19RDPP-C155081-01

보안 과제( ), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개( ),발간등록번호(11-B552989-000379-01)
국토교통연구기획사업 제1차 연도 최종 보고서

R&D/19RDPP-C155081-01

건축·도시 에너지 최적화 기술개발 사업 기획 최종보고서

2020. 12.

주관연구기관 / ㈜이노싱크컨설팅

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

건축·도시 에너지 최적화 기술 개발 사업 기획 최종보고서
2020
국토교통과학기술진흥원
국토교통부

제 출 문

국토교통부장관 귀하

'건축·도시 에너지 최적화 기술 개발 사업 기획'(연구개발 기간 : 2019. 12. 10. ~ 2020. 12. 09.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2020. 12. 09.

주관연구기관명 : ㈜이노싱크컨설팅 (대표자) 정지윤 (인)

주관연구기관책임자: 정지윤

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

과제 고유 번호	19RDPP-C155081-01	해당 단계 연구 기간	2019. 12. 10. ~ 2020. 12. 09.	단계구분	1단계/1단계
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
연구과제명	대과제명	건축·도시 에너지 최적화 기술 개발 사업 기획			
연구책임자	정지윤	총 연구기간 참여연구원 수	총: 5명 내부: 5명 외부: 0명	총 연구비	정부: 300,000천원 민간: - 천원 계: 300,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	㈜이노싱크컨설팅			참여기업명	-
요약(연구 결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	773

○ (연구개발 목적) 본 과업은 건물 및 도시 에너지 최적화 기술 개발 사업(가칭 건축·도시 에너지 최적화 기술 개발 사업)을 신규로 기획하고, 예비타당성조사의 신청, 수검에 필요한 자료 제작 및 관련 문의 등에 대해 수시 대응함으로써 기획된 사업이 원활하게 추진되도록 지원하는 것을 목적으로 하고 있으며 이에 기반하여 다음과 같이 연구를 수행함

1)주요 조사 분석

- 사업의 개념 정립과 사업의 배경 및 필요성, 국고지원의 타당성 등 논리 및 근거자료 확보
- 신규 기획 사업 및 유관 분야의 국내외 정책, 시장, 기술 동향을 조사하고, 해당 분야의 국내 기술수준과 국내 산업계의 R&D 역량(특허, 논문 및 연구개발 인프라)을 진단
- 국내외 정책, 시장, 기술 및 연구개발 여건이 정부 주도 대형 R&D 사업의 신규 추진에 적합한 상황인지 분석
- 기존 사업 진단 및 환경 분석 기초자료를 바탕으로 PEST 분석 및 SWOT 분석을 통한 신규 사업의 전략체계 및 추진방향 및 전략 수립
- 세부과제 기획, 운영 및 관리방안 수립, 투자계획 및 재원조달방안 수립 등 건축·도시 에너지 최적화 기술과 유관산업의 미래 환경 변화에 대응할 수 있는 기술개발 지원 사업을 기획하고, 이해관계자 대상 간담회 및 공청회를 개최하여 신규 기획 사업에 대한 의견 수렴
- 사업 추진을 위한 비전 및 목표 성과 목표 수립 제시
- 동 사업의 기술적, 정책적, 경제적 타당성 및 동 사업 추진을 통해 예상하는 과학기술적, 사회경제적 파급효과 등의 분석 실행
- 기술개발을 위한 사업 투입 예산 및 인력 산출 제시

2)주요 활동 내역

- 국토부 및 국토교통과학기술진흥원 대내 연구조사 분석 지원
- 동 사업 기술개발사업의 방향성 등 의견수렴을 위한 총괄위원회 구성 및 운영
- 중점분야 선정, 핵심기술 개발 및 로드맵 수립을 위한 기술위원회 운영 및 관리
- ‘20년 4차 예비타당성조사 신청을 위한 신규 사업 기획보고서를 작성하고 주관부처의 예비타당성조사 신청서 작성 및 예비타당성조사 수검 전 민간검토위원회, 기술성 평가 자료 작성 등 지원

색인어 (각 5개 이상)	한글	건축·도시 에너지 최적화	도시 에너지 전환	탄소중립	도시 메타볼리즘	제로(플러스) 에너지 도시
	영어	Building·Urban Energy Optimization	Urban Energy Transition	Carbon Neutral	Urban Metabolism	Zero(Plus) Energy City

요약문

Ⅰ. 제목

❑ 건축·도시 에너지 최적화 기술개발 사업 기획 최종보고서

❍ 동 사업은 건물 및 도시 에너지 최적화 기술 개발 사업(가칭)*을 신규 사업으로 기획한 후 예비타당성조사의 신청, 수검에 필요한 자료 제작 및 관련 문의 등에 대해 수시 대응함으로써 기획된 사업이 원활하게 추진되도록 지원하는 것을 목적함

. 예비타당성조사 신청 시 사업명은 **“제로에너지 커뮤니티 기술개발사업”**으로 변경

Ⅱ. 사업의 내용 및 연구개발 필요성

❑ 사업의 정의

❍ 동 사업은 국가 온실가스 감축 목표 중 건물부분 온실가스 감축목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술을 확보를 목표로 신규로 기획된 사업

❍ 본 연구에서는 커뮤니티 규모의 제로에너지 기술개발 및 기술 도입 지원 방안 마련을 위해 ①커뮤니티 에너지 진단 및 서비스 플랫폼 구축 ②제로에너지 커뮤니티의 유형별 기술패키지 개발 및 실증 ③ 민간 그린리모델링 산업 활성화를 위한 표진 및 서비스 개발을 성과목표로 제시하였음

- 사업의 정량목표는 에너지 절감 및 재생에너지 생산을 통해 에너지 자립율 50%달성임

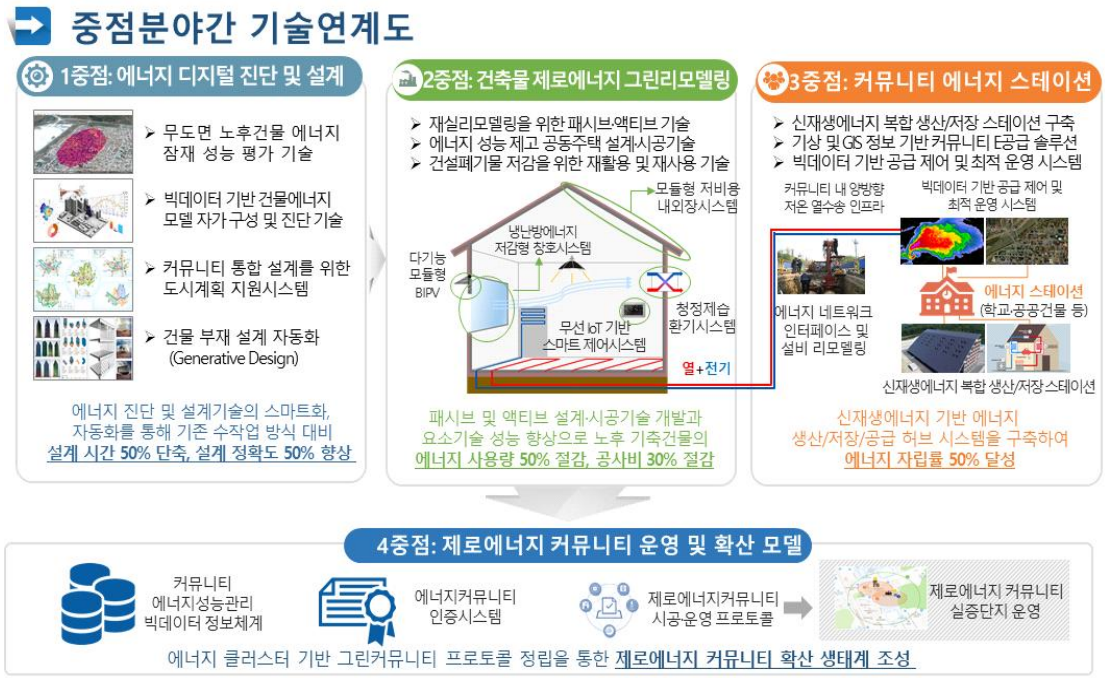
  · 구체적으로 커뮤니티 내 총 에너지 사용량의 50%를 절감하고 재생에너지원으로 25%를 사용하여 기존 에너지원의 75%를 저감하는 것임

❍ 이를 위해 동 사업은 ① 핵심기술 개발 및 실증·모니터링의 2단계로 추진 ② 기축건물 그린리모델링 기술개발 ③ 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술개발 ④ 에너지커뮤니티 확산 모델 개발로 4대 추진전략을 수립하였음



❑ 연구개발 중점분야 및 핵심과제

❍ 동 사업 추진을 위해 4대 중점분야, 8대 핵심과제로 구성함



❍ 중점분야 1. 에너지 디지털 진단 및 설계

- AI, 빅데이터를 활용한 건물·커뮤니티 에너지효율 진단과 최적 설계안 도출



❍ 중점분야 2. 건축물 제로에너지 그린리모델링 ₩

- 기존 리모델링 기술의 문제점 보완을 통해 재실 리모델링 급속시공, 모듈형 시스템 등 경제성·시공성 높은 그린리모델링 기술 개발



❍ 중점분야 3. 커뮤니티 에너지스테이션

- 커뮤니티 내 유휴부지를 활용하여 신재생에너지를 생산공급하는 에너지스테이션 설계·구축 기술과 빅데이터를 활용한 커뮤니티 에너지 최적 운영 기술 개발



❍ 중점분야 4. 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델

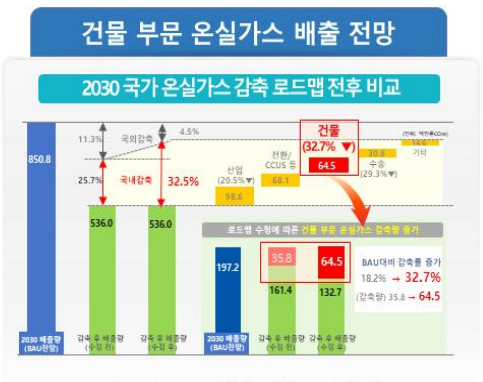
- 제로에너지화 구현 프로토콜 정립, 정보기반의 플랫폼 구축을 통한 제로 에너지 커뮤니티 구현 및 운영 효율화, 전생애 성능관리, 제로에너지 커뮤니티 확산 모델 개발



❑ 연구개발의 필요성

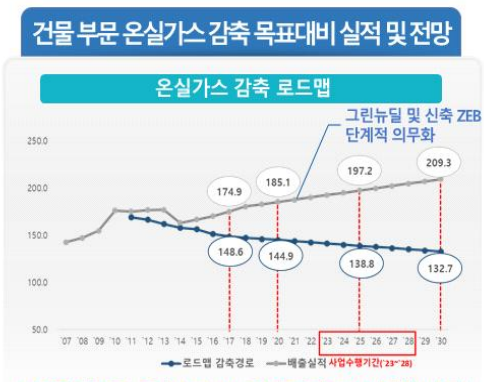
❍ 건물 부분 온실가스 초과 배출을 만회할 기술적 해결방안 시급

- 건물부분 온실가스 감축 목표 달성 및 온실가스 초과배출을 만회할 기술적 해결방안 모색이 매우 시급
- 제2차 기후변화 대응 기본계획(2018)에 건물부분 온실가스 감축목표 6,450만톤으로 크게 증가했으나, 2017년의 온실가스 배출량은 로드맵상 감축경로 보다 17.7% 초과



"건물 부문 감축 목표 증대"
18.1%('30) → 32.7%('30)

* 출처 : 제2차 기후변화 대응 기본계획(2019), 재구성



"건물 부문 온실가스 감축 목표 이행 난망"
"'17년 이미 목표대비 17.7% 초과 배출"

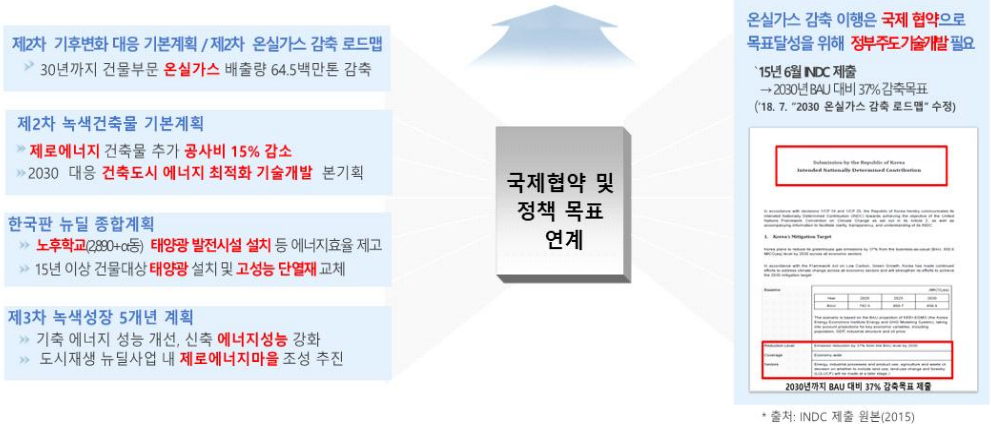
* 출처 : 제2차 기후변화 대응 기본계획(2019), 재구성

→ 단열 기준 강화('01년) 전에 신축된 건물 등 감축 잠재량이 큰 건축물의 해결 방안 마련 필요

❍ 국제협약 준수 및 정책목표 달성을 위한 정부 주도의 기술개발 필요

- 온실가스 감축을 위한 노력은 국가의 책무이며, 현 시점에서 시장논리에 의존해 온실가스 해결이 어려우므로 국가지원이 필요

건물 부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보
- 커뮤니티 에너지 자립률 50% 이상 달성('28년) -



* 출처: INDC 제출 원본(2015)

❍ 녹색건축 산업 생태계 구축을 위한 정부의 초기지원 필요

- 정부 주도의 기술개발을 통해 고효율, 저비용 기술을 보급함으로써, 초기 산업 생태계 구축 지원 필요

민간의 녹색건축 기술 도입 저조

» 비용 대비 낮은 편익으로 인한 민간 참여 저조

– 현 기술수준에서는 건물 에너지효율 개선을 위한 요소기술의 경제성이 낮아, 기술 도입의 실효성 없음 (에너지경제연구원, 2017)

주요 요소기술별 투자회수기간

구분	외피	창호	조명	설비	태양광 (발전)	태양열 (급탕)
(년)	133	39	8	50	17	36

* 출처 : 에너지경제연구원(2017)

투자비용에 대한 회수기간이 길어 시장 비활성화

➪ **고효율·저비용 기술 개발로 녹색건축 시장 활성화 필요**

녹색건축 기업의 R&D 투자 여건 미흡

녹색건축(그린리모델링) 사업체 기업규모

(n=469, 복수응답)

구분	업체수	비율
대기업	17	3.6%
중견기업	29	6.2%
중소기업	388	82.7%
기타	7	1.5%
정보없음	28	6.0%
합계	469	100.0%



그린리모델링 사업체의 82.7%는 영세 중소기업

➪ **약 54.8%가 최근 3개년 순이익 감소 추세로 자발적 기술개발이 어려워 정부 지원 시급**

❍ 정부 주도의 커뮤니티 제로에너지화 실증 연구사업 추진 필요

- 실증은 많은 시간과 비용이 소요되고 리스크가 높아 민간이 단독으로 추진하기 어려워 정부 지원 필요

민간 주도 시

» 커뮤니티에 신재생에너지를 공급하기 위한 에너지 스테이션의 확보 한계

» 커뮤니티 내 에너지 공유 인프라의 구축 및 기존 에너지 인프라와의 연계 법·제도 문제 해결 어려움

» 국내 그린리모델링 업체의 영세성으로 대규모 실증사업의 비용 마련 어려움

» 기존 정부 추진 사업 중 도시재생사업 등은 에너지를 고려하지 않아 동 사업과 연계 어려움

» R&D 성공 후 사업모델 확산 한계

정부 주도 시

» 커뮤니티에 신재생에너지를 공급하기 위한 에너지 스테이션으로 **공공 유휴부지 또는 공공시설 활용**

» 커뮤니티 내 에너지 공유 인프라의 구축 및 기존 에너지 인프라와의 연계 시 **규제 샌드박스 등** 활용

» 영세 중소기업이 대부분인 그린리모델링 산업 **생태계 활성화를 위한 마중물**로 국고 지원

» **그린뉴딜, 도시재생사업 등과 연계하여 시너지 창출 가능**

» R&D 성공 후 사업모델 확산 유리

➪ **커뮤니티 에너지 리모델링을 위한 법·제도를 담당하고 공공 유휴부지 또는 시설을 에너지스테이션으로 사용할 수 있는 정부 주도의 사업 추진 필요**

Ⅲ. 국내외 동향 및 환경분석

❑ 국외 건축기술 개발 동향

❍ 에너지 절약형 건축자재 기술(패시브)

- 세계 각국은 건축물 외피를 통한 열손실 방지를 위해 건물 단열기준 등 글로벌 환경규제 지속적으로 강화
- (일본, 독일) 유기 발포 단열재인 프레온계 발포제 대체물질로 친환경 발포제를 적용한 XPS제품 보편화·규격화하여 제도적으로 확산 유도
- (유럽) HFC계열과 CO2계열, (미국) HFC계열, (일본) 이소부탄
- 세계적으로 건물 단열성과 내화성 강화에 대한 요구 증가로, 불연성, 난연성 단열재 기술 개발 추진

❍ 에너지 절약형 설비 기술(액티브)

- (일본) 부하 평준화와 고효율화 가능한 축열조와 연계된 하이브리드 히트펌프 시스템 개발하여 실용화 단계
- (미국, 캐나다, 독일) 하이브리드 히트펌프 시스템과 방축열 장치와의 조합 시스템 실용화
- (미국) York, Trane 등 대형 건물에 적용 가능한 500-700HP급 터보 히트펌프를 개발하여 미국, 캐나다, 유럽 등지의 병원 등에 적용
- 공정 및 지역난방용 고온수 제조를 위한 터보 압축 시스템과 다양한 용량대의 제품군을 개발
- IEA, EU, 유럽지열에너지위원회 등 회원국 간 공동프로젝트로 국가간 공동 기술개발 진행

❍ 건축물 관련 신재생에너지 생산 기술

- (중국, 영국) 고층건물의 풍력·태양광 발전 하이브리드시스템 적용을 위한 풍력발전 최적화 기술 개발 및 건물 형상 설계 기술 개발
- (일본) 토호쿠 공업대학은 지붕에 설치하는 태양광 패널과 풍력터빈을 함께 설치하는 풍력 태양광복합발전기 개발

❍ 건물·커뮤니티 에너지 운영·관리 기술(BEMS)

- 해외 주요 건물에너지관리 시스템 업체는 데이터 분석과 설비 진단, 최적 제어 등 운영관리 솔루션을 다양하게 개발
- (미국) 자동제어 기술은 초기단계이나 건물에너지 데이터 분석기술 등 고성능 BEMS 기술 기반이 탄탄하여 급속한 도입활성화 예상
- (미국) 국가표준기술연구소(NIST)는 관련 업계와 협력하여 건축물 에너지 성능과 유지관리 비용을 최적화하기 위한 기능 통합 지식시스템 구축 연구 진행
- (유럽) IEA 주요 국가인 벨기에, 핀란드, 독일, 프랑스, 영국 등을 중심으로 BEMS을 활용하여

건물에너지 절약 및 쾌적도 향상에 대한 검증, BEMS 운영의 효율성 향상을 위한 다양한 연구 개발

- (일본) 신에너지산업기술종합개발기구(NEDO)의 다양한 연구개발 및 도입지원을 통해 BEMS산업 활성화

- (일본) BEMS 운용 전문인력의 직접 고용이 곤란한 중앙관제 네트워크를 통해 통합 관리하는 군관리 시스템 도입

❍ 건물·커뮤니티 에너지 운영·관리 기술(마이크로그리드)

- 미국, EU, 일본 등 마이크로그리드 구축 사업 투자 및 실증 프로젝트에 대한 연구 투자 확대

- (미국) 2030년까지 마이크로그리드 구축에 45억 달러 투자, 전력망 노후화 문제 해결 및 신재생에너지원 확대

- (일본) 스마트시티 시오야시야 프로젝트를 출범하는 등 117개 주택에 마이크로그리드 시스템 구축 추진, 자연재해 발생 시 재난복원 능력 우수한 분산형 에너지 체계 구축을 위한 마이크로그리드 시스템 확산 추진

❑ 국내 건축물 현황 분석

❍ 건물 에너지 특성 및 사업 추진 가능성을 고려하여 실증 대상 건물 유형 분석

- 내 건축물 현황 분석 및 실증 건물 유형 선정 실시

- 동 사업의 실증 관련 건물 유형 선정을 방법

· (후보군 도출) 29개 건물 유형의 에너지 사용량, 연면적 등 검토를 통해 동 사업에 적합한 9개의 건물유형 후보군 도출

· (정량·정성 분석) 도출한 9개 건물유형의 에너지 감축 잠재량, 사업 추진 여건 등을 정량적, 정성적으로 분석

· (건물 유형 선정) 상위 5개 유형을 실증 대상 중점 범위로 선정



Ⅳ. 기술개발 구성 및 추진 전략

❑ 국가연구개발과 실증 연계 사업을 통해 국가 에너지 정책의 당면 목표인 그린뉴딜 정책을 지원하고 제로에너지 커뮤니티 구현을 통해 건물분야 온실가스 감축 목표 달성 기여

사업명	**제로에너지 커뮤니티 기술개발사업**
비전	지속가능한 제로에너지 커뮤니티 구현
사업 목표	건축부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보 - 커뮤니티 에너지 자립률 50% 이상 달성 -
사업 기간	’ 23 ~ ’ 28년 (6년)
사업비	총 2,400억 원 (정부+민간)
추진 전략	핵심기술 + 실증모니터링 2단계로 추진 기축 중심의 그린리모델링 기술개발 커뮤니티 제로에너지화 기술개발 에너지 커뮤니티 확산 모델 개발

추진 과제	[중점분야 1]	[중점분야 2]	[중점분야 3]	[중점분야 4]
	에너지 디지털 진단 및 설계	건축물 제로에너지 그린리모델링	커뮤니티 에너지 스테이션	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산모델
	(핵심1-1) 건물(군) 에너지 성능 진단 기술	(핵심2-1) 재실리모델링을 위한 패시브 건축 기술	(핵심3-1) 신재생에너지 공유 스테이션 기술	(핵심4-1) 제로에너지 커뮤니티 프로토콜
	(핵심2-2) 건축물·커뮤티니 통합 설계 지원 기술	(핵심2-2) 설비시스템 리모델링 및 스마트 제어기술	(핵심3-2) 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼	(핵심4-2) 제로에너지 커뮤니티 실증

❍ (추진전략 1) 기술개발 + 실증·모니터링의 2단계 사업으로 추진

- 1단계 3년 간 각 분과별 핵심/구성기술 개발 및 커뮤니티 유형별 기술 연계 추진
- 2단계 3년 간 실증사이트 대상으로 패키지화된 기술 적용 및 모니터링 환경 구현 후, 향후 중장기 모니터링을 통해 기술 성능 검증 및 신사업·서비스 시범적용

❍ (추진전략 2) 기존 건축물 및 커뮤니티 대상의 그린리모델링 기술개발

- 기존 노후건물 및 (일부) 신축건물이 포함된 건물(군)에 다양하게 적용 가능한 그린리모델링 기술개발로 향후 도시계획 사업 등 복합건물(군) 대상 사업 추진 시 적용성 제고
- 적정(저비용) 기술을 활용한 기축건물 중심의 기술개발과 더불어 별도의 중점을 통해 공공·민간 대상 그린리모델링 보급 확산 방안 마련, 기술 보급 및 민간 활성화 유도

❍ (추진전략 3) 커뮤니티 단위 제로에너지화를 위한 기술개발

- 커뮤니티 단위 계획 수립, 도시 및 개별 건축물 설계·진단, 그린리모델링 시공 기술 등 확보
- 건물단위(요소기술)에서 커뮤니티 단위로 제로에너지 범주를 확장하는데 필요한 인프라(에너지스테이션) 구축 및 요소기술 개발 지원

❍ (추진전략 4) 제로에너지 커뮤니티 확산 모델 개발

- 실증 유형에 따른 표준모델을 구축, 기술 실증 및 성능 검증을 통해 다양한 건물·커뮤니티 유형에 적합한 커뮤니티 제로에너지화 모델 개발
- 제도 간소화와 맞춤형 서비스·플랫폼 구축을 통해 민간의 커뮤니티 제로에너지화 기술 도입 유도 및 녹색건축 시장 활성화

목 차

Ⅰ 사업 개요

1. 사업 정의 및 범위 ····· 4
1.1 사업 주요 용어 정의 ····· 4
1.2 사업 범위 ····· 6

2 사업 추진 배경 및 필요성 ····· 10
2.1 사업의 배경 및 필요성 ····· 10
2.2 국고 지원의 타당성 ····· 17
2.3 사업 추진의 시급성 ····· 22

3. 추진근거 ····· 24
3.1 법적 근거 ····· 24
3.2 국정과제 근거 ····· 29
3.3 국가계획 근거 ····· 29

4. 기획 추진체계 및 경과 ····· 33
4.1 추진체계 ····· 33
4.2 추진 프로세스 ····· 34
4.3 기획 추진경과 ····· 37

Ⅱ 대내외 환경분석

1. 메가트렌드 분석 ····· 42
1.1 개요 ····· 42
1.2 주요 메가트렌드 ····· 43
1.3 주요 이슈 ····· 54
2. 정책적 환경분석 ····· 55

2.1 국외 정책동향 ····· 55
2.2 국내 정책동향 ····· 86

3. 경제적 환경분석 ····· 177
3.1 글로벌 산업·시장 동향 ····· 177
3.2 국내 산업·시장 동향 ····· 190

4. 사회적 환경분석 ····· 197
4.1 국내 건축·도시 환경 관련 주요 이슈 ····· 197
4.2 국내 건축물 현황 조사 ····· 201
4.3 공동주택 리모델링 추진 현황 ····· 206
4.4 에너지 리모델링 비활성화 원인 분석 ····· 212

5. 기술적 환경 분석 ····· 218
5.1 국내 리모델링 관련 기술 이슈 ····· 218
5.2 설계 및 진단 기술 ····· 222
5.3 에너지 절약형 건축자재 기술 ····· 229
5.4 에너지 절약형 설비 기술 ····· 237
5.5 리모델링 시공 기술 ····· 241
5.6 건축물 관련 신재생에너지 생산 기술 ····· 248
5.7 건물·커뮤니티 에너지 운영·관리 기술 ····· 252
5.8 인증 및 제도 ····· 264
5.9 실증 관련 기술 ····· 273

6. 요약 및 시사점 ····· 308
6.1 요약 ····· 308
6.2 시사점 ····· 317

Ⅲ 국내외 R&D 역량분석

1. R&D 투자 동향 ····· 324
1.1 국외 R&D 투자 동향 ····· 324
1.1 국내 R&D 투자 동향 ····· 329

2. 국내 R&D 인프라 현황 분석 ····· 332
2.1 연구개발 인력 현황 ····· 332
2.2 연구 수행 인프라 현황 ····· 334

3. 기술역량 분석 ····· 428
3.1 특허/논문 분석 ····· 428
3.2 기술수준 분석 ····· 470

Ⅳ 사업 설계를 위한 사전조사

1. 사전조사 ····· 491
1.1 기술수요 조사 ····· 491
1.2 이해관계자 의견 수렴 ····· 507
1.3 기업 참여의향 조사 ····· 510
2. 유사사업 분석 ····· 514
2.1 기존 사업 분석 ····· 514
2.2 과제단위 유사성 분석 ····· 553

Ⅴ 사업 추진계획

1. 사업 추진전략 및 추진체계 ····· 605
1.1 사업 추진전략 도출 ····· 605
1.2 사업 비전 및 목표 설정 ····· 618
1.3 사업 논리모형 수립 ····· 620
1.4 사업 성과목표 및 지표 설정 ····· 621
1.5 사업간 통합·연계 체계 ····· 633

2. 중점분야 및 핵심과제 도출 ····· 635
2.1 중점분야 선정 ····· 635
2.2 핵심과제 선정 ····· 637
2.3 실증 유형 선정 ····· 651

Ⅵ 핵심기술 개발계획

1. (1중점) 에너지 디지털 진단 및 설계 ····· 664

2. (2중점) 건축물 제로에너지 그린리모델링 ····· 675

3. (3중점) 커뮤니티 에너지 스테이션 ····· 684

4. (4중점) 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델 ····· 693

Ⅶ 사업 운영 계획 및 소요 예산

1. 사업 추진체계 ····· 707
1.1 사업 추진체계 및 주체별 역할 ····· 707
1.2 사업단 구성 및 운영 ····· 712

2. 사업 관리방안 ····· 717
2.1. 사업 관리 체계 및 프로세스 ····· 717

3. 사업 투자계획 및 소요인력 ····· 718
3.1. 연차별 투자계획 ····· 718
3.2. 연차별 소요인력 ····· 722
3.3. 재원조달 계획 ····· 724

Ⅷ 사전 타당성 분석

1. 과학기술적 타당성 분석 ····· 729

1.1 분석 개요 ····· 729

1.2 문제/이슈 도출의 적절성 ····· 731

1.3 사업 목표의 적절성 ····· 738

1.4 세부활동 및 추진전략의 적절성 ····· 744

2. 정책적 타당성 분석 ····· 751

2.1 분석 개요 ····· 751

2.2 정책의 일관성 및 추진체제 ····· 752

2.3 사업 추진상의 위험요인 ····· 765

3. 경제적 타당성 분석 ····· 771

3.1 비용편익 분석 ····· 771

3.2 비용/편익 분석 결과 ····· 772

4. 파급효과 ····· 773

표 목 차

【 표 1-1 】 글로벌 주요기업들의 RE100 이행 현황 ····· 10
【 표 1-2 】 교토의정서와 파리협정 비교표 ····· 12
【 표 1-3 】 건물부문 온실가스 감축 수단 ····· 14
【 표 1-4 】 현 정부 국가계획 내 정책목표의 동 사업 관련 내용 ····· 17
【 표 1-5 】 소득순위별 가처분소득 대비 광열수도비 비중 ····· 21
【 표 1-6 】 소득분위별 거주주택 노후수준 ····· 21
【 표 1-7 】 국토교통과학기술 육성법 내 동 사업 관련 조항 ····· 24
【 표 1-8 】 건설기술 진흥법 내 동 사업 관련 조항 ····· 24
【 표 1-9 】 녹색건축물 조성지원법 내 동 사업 관련 조항 ····· 25
【 표 1-10 】 저탄소 녹색성장 기본법 동 사업 관련 조항 ····· 25
【 표 1-11 】 건축법 동 사업 관련 조항 ····· 26
【 표 1-12 】 주택법 동 사업 관련 조항 ····· 26
【 표 1-13 】 녹색건축물 조성지원법 시행령 내 동 사업 관련 조항 ····· 27
【 표 1-14 】 신재생 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 동 사업 관련 조항 ····· 27
【 표 1-15 】 도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법 동 사업 관련 조항 ····· 27
【 표 1-16 】 에너지법 내 동 사업 관련 조항 ····· 28
【 표 1-17 】 에너지이용 합리화법 내 동 사업 관련 조항 ····· 28
【 표 1-18 】 현 정부 100대 국정과제의 동 사업 관련 내용 ····· 29
【 표 1-19 】 제4차 과학기술기본계획의 동 사업 관련 내용 ····· 29
【 표 1-20 】 제2차 녹색건축물 기본계획의 동 사업 관련 내용 ····· 30
【 표 1-21 】 제3차 녹색성장 5개년 계획의 동 사업 관련 내용 ····· 30
【 표 1-22 】 제3차 에너지기본계획의 동 사업 관련 내용 ····· 31
【 표 1-23 】 제4차 에너지기술개발계획의 동 사업 관련 내용 ····· 31
【 표 1-24 】 제2차 기후변화대응 기본계획의 동 사업 관련 내용 ····· 31
【 표 1-25 】 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안의 동 사업 관련 내용 ····· 32
【 표 1-26 】 제2차 장기주거종합계획의 동 사업 관련 내용 ····· 32
【 표 1-27 】 추진주체별 역할 ····· 33
【 표 2-1 】「세계미래보고서 2050」의 메가트렌드 및 10대 신기술 ····· 43
【 표 2-2 】「Global Trends」 주요 내용 ····· 44
【 표 2-3 】「The Next Digital Economy」 주요 내용 ····· 45
【 표 2-4 】 16대 주요 미래전망 및 키워드 ····· 46
【 표 2-5 】「제5회 과학기술예측조사」의 메가트렌드 및 주요 이슈 ····· 47
【 표 2-6 】「중장기 경제발전전략」의 6대 한국 트렌드 분석 ····· 49
【 표 2-7 】「중장기 경제발전전략」의 5대 글로벌 트렌드 분석 ····· 50
【 표 2-8 】 메가트렌드 및 변화 동인에 따른 국토·교통 미래 전망 ····· 51
【 표 2-9 】 PEST 구조의 메가트렌드 분석 ····· 54
【 표 2-10 】 주요국 NDC 감축목표 및 에너지 정책 방향 ····· 55
【 표 2-11 】 독일의 에너지 목표 ····· 60
【 표 2-12 】 독일의 건물 부문 에너지 목표 ····· 60
【 표 2-13 】 독일의 기존 건물 대상 에너지 효율화 성능 규제 ····· 61
【 표 2-14 】 독일 에너지효율 주택 등급 기준 ····· 62
【 표 2-15 】 독일의 Passive House 인증 세부 기준 ····· 62
【 표 2-16 】 독일의 KfW 에너지 효율 건물 관련 지원 프로그램 요약 ····· 63
【 표 2-17 】 Kredit 151, 152의 대출 조건 ····· 64
【 표 2-18 】 Kredit 151, 152의 대출 상환보조금 및 Zuschuss 430의 보조금 기준 ····· 64
【 표 2-19 】 KfW 에너지효율 건축 및 개조 프로그램 연간 예산 규모 ····· 65
【 표 2-20 】 독일의 KfW 에너지 효율 도시개발 관련 대출 지원 프로그램 ····· 65
【 표 2-21 】 독일의 KfW 에너지 효율 지역개발 관련 보조금 지원 프로그램 ····· 66
【 표 2-22 】 도시 재개발 대출 프로그램의 대출 조건 ····· 66
【 표 2-23 】 iSFP 도입 배경 및 해결방안 ····· 67

【 표 2-24 】 영국의 커뮤니티 리트로핏 사례(프로젝트) ····· 70
【 표 2-25 】 영국의 커뮤니티 리트로핏 사례(기업) ····· 71
【 표 2-26 】 영국의 리트로핏 주도 주체에 따른 선도모델 사례 ····· 72
【 표 2-27 】 MuKEn 기술분야별 표준 대안 예시 ····· 74
【 표 2-28 】 미국 에너지효율 관련 법규(기준) ····· 75
【 표 2-29 】 미국 에너지효율 관련 인증제 현황 ····· 75
【 표 2-30 】 기후활성화법 주요 내용 ····· 77
【 표 2-31 】 8개 전략목표 및 주요 내용 ····· 80
【 표 2-32 】 유럽의 온실가스 배출권 거래 규제 ····· 81
【 표 2-33 】 미국의 온실가스 배출권 거래 규제 ····· 83
【 표 2-34 】 국정운영 5개년 계획의 동 사업 관련 주요 내용 ····· 86
【 표 2-35 】 전략 및 중점추진과제 중 동 사업에 부합하는 분야 ····· 90
【 표 2-36 】 전략 및 중점추진과제 중 동 사업에 부합하는 분야 ····· 91
【 표 2-37 】 4대 중점과제 및 16대 중점기술분야 ····· 100
【 표 2-38 】 동 사업과 부합하는 중점기술분야 및 추진과제 ····· 101
【 표 2-39 】 제2차 기후변화대응 기본계획의 동 사업 관련 주요내용 ····· 103
【 표 2-40 】 4대 분야 에너지 신산업 ····· 104
【 표 2-41 】 제3차 에너지기본계획의 동 사업 관련 주요 내용 ····· 106
【 표 2-42 】 (예시)핵심분야별 주요 추진과제 ····· 108
【 표 2-43 】 중점과제 '녹색국토 실현' ····· 110
【 표 2-44 】 그린리모델링 이자지원 사업 ····· 111
【 표 2-45 】 제로에너지건축물 개념 및 예시 ····· 111
【 표 2-46 】 부문별 온실가스 감축 목표 ····· 120
【 표 2-47 】 건물(가정·상업) 부문 감축량 및 주요 감축수단 ····· 121
【 표 2-48 】 건물(가정·상업) 부문 감축량 및 주요 감축수단 ····· 121
【 표 2-49 】 부문별 주요 효율정책 현황 및 해외사례 비교 ····· 123
【 표 2-50 】 스마트그리드 서비스 체험단지 추진방안 ····· 125
【 표 2-51 】 스마트그리드 서비스 체험단지 서비스 예시 ····· 125
【 표 2-52 】 2030 에너지신산업 확산전략의 신산업 예시 및 활성화 방안 ····· 126
【 표 2-53 】 국가도시재생기본방침 비전·목표·추진전략 체계 ····· 129
【 표 2-54 】 국가도시재생기본방침 4대 중점 시책 ····· 129
【 표 2-55 】 영역별 쇠퇴기준으로서의 쇠퇴지표 예시 ····· 131
【 표 2-56 】 도시재생 뉴딜사업 유형별 특징 ····· 132
【 표 2-57 】 도시재생활성화계획 수립절차 ····· 133
【 표 2-58 】 생활편의시설 만족도 조사 결과 ····· 136
【 표 2-59 】 기존 도시재생 사업과 도시재생 뉴딜사업의 차별점 ····· 136
【 표 2-60 】 도시재생 뉴딜 정책 시범사업 사례 ····· 137
【 표 2-61 】 도시재생 뉴딜 로드맵 추진과제 및 내용 ····· 141
【 표 2-62 】 도시재생 뉴딜 사업 선정 방식 ····· 143
【 표 2-63 】 연차별 국비·지방비 투입계획 ····· 144
【 표 2-64 】 연차별 기금 투입계획 ····· 145
【 표 2-65 】 연차별 도시재생 사업 추진 현황 ····· 145
【 표 2-66 】 도시재생 뉴딜 사업 유형별 그린리모델링, 녹색건축 중점 고려사항 ····· 147
【 표 2-67 】 도시재생 뉴딜 연계 그린리모델링의 사업추진 주체별 역할 ····· 149
【 표 2-68 】 한국판 뉴딜 분야별 세부과제 투자계획 및 일자리 효과 ····· 153
【 표 2-69 】 국토교통부 3차 추경안 반영 사업 ····· 154
【 표 2-70 】 그린 스마트 미래학교 단계별 추진방안 ····· 156
【 표 2-71 】 그린리모델링 이자지원 사업 추진 근거 법령 ····· 159
【 표 2-72 】 그린리모델링 이자지원사업 대상공사 ····· 160
【 표 2-73 】 성능개선 비율에 따른 이자지원율 ····· 160
【 표 2-74 】 창호 에너지소비 효율등급에 따른 이자지원율 ····· 160
【 표 2-75 】 건물유형별 지원규모 ····· 161
【 표 2-76 】 민간건축물 그린리모델링 이자지원 사업 지원실적 ····· 161
【 표 2-77 】 그린리모델링 사업기획 지원사업 개념도 ····· 162
【 표 2-78 】 그린리모델링 시공 지원사업 개념도 ····· 162

【 표 2-79 】 공공부문 사업기획지원사업 지원실적 ····· 163
【 표 2-80 】 공공부문 시공지원사업 지원실적 ····· 163
【 표 2-81 】 건축연도·도입기술 별 이자지원사업 지원건수(2014년~2016년) ····· 164
【 표 2-82 】 항목별 그린리모델링 만족도 ····· 165
【 표 2-83 】 주택법 및 건축법 등 리모델링 관련 개정 내용 ····· 166
【 표 2-84 】 온실가스 배출권거래제 개요 ····· 168
【 표 2-85 】 우리나라 배출권거래제 계획기간별 운영 ····· 169
【 표 2-86 】 계획기간별 할당 현황 ····· 170
【 표 2-87 】 (참고)배출권거래법 세부 조항 ····· 173
【 표 2-88 】 온실가스·에너지 목표관리제 개요 ····· 174
【 표 2-89 】 관리업체 대상 기준 ····· 175
【 표 2-90 】 건축물에너지절약설계기준 주요 개정사항(2018)] ····· 193
【 표 2-91 】 주거용 건물 환기시스템 시장 추정 ····· 194
【 표 2-92 】 소득순위별 가처분소득 대비 광열수도비 비중 ····· 200
【 표 2-93 】 소득분위별 거주주택 노후수준 ····· 200
【 표 2-94 】 용도별 건물 유형 ····· 201
【 표 2-95 】 건축법 상 축조 유형별 세부내용 ····· 201
【 표 2-96 】 조사 내용 ····· 202
【 표 2-97 】 9개 분야 노후건물 연면적 및 노후도 현황 ····· 203
【 표 2-98 】 유형별·노후도별 단위면적당 에너지 사용량(냉난방, 조명, 환기, 급탕) ····· 203
【 표 2-99 】 9개 분야별 에너지 절감 및 온실가스 감축 잠재량 ····· 204
【 표 2-100 】 리모델링비율 0.6% 적용 시 에너지 절감량 및 온실가스 감축량 ····· 205
【 표 2-101 】 공동주택 리모델링 사업의 관련 제도 변화 ····· 207
【 표 2-102 】 서울·경기지역 리모델링 사업 추진 현황 ····· 209
【 표 2-103 】 리모델링 관련 제도 ····· 212
【 표 2-104 】 그린리모델링 이자지원사업 민간부문 지원실적 ····· 213
【 표 2-105 】 연차별 도시재생 사업 추진 현황 ····· 214
【 표 2-106 】 (참고) 영국의 커뮤니티 선도모델 사례 ····· 215
【 표 2-107 】 (참고) 영국 민간기업의 커뮤니티 리트로핏 협력·연계 사례 ····· 215
【 표 2-108 】 (참고) 미국의 공공-민간 연계 커뮤니티 리트로핏(프로그램, 펀드) 사례 ····· 215
【 표 2-109 】 요소기술별 절감비용 및 투자회수기간 ····· 216
【 표 2-110 】 요소기술별 절감비용 및 투자회수기간 ····· 216
【 표 2-111 】 신축 면적 대비 리모델링 면적 비중 ····· 217
【 표 2-112 】 서울시 마곡지구 공동주택 건물개요 및 총 공사비 ····· 220
【 표 2-113 】 유지관리 부문 편익/비용분석을 위한 인증항목별 요소(환경부) ····· 221
【 표 2-114 】 에너지 성능 부문 편익/비용분석을 위한 인증항목별 요소(환경부) ····· 221
【 표 2-115 】 해외 에너지 효율 건축자재 DB 시스템 ····· 222
【 표 2-116 】 지역별 건축물 부위의 열관류율표 ····· 229
【 표 2-117 】 진공유리 제조방식별 특성 ····· 234
【 표 2-118 】 외장재 고정장치 종류 및 종류별 단열성능 ····· 236
【 표 2-119 】 기계식 환기 구분 및 특징 ····· 237
【 표 2-120 】 히트펌프시스템 연구개발 방향 및 세부 추진내용 ····· 240
【 표 2-121 】 IEA HPT에서 추진중인 공동연구 프로그램 ····· 240
【 표 2-122 】 재실 리모델링 공정 영향 요소 ····· 241
【 표 2-123 】 교보사옥 재실 리모델링 사례 ····· 243
【 표 2-124 】 가양 모듈러 주택 실증단지 개요 ····· 245
【 표 2-125 】 기둥식구조와 벽식구조의 비교 ····· 246
【 표 2-126 】 국내 BEMS 연구개발 주요기업 ····· 252
【 표 2-127 】 BEMS 분석항목 및 주요기능 ····· 253
【 표 2-128 】 국외 BEMS 연구개발 주요기업 ····· 254
【 표 2-129 】 유형별 마이크로그리드 확산 목표 ····· 256
【 표 2-130 】 주요국 마이크로그리드 도입 목적 및 현황 ····· 257
【 표 2-131 】 마이크로그리드 기술 분류 ····· 257
【 표 2-132 】 AMI 요소기술 및 주요 내용 ····· 261
【 표 2-133 】 주요국가의 AMI 추진 배경 ····· 262

【 표 2-134 】 일본 주요 유틸리티의 주택용 고객 대상 스마트미터 보급계획 ····· 263
【 표 2-135 】 스마트홈 관련 국제 표준 동향 ····· 268
【 표 2-136 】 (예시)BREEAM 항목 및 배점 ····· 269
【 표 2-137 】 국외 에너지 성능 평가제도 및 프로그램 현황] ····· 270
【 표 2-138 】 국내 에너지 성능 평가제도 및 프로그램 현황 ····· 271
【 표 2-139 】 국내 에너지 성능 평가제도 및 프로그램 현황 ····· 272
【 표 3-1 】 미국 기관별 R&D 예산요구 현황(2020) ····· 325
【 표 3-2 】 미국 건물에너지국의 프로그램 및 내용 ····· 325
【 표 3-3 】 유럽 EU Horizon 2020의 R&D 투자 예산 및 내용 ····· 326
【 표 3-4 】 국내 총 연구개발비 현황 (2017년) ····· 329
【 표 3-5 】 건설·교통 분야 정부 R&D 투자액 ····· 331
【 표 3-6 】 국토·교통 분야 민간 R&D 투자액 ····· 331
【 표 3-7 】 연구수행주체별 연구원 수 ····· 332
【 표 3-8 】 전공별 연구원 수 및 분야별 비중 ····· 333
【 표 3-9 】 건설업 관련 대학 및 관련 학과 졸업생 현황 ····· 334
【 표 3-10 】 건설업 관련 대학 및 학과 졸업생 현황 ····· 350
【 표 3-11 】 건설업 관련 대학원 및 관련 학과 졸업생 현황] ····· 373
【 표 3-12 】 건축·도시 관련 연구기관 현황 ····· 385
【 표 3-13 】 Ferguson structural engineering laboratory ····· 386
【 표 3-14 】 Flexlab 실증 단지 개요 ····· 386
【 표 3-15 】 BedZED 실증 단지 개요 ····· 387
【 표 3-16 】 기후변화 대응 다환경 실험시설 개요 ····· 387
【 표 3-17 】 생활 밀착형 주택성능품질 실험시설 개요 ····· 388
【 표 3-18 】 하이브리드구조실험센터 개요 ····· 389
【 표 3-19 】 첨단건설재료실험센터 개요 ····· 389
【 표 3-20 】 옥외실증센터 개요 ····· 390
【 표 3-21 】 건설업 주요 경영지표 ····· 391
【 표 3-22 】 2014~2018년 건설업 기업체 수 추이 ····· 392
【 표 3-23 】 2014~2018년 건설업 종사자수 추이 ····· 393
【 표 3-24 】 2014~2018년 건설업 매출액 추이 ····· 394
【 표 3-25 】 2014~2018년 건설업 부가가치 추이 ····· 395
【 표 3-26 】 100위~1000위 중소 건설기업 시공능력평가액 5개년 추이 ····· 396
【 표 3-27 】 중소 건설기업의 총자산증가율 및 매출액증가율(2010~2018) ····· 396
【 표 3-28 】 중소 건설기업 업체 수 및 비중 ····· 397
【 표 3-29 】 중소 건설기업 매출액 및 비중 ····· 398
【 표 3-30 】 중소 건설기업 종사자 수 및 직무별 비중 ····· 398
【 표 3-31 】 중소 건설기업 부가가치생산액 및 비중 ····· 399
【 표 3-32 】 건설업의 대기업과 중소기업의 부가가치 ····· 400
【 표 3-33 】 건설업의 기업규모별 노동소득분배율 ····· 401
【 표 3-34 】 건설업의 종업원 1인당 부가가치액(노동생산성) ····· 402
【 표 3-35 】 고용 탄력성 비교 ····· 402
【 표 3-36 】 임금 탄력성 비교 ····· 402
【 표 3-37 】 국내 및 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황(전체) ····· 403
【 표 3-38 】 지역별 국내 및 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황 ····· 404
【 표 3-39 】 국가별 국내 건설기업의 해외건설 수주 현황 ····· 405
【 표 3-40 】 국가별 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황 ····· 405
【 표 3-41 】 공종별 국내 및 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황 ····· 406
【 표 3-42 】 수행업종별 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황 ····· 406
【 표 3-43 】 분석 내용 ····· 407
【 표 3-44 】 그린리모델링 사업체의 대표업종 ····· 407
【 표 3-45 】 그린리모델링 사업체의 사업가능공사 ····· 408
【 표 3-46 】 그린리모델링 사업체의 지역별 분포 ····· 409
【 표 3-47 】 그린리모델링 사업체의 용도 ····· 410
【 표 3-48 】 그린리모델링 사업체의 기업규모 ····· 410
【 표 3-49 】 그린리모델링 사업체 매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체) ····· 411

【 표 3-50 】그린리모델링 사업체의 기업부설연구소 ····· 412
【 표 3-51 】대표업종별 실적유무 ····· 413
【 표 3-52 】대표업종별 사업가능공사 ····· 414
【 표 3-53 】그린리모델링 사업체 대표업종별 기업규모 ····· 415
【 표 3-54 】그린리모델링 사업체 대표업종별 종업원 수 ····· 416
【 표 3-55 】대표업종별-매출액 구간별 순이익 증감 현황(대표업종별) ····· 417
【 표 3-56 】그린리모델링 사업체 대표업종별 기업부설연구소 ····· 420
【 표 3-57 】기업규모별 실적유무 ····· 421
【 표 3-58 】기업규모별 사업가능공사 ····· 422
【 표 3-59 】그린리모델링 사업체 기업규모별 종업원 수 ····· 423
【 표 3-60 】기업규모별-매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체) ····· 424
【 표 3-61 】특허 검색 DB 및 검색 범위 ····· 429
【 표 3-62 】동 사업과 관련된 기술 분야 ····· 429
【 표 3-63 】특허기술경쟁력 평가지표 ····· 432
【 표 3-64 】기술분야별 세부지표 가중치 ····· 433
【 표 3-65 】중분류-설계/시공 분야 국가별 특허출원 현황 ····· 435
【 표 3-66 】국가별 특허출원 현황 ····· 435
【 표 3-67 】중분류-설계/시공 분야 특허기술경쟁력 ····· 437
【 표 3-68 】중분류-성능향상 국가별 특허출원 현황 ····· 438
【 표 3-69 】중분류-성능향상 국가별 특허출원 현황 ····· 438
【 표 3-70 】중분류-성능향상 분야 특허기술경쟁력 ····· 440
【 표 3-71 】중분류-도시 분야 국가별 특허출원 현황 ····· 442
【 표 3-72 】중분류-도시 분야 국가별 특허출원 현황 ····· 442
【 표 3-73 】중분류-도시 분야 특허기술경쟁력 ····· 444
【 표 3-74 】중분류-공간정보 분야 국가별 특허출원 현황 ····· 445
【 표 3-75 】중분류-공간정보 분야 국가별 특허출원 현황 ····· 445
【 표 3-76 】중분류-공간정보 분야 특허기술경쟁력 ····· 447
【 표 3-77 】동 사업과 관련된 기술 분야 ····· 449
【 표 3-78 】논문기술경쟁력 평가지표 ····· 452
【 표 3-79 】기술분야별 세부지표 가중치 ····· 453
【 표 3-80 】중분류-설계/시공 분야 국가별 논문게재 현황 ····· 454
【 표 3-81 】국가별 논문 게재 현황 ····· 454
【 표 3-82 】중분류-설계/시공 분야 국가별 논문 피인용 현황 ····· 456
【 표 3-83 】중분류-설계/시공 분야 논문기술경쟁력 ····· 457
【 표 3-84 】중분류-성능향상 분야 국가별 논문게재 현황 ····· 458
【 표 3-85 】국가별 논문 게재 현황 ····· 458
【 표 3-86 】중분류-성능향상 분야 국가별 논문 피인용 현황 ····· 460
【 표 3-87 】중분류-성능향상 분야 논문기술경쟁력 ····· 461
【 표 3-88 】중분류-도시 분야 국가별 논문게재 현황 ····· 462
【 표 3-89 】국가별 논문 게재 현황 ····· 462
【 표 3-90 】중분류-도시 분야 국가별 논문 피인용 현황 ····· 464
【 표 3-91 】중분류-도시 분야 논문기술경쟁력 ····· 465
【 표 3-92 】중분류-공간정보 분야 국가별 논문게재 현황 ····· 466
【 표 3-93 】국가별 논문 게재 현황 ····· 466
【 표 3-94 】중분류-공간정보 분야 국가별 논문 피인용 현황 ····· 468
【 표 3-95 】중분류-공간정보 분야 논문기술경쟁력 ····· 469
【 표 3-96 】기술수준조사 평가항목 ····· 470
【 표 3-97 】동 사업과 관련된 기술 분야 ····· 471
【 표 3-98 】대분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 474
【 표 3-99 】대분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 475
【 표 3-100 】중분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 476
【 표 3-101 】중분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 477
【 표 3-102 】중분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 478
【 표 3-103 】중분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 479
【 표 3-104 】소분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 480

【 표 3-105 】 소분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 481
【 표 3-106 】 소분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 482
【 표 3-107 】 소분류별 기술수준 및 기술격차 ····· 483
【 표 3-108 】 건축분야 기술격차 발생원인 ····· 485
【 표 3-109 】 도시·공간분야 기술격차 발생원인 ····· 487
【 표 4-1 】 중점분야별 기술수요 조사 결과 ····· 494
【 표 4-2 】 제안주체별 기술수요 조사 결과 ····· 494
【 표 4-3 】 기술수요 조사를 반영한 중점분야 및 핵심과제(안) 수립 ····· 495
【 표 4-4 】 중점분야별 핵심과제 및 구성기술 최종(안) 도출 ····· 506
【 표 4-5 】 중점분야별 기업 참여의향 수 ····· 513
【 표 4-6 】 중점분야별 민간부담금 투자 기업 수 ····· 513
【 표 4-7 】 도시건축연구사업 개요 ····· 514
【 표 4-8 】 도시건축연구사업 주요 추진경과 및 개편이력 ····· 516
【 표 4-9 】 도시건축연구사업 사업비 현황 ····· 517
【 표 4-10 】 도시건축연구사업 성과목표체계도 ····· 519
【 표 4-11 】 도시건축연구사업 과학적 성과 ····· 522
【 표 4-12 】 도시건축연구사업 기술적 성과 ····· 522
【 표 4-13 】 도시건축연구사업 주요 추진경과 및 개편이력 ····· 532
【 표 4-14 】 주거환경연구사업 사업비 현황 ····· 533
【 표 4-15 】 주거환경연구사업 성과목표체계도 ····· 533
【 표 4-16 】 주거환경연구사업 과학적 성과 ····· 535
【 표 4-17 】 주거환경연구사업 기술적 성과 ····· 536
【 표 4-18 】 혁신성장동력프로젝트 개요 ····· 541
【 표 4-19 】 혁신성장동력프로젝트 3핵심 과제 중 동 사업과 유사 과제 ····· 541
【 표 4-20 】 저탄소에너지고효율건축기술개발사업 개요 ····· 542
【 표 4-21 】 저탄소에너지고효율건축기술개발사업 세부과제 구성 ····· 542
【 표 4-22 】 쇠퇴지역재생역량강화를위한기술개발 개요 ····· 543
【 표 4-23 】 에너지기술수용성제고및사업화촉진사업 개요 ····· 544
【 표 4-24 】 에너지기술수용성제고및사업화촉진사업 유사과제 리스트 ····· 544
【 표 4-25 】 에너지수요관리핵심기술개발사업 개요 ····· 545
【 표 4-26 】 에너지수요관리핵심기술개발사업 유사과제 리스트 ····· 545
【 표 4-27 】 미래형스마트그리드실증연구사업 개요 ····· 549
【 표 4-28 】 미래형스마트그리드실증연구사업 유사과제 리스트 ····· 549
【 표 4-29 】 스마트시티용에너지솔루션확보기술개발사업 개요 ····· 550
【 표 4-30 】 미래형스마트그리드실증연구사업 유사과제 리스트 ····· 550
【 표 4-31 】 친환경에너지타운조성사업 개요 ····· 551
【 표 4-32 】 기후변화대응기술개발사업 개요 ····· 552
【 표 4-33 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 554
【 표 4-34 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 555
【 표 4-35 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 556
【 표 4-36 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 556
【 표 4-37 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 559
【 표 4-38 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 561
【 표 4-39 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 562
【 표 4-40 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 562
【 표 4-41 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 565
【 표 4-42 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 566
【 표 4-43 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 567
【 표 4-44 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 567
【 표 4-45 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 569
【 표 4-46 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 569
【 표 4-47 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 571
【 표 4-48 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 571
【 표 4-49 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 573
【 표 4-50 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 574

【 표 4-51 】 모듈형 BIPV 설계·시공기술 유사과제 리스트 ····· 576
【 표 4-52 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 576
【 표 4-53 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 578
【 표 4-54 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 578
【 표 4-55 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 580
【 표 4-56 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 581
【 표 4-57 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 583
【 표 4-58 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 583
【 표 4-59 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 585
【 표 4-60 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 585
【 표 4-61 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 587
【 표 4-62 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 588
【 표 4-63 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 590
【 표 4-64 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 590
【 표 4-65 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 592
【 표 4-66 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 594
【 표 4-67 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 595
【 표 4-68 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 596
【 표 4-69 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 597
【 표 4-70 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 598
【 표 4-71 】 구성기술 유사과제 리스트 ····· 599
【 표 4-72 】 구성기술 유사과제 부분 비교표 ····· 599
【 표 5-1 】 건축·도시 에너지 관련 PEST 분석 ····· 606
【 표 5-2 】 건물부문 온실가스 감축 수단 ····· 609
【 표 5-3 】 지구단위 제로에너지 시범사업 추진지역 ····· 612
【 표 5-4 】 사업 비전 및 목표 도출 ····· 619
【 표 5-5 】 R&D 사업유형 분류 ····· 622
【 표 5-6 】 구성기술별 사업유형 매칭 ····· 623
【 표 5-7 】 유형별 핵심성과 및 성과지표 pool ····· 626
【 표 5-8 】 주요 성과지표 후보 도출 ····· 627
【 표 5-9 】 성과지표 도출 기준 ····· 628
【 표 5-10 】 성과지표 후보군에 대한 SMART 점검 결과 ····· 628
【 표 5-11 】 단계별 성과목표 및 성과지표 ····· 629
【 표 5-12 】 성과목표 및 지표 총괄표 ····· 630
【 표 5-13 】 1단계 성과목표 및 성과지표 ····· 631
【 표 5-14 】 2단계 성과목표 및 성과지표 ····· 632
【 표 5-15 】 기술수요 중점분야별 분류(중복포함) ····· 639
【 표 5-16 】 수요조사 및 기술위원 과제기획 검토 ····· 641
【 표 5-17 】 선정평가지표 ····· 645
【 표 5-18 】 선정평가 결과 ····· 645
【 표 5-19 】 최종 핵심과제-구성기술 도출 ····· 646
【 표 5-20 】 중점분야 및 핵심과제 1차-최종(안) ····· 650
【 표 5-21 】 국토교통부의 생활기반시설 도보접근기준 및 서울시 기준 ····· 651
【 표 5-22 】 마을단위 기초생활인프라의 도보접근 최저기준 ····· 652
【 표 5-23 】 용도별 건물 유형 ····· 653
【 표 5-24 】 건물 에너지 수요관리를 위한 주요 관리 목표 유형 ····· 653
【 표 5-25 】 건물유형별 에너지 절감 효과 분석 ····· 654
【 표 5-26 】 실증 추진 여건 분석 – 학교시설 ····· 655
【 표 5-27 】 실증 추진 여건 분석 – 공공건물 ····· 656
【 표 6-1 】 우리나라 노후건축물 현황 ····· 677
【 표 6-2 】 우리나라 단열기준 변화 ····· 679
【 표 7-1 】 사무국의 기능 ····· 709
【 표 7-2 】 추진 주체별 역할 및 기능 ····· 710
【 표 7-3 】 사업단장(주관연구기관) 선정평가 항목 ····· 712
【 표 7-4 】 테스트베드 유치기관 신청조건 항목(예시) ····· 715

【 표 7-5 】 테스트베드 유치기관 발표평가지표(예시) ····· 716
【 표 7-6 】 사업 재원별 예산구조 ('23~'28) ····· 718
【 표 7-7 】 중점분야별 예산규모('23~'28년) ····· 719
【 표 7-8 】 중점분야별 사업 예산('23~'28년) ····· 720
【 표 7-9 】 중점분야별 과제 수('23~'28년) ····· 720
【 표 7-10 】 유사사업 분석을 통한 사업규모 산정 ····· 721
【 표 7-11 】 사업 소요 인력('23~'28) ····· 722
【 표 7-12 】 사업 연도별 소요인력('23~'28) ····· 723
【 표 7-13 】 총지출 대비 국가연구개발사업 예산 현황 ····· 724
【 표 7-14 】 주관부처 R&D사업 예산 현황 ····· 724
【 표 8-1 】 과학기술적 타당성 분석 항목 ····· 729
【 표 8-2 】 문제·이슈 해결을 위한 대안 ····· 737
【 표 8-3 】 사업 비전 및 목표 도출 ····· 738
【 표 8-4 】 단계별 성과지표 ····· 740
【 표 8-5 】 단계별 성과지표 ····· 740
【 표 8-6 】 세부활동과 사업목표, 성과목표 간 부합성 ····· 744
【 표 8-7 】 중점분야별 기술수요 조사 결과 ····· 745
【 표 8-8 】 제안주체별 기술수요 조사 결과 ····· 746
【 표 8-9 】 선정평가 지표 및 평가 주안점 ····· 746
【 표 8-10 】 유사사업 분석을 통한 사업규모 산정 ····· 748
【 표 8-11 】 총 사업비 ····· 748
【 표 8-12 】 정책적 타당성 분석의 평가항목 구성 ····· 751
【 표 8-13 】 상위 정책과의 부합성 평가 내용 ····· 752
【 표 8-14 】 제4차 과학기술기본계획의 동 사업 관련 내용 ····· 753
【 표 8-15 】 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획의 동 사업 관련 내용 ····· 754
【 표 8-16 】 제2차 녹색건축물 기본계획의 동 사업 관련 내용 ····· 754
【 표 8-17 】 한국판 뉴딜 종합계획의 동 사업 관련 내용 ····· 755
【 표 8-18 】 제3차 녹색성장 5개년 계획의 동 사업 관련 내용 ····· 755
【 표 8-19 】 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안의 동 사업 관련 내용 ····· 755
【 표 8-20 】 2050 장기 저탄소 발전전략의 동 사업 관련 내용 ····· 756
【 표 8-21 】 제로에너지건축 보급 확산방안의 동 사업 관련 내용 ····· 756
【 표 8-22 】 에너지효율 혁신전략의 동 사업 관련 내용 ····· 756
【 표 8-23 】 사업 추진체제 및 추진의지 평가 내용 ····· 757
【 표 8-24 】 국토교통부 기존사업과의 중복성 검토 ····· 758
【 표 8-25 】 타 부처 유사사업과의 중복성 검토 ····· 759
【 표 8-26 】 사업의 차별성 분석 결과 ····· 760
【 표 8-27 】 추진 주체별 역할 및 기능 ····· 761
【 표 8-28 】 (참고) 대지 외 신재생에너지 발전 설비 설치 ····· 764
【 표 8-29 】 사업 추진상의 위험요인 평가 내용 ····· 765
【 표 8-30 】 국가연구개발사업 및 국토교통분야 R&D 예산 전망 ····· 767
【 표 8-31 】 국토교통 R&D 과제구분별 예산비중 ····· 767
【 표 8-32 】 중점분야별 기업 참여의향 수 및 민간부담금 투자 기업 수 ····· 768
【 표 8-33 】 타 부처 법령과의 관계 ····· 768
【 표 8-34 】 WTO 보조금의 유형 ····· 770
【 표 8-35 】 총 비용 ····· 771
【 표 8-36 】 사업의 B/C 분석 결과 ····· 772

그 림 목 차

【 그림 1-1 】 신규 사업의 개념 ····· 4
【 그림 1-2 】 동 사업에서의 '제로커뮤니티' 개념 및 근거 ····· 4
【 그림 1-3 】 4대 중점분야 개념도 ····· 6
【 그림 1-4 】 사업 대상 도출 프로세스 ····· 7
【 그림 1-5 】 건물 유형별 실증사업 추진 가능성 분석 ····· 8
【 그림 1-6 】 (예시) 실증 유형별 실증단지 ····· 8
【 그림 1-7 】 신규사업과 그린뉴딜, 그린리모델링 사업과의 차별성 ····· 9
【 그림 1-8 】 도시/지역 단위 온실가스 감축전략 사례(서울시) ····· 11
【 그림 1-9 】 참여 국가 스스로 감축 목표를 강화하는 "진전 원칙" ····· 12
【 그림 1-10 】 국내 분야별 온실가스 배출 비중 ····· 13
【 그림 1-11 】 부문별 에너지 소비 현황 ····· 15
【 그림 1-12 】 부문별 에너지 소비 현황 ····· 15
【 그림 1-13 】 부문별 에너지 소비 현황 ····· 16
【 그림 1-14 】 한랭 및 온열질환자 발생 추이 ····· 16
【 그림 1-15 】 (좌)제로에너지 건축기술 도입 비용 비교, (우)요소기술별 투자회수기간 ····· 18
【 그림 1-16 】 그린리모델링 사업체 기업규모별 비중 ····· 18
【 그림 1-17 】 공공주도 초기시장 창출을 통한 생산비용 절감 ····· 19
【 그림 1-18 】 실증 사업을 통한 시공품질 개선 방안 ····· 19
【 그림 1-19 】 건물 부문 온실가스 감축 실적 ····· 22
【 그림 1-20 】 건물 온실가스 감축목표 및 정책 수단별 감축 방안 ····· 22
【 그림 1-21 】 사업 기획 추진 체계 ····· 33
【 그림 1-22 】 사전용역 기 수행 업무 ····· 34
【 그림 1-23 】 기획준비단계: Two-Track 기획 내용 ····· 36
【 그림 2-1 】 메가트렌드 분석 프로세스 ····· 42
【 그림 2-2 】 글로벌 메가트렌드와 미래 한국 변화 간 관계 ····· 50
【 그림 2-3 】 BedZED와 바우반 지구의 친환경 건축 사례 ····· 56
【 그림 2-4 】 에너지성능인증서 예시(영국) ····· 58
【 그림 2-5 】 KfW의 재정지원 구조도 ····· 63
【 그림 2-6 】 iSFP 장기 리노베이션 이행 계획 예시 ····· 68
【 그림 2-7 】 영국의 건물/커뮤니티/도시 관점의 리트로핏 효과 ····· 69
【 그림 2-8 】 뉴욕시의 그린뉴딜 추진 프로세스 ····· 79
【 그림 2-9 】 '뉴욕 시민에게 가장 중요한 문제'에 대한 설문조사 결과 ····· 80
【 그림 2-10 】 일본의 온실가스 배출 감축을 위한 시장 메커니즘 활용체계 ····· 85
【 그림 2-11 】 제4차 과학기술기본계획 전략 및 중점추진과제 ····· 89
【 그림 2-12 】 4대 전략, 12대 실천과제 중 동 사업과 연계 가능한 분야 ····· 92
【 그림 2-13 】 Ⅱ-13 "초연결 도시 구현 기술 개발"기술전략 트리 ····· 93
【 그림 2-14 】 "융합기술을 통한 건설 지능화 실현"기술전략 트리 ····· 94
【 그림 2-15 】 "친환경 생활공간 조성 기술 개발"기술전략 트리 ····· 95
【 그림 2-16 】 제2차 녹색건축물 기본계획 비전 및 추진전략 ····· 96
【 그림 2-17 】 제로에너지건축물 최적화 시뮬레이터 개발(예시) ····· 97
【 그림 2-18 】 소규모 건축물의 소비에너지 최적화 지원방안 ····· 97
【 그림 2-19 】 공공건축물 진단 의무화 추진방안 ····· 98
【 그림 2-20 】 건물부문 에너지사용 관련 지표 개발 ····· 98
【 그림 2-21 】 에너지데이터 민간개방 확대방안 ····· 99
【 그림 2-22 】 제2차 기후변화대응 기본계획 비전 및 추진전략] ····· 102
【 그림 2-23 】 제3차 에너지기본계획('19~40) 비전 및 중점 추진과제 ····· 105
【 그림 2-24 】 제3차 녹색성장 5개년 계획 비전 체계도 ····· 109
【 그림 2-25 】 녹색성장 국가전략 비전 체계도 ····· 112
【 그림 2-26 】 저탄소 녹색성장을 위한 국토·도시 기반 조성 ····· 113
【 그림 2-27 】 한국판 뉴딜 구조 ····· 114

【 그림 2-28 】 제로에너지건축 의무화 세부로드맵 수정(안) ····· 117
【 그림 2-29 】 공용공간을 활용한 일자리 창출 및 복지 제고 ····· 118
【 그림 2-30 】 기존 로드맵 대비 수정안의 온실가스 감축 목표 ····· 119
【 그림 2-31 】 2030 국가 온실가스 감축 로드맵 감축 경로 ····· 119
【 그림 2-32 】 에너지효율 혁신전략 에너지소비 절감 목표 ····· 122
【 그림 2-33 】 부문별 최종에너지 소비 ····· 122
【 그림 2-34 】 도시재생 뉴딜사업 개념도 ····· 127
【 그림 2-35 】 도시재생사업 추진절차 ····· 128
【 그림 2-36 】 도시재생선도지역 지정 절차 ····· 130
【 그림 2-37 】 도시재생사업 지원체계 ····· 134
【 그림 2-38 】 도시재생 관련 조직 거버넌스 예시 ····· 135
【 그림 2-39 】 도시재생 뉴딜 로드맵 전략체계도 ····· 138
【 그림 2-40 】 노후주거지 도시재생 개념도 ····· 139
【 그림 2-41 】 구도심 도시재생 개념도 ····· 140
【 그림 2-42 】 도시재생 뉴딜 사업의 공적재원 운용 개념도 ····· 144
【 그림 2-43 】 2019년 도시재생 뉴딜사업 현황정보 ····· 146
【 그림 2-44 】 그린리모델링·녹색건축 사업 추진 절차 ····· 148
【 그림 2-45 】 그린 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환 ····· 151
【 그림 2-46 】 그린 스마트 미래학교 추진전략 ····· 157
【 그림 2-47 】 제로에너지 그린학교 개념 및 요소기술 ····· 158
【 그림 2-48 】 그린리모델링 이자지원사업 개념도 ····· 159
【 그림 2-49 】 우리나라의 리모델링 정책 변화 ····· 166
【 그림 2-50 】 온실가스 배출권거래제 개념도 ····· 169
【 그림 2-51 】 배출권거래제 할당대상 업체 및 사업장 ····· 170
【 그림 2-52 】 배출권거래제 추진체계 ····· 171
【 그림 2-53 】 배출권거래제 모니터링 계획 및 적합성 평가 절차 ····· 171
【 그림 2-54 】 배출권거래제도의 상쇄(Offset) 효과 ····· 172
【 그림 2-55 】 상쇄제도의 인증절차 과정 ····· 172
【 그림 2-56 】 배출허용량 미달성 분야 허용량과 배출량 ····· 176
【 그림 2-57 】 세계 건축 설계 소프트웨어 시장 전망 ····· 177
【 그림 2-58 】 세계 건축서비스 시장 전망 ····· 178
【 그림 2-59 】 세계 창호 시장 전망 ····· 179
【 그림 2-60 】 세계 단열재 시장 전망 ····· 180
【 그림 2-61 】 세계 폐순환골재 시장 전망 ····· 181
【 그림 2-62 】 세계 모듈러 건축 시장 전망 ····· 181
【 그림 2-63 】 세계 기계식 환기시스템 시장 전망 ····· 182
【 그림 2-64 】 세계 스마트조명 시장 전망 ····· 182
【 그림 2-65 】 세계 BIPV 시장 전망 ····· 183
【 그림 2-66 】 세계 스마트윈도우(스마트글라스) 시장 전망 ····· 184
【 그림 2-67 】 세계 열회수 환기시스템 시장 전망 ····· 184
【 그림 2-68 】 세계 지열 히트펌프 시장 전망 ····· 185
【 그림 2-69 】 세계 스마트홈 시장 전망 ····· 185
【 그림 2-70 】 세계 BEMS 시장 전망 ····· 186
【 그림 2-71 】 세계 BIM 시장 전망 ····· 187
【 그림 2-72 】 세계 건물 커미셔닝 시장 전망 ····· 188
【 그림 2-73 】 세계 스마트빌딩 서비스 시장 전망 ····· 189
【 그림 2-74 】 세계 건축물 인증 서비스 시장 전망 ····· 189
【 그림 2-75 】 용역비 기준 국내 건축서비스 시장 규모 분석 ····· 190
【 그림 2-76 】 국내 건축설계 SW 시장 ····· 191
【 그림 2-77 】 2019년(좌) 및 2060년(우) 인구피라미드 전망 ····· 197
【 그림 2-78 】 향후 노동인구 수 및 연령별 노동시간 추계 ····· 198
【 그림 2-79 】 국내 30년 이상 노후 건물 증가 추이 및 주거용 노후 건물 비중(2018) ····· 198
【 그림 2-80 】 노후건물 비율 기준 쇠퇴지역(2013~2017) ····· 199
【 그림 2-81 】 대기질 만족도 ····· 199
【 그림 2-82 】 공동주택 리모델링·재건축 추진 절차 비교 ····· 208

【 그림 2-83 】수직증축 및 수평증축의 인허가 예상 시간 ····· 211
【 그림 2-84 】 장수명주택인증제도 절차 ····· 213
【 그림 2-85 】 건설산업 가치사슬 단계별 기술 패러다임 변화 ····· 218
【 그림 2-86 】 주요 국가 공동주택 평균 수명 ····· 219
【 그림 2-87 】 BIM과 GIS(지리정보시스템) 융합 플랫폼 ····· 223
【 그림 2-88 】 국내 시행 중인 건축물 에너지감리 현황 ····· 223
【 그림 2-89 】 BIM 기반 드론 관제기술 및 가상 3차원 모델링 ····· 224
【 그림 2-90 】 파라메트릭 디자인 기반 에너지 성능 분석 모델(예시) ····· 225
【 그림 2-91 】 중국 Green Horizon의 신재생에너지 예측 시스템(좌)과 MIT의 Mapdwell 위성지도(우) ····· 226
【 그림 2-92 】 에너지 시뮬레이터 프로세스(예시) ····· 226
【 그림 2-93 】 한옥 내외부 온도차 열화상 카메라 분석 이미지(예시) ····· 227
【 그림 2-94 】 열관류율(U-Value) 측정기기 HFM (예시) ····· 227
【 그림 2-95 】 에너지 진단 모듈 및 플랫폼(스마트폰 애플리케이션) (예시) ····· 228
【 그림 2-96 】 메타볼리즘 기반 도시모델의 실증 적용사례 분포도 ····· 228
【 그림 2-97 】 단열재별 패시브 하우스 기준 만족에 필요한 두께 ····· 231
【 그림 2-98 】 국내 창호 규제 변화(좌) 및 창호 에너지소비효율등급(우) ····· 233
【 그림 2-99 】 Low-E 복층유리 단면도 ····· 233
【 그림 2-100 】 외단열과 내단열 개념 및 열교 ····· 235
【 그림 2-101 】 기존 덕트방식(좌)과 창문형 하이브리드 환기시스템(우) 비교 ····· 238
【 그림 2-102 】 지열 히트펌프 시스템 ····· 239
【 그림 2-103 】 리노베루 社의 리모델링 사례(스켈레톤 공법) ····· 242
【 그림 2-104 】 공실 방식 별 공사 진행 방법 및 작업 개념도 ····· 244
【 그림 2-105 】 실제 재실 리모델링 시 재실자 이주 계획(교보사옥 사례) ····· 244
【 그림 2-106 】 빌드잇M의 모듈러 스마트 시스템 ····· 245
【 그림 2-107 】 국내 모듈러 건축사례(평창올림픽 미디어 레지던스(좌) 및 모듈러 시공기술 예시(우) ····· 245
【 그림 2-108 】 국내 공동주택 골조시스템(왼쪽부터 기둥식구조, 벽식구조, 무량판구조) ····· 246
【 그림 2-109 】 태양열-지열 활용 축열시스템(좌) 및 건물기반 하이브리드 액티브시스템(우) ····· 248
【 그림 2-110 】 페르타미나 에너지 타워 ····· 249
【 그림 2-111 】 풍력·태양광 복합발전기 ····· 249
【 그림 2-112 】 건물(외피) 일체형 태양광발전 시스템의 유형 ····· 249
【 그림 2-113 】 건물적용 태양광(BIPV) 신기술 ····· 250
【 그림 2-114 】 BIPV 적용 기술 예시(서울 전경련회관) ····· 251
【 그림 2-115 】 BIPV 적용 기술 예씨(창원 솔라파크) ····· 251
【 그림 2-116 】 BEMS 도입활용 효과 산정(KS 1800-5) 개념 ····· 253
【 그림 2-117 】 건물에너지관리시스템을 포함한 모니터링기반 커미셔닝(MBCx)의 서비스 체계 ····· 255
【 그림 2-118 】 에너지 모니터링 시스템(예시) ····· 255
【 그림 2-119 】 'KEPCO Open MG 프로젝트' Biz 모델 구성도 ····· 258
【 그림 2-120 】 재생에너지 발전단가(LCOE주), $/kWh) 추이 ····· 259
【 그림 2-121 】 AMI 개요도 ····· 261
【 그림 2-122 】 EU 회원국 별 AMI 보급계획 및 예상 이익 ····· 263
【 그림 2-123 】 (예시)에너지 성능 시험평가분야 국가표준 수립 방안 ····· 264
【 그림 2-124 】 (예시)에너지 성능 종합평가시험장] ····· 267
【 그림 2-125 】 PEST 분석을 통한 중점분야 도출 ····· 317
【 그림 3-1 】 연구개발투자 스코어보드 등재 기업 수(`13년, `17년)] ····· 330
【 그림 3-2 】 국토·교통 분야 정부 R&D 투자액(좌), 민간 R&D 투자액(우) ····· 331
【 그림 3-3 】 연구수행 주체별 연구원 수 ····· 332
【 그림 3-4 】 전공별 연구원 수 및 분야별 비중 ····· 333
【 그림 3-5 】 건설업 주요 경영지표 추이 ····· 391
【 그림 3-6 】 2014~2018년 건설업 기업체 수 추이 ····· 392
【 그림 3-7 】 2014~2018년 건설업 종사자수 추이 ····· 393
【 그림 3-8 】 2014~2018년 건설업 매출액 추이 ····· 394
【 그림 3-9 】 2014~2018년 건설업 부가가치 추이 ····· 395
【 그림 3-10 】 중소 건설기업의 주요 성장성 지표 ····· 397
【 그림 3-11 】 중소 건설기업 업체 수 ····· 397
【 그림 3-12 】 중소 건설기업 매출액 및 비중 ····· 398

【 그림 3-13 】 중소 건설기업 종사자 수 직무별 비중 ····· 399
【 그림 3-14 】 중소 건설기업 부가가치생산액 ····· 399
【 그림 3-15 】 건설업의 대기업과 중소기업의 부가가치 추이 ····· 400
【 그림 3-16 】 건설업의 대기업, 중기업 및 소기업의 노동소득분배율 ····· 401
【 그림 3-17 】 국내 및 중소 건설기업 해외건설 수주 현황(전체) ····· 403
【 그림 3-18 】 그린리모델링 사업체 대표업종 ····· 408
【 그림 3-19 】 그린리모델링 사업체 사업가능공사 ····· 408
【 그림 3-20 】 그린리모델링 사업체의 지역별 분포 ····· 409
【 그림 3-21 】 그린리모델링 사업체 매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체) ····· 411
【 그림 3-22 】 대표업종별 실적유무 ····· 413
【 그림 3-23 】 대표업종별 사업가능공사 ····· 414
【 그림 3-24 】 그린리모델링 사업체 대표업종별 기업규모 ····· 415
【 그림 3-25 】 그린리모델링 사업체 대표업종별 종업원 수 ····· 416
【 그림 3-26 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(건자재업) ····· 418
【 그림 3-27 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(건축설계업) ····· 418
【 그림 3-28 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(전문건설업) ····· 419
【 그림 3-29 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(종합건설업) ····· 419
【 그림 3-30 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(컨설팅 및 엔지니어링) ····· 420
【 그림 3-31 】 기업규모별 실적유무 ····· 421
【 그림 3-32 】 기업규모별 사업가능공사 ····· 422
【 그림 3-33 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(대기업) ····· 424
【 그림 3-34 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(중견기업) ····· 425
【 그림 3-35 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(중소기업) ····· 425
【 그림 3-36 】 기술경쟁력 도출방법 ····· 428
【 그림 3-37 】 건축 유망분야 포트폴리오 ····· 434
【 그림 3-38 】 중분류-설계/시공 분야 상위 10위 출원인 ····· 437
【 그림 3-39 】 중분류-성능향상 분야 상위 10위 출원인 ····· 440
【 그림 3-40 】 도시·공간 유망분야 포트폴리오 ····· 441
【 그림 3-41 】 중분류-도시 분야 상위 10위 출원인 ····· 444
【 그림 3-42 】 중분류-공간정보 분야 상위 10위 출원인 ····· 447
【 그림 3-43 】 기술경쟁력 도출방법 ····· 448
【 그림 3-44 】 중분류-설계/시공 분야 상위 10위 논문 최다게재기관 ····· 456
【 그림 3-45 】 중분류-성능향상 분야 상위 10위 논문 최다게재기관 ····· 460
【 그림 3-46 】 중분류-도시 분야 상위 10위 논문 최다게재기관 ····· 464
【 그림 3-47 】 중분류-공간정보 분야 상위 10위 논문 최다게재기관 ····· 468
【 그림 3-48 】 건축분야의 기술확보 시급성 ····· 484
【 그림 3-49 】 건축분야의 사회경제적 파급효과 ····· 484
【 그림 3-50 】 건축분야의 정부지원 필요성 ····· 485
【 그림 3-51 】 도시·공간분야의 기술확보 시급성 ····· 486
【 그림 3-52 】 도시·공간분야의 사회경제적 파급효과 ····· 486
【 그림 3-53 】 도시·공간분야의 정부지원 필요성 ····· 487
【 그림 4-1 】 기술 수요 발굴 양식 ····· 492
【 그림 4-2 】 기술수요 조사 대상 ····· 493
【 그림 4-3 】 기술수요 조사 안내문 ····· 493
【 그림 4-4 】 (참고) 기술수요 검토 프로세스 ····· 496
【 그림 4-5 】 기술수요 조사 결과 기술위원회 검토 ····· 502
【 그림 4-6 】 (참고) 신규사업 기획 전문가 자문회의 ····· 504
【 그림 4-7 】 건축·도시에너지 산·학·연 전문가 자문회의 ····· 504
【 그림 4-8 】 대한건축학회 간담회 ····· 504
【 그림 4-9 】 도시설계학회 간담회 ····· 505
【 그림 4-10 】 한국리모델링협회 전문가 자문회의 ····· 505
【 그림 4-11 】 온라인 공청회 안내문 및 공문 ····· 509
【 그림 4-12 】 기업 참여의향 조사 프로세스 ····· 510
【 그림 4-13 】 기업 참여의향 조사 양식 ····· 511
【 그림 4-14 】 (참고) 기업 참여의향 조사 결과 ····· 512

【 그림 4-15 】 중점분야별 기업 참여의향 및 민간 투자 의사 ····· 513
【 그림 4-16 】 (좌) 연도별 정책제안·채택 현황 (우) 국토교통R&D 평균과 비교 ····· 523
【 그림 4-17 】 (좌) 연도별 설계기준/시방서/지침 제안·반영 현황 (우) 국토교통R&D 평균과 비교 ····· 523
【 그림 4-18 】 (좌) 연도별 설계기준/시방서/지침 제안·반영 현황 (우) 국토교통R&D 평균과 비교 ····· 524
【 그림 4-19 】 (좌) 학위별 인력양성 현황 (우) 국토교통 인력양성 평균과 비교 ····· 524
【 그림 4-20 】 도시건축연구사업의 경제적 파급효과 ····· 529
【 그림 4-21 】 도시건축연구사업의 사회적 파급효과 ····· 529
【 그림 4-22 】 (좌)연도별 정책제안·채택 현황 (우) 설계기준/시방서/지침 제안·반영 현황 ····· 536
【 그림 5-1 】 사업 추진전략 도출 프로세스 ····· 605
【 그림 5-2 】 제로에너지건축 의무화 세부로드맵 수정(안) ····· 607
【 그림 5-3 】 (좌)제로에너지 건축기술 도입 비용 비교, (우)요소기술별 투자회수기간 ····· 610
【 그림 5-4 】 온실가스 감축목표 상향 및 건물부문 세부 감축계획 ····· 613
【 그림 5-5 】 국내 연도별 건설·건축 투자 및 증감률 ····· 614
【 그림 5-6 】 사업 추진전략 도출 ····· 616
【 그림 5-7 】 성과목표-지표 연계 논리모형 ····· 629
【 그림 5-8 】 중점분야별 협력 및 연계방안 ····· 633
【 그림 5-9 】 (예시) 그린 스마트 미래학교 사업과 연계방안 검토 ····· 633
【 그림 5-10 】 기술 실증을 통한 활용/확산 방안 ····· 634
【 그림 5-11 】 중점분야 및 핵심과제 도출 과정 ····· 635
【 그림 5-12 】 중점분야 및 핵심과제 도출 과정 ····· 635
【 그림 5-13 】 기술개발 과제 도출 프로세스 ····· 637
【 그림 5-14 】 (예시)기술수요 조사 집계 ····· 638
【 그림 5-15 】 건물 유형별 에너지 소비 특성 분석 ····· 657
【 그림 5-16 】 (예시) 실증 추진계획 작성을 위한 실증 후보부지(안) 선정 ····· 659
【 그림 5-17 】 (예시) 중장기 도시계획 기반 신축·기축 복합실증 부지(안) 선정 ····· 659
【 그림 6-1 】 기술개발 로드맵 ····· 663
【 그림 6-2 】 기술개발 개요 ····· 664
【 그림 6-3 】 1중점분야 주요 성과물 ····· 666
【 그림 6-4 】 기술개발 대상 및 범위 ····· 676
【 그림 6-5 】 3중점분야 기술 개념도 ····· 685
【 그림 6-6 】 3중점분야 주요 성과물 ····· 686
【 그림 6-7 】 4중점분야 기술개발 대상 및 범위 ····· 695
【 그림 6-8 】 에너지 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 성과물 ····· 695
【 그림 6-9 】 MBCx를 통한 지속가능한 건물에너지 유지관리 효과 ····· 698
【 그림 7-1 】 사업의 추진체계 ····· 707
【 그림 7-2 】 실증사업단 추진조직 협력 예상도 ····· 717
【 그림 7-3 】 연도별 예산편성계획 ····· 719
【 그림 7-4 】 연도별 연구 인력 투입 계획 ····· 722
【 그림 7-5 】 주관부처 R&D사업 예산 변동 추이 ····· 725
【 그림 8-1 】 동 사업의 문제/이슈 ····· 731
【 그림 8-2 】 사업 기획 추진 체계 ····· 731
【 그림 8-3 】 기획참여 전문가의 구성 ····· 732
【 그림 8-4 】 구성기술 선정 프로세스 ····· 733
【 그림 8-5 】 기술개발 과제 도출 프로세스 ····· 745
【 그림 8-6 】 사업 추진전략 도출 ····· 749
【 그림 8-7 】 사업 추진체계 ····· 761



I

사업 개요

Ⅰ 사업 개요

제로에너지 커뮤니티 기술개발사업 사업 개요

배경 및 필요성

- 전세계는 기후변화 대응을 위해 에너지 절감을 통한 온실가스 감축 노력 중
- 국내 총 온실가스 감축 목표량의 23%를 건물부문이 차지 (산업 35.6%, 수송 11.3%)
- 기존 신축 건물 중심 제로에너지화 만으로넌 목표 달성이 어려워, 커뮤니티 단위 제로에너지화 추진 필요
- 한국판 뉴딜종합계획('20.7)에서 건축물 그린리모델링 활성화를 강조하고 있어, 정책 이행 지원을 위한 기술개발 필요

사업 기획 방향

에너지 성능 진단 기반 리모델링 계획	커뮤니티 에너지 리모델링 계획 수립을 위한 진단·설계 기술 확보
기축건물 중심	기축 건물(군)의 온실가스 감축 및 에너지효율 향상을 위한 기술 보급
커뮤니티 관점	커뮤니티 단위의 제로에너지화
실증사업 확산 및 서비스 플랫폼 구축	그린리모델링 기술 실증사업을 통한 표준 모델 확산 및 수요자 맞춤 서비스 구축

비전 및 목표

- 사업의 비전 및 목표

사 업 명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업
비 전	"지속가능한 제로에너지 커뮤니티" 구현
사업 목표	건물부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보 커뮤니티 에너지 자립률 50% 이상 달성
성과 목표	커뮤니티 규모의 제로에너지 기술개발 및 기술 도입 지원 방안 마련

4대 중점 8대 핵심과제 20개 구성기술

- 사업 기간 : 2023 ~ 2028년 (6년)
- 총 사업비 : 2,400억 원 (국고 1,800억 원, 민자 600억 원)
- R&D 적용대상 : 건축물, 커뮤니티

커뮤니티 개념

- 제로에너지 커뮤니티의 정의

  건물 에너지 효율화 및 재생에너지 생산, 공유를 통한 에너지 자립 공동체 마을



R&D 기술개발

- 4대 중점-8대 핵심-20개 구성기술 연계도



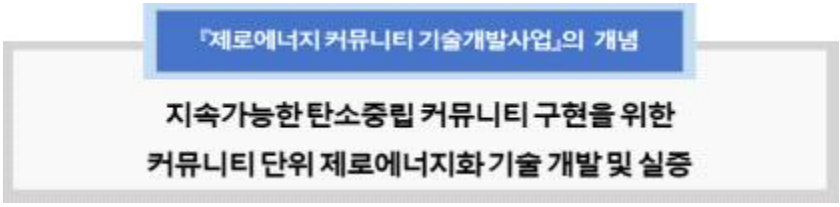
실증 연계

- 원활한 성과활용·확산을 위한 기술검증, 표준모델 수립 및 기술 생태계 조성을 위한 종합실증
  - 기술 실증을 통한 핵심성과물 검증



1. 사업 정의 및 범위

1.1. 사업 주요 용어 정의



【 그림 1-1 】 신규 사업의 개념

❑ '제로에너지 커뮤니티 기술개발사업' 이란?

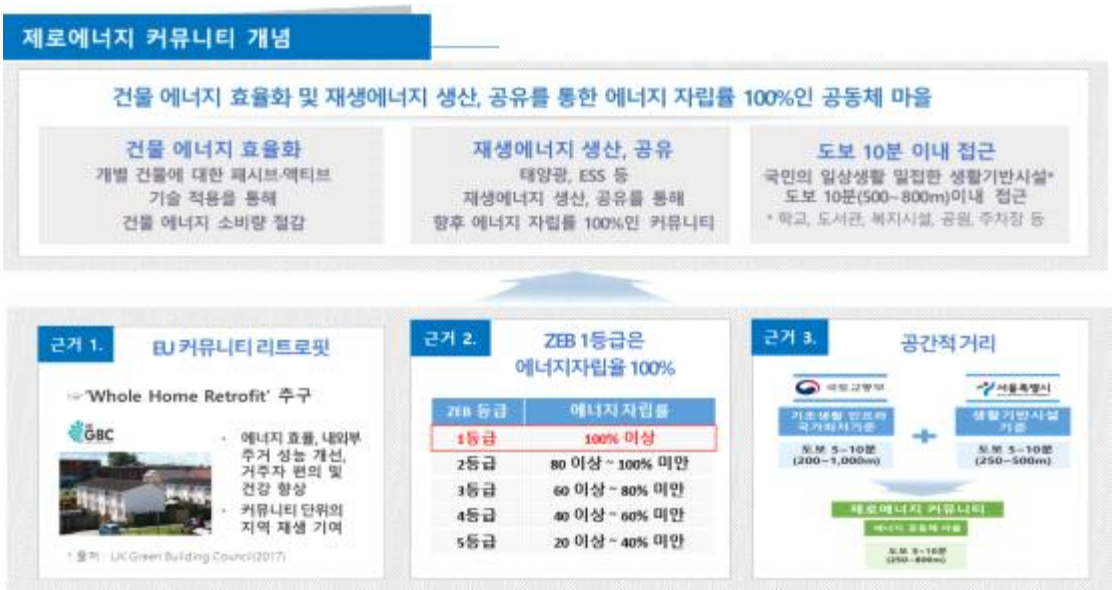
❍ 동 사업은 지속가능한 탄소중립 사회 구현을 위한 커뮤니티 단위에서의 제로 에너지화 기술개발 및 실증으로 구성된 R&D사업

❍ 커뮤니티를 구성하는 건물의 에너지 효율 제고와 함께 커뮤니티 내 공공시설 등에서 생산한 신재생에너지의 공유를 통해 에너지 사용저감 및 에너지 자립률 제고 추진

- (사업의 비전) 지속가능한 제로 에너지 커뮤니티 구현
  · 건축물 에너지 효율 제고, 신재생에너지 확대를 통한 저탄소, 제로에너지 커뮤니티 구현
- (사업 목표) 건물부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보
  · 커뮤니티 에너지 자립률 50%이상 달성

❑ '커뮤니티'의 개념

❍ **건물 에너지 효율화 및 재생에너지 생산, 공유를 통한 에너지 자립률 100% 공동체 마을**



【 그림 1-2 】 동 사업에서의 '제로커뮤니티' 개념 및 근거

(참고) 근린주구 개념

❍ C. A. Perry에 의해 제안된 근린주구(Neighborhood Unit)는 어린이들이 도로(간선도로)를 가로지르지 않고 안전하게 초등학교에 통학할 수 있는 초등학교 도보권을 기준으로 설정되는 단위 주거구역

- 도보 통학이 가능한 초등학교를 중심으로 공공시설을 적절히 배치함으로써, 주민생활의 안전성과 편리성, 쾌적성을 확보함은 물론 주민 상호간 사회적 교류를 촉진시키기 위한 목적
- 근린주구 조성의 6가지 계획원칙
  1) 규모 : 주거단위는 1개 초등학교 운영에 필요한 인구규모, 면적은 인구밀도에 따라 다름
  2) 주구 경계 : 주구 내 통과교통을 방지 및 차량을 우회 가능한 폭원의 간선도로로 계획
  3) 오픈스페이스 : 주민을 위해 계획된 소공원과 레크리에이션 체계 필요
  4) 공공시설 : 학교와 공공시설은 주구 중심부에 적절히 통합 배치
  5) 상업시설 : 주구 내 인구를 위한 상업시설 1개소 이상 설치, 인접 근린주구와 면해있는 주구 외곽의 교통결절부에 배치
  6) 내부도로체계 : 순환교통을 촉진하고 통과교통을 배제하는 일체적인 가로망으로 계획
- 근린주구의 범위
  · 한국토지주택공사 토지주택연구원(2020)[1]은 계획인구 2~3만명(세대수 8,000~12,000호) 규모의 생활권 단위에 초등학교 2~3개, 중학교 1개, 고등학교 1개소를 배치

  → 이 경우, 1개 근린주구는 세대수 기준 약 4,000세대, 계획인구 기준 약 6천~1만명을 수용할 수 있는 범위이며, 면적 기준으로는 반경 300~400m 전후

  · 국토교통부 시행규칙인「도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙」제89조2항에는 신규개발지역 기준 근린주거구역의 범위를 2~3천세대 규모로 규정

  · 그러나, 같은 규칙 제89조제1항제10호에 초등학교를 2개 근린주거구역 단위 당 1개 비율로 설치하도록 하고 있어 상기 정의와 유사



1)한국토지주택공사 토지주택연구원(2020), 개발사업의 적정 학교수요 추정기법과 계획기준 연구

1.2. 사업 범위

❑ **(대상) 커뮤니티를 구성하는 건물의 에너지 효율 제고 및 신재생에너지 생산, 공유 기술 개발 및 실증**

❑ **(기술 개발 범위) 커뮤니티 제로에너지화를 위한 4개 중점분야 기술로 구성**

- 에너지 디지털 진단 및 설계
- 건축물 제로에너지 그린리모델링
- 커뮤니티 에너지 스테이션
- 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델

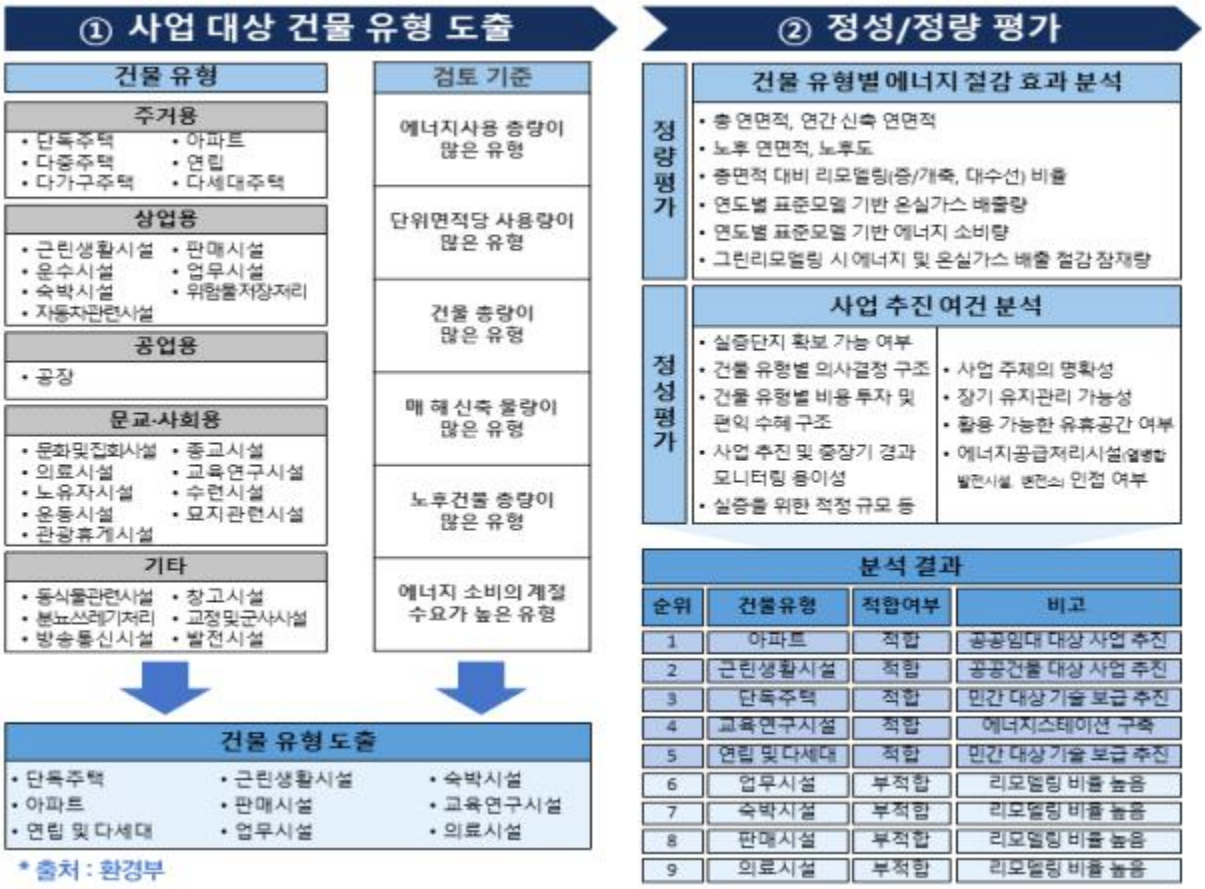


【 그림 1-3 】4대 중점분야 개념도

❑ **(사업 대상 범위) 에너지 감축 효과, 사업추진 여건 등을 고려하여 5개 건물 유형 선정**

❍ 29개 건물 유형의 에너지 감축 잠재량, 실증 추진 가능성 등을 분석하여 5개 유형 선정

- 아파트, 근린생활시설, 단독주택, 교육연구시설, 연립 및 다세대



【 그림 1-4 】 사업 대상 도출 프로세스

❍ (사업 대상 내 실증 전략) 동 사업에서의 커뮤니티 단위 실증은 각 중점분야의 핵심기술을 특정 지역에서 리빙랩(Living Lab) 형태로 진행하는 것을 의미

- 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술에 대한 리빙랩 형태의 실증을 통해 실 생활공간에서 사용자 니즈를 반영한 기술혁신 수행
  - 도시의 특정 생활공간을 실험실로 구성, 시민(기술 사용자)와 기업(기술 생산자)이 제로에너지 커뮤니티 개발 및 운영의 주체로 참여
- 제로에너지 커뮤니티 조성 기술의 시장수용성 제고를 위해 전주기적 실증을 통한 기술검증을 거쳐야 하며, 이를 위한 체계적 실증계획 수립
  - 이를 기반으로 근린주구 단위의 생활 현장에서 각 중점분야의 핵심기술을 바탕으로 새로운 비즈니스 모델과 서비스를 만들고 실증하는 거주자 주도의 개방형 혁신 생태계를 구성, 그린리모델링 산업 활성화를 유도하고자 함



【 그림 1-5 】 건물 유형별 실증사업 추진 가능성 분석

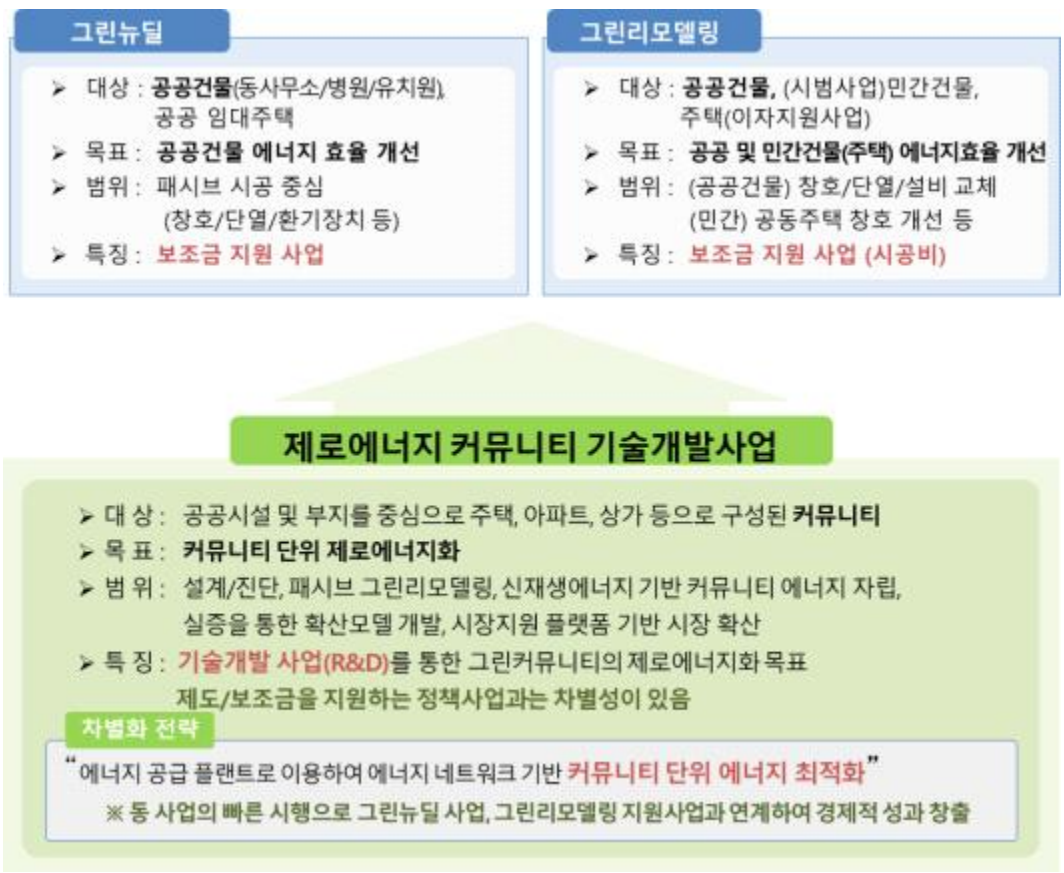


커뮤니티 에너지스테이션 + 복합부지 유형　　커뮤니티 에너지스테이션 + 주거단지 유형

【 그림 1-6 】 (예시) 실증 유형별 실증단지

❑ 사업 포지셔닝

❍ 그린뉴딜 및 그린리모델링 지원사업과의 차별화 및 연계방안 검토



【 그림 1-7 】 신규사업과 그린뉴딜, 그린리모델링 사업과의 차별성

❍ 한국판 그린뉴딜 사업은 어린이집, 보건소, 의료기관, 공공임대주택 등 4대 노후 공공건축물에 대한 제로에너지화 추진

- 보조금 지원 등 정부 투자 확대 및 정책·제도 개선을 통해 도시, 공간, 생활인프라의 녹색전환을 목표로 함
- 5대 녹색산업 육성 및 융합 클러스터 조성, 기술력 기반 유망 환경 기업 대상 융자 공급 등 제도 및 보조금 관련 지원 추진

❍ 그린리모델링지원사업은 공공건물 및 민간 공동주택의 에너지 효율 개선을 목표로 민간건물의 창호, 단열, 설비 교체를 위한 융자 지원과 공공건물 컨설팅, 공사비 지원 등을 추진

- 그린리모델링 산업의 활성화를 목표로 하는 점은 동 사업과 유사하나, 비용(공공)·이자(민간) 지원 등 보조금 위주의 지원정책 추진

❍ 동 사업은 온실가스 감축 잠재량이 높은 기축 건물 및 커뮤니티의 제로에너지화 기술 개발 및 실증을 통해 탄소중립 사회를 향한 기초 마련

- 그린리모델링 산업 기술경쟁력을 제고하고, 시장지원 플랫폼을 개발하여 민간의 그린리모델링 기술도입 확산 및 시장 확대 유도

2. 사업 추진 배경 및 필요성

2.1. 사업의 배경 및 필요성

❑ 탄소중립 사회 구현을 위한 건축·도시 분야 대응 필요

❍ 탄소중립 선언은 전세계적 흐름

- EU, 중국, 일본 등 세계 각국은 파리협정 목표인 지구 평균온도 1.5℃ 내 상승 억제에 동감하고, 목표 달성을 위해 2050년 전후 탄소중립 사회 달성에 적극 동참하기로 선언함

  · 2019년 12월 EU 27개 회원국 정상들은 벨기에 브뤼셀에서 열린 EU 정상회의를 통해 2050년까지 탄소 순배출량을 사실상 0으로 낮추는 '2050 탄소중립 달성을 목표로 하는 기후변화에 관한 합의'를 도출

  * 석탄 의존도가 높은 폴란드를 제외한 26개국이 합의를 도출하였으며, 폴란드는 목표 달성 시점을 2070년으로 지연시켜 줄 것을 공식 요청

  · 특히, '유럽 그린 딜' 정책을 통해 EU 내 기업과 똑같은 기후변화 대응규칙을 따르지 않는, 외국 기업 제품에 세금을 부과하는 매커니즘을 제안

  · 유럽 외에도 중국(2060년), 일본(2050년)등 전세계 70여개 나라에서 탄소중립 공식 선언

- 민간에서도 세계 각국의 글로벌 기업들이 소비전력 100%를 재생에너지로 대체하는 'RE100' 이행방안을 도입하고 있음

  · 애플, 구글 등을 비롯 전세계 264개 기업이 가입 중이며, 국내에서는 LG화학 및 SK 그룹 계열사 등이 가입을 준비 중

  · 산업부는 녹색프리미엄제, 재생에너지 공급 인증서 구매(REC), 제3자 전력구매계약(PPA) 등 RE100 이행을 위한 세부수단을 마련, 국내 기업의 도입을 장려

【 표 1-1 】 글로벌 주요기업들의 RE100 이행 현황

기업	지역	100% 목표연도	재생에너지 구매방식
애플	미국	기 달성	자가설비(태양광, 바이오가스), 전력구매계약, 인증서구매 등
BMW	독일	2020년	자가설비(풍력, 태양광, 바이오가스) 인증서구매
GM	미국	2050년	자가설비(태양광) 구축 중심
구글	미국	기 달성	미공개
IKEA	네덜란드	2020년	자가설비(태양광, 풍력), 전력구매계약, 인증서구매
TATA Motors	인도	2030년	자가설비(태양광, 풍력), 전력구매계약, 인증서구매

※ 출처 : POSRI 이슈리포트

❍ 문재인 대통령은 2021년 예산안 국회 시정연설에서 2050년 탄소중립 사회를 공식 선언

- 탄소중립을 기후위기 공동 대응을 위해 전 세계가 함께 나아가야 할 방향으로 규정하고, 국제사회의 책임있는 일원으로서 세계적 흐름에 동참하기 위한 정책 추진을 선언
  - 정부는 한국판뉴딜계획의 그린뉴딜 세부과제 연계를 통해 신시장 창출 추진 중
  - 노후건축물 그린리모델링, 그린 스마트 스쿨, 스마트 그린도시 등 그린리모델링 관련 세부과제 다수 포함
- 탄소중립을 기술 혁신과 산업구조 혁신의 계기로 삼아, 신 성장동력과 새로운 일자리 창출의 기회로 삼고자 함
  - 건설투자 축소 및 사회구조 변화로 건축산업 침체 장기화가 전망되는 상황에서, 건물 노후화에 대응하기 위한 그린리모델링 및 건축물 유지관리 신 비즈니스 모델은 성장 잠재력이 충분한 것으로 판단됨

❍ 탄소중립 사회 구현과 그린뉴딜을 위해서는 건축·도시 분야의 역할 중요

- 에너지효율개선, 분산에너지자원 확대, 시민참여 및 실천 등 그린뉴딜 과제 완수와 탄소중립 사회 구현을 위해서는 도시/지역 및 커뮤니티 차원에서의 에너지절감 추진 필요
  - 대규모 기반시설 사업만으로는 녹색전환을 이룰 수 없으며, 그린뉴딜의 실질적인 실행은 지역 및 커뮤니티 단위의 분권적 에너지 거버넌스를 통해 가능
  - 지역 도시계획 등과 밀접하게 연계하여, 신규 개발 지역 및 기축 건물의 리모델링, 주거환경 개선 사업 등에 활용 할 수 있는 커뮤니티 단위 그린리모델링 및 에너지 분권화



【 그림 1-8 】 도시/지역 단위 온실가스 감축전략 사례(서울시)

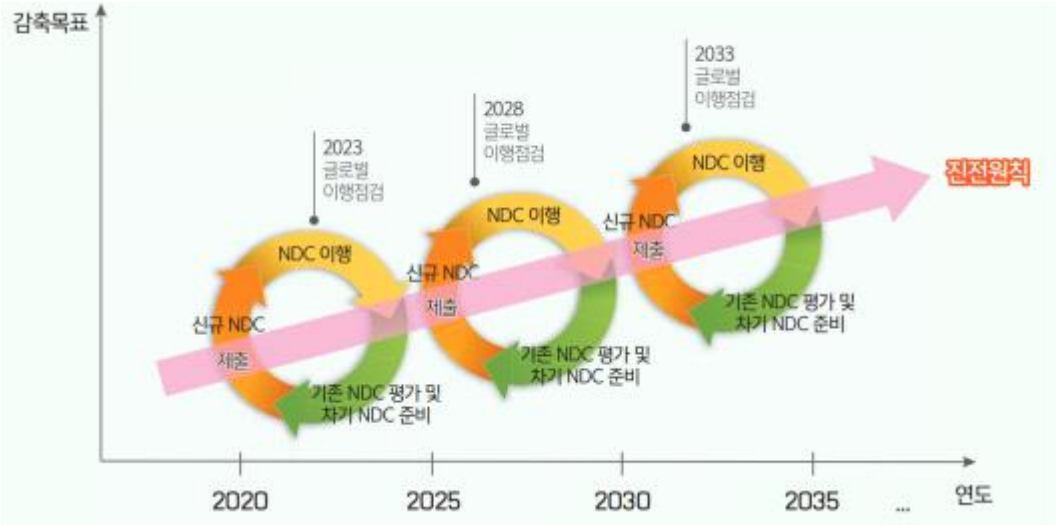
❑ 기후변화로 인한 문제가 현실화됨에 따라 각국은 저탄소 재생에너지 및 분산형 에너지원 중심으로 에너지 패러다임 전환 중

❍ 세계는 선진국과 개발도상국을 모두 의무이행 당사국으로 지정한 파리 기후협정 출범을 통해 기후변화에 대한 대응방안을 모색하고자 함

- 기후변화에 대응하기 위한 국제사회의 노력으로 신기후체제가 출범, `23년부터 5년단위로 각국의 파리협정 이행 현황을 점검

  · 단순한 감축목표 제시를 넘어 기후변화 대응·기후재원 조성 등을 통해 세계 경제의 패러다임을 지속가능한 발전으로 전환하고자 함

  · 참여 국가 스스로 감축 목표량을 설정하되, 이를 5년마다 강화하도록 하여 각국 저탄소 경제 체계 구축을 위한 장기 시그널로 작동할 것으로 예상됨



【 그림 1-9 】 참여 국가 스스로 감축 목표를 강화하는 "진전 원칙"

【 표 1-2 】 교토의정서와 파리협정 비교표

교토의정서(1997년)	구분	파리협정(2015년)
온실가스 배출량 감축 (1차 5.2%, 2차 18%)	**목표**	2050년까지 지구온난화 2℃이하 억제 1.5℃ 목표 달성 노력
온실가스 감축에 초점	**범위**	온실가스 감축 + 기술이전, 역량배양 등 포괄
주로 선진국	**감축 의무국가**	모든 당사국
하향식	**목표 설정방식**	상향식
미달성량의 1.3배를 다음 공약기간에 추가	**불이행 징벌**	비징벌적
특별한 언급 없음	**목표 설정기준**	진전원칙
종료 시점 규정으로 지속가능성 의문	**지속가능성**	종료시점 규정 없음
국가 중심	**행위자**	다양한 행위자의 참여 독려

❍ 세계적으로 에너지 분야의 온실가스 배출 감소를 위한 노력 강화가 필요하며, 이러한 경향은 에너지 분야 배출량이 특히 높은 우리나라에서 더욱 중요

- 2017년 기준 전세계 CO2 배출량은 전년대비 1.4% 증가한 325억톤으로 사상 최대 규모
  - 직전 3년(`14~`16) 간 글로벌 배출량이 정체된 이후 `17년에 급격히 증가하여, 기후변화 대응을 위한 파리협정 목표와 대조적
  - 전세계 경제성장(3.7%), 화석연료의 가격 인하, 에너지 효율향상 감소로 세계 에너지수요가 약 2.1% 증가한 것 또한 원인 중 하나
- 세계 온실가스 배출에서 연료연소, 탈루배출 등 에너지 부문이 차지하는 비중은 약 68% 수준으로, 산업공정 7%, 농업 11%, 기타부문 14%에 비해 가장 높음
  - 이는 경제성장에 따른 화석연료의 소비 증가가 에너지부문 온실가스 배출 증가의 주요인으로 작용한다는 반증으로, 발전 및 열 생산 등 에너지 생산량 증가에 따라 온실가스 배출 또한 더욱 증가할 것으로 우려됨
- 2017년 기준 국내 온실가스 총 배출량 709.1백만tCO2 중 에너지 부문은 615.8백만tCO2로 전체의 86.8%에 달함
  - 우리나라는 제조업 위주의 에너지 다소비 경제구조로, 경제 성장 및 수송량 증가에 따라 에너지 소비량 또한 증가 추세 지속



【 그림 1-10 】 국내 분야별 온실가스 배출 비중

❑ 온실가스 발생을 유발하는 에너지 사용 절감을 위해 에너지 효율 제고 및 에너지 전환 노력 시급

❍ 기후변화대응계획, 녹색성장 국가전략, 그린뉴딜, 에너지효율혁신전략 등 정부 정책 과 주요 전략 내 에너지 효율 제고 및 에너지 전환 관련 과제 편성·추진

- 에너지전환 패러다임에 따라 공공건물의 에너지 고효율화 및 지능화에 대한 기술·산업적 수요뿐만 아니라 국가적·사회적 관심과 수요가 증가하고 있는 추세

  · 에너지전환 정책기조가 강화되면서 新기후체제 발효 이후 증가했던 건물 '제로에너지화'에 대한 사회적 수요 및 투자 확대

  * 산업부도 최근 에너지 정책을 통해 에너지전환 로드맵의 내용을 발전시켜 에너지안보, 에너지시장, 에너지복지의 3대 방향으로 확대발표

  · 건물효율 관련 국내 정부 R&D 투자는 설계, 재료, 외피, 조명, 설비 등 효율향상을 위한 요소기술 개발에 집중

  * 건물, 외피, 단열, 창호, 에너지, 설비, 신재생에너지, 평가, 모듈 등의 키워드로 최근 5년간 수행조사 과제 총 연구비 분야별 비율은 에너지효율향상 81%, 신재생 8%, 모듈화개발 3%, 제어 2%, 인증 6%(출처: 국가과학기술지식정보 2017)

  · 국가·지자체 보유 에너지다소비 공공건물에서의 에너지 고효율화, 생활건강 관심증대에 따른 쾌적한 거주환경 요구 증가로 건물 에너지 수요-공급 최적화 대응 및 지능화 필요한 시점

  * 공공건물 : 공공청사, 공항청사, 경찰·소방지구대, 우체국, 복지시설(노인·보육 등), 도서관 등

❍ 건물 부문 온실가스 감축 목표량은 산업 다음으로 두 번째로 큰 비중을 차지하고 있음

- 특히 신축건물에 비해 에너지 효율이 낮고, 감축수단이 제한적인 노후/기축건물 분야의 감축 목표량이 가장 커, 노후건축물에 대한 효과적 에너지 소비 감축수단 마련 필요

【 표 1-3 】 건물부문 온실가스 감축 수단

건물부문 감축 수단			감축목표 (백만 톤)	비율	비고
신축	신축건축물 허가기준 강화		5.5	15.3%	-
기축	**기존건축물 에너지 성능향상**	**기존 건축물 성능 개선 유도**	**9.6**	**26.7%**	**핵심분야**
		설비 효율 개선 및 신재생 보급	**15.2**	**42.2%**	
신축/기축	**건물에너지 정보인프라 구축 및 BEMS 기술확대**	**BEMS기술개발 등 보급 확산**	**1.2**	**3.3%**	**보조분야**
		에너지 소비량 정보제공 등 행태개선 유도	**4.6**	**12.8%**	
합계			36.1	100.0%	-

* 출처: 2030년 국가온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정(2018.7), 관계부처 합동

❑ 건물부문 국가 총 에너지 소비량 지속 증가에 따라 온실가스 감축목표 달성을 위한 대응방안 마련 시급

❍ 건물부문 국가 총 에너지 소비량은 `15년 이후 다시 증가 추세

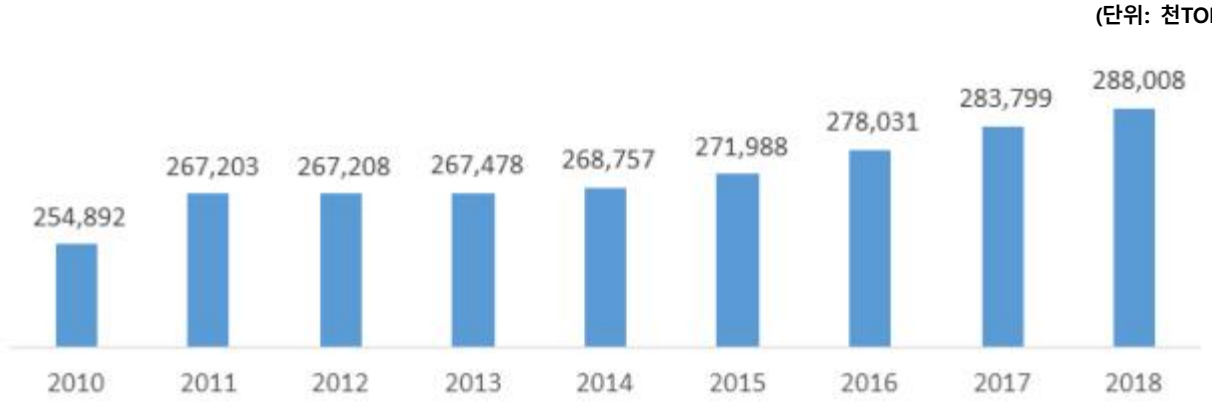
- 우리나라의 국가 총 에너지 소비량은 `18년 기준 약 237.9백만 toe로 지속적 증가 추세
  · 산업분야의 에너지 소비량이 61%로 가장 많으며, 수송(19%), 건물(17%), 공공(3%) 순



【 그림 1-11 】 부문별 에너지 소비 현황

❍ 지속적인 에너지 소비량 증가는 경제적, 사회적, 환경적 문제점 야기

- (경제적 문제점) 수입에 의존하고 있는 에너지 원료비용 증가로 국부 유출 발생
  · 2018년 기준 우리나라의 에너지 원료 수입은 석탄 149백만톤, 석유 1,458백만배럴, 천연가스 44백만톤 등 288백만TOE에 달하며, 통계 수집 이래 지속적으로 증가 중

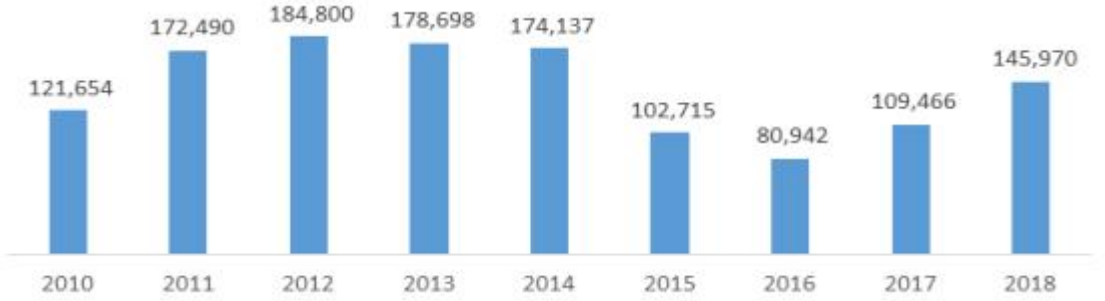


※ 출처: 2019 에너지통계연보

【 그림 1-12 】 부문별 에너지 소비 현황

· 미국의 셰일가스 개발 등으로 인한 에너지 원료 가격 하락에 따라 2016년 전체 수입의 19.9% 수준까지 떨어졌던 에너지수입액 또한 최근 다시 증가, 2018년 기준 국가 총수입액의 27.3%인 약 1,460억 달러를 기록

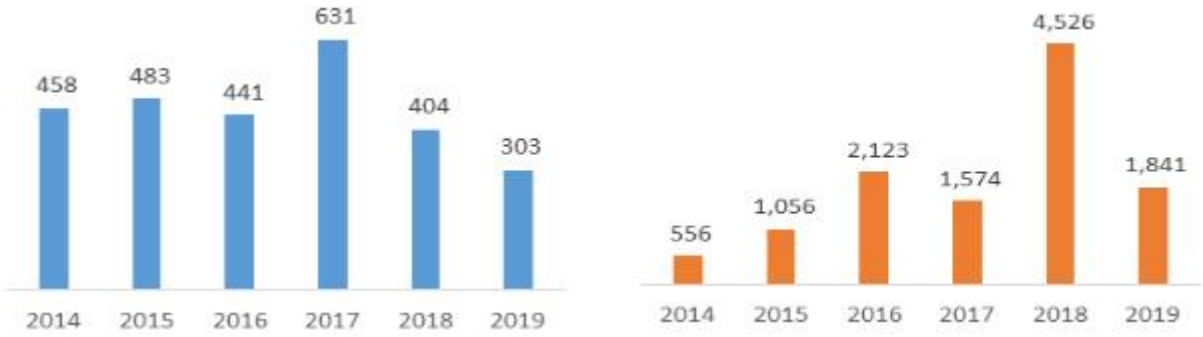
(단위: 백만 달러)



※ 출처: 2019 에너지통계연보

【 그림 1-13 】 부문별 에너지 소비 현황

- (환경적 문제점) 화석연료에 의한 온실가스 배출 증가로 환경 피해 위협 증가
  - 2019년 안면도 관측소에서 관측된 이산화탄소 연평균 배경대기 농도는 417.9 ppm으로 관측을 시작한 1999년 이래 20년간 46.7 ppm, 1.13배 증가
  - 안면도 417.9 고산 416.9, 울릉 414.5, 독도 414.6 ppm 등 국내 4개 배경대기 관측소의 관측값이 모두 전지구 평균 409.8 ppm 대비 약 2% 이상 높으며, 매 10년간 절대 증가값 또한 연 2.2~2.5 ppm으로 전지구 평균 1.8~2.3 ppm 대비 높은 편
  - 전 세계 평균보다 더욱 더 빠른 속도로 증가, 가속화되고 있는 CO2 배출로 인해 2016년 여름철 전국 폭염 일수 역대 2위(22.4일) 기록, 2018년 기상관측사상 역대 최고기온(서울 39.6℃, 홍천 41.0℃) 기록 등 이상기후 발생이 장기화, 심각화 되고 있는 경향을 보임
- (사회적 문제점) 기후변화로 인한 폭염 및 한파는 에너지 빈곤층의 삶의 질 악화 가중
  - 2019년 우리나라에서는 혹한기 한랭질환자 404명(사망 10명), 혹서기 온열질환자 1,841명(사망 11명)이 발생하였으며, 최근 수년 간 급격한 기후변화와 이상기온으로 인해 환자가 급격히 증가하고 있는 추세임



한랭질환자 **온열질환자**

※ 출처: 기상청 이상기후감시보고서 및 질병관리본부

【 그림 1-14 】 한랭 및 온열질환자 발생 추이

- 특히 폭염으로 인한 온열질환의 경우 소득 및 생활환경과 질환 간 연관성이 높아[2], 냉방기기 보급률이 낮고 에너지 분야 지출 여력이 적은 저소득층 및 취약계층에 미치는 영향이 심각함

2) 질병관리본부(2018), 폭염·한파로 인한 급만성질병 및 사망률 예측 연구

2.2. 국고 지원의 타당성

❑ (정책실현) 국가 기본계획 등 정책목표 달성을 위한 정부 지원 필요

❍ 현 정부의 국정운영 5개년 계획, 제2차 기후변화대응 기본계획, 기후변화대응기술 확보 로드맵, 국가 온실가스 감축목표 기본 로드맵 등 제시한 정책목표 달성을 위해 국고지원 필요

- 온실가스 감축은 주요 정책목표임과 동시에 국제 협약을 통해 규정된 사항으로, 국제사회의 일원으로서 책무에 대한 성실한 이행을 위해 정부 주도의 기술개발 및 지원 필수

【 표 1-4 】 현 정부 국가계획 내 정책목표의 동 사업 관련 내용

구분	추진전략	추진과제	주요 관련 내용
100대 국정과제	더불어 잘 사는 경제	37. 친환경 미래 에너지 발굴·육성	▪ 공공부문 제로에너지건축물 인증 의무화 및 국가 열지도 구축
		60. 탈원전 정책으로 안전하고 깨끗한 에너지로의 전환	▪ 분산형 전원(신재생, 집단에너지, 자가발전)의 인허가, 요금 설정 등 전 과정에 대한 체계적인 지원 강화
	내 삶을 책임지는 국가	61. 신기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축	▪ 공공기관 배출량 30% 감축 등 부문별 감축 강화
	고르게 발전하는 지역	79. 도시경쟁력 강화 및 삶의 질 개선을 위한 도시재생뉴딜 추진	▪ 매년 도시재생뉴딜 사업지역 선정·지원, 공공임대주택 등 소형주택 에너지성능을 패시브하우스 수준으로 강화
제2차 기후변화대응 기본계획	1. 저탄소 사회로의 전환	2. 부문별 온실가스 감축 계획	▪ 건물 부문(녹색건물 확산, 에너지효율 향상, 인프라 확충) 감축 방안 제시
	3. 기후변화대응 기반 강화	3. 산업계 기후변화대응 지원 확대	▪ 온실가스 감축기술 적용 지원
제3차 녹색성장 5개년 계획	4. 기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실천	4-1. 녹색국토 실현	▪ 그린리모델링 활성화 및 제도개선, 제로에너지마을 조성 추진, 제로에너지건축물 인증 의무화, 신축건축물 에너지성능 기준 고도화 등
한국판 뉴딜 종합계획	도시·공간·생활 인프라 녹색전환	국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화	▪ 공공건물에 신재생에너지 설비, 고성능 단열재 등을 사용하여 친환경·에너지 고효율 건물 신축 및 리모델링 추진 ▪ 그린스마트스쿨 사업을 통해 학교 건물 대상 태양광, 친환경 단열재 설치 등
	저탄소·분산형 에너지 확산	에너지관리 효율화 지능형 스마트그리드 구축	▪ 아파트 500만호 이상 대상 AMI 보급, 도서지역 친환경 발전시스템 구축, 전선·통신선 지중화 등
2030 국가 온실가스 로드맵 수정안	부문별 감축 이행계획	3. 건물 부문	▪ 2030년 배출전망 1억 9,720만 톤에서 6,450만 톤(32.7%) 감축 후 배출량 1억 3,270만 톤 - 신축 건축물 관련(550만 톤), 기존 건축물 관련(960만 톤), 설비효율개선 및 신재생에너지 보급 확대 관련(1,520만 톤), 건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도 관련(580만 톤) 감축
에너지 효율혁신 전략	1. 산업·건물·수송 부문별 효율혁신	3. 한국형 '에너지스타 건물' 도입	▪ 한국형 '에너지스타 건물' 도입. 소유건물의 효율수준을 직접 비교·평가할 수 있는 온라인 플랫폼 구축, 인센티브 제공
	2. 시스템/공동체 단위 에너지소비 최적화	2. 마을단위의 에너지 리빌딩 도입	▪ 노후 아파트단지, 상업용 건물의 에너지성능 종합적 개선 - 건물외피 고효율제품으로 교체, 유휴부지 태양광 설치, 에너지공급사 효율향상투자(EERS)와 연계하여 시범사업 추진 및 확대

❑ (산업생태계 형성) 초기 그린리모델링 산업생태계 형성을 위한 정부 지원 필요

❍ 그린리모델링 시장 활성화를 위해 고효율·저비용 그린리모델링 기술 개발 필요

- 우리나라는 에너지 비용이 외국에 비해 낮아, 건물에너지 효율 제고 기술의 투자회수에 장기간이 소요되는 경향

  · 경제성이 없어 시장 활성화가 어려운 실정으로, 정부 주도의 기술개발 및 실증 사업으로 초기 시장 형성에 필요한 수요를 발굴, 대량 생산 및 저비용·고효율화 지원 필요



※ 출처 : 명지대학교(2016), 한국에너지공단(2020)

요소기술	투자회수기간
외피단열	약 133년
창호공사	약 39년
LED 조명	약 8년
고효율 설비	약 50년
태양광 발전	약 17년
태양열 급탕	약 36년

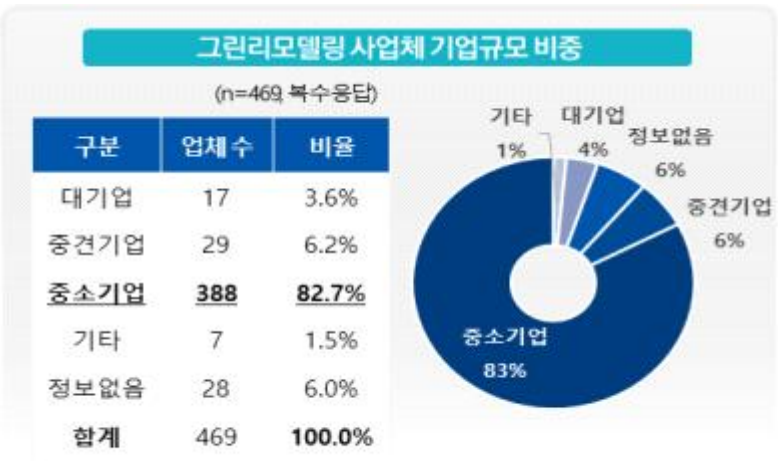
※ 출처 : 에너지경제연구원(2017)

【 그림 1-15 】(좌)제로에너지 건축기술 도입 비용 비교, (우)요소기술별 투자회수기간

❍ 그린리모델링 분야 민간기업은 대부분 영세 중소기업으로, 성공사례 도출 및 공공단지 대상 시범사업 추진으로 초기 시장 형성 및 기술 경제성 확보 필요

- 그린리모델링 창조센터에 등록된 그린리모델링 사업체 469곳 중 82.7%는 영세 중소기업

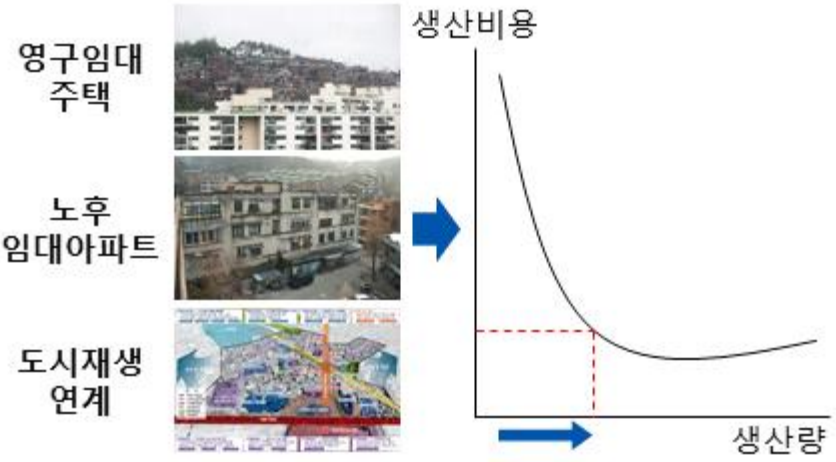
  · 사업체 중 약 54.8%가 최근 3개년 순이익 감소 추세이며, 자금 및 인력 부족으로 인해 자발적 기술개발 추진이 어려운 상태에 놓여 있어 정부 지원이 필요함



【 그림 1-16 】 그린리모델링 사업체 기업규모별 비중

- 커뮤니티 단위 그린리모델링 및 제로에너지건축 모델 개발 등 그린뉴딜 연계 사업 추진으로 공공분야 초기 수요 창출 가능

  · 공공 주도 시범사업으로 민간기업의 시장 진입 및 경제적 규모 달성을 지원하고 제품생산 비용 절감을 유도



※ 출처: (주)이노싱크컨설팅 재구성

【 그림 1-17 】 공공주도 초기시장 창출을 통한 생산비용 절감

❍ 공공주도 시범사업을 통해 제로에너지건축 및 그린리모델링에 대한 민간 인식을 개선하고, 기술 수용성 제고 및 시장 선순환 활성화 가능

- 시공 품질의 불균일성 및 하자 발생 또한 민간의 그린리모델링 인식 악화의 주원인 중 하나
- 기술개발 추진으로 기존 기술을 보완하고 성공적인 실증을 통해 민간에 홍보하여 기술의 보급 및 확산을 유도



※ 출처: (주)이노싱크컨설팅 재구성

【 그림 1-18 】 실증 사업을 통한 시공품질 개선 방안

❑ **(커뮤니티 사업모델 개발) 커뮤니티 내 다양한 이해관계자 간 협력 체계 구축 및 에너지 공유 모델 실증을 통해 확산 모델 마련 필요**

❍ 민간 주도로 건축·도시·에너지를 포괄하는 중·대규모 실증 연구 사업 수행 어려움

- 건축·에너지 기술의 실증연구는 고비용·고위험 및 공공성 등의 특성으로 민간 추진에 한계
- 도시계획과 연계, 기존 전력·열 계통과의 연계에 법·제도 검토 필요 등 민간 주도로 사업 추진 어려움
- 민간 주도 사업 추진 시 발생 가능한 문제점
  - 민간 중소규모 단지를 활용하여 커뮤니티 단위 제로에너지화 실증사업을 추진할 경우, 단지 내 구성원의 동의를 받는데 시간 및 자원이 과도하게 소모될 수 있음
  - 에너지스테이션 설치에 필요한 대규모 유휴부지 또는 건물을 확보하는데 어려움이 있으며, 민간자원을 활용하여 실증을 추진할 경우 금전적 보상 등 또한 고려 필요
  - 민간기업 주도의 실증 추진 시 지자체의 도시설계(관리) 부서와의 협력이 어려워 제도 및 규정과 연계한 기술의 보급·확산 불가능

❍ 민간 중소 리모델링 기업체 주도로 중·대규모 실증 사업 수행이 어려움

- 대기업의 경우 대규모 단지에만 관심이 있으며, 주택 등 소규모 리모델링 기술력 부족
- 그린리모델링 사업체는 대부분(82.7%) 중소기업으로 영세한 규모이며, 사업 가능공사로 창호 위주(388개 사 중 334개)
- 그린리모델링 사업체 중 약 54.8%가 최근 3개년 순이익이 감소하는 추세

❍ 개별 건물에서 커뮤니티 제로에너지화로 범위를 확장하여 정부의 그린정책을 촉진하는 국가 R&D-실증연계 필요

- 도시 인프라 노후화와 환경오염으로 국민 삶의 질 개선이 요구되는 시점에서 개별 건물 단위 에너지 최적화로는 온실가스 감축 목표 달성에 한계
- 커뮤니티 단위의 건물분야 신재생에너지 융복합 기술개발 필요

❍ 에너지 기술의 우수성, 시장수요 부합성 등을 입증할 수 있는 정부 주도의 실증사업 추진 필요

- 커뮤니티 종합 실증을 통한 트렉레코드 확보로 R&D-실증 연계 강화
- 신기술의 조기 실증과 시험·인증·인프라 구축을 위한 투자를 확대하여 R&D-보급사업 연계 체계 마련 필요
- 건축·도시에너지 기술 실증사업 추진을 통해 기 개발된 기술을 포함한 건물 에너지 관련 국내 검증 기회 마련 필요

❑ **(에너지 빈곤층의 삶의 질 향상) 기후변화 및 이상고온/저온일수 증가로 늘어난 빈곤층의 삶의 질 개선 방안 필요**

❍ 소득분위가 낮고, 주거지 이전 여건이 미흡한 노후 주택 거주자의 경우 에너지비용 절감 등에 대한 수요가 분명함에도 불구하고 기술 도입에 어려움

- 기술도입 비용 과다로 주거환경 개선을 위한 기술 도입 불가 → 가처분소득 대비 난방비 비중 상승 → 주거환경 악화의 악순환 가능성 높음

【 표 1-5 】 소득순위별 가처분소득 대비 광열수도비 비중

(단위 : %)

구분	1분위	2분위	3분위	4분위	5분위	6분위	7분위	8분위	9분위	10분위
광열수도비	13.3	8.3	6.0	4.8	3.9	3.5	3.0	2.6	2.3	1.5
난방비	6.4	4.0	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	0.7

❍ 단독, 노후주택에 살수록 난방비 부담이 가중되나, 소득분위가 낮을수록 해당 형태의 주택에 거주할 가능성이 높아 삶의 질 악화 우려

- 2017년 기준, 소득분위 하위 3분위 거주자의 30% 이상이 30년 이상 노후주택에 거주

· 최막중 등(2018)에 따르면, 가구소득이 높을수록 난방비 증가 효과가 있으나 소득수준에 따른 평당 난방비 지출에는 큰 차이가 없는 것으로 나타남

* 고소득층은 난방에너지 소비가 많음에도 불구하고 거주주택의 높은 에너지효율에 따른 난방비 감소 효과가 이를 상쇄, 반대로 저소득층의 경우 추가 부담 발생

· 저소득층의 에너지 빈곤 문제를 다룸에 있어 소득을 비롯한 가구특성 뿐 아니라 주택의 물리적 특성이 중요하게 고려되어야 함

【 표 1-6 】 소득분위별 거주주택 노후수준

(단위 : %)

소득분위	5년 미만	6년~10년	11년~15년	16년~20년	21년~25년	26년~30년	30년 이상
1분위	5.2%	5.3%	8.4%	10.4%	15.1%	12.9%	42.8%
2분위	5.3%	6.5%	11.5%	14.4%	15.4%	15.4%	31.6%
3분위	6.6%	8.1%	12.2%	16.3%	17.0%	13.5%	26.4%
…							
8분위	13.2%	11.3%	20.4%	17.4%	18.6%	9.6%	9.4%
9분위	13.6%	14.4%	21.1%	16.2%	17.5%	8.1%	9.1%
10분위	15.8%	16.5%	20.0%	16.1%	15.5%	7.9%	8.2%

※ 출처: 2017년 주거실태조사 원자료를 국토연구원(2018)에서 재인용하여 재가공

2.3. 사업 추진의 시급성

❑ (온실가스 감축) 감축 목표 대비 초과 배출이 명확한 국내 건물부문 온실가스 배출 억제를 위한 대책 마련 시급

❍ 건물부문 온실가스 배출량의 감축 목표 대비 초과 배출 및 격차 심화 우려

- '17년 기준 건물 부문 온실가스 감축 경로 대비 약 17.7% 초과 배출 추세

  * 건물 냉난방 수요 증가, 타에너지원 대비 가격우위인 전력 수요 증가 등에 기인

- 건물 온실가스 감축 수단별 구체적인 목표 설정 및 액션플랜 마련 시급



* 출처: 제2차 기후변화대응 기본계획(2019)

【 그림 1-19 】 건물 부문 온실가스 감축 실적

❍ 최근 강화된 건물 부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 구체적인 실행방안 마련 및 이를 지원할 기술 개발이 필요함

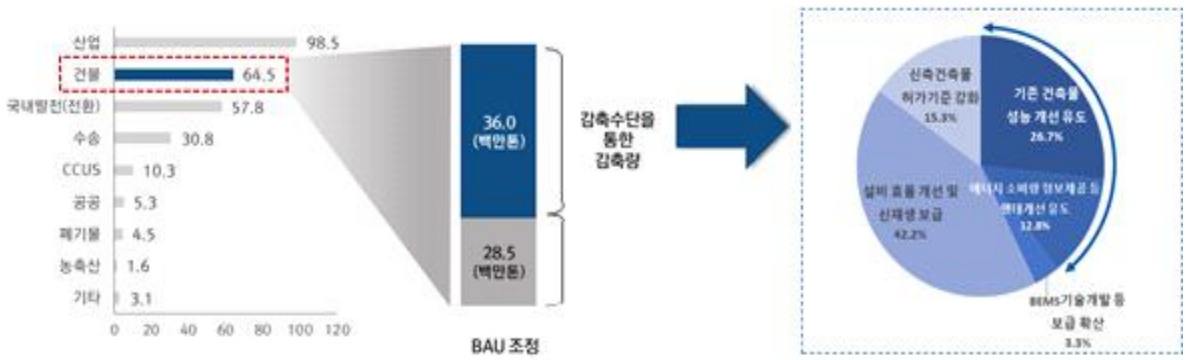
- (2030 국가 온실가스 로드맵) 기존 건축물 에너지 성능 향상을 통해 9.6백만톤 감축 목표 수립

  ① 에너지 다소비 공공 건축물의 녹색건축물 전환 의무화 추진

  ② 도시재생 연계사업 모델 발굴 등 지역단위 사업으로 확대 추진

  ③ 그린리모델링 활성화를 위한 중장기 방안 수립

  ④ 민간 노후 건물 에너지 성능개선 사업기획 지원 및 재정 지원 확대 등을 방안으로 제시



* 출처: 제2차 기후변화대응 기본계획(2019)

【 그림 1-20 】 건물 온실가스 감축목표 및 정책 수단별 감축 방안

❑ **(신성장 동력 확보) 공공수요에 기반한 초기시장 창출로 그린리모델링, 건물 유지·관리 등 건설분야 신산업 창출 여력 확보 필요**

❍ 건설업 둔화에 따른 투자 축소로 건축산업 침체 장기화가 전망되나, 노후건물 증가로 인해 그린리모델링 및 유지관리시장의 확대가 예상됨

- 국내 건설산업은 가파른 성장세를 보이다 2015년을 기점으로 둔화, 감소폭 증가 추세
  - · 건설투자 증감률은 `18년 전년대비 –4.2%, `19년 전년대비 –3.1% 등 지속적으로 하락하고 있는 추세이며, 건축투자 증감률 또한 `18년 –3.8%, `19년 –5.8% 기록 중
  - · 건설업의 GDP 대비 투자비중 또한 `15년 이후 처음으로 15% 아래로 하락
- 한국판 뉴딜 종합계획(`20) 등에 따라 노후건축물 및 공공건물 그린리모델링 활성화 사업이 진행 중에 있어, 그린리모델링 및 유지관리 시장이 건설산업의 새로운 성장동력으로 부상
  - · 건축물 단열 성능 기준 강화, 제로에너지건축 의무화 등 건축분야 에너지효율 제고 정책의 복합적 추진으로 노후 기축건물의 그린리모델링 수요 증가 전망

❍ 대다수 기축건물의 노후화가 심각함에도 불구하고 그린리모델링 활성화 미흡

- `18년 기준 국내 건축물 리모델링 실적은 전체 건축 연면적의 약 0.54% 수준으로 추정되며, 리모델링 공사 건수를 기준으로 할 때 선진 시장인 독일 그린리모델링 시장의 약 3%에 불과
  - · 독일의 연간 그린리모델링 건수는 약 27만 5천건이며, 정부 지원 확대로 지속적으로 증가 추세
- 국내 그린리모델링 시장은 시장 형성 초기 단계로, 높은 기술 도입 비용 – 수요 저하 – 시장 축소 – 단위비용 증가의 악순환에 놓여있음
  - · 제로에너지건물 1등급 달성을 위해서는 일반 건물 대비 131% 이상의 높은 공사비 부담 필요
  - · 정부지원 또한 전기차 등 타 온실가스 감축 수단에 비해 적은 수준으로, 수요자의 그린리모델링 기술도입 유인을 위한 정책 및 기술적 수단 마련이 시급한 상황

❍ 기술적 뒷받침을 통해 한국판 뉴딜 종합계획 등 정부의 대규모 정책추진을 그린리모델링 및 건설 신산업 창출의 기회로 활용할 필요

- 정부는 '한국판 뉴딜 종합계획*('20.07.14)'을 발표하였고, "그린뉴딜"과 관련하여 '25년까지 73.4조원 투자하여 65.7만개 일자리 창출 계획

  * 한국판 뉴딜 종합계획는 '25년까지 총 160조 투자 190.1만개 일자리 창출 목표

- 국토부는 '그린리모델링'과 '노후 공공임대주택 개보수'를 그린뉴딜 핵심 사업으로 제시
  - · 일자리 창출 능력이 월등한 건축물 그린 리모델링은 그린 뉴딜의 핵심정책으로 노후 건축물에 대한 대대적인 개보수 사업을 통해 환경친화적 부가가치 창출 가능
  - · 또한 노후 공공건물을 그린리모델링 기술적용의 모범사례로 활용, 공공투자를 민간의 기술도입 활성화 유도를 위한 마중물로 활용 가능

3. 추진근거

3.1. 법적 근거

※ 동 사업은 **국토교통과학기술 육성법, 건설기술 진흥법, 녹색건축물 조성지원법, 저탄소 녹색 성장 기본법, 건축법, 주택법, 공공주택 특별법, 도시재생활성화 및 지원에 관한 특별법, 에너지법, 에너지이용 합리화법, 신재생 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법** 등에 근거하여 기획됨

【 표 1-7 】 국토교통과학기술 육성법 내 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제8조(연구개발사업의 추진)	국토교통부장관은 종합계획을 효율적으로 추진하기 위하여 국토교통과학기술 연구개발사업을 할 수 있다.
제9조(융·복합 연구개발의 추진)	국토교통부장관은 전문분야가 다른 기술과 경영 등을 결합하여 신기술·신제품 등을 개발하고 새로운 분야의 사업화 능력을 높이는 국토교통과학기술의 융·복합 연구개발을 추진할 수 있다
제10조(국토교통과학기술의 보급 및 활용 촉진)	국토교통부장관은 연구개발사업에 따라 개발된 국토교통과학기술의 보급 및 활용 촉진을 위해 다음 각 호의 사항에 관한 사업 및 시책을 수립·시행할 수 있다. <중략>
제16조(국토교통과학기술진흥원의 설립 등)	연구개발사업의 기획·관리·평가 등을 효율적으로 지원하기 위해 국토교통과학기술진흥원을 설립한다. <후략>

【 표 1-8 】 건설기술 진흥법 내 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제7조(건설기술 연구·개발 사업)	국토교통부장관은 건설기술을 향상하고 기본계획을 효율적으로 추진하기 위하여 대통령령으로 정하는 기관 또는 단체와 협약을 체결하여 건설기술 발전에 필요한 건설기술 연구·개발 사업을 할 수 있다. <중략>
제9조(공동 연구·개발 등)	국토교통부장관은 건설기술의 연구·개발과 관련된 공공기관·법인·단체·대학의 인력·자금·시험시설 및 기술정보의 효율적 활용과 선진 건설기술 획득을 위해 관계 중앙행정기관의 장과 공동연구를 추진하거나 건설기술연구기관의 건설기술 연구·개발을 지원할 수 있다.
제10조(연구시설 및 장비의 지원 등)	국토교통부장관은 건설기술의 연구기반을 확충하기 위하여 건설기술연구기관의 연구시설 및 장비의 확보·관리·공동사용 등을 지원하거나 필요한 시책을 수립·추진할 수 있다.

【 표 1-9 】 녹색건축물 조성지원법 내 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제6조의 2(녹색건축물 조성사업 등)	① 정부는 기본계획을 시행하기 위하여 다음 각 호의 사업에 필요한 비용을 계상 2. 녹색건축의 인증·건축물의 에너지효율등급 인증 및 사후관리 3. 녹색건축물 분야 전문인력의 양성 6. 녹색건축물 분야 기술지도 및 교육·홍보 7. 녹색건축물 조성에 필요한 건축자재 8. 녹색건축자재 및 설비 생산·시공 전문기업에 대한 지원 9. 녹색건축자재 및 설비의 공용화 지원 10. 녹색건축센터의 운영 지원 11. 녹색건축물 조성 시범사업의 실시 12. 제로에너지건축물 활성화 및 확산·보급 사업 13. 온실가스 배출 감축사업 등 시장을 활용한 녹색건축물 조성사업 14. 건축물에너지관리시스템 활성화 및 확산·보급 사업 16. 녹색건축물 기술의 국제표준화 지원 17. 제27조에 따른 그린리모델링에 대한 지원 (후략)
제14조의2(건축물의 에너지 소비 절감을 위한 차양 등의 설치)	① 대통령령으로 정하는 건축물을 건축 또는 리모델링하는 경우로서 외벽에 창을 설치하거나 외벽을 유리 등 건축주는 에너지효율을 높이기 위하여 국토교통부장관이 고시하는 기준에 따라 일사의 차단을 위한 차양 등 일사조절장치를 설치하여야 한다.
제17조(건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증)	① 국토교통부장관은 에너지성능이 높은 건축물을 확대하고, 건축물의 효과적인 에너지관리를 위하여 건축물 에너지효율등급 인증제 및 제로에너지건축물 인증제를 시행한다. ⑥ 대통령령으로 정하는 건축물을 건축 또는 리모델링하려는 건축주는 해당 건축물에 대하여 에너지효율등급 인증 또는 제로에너지건축물 인증을 받아야함
제27조(그린리모델링에 대한 지원)	국가 및 지방자치단체는 에너지 성능향상 및 효율 개선 등을 위한 리모델링(이하 "그린리모델링"이라 한다)에 대하여 보조금의 지급 등 필요한 지원을 할 수 음

【 표 1-10 】 저탄소 녹색성장 기본법 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제54조(녹색건축물의 확대)	① 정부는 에너지이용 효율 및 신·재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물(이하 "녹색건축물"이라 한다)을 확대하기 위하여 녹색건축물 등급제 등의 정책을 수립·시행하여야 한다.

	② 정부는 건축물에 사용되는 에너지소비량과 온실가스 배출량을 줄이기 위하여 대통령령으로 정하는 기준 이상의 건물에 대한 중장기 및 기간별 목표를 설정·관리하여야 한다. ⑤ 정부는 신축되거나 개축되는 건축물에 대해서는 전력소비량 등 에너지의 소비량을 조절·절약할 수 있는 지능형 계량기를 부착·관리하도록 할 수 있다. ⑥ 정부는 중앙행정기관, 지방자치단체, 대통령령으로 정하는 공공기관 및 교육기관 등의 건축물이 녹색건축물의 선도적 역할을 수행하도록 제1항부터 제5항까지의 규정에 따른 시책을 적용하고 그 이행사항을 점검·관리하여야 한다. ⑦ 정부는 대통령령으로 정하는 일정 규모 이상의 신도시의 개발 또는 도시 재개발을 하는 경우에는 녹색건축물을 확대·보급하도록 노력하여야 한다. ⑧ 정부는 녹색건축물의 확대를 위하여 필요한 경우 대통령령으로 정하는 바에 따라 자금의 지원, 조세의 감면 등의 지원을 할 수 있다.

【 표 1-11 】 건축법 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제8조(리모델링에 대비한 특례 등)	리모델링이 쉬운 구조의 공동주택의 건축을 촉진하기 위하여 공동주택을 대통령령으로 정하는 구조로 하여 건축허가를 신청하면 제56조, 제60조 및 제61조에 따른 기준을 100분의 120의 범위에서 대통령령으로 정하는 비율로 완화하여 적용할 수 있다.

【 표 1-12 】 주택법 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제37조(에너지절약형 친환경주택 등의 건설기준)	① 사업주체가 제15조에 따른 사업계획승인을 받아 주택을 건설하려는 경우에는 에너지 고효율 설비기술 및 자재 적용 등 대통령령으로 정하는 바에 따라 에너지절약형 친환경주택으로 건설하여야 한다. 이 경우 사업주체는 제15조에 따른 서류에 에너지절약형 친환경주택 건설기준 적용 현황 등 대통령령으로 정하는 서류를 첨부하여야 한다. ② 사업주체가 대통령령으로 정하는 호수 이상의 주택을 건설하려는 경우에는 친환경 건축자재 사용 등 대통령령으로 정하는 바에 따라 건강친화형 주택으로 건설하여야 한다.
제 66조(리모델링의 허가)	① 공동주택(부대시설과 복리시설을 포함한다)의 입주자·사용자 또는 관리주체가 공동주택을 리모델링하려고 하는 경우에는 허가와 관련된 면적, 세대수 또는 입주자 등의 동의 비율에 관하여 대통령령으로 정하는 기준 및 절차 등에 따라 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 한다. ② 리모델링주택조합이나 소유자 전원의 동의를 받은 입주자대표회의(「공동주택관리법」)가 시장·군수·구청장의 허가를 받아 리모델링을 할 수 있다.

【 표 1-13 】 녹색건축물 조성지원법 시행령 내 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제17조(녹색건출물 조성사업)	법 제24조제1항제4호에서 "대통령령으로 정하는 사업"이란 국토교통부장관이 법 제13조제1항에 따라 고시하는 기준에 적합하게 기존 주택 외의 건축물을 녹색건축물로 전환하기 위하여 건축물의 리모델링·증축·개축·대수선 및 수선을 하는 사업을 말한다. 다만, 수선은 창·문, 설비·기기, 단열재 등을 통하여 에너지성능을 개선하는 사업으로 한정한다.
제18조의 3(그린리모델링 사업의 범위)	법 제30조제1항에서 "대통령령으로 정하는 사업"이란 다음 각 호의 사업을 말한다. 1. 건축물의 에너지성능 향상 또는 효율 개선 사업 2. 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하는 사업 3. 그린리모델링 사업발굴, 기획, 타당성 분석, 설계·시공 및 사후관리 등에 관한 사업 4. 그린리모델링을 통한 에너지 절감 예상액의 배분을 기초로 재원을 조달하여 그린리모델링을 하는 사업

【 표 1-14 】 신재생 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제5조(기본계획의 수립)	① 산업통상자원부장관은 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획을 5년마다 수립하여야 한다. 2. 신·재생에너지원별 기술개발 및 이용·보급의 목표 4.「에너지법」 제2조제10호에 따른 온실가스의 배출 감소 목표 6. 신·재생에너지 기술수준의 평가와 보급전망 및 기대효과 7. 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 지원 방안

【 표 1-15 】 도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제2조(정의)	7. "도시재생사업"이란 다음 각 목의 사업을 말한다. 가. 도시재생활성화지역에서 도시재생활성화계획에 따라 시행하는 다음 어느 하나의 사업 11)「빈집 및 소규모주택 정비에 관한 특례법」에 따른 빈집정비사업 및 소규모주택정비사업 12)「공공주택 특별법」에 따른 공공주택사업 13)「민간임대주택에 관한 특별법」에 따른 공공지원민간임대주택 공급에 관한 사업 14) 그 밖에 도시재생에 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업

【 표 1-16 】 에너지법 내 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제4조(국가 등의 책무)	② 지방자치단체는 이 법의 목적, 국가의 에너지정책 및 시책과 지역적 특성을 고려한 지역에너지시책을 수립·시행하여야 한다. 이 경우 지역에너지시책의 수립·시행에 필요한 사항은 해당 지방자치단체의 조례로 정할 수 있다. ③ 에너지공급자와 에너지사용자는 국가와 지방자치단체의 에너지시책에 적극 참여하고 협력하여야 하며, 에너지의 생산·전환·수송·저장·이용 등의 안전성, 효율성 및 환경친화성을 극대화하도록 노력하여야 한다.

【 표 1-17 】 에너지이용 합리화법 내 동 사업 관련 조항

조항	주요 관련 내용
제36조의2(냉난방온도제한건물의 지정 등)	① 산업통상자원부장관은 에너지의 절약 및 합리적인 이용을 위하여 필요하다고 인정하면 냉난방온도의 제한온도 및 제한기간을 정하여 다음 각 호의 건물 중에서 냉난방온도를 제한하는 건물을 지정할 수 있다.
제36조의3(건물의 냉난방온도 유지·관리를 위한 조치)	산업통상자원부장관은 냉난방온도제한건물의 관리기관 또는 에너지다소비사업자가 제36조의2제3항에 따라 해당 건물의 냉난방온도를 제한온도에 적합하게 유지·관리하지 아니한 경우에는 냉난방온도의 조절 등 냉난방온도의 적합한 유지·관리에 필요한 조치를 하도록 권고하거나 시정조치를 명할 수 있다.

3.2. 국정과제 근거

※ 동 사업은 **추진전략 '더불어 잘 사는 경제'의 추진과제 33번, 37번, 60번, 추진전략 '내 삶을 책임지는 국가'의 추진과제 61번, 추진전략 '고르게 발전하는 지역'의 추진과제 '79번'** 등 정부 100대 국정과제 및 국정개혁 5개년 계획에 중점을 두고 기획

【 표 1-18 】 현 정부 100대 국정과제의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
더불어 잘 사는 경제	33. 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축	▪ 5G·IoT 네트워크 인프라 구축, 데이터 개방 및 유통 활성화, 스마트홈 등 ICT융합 서비스 발굴·확산
	37. 친환경 미래 에너지 발굴·육성	▪ 공공부문 제로에너지건축물 인증 의무화 및 국가 열지도 구축
	60. 탈원전 정책으로 안전하고 깨끗한 에너지로의 전환	▪ 분산형 전원(신재생, 집단에너지, 자가발전)의 인허가, 요금 설정 등 전 과정에 대한 체계적인 지원 강화
내 삶을 책임지는 국가	61. 신기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축	▪ 공공기관 배출량 30% 감축 등 부문별 감축 강화
고르게 발전하는 지역	79. 도시경쟁력 강화 및 삶의 질 개선을 위한 도시재생뉴딜 추진	▪ 매년 도시재생뉴딜 사업지역 선정·지원, 공공임대주택 등 소형주택 에너지성능을 패시브하우스 수준으로 강화

3.3. 국가계획 근거

※ 동 사업은 **제4차 과학기술기본계획, 제2차 녹색건축물 기본계획, 제3차 녹색성장 5계년 계획, 제3차 에너지기본계획, 제4차 에너지기술개발계획, 2030국가 온실가스 감축 로드맵, 제2차 장기주거종합계획**등의 국가계획에 관련분야 및 기술개발 지원의지가 명시되어 있음

❍ 제4차 과학기술기본계획(2018~2022)

【 표 1-19 】 제4차 과학기술기본계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
3. 과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출	11. 4차 산업혁명 대응기반 강화	▪ 스마트그리드, 신재생에너지, ESS 등 주요 에너지신산업분야의 실증연구 투자를 확대하고, 스마트시티 고도화를 통해 관련 기술 및 비즈니스의 실증환경 제공 추진
4. 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현	18. 쾌적하고 편안한 생활환경 조성	▪ 효율적 에너지 관리가 가능한 지능형 건물관리기술, 스마트홈 기술 개발 및 에너지 생산·소비 상시 모니터링 시스템 구축을 통해 도시의 지속가능성 제고

❍ 제2차 녹색건축물 기본계획(2020~2024)

【 표 1-20 】 제2차 녹색건축물 기본계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
1. 신축 건축물 에너지성능 강화	1. 제로에너지건축물 보급 가속화	▪ 제로에너지 의무화 기반 구축(의무화 시행, 공공선도사업 수행, 지구단위 시범사업 확산 등) ▪ 비용경제적 건축물 구현 지원(의무기준 마련, 연중기준 고도화, 비용최적화 지원, 태양광 발전사업 연계 등)
	2. 신축 건축물 에너지성능기준 고도화	▪ 에너지성능기준 고도화(총량기준 확대, 창호성능 평가, 기밀성능 향상 등) ▪ 소규모 녹색건축물 확산체계(소규모 주택성능기준 강화, 에너지절약 최적화 설계 지원 등)
2. 기존 건축물 녹색화 촉진	3. 노후 건축물의 그린 리모델링 활성화	▪ 에너지성능 개선 시장 확대(공공건축물 표준모델, 공공건축물 진단 의무화 등) ▪ 수요자 맞춤형 그린리모델링 추진 모델 개발·확산(성능개선 관리 강화, 지원보델 다양화, 인센티브 확대 등)
	4. 건축물의 에너지 효율적 운영·관리	▪ 건축물 운영단계 효율기반 구축(건물부문 에너지 통계지표 개발, 건축물 운영단계 효율관리지표 개발 등) ▪ 건축물 에너지성능관리 역량 강화(다소비업체 건축물 성능관리 지원, 에너지관리자 역량 강화 등)
3. 녹색건축산업 혁신성장 역량 제고	5. 제4차 산업 연계 융·복합 신산업 창출	▪ 4차 산업 기반 녹색건축 확대 ▪ 빅데이터의 효율적 확보
	6. 녹색건축 산업 고도화	▪ 녹색건축 관련 산업계 참여 유도(그린리모델링 산업 역량 강화, 녹색건축 시공·감리 강화 등) ▪ 녹색건축 전후방산업 연계 육성(에너지성능 DB 구축 및 정보 제공 등)

❍ 제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023)

【 표 1-21 】 제3차 녹색성장 5개년 계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
4. 기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실천	4-1. 녹색국토 실현	▪ 그린리모델링 활성화 및 제도개선, 제로에너지마을 조성 추진, 제로에너지건축물 인증 의무화, 신축건축물 에너지성능 기준 고도화 등

❍ 제3차 에너지기본계획(2019~2040)

【 표 1-22 】 제3차 에너지기본계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
1. 에너지 소비구조 혁신	1. 산업·건물·수송 등 부문별 수요관리 강화	▪ 공공·상업용 건물 대상 에너지 효율 평가체계 도입, 건축물 에너지절약 설계기준 단계적 강화, 민간 신축 건물 BEMS 설치 확대 등
3. 분산형·참여형 에너지시스템 확대	1. 분산형 에너지 공급 시스템 확충	▪ 프로슈머형 에너지생산기반 확대
4. 에너지산업의 글로벌 경쟁력 강화	3. 효율 연계산업 육성	▪ EMS 서비스 사업자 등록제도('20), 건물 에너지효율 평가제도('22) 도입 추진
5. 에너지전환을 위한 기반 구축	2. 에너지 기술개발 및 인력양성	▪ 에너지전환의 기술기반 마련, 에너지산업 경쟁력 제고 등을 위한 집중투자 추진
	3. 에너지 데이터 플랫폼 구축	▪ 에너지 공급·수요·기술정보를 통합·운영·제공

❍ 제4차 에너지기술개발계획(2019~2028)

【 표 1-23 】 제4차 에너지기술개발계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
1. 에너지전환을 뒷받침할 R&D 투자 강화	3. 에너지 고효율 저소비 구조 혁신	▪ 패시브·엑티브 기술 융합, DC 배전 적용으로 에너지 플러스 건물 구현, 커뮤니티 단위 통합 운영·거래 추진
3. 신산업 창출을 위한 R&D 기반 강화	1. 사업화 촉진을 위한 실증·시험 인프라 구축	▪ 실증·시험 인프라 구축, R&D 결과물의 시장진입 촉진, 빅데이터 플랫폼 구축·활용
	2. R&D 결과물의 시장진입 촉진	▪ 기술개발-보급 연계로드맵 수립, 공기업 연계 프로그램, 기술·산업 데이터 활용 - 건물일체형 태양광 R&D-보급 연계 사업 등

❍ 제2차 기후변화대응 기본계획(2020~2040)

【 표 1-24 】 제2차 기후변화대응 기본계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
1. 저탄소 사회로의 전환	2. 부문별 온실가스 감축 계획	▪ 건물 부문(녹색건물 확산, 에너지효율 향상, 인프라 확충) 감축 방안 제시
3. 기후변화대응 기반 강화	3. 산업계 기후변화대응 지원 확대	▪ 온실가스 감축기술 적용 지원

❍ 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안

【 표 1-25 】 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
부문별 감축 이행계획	3. 건물 부문	▪ 2030년 배출전망 1억 9,720만 톤에서 6,450만 톤(32.7%) 감축 후 배출량 1억 3,270만 톤 - 신축 건축물 관련(550만 톤), 기존 건축물 관련(960만 톤), 설비효율개선 및 신재생에너지 보급 확대 관련(1,520만 톤), 건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도 관련(580만 톤) 감축

❍ 제2차 건축정책기본계획(2016~2020)

【 표 1-26 】 제2차 장기주거종합계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
2. 창조적 건축산업 창출	1. 공공건축 효율화	▪ 공공건축 프로세스 체계화, 발주기관의 전문성 강화, 공공건출물 리뉴얼 체계적 추진
	3. 녹색건축 실현	▪ 신축 건축물 에너지 성능 기준 선진화, 기존 건축물의 에너지 성능 향상, 녹색건축 산업육성, 건색건축 저변확대 - 제로에너지건축물 단계적 의무화, 민간부문 그린리모델링 활성화, 인증 평가기준 개선 및 인센티브 발굴 등

4. 기획 추진체계 및 경과

4.1. 추진체계

❑ **국토교통부에서 사업 총괄, 국토교통과학기술진흥원에서 사업을 주관하여 기획연구진과 외부용역, 산·학·연 전문가 기획위원회를 통하여 체계적인 사업기획 추진**

❑ **기획을 담당한 연구진은 대내외 환경분석, 기술수요, 추진전략, 사전 타당성 분석 등 사업 기획**

❍ 제로에너지 커뮤니티 기술개발 관련 산·학·연 전문가로 구성된 운영위원회와 기획위원회를 구성하여 체계적인 사업을 기획



【 그림 1-21 】 사업 기획 추진 체계

【 표 1-27 】 추진주체별 역할

구분	역할
사업 총괄 (국토교통부)	• 기획방향 설정 및 조율, 주요 안건에 대한 심의 및 결정 담당
총괄위원회	• 기획 전반에 대해 단계별 방향 및 결과에 대한 검토 및 자문 담당 • 기술위원회 구성, 사업 기획방향 도출 • 사업 필요성 및 추진전략 • 사업 타당성 및 차별성 검토
기술위원회	• 분과별 중점분야-핵심과제-구성기술 도출: 4개의 기술 분과 • 아이템 도출 및 RFP, 기획보고서 작성

4.2. 추진 프로세스

❑ 사전연구(2018년~2019년)

❍ (연구 목적) 2030 에너지환경 변화 대응 건축·도시 에너지 기술개발사업의 중장기 발전전략 수립 및 사업 재기획을 통한 안정적인 사업운영 기반 마련

- 기존 건축·도시 에너지 최적화 기술개발사업 재기획 기반 마련, 중장기 전략 프로젝트 기획
- 일몰기간 연장 신청 및 사업 일몰제도 대비한 기존사업 보완 기획
- 신규과제 성과분석
- 노후 건축물 리모델링 현황, 건물에너지효율 정책 동향, 건물/커뮤니티 에너지 최적화 관련 기술 동향 등 분석

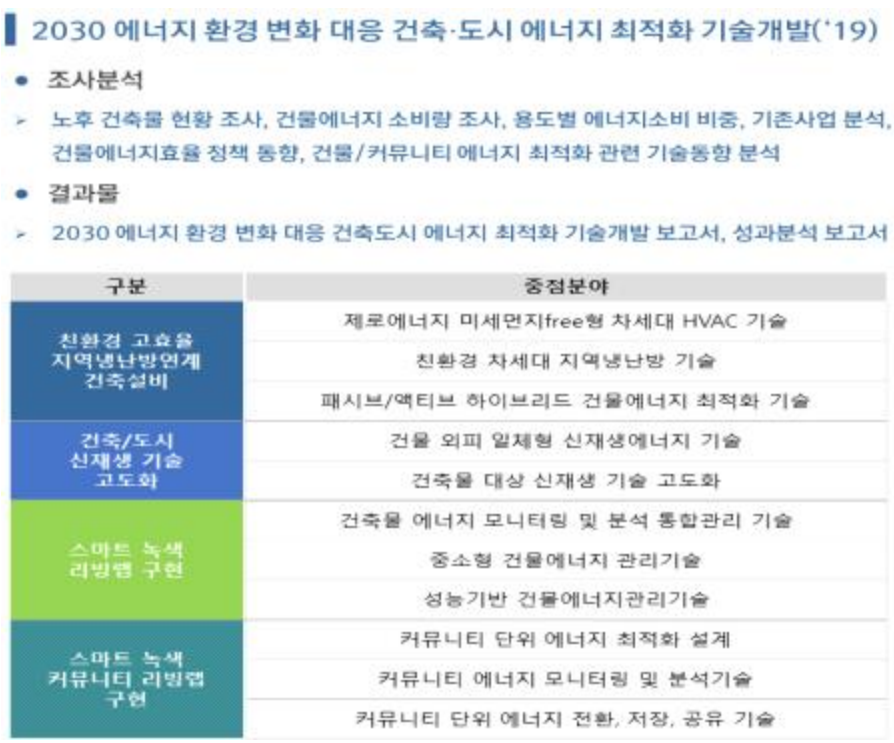
❍ (연구 기관) 한국에너지기술연구원, 호서대학교 산학협력단

❍ (연구 기간) 2018년 12월 ~ 2019년 8월

❍ (연구 결과)

- 건축·도시 에너지 최적화 기술개발사업 최종보고서
- 성과분석보고서

* 사전용역 수행자료 요약본 별도 첨부



2030 에너지 환경 변화 대응 건축·도시 에너지 최적화 기술개발('19)

- 조사분석
  - 노후 건축물 현황 조사, 건물에너지 소비량 조사, 용도별 에너지소비 비중, 기존사업 분석, 건물에너지효율 정책 동향, 건물/커뮤니티 에너지 최적화 관련 기술동향 분석
- 결과물
  - 2030 에너지 환경 변화 대응 건축도시 에너지 최적화 기술개발 보고서, 성과분석 보고서

구분	중점분야
친환경 고효율 지역냉난방연계 건축설비	제로에너지 미세먼지free형 차세대 HVAC 기술
	친환경 차세대 지역냉난방 기술
	패시브/액티브 하이브리드 건물에너지 최적화 기술
건축/도시 신재생 기술 고도화	건물 외피 일체형 신재생에너지 기술
	건축물 대상 신재생 기술 고도화
스마트 녹색 리빙랩 구현	건축물 에너지 모니터링 및 분석 통합관리 기술
	중소형 건물에너지 관리기술
	성능기반 건물에너지관리기술
스마트 녹색 커뮤니티 리빙랩 구현	커뮤니티 단위 에너지 최적화 설계
	커뮤니티 에너지 모니터링 및 분석기술
	커뮤니티 단위 에너지 전환, 저장, 공유 기술

【 그림 1-22 】 사전용역 기 수행 업무

❑ 기획 준비 단계(2019년)

❍ (사전용역 활용) 사전 용역을 통해 신규 사업 기획 방향 수립 및 전략 도출을 위한 기존 사업 진단 및 일몰 지적사항 분석

- 기존사업의 정량적 성과조사와 산학연 정성적·장기적 성과 파악을 위해 기존 사업에 대한 추진실적 및 성과분석 정리(일몰연장신청서(2017), 성과분석보고서(2017) 참고)

❍ (전문가 자문회의) 기존 사업의 체계적인 검토 및 신규 사업 구조 개편(안)에 대한 전문가 의견 수렴을 통한 신규 사업 기획 방향 및 최적 사업 구조 자문

- 기존사업 검토(일몰 지적사항 포함) 및 신규 사업 구조 개편(안) 검토
- 신규사업 기획방향 자문
- 신규사업 사업 기획위원회 구성 및 운영(안)검토

❍ (수요조사)

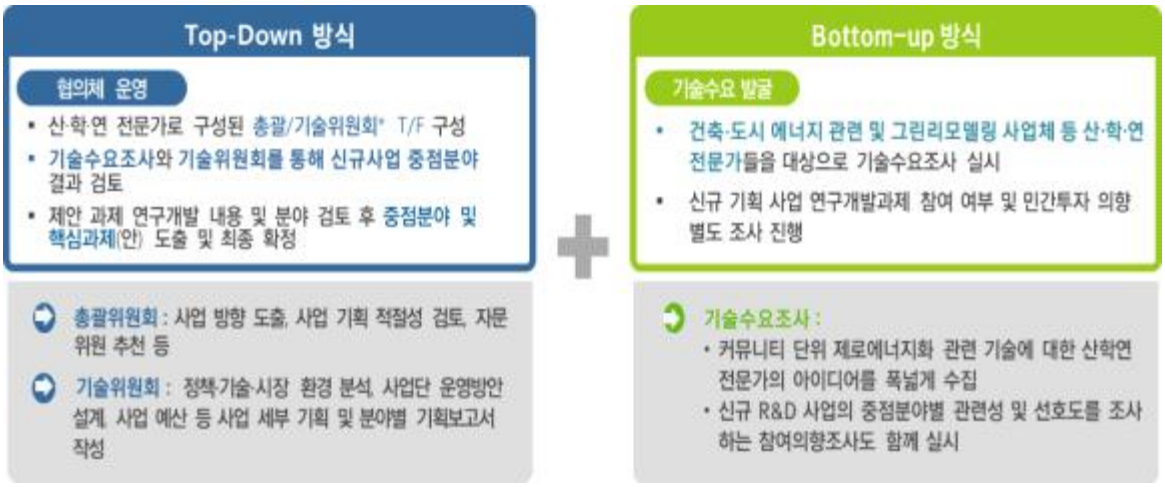
※ 수요조사 및 전문가 모집 상세 방법론은 제5장 참고

- 기술수요 조사: 건축·도시관련 협회, 산학연 전문가 및 그린리모델링 사업체를 대상으로 기술수요 조사를 실시하여 중점분야 및 핵심과제 Pool 활용 (수행기관: ㈜이노싱크컨설팅)
- 기업수요 조사: 제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업의 4개 중점분야별 핵심과제에 대한 민간기업의 참여의향을 조사하여 시장 Needs 분석

❍ (Two-Track 개방형 기획) 제로에너지 커뮤니티 기술개발 R&D 기획과 중점분야별 핵심과제 도출·확정 및 예산 배정 ① Top-Down 방식과 ② Bottom-up(개방형기획) 방식의 기획 운영 체계를 효율적으로 활용하여 사업 기획 실시

** Two Track 개방형 기획과 전략 프로젝트 도출에 대한 상세 방법론은 (5장 '전략 프로젝트 도출과정' 참조)*

- Top-Down 방식
  - 산·학·연 전문가로 구성된 총괄·기술위원회* T/F 구성
  - 총괄위원회는 기술위원회를 통해 도출된 전략 프로젝트 및 일반형과제 결과 검토
  - 제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업 재기획 방향, 최근 관련 정책, R&D 제약요인 등 검토 후 최종 선정
- Bottom-up(개방형 기획)
  - (기술수요 발굴) 건축·도시 관련 협회, 산학연 전문가들을 통한 기술수요 발굴 조사와 상시 기술수요조사를 실시하여 전략 프로젝트 및 일반형과제 후보 과제 Pool
  - (전문가 모집) 신규사업의 과제 발굴에 참여할 산학연 전문가를 모집하여 기술위원회 분과 위원으로 활동
  - (기업수요 조사) 신규 R&D 사업의 4개 중점분야에 참여할 민간기업에 대한 참여 의향 조사를 통해 시장 Needs 분석



【 그림 1-23 】 기획준비단계: Two-Track 기획 내용

❑ 사업 설계 단계

❍ (개괄) 사전용역(2019년), 일몰연장 심의 결과, 기존사업 진단 및 성과분석, 미래 혁신 에너지 메가 트렌드 분석(환경분석, 기술수준, 기술동향 등), 신규사업 기술수요 및 시장 Needs 등의 결과에 기반하여 사업세부설계안 작성 (수행기관: ㈜이노싱크컨설팅)

- [Module 1] 기존 사업 진단 및 성과 분석
  - · 일몰연장 심의 결과 및 사전용역(2019년)을 결과를 반영하여 기존 사업 진단 및 성과 분석
  - · 신규사업 재기획을 위한 핵심 issues 도출

❑ 조정 및 검토 단계

❍ (총괄위원회 검토) 사업기획의 총관자문위원회 역할을 하는 총괄위원회를 통한 사업설계안 검토 및 의견 수렴

- 건축도시분야 협회 간담회 등을 포함한 5회 이상의 자문회의를 통한 사업기획의 방향, 사업설계안 검토, 최종 기획보고서 검토 및 의견수렴을 진행

❍ (공청회) 사업수행자 및 산학연 전문가 등을 대상으로 사업기획에 대한 공개의견 수렴 진행

- 기존 사업수행자, 건축·도시 에너지분야 관련 전문가들이 참여한 공청회에서 제로에너지 커뮤니티 R&D 신규기획사업의 기본방향에 대해 의견수렴

❍ (사업명 의견 수렴) 건축·도시분야 산학연 전문가, 총괄위원회, 기술위원회 대상 신규업의 사업명 및 중점분야명, 사업 추진방향 등 의견수렴 후 기획 시 반영

4.3. 기획 추진경과

❑ **'19년 사전 기획 연구 2개 과제 수행, 총괄위원회(2회), 기술위원회(분과별 5회), 자문회의(4회), 간담회(2회), 기술수요 조사, 기업 참여의향 조사, 공청회 등 추진**

▌추진경과 요약▐

❍ 사전 기획 단계

- `18년 12월 ~ `19년 사전 기획 연구 수행

  * 에너지기술연구원 주관 및 호서대학교 주관으로 2개 기획연구 수행

❍ 사업 설계 단계

- `20년 1월 10일 워킹그룹 1차 사전 기획회의
- `20년 1월 17일 워킹그룹 2차 사전 기획회의
- `20년 1월 31일 워킹그룹 3차 사전 기획회의
- `20년 2월 07일 워킹그룹 4차 사전 기획회의
- `20년 2월 21일 워킹그룹 5차 사전 기획회의
- `20년 2월 26일 총괄운영팀 1차 실무 기획회의
- `20년 3월 13일 워킹그룹 6차 사전 기획회의
- `20년 3월 24일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 3월 31일 Kick off 회의
- `20년 4월 10일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 4월 13일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 4월 14일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 4월 21일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 4월 29일 기술위원회 분과위원장 회의
- `20년 5월 08일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 5월 15일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 5월 19일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 5월 25일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 5월 27일 1차 기술위원회 회의
- `20년 6월 2일~15일 2~3차 기술위원회 회의
- `20년 6월 4일 제1차 총괄위원회 회의

- `20년 6월 18일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 6월 19일 기술위원회 분과위원장 회의
- `20년 6월 24일 기술위원회 분과위원장 회의
- `20년 7월 1일 기술위원회 분과위원장 회의
- `20년 7월 2일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 7월 9일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 7월 20일 총괄운영팀 실무 기획회의
- `20년 7월 8일~17일 4차 기술위원회 회의
- `20년 7월 23일 5차 기술위원회 회의
- `20년 8월 5일 기술위원회 분과위원장 회의
- `20년 10월 29일 제2차 총괄위원회 회의

❍ 의견 수렴 단계

- `20년 3월 19일 제1차 자문회의(산·학·연 전문가)
- `20년 3월 31일 제2차 자문회의(산·학·연 전문가)
- `20년 4월 17일 제1차 간담회(대한건축학회)
- `20년 4월 28일 제2차 간담회(도시설계학회)
- `20년 5월 20일 ~ 6월 14일 기술수요 조사 실시
- `20년 6월 12일 제3차 자문회의(한국리모델링협회)
- `20년 8월 10일~`20년 8월 20일 참여의향 조사 실시
- `20년 10월 27일~`20년 10월 28일 온라인 공청회 실시
- `20년 11월 2일 제4차 자문회의



Ⅱ

대내외 환경분석

Ⅱ 대내외 환경분석

❑ 요약

❑ **메가트렌드 분석**

❍ UN 세계 미래보고서 2050, 미국 NIC, 캐나다 PHC 등의 글로벌 트렌드 분석을 통하여 세계적인 인구의 고령화와, AI·로봇 등의 기술 변화 등으로 인한 일자리 및 경제 성장 변화 전망

- 국토교통부의 국토·교통분야 미래 전망*에 따르면, 초연결·초지능 시대의 도래로 스마트 건축 기술 및 스마트 도시 서비스 등의 창출 및 활성화될 것으로 전망

* 2040 국토교통 미래기술 예측조사 및 국토교통 비전 2045 수립을 위한 연구(KAIA, 국토교통부)

❑ **정책적 환경 분석**

❍ 미국, 중국, 일본, 유럽, 호주 등 주요국의 저탄소 및 에너지 고효율화 정책 분석을 통해 건물 분야의 온실가스 저감 및 지속가능 에너지 수급을 위한 제로에너지 확산 정책 동향 분석

- 독일개발은행 등은 주택의 개·보수 및 현장점검을 포함한 재정지원 프로그램 추진과 같이 건물 단위 그린리모델링 및 신재생에너지 도입과 커뮤니티 단위 에너지 고효율화 지원
- **제2차 녹색건축물 기본계획(2020~2024)**에 따르면 우리나라 건물분야 국가 온실가스 감축 목표의 선제적 달성을 목표**(2024년 기준 BAU대비 –22.7% 감축)**
- 그린뉴딜 사업에 공공건축물 및 공공임대주택 그린리모델링 사업과 R&D사업을 포함하여 2,382억원 편성, 온실가스 저감, 친환경 자재·설비 등 산업 활성화와 일자리 창출 추진

❑ **경제적 환경 분석**

❍ 국외 및 국내 건설·건축시장을 포함한 그린리모델링(그린빌딩), 에너지 고효율화 시공·자재·유지관리기술 등의 시장 동향 분석을 통해 국내외 건물에너지 효율화 기술 시장 규모 및 전망 파악

- 2020년 세계 주택·빌딩 산업 시장은 1조 3,412억 달러로 추정되며 아시아권 기업 및 글로벌 IT 융합 건물에너지 관리 전문기업의 시장진출이 활발

❑ **사회적 환경 분석**

❍ 사회적 환경 분석을 통해 국민의 사회적 인식·요구 변화, 건축·도시 환경적 변화요인과 그로 인한 건축·도시 효율화 관련 기술 및 산업의 역할과 동 사업의 방향성 확인

- 생활환경 및 삶의 질 개선 요구 증대에 따라 실내생활환경 개선 등을 위한 투자가 증대함
- 국내 건축물 현황에 따르면 30년 이상 노후 건물이 증가하였고, 그의 80% 이상이 주거용 건물로 나타났으며 건물 및 도시의 노후화로 인한 인프라 개선 시급

❑ **기술적 환경 분석**

❍ 국내외 건축·건설 분야의 기술 동향 분석을 통해 커뮤니티 제로에너지화를 위한 기술 개발 방향성 및 차별화 전략 도출에 활용

- 건설산업 전반의 혁신으로 인해 기존 건축·건설 기술의 AICBM 4차 산업혁명 기술과의 융복합 요구 증대
- 개별 건물 제로에너지화의 한계로 커뮤니티 단위로의 기술 확보 및 고도화가 필요

1. 메가트렌드 분석

1.1. 개요

❑ **외부환경의 변화를 분석하여 '건축·도시 에너지 최적화 기술개발' 사업 추진을 위한 주요 이슈를 도출하기 위해 다양한 국내외 메가트렌드 분석 자료를 재정리**

❍ (조사·분석) 국내외 미래 예측 전망보고서 및 공공·민간 연구기관에서 발간한 보고서 등에 대한 문헌조사, 웹페이지 조사 등 서지분석

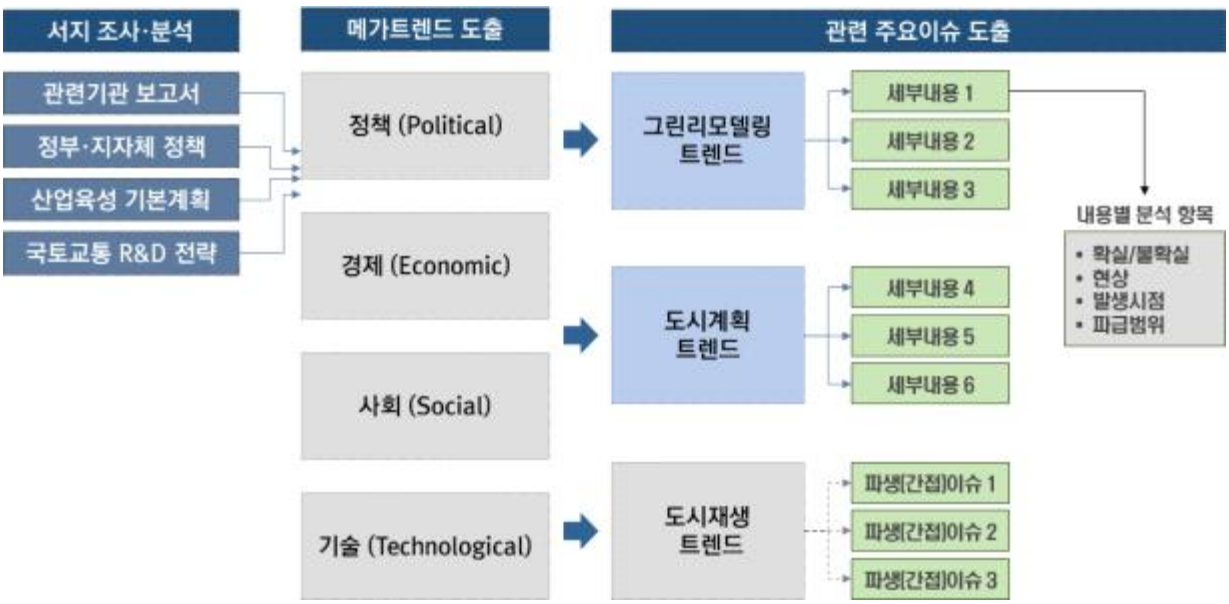
- 제5회 과학기술예측조사(KISTEP), 2040 국토교통 미래기술 예측조사 및 국토교통 비전 2045 수립을 위한 연구(KAIA, 국토교통부) 등 미래예측 메가트렌드 제시 및 과학기술 기반 대응 역량 진단 관련 보고서

❍ (메가트렌드 도출) 서지분석 자료에서 공통적으로 제시하고 있는 메가트렌드를 STEEP(Social, Technological, Economic, Ecological, Political) 기반으로 재정리하여 메가트렌드 키워드 도출

- 주요자료에서 반복적으로 제시되고 있는 키워드 위주로 도출하되 필요 시 내부연구진 논의를 거쳐 자료 발간 이후 이슈가 되고 있는 부분 등을 추가적으로 반영

❍ (건물 관련 주요이슈 도출) STEEP 분석을 통해 도출된 주요 이슈를 건물·에너지 및 유관 산업 관점에서 분석하고, 해당 이슈에 대한 대응방안 도출

- 도출된 대응방안을 해결방식에 따라 정책적, 기술적 대응방안으로 구분하고 이를 신규 기술 수요 발굴을 위한 기초자료로 활용



【 그림 2-1 】 메가트렌드 분석 프로세스

1.2. 주요 메가트렌드

1.2.1. 글로벌 트렌드 보고서 분석

❑ (UN) 세계미래보고서 2050

❍ UN 및 산하기구, 이외 다수의 국제기구 간 협조를 통해 추진된 인류 지속가능성을 위한 문제해결 연구「Millennium Project」연구결과를 기반으로 2050년을 변화시킬 3대 메가트렌드와 10가지 신기술을 제시

- 3대 메가트렌드로 세계화, 인구통계학적 변화, 기술변화의 가속을 제시

【 표 2-1 】「세계미래보고서 2050」의 메가트렌드 및 10대 신기술

메가트렌드	주요 요인	
세계화	• 25년 후 글로벌 GNP는 두 배 증가하지만, 성장률은 연평균 2-3%로 둔화 • 생활 수준이 향상하고 국제적 빈곤은 감소하지만, 불평등은 증가 • 중국과 인도의 급성장 및 영향력증가(2050년 중국의 R&D가 미국, 유럽을 추월) • 정부의 역할이 여전히 중요하지만, 실질적 국경의 소멸 효과 가속화	
인구통계학적 변화	• 세계 고령화 및 기후변화로 1억 명 이상의 인구 이동 전망 • 유럽의 65세 이상 고령 인구 비율이 현재 16.4%에서 30%로 증가 • 도시의 대형화 및 인구 집중화 증가로 67%의 인구가 도시에서 거주 • 도시 공간의 재사용, 다목적 사용 및 인프라의 스마트화 가속 • 차세대 핵가족 가속화, 주택 소유 포기 및 선호직업 선택에 최우선	
기술변화의 가속	• 인공지능, 합성생물학, 나노기술, 양자컴퓨팅, 3D 및 4D 프린팅, IoT, 자율주행차, 로봇, 드론 기술의 부상 • 무고용 성장, 일자리 감소, 부의 집중, 소득 격차, 장기 구조적 실업 증가 • 고용개념이 변화하고, 창의 요구 증가, 인공지능의 보급으로 일자리 창출 동시 감소 • 로봇과 인간의 조화와 공생으로 주 30시간 이하의 노동 및 대부분 국가의 기본 소득 보장 전망 • 프리랜서의 증가, 25% 이상의 구조적 실업이 정신문명 붕괴를 초래하고 Passive Income 의존도 증가 • 산업 혁명, 정보 혁명, 생물혁명 시대의 도래 • 무한정한 분권화, 자치화, 임시화 강화 • 공유경제, 인터넷 연결, 클라우드 소싱, 국제 금융결제의 분산화 가속	
미래를 바꿀 10가지 신기술	① 글로벌 인터넷 및 정보지식	② 디지털 의사의 등장
	③ 블록체인과 비트코인	④ 유전자 편집과 신인류 탄생
	⑤ 드론 및 무인기 등장	⑥ 석유의 종말과 태양광
	⑦ 에너지 저장장치	⑧ 슈퍼 항생제
	⑨ 로켓 재활용 시대	⑩ AI 및 IoT

* 출처: 세계미래보고서 2050, UN(2016)

❑ (미국) National Intelligence Council(NIC)

❍ 미국 국가정보위원회(NIC)에서는 중장기 전략 수립을 위해 4년 주기로 향후 20년간 큰 영향을 미칠 주요 글로벌 트렌드와 불확실성을 분석

* NIC는 미국 정보분야의 전략적 사고를 담당하는 싱크탱크로 1979년 설립. 중앙정보국, 연방수사국, 국가안전보장국, 국방정보국 등 16개 정보기관이 보내오는 정보를 취합·평가·분석하여 대통령과 정책결정자에게 제공

- 2017년 1월 발표한「Global Trends」보고서를 통해 2035년까지의 전 세계 트렌드 및 주요 동향을 다음과 같이 기술

【 표 2-2 】「Global Trends」 주요 내용

구분	주요 내용
고령화	• 선진국의 노동인구 감소 및 고령화 양상 지속 전망 • 아프리카, 남아시아 등 신흥국에서는 경제성장, 고용, 도시화 이민 등으로 인해 고령화 영향이 적을 것 • 훈련과 지속적인 교육은 선진국, 개도국 모두의 중요한 문제
경제성장	• 주요 경제는 2008~2009년 금융위기에서 비롯된 부채, 세계화에 대한 의문 등에 의해 노동력 감소, 생산성 감소에 직면할 것 • 이러한 저성장은 개도국의 빈곤 감소에 위협요소로 작용
기술발전	• 자동화와 AI는 노동자를 대체하여 경제가 적응할 수 있는 것보다 빠르게 산업 변화를 야기할 가능성이 있음 • 유전체 편집과 같은 바이오 기술은 제약 및 관련 분야에 혁명을 일으킬 것
상호연결성	• 글로벌 연결성은 사회 내부 및 사회 간 긴장을 불러올 것 • 자유주의에 대한 위협, 정부의 통제력 강화 및 종교적 영향 강화, 여성 지위 신장 등 정치적 변화 예상
거버넌스	• 대중의 정부에 대한 요구와 별개로 세금에 대한 불신, 양극화, 새로운 이슈 등에 의해 정부의 성과 창출에 어려움 예상 • 다양한 이해관계자가 얽혀있는 글로벌 이슈를 조정하는 것은 점점 더 어려워 질 것
갈등	• 주요 권력 사이의 상반된 이해로 테러 위협, 치명적이고 파괴적인 기술의 확산 등 갈등 위험 증가
환경문제	• 기후변화, 환경, 건강 이슈 및 환경문제의 장기화가 전망되며, 국가간 협력 또한 어려워 질 것으로 판단됨 • 환경문제의 표면화로 삶의 패턴이 변화할 것이며, 국가간 교류 증가 및 개도국의 열악한 건강 인프라는 전염병 관리에 리스크로 작용

* 출처: NIC(2017). Global Trends를 KISTEP(2019)에서 재인용

❑ (캐나다) Policy Horizons Canada

❍ Policy Horizons Canada는 캐나다의 미래지향적 정책 및 사업 기획 기반을 마련하기 위해 전략 예측을 수행하는 정부기관

- 2019년 발행한 The Next Digital Economy 보고서는 8가지 혁신기술이 디지털 경제에 미치는 영향, 기회, 위협에 대해 분석

【 표 2-3 】「The Next Digital Economy」 주요 내용

구분	주요 내용
IoT	• 건물, 자연환경 등에 내장된 수많은 장치가 사람, 관계, 거래, 물리적 환경에 대한 방대한 정보를 수집할 것이며, 현재 사용되고 있는 약 100억개의 장치는 2025년 약 740억개로 늘어날 것
AI 및 데이터 분석 기술	• IoT가 모은 데이터를 유용한 정보로 변환하고 해석하는 기술이 발전하여 AI 기반의 의사결정 및 조언 제공이 가능해짐 • 가상현실과 물리적 현실이 섞여 상호작용하게 될 것
로보틱스	• 로봇은 제조, 농업, 자원추출 등의 분야에서 인적 노동 수요를 크게 절감 가능 • 인간의 약점을 보완하거나 인간에 의해 조작되어 인간의 일을 대체
텔레프레젠스 (원격 현장감)	• 멀리서도 다른 사람이나 기계와 원활한 상호작용 • 증강현실 헤드셋 등을 사용한 실시간 조언 및 지시
xR	• 현실, 가상현실과는 다른 혼합형 현실 등장
합성생물학	• 살아있는 유기체를 특정 방식으로 행동하게 디자인하거나 제조·합성
첨단소재	• 첨단소재 기술 개발을 통해 저전력 및 마이크로/나노 스케일 장치 생산 가능
제조기술의 분산화	• 3D프린터, 조립 로봇과 같은 분산된 생산기술은 현지에서 사용 가능한 재료를 사용하여 현지 시장에서 필요한 제품을 제조할 수 있게 함 • 공급망 경제의 변환, 맞춤형 현지 제품 생산 등 산업구조 변화 가능
블록체인 기술	• 블록체인 기술을 사용하여 복사할 수 없는 고유한 디지털 자산을 만들어내는 기술은 안전하고 저렴한 거래, 은행과 같은 중개인의 필요성을 줄이는 등 거래과정의 혁신 유발

* 출처: Policy Horizons Canada(2019)). The Next Digital Economy를 KISTEP(2019)에서 재인용

❑ (EU) VERA[3] Project

❍ VERA Project는 유럽 내 연구기술개발혁신 환경에 대한 전략 수립을 목적으로 2012년 10개의 연구기관이 참여하고 European Council의 지원을 받아 출범

* 유럽 내 연구, 기술, 개발, 혁신 및 RTDI[4] 시스템 우선순위 설정에 대한 전략 정보 제공, 변화하는 지구 환경 및 미래사회에 과학, 기술 및 혁신 정책을 적용시키는 것을 목표로 함

- 프로젝트 내 총 6개의 WP(Work Package) 중 혁신관련 미래연구 동향을 조사하고 시나리오를 구성하는 WP1~3을 통해 16대 주요 미래전망 및 키워드 제시

【 표 2-4 】 16대 주요 미래전망 및 키워드

미래 전망	주요 키워드
① 다극사회에서 비롯되는 불확실성	regionalization, multipolar world
② 가치와 태도가 전 세계적으로 변화되는 양상	values, demographic change
③ 전통적 국가 역할에 대한 도전	governance, new models
④ 세계는 상호 연결되어 더욱 취약해지고 있음	security threats, vulnerable, cyber-crime
⑤ 고령화 사회의 건강 문제가 대두	ageing society, health care
⑥ 금융 시스템의 실패 위험 부상	systemic failures, financial crises
⑦ 현재의 지속 불가능한 경제 모델에 대한 정밀 조사 필요	eco-consistent, sustainable
⑧ 이주에 대한 대응이 요구됨	migration, globalization
⑨ 교육은 새로운 요구에 대처하기 위해 노력	education, new demands, multi-disciplinary
⑩ 빈곤한 지역의 건강 상태가 악화되고 있음	deprived regions, infectious diseases
⑪ 기후변화가 새로운 질병을 초래	cilmate change, diseases
⑫ 수요 증가에 따라 기본 자원 제공에 한계	basic resources, sustainable
⑬ 물적 자원의 희소성이 대두	material resources
⑭ 현 에너지 공급 및 사용 방식이 인류의 생존을 위협	sustainable, energy, climage change
⑮ 운송 시스템의 부담 가중	transportation
⑯ EU의 경쟁력이 위험에 처함	competitiveness, space research, human enhancement

* 출처: Policy Horizons Canada(2019)). The Next Digital Economy를 KISTEP(2019)에서 재인용

3) Forward Vision on the European Research Area
4) Research Technological Development Innovation

1.2.2. 국내 미래예측 보고서 분석

❑ (KISTEP) 제5회 과학기술예측조사

❍ 한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 제5회 과학기술예측조사를 통해 5대 메가트렌드 및 우리 사회에서 중점적으로 관심을 가져야 하는 40개 트렌드, 주요 이슈를 도출

* 과학기술예측조사는 5년마다 미래사회에서 요구되는 과학기술을 예측 조사하여 과학기술정책·전략 수립의 기초자료로 제공하기 위한 조사로 '94년 이래 5회의 조사와 1회의 수정·보완 수행

- 40대 주요 이슈 중 '도시 집중화·거대화 문제' 이슈에 대응하기 위한 미래기술이 21개로 가장 많이 분포

【 표 2-5 】「제5회 과학기술예측조사」의 메가트렌드 및 주요 이슈

메가트렌드	서브트렌드	주요 이슈
휴먼 임파워먼트	• 기대수명증가 • 자아 중심 사회 • 출산율 저하 • 여성 임파워먼트 • 인간 능력 확대 • 초고속 이동 • 인공지능과 자동화 • 새로운 소재 • 우주 시대	• 감염병 확산 속도 증가 및 신종 감염병 출현 • 고령층 대상 산업 기회 확대 • 고품질 의료 서비스에 대한 수요 확대 • 무인 이동체로 인한 물류 및 교통 체계 개편 • 불임 및 난임 문제 • 신소재, 나노물질 등의 안전성 문제 • 자동화 시스템의 확산과 부작용 • 자아 중심으로 거주 및 가족개념 변화 • 가사 및 서비스 로봇의 대중화 • 뉴로 정보의 활용 • 무인 로봇 부대 등 국방체계 변화 • 첨단 생명공학 기술 적용 범위 • 초고속 이동을 위한 운송시스템 개편 • 교육체계 개편 • 도시 집중화·거대화 문제 • 디바이스 간 지능화된 의사소통 • 양성평등 가치의 실현 • 우주 항공 산업 성장
초연결에 의한 혁신	• 디지털 네트워크 사회 • 초연결 기술 • 네트워크 중심의 권력 이동 • 전자민주주의 가속화	• IT 기술을 이용한 범죄 • 데이터의 빠른 확산 및 막대한 정보 유통 • 산업간 및 기술 간 융합 가속화 • 자동화 시스템의 확산과 부작용 • 초연결 기반 빅브라더 출현 • 가상 공간에서의 사람 간 연결성 확대 • 교육 체계 개편 • 남북한 격차의 지속적 심화 • 디바이스 간 지능화된 의사소통 • 전통적 제조 방식의 전환

메가트렌드	서브트렌드	주요 이슈
환경 리스크 심화	• 식량 위기 악화 • 에너지 수급 불균형 • 물 스트레스 심화 • 자연재난 증가 • 생태계 파괴 심화	• 감염병 확산 속도 증가 및 신종 감염병 출현 • 공공안전 인프라에 대한 사회적 관심 고조 • 새로운 非 전통 자원 탐색 • 원자력 안전성 • 기후변화로 인한 생태계 변화 • 기후변화 대응을 위한 물관리 고도화 • 식량의 무기화 • 신재생에너지 개발 보급확대 • 자원의 무기화 • 재해 피해 최소화를 위한 대응 • 친환경 산업구조로 재편
사회 복잡성의 진화	• 국제적 갈등 심화 • 문화적 다양성 확대 • 경제·사회적 불평등 심화 • 융합을 통한 창조 • 기술발전에 따른 부작용 증가 • 사회적 재난 증가 • 건강 위해요인 증가 • 통일 이슈 증가 • 국제권력의 유동성 심화 • 안보 위협요소의 진화	• IT 기술을 이용한 범죄 • 감염병 확산 속도 증가 및 신종 감염병 출현 • 고품질 의료 서비스에 대한 수요 확대 • 공공안전 인프라에 대한 사회적 관심 고조 • 산업간 및 기술 간 융합 가속화 • 식품 안전성 • 원자력 안전성 • 자동화 시스템의 확산과 부작용 • 자아 중심으로 거주 및 가족 개념 변화 • 초연결 빅브라더 출현 • 무인 로봇 부대 등 국방체계 변화 • 백신의 무기화 • 사회 인프라 노후화로 인한 대형 재난 발생 가능성 • 교육체계 개편 • 남북한 격차의 지속적 심화 • 도시 집중화·거대화 문제 • 식량의 무기화 • 자원의 무기화
경제시스템 개편	• 글로벌 인구 이동 • 도시화 확대 • 세계 인구 증가 • 글로벌 경제의 연결성 강화 • 신흥국·개도국의 부상 • 중국의 국제적 영향력 확대 • 신경제 시스템의 확산 • 일자리 구조적 변화 • 선진국 저성장 위험 지속 • 그리노믹스의 활성화 • 제조업 패러다임 변화 • 시장의 패턴 변화	• 고령층 대상 산업 기회 확대 • 고숙련 정밀 제조 및 첨단 제조 기술의 중요성 • 우리나라 주력 기술 및 산업 경쟁력이 추월당할 가능성 • 자동화 시스템의 확산과 부작용 • 사회 인프라 노후화로 인한 대형 재난 발생 가능성 • 교육체계 개편 • 도시 집중화·거대화 문제 • 전통적 제조방식의 전환 • 친환경 산업구조로 재편

* 출처: 제5회 과학기술예측조사(2016~2040), 한국과학기술기획평가원(2017)

❑ (기획재정부) 대한민국 중장기 경제발전전략

❍ 기획재정부는 2015년 「중장기 경제발전전략」을 통해 글로벌 미래 트렌드와 한국경제의 변화에 대비하고, 미래를 선도하기 위한 전략 수립

- 국제정세 변화에 적극적으로 대응하기 위해 주요 글로벌 미래트렌드 5개와 미래 한국트렌드 6개를 선정 및 분석

【 표 2-6 】「중장기 경제발전전략」의 6대 한국 트렌드 분석

구분	주요 내용
성장 잠재력 하락	• (성장률 하락) 우리나라 경제는 `00년대 이후 요소투입 위주의 양적 성장이 한계에 직면, 경제성장률이 점진적으로 하락 • (잠재성장률 하락) 향후 투자부진과 생산가능인구 감소가 생산성 정체와 맞물릴 경우 잠재성장률 하락이 고착화될 우려
저출산·고령화 심화	• (저출산·고령화 추세) 세계적으로 낮은 출산율과 유례없이 빠른 고령화로 노동력 부족 뿐만 아니라, 재정건전성 악화도 우려 • (경제적 영향) 인구구조 고령화는 노동공급 및 재정 이외에 투자, 소비, 산업, 부동산 시장 등에도 광범위한 영향을 미칠 것으로 예상
과학기술 영향력 확산	• (과학기술의 급속한 진보) 유례없는 과학기술 진보는 첨단 ICT 기술과 유수 제조업을 보유한 우리나라에 기회이자 위협요인으로 작용 • (경제·사회적 영향) 과학기술 진화는 노동력 대체, 일자리 양극화 등 고용의 질적 변화와 함께 새로운 성장 동력의 기회도 제공
대외 불확실성 증가	• (세계경제) 실물 및 자금흐름이 구조적으로 변화하면서 불확실성 확대 • (북한 정세) 북한 관련 정세변화 역시 주된 불확실성 요인 • (높은 대외의존도) 대외 불확실성은 내수가 취약하고 대외의존도가 높은 한국경제에 불안요인으로 작용
사회갈등 지속	• (갈등 양상) 짧은 시간 내 경제성장과 민주화로 사회가 복잡·다기해지면서 이해집단간 갈등이 확대될 우려 • (갈등관리 능력) 세월호·메르스 사태 이후 효과적인 갈등관리의 필요성이 부각되고 있으나, 사회갈등을 조정하는 능력은 부족
기후 변화와 에너지 리스크 확대	• (기후변화) 기후변화는 국민안전을 위협하고, 우리 경제·사회 전반에 영향을 미치는 국가 리스크로 대두 • (에너지 시장) 셰일가스 등 비전통에너지 개발확대는 에너지 수입 의존도가 높은(96%) 우리나라에 직접적 영향을 미칠 전망

* 출처: 기획재정부(2015) 대한민국 중장기 경제발전전략

【 표 2-7 】「중장기 경제발전전략」의 5대 글로벌 트렌드 분석

구분	주요 내용
글로벌화 심화	• (경제적 측면) 상품 위주의 국제거래를 탈피하고, 기업생산과 수요의 글로벌화로 기업 가치사슬이 글로벌하게 분화되는 글로벌 가치사슬이 고도화될 전망 • (사회적 측면) 글로벌 인구이동과 문화적 동기화가 확대되고, 전염병에 대한 취약성 심화
고령화와 글로벌 저성장	• (고령화의 가속화) 기대수명 증가 등으로 고령화가 지속되어 늘어나는 노인복지 수요 대응이 위험요인으로 작용 • (글로벌 저성장) 인구 고령화 등에 따라 장기적으로 세계경제성장률이 하락하는 추세이며, `30년까지 약 3%대 성장, `30년 이후 성장폭 추가 둔화 전망
기하급수적 기술진보	• (기술진보의 가속화) 디지털 기술의 발전이 다른 분야와의 상호작용을 촉진시켜 급격한 기술혁신을 주도 • (기술진보의 영향) 기술발전은 삶의 질 향상 등 기회요인과 사회적 갈등, 불평등 심화 등 위기요인을 동시에 가져다줄 것
글로벌 경제질서 재편	• (신흥국 부상과 다극화) 개발도상국 경제의 고속 성장에 따라 G20의 부상 등 신흥국의 경제적 영향력 강화 • (미국·중국의 주도권 경쟁) 세계경제의 패권을 놓고 미국과 중국간 경쟁이 본격화될 전망
기후변화 대응노력 강화와 에너지 시장 변화	• (기후변화) 기후변화는 생태계, 수자원, 식량, 해안 등 인간의 생활과 생존을 위협하는 글로벌 리스크로 작용할 전망 • (에너지) 셰일가스 등 비전통 에너지 개발 확대로 인해 안정적인 에너지 공급 기반이 조성되었으나, 불확실성이 상존



【 그림 2-2 】 글로벌 메가트렌드와 미래 한국 변화 간 관계

❑ (국토교통부) 국토교통 비전 2045 수립을 위한 연구

❍ 국토교통부는 현안 및 미래 이슈를 해결하고 국민 모두를 아우르는 사회 통합 관점의 장기적 국토교통 방향성 확립을 위해 6대 메가트렌드 및 20개 변화 동인 도출

【 표 2-8 】 메가트렌드 및 변화 동인에 따른 국토·교통 미래 전망

메가트렌드	변화 동인	국토·교통 미래 전망
인구구조 및 가치변화	저출산·고령화	• 초 노후화 아파트 등장 • 토지시장 안정속 유휴토지 증가 • 고령운전자의 안전문제 대두 • 교통약자의 이동권 보장에 대한 요구 증대
	1인 가구 가속화	• 1인 가구에 적합한 건축변화 수요 증가 • 지속적인 1인 가구의 증가로 가구 수요 증가 전망 • 주거소비 유형의 세분화 • 여가·관광통행 확대 등 통행 행태, 패턴 변화 예상
	개인 삶의 질 중시	• 세컨홈 및 임대관리 수요 증가 • 임대주택 등 맞춤형 주거서비스 수요 증가 • 라이프스타일 변화에 맞는 다양한 공간정보서비스 출현 • 건축물의 문화유산 및 문화공간화 확대 • 이용객 친화적 교통연계로 Door-to-Door 실현
	사회적 약자 및 소외 계층 배려	• 사회적 약자 및 소외계층에 대한 주거복지 수요 증가 • 교통약자 및 교통이용자를 배려한 안전교통 실현
	공유경제 심화	• 단순한 공간 공유에서 복지로의 주거 공유 활성화 • 자동차 공유문화로 진화
도시 양극화 (집중/쇠퇴)	메가시티 확대	• Mega-City, Meta-City, Mega-City Region 출현으로 도시 집중 심화 및 통행량 증가 • 도시기반시설의 노후화·유휴화 심화로 재난/재해 증가 • 도로부지 확보 한계 예상
	비 대도시권 쇠퇴 및 노후화	• 국토공간정책의 불합리성 및 불균형성 지속 • 도시 간 또는 도시 내 격차 심화

메가트렌드	변화 동인	국토·교통 미래 전망
기술 변혁의 가속	무인화 및 인공지능, 가상현실 보편화	• 자율주행자동차 상용화 • 자가용 개인항공기(PAV) 보급화 • 무인이동체 운영 및 인프라 안정성 확보 • 무인이동체의 해킹·테러 보안 확보 • 무인택시, 무인화물차 등 새로운 교통·물류 서비스 창출 • 물류센터, 수송장비 등의 무인화로 물류 속도 및 효율성 증대 • BIM, 로봇, 3D 프린팅, 드론 등에 의한 건설 자동화로 생산성 혁신 • 1인 주택 건축 증가 • 건설시공 기술력 첨단화 및 선진화
	스마트 시티화	• 다양한 스마트 도시서비스(주택, 의료, 환경, 교육 등) 창출 및 활성화 • 스마트홈 기술 보편화 • 건축물의 스마트 기술 플랫폼 역할 증대 • 물 등 공공자원 관리의 스마트화 • 멀티모달 이동체계 보편화 • 이용자 맞춤형 스마트 교통서비스 활성화 • 도로 기하구조·시설규모 단순화
	초연결 사회 도래	• 융복합에 따른 기존 업역개편 등 산업 변화 및 지식기반 산업 중심으로 경제구조 개편 • 초정밀·다차원적 Seamless 국토정보 구축 • 초연결 센서 네트워크를 통한 국토관리 • 국토·교통 분야의 4차 산업혁명 • 교통·물류 분야의 on-demand, omni-channel 서비스 활성화
경제 글로벌화 및 구조변화	글로벌 경제협력 확대 및 통합	• 보호무역주의 대두, 후발주자의 급성장으로 제조업 중심의 성장 둔화 • 글로벌 경제 통합 • 글로벌 공급사슬 관리 중요성 증대 • 초국경시대 및 블록화의 중심축 확보를 위한 Mega-Hub 공항 경쟁 • 아시안 하이웨이, 한반도 도로망 본격화 • 경제성장 둔화로 SOC 투자 지속 감소

메가트렌드	변화 동인	국토·교통 미래 전망
경제 글로벌화 및 구조변화	지식 및 서비스 산업 중심의 경제 구조 개편	• 전통건축 산업의 침체와 신규 건축시장 등장 • 글로벌 경제통합·협력 심화, 서비스, 공유경제 등 신산업 발달 • 공간정보 융복합 산업의 신시장 창출 • 건설산업의 시장 친화적 생태계 조성 및 제도합리화
	산업·기업·지역·직종 간 양극화 심화	• 계층간 공간분리(Segregation), 외국인 밀집지역 형성, 젠트리피케이션 등 사회적 양극화 심화 • 사회배려형 도시정책 요구 증가 • 기존 대도시의 집중화 및 노후화 심화 • 건설분야의 고부가가치 전문직업으로 패러다임 이동
기후변화 심화 및 환경 중요성 증대	에너지 저소비형 개발 확대	• 도시단위의 탄소저감 정책 일반화 • 에너지 사용 최소화 주택 확대 • 저탄소 녹색건설 실현
	친환경 기술개발 가속	• 친환경·고효율 교통수단 활성화로 환경문제 해소 • 친환경 자동차 기술개발 경쟁 심화 • 항공교통의 환경영향(온실가스, 소음 등) 최소화
	신종·복합 사회적 재난·재해 증대	• 도시단위의 재해대응 정책 일반화 • 재난재해로부터 안전한 주택 건설 • 재난·재해 안전 시설물관리체계 구축 • 건설에서 노후시설물 유지관리로 전환
	워터그리드 확산	• 기후변화로 극한 가뭄 발생 증가 및 물부족 심화 • 댐 건설 반대로 신규 수자원개발 난항 • 수질 확보 요구 증가로 지역간 갈등 심화
안보 및 거버넌스 환경 변화	남북한 협력 증진	• 한반도 전체의 산업구조 개편 • 남북한 공간정보의 일원화 • 국제사회 인적 및 물적 교류 활성화
	안보 및 보안 위험 증대	• 안전 및 보안사고 제로화로 무결점 항공교통 실현

* 출처: 국토교통부(2016) 국토교통 비전 2045 수립을 위한 연구

1.3. 주요 이슈

❑ 국내외 메가트렌드 및 미래예측 보고서에서 반복적으로 언급된 주요 이슈들을 PEST 분석 틀을 활용하여 유형화

❍ 서지정보 조사 결과를 바탕으로 정리된 메가트렌드를 PEST 유형별로 분류하고 유사군에 대한 그룹핑 수행

- 유사 전망 메가트렌드를 기준으로 1차 그룹핑을 실시하며 1차 그룹핑 된 내용을 바탕으로 대표적이며 포괄적인 메가트렌드를 핵심 테마로 선정
- 정책(Political), 경제(Economic), 사회(Social), 기술(Technological) 관점의 이슈 및 전망 도출

【 표 2-9 】 PEST 구조의 메가트렌드 분석

PEST	메가트렌드	이슈 및 전망
P(정책)	정책 거버넌스 변화	사회적 약자 및 소외 계층 배려 필요성 증가
	국가간 갈등 심화	안전위협 및 환경문제 등으로 인한 갈등 증가
		에너지 분야를 비롯한 안보 및 보안 위험 증대
	과학기술 정책 변화	혁신 성장동력 산업의 지속적 발굴 및 지원 필요
		과학기술을 통한 포용기반 동반성장 강조
E(경제)	저성장의 고착화	생산인구 감소 및 소비 둔화로 세계적 저성장기 돌입
		산업 구조 및 인력 변화에 따라 산업생태계 혁신 요구
	경제 시스템 재편	산업 간 융합 가속화 및 정보 교류·활용 활성화
		제조기술의 탈중앙화, 공급망 경제의 전환
	양적 성장 한계	요소투입 위주의 양적 성장 한계 직면
		기술기반 신산업·서비스 창출 등 성장동력 발굴 필요
S(사회)	초고령화 사회 도래	저출산·고령화로 생산인구 감소 야기
		1인·고령 가구 증가로 복지 수요 증대
	사회 복잡성의 진화	경제·사회적 불평등 심화
		기술 발전에 따른 부작용 우려
	사회갈등 지속	거주 및 가족 개념의 변화
		공공·안전 인프라에 대한 사회적 관심 고조
	환경문제의 장기화	도시화 심화로 인한 유해·오염물질 및 폐기물 처리 요구
		기후변화로 인한 이상기후 현상 증가
	에너지 리스크 확대	에너지 수요와 환경 문제 간 이해상충 발생
		대체에너지 개발 수요 증가
	신종·복합 사회적 재난/재해 증대	글로벌 연결성 강화에 따른 신·변종전염병 리스크 증가
T(기술)	기술변화의 가속	산업 간, 기술 간 장벽 해소로 신산업 여건 성숙
		고용의 질적 변화 및 신 성장동력 발굴의 기회
	4차산업혁명 기술 등장	ICT 기반 초연결·초지능 융합기술 등장
		인공지능 기반 자동화 기술 창출
	지속가능·친환경 기술 요구	공급 불평등을 비롯한 사회문제를 기술을 통해 해결
		한정된 기본자원의 효율적 소비·공급을 위한 기술개발 필요

2. 정책적 환경분석

2.1. 국외 정책 동향

2.1.1. 주요 이슈

❑ 2015년 12월 COP21에서 파리 기후협정문이 채택되며 신기후체제 출범

❍ 교토의정서(1997)를 대체할 새로운 기후변화체제로, 선진국과 개발도상국 모두 의무이행 당사국으로서 자국 상황에 적합한 기후 대처방안을 모색하게 됨

- 주요 선진국을 대상으로 온실가스 배출 감축의무와 감축목표량을 제시했던 기존 체제와 달리 참여 국가 스스로 감축 목표량을 설정할 수 있도록 정함
  - · 모든 당사국은 탄소 배출량 감축에 적극 동참하고, 향후 감축목표량과 그 이행 방안에 관한 내용을 담은 국가별 기여방안(NDC[5])을 5년마다 제출할 의무를 가짐
- NDC 의무 외에도 재정지원을 통한 기후변화 대책마련 지원 등 협약을 효과적으로 이행하기 위한 다양한 방안 제시
  - · 개발도상국의 기후변화 대처능력 함양을 위한 전문위원회 설치, 기술이전 및 투명성 확보를 위한 이니셔티브 도입, 정부 이외의 이해관계자들을 위한 플랫폼 등

【 표 2-10 】 주요국 NDC 감축목표 및 에너지 정책 방향

국가		`30년 감축목표	에너지 정책 방향
	미국	`25년까지 `05년 대비 26~28% 감축	▪ 신재생에너지 발전 비중 28% 달성(`30) ▪ 전기차 100만대 보급 목표 발표(~`15)
	중국	`05년 대비 60~65%(원단위) 감축	▪ 태양광 100GW, 풍력 200GW 구축(~`20) ▪ 전기차 500만대 보급(~`20)
	일본	`13년 대비 26% 감축	▪ 68GW 규모 태양광발전 승인 ▪ 스마트미터 1,700만대 보급(~`17)
	EU	`90년 대비 40% 감축	▪ 신재생에너지, 전기차 50억유로 지원 ▪ 전기차 470만대 보급(~`20)
	호주	`05년 대비 26~28% 감축	▪ 신재생에너지 발전비중 20% 달성(`20) ▪ 배출량감축펀드(ERF) 3억 달러 조성(`18~`19)

5) Nationally Determined Contributions

❑ 건물분야의 온실가스 저감과 지속가능에너지 수급을 위해 각국은 제로에너지빌딩 확산 정책 및 탄소제로도시 조성 추진

❍ 대부분의 IEA 회원국에서 총 1차에너지 사용량의 40% 이상이 건물부문에서 소비되고 있는 것으로 집계됨(IEA,2013)

- 이에 따라 유럽과 미국, 최근에는 개발도상국에 이르기까지 건물부문의 에너지 고효율화를 위한 다양한 정책들을 수립·시행하고 있음
  - · 에너지 절약 설계기준, 에너지 효율등급 인증제도, 에너지소비증명제, 가전기기 에너지소비효율 표시제도 등 다양한 제도를 제정·시행
  - · 일부 선진국에서는 제도 제정 및 시행 외에도 제도의 실효성과 영향력을 높이기 위해 다양한 활동을 병행하고 있음

❍ 제도 개선, 기술 개발과 더불어 개별 건축물 에너지 효율향상 개념을 도시 단위로 확장, 도시의 필요에너지 전체를 신재생에너지로 조달하고자 하는 탄소제로도시 조성 추진

- 영국 BedZED, 독일 프라이부르크시 등에서 친환경 신재생에너지 기반의 탄소제로도시 구축을 위한 연구 진행중
  - · (BedZED) 최초의 친환경 탄소중립 복합개발 사례로, 개별 건물의 효율향상과 태양에너지 활용 극대화, 차량 운행 최소화, 자연건축자재 활용 등을 통해 저에너지소비형 주택단지 구축
  - · (프라이브루크시 바우반 지구) 패시브 건축기법, 태양열발전, 집단에너지사업 및 BedZED에 비해 더 엄격한 차량 운행 저감을 통해 BedZED의 20배 가까운 규모로 동일한(주민 1인당 이산화탄소 배출량 0.5톤/년 수준)에너지 효율 달성
- 개별 건축물의 에너지 효율향상과 함께 신재생에너지로의 에너지믹스 전환, 온실가스 미배출 연료 및 차량(Zero-Emission Fuel/Car) 활성화를 위한 정책 추진 병행



BedZED의 자연환기시스템



바우반 지구의 친환경 건축물

【 그림 2-3 】 BedZED와 바우반 지구의 친환경 건축 사례

2.1.2. 주요국 정책 동향

2.1.2.1. EU

❑ 재정지원, 대안 제공, 성능정보 제공 의무화 등 건물 에너지 고효율화 기술·제품 사용 촉진을 위한 다양한 정책 추진

❍ EU는 2011년 2050 저탄소 경제 로드맵을 발표하고, 2050년까지 `90년 대비 온실가스 배출량을 80% 이상 감축할 것을 제시

- 특히, 건물부문은 약 90% 이상의 감축 목표를 제시하고, 효율기술 고도화, 신재생에너지 이용 증대, 고효율 제품 사용 등 비용효율적 감축수단 활용을 강조
- 로드맵의 원활한 이행을 위해 EU 각 회원국으로 하여금 건물에너지성능지침(EPBD[6]), 에너지 효율지침(EED[7]), 신재생에너지 지침(RED[8])의 세 지침을 중심으로 다양한 정책을 동시적, 복합적으로 도입·시행할 것을 촉구

❍ 2018년 개정된 EPBD가 2050년까지 국가별 기축건물에 대한 장기적 리노베이션 전략 수립 및 이행을 요구함에 따라 다양한 금융지원 정책과 리모델링 의무화 정책이 확대되고 있는 추세

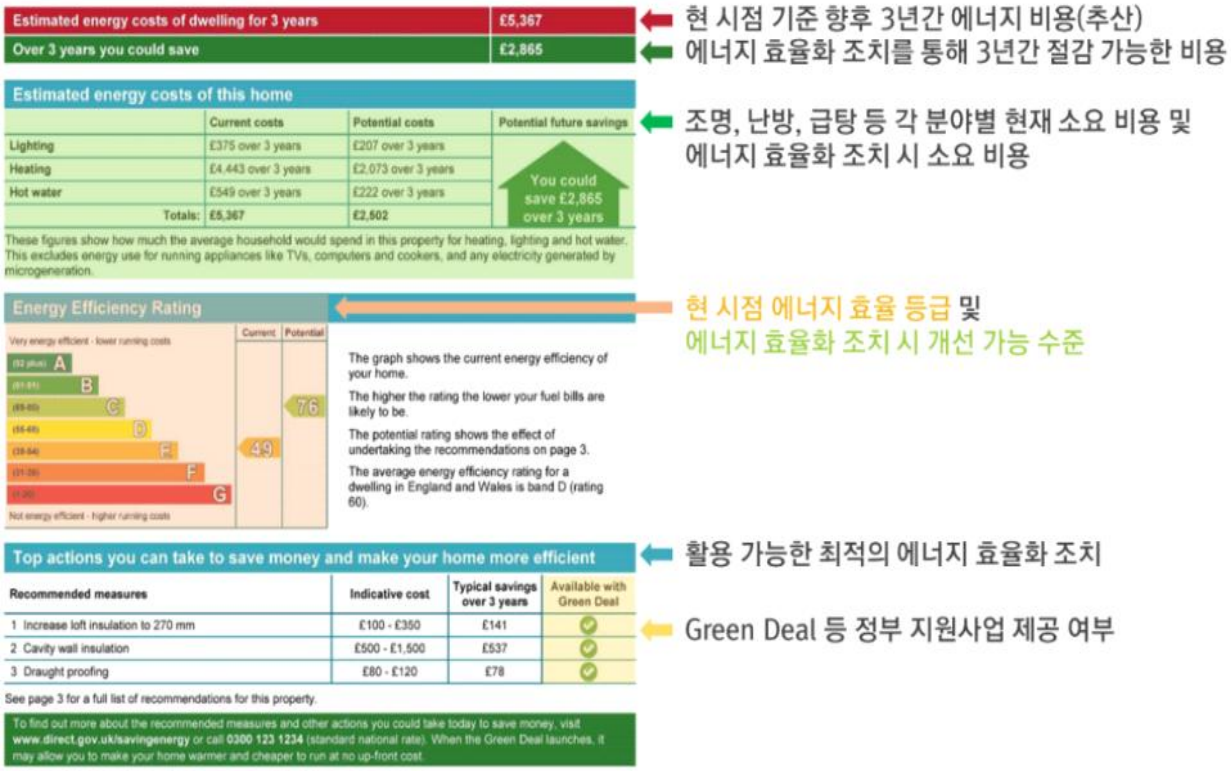
- 신축 뿐만 아니라 기존 건물의 주요 리노베이션 또는 건물의 매매·임대 시 최저 에너지효율 기준을 도입하여 에너지효율 개선을 위한 리모델링 활성화
- 또한, 개정안은 전기차 이용 인프라 확충, 자동화를 포함하는 스마트기술의 도입 등 건물부문 및 타 분야의 에너지 효율기술 간 연계 활성화 관련 내용을 추가

❑ 에너지성능증명서(EPC) 의무화로 건물에너지 정보 제공 및 건물주의 의사결정 지원

❍ EU EPBD 11조는 에너지 효율화 건물에 대한 인지도 향상을 통한 수요 촉진을 목적으로 회원국들이 모든 건물을 대상으로 에너지성능증명서 시스템을 갖추도록 규정

- EPC는 건물 에너지요구량 및 성능과 관련된 주요 정보를 담고 있어야 하며, 성능개선 방향에 대한 정보들 또한 포함해야 함
  - 외피 개선 잠재량, 보일러/냉방/급탕 등 설비시스템 최적화 및 건물 구성요소를 포괄하는 전반적인 성능개선에 대한 방향 제시
  - 소유주의 리모델링 투자 결정에 도움을 줄 수 있는 에너지 절감효과 및 예상 비용편익 등에 대한 내용 제공 가능
- 해당 규정에 근거하여 EU 회원국들은 나라별로 각색된 EPC 시스템을 갖추고 있으며, 제공 내용이나 형식에 약간의 편차가 있으나 성능 공개 및 분류체계 운영
  - 개별 리모델링에 특화된 컨설팅 및 정보제공을 위한 개별 건물 리모델링 로드맵(ISFP) 도입(독일 DENA) 등 국가별 정책 운영방식 상이

6) Energy Performance of Buildings Directive
7) Energy Efficiency Directive
8) Renewable Energy Directive



【 그림 2-4 】 에너지성능인증서 예시(영국)

[(참고) 영국의 EPC 시스템 운영체계]

❍ 영국은 주거용 건물은 2007년, 비주거용 건물은 2008년부터 EPC 발행을 의무화

- 모든 부동산 매매 및 임대 거래에 EPC 제출을 의무로 규정하고, 미첨부시 주거용 건물은 200 파운드, 비주거용 건물은 500~5,000파운드 이상의 벌금 부과

❍ 해당 건물이 지닌 현재의 에너지 성능 뿐만 아니라 비용 효율적인 에너지 효율화 조치 방안과 이를 통한 절감잠재량, (예상) 절감 비용 등을 함께 제시

- 부동산의 에너지 성능을 객관적으로 평가하고 효율에 따라 A(최고효율)에서 G(최저효율) 등급까지 분류
  - 2006년 EPC 제도 시행 이후 2016년까지 10년동안 가장 낮은 효율등급인 F~G등급 구간의 건물 비중은 17%에서 5%까지 감소하였으며, 최고효율 등급인 A~C 구간은 5%에서 30%까지 증가
- 에너지 성능 평가 및 보완 방안, 보완 시 개선 수준 등을 직관적으로 비교하여 예상되는 절감비용을 토대로 어느정도 수준에서 리모델링 비용을 충당할 수 있는지를 판단할 수 있는 기초자료 제시
  - 또한, 에너지 비용 저감을 위한 최적의 효율화 조치 별 정부 지원 사업 연계 가능여부 등에 대한 정보를 제공하여 소유주의 의사결정 지원

❑ (독일) 다양한 재정지원 프로그램을 바탕으로 개별건물의 그린리모델링·신재생에너지 도입 및 커뮤니티 단위 에너지 고효율화 지원

❍ 독일개발은행은 독일 연방정부의 CO_2-건물 재건축 프로그램 규정에 의거, 고효율주택(Effizienzhaus) 대상 재정지원 프로그램 추진

- 기존 건물의 환경 개선을 목적으로 하는 총체적 또는 부분적이고 개별적인 조치에 대해 효율 개선 비율을 기준으로 지원 규모를 차등 적용
  - 기존건물 에너지효율 개선 리노베이션에 대한 직접 보조금(KfW 430)은 신축건물의 에너지 소요량 대비 기존건물 리노베이션 수준에 따라 지원대상 비용의 최대 30%, 가구당 최대 30,000EUR 한도 내에서 지원됨
  - 사후 상환의무가 있는 융자지원(KfW 151)의 경우 최대 100,000EUR(부분 효율개선 공사는 50,000EUR)까지 대출이 가능하며, 목표 에너지 성능 달성 시 고효율 정도에 따라 최대 27.5%(27,500EUR)까지 리베이트 환급 가능

❍ 주택의 개·보수를 비롯, 에너지효율향상을 위한 현장점검, 신재생에너지시설·설비 사용 활성화 등 건물분야 효율개선을 위한 다양한 지원대책 추진

- 건축물 에너지효율향상을 위한 인증·평가 및 컨설팅과 더불어 고효율 건축물 구매 시에도 보조금, 융자 등 자금지원을 제공함으로서 기축건물의 리모델링 및 고효율 건축시장 활성화
  - 에너지효율화 전문가를 통한 현장점검 지원(KfW 431), 에너지 효율화 리모델링된 주택을 구입하고자 하는 개인 또는 주택조합에 대한 지원 등
- 그밖에도, 신재생에너지 유관기술의 경제성 제고, 도입 독려 등 수혜자가 본인의 여건에 부합하는 자금지원 프로그램을 선택할 수 있도록 다양한 프로그램 제공
  - 신재생에너지 사용을 위한 난방기기 교체에 대한 융자지원(KfW 167), 신재생에너지시설 및 관련 저장설비 설치에 관한 융자지원(KfW 270, KfW 275) 등

❍ 에너지 효율 개선에 관한 신기술 도입과 컨설팅 관련 지원을 하고 있는 독일 경제수출통제청(BAFA)에서는 커뮤니티 에너지효율화 관련 다양한 지원을 수행

- BAFA 인증 열병합시설 생산전력 보상제도
  - 열병합법에 따라 열병합 시설 용량 및 사용방법 등에 차등을 두어 kWh당 정해진 단가로 최대 생산량 내의 전력생산량에 대한 가격을 책정, 보상
- BAFA 냉난방저장시설 지원금
  - 고효율 기술이 적용된 냉온열 저장탱크에 열병합설비에서 생산·공급하는 열을 저장/운용하는 경우 열병합 추가 지원금을 제공하는 제도
- BAFA 지역냉난방 네트워크 지원금
  - 연결되는 가구의 열 이용의 일정부분 이상을 열병합 열, 산업용 폐열이나 신재생에너지 열 등에서 공급받는 경우 배관 등 네트워크 설치 지원금 제공

❑ 에너지 효율 규제 강화와 에너지 효율 향상 재정지원의 동시 추진

❍ 독일은 에너지 효율 강화 정책과 함께 다양한 재정지원 프로그램으로 개별 건물 에너지 효율화 리모델링 및 커뮤니티 단위 에너지 효율화 지원

❍ (배경) 에너지 목표 달성을 위해 에너지소비량의 40%인 건물 부문 에너지효율 혁신 요구

- Energy Concept 2010에 따라 2050년까지 1990년 대비 CO_2 배출량 80% 저감, 2008년 대비 전력소비량 25% 및 1차에너지 소비량 50% 저감 계획 수립

【 표 2-11 】 독일의 에너지 목표

구분(저감항목)	기준년도	2020년	2050년
CO_2 배출량	1990년	40%	80%
전력 소비량	2008년	10%	25%
1차에너지 소비량	2008년	20%	50%

- 건물 부문은 독일 내 에너지소비량의 40%, CO_2 배출량의 20%를 차지하며 이 중 66% 이상은 단열기준이 마련된 1977년 이전 준공되어 에너지 효율화 리모델링 시급

  · 이에 따라 건물 부문에서도 에너지 리모델링 비율을 2배(1%→2%) 확대하고 2050년까지 대부분의 건물을 기후 중립으로 만들겠다는 목표 표명

【 표 2-12 】 독일의 건물 부문 에너지 목표

구분(저감항목)	기준년도	2020년	2050년
열요구량	2008년	20%	-
1차에너지 소비량	2008년	-	80%

❑ 기존 건물 대상 에너지 효율 규제

❍ 독일은 에너지절약법(EnEG)를 시작으로 건물 에너지에 관한 규제 시행

❍ 에너지절약법(EnEG, Energieeinsparungsgesetzes)

- 유럽연합 건축물에너지성능지침(EU EPBD)을 이행하기 위해 1976년 에너지절약법(EnEG)이 제정되었고 동법의 결과로 1977년 열보호규정(WSchV, Wärmeschutzverordnung) 제정

❍ 에너지절약규정(EnEV, Energieeinspar Verordnung)

- 2002년 기존의 열보호규정(WSchV)과 난방설비규정(HeizAnlV)를 통합하여 제정하였으며 증축, 개축, 수선, 리모델링 등 기존 건물부문 면적의 10% 이상 개보수시 에너지 성능의 개선 규정

  · 2004년, 2009년, 2014년 총 4번의 개정을 거쳐 에너지성능 기준을 강화했으며 2012년부터 모든 신축 및 개보수 건물에 대해 에너지소비인증서(Energieausweis)를 제출하도록 명시

- 건물 특성상 다음 보수 주기까지 성능 개선이 어렵기에 리모델링시 에너지 효율 개선 기회를 극대화시키기 위함

· 기존 건물의 경우 신축 건물에 비해 완화된 규정 적용(최소 열관류율, 에너지 소비 총량)

· 냉난방 설비 개선 및 제어, 유량조절 기술 적용 및 노후 보일러 교체는 개보수되는 면적과 무관하게 모든 증축, 개축, 수선, 리모델링 프로젝트에 적용

❍ 재생에너지열법(EWärmeG, Erneuerbare Energien Wärmegesetz)

- 기존 건축물의 난방시스템 교체시 15% 이상 신재생 열에너지 사용 혹은 해당 에너지 양만큼 전체 에너지 효율 향상 규정
- 바덴뷔르템베르크주에서 신재생 열에너지 기술 발전과 시장 확대를 위해 2008년 도입
  · 이후 연방법으로 제정되었지만 기존 건물에 대한 의무조항은 제외되어 기존 건물에 대한 규정은 바덴뷔르템베르크주에서만 유지

❍ (현황) 에너지절약규정(EnEV), 재생에너지열법(EEWärmeG), 에너지 절약법(EnEG)의 통합 및 건물에너지법(GEG: Gebäudeenergiegesetz)의 제정 논의 중

【 표 2-13 】 독일의 기존 건물 대상 에너지 효율화 성능 규제

구분			내용
에너지 절약규정 (EnEV)	무조건 적용		▪ 냉난방 설비 개선 및 제어, 유량조절 기술 적용 ▪ 노후 보일러 교체
	조건 적용		▪ 건축물 해당 면적의 10% 이상 증개축, 수선, 리모델링시 건물 외피 개선과 관련된 거의 모든 최소규정 적용 ▪ 지붕, 창문 등 개별요소에 대한 열관류율 기준 적용 ▪ 신축건물 1차에너지 소요량 기준의 140% 이하 달성
	요구 사항	단열재	▪ U-값(W/㎡·K) : 벽(0.28) 바닥(0.35) 창(1.3) 문(1.8)
		채광창	▪ 창 열전달계수 : 1.40 W/㎡·K ▪ 투과율 : 0.60
		난방	▪ 최대 SPF 4 송기 동력 - 난방 냉각 용량이 12kWh 이상, 4,000㎥/h인 공조 시스템
		재생에너지	▪ 건물에서 직접 생산된 재생에너지가 그리드에 공급되지 않고 건물에서 직접 사용되는 경우 에너지 수요에서 차감
재생에너지열법 (EwärmeG) ※바덴뷔르템베르크주만 적용			▪ 주거용 및 비주거용 건축물 대상 난방기기 교체시 15% 이상 신재생에너지 열원 이용 의무화(보일러만 교체시 제외)

※출처: 에너지전환포럼(2018), 한국건설생활환경시험연구원(2017)

❑ 건물 관련 에너지 효율 등급 및 인증제

❍ 독일은 주거용 건물의 에너지 성능을 표준건물(reference building) 대비 1차에너지 소비 절감량과 열손실 비율로 나타낸 에너지효율 주택 기준등급으로 제시

- 또한, 에너지 소비가 매우 낮은 Passive House(Passivhaus)와 같은 인증제를 도입

【 표 2-14 】 독일 에너지효율 주택 등급 기준

등급	연간 1차에너지 소비 절감*	열손실 비율*
KfW-에너지효율 주택 55	55%	70%
KfW-에너지효율 주택 70	70%	85%
KfW-에너지효율 주택 85	85%	100%
KfW-에너지효율 주택 100	100%	115%
KfW-에너지효율 주택 115	115%	130%
KfW-에너지효율 주택 기념물	160%	-
패시브하우스	연간 난방에너지 : 15kWh/㎡	

* 표준건물(reference building) 대비

※출처: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy(2014), 한국건설기술연구원(2017), 건축도시공간연구소(2018)에서 재인용

❍ Passive House 인증을 위해서는 연간 난방에너지를 15kWh/㎡ 이하로 유지하고 1차에너지 요구량, 열관류율, 기밀성, 환기, 급탕 및 가전기기 관련 세부 기준 충족 필요

【 표 2-15 】 독일의 Passive House 인증 세부 기준

인증	세부 기준
Passive House (Passivhaus)	▪ 1차에너지 요구량 : 120 kW/m2 이하 ▪ 외피 열관류율 : 0.15 W/(m2K) 이하 - 외피는 열교가 생기지 않게 시공 ▪ 유리의 열관류율 : 0.8W/(m2K) 이하 ▪ 일사획득계수(g-value) : 최소 50% 이상 ▪ 창의 총 열관류율 : 0.8 W/(m2K) 이하 ▪ 건물 외피의 기밀성 : 50Pa 차압조건에서 측정 누기량 0.6회/h 이하 ▪ 환기시스템 : 최고 열회수 효율을 갖도록 설계 ▪ 효율(ηHR) : 75% 이상 ▪ 급탕 생산 및 분배 시스템의 열손실 최소화 ▪ 고효율 가전기기 사용

※출처: 한국건설기술연구원(2017)

❑ 에너지 효율 건축 및 개보수 프로그램(Energy-efficient Construction and Refurbishment)

❍ 2001년 시행된 연방정부의 CO_2-건물 개보수 프로그램(Geäudesanierungsprogramm)에 따라 독일재건은행(KfW)은 에너지 고효율 주택(Effizienzhaus) 대상 재정지원 프로그램 추진

- 정보(홍보)-상담-지원의 3가지 원칙에 따라 에너지 고효율 건물 신축, 구매 및 리모델링에 대해 저금리 대출 및 보조금을 제공하되 에너지 효율 기준을 적용하여 차등 지원
- 용도별 및 규모별로 에너지 고효율 주택 신축에 대한 대출(Kredit 153), 에너지 효율 개선에 대한 대출(Kredit 151, 152), 에너지 효율 개선에 대한 투자보조금(Zuschuss 430), 에너지효율 컨설팅 및 감리비 보조금(Zuschuss 431) 등 다양한 지원으로 구성
- 신재생에너지 시설을 위해서도 난방기기 교체 대출(Kredit 167), 신재생에너지 발전설비 구축 대출(Kredit 270) 에너지저장장치 구축 대출(Kredit 275), 연료전지 구축 보조금(Zuschuss 433) 등 광범위한 지원 제공

【 표 2-16 】 독일의 KfW 에너지 효율 건물 관련 지원 프로그램 요약

구분			프로그램명	지원항목	지원 규모
주거	신축	대출	Kredit 153	KfW 에너지효율 주택	최대 120,000유로
	개보수	대출	**Kredit 151**	KfW 에너지효율 주택	최대 120,000유로
			Kredit 152	개별 조치 수행 주택	최대 50,000유로
		보조금	**Zuschuss 430**	KfW 에너지효율 주택	최대 48,000유로
	컨설팅	보조금	**Zuschuss 431***	전문가 비용	최대 4,000유로
비주거	신축	대출	Kredit 276	KfW 에너지효율 건물	최대 2,500만 유로
	개보수	대출	Kredit 277	KfW 에너지효율 건물	
			Kredit 278	개별 조치 수행 건물	
신재생	시설 구축	대출	Kredit 167*	난방기기	최대 50,000유로
			Kredit 270	태양광, 풍력, 바이오, 지열	최대 50,000유로
			Kredit 275	에너지저장장치	최대 투자금의 100%
		보조금	Zuschuss 433	연료전지	최대 16,950유로

* 151, 152, 430과 중복 가능

※출처: KFW 웹페이지



【 그림 2-5 】 KfW의 재정지원 구조도

- **(대출 조건)** KfW의 대출 지원 프로그램은 0.75~1.03%의 저금리로 운영되며 리모델링 관련 Kredit 151, 152의 경우 0.75% 이자율과 1~5년의 거치기간 및 10년의 이자고정기간을 가짐
  - 상환 방법은 원리금균등분할 상환과 만기일시상환이 있음

【 표 2-17 】 Kredit 151, 152의 대출 조건

상환방식	이자율	상환기간	거치기간	이자고정기간
원리금균등분할	0.75%	4~10년	1~2년	10년
		11~20년	1~3년	
		21~30년	1~5년	
만기일시상환		4~10년	-	-

※출처: KFW 웹페이지

- **(상환보조금)** 대출 프로그램의 경우 KfW 에너지효율 주택 등급 기준에 따라 대출 상환보조금 지원을 받을 수 있으며 리모델링 관련 Kredit 151, 152의 경우 대출금의 20~40%까지 지원
- 대출 없이 리모델링 보조금을 받는 경우(Zuschuss 430)에도 지원 규모는 동일하게 KfW 에너지효율 주택 등급 기준에 따라 투자 금액의 20~40%를 최대 48,000유로까지 지원

【 표 2-18 】 Kredit 151, 152의 대출 상환보조금 및 Zuschuss 430의 보조금 기준

등급	지원 대상 비용	최대 보조 비율	최대 지원 금액
KfW-에너지효율 주택 55	120,000유로	40%	48,000유로
KfW-에너지효율 주택 70		35%	42,000유로
KfW-에너지효율 주택 85		30%	36,000유로
KfW-에너지효율 주택 100		27.5%	33,000유로
KfW-에너지효율 주택 115		25%	30,000유로
KfW-에너지효율 주택 기념물		25%	30,000유로
개별 조치	50,000유로	20%	10,000유로

※출처: KFW 웹페이지

❍ **(성과)** 에너지 효율 건축 및 개조 프로그램은 10년간 총 400만 개 이상 신축·개조 수행[9)]

- 1,000억 유로 이상의 대출/보조금을 지원하여 400만 개 이상의 에너지 고효율 건물의 신축 및 에너지 성능 향상 개보수 진행
- 2,600억 유로 이상의 투자를 촉진하고 건축 산업 관련 분야에서 연평균 320,000개 일자리 창출
- Jülich Research Center의 연구결과에 의하면 에너지 효율 건축 및 개조 프로그램은 1유로 당 3,0~5.4유로의 효과를 내어 공공예산의 압력을 약 106억 유로 가량 완화하는 것으로 밝혀짐

9) KFW 웹페이지

【 표 2-19 】 KfW 에너지효율 건축 및 개조 프로그램 연간 예산 규모

(단위: 백만유로)

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
건축	3.1	3.7	3.6	5.6	6.3	5.6	7.0	11.3	10.3
개보수(대출)	5.7	4.9	2.8	4.2	3.9	3.5	3.4	3.8	3.5
개보수(보조금)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.5
합계	**8.9**	**8.7**	**6.5**	**9.9**	**10.4**	**9.3**	**10.6**	**15.5**	**14.2**

※출처: 건축도시공간연구소(2018)

❑ 에너지 효율 도시 재개발 프로그램(Energy-efficient Urban Redevelopment)

❍ 독일재건은행(KfW)은 지역단위의 에너지효율 건물 신축 및 개선사업을 추진하는 지자체, 공기업 및 비영리기관을 대상으로 저금리 대출 및 보조금 지원

- 에너지 효율적인 지역 냉난방 및 급수/폐수 처리 시설에 대한 대출(Kredit 201, 202), 비주거 건물에 대한 지역 단위 신축 및 리모델링 대출(Kredit 217, 218, 219, 220), 지역 재개발 계획 수립 및 관리 비용에 대한 보조금(Zuschuss 432) 등의 지원 제공
- 프로그램별로 지자체, 지방공기업 지역자치단체, 지역 기업, 지역 비영리단체 등을 지원하며 보조금(Zuschuss 432)의 경우 지자체 및 지방공기업에게만 지원하되, 지역 기업 및 주택조합, 지역공동체 등에게 지급 가능

【 표 2-20 】 독일의 KfW 에너지 효율 도시개발 관련 대출 지원 프로그램

구분		프로그램명	지원 대상	지원항목	지원 규모
시설	설치 및 교체	Kredit 201	지자체, 지방공기업, 지역자치단체	지역 열/냉방 공급시설, 수도/하수처리 시설	최대 투자금의 100%
		Kredit 202	지역 기업, 비영리단체, 공공-민간 파트너십, 투자자-사업자 모델		최대 5,000만 유로
비주거 건물	신축	Kredit 217	지자체, 지방공기업, 지역자치단체	KfW 에너지효율 건물*	최대 2,500만 유로 (특정한 경우 상한 초과 가능)
	개보수	Kredit 218			
	신축	Kredit 219	지역 기업, 비영리단체, 공공-민간 파트너십, 투자자-사업자 모델	KfW 에너지효율 건물*	2,500만 유로
	개보수	Kredit 220			

* 개별조치 포함

※출처: KFW 웹페이지

【 표 2-21 】 독일의 KfW 에너지 효율 지역개발 관련 보조금 지원 프로그램

구분	단계	프로그램명	지원 대상	지원 항목 및 규모	비고
재개발	(1단계) 지역계획 수립	Zuschuss 432	지자체, 지방 공기업	▪ (항목) 지역계획 수립 비용 ▪ (규모) 지원 대상 비용의 65% - 한도 없음	지역 기업, 주택사업자, 주택조합, 지역공동체 등에게 지급 가능
	(2단계) 재개발 관리			▪ (항목) 재개발 관리자에 대한 비용 ▪ (규모) 지원 대상 비용의 65% - 3년간 최대 15만 유로 - 5년간 최대 25만 유로	

※출처: KFW 웹페이지

- **(대출 조건)** 대출 프로그램은 0.01%의 낮은 이자율과 10~30년의 상환기간을 가짐

【 표 2-22 】 도시 재개발 대출 프로그램의 대출 조건

이자율	상환기간	거치기간	이자고정기간
0.75%	10년	2년	10년
	20년	3년	
	30년	5년	

※출처: KFW 웹페이지

- **(성과)** 대출 프로그램과 보조금 프로그램 모두 승인 건수와 지원 규모가 증가하는 추세
  - 대출 프로그램(201, 202)의 경우 지원 건수는 2015년 61건에서 2016년 65건으로 증가하였고 지원 규모도 7,860백만 유로에서 1억 4,350만 유로로 증가
  - 보조금 프로그램의 경우 지원 건수는 2015년 153건에서 2016년 169건으로 증가하였고 지원 규모도 990만 유로에서 1,020만 유로로 증가

❑ (에너지 효율화 리모델링 컨설팅) 개별 건물 리노베이션 로드맵(iSFP)

❍ (개요) 독일은 EPC가 개별 건물의 에너지 성능 개선을 위한 포괄적 정보제공이 부족하다고 인식하여 2017년 개별 건물에 특화된 리모델링 정보제공 정책 도입

- 개별 건물 리노베이션 로드맵(iSFP, Individuelle Sanierungsfahrplan)은 2015년 12월 발표된 독일 '건축물 연방 효율 전략(ESG, National Energy Efficiency Programme)'의 일환으로 초기에 바덴 뷔르템베르크에서 소규모로 개발·테스트되어 현재 국가 전체에 적용
- **개별 건물 맞춤형 에너지 효율 향상 컨설팅**을 제공하되 규격화된 목표 설정보다는 개별 건물 상태를 고려한 특정 목표를 설정하고 **단계별 로드맵** 제시

❍ (문제점 및 해결방안) 에너지 효율화 리모델링에 대한 지식·인식 부족으로 시장 활성화 부족 및 신뢰성 있고 사용자 친화적인 리모델링 정보 제공 결여

- 독일에서는 EPC가 리모델링을 위한 신뢰성 있는 자료로 여겨지지 않으며 표준화된 에너지 감사 보고서는 분량이 방대하여 사용자 접근성이 부족하고 리모델링 활성화의 걸림돌로 작용

- 건물주에게 에너지 효율화 리모델링이 '귀찮고 어려운 일'에서 '자산·생활환경의 개선 기회'로 여겨지게 만들 수 있는 장치가 요구되었으며, 이러한 장벽 극복을 위해 iSFP는 미래 지향적이고 사용자의 니즈를 반영하도록 설계

  · 사용자에 대한 쉬운 정보제공뿐 아니라 로드맵 수립 과정에서 건물주가 참여하여 에너지 효율화 리모델링에 대한 이해도 증진 및 시장 활성화에 기여

【 표 2-23 】 iSFP 도입 배경 및 해결방안

배경 및 문제점	▪ 비전문가가 이해하기 힘든 리모델링 관련 정보(개별 건물에 대한 성능평가) - 기존 정보의 사용자 친화성 결여(EPC 및 에너지 감사 보고서의 분량) ▪ 리모델링 과정(상담, 계획, 시공)이 복잡하다고 인식 ▪ 종합적 정보를 고려한 리모델링 조치 필요 - 건물 상태 및 수명, 자금규모, 건축주 수요 등 ▪ 잘못 시행된 리모델링으로 건물생애비용 증가 및 에너지효율화 리모델링에 대한 부정적인 인식 확산 ▪ 도시적 관점, 건물생애주기 관점을 통합적으로 고려하는 리모델링의 어려움 ▪ 거의 모든 건물이 차별성을 가짐 ▪ 심층 리모델링의 부족 및 이점에 대한 지식 부족 ▪ 감사인에 대한 교육 부족(커뮤니케이션, 건물생애주기적 접근 등) ▪ 감사 후 후속 조치의 결여(감사 횟수와 시행된 리모델링 건수의 차이)
해결 방안 (iSFP)	▪ 리모델링 항목(조치) 간의 관계 정의 반영(실현가능성, 순서 등) ▪ 각 단계에 최적으로 시행될 수 있는 모든 조치를 포함하여 구성 ▪ 실현가능한 기술 내에서 건물주의 필요를 최대로 고려하여 로드맵 수립 - 건축물 점검시 현장방문을 통해 건물주의 필요·희망사항 논의 - 감사인은 건물 현황 및 필요 조치에 근거한 몇 가지 리노베이션 시나리오를 개발하고 리모델링 항목의 선정을 위해 건물주와 논의 - 최종 리모델링 옵션 결정에서 감사인과 소유주를 포함하여 논의 ▪ 개별 건물의 특성 및 자재를 고려한 맞춤형 솔루션 제공

※출처: Building Renovation Passports(2016), BPIE; 에너지전환포럼(2018), 이노싱크컨설팅 재구성

❍ (내용구성) 개별 건물 맞춤형 권장사항과 이러한 조치로 인한 혜택(비용 절감), 투자 비용, 신청 가능한 보조금 제도, 에너지 절감량 등을 명시하고 단계별 로드맵 제시

- 로드맵에는 사용자가 건물 현황을 한눈에 파악할 수 있도록 8개 요소 중심으로 건물 상태를 나타내고, 단계별·조치별 통합 리모델링 계획과 경제적 편익, 리모델링 관련 지원 제도를 포함

  · 건물소유주의 예산 및 개별 건물 상황에 기반을 둔 포괄적인 건물에너지효율화 계획

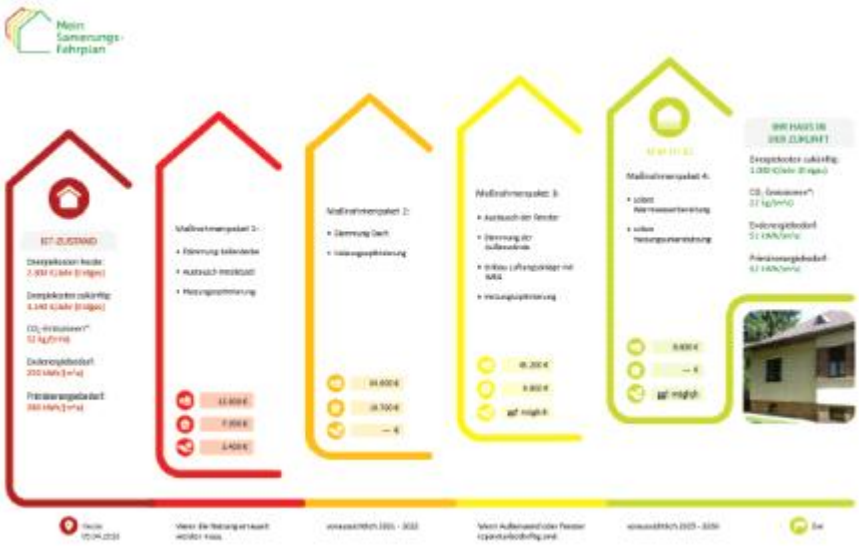
  · 건물외피개선, 설비시스템효율화 및 재생에너지 활용 포함

  · 건물에너지효율화 리모델링에 대한 경제적 편익 평가(지원제도 고려)

  · 리모델링 외 사용자 행동변화를 통한 건물에너지 최적화 및 절감 방안

  · 실제 시공시 유의사항 및 관련 지원 제도 정보

* 출처: 에너지전환포럼(2018)



※출처: BMWi, iBoard(2018)에서 재인용

【 그림 2-6 】 iSFP 장기 리노베이션 이행 계획 예시

❑ (영국) Whole Home Retrofit 커뮤니티 리트로핏 사례

❍ 주택의 에너지효율, 주거환경 등 내외부 개선을 포함한 거주자의 편의 및 건강을 향상시키는 의미의 'Whole Home Retrofit' 추구

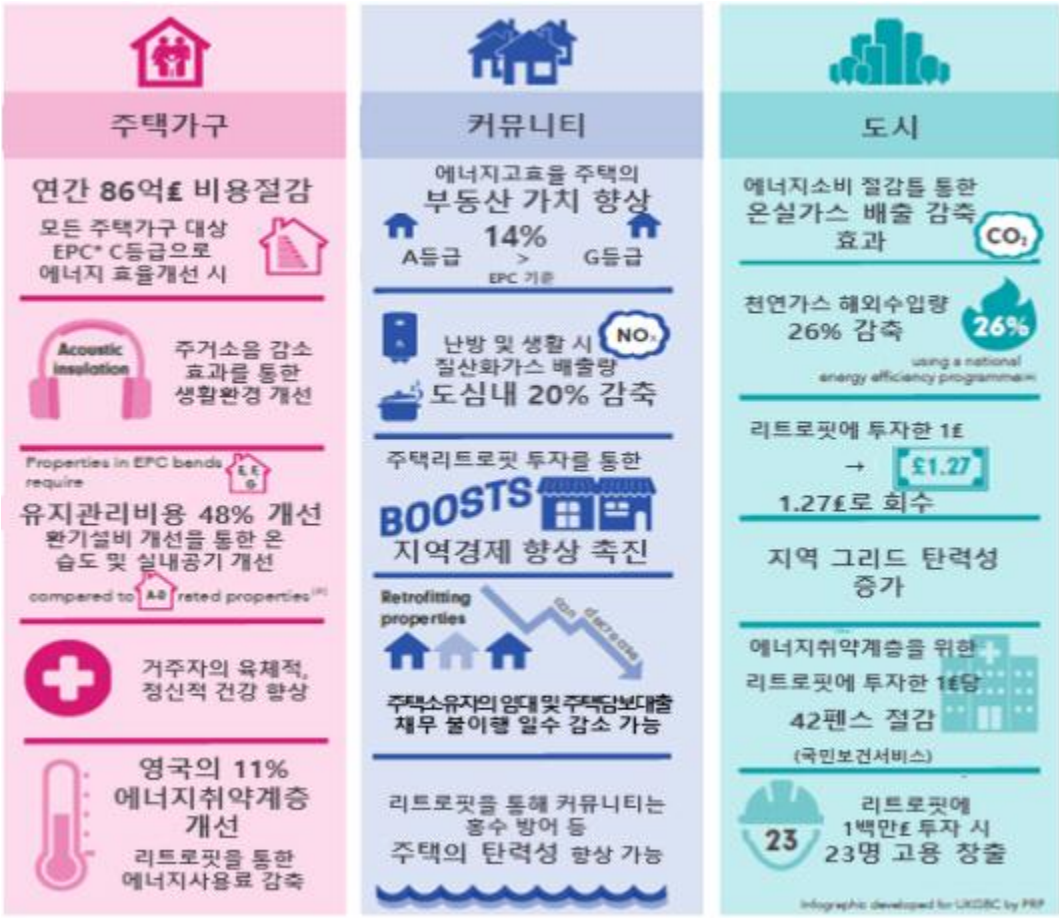
- 건물의 에너지성능뿐만 아니라 환기시스템, 주방·욕실 등 시설 전반을 아울러 거주자의 편의 및 건강을 향상, 커뮤니티 단위에서는 신재생에너지 생산, 고용 창출 등의 효과를 포함한 개념

❍ 커뮤니티 단위의 리트로핏을 통한 지역 재생 도모

- 지자체 기금으로 운용하며, 비영리 지역사회기업은 지역 당국과 공급자와 주민(리트로핏 수요자) 간의 격차를 해소하기 위해 지속적인 참여를 촉진
  - 벤처 설립 등 초기 수행단계를 위한 자금은 견습비용, 106동의조항*, 지역사회기업의 파트너십, 자선단체 등으로부터 자금 지원을 받을 수 있음

❍ 지역 전면의 이해관계자를 고려한 광범위한 효과 창출 기대

- 저소득 지역을 대상으로 기존 주택과 건물 등 광범위한 리트로핏을 추진
- 지역의 사회기반시설과 고용창출 프로그램 개발 및 지역사회 참여 향상까지 촉진 가능



※ 출처: UK Green Building Council, Regeneration and Retrofit report(2017), 이노싱크컨설팅 재구성

【 그림 2-7 】 영국의 건물/커뮤니티/도시 관점의 리트로핏 효과

❍ (거주자 관점의 수혜)

- 모든 주택가구를 대상으로 EPC* C등급으로 에너지효율 개선 시 연간 총 86억 파운드의 비용 절감 가능
- 환기설비 개선을 통해 온습도 및 실내공기 개선으로 유지관리비용 48% 개선
- 2015년 기준 약 2천 5백만 가구가 에너지취약계층으로, 리트로핏을 통해 11% 개선 가능

  * 영국에서는 에너지 취약계층을 판단하기 위해 LIHC(Low Income High Costs)라는 지표를 활용하며, 수입 대비 평균 에너지 사용료가 높을 시 에너지취약계층으로 분류함

❍ (커뮤니티 관점의 수혜)

- 에너지효율이 높은 주택이 더 높은 가격으로 거래되며 에너지고효율 주택으로 개선 시 부동산 가치 향상 가능

  * EPC A, B, C등급이 G등급 대비 10~14% 정도 가치가 높음

- 많은 연구조사에 따르면 리트로핏에 투자할 시 지역내 수요자-공급자의 거래가 증가하고, 지역 경제 활성화를 촉진하는 것으로 나타남
- 난방 및 조리 등 생활가스로 배출되는 질산화가스 배출량 감소로 도심내 20% 감축 가능

- 커뮤니티 단위로 리트로핏 시 에너지효율개선 뿐만이 아니라 재난재해 등을 예방하기 위한 공사 등을 통해 커뮤니티의 회복력, 탄력성 향상에 도움
- 주택소유자의 임대 및 주택담보대출의 채무 불이행 일수 감소 가능

❍ (도시 관점의 수혜)

- 에너지소비 절감을 통한 도시 온실가스 배출량 감축 효과 기대
- 천연가스 해외수입량 26% 감축 가능
- 리트로핏에 투자한 1파운드 당 GDP 등의 요인에 따라 1.27파운드로 회수 가능
- 커뮤니티 리트로핏을 통해 지역 에너지그리드의 탄력성 증가
- 에너지 취약계층을 위한 리트로핏에 투자한 1파운드 당 국민보건서비스 상 42펜스 절감 가능
- 리트로핏에 투자한 1백만 파운드 당 23명 고용 창출 효과 기대

【 표 2-24 】 영국의 커뮤니티 리트로핏 사례(프로젝트)

프로젝트	IFORE(Innovation for Renewal)
특징	• ERDF nterreg programme으로부터 기금 지원받음 • The 6.3m Euro Scheme은 신재생에너지 시스템 설치를 포함하여 커뮤니티 단위에서의 온실가스 배출 감축을 목표로 하는 리트로핏을 겨냥 • 실 거주민의 참여가 핵심, '그린닥터'가 세대마다 항시 모니터링 • 5~16세 3,000명 학생을 대상으로 에너지 관련 교육 커리큘럼 편성(The Young Energy Champion Programme)
참고자료	

【 표 2-25 】 영국의 커뮤니티 리트로핏 사례(기업)

기업	Spacious Place	
특징	• 영국 번리의 사회적 기업으로 지역 주민들의 고용 및 교육훈련 프로그램을 추진 • 개인에게 적합한 실무 경험, 웰빙 지원 및 재정 관리를 다루는 개인 개발 프로그램을 제공 • 건축건설 인력을 지역 내 창출함으로써 지역에서의 주택개선에 관여할 수 있도록 도모	
기업	**SOAR Build**	
특징	• 사회적 기업으로 공공부문과 민간부문의 파트너십 협력·연계 사례 • 계약자/하도급자 프로젝트를 수행하며 외부 벽 단열재, 석고, 장식 및 세라믹 타일링 등 지속적인 유지보수 지원과 전문 거래를 제공 • 지역 재생에 특화된 기업으로 지역고용을 통해 성공적인 사업 추진 및 지역사회(커뮤니티) 활성화 촉진을 목표	

❑ 옥스포드의 LCWO(Low Carbon Oxford) 커뮤니티 선도모델

❍ 유럽의 경우 Deep Energy Retrofit이라는 개념의 리트로핏을 추구

- 주거지역을 중심으로 교통(운송), 사회기반시설, 조명, 열에너지, 녹지 등을 포함하는 개념의 커뮤니티 대상 리트로핏에 중점(Deep Energy Retrofit)
- 개별 건물보다 규모를 확장한 커뮤니티 단위를 대상으로 리트로핏을 추진할 시 민간투자 재원 확보에 유리한 장점이 있음
- 커뮤니티의 다양한 네트워크 및 프로그램에 장기적으로 공헌이 가능한 이점이 있음
- 민간 기업의 참여가 높을 시 고용창출 및 경제성장의 기대효과

  * 영국의 경우 주거지역의 에너지 사용이 전체 에너지 소비량의 28%(미국의 경우 국가 전체 소비량 대비 주거지역 에너지소비 비중인 22%보다 높음)

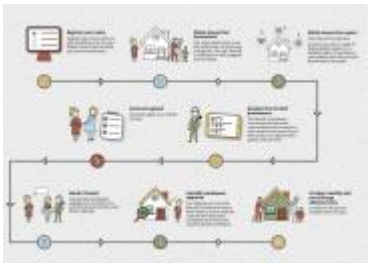
  * 투자 회수 기간은 공공 이율(금리)과 인센티브, 에너지절감 등에 의해 변동 가능

❍ LCWO 커뮤니티 선도모델 추진 내용 및 성과

- 지역 내 생산한 신재생에너지를 공급하고 그리드를 통해 잉여 에너지를 외부 지역에 판매
- 저탄소 프로젝트에 투자를 통해 지역 수익을 올린 사례
- 해당 지역으로의 투자 및 수혜에 따라 지역의 네트워크가 강화되는 효과를 보임

- LCWO의 경우 커뮤니티 주도 서비스를 통한 리트로핏 참여를 유도하고 참여를 통해 연쇄적인 효과로서 리트로핏 프로그램 활성화를 주장

【 표 2-26 】 영국의 리트로핏 주도 주체에 따른 선도모델 사례

모델	공공	민간	커뮤니티
지역	New Barracks Estate Retrofit Scheme, UK	Birmingham Energy Savers(BES), UK	Low Carbon West Oxford(LCWO) and West Oxford Community Renewables(WOCORE), UK
특징	• 2010년 추진 • 시의회 등의 투자를 받아 78개 단독가구 에너지효율 리트로핏 사례 • 에너지 절감, 온실가스 배출 감축, 사업 수입 등을 통한 정부 차원의 수혜 향상 • 리트로핏 프로그램을 통해 얻을 수 있는 다양하고 실효성 있는 수혜의 강조	• 2012년부터 현재 • 버밍엄 시의회와 환경국의 파트너십 연계 • 2020년까지 융자 상환 프로그램을 통한 6만개 건물의 리트로핏을 목표 • 보조금 외 재정적 지원 포함	• 2009년부터 현재 • WOCORE에서 생산한 신재생에너지를 지역 내 공급 및 그리드를 통한 잉여 에너지 판매 • 지역 투자를 통한 수혜 및 커뮤니티 네트워크 강화 도모 • 공공 보조금 등이 필수인 것으로 판단
참고 자료	 ※출처: ARUP(2012), New Barracks Estate Retrofit / Measuring Change Post Retrofit	 ※출처: BES	 <리트로핏 추진 프로세스> ※출처: LCWO 웹사이트 https://www.lowcarbonwestoxford.org.uk/blog/

❍ (문제점 및 개선방안) 주택 리트로핏을 활성화하기 위한 개선 요인들

- (실소요비용 등 정보 부족) 실제 비용 및 수혜와 위험요인(손해)에 대한 정보의 부족이 리트로핏의 활성화를 저해하는 장벽으로 개선 필요

  · 리트로핏 시공사 및 공급자는 실제 리트로핏을 통한 수혜를 정량적으로 측정하고 사전예측 비용(절감정도)과 오차를 줄일 수 있도록 시범 추진에 기간 및 비요을 투자할 필요가 있음

  * 영국의 ULC-Energy(런던칼리지대학의 에너지기구)에서 리트로핏 전 예상 에너지비용과 실제 리트로핏 후 에너지 절감 수혜에 대한 연구조사 진행

- (재정적 지원 부족 및 비용) 공급자 입장에서 사업모델을 도출할 때, 단순한 에너지(비용) 절감만이 아닌 적용가능한 적정 수준과 에너지취약층, 건강적 수혜요인, 밸류체인 등 전반적인 요소를 고려해야함

- (수요자-공급자 측면의 상호 이해 부족) 국가/지역적 차원의 리트로핏 보급확산을 위해서는 수요자와 공급자 측면을 넓게 아우를 수 있도록 프로그램을 개발해야 함

  · 고숙련 시공인력 및 친환경기업 창출 등을 부가가치로 산출(건설환경 개선 및 전문가 양성 기준 및 국가인증 등 포함)

- (투자자 및 재원 확보 부족) 리트로핏 투자자 확보를 위한 소비자 중심적 공공정보 공개 및 ECM모델 제공

  · 영국의 그린딜 프로그램은 소비자 보호 조치로써 ECM사업모델 사례를 통해 주택 소유자에게 보다 청렴하게 공개하고, 절감액이 평생 동안 ECM의 비용보다 같거나 더 크다는 것을 보장

❑ (스위스) 리모델링 시 에너지 성능개선을 위한 표준 대안 제공

❍ 각 주별 건물 에너지규정에 대한 공통 가이드라인을 제시하고자, 주정부 에너지 정책관 회의를 통해 1992년부터 에너지부문의 주별 모델 규정(MuKEn[10])을 채택

【 표 2-27 】 MuKEn 기술분야별 표준 대안 예시

분야	표준 대안
열생산	▪ 태양열 급탕설비 설치(최소 에너지 기준면적의 2% 이상) ▪ 주 연료로 목재를 사용하고 부분적으로 급탕에 대한 재생열에너지원 도입 ▪ 수직형 지열, 공기열, 수열 히트펌프로 연간 난방 및 급탕 수요 100% 충당 ▪ 가스 히트펌프로 연간 난방 및 급탕 수요 100% 충당 ▪ 지역난방에 연결 ▪ 열병합발전(최소 효율 25% 이상, 난방 및 급탕 요구량의 60% 이상) ▪ 급탕 히트펌프와 태양광 연결(에너지기준면적당 최소 5kWp 이상) ▪ 재생에너지를 열생산 기저공급원으로 두고 화석연료를 통해 피크부하 충당 (우드칩, 펠릿, 지열, 수열, 공기열 등이 열에너지 부하의 최소 25% 이상)
건물 외피	▪ 창호 교체(열관류율 2.0W/m^{2}K 이상인 기존 창호를 0.7W/m^{2}K 이하로 교체) ▪ 지붕 및 외벽 단열시공(열관류율 0.6W/m^{2}K 이상인 파사드, 지붕, 다락층 바닥을 0.2W/m^{2}K이하로 단열 + 에너지기준면적당 0.52m^{2}이상 최소공사면적)
환기	▪ 열효율 70% 이상의 폐열회수환기장치 설치

※ 출처 : 추소연, 이우주, 김준오 (2018) 능동 에너지재생 지도만들기 및 지원정책 사례연구, 서울연구원 (자료: Stadt Zurich (2016) MuKEn 2014: energetische Vorschriften für Sanierungen, Energie-Coaching Faketenblatt, Stadt Zurich)

- 2014년 기축건물에 대한 리모델링 시 에너지 성능개선을 요점으로 하는 MuKEn 2014를 제정, 2020년까지 이를 스위스의 모든 주별 에너지규정에 반영하기로 합의

- MuKEn 2014는 기존 건물에 대한 리모델링 시 외피 성능 기준을 강화하고, 특히 난방설비 교체 시 비재생에너지의 최대 사용 비율을 90%로 제한하여 열에너지 요구량의 최소 10%를 신재생에너지로 도입하거나 건물 외피 리모델링을 촉진

  · 비재생에너지 사용비율 제한을 통해 가스나 석유 보일러의 1:1 교체를 불가능하게 하고, 다양한 대안을 제시하여 경제적인 방법으로 에너지 성능목표를 실현할 수 있도록 운영

  · (열생산) 태양열, 목재펠릿, 지열, 지역난방(열병합발전) 등, (건물 외피) 창호 교체 및 외벽 단열시공 등, (환기) 폐열회수환기장치 등

10) Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich

2.1.2.2. 미국

❑ **건물에너지효율화 관련 정책 및 제도는 연방에서 정하는 기본규정을 바탕으로 지역 기후 등을 고려하여 개정·활용**

❍ 저층 주거용 건물을 제외한 건물의 에너지 표준, 국제에너지보존법의 상업용, 주거용 기준 등을 기본규정으로 활용

【 표 2-28 】 미국 에너지효율 관련 법규(기준)

기본규정	내용
ASHRAE 90.1-2013-Commercial	▪ 저층 주거용건물을 제외한 건물의 에너지 표준 ▪ 1975년 입법 후 1989년, 2004년, 2010년, 2013년 개정
International Energy Conservation Code (IECC2012) - Commercial Provision	▪ 국제에너지보존법 상업용 기준 ▪ 상업용 신축건물에 대한 최소 에너지 절약 요구사항을 반영하는 법규 ▪ 난방 및 환기, 조명, 급탕, 가전제품 및 건물 시스템 전력사용을 포함한 상업 건축분야의 모든 에너지 요구사항에 대해 규정 ▪ 기후 존에 따른 별도의 열 기준 존재
International Energy Conservation Code (IECC2012) - Residential Provision	▪ 국제에너지보존법 주거용 기준 ▪ 주거용 신축건물에 대한 최소 에너지 절약 요구사항을 반영하는 법규 ▪ 난방 및 환기, 조명, 급탕, 가전제품 및 건물 시스템 전력사용을 포함한 주거 건축분야의 모든 에너지 요구사항에 대해 규정 ▪ 기후 존에 따른 별도의 열 기준 존재

※ 출처: 한국건설생활환경시험연구원(2017). 건축물 에너지 효율화 제도개선 방안 연구

❍ 효율등급 관련, ENERGY STAR, Home Energy Score 등 중앙정부 관리 체계와 미국냉난방공조협회(ASHRAE)[11] 등 협단체에서 관리하는 자발적 기준이 공존

【 표 2-29 】 미국 에너지효율 관련 인증제 현황

인증제도	담당기관	내용
bEQ Building Energy Quotient	인증 : 평가전문가 집행 : ASHRAE	▪ 에너지강도, CO_2 배출량, 사용 에너지 수요 포함 ▪ 가전제품, 냉방, 난방, 온수, 조명, 환기 등
Energy Performance Scheme	인증 : 공인감사원 집행 : Earth Advantage Institute	▪ AL, MA, VA, WA 등 4개 주 ▪ 가전제품, 냉방, 난방, 온수, 환기 등
ENERGY STAR	인증 : Home Energy Rater 집행 : 미국환경보호국	▪ 미 전역 33개 주 사용 ▪ 신축 주거 ENERGY STAR ▪ 가전제품, 냉방, 난방, 온수, 조명, 환기 등
Home Energy Rating System (HERS) CA.	인증 : HERS Rater 집행: CA 에너지위원회	▪ 캘리포니아 주 ▪ 단독주택 및 3층 이하 주거용 다세대주택의 연간 에너지성능, 온실가스 배출량 및 재생가능 자원에 대한 인증 ▪ 가전제품, 냉방, 난방, 온수, 조명, 환기 등
Home Energy Score	집행 : DOE 파트너기관	▪ 냉방, 난방, 온수, 환기 등
LEED	인증 : 미국 그린빌딩 인증원 집행 : 자발적 라벨	▪ 기존 건물 운영 및 유지보수, 주거건축물, 신축 및 보수공사 등 다양한 분야로 구분 ▪ 냉방, 난방, 온수, 조명, 환기

※ 출처: 한국건설생활환경시험연구원(2017). 건축물 에너지 효율화 제도개선 방안 연구

11) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)

❑ 연방정부 및 주정부 차원에서 건물에너지 효율 개선 지원을 위한 조세 감면, 보조금 지급, 융자지원 등의 다양한 재정정책 제도를 실시

❍ (캘리포니아 및 메사추세츠) 다양한 융자지원제도, 보조금제도 및 정책 인센티브 추진

- 미국 51개 주 중 건물에너지 부문 효율증진을 위한 정책 활동을 가장 활발하게 추진 중인 것으로 평가되는 캘리포니아, 메사추세츠 주는 ACEEE의 에너지 효율 부문 평가에서 2012년부터 2015년까지 4년 연속 1위와 2위를 차지
  - 캘리포니아 주는 건물 에너지 효율 개선과 관련하여 266개의 융자지원제도 및 56개의 보조금 제도를 운영 중이며, 건물에너지 효율과 관련하여 조세혜택을 비롯한 10개 이상의 인센티브 정책 추진 중
  - 메사추세츠 주는 에너지효율 및 신재생에너지 관련 70여개의 정책 및 인센티브 제도를 운영 중
- PG&E[12]를 비롯한 일부 에너지 공급업자는 해당 기업의 고객들을 대상으로 에너지효율 개선을 위한 기술 및 설비 도입 금액의 일부를 무상 대출해주는 프로그램 운영
  - 정부기관 대상으로 최소 5,000달러에서 최대 250,000달러까지의 대출금을 최장 120개월까지 무상으로 대출, 사업체 대상으로는 최대 100,000달러를 60개월 한도 무상 대출
  - 계약 시 도입하고자 하는 에너지 효율개선 기술·설비를 명시해야 하며, 대출금은 반드시 명시된 설비에 사용되어야 함

❍ (알링턴 카운티) 건물 에너지효율 증진을 위한 재정지원 프로그램의 일환으로 연면적 보너스 제도 및 그린 빌딩 펀드를 도입·시행

- 연면적 보너스 제도는 용적률이나 건물 높이, 조경면적 등을 기준으로 일정 수준의 조건을 충족할 경우 건물 신축 시 개발면적 보너스를 제공하는 것으로 지가가 높은 도심에서 그 효과가 큰 것으로 평가되고 있음
  - 알링턴 카운티는 건물 평가 시 ASHRAE 에너지 효율성 기준을 평가항목에 추가, ASHRAE 기준 대비 상업용·다목적은 20%, 주거용은 18% 이상 더 높은 에너지 효율을 달성할 경우 용적률 인센티브 부여
- 또한 녹색건축 인센티브 제도 지원을 위해 2003년 그린 빌딩 펀드를 설립, 이를 녹색건축 교육과 지역사회 지원에 활용
  - 2009년부터 LEED 인증을 받지 않은 건물의 개발업자는 평방피트당 $ 0.45를 해당 펀드에 기부해야 하며, 추후 LEED 인증 획득 시 이를 돌려받음

❍ 에너지 공급자로 하여금 소규모 건축물에 대한 에너지 고효율화 투자를 활성화하기 위해 에너지공급자 효율향상 의무화(EERS)[13] 제도 시행

- EERS 제도는 에너지 공급 서비스 기업이 장기적인 목표를 정하고 에너지효율화를 통해 이를 달성하도록 하는 제도로, 재생에너지 의무구매제도(RPS)와 유사

12) Pacific Gas and Electric
13) Energy Efficiency Resource Standard

· `99년 텍사스주를 시작으로 EERS 제도를 도입, `18년 기준 27개 주에서 에너지 사업자에 대한 효율향상 목표 제시 또는 관련 규정 제정·운영 중

- 연방정부 차원에서는 `09년 청정에너지안보법 통과로 연 4백만 MWh 이상 판매 하는 에너지회사들의 공급량 20%를 자발적 신재생에너지 사용 및 효율향상을 통한 저감으로 대체하도록 의무화

· 2020년까지 발전량 중 재생에너지 비중을 20%로 확대하고, 이 중 25~40%를 효율향상에 따른 저감으로 대체할 수 있도록 규정

❑ `50년까지 중대형 건물 온실가스 80% 저감을 위해 기후활성화법 제정

❍ 기후활성화법은 2050년까지 뉴욕 전체의 온실가스 배출량을 80% 감소하고자 하는 80X50 목표 추진의 근거가 됨

- 뉴욕시 온실가스 배출량의 1/3 이상을 차지하는 연면적 2,300㎡ 이상 중대형 빌딩의 온실가스 저감을 위한 10개 패키지로 구성

· 빌딩 개보수, 재정지원, 효율등급 상향, 화석연료 발전 철폐, 신재생에너지 및 그린 루프 도입 등 8개 입법안과 세제 감면, 천연가스관 설치 반대 등 2개 결의안을 패키지로 일괄 통과

【 표 2-30 】 기후활성화법 주요 내용

분야	주요 내용
빌딩 개보수	▪ 뉴욕시에 건물에너지·배출 성능실을 신설하고 기축건물의 유형별 온실가스 배출 제한기준 마련 ▪ 중대형빌딩의 용도별 중·장기 배출기준 설정
에너지 효율 개선 재정지원	▪ 재생에너지 시스템 설치 또는 에너지 효율 개선을 위한 재정지원 목적의 지속가능에너지 융자 프로그램 실시
에너지효율등급 상향	▪ 빌딩 에너지 효율등급 범위를 상향 조정 ▪ B등급 기준 효율을 기존 50%에서 70%로 상향
화석연료 발전 철폐	▪ 5개 자치구 내 21개 가스화력발전소를 폐쇄하고 재생가능에너지 기반 전원시스템으로 교체하기 위한 타당성조사 수행 ▪ 화석연료 발전 철폐를 위한 장기 에너지 플랜 수립
대형 풍력 터빈	▪ 뉴욕시 건물부는 재생에너지수단 중 풍력에너지 도입을 의무적으로 추진하고, 대형 풍력 터빈 설치에 대한 기준·기술·인증 개발 및 지원 수행
그린 루프 정보 제공	▪ 뉴욕시 대체에너지실은 그린 루프의 설치 및 관련 자원·재료에 대한 정보를 웹사이트에 제공하고, 그린 루프 시스템의 정의를 구체화
신축 대상 그린 루프	▪ 지속가능한 지붕구역을 뉴욕시 빌딩코드에 신규 추가하고 신규 건축 및 주요 개축시 지속가능한 지붕구역 설치 의무화
소형빌딩 대상 그린 루프	▪ 지속가능한 지붕구역 적용 대상을 5층 이하 건물로 확장 ▪ 주택보존개발부를 통해 지속가능한 지붕구역 적용이 빌딩 비용 수용성에 미치는 잠재적 영향 분석
그린 루프 세제감면	▪ 그린 루프 1평방피트 설치마다 15달러의 부동산세를 감면하는 법안을 통과시키고 주지사가 서명하도록 하는 결의안
천연가스관 설치 반대	▪ 환경보호부가 뉴욕항을 통과하는 천연가스 파이프라인 건설 프로젝트를 거부하도록 하는 결의안

❑ 커뮤니티 단위 인증 프로그램을 통한 친환경건축 인증 활성화

❍ 미에너지국(DOE,)과 미국환경보호청(EPA,)이 공동으로 Energy Star Program을 시행하여 에너지 소비절감을 유도

- 건물 유형별 표준원단위(벤치마크 지수)를 개발하고 ESPM(Energy Star Portfolio Manager)을 통해 건물 에너지 관리를 수행
- '03년부터 제도화되어 연방정부와 10개 주에서 ESPM 활용을 의무화하고 있으며, 우수건물에 대해 ENERGY STAR 인증(ESPM 활용건물은 연평균 2.4% 효율향상 성과)
  - 기존건물에 대한 평가체계(ESPM) 활용을 의무화하고 우수건물에 에너지스타 건물로 인증

❍ ASHRAE Labeling Program, HERS (Home Energy Rating System)와 같은 에너지 가이드라인을 정하고 건물의 성능을 평가하는 기준을 시행

- 민간기관 중심으로 인증 프로그램을 활성화하고 친환경인증제도 LEED운영을 통해 친환경건축물 인증 활성화 도모

❑ 제로커뮤니티 산업생태계 구축을 위한플랫폼 관련 기구 출범 및 전략 수립

❍ NIST의 'IES-City Framework(Internet-of-thing Enabled Smart City Framework)' 국가간 스마트시티의 표준화된 틀 마련을 목표로 2015년 출범

- 전세계적으로 표준화된 언어나 플랫폼이 없어 상호작용의 어려움을 해소하고자 스마트시티들 간의 정보교환과 도시 간, 혹은 국가 간의 표준화된 틀(Framework)을 마련하고자 시작됨
  - 전 세계적으로 스마트시티 개발이 빠르게 확산되고 있으나, 표준화된 언어와 플랫폼 없이 각 나라 혹은 각 기업 단위로 개별적으로 개발된 플랫폼에 의해 서로 다른 스마트시티가 구축되고 있는 실정
- 평가툴은 건설 환경 혹은 물리적 인프라 환경, 생활용수와 폐수, 폐기물, 에너지 교통, 교육, 의료, 사회적 경제 개발, 행정, 공공의 안전, 정책 및 비상대응체제 등으로 구성되어 있음

❑ 건물에너지효율개선 비용 융자지원 프로그램 시행

❍ 미국은 건물에너지효율 개선 비용을 융자지원하는 PACE 프로그램을 시행

- 캘리포니아를 포함한 19개 주와 워싱턴 D.C에서 처음으로 시행된 프로그램
- 해당 건물의 재산세로부터 대출금을 상환하도록 정책적인 지원을 수행하는 사례

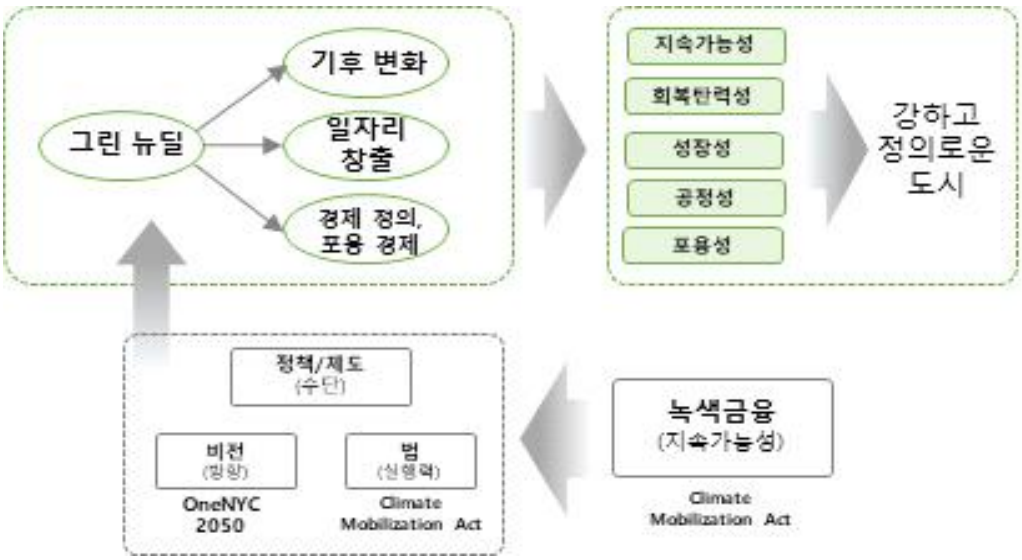
❍ 주 정부 중심의 건물에너지 정책 추진과 리베이트와 저리대출 프로그램인 Alabama Savers 추진

- PACE는 에너지효율 개선을 위한 신재생에너지 설비 설치 시 지자체에서 비용을 대출해주고 채무는 해당 부동산에 대한 재산세를 통해 상환(5~20년)
- (Alanama Savers)는 상업용, 산업용 건축물 및 공공 건축물의 에너지효율 개선, 신재생에너지 프로젝트를 대상으로 하는 직접 대출 또는 보조금을 지원하는 프로그램
  - 2% 고정이율, 최장 10년의 대출(5천만원~40억원)이 주를 이룸

❑ 뉴욕시 그린뉴딜 정책

❍ 뉴욕시는 그린뉴딜 정책의 장기 플랜인'OneNYC 2050(2019. 04)'과 기후활성화법을 통과시켜 그린뉴딜 추진 기반 강화

- (OneNYC 2050) 2050년까지 뉴욕시의 가장 도전적이면서 고질적인 문제를 그린뉴딜을 통해 해결하고자 하는 장기 전략계획
  - 교육, 주거, 건강 등 다양한 분야에서 모순적으로 적용되고 있는 불평등, 빈곤, 안전, 노후 인프라, 지구온난화 및 환경 문제 등에 대해 그린뉴딜 추진
- (기후활성화법) 2050년까지 뉴욕시의 중대형 빌딩에서 배출되는 온실가스를 80% 감축시키기 위해 수립된 법적 규제
  - 10개의 패키지 법안으로 구성되어 있으며, 온실가스 배출에 대한 규제와 온실가스 저감을 위한 평가시스템 및 재정혜택 구축 등을 지원하는 내용
  - 기후활성화법으로'30년까지 600만톤의 CO2 감축, 매년 26,700개의 녹색일자리 창출, 매년 43명의 조기 사망 및 107명의 응급실 입원 방지 예상



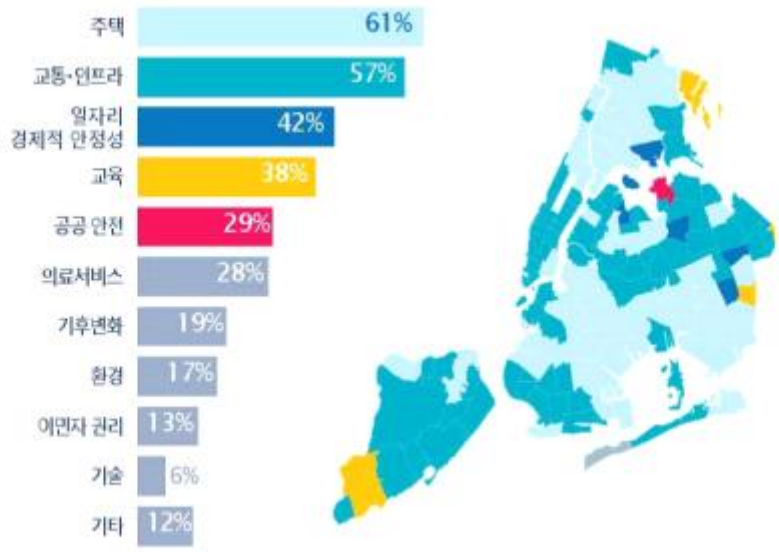
【 그림 2-8 】 뉴욕시의 그린뉴딜 추진 프로세스

❍ (OneNYC 2050)'50년까지 뉴욕을 더 강하고 공정한 도시로 만들기 위한 8개 전략목표와 30개 이니셔티브로 구성

- 현재 Pre-K 프로그램을 통해 살고 싶은 뉴욕시의 모습을 전략목표로 설정
  - 민주주의, 포용 경제, 번성하는 지역사회, 건강한 삶, 평등하고 우수한 교육환경, 살기좋은 기후, 효율적 이동, 현대적 인프라 등
  - 각 목표들은 개별적 발행물을 통해 목표에 대한 맥락과 향후 뉴욕시에서 추진해야할 전략적 행동들에 대해 설명

【 표 2-31 】 8개 전략목표 및 주요 내용

목표	주요 내용
활기찬 민주주의	▪ 모든 뉴욕 시민들이 뉴욕에서의 시민생활과 민주적 삶을 영위할 수 있도록 함
포용 경제	▪ 경제 성장이 모든 뉴욕 시민들을 위한 기회를 창출하고 아메리칸 드림을 수호할 수 있도록 함
번성하는 지역사회	▪ 모든 지역사회가 안전하고 주거 부담이 적은 주택을 이용하고 공원과 문화생활을 쉽게 누릴 수 있도록 함
건강한 삶	▪ 건강 불평등이 해소되고 모든 거주자들이 번영할 수 있는 동등한 기회를 가질 수 있도록 함
교육 평등 및 우수성	▪ 학교가 다양하고 공정한 공간이 되어 다양한 배경의 아이들에게 양질의 교육을 제공할 수 있도록 함
살기 좋은 기후	▪ 더 이상 화석연료에 의존하지 않고 기후 변화 영향에 대처할 수 있도록 함
효율적인 이동성	▪ 신뢰성있고, 안전하고, 지속가능한 교통 인프라 구축을 통해 뉴욕 시민들이 개인 차량을 소유할 필요가 없도록 함
현대적인 인프라	▪ 신뢰성 있는 물리적, 디지털 인프라를 통해 뉴욕 시민들이 번영을 누릴 수 있도록 함



【 그림 2-9 】 '뉴욕 시민에게 가장 중요한 문제'에 대한 설문조사 결과

2.1.3. 주요국 온실가스 규제 동향

❑ EU

【 표 2-32 】 유럽의 온실가스 배출권 거래 규제

<table>
<tr><th>구분</th><th>유럽</th></tr>
<tr><td>국제 협약 및 규정</td><td>EU-ETS(배출권거래제)</td></tr>
<tr><td>발효 시기</td><td>2005년 출범</td></tr>
<tr><td>정의 및 내용</td><td>1만 2천여 에너지 다소비 사업장을 대상으로 CO2 배출 허용량을 설정하고 잉여분 및 부족분을 거래하도록 한 'Cap and Trade'형 제도</td></tr>
<tr><td>대상</td><td>• 1만 2천여 에너지 다소비 사업장</td></tr>
<tr><td>패널티</td><td>• (건물 부문) 감축의무를 불이행 시 벌금을 부과하고 있으며, 제1기간(2005~2007) 중에는 1톤당 40유로에서 제2기간(2008~2012)부터는 100유로로 2.5배 상향
• 제3기간(2013~2020)의 목표는 2020년까지 2005년 대비 온실가스 21% 감축
• 2019년 기준 배출권 한도는 1,855MtCO2
• 1,2기에는 무상할당, 3기 부터는 유상할당(전체의 57%)
• 제4기간(2021~2030, 10년) 배출 허용 총량의 연간 감소율은 3기 1.74%에서 0.46%p 늘어난 2.2%로 결정되었으며, 정확한 허용 총량은 발표하지 않았음
* (PNAS(2020), https://www.pnas.org/content/117/16/8804)
* 기후변화 대응을 위한 EU ETS 배출권 경매 수입의 활용, 에너지경제연구원(2019)
• (자동차 부문) 2021년부터 EU내 완성차 판매기업은 평균 판매대수 기준으로 대당 연평균 CO2 배출량이 95g/km를 초과하지 않아야하며 미 준수시 초과 g/km당 벌금 부과
<table>
<tr><th>구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>최초 1회</td><td>1g/km 초과시 5유로</td></tr>
<tr><td>2회 이상</td><td>전단계 벌금에 추가벌금 함께 부과되어 산정
*'19년부터는 초과 g/km당 일률적으로 95유로 부과</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>법적 근거</td><td>• 교토의정서
* 별도로 바덴 셰어링 협정 또한 채택하여 온실가스 감축의무 재배분</td></tr>
<tr><td>주요 이슈</td><td>• (승용차) 2021년 대비 CO2를 2025년 15%, 2030년 37.5% 감축
• (소형상용차) 2021년 대비 2025년 15%, 2030년 31% 감축해야 함</td></tr>
</table>

❍ EU에서 EU-ETS 배출권거래제 2005년 출범

- 1만 2천여 에너지 다소비 사업장을 대상으로 CO2 배출 허용량을 설정하고 잉여분 및 부족분을 거래하도록 한 'Cap and Trade'형 제도

  · 2008~2012년 기간 중 1990년 온실가스 배출량 대비 배출량 8% 감축 의무 규정

  * 교토의정서와 별도로 바덴 셰어링 협정 또한 채택하여 온실가스 감축의무를 재배분

- EU ETS는 총 4기의 운영 계획을 가지고 운영
  - 제1기 2005년~2007년(3년), 제2기 2008년~2012년(5년), 제3기 2013년~2020년(8년), 제4기 2021년~2030년(10년)으로 나뉘어 있음
- 감축의무를 불이행 시 벌금을 부과하고 있으며, 제1기간(2005~2007)중에는 CO2t당 40유로에서 제2기간(2008~2012)부터는 100유로로 2.5배 상향
  - 1,2기에는 무상할당, 3기 부터는 유상할당(전체의 57%)
  - 제1기간 중 EU 전체 배출량의 약 46%를 배출하는 사업장들이 포함, 독일의 사업장이 가장 많이 포함(1849개), 영국(1078개)이 2위 차지
  - 제3기간(2013~2020, 8년) 목표는 2020년까지 2005 대비 온실가스 21% 감축, 2019년 기준 배출권 한도는 1,855MtCO2
  - 제4기간(2021~2030, 10년) 배출 허용 총량의 연간 감소율은 3기 1.74%에서 0.46%p 늘어난 2.2%로 결정, 정확한 허용 총량은 발표하지 않았음

❍ EU 내 국가별 및 사업장별 배출권 허용치(EUA)의 할당 문제

- EU의 가이드라인을 기본으로 각국 정부의 감축목표, 각국의 산업이 처한 상황, 개별 사업장의 배출 실적치 등 종합 고려하여 각국별로 제도 적용
- EU-ETS의 경우 제1기간 내에는 본 제도를 원활히 도입하고 정착시키는 데 관점을 두어 EU 국가들이 자국내 사업장에 느슨한 허용치를 부과하였고, 이는 배출권 가격의 폭락을 유발
  - 영국은 전력부문엔 상대적으로 엄격한 허용치 부과, 기타/철강 부문에는 매우 느슨한 할당치 배분, (국제경쟁 상태인 철강산업의 산업경쟁력 저하 우려)
- 배출권 가격 폭락으로 제2기간에는 엄밀한 심사를 통해 사업장별로 타이트한 허용치 부과
  - EU 국가 간 온실가스 감축목표의 공정성과 형평성 논란, EU-ETS도입으로 기업들의 실질적 온실가스 감축 노력에 대한 유효성 논란, 제도의 적용 실시의 복잡함 등에 의한 혼란 등

❍ (영국) 2010년 4월, 신규 탄소배출 거래제도인 탄소감축서약(CRC) 시행

- 영국 전체 배출량의 10%에 대해 책임이 있는 5,000개 영국 대기업 및 공공 부문의 주요 기관 포함(2020년까지 최소 연간 4.4 MtCO2 를 감축할 수 있을 것으로 전망)
  - (대상) '08년도 기준 전력사용량이 6,000MWh 초과 기업 중 EU-ETS 등 다른 법 규제를 받지 않는 기업을 대상으로 추진되어 해당 기업은 매년 탄소 배출량을 정부에 보고하고 2012년부터 탄소배출권을 구매해야 함
- (패널티) 본 제도에 미등록 시, 5천 파운드 벌금과 지연 일수 하루당 500파운드 과태료 부과
  - 미등록 시, 등록 시 정보 기입 누락, 연간 보고 제출 지연, 부정확한 정보 제출, 할당 허용량 초과, 증거 불충분 등의 경우에 패널티가 부과됨
  - 2010년 4월~2016년 12월까지 환경청 규제기관이 발표한 21건 민사처벌에 따르면 총 62만 7천 파운드의 벌금을 징수함(공공, 민간 부문 포함)

❑ 미국

【 표 2-33 】 미국의 온실가스 배출권 거래 규제

구분	미국
국제 협약 및 규정	청정에너지 합리규제(ACE, Affordable Clean Energy)
발효 시기	2018년 (트럼프 정부) * '17년 파리협정 탈퇴
정의 및 내용	• 2018년 8월 **미국 환경보호청(EPA)**에서 **석탄발전소의 온실가스 배출량 관리**를 위한 지침으로 청정에너지 합리규제 발표 * '18년 6월 청정에너지 안전보장법안(ACES) 통과 • 미국 **전체 온실가스 배출량을 2050년까지 83% 줄이는 것을 의무화** * 뉴욕시의회는 2050년까지 뉴욕시 대형건물의 탄소 배출량을 80% 감축하는 '기후변화 대응자원 동원을 위한 조례안(Climate Mobilization Act) 통과시킴 • 2만 5천 스퀘어피트 이상 규모의 뉴욕시 대형건물에 대해 탄소배출량 상한선을 매기고 2030년까지 전체 배출량의 50%, 2050년까지 80%를 감축
대상	• 건물 부문 신축/기축 전체 • 2만 5천 스퀘어피트 이상 규모의 뉴욕시 대형건물
패널티	• (건물 부문) 2030년까지 **기존 건물 리모델링에 관한 신규규제를 불이행 시** 최고층 건물들은 **100만 달러(약 11억원)이상의 벌금 예상*** • 2024년~2029년까지 배출 상한선을 초과하면 **배출량 당 268달러를 곱한 벌금이 부과** * 온실가스 배출(30%) 감축을 위해 유리 외벽 건물 신축 금지, **기존 건물도 새로운 규제에 맞춰 리모델링 추진 계획** * 민간 건물 소유자 관점에서 온실가스 배출을 30% 감축할 수 있도록하는 계획 또한 추진 • (자동차부문) 차 1대가 연비 0.1mpg를 초과할 때마다 5.5달러 벌금 부과
법적 근거	청정에너지 안전보장법안(ACES), 기후변화협약(UNFCCC)(1992) 그린뉴딜, 기후변화 대응자원 동원을 위한 조례안(Climate Mobilization Act, 뉴욕시)
주요 이슈	• 미국 온실가스 의무보고 법령에 따라 EPA에 온실가스 배출정보 보고서 의무 제출(전년도 1월 1일~12월 31일까지 배출정보를 다음해 3월 31일까지 보고) • 연비 기준은 개별 차량에 적용이 아닌, 판매된 전체 승용차의 평균 이산화탄소 배출량을 기준으로 적용하며, 전기차의 시장 점유율이 2020년 16%까지 증가하면 연비 개선 목표치를 충족 가능할 것으로 예상

※ 출처: NewyorkTimes, 2019. 4

❍ 오바마 정부의 '친환경 규제(Clean Power Plan)' '15년 발효, 2030년까지 발전소의 탄소 배출량을 2005년 대비 32% 감축 목표 제시

- 풍력이나 태양광 발전과 같은 대체에너지 사용을 장려하고, 석탄 및 석유에 대해서는 이산화탄소 배출량 초과에 관련된 다양한 규제책을 시행

· 연방-주정부 연계 시스템으로 주 차원에서 규정을 채택하지 않을 수 있어 연방정부가 해당 지역의 주민 건강을 보증, 이 경우 환경청이 해당 주 발전소 직접 규제 가능

❍ '17년 6월(트럼프 정부) 파리협정 탈퇴 후 '18년 6월 하원에서 미국 청정에너지 안전보장 법안(ACES) 통과

- 청정에너지 합리규제(Affordable Clean Energy, ACE); 2018년 8월 미국 환경보호청(EPA)에서 석탄발전소의 온실가스 배출량 관리를 위한 지침으로 청정에너지 합리규제 발표

· 미국 전체 온실가스 배출량을 2050년까지 83% 줄이는 것을 의무화

* 화력발전에 의한 온실가스 배출감소를 위한 시스템 결정, 발전소 계획 개발 시 사용 가능한 후보기술 채택, 새로운 예비 적용성 테스트 등 청정 대기법 제111조(d)에 따른 새로운 배출원 검토 및 배출 가이드라인의 새로운 구현 규정을 촉발하는 '주요 수정' 사항이 포함

- 트럼프 정부의 에너지 관련 추진

· (에너지 관련 규제 폐지 및 완화) 오바마 정부에서 금지했던 연안 석유 시추를 대대적으로 허용, 캘리포니아 주 등이 주도한 자동차 연비 강화 정책도 폐지

· (전기차사업에 부정적 영향 가능성 우려) 2021~2026년형 자동차에 적용되는 연비 기준을 완화, 내연기관 차량들도 기준을 맞추기가 수월해지며 전기차 사업 경쟁력 악화

· ACE로 석탄산업에 자율성 부여했으나 대기오염 및 관련 질환에 대한 우려

❍ 뉴욕시의회는 2050년까지 뉴욕시 대형건물의 탄소 배출량을 80% 감축하는 '기후변화 대응자원 동원을 위한 조례안(Climate Mobilization Act) 통과시킴

- 2024년부터 시행되며, 연방정부 주관의 건물 부문 온실가스 배출 관련 패널티 제도를 추진한다는 내용 발표

· 2만 5천 스퀘어피트 이상 규모의 뉴욕시 대형건물에 대해 탄소배출량 상한선을 매기고 2030년까지 전체 배출량의 50%, 2050년까지 80%를 감축

· 적용 대상 건물들은 탄소배출 감소를 위해 건물 단열재, 창문 등을 교체, 태양광,풍력,수력 등 재생에너지를 이용해야 하며, 신축건물의 경우 건축 시 태양광 시설 구축 의무화

- 배출량 기준을 위반하는 건물에 최대 수백만 달러의 벌금 부과

· 2024년~2029년까지 배출 상한선을 초과하면 배출량 당 268달러를 곱한 벌금이 부과되며, 이 금액은 2024, 2029년 동일하게 적용되나 탄소배출 상한선이 다름

· 특히 다세대 주택(아파트)를 중심으로 뉴욕시의 75~80%가 대상

❍ 미국 국내 온실가스 의무보고 법령에 따라 EPA에 온실가스 배출정보 보고서 제출 의무

- 미국 환경보호청(EPA)에 전년도 1월 1일~12월 31일까지 온실가스 배출정보를 다음해 3월 31일까지 보고

· 직접적으로 온실가스를 배출하는 특정한 사업장의 소유자 및 운영자에 대하여, 또한 특정한 화석 연료 공급업자 및 산업용 온실가스 공급업자에 대하여 온실가스 의무 보고 요건을 규정

❍ (건물부문) 2030년까지 기존 건물 리모델링에 관한 신규규제를 불이행 시 최고층 건물들은 100만 달러(약 11억원)이상의 벌금

- 2024년~2029년까지 배출 상한선을 초과할 시 배출량 당 268달러를 곱한 벌금이 부과되며, 이 금액은 2024, 2029년 동일하게 적용되나 탄소배출 상한선이 다름
- 2030 40%감축 의무화 및 그린뉴딜 정책의 일환으로 조례 도입
  - · 온실가스 배출(30%)감축을 위해 유리 외벽 건물 신축 금지, 기존 건물도 새로운 규제에 맞춰 리모델링 추진 계획(뉴욕타임즈, 2019)
  - · 민간 건물 소유자 관점에서 온실가스 배출을 30% 감축할 수 있도록 하는 계획 또한 추진

＊ (자동차부문) 차 1대가 연비 0.1mpg를 초과할 때마다 5.5달러 벌금 부과

❑ 일본

❍ `08년 교토의정서내 감축목표 달성을 위해 '국내크레딧제도(Domestic Credit Scheme)' 도입

- 대기업이 제공한 에너지·환경 관련 기술이전등을 통해 그 외 기업(중소기업 등)이 실제로 저감하게 된 배출량을 크레딧으로 인증해주는 제도

❍ 아시아 최초로 탄소세 성격을 가진 '지구온난화대책세'를 도입

- 2012년 10월 1일부터 채취되거나 해외에서 수입된 화석연료에 대한 세율을 단계별로 인상하고자 하며, 특정 분야에 대한 과중한 부담을 막기 위해 면세와 환급조치가 함께 적용

❍ 도쿄도는 '배출권 거래제(Tokyo-ETS)'를 시행, 기업참여 의무를 규정

- 2010년 이전에는 주로 기업 등 사회 구성원 스스로가 배출권 거래제나 탄소 상쇄 프로그램 참여 여부를 결정, 정부는 기업의 자발적 감축활동을 지원하거나 독려하기 위한 제도들을 도입
- 2010년 이후부터는 지방정부가 주도하여 일정 규모 기업이나 시설의 의무적 참여를 규정한 배출권 거래제를 지역 단위로 시행
  - · 그러나 기업의 반발 등으로 인해 국가 단위의 배출권거래제도는 아직 도입하지 못한 상태



【 그림 2-10 】 일본의 온실가스 배출 감축을 위한 시장 메커니즘 활용체계

2.2. 국내 정책 동향

2.2.1. 건축·도시 에너지 분야 주요 정책

2.2.1.1. 필수 계획

❑ 현 정부 국정운영 5개년 계획

【 표 2-34 】 국정운영 5개년 계획의 동 사업 관련 주요 내용

국정과제	건축·도시 에너지 관련 내용
33 **소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축**	▪ (과제목표) - 4차 산업혁명의 인프라 구축, 규제 개선 및 핵심 기술력 확보 ▪ (주요내용) - (인프라 조성 및 융합 확산) 5G·IoT 네트워크 인프라 구축, 데이터 개방 및 유통 활성화, 스마트홈·정밀의료 등 ICT 융합 서비스 발굴·확산 ▪ (기대효과) - ICT·소프트웨어 혁신과 산업 간 융합 추진으로 새로운 성장동력 창출 및 경제성장 견인
37 **친환경 미래 에너지 발굴·육성**	▪ (과제목표) - 에너지 신산업 선도국가 도약 및 저탄소·고효율구조로 전환 ▪ (주요내용) - (에너지신산업) 친환경·스마트 에너지 인프라 구축, IoE 기반 신비지니스 창출 **- (에너지효율) 핵심분야별(가정, 상업, 수송, 공공, 건물 등) 수요관리 강화,** 미활용 열에너지 활용 활성화 등을 통해 저탄소·고효율 구조로 전환 * '20년에 공공부문 제로에너지건축물 인증 의무화 등 ▪ (기대효과) - 에너지 다소비 경제구조를 친환경·고효율 구조로 전환하고, 실효성 있는 에너지 서민층 에너지 복지 강화
60 **탈원전 정책으로 안전하고 깨끗한 에너지로 전환**	▪ (과제목표) - 탈원전 로드맵 수립을 통해 단계적으로 원전제로시대로 이행 ▪ (주요내용) - (분산형 전원 확대) 분산형 전원(신재생, 집단에너지, 자가발전)의 인허가, 연료 구매, 요금 설정 등 전 과정에 대한 체계적인 지원 강화 ▪ (기대효과) - 안전하고 깨끗한 에너지로의 에너지 패러다임 전환
61 **신기후체제에 대한 견실한 이행 체계 구축**	▪ (과제목표) - '21년까지 온실가스 배출전망 대비 상당한 수준 감축 실현 ▪ (주요내용) - (지속성) 지속가능발전위원회 위상을 강화('18년~)하여 사회·경제 전반의 지속성 및 **기후·대기·에너지정책 통합성 제고** - (온실가스 감축 강화) 배출권거래제 정상화 등 *** '20년까지 제로에너지 건물 확대, 공공기관 배출량 30% 감축 등 부문별 감축 강화** ▪ (기대효과) - **기후·대기·에너지 통합관리**로 저탄소 경제, 기후변화 위험으로부터 안전한 사회 구현

국정과제	건축·도시 에너지 관련 내용
㉙ **도시경쟁력 강화 및 삶의 질 개선을 위한 도시재생뉴딜 추진**	▪ (과제목표) - **전국적 도시재생뉴딜 사업 추진**을 공공중심으로 지원 ▪ (주요내용) - (도시재생뉴딜사업 발굴·지원) 구도심과 노후주거지 등을 포함하여 정비가 시급히 필요한 곳부터 우선적으로 선정 * '17년까지 뉴딜 사업 추진방안 및 추진기반 마련 - **(주거취약계층 녹색건축물 우선 적용)** '18년부터 공공임대주택 등 소형주택 에너지성능을 패시브하우스 수준으로 강화 ▪ (기대효과) - 구도심과 노후 주거지 생활 여건 개선으로 **주민 삶의 질을 개선**하고, 쇠퇴지역을 혁신공간으로 재창출

❍ 현 정부의 건축·도시에너지 관련 주요 이슈는 경제구조 전반의 친환경·고효율화 및 주민 삶의 질 개선에 중점

- 탈원전, 탈석탄 정책과 신재생에너지 산업 육성, 분산형 전원에 대한 지원 강화를 통해 경제구조 전반의 친환경·고효율화 추진
  - · 에너지 신산업 발굴·육성을 통해 에너지 다소비 경제구조 혁신과 미래 신성장 동력 확보 및 에너지산업 미래수요에 대응
  - · 에너지믹스 전환과 핵심분야 수요관리 강화, 효율 향상을 통한 에너지 사용량 저감으로 원전·미세먼지 걱정 없는 안전한 사회 건설
- 구도심 및 노후 주거지 등에 대한 도시재생 뉴딜 사업을 통해 쇠퇴지역을 혁신공간으로 재창출
  - · 에너지 소외계층에 대한 복지 지원, 친환경·경제적 공공임대주택 보급 등 구도심, 노후주거지 및 쇠퇴지역의 에너지·주거복지 강화로 국민 삶의 질 향상

❍ 에너지 신산업 발굴·육성을 통해 에너지 다소비 경제구조의 친환경·고효율화 추진

- `30년까지 재생에너지 발전 비중을 전체의 20%로 대폭 확대
  - · 소규모 발전사업자의 참여 여건 및 기업투자 여건 개선을 위해 전력 고정가격 매입제도, 풍력 등 계획입지제도 도입
  - · 신재생 이격거리 규제 개선, RPS 의무비율 상향(`23년 이후 10% → `30년 28%)등 제도개선 병행
- 에너지 신산업 선도국가 도약 및 저탄소·고효율 구조 전환
  - · `20년까지 공공기관 ESS 설치 의무화, 지능형 계량 시스템 전국 설치 완료
  - · 핵심분야(가정, 상업, 수송, 공공, 건물 등) 수요관리 강화와 미활용 열에너지(지열 등) 활성화를 통해 저탄소·고효율 구조로 전환
  - · `18년 주요 산업기기 에너지 최저효율제 도입, `20년 공공부문 제로에너지건축 인증 의무화 및 국가 열지도 구축 등
- 실효성 있는 서민층 에너지 복지 강화 대책 추진
  - · `18년 에너지바우처 지원대상에 중중희귀질환자 가구 추가 등 에너지 소외계층 복지 지원

❍ 탈원전화 및 분산형 전원에 대한 지원 강화 등 에너지 패러다임 전환

- 원전 감축 및 기축 원전의 안전규제 강화
  - · 원전 신규 건설계획(추가 6기) 백지화, 노후 원전 수명 연장 금지 등 단계적 원전 감축계획을 전력수급 기본계획 등에 반영
  - · 원자력안전위원회 위상 및 독립성 강화와 안전관리체제 정비, 원전 내진설계기준 상향 검토
- 에너지가격체계의 합리적 개편 및 분산형 전원 보급 확대
  - · 사회적 비용을 반영해 발전용 연료 세율체계를 조정하고, 산업용 전기요금체계 개편을 통해 전력 다소비형 산업구조 개선

❍ 신기후체제에 대한 이행체계 구축으로 기후변화 위험으로부터 안전한 사회와 저탄소 경제 구현

- 지속가능발전 등 범지구적 논의 동참 및 국제사회에서의 역할 강화
  - · 지속가능발전위원회 위상을 강화(`18~)하여 사회·경제 전반의 지속성 및 기후·대기·에너지 정책 통합성 제고
  - · 파리후속협상 참여 등 환경분야 국제사회기여 강화
- 기후변화 리스크를 예측·관리하고 피해를 최소화하는 안전사회 구현
  - · 배출권거래제 정상화 등 온실가스 배출증가 억제
  - · 사회 전반의 기후변화 적응 역량 평가·점검체계 구축

❍ 구도심과 노후 주거지 생활여건 개선으로 쇠퇴지역을 혁신공간으로 재창출

- 공공을 중심으로 전국적 도시재생뉴딜 사업 추진
  - · 지역 중심의 뉴딜사업 추진을 위해 지자체·지역전문가 등 추진주체 역량 강화 지원
  - · 도시재생뉴딜사업 지원 시 구도심과 노후주거지 등을 포함, 정비가 시급한 곳을 우선적으로 선정하여 지역 특성에 맞는 사업 지원
- 도시재생, 녹색건축물과 연계하여 친환경·경제적 공공임대주택 공급
  - · `17년까지 도시재생 연계형 공공임대주택 공급방안 마련 및 `18년부터 본격 공급
  - · `18년부터 공공임대주택 등 소형주택 에너지성능을 패시브하우스 수준으로 강화

❑ 제4차 과학기술기본계획(2018~2022)

❍ 제4차 과학기술기본계획은 과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여하고자 하는 미래비전 실현을 위해 4대 전략 및 19대 중점추진과제를 제시

- 동 사업은 4대 전략 중 '과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출'분야의 전략과제인 '4차 산업혁명 대응기반 강화'과제와'과학기술로 모두가 행복한 삶 구현'분야의 전략과제인'쾌적하고 편안한 생활환경 조성'과제에 부합



【 그림 2-11 】 제4차 과학기술기본계획 전략 및 중점추진과제

【 표 2-35 】 전략 및 중점추진과제 중 동 사업에 부합하는 분야

4대 전략	중점추진과제	
1. 미래도전을 위한 과학기술역량 확충	▪ 과학적 지식탐구 및 창의·도전적인 연구 진흥	▪ 국민과 함께하는 과학문화 확산
	▪ 연구자 중심의 연구몰입환경 조성	▪ 과학기술 외교의 전략성 강화
	▪ 창의·융합형 인재 양성	
2. 혁신이 활발히 일어나는 과학기술 생태계 조성	▪ 주체·분야 간 협력·융합 활성화	▪ 지역주도적 지역혁신 시스템 확립
	▪ 기술혁신형 창업·벤처 활성화	▪ 국민참여 확대 및 컨트롤타워 강화
	▪ 경쟁력있는 지식재산 창출	
3. 과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출	▪ **4차 산업혁명 대응기반 강화**	▪ 혁신성장 중추인 중소기업 육성
	▪ 국민이 체감하는 혁신성장동력 육성	▪ 과학기술 기반 일자리 창출 강화
	▪ 제조업 재도약 및 서비스업 육성	
4. 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현	▪ 건강하고 활기찬 삶 구현	▪ **쾌적하고 편안한 생활환경 조성**
	▪ 안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현	▪ 따뜻하고 포용적인 사회 실현

❍ 4차 산업혁명 대응기반 강화

- 4차 산업혁명 대응기반 강화 과제는 ① 인공지능 기반기술 확보, ② 초연결 네트워크 기반 구축, ③ 데이터 공유·활용역량 강화 및 데이터 활용기반 구축, ④ 신기술·신비즈니스의 제도적·실증적 생태계 구축 등의 세부과제와 관련 기술개발 지원계획을 포함

  · 인공지능, 10기가 인터넷 및 5G 서비스, 고부가가치 공공데이터와 블록체인 기술, 빅데이터, IoT 기반 공공서비스 및 비즈니스 실증환경 등에 대한 기술개발 지원

- 스마트그리드, 신재생에너지, ESS 등 주요 에너지신산업분야의 실증연구 투자를 확대하고, 스마트시티 고도화를 통해 관련 기술 및 비즈니스의 실증환경 제공 추진

❍ 쾌적하고 편안한 생활환경 조성

- 쾌적하고 편안한 생활환경 조성 과제는 ① 기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성 확보, ② 쾌적하고 청정한 생활환경 구현, ③ 편안하고 살기좋은 스마트시티 구축 등의 세부과제와 관련 기술개발 지원계획을 포함

  · 기후변화 예측 및 대응역량 제고, 스마트시티 및 청정 환경·에너지 시스템 기술 등의 기술개발과 실증·상용화 지원

- 신재생에너지 및 에너지저장기술, 온실가스 저감기술 등 요소기술과 더불어 플랫폼 도시 개념을 적용한 데이터 기반 스마트시티 모델 개발 및 스마트시티에 적용 가능한 청정 환경·에너지 관리 시스템 구축 지원 추진

  · 효율적 에너지 관리가 가능한 지능형 건물관리기술, 스마트홈 기술 개발 및 에너지 생산·소비 상시 모니터링 시스템 구축을 통해 도시의 지속가능성 제고

❍ 기본계획 실현을 위한 120대 중점과학기술

- 제4차 과학기술기본계획은 경제성장 기여, 일자리 창출, 삶의 질 향상 등 경제·사회적 가치가 높아 국가차원의 중점 투자 및 육성이 필요한 120개 분야의 기술을 중점과학 기술로 선정

  · 경제·사회적 기여도, 과학기술적 기여도, 기술경쟁력, 기술의 혁신성·도전성, 기본계획과의 부합성 등을 종합적으로 평가하여 과학기술기본계획의 전략을 효과적으로 이행할 수 있는 기술 선정

- 신규기획 사업은 에너지·자원, 건설·교통 등 3개 대분류, 6개 중분류의 중점과학기술과 연계 가능

【 표 2-36 】 전략 및 중점추진과제 중 동 사업에 부합하는 분야

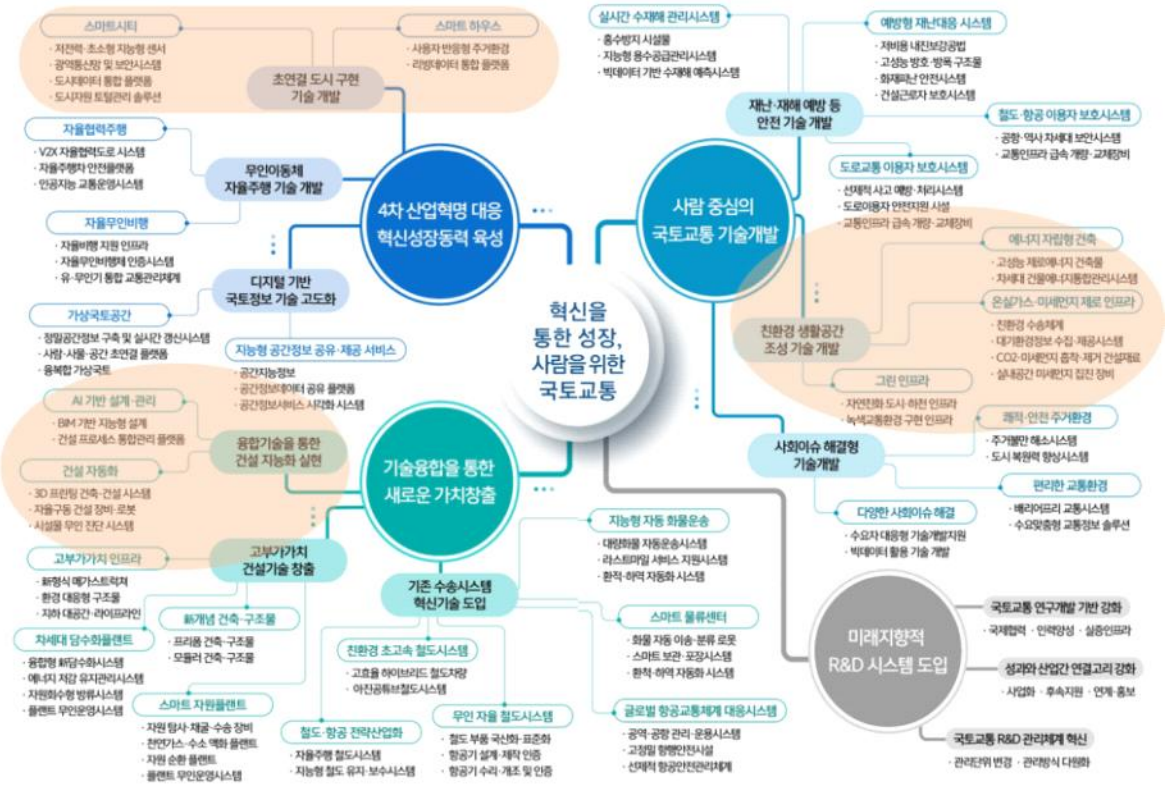
대분류	중분류	중점과학기술
에너지·자원	전력 및 에너지저장	▪ 대용량 장수명 이차전지, 스마트 에너지그리드, 고효율 전력수송 기술 등
	신재생에너지	▪ 고효율 태양전지, 지열에너지, 수소·연료전지 기술 등
건설·교통	건축	▪ 지능형 건물관리기술, 친환경 다기능 건설재료 기술, 스마트홈 기술 등
	도시 및 국토	▪ 지속가능한 도시재생기술, 스마트시티 구축 및 운영 기술 등
환경·기상	기후·대기	▪ 미세먼지 등 대기오염 대응기술 등
	물관리	▪ 스마트 물순환 및 수자원 확보·관리 기술, 통합 수환경 모니터링 및 관리 기술 등

2.2.1.2. 선택군 계획(법정계획)

❑ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)

❍ 국토교통과학기술 연구개발 종합계획은 국토교통과학기술육성법 제정에 따라 '국가교통기술개발계획'등 기존 계획이 통합되어 만들어진 국토교통R&D 분야 법정 종합계획

- **'혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통'**을 비전으로 4대 전략, 12대 실천과제를 통해 국가 경쟁력 및 국토교통관련 삶의 질 만족도, 국토교통분야 연구환경 만족도 향상을 목표로 함
- 동 사업은 12대 실천과제 중 초연결 도시 구현 기술 개발, 친환경 생활공간 조성 기술 개발, 융합기술을 통한 건설 지능화 실현 등 3개 실천과제와 연계 가능



【 그림 2-12 】 4대 전략, 12대 실천과제 중 동 사업과 연계 가능한 분야

❍ (초연결 도시 구현 기술 개발) 도시 내 사람-사물-인프라가 초연결되어 인간이 상상하는 도시 서비스를 스스로 제공하는"인공지능(AI) 도시"를 전략목표로 설정

- 센서, 네트워크를 통해 도시 내 초연결을 실현하는"스마트 도시"와 주거공간 내 사람-기기-인프라가 연결된"스마트 하우스"기술개발을 포함



【 그림 2-13 】 Ⅱ-13 "초연결 도시 구현 기술 개발"기술전략 트리

- (스마트 시티) 도시 전체를 센서 및 네트워크로 연결하고, 데이터 통합·관리·제공 플랫폼을 구축하여 민간이 다양한 서비스를 창출할 수 있도록 지원
  - · (센서) 건물, 인프라 등 도시 구성요소에 대한 실시간 데이터를 수집·제어하는 지능형 센서 기술개발을 통해 관리 효율성 제고
  - · (네트워크) 사람-도시-사물의 초연결 신경망 구축을 위한 IoT 광역 네트워크 기술 개발 및 개발된 기술의 검증·활용, 보안기술 강화를 통한 경제·사회적 비용 최소화 등
  - · (플랫폼) 도시 인프라 통합정보와 시민활동 데이터로부터 유의미한 패턴을 도출하여 분석, 지식체계화 하고, 개방형 플랫폼을 구축하여 도시 정보의 접근성 향상
  - · (관리기술) 순환형 관리시스템 등을 통해 물-에너지-식량 등 도시 자원을 효율적으로 생산·분배할 수 있는 지속가능한 스마트도시 구현
- (스마트 하우스) 주거공간 및 주거단지에 ICT 기술을 접목하여 안전, 편의, 즐거움 등의 가치를 맞춤형으로 제공하는 인프라·서비스 플랫폼 개발
  - · (인프라) 거주자 정보와 건축 구조물 및 설비 정보 간 상호 전달체계 구축 기술 등을 개발하여 사용자 반응형 주거 복지 서비스 제공
  - · (플랫폼) 지능화된 구조물·시설물, 홈네트워크 등에서 수집되는 정보를 통합·활용하여 주거 생활의 질적 수준 향상 유도

❍ (융합기술을 통한 건설 지능화 실현) 인공지능, 로봇 등 융복합을 통해 설계·관리·시공·유지보수 등 건설 프로세스를 혁신하는"지능형 건설생산체계"를 전략목표로 설정

- 인공지능 등 융복합 엔지니어링 기술인"AI 기반 설계·관리"와 3D 프린터, 로봇 등 융복합 시공·보수 기술인"건설자동화"기술개발을 포함



【 그림 2-14 】 "융합기술을 통한 건설 지능화 실현"기술전략 트리

- (AI 기반 설계·관리) 우리나라의 약점인 설계·엔지니어링 분야의 경쟁력 확보를 위해 AI 등 4차 산업혁명 기술을 융·복합한 설계·엔지니어링 新 모델 개발
  - · (설계) 가상현실, 증강현실 등 확장현실(xR) 콘텐츠로 변환 가능한 BIM(Building Information Modeling) 기술 등을 통해 설계 검토·검증 프로세스 혁신
  - · (엔지니어링) 건설 프로세스 중 다양한 비정형 데이터를 DB化하고, 원가·공정·품질 관리 등 엔지니어링 요소 최적화 플랫폼 개발
- (건설 자동화) 건설 시공 효율성 향상을 위해 3D 프린팅용 복합재료, 건설로봇 등 새로운 재료·장비를 개발하고 유지관리 자동화 기술 개발
  - · (재료) 3D 프린팅을 위한 건물·구조물 설계, 재료 및 장비 개발을 통해 공기 단축 등 건설 효율성, 생산성 향상
  - · (시공) 현장 맞춤형 자율계측·관리 시스템, 자율구동 건설 장비·로봇, BIM 기반 시공 검증·평가 기술 개발 등으로 안전 및 효율 향상
  - · (유지관리) 센서 네트워크를 통한 빅데이터 기술로 선제적 유지관리 시스템을 구축하고, 자기치유 건설재료 등으로 시설물 장수명화

❍ (친환경 생활공간 조성 기술 개발) 도시운영에 필요한 에너지를 스스로 생산하여 깨끗한 대기환경이 구현된"에너지 자립형 청정도시"를 전략목표로 설정

- 건물에너지 효율화를 통한"에너지 자립형 건축", 기존 인프라에 생태 환경 개념을 적용한"그린 인프라", 오염물질 최소화 및 흡착·제거를 수행하는"온실가스·미세먼지 제로인프라"기술개발을 포함
  - · 제로에너지 건축물 및 차세대 건물에너지통합관리시스템 기술개발을 목표로 하는 "에너지 자립형 건축"분야가 동 사업과 연관됨



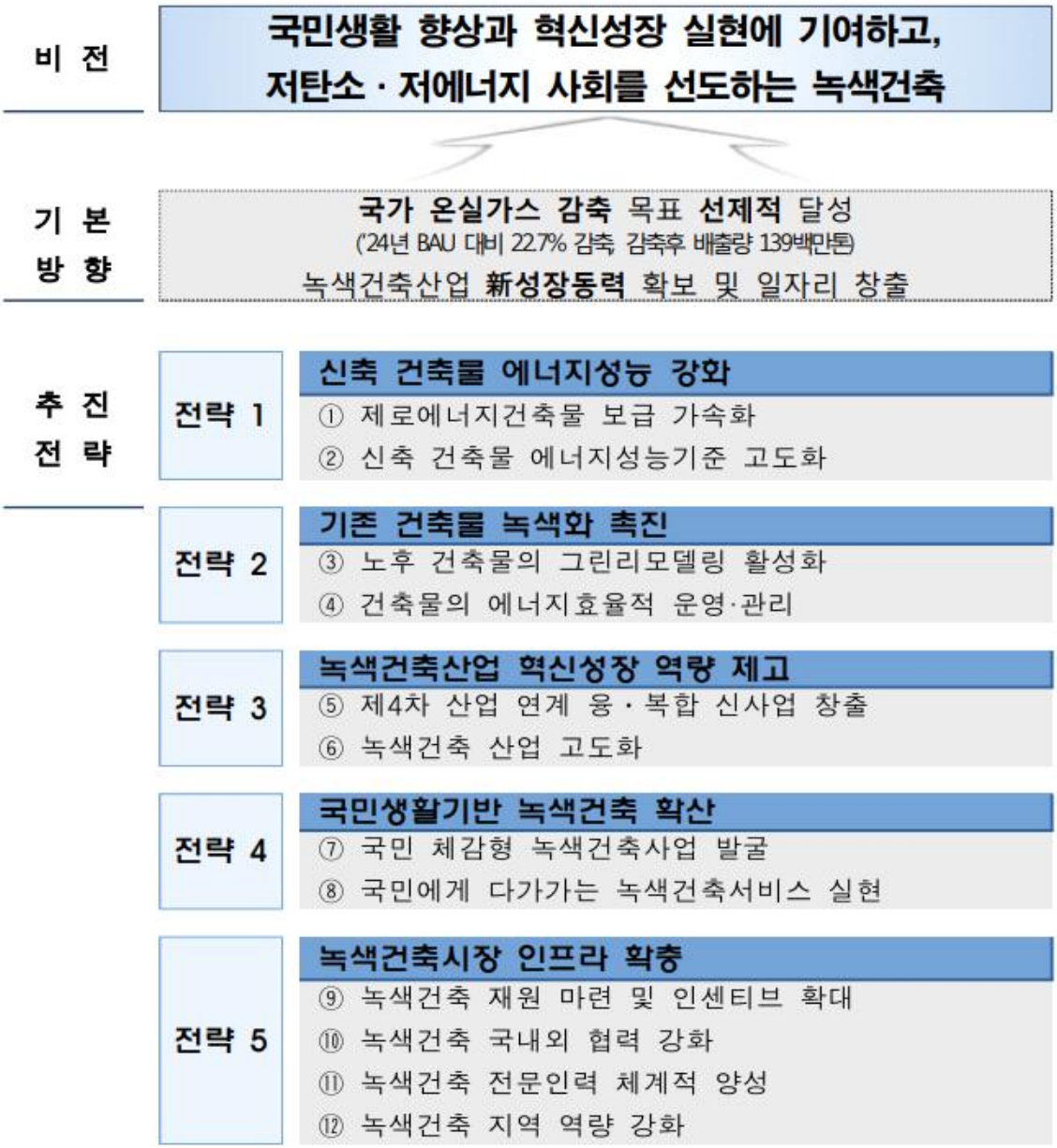
【 그림 2-15 】 "친환경 생활공간 조성 기술 개발"기술전략 트리

- (에너지 자립형 건축) 첨단 기밀·단열 공법 및 재생에너지 기술과 실시간 건물에너지 관리시스템을 접목하여 에너지 자립형 친환경 건축기술 개발 추진
  - · (시설) 열교 최소화 등을 통한 단열성능 향상은 물론, 기밀시공 시스템, 고성능 열회수형 환기장치, 통합형 일사차단 시스템, 축열 성능 확보 건축자재 등 고효율 패시브 건축기술 개발
  - · (운영) 용도별, 지역별, 이용행태별 에너지 정보를 수집·분석해 에너지효율을 개선하는 기술을 개발하고 이를 확산하는 방안 추진

❑ 제2차 녹색건축물 기본계획(2020~2024)

❍ 녹색건축물 조성지원법에 의거하여 녹색건축물 조성에 필요한 사항을 정하고, 건물부문 온실가스 감축 및 녹색건축물 조성정책의 비전과 기본방향을 제시

- 2차 기본계획은'**국민생활 향상과 혁신성장 실현에 기여하고, 저탄소·저에너지 사회를 선도하는 녹색건축**'비전 달성을 위해 5대 추진전략 및 12대 정책과제 제시
  - · 건물분야 국가 온실가스 감축 목표의 선제적 달성(`24년 BAU 대비 –22.7% 감축)과 녹색건축산업 新성장동력 확보 및 일자리 창출 목표



【 그림 2-16 】 제2차 녹색건축물 기본계획 비전 및 추진전략

❍ (신축 건축물 에너지성능 강화) 제로에너지건축물 보급 가속화 및 신축 건축물의 에너지 성능기준 고도화를 통해 신축 건축물의 에너지 고효율화 추진

- (제로에너지건축물 보급 가속화) `20년 공공부문 제로에너지건물 의무화를 시행하고, `25년 민간부문 의무화 시행에 대비한 대응기반 구축
  - · 공공부문 제로에너지건축물 공급 의무화 시행 전 공공지원건축사업(생활 SOC등) 선도 적용을 통해 조기 확산을 유도하고, 공공주택지구 적용을 위한 사업모델 개발, 공공건축물 에너지효율등급인증 강화 등을 통해 이행 기반 마련
  - · `25년 민간부문 의무화 대응을 위해 시장 수용성을 고려한 성능 등 의무기준을 마련하고, 경제성 제고, 규제 합리화 및 지원 사업 확대 추진으로 실질적 고성능 건축물 보급 유도



【 그림 2-17 】 제로에너지건축물 최적화 시뮬레이터 개발(예시)

- (신축 건축물 에너지성능기준 고도화) 건축물 에너지성능기준 강화, 소규모 건축물의 녹색건축화 추진체계 마련을 통해 녹색건축기준 선진화 및 민간 대응역량 강화
  - · 에너지소비총량기준 확대·강화, 요소기술 성능기준 마련 및 평가 활성화 추진 등을 통해 신축 시 에너지고효율 자재·설비의 적극적 적용 유도
  - · 소규모주택 친환경 건설기준 강화, 에너지절약형 설계·시공·리모델링 지원체계 구축, 소형 생활 SOC 건축물의 에너지효율등급 인증 개선 추진 등 소형건축물의 에너지성능 강화 유도



【 그림 2-18 】 소규모 건축물의 소비에너지 최적화 지원방안

❍ (기존 건축물 녹색화 촉진) 노후 건축물의 그린 리모델링 활성화와 기축 건물의 효율적 에너지 운영·관리체계 구축을 통해 기존 건축물의 에너지성능관리 활성화

- (노후 건축물 그린 리모델링 활성화) 공공부문 사업 추진을 통해 그린리모델링 분야 실증경험을 확보하고, 이를 바탕으로 건축물 에너지성능 기반 그린리모델링 표준 모델 및 시장 활성화 방안 마련

  · 공공주택 선도사업, 공공건축물 에너지성능 진단 의무화 등을 통해 그린리모델링 대상을 발굴, 그린리모델링 사업 추진 간 민간에서 활용 가능한 적용기술, 시공방법 가이드라인 및 표준모델을 개발

  · 기존 건축물 에너지성능수준 세분화를 통해 기존 건축물 에너지성능 개선 시장 활성화를 위한 중장기 정책방안 및 취약계층 복지향상을 위한 맞춤형 지원 사업 모델 개발



【 그림 2-19 】 공공건축물 진단 의무화 추진방안

- (건축물의 에너지 효율적 운영·관리) 건축물 에너지 운영·관리체계를 구축하고 이를 바탕으로 기존 건축물의 에너지성능관리를 활성화

  · 건물부문 에너지통계조사 등을 통해 에너지성능관리 가이드 개발을 위한 용도별 운영특성 데이터를 수집하고, 에너지효율등급 평가방법 및 운영효율지표 등 효율기반 운영·관리방안 마련 및 신규사업 모델 발굴



【 그림 2-20 】 건물부문 에너지사용 관련 지표 개발

· 에너지다소비업체의 에너지성능관리 활성화를 독려하고, 시설관리 전문기업과 에너지관리 전문기업 간 네트워크 구축, 시범사업 추진, 운영가이드 개발 등 에너지성능관리 산업 활성화를 위한 정책 추진

❍ (녹색건축산업 혁신성장 역량 제고) 국산·보급형 BEMS 개발을 통해 BEMS 구축비용을 현재 대비 30% 이상 절감하고, 설계·시공·감리·자재/설비 등 관련 전후방산업의 역량 강화 및 맞춤형 지원을 통해 녹색건축산업 기반 확대

- (건축물에너지 빅데이터 기반 신규 BM 창출) 건축물 데이터 저장·분석을 위한 플랫폼 구축과 기술개발로 인공지능· 빅데이터 분야 신산업 창출 여건 마련

· 건축물 및 에너지 통합데이터 민간개방 범위 확대를 통해 건축물 에너지데이터 분석 기술 개발을 유도하고, 건축·에너지·공간·기후 등 부처별 건축물 관련 데이터의 연계 통합플랫폼 구축



【 그림 2-21 】 에너지데이터 민간개방 확대방안

· 인공지능 기반 건축설계 자동화 기술개발 및 건축설계-에너지성능평가 도구 간 연계솔루션 개발을 통해 건설산업 전반의 생산성 혁신

- (ICT, IoT 접목 건축물 모니터링·계측 관련 산업기반 강화) 건축·도시 에너지 혁신을 주도할 수 있는 산업 및 기술개발 기반 마련 본격화

· BEMS의 효율적 설계·구축 및 운영을 위한 국가 표준규격(KS) 제정을 통해 기초 산업육성 및 시장확대를 지원하고, 국산·보급형 BEMS 모델 개발·보급 및 설계·설치 플랫폼을 구축하여 S/W, 에너지관리서비스 등 관련 신산업 육성 기반 확립

· 중소형 건축물의 에너지 소비 모니터링 활성화를 위해 관련 기술개발 및 에너지 용도별 사용량 계측 인프라 구축

· 건축·도시에너지 혁신을 주도할 수 있는 산업 확산을 위한 성과중심 기술개발 및 편리·안전·건강·저에너지 등 사용자의 삶의 질 향상을 위한 주거서비스 기반의 스마트홈 개방형 IoT 플랫폼 개발 추진

❑ 제4차 에너지기술개발계획

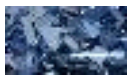
❍ 산업통상자원부에서 발표하는 에너지분야 기술개발을 위한 법정 기본계획으로, 4차 계획은 향후 10년간 에너지기술의 비전과 목표, R&D 투자전략 등을 포함

- 신산업 선도를 위한 에너지기술 강국 도약의 비전 달성을 목표로, 에너지전환을 효과적으로 뒷받침하고 중장기 에너지정책의 목표를 실현하기 위한 4대 전략 제시

❍ 에너지분야 R&D 투자 강화를 위해 16개 에너지 중점기술분야를 제시하고, 분야별 기술로드맵에 따라 50개 추진과제 도출

【 표 2-37 】4대 중점과제 및 16대 중점기술분야

중점과제	① 에너지 신산업 육성	② 고효율 저소비 구조 혁신	③ 깨끗·안전한 에너지 공급	④ 분산형 에너지 확산
16대 중점기술 분야	· 태양광 · 풍력 · 수소 · 에너지신소재	· 산업효율 · 건물효율 · 수송효율 · 빅데이터	· 원자력 · 청정화력 · 에너지안전 · 자원개발 · 순환자원	· 지능형전력망 · 에너지저장 · 사이버보안

태양광	· 단가저감·고효율화 · 초고효율 전지 상용화		**원자력**	· 해체기술 자립, 원전 안전 · 방사성폐기물 안전관리	
풍력	· 초대형 해상풍력 터빈 · 부유식 풍력 개발·실증		**청정 화력**	· 미세먼지·CO_2 저감 · 부하대응을 위한 유연성 확보	
수소	· 그린 수소, 대용량 저장·운송, 효율·내구성 향상		**에너지 안전**	· 에너지 전주기 안전관리 시스템 구축	
에너지 신소재	· 핵심소재 자립 · 산업응용 분야 확대		**자원 개발**	· ICT 기반 탐사·개발 기술	
산업 효율	· 다소비기기 효율 극대화 · 산업 맞춤형 FEMS		**순환 자원**	· 재생에너지 분야 재이용·재제조	
건물 효율	· 플러스에너지 건물 구현 · 커뮤니티 효율 최적화		**지능형 전력망**	· 송변전 통합관제 · 차세대 직류 송배전 시스템	
수송 효율	· 충전 경제성·안정성 확보 · 무선 충전효율 향상		**에너지 저장**	· 차세대 이차전지 · 고신뢰·장주기 ESS	
빅 데이터	· 수요자원 활용 확대 · 에너지거래 기술 고도화		**사이버 보안**	· 에너지인프라 사이버 공격 대응기술 확보	

- 동 사업은 에너지전환과 연계해 선정한 16대 에너지 중점기술 분야 중 건물효율, 지능형전력망 등 일부 분야와 연계 가능

  · (건물효율) 에너지네트워크 활용 플러스 건물 실현, 효율개선을 통한 기축건물 제로에너지화, 통합 시스템 기반 에너지 커뮤니티 플랫폼 구축 등 3개 추진과제

· (지능형 전력망) 전력망 안정성 확보 지능형 운영 플랫폼, 신재생 수용성 확대 직류 송배전 시스템, 에너지커뮤니티 기반 프로슈머·서비스 확대 등 3개 추진과제

【 표 2-38 】 동 사업과 부합하는 중점기술분야 및 추진과제

기술분야	추진과제	R&D 목표
건물효율	① 에너지 네트워크 활용 플러스 건물 실현	▪ 신축건물 에너지자립도 (`19) 10% → (`30) 110%
	② 효율개선을 통한 기축건물 제로에너지화	▪ 기축건물 최적화 기술 적용률 (`19) 1% → (`30) 30%
	③ 통합운영·관리시스템 기반 에너지 커뮤니티 플랫폼 구축	▪ (`30) 에너지 거래·공유 비율 30% 이상
지능형 전력망	① 전력망 안정성 확보 지능형 운영 플랫폼	▪ 재생에너지발전량 예측 오차 (`19) 10% → (`30) 5%
	② 신재생 수용성 확대 직류 송배전 시스템	▪ MVDC 직류배전 운영 시스템 (`30) AC/DC 배전망 혼용 운전
	③ 에너지커뮤니티 기반 프로슈머·서비스 확대	▪ 에너지 커뮤니티 기반 분산자원 (`19) MW급 → ('30) 1GW 이상

❍ 연구개발 역량 결집을 위한 R&D 체계를 구축하고, 수요연계형 R&D, 도전적 R&D 및 리빙랩 형태의 연구개발 확대

- 동 사업은 실생활 공간에서 사용자가 공동 개발자, 실험자, 소비자로서 참여하는 리빙랩 형태의 연구개발에 부합

❍ 실증연구에 대한 투자 확대 계획 및 신기술의 시장진입을 촉진할 수 있는 규제·제도 개선 계획 제시

- (실증·시험) 신기술 조기 실증과 시험·인증 인프라 구축을 위한 투자를 확대하고, R&D 단계별 안전관리 강화
- (보급·사업화) R&D-보급사업 연계체계를 마련하고, 에너지 스타트업·벤처기업 육성과 공기업 주도의 사업화 지원 강화
- (데이터 공유) 에너지 데이터를 수집·공유·활용하기 위한 빅데이터 플랫폼을 구축하고, 이를 활용한 사업화 모델 검증 추진
- (규제·제도) ① 기술확산 저해 규제 완화, ② 고효율·친환경 기술 기준 강화의 조화를 통해 신기술의 시장진입 촉진

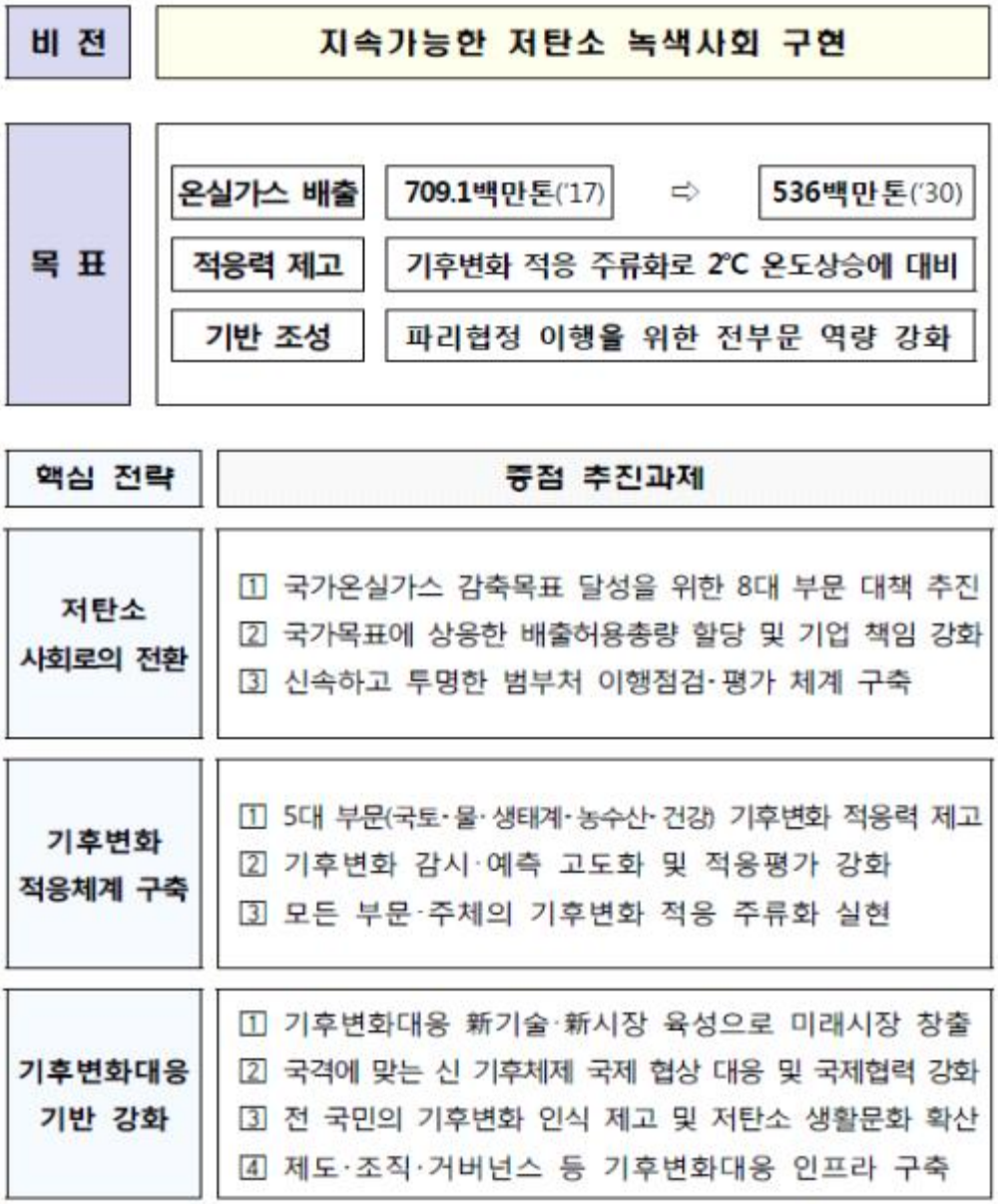
❑ 제2차 기후변화대응 기본계획(2020~2040)

❍ '기후변화 대응계획'은 총 17개 관계부처가 합동으로 수립하며, 기후변화 대응의 최상위 계획으로서 '저탄소 녹색성장 기본법'에 따라 20년을 계획기간으로 5년마다 수립

- 제2차 기후변화대응 기본계획은 신 기후체제 출범에 따른 기후변화 전반에 대한 대응체계 강화 및 '2030 국가 온실가스 감축 로드맵'의 이행점검·평가 체계를 구축하기 위하여 조기에 수립

❍ '지속가능한 저탄소 녹색사회 구현'을 비전으로 제시하고, 2030년까지 온실가스 배출량을 5억 3,600만 톤으로 줄이고, 이상기후(2℃ 상승)에 대비하며, 파리협정 이행을 위한 전 부문 역량 강화를 목표로 함

- 목표 달성을 위해 저탄소 사회로의 전환, 기후변화 적응체계 구축, 기후변화대응 기반 강화를 3대 핵심과제로 선정



【 그림 2-22 】 제2차 기후변화대응 기본계획 비전 및 추진전략]

【 표 2-39 】 제2차 기후변화대응 기본계획의 동 사업 관련 주요내용

핵심과제	세부과제	내용
1. 저탄소 사회로의 전환	2. 부문별 온실가스 감축 계획	▪ (전환 부문) 혁신적 에너지 수요관리 ▪ (산업 부문) 에너지효율 개선 ▪ (건물 부문) 녹색건물 확산, 에너지효율 향상, 인프라 확충
3. 기후변화대응 기반 강화	2. 기후산업 육성으로 신성장동력 확보	▪ (에너지 프로슈머) - 마이크로그리드, 수요자원 시장, 제로에너지빌딩, 친환경에너지타운 사업 등의 확산
	3. 산업계 기후변화대응 지원 확대	▪ (온실가스 감축설비 및 고효율설비 구축 지원) - 온실가스 감축기술 적용 지원을 통한 기업의 온실가스 감축이행 강화

❍ (저탄소 사회로의 전환) 2030년 BAU 대비 37% 감축을 총괄 목표로 삼고, 부문별 목표로서 핵심 4대 배출원(전환·산업·건물·수송)에서 집중 감축(91%)안 제시

- (전환 부문) '30년까지 전환부문 배출량 42.2% 삭감(1억 4050만 톤)을 달성하기 위해 친환경 에너지믹스로 전환, 혁신전 에너지 수요관리, 에너지 가격체계 합리화를 주요 과제로 제시

  · (혁신적 에너지 수요관리) 4차 산업혁명 기술(AI·IoT 등)을 에너지기기·설비에 접목하여 소비자가 실시간 에너지 소비확인 및 수요관리를 할 수 있도록 시스템 고도화, 소비자 수요 감축을 유인할 수 있는 수요거래제도(Demand Response)를 대규모 수요처 중심에서 소규모 수요처(가정·건물)까지 확산

- (산업 부문) '30년까지 산업부문 배출량 20.5% 삭감(9850만 톤)을 달성하기 위해서 에너지효율 개선, 신기술 적용, 냉매규제, 연료대체를 주요 과제로 제시

  · (에너지효율 개선) 공장에너지관리시스템(FEMS, Factory Energy Management System)의 보급을 통해 사업장 단위 에너지 최적화 구현

- (건물(가정·산업) 부문) '30년까지 건물부문 배출량 32.7% 감축(6450만 톤) 달성을 위해 녹색건물 확산, 에너지효율 향상, 인프라 확충을 주요 과제로 제시

  · (기존 건축물 관련 녹색건축물 확산) 기존 건축물 에너지성능 개선 촉진을 위해 에너지 다소비 공공 건축물의 녹색건출물 전환 의무화, 민간 노후건물의 그린리모델링 참여 촉진을 위한 지원방안* 확대 등의 추진계획 마련, 수용자가 활용 가능한 매뉴얼 및 정보서비스 개발, 건물부문 에너지소비·온실가스 배출량을 합리적으로 평가할 수 있는 평가체계 마련, 매매·임대 시 에너지평가서 공개대상 확대** 추진

  * 금융 거치기간 도입, 지자체별 녹색건축기금 설치 및 운영 확대 지자체 역할 확대

  ** (기존) 공동주택 규모 300세대 이상 → (개선) 공동주택 규모 150세대 이상('20)

  · (신규 건축물 관련 녹색건축물 확산) 건축물 에너지 기준을 단계적으로 강화하고 제로에너지 건축물 인증 의무화 대상을 공공에서 민간까지 확대*('25), 한국형 건축물 냉방부하 저감 설계기준 마련 및 건축물 공법·부위별 에너지 최적화 표준 설계·시공기법 개발 촉진**

  * 시장형·준시장형 공기업 의무화('18) → 공공의무화('20) → 민간확산('25)

  ** 건축물 소비 에너지 최적화 설계·시공 기술 개발('19..4~)

· (인프라 확충) 건물 에너지진단, 효율 개선방안 등 맞춤형 서비스 제공 확대, 정보통신·빅데이터 등 신기술을 에너지 공급·수요관리 시스템에 접목하여 도시 에너지 자립도 향상

❍ (기후변화대응 기반 강화) 신기술·신산업 육성으로 미래시장 창출, 기후변화 국제협력 확대·강화, 저탄소 생활문화 확산, 기후변화대응 인프라 구축으로 세부과제 구성

- (기후산업 육성으로 신 성장동력 확보) 에너지 신산업 4대 분야(에너지 프로슈머, 저탄소 발전, 전기자동차, 친환경 공정)별 과제 설정

· **(에너지 프로슈머)** 대학, 산업단지, 도서 지역 대상 마이크로그리드 사업 확대, 신재생에너지 및 단열기술을 접목한 제로에너지빌딩을 공공주택에 시범 적용 후 신축 걸물에 제로에너지 빌딩 의무화 추진, 친환경에너지타운 사업 100개소로 확대, 수요자원 시장의 일반국민 참여를 통한 전력피크 대응력 제고

【 표 2-40 】 4대 분야 에너지 신산업

4대 분야	주요 내용
에너지 프로슈머 (E-Prosumer)	▪ 소규모 신재생에너지, ICT 기술 등을 활용하여, 누구나 직접 전기를 생산하고, 소비하는 다양한 유형의 신산업 * 마이크로그리드, 수요자원 시장, 제로에너지빌딩, 친환경에너지타운, 태양광 홈 등
저탄소 발전	▪ 국내 발전의 저탄소화를 위한 신재생에너지, 화력발전 효율화, 차세대 전력 인프라 등 * 신재생에너지 발전, 초초임계 발전시스템, 대형 가스터빈, CCS, 초고압 직류송전, 초전도 케이블, ESS 등
전기자동차	▪ 순수 전기차 제조업과 더불어 전기차 연관 생태계 활성화를 위한 새로운 산업 * 배터리리스, 충전 서비스, 전기오토바이·자전거, 폐배터리 활용, 전기차 보험 등
친환경 공정	▪ 제조 공정의 효율향상을 위해 온실가스를 대체하는 공정으로 전환하거나, 버려지는 미활용열을 사용하는 신개념 산업 * 스마트공장, 수소환원제철, 친환경냉매, 발전소 온배수열, LNG냉열 등)

- (산업계 기후변화대응 지원 확대) 온실가스 감축기술 적용 지원을 통한 기업의 온실가스 감축 이행 강화

· 현행 배출권거래제 참여기업의 감축설비 설치 지원사업 확충

* 인버터 제어형 압축기 설치, LED 교체 등 설비 보조금 직접지원, 도입 전 사전컨설팅

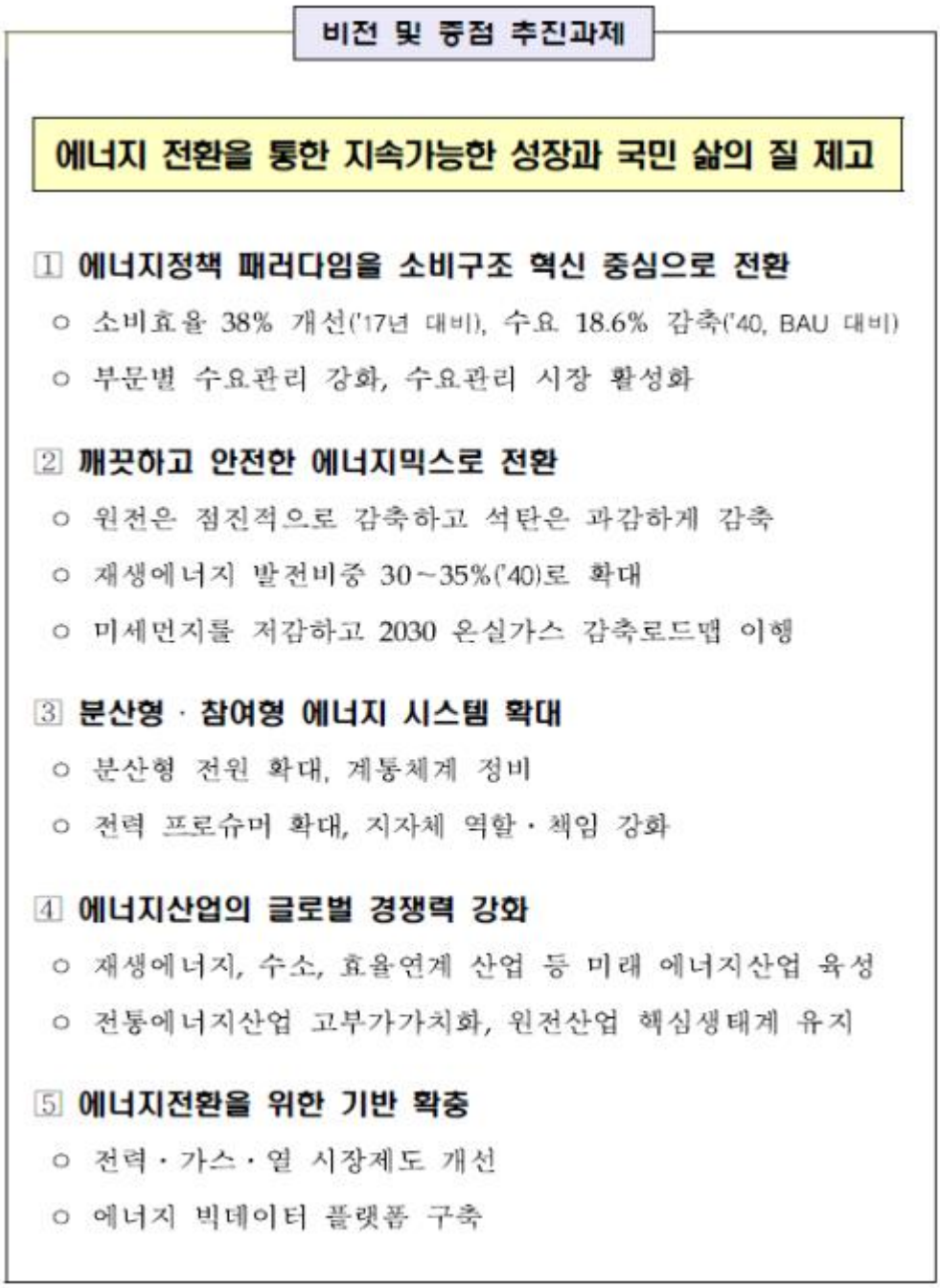
· 기존 에너지다소비 건물·공장의 에너지관리시스템(EMS) 도입·확산

❑ 제3차 에너지기본계획('19~'40)

❍ 에너지기본계획은 에너지 분야를 총망라하는 종합 계획으로서 저탄소녹색성장기본법'에 따라 20년을 계획 기간으로 5년마다 수립·시행

- (1차) '08~'[30년, (2차) '14~'35년, (3차) '19~'40년

❍ 제3차 에너지기본계획의 비전은 '에너지 전환을 통한 지속가능한 성장과 국민 삶의 질 제고'이며, 1·2차 계획의 기본방향과 정합성을 유지하면서도 깨끗하고 안전한 에너지로의 전환이라는 시대적 요구를 반영



【 그림 2-23 】 제3차 에너지기본계획('19~40) 비전 및 중점 추진과제

❍ 건축·도시 에너지와 관련하여 에너지 수요관리, 분산형 에너지 공급 시스템 확충, 효율 연계산업 육성, 에너지 기술개발 및 에너지 데이터 플랫폼 구축 관련 핵심 과제 제시

【 표 2-41 】 제3차 에너지기본계획의 동 사업 관련 주요 내용

중점 추진과제	세부과제	주요 내용
1 에너지 소비구조 혁신	**1. 산업·건물·수송 등 부문별 수요관리 강화**	▪ 건물분야 - (기존 건물) 공공·상업용 건물 대상 에너지효율 평가체계 도입 - (신축 건물) 모든 신축 건물의 제로에너지화 달성('30)을 위해 '건축물 에너지절약 설계기준' 단계적 강화 - (조명·가전) 형광등 시장 퇴출(~'28) 및 고효율 가전제품 보급 확대 - (건물에너지관리시스템 확대) 제로에너지건물 의무화 확대와 연계하여 민간 신축건물(1만㎡ 이상) BEMS 설치 확대('25)
3 분산형·참여형 에너지시스템 확대	**1. 분산형 에너지 공급 시스템 확충**	▪ 프로슈머형 에너지생산기반 확대 - (가정·건물용 연료전지) 인센티브를 부여하여 보급 확대 촉진, 지역 난방 연계 부지임대형 사업, 대여사업 등 사업모델 발굴
4 에너지산업의 글로벌 경쟁력 강화	1. 재생에너지산업 경쟁력 강화	▪ 제품 효율·품질 기반으로 시장 경쟁구도 전환 - (시장육성) 융복합 신기술 제품 및 관련 서비스 시장 육성 * 건물 외장재용 태양광(BAPV) 시장 창출 등
	2. 수소경제 구현을 위한 수소산업 육성	▪ 세계 최고수준의 수소활용 환경 조성 - (에너지 활용) 연료전지 등 친환경·분산형 수소 에너지 활용확산 * 가정·건물용 연료전지 사용처 및 모델 다양화, 제도적 지원 추진
	3. 효율 연계산업 육성	▪ 솔루션 산업 - (제도개선) EMS 서비스 사업자 등록제도('20)·건물 에너지효율 평가제도('22) 도입 추진
5 에너지전환을 위한 기반 구축	**2. 에너지 기술개발 및 인력양성**	▪ 기술개발 - (핵심분야 집중투자) 에너지전환의 기술기반 마련, 에너지산업의 시장경쟁력 제고 등을 위한 집중투자 추진 * 에너지 효율향상: 건물·산업·수송 부문별 효율 향상, 시스템·빅데이터 활용
	3. 에너지 데이터 플랫폼 구축	▪ 빅데이터 플랫폼 - (에너지 빅데이터 플랫폼 구축) 에너지 공급·수요·기술정보를 통합·운영·제공 * 외부환경 연계 정보: 건물·지리(국토부)

❍ (건물부문 수요관리 강화) 기존 건물, 신축 건물, 조명·가전 분야별 에너지효율·수요관리 제고 방안 제시

- (기존 건물) '20년부터 공공건물, '24년부터 3천㎡ 상업용 건물 대상으로 에너지효율 평가체계 도입
  · 건물유형별 표준 원단위를 고시하고 에너지효율 평가용 데이터 플랫폼 구축, 평가 결과 우수 건물은 인정마크 부여
  * 부동산 거래 시 공공·상업용 건물은 에너지효율 평가결과 공개(녹조법 개정) 에너지총조사(3년 주기()를 통해 건물 에너지 소비현황 조사
  · 노후 주택·상업용 건물 대상으로 에너지공급자 효율향상 의무화 제도(EERS)와 연계한 그린 리모델링 지원 확대
  * Energy Efficiency Resource Standard
- (신축 건물) 모든 신축 건물의 제로에너지화 달성('30)을 위해 「건축물 에너지절약 설계기준」(국토부 고시) 단계적 강화
  · 건물 단열기준을 현재 독일 수준으로 강화했으며(냉난방에너지 최소화, '18 고시 개정), 건물 설비기준* 강화 등 건축물 에너지 성능 기준 상향
  * (예) 가정용보일러 최저효율등급 기준 : (현재) 5등급 → ('22) 3등급 → ('25) 1등급
- (조명·가전) 형광등 시장 퇴출(~'28) 및 고효율 가전제품 보급 확대
  · 형광등 최저효율기준을 단계적으로 높이고 스마트조명 보급 확대
  * 신축 공공건물 의무화('20) 및 EERS 지원 등 스마트조명 보급 확대('40년 60%)
  · 독일식* 탑 러너 이니셔티브를 도입하여 고효율 제품 보급 확대
  * 정부(예산지원)-제조사(연구개발)-판매자(소비자교육 · 제품정보 제공)-소비자(에너지절감정보 제공) 간 연대를 통한 '국가 탑 러너 이니셔티브' 도입('16)
- (건물에너지관리시스템 확대) 제로에너지건물 의무화 확대와 연계하여 민간 신축건물(1만㎡ 이상) BEMS 설치 확대('25)

❍ (분산형·참여형 에너지시스템 확대) 가정·건물용 연료전지 설치 시 인센티브를 부여하여 보급 확대 촉진, 지역 난방 연계 부지임대형 사업, 대여사업 등 사업모델 발굴

- 연료전지용 가스요금 신설, REC 개선, 보급지원사업 단계적 확대
  · 그린수소 활용 시 REC 우대, 장기(20년) 고정가격 계약제도 도입 검토

❍ (글로벌 경쟁력 강화) 재생에너지 제품에 ICT, 연관산업 등을 융복합하여 제품 자체를 차별화하고 시스템 차원의 새로운 비지니스 창출

- 건물 외장재용 태양광(BAPV) 시장 창출, ICT 기술 활용 대규모 풍력단지 운영 최적화, 재생에너지 발전소 통합 모니터링 등
  · Building Applied Photovoltaic(건물형 태양광) : 건물외장재의 약 10%를 고효율 BAPV로 설치시, '22년 약 1.5조원 시장 전망

· IoT 빅데이터 AI 기반의 운영체계를 구축하여 발전량 예측, 고장 예측, 운영관리, 유지보수 등 추진(연간 15,000여개소 대상 서비스)

- 고효율기자재 및 공장·건물 등을 대상으로 한 에너지솔루션서비스 산업 육성을 통해 에너지 소비구조 혁식을 윗받침

· (기술개발) 공장시스템 통합관리, 분산자원 거래플랫폼 등 에너지 솔루션산업 기반 조성을 위한 특화 기술개발('~26)

· (제도개선) EMS 서비스 사업자 등록제도('20)·건물 에너지효율 평가제도('22) 도입 추진

❍ (에너지전환을 위한 기반 구축) 핵심분야 집중투자를 통한 에너지 기술개발 및 에너지 데이터 플랫폼 구축

- 사업화 성과 제고를 위해 대형 R&D, 실증사업을 확대하고 실증연구 투자 비중도 확대, R&D 참여주체를 다변화

- 에너지전환의 기술기반 마련, 에너지산업의 시장경쟁력 제고 및 신서비스 시장창출을 위해 핵심분야별 집중투자 추진

【 표 2-42 】(예시)핵심분야별 주요 추진과제

분야	주요 과제
에너지 효율향상	▪ 건물·산업·수송 부문별 효율향상, 시스템 빅데이터 활용
재생에너지	▪ 태양광 발전단가 절감 고효율화, 대형 부유식 해상풍력 실증
수소에너지	▪ 수소 생산 운송 활용 기반기술 확보, 산업생태계 강화
지능형 전력시스템	▪ 스마트그리드 인프라 계통안정성 확충, 새로운 서비스 활성화
청정 생산·발전	▪ 미세먼지 감축 기술개발, 차세대 가스터빈 독자개발, CCS
에너지안전	▪ 원전 해체기술 자립 고도화, 수소 전기 인프라 안전확보

- 에너지 공급·수요·기술정보를 통합·운영·제공하는 에너지 빅데이터 플랫폼 구축

· (공급) 발전사업자, 가스사업자, 지역난방사업자

· (수요) 에너지공단, 에너지컨설팅社, 수요관리사업자, 신재생발전사업자, TOC운용자 등

· (외부환경) 건물·지리(국토부), 날씨(기상청) 등

❑ 제3차 녹색성장 5개년 계획('19~'23)

❍ 녹색성장 기본법 제9조 및 동법 시행력 제4조에 의거해 녹색성장 국가전략(~50년)*을 효율적·체계적으로 이행하기 위해 5년마다 수립

* 녹색성장 국가전략은 '09~'50년간의 장기 전략으로 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표, 추진전략, 정책 방향 등을 제시

❍ '포용적 녹색국가 구현'을 비전으로 제시하고, 이를 달성하기 위해 3대 추진전략과 5대 정책방향 및 중점과제를 제시

- 비전 설정을 통해 녹색성장의 '포용성'을 강화하고, 정책의지 표명·제도구축 단계에서 나아가 '구체적 실천계획' 중심으로 방향 제시



【 그림 2-24 】 제3차 녹색성장 5개년 계획 비전 체계도

❍ '기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실현'의 중점과제인 '녹색국토 실현'에서 건축·에너지 분야 관련 세부과제를 중점적으로 제시

【 표 2-43 】 중점과제 '녹색국토 실현'

4-1. 녹색국토 실현
4-1-1. 녹색건축물 보급 확산
1 기존건축물 에너지성능 개선 활성화
2 신축 건축물 에너지성능 강화
4-1-2. 에너지 저소비형 스마트 도시 및 농어촌 마을 조성
1 국민 체감형 친환경 스마트시티 조성
2 스마트팜 등 농어촌지역 저탄소 인프라 구축 및 활용 확대
3 생활인프라를 중심으로 한 지역별 녹색공간 확대
4-1-3. 녹지 및 생태 공간 확대
1 생태 공간 복원 및 생물서식처 관리 강화
2 생태 공간 활용 서비스 개발 및 활성화
4-1-4. 지속가능한 물환경 조성
1 물환경 보전 및 관리 강화
2 안전한 물공급 시스템 구축 및 인프라 개선

❍ (녹색건출물 보급 확산) 기존 건축물 에너지성능 개선 활성화, 신축 건축물 에너지성능 강화를 통해 녹색건축물 보급 확대

- (기존 건축물 에너지성능 개선) 노후 민간/공공건축물 에너지성능 향상 정책 강화, 재정지원 등 그린리모델링 활성화를 위한 제도 개선 및 지원 강화, 도시재생 뉴딜사업 내 제로에너지마을 조성 추진 등을 통해 기존 건축물 에너지성능 개선 활성화

  · 민간재원 확보, 이자지원 활성화 및 보조금 지원방안 마련 등을 통한 민간 건축물 그린리모델링 참여 촉진을 위한 재정지원 확대

  · 에너지성능 개선 효과는 크지만 비용부담이 큰 복합시공* 활성화를 위해 비주거 건축물에 대해 거치기간(2년) 도입

  * 창호교체, 단열보완, 기밀성 강화, 신재생에너지 공사 등

- (신축 건축물 에너지성능 강화) '20년부터 제로에너지건축물 인증 의무화 단계적 추진, 신축 건축물 에너지성능 기준 고도화, 제로에너지건축물 인증 관련 전문인력 양성 등을 통해 신축 녹색건축물 보급 확대

  · 온실가스 감축 및 건축부문 신산업 활성화를 위해 '20년부터 제로에너지건축물 인증 의무화 단계적 추진

  * 공공건축물('20) → 공공·민간건축물('25)

  · 한국형 건축물 냉방부하 저감 설계 기준 마련* 및 다양한 건축물 공법·부위별 표준 설계·시공 디테일 개발('19.4~)

  * 차양·shgc·창면적 조정 등 건축적 기법과 기효율설비 등 통합적 설계 적용

【 표 2-44 】 그린리모델링 이자지원 사업

구분	내용
개념	▪ 건축물의 성능개선을 추진할 수 있도록 경제적 지원을 통해 참여 유도
대상	▪ 에너지 성능개선을 위한 리모델링 구상·실행 중인 모든 유형의 민간기업
공사범위	▪ 단열보완, 기밀성 강화, 외부창호 성능개선, 외피 성능 향상 등
사례	▪ 한국외국어대학교 인문경상관의 민간 이자지원 사례 

【 표 2-45 】 제로에너지건축물 개념 및 예시

구분	내용
개념	▪ 단열성능을 극대화하여 건축물 에너지 부하를 최소화하고, 신재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 건축물
대상	▪ '18년 7월 기준 총 11건의 건물이 제로에너지건축물 인증을 취득하였으며, 본인증 첫 사례로 아산중앙도서관, 판교 제2테크노밸리 기업지원허브가 있음
공사범위	▪ 단열보완, 기밀성 강화, 외부창호 성능개선, 외피 성능 향상 등
사례	▪ 본인증 첫 사례(판교 제2테크노밸리 기업지원허브, 아산중앙도서관)  <판교 제2테크노밸리 기업지원허브>  <아산중앙도서관>

❑ 녹색성장 국가전략(~'50)

❍ 저탄소 녹색성장 관련 최상위 국가계획인 「녹색성장 국가전략」은 저탄소녹색성장기본법에 따라 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표·추진전략·중점추진과제 등을 포함하는 국가 기본전략을 제시

- 대내외 여건 분석 결과를 토대로 3대 전략방향 및 핵심 성공요소(10대 정책방향) 도출



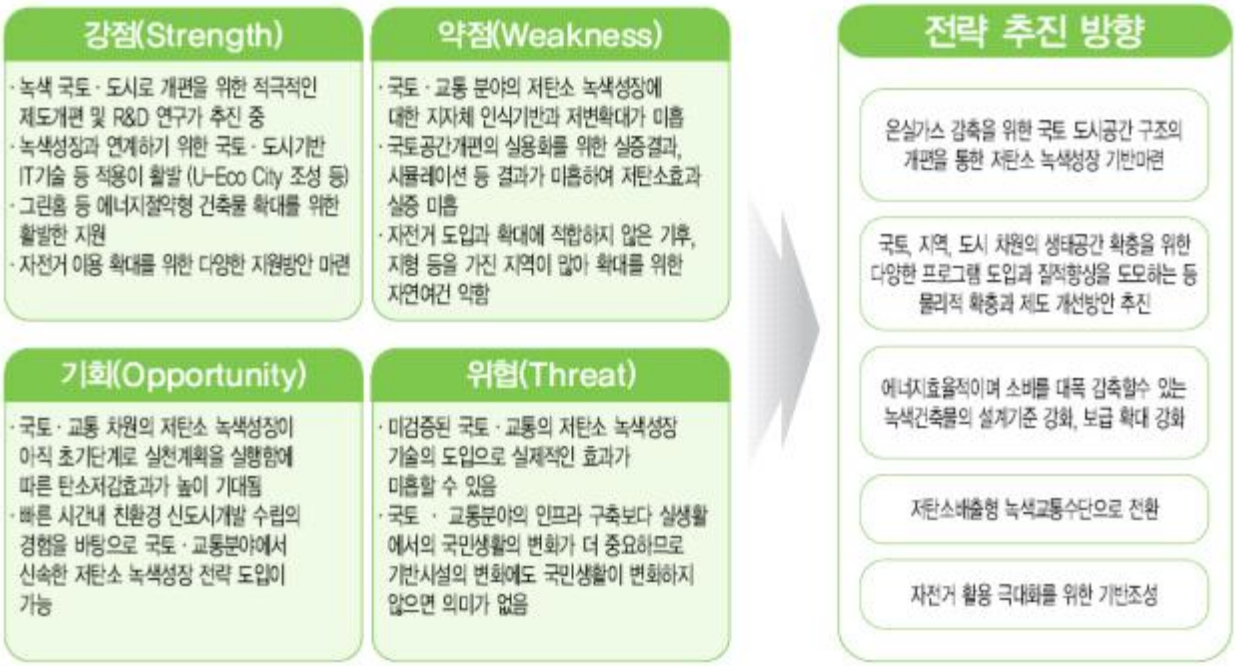
【 그림 2-25 】 녹색성장 국가전략 비전 체계도

❍ 건축·도시 에너지 분야

- (효율적 온실가스 감축) 탄소정보공개, 국가 온실가스 정보관리체계 등을 통해 국가목표 설정 및 관리와 더불어, 부문별 특성을 고려한 비용효과적 방식의 맞춤형 감축전략 추진
  - · (건물 분야) 건물 에너지 소비총량제, 설계기준 등 제도 정비와 그린홈·그린빌딩, 공공건물을 중심으로 초기 감축물량 확보

* (건물의 진화) 1단계('+' 탄소배출) → 2단계('ZERO' 탄소배출) → 3단계('–' 탄소배출: 에너지 판매)

- (탈석유·에너지자립 강화) 에너지효율화 기술혁신, 부문별 에너지 수요관리 혁신을 통한 에너지 저소비·고효율사회 구축
  - 건축물 설계기준 및 효율등급 인증제도 강화 및 가정, 공공건물, 신도시에 대한 보급사업 확대, 신재생에너지 설계기준 강화
- (녹색국토·교통의 조성) 탄소저감형 국토구조 개편으로 녹색건물 확대
  - 도시계획관련 제도 개선 등을 통한 저탄소 녹색성장을 지향하는 지역·도시 구조로 개편
  - 녹색건축물 제도 정비 및 기반 구축을 위해 건축물 에너지절약 설계기준 강화 및 성능 중심으로의 전환, 국가 차원의 건물에너지 모니터링시스템 구축, 탄소저감형 녹색건축 요소 기술 개발 및 보급 등 추진
  - 녹색사회적 여건 조성을 위해친환경건축물 및 에너지효율등급 등 녹색건축물 인증제 활성화, 녹색건축물 설계·시공·유지관리 가이드라인 개발·보급, 인센티브 제도 마련, 그린홈 모델 개발 및 지역별 보급 확대, 공공건물의 녹색청사화, 그린스쿨 구축사업 등 추진



【 그림 2-26 】 저탄소 녹색성장을 위한 국토·도시 기반 조성

2.2.1.3. 선택군계획(비법정계획)

❑ 위기 극복과 코로나 이후 글로벌 경제 선도를 위한 한국판 뉴딜 종합계획 발표(2020)

❍ 경제 패러다임 전환 추진 과정에서 코로나19 사태로 인한 극심한 경기침체 극복 및 구조적 대전환 대응이라는 이중 과제에 직면

- 일자리 창출 등을 통해 경제적 충격을 최소화 하고, 다른 나라보다 빠르게 정상 성장경로를 회복하며 구조적 변화를 적응·선도하기 위한 국가발전전략 제시

❍ '똑똑한 나라', '그린선도 국가', '더 보호받고 더 따뜻한 나라'의 3대 미래 변화상 달성을 위해 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜을 강력 추진하고 안전망 강화로 이를 뒷받침



【 그림 2-27 】 한국판 뉴딜 구조

- (디지털 뉴딜) 세계최고 수준의 전자정부 인프라·서비스 등 우리 강점인 ICT 기반으로 디지털 초격차를 확대하고 경제 전반의 디지털 혁신과 역동성을 촉진·확산
  - · 디지털 경제의 기반이 되는 데이터 댐 등 대규모 ICT 인프라 구축
  - · 데이터 수집·표준화·가공·결합 고도화 등 데이터경제 촉진을 통해 新산업 육성 및 주력산업 디지털 전환 가속화·경쟁력 강화
- (그린 뉴딜) 친환경·저탄소 등 그린경제로의 전환 가속화로 탄소중립을 지향하고 경제기반 전환
  - · 에너지 절약과 환경 개선, 신재생에너지 확산 등의 기반이 되는 그린 에너지 댐 등 친환경 에너지 인프라 구축
  - · 모빌리티·에너지·기술 등 친환경 산업의 경쟁력을 전방위적으로 강화하여 글로벌 시장을 선점·주도
- (안전망 강화) 경제구조 재편 등에 따른 불확실성 시대에 실업불안 및 소득격차를 완화하고 적응을 지원하여 경제주체의 회복력 강화

· "사회적 합의"를 바탕으로 고용 및 사회안전망의 사각지대 해소

· 혁신 토대인 사람중심 투자를 통해 미래적응형 직업훈련 체계 구축, 직업전환 및 혁신인재 양성 가속화

❍ 그린 뉴딜 분야는 인프라·에너지 녹색전환 및 녹색산업 혁신을 통해 탄소중립 사회를 지향

- 온실가스 감축 목표 및 재생에너지 3020 이행계획의 차질 없는 이행을 위해 경제·사회의 과감한 녹색전환 및 녹색산업 기반 마련 추진

· (인프라) 생활환경 녹색 전환으로 기후·환경 위기 대응을 위한 안전망 공고화

· (에너지) 저탄소·분산형 에너지를 확산하고 전환과정에서 소외된 계층 및 지역 보호

· (녹색산업) 혁신적 녹색산업 기반 마련 및 저탄소 산업생태계 구축

- 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환

1 국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화

· (그린 리모델링) 공공 건물에 신재생에너지 설비·고성능 단열재 등을 사용하여 친환경·에너지 고효율 건물 신축·리모델링 (공공임대주택 22.5만호, 국공립어린이집 440개소, 문화시설 1,148개소 등)

· (그린스마트스쿨) 친환경·디지털 교육환경 조성을 위해 학교 건물 대상 태양광, 친환경 단열재 설치 및 전체 교실 WIFI 구축 (국립 55동, 공·사립 2,835동 이상에서 시범사업 추진)

2 국토·해양·도시의 녹색 생태계 회복

· (스마트 그린도시) 도시 기후·환경 문제에 대한 종합진단을 통해 `22년까지 25개 지역의 환경·ICT 기술 기반 맞춤형 환경개선 지원

· (도시숲) 미세먼지 저감 등을 위해 미세먼지 차단 숲, 생활밀착형 숲, 자녀안심 그린숲 등 도심녹지 조성 사업 추진

· (생태계 복원) 국립공원, 도시공간 훼손지역, 갯벌 등 생태계 복원

3 깨끗하고 안전한 물 관리체계 구축

· (스마트 상하수도) AI·ICT 기반 수돗물 공급 전과정 스마트 관리체계, 지능형 하수처리장 및 스마트 관망관리를 통한 도시침수·악취관리 시범사업 등

· (먹는물 관리) 수질개선·누수방지 등을 위해 12개 광역상수도 정수장 고도화 및 노후상수도 개량

- 저탄소·분산형 에너지 확산

1 에너지관리 효율화 지능형 스마트그리드 구축

· (스마트 전력망) 전력수요 분산 및 에너지 절감을 위해 아파트 500만호 대상 AMI 보급

· (친환경 분산에너지) 도서지역 디젤엔진 발전기의 오염물질 배출량 감축을 위해 친환경 발전 시스템 구축

· (전선 지중화) 학교 주변 통학로 등 지원 필요성이 높은 지역의 전선·통신선 지중화 추진

2 신재생에너지 확산기반 구축 및 공정한 전환 지원

· (풍력) 대규모 해상풍력단지 입지발굴을 위한 타당성조사 지원 및 배후·실증단지 단계적 구축

· (태양광) 주민참여형 이익공유사업 도입, 농촌·산단 융자지원 확대, 주택·상가 등 자가용 신재생설비 설치비 지원 등

· (공정전환) 석탄발전 등 사업축소가 예상되는 위기지역 대상 신재생에너지 업종전환 지원

3 전기차·수소차 등 그린모빌리티 보급 확대

· (전기차) 승용·버스·화물 등 전기자동차 113만대 보급 및 충전인프라 확충

· (수소차) 승용·버스·화물 등 수소차 20만대 보급 및 수소 유통기반 구축

· (노후차량) 노후경유차의 LPG, 전기차 전환 및 조기폐차 지원

- 녹색산업 혁신 생태계 구축

1 녹색 선도 유망기업 육성 및 저탄소·녹색산단 조성

· (녹색기업) 환경·에너지 분야 123개 중소기업 대상 전주기 지원 및 그린스타트업 타운 조성

· (녹색산업) 청정 대기, 생물 소재, 수열 에너지, 미래 폐자원, 자원 순환 등 5대 선도 분야의 기술개발, 실증, 생산, 판매 등 지원기능을 융합한 녹색 융합 클러스터 구축

· (스마트그린 산단) 에너지 발전·소비를 실시간 모니터링·제어 하는 마이크로그리드 기반 스마트 에너지 플랫폼 조성

· (친환경 제조공정) 스마트 생태공장, 클린팩토리 구축 및 소규모 사업장 대상 미세먼지 방지설비 지원

2 R&D·금융 등 녹색혁신 기반 조성

· (온실가스 감축) CCUS 통합실증·상용화 기반 및 CO2 유래 유용물질 생산 기술개발 지원

· (미세먼지 대응) 동북아 협력을 통한 지역 맞춤형 통합관리 기술, 미세먼지 사각지대 관리 기술 등 관련 기술개발 추진

· (자원순환 촉진) 노후 전력기자재, 특수차 엔진 및 배기장치 등의 재제조 기술, 희소금속 회수·활용 기술 개발

· (녹색금융) 기업의 환경오염 방지 투자 등을 위한 융자 1.9조원 및 녹색기업 육성을 위한 2,150억원 규모의 민관 합동펀드 조성

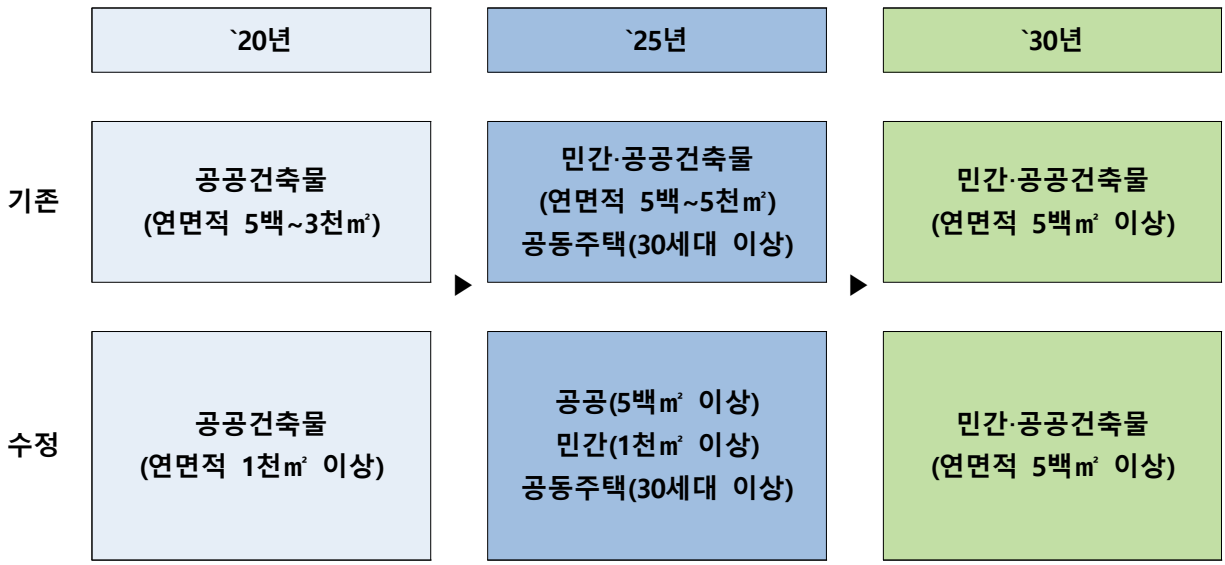
❑ 제로에너지건축 단계적 의무화 추진을 위한 제로에너지건축 보급 확산방안 발표 (국토교통부, 2019)

❍ 폭염 등 이상기후 현상 증가로 국가온실가스 감축목표 이행과 신재생에너지 활용 촉진 필요성이 증대되어 제로에너지건축의 필요성이 높아짐

- `18년 온실가스 감축 로드맵 수정으로 건물부문의 감축목표 상향 조정 (`30년 BAU 대비 18.1%→32.7%)
  - 신축건물 부문에서의 감축목표(`30년 기준 온실가스 5.4백만톤) 달성 시 화력발전소(500MW급) 5개소 대체 가능
- 사회적 이슈로 대두되고 있는 미세먼지, 대기오염 관련 문제의 해결을 위해서도 제로 에너지 건축의 보급 확산 필요
  - 제로에너지건축물 요소기술인 기밀성능 강화, 열 회수형 환기설비 등은 실내 미세먼지 유입 저감을 위한 수단으로도 활용 가능

❍ `16년 기 수립된 제로에너지건축 의무화 로드맵의 단계별 적용방안을 조정

- 기존 중소규모 공공건축물(5백~3천㎡)의 `20년 의무적용 시작 계획을 중대형 공공건축물(1천㎡ 이상)부터 우선 적용하는 것으로 수정
  - 추가 공사비 부담 여력이 큰 중대형 공공건축물을 우선 적용
  - 신재생에너지설치 공급 의무비율제도, 대지 외 신재생에너지 생산·인정제도 등 기 시행중인 유관 제도를 고려
- `25년부터는 공공 건축물은 5백㎡, 민간건축물은 1천㎡ 이상으로 의무화가 확대 시행되며, 가장 비중이 높은 공동주택의 경우 30세대 이상은 모두 의무화
  - `30년에는 기존과 같이 5백㎡ 이상 모든 건축물 대상 의무화 전면 시행



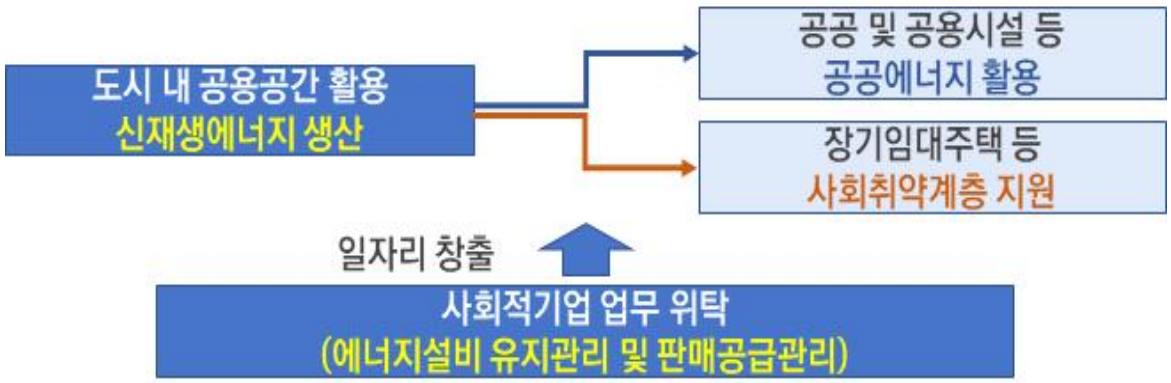
【 그림 2-28 】 제로에너지건축 의무화 세부로드맵 수정(안)

❍ 건축물 유형별 실증 및 시범사업 성과를 바탕으로 유형별 특성에 따른 확산 전략을 마련하여 제로에너지건축 확대·보급 추진

- 공공건축물의 경우 의무화 로드맵에 따라 `20년부터 본격 확산을 추진하고, 5백㎡~1천㎡ 규모 공공건축물은 `25년 전까지 컨설팅 등 기술지원을 병행
- 민간건축물의 경우 자발적 제로에너지건축 도입을 유도하기 위해 기존 인센티브를 적극 적용할 수 있도록 홍보를 강화하고, 건폐율 등 인센티브를 추가 발굴
  · 현재 건축기준 최대 15% 완화, 취득세 15% 감면, 기반시설 기부채납 의무 최대 15% 경감, 신재생에너지 설치 보조금 가점 부여, 공공임대·분양 대출한도 확대 등의 인센티브 제공 중
- 공동주택의 경우 공공사업자인 LH가 선도하여 공공분양·임대주택 등 고층형 공동주택에 제로에너지를 적용, 공급유형별 기술역량 확보 및 사업모델 개발 추진
  · 남양뉴타운, 과천지식타운, 인천검단 등 총 2,389호 규모의 시범사업 추진 계획
- 단독주택은 저층형 시범사업으로 추진한 임대형 제로에너지 단독주택단지를 보다 확대하여 세종, 동탄2, 부산명지 등에 총 480호를 추가 공급
  · 시범사업은 세종, 오산세교, 김포한강 등 총 298호 입주(`19)

❍ 구리시 갈매역세권, 성남시 복정1지구 등 지구단위 제로에너지 시범산업 추진

- 사업지구 전체를 대상으로 옥상태양광 등 기술적용을 통해 평균 에너지자립률 20%(제로에너지건축물 5등급) 이상을 달성할 수 있는 사업모델 마련
  · 건축물 유형별 특성, 용적률 등을 고려하여 에너지자립률을 현실적으로 산정하고 부족한 자립률은 공원, 자전거도로, 방음벽 등 공용시설부지를 활용하여 추가로 확보
  · 전력 판매·공급관리를 취약계층으로 구성된 사회적기업에 위탁하여 일자리 창출을 도모하고, 생산된 에너지를 통해 주거 및 에너지복지혜택 제고



【 그림 2-29 】 공용공간을 활용한 일자리 창출 및 복지 제고

❑ 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안

❍ 2030년까지 BAU 대비 37%를 감축하는 국가 온실가스 감축목표 수립('15년)과 감축로드맵을 마련('16년)했으나, 기존 로드맵*은 BAU 대비 상대적 감축 목표에 근거하여 절대량 목표로의 전환 및 국내외 환경변화 내용을 반영한 감축전략 수정 필요성 증대

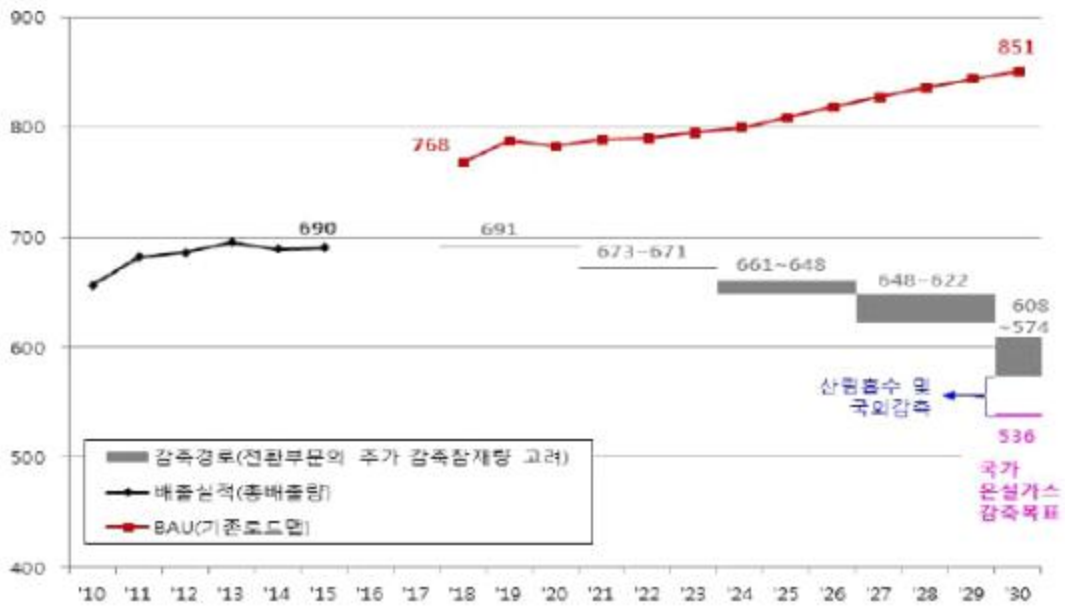
* 「2020년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵('14.1)」

❍ 기존 로드맵의 배출전망치인 2030년 8억 5,080만 톤을 적용하되, 국내 부문별 감축량이 2억 1,900만 톤에서 2억 7,650만 톤으로 증가



【 그림 2-30 】 기존 로드맵 대비 수정안의 온실가스 감축 목표

❍ 감축정책의 예측가능성 제고와 감축목표 이행관리 강화를 위해 3년 단위의 중간목표(감축경로)를 제시하여, 3년 단위로 감축 후 배출량의 평균값을 활용하되, 전환 부문은 추가 감축잠재량을 고려하여 범위로 산정



【 그림 2-31 】 2030 국가 온실가스 감축 로드맵 감축 경로

❍ 부문별 감축 목표로는, 전환 부문 1억 9,270만 톤(추가감축잠재량 3,410만 톤 포함),

【 표 2-46 】 부문별 온실가스 감축 목표

(단위 : 백만톤)

부문		배출전망 (BAU)	2018년 로드맵	
			감축후 배출량 (감축량)	BAU 대비 감축률
배출원 감축	산업	481.0	382.4	20.5%
	건물	197.2	132.7	32.7%
	수송	105.2	74.4	29.3%
	폐기물	15.5	11.0	28.9%
	공공(기타)	21.0	15.7	25.3%
	농축산	20.7	19.0	7.9%
	탈루 등	10.3	7.2	30.5%
감축수단 활용	전환	(333.2)*	(확정 감축량) -23.7 (추가감축잠재량) -34.1**	-
	E신산업/CCUS	-	**-10.3**	-
	산림흡수원	-	-38.3	4.5%
	국외감축 등	-		
기존 국내감축			574.3	32.5%
합계		850.8	536.0	37.0%

* 전환부문 배출량은 전기 및 열 사용량에 따라 부문별 배출량에 할당(합계에서는 제외)
** 전환부문 감축량 23.7백만톤 확정, 추가감축 잠재량은 '20년 NDC 제출전까지 확정

- (전환 부문) 2030년 배출전망 3억 3,320만 톤에서 1억 4,050만 톤(42.2%)을 감축하여 감축 후 배출량은 1억 9,270만 톤
  - 감축량에는 배출전망 조정에 따른 감축효과 2,160만 톤과 산업·건물 등 부문별 에너지 수요관리 강화에 따른 감축효과 6,110만 톤 포함
- (산업부문) 2030년 배출전망 1억 9,720만 톤에서 9,850만 톤(20.5%)을 감축하여 감축 후 배출량은 3억 8,240만 톤
  - 전동기, 보일러, 변압기 등의 공통기기 효율개선 및 공장에너지관리시스템(FEMS) 보급, 공정설비 효율화 등 에너지 이용효율 제고를 통해 3,780만 톤 감축
- (건물(가정·상업) 부문) 2030년 배출전망 1억 9,720만 톤에서 6,450만 톤(32.7%) 감축하여, 감축 후 배출량 1억 3,270만 톤

【 표 2-47 】 건물(가정·상업) 부문 감축량 및 주요 감축수단

(단위 : 백만톤)

감축량(감축률)	주요 감축수단
64.5(32.7%)	▪ 신축 건축물 관련 5.5백만 톤 감축 - 패시브 건축물 수준의 단열기준 등 건축물 에너지기준 강화 - 제로에너지건축물 단계적 의무화 시행 - 제로에너지건축의 신재생에너지 생산량 인정 범위를 해당 대지외(off-site)로 확대 - '에너지절약형 친환경주택의 건설기준' 성능 수준 향상
	▪ 기존 건축물 관련 9.6백만 톤 감축 - 에너지 다소비 공공 건축물의 녹색건축물 전환 의무화 - 도시재생 연계사업 모델 발굴, 그린리모델링 활성화를 위한 중장기 방안 수립 및 시행 - 민간 노후 건축물 에너지 성능개선 사업기획 및 재정 지원
	▪ 설비효율개선 및 신재생에너지 보급 확대를 통해 15.2백만 톤 감축 - 에너지 소비효율 등급과 고효율 에너지기자재 인증제도의 품목을 확대, 효율기준의 단계적 강화 - 고효율 조명기기 및 고효율 설비 지원사업 등 보급 추진 - 재생에너지 지원사업을 통한 주택·건물 재생에너지 보급 확대
	▪ 건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도를 통해 5.8백만 톤 감축 - 저에너지 건축물 보급·확산을 위한 건축물 에너지데이터 기반 통합지원시스템 개발 및 대국민 서비스 실시 - IoT, 빅데이터 분석을 통한 건물의 기본 에너지 진단 및 에너지 효율 개선 방안 등 에너지절약을 위한 맞춤형 서비스 개발·제공 - 건물에너지 성능관리 가이드 온라인 서비스 및 용도별 에너지절약 매뉴얼 개발 - 건물에너지관리시스템(BEMS) 기술 개발, 공간별·용도별 에너지 사용량 분리 계량 및 모니터링 확산

- (공공·기타) 2030년 배출전망 2,100만 톤에서 530만 톤(25.3%)을 감축하여 감축 후 배출량은 1,570만 톤

【 표 2-48 】 건물(가정·상업) 부문 감축량 및 주요 감축수단

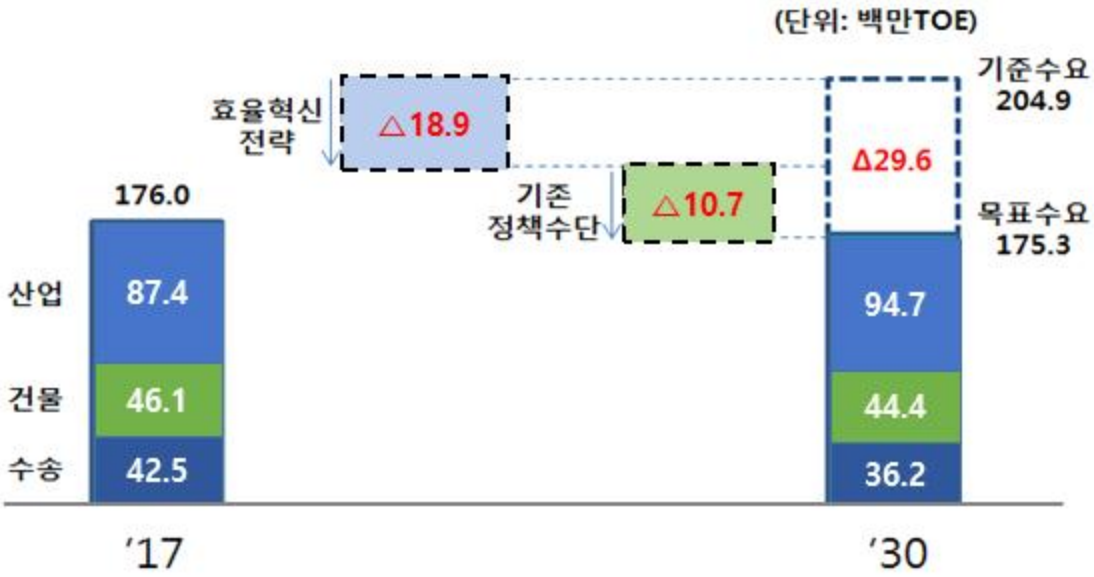
(단위 : 백만톤)

감축량(감축률)	주요 감축수단
5.3(25.3%)	▪ LED 조명과 가로등 보급 등을 통해 2.35백만 톤 감축
	▪ 건축물 단열 강화 등을 통해 0.3백만 톤 감축 - 신축되는 건물은 2020년 패시브 기술과 2027년 제로에너지 기술 단계적 도입 - 공공시설 면적 중 10년 이상 노후건물 리모델링 추진
	▪ 신·증축 건축물에너지관리시스템(BEMS) 도입으로 0.6백만 톤 감축 - 공공기관에 연 3% 보급('30년 37% 보급) 및 에너지 절감효과 평균 10% 적용 * 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정에 따라 건축물 연면적 10,000㎡이상의 건축물을 신축하거나 별동으로 증축하는 경우 BEMS 구축 필수

❑ 에너지효율 혁신전략

❍ 에너지효율 혁신을 통해 경제성장과 에너지소비 감소를 동시에 달성하는(Decoupling) 선진국형 에너지 소비구조 실현 전략

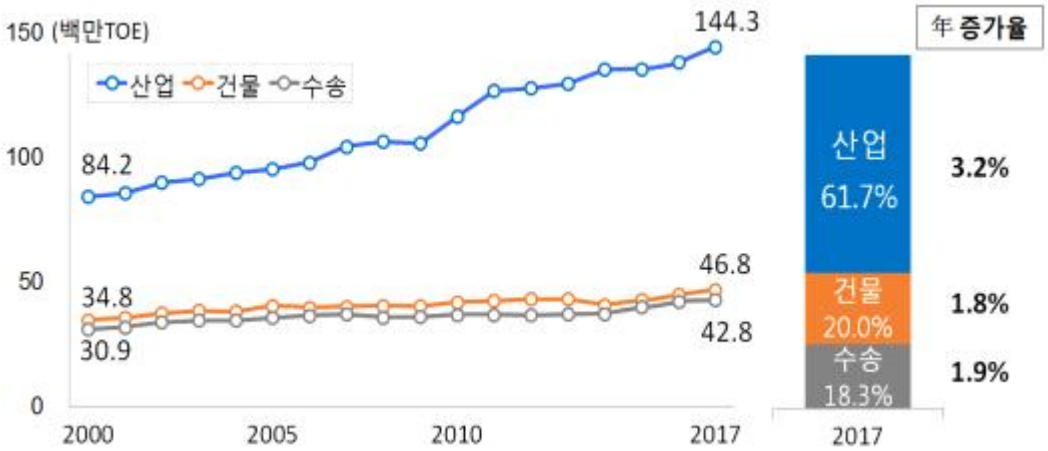
- 제3차 에너지기본계획 및 국가 온실가스 감축목표 달성을 위해, '30년 최종에너지 소비 29.6 백만TOE 절감



※ 원료용 납사 소비 제외

【 그림 2-32 】 에너지효율 혁신전략 에너지소비 절감 목표

❍ (에너지소비 현황) 우리나라는 세계 8위의 대표적 에너지다소비 국가(GDP 12위)로서, 비중이 가장 큰 산업 부문('17년, 61.7%)이 에너지 소비 증가를 주도하는 가운데 건물·수송 부문도 꾸준히 증가



【 그림 2-33 】 부문별 최종에너지 소비

- (건물부문) 전체 소비의 20%를 차지하며, 비중이 가장 높은 가정용 소비(48%) 증가율은 둔화되고 있는 반면, 서비스업 성장으로 상업·공공용 소비가 빠르게 증가 추세

❍ (에너지효율정책) 5년마다 수립하는 '에너지이용합리화 기본계획' 등을 통해 효율정책의 기본 틀 마련

- (건물) 신축건물 대상 효율관리체계는 비교적 양호하나, 기존건물 대상 효율평가체계가 미비해 소유주의 효율향상 동기부여 미흡 및 그린 리모델링 지원규모 부족

  · 신축건물 대상 효율관리로는 에너지절약 설계기준('08), 제로에너지건물 의무화('17), 인증취득 인센티브 등 제공

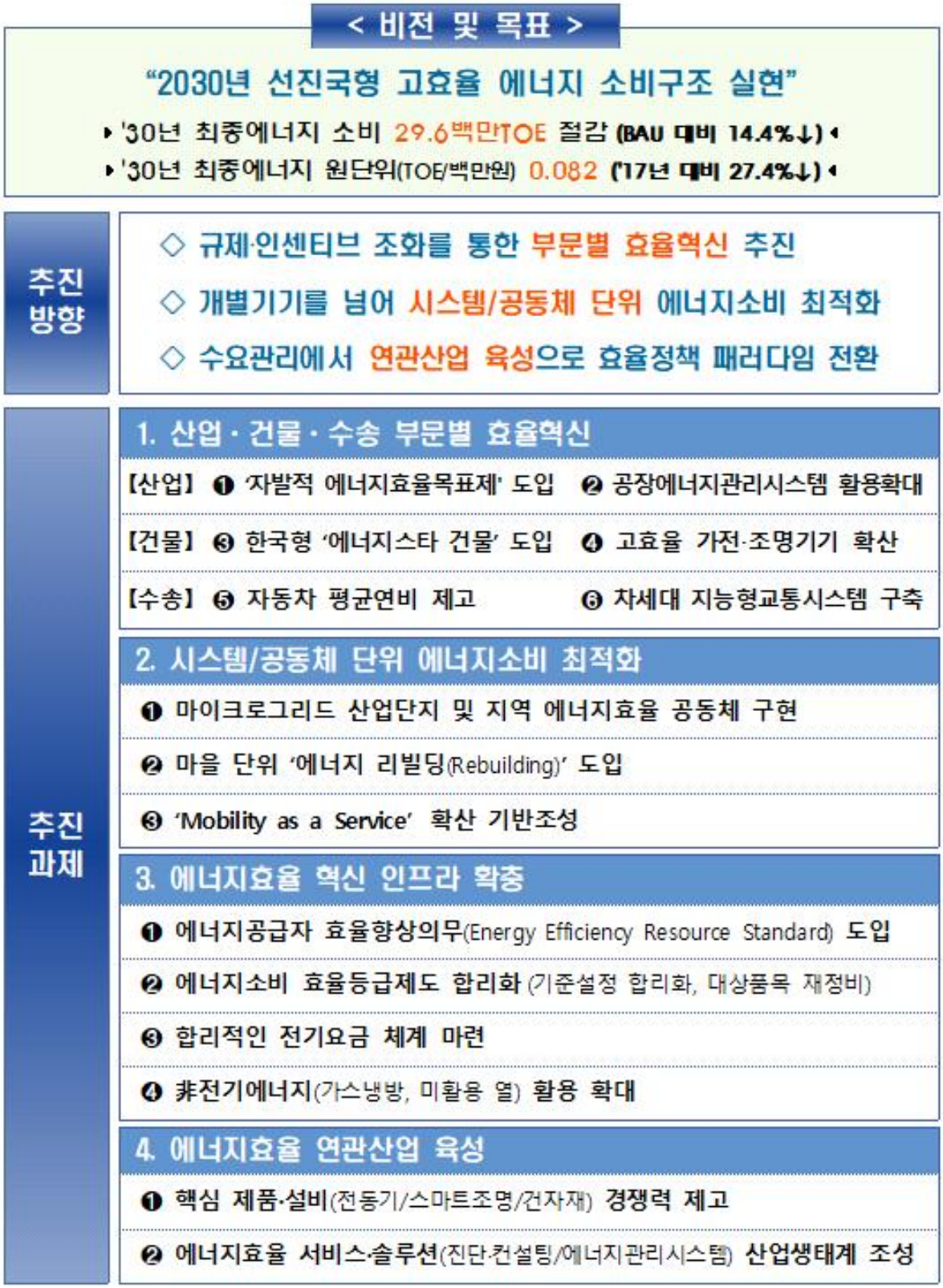
  · 노후건물 대상 고효율 단열재·창호 등의 설치비에 대한 이차지원책인 그린 리모델링의 경우 '19년 82억 원 규모로 지원규모 부족

【 표 2-49 】 부문별 주요 효율정책 현황 및 해외사례 비교

(국내 미도입)

부문	정책분야	우리나라 (도입시기)	해외사례 (국가)
산업	**사업장 효율 목표관리**	- 우수사업장 인증('17)	- 자발적 협약(獨), Better Plant(美) - 사업자 등급분류제도(日)
	온실가스 배출규제	- 배출권거래제(ETS, '15) - 목표관리제('12)	- 배출권거래제(獨, 美 일부) - 탄소세(獨, 日)
	FEMS 활성화	- 설치 보조금('11) - 설치확인 세액공제('15)	- 자발적 협약 연계, 설치 보조금(獨) - 설치 보조금, EMS사업자제도(日)
건물	**신축건물 효율기준**	- 에너지절약설계기준 고시('08) - ZEB 인증·의무화('17)	- 친환경건물인증(美) - 패시브하우스 인증(獨), ZEB 인증(日)
	기존건물 성능개선	- 그린 리모델링('14)	- 에너지스타건물 인증(美) - 건물개조 보조금(獨)
	기기 효율관리	- 소비효율등급('92) - 고효율기자재인증('96) - 대기전력저감('99)	- 에너지스타, 최저효율기준(美) - 에너지라벨, 탑러너 이니셔티브(獨) - 에너지라벨, 형광등 퇴출계획(日) - 에너지공급자 효율향상의무(EERS)
수송	**자동차**	- 승용차 평균연비기준('11)	- 승용차 평균연비기준(獨) - 승용+중대형 평균연비기준(美, 日)
	교통시스템	- C-ITS 실증	- **C-ITS 실증**(美)

❍ (에너지효율 혁신 추진방안) '2030년 선진국형 고효율 에너지 소비구조 실현'을 달성하기 위해 3대 추진방향 및 4대 추진과제 제시



※출처: 에너지경제연구원(2019), 에너지수급 현황과 에너지효율 정책 방향

【 그림 2-1 】 에너지효율 혁신 추진방안

❑ 소비자 체감 스마트그리드 활성화로 신시장 창출과 산업혁신역량 강화 추진

❍ 정부는 제2차 지능형전력망 기본계획(2018~2022)을 통해 신서비스 활성화, 인프라·설비 확충, 체험단지 조성, 확산 기반 구축 등 스마트그리드 분야의 지원 추진

- 특히 2개 지역을 스마트그리드 서비스 체험단지로 조성, 스마트그리드 혁신기술 및 계시별 요금제, 전력중개사업 등 신산업 서비스 실증에 주력
  - · `19년부터 3단계 사업을 통해 검증된 서비스는 `21년 말 완공되는 세종 스마트시티 시범도시에 적용

【 표 2-50 】 스마트그리드 서비스 체험단지 추진방안

단계	실증단계(체험도시)						시범단계
	1단계	2단계		3단계		▶	4단계
설비	AMI	태양광, ESS		태양광, ESS, 전기차			세종 스마트시티 서비스 선별 적용
주요 서비스 (예시)	계시별 요금제	아파트용 ESS	전력중개 사업	DR기반 V2G	마이크로 그리드		
일정	~`19년			`21년~			21년 말

- 기존 실증사업의 한계 보완을 위해 기 구축된 스마트그리드 인프라 및 설비를 활용하여 혁신기술과 서비스의 실증 운영에 주력
  - · 기술 실증을 위한 테스트베드형, 현장 실증을 위한 도시형으로 유형화
  - · 혁신기술을 적용하되, 제도적 제약을 고려하여 3~5년 내 적용 가능한 서비스 발굴
- 실증단지에서 수집되는 빅데이터는 DB로 축적하여 일반에 공개
  - · 테스트베드형 실증단지에 DB를 집중시키고, 실증단지에서 수집되는 빅데이터 정보를 축적·분석하여 실증사업 성과를 평가
  - · 수집된 정보는 연구자·개발자·사업자들이 후속 연구 및 새로운 사업 아이디어 발굴에 활용할 수 있도록 원칙적으로 공개

【 표 2-51 】 스마트그리드 서비스 체험단지 서비스 예시

	주요개념	비고
① 요금제 기반 주택 수요관리	▪ 요금이 비싼 낮에 전기사용을 줄이고, 저녁에 사용하도록 유도 → 전력피크 감소	시간대별·수요관리형 요금제 설계 등
② DR 기반 V2G	▪ 전기차 배터리를 수요자원(DR)으로 활용하여 전력피크를 관리	양방향 충전기, 전기차 방전부품, 실증 기반 DR제도 설계 등
③ 분산자원 집합 발전소	▪ 낮시간 잉여 태양광발전을 저장해 밤에 공급 → 낮시간 발전량을 밤으로 분산	전력중개사업 도입
④ 자립형 마이크로그리드	▪ 분산자원들로 일정 구역 내에서 전력 자급 → 원거리 송전 투자 최소화	AMI·IoT 기반 수요 예측 및 전력설비 최적화

❑ 에너지 신시장 창출과 E-프로슈머 활성화를 위한 기반 제도 및 정책을 수립

❍ `수요관리 중심 ICT기반 에너지수요관리 신시장 창출방안(`13.8)'과'에너지신산업 창출방안(`14.7)'을 연이어 발표, 기존 공급위주의 에너지정책에서 ICT 기술을 적용한 수요관리로 패러다임 전환 추진

- 에너지공기업, 대기업 위주의 에너지시장을 중소기업 등 민간으로 개방하고, 신 기후체제에 대응한 온실가스 감축 및 에너지 新산업 확산의 일환으로 에너지 프로슈머 육성 추진
  - · 2030 에너지신산업 확산전략, 전력분야 10대 프로젝트 등에서 E-프로슈머 산업 육성 및 기반조성 방안 발표

❍ 에너지 신시장 창출을 위한 제도적 기반 마련 및 규제 개선 추진

- 전력 수요자원 거래시장 개설(`14.11월) 및 효율자원시장 시범사업 추진을 통하여 전기 절약을 이용한 새로운 서비스 산업 창출
  - · 효율자원시장 시범사업 접수(`15.2, 에너지관리공단[LED,인버터], 한국전력[전동기])
  - · ESS 및 전기차 저장전력 거래 허용, 제로 에너지빌딩 건축기준 완화 등 신산업 관련 규정 및 제도 개선 추진
- 2030 에너지신산업 확산전략(2016)을 통해 융합기술 기반의 다양한 에너지 신산업 활성화 방안 제시
  - · 전기설비기술기준, 소규모 신.재생에너지 발전전력의 거래에 관한 지침개정 등 관련 법 시행령, 건축물 에너지절약 설계기준 고시 개정 병행

【 표 2-52 】 2030 에너지신산업 확산전략의 신산업 예시 및 활성화 방안

에너지 신산업	활성화 방안
① (E-프로슈머 전력거래 시장)	▪ 소규모 전력 또는 남는 전력을 팔 수 있는 시장 개설(~'17)
② (마이크로그리드)	▪ 캠퍼스 마이크로그리드 10개 이상, 산업단지 100개소, 국내 유인도(127개)의 절반이상 에너지자립섬화 추진(~'30)
③ (친환경에너지타운)	▪ 제도적 인센티브 강화를 통해 민간 주도의 친환경에너지타운 100개 확산(~'30)
④ (제로에너지빌딩)	▪ 신규 건축물 대상 제로에너지빌딩 의무(~'25)
⑤ (수요자원거래시장)	▪ 전력피크의 5%(약6.3GW, 발전소 12기 해당) 대체(~'30)

2.2.2. 도시재생 정책

2.2.2.1. 도시재생 정책 개요

❑ 기본개념

❍ (도시재생) 쇠퇴하는 도시에 지역역량 강화, 새로운 기능의 도입·창출 및 지역자원의 활용 등을 통하여 경제적·사회적·물리적·환경적으로 활성화(도시재생법 제2조)

- (도시쇠퇴 판단기준) 도시재생 활성화 지역으로 지정되기 위해서는 ①인구의 현저한 감소, ②총 사업체 수의 감소 및 산업의 이탈, ③노후주택 증가 등의 주거환경 악화 중 요건이 2개 이상 발생하여야 함(도시재생법 제13조 및 동법 시행령 제17조)
  - (인구감소) 지난 30년 중 가장 많았던 시기에서 20% 이상 감소 또는 최근 5년간 3년 연속감소
  - (사업체 수 감소) 지난 10년 중 가장 많았던 시기에서 5% 이상 감소 또는 최근 5년간 3년 연속 감소
  - (생활환경 악화) 전체 건축물 중 20년 이상 노후건축물 50% 이상

❍ (도시재생 뉴딜사업) 도시 쇠퇴에 대응하여 물리적 환경개선과 주민들의 역량강화를 통해 도시를 '종합 재생'하기 위한 사업

- 문재인 대통령은 대선 공약에서 5개년 동안 50조 원을 투입해 500곳의 옛 도심과 노후 주거지 등을 살리겠다는 도시재생 '뉴딜' 정책 제시
  - (시기) 2017년 사업 대상 지정을 시작해 매년 100곳씩 5년간 500곳서 사업 진행 계획
  - (대상) 노후 저층 주거지, 구도심, 전통산업 집적지, 재래시장, 쇠퇴한 농촌 지역 등
  - (방식) 매년 10조 원씩 5년간 50조 원 공적 재원 투입, LH, SH 등 공공기관 주도, 노후 주택을 공공임대주택으로 활용, 저소득층 주거 및 영세 상업 공간 확보 등으로 젠트리피케이션 대응
  - (특징) 주거 문제 해결을 위한 재정 지원 강화, 소규모, 단위사업 중심의 접근, 농어촌 등 기존 도시재생 사각지대 포함, 공기업 및 기금 역할 확대

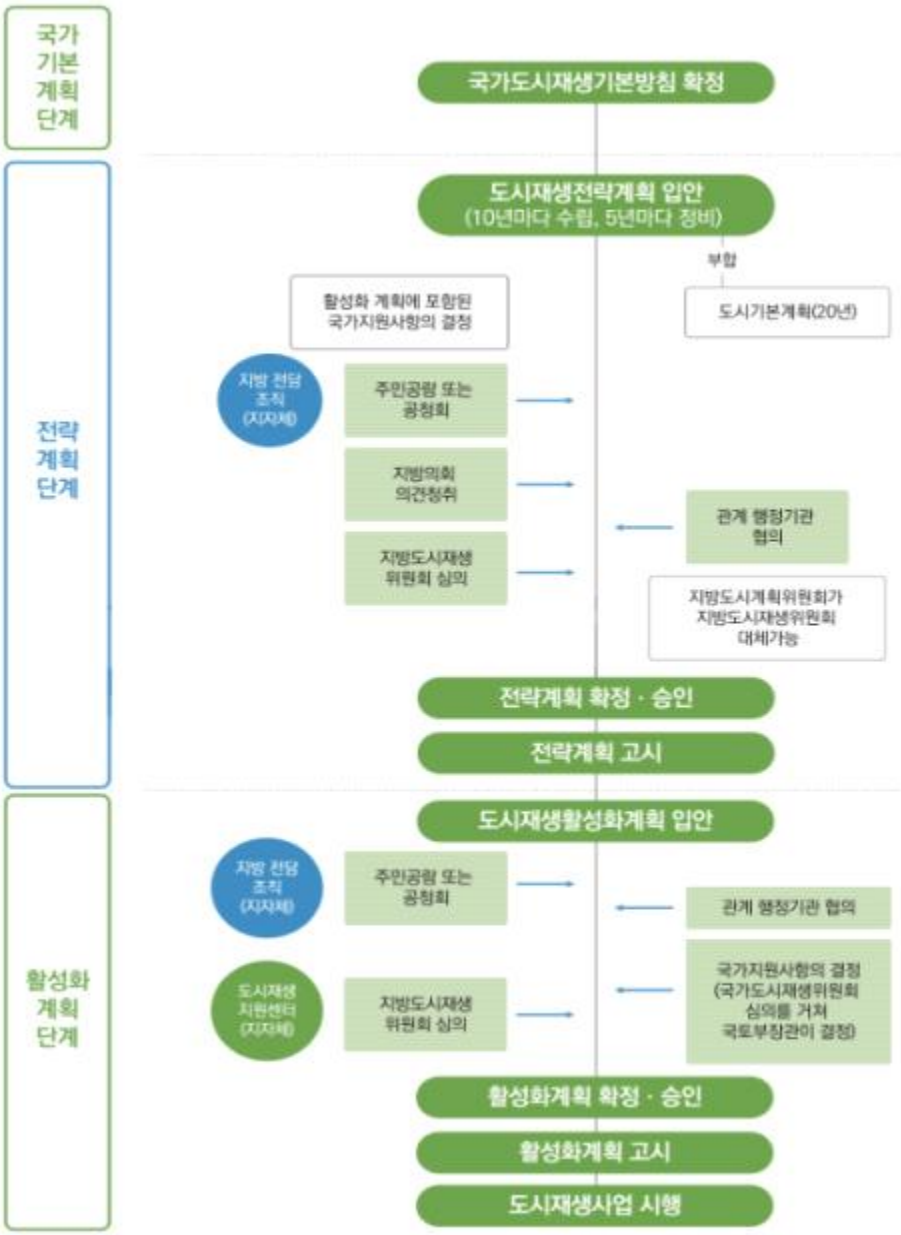


※출처: 도시재생지원센터

【 그림 2-34 】 도시재생 뉴딜사업 개념도

❑ 추진절차

❍ 도시재생 추진절차는 ①국가기본계획단계로서의 '국가도시재생기본방침', ②지자체별 전략계획단계로서의 '도시재생전략계획', ③활성화계획단계로서의 '도시재생활성화계획'으로 구성



【 그림 2-35 】 도시재생사업 추진절차

① **(국가도시재생 기본방침)** 도시재생을 종합적·계획적·효율적으로 추진하기 위하여 국토교통부장관이 수립하는 국가도시 재생전략

- (법적 근거) 「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」 제4조, 제5조, 제6조 등
- (수립 시기) 10년마다 수립하여야 하며, 필요한 경우 5년마다 재검토하여 정비 가능
  - 2013년 12월 국가도시재생기본방침(2014~2023)이 수립되었으며, 도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법 개정 내용을 반영하기 위해 2010년 1월 국가도시재생기본방침 일부 개정

- (비전 및 목표) '국민이 행복한 경쟁력 있는 도시 재창조'라는 비전을 제시하고, 이를 달성하기 위한 5대 목표, 5대 추진전략

【 표 2-53 】 국가도시재생기본방침 비전·목표·추진전략 체계

구분	내용
비전	국민이 행복한 경쟁력 있는 도시 재창조
목표	1. 창조경제 중심의 일자리 창출 및 도시경쟁력 강화 2. 국민 삶의 질 향상 및 생활복지 구현 3. 쾌적하고 안전한 정주환경 조성 4. 지역 정체성 기반의 문화 가치와 경관 회복 5. 주민역량 강화 및 공동체 활성화를 제시
추진전략	1. 기성시가지 중심으로 도시정책의 전환 2. 지역·주민의 창의성을 바탕으로 자율적으로 추진 3. 부처간 협업을 통해 재생이 시급한 지역에 집중 지원 4. 지역별 맞춤형 특례, 재정.금융지원 등 복합적 정책수단 활용 5. 시혜적 복지가 아닌 자생적 공간적 복지의 달성으로 구성

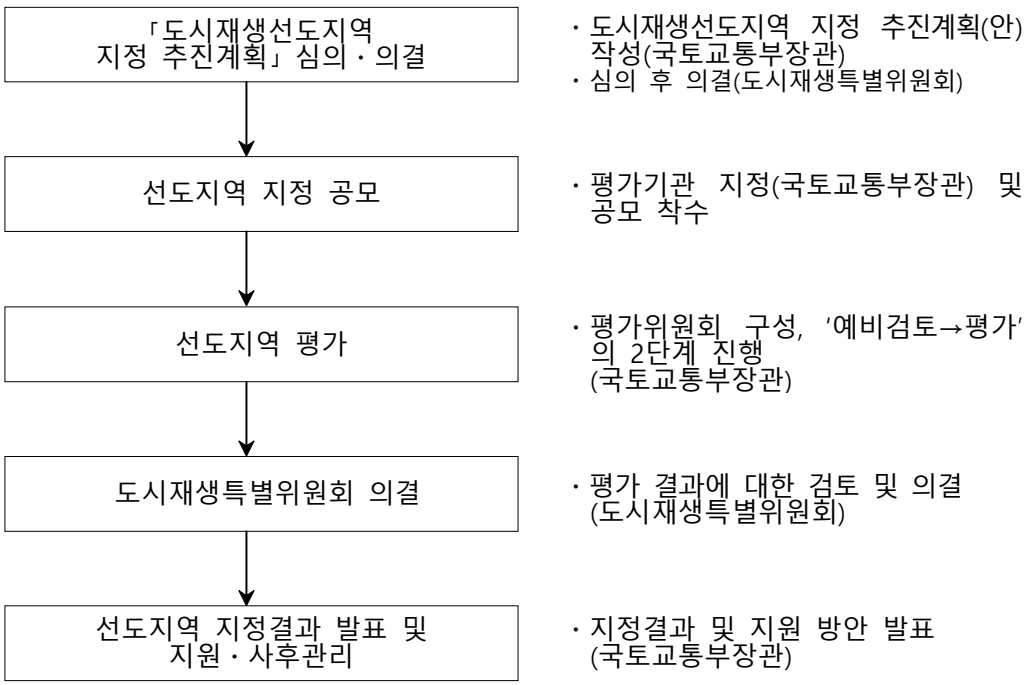
- (4대 중점 시책) 국가도시재생기본방침은 중점적으로 추진되어야 할 시책으로서 도시전책 패러다임의 전환, 도시재생사업 재정지원 확대, 민간활력 유입을 위한 금융지원 및 규제완화, 지역역량 강화 및 공동체 활성화를 제시

【 표 2-54 】 국가도시재생기본방침 4대 중점 시책

4대 시책	세부 시책	내용
1. 도시정책 패러다임의 전환	① 기성시가지 위주로 도시·공간계획 수립	▪ 도시계획 제도 개선 ▪ 신규외곽개발 이익의 도시재생 환원 ▪ 주민참여형 도시계획의 제도화
	② 도시 내부 토지이용의 융·복합화 및 고도화	▪ 도시 내부에 대한 복합적 토지이용.개발 추진 ▪ 도시 내부에 다양한 계층의 주거기능 확보 ▪ 노후공단.항만, 이전적지 등을 창조적 경제.문화공간으로 전환
	③ 기존 도시의 정주여건 및 매력 극대화	▪ 지역자산을 활용한 매력적인 문화도시 조성 ▪ 복지시설, 사회서비스 및 기초생활인프라의 확충 ▪ 쾌적한 생태형 도시공간 확충 ▪ 공간환경디자인의 품질 제고를 통한 아름다운 도시 전략
2. 도시재생사업 재정지원 확대	① 부처 협업지원을 통한 재정지원 효율화	▪ 장소중심적 부처 협업지원 ▪ 도시재생특별위원회의 운영 등
	② 도시재생 활성화를 위한 마중물 지원	▪ 마중물 예산 지원
	③ 도시재생 지원을 위한 재원 확충	▪ **국가지원예산** ▪ **지방자치단체 소요재원** ▪ **민간기부 등**
3. 민간활력 유입을 위한 금융지원 및 규제완화	① **조세 및 금융기법**을 활용한 도시재생사업 지원	▪ 조세 및 부담금 감면 특례 ▪ **국민주택기금**을 활용한 투자 및 융자 지원 ▪ 한국형 경제기반형 도시재생 모델 정립 ▪ 새로운 도시재생금융 지원제도 도입

4대 시책	세부 시책	내용
	② **맞춤형 규제특례** 지원	▪ 도시재생 활성화를 위한 건축규제의 완화 ▪ 도시계획 제안제도 도입 ▪ 지역자산 및 한옥 밀집지역에 대한 건축 특례 ▪ 행정절차의 간소화 ▪ 지역특화발전특구 중복 지정을 통한 다양한 규제 특례 활용 ▪ 규제 특례.완화 사항 지속적 발굴
	③ 국·공유지를 활용한 도시재생 활성화	▪ 도시재생사업에 필요한 국.공유재산 처분 특례 등 적용 ▪ 공공기관을 활용한 국.공유재산에 대한 위탁개발 ▪ 공유지를 소규모 도시재생사업 등에 활용
4. 지역역량 강화 및 공동체 활성화	① 주민·지방자치단체 역량에 의한 사회적 자본 형성	▪ 사회적 경제 활성화를 통한 일자리 창출 ▪ 도시재생 현장지원 전문가 조직 구성.운영 지원 ▪ 자생적 주민역량 강화 프로그램 개발 및 활성화 ▪ 도시재생전문가(코디네이터) 양성 ▪ 지방자치단체의 도시재생 계획수립 등을 위한 가이드라인 제공 ▪ 도시재생종합정보체계를 통한 과학적인 쇠퇴진단
	② 첨단기술과 도시재생과의 연계	▪ 도시재생 R&D를 통해 개발된 신기술.기법 보급 ▪ 첨단 U-City 기술을 활용한 구도심 재생 추진

- (도시재생선도지역 지정 절차) 국토교통부장관이 작성하고 도시재생특별위원회가 심의·의결한 '도시재생선도지역 지정 추진계획'에 따라 선도지역 지정 공모 및 선도지역 평가 후 선도지역 지정결과 발표, 지원·사후관리 진행



【 그림 2-36 】 도시재생선도지역 지정 절차

- (도시쇠퇴기준 및 진단기준) 도시재생종합정보체계에서 제공하는 지표를 기본적으로 활용하여 지자체별로 도시쇠퇴의 기준 마련

【 표 2-55 】 영역별 쇠퇴기준으로서의 쇠퇴지표 예시

대분류	중분류	내용
인구·사회	인구	▪ 인구변화율, 순이동률, 노령화지수, 독거노인가구 비율 등
	사회	▪ 기초생활보장수급자수, 소년소녀가장수, 평균 교육년수, 범죄율, 주야간 인구비율, 통행량 등
산업·경제	산업	▪ 사업체수증감율, 종사자증감율, 고차사업종사자비율 등
	재정	▪ 1인당 지방세액, 의료보험료, 재정자립도, 지가변동률 등
	소득	▪ 평균소득, 실업률, 사업체별 매출액 등
물리·환경	건축물	▪ 노후건축물 비율, 노후주택비율, 공가율, 최저주거수준 미달가구 비율 등
	환경	▪ 토지이용현황, 과소필지 비율, 1인당 도로연장, 접도율 등 ▪ 공공시설 및 도시기반시설 접근성 등

- (기초생활인프라 범위) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」과의 정합성을 고려하여 기초생활인프라 범위 및 국가적 최저기준을 제시함으로써 쇠퇴지역의 생활여건 개선 및 활성화 토대 마련
  - 2019년 국가도시재생 기본방침 일부 개정을 통해 기초생활인프라 국가적 최저기준 정비

② **(도시재생 전략계획)** 전략계획 수립권자가 도시재생을 추진하기 위해서는 국가도시재생 기본방침에 따라 도시재생 전략계획을 수립 필요

- (전략계획 수립권자) 특·광역시장, 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장 또는 군수를 의미
- (중점 고려사항) 도시재생과 관련한 각종 계획, 사업, 프로그램 및 유형·무형의 지역 자산 등을 조사·발굴, 도시재생활성화지역 지정 등의 내용으로 구성
- (전략계획의 수립절차) 전략계획의 수립절차는 법령에 따르며, 기초조사 단계, 계획수립 단계, 의견청취·협의 단계, 심의 단계, 확정·공고 단계로 구성
  - (기초조사) 관련계획, 인구, 공간구조, 토지이용, 건축물, 에너지, 기초생활인프라 등의 항목에 대해 문헌, 통계자료, 현장 조사 실시

    * 에너지(도시가스 보급현황, 지역 내 신재생에너지 현황, 에너지 절감관련 정책사업 추진실태) 항목에 대한 조사를 통해 도시재생사업 추진 시 그린리모델링, 신재생에너지 등 에너지 절감방안 모색
  - (계획수립) 쇠퇴진단 및 여건 분석, 도시재생기본구상, 도시재생 전략 세부전략 수립, 도시재생활성화지역 선정, 활성화지역 간 우선순위 설정 및 연계방안 마련, 전담조직 설치, 재원조달계획 마련
  - (의견청취·협의) 주민공람 또는 공청회, 지방의회 의견청취(지방의회는 60일 내에 의견 제시), 관계 행정기관 협의, 지방도시재생위원회 자문 등
  - (심의 단계) 지방도시재생의원회가 심의 또는 지방도시계획위언회가 지방도시재생위원회를 대체하여 전략계획(안) 심의
  - (확정·공고) 특별시·광역시·특별자치시 또는 특별자치도의 도시재생전략게획은 관계 행정기

관의 장과 협의 후 지방위원회의 심의를 거쳐 확정하며, 시·군 도시재생전략은 시장 또는 군수가 수립한 도시재생 전략계획에 대해 도지사가 관계 행정기관의 장과 협의 후 지방심위원회 심의를 거쳐 승인

③ **(도시재생 활성화계획)** 전략계획수립권자는 도시재생전략계획에 의해 지정된 도시재생활성화지역에 대해 도시재생활성화계획을 수립할 수 있음

- (도시재생 활성화계획 유형)「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」제2조에 의거하여 도시재생사업을 추진하는 주요 목적 및 성격에 따라 도시경제기반형과 근린재생형으로 구분
  - · (도시경제기반형 활성화계획) 산업단지, 항만, 공항, 철도, 일반국도, 하천 등 국가의 핵심적인 기능을 담당하는 도시·군계획시설의 정비 및 개발과 연계하여 도시에 새로운 기능을 부여하고 고용기반을 창출하기 위한 도시재생활성화계획
  - · (근린재생형 활성화계획) 생활권 단위의 생활환경 개선, 기초생활인프라 확충, 공동체 활성화, 골목경제 살리기 등을 위한 도시재생활성화계획
- (도시재생 뉴딜사업 유형) 도시재생 뉴딜사업의 유형을 대상지역의 상황과 여건, 사업규모 등에 따라 5가지로 구분
  - · 우리동네살리기(소규모 주거), 주거지지원형(주거), 일반근린형(준주거), 중심시가지형(상업), 경제기반형(산업) 등 5개 유형

【 표 2-56 】 도시재생 뉴딜사업 유형별 특징

구분	주거재생형		일반근린형	중심시가지형	경제기반형
	우리동네살리기	주거지지원형			
법정 유형	-	근린재생형			도시경제 기반형
사업추진·지원 근거	국가균형발전 특별법	도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법			
활성화계획수립	필요 시 수립 (기금 활용 등)	**수립 필요**			
균특회계 계정	지역자율 (시군구자율편성)	지역지원			
사업규모	소규모 주거	주거	준주거, 골목상권	상업, 지역상권	산업, 지역경제
대상지역	소규모 저층 주거밀집지역	저층 주거밀집지역	골목상권과 주거지	상업, 창업, 역사, 관광, 문화예술 등	역세권, 산단, 항만 등
기반시설 도입	주차장, 공동 이용시설 등 기초생활인프라	골목길정비+ 주차장, 공동 이용시설 등 기초생활인프라	소규모 공공·복지·편의 시설	중규모 공공·복지· 편의시설	중규모 이상 공공·복지· 편의시설
권장면적	5만㎡ 내외	5~10만㎡ 내외	10~15만㎡ 내외	20만㎡ 내외	20~50만㎡ 내외
국비지원/집행기간	50억원/3년	100억원/4년		150억원/5년	250억원/6년

※출처: 국토교통부(2019), '19년 하반기 도시재생 뉴딜사업 신청 가이드라인, (주)이노싱크컨설팅 재구성

- (도시재생활성화계획 수립절차) ①기반 구축(전담조직 구성, 사업총괄 코디네이터 위촉, 현장지원센터 설치, 도시재생추진협의회 구성·운영 등), ②도시재생활성화계획 수립(용역 발주, 쇠퇴진단 및 목표·핵심전략 설정, 세부사업별 실행계획 수립, 승인절차 추진 등), ③사업 시행(공공임대주택 확보, 연계사업 계속 시행, 추민주도사업 착수 등)으로 구성

【 표 2-57 】 도시재생활성화계획 수립절차

단 계	추진 절차
기반 구축	도시재생전담조직(도시재생추진단 및 유관부서 TF 등) 구성 ↓ 사업총괄 코디네이터 위촉 ↓ 현장지원센터(거점공간) 설치 및 전문인력 활용계획 수립 ↓ 주민.상인 상생협의체 구성 ↓ ㅇㅇ지역 도시재생추진협의회(운영위원회 등) 구성.운영
▼	▼
도시재생 활성화계획 수립	사전조사 및 주거지지원형 활성화계획 수립용역 발주 ↓ 주민공동체.거버넌스 구성원 역량강화 교육 기획 및 시행 ↓ 쇠퇴진단 및 지역자산 발굴, 잠재력 분석 ↓ 계획의 목표 및 핵심전략(핵심컨텐츠) 설정 ↓ 부처 협업사업 발굴 및 연계 ↓ 주거지지원형 마스터플랜 및 세부사업별 실행계획 수립 ↓ 도시재생활성화계획 승인절차 추진 (공청회 → 지방의회 → 도시재생위원회 심의→ 도시재생 특위 심의 → 승인)
▼	▼
사업 시행	(공공개발 착수) 사업지역 내 거점사업 및 공공임대주택 확보 ↓ ↓ 기반시설/공동이용시설/생활편의시설 등 거점공간 설치.확보 / 주민주도 사업 및 마을관리를 위한 역량강화교육 기획 및 시행 ↓ ↓ 부서, 부처 협업.연계사업 계속 시행 ↓ 주민주도사업 착수(공공지원) ↓ 사업 종료 후 프로그램 및 마을관리 운영시행

※출처: 국토교통부(2020), 도시재생 뉴딜사업(주거지지원형) 활성화계획 수립 및 사업시행 가이드라인

❑ 지원체계

❍ **(도시재생 지원체계)** 도시재생특별위원회를 중심으로 국토교통부의 도시재생사업기획단, 도시재생지원기구, 지방도시재생위원회, 지자체 전담조직, 도시재생지원센터 등으로 구성



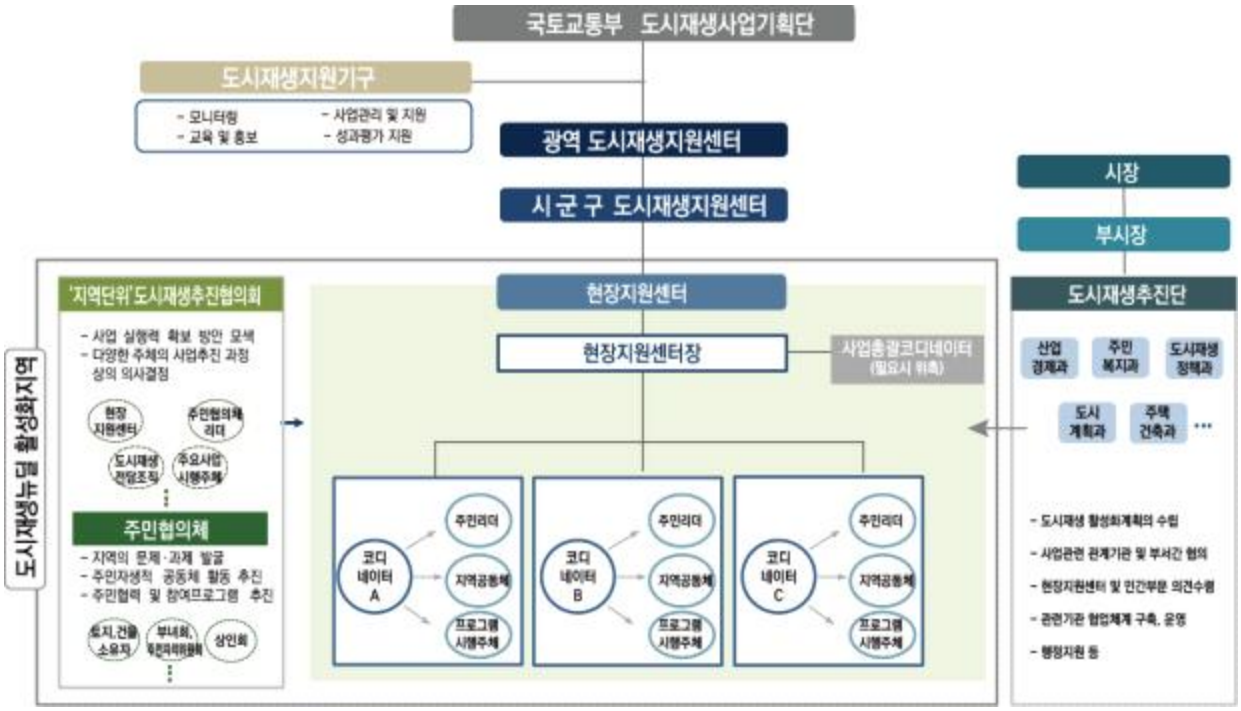
【 그림 2-37 】 도시재생사업 지원체계

- (도시재생특별위원회) 국무총리가 위원장을 역임하는 도시재생특별위원회를 통해 국가도시재생기본방침, 도시재생전략계획, 도시재생활성화계획 등을 심의하고, 범부처 협업사업을 패키지로 지원
  - · (실무위원회) 특별위원회는 효율적 운영을 위하여 실무위원회를 통해 심의 권한 위임 가능
- (국토교통부) 도시재생 뉴딜사업 추진을 위해 별도 조직으로서 '도시재생사업기획단'을 구성
  - · 국장급인 단장 아래에 기획총괄과, 지원정책과, 경제거점재생과, 도심재생과, 주거재상과 등 5개 과, 총 44명 규모로 구성
- (도시재생지원기구) 국토교통부장관은 도시재생 관련 조사·연구, 사업 운영·관리, 도시재생종합정보체계 구축·운영·관리 등을 수행하는 도시재생지원기구를 지정
  - · 한국토지주택공사, 주택도시보증공사, 한국감정원, 국토연구원, 한국교통연구원 등
- (지방도시재생위원회) 지방자치단체의 도시재생 관련 주요 시책, 도시재생전략계획 및 도시재생활성화계획 등을 심의하거나 자문에 응하는 역할 수행
- (전담조직) 전략계획수립권자는 도시재생전략계획 및 도시재생활성화계획의 수립·지원 및 도시재생 관련 업무를 총괄·조정하는 전담조직 설치
- (도시재생지원센터) 전략계획수립권자는 도시재생전략계획 및 도시재생활성화계획 수립과 관련된 사업의 추진 지원, 도시재생활성화지역 주민 의견조정 등을 위하여 도시재생지원센터 수립

❍ **(지역별 도시재생 추진체계)** 도시재생 주요 추진주체로는 도시재생 전담조직, 도시재생 추진단, 도시재생 행정협의회, 도시재생지원센터 등 참여

- (도시재생 전담조직) 지자체 도시재생 전담 부서·조직
- (도시재생 추진단) 지자체 내 유관부서가 참여하는 T/F 조직

- (도시재생 행정협의회) 지자체와 유관기관 간의 업무 협의기구
- (도시재생(현장)지원센터) 도시재생사업 지원 및 지자체와 주민 간 가교역할 수행



※출처: 국토교통부(2020), 도시재생 뉴딜사업(주거지지원형) 활성화계획 수립 및 사업시행 가이드라인

【 그림 2-38 】 도시재생 관련 조직 거버넌스 예시

- (도시재생 전담조직) 지자체의 도시재생을 총괄 관리하는 실·국 또는 부서 단위 행정 전담조직으로서, 도시재생활성화계획 수립, 도시재생 관련 업무 총괄·조정, 도시재생(현장)지원센터, 중간지원조직 및 민간부문 등과의 협업 등 거버넌스 구축·운영 담당
- (도시재생 추진단) 부단체장(또는 실·국장)을 단장으로 하고, 도시재생 전담조직 및 유관부서 등으로 구성하여 지자체 내 다양한 도시재생 분야 간 협업을 위한 상시 의사결정 체계로서의 역할 수행
- (도시재생 행정협의회) 자치단체장(또는 부단체장)을 의장으로 하며 도시재생추진단, 유관기관 등이 참여하여 기관 간 연계·협력이 필요한 사항을 상정하고 조정하는 협의기구
- (도시재생지원센터) 센터장과 코디네이터로 구성하는 도시재생지원센터는 해당 지자체의 도시재생 정책 및 사업 전반에 대한 지원기능을 수행
  - · (유형) 도시재생지원센터는 광역(시·도), 기초(시·군·구) 및 현장지원센터로 구분
    * 17개 시·도는 광역 도시재생지원센터를 설치해야 하며, 지자체별 각 사업지역 마다 현장지원센터를 설치하는 것을 원칙으로 함
  - · (운영) 지자체장이 지원센터를 직접 운영하거나, 재단 설립, 민간·공공 전문기관 위탁, 민·관 공동출자, 지역 유관기관과의 연계·통합 등 지역 여건에 맞게 다양한 방식으로 설치·운영

2.2.2.2. 주요 정책 이슈

❑ 도시재생 뉴딜 시범 사업

❍ 인구 감소, 물리적 쇠퇴 등으로 인해 지방 위기 확대 및 물리적 정주환경 악화

- (인구 감소) 전국적으로 인구감소 지역이 증가하고 있으며, 특히 지방 중소도시는 인구감소, 고령화 등에 따라 도시축소 및 소멸위기 대두
  - · 인구가 현저히 감소하는 읍·면·동 비율 증가: 73.8%('13) → 79.7%('14) → 80.2%('16)
  - · 향후 30년 내 84개 시·군·구(37%), 1,383개 읍·면·동(40%)이 소멸 우려('18년, 국토연)
- (물리적 쇠퇴) 주거환경이 악화되는 지역 증가, 대도시의 건축물 노후화(85%) 심각
  - · 노후 건축물이 증가하는 읍·면·동 비율: 60%('13) → 70%('16)
  - · 물리적 쇠퇴지역 비율: 광역시 76%('13) → 85%('16), 도(道) 52%('13) → 62%('16)
- (지역간 일자리 격차) 지역의 쇠퇴유무에 따른 일자리 격차 증대
  - · 미쇠퇴 지역 일자리 감소지역 비율 12.4% 대비 쇠퇴 지역 일자리 감소지역 비율 28.5%
- (기초 생활인프라 격차) 도시외각 개발 중심의 정책에 따라 도시 내 환경의 질이 낮고, 거주지 유형에 따라 생활인프라 접근성 및 만족도 저조

【 표 2-58 】 생활편의시설 만족도 조사 결과

구분	2006년	2016년	비고
단독·연립·다세대주택	56.9%	67.1%	-
아파트	69%	81.2%	-
차이	12.1%p	14.1%p	2.0%p 증가

※출처: 통계청(2006, 2016), 주거실태조사

❍ 그간 도시정책이 '개발' 중심에서 '재생' 패러다임으로 진보했으나 계획수립 중심, 낮은 체감도, 정부지원 미흡 등의 문제점을 노출하여, 주민 체감·지속가능한 재생역량 강화 등을 위한 종합적인 국가 도시재생 추진 필요성 증대

【 표 2-59 】 기존 도시재생 사업과 도시재생 뉴딜사업의 차별점

기존 도시재생	도시재생 뉴딜
중앙 주도(Top-Down) 방식 중앙정부 위주의 사업 추진	**지역주도(Bottom-up) 방식** 지자체가 주도하고 정부가 적극 지원
대규모 계획중심 계획 수립에 집중, 전면철거형 주거지 정비	**소규모 사업 중심** 주변에 체감할 수 있는 동네단위 생활밀착형 편의시설
미흡한 지원 3년간 46곳, 연 1,500억 원 * '16년 쇠퇴지역 2,300개(3,488개 읍면동의 66%)	**전폭적인 지원 확대** 5년간 50조원 규모 (재정 10조, 기금 25조, 공기업투자15조)

❍ 지역이 주도하여 주거복지를 실현하고 지역 일자리를 창출하는 도시혁신 사업으로, '17년 12월 시범사업 68곳 선정

- (선정 주체) 광역지자체 선정 44곳, 중앙정부 선정 15곳, LH 등 공공기관 제안을 통해 9곳 선정
- (선정 지역) 경기도(8), 전북(6), 경북(6), 경남(6), 인천(5), 부산(4), 대전(4), 강원(4), 충북(4), 충남(4), 광주(3), 울산(3), 제주(2), 세종(1)
- (사업유형) 우리동네 살리기(17), 주거지지원형(16), 일반 근린형(15), 중심 시가지형(19), 경제기반형(1)
- (추진계획) 68곳의 시범사업을 선도지역으로 지정한 뒤 활성화계획 수립을 통해 본격 추진, 우수사례로 발전시켜 다른 지역에 선도적 역할을 할 수 있도록 지원
  - · 도시문제를 해결하기 위해 정보통신기술을 활용하는 스마트 시티형 도시재생 사업 5곳 선정
  - · 기존에 도시재생 사업으로 포함되지 않았던 농어촌 지역도 4곳 선정
- (대표사례) 세종시 조치원 역세권 활성화 뉴딜사업, 인천시 남동구 만부마을 도시재생 뉴딜사업, 전남 순천시 도시재생 뉴딜사업 등

【 표 2-60 】 도시재생 뉴딜 정책 시범사업 사례

구분	전남 순천시 도시재생 뉴딜사업
주소	장천동 18-20번지 일원
예산	7,105억 원
내용	▪ 도시경쟁력: 순천만 국가정원 연계 정원반려산업 타운조성 외 4건 ▪ 주거복지: LH 협업을 통한 청년주택조성 외 4건 ▪ 사회통합: 사회적 취약계층 파랑새 미술관 운영, 임차인보호 대안상가 외 4건 ▪ 일자리창출: 청년 챌린지숍 및 순천 까사 100 외 4건
사업개념도	

※출처: 국회예산정책처(2018), 도시재생 뉴딜 분석; 관계부처 합동(2018), 내 삶을 바꾸는 도시재생 뉴딜 로드맵

❑ 도시재생 뉴딜 로드맵 수립('18.3)

❍ 국토교통부는 2018년 3월, 차후 5년간의 추진 전략을 담은 '내 삶을 바꾸는 도시재생 뉴딜 로드맵'을 발표

- (의의 및 목표) 노후주거지와 쇠퇴한 구도심을 지역 주도로 활성화하여 도시 경쟁력을 높이고 일자리를 만드는 국가적 도시혁신 사업

  · (주거복지 실현) 거주환경이 열악한 노후 주거지 정비하여 기초 생활 인프라 확충, 저렴한 공적 임대주택 공급

  · (도시 경쟁력 회복) 쇠퇴한 구도심에 혁신 거점공간을 조성하고 도시기능을 재활성화시켜 도시 경쟁력 회복

  · (사회 통합) 주민참여 거버넌스를 구축하여 이익의 선순환 구조 정착, 소유주와 임차인, 사업주체와 주민간 상생 유도

  · (일자리 창출) 업무, 상업, 창업 등 다양한 일자리 공간을 제공, 도시재생 경제조직 등 지역기반 지속가능한 일자리 창출

❍ (추진방향) '지역 공동체가 주도하여 지속적으로 혁신하는 도시, 살기 좋은 대한민국'의 비전을 제시하고, 이를 달성하기 위해 4대 정책목표, 3대 추진전략, 5대 추진과제 설정



【 그림 2-39 】 도시재생 뉴딜 로드맵 전략체계도

❍ (추진내용) 도시재생 뉴딜의 5대 추진과제를 ①노후 저층주거지 정비, ②구도심을 혁신거점으로 조성, ③지역의 도시재생 경제 생태계 활성화, ④도시재생 거버넌스 활성화, ⑤상가 내몰림 현상에 선제적 대응으로 구성하고, 추진과제별로 세부과제 및 내용 제시

① 노후 저층주거지를 쾌적한 주거환경으로 정비

- 기초 생활인프라 확충: 국가적 최저기준 정비, 공유자산 복합개발 모델·빈관협력형 분BTO 모델 등 다양한 공급모델 마련
- 공적지원 확대를 통해 자율주택 및 가로주택 정비사업 활성화, 저층주거지 서비스 공급 플랫폼으로 마을관리 협동조합 정착
- 주거내몰림 완화를 위한 「뉴딜형 매입임대주택」 공급



※출처: 관계부처 합동(2018), 내 삶을 바꾸는 도시재생 뉴딜 로드맵

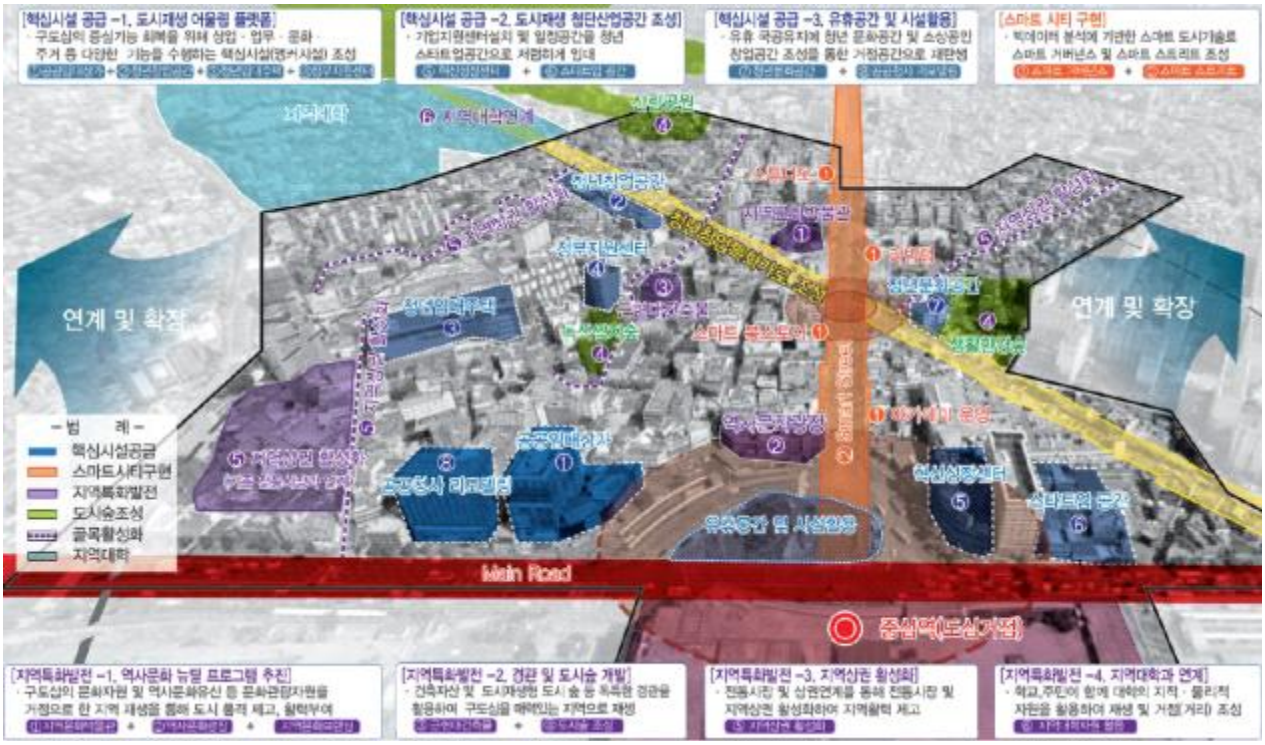
【 그림 2-40 】 노후주거지 도시재생 개념도

② 구도심을 혁신거점으로 조성

- 구도심의 중심기능 회복, 접근성 확충을 통해 컴팩트 네트워크 도시 구축
- 5년간 지역 혁심거점 250곳 이상 조성 착수

* 도시재생어울림플랫폼, 도시재생첨단산업공간, 유휴공간복합 개발, 스마트 시티형 뉴딜사업, 지역특화재생 프로그램

- 지역 특화 재생사업: 부처 협업을 통해 대학타운형, 역사·문화 재생, 경관 재생, 골목상권 활성화, 여성친화형 재생 등 실시



※출처: 관계부처 합동(2018), 내 삶을 바꾸는 도시재생 뉴딜 로드맵

【 그림 2-41 】 구도심 도시재생 개념도

③ 지역의 도시재생 경제 생태계 활성화

- 「뉴딜형 청년 스타트업 지원 프로그램」 도입: 무상 임대의 창업 인큐베이팅 공간 지원, 청년 멘토제·크라우드 소싱 플랫폼 등 활성화
- 「터 새로이 사업」 도입: 지역 건축사·에너지평가사·시공자 등이 창업하여 지역 청년·주민을 고용하는 노후건축물 개량사업 활성화
- 국토교통형 예비사회적기업 지원
- 다양한 리츠를 활성화하여 민간자본을 재생사업에 유치

④ 도시재생 거버넌스 활성화

- 지역별 '도시재생대학' 확충
- '소규모 재생사업' 도입, '주민참여 프로젝트 팀' 운영
- 도시재생지원센터 활성화, 주민 서비스의 통합플랫폼 化

⑤ 상가 내몰림 현상에 선제적 대응

- 상가 젠트리피케이션 모니터링 체계 구축
- 재생계획에 상생협의체 구축, 상생계획 반영 등 의무화
- 공공임대상가 공급
- 계약갱신청구권, 권리금 보호 확대 등 사회적 규제 합리화 방안 마련

【 표 2-61 】 도시재생 뉴딜 로드맵 추진과제 및 내용

추진과제	세부과제	내용
1 노후 저층주거지의 주거환경 정비	1. 노후 주거지 정비 방향	▪ 주거 내몰림 없는 주택정비 ▪ 선진국 수준의 기초 생활인프라 공급
	2. 선진국 수준의 기초 생활인프라 공급	▪ 기초 생활인프라 공급기반 마련 - 국가도시재생기본방침 정비 - 현황조사 실시 - 기초생활 인프라 공급모델 마련 ▪ 지역 주도의 기초 생활인프라 공급 - 도시재생법 개정(공급목표 반영) - 지역발전토자협약, 사회성과연계채권 연계
	3. 노후주거지 정비 활성화	▪ 소규모 주택정비사업에 대한 공공지원 강화 - 자율주택정비사원 활성화 - 가로주택정비사업 활성화 - 소규모 정비 임대리츠 설립 ▪ 「마을관리 협동조합」을 통한 주거지 관리 - 협동조합 구성 지원 - 운영지원 전문기관 지정 ▪ 빈집정비 활성화 - 빈집조사, DB 구축 - 리츠, 공동체토지신탁 등 설립
	4. 주거 젠트리피케이션 부작용완화 및 공적임대주택 공급	▪ 기존 거주자의 내몰림 완화 - 뉴딜형 매입임대 도입 - 집주인 특별분양권 부여 - 기존임차인에게 우선 입주권 부여 ▪ 도시재생과 연계한 공적임대주택 공급 - 재건축 주택 매입임대 약정 착수 - 집수리 연계형 장기전세임대 공급 - 노후주택 입체환지 착수
2 구도심을 혁신거점으로 조성	1. 컴팩트 네트워크 도시 구축	▪ 전략계획과 지역 공공교통망 계획 등 연계 - 도시재생법 개정 ▪ 컴팩트 네트워크 도시계획 우선 지원 - 뉴딜사업 선정계획 반영
	2. 복합기능의 혁신공간 조성	▪ 도시재생어울림 플랫폼 공급 - 복합 앵커시설 조성 및 다양한 지원센터 유치 ▪ 도시재생 첨단산업공간 조성 - 재생지역에 첨단산업단지 지정, 일부를 산업·주거·상업시설 등으로 복합 개발 - 주택도시기금 융자를 통해 혁신성장센터 설치 ▪ 유휴 공간 및 시설을 재생거점으로 활용 지원 - 국유재산 DB 연계 등 ▪ 노후산단 연계형 뉴딜사업 실시 - 주택도시기금 출·융자 지원

추진과제	세부과제	내용
	3. 지역 특화재생 프로그램 지원	▪ 대학타운형 도시재생 뉴딜사업 ▪ 역사·문화가 살아나는 뉴딜 프로그램 추진 ▪ 경관이 살아나는 뉴딜 프로그램 추진 ▪ 지역상권이 살아나는 뉴딜 프로그램 추진 ▪ 여성친화형 도시재생 뉴딜사업 ▪ 농촌 지역 특화발전 지원 ▪ 도시재난 적응체계 구축
	4. 스마트 시티형 도시재생 뉴딜 활성화	▪ 스마트시티형 도시재생 뉴딜사업
[3] 지역 기반의 도시재생 경제 생태계 조성	1. 도시재생 경제조직 활성화 지원	▪ 「뉴딜형 청년 스타트업 지원 프로그램」 도입 - 창업 인큐베이팅 공간 제공 - 뉴딜 청년 멘토제 도입 - 공공디자인 크라우드 소싱 플랫폼 조성 - 도시재생 청년협력단 운영방안 마련 - 청년 일자리 해커톤 실시 - 특례보증 도입 방안 마련 ▪ 「터 세로이 사업」 도입 - 지역 건축사·에너지평가사·시공자 등이 창업하여 노후건축물 개량 시 지원 ▪ 도시재생 경제조직 육성 - 국토교통형 예비사회적기업 지정·지원 - 도시재생회사 도입방안 검토 ▪ 사회적 금융, 모태펀드 등을 통한 자금 지원 - 도자금지원 방안 마련 - 임팩트 투자펀드 연계·활용 시범사업 - 신 금융기법 활용방안 마련
	2. 민간참여 모델 마련	▪ 리츠 활성화 - 복합개발 리츠 종합대책 수립 - 공간지원리츠 도입 - 모자리츠 구조 도입 ▪ 민관협력(PPP) 방식 도입
	3. 도시재생 뉴딜사업의 일자리 창출 관리	▪ 핵심지표 발굴·예시 ▪ 국토교통 일자리 로드맵 연계
[4] 풀뿌리 도시재생 거버넌스 구축	1. 지역의 도시재생 역량 강화	▪ 도시재생대학 중심의 지역주도 교육체계 확립 ▪ 주체별·사업유형별 맞춤형 교육 실시
	2. 지역 주민의 참여 기반 조성	▪ 소규모 재생사업 추진: 연간 50곳 이상 ▪ '주민참여 프로젝트 팀' 구성·운영
	3. 지역의 도시재생 거버넌스 체계 구축	▪ 주민주도 조직 활성화 ▪ 도시재생지원센터 활성화 ▪ 광역지자체 거버넌스 지원
[5] 상가 내몰림 현상 대응	1. 상가 젠트리피케이션 동향 모니터링 체계 구축	▪ 임대동향조사 보완 - 지표추가, 뉴딜사업지역 조사대상 포함
	2. 도시재생지역 상가 내몰림 현상에 집중 대응	▪ 상생협약 체결 활성화 지원 ▪ 임대료 안정공간 공급 ▪ 재생이익의 선순환 유도
	3. 사회적 규제 합리화	▪ 상가임대차법 개정안 마련

❍ (사업 규모) 5년 간 500곳 내외, 매년 100여곳 내외를 대상으로 추진, 구체적인 선정규모는 매년 초 재생수요, 준비정도 등을 고려하여 결정

- 사업유형별 뉴딜사업 규모를 사전에 엄격히 구분하기보다는 각 지역의 특성과 여건에 맞게 탄력적으로 조정
- '예산총액배분 자율선정' 방식을 도입하여 정부는 예산총액을 배분하고 광역지자체가 총액범위 내 뉴딜 사업유형 및 개수를 결정

❍ (선정 방식) 도시재생 뉴딜 사업은 선정 방식에 따라 시·도 선정(지자체 신청, 시·도 선정), 중앙 선정(지자체 신청, 중앙 선정), 중앙 선정(공공기관 신청, 중앙 선정) 등으로 구분

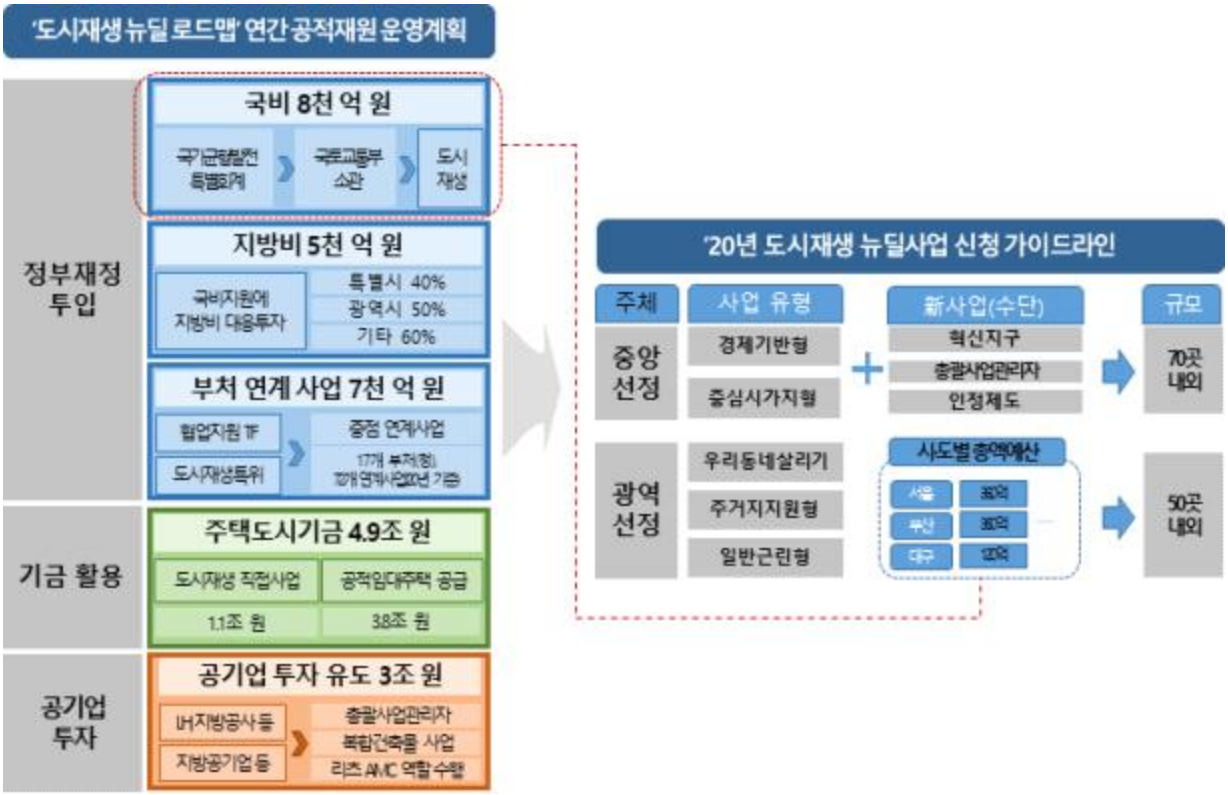
- 2019년 12월 신규제도(신재생제도)가 도입됨에 따라서 중앙정부 선정 방식이 기존 중심시가지형, 경제기반형 사업에서 혁신지구, 총괄사업관리자, 인정사업 중심으로 변화

【 표 2-62 】 도시재생 뉴딜 사업 선정 방식

구분	시·도 선정	중앙정부 선정	
		지자체 선청	공공기관 제안
신청·제안	활성화계획 수립권자	활성화계획 수립권자	공공기관, 지방공기업+활성화계획 수립권자(공동)
평가주체	시·도지사	중앙정부(국토교통부)	
신청 사업유형	우리동네살리기 주거지지원형 일반근린형	중심시가지형 경제기반형	5개 사업유형
신청 가능지역('19)	신청 공고일 현재 도시재생활성화지역으로 지정된 지역 또는 최종 평가 시작 전까지 도시재생활성화지역으로 지정 가능한 지역		
선정규모('19)	62곳	17곳	19곳
신규제도 선정규모('19.12)	-	혁신지구(4곳) 인정사업(12곳)	총괄사업관리자(2곳)
'20년도 뉴딜사업 선정계획	50곳 내외	혁신지구(5곳 내외) 인정사업(50곳 내외)	총괄사업관리자 (15곳 내외)

※출처: 국토교통부(2019), '19년 하반기 도시재생 뉴딜사업 신청 가이드라인, 국토교통부(2019), 보도자료 '도시재생 뉴딜사업, 거점 재생 기능 강화한다',

❍ (공적재원 운용) 매년 2조원 규모의 정부재정 투입, 4.9조원 규모의 주택도시기금 활용, 3조원 규모의 공기업 투자 유도를 통해 도시재생 뉴딜 사업의 공적재원을 운용할 계획이며, 이를 바탕으로 매년 도시재생 뉴딜사업 신청 가이드라인 발표



【 그림 2-42 】 도시재생 뉴딜 사업의 공적재원 운용 개념도

- (재정 투입계획) 국비(8천 억 원), 지방비(5천 억 원)를 뉴딜사업에 투입하고 각 부처의 재생 관련 사업(7천 억 원)을 재생지역에 집중 연계하여 연 평균 2조원 지원
  - · 뉴딜사업 유형별로 국비 차등 지원, 지역 여건에 따라 국비 지원비율 차등화(광역시 50%, 기타 지방 60% 등)

【 표 2-63 】 연차별 국비·지방비 투입계획

(단위: 천억 원)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	합계	연평균
국비	4.6	7.0	9.0	10.0	10.0	40.6	8.1
지방비	3.0	5.0	6.0	6.7	6.6	27.3	5.4
부처연계	4.0	6.5	8.5	8.0	8.0	35.0	7.0
합계	11.6	18.5	23.5	24.7	24.6	102.9	20.5

- (주택도시기금 지원 방안) 대규모 복합개발사업 출·융자, 수요자 중심형 재생사업 융자, 소규모 주택정비사업 등 도시재생 직접사업에 1.1조원 지원, 공적임대주택 공급을 위해 3.8조원 지원
  - · 지자체·공기업·민간에서 사업을 발굴하고 기금 출·융자를 신청하면 지원 적정성에 대한 심사를 거쳐 집행

【 표 2-64 】 연차별 기금 투입계획

(단위: 천억 원)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	합계	연평균
기금	44.8	50	50	51	51	246.8	49

- (공기업 투자 유도) 거점시설의 사업계획 수립·시행·운영까지 총괄 관리하는 사업관리자로서의 공기업 역할 확립, 공기업의 참여 활성화를 통해 연 평균 최대 3조원 수준의 공기업 투자 유도
  - · 지방공기업도 리츠의 자산관리회사(AMC)역할을 수행할 수 있도록 허용하여 지역특화 사업 모델 창출, 간접투자 확대
  - · 지방 공유지를 활용한 사업 추진 시 LH와 컨소시엄을 유도하여 공동AMC를 수행하는 등 지방공기업의 역량 강화 지원

❑ 도시재생 뉴딜 사업 추진 현황

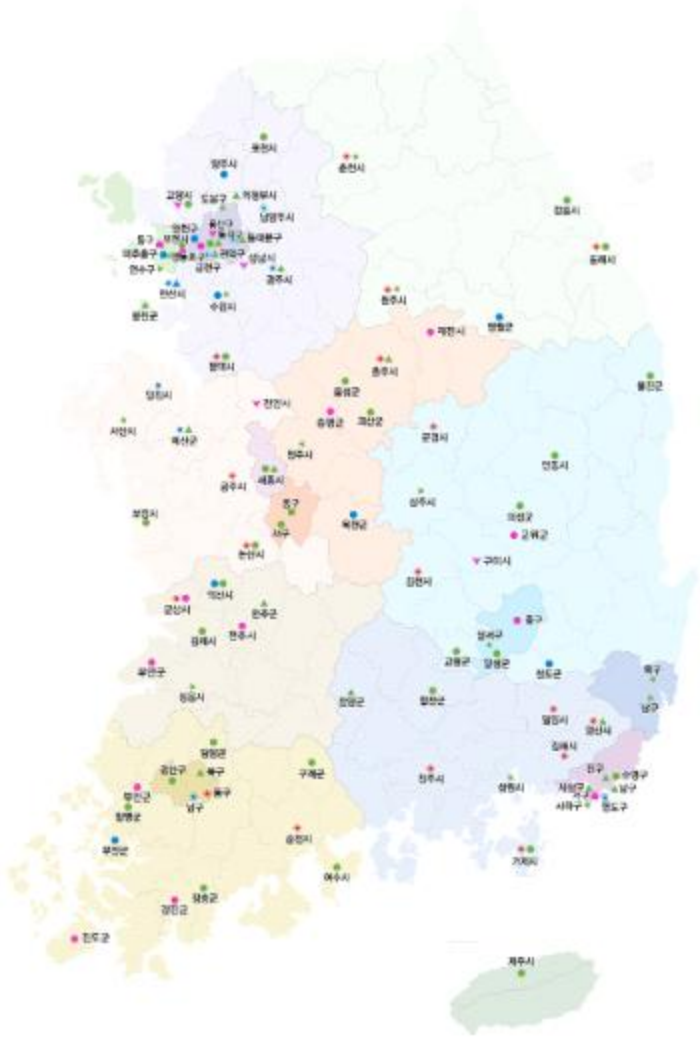
❍ (연차별 사업 실적) 2014년부터 2019년까지 총 329개의 도시재생 사업이 추진되었으며, 2017년부터 2019년까지 총 283개의 도시재생 뉴딜 사업 추진

- 2014년에 도시재생선도지역 13곳, 2016년에 도시재생일반지역 33곳을 지정하여 기반시설 확충, 주거환경 개선 등의 하드웨어 사업과, 주민공동체 활성화 및 소득창출 등 소프트웨어 사업 진행
- 2017년 기존 '도시재생 사업'이 '도시재생 뉴딜 사업'으로 개편된 이후 2017년 전국 68개 지역을 대상으로 시범사업 실시, 2018년 99개, 2019년 116개 지역에 도시재생 뉴딜 사업 실시

【 표 2-65 】 연차별 도시재생 사업 추진 현황

(단위: 개)

구분	2014	2016	2017	2018	2019	계
우리동네 살리기	-	-	17	17	18	52
주거지지원형	11	-	16	28	18	246
일반근린형		19	15	34	40	
중심시가지형		9	19	17	20	
경제기반형	2	5	1	3	2	13
혁신지구	-	-	-	-	4	4
총괄사업관리자	-	-	-	-	2	2
인정사업	-	-	-	-	12	12
합계	**13**	**33**	**68**	**99**	**116**	**329**



• 중앙(17) / 공공(19) / 시·도(62) / 신재생제도(18)

시·도	대상지역
서울(8)	동작구 도봉구 양천구 동대문구 관악구 금천구 용산구 영등포구
부산(7)	진구 수영구 남구 사상구 사하구 영도구 서구
인천(4)	미추홀구 연수구 옹진군 동구
광주(4)	광산구 북구 남구 동구
대구(3)	달서구 달성군 중구
대전(2)	중구 서구
세종(1)	세종시
울산(2)	북구 남구
제주(1)	제주시
경기(11)	광주시 포천시 양주시 수원시 고양시 안산시 의정부시 평택시 남양주시 부천시 성남시
강원(5)	춘천시 강릉시 동해시 영월군 원주시
충북(7)	충주시 청주시 음성군 괴산군 옥천군 제천시 증평군
충남(7)	논산시 당진시 서산시 예산군 공주시 보령시 천안시
전북(7)	전주시 익산시 군산시 완주군 김제시 정읍시 부안군
전남(7)	담양군 구례군 함평군 무안군 순천시 장흥군 여수시 강진군 진도군
경북(10)	울진군 문경시 안동시 상주시 의성군 김천시 고령군 청도군 군위군 구미시
경남(8)	양산시 합양군 합천군 거제시 밀양시 김해시 진주시 창원시

※출처: 도시재생종합정보체계(www.city.go.kr)

【 그림 2-43 】 2019년 도시재생 뉴딜사업 현황정보

❑ 도시재생 뉴딜 사업 연계 그린리모델링 현황

❍ 2018년 6월 국토교통부 건축정책관에서 도시재생뉴딜 연계 그린리모델링 가이드라인 발간

- (목적) 도시재생 뉴딜 사업 계획 수립 및 시행 과정에서 지자체 공무원, 사업 시행주체, 현장 지원센터 담당자, 주민 등 이해관계자들이 그린리모델링을 적용할 수 있도록 권고사항 제시
- (추진 방법) 도시재생뉴딜 연계 그린리모델링 추진 방법으로는 ①에너지 및 친환경 특화지역 커뮤니티로 조성, ②그린리모델링·녹색건축 특화구역(마을) 선정, ③지속가능한 녹색 도시재생 사업에 참여할 공공·민간 건물 소유자 및 지역협의체 등의 수요를 발굴하고 확보 등이 권장
  - (에너지 및 친환경 특화지역 커뮤니티 조성) 노후건축물의 성능 개선 및 에너지 자립기반 마련하여, 기존 건축물 그린리모델링, 신축 건축물 제로에너지건축, 마을 에너지인프라 구축 등 녹색건축사업과 연계 추진 가능
  - (그린리모델링·녹색건축 특화구역·마을 선정) 지역의 노후 건축물 분포 현황, 에너지 소비량 정보 등을 토대로 그린리모델링·녹색건축 특화구역(마을)로 선정
  - (공공·민간의 참여 수요 발굴·확보) 지속가능한 녹색 도시재생사업에 참여할 공공·민간 건물 소유자 및 지역협의체 등의 수요를 발굴하고 확보하여 사업 추진
- (연계 시 중점고려사항) 뉴실사업 유형별 특성 및 취지를 고려하여 그린리모델링·녹색건축 실행(활성화)계획 수립

【 표 2-66 】 도시재생 뉴딜 사업 유형별 그린리모델링, 녹색건축 중점 고려사항

구분	주거재생형		일반근린형	중심시가지형	경제기반형
	우리동네살리기	주거지지원형			
사업규모	소규모 주거	주거	준주거, 골목상권	상업, 지역상권	산업, 지역경제
권장면적	5만㎡ 내외	5~10만㎡ 내외	10~15만㎡ 내외	20만㎡ 내외	20~50만㎡ 내외
대상지역	소규모 저층 주거밀집지역	저층 주거밀집지역	골목상권과 주거지	상업, 창업, 역사, 관광, 문화예술 등	역세권, 산단, 항만 등
기반시설 도입	주차장, 공동이용시설 등 기초생활인프라	골목길정비+주차장, 공동이용시설 등 기초생활인프라	소규모 공공·복지·편의시설	중규모 공공·복지·편의시설	중규모 이상 공공·복지·편의시설
국비지원/집행기간	50억원/3년	100억원/4년		150억원/5년	250억원/6년
사업선정기관	광역지자체			중앙정부(국토교통부)	
그린리모델링·녹색건축 적용	▪ 에너지취약계층(기초생활수급자 등) 대상 지자체 보조금지원 등 소득계층별 맞춤형지원 검토 ▪ 단독·다가구·상가주택·다세대·연립 등 소규모 주택 및 비주거 위주 그린리모델링 ▪ 주민센터, 노인정 등 생활밀착형 공공 건축물 그린리모델링			▪ 공공건축물 신·재생 에너지 적극 활용 및 제로에너지화 ▪ 비주거 건축물 위주 그린리모델링 (상업 및 업무시설 등)	

※출처: 국토교통부(2018), 도시재생뉴딜 연계 그린리모델링 계획 수립 및 사업시행 가이드라인

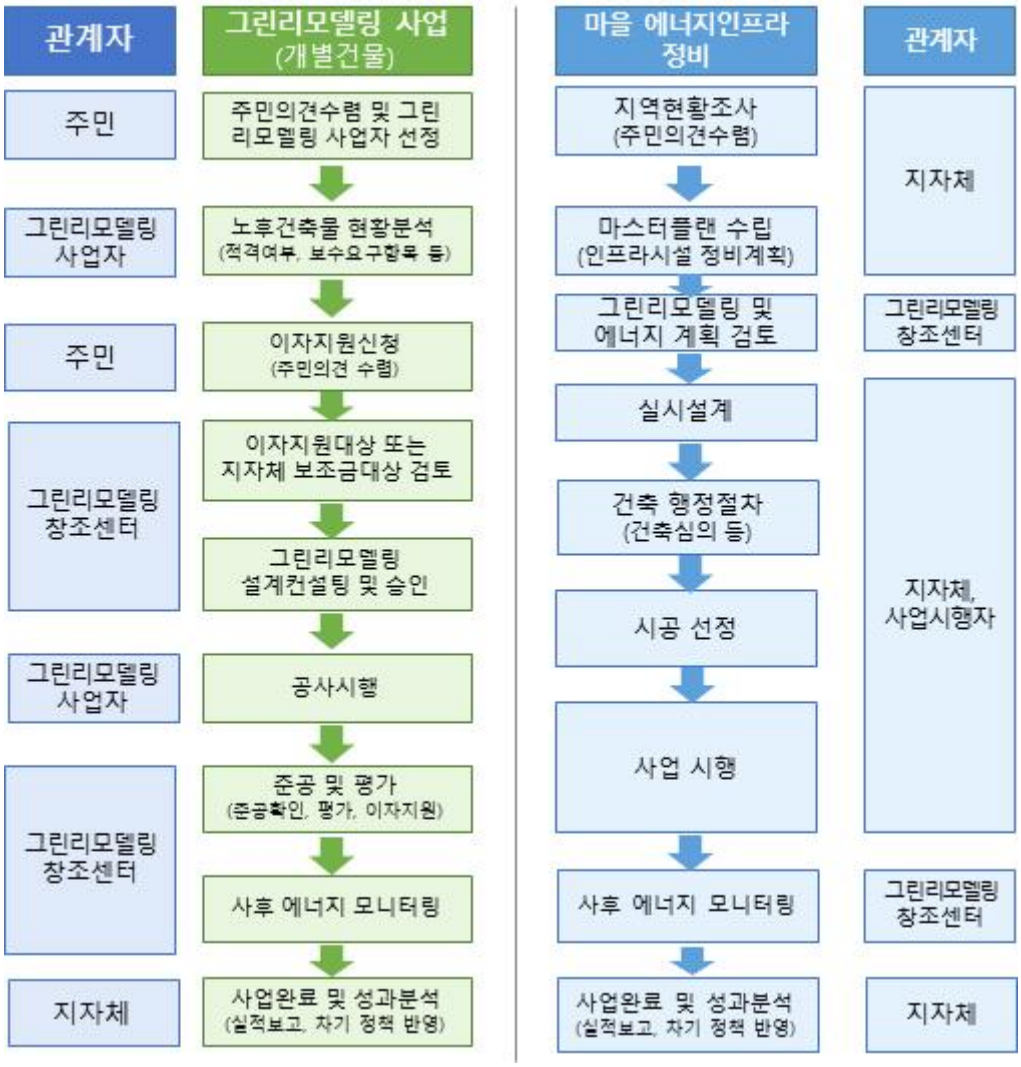
· (주거재생 및 일반근린형 사업) 민간 건축물의 경우 주민 소득계층별 맞춤형 지원방안 검토(보조금 지급, 그린리모델링 이자 지원 등), 공공건축물의 경우 노후건물 현황평가 및 설계 컨설팅 지원을 통해 주민공동시설, 생활편의시설 등으로 설계 및 시공

· (중심시가지 및 경제기반형) 공공건축물의 신축 및 리모델링 시 신재생에너지를 적극 활용하여 제로에너지화를 통한 공공의 녹색건축을 추진하고, 폐교 등과 같은 기능상실 건축물·비주거 건축물을 그린리모델링하여 거점공간으로 활용

- (추진 절차) 도시재생뉴딜 연계 그린리모델링의 추진절차는 ①노후건축물 및 그린리모델링에 대한 주민수요 파악 등 기초자료 조사, ②도시재생 뉴딜의 유형별 사업 특성을 고려하여 활성화계획 수립, ③행정절차 진행 및 시공 선정, 사업 시행, ④사후 모니터링 및 성과분석 등으로 구성

· 민간의 개별 건축물에 대한 그린리모델링 및 마을 에너지인프라 정비로 구분하여 절차 진행

· 공공건축물 그린리모델링의 경우, 그린리모델링사업 절차에서 이자지원대상이 아니므로 이자지원신청 및 검토과정 생략 후 그린리모델링 설계컨설팅 실시



※출처: 국토교통부(2018), 도시재생뉴딜 연계 그린리모델링 계획 수립 및 사업시행 가이드라인

【 그림 2-44 】 그린리모델링·녹색건축 사업 추진 절차

❍ (사업추진 주체 역할) 도시재생 뉴딜 연계 그린리모델링은 지자체, 도시재생지원센터, 그린리모델링창조센터, 그린리모델링 사업자, 지역주민 등이 주요 사업추진 주체로서 역할 수행

【 표 2-67 】 도시재생 뉴딜 연계 그린리모델링의 사업추진 주체별 역할

추진 주체	역할
지자체	▪ 지자체별 사업당당 부서를 지정하여 주택개량 수요조사 및 지원체계 구축 ▪ 그린리모델링 관련 공공기관(그린리모델링창조센터), 녹색건축 관련 공공기관(제로에너지빌딩 지원센터) 및 연계사업 관계부처와 협의 추진 ▪ 지역 내 에너지 거버넌스 구성·운영 및 주민협의체 지원
도시재생 지원센터	▪ 지자체의 그린리모델링·녹색건축 조성계획 수립을 위한 의견수렴 실시 및 관련사업의 추진 지원 ▪ 주민 의견조사, 공동 에너지시설 운영 등 자생적 생활인프라 유지·관리 지원
그린 리모델링 창조센터	▪ 국토부 위탁을 받아 그린리모델링 사업 운영·관리 및 건물에너지 절감률에 따라 이자지원 대상사업 선정·지원 ▪ GR 총괄(그린리모델링 민간건축물 이자지원사업 승인 및 공공건축물 지원 등) ▪ 전국 그린리모델링 사업자 모집·선정 및 교육
그린리모델링 사업자	▪ 주민의 개별적 그린리모델링 상담 및 설계 컨설팅 및 그린리모델링 공사시행
지역주민	▪ 지속가능한 녹색 도시재생이 원활히 추진될 수 있도록 주민참여 또는 사업지역 내 주민협의체 구성

※출처: 국토교통부(2018), 도시재생뉴딜 연계 그린리모델링 계획 수립 및 사업시행 가이드라인,, (주)이노싱크컨설팅 재구성

❍ (사업 현황) '2019년 하반기 도시재생 뉴딜사업 선정지역 요약서' 내용 분석 결과, 단위사업 내용에 '리모델링'을 직접적으로 명시한 사업은 17%(전체 76개 지역 중 13개 지역)

- 리모델링을 직접 명시하거나, 노후주택, 노후주거지, 노후주택정비, 불량주택정비 등 리모델링과 연관성이 높은 내용을 포함한 지역은 60.5%(전체 76개 지역 중 46개 지역)인 것으로 파악됨

2.2.3. 그린뉴딜 정책

2.2.3.1. 그린뉴딜 정책 개요

◈ **(도시·공간·생활 인프라 녹색 전환)** 인간과 자연이 공존하는 미래 사회를 구현하기 위해 녹색 친화적인 국민의 일상생활 환경 조성
⇨ '25년까지 총사업비 30.1조원(국비 12.1조원) 투자, 일자리 38.7만개 창출

◈ **(저탄소·분산형 에너지 확산)** 적극적 R&D·설비 투자 등으로 지속가능한 신재생에너지를 사회 전반으로 확산하는 미래 에너지 패러다임 전환 시대 준비
⇨ '25년까지 총사업비 35.8조원(국비 24.3조원) 투자, 일자리 20.9만개 창출

◈ **(녹색산업 혁신 생태계 구축)** 미래 기후변화·환경 위기에 대응해 전략적으로 도전할 녹색산업 발굴 및 이를 지원하는 인프라 전반 확충을 통해 혁신여건 조성
⇨ '25년까지 총사업비 7.6조원(국비 6.3조원) 투자, 일자리 6.3만개 창출

❑ 저탄소 그린경제의 가속화로 지속가능성 확보 목표

❍ 인프라·에너지 녹색전환과 녹색산업 혁신을 통한 탄소중립(Net-Zero) 사회 지향 목표

- Covid-19 계기로 기후변화 대응 및 저탄소 사회로의 전환 중요성 부각에 기초하여 이행

강점	약점	추진 방향
▪ 환경 이슈에 대한 높은 사회적 관심과 공감대 ▪ 녹색산업과 융·복합 가능한 높은 디지털·IT 기술력	▪ 고탄소 산업생태계 ▪ 지리적 여건 등으로 낮은 청정에너지 수준	**2. 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환** **3. 저탄소·분산형 에너지 확산** **4. 녹색산업 혁신 생태계 구축**
기회	**위협**	
▪ Covid-19 계기로 기후변화 지속가능성 등 관심 증대 ▪ 글로벌 환경 산업 분야 시장 규모 성장세	▪ 환경 규제·기준 강화로 국내 제조업 이탈 우려 ▪ 친환경 기술에서 열위 시 비관세장벽 직면 가능성	

❑ 그린리모델링 및 그린스마트 학교 등 녹색전환 전략과 신재생에너지 확산기반 구축 등 추진 계획을 포함한 3차 추경안 국회 확정

① 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환('25년까지 재정투자 12.1조 원, 일자리 38.7만 개)

- **국민생활과 밀접한 공공시설의 제로에너지화 전면 전환**
  - **그린 리모델링을 통해 어린이집 1,058개소, 보건소 1,045개소, 의료기관 67개소, 공공 임대주택 18.6만 호 등 4대 노후 공공건축물에 대한 제로에너지화 추진**
  - 생활 SOC 51개소, 국·공립 어린이집 30개소, 환경기초시설 37개소 등을 에너지 고효율화 시설로 업그레이드
  - 55개 전체 국립학교(유치원·초·중·고)를 그린 스마트 학교로 전환

- 스마트 그린도시 조성을 위한 선도프로젝트 100개 추진
  - 도시환경문제 관련 4대 목표 9개 유형별 ICT 솔루션 100개 프로젝트 실시
  - 국민 생활권역에 도시 숲 200개 조성
- 취수원부터 가정까지 ICT 기반 스마트 상수도 관리체계 구축
  - 48개 전체 광역상수도(~'23년), 161개 지자체 지방상수도(~'22년) 관리 전과정 ICT·AI기반 스마트화
  - 12개 광역상수도 정수처리시설 고도화 및 노후상수도 개량(~'24년)



【 그림 2-45 】 그린 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환

② 저탄소·분산형 에너지 확산('25년까지 재정투자 24.3조 원, 일자리 20.9만 개)

- 에너지관리 효율화 지능형 스마트 그리드 구축
  - 아파트 500만호 스마트전력망(AMI, 지능형 전력계량기) 구축
  - 노후화(15년 이상)된 민간건물 3,000동 에너지 진단 실시 및 빅데이터 플랫폼 구축
  - 태양광, 풍력, LNG 발전소 등 지능형 통합운영 플랫폼 12개소 구축 추진
- 태양광·풍력·수소 등 3대 신재생에너지 확산 기반 구축
  - 태양광 풍력 수소 등 대규모 R&D・실증사업 및 국민주주 프로젝트(융자 지원 등) 추진
  - 화력발전・폐광지역 등 舊에너지산업 지역의 신재생에너지 지구로의 전환을 위한 발전모델 연구(+10억) 추진('20. 下)
  - 산업단지 태양광 보급 확대를 위한 융자(신규, 2,000억원) 신설('20.下)
  - 주택 건물 농촌 태양광 설치 지원 확대(+1,000억원, '20. 下)
- 온실가스 저감효과가 큰 친환경 차량·선박으로 조기 전환
  - 노후 경유차 15만대*의 친환경차(전기 LPG) 전환
  - 전기 이륜차 5.5만대 보급 및 노후 함정·관공선 22척 친환경(LNG, 전기, 하이브리드 등)으로 조기 교체

③ 녹색산업 혁신 생태계 구축('25년까지 재정투자 6.3조 원, 일자리 6.3만 개)

- 그린뉴딜 선도 100대 유망기업 및 5대 선도 녹색산업 육성
  - · 친환경 기술 보유 100개사를 선정, '22년까지 R&D → 실증 → 사업화 단계의 기업 성장 全주기 지원
  - · 녹색산업 선도 5대 분야 녹색 융합 클러스터 조성
  - · 유망 녹색융합기술 분야 전문 녹색인재 5천 명 양성
  - · 기술력 기반 유망 환경 기업 대상 융자 1조 원 공급
- 주력 제조업 녹색전환을 위한 저탁소·녹색산단 조성
  - · 스마트산단 7개소에 스마트 에너지 플랫폼 시범 구축
  - · 제조공정의 오염 물질 감축을 위한 클린팩토리 700개 및 스마트 생태공장 100개 구축

❍ (도시·공간·생활인프라 녹색전환) 그린리모델링, 스마트 그린도시 등 녹색친화적 생활공간 조성에 0.4조원 편성

- (공공시설 제로에너지화) 노후공공건축물 1.1만호 그린리모델링, 생활SOC 등 에너지 고효율화, 국립학교 그린+디지털 융합 "그린스마트 학교" 전환 등에 0.34조원 편성
- (스마트 그린도시) 환경혁신기술 활용 스마트 그린도시 선도프로젝트 100개 추진, 도시숲 '23년 200개 조성 등에 0.01조원 편성
- (스마트 상하수도) 광역·지방상수도 스마트 관리체계 구축 완료(~'23년), 스마트 하수도 관리체계 구축(추경 지능형 하수처리장 시범사업 2개소, 40억원) 등에 0.05조원 편성

❍ (녹색산업 혁신생태계 조성) 유망 녹색기업 및 산업 육성 등으로 지속가능한 신성장 동력 확보에 0.35조원 편성

- (녹색산업 육성) 혁신환경기술 보유기업 100개사 지원(추경 40개사), 녹색산업 혁신거점 조성, 전문인재(추경 392명)·융자(추경 2,000억원) 공급 등에 0.32조원 편성
- (저탄소 녹색산단) 스마트산단(7개소) 스마트에너지플랫폼 시범구축, 클린팩도리 700개소·스마트생태공장 100개소 구축지원(~'22년)에 0.04조원 편성

❍ (저탄소·분산형 에너지 확산) 신재생에너지 확산 등 지속 가능한 에너지 기반 구축에 0.47조원 편성

- (지능형 스마트그리드: 0.05조원) 스마트미터기 교체(추경 40만호), 건물 에너지진단(600개소), 태양광·해양풍력·LNG발전소 등 지능형 통합운영 플랫폼(10개소) 등에 0.05조원 편성
- (신재생에너지 확산기반: 0.29조원) 국민주주형 프로젝트 투자비 융자(365억원), 신재생에너지 등 녹색보증(200억원), 태양광 보급 확대(2,000억원) 등에 0.29조원 편성
- (친환경 차량·선박: 0.13조원) '22년까지 경유화물차·어린이통학차량 15만대 친환경차 전환지원, 전기이륜차 5.5만대 구매보조, 노후 관공선 22척 조기교체에 0.13조원 편성

2.2.3.2. 주요 정책 이슈

❑ 2020년 하반기 포스트 코로나 시대 개척을 위한 한국판 뉴딜정책 본격 추진 결정

❍ '25년까지 총 160조 원(국비 114.1조 원) 규모를 투자하는 '한국판 뉴딜'은 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜 2개의 축으로 구성되어 있으며, 안전망 강화를 통해 이를 뒷받침하는 방식

【 표 2-68 】 한국판 뉴딜 분야별 세부과제 투자계획 및 일자리 효과

(단위: 국비(조원), 일자리(만개))

분야	과제	'20추~'22	'20추~'25	일자리
총계		49.0	114.1	190.1
디지털 뉴딜	합계	18.6	44.8	90.3
	1. DNA 생태계 강화	소계	12.5	31.9	56.7
		① 국민생활과 밀접한 분야 데이터 구축	3.1	6.4	29.5
		② 1·2·3차 전산업으로 5G·AI 융합 확산	6.5	14.8	17.2
		③ 5G·AI 기반 지능형 정부	2.5	9.7	9.1
		④ K-사이버 방역체계 구축	0.4	1.0	0.9
	2. 교육 인프라 디지털 전환	소계	0.6	0.8	0.9
		⑤ 모든 초중고에 디지털 기반 교육 인프라 조성	0.3	0.3	0.4
		⑥ 전국 대학·직업훈련기관 온라인 교육 강화	0.3	0.5	0.5
	3. 비대면 산업 육성	소계	1.1	2.1	13.4
		⑦ 스마트 의료 및 돌봄 인프라 구축	0.2	0.4	0.5
		⑧ 중소기업 원격근무 확산	0.6	0.7	0.9
		⑨ 소상공인 온라인 비즈니스 지원	0.3	1.0	12.0
	4. SOC 디지털화	소계	4.4	10.0	19.3
		⑩ 4대 분야 핵심 인프라 디지털 관리체계 구축	3.7	8.5	12.4
		⑪ 도시·산단의 공간 디지털 혁신	0.6	1.2	1.4
		⑫ 스마트 물류체계 구축	0.1	0.3	5.5
그린 뉴딜	합계	19.6	42.7	65.9
	5. 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환	소계	6.1	12.1	98.7
		⑬ 국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화	2.6	6.2	24.3
		⑭ 국토·해양·도시의 녹색 생태계 회복	1.2	2.5	10.5
		⑮ 깨끗하고 안전한 물 관리체계 구축	2.3	3.4	3.9
	6. 저탄소·분산형 에너지 확산	소계	10.3	24.3	20.9
		⑯ 에너지관리 효율화 지능형 스마트 그리드 구축	1.1	2.0	2.0
		⑰ 신재생에너지 확산기반 구축 및 공정한 전환 지원	3.6	9.2	3.8
		⑱ 전기차·수소차 등 그린 모빌리티 보급 확대	5.6	13.1	15.1
	7. 녹색산업 혁신 생태계 구축	소계	3.2	6.3	6.3
		⑲ 녹색 선도 유망기업 육성 및 저탄소·녹색산단 조성	2.0	3.6	4.7
		⑳ R&D·금융 등 녹색혁신 기반 조성	1.2	2.7	1.6
안전망 강화					
합계		10.8	26.6	33.9
2. 고용사회 안정망		소계	9.3	22.6	15.9
		㉑ 전국민 대상 고용안정망 구축	0.8	3.2	-
		㉒ 함께 잘 사는 포용적 사회안정망 강화	4.3	10.4	-
		㉓ 고용보험 사각지대 생활·고용안정 지원	3.0	7.2	3.9
		㉔ 고용시장 신규진입 및 전환 지원	0.9	1.2	11.8
		㉕ 산업안전 및 근무환경 혁신	0.3	0.6	0.2
2. 사람투자		소계	1.5	4.0	18.0
		㉖ 디지털·그린 인재 양성	0.5	1.1	2.5
		㉗ 미래적응형 직업훈련 체계로 개편	0.6	2.3	12.6
		㉘ 농어촌·취약계층의 디지털 접근성 강화	0.4	0.6	2.9

※ 출처: 관계부처 합동(2020), 2020년 하반기 경제정책방향

❑ 국토교통부 3차 추경안에 그린뉴딜 관련 2,352억 예산 편성

❍ 국토교통부의 추경 사업은 총 1조 3,500억 원이 반영되었으며, 한국판 뉴딜 관련 사업으로 6,206억 원, 경기보강 관련 사업으로 5,005억 원, 사회안전망 관련 사업으로 22,05억 원, 기타 107억 원 등으로 편성

❍ 한국판 뉴딜 관련 사업 중 그린뉴딜 사업에 2,382억 원이 편성되었으며, 공공건축물 및 공공임대주택 그린리모델링 사업에 2,352억 원, 관련 R&D에 30억 원 반영

- 건축물의 에너지저감과 이용환경 개선을 위해 '20년 중 공공건축물 1,085동과 공공임대주택 10,300호에 대한 그린리모델링 추진

  · (공공건축물 그린리모델링) 모후 어린이집, 보건소, 의료기관 1,085동 대상으로 고단열 벽체, 고성능 창호, 환기시스템 보강 등 그린리모델링 시행을 위해 1,992억 원 투자

  · (공공임대주택 그린리모델링) 경과년수 15년 이상 노후 영구·매입임대주택 1만 300호 대상 에너지시설 성능향상 등 그린리모델링 시행을 위해 360억원 투자

- 온실가스 저감, 친환경 자재·설비, 인테리어 등 관련 산업 활성화, 일자리 창출 효과 기대

❍ 그린뉴딜 내 그린리모델링 관련 사업내용은 커뮤니티 수준의 리모델링은 다루고 있지 않은 실정

- '그린 빌딩: 저탄소 제로에너지빌딩 전환 추진' 계획에 따르면 노후 공공건물(경로당, 어린이집, 보건소 등) 그린리모델링과 노후 저층주거지 '서울가꿈주택' 그린화(보조금, 저금리 융자지원) 등 추진할 예정

  · 노후 공공건물 그린리모델링: 경로당, 어린이집, 보건소 같이 취약계층이 많이 이용하는 노후 공공건물부터 에너지효율을 제로에너지건물 수준으로 높이는 그린 리모델링('22년까지 2,400억원을 투입하여 241개소 리모델링 계획)

  · 노후 저층주거지 '서울가꿈주택' 그린화: 보조금과 저금리 융자로 노후 주택 집수리와 골목길 정비를 지원하는 기존 소규모 도시재생인 '서울가꿈주택사업'을 그린주택으로서 리모델링 추진(대상 사업지인 주택성능개선지원구역을 147개소로 확대 계획)

【 표 2-69 】 국토교통부 3차 추경안 반영 사업

구분	사 업	'20예산	추경반영	비고
합계			**+13,522**	
① 한국판 뉴딜 관련 (※역학조사시스템 포함)			**+6,206**	
한국판 뉴딜 (디지털 SOC)	• 스마트도로	2,112	+505	예산
	• 스마트철도	신규	+1,853	예산
	• 스마트홍수관리시스템	200	+1,000	예산
	• 스마트시티(역학조사시스템)	신규	+84	예산
	• 스마트시티(통합플랫폼)	185	+176	예산
	• 지하시설물 전산화	48	+90	예산
	• 국가기본도 제작(정밀도로지도)	89	+50	예산

한국판 뉴딜 (물류)	• 스마트공동물류센터 건립	신규	+52	예산
	• 디지털 물류실증단지 조성	신규	+10	예산
한국판뉴딜 (그린)	• 공공건축물 그린리모델링	신규	+1,992	예산
	• 노후공공임대 그린리모델링	신규	+360	기금
	• 관련 R&D 3건	88	+30	예산
한국판뉴딜 (기타)	• 부동산계약 전자거래 시스템 운영	22	+5	예산
② 경기보강 관련			**+5,005**	
경기보강 (철도)	• 일반철도 안전 및 시설개량	10,097	+3,323	예산
	• 일반철도시설 유지보수	1,244	+406	예산
	• 고속철도 안전 및 시설개량	1,398	+335	예산
경기보강 (도로)	• 도로안전 및 환경개선	7,944	+350	예산
	• 도로 유지보수	6,262	+240	예산
	• 병목지점 개선	1,373	+100	예산
	• 위험도로 개선	1,221	+35	예산
경기보강 (하천)	• 국가하천 유지보수	1,608	+216	예산
③ 사회안전망 관련			**+2,205**	
사회안전망	• 다가구 매입임대	37,973	+2,185	기금
	• 주거급여지원(주거상향)	20	+20	예산
④ 기타			**+107**	
기타	• 한국시설안전공단 출연(일자리)	352	+92	예산
	• 항공산업발전지원(노선복원 등)	14	+15	예산

❑ 그린 스마트 미래학교 사업 추진을 통해 노후학교 개선 및 제로에너지화 추진

❍ 사업 개요

- (사업 목적) 한국판 뉴딜계획의 일환으로 기후변화협약에 대응하는 친환경 제로에너지 학교 보급을 위해 노후학교의 개축·리모델링 추진

  · (공간혁신) 학생·교직원 등 사용자 참여 설계를 통헤 에듀테크를 활용한 교수·학습 등 미래 교육과정을 지원할 수 있는 공간으로 재구조화

  · (그린학교) 학교 단열성능 개선, 신재생에너지 설비 및 열교환형 환기장치 설치를 통해 제로에너지 그린학교 구현

  · (스마트교실) 디지털 장비, 정보통신 설비 비품, 스마트기기 등을 통해 미래형 교수·학습이 가능한 ICT 기반 스마트교실 구축

  · (학교복합화) 학교에 다양한 생활SOC 시설을 복합화하여 일과시간에는 학생들의 교육활동에 활용하고 이외에는 지역주민과 공동 이용

- (사업 기간) 2021년~2025년(5년)
- (추진 배경)
  · Covid19 등 신종 감염병 발생 등 새로운 교육체계의 마련과 공간 재구조화 필요
  · 친환경 제로에너지학교를 보급하고 건물부문 국가온실가스 감축 목표 달성
  · 미래교육 변화에 대비하여 학교시설인프라 구축 필요

  * 기존 시설사업은 노후시설개선 등에 집중되어 있어 새로운 교육체계 전환에 한계

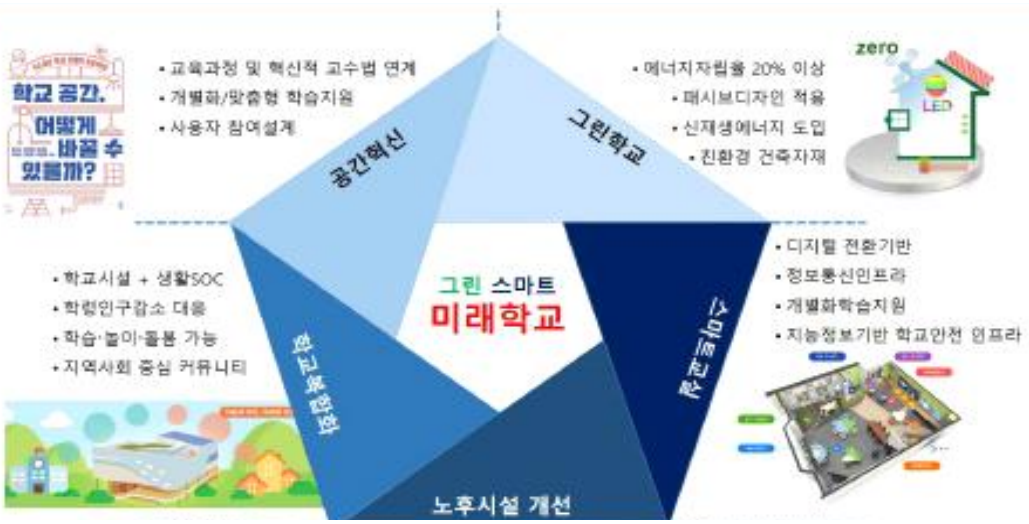
❍ 사업 내용(1단계 '21~'25)

- (추진 방안) 사전 준비단계를 포함하여 2단계로 추진 구상
  · 1단계 사업기간인 `21년 ~ `25년 간 국비 5.5조원, 지방비 13조원 등 총 18.5조원을 투자, 준공 40년 이상 학교시설 2,835동에 대한 개선 시행

【 표 2-70 】 그린 스마트 미래학교 단계별 추진방안

준비단계(`19~)	»	1단계('21~'25)	»	2단계('26~)
학교공간혁신사업 영역단위 (588개교) 학교단위 (57개교)		대상 물량 : 2,835동 총 사업비 : 18.5조원 (국고 지원 5.5조원(30%))		연차적으로 40년이 도래하는 시설에 대해 2단계 추진계획 수립 ·추진

- (사업 대상) 40년이 경과한 건물 중 2,835동
  · 40년 경과 노후시설(7,980동) 중 적정규모육성기준 미만 학교 및 합숙소 등 교육용도 외 시설 제외한 6,088동의 약 50%에 대해 선별하여 사업 추진
- (추진 방식) 에듀테크를 활용한 원격교육 체계 구축 및 친환경 제로에너지 학교 조성 등 미래교육에 부합하도록 리모델링 및 증·개축
- (사업비) 총 18.5조원
  · 사업방식 : (BTL) 709동(25%), (재정사업) 2,126동(75%), 총 2,835동
  · 재원분담 : (국비) 5.5조원(30%), (지방비) 13.0조원(70%), 총 18.5조원



사업명	그린 스마트 미래학교 사업
비전	포스트 코로나 시대를 선도할 미래인재 양성
사업 목표	그린 스마트 미래학교 구현
사업 기간	'21 ~ '25년 (5년)
사업비	총 18.5억 원 (정부+민간)

기본 원칙		
	① 공간혁신	학생 · 교직원 등 사용자 참여설계를 통한 공간혁신
	② 그린학교	에너지 절약과 학생건강을 고려한 제로에너지 그린학교
	③ 스마트교실	미래형 교수 · 학습이 가능한 ICT 기반 스마트 교실
	④ 학교복합화	지역사회를 연결하는 생활SOC 학교시설복합화

【 그림 2-46 】 그린 스마트 미래학교 추진전략

❍ 제도 개선

- 학교복합시설의 학교·지자체간 역할 및 책무를 명시하여 학교장 부담 완화를 통한 복합화 활성화 : 학교복합시설법 개정 추진
- "모듈러 임시교사" 사용계약이 용이하도록 조달청 물품 등록 추진
- 학교신설 교부단가도 지방교육재정에 대한 영향을 고려하여 시·도 교육청과 협의에 따라 `21년부터 개축수준으로 인상 검토
- 건설과정에서 사용자 요구사항의 반영이 용이하고, 운영과정에서의 분쟁을 예방할 수 있는 업그레이드된 민자방식(BTL) 추진
  - 교육청 전문가들과 함께 제도개선 T/F 운영

❍ 추진 체계

- 미래학교 추진단 구성
  - 원격교육 인프라 확충, ICT 활용 교수학습 혁신 등 디지털 뉴딜과 미래학교 공간 대혁신 등을 통합 추진할 수 있는 거버넌스 구축 필요
  - 현 학교공간혁신추진단을 확대하여 교육부에 「미래학교추진단」을 구성하고 교육청에도 관련 조직체계 마련 추진
- 시·도 교육청별 대상 사업 선정 및 사업 추진 가능하도록 지원하는 등 미래학교 전환을 지원하는 미래학교 지원센터 설치 검토

❍ 기대효과

- 미래학교를 모든 아이들의 안전·학습권을 보호하고, 유연한 교수학습이 가능하며, 휴식·놀이가 균형을 이루는 삶 중심의 공간으로 변화

패시브(Passive)		액티브(Active)		제로에너지
냉·난방 에너지사용량 최소화 (단열·기밀성능 강화 등)	+	신재생에너지 생산 (태양광, 지열 등)	⇨	(Zero Energy)



【 그림 2-47 】 제로에너지 그린학교 개념 및 요소기술

2.2.4. 그린리모델링 지원 정책

2.2.4.1. 민간건축물 그린리모델링 지원사업

❑ 사업 개요

❍ (사업 목적) 그린리모델링의 활성화를 도모하고자 민간건축물의 그린리모델링 신청 시 은행에서 대출받은 공사비의 이자 일부를 보조하는 사업

- 기존 건축물 에너지 성능개선 공사비에 대해 취급금융기관과 대출약정 체결 시, 지원기준에 따라 최대 3%(기초생활수급자 포함 차상위계층은 4%)까지의 이자를 최장 5년 동안 지원
  - 단, 기 완료된 사업은 사업 신청 및 지원 불가

❍ (사업 시행자) 한국토지주택공사 그린리모델링 창조센터

❍ (사업 기간) 당해연도 공고일로부터 이자지원 예산 소진 시까지

❍ (지원 내용) 기존 건축물 에너지 성능개선 공사비에 대해 취급 금융기관과 대출약정 체결 시 지원 기준에 따라 최대 3%까지 이자를 최장 5년동안 지원

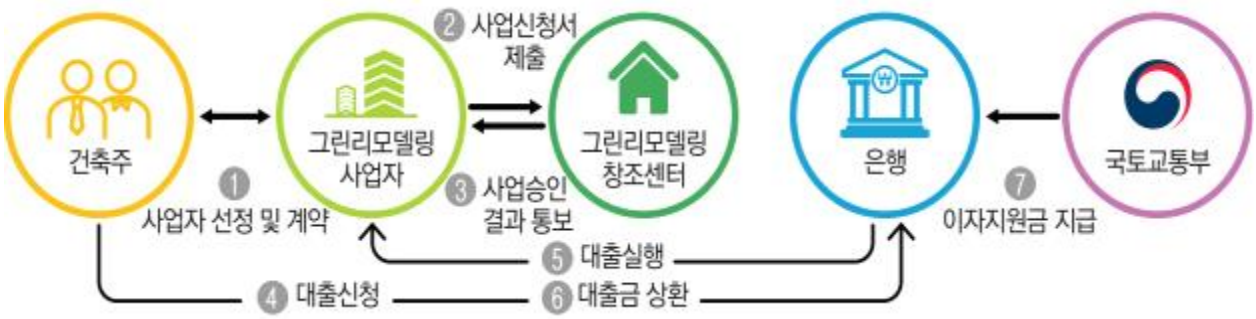
❍ (지원 대상) 기존 민간건축물에 대하여 에너지 성능개선을 위한 그린리모델링을 구상 또는 실행 중인 모든 유형의 민간사업

❍ (추진 근거) 「녹색건축물 조성 지원법」제 27조

【 표 2-71 】 그린리모델링 이자지원 사업 추진 근거 법령

◈ **(「녹색건축물 조성 지원법」제 27조 그린리모델링에 대한 지원)** 국가 및 지방자치단체는 에너지 성능향상 및 효율 개선 등을 위한 리모델링(이하 "그린리모델링"이라 한다)에 대하여 보조금의 지급 등 필요한 지원을 할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 지원받을 그린리모델링의 구체적인 대상·범위 및 기준 등을 고시해야 한다. <신설 2014. 5. 28.>

❍ (추진 체계)



【 그림 2-48 】 그린리모델링 이자지원사업 개념도

❑ 사업 내용

❍ 이자지원 대상 공사의 범위

- 필수 공사와 추가 지원가능 공사로 구분되며, 지원사업 신청을 위해 필수공사 중 **1가지 이상**의 공사를 반드시 적용해야 함

【 표 2-72 】 그린리모델링 이자지원사업 대상공사

구분	내용
필수 공사	▪ 건축적 성능 향상을 동반하는 다음 공사 · 단열보완, 기밀성 강화, 외부창호 성능 개선, 일사조절장치 등 외피 성능 향상 공사
추가 지원가능 공사	▪ 건축적 성능 향상 공사와 병행 가능한 공사 · 에너지 관리 장치 : BEMS(건물에너지 관리시스템) 장치, 조닝제어장치, 대기전력 차단장치, 스마트계량기 등 · 피크부하저감장치 : 에너지저장시스템(ESS), 빙축열 등 · 신재생에너지 공사 : 태양광, 태양열, 지열, 풍력 등 · 에너지 성능개선 관련공사 : 고효율 냉·난방장치, LED 조명 등 · 에너지 성능개선 공사와 연관된 부대공사

❍ 이자지원 사업 지원 기준

- (에너지 시뮬레이션에 따른 지원 기준) 에너지 시뮬레이션 결과 기존대비 성능개선 비율에 따라 1%~3% 차등 지원

【 표 2-73 】 성능개선 비율에 따른 이자지원율

에너지 성능개선 비율	이자지원율	필수요건
30% 이상	3%	개선공사 이전 대비 냉·난방 요구량 최소 20% 이상 절감
25% 이상 ~ 30% 미만	2%	
20% 이상 ~ 25% 미만	1%	

- (창호 에너지소비 효율등급에 따른 지원 기준) 공동주택의 창호 에너지소비 효율등급에 따라 2%~3% 차등 지원

【 표 2-74 】 창호 에너지소비 효율등급에 따른 이자지원율

창호 에너지소비 효율등급	이자지원율	필수요건
2등급 이상	3%	개선공사 이전 대비 냉·난방 요구량 최소 20% 이상 절감
3등급	2%	

- 기초생활수급자 포함 차상위계층의 경우 에너지성능개선비율 20%, 창호에너지등급 4등급 이상 만족 시 4% 일괄 지원

❍ 이자지원 규모

- 이자지원 규모는 지원 대상 건물 유형별로 상이하며, 비주거 건물은 최대 50억원, 주거용 건물은 2천만원(공동)~5천만원(단독) 한도

【 표 2-75 】 건물유형별 지원규모

구분		지원규모	지원 및 상환기간
비주거		최대 50억원/동	이자는 5년간 지원하며, 그린리모델링 사업비는 이자지원 기간과 동일하게 5년간 분할 상환
주거	공동주택	최대 2천만원/세대	
	단독주택	최대 5천만원/호	

❑ 사업 지원실적

❍ 2018년 기준 사업 지원건수 9,278건(누적 28,676건), 1,039억원 진행, 2019년 기준 누적 4만건으로 추정

【 표 2-76 】 민간건축물 그린리모델링 이자지원 사업 지원실적

(단위: 백만원, 건 수)



구분		~'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	합계
사업	금액	55,702	36,483	75,949	95,763	103,991	**367,888**
	건수	352	2,753	7,742	8,551	9,278	**28,676**
건별 평균 지원금액		**158.2**	**13.3**	**9.8**	**11.2**	**11.2**	**12.8**

※출처: 한국토지주택공사 그린리모델링창조센터

❍ (사업자 현황) 그린리모델링 이자지원 사업자 등록 업체는 종합건설업, 전문건설업 및 컨설팅·엔지니어링 업체 등 500곳이 등록되어 있음

2.2.4.2. 공공건축물 그린리모델링 지원사업

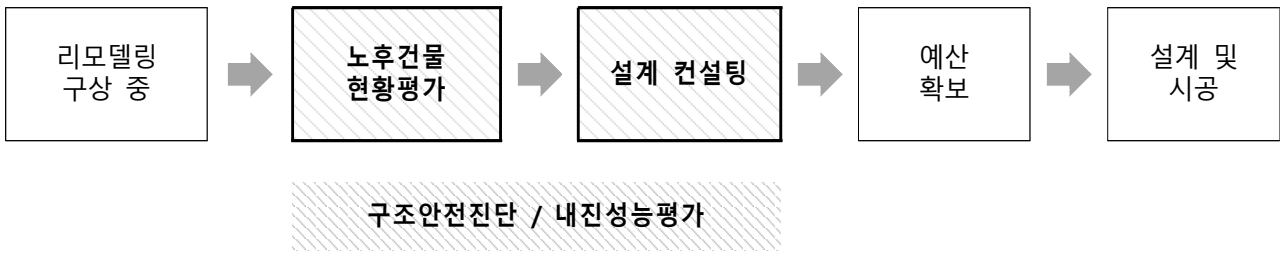
❑ 그린리모델링 사업기획 지원 사업

❍ (사업 목적) 리모델링을 구상 중(기획, 타당성조사 등)인 노후 공공건축물을 대상으로 에너지 성능개선 등을 위한 기술적·행정적 지원

❍ (지원 내용) 사모델링을 구상 중(기획, 타당성조사 등)인 노후 공공건축물을 대상으로 에너지 성능개선 등을 위한 기술적·행정적 지원

- (그린클리닉) 전문가 그룹의 현장 점검 및 면담을 통해 건물 성능·거주 환경에 대한 맞춤형 현황 평가 수행
- (그린코치) 노후건물에 대한 설계 컨설팅 수행
  · 안전이 우려되는 건축물은 별도 선별, 구조안전진단(구조진단, 내진평가 등) 지원 (2~3개소 내외)

【 표 2-77 】 그린리모델링 사업기획 지원사업 개념도



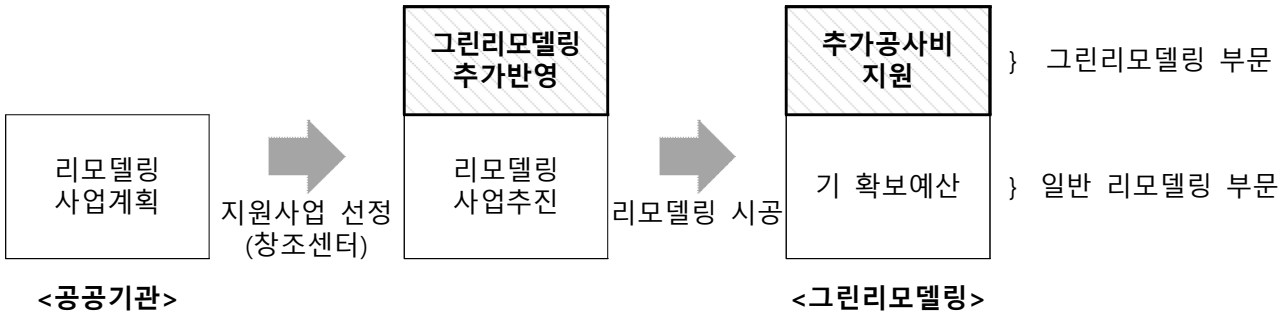
- (`19년 기준 선정규모) 노후건물 현황평가 13곳, 설계컨설팅 10곳 등 총 23곳 내외로, 2~3곳 내외의 내진성능평가·구조안전진단 포함

❑ 그린리모델링 시공 지원사업 (*19년 미실시)

❍ (지원 내용) 리모델링을 진행 중(설계·시공 등)인 건축물을 대상으로 에너지 성능 개선을 위한 추가공사비 지원

- 창호교체, 단열재 보완·재시공 또는 일사조절 외피시스템에 대한 공사비 지원 등

【 표 2-78 】 그린리모델링 시공 지원사업 개념도



❑ 사업 지원실적

❍ (사업 기획 지원 사업) 리모델링을 구상중인 모든 공공건축물을 대상으로 사업기획, 실내환경평가, 성능개선요소평가, 성능개선(안) 설계, 사업비 산출 등을 지원

【 표 2-79 】 공공부문 사업기획지원사업 지원실적

구분	지원내역
2013년	▪ 부천 원미도서관, 문경시청사 등 6개 건물 지원(24건 신청)
2014년	▪ 한국환경산업기술원, 인천의료원 등 7개 건물 지원(24건 신청)
2015년	▪ 그린코치 2건 지원, 그린클리닉 24건 지원(58건 신청)
2016년	▪ 그린코치 1건 지원, 그린클리닉 9건 지원(24건 신청)
2017년	▪ 그린코치 4건 지원, 그린클리닉 10건 지원(37건 신청)
2018년	▪ 그린코치 9건 지원, 그린클리닉 10건 지원(40건 신청)

❍ (시공 지원 사업) 리모델링을 추진중인 모든 공공건축물을 대상으로 에너지 성능개선을 위한 시공비 지원, 기술 컨설팅 등을 지원

【 표 2-80 】 공공부문 시공지원사업 지원실적

구분	지원내역
2013년	▪ 4개 건물에 지원(45건 신청)
2014년	▪ 4개 건물에 지원(28건 신청)
2015년	▪ 5개 건물에 지원(35건 신청)
2016년	▪ 3개 건물에 지원(27건 신청)
2017년	▪ 3개 건물에 지원(23건 신청)
2018년	▪ 2개 건물에 지원(12건 신청)

❑ 사업 한계 및 개선방안

❍ 년도별 사업 지원내역 및 지원금액이 명시되어 있으나, 주거·비주거 각각의 유형별 지원내역은 공개되어 있지 않아 평균값 산출을 통해 분석 가능

- '14년 기준 건당 지원금액은 약 158.2백만원 수준으로, 해당 사업이 공사비의 대출이자만을 지원해준다는 것을 감안할 때 매우 높은 수준
  - · `14년 이후 건당 지원금액은 20백만원 미만으로 기존 대비 크게 감소
- 지원 평균값 산출을 통해 `14년 이후 근린시설(최대 50억원/동) 대상 지원이 이뤄지지 않고 있으며, 공동주택 지원비중이 크게 증가한 것으로 추정할 수 있음
  - · LH 토지주택연구원(2018)의 분석 또한 이와 마찬가지로, 공동주택이 전체 지원의 약 90% 이상을 차지하고 있으며, 단독주택, 근린시설 순으로 지원

❍ 리모델링 시공 지원 시 외부창호 교체 등 단순기술 지원에 편중되는 구조의 한계

- 민간대상 이자지원사업의 경우, 필수적용 공사 중 1가지 이상을 적용할 경우 사업 신청이 가능하도록 되어 있어 창호의 단순 교체(외부창호 성능 개선)만으로도 사업 신청이 가능한 실정
- 신재생에너지, BEMS, ESS 등 기술 도입의 에너지 절감·대체 효과가 큰 기술의 경우 필수적용 공사 대상에서 제외되어 있어 기술 도입 강제성 부족

  * 임지혜 등(2017[14])에 따르면 2014년에서 2016년 간 지원된 그린리모델링 이자지원사업 10,847건(주거용 10,773건, 비주거용 74건) 중 창호공사 단독 지원은 10,701건(98.7%)

【 표 2-81 】 건축연도·도입기술 별 이자지원사업 지원건수(2014년~2016년)

건축연도	건수	비중
1970년 이전	7건	0.1%
1971~1980년	50건	0.5%
1981~1990년	1,278건	11.8%
1991~2000년	8,735건	80.5%
2001~2010년	454건	4.2%
2011년 이후	3건	0.0%
기타	320건	3.0%
합계	10,847건	

도입기술	건수	비중
창호	10,701건	98.7%
단열+창호+설비	73건	0.7%
단열+창호	50건	0.5%
창호+설비	15건	0.1%
단열	8건	0.1%
합계	10,847건	

※출처: 임지혜 등(2017). 그린리모델링 현황과 만족도 및 에너지 절감효과 분석. 대한건축학회 논문집 Vol.33 No.9. p.75~p.80

- 공동주택 또한 냉·난방 에너지 요구량 절감 조건이 있으나 주로 창호 에너지효율등급 개선에 따라 지원 규모가 결정되고 있어 단순기술 편중 심화
  · 외단열 등 향상된 단열기법과 신재생E, 에너지관리시스템 도입 등 창호 이외의 에너지 절약 기술 도입을 위한 정책적·기술적 지원 필요

  * 그린리모델링 지원 대상에 대한 성능확인 결과, 지원 수혜 건물의 대부분이 에너지효율 3등급 수준인 것으로 나타남(임지혜, 2017)

❍ 지원사업의 만족도 또한 기밀, 방음, 미관 등 실내환경개선 항목 위주로, 건축물 가치, 에너지 비용 등 경제적 관점에서의 만족도는 보통(3점) 이하

- 건물주와 거주자가 상이한 국내 기축건물 특성 상, 에너지 리모델링 산업 활성화를 위해서는 건축물 가치 등 경제적 관점에서의 편익을 통해 건물주의 기술 도입을 유인할 수 있는 방안 마련 필요

  * 만족도 조사: 이자지원사업 수혜 건물주 및 거주자 1,947명 대상. 요소별 매우만족(5점)~매우불만족(1점)의 5점 척도로 비대면 설문조사 진행(임지혜 등,2017)

14) 임지혜 등(2017). 그린리모델링 현황과 만족도 및 에너지 절감효과 분석. 대한건축학회 논문집 Vol.33 No.9. p.75~p.80

【 표 2-82 】 항목별 그린리모델링 만족도

항목		만족도	표준편차
실내환경개선 만족도	외부 냉기 및 열기 차단	4.35	0.970
	실내 공기 환경 개선	3.81	1.491
	자연채광 개선	3.31	1.806
	외부로부터의 소음 차단	4.45	0.861
	미관적 만족도	4.12	1.180
	평균	4.17	1.029
에너지 비용 절감	난방용 가스비 절감	3.51	1.706
	전기 비용 절감	**2.57**	1.943
자본 이득	자산가치 상승	**2.59**	1.845

※출처: 임지혜 등(2017)

2.2.4.3. 기타 리모델링 관련 제도

❑ 장수명주택 건설・인증기준 시행 및 재건축 규제 강화

❍ 정부 및 서울시 등 지자체의 재건축 규제 강화를 통한 재건축에 의한 대량 폐기물 발생 억제 및 리모델링 활성화를 유도

- '도시 및 주거환경정비법 시행령 (제2조)'에 따르면『노후, 불량건축물은 해당 건축물을 준공일 기준으로 40년까지 사용하기 위하여 보수, 보강하는데 드는 비용이 철거 후 새로운 건축물을 건설하는데 드는 비용보다 클 것으로 예상되는 건축물』로 규정
- '서울특별시 도시 및 주거환경정비 조례 (제4조)'에는 공동주택의 노후, 불량건축물 기준은 1991년 1월 1일 이후 준공된 건축물은 30년으로 규정되어 하는 등 재건축을 억제하고 리모델링을 장려하는 정책을 시행

❍ 리모델링이 용이한 구조사용에 대한 정부지원 정책을 통한 장수명주택 보급 활성화

- 장수명주택 보급 활성화를 위해 2014년부터 '장수명주택 건설・인증기준'을 제정하고, 우수등급 이상 취득단지에 대한 건폐율 및 용적율 인센티브 제도를 시행
- 국토부에서는 2010년 '기본형건축비 및 가산비용 고시'를 통해 무량판의 경우 5% 지상층 공사비 인센티브를 부여

❍ 우리나라 리모델링 정책변화



【 그림 2-49 】 우리나라의 리모델링 정책 변화

【 표 2-83 】 주택법 및 건축법 등 리모델링 관련 개정 내용

개정연월 (시행연월)	개정법령	주요 내용
2001.9	건축법 시행령	• 리모델링 용어 도입 및 개념 정의 • 건축심의를 통한 건축기준 완화여부 및 적용범위 규정
2002.3	공동주택 관리령	• 공동주택 리모델링 행위허가기준 신설 • 준공 후 20년 경과 시 증축 허용 • 리모델링 동의율 100%
2003.5 (2003.11)	주택법 전부개정	• 주택법에 리모델링 제도 도입 • 리모델링 주택조합제도 도입 • 행위허가기준 마련, 동별 리모델링 및 전체 리모델링 모두 인정 • 리모델링 동의율 80%로 개정, 리모델링 특례 인정(대지지분 불변)
2005.7 (2005.7)	주택법 제2조	• 리모델링 용어 정의 개정(증축 범위를 대통령령으로 정함) • 공동주택의 구조적 안전과 주거환경이 열악해지는 것을 방지하기 위해 증축 범위를 일정 범위로 제한
2005.9 (2005.9)	주택법 시행령 제4조의2 별표3	• 대통령령에서 주거전용면적의 10분의 3이내 증축 허용 • 필로티 구조의 안정 및 최상층 상부 증축 허용
2007.3 (2007.7)	주택법 시행령 제4조의 2	• 공동주택 증축 리모델링 허용연한을 20년에서 15년으로 단축(15년~20년 미만) 기간 내로 조례에 규정
2007.7 (2007.7)	주택법 시행령 제47조	• 재건축 대상 건축물의 리모델링에 동의한 입주자는 리모델링 주택조합 또는 입주자 대표회으이에서 허가신청서를 제출하기 전까지 서면으로 동의를 철회할 수 있음
2012.1 (2012.7)	주택법 제2조 등	• 85m2 미만의 증축범위를 30~40%로 확대 • 세대별 증축 가능 면적 범위에서 세대수 증가 허용(수평·별동 증축 허용, 기존 세대수의 10%) • 공동사업주체 인정, 세대수 증가에 따라 행위허가 시 도시계획 심의
2013.12 (2013.4)	주택법 제2조 등	• 수직증축 리모델링 허용 및 세대수 증가범위 확대(기존 세대수의 10%→15%) • 안전진단 보완, 전문기관의 안전성 검토, 수직증축 구조기준 등 안전성 확보방안 • 리모델링 기본계획 수립 의무화(특별시, 광역시, 50만 이상 대도시) 등

※ 출처: 서울시(2016), 2025 서울특별시 공동주택 리모델링 기본계획

❑ 건설폐기물 저감을 위한 정부주도 건축자재별 인증정책과 제도활용 극대화 노력

❍ 정부 주도로 공공건축물에 대한 환경표지 인증시스템 구축하여 온실가스의 배출 저감량을 분석하고 있으며, 녹색건축인증제도(G-SEED)를 통해 제품별 건축물별 적용실태를 파악

- 그러나 보다 실제적인 민간건축물의 LCA측면 분석다변화를 추진하지 않아 지속가능발전목표(SDGs)에 대한 구체적인 분석자료는 미흡

❍ 국토교통부 주관의 재활용 건축자재의 활용기준 개정(국토부 고시 제 2018-522호)에 따라 순환골재 및 건설폐기물 재활용 촉진에 대한 법률로 구체적인 대상물에 대한 범위를 지속적으로 보완

- 건설재료는 국내건설부문의 온실가스 발생총량의 약 15%를 차지함에 따라 저감노력이 필요하며, 현실적으로 순환골재라는 소극적인 범위에서만 제도화

  · 2018년 국토부는 건축폐자재 재활용 지침에 대해 건축물 신축공사시 순환골재사용 비율은 기존 5%에서 15%로 상향하여 개정했으나 실제로 대부분 순환골재기준이므로 자원재생산 기준으로 접근한 수준에 그침

❍ 산업통상자원부의 보고서에 따르면, 2015년도 기준으로 사업장폐기물 중 건설폐기물이 46.2%로 가장 많았으며 1일 기준 약 18만5천톤의 폐기물량이 배출된 것으로 조사됨

- 불연성건축폐기물 84.6%, 가연성 불연혼합폐기물 13.5%, 가연성 폐기물 1.4% 등으로 구성

2.2.5. 국내 온실가스 규제 현황

❑ 온실가스 배출권거래제

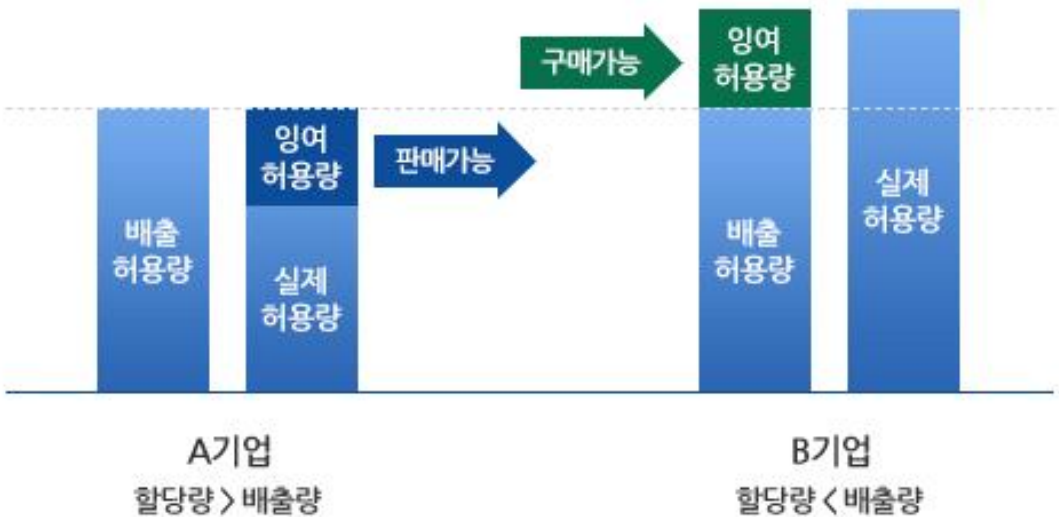
【 표 2-84 】 온실가스 배출권거래제 개요

구분	온실가스 배출권거래제(ETS)
국제 협약 및 규정	교토의정서 제17조 규정되어 있는 온실가스 감축제제
발효 시기	2015년 첫 시행
정의 및 내용	정부가 사업장을 대상으로 연단위 배출권을 할당하여 할당범위내에서 배출행위를 할 수 있도록 하고, 할당된 사업장의 실질적 온실가스 배출량을 평가하여 여분 또는 부족분의 배출권에 대하여는 사업장 간 거래를 허용하는 제도 *이산화탄소(CO2), 메탄(CH4), 아산화질소(N2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF6) 등 6종
대상	온실가스를 배출하는 사업장, 계획기간 4년전부터 3년간 온실가스 배출량 연평균 온실가스 배출량 125,000tCO2-eq 이상인 업체 또는 25,000톤 이상의 사업장의 해당업체와 자발적으로 지정 신청한 업체
패널티	인증받은 배출량보다 제출한 배출권이 적은 기업은 **배출권 수량만큼 배출권 시장가의 3배인 과징금 징수**
법적 근거	• 저탄소 녹색성장 기본법 및 시행령 • 온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 및 시행령 • 온실가스 배출권의 할당, 조정 및 취소에 관한 지침 • 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 • 외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침 • 온실가스 배출권거래제 조기감축실적 인정지침 • 온실가스 배출권의 거래에 관한 고시 • 온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침 • 온실가스 배출권거래소신청자격 및 평가기준 등에 관한 고시 • 배출권 유상할당 및 시장안정화 조치를 위한 배출권 추가할당에 관한 규정
주요 이슈	• '15년(시행 첫 해) 1550만톤의 배출권이 사용되지 않았으며, 이는 공급부족으로 배출권 가격이 크게 오르는 원인이 되었음 • 한국의 경우 '20년 후반부터 탄소배출권 수요가 초과하여 배출권가격 높아질 것으로 전망

❍ 정부가 사업장을 대상으로 연단위 배출권을 할당하고 할당된 사업장의 실질적 온실가스 배출량을 평가하여 여분 및 부족분의 배출권에 대하여 사업장 간 거래를 허용하는 제도

❍ 우리나라의 배출권거래제는 「저탄소 녹색성장기본법('10.1)」제46조에 의거하여 "온실가스 배출권 할당 및 거래에 관한 법률('12.5)"이 제정되어 2015년 1월 1일부터 시행중임

- 온실가스 배출권거래제 운영 지침 제·개정('18.7)
  - 온실가스 배출권 할당, 조정 및 취소에 관한 지침(환경부 고시 제2018-126호)
  - 온실가스 배출권의 거래에 관한 고시(환경부 고시 제2018-67호)



※ 출처: 한국환경공단(2020), https://www.keco.or.kr, 기후변화홍보포털(2020), https://www.gihoo.or.kr

【 그림 2-50 】 온실가스 배출권거래제 개념도

❍ 각 사업장이 감축 여력에 따라 온실가스 감축 또는 배출권 매입 등 자율적으로 결정하여 온실가스 배출 할당량 준수 가능

- 정부에서 배출권 총수량을 정하고 이를 기업별로 할당하는 계획기간별 국가 배출권 할당계획 수립하여 운영
- 배출권거래제법 시행에 따라 '15년부터 1차 계획기간('15~'17), 제2차 계획기간('18~'20)으로 나누어 시행중이며, `21년부터 3차 계획기간 제도 운영 예정
- 계획기간별 운영

【 표 2-85 】 우리나라 배출권거래제 계획기간별 운영

구분	제1기('15 ~ '17년)	제2기('18 ~ '20년)	제3기('21 ~ '25년)
주요목표	경험축적 및 거래제 안착	상당수준의 온실가스 감축	적극적인 온실가스 감축
제도운영	• 상쇄인정범위 등 제도의 유연성 제고 • 정확한 MRV 집행을 위한 인프라 구축	• 거래제 범위확대 및 목표 상향 조정 • 배출량 보고·검증 등 각종 기준 고도화	• 신기후체제 대비 자발적 감축유도 • 제3자 거래제 참여 등 유동성 공급 확대
할당	• 전량 무상할당 • 목표관리제 경험 활용	• 유상할당 개시 * **무상: 97%**, 유상: 3% • 벤치마크 할당 등 할당방식 선진화	• **유상할당 비율 확대** * 무상: 90%, **유상: 10%** • 선진적 할당방식 정착

※ 출처: 기후변화홍보포털(2020), https://www.gihoo.or.kr

- (적용 대상) 계획기간 4년 전부터 3년간 온실가스 배출량 연평균 총량이 125,000톤 이상 업체 또는 25,000톤 이상 사업장의 해당업체, 자발적으로 할당대상업체로 지정 신청을 한 업체
- (관리대상 항목) 이산화탄소(CO2), 메탄(CH4), 아산화질소(N2O), 수소불화탄소(HFCS), 과불화탄소(PFCS), 육불화황(SF6) 6가지
- (할당방식) 과거배출량 기반 할당(GF, Grandfathering)과 과거활동자료 기반 할당(BM, Benchmark)으로 구분
  - 제1차 계획기간에는 할당량의 100%를 무상으로, 제2차 계획기간은 유상할당 대상 업종*내 기업에 할당되는 배출권의 3%를 유상 할당

  * 무상 할당 대상 업종 기준 : ①무역집약도 30% 이상, ②생산비용발생도 30% 이상, ③무역집약도 10% 이상 & 생산비용발생도 5% 이상



※ 출처: 한국환경공단(2020), https://www.keco.or.kr

【 그림 2-51 】 배출권거래제 할당대상 업체 및 사업장

- (할당 현황)

【 표 2-86 】 계획기간별 할당 현황

구분	1차 계획가간(2015~2017)			2차 계획기간(2018~2020)
할당대상업체	2015년	2016년	2017년	609개 업체
	525개	564개	592개	
	*권리의 무승계, 신규진입 등으로 인해 증가			
할당량	최종 할당량 16억 86백만톤 (43.3백만톤 추가할당, 42.0백만톤 할당 취소)			사전 할당량 16억 43백만톤
경매(유상할당)	*제1차 계획기간에는 할당량의 100%를 무상으로 할당			대상: 유상할당업종에 속한 할당대상업체 물량: 2019년 795만톤(월1회, 총12회 경매입찰)

※ 출처: 기후변화홍보포털(2020), https://www.gihoo.or.kr

- (패널티) 인증받은 배출량보다 제출한 배출권이 적은 기업은 배출권 수량만큼 배출권 시장가의 3배인 과징금 징수

- (추진체계)

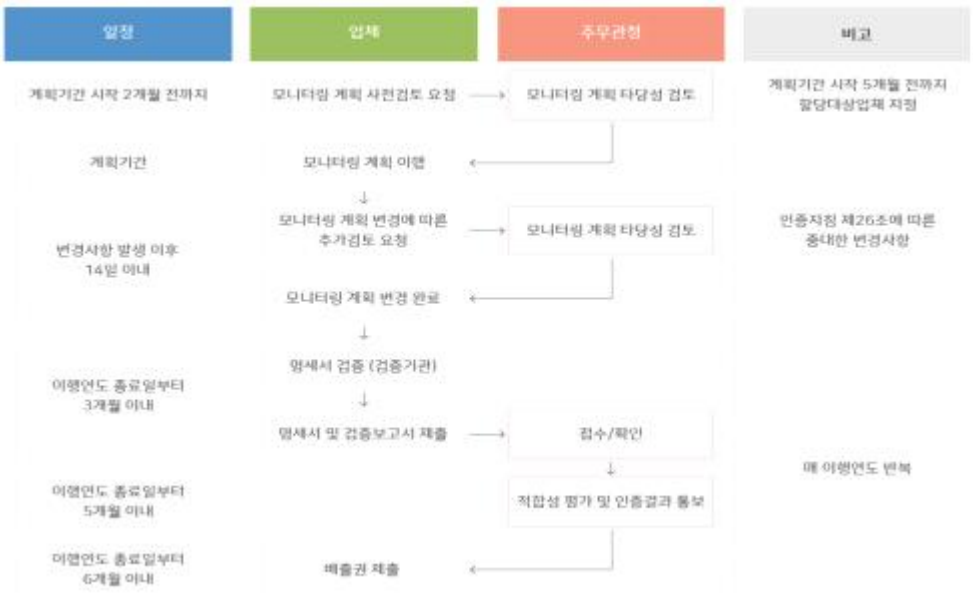


※ 출처: 기후변화홍보포털(2020), https://www.gihoo.or.kr

【 그림 2-52 】 배출권거래제 추진체계

- 온실가스 배출량 적합성 평가 및 인증

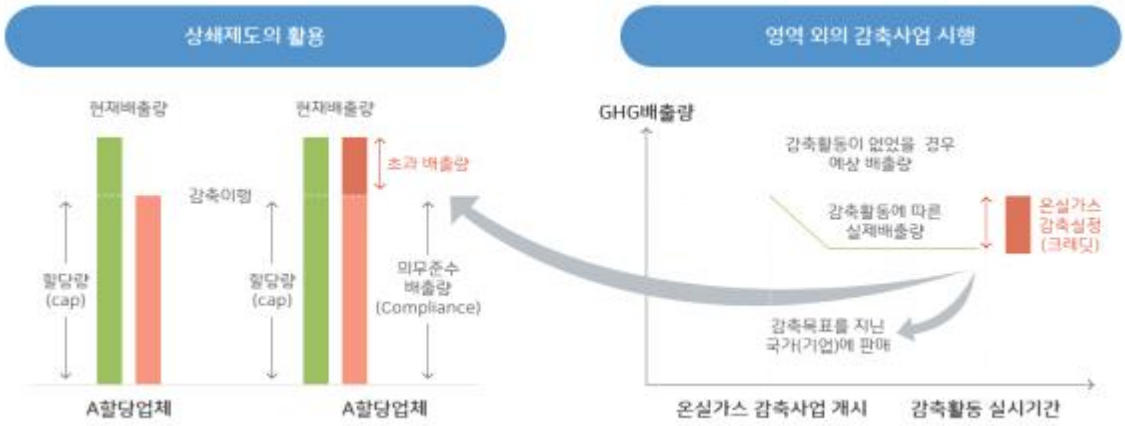
  · 배출권거래제 할당대상 지정업체가 작성한 명세서와 검증심사원이 검증한 보고서를 검토하여 온실가스 배출량 산정 결과의 적합성을 평가하고, 평가 결과를 최종 온실가스 배출량으로 인정하는 과정



※ 출처: 한국환경공단(2020), https://www.keco.or.kr

【 그림 2-53 】 배출권거래제 모니터링 계획 및 적합성 평가 절차

- 배출권거래제 상쇄(Offset)제도를 통한 감축목표 달성 유연성 확보
  - 온실가스 의무감축량을 할당받은 사업장(업체)이 해당 영역 외에서 감축 활동을 수행하고 환경부로부터 인증 받은 배출권을 해당 사업장의 감축량으로 인정하는 제도

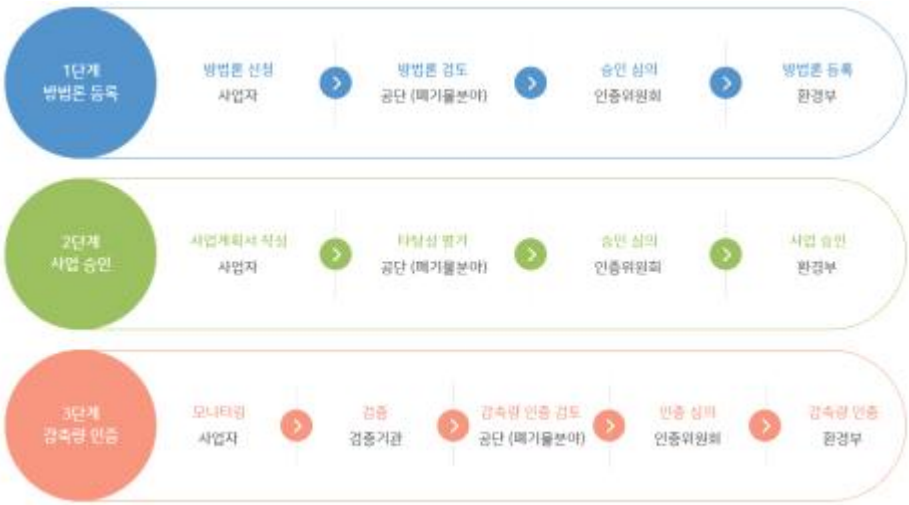


※ 출처: 한국환경공단(2020), https://www.keco.or.kr

【 그림 2-54 】 배출권거래제도의 상쇄(Offset) 효과

- (방법론) 온실가스 감축량 또는 흡수량의 계산 및 모니터링을 하기 위하여 적용하는 기준, 가정, 계산방법 및 절차 등을 기술한 문서
- (타당성 평가) 외부사업 사업자가 작성한 외부사업 승인 신청을 위한 사업계획서가 관련 기준에 맞게 작성되었는지를 평가
- (감축량 인증) 등록된 외부사업의 온실가스 감축량 및 흡수량을 평가하여 인증

＊ 기존 등록된 방법론을 적용하는 사업의 경우 1단계(방법론 등록) 생략



※ 출처: 한국환경공단(2020), https://www.keco.or.kr

【 그림 2-55 】 상쇄제도의 인증절차 과정

【 표 2-87 】 (참고)배출권거래법 세부 조항

❑ 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 (약칭: 배출권거래법)

[시행 2020. 6. 1.] [법률 제17104호, 2020. 3. 24., 일부개정], 환경부 총괄

❍ 제 33조(과징금) ① 주무관청은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 부족한 부분에 대하여 이산화탄소 1톤당 10만원의 범위에서 해당 이행연도의 배출권 평균 시장가격의 3배 이하의 과징금을 부과할 수 있다. <개정 2020. 3. 24.>

1. 할당대상업체가 제25조에 따라 인증받은 온실가스 배출량보다 제27조에 따라 제출한 배출권이 적은 경우
2. 할당대상업체가 제17조제1항에 따라 할당이 취소된 양보다 같은 조 제3항에 따라 제출기한 내에 제출한 배출권이 적은 경우

② 주무관청은 과징금을 부과하기 전에 미리 당사자 또는 이해관계인 등에게 의견을 제출할 기회를 주어야 한다.

③ 제1항 및 제2항에 따른 과징금의 부과 기준 및 절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

❍ 제34조(과징금의 징수 및 체납처분) ① 주무관청은 과징금 납부의무자가 납부기한까지 과징금을 납부하지 아니한 경우에는 납부기한의 다음 날부터 납부한 날의 전날까지의 기간에 대하여 대통령령으로 정하는 가산금을 징수할 수 있다.

② 주무관청은 과징금 납부의무자가 납부기한까지 과징금을 납부하지 아니한 경우에는 기간을 정하여 독촉을 하고, 그 지정한 기간에 과징금과 제1항에 따른 가산금을 납부하지 아니한 경우에는 국세 체납처분의 예에 따라 징수할 수 있다.

③ 제1항 및 제2항에 따른 과징금의 징수 및 체납처분 절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

❍ 제43조(과태료) 주무관청은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게는 1천만원 이하의 과태료를 부과·징수한다. <개정 2020. 3. 24.>

1. 제17조제2항에 따른 기한 내에 보고를 하지 아니하거나 사실과 다르게 보고한 자
2. 제21조제1항에 따른 신고를 거짓으로 한 자
3. 제24조제1항에 따른 보고를 하지 아니하거나 거짓으로 보고한 자
4. 제24조제2항에서 준용하는 기본법 제44조제2항을 위반하여 시정이나 보완 명령을 이행하지 아니한 자
5. 제24조의2제5항에 따른 검증업무 수행결과를 제출하지 아니한 검증기관
6. 제27조에 따른 배출권 제출을 하지 아니한 자

❑ 온실가스·에너지 목표관리제(TMS)

【 표 2-88 】 온실가스·에너지 목표관리제 개요

<table>
<tr><th>구분</th><th>온실가스·에너지 목표관리제(TMS)</th></tr>
<tr><td>국제 협약 및 규정</td><td>국가 중기 온실가스 감축 목표(2030 온실가스 로드맵)</td></tr>
<tr><td>발효 시기</td><td>2012년부터
*ETS도입 시행을 위한 준비 과정 중 추진</td></tr>
<tr><td>정의 및 내용</td><td>온실가스배출량 및 에너지소비량이 일정 이상인 관리업체를 지정하여 온실가스 감축 목표, 에너지 절약 목표를 설정하고 인센티브 및 패널티 등 통한 이행 관리</td></tr>
<tr><td>대상</td><td>온실가스배출량 및 에너지소비량이 해당 내용인 업체 및 사업장을 관리업체로 지정
50,000tCO2eq 200TJ 이상 업체,
15,000tCO2eq 80TJ 이상 사업장
<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">'14.1.1부터 현재까지</th></tr>
<tr><th>업체 기준</th><th>사업장 기준</th></tr>
<tr><td>온실가스 배출량(tCO2-eq)</td><td>50,000</td><td>15,000</td></tr>
<tr><td>에너지 소비량(TJ,
Tera Joules)</td><td>200</td><td>80</td></tr>
</table>
* 관리업체는 매년 조사를 통해 최근 3년간 평균값이 공표된 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 기준을 동시에 충족하는 업체 또는 사업장을 대상으로 지정</td></tr>
<tr><td>패널티</td><td>• 개선명령
• 과태료(거짓 보고/ 1~3개월 기간 경과, 1~3차 이상 위반 등 최소 300만원~최대 1,000만원)</td></tr>
<tr><td>법적 근거</td><td>• 저탄소 녹색성장 기본법 제42조(기후변화 대응 및 에너지의 목표관리)
• 저탄소 녹색성장 기본법 시행령 제26~36조 : * 제26조(온실가스・에너지 목표관리의 원칙 및 역할)
* 제29조(관리업체 지정기준 등)
* 제30조(관리업체에 대한 목표관리 방법 및 절차)
* 제32조(검증기관 등)
* 제34조(명세서의 보고 · 관리 절차 등)
• 온실가스・에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침</td></tr>
<tr><td>주요 이슈</td><td>• 전년도 배출성과를 기준으로 매년 목표를 재설정하므로, 상황에 맞는 온실가스 배출 목표가 주어짐에 따라 대부분의 기업이 해가 지날수록 배출허용량에 근접하여 온실가스를 배출
• '16년 7월 기준(첫 시행 기간) 과징금 내야하는 기업 없었음.</td></tr>
</table>

❍ 온실가스 배출량 및 에너지소비량이 일정 이상인 관리업체를 지정하여 온실가스 감축 목표, 에너지 절약 목표를 설정하고 인센티브 및 패널티 등 통한 이행 관리 제도

❍ 온실가스 배출량 및 에너지 소비량이 50,000tCO2eq 200TJ 이상 업체, 15,000tCO2eq 80TJ 이상 사업장을 관리업체로 지정

- (관리업체 지정 기준) 온실가스·에너지 목표 설정 및 관리 대상인 관리업체는 업체 단위와 사업장 단위로 구분되며, 연차적으로 적용 대상을 확대 (녹색법 시행령 제29조)

  · 2019년 11월 11일 관리업체 변경고시 기준 온실가스·에너지 목표관리 대상은 총 391개

  * 관장기관별로 국토교통부 144개, 산업통상자원부 196개, 농림축산식품부 26개, 해양수산부 10개, 환경부 15개 이며, 공공부문 대상기관은 837개임

【 표 2-89 】 관리업체 대상 기준

구분	'11.12.31까지		'12.1.1부터		'14.1.1부터 현재까지	
	업체 기준	사업장 기준	업체 기준	사업장 기준	업체 기준	사업장 기준
온실가스 배출량(tCO2-eq)	125,000	25,000	87,500	20,000	50,000	15,000
에너지 소비량(TJ, Tera Joules)	500	100	350	90	200	80

  * 관리업체는 매년 조사를 통해 최근 3년간 평균값이 공표된 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 기준을 동시에 충족하는 업체 또는 사업장을 대상으로 지정

- (법적 근거)

  · 저탄소 녹색성장 기본법 제42조(기후변화 대응 및 에너지의 목표관리)

  · 저탄소 녹색성장 기본법 시행령 제26~36조 : 제26조(온실가스·에너지 목표관리의 원칙 및 역할), 제29조(관리업체 지정기준 등), 제30조(관리업체에 대한 목표관리 방법 및 절차), 제32조(검증기관 등), 제34조(명세서의 보고 · 관리 절차 등)

  · 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침

- (패널티) 배출감축 실적이 미미하거나, 오히려 증가한 업종이 발생하는 이유 중 하나로 감축에 대한 동기 부여가 약함

  · 미달성 기업에 대한 패널티 제도를 마련하고 있으나, **그 규정이 실제로 이행된 실적은 '0'건**

❑ 국내 온실가스 관련 규제 성과분석

❍ (배출권거래제) 첫 시행 '15년 배출권 총 거래량 483.7만 톤 CO2, 할당 기업 522곳 중 290개 기업(43.5%)가 배출 달성, 배출권이 부족했던 기업은 232곳(44.4%)

- **'16년 7월 기준**(실적 제출 마감된 시기) **과징금 부과 업체 없음**
  - '15년 첫 시행연도에 총 1,100만 톤CO2eq이 부족하였으며 기획재정부에 따르면 이 중 183개 기업은 부족한 만큼을 2016~2017년분에서 미리 차입하거나, 시장에서 매입하여 배출권 할당량으로 사용
  - 나머지 49개 기업(9.3%)은 정부에 추가할당과 할당취소 등의 이의신청을 진행 중
- 절반 이상의 기업들이 할당목표를 달성하였으며, 배출량을 초과하여 연평균 시장가격의 3배에 달하는 과징금을 내야 하는 기업은 없었음
  - 차년도 배출권을 미리 쓸 수 있도록 하는 차입 한도를 10%에서 20%로 늘렸고, 정부 보유 90만 톤CO2eq의 배출권을 시장에 내놓는 등 거래 시장이 안정화 되면서 구입물량이 넉넉해져 과징금 문제는 발생하지 않음(KEA, 2016)

❍ (목표관리제) 목표관리제 시행 후 2012년 687.1백만 톤CO2에서 2013년 696.5백만 톤 CO2으로 전년대비 배출량은 1.4%p 증가

- 전년도 배출성과를 기준으로 매년 목표를 재설정하므로, 상황에 맞는 온실가스 배출 목표가 주어짐에 따라 대부분의 기업이 해가 지날수록 배출허용량에 근접하여 온실가스를 배출
  - 그러나 폐기물, 자동차, 건물 부분은 배출허용량과 기업의 온실가스 저감활동 간의 괴리가 크게 나타남
- 목표관리제 시행 후 2012년 687.1백만 톤CO2에서 2013년 696.5백만 톤CO2으로 전년대비 배출량은 1.4%p 증가
  - 해당 기업의 총 배출량은 2012년 15개 업종의 총 배출허용량의 약 96%였으나 2013년에는 배출허용량의 약 102% 2014년에는 약 101%으로 나타남

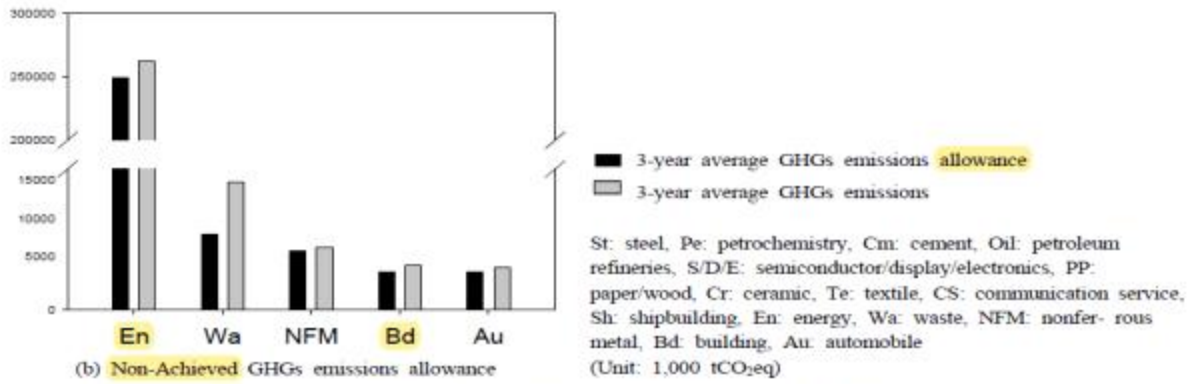


Fig. 1. Comparison of average emissions with average allowance in the TMS, 2012~2014.

※ 출처: 온실가스·에너지 목표관리제 및 배출권거래제 대상 기업의 명세서를 이용한 온실가스 감축 실적 분석(2017), 고려대학교, APEC기후센터

【 그림 2-56 】 배출허용량 미달성 분야 허용량과 배출량

3. 경제적 환경분석

3.1. 글로벌 산업·시장 동향

❑ 건축물 에너지 진단 및 설계 산업

❍ 건축 설계 소프트웨어 시장 동향

- Market Research and Future(2019)에 따르면, 전세계 건축 설계 소프트웨어 시장은 2017년 약 16억 3,500만 달러에서 연평균 8.8% 성장, 2023년 약 27억 1,600만달러로 성장할 것으로 예상됨
  - 건설 소프트웨어와 클라우드 기반 기술의 융합은 비용 절감, 프로젝트의 유연성 확보, 시공업체와 설계자 간 협업 지원 등 건설 산업 전반의 생산성 제고 효과 유발
  - 각기 다른 기능을 가진 소프트웨어 간의 호환성 향상과 클라우드 기반 기술의 진보를 통해 다양한 이해관계자가 가상공간에서 실시간으로 협업 가능



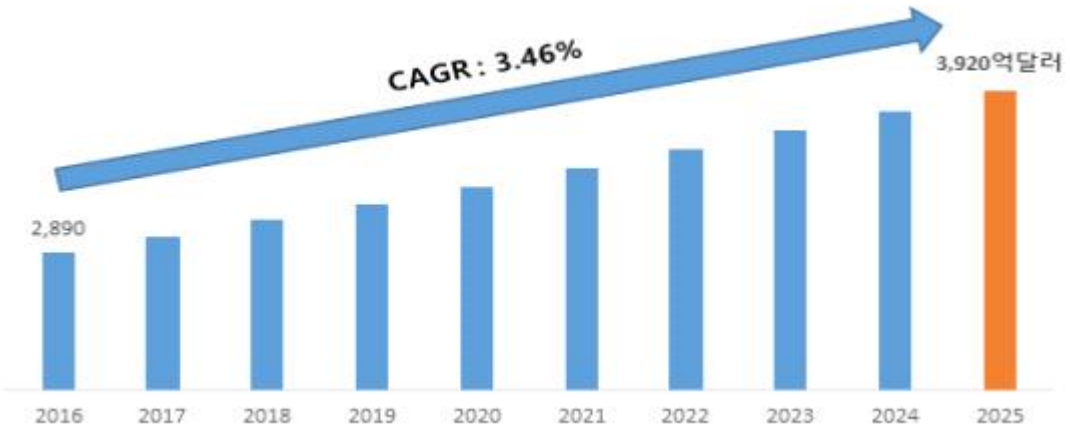
※ 출처: Market Research and Future(2019), Global Construction Software Market Research Report, Forecast till 2023

【 그림 2-57 】 세계 건축 설계 소프트웨어 시장 전망

- IT 융복합 기술의 발달로 AI를 통해 빠른 시간 안에 다양한 설계안을 도출하는 Generative Design 구현이 가능해져, 향후 건축 설계 및 시공·제작 과정에서 상용화가 가능할 것으로 전망
  - 생성적 설계(Generative Design)은 필요한 조건과 한계 내에서 가장 효율적인 설계를 도출하기 위해 알고리즘과 클라우드 컴퓨팅, AI 기술을 바탕으로 다양한 디자인을 반복 산출하는 개념으로, GM을 비롯한 제조업 및 건축 설계 분야에서 도입 추진 중

❍ 건축서비스 산업 시장 동향

- 건축서비스 산업은 건축물과 공간환경을 조성하는데에 요구되는 연구, 기획, 계획, 설계, 분석, 개발, 감리, 안전성검토, 건설관리, 유지관리 등의 행위를 통해 경제적·사회적 가치를 창출하는 산업으로 정의할 수 있음
  - · Grand View Research(2018)는 건축서비스 산업을 건축 자문, 건설사업 관리, 시공 및 인테리어 디자인, 도시계획 등의 부문으로 분류
  - · 국토교통부(2014)[15]는 건축서비스 산업을 건축설계 부문, 도시 및 조경 부문, 건축 엔지니어링 부문, 실내건축 부문, 건설사업관리 및 유지·관리 부문으로 분류
- Grand View Research(2018)에 따르면 전세계 건축서비스 산업 시장은 2016년 약 2,890억 달러에서 연평균 3.5% 성장, 2025년 약 3,920억 달러로 성장할 것으로 전망됨
  - · 산업 규모의 양적 확대는 크지 않으나 건물 설계 수준 및 관련 규정, 정책의 상당한 발전으로 인해 설계·시공·관리 전반의 정확도 제고 및 설계 기술 고도화에 대한 요구가 증가할 것으로 예상됨
  - · 주거 부문의 규모가 가장 클 것으로 예상되나, 스마트시티 및 건물에너지 절감 관련 정책의 적극적 추진으로 인해 정부 부문(CAGR 9.1%)이 가장 빠르게 성장할 것으로 전망됨
  - · 주요 기업으로 DP Architects, Nikken Sekkei, IBI Group, Gensler 등이 있으며 건축사 사무소, 건축설계, 디자인, 엔지니어링 등 건축 컨설팅 업체 등으로 구성



※ 출처: Grand View Research(2018), Architectural Service Market Size and Trend Analysis Report, 2018~2025

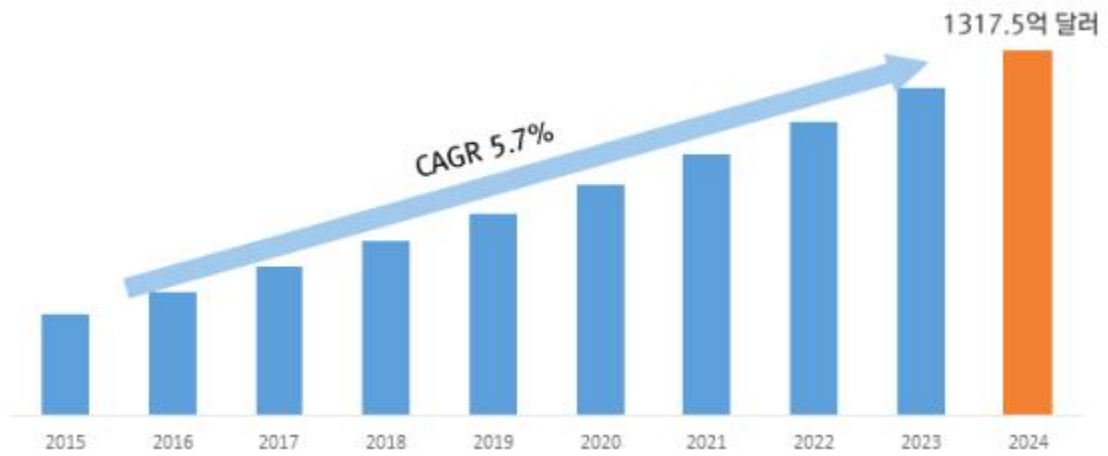
【 그림 2-58 】 세계 건축서비스 시장 전망

15) 국토교통부(2014), 건축서비스산업 통계 구축 및 실태조사 연구

❑ 패시브 건축기술 산업

❍ 창호 시장 동향

- Global Market Insight(2017)의 조사에 따르면 세계 창호 시장은 2015년 800억 달러 규모에서 연평균 5.7% 성장, 2024년 1,300억 달러 규모에 이를 것으로 전망됨
  - · 주요 기업으로 Schuco, Sapa Building Systems, Corialis, Pella, PGT, Anderson Corp., Atrium, Eurocell, Reynaers, YKK Corp. 등이 있으며, 대부분 독일 등 유럽 소재 기업



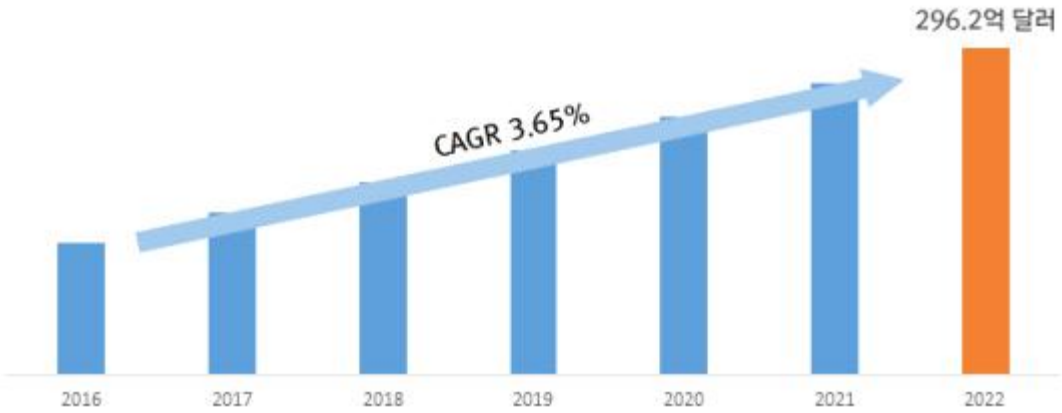
※ 출처: Global Market Insight(2017), Window and Door Frame Market – Industry Trend Report 2024

【 그림 2-59 】 세계 창호 시장 전망

- 창호 시장은 각국의 상업화, 도시화 추세 진전에 따라 지속적으로 성장하고 있으며, 개발도상국의 건설 부문 정부 지출 증가 및 인프라 개선이 시장 확대를 견인할 것으로 전망됨
  - · 중국·인도 등을 비롯한 아시아 지역의 도시화·산업화, 주택건축 증가 추세에 힘입어 견고한 성장세를 보일 것으로 전망되며, 개발도상국의 경제수준 향상에 따라 신뢰할 수 있는 고성능 제품 수요가 지속적으로 발생할 것으로 예상됨
  - · 북미 및 유럽 지역은 상업용·주거용 건물 건축에 대한 제한정책으로 인해 보급형·저가형 제품의 경우 성장 둔화가 예상되나, 고효율·기능성 시스템 창호를 활용한 리모델링 수요가 이를 상쇄할 것으로 예상
- uPVC 등 목재와 알루미늄을 대체할 수 있는 기능성 재료의 도입 등이 향후 수요 촉진에 중요한 역할을 수행할 것으로 예상됨
  - · uPVC는 내구성, 재활용 특성, 높은 단열성 및 창호세트의 경량화가 가능하다는 점에서 목재와 알루미늄의 대체재로 부상
  - · 수명주기 연장, 미적 외관 개선, 높은 내열성, 자재 가용성, 탄소 배출량 감소, 폐기물 감소 및 성능 강화 등 창호 자체의 기능성 뿐만 아니라 환경에 미치는 영향까지 고려한 기술개발이 산업 경쟁력 확보에 필수적일 것으로 전망

❍ 단열재 시장 동향

- Markets and Markets(2017)에 따르면 전세계 건물용 단열재 시장은 2016년 약 239억 달러 규모에서 연평균 3.65% 성장, 2022년 약 296억 달러에 이를 것으로 전망됨
  - 주요 기업으로 Saint-Gobain SA, BASF, Rockwool International, Firestone Buildings Product Company 등이 있으며, 대부분 북미, 유럽 소재 기업



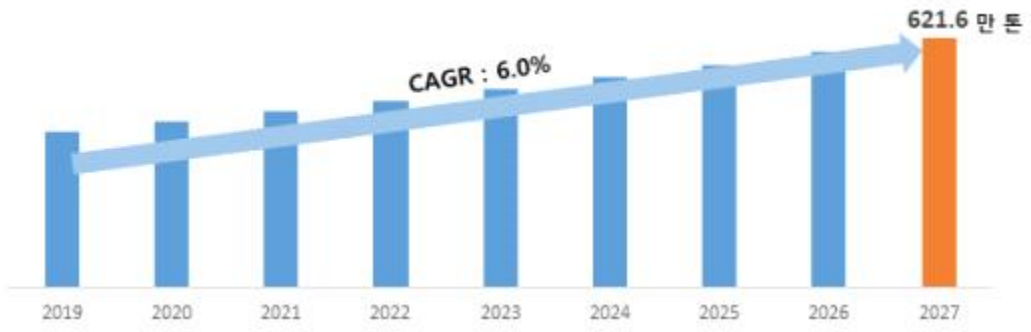
※ 출처: Markets and Markets(2017), Building Thermal Insulation Market

【 그림 2-60 】 세계 단열재 시장 전망

- 건물 단열은 주택·상업용 건물의 열 전달을 최소화함으로서 냉난방에 필요한 에너지 소비량을 줄이는데 필수적으로 활용되는 소재로, 연평균 온도차가 큰 기후에서 가장 비용효율적인 에너지 절약 방법
  - 건축물에 적용하는 단열재 두께의 요구수준은 2010년도부터 지속적으로 증가하고 있으며, 건물 고층화에 따라 안전성 강화를 위해 내화, 불연성 단열재에 대한 요구 또한 증대되고 있는 추세
  - 각국은 온실 가스 배출 감소 규제 강화, 고효율 건물에 대한 수요 및 기술개발 증가, 엄격한 건물 에너지 규제, 세금 공제 등의 리베이트와 같이 고효율 건물 활성화 정책을 공격적으로 추진하고 있으며, 이러한 정책이 단열재 시장 성장을 주도하고 있음
- 안전과 에너지 절감에 대한 욕구가 지속적으로 강화되고 있어, 건설시장이 성숙기에 접어들어도 고효율, 친환경 단열재 생산량 및 단열재 산업 전반의 산업규모는 지속적으로 성장할 것으로 예상됨
  - 석유, 가스 등의 높은 가격과 변동성, 환경 영향에 대한 우려, 입주자의 건강과 실내 환경의 쾌적성에 대한 고려 증가로 인해 단열재 수요 지속 증가
  - 영국의 BREEAM, 북미의 LEED 등 녹색 건물 등급 시스템이 세계적으로 준용되면서 녹색건축물 수요 증가에 기여
  - 이러한 친환경 건축 프로젝트의 증가는 전 세계적으로 고단열 건물에 대한 수요를 증가시킬 것으로 예상됨

❍ 폐순환골재 시장 동향

- Buisinesswire에 따르면, 건설 골재 재자원화 시장은 2019년 기준 390만 톤으로, 연평균 6.0%로 성장, 2027년에는 620만 톤의 규모에 이를 것으로 전망

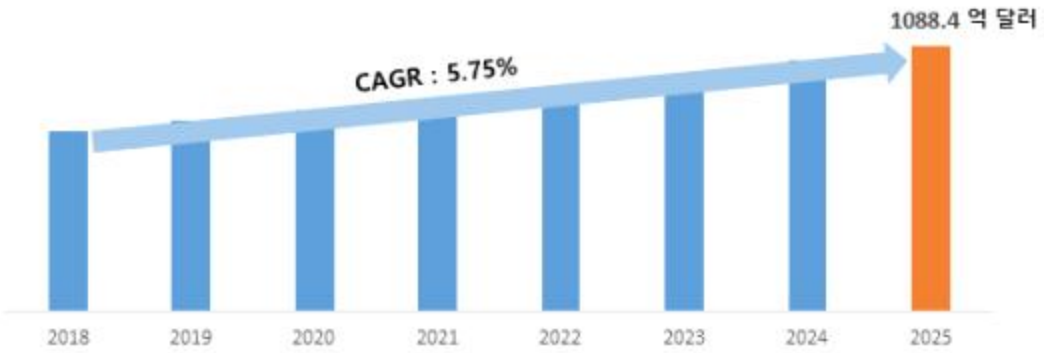


※ 출처: Businesswire(2020), Global Recycled Construction Aggregates Market

【 그림 2-61 】세계 폐순환골재 시장 전망

❍ 모듈러 건축(시공) 시장

- MarketsandMarkets에 따르면 전세계 모듈러 건축 시장은 2020년 823억 달러 규모에서 연평균 5.75%로 성장하여 2025년 1,088억 달러에 이를것으로 전망됨



※ 출처: MarketsandMarkets(2020), Global Modular Construction Market

【 그림 2-62 】세계 모듈러 건축 시장 전망

- 세계적으로 건설 환경의 안전성 이슈와 환경오염의 완화(건축 폐기물 관련), 정부 및 지자체의 인센티브 지원제도 등으로 인하여 시장 규모가 증가하고 있음
  - 아시아 태평양 지역의 시장이 가장 높은 성장률로 확대되고 있으며, 중국, 인도 등 국가를 포함하여 총 인구가 45억을 넘어가면서(2019년 기준) 향후 20년간 시장 확대가 전망됨
  - 세계 모듈러 건축 시장은 2018년부터 유럽 지역이 가장 높은 점유율을 보이고 있으며, 향후 2025년에는 유럽과 아시아태평양 지역이 관련 시장의 가장 큰 규모를 차지할 것으로 전망됨

❑ 액티브 시스템 산업

❍ 기계식 환기시스템 시장 동향

- Allied Market Research에 따르면 전세계 기계식 환기시스템 시장은 2019년 214억 달러 규모에서 연평균 5.7%로 성장하여 2027년 331.7억 달러 규모에 이를 것으로 전망



※ 출처: Fortune Business Insights(2020), Global Ventilation System Market

【 그림 2-63 】 세계 기계식 환기시스템 시장 전망

- 전세계적으로 미세먼지와 Covid-19 같은 환경 이슈에 따라 관련 규제의 강화 등으로 환기시스템 시장이 확대되고 있음

❍ 스마트조명 시장 동향

- Markets and Markets에 따르면, 세계 스마트조명(LED 등 포함) 시장은 2020년 134억 달러 규모에서 연평균 18.0%로 성장하여 2025년에는 306억 달러 규모에 이를 것으로 전망



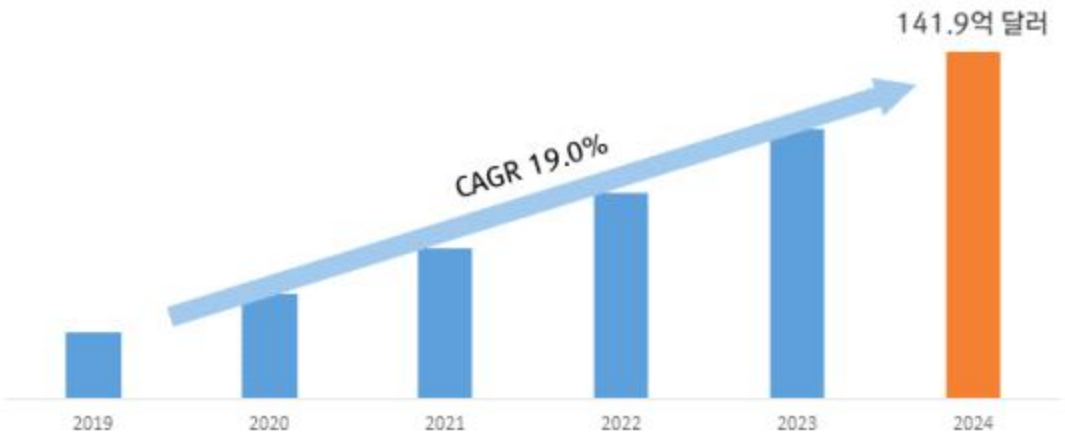
※ 출처: MarketsandMarkets(2020), Global Smart Lighting((Hardware: Lights & Luminaires, Lighting Controls; Software, and Services), Communication Technology (Wired and Wireless), Installation Type, End-use Application) Market to 2025

【 그림 2-64 】 세계 스마트조명 시장 전망

❑ 건물에너지 고효율화 설비·시스템 산업

❍ BIPV 시장 동향

- Market Study Report(2019)에 따르면 전세계 BIPV 시장은 2019년 5,950백만 달러 규모에서 연평균 19% 성장, 2024년 142억 달러 규모에 이를 것으로 전망
  - · BIPV 산업은 태양광 산업에서 가장 빠르게 성장하는 부문 중 하나로, BIPV 모듈 사용으로 건축 자재 및 인건비를 일부 상쇄할 수 있다는 점이 장점으로 작용
  - · BIPV 정책 지원 및 설치 시장의 지속적 성장세로 인해 유럽, 미국, 일본, 중국을 중심으로 급격히 성장할 것으로 예상됨



※ 출처: Market Study Report(2019), Global Building Integrated Photovoltaics (BIPV) Market

【 그림 2-65 】 세계 BIPV 시장 전망

- 아시아 태평양 시장은 BIPV 적용에 유리한 규정 및 규범과 경제 전반의 높은 성장률에 힘입어 전세계에서 가장 높은 수준의 성장을 보일 것으로 예상됨
  - · 각국은 2010년 말부터 현재에 이르는 경기 침체 및 유가 변동을 거치면서 건축물을 이용한 태양광발전시스템을 권장하고 인센티브를 부여
  - · 인도와 중국 등 개발도상국을 중심으로 빠르게 발전하고 있는 건설 산업과 결합하여 향후 시장 성장을 주도할 것으로 예상됨
- 과도한 인센티브 제도로 버블 논란에 휩싸였던 태양광 산업의 전철을 밟지 않기 위해 BIPV 모듈의 활용 범위 확대, 발전 단가 절감 및 ESS등 응용기술 연계 활성화 필요
  - · 일반 태양광 산업은 정책 지원을 바탕으로 2010년대 초반까지 호황을 맞이하였으나, 이후 공급과잉으로 인한 조정을 거쳐 현재는 안정기에 진입
  - · BIPV는 각국의 적극적 정책지원에 따라 대형 창고, 공장 지붕, 주차장 지붕, 고속도로 방음벽 등 다양한 응용분야에서 이용이 확대되는 추세로, 과잉생산 등에 따른 수요 감소 폭이 일반 태양광 대비 낮을 것으로 전망됨

❍ 스마트윈도우(스마트글라스) 시장 동향

- AlliedMarketResearch에 따르면 전세계 스마트윈도우(스마트글라스) 시장은 2016년 3,094백만 달러 규모에서 연평균 14.3%로 성장, 2024년 7,940백만 달러 규모에 이를 것으로 전망

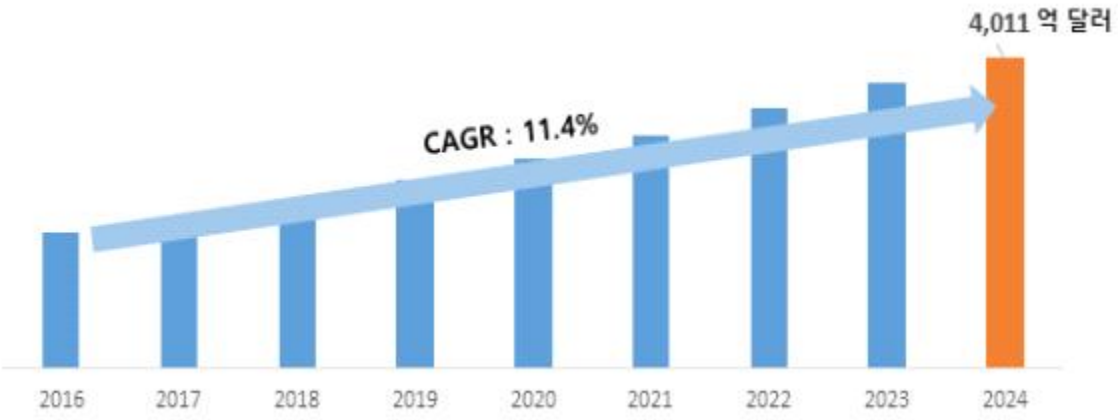


※ 출처: Allied Market Research(2017), Global Smart Glass And Smart Window Market

【 그림 2-66 】 세계 스마트윈도우(스마트글라스) 시장 전망

❍ 열회수 환기시스템 시장 동향

- MarketsandMarkets에 따르면 전세계 열회수 환기시스템 시장은 2016년 17.6억 달러에서 연평균 11.4%로 성장, 2024년에는 33.7억 달러 규모에 이를 것으로 전망

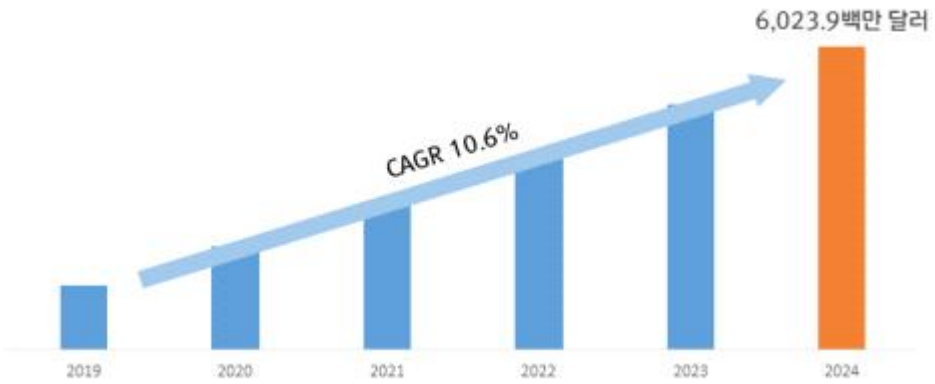


※ 출처: MarketsandMarkets(2017), Global Energy Recovery Ventilator Market

【 그림 2-67 】 세계 열회수 환기시스템 시장 전망

❍ 지열 히트펌프 시스템 시장 동향

- Market Study Report(2019)에 따르면 전세계 지열 히트펌프 시장은 2019년 3,640백만 달러 규모에서 연평균 10.6% 성장, 2024년 6,020백만 달러에 이를것으로 전망됨
  - · 유럽과 북미가 시장 성장을 주도하고 있으며, 스위스, 독일, 프랑스, 스웨덴 등은 이미 성숙된 시장으로 평가받고 있음
  - · 아시아에서는 중국이 지열히트펌프에 대한 다양한 지원책을 통해 지열히트펌프 시장을 확대해 나가고 있는 추세



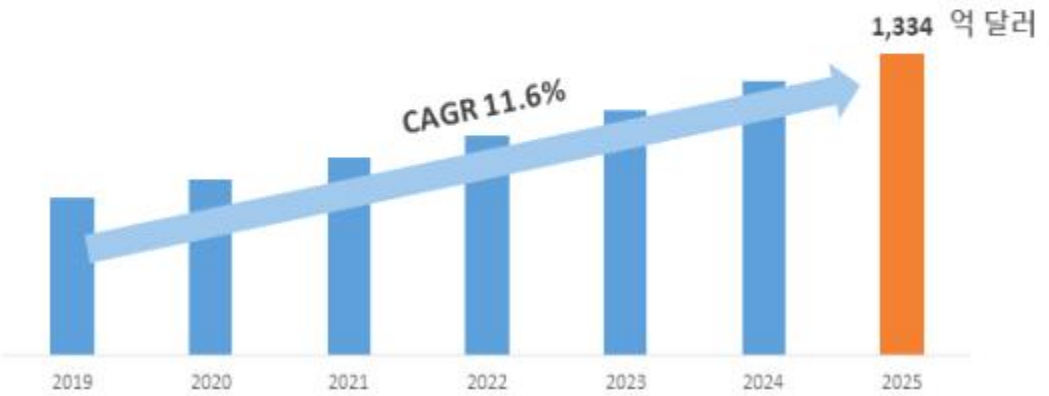
※ 출처: Market Study Report(2019), Geothermal Heat Pump Market

【 그림 2-68 】 세계 지열 히트펌프 시장 전망

- 환경 지속 가능성과 에너지 보안에 대한 관심이 커지면서 지열 히트펌프에 대한 수요 또한 증가할 것으로 전망

❍ 스마트홈 시장 동향

- Markets and Markets에 따르면, 전세계 스마트홈 시장은 2020년 783억 달러 규모에서 연평균 11.6%로 성장하여, 2025년 1,334억 달러 규모에 이를 것으로 전망



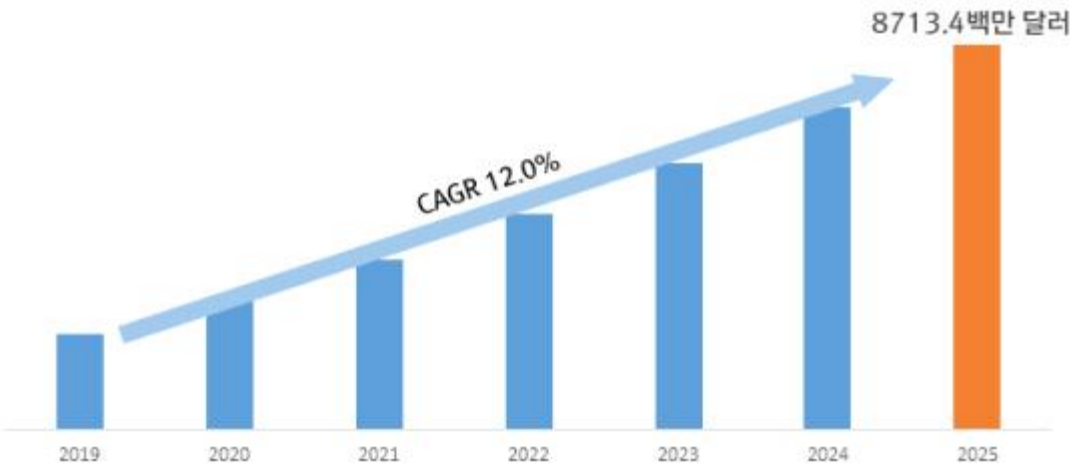
※ 출처: Markets and Markets(2020), Smart Home Market by Product (Lighting Control, Security & Access Control, HVAC Control, Entertainment, Home Healthcare), Software & Services (Proactive, Behavioural) to 2025

【 그림 2-69 】 세계 스마트홈 시장 전망

❑ 건물 에너지 운영·관리 및 인증서비스 산업

❍ BEMS 시장 동향

- Research and Markets(2019)에 따르면 전세계 BEMS시장은 2019년 4,414백만 달러 규모에서 연평균 12% 성장, 2025년 8,713백만 달러 규모에 이를 것으로 전망
  - · BEMS 시장은 1980년대부터 미국과 EU 등 선진국을 중심으로 초기 시장이 형성되었으며, 현재도 Honeywell, Johnson Controls, ALC(미국), Siemens, Schneider (독일), Delta Controls(캐나다)등 다국적 기업이 세계 시장을 주도



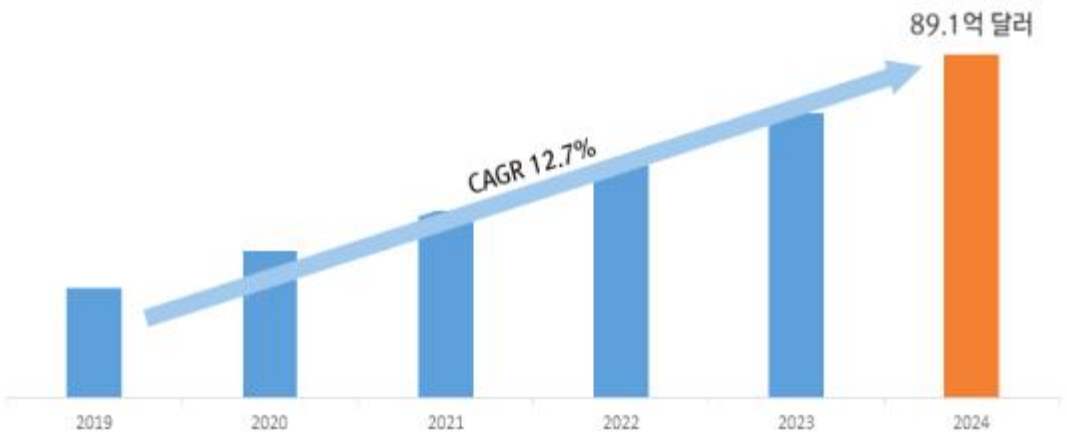
※ 출처: Research and Markets(2019), Global BEMS Market

【 그림 2-70 】 세계 BEMS 시장 전망

- 경기 침체와 에너지 위기로 건물 위기관리 비용을 줄이려는 수요가 전 세계적으로 동일하게 증가하고 있는 바, 향후 시장규모 또한 견고하게 성장할 것으로 예상됨
  - · 미국 등은 정부기관을 중심으로 우선적으로 BEMS 확산 정책을 추진하고 있으며, 영국은 국가 전체의 탄소발자국 저감을 위한 중점 추진분야 중 하나로 BEMS를 선정
  - · 효율적 에너지 사용에 대한 관심이 높아지면서, 가정용 BEMS 또한 에너지 가격, 사용량 및 기후 요인에 관계없이 모든 유형의 주거용 건물에서 보급 확산 추세에 있음
- 자동제어 및 에너지성능 최적화 프로그램을 모두 갖춘 고성능 BEMS는 초기 개발단계에 머물러 있어, 고부가가치 신산업 창출을 위해 기술개발 지원이 매우 중요
  - · IEA의 주요 국가인 벨기에, 독일, 네덜란드, 프랑스, 스위스 등을 중심으로 BEMS 최적 설계 및 제어 기술, 고장진단 기술, 사후처리 기술, 통합화 기술 등 관련 연구 수행 중
  - · 스마트미터 설치, 그리드 연계, 높은 인구밀도 등 연결성이 높을수록 경제성 확보에 유리한 기술 특성 상 유럽, 아시아 등의 지역에서 스마트그리드 인프라 고도화와 함께 향후 높은 성장률을 기록할 수 있을 것으로 전망됨

❍ BIM 시스템 시장 동향

- Markets and Markets(2019)에 따르면 전세계 BIM시장은 2019년 49억 달러 규모에서 연평균 12.7% 성장, 2024년 89.1억 달러 규모에 이를 것으로 전망
  - 주요 공급업체로 Autodesk, Nemetschek, Bentley Systems, Trimble, Dassault Systemes, ASITE, AVEVA, Hexagon 등이 있으며 각국 정부의 BIM 채택 및 건설업계의 관련 기술 도입 활성화 추세를 바탕으로 성장



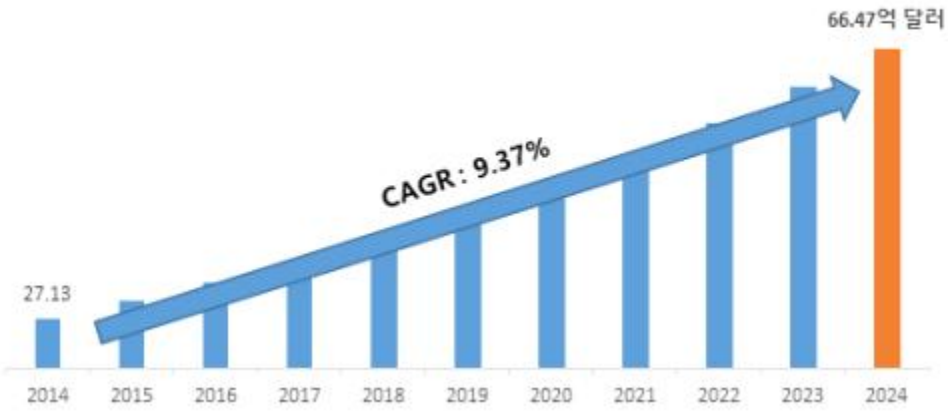
※ 출처: Markets and Markets (2019), Global BIM Market

【 그림 2-71 】 세계 BIM 시장 전망

- 첨단 3D 레이저 스캐닝과 같은 시장의 기술발전은 향후 수년 간 BIM 시장 성장의 새로운 기회가 될 것으로 전망됨
  - BIM 플랫폼은 건축가, 엔지니어 및 건축 전문가에게 빌딩 프로젝트를 효율적으로 계획, 설계 및 관리할 수 있는 기능을 제공
  - 특히 BIM의 3D 모델 기반 접근 방식은 전 세계적으로 주목을 받고 있으며, 건물의 형상 뿐 아니라 물성까지 확인할 수 있는 3D 스캐닝, 이미지 퓨징 등의 기술개발은 BIM 플랫폼 보급 확산을 더욱 더 촉진할 수 있을 것으로 전망
- BIM은 많은 이점에도 불구하고 플랫폼 도입비용이 높고, 숙련인력 양성에 오랜 시간이 걸린다는 단점이 있어 BIM 산업 활성화를 위해 건설산업 디지털화 수준 제고 필요
  - BIM 숙련인력 양성을 위해서는 소프트웨어 비용 외에도 높은 수준의 교육 및 서비스 비용이 소모되며, 이는 시장 성장의 제약요인으로 작용
  - 건설산업의 R&D 지출은 타 산업 대비 미미한 수준으로, 새로운 디지털 기술 수용에 필요한 과감한 선행 투자를 통해 자동화 및 ICT 등 디지털화 기술에서 타 산업 대비 15~20년 이상 뒤쳐진 건설산업의 고질적 문제점을 바로잡을 필요가 있음

❍ 건물 커미셔닝 서비스 시장 동향

- Navigant Research(2019)에 따르면 전세계 건물 커미셔닝 서비스 시장은 2014년 27.13억 달러에서 연평균 9.4% 성장, 2024년 66.47억 달러 규모에 이를 것으로 전망
  - · 시장 초기 HVAC 수요를 중심으로 성장해 온 건물 커미셔닝 서비스는 최근 위생, 배관, 전기, 건축 등 플러그부하측을 제외하고 건축물이 사용하는 모든 에너지를 포괄
  - · 건설 및 건물 운영에서 에너지 효율이 최우선 고려 사항이 됨에 따라 에너지 소비 감소, 건설·운영 간 발생하는 폐기물의 감소 및 운영 개선을 위한 장비 및 솔루션 수요 증가 전망
- 건축 과정에서 에너지 전문가의 역할이 중요해지면서, 향후 ZEB 구현 및 활성화를 위해 건축·에너지 분야의 융복합 기술·인력 수요 또한 증가할 것으로 전망됨
  - · ZEB 구현을 위한 방향 설정을 위해 에너지 분야 전문지식이
  - · 필수적으로 요구되며, 초기 설정한 목표를 검증하는 과정에서는 건축물과 관련된 다양한 요소·공정에 대한 이해 필요
  - · IoT 및 빅데이터 융복합 기술 고도화로 향후 실시간 커미셔닝 시스템, CPS 기반 실시간 감리 시스템 등 시공·운용 단계에서 건물의 에너지 절감 성능을 지속적으로 판별할 수 있는 기술 등에 대한 연구개발이 가능할 것으로 전망

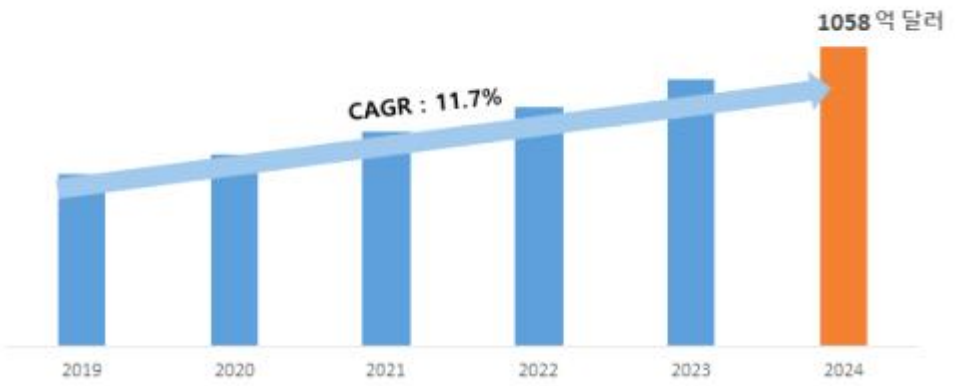


※ 출처: Navigant Research(2015), Building Optimization and Commissioning Service Market Report, 2014~2024

【 그림 2-72 】 세계 건물 커미셔닝 시장 전망

❍ 스마트빌딩 솔루션 시장 동향

- MarketsandMarkets(2019)에 따르면, 서비스 등 솔루션을 포함한 스마트 빌딩 시장은 2019년 607억 달러에서 연평균 11.7%로 성장, 2024년 1,058억 달러 규모에 이를 것으로 전망

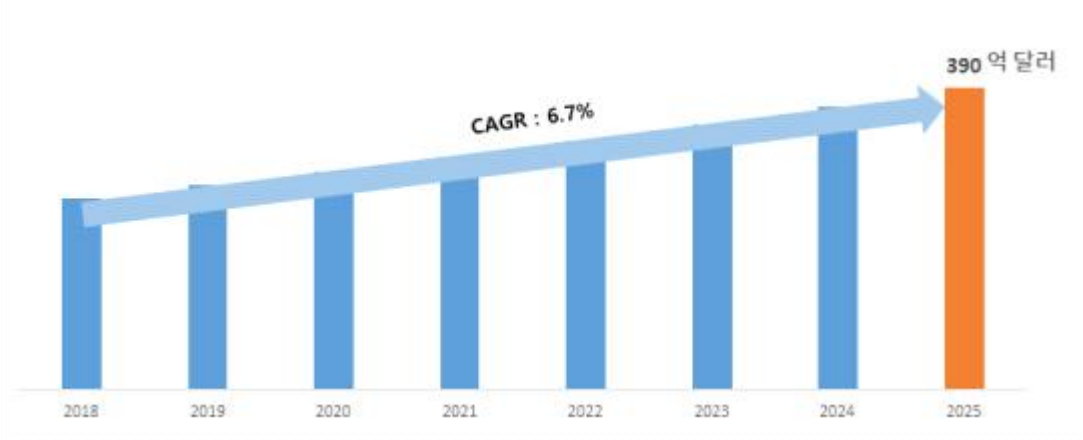


※ 출처: MarketsandMarkets(2019), Global Smart Building Market

【 그림 2-73 】 세계 스마트빌딩 서비스 시장 전망

❍ 건축물 인증서비스 시장 동향

- Global Market Insights(2019)에 따르면, 세계 건축물 시험 인증 관련 서비스 시장은 2018년 248억 달러에서 연평균 6.7%로 성장하여 2020년 390억 달러로 성장할 것으로 전망
  - 세계 TIC 시장에서 건축 비중 15.0%를 추정하여 건축 시험인증 서비스 시장규모를 산출



※ 출처: Global Market Insights(2019), Global TIC(Testing, Inspection and Certification) Market

【 그림 2-74 】 세계 건축물 인증 서비스 시장 전망

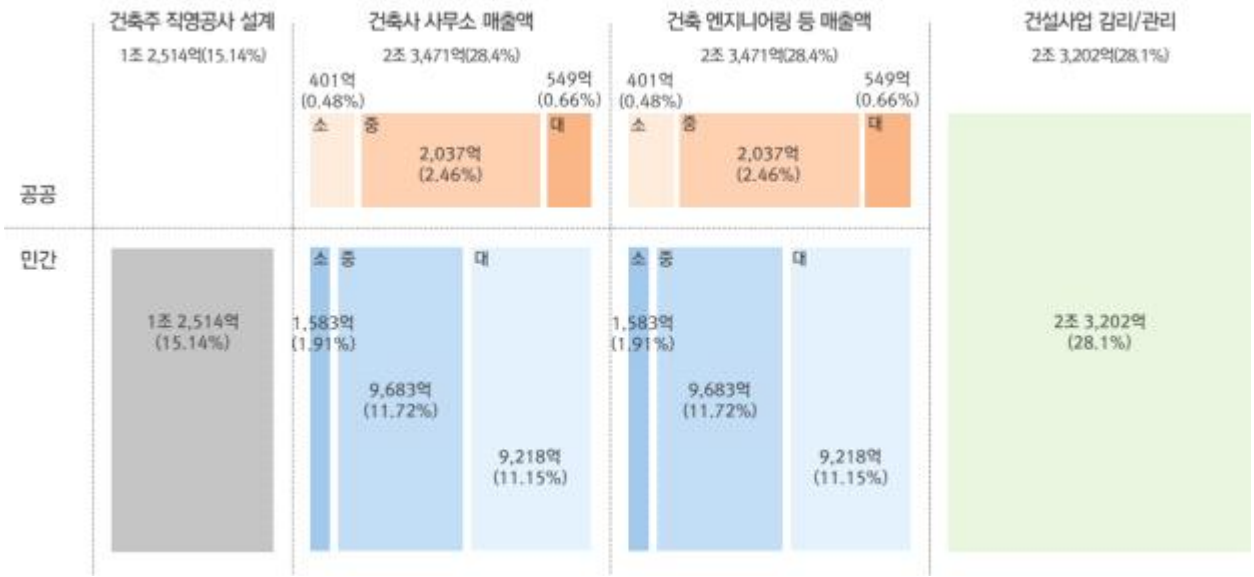
3.2. 국내 산업·시장 동향

❑ 건축물 에너지 진단 및 설계 산업

❍ 건축서비스 산업 시장 동향

- 국토교통부 제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획(2018)에 따르면 2016년 기준 국내 건축서비스 산업 규모는 약 8조 2,700억원으로 추정됨

  · 건축설계용역비 4조 7,000억원, 건축주 직영공사 설계 1조 2,500억원, 건설사업관리 2조 3,000억원 등으로 국내 건축시장 규모의 약 5.5% 수준



※ 출처: 국토교통부(2018), 제1차 건축서비스 산업 진흥 기본계획

【 그림 2-75 】 용역비 기준 국내 건축서비스 시장 규모 분석

  · 매출액 기준 OECD 28개 국가중 9위 수준이나, 산업규모에 비해 사업체별(19위), 종사자당(20위) 매출액은 상대적으로 낮아 생산성 제고 필요

- 국내 건설경기 둔화에 따라 설계, 엔지니어링 등 매출액 감소가 예상되며, 향후 신산업 창출 및 해외경쟁력 강화를 위해 융복합 기술 개발과 유지관리 분야로의 전환 필요

  · 수요변화, 기술혁신 등 건축서비스 산업의 대내외 환경 변화에도 불구하고 국내 건축서비스 산업은 과거 노동력 기반의 설계도서 작성 위주 시스템에 편중되있다는 평가

  * 고부가가치 창출이 가능한 기획, 사업관리 분야의 전반적 시장 미성숙

  · 또한 현재 건축서비스 시장 자체가 신축 중심으로 형성되어 있어, 노후한 기존 건축물 성능개선, 유지관리 등 미래유망분야에 대한 대비 미흡

  · 소규모 건축물 및 건물(군) 조성사업의 건축서비스와의 연계 강화, 기술력 기반의 경쟁체계 구축 및 해외진출 활성화 등을 통해 산업계 내부의 기술개발 동력 마련 필요

  * 건축서비스 산업 분야에 대한 해외 진출 지원책(해외진출사업 발굴, 해외발주정보 수집, 현지 협력체계 구축 등)은 타 분야에 비해 상대적으로 미미한 수준

❍ 건축 설계 소프트웨어 시장 동향

- 국내 건축설계 SW 시장은 2016년 기준 약 2,700억원 규모에서 연평균 9.9% 성장, 2020년 기준 약 4,000억원 규모에 달할 것으로 추정됨
  - · 2016년 기준 국내 건축설계 산업 규모의 약 6.6% 수준으로, 향후 AI 및 클라우드 기술 발달에 따라 인공지능 건축설계 비중이 높아지면서 건축설계 SW 시장 또한 전체 건축 설계 산업의 약 10% 수준까지 성장할 것으로 전망[16)]
  - · 구조물을 설계하고 시공하는데 필요한 도면을 작성하는 분야와 구조물의 안전성을 평가하는 엔지니어링 설계 분야, 구조물의 환경 및 구조물 자체의 에너지 분석을 위한 건축환경·설비/건물에너지 분야를 중심으로 SW 수요가 발달



※ 출처: 정보통신기술진흥센터(2017), 2017년도 글로벌 상용 SW 백서

【 그림 2-76 】 국내 건축설계 SW 시장

- 최근까지는 각 분야별 패키지 SW로 보급·발전되어 왔으나, 시장의 요구와 더불어 SW 및 HW 기술의 비약적 발전으로 전 분야를 아우르는 하나의 통합솔루션으로 발전해 나가는 추세
  - · 클라우드 기반의 통합 정보 DB 및 협업도구, CPS, BIM, AI 기반 해석·설계 도구 등 다양한 융·복합 기술을 바탕으로 통합 솔루션 구성
- 해외에서 적극적으로 활용되고 있는 BIM 기반 설계는 국내시장의 경우에는 도입을 확대하는 초기 단계로, 대형 설계사 및 건설사를 중심으로 시범사업 진행 중
  - · 설계 분야에서는 간섭체크, 물량산출, 4D CAD 등 특정 분야를 중심으로 부분적으로 적용
  - · 설비 분야에서는 건물에너지 사용량 분석을 위한 국내 특성에 맞는 시뮬레이션 도구 개발이 추진 중이나 현재까지는 건설기술연구원의 ECO2(Home/OD) 사용 비중이 높음
  - · 미국 등 선진국 대규모 SW 개발사 추격을 위해 건설 전 분야에 사용할 수 있는 SW 형태의 통합솔루션 개발, 건축물·토목구조물에 사용할 수 있는 표준라이브러리, 솔루션 간 협업 플랫폼, 기존 프로그램과 연계할 수 있는 모듈/애드온 형 프로그램 등 개발 필요

16) 과학기술정보통신부(2018), ICT 유망기술개발사업 최종보고서 - 인공지능 기반 건축설계도면 자동 추천 시스템

❑ 패시브 건축기술 산업

❍ 창호 시장 동향

- 국내 창호시장 규모는 2019년 기준 3.5조원[17] 수준
  - · 2019년 신축 주택물량이 전년대비 큰 폭으로 하락함에 따라 국내 창호 생산량 또한 전년대비 10% 이상 감소했을 것으로 전망
  - · 그러나 친환경 건축, 인테리어 리모델링 산업의 급격한 성장으로 PVC, 맞춤형 창호 수요 증가가 전망되며, 제로에너지건축물을 중심으로 시스템 창호 분야 또한 성장 예상됨
- 창호시장 규모의 절대다수는 PVC 창호의 건설사 특판 위주 B2B 시장으로, LG하우시스, 현대L&C, KCC등 대기업 계열사의 경쟁이 치열
  - · 2010년대 연 평균 22만톤 수준의 생산량을 유지하던 PVC 창호는 2010년대 후반 들어 아파트 물량 증가와 빌라 신축 증가로 25~27만톤 수준까지 가파르게 증가
  - · 대형건설사 특판 위주 B2B 시장의 높은 비중은 규격 표준화 용이성 등에 있어서는 장점으로 작용할 수 있으나, 경쟁 유발을 저해하여 신기술 도입이 어렵다는 점은 단점
- 고기밀, 고단열 시스템 창호의 경우 대부분의 관납과 일부 제로에너지건축 시장을 통해 성장
  - · 커튼월을 포함한 국내 알루미늄창호 시장규모는 약 8,000억원으로 추정되며, 이중 알루미늄 시스템창호는 전체의 20%에 미치지 못하는 약 1,500억원 수준(2018년 기준[18])
  - · PVC 창호가 절대다수를 차지하는 사급창호시장과 달리, 관급창호시장에서는 알루미늄 창호의 비중이 매년 80% 이상을 차지하고 있으며, 커튼월 또한 연간 3,500억원 규모의 시장 형성
  - · 이는 지자체 주도의 지식산업센터 공급 증가, 공공건물의 제로에너지건축 추진 및 고효율에너지 기자재 사용 증대 등에 기인한 것으로 추정됨
- 건설경기 악화로 기업소비자간거래(B2C) 확대가 전망되는 바, 고기밀, 고단열 시스템 창호를 비롯한 다양한 디자인, 편의옵션, 기능성을 지닌 창호 시장 확대 전망
  - · 건설사의 아파트 및 공동주택 물량을 대상으로 하는 B2B 시장과 달리, B2C 시장은 소비자가 원하는 디자인과 기능을 적극적으로 반영할 수 있는 기업이 경쟁력을 확보할 것으로 전망
  - · 외풍 차단, 방열, 방음 등의 고기능성 시스템 창호 개발과 더불어 장기렌탈서비스, 부분 교체 가능한 창호 개발 등 창호 보수·교체에 드는 비용 부담을 줄일 수 있는 다양한 서비스 및 기술개발 필요

17) 송두삼(2019), 제로에너지건축물 구현을 위한 국내 건자재 및 융복합시스템 현황, 한-EU 제로에너지빌딩 융합얼라이언스포럼

18) 월간 The Living(2018), http://www.theliving.co.kr/news/articleView.html?idxno=20471

❍ 단열재 시장 동향

- 국내 건축용 단열재 시장 규모는 2019년 기준 1.4조원[19]으로, 고성능 단열재의 비중은 2018년 기준 약 15% 수준

  · 설계기준 및 안전기준 상 단열재 의무적용 대상 확대(30층→6층 이상) 및 단열재 성능, 내화기준 강화로 고성능 단열재의 생산이 증가될 것으로 전망됨

  · 2018년 9월 건축물 에너지 절약 기준 강화에 따라 에너지 절감형 고성능 단열재의 시장 비중이 2022년 기준 25% 수준까지 확대될 것으로 예상

【 표 2-90 】 건축물에너지절약설계기준 주요 개정사항(2018)]

가. 주거/비주거부문 단열기준을 단열성능이 우수한 패시브 건축물 수준으로 개정
⇨ 외기에 면하는 공동주택 벽체의 단열재 두께가 85~155mm에서 110~220mm (제주~중부, 가급 기준)으로 강화
나. 건축물에너지소비총량제의 적용대상 범위를 종전 업무시설에서 교육연구시설까지 확대
다. 최신 KS 단열재에 대한 등급 기준 추가 반영
라. 홈게이트웨이 대기전력저감제품, 창문 연계 냉난방설비 자동 제어시스템 등 채택율이 낮은 항목을 조정하고, 전력절감을 위한 LED 조명 항목의 배점 기준 개정

- 반면, 인화성이 강하고 유독가스 방출 문제가 있는 전통적 유기질 단열제는 규제 강화와 함께 장기적으로 수요 감소 전망

  · 2015년 경기 의정부 도시형 생활주택 화재 이후 6층 이상 신축 건축물의 외장 마감재에 스티로폼 등을 쓰지 못하게 하면서 불연성/난연성 건축 마감재 수요 증가

  · 에너지 의무절감률, 에너지 소비 총량제 등 단열재 수요를 늘릴 수 있는 건축 법령 개정과 화재사고 빈발로 인한 안전 수요 확산이 향후 무기질 단열재 시장 성장을 주도할 것으로 전망

19) 송두삼(2019), 제로에너지건축물 구현을 위한 국내 건자재 및 융복합시스템 현황, 한-EU 제로에너지빌딩 융합얼라이언스포럼

❑ 액티브 시스템 산업

❍ 기계식 환기시스템 시장 동향

- 2019년 국내 환기시스템 시장규모는 순수 환기설비 시장이 연간 1,300~1,600억원 규모, 하이브리드 환기시스템 시장은 연간 약 1조원에 이르는 것으로 추정
  - · 반면, 공기청정기 가전시장은 약 300만대, 3조원 규모로 추산되어 공기청정기 수준의 제품개발 및 보급이 이루어지는 경우 환기시스템 시장은 급속하게 증가될 것으로 전망됨[20)]
- 주거용 건물 환기시스템 시장은 2018년 약 800억원에서 연평균 3.9% 성장, 2022년 약 930억 수준에 다다를 것으로 전망
  - · 2018~2022년 간 주거용 건물 착공 추산량에 세대당 평균 환기덕트 공사 단가를 대입하여 추정

【 표 2-91 】주거용 건물 환기시스템 시장 추정

구 분	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR ('18~'22)
주거용 건물착공 (호)	114,176	118,885	123,304	128,304	133,014	3.9 %
시장규모 (억원)	799.2	832.2	865.2	898.1	931.1	

* 세대당 평균 환기덕트 공사 단가는 2018년 기준 700,000원으로 간주함.
* 연도별 주거용 건축물 착공 추산 및 폐열회수 환기시스템 국내시장 전망(출처 : 폐열회수 환기장치 기술&시장 리포트, IPTargets)

- 학교 교실용 환기시스템 시장은 약 780억원 수준으로 추정됨
  - · 2018~2022년 간 주거용 건물 착공 추산량에 세대당 평균 환기덕트 공사 단가를 대입하여 추정

20) 투데이에너지, 에너지경제

❑ 건물에너지 고효율화 설비·시스템 산업

❍ 지열 히트펌프 시스템 시장 동향

- 국내 지열히트펌프 시장 규모는 2019년 기준 2,800억~3,000억원[21]으로, 국내 기업의 기술개발 노력과 지원정책, 인증제도 등으로 인해 내수 중 국내기업 비중은 약 80% 수준으로 높은 편
  - 정부의 강력한 공공의무화제도 시행과 다양한 보급 보조금제도 시행으로 매년 100MW 이상의 신규 설비가 보급되고 있으며, 연간 100% 이상의 성장률을 보이고 있음
  - 서울시 등이 공공기관 신재생에너지 공급비중(2018년 기준 16%)을 민간에도 적용하고 있으며, 환경영향평가대상, 서울시 녹색건축물 설계 기준 등에 부합하는 건축물에 신재생에너지 적용을 확대하고 있어 민간 확산 기대
- 특히 주거복지, 신재생에너지 산업 활성화 등의 측면에서 공동주택 대상 적용 확산 전망
  - 지열은 타 에너지원에 비해 외부환경의 영향을 크게 받지 않아 안정적인 에너지생산이 가능하며, 특히 공동주택 적용 시 냉난방 소비전력을 누진제 걱정 없이 이용 가능
  - 공동주택 지열시스템 실증을 통한 운전데이터 수집·분석으로 그간 지열시스템의 공동주택 적용에 걸림돌이 되었던 에너지절감 효과 불확실성 등을 해결할 수 있음

❍ 건물 일체형 신재생에너지 시스템 시장 동향

- 국내는 2020년 약 1조원 규모에 다다를 것으로 예상되며[22], 신재생에너지 투자 의무 비중 확대 등으로 인해 공공·민간의 BIPV 적용 사례가 보다 더 늘어날 전망
  - BIPV 보급이 시작된 2006년 수 kW 수준에서 2015년에는 연간 설치용량 24.3MW 수준으로 급격히 성장
  - 그린홈 100만호, 발전차액제도 등 정부 지원이 관련 시장의 성장을 주도하였으나, 규제 강화 등에 따라 향후 민간의 기술도입 또한 증가할 것으로 전망됨
- 산업통상자원부는 2019년 신재생에너지보급사업의 일환으로 BIPV 기술에 대한 설치비 지원 추진
  - 보급사업을 통해 건물일체형 태양광 시장을 선도적으로 창출함으로서 관련업계의 산업경쟁력을 강화하고, 도시재생뉴딜사업 등과 연계하여 노후 건물의 에너지 효율 향상과 에너지 자가소비를 동시에 달성할 수 있도록 함
- 하중경감 등 시공성 향상과 함께 색상 다양화, 투명화, 디자인 설계 등 미적 기능 향상 필요
  - 건물 옥상이 아닌 외벽에 설치하는 BIPV 경향에 따라 일반 건축 외장재 대비 무거운 BIPV 모듈의 경량화 기술 개발 필요
  - 또한 색깔, 디자인 설계 등의 미적 기능 제고를 통해 일반적인 건축자재 수준의 선택 다양성을 확보할 수 있어야 하며, 최근에는 건물 내·외부간 단열 기능까지 고려되는 만큼 단열재 기술과의 융복합화 또한 중요

21) KIER 신재생에너지 데이터센터, https://kredc.kier.re.kr/kier/02_energyInfo/Geo_contryin.aspx, 2020년 6월 30일 확인
22) KISTI 마켓리포트(2016)

❑ 건물 에너지 운영·관리 및 인증서비스 산업

❍ BEMS 시장 동향

- 국내 건물에너지관리시스템 시장은 연평균 약 1~2% 성장에 그치는 것으로 분석되었으며, 향후 BEMS 시장 확대 전망에 따라 삼성전자 등 대기업의 참여가 활발해지는 추세
  - · 산업통상자원부의 2014년 조사에서 BEMS시장은 2017년 2,184억원 수준으로 전년대비 30% 성장할 것으로 전망됐지만 한국에너지기술평가원은 연평균 약 1~2% 성장에 그치는 것으로 분석
  - · '17년 1만㎡ 이상 공공건물에 BEMS가 의무화되면서 시장이 급속히 확산될 것이라는 전망이 있었으나 사회적으로 BEMS의 필요성에 대한 인식이 확산되지 못하고 있는 실정
- 국내는 건물에너지관리에 대한 인식이 낮아 대형건물 위주로 BEMS가 설치되고 있음
  - · 초기 시장은 전문 중소기업 중심으로 형성되기 시작하였으나, 현재는 BEMS 시장 확대 전망에 따라 삼성전자, 삼성SDS, LG전자, SK텔레콤, 포스코 ICT·건설, 한화 S&C, KT, GS네오텍 등 대기업의 사업참여가 활발
  - · 최근 국책 연구기관 중심 R&D로 ICT기반 건물에너지 절감 솔루션 및 자동제어 등 SW개발이 진행되었으며, 산업계에서도 자체 기술개발 진행중

❍ BIM 시장 동향

- 최근 국내 BIM 시장에 대한 정확한 집계는 이루어진 바 없으나, 2014년 한국건설기술연구원은 국내 BIM 시장이 2014년 기준 237억원에서 2018년 3,000억원에 달할 것으로 전망
  - · 정부의 강력한 지원정책과 모든 산업영역의 글로벌 추세인 디지털화 수요를 바탕으로 급격한 성장이 예상됨
  - · LH는 2019년 설계공모의 50%, 2020년 100%를 BIM으로 발주하는 것을 추진 중이며, 민간 발주자 또한 산업시설 중심으로 BIM 도입 활성화 중
- 정부가 BIM 관련 정책을 마련한 것은 약 10여년 전이나, 최근 4차 산업혁명 관련 기술이 이슈화되면서 스마트 건설기술 확보의 일환으로 강력한 지원정책 추진 중
  - · 조달청은 2011년 BIM을 시범도입한 후 2012년 500억원, 2016년 300억원 이상 관급공사에 BIM 적용을 의무화한데 이어 2019년 모든 관급공사에 BIM 도입을 의무화
  - · 국토교통부는 스마트컨스트럭션 2025를 통해 2020년까지 공공SOC 사업의 20%에 BIM을 적용하고, 2025년에는 AI를 이용한 BIM 적용 추진
  - · 도입 활성화와 더불어, 건축물 자재·설비성능, 외부환경 데이터, 공법 등에 대한 데이터베이스 구축, 기 구축된 세움터 DB와의 연계, BEMS 연동기술 등 다양한 요소기술 개발 중

4. 사회적 환경분석

4.1. 국내 건축·도시 환경 관련 주요 이슈

❑ 인구 고령화에 따른 사회구조 변화

❍ 인구 고령화 및 저출산 기조 악화로 초고령화 사회 진입 전망

- 우리나라는 저출산 심화 및 기대수명 증가로 `00년 이후 고령화 사회에 진입하였으며, `19년 고령자 비율이 14.9%까지 증가하여 타 선진국 대비 고령화의 속도가 매우 빠름
  - · 통계청 인구동향조사(2019)에 따르면 2019년 기준 우리나라의 합계출산율은 0.92명으로 역대 최저이며, 저출산 기조가 장기간 유지, 악화되고 있어 사회구조 변화에 대비 필요
  - · 저출산 기조가 개선되지 않는다면 전체인구 대비 65세 이상 인구는 2025년 20.3%, 2067년 46.5%에 다다를 것으로 예상되면서 사회 전반의 복지정책 재편이 다양하게 요구되고 있음



※ 출처: 통계청(2019). 2019 고령자통계

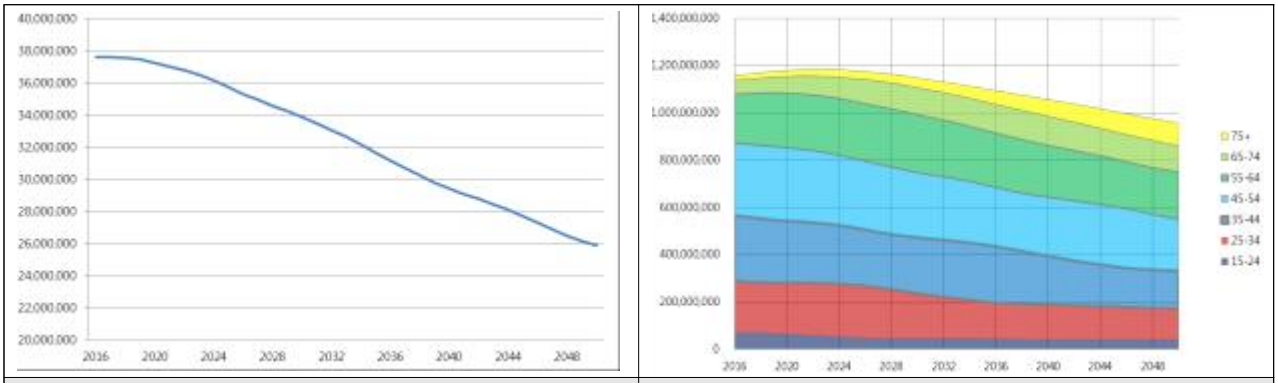
【 그림 2-77 】 2019년(좌) 및 2060년(우) 인구피라미드 전망

❍ 인구 감소, 물리적 쇠퇴 등으로 인해 지방 위기 확대 및 물리적 정주환경 악화

- UN의 세계미래보고서 2050 및 미국의 NIC 글로벌 트렌드 등 에 따르면 전세계적으로 고령인구 비율이 증가하는 추세
  - · 우리나라의 경우 현재 49%에 달하는 45세 미만의 취업인구 비율은 2050년까지 약 33%로 감소할 것으로 추정
  - · 반면 현재 전체 취업인구의 9%에 미치지 못하는 65세 이상 취업자의 비중은 2050년까지 27%로 증가할 것으로 추정
- 총 노동시간에서 45세 미만 취업자들의 노동시간이 차지하는 비중은 줄어드는 반면 65세 이상 취업자들의 노동시간이 차지하는 비중은 증가할 것임
  - · 45세 미만 취업자의 노동시간이 총 노동시간에서 차지하는 비중은 현재 약 49%에서 2050년 약 35%로 감소할 것으로 예상

· 대조적으로 65세 이상 취업자의 근로시간이 차지하는 비중은 같은 기간 동안 7%에서 22%로 증가할 것으로 추정

【 그림 2-78 】 향후 노동인구 수 및 연령별 노동시간 추계



'16년-'50년 15~64세 인구추계	'17년-'50년 전체 및 연령별 총 주간 노동시간 추계

※ 출처: 인구고령화가 노동수급에 미치는 영향, 한국은행 경제연구원(2017)

- 지역의 쇠퇴유무에 따른 지역간 일자리 격차 및 기초 생활 인프라 격차 증대
  · 미쇠퇴 지역 일자리 감소지역 비율 12.4% 대비 쇠퇴 지역 일자리 감소지역 비율 28.5%
  · 도시외각 개발 중심의 정책에 따라 도시 내 환경의 질이 낮고, 거주지 유형에 따라 생활인프라 접근성 및 만족도 저조

❑ 서울, 경기 권역 신도시 개발로 인한 인구 이동 심화

❍ 지방 및 수도권 원도심 공동화 및 인프라 노후화 가속

- 국내 30년 이상 노후 건물은 2014년 257.6만동(35.8%)에서 2018년 266.7만동(37.1%)으로 증가하였으며, 30년 이상 노후 건물의 80% 이상이 주거용 건물

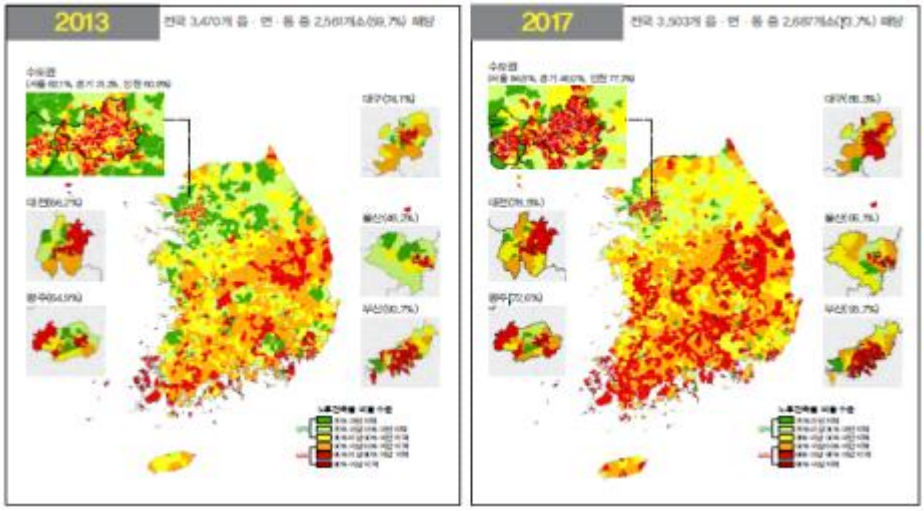
【 그림 2-79 】 국내 30년 이상 노후 건물 증가 추이 및 주거용 노후 건물 비중(2018)



※ 출처: 건축통계집(2019), 세움터

- 노후 건물 증가에 따라 쇠퇴지역은 2013년 59.7%에서 2017년 73.7%로 증가

【 그림 2-80 】 노후건물 비율 기준 쇠퇴지역(2013~2017)



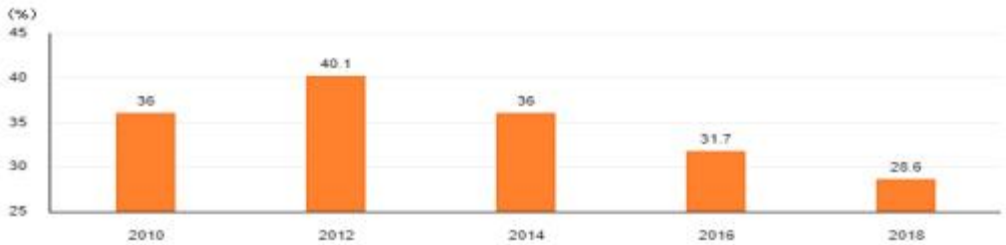
※ 출처: 도시재생 쇠퇴 진단지표별 전국 변화 현황, 국토연구원(2019)

❑ 도시 인프라 노후화와 환경오염으로 생활환경 위해요인 반발

❍ (미세먼지) 서울시 초미세먼지 "나쁨" 일수가 '15년 12일에서 '19년 23일로 증가, 최고 농도는 66㎍/㎥('15년) → 129㎍/㎥('19년)로 상승

* 한국건설기술연구원 실시, '주거 및 도시생활 환경에 대한 국민 생활문제 R&D 시급성 조사'에서 미세먼지(5.4점)가 1위

* STEPI(과학기술정책연구원, 2011.12)의 '국민생활 밀착형 과학기술에 대한 국민의 니즈·국민 설문조사 결과'에 의하면, 국민들의 주거 선정기준은 입지(교육, 집값) 다음으로 저렴한 냉난방비, 깨끗한 공기 환경으로 조사됨



【 그림 2-81 】 대기질 만족도
(현재 살고 있는 지역의 대기환경이 좋다고 체감하는 인구 비율)

❍ (이상기후) 기후변화 영향으로 폭염, 혹한, 태풍 등 한반도에 미치는 이상기후 현상 악화

- 'Reviewon the Economics of Climate Chage(Nicholas Stern)에 따르면, 현재 지구온난화 추세로는 지구표면온도가 5.8℃까지 증가하고 이 경우 GDP의 20% 감소 예상

  · 지구표면온도 1℃상승시 지구온난화로 인한 전세계 사망자수는 30만명에 이르는 것으로 예측('20.06.21.)

- 1980년대 연평균 9.4일이던 폭염 일수가 최근 10년간 15.5일로 급증하였고, 태풍의 경우 2019년 연간 총 7개가 한반도에 영향을 미침[23]

❍ (신종감염병) 2000년대 이후 신·변종 감염병의 유행으로 국민의 건강과 안전에 대한 욕구 증가

- 2002년 SARS, 2009년 H1N1, 2015년 MERS, 2020년 COVID-19 등 신종감염병 유행

  · 현재(2020.10) 코로나19에 의한 전세계 사망자수가 100만명 수준임을 고려할 때, 지구온난화 문제에 대해서도 코로나19 대응 수준 또는 그 이상의 대응 필요

❑ 소득 불평등 심화로 노후 주택 거주 취약계층의 삶의 질 악화 우려

❍ 소득분위가 낮고, 주거지 이전 여건이 미흡한 노후 주택 거주자의 경우 에너지비용 절감 등에 대한 수요가 분명함에도 불구하고 기술 도입에 어려움

- 주거환경 개선을 위한 기술 도입 불가 → 가처분소득 대비 난방비 비중 상승 → 주거환경 악화의 악순환 가능성 높음

【 표 2-92 】 소득순위별 가처분소득 대비 광열수도비 비중

(단위 : %)

구분	1분위	2분위	3분위	4분위	5분위	6분위	7분위	8분위	9분위	10분위
광열수도비	13.3	8.3	6.0	4.8	3.9	3.5	3.0	2.6	2.3	1.5
난방비	6.4	4.0	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	0.7

❍ 단독, 노후주택에 살수록 난방비 부담이 가중되나, 소득분위가 낮을수록 해당 형태의 주택에 거주할 가능성이 높아 삶의 질 악화 우려

- 2017년 기준, 소득분위 하위 3분위 거주자의 30% 이상이 30년 이상 노후주택에 거주

  · 최막중 등(2018)에 따르면, 가구소득이 높을수록 난방비 증가 효과가 있으나 소득수준에 따른 평당 난방비 지출에는 큰 차이가 없는 것으로 나타남

  * 고소득층은 난방에너지 소비가 많음에도 불구하고 거주주택의 높은 에너지효율에 따른 난방비 감소 효과가 이를 상쇄, 반대로 저소득층의 경우 추가 부담 발생

  · 저소득층의 에너지 빈곤 문제를 다룸에 있어 소득을 비롯한 가구특성 뿐 아니라 주택의 물리적 특성이 중요하게 고려되어야 함

【 표 2-93 】 소득분위별 거주주택 노후수준

(단위 : %)

소득분위	5년 미만	6년~10년	11년~15년	16년~20년	21년~25년	26년~30년	30년 이상
1분위	5.2%	5.3%	8.4%	10.4%	15.1%	12.9%	42.8%
2분위	5.3%	6.5%	11.5%	14.4%	15.4%	15.4%	31.6%
3분위	6.6%	8.1%	12.2%	16.3%	17.0%	13.5%	26.4%
8분위	13.2%	11.3%	20.4%	17.4%	18.6%	9.6%	9.4%
9분위	13.6%	14.4%	21.1%	16.2%	17.5%	8.1%	9.1%
10분위	15.8%	16.5%	20.0%	16.1%	15.5%	7.9%	8.2%

※ 출처: 2017년 주거실태조사 원자료를 국토연구원(2018)에서 재인용하여 재가공

23) 기상청(2020), 이상기후 보고서 10주년 특별판

4.2. 국내 건축물 현황 조사

4.2.1. 조사 대상 건물 유형 정의

❑ 통계 자료 상 건물 분류 중 동 사업과 유관한 건물 유형 도출

❍ 국토교통부 '건축물 생애이력 관리시스템'의 2019년 통계연보에 따르면, 건물 분류는 주거용, 상업용, 공업용, 문교·사회용, 기타로 구분

- 건물 분류 중 에너지소비량, 건물 유형별 에너지 소비행태를 분석하여 동 사업과의 관련성을 중점으로 9개 분류(단독주택, 공동주택, 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 숙박시설, 의료시설, 교육연구시설) 도출

【 표 2-94 】 용도별 건물 유형

용도	건물 유형	
주거용	▪ **단독주택(단독, 다중, 다가구주택 등)**	▪ **공동주택(아파트, 연립, 다세대주택 등)**
상업용	▪ **근린생활시설** ▪ 운수시설 ▪ **숙박시설** ▪ 자동차관련시설	▪ **판매시설** ▪ **업무시설** ▪ 위험물저장 및 처리시설
공업용	▪ 공장	▪ -
문교·사회용	▪ 문화 및 집회시설 ▪ **의료시설** ▪ 노유자시설 ▪ 운동시설 ▪ 관광휴게시설	▪ 종교시설 ▪ **교육연구시설** ▪ 수련시설 ▪ 묘지관련시설
기타	▪ 동식물관련시설 ▪ 분뇨 및 쓰레기처리시설 ▪ 방송통신시설	▪ 창고시설 ▪ 교정 및 군사시설 ▪ 발전시설

❑ 리모델링 비중 산정을 위한 리모델링 개념 정의

❍ 건축법 상 축조 유형은 신축, 증축, 개축, 대수선, 이전, 재축이 있음

- 에너지 리모델링 관련 건물 통계가 부재한 바, 건축법 상 축조 유형 중 증축/개축/대수선/이전(통계누리 상 데이터에서 이전 유형 분리 불가) 유형을 에너지 리모델링 관련 축조행위로 간주

【 표 2-95 】 건축법 상 축조 유형별 세부내용

유형	세부내용
증축	▪ 기존 건축물이 있는 대지에서 건축물의 건축면적, 연면적, 층수 및 높이를 늘리는 것
개축	▪ 기존 건축물의 전부 또는 일부(내력벽·기둥·보·지붕틀 중 셋 이상이 포함되는 경우를 말함)를 철거하고 그 자리에 종전과 같은 규모의 범위에서 건축물을 다시 축조하는 것
대수선	▪ 건축물의 기둥, 보, 내력벽, 주계단 등 구조나 외부 형태를 수선·변경하거나 증설하는 것 중 증축·개축·재축에 해당되지 않는 것
이전	▪ 건축물의 주요구조부를 해체하지 않고 같은 대지의 다른 위치로 옮기는 것

※ 출처: 법제처, 찾기 쉬운 생활 법령 정보

4.2.2. 건물 유형별 현황 조사

❑ 개요

❍ 건축물 생애이력 관리시스템 통계자료를 바탕으로, 각 유형별 건물 연면적, 노후도 등 일반 현황 및 에너지 감축 잠재량 산정

- 에너지 감축 잠재량은 한국건설기술연구원(2016)의 준공연도별·유형별 건축물 표준모델 데이터를 활용, 각 표준모델의 단위면적당 에너지소비량을 단순 연산하여 산정
  - 해당 보고서 상의 raw data는 통계보정 전 산정된 데이터로 분야별 편차가 존재하나, 동 조사는 사업 우선분야를 선정하기 위해 대략적 잠재량을 산출하는 과정으로 보고서에 공개된 보정 전 raw data를 준용
- 건물 유형별 노후 물량 전체에 개선된 단열기준을 일괄 적용할 때의 감축 잠재량과, 국내 건축물 연평균 리모델링 비율(0.6%)을 적용하여 단계적으로 개선할 시의 감축 잠재량을 산정
  - 현황 조사 및 감축 잠재량 산정을 통해 ① 노후 물량이 많거나, ② 리모델링 활성화가 미흡하여 기술 보급에 따른 에너지 절감 및 온실가스 감축 잠재량이 높은 분야를 선정

【 표 2-96 】 조사 내용

구분	내용
건물 현황	▪ 9개 분야 건축연도별 동수 ▪ 9개 분야 건축연도별 연면적 ▪ 9개 분야 노후도 현황
절감·감축 잠재량	▪ 9개 분야별 에너지 절감 및 온실가스 감축 잠재량
절감량·감축량(현황)	▪ 9개 분야 에너지 절감량 및 온실가스 감축량(전체) ▪ 9개 분야 에너지 절감량 및 온실가스 감축량(분야)
절감량·감축량(개선)	▪ 리모델링비율 0.6% 적용 시 에너지 절감량 및 온실가스 감축량(전체) ▪ 리모델링비율 0.6% 적용 시 에너지 절감량 및 온실가스 감축량(분야)

❑ 9개 분야 건축연도별 연면적 및 노후도 현황

❍ 9개 분야의 건축연도별 연면적을 분석한 결과, 총 연면적은 아파트가 1,086,475천m^2(40.5%)으로 가장 넓었으며, 30년 이상 노후건물의 총 연면적은 단독주택이 169,476천m^2(38.7%)으로 가장 넓은 것으로 나타남

- 30년 이상 35년 미만 건물의 연면적은 아파트가 51,678천m^2으로 전체 분야 중 30.4%를 차지하였으며, 35년 이상 건물의 연면적은 단독주택이 126,683천m^2으로 전체 분야 중 47.3%를 차지
- 전체 총 연면적은 아파트가 가장 넓었으나, 30년 이상 건물의 연면적은 전체 분야 중 단독주택과 근린생활시설이 각각 38.7%, 21.2%로 아파트(18.7%)에 비해 높은 것으로 나타남
- 한편, 의료시설은 30년 이상의 건물의 연면적이 전체 분야 중 1.0%로 타 분야 대비 노후 연면적이 가장 좁은 것으로 나타남

【 표 2-97 】 9개 분야 노후건물 연면적 및 노후도 현황

(단위: 천㎡)

구분	단독주택	아파트	연립 및 다세대	근린생활 시설	판매시설	업무시설	숙박시설	의료시설	교육연구 시설
전체 연면적(A)	507,195	1,090,270	174,744	488,324	59,425	134,705	48,144	28,138	206,232
노후건물 연면적(B)	**169,476**	**82,039**	**22,830**	**92,818**	**6,699**	**15,319**	**8,579**	**4,386**	**35,637**
비중	38.7%	18.7%	5.2%	21.2%	1.5%	3.5%	2.0%	1.0%	8.1%
노후도(B/A)	**33.4%**	**7.5%**	**13.1%**	**19.0%**	**11.3%**	**11.4%**	**17.8%**	**15.6%**	**17.3%**



❑ 건물 유형별 에너지 절감 잠재량 분석

❍ 각 유형별 노후건물 연면적 전체에 개선된 단열기술을 적용한다고 가정, 건물에너지 효율 개선을 통한 유형별 에너지 절감량의 최대값을 추정

- 노후건물 및 개선건물의 단위면적당 연간 에너지 사용량은 「건물부분 온실가스 감축모형분석을 위한 표준모델 DB 구축(II)」에서 제시한 건물유형별 에너지 사용량 추정값을 활용

  · 보고서 상에 공개된 준공연도 별 표준건물 에너지 사용량 데이터(~`81, `82~`88, `89~`02, `13~의 4개 모델)를 바탕으로 가장 오래된 표준모델(~`81)을 가장 최신의 개선 사양(`13~)으로 일괄 변경한다고 가정

【 표 2-98 】 유형별·노후도별 단위면적당 에너지 사용량(냉난방, 조명, 환기, 급탕)

(단위 : kWh/㎡·yr)

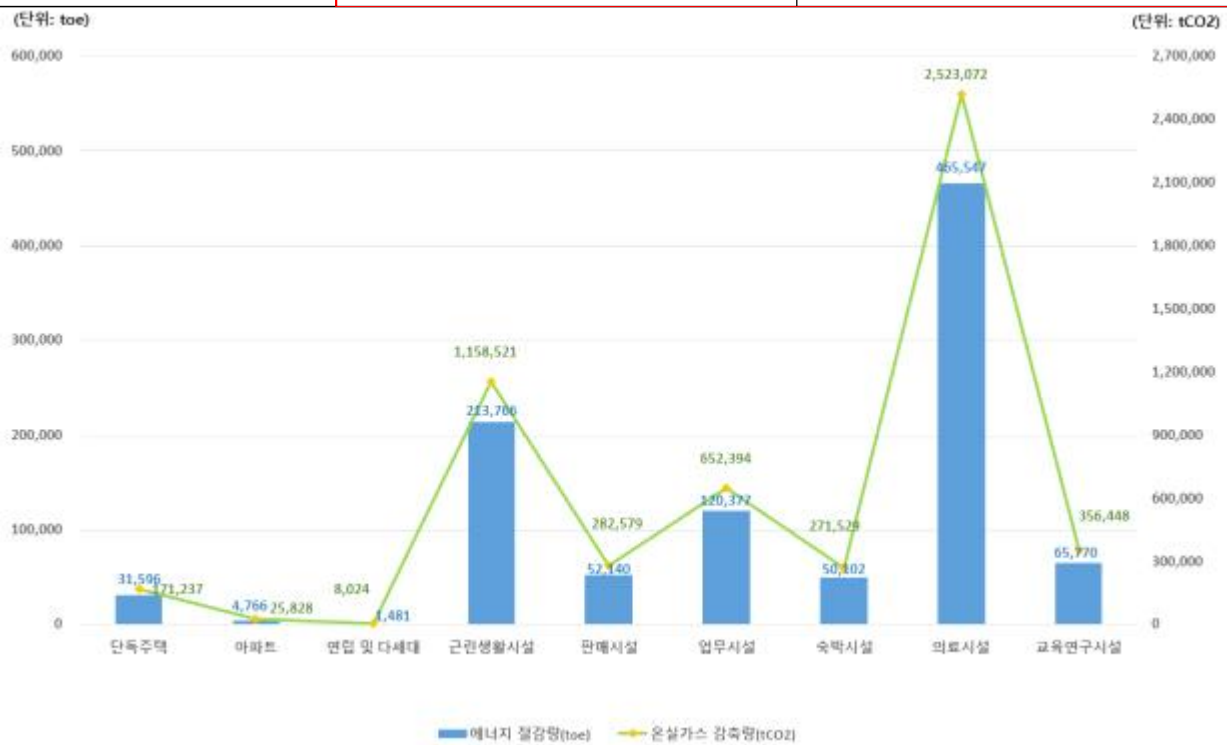
구분	단독주택	아파트	연립 및 다세대	근린생활 시설	판매시설	업무시설	숙박시설	의료시설	교육연구 시설
노후모델	237.0	159.0	172.0	445.0	402.0	395.0	424.0	312.0	179.0
개선모델	176.0	121.0	133.0	362.0	342.0	335.0	293.0	230.0	120.0

❍ 9개 분야 중 단독주택의 에너지 절감 잠재량 및 온실가스 감축 잠재량이 각각 890,370toe, 4,825,434tCO2로 모든 분야에서 가장 높게 나타남

- 단독주택의 '리모델링이 필요한 건물의 단위면적당 연간 에너지 사용량'은 9개 분야 내에서 평균 수준이지만, 노후건물 연면적이 타 분야 대비 압도적으로 높게 나타나 각 잠재량도 높게 산출된 것으로 판단됨
- 그 다음으로, 에너지 절감 잠재량 및 온실가스 감축 잠재량을 포함한 모든 측면에서 근린생활시설, 아파트, 교육연구시설, 숙박시설 순으로 높게 나타남
- 본 가정에서 추정된 잠재량값은 '리모델링 필요 건물의 단위면적당 연간 에너지 사용량' 값과 관계없이, 노후건물 연면적 값에 비례하는 것으로 확인됨

【 표 2-99 】 9개 분야별 에너지 절감 및 온실가스 감축 잠재량

구분	에너지 절감 잠재량(toe)	온실가스 감축 잠재량(tCO2)
단독주택	890,370	4,825,434
아파트	268,056	1,452,752
연립 및 다세대	76,557	414,906
근린생활시설	662,414	3,590,006
판매시설	34,563	187,316
업무시설	79,030	428,312
숙박시설	96,631	523,700
의료시설	30,928	167,615
교육연구시설	180,792	979,815



❑ 리모델링 비율에 따른 온실가스 감축량 분석

❍ 연간 증축, 개축, 대수선, 이전 신청 면적을 바탕으로 건물 유형별 리모델링 비율을 산정, 이를 바탕으로 에너지 및 온실가스 감축 잠재량 도출

- 통계자료를 바탕으로 산정한 실제 리모델링 비율 및 건축물 전체 평균 리모델링 비율(0.6%)을 각각 대입하여 리모델링 비율 개선 시 감축량 개선 정도를 파악

  · 각 건물 유형별 신축 비율, 멸실률 등을 적용하여 동 사업 개발 기술 도입 시점(2030년)의 값을 예측 반영

❍ 리모델링 활성화가 미흡한 건물 유형의 리모델링 비율을 건축물 전체 평균 수준 정도로 개선시킬 경우, 연간 약 5만 5천 TOE의 에너지와 30만톤의 온실가스 감축 가능

- 노후 물량이 많고 현재 리모델링 추진이 미흡한 아파트, 단독주택, 연립 및 다세대 등 주거 시설의 개선효과가 높음

【 표 2-100 】 리모델링비율 0.6% 적용 시 에너지 절감량 및 온실가스 감축량

구분	리모델링비율 (실제)	에너지 절감량 (toe)	온실가스 감축량 (tCO2)		에너지 절감량 (toe)	온실가스 감축량 (tCO2)
단독주택	0.10%	**3,028**	**16,409**		**18,166**	**98,451**
아파트	0.01%	**495**	**2,683**		**29,702**	**160,975**
연립 및 다세대	0.02%	**148**	**803**		**4,443**	**24,081**
근린생활시설	0.47%	**21,849**	**118,412**	리모델링비율 0.6% 적용	**27,892**	**151,164**
판매시설	1.35%	5,206	28,214		5,206	28,214
업무시설	1.01%	14,561	78,917		14,561	78,917
숙박시설	0.62%	5,572	30,200		5,572	30,200
의료시설	3.47%	102,415	555,045		102,415	555,045
교육연구시설	0.56%	**6,066**	**32,876**		**6,499**	**35,224**

4.3. 공동주택 리모델링 추진 현황

❑ 리모델링 사업의 개념

❍ 리모델링이란 건축법과 주택법에서 건축물을 대수선하거나 일부를 증축하는 행위로 정의

- 건축법에서는 대수선 및 증축을 통한 연면적의 증가로 리모델링을 정의
  - "건축물의 노후화를 억제하거나 기능 향상 등을 위해 대수선하거나 일부 증축하는 행위"
- 주택법에서는 세대수, 층수, 주거전용면적의 증가로 리모델링을 정의
  - "건축물의 노후화 억제 또는 기능 향상 등을 위한 대수선, 각 세대 주거전용면적의 10분의 3 이내에서의 증축, 각 세대 증축가능면적을 합산한 면적의 범위에서 기존 세대수의 100분의 15 이내에서 세대수를 증가하는 행위"

❍ 리모델링은 2001년 건축법 시행령 개정으로 용어가 도입되었고, 2003년 주택법에 공동주택 리모델링 사업이 도입된 후 사업 활성화 측면에서 지속적으로 규제 완화

- 2005년 주택법 시행령 개정으로 주거전용면적의 10분의 3 이내의 증축이 허용 되었으며, 2007년에는 리모델링의 허용연한이 20년에서 15년으로 단축
- 2012년에는 세대 주거전용면적이 85㎡ 미만인 경우 증축가능한 면적의 범위를 주거전용면적의 30%에서 40%로 확대
- 2013년에는 최대 3개층(15층 이상 3개층, 14층 이하 2개층)까지의 수직증축이 허용되었고, 세대수의 증가 범위가 10%에서 15%로 확대

❍ 공동주택 리모델링 사업은 일반 건축물 또는 리모델링 활성화구역에서의 리모델링에 비해 상대적으로 완화된 범위로 규정

- 일반 건축물은 건축법 규정에 따라 기존 연면적 합계의 10% 범위에서 연면적 증가가 가능하고, 리모델링 활성화구역 내에서는 연면적의 30% 범위에서 심의에 따라 증가 연면적을 정하도록 규정
- 공동주택 리모델링은 건축법에서 구체적인 증축완화 범위를 정하지 않고 주택법에서 규정하는 규모를 기준으로 건축심의를 통해 결정, 건축법 시행규칙에 따라 증축 규모 이외의 증축이 가능한 구조의 범위가 결정
- 그 외 건축법과 주택법의 완화 규정에 따라 건폐율, 용적률, 대지의 공지, 대지의 조경 설치 기준, 건축선, 높이, 일조권 등의 규제완화가 가능하며, 이 경우 건축법 상 건축위원회의 심의를 거쳐 규제 완화 여부와 적용 범위를 결정

【 표 2-101 】 공동주택 리모델링 사업의 관련 제도 변화

개정연월 (시행연월)	개정법령	주요내용
2001.9	건축법 시행령	- 리모델링 용어 및 개념 정의 - 건축심의를 통한 건축기준 완화여부 및 적용범위 규정
2002.3	공동주택 관리령	- 공동주택 리모델링 행위허가기준 신설 - 준공 후 20년 경과 시 증축 허용 - 리모델링 동의율 100%
2003.5 (2003.11)	주택법 전부개정	- 주택법에 리모델링 제도 도입 - 리모델링 주택조합제도 도입 - 행위허가기준 마련, 동별 리모델링 및 전체 리모델링 모두 인정
2005.7 (2005.7)	주택법 제2조	- 리모델링 용어 정의 개정(증축 범위를 대통령령으로 정함 - 공동주택의 구조적 안전과 주거환경이 열악해지는 것을 막기 위해 증축 범위를 일정범위로 제한
2005.9 (2005.9)	주택법 시행령 제4조의2 별표3	- 대통령령에서 주거전용면적의 10분의 3 이내 증축 허용 - 필로티 구조의 안정 및 최상층 상부 증축 허용
2007.3 (2007.3)	주택법 시행령 제4조의2	- 공동주택 증축 리모델링 허용 연한을 20년에서 15년으로 단축 (15년~20년 미만 기간 내로 조례에 규정)
2007.7 (2007.7)	주택법 시행령 제47조	- 재건축 대상 건물의 리모델링에 동의한 입주자는 리모델링 주택조합 또는 입주자 대표회의에서 허가신청서를 제출하기 전까지 서면으로 동의를 철회할 수 있음
2012.1 (2012.7)	주택법 제2조 등	- 85㎡ 미만의 증축범위를 30% → 40%로 확대 - 세대별 증축가능면적 범위에서 세대수 증가 허용(수평·별동 증축 허용, 기존 세대수의 10%) - 공동사업주체 인정, 세대수 증가에 따라 행위허가 시 도시계획 심의
2013.12 (2014.4)	주택법 제2조 등	- 수직증축 리모델링 허용 및 세대수 증가범위 확대 (기존 세대수의 10% → 15%) - 안전진단 보완, 전문기관의 안전성 검토, 수직증축 구조기준 등 안전성 확보방안 - 리모델링 기본계획 수립 의무화(특별시, 광역시, 50만이상 대도시 등)

❑ 공동주택 리모델링 사업 추진 현황

❍ 공동주택 리모델링 사업은 다음의 절차에 따라 추진

- (리모델링 기본계획 수립) 2013년 수직증축형, 세대수 증가형 리모델링 도입에 따라 특별시, 광역시, 인구 50만 이상 대도시의 리모델링 기본계획 수립 의무화
- (조합 설립 인가) 리모델링 주택조합은 시장·군수·구청장에게 설립 인가 신청
  - 리모델링 사업으로 늘어나는 세대수가 30세대 미만이면 자치구 건축심의를 통해 행위허가, 30~50세대 증가 시 자치구 건축심의를 통해 주택사업계획 승인, 50세대 이상 증가 시 자치구 도시계획심의 후 주택사업계획 승인
- (1차 안전진단) 사업인가 이전에 구조 안전성을 평가하고 수직·수평증축의 가능 여부를 판단하기 위해 건축구조기술사 참여로 안전진단 실시

· 건물기울기, 기초 및 지반침하, 내력비, 기초내력비, 처짐, 내구성 등의 항목별로 평가가 진행되며, 모든 항목이 B등급 이상이고 신축 당시 구조도면을 보유한 경우 수직증축 허용

· 수직층죽 허용 대상 외에는 수평증축이 가능하나 1개 항목이라도 D등급에 해당할 경우 증축형 리모델링 불가

- (건축·도시계획 심의) 건축심의, 교통영향평가심의, 경관심의, 도시계획심의 등 행위허가 및 주택사업계획 승인을 위한 각종 심의 실시

· 건축법에의한 건축심의신청이 접수되면 지자체는 전문기관(한국시설안전공단, 한국건설기술연구원)을 통해 기본설계에 대한 1차 안전성검토 수행

- (사업계획 승인) 건축·도시계획 심의를 통한 사업계획 승인을 거쳐 조합·입주자 대표회의를 구성

- (2차 안전진단) 이주 후 실제 공사가 시작되기 전에 실시, 1차 안전진단의 결과를 검증하고, 실내 거주공간에 대한 안전진단을 추가로 시행하여 슬라브 두께 등을 측정하고, 층간소음에 대한 부분도 검토·보강

- (착공 등 사업 추진) 2차 안전진단 완료 후 착공 가능하며, 단지 준공 시 사용검사



【 그림 2-82 】 공동주택 리모델링·재건축 추진 절차 비교

❍ 공동주택 리모델링 사업 추진 현황

- 경기 등 일부 지역을 제외한 나머지 지자체(서울포함)는 리모델링 관련 현황 미취합 또는 비공개
  - · 건축도시공간연구소(2020)는 2019년 7월 기준 전국 리모델링 추진 단지를 33개 단지(서울형 리모델링 시범단지 7개 포함)로 추정
  - · 2019년 7월 기준 서울시 시범사업은 조합 설립조차 되지 않은 상태이며, 기타 26개 단지 중에서는 개포 우성9차(수평증축) 리모델링 사업만이 착공을 시작, 나머지 25개 단지는 행정절차 이행 중

【 표 2-102 】 서울·경기지역 리모델링 사업 추진 현황

시군	단지명	위치	동수	세대수	사용검사일	조합설립	1차안전진단	안전성검토	사업승인	2차안전진단	비고
서울송파	아남	송파구 오금동	-	299	`92.09	`08.01	`08.08	-	-	-	-
	성지	송파구 송파동	-	298	`92.12	`08.02	`16.09	-	-	-	-
	문정시영	송파구 문정동	-	1,316	`89.03	`19.08	-	-	-	-	-
	삼전현대	송파구 삼전동	-	120	`89.11	`19.09	-	-	-	-	-
	소계	**4개 단지**	**-**	**2,033**							
서울용산	이촌현대	용산구 이촌동	8	750	-	`06.05	-	-	-	-	-
	소계	**1개 단지**	**8**	**750**							
서울강남	청담건영	강남구 청담동	-	240	-	`18.02	-	-	-	-	-
	대치1차현대	강남구 대치동	-	120	-	`09.02	-	-	-	-	-
	대치선경3차	강남구 대치동	-	54	-	`14.08	-	-	-	-	-
	개포우성9차	강남구 개포동	-	232	-	`08.06	`19.04 착공 (수평증축)				
	대치2	강남구 개포동	-	1,753	-	`08.08	-	-	-	-	-
	대청	강남구 개포동	-	822	-	`08.01	-	-	-	-	-
	소계	**6개 단지**	**-**	**3,221**							

시군	단지명	위치	동수	세대수	사용검사일	조합설립	1차안전진단	안전성검토	사업승인	2차안전진단	비고
경기 수원	동신(아)1	장안구 정자동	11	1,548	`87.05	`10.01	-	-	-	-	
	동신(아)2	장안구 정자동	16	1,992	`88.05	`10.08	-	-	-	-	조합장 사퇴
	동신(아)2	장안구 정자동	4	330	`89.02	`09.11	-	-	-	-	조합장 사퇴
	소계	**3개 단지**	**31**	**3,870**							
경기 성남	한솔5	분당구 정자동	12	1,156	`95.10	`10.09	`15.06	`17.08	-	-	신도시 (분당)
	매화1	분당구 야탑동	6	562	`95.10	`11.01	`15.12	-	-	-	신도시 (분당)
	느티마을 3	분당구 정자동	12	770	`95.07	`14.12	`15.11	`17.11	-	-	신도시 (분당)
	느티마을 4	분당구 정자동	16	1,006	`95.11	`14.12	`15.12	`17.11	-	-	신도시 (분당)
	무지개 마을4	분당구 구미동	5	563	`95.11	`15.09	`16.08	`17.10	-	-	신도시 (분당)
	소계	**5개 단지**	**51**	**4,057**							
경기 안양	목련2	동안구 호계동	9	994	`92.03	`08.07	`16.06	`18.02	-	-	신도시 (평촌)
	목련3	동안구 호계동	10	902	`92.07	`09.04	`16.06	`18.06	-	-	신도시 (평촌)
	소계	**2개 단지**	**19**	**1,896**							
경기 용인	동아삼익 풍림	수지구 풍덕천동	12	664	`94.12	`19.09	-	-	-	-	신도시 (수지)
	보원	수지구 풍덕천동	5	692	`94.12	`20.02	-	-	-	-	신도시 (수지)
	소계	**2개 단지**	**17**	**1,356**							

※ 출처 : 각 지자체 홈페이지에서 취합, 정보 미기재 또는 미공개로 3개 단지 정보 누락

❍ 추가 세대 확보가 가능한 수직증축의 사업성이 더 높음에도 불구하고, 행정절차 및 안전성 검토 과정이 복잡하여 사업 추진 사례 없음

- 수평증축 사업 추진 시 제외되는 2차례의 안전성검토와 추가 안전진단으로 인해 `14년 이후 수직증축 리모델링 사업 승인 사례는 송파 성지아파트 1건 뿐
- 수직증축 리모델링 사업은 행정절차의 복잡성으로 인해 수평증축에 비해 사업 기간이 약 1년 6개월 가량 더 소요
  - 특히, 수직증축 리모델링에 대한 안전성 문제 제기로 정부가 2차 안전진단 기준을 더욱 강화하면서 사업 추진에 어려움이 큼



【 그림 2-83 】수직증축 및 수평증축의 인허가 예상 시간

4.4. 에너지 리모델링 비활성화 원인 분석

❑ 규제 관점

❍ 민간건물의 에너지리모델링 촉진 의무 규정 부재

- 공공부문의 그린리모델링 이행 기준의 강제성이 미비하며, 민간 부문의 자발적 유인정책 및 인센티브 제도 등 마중물 정책이 미흡
- 에너지 의무진단제도, 그린리모델링 시범사업 추진, 건축물 효율등급제 운영, 에너지절약 계획서 기준 강화 등 다양한 효율향상 정책들이 신축건물 중심
  · 에너지 절감 잠재량이 큰 기존 건축물에 대한 제도 등의 대책 미흡

【 표 2-103 】 리모델링 관련 제도

구분	내용
에너지진단	연간에너지 사용량이 2,000TOE이상인 에너지다소비 사업장 대상 5년 주기로 에너지 진단 실시 의무, 2002년 이후 최근 5년 에너지 절감 실적에 따라 최초 진단 시기 배정
그린리모델링 시범사업	• (시공지원사업) 리모델링 실시설계 추진 중(또는 설계 완료 후 시공 전)인 건물을 대상으로 그린리모델링을 위한 추가 공사비를 지원 • (설계지원사업) 리모델링을 구상 중인 건물을 대상으로 그린리모델링 기획설계 지원 및 기획재정부 또는 지자체 등의 예산반영 지원
건축물 효율등급인증	모든 용도의 신축 및 기존 건축물 대상, 건물의 설계도서를 통하여 난방, 냉방, 급탕 등 에너지소요량과 이산화탄소 발생량을 평가하여 에너지성능에 따라 10개 등급(1+++ ~7등급)으로 인증 (제도 추진 경위) • 공동 주택을 대상으로 인증시행(산자부 고시, '01.8) • 공공기관 신축 공동주택에 인증 취득 의무화 (총리지침, '04) • 공공기관 신축 공동주택 2등급 이상 인증 취득 의무
에너지절약계획서	연면적 500m2이상 신축건물의 건축허가 신청 시 제출하여 일정 점수(공공기관: 74점) 이상 취득하여 지자체에서 건축허가 결정
녹색건축인증	지속가능한 개발의 실현과 자원절약형이고 자연친화적인 건축물을 유도하기 위하여 건축물을 대상으로 인증심사등급에 따라 녹색건축 인증서를 발급 • 의무대상: 중앙행정기관, 지방자치단체, 공공기관 등에서 연면적의 합이 3,000m2 이상의 건축물을 신축하거나 별도의 건축물을 증축하는 경우 * 500세대 이상의 공동주택은 공동주택성능등급 의무대상
장수명주택인증	구조적으로 내구성을 갖추고, 다양한 수요 및 요구변화에 대응, 내부구조를 쉽게 변경할 수 있는 가변성과 수리용이성 등이 우수한 주택을 건설하기 위해 1,000세대 이상 공동주택에 대한 평가를 수행 *'14.09.01부터 공공건축물(3,000㎡이상) 신축 및 별동 증축시 의무 *『주택건설기준 등에 관한 규정』제 65조(장수명 주택 건설기준 및 인증제도 적용대상 등)에 근거하여 추진

❍ 자발적인 리모델링 시에만 녹색건축 및 장수명주택의 의무화 한정

- 장수명주택인증제도의 경우 3,000m2 이상의 공공건축물이 신축 시 의무화하였으나, 사업 주체가 직접 인증기관에 인증 신청을 해야함
  · 인센티브 또한 건폐율, 용적률 10%미만의 건축기준 완화 수준으로 자발적 참여 활성화 미약
- 녹색건축물 활성화를 위해서 발주처의 자발적인 인증 참여가 필수적으로, 경제적 가치 규명이 우선시 되어야함



※ 출처: LH 녹색인증센터

【 그림 2-84 】 장수명주택인증제도 절차

❑ 보조 관점

❍ 이자지원 사업 등은 리모델링 유인 효과 적음

- 공공건축물 그린리모델링 실적 미흡 및 민간 기축건물 그린리모델링 시장 비활성화
  · '19년 기준 국내 건축물 리모델링 실적은 총 연면적 대비 0.60% 수준으로 리모델링 시장 확대 절실
  · 공공건축물 그린리모델링 시공지원사업의 지원 건수는 크게 증가하였으나, 건당 지원 규모는 '14년 158.2백만원에서 '18년 11.2백만원으로 감소

  * 년도별 사업 지원의 주거·비주거 각각의 유형별 지원내역은 공개되어 있지 않음
  * 14년 이후 근린시설 대상 지원이 대폭 감소, 공동주택 지원비중이 증가한 것으로 추정

【 표 2-104 】 그린리모델링 이자지원사업 민간부문 지원실적

(단위 : 백만원, 건)

구분		`14년	`15년	`16년	`17년	`18년	합계
사업확인	금액	55,702	36,483	75,949	95,763	103,991	367,888
	건수	352	2,753	7,742	8,551	9,278	28,676
지원금액/건수		**158.2**	**13.3**	**9.8**	**11.2**	**11.2**	**12.8**

❍ 공공건물만 건축비 일부 보조

- 공공 대비 민간건축물 그린리모델링 지원은 미흡한 실정

· '20년 3차 추경 예산안 상 공공건축물 리모델링에만 1,992억원 지원

* 공공 건축물 그린리모델링 이자지원 사업은 에너지 성능개선 비율에 따라 1~3% 차등 지원(이자 지원 규모는: 비주거 건물은 최대 50억원, 주거용 건물은 2천만원(공동)~5천만원(단독) 한도)

❍ 도시재생사업 내 건물 에너지리모델링 미흡

- 도시재생, 주거 및 에너지 복지 등 사회적 측면에서의 접근을 위한 기술 지원의 부재로 도시재생 내 에너지리모델링 추진이 미흡

· 개선 수요와 개선 잠재량이 모두 매우 높은 저소득·에너지빈곤층은 투자여력이 미흡하여 자발적 리모델링 추진 불가

* '19년 7월 기준 서울시 시범사업은 조합 설립조차 되지 않은 상태였으며, 기타 26개 단지 중에서는 개포 우성9차(수평증축) 리모델링 사업만이 착공, 나머지 25개 단지는 행정절차 이행 중

· '14년부터 '19년까지 총 329개의 도시재생 사업이 추진되었으며, '17년부터 '19년까지 총 283개의 도시재생 뉴딜 사업 추진

* '14년에 도시재생선도지역 13곳, 2016년에 도시재생일반지역 33곳을 지정하여 기반시설 확충, 주거환경 개선 사업 진행

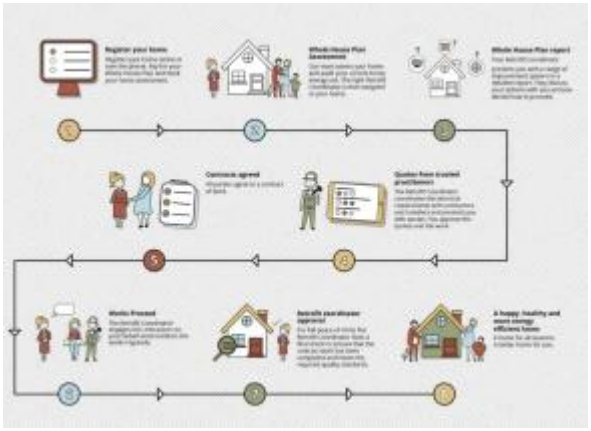
* '17년 전국 68개 지역을 대상으로 시범사업 실시, 2018년 99개, 2019년 116개 지역에 도시재생 뉴딜 사업 실시

【 표 2-105 】 연차별 도시재생 사업 추진 현황

(단위: 개)

구분	2014	2016	2017	2018	2019	계
우리동네 살리기	-	-	17	17	18	52
주거지지원형	11	-	16	28	18	246
일반근린형		19	15	34	40	
중심시가지형		9	19	17	20	
경제기반형	2	5	1	3	2	13
혁신지구	-	-	-	-	4	4
총괄사업관리자	-	-	-	-	2	2
인정사업	-	-	-	-	12	12
합계	13	33	68	99	116	329

【 표 2-106 】(참고) 영국의 커뮤니티 선도모델 사례

옥스포드의 LCWO(Low Carbon Oxford)커뮤니티	
• 2009년부터 현재까지 추진 • 지역 내(WOCORE)에서 생산한 신재생에너지를 지역 내 공급하고 그리드를 통해 잉여 에너지를 외부 지역에 판매 • 저탄소 프로젝트에 투자를 통해 지역 수익을 올린 사례 • 해당 지역으로의 투자 및 수혜에 따라 지역의 네트워크가 강화되는 효과를 보임 • LCWO의 경우 커뮤니티 주도 서비스를 통한 리트로핏 참여를 유도하고 참여를 통해 연쇄적인 효과로서 리트로핏 프로그램 활성화를 주장 • 공공 보조금 등이 필수인 것으로 판단	 ※ 출처: LCWO 웹사이트 <LCWO의 커뮤니티 리트로핏 추진 프로세스>

【 표 2-107 】(참고) 영국 민간기업의 커뮤니티 리트로핏 협력·연계 사례

SOAR Build	
• 영국 Sheffield 지역 • 사회적 기업으로 공공부문과 민간부문의 파트너십 협력·연계 사례 • 계약자/하도급자 프로젝트를 수행하며 외부 벽 단열재, 석고, 장식 및 세라믹 타일링 등 지속적인 유지보수 지원과 전문 거래를 제공 • 지역 재생에 특화된 기업으로 지역고용을 통해 성공적인 사업 추진 및 커뮤니티 활성화 촉진을 목표	

【 표 2-108 】(참고) 미국의 공공-민간 연계 커뮤니티 리트로핏(프로그램, 펀드) 사례

Clean Energy Works Oregon(미국)	Bay Area Affordable Mutifamily Retrofit Initiative, California(미국)
• 2010년부터 현재까지 추진 • 주택 에너지 개선을 위한 비영리 프로그램 • 연방정부에서 시드머니를 지원받음 • 채권자들 또한 보장 • 주택소유자는 에너지 효율 개선을 위해 최대 3만 달러를 대출 가능 • 열(전력)에너지 사용 비용으로 대출금을 회수하는 방식	• 2010년부터 2011년 추진 • 기존 전통 선물 담보 대출을 통한 에너지 개선 투자 펀드 • ARRA산하의 State Energy Programme(SEP) 등으로부터 자금을 지원받음 • 낮은 참여율 및 수혜 성과를 보였으며, 이는 에너지 절감에만 치중된 프로그램과 소유주들의 수요가 적은 요인으로 인한 것으로 판단

❑ 시장 관점

❍ 비용 대비 편익이 낮아 리모델링의 경제성 없음

- 전국 공동주택 단지 중 세대수 증가를 동반한 공동주택 리모델링 사업이 가능한 단지는 약 10% 내외에 불과
  - · 용적률 정보가 확보된 약 50% 가량의 데이터 4,402개 단지 중 1,161개 단지만이 리모델링 사업 추진 가능
  - · 이 중 사업성 확보가 가능한 단지는 최대 29%에 불과, 전체 노후단지 상 약 600여 개 단지만이 사업성 확보 가능할 것으로 판단됨
- 에너지경제연구원(2017)에 따르면, 현 기술수준에서는 건물 에너지효율 개선을 위한 요소기술 대다수의 경제성이 낮아 기술도입의 실효성이 없는 것으로 나타남
  - · 3층 규모의 주상복합건물 대상 경제성 분석 결과 기술별 투자회수기간은 최소 8년(LED 조명)에서 최대 133년(외피단열)으로 나타나 거의 모든 적용가능기술의 비용회수기간이 매우 높은 수준

【 표 2-109 】 요소기술별 절감비용 및 투자회수기간

(단위 : 천원, kWh, 년)

구분	외피단열	창호공사	LED조명	고효율설비	태양광발전	태양열급탕
초기투자(천원)	12,933	5,233	2,378	26,480	25,620	10,000
총비용(천원)	6,455	6,417	6,253	6,027	5,075	6,272
절감비용(천원)	98	135	299	525	1,477	280
투자회수기간(년)	133	39	8	50	17	36

※ 출처: 에너지경제연구원(2017). 건물효율개선사업 활성화를 위한 금융지원 방안 연구

- 지원사업의 만족도 조사 결과 건축물 가치, 에너지 비용 등 경제적 관점에서의 만족도는 보통(3점) 이하 *조사 항목 또한 기밀/방음/미관 등 실내환경개선 요소 위주로 구성되어 있음

【 표 2-110 】 요소기술별 절감비용 및 투자회수기간

항목		만족도	표준편차
실내환경개선 만족도	외부 냉기 및 열기 차단	4.35	0.970
	실내 공기 환경 개선	3.81	1.491
	자연채광 개선	3.31	1.806
	외부로부터의 소음 차단	4.45	0.861
	미관적 만족도	4.12	1.180
	평균	4.17	1.029
에너지 비용 절감	난방용 가스비 절감	3.51	1.706
	전기 비용 절감	**2.57**	1.943
자본 이득	자산가치 상승	**2.59**	1.845

※ 조사방법: 이자지원사업 수혜 건물주 및 거주자 1,947명 대상. 요소별 매우만족(5점)~매우불만족(1점)의 5점 척도로 비대면 설문조사 진행
※ 출처: 임지혜 등(2017)

❍ 대기업은 대규모 단지에만 관심, 주택 등 소규모 리모델링은 기술력 부족

- 평당 사업비 가정과 무관하게 리모델링 대상 대부분이 서울 및 수도권의 대규모 아파트 단지가 많은 일부 도시에 집중적으로 분포

  · 리모델링에 소요되는 평당 사업비를 절감할수록 사업성 확보가 가능한 공동주택단지 수가 증가

  · 세대수 증가형 리모델링의 경우 사업성 확보가 가능하여 주민부담금이 적을 뿐 아니라 대형 건설사의 경쟁체제 하에서 추진 가능

  * LH 토지주택연구원(2018)의 리모델링 사업 지원실적 분석에 따르면 공동주택이 전체 지원의 약 90% 이상을 차지하고 있으며, 단독주택, 근린시설 순으로 지원

- 특히 연립 및 다세대, 아파트 등 공동주택의 경우 연간 리모델링 연면적이 신축 재고량의 1%에도 미치지 못함

【 표 2-111 】 신축 면적 대비 리모델링 면적 비중

(단위 : ㎡, %)

건물유형	신축 연면적	리모델링 연면적	비중
단독주택	7,089,804	511,568	7.2%
연립 및 다세대	4,013,898	35,843	0.9%
아파트	33,951,337	83,491	0.3%
교육연구시설	1,283,804	1,155,478	90.0%
건물전체	113,811,362	22,407,708	19.7%

※ 공공업무시설은 통계누리 상 근린생활시설 등으로 분류되어 별도의 신축/리모델링 통계 부재

- 주거용 건물 중에서도 아파트, 연립 등의 리모델링 비중이 가장 낮음

  · 건물주-소유주가 분리되어 있는 국내 특성 상 리모델링 비용의 투자 주체와 에너지 비용 절감의 수혜자가 상이하거나, 의사결정주체의 수가 많은 경우 리모델링 시행률이 낮음

  * '19년 기준 아파트 신축 물량 중 재건축·재개발 등 정비사업 물량이 약 28%에 달하는 것*으로 미뤄볼 때, 조합원 의사결정 시 재건축·재개발 대비 리모델링의 매력도가 극히 낮은 것으로 추정할 수 있음

5. 기술적 환경분석

5.1. 국내 리모델링 관련 기술 이슈

❑ AICBM 4차 산업혁명 기술과 건설 기술 전반에 걸친 기술의 융복합 요구

❍ 초연결·초지능화를 통한 건축물 설계·시공·유지관리 등 전단계에 걸친 기술 혁신 필요

❍ 설계-시공 등 단계상의 모듈화·자동화를 통한 생산성 향상 및 건설현장 개선이 기대됨



【 그림 2-85 】 건설산업 가치사슬 단계별 기술 패러다임 변화

❑ 개별 건물 제로에너지화의 한계로 커뮤니티 단위 기술 확보 및 고도화 필요

❍ 신재생에너지 융복합 이용, 에너지네트워크, 에너지믹스, CEMS 등 커뮤니티 단위 제로에너지 기술 적용 사례 미흡하여 활성화 및 고도화 필요한 실정

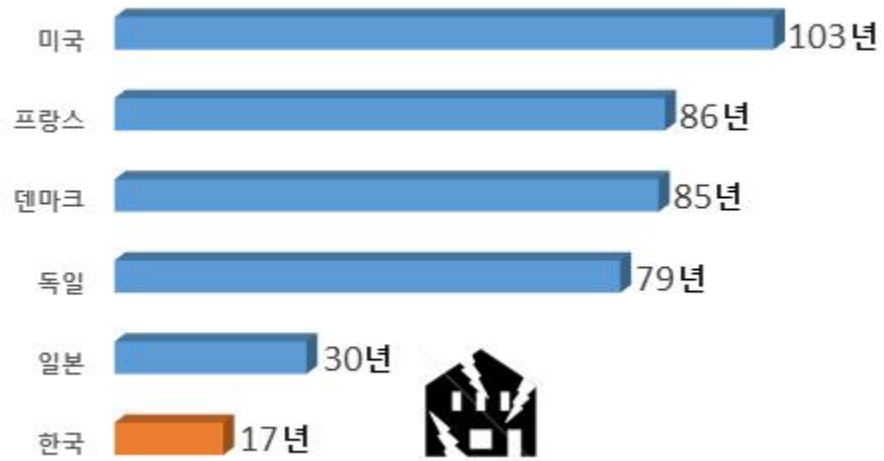
❍ 커뮤니티 에너지 성능 진단 및 평가 기술이 부재하며, 커뮤니티 단위로 제로에너지 확산 가능한 기술 확보 필요

❍ 용도, 규모 등 다양한 건물 유형별 그린리모델링 건축 수요자 맞춤형 솔루션 개발 필요

❑ 건축물의 사회적 내구연한을 늘릴 수 있는 설계 단계 기술 부족

❍ 우리나라 공동주택의 평균수명은 27년으로 미국(103년), 영국(141년), 프랑스(86년) 등에 비해 매우 낮은 실정

- 짧은 건축수명은 자원 및 에너지 낭비, 건설폐기물의 증가 등의 문제 유발
- 국내 초기 공동주택은 기둥식이 아닌 내력벽 하중 구조가 많으며, 설비와 배관을 콘크리트 안으로 묻어 수리가 불가능하고 집 구조를 바꾸기 어려운 형태
- 국내 공동주택 리모델링의 경우 구조체만 남기고 새로 시공하는 수준으로 비용이 많이 드는 문제가 있음(최대 신축 비용 80%)



※ 출처: 주택산업연구원

【 그림 2-86 】 주요 국가 공동주택 평균 수명

- ❍ 건축물의 구조적 내구연한 뿐만 아니라, 사회적 내구연한을 늘릴 수 있는 설계 단계기술 개발 및 거주자 인식 제고 필요

❑ LCCO2 친환경 건축기술 관련 건축물 생애주기 전과정의 영향 개선 미흡

- ❍ 건설산업은 건축자재의 생산, 운반, 시공 및 건축물 운영과정에서 다량의 CO2를 배출하고 있으나, 현재까지 건설과정 전체의 LCCO2 평가 및 개선 노력은 미흡
  - 현재 대부분의 설계·시공은 시공시점의 비용을 최소화하는 관점에서 이뤄지고 있음

❑ 저비용/고신뢰 기존 건축물 진단 및 통합 품질관리·보증 체계 미흡

- ❍ 현재 신규 녹색건축 기획단계에서의 에너지절약 설계 및 의사결정을 위한 기술개발에만 집중
- ❍ 그린리모델링을 위한 4차 산업 연계 진단기술을 통하여 저비용의 신리성을 확보한 기존 건축물 진단 가능
- ❍ 진단을 통한 그린리모델링 의사결정 연계 및 설계의 이행률과 실효성을 높일 수 있는 자재-시공-유지관리 상의 품질관리/보증 체계 구축 필요

❑ 현 그린리모델링 시공 기술은 신축건물 중심으로 적용 가능한 리모델링 기술 위주

- ❍ 공공기관 의무진단제도, 그린리모델링 시범사업추진, 건축물 효율등급제 운영, 에너지절약계획서 기준 강화 등 다양한 효율향상 정책들이 신축건물 중심으로 운영되고 있어 절감 잠재량이 큰 기존 건물에 대한 대책이 미흡
  - 녹색건축물의 활성화를 위해서는 발주처의 자발적인 인증 참여가 필요하므로 경제적 가치 규명이 필요하나, 국내 녹색건축물 추가공사비 및 비용편익 실증사례 연구가 부족
  - 2013년 ㈜이에이엔테크놀로지 사에서 진행한 공동주택과 업무용 건축물에 대한 녹색건축인증 등급 차이에 따른 추가 공사비 연구에 따르면, 공동주택은 기존 건축물 대비 일반등급 적용 시 0.2%가 상승하며, 최우등급 적용 시 4.2% 정도의 추가 공사비가 소요됨

- 추가공사비가 많은 항목은 대체로 토지이용, 에너지, 생태환경, 실내환경 등의 분야로 나타남

  · 마곡지구 공동주택 리모델링 사례의 경우, 총 공사비는 2,797억 원으로 제시되었으며, 녹색건축인증 관련 부분 비용은 298억원으로 전체공사비의 약 10.6% 수준을 차지

【 표 2-112 】서울시 마곡지구 공동주택 건물개요 및 총 공사비

항목		내용	항목	내용	조감도
위치		서울특별시 강서구	지구유형	준주거지역, 최고고도지구	
대지면적		69,122m^2	건축면적	15,094.^{97}m^2	
연면적		217,532.15㎡	용적율	220.73%	
	지상	142,369.41㎡	건폐율	29.12%	
	지하	75,162.74㎡	조경면적	22,564.58㎡	
세대수		1,529세대	주차대수	1,970대	
인증		예비인증(그린2등급)			

분야	인증항목		적용사항	금액
2. 에너지 및 환경오염	2.1	에너지 성능	건축물에너지 효율등급 1등급 취득	-
	2.2	에너지 모니터링 및 관리 지원 장치	-	-
	2.3	신재생에너지 이용	태양광, 지열히트펌프계획, 신재생에너지 5%이상 설치	837,114,262
	2.4	저탄소 에너지원 기술의 적용	신재생에너지 설치, 지역난방방식 적용	766,295,640
	2.5	오존층 보호를 위한 특정 물질의 사용 금지	할론을 포함하지 않는 소화기 사용	-
	소계			1,603,409,902

※ 출처: 녹색건축 인증 건축물 비용편익분석 방법론 수립 및 평가, 안동대학교(2017)
※ 분석대상 공동주택은 예비인증 그린 2등급을 획득한 것으로, 공사기간 2년을 감안하여 편익 2020년도부터 발생하는 것으로 전제, 분석결과는 NPV, B/C, IRR 등 3가지 방법으로 수행

❍ (그린)리모델링 기술 또한 그간 건물단위 에너지 성능 개선 기술은 신축 건물 대상 정책/규제 대응 위주로 R&D 추진

❍ 기존 건축물을 대상으로 그린리모델링 기술 적용 시 에너지 절감량을 예측할 수 있는 기술과 원 설계/구조 변경을 최소화하면서 건물 성능을 개선하는 기술, 신재생에너지 설비 설치/운영 기술 개발이 필요

❑ 고부가가치 건축 기술 확보를 위한 R&D 투자 및 정부 지원 부족

❍ 건설 산업 패러다임 변화로 BIM, 생성적 설계, 데이터활용 사업 모델 개발 관련 분야의 신산업 육성을 위한 기술개발 지원 확대 필요

❍ 실무 활용 가능한 설계·저작 도구 개발로 건설 산업 고부가가치화 기여 필요

❍ 건축분야 기술수준 분석 결과 설계, 유지관리 분야의 기술 확보가 시급하며, 에너지 성능 진단 관련 기존 건축물 에너지 사용량 조사 사업 또는 통합관리 시스템 고도화 개발 등 정부 차원의 사업 추진 필요

- 유지관리와 에너지성능 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 각각 약 74.0%와 80.0%, 기술격차는 모두 5.0년으로 나타남
- 유지관리와 에너지 성능 부문 인증 체계 상 비용/편익 항목 요소를 살펴보면, 환경 부하 저감 및 에너지 소비량 절감 등 분석에 있어 기술적 한계가 따름

【 표 2-113 】 유지관리 부문 편익/비용분석을 위한 인증항목별 요소(환경부)

구분	내용
비용 항목	• 환경관리 담당 조직을 운영하기 위한 인건비 등의 비용 • 환경을 우선으로 하는 사내운영지침, 환경관리계획서 작성 비용 • ISO140001 인증에 소요되는 비용
편익 항목	• 건설현장의 환경관리 계획 등의 수립과 시행에 따른 효과는 환경오염 물질 배출 저감, 환경부하 저감 등을 들 수 있으나, 이와 같은 측면은 환경 관리 계획 수립과 시행에 따른 직접적인 효과를 측정하는 데 한계가 있음 • 따라서 환경관리 계획 수립, 시행에 따른 효과는 환경적 측면의 편익으로 간접적이고 정성적으로 기술하는 한계를 지니고 있는 것으로 판단됨

※ 출처: 녹색건축 인증 건축물 비용편익분석 방법론 수립 및 평가, 안동대학교(2017)

【 표 2-114 】 에너지 성능 부문 편익/비용분석을 위한 인증항목별 요소(환경부)

구분	내용
비용 항목	• 건축분야는 창호, 단열재, 세대현관문 등의 소요 비용
편익 항목	• 각종 에너지 절감 설비로 인해 저감되는 에너지 비용을 편익으로 고려할 수 있음 • 건물규모에 따른 평균적인 에너지 소비량 대비 절감되는 부분만큼을 편익으로 산정 ※ 에너지 관리(모니터링 장치)의 경우 비용 항목으로는 세대 전체 에너지 모니터링 장치 설치 비용, 통합 에너지 관리시스템 설치 비용 등이 있으며, 세대 평균 에너지 사용 수준을 감안하여 평균 사용량 대비 절감된 부분만큼의 에너지 사용비용을 편익으로 포함할 수 있음

※ 출처: 녹색건축 인증 건축물 비용편익분석 방법론 수립 및 평가, 안동대학교(2017)

5.2. 설계 및 진단 기술

5.2.1. 개별건물 단위 설계·진단 기술

❑ BIM 활용을 위한 건축 정보 데이터베이스 구축

❍ 주요 선진국에서 건축 자재 생산업체, 도면, BIM 정보 등 상세 제품 정보를 수록한 건축 자재 및 설비 정보 데이터베이스를 구축해 서비스를 제공

- 친환경 인증 자재 정보, 건물 유형별 적용 가능한 자재 및 기술, 기술 적용 전후 효율 및 LCC(Life Cycle Cost) 정보 등의 DB 구축
- 다양한 정보에 대한 DB 구축을 통해 향후 이를 오픈 소스형 설계·저작도구에 적용 및 설계 프로세스를 자동화할 수 있는 기반 마련

【 표 2-115 】 해외 에너지 효율 건축자재 DB 시스템

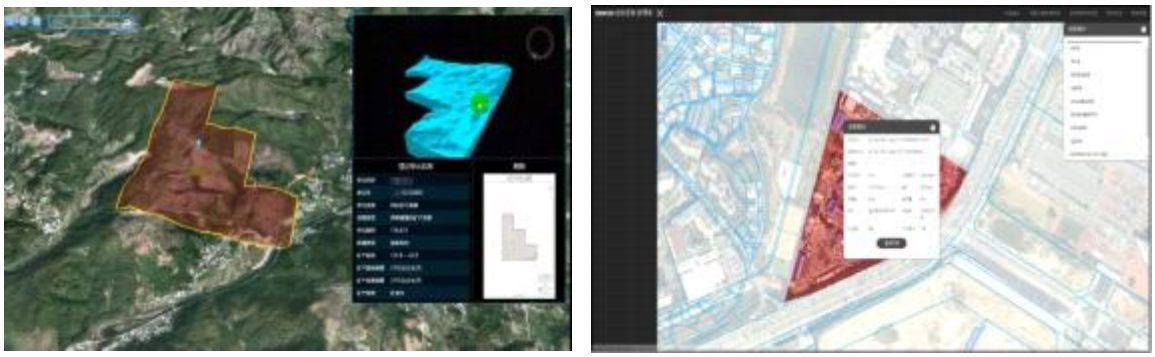
시스템 명	시스템 화면	특징
Sweets Network System		▪ 대체 가능한 건설자재 정보 제공 ▪ 제품별 특성 비교 가능
Smart Building Index System		▪ 건물 유형별 카테고리 분류 ▪ 건물 유형에 따른 자재 정보 제공
Green SPEC system		▪ 녹색 건설자재로 인증받은 자재만을 DB로 구축하여, 관련 정보 수집 용이
Passive House Components DB		▪ 불투명외피(외벽, 바닥 등), 투명외피(유리, 문 등), 그 외 설비 등으로 구분된 카테고리별 DB 제공
National Residential Efficiency Measures DB		▪ 녹색건축 요소기술 (환기, 지붕, 바닥, 조명, 외벽, 급탕, 창문, 문 등)의 리트로핏 전후 효율 및 LCC 제공

※ 출처 : 저비용 제로에너지 건축물 이행 촉진을 위한 기술/비용 최적화 시뮬레이터 개발, 한국건설기술연구원

❍ 국내 기존사업 및 유사사업의 설계·진단 관련 분야는 BIM기술을 위한 데이터베이스 구축 및 기반 기술 개발 위주

- 적합성 검토, 원가 관리, 하자 관리, 외피 및 단열기술에 대한 시공정보 활용 등 제한적 분야에서 BIM기반 시뮬레이터 사용

- BIM기술 기반으로 지리정보시스템이나, 소방시설, 교통 데이터 등과 연계 및 활용하여 사업화 모델 도출 가능한 지원 기술 개발
- BIM을 기반으로 지리정보시스템(GIS)과 융합한 플랫폼 BIMGIS는 도시단위 3차원 실외-실내 공간정보 데이터화 및 통합·연계를 통한 분석 수행 가능
  - · BIMGIS는 3차원 지도 정보, 건물 단위 정보, 공공데이터 포탈과의 연계 등을 통한 보다 고도화된 건축·도시 서비스를 제공하는 기술
  - · 커뮤니티/도시 단위의 다량 건물, 대용량 데이터에 대한 원활한 BIM 및 GIS 운영이 가능



【 그림 2-87 】 BIM과 GIS(지리정보시스템) 융합 플랫폼

❑ CPS 기반 ICT기술 융합 BIM 활용화 지원 기술

❍ CPS(사이버물리시스템)[24] 기반 에너지 성능 예측 및 모니터링 지원 기술 수요 증가

- 규제 강화 및 다양한 인증제도를 통해 설계단계에서의 에너지감리기능은 강화되고 있는 반면, 설계 이행율 제고를 위한 시공 감리 및 시공품질 확보는 미흡
- 설계 이행 감리 추진, 기술 공종별 품질확보 및 현장기술자에 대한 시공 가이던스 제공 등 CPS 개념을 건축산업 전반에 다양하게 활용할 수 있을 것으로 전망



【 그림 2-88 】 국내 시행 중인 건축물 에너지감리 현황

24) CPS(사이버물리시스템)이란, 사이버 시스템과 물리적 시스템을 통칭하는 융합 시스템으로, 기존 실시간 임베디드 시스템이 확장된 개념으로 볼 수 있으며, IoT,빅데이터 등을 기반으로 공장, 의료, 항공, 건설 등 광범위에게 사용되는 인공지능 시스템을 모두 포함

❍ 3D스캔, VR·AR, AI, 빅데이터 등 ICT기술과 융합 연계하여 BIM 기반 활용화 지원 기술 개발

- BIM 기반 드론 관제를 통한 VR·AR 연계 3차원 가상 모델링 시스템으로 건축물의 설계 단계부터 시공 과정을 3D 시뮬레이션 구현 가능하며, 드론 관제 시스템을 통해 작업자가 확인하기 어려운 위험지역의 안전 상태나 공정 현황을 확인
- 건축 부재의 속성, 공정 순서, 물량 산출 등의 BIM 데이터 기술을 3차원 정보로 가시화하여 건축물에 대한 이해도를 높이고 설계 및 시공의 완성도 향상 지원
  · 건축 DB구축을 위한 개인정보 추급문제 연관 정부 검토 승인 및 드론 비행규제 해제 등의 정책적 완화 필요
- 기존 개별 건물 단위의 외피(에너지)성능 진단 수준을 커뮤니티 이상의 단위로 끌어올려 신속하게 진단하고 분석할 수 있는 플랫폼 개발 필요



【 그림 2-89 】 BIM 기반 드론 관제기술 및 가상 3차원 모델링

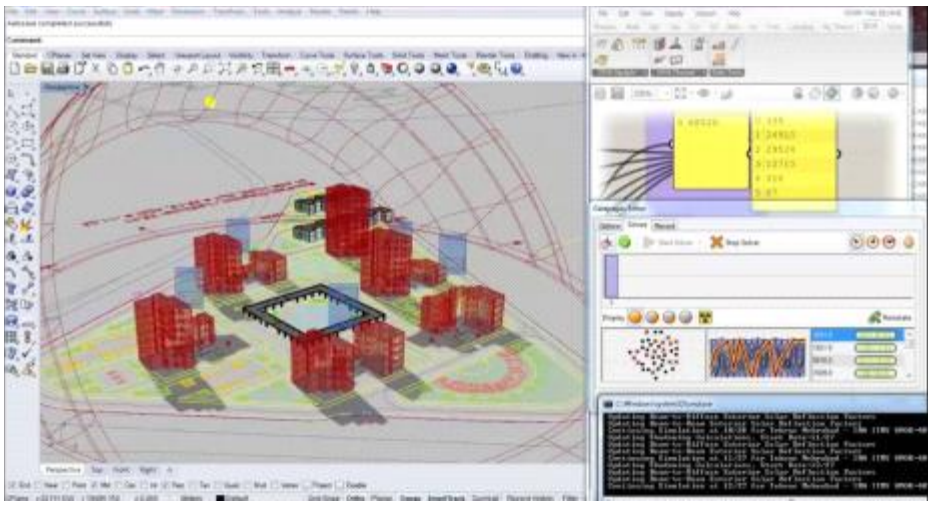
❑ 건물 에너지 효율 최적화를 위한 설계 자동화 기술(Generative Design, Parametric Design)

❍ 건축물의 현황분석-성능분석-대안설정-평가-개선 까지의 전 과정을 포함하는 통합 설계 기술에 대한 수요가 증가하고 있음

- 건축물 에너지 최적화를 위해 건축설계 단계에서부터 작업 효율 개선과 설계 품질 향상을 최적화 계획 수립이 필요함
- 최적화 설계 알고리즘을 위한 분석 툴 및 가용데이터에 대한 연구가 필요함

❍ 파라메트릭 디자인 기반의 에너지 효율 분석 모델은 건축물의 구조, 설비, 배치 등을 Parameter로 입력하여 에너지 사용량과 성능을 분석

- 국내 실정에 맞는 에너지 성능 분석 및 개선을 위한 Parameter의 명확한 분류와 지침이 필요하며, 각 모델에서 요구하는 parameter(변수)의 가용데이터를 고려하여 보정하는 연구개발 또한 필요함



【 그림 2-90 】 파라메트릭 디자인 기반 에너지 성능 분석 모델(예시)

5.2.2. 커뮤니티 단위 설계·진단 기술

❑ 커뮤니티 단위 대상 에너지 성능 진단 및 설계 기술

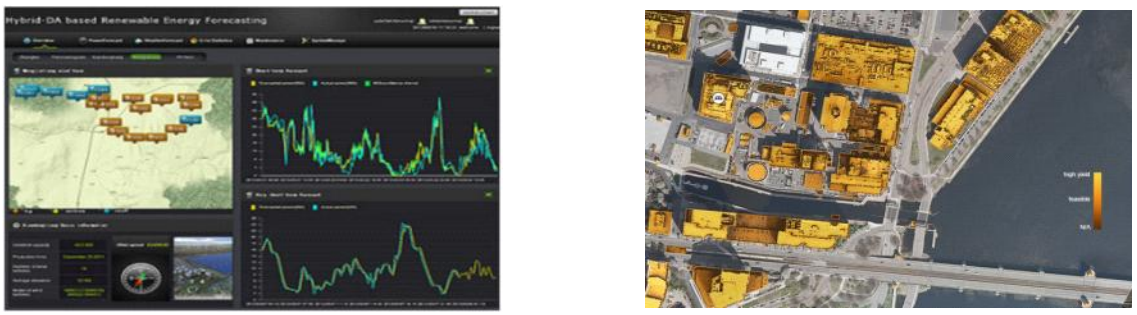
❍ 커뮤니티/도시 단위를 대상으로 에너지 그리드 구축 등 계획 시 원활한 설계·진단을 지원할 수 있는 도구 및 이를 활용한 사업화 모델 개발 추진

- 웹 기반 데이터 관리도구 및 대화식 협업 플랫폼을 활용한 건물 정보 시뮬레이션, 리트로핏 시나리오 결과 분석 등
- 미국 DOE(Department of Energy)에서는 EnergyPlus와 Openstudio를 활용하여 지역단위의 에너지 효율성을 분석하고 최적화 도출을 지원하는 URBANopt 프로그램을 개발중
  - 개별건축물 설계요소뿐만 아니라 지역 내 건물들의 배치, 형태, 그리고 주거와 상업 등 용도혼합 요소를 함께 고려하여 커뮤니티 단위 에너지 소비패턴을 예측하고자 함
- 국내의 경우 서울시에서 '건축물 에너지 소비 총량제' 를 실시함과 동시에 에너지 소비 총량제 분석 프로그램인 BESS (Building Energy Simulation for Seoul)을 개발
- 설계, 시공 및 유지관리단계까지 건축물의 전 생애주기적 고려를 위한 통합 설계가이드라인 개발을 통해 에너지효율과 설계 대안을 정량적으로 분석하여 친환경건축 프로세스 구축 및 신뢰성 확보

❍ AI기반 건물/커뮤니티의 에너지 최적 설계 대안 도출 및 검토 기술 개발

- AI기반의 리모델링 기술은 초기 설계 단계에서 다양한 대안 생성과 검토가 가능하므로 기존 작업 방식의 효율성과 생산성을 제고
- 주요 선진국의 경우 커뮤니티 단위로 소비패턴을 분석하고 수요 및 공급을 예측하기 위해 빅데이터 및 인공지능을 활용한 비즈니스 모델을 구축
  - Autodesk 社 에서는 AI 기반의 Generative Design 설계 기술이 추가된 BIM (Building information modeling) 솔루션 'Revit 2021'을 개발 및 배포하고 있음

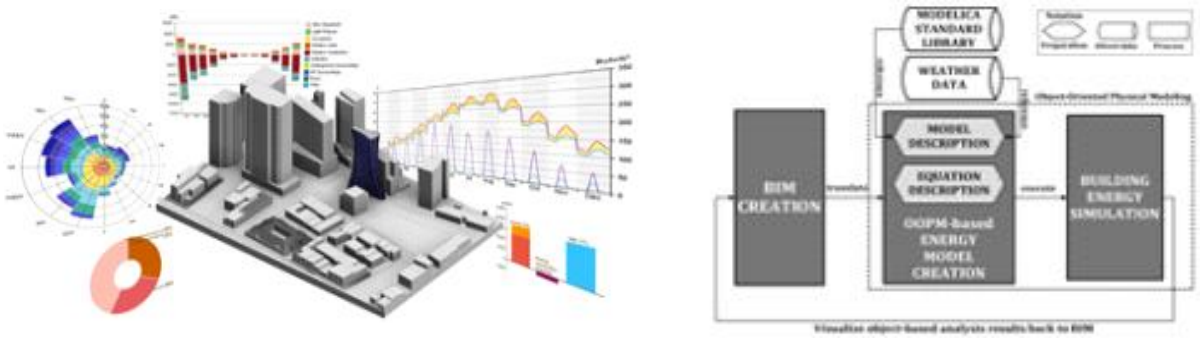
- Grid Singularity는 사용자의 에너지 데이터를 분산원장에 기록하여 소비패턴 분석, 수요 예측, 에너지 투자 결정 및 에너지 교환 등 다양한 비즈니스 모델 제공
- 덴마크의 베스타스(Vesatas) 사는 풍력 발전으로 최대 전력을 생산하기 위해 글로벌 IT기업 IBM이 제공하는 빅데이터를 활용
- 중국 베이징 시는 빅데이터와 인공지능 기술을 통해 신재생에너지 발전량을 예측하고, 화석 연료 기반 발전량을 최소화하기 위한 Green Horizon 프로젝트 진행
- MIT는 도시 전체의 태양열 가능성을 매핑하고 각 옥상에 대한 비용 편익 분석을 제공하는 위성 지도 웹사이트 Mapdwell 개발



【 그림 2-91 】 중국 Green Horizon의 신재생에너지 예측 시스템(좌)과 MIT의 Mapdwell 위성지도(우)

❑ 에너지 성능 진단·소비량 예측 시뮬레이터

❍ 실시간 건축물 부하 계산 및 에너지 소비량 예측 등을 수행하는 시뮬레이터 프로세스 개발



【 그림 2-92 】 에너지 시뮬레이터 프로세스(예시)

❍ 해외 주요 선진국의 경우 유럽과 일본을 중심으로 건축물의 외피성능에 대한 현장진단법 개발 및 실증 추진

- (스위스) 열류밀도측정센서를 이용한 U-value[25] 현장 측정법 실증
- (일본) 열화상카메라를 이용한 목조건축물의 U-value 현장 측정법 실증

25) U-Value(열관류율)은 건축 자재의 열 손실 정도를 평가하기 위한 측정단위로, 자재 두면의 온도 차이가 1℃일 때, 1sqm의 자재에 얼마 정도의 열(W)이 통과하는지 계산한 값



※ 출처: KIEAE Journal, 내표면 온도차 비율(TDRi) 분석을 통한 현대 신한옥 외벽 모서리 부위 단열성능 평가(2016)

【 그림 2-93 】 한옥 내외부 온도차 열화상 카메라 분석 이미지(예시)

❍ 국내의 경우 HFM법, IR법(적외선열화상기법)을 응용한 외피성능 현장진단 측정법 개발 및 소규모 실증 추진

- 외피 에너지 성능(U-Value, ACH50, SHGC) 현장측정 기기를 중심으로 제품 보급화 추진하고 있으나, 측정기기 시장 성숙도는 초기 단계
  - · HFM의 경우 단열재용 열전도도 측정장비로 낮은 열전도도를 갖는 단열소재 측정에 주로 사용되며 평판열류계법(Heat Flow) 방식을 사용하여 측정하는 원리로, 열관류율 범위 0.001~0.002 W/mK까지 측정 가능



※ 출처: NETZSCH 社 의 HFM436 Lambda(Heat flow meter), 2013

【 그림 2-94 】 열관류율(U-Value) 측정기기 HFM (예시)

❍ 에너지 성능 진단 모듈+플랫폼

- 한국에너지기술연구원(이하 에너지연)에서 건축물 에너지 성능을 측정하는 장비와 스마트폰용 애플리케이션 개발
- 에너지연의 진단 플랫폼은 건축물 에너지 성능 현장측정 장치와 측정데이터 수집 프로그램 '에너지 스코프(ENERGY SCOPE)', 에너지 성능 정량화 프로그램 '에코 하우스 플러스'로 구성
  - · 에너지·환경 미터링 모듈을 건축물 각 벽면에 붙여 해당 지역 기상정보를 기준으로 건물 내·외부 공기 온도, 실내 표면 온도, 온열 환경, 공기 환경, 보일러 가동 수준 등을 진단하여 모니터링 모듈에 전송
  - · 에너지 스코프 앱과 에코 하우스 플러스 앱 연동을 통해 예상 난방에너지 사용량과 월간 난방 비용 등을 볼 수 있는 기능
  - · 해당 앱에는 건축물의 리모델링 전 후 에너지 절감량 비교할 수 있는 기능 또한 탑재



※ 출처: 한국에너지기술연구원(2019)

【 그림 2-95 】 에너지 진단 모듈 및 플랫폼(스마트폰 애플리케이션) (예시)

❑ Eco-Cycle 모델 및 도시계획 지원 시스템 기술

❍ 전세계적으로 에너지의 효율적 관리 및 온실가스 배출관리 등을 목적으로 도시의 메타볼리즘 분석을 위한 시스템 기술개발 사례 급속도로 증가

- 도시단위에서의 에너지 공급과 소비체계를 연계하고 에너지순환을 위한 도시차원의 에너지 기술 개발을 위해 순환경제(Circular Economy)를 고려한 도시에너지 모델 개발이 시급한 상황

❍ 도시 Eco-Cycle 모델과 메타볼리즘 시스템 적용 도시 관련 시장 및 투자의 확대 추세

- 해외의 경우 스웨덴 중심의 Eco-Cycle모델은 중국, 인도, 동남아시아 등에 수출
- 독일은 메타볼리즘 기반의 도시에너지 체계 모델 개발 및 운영중이며, 도시 재생사업에도 에너지 생산과 공급의 시장모델을 함께 적용
- 네덜란드의 경우 전세계적으로 선진적인 순환경제(메타볼리즘) 모델을 제시했으며, 현재 스마트시티와 연계된 실증사업과 지자체별 계획 수립 추진
- 스위스는 '2000 watt society'국가비전과 이를 실현하기 위한 다양한 기술과 시범사업을 진행
- 독일의 지멘스社는 에너지 순환체계 모델로 비엔나 주거지역을 실제로 조성하여 적용 및 시험운영 추진



【 그림 2-96 】 메타볼리즘 기반 도시모델의 실증 적용사례 분포도

5.3. 에너지 절약형 건축자재 기술

❑ 단열재 기술 동향

❍ 국내 건축물 분야에서 소비되는 에너지는 총 에너지의 약 25% 수준이며, 건물 시스템의 에너지 효율 저하로 인해 매년 17조원 이상의 에너지비용 발생(KCL, 2017)

- 건물에너지 소비 중 가장 큰 비중을 차지하는 부분은 외피를 통한 열손실로, 냉난방 부하의 40% 이상이 외피에서 유래
- 세계 각국은 건축물 외피를 통한 열손실 방지를 위해 건물 단열기준을 지속적으로 강화하고 있으며, 국내 또한 1980년 이래 9차례 이상에 걸쳐 단열기준 개선

【 표 2-116 】 지역별 건축물 부위의 열관류율표

(단위: W/㎡·K)

<table>
<tr><th colspan="4">건축물의 부위 / 지역</th><th>중부 1</th><th>중부 2</th><th>남부</th><th>제주도</th></tr>
<tr><td rowspan="4">거실의 외벽</td><td rowspan="2">외기에 직접 면하는 경우</td><td colspan="2">공동주택</td><td>0.150 이하</td><td>0.170 이하</td><td>0.220 이하</td><td>0.290 이하</td></tr>
<tr><td colspan="2">공동주택 외</td><td>0.170 이하</td><td>0.240 이하</td><td>0.320 이하</td><td>0.410 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="2">외기에 간접 면하는 경우</td><td colspan="2">공동주택</td><td>0.210 이하</td><td>0.240 이하</td><td>0.310 이하</td><td>0.410 이하</td></tr>
<tr><td colspan="2">공동주택 외</td><td>0.240 이하</td><td>0.340 이하</td><td>0.450 이하</td><td>0.560 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="2">최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕</td><td colspan="3">외기에 직접 면하는 경우</td><td colspan="2">0.150 이하</td><td>0.180 이하</td><td>0.250 이하</td></tr>
<tr><td colspan="3">외기에 간접 면하는 경우</td><td colspan="2">0.210 이하</td><td>0.260 이하</td><td>0.350 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="4">최하층에 있는 거실의 바닥</td><td rowspan="2">외기에 직접 면하는 경우</td><td colspan="2">바닥난방</td><td>0.150 이하</td><td>0.170 이하</td><td>0.220 이하</td><td>0.290 이하</td></tr>
<tr><td colspan="2">바닥난방 외</td><td>0.170 이하</td><td>0.200 이하</td><td>0.250 이하</td><td>0.330 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="2">외기에 간접 면하는 경우</td><td colspan="2">바닥난방</td><td>0.210 이하</td><td>0.240 이하</td><td>0.310 이하</td><td>0.410 이하</td></tr>
<tr><td colspan="2">바닥난방 외</td><td>0.240 이하</td><td>0.290 이하</td><td>0.350 이하</td><td>0.470 이하</td></tr>
<tr><td colspan="4">바닥난방인 층간바닥</td><td colspan="4">0.810 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="6">창 및 문</td><td rowspan="3">외기에 직접 면하는 경우</td><td colspan="2">공동주택</td><td>0.900 이하</td><td>1.000 이하</td><td>1.200 이하</td><td>1.600 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="2">그 외</td><td>창</td><td>1.300 이하</td><td rowspan="2">1.500 이하</td><td rowspan="2">1.800 이하</td><td rowspan="2">2.200 이하</td></tr>
<tr><td>문</td><td>1.500 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="3">외기에 간접 면하는 경우</td><td colspan="2">공동주택</td><td>1.300 이하</td><td>1.500 이하</td><td>1.700 이하</td><td>2.000 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="2">그 외</td><td>창</td><td>1.600 이하</td><td rowspan="2">1.900 이하</td><td rowspan="2">2.200 이하</td><td rowspan="2">2.800 이하</td></tr>
<tr><td>문</td><td>1.900 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="2">공동주택세대 현관문 및 방화문</td><td colspan="3">외기에 직접 면하는 경우 및 거실 내 방화문</td><td colspan="4">1.400 이하</td></tr>
<tr><td colspan="3">외기에 간접 면하는 경우</td><td colspan="4">1.800 이하</td></tr>
</table>

지역구분	세부 지역
중부 1지역	강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척을 제외한 전지역), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주), 충청북도(제천), 경상북도(봉화, 청송)
중부 2지역	서울특별시, 대전광역시, 세종특별자치시, 인천광역시, 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주를 제외한 전지역), 충청북도(제천을 제외한 전지역), 충청남도, 경상북도(봉화, 청송, 울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산을 제외한 전지역), 전라북도, 경상남도(거창, 함양)
남부 지역	부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 전라남도, 경상북도(울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산 제외 전지역), 경상남도(거창, 함양 제외 전지역)

※ 출처: 건축물의 에너지절약설계기준(2018년 개정)

❍ 글로벌 환경규제 강화로 인해 유기 발포 단열재에 사용되는 프레온계 발포제(CFC, HCFC, HFC)에 대한 대체물질 모색 요구 증가

- 폴리스티렌을 발포시켜 성형한 XPS는 EPS에 비해 단열성능개선, 낮은 수분흡수율 등의 장점이 있으나, 생산과정에서 발포제로 인해 온실가스 발생
  - 2016년 기준 XPS 발포제에 의한 온실가스 배출량은 약 1,728만 톤으로 2030년 국가 전체 BAU의 약 3%에 해당하며, 최근에는 XPS 생산 시 HCFC, HFC를 혼합하여 사용
- 국내보다 앞서 단열재시장에서 발포제 규제를 받은 선진국의 경우 친환경발포제를 적용한 XPS 제품 보편화·규격화 진행
  - 유럽은 HFC계열과 CO2계열, 미국은 HFC계열, 일본은 이소부탄(Iso-butane, C4H10을 발포제로 사용
  - 일본, 독일 등 선진국에서는 제도적으로도 친환경발포제를 적용한 XPS 규격화를 통해 제품 보급·확산 유도
- 국내 또한 CO_2 등 친환경 발포제, HFO등 신냉매를 활용한 생산 공정이 개발 중에 있으나 CO_2 활용 시 열전도율 저하 및 HFO의 가격 문제 등에 대한 해결책 필요
  - 세경산업(한국)은 한국에너지기술연구원과 함께'Non-CO_2 온실가스 저감기술개발 사업단'을 구성, 발포과정에서 온실가스를 배출하지 않는 친환경 신발포제 등 관련 기술 개발 중
  - 벽산(한국) 또한 해외 컨설팅을 받아 Non-프레온계 발포제를 이용한 XPS 생산 기술을 개발하고 있으며, 충남 홍성공장에 생산라인 구축 및 양산 계획 추진 중

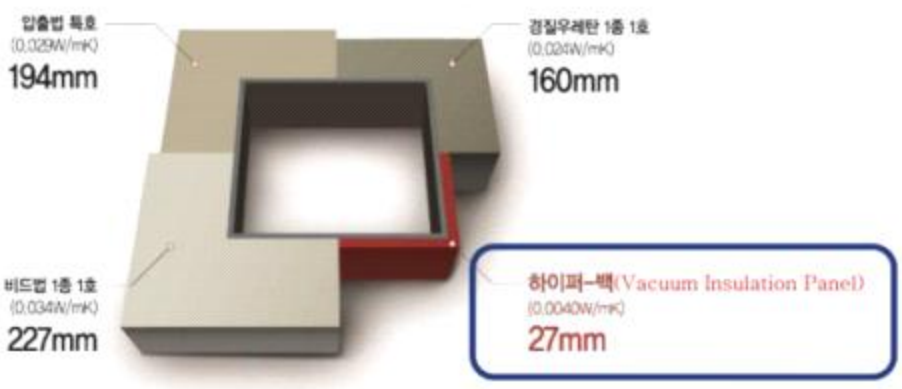
❍ 최근 건물 단열성과 내화성 강화를 요구하는 세계적 추세와 함께 불연성, 난연성 단열재에 대한 수요 증가

- 제천 스포츠센터 화재(2017), 의정부 대봉그린아파트 화재(2015)등의 사고로 대규모 사상자가 발생하며 고성능 단열재로서 무기계 단열재에 대한 수요 확대

- 외단열미장마감공법(EIFS, 드라이비트) 부실시공과 가연성 유기계 단열재(스티로폼 등)의 마감재 활용으로 인해 피해 극대화
  - 드라이비트 공법 사용으로 발생한 건물 화재 사고로 인해, 정부는 2018년 이후 외단열 적용 시 준불연 이상 단열재 활용 의무화
- 무기계 단열소재는 단열 성능이 유기계 단열소재에 비해 미흡하고, 내수성이 낮으며 무게가 무거워 가공성·시공성이 떨어지는 단점 존재
  - 최근 밀도가 낮은 인공 경량소재(0.4~0.5g/㎤)를 사용한 단열패널 제조에 대한 연구가 진행되었으나 열전도율이 0.15W/mk 수준으로 유기계 소재에 비해 낮음
  - 내화특성이 우수하여 유기계 단열재에 비해 화재로부터 안전하나, 흡수성이 높아 물과 접촉 시 단열성능이 극도로 저하되는 단점이 있음
- 단열성, 내화성을 모두 갖춘 단열재로 페놀폼 등의 제품이 있으나, 인체유해성 및 준불연성 관련 이슈 등 문제 잔존
  - 페놀폼은 비프레온계 발포제(HC) 사용으로 환경오염 영향이 적고, 유기계 단열재에 비해 내화성이 우수하여 외단열시스템의 마감재로 널리 사용
  - 그러나, 생산과정에서 포름알데히드 등 인체유해물질이 사용되어 잔존 우려가 있고, 제조 시 산성 경화제를 사용하여 철골 등 건축물 구조 손상 가능성이 큼

❍ 진공단열재(Vacuum Insulation Panel), 에어로젤 단열재 등 다양한 단열 신소재의 국산화가 완료 또는 진행 중에 있으며, 지속적 연구개발 추진 시 세계시장 선도 가능

- 진공단열재는 다공성 심재의 외부를 배리어 필름으로 감싸고 진공 밀봉한 단열재로, 현존하는 단열재 중 가장 낮은 열전도율을 가짐
  - 흄드 실리카, 글라스울 등 무기계 단열재를 심재로 활용하며, 기존 가등급 단열재 대비 8배 이상의 고단열성 보유
  - 높은 단열성으로 인해 기존 단열재에 비해 얇은 두께로도 충분한 수준의 열관류율 확보가 가능하여 시공성이 높음



【 그림 2-97 】 단열재별 패시브 하우스 기준 만족에 필요한 두께

※출처: 경동One(2017)

- 가전제품(냉장고 등), 내단열 소재 등 다양한 형태로 국산화 되어 있으며, 진공 훼손 및 심재 노출 시 단열성능 저하를 개선하기 위한 다양한 연구개발 추진 중
  - 다공성 무기계 심재로 구성되어 진공 훼손 또는 심재 노출 시 단열성능이 크게 훼손되는 경향을 보임
  - 심재 외부를 감싸는 외피를 강화하는 Film Reinforced Type과 심재를 EPS, PU, PF등 유기계 단열재로 감싸는 Foam in-mold type 등 진공단열재의 약점 보완을 위한 기술 상용화
- 꿈의 신소재로 불리는 에어로젤 단열재는 내열성이 매우 뛰어나 섭씨 1,100℃에서도 타지 않고 견딜 수 있으며, 방음력과 투광성도 높아 다양하게 활용 가능
  - 80~99% 수준의 기공율과 50nm 이하의 기공크기를 갖는 초다공성 물질로, 공기분자의 평균 자유이동경로(상온에서 약 70nm)보다 낮아 공기의 대류를 효과적으로 차단시키는 특성을 가짐
  - 열전도 최소화, 흡음성, 소수성으로 인한 내구수명 우수 등 다양한 특성이 있으나, 제조공정이 복잡하고 제조단가가 높기 때문에 건축물에서는 열교차단 등 극히 제한된 용도로만 활용
- 에어로젤 분말 등 핵심소재 및 에어로젤 단열재 제조기술의 국산화가 완료된 상태이며, 주요 기술의 경제성 확보를 위한 연구 추진 중
  - 한국에너지기술연구원 등에서 에어로젤 분말 생산 기술의 국산화를 추진한 바 있으며, 최근 대한케미칼(한국)에서 에어로젤 단열재 생산 기술을 개발, 300억원 규모의 수입 대체 효과를 거둠

❑ 창호 기술 동향

❍ 기존 건축물의 에너지 성능향상을 위한 방안으로서 건축 내·외장재를 새롭게 설치하여 건축물의 단열 및 기밀성능을 강화하는 방법이 적용되고 있음[26)]

- 대표적인 단열·기밀 성능 개선을 위한 방법으로 기존 건축물의 창호 교체 및 개보수 등이 이루어지고 있으며 이와 관련한 연구 및 제품 개발도 활발
  - 창호업계는 신축건물의 에너지 성능기준 강화 및 그린 리모델링 시장 확대로 인해 고단열 고기능성 유리와 복합기능 창호시스템 개발에 주력

❍ 건축물에서 열손실이 가장 큰 부위중 하나인 창호에 대해 정부는 별도의 규제를 시행하고 있으며, 타 규제와 마찬가지로 요구성능이 점차 강화되고 있는 경향

- 정부는 2012년 창호 제품에 대한 에너지소비효율등급제를 실시, 프레임과 유리가 결합된 창세트의 기밀성 및 열관류율 값을 기준으로 1등급~5등급으로 분류
  - 현재 에너지소비효율등급 1등급 인증을 위한 창호 단열성능은 열관류율 1.0W/㎡K 이하로 규정되어 있으며, 기준 강화를 위한 논의 진행 중

26) 국토교통과학기술진흥원, 2017, 효율적 에너지 운용을 위한 플로스 에너지 주거단지 핵심기술개발기획



열관류율	기밀성	등급
1.0 이하	1등급	1
1.0 초과 1.4 이하	1등급	2
1.4 초과 2.1 이하	1·2등급	3
2.1 초과 2.8 이하	무관	4
2.8 초과 3.4 이하	무관	5

【 그림 2-98 】 국내 창호 규제 변화(좌) 및 창호 에너지소비효율등급(우)

❍ 창호는 크게 유리(투과체)와 프레임(비투과체)로 구분되며, 에너지 이동경로는 외부에서 유입되는 태양열 량을 나타내는 SHGC[27]와 내부에서 유출되는 열량을 나타내는 단열성능(U-Factor)로 구분됨

- 유리의 단열성능 향상을 위해 유리 표면에 금속 또는 금속산화물을 얇게 코팅, 에너지 이동을 최소화해주는 에너지 절약형 Low-E 유리를 활용
- 프레임의 경우, 단열성능 향상을 위해 열교차단재의 종류 및 구조, 프레임 재질 및 단면형상 등을 구조성능과 복합적 평가를 통해 설계

❍ 국내 창호시장에서 Low-E 유리가 차지하는 비중은 2016년 기준 약 30% 수준

- 다양한 기술과 응용이 가능하며 요소기술 측면에서 유럽과 차이가 없다는 평가[28]
  - · LG하우시스는 일반 유리 대비 냉난방비를 40% 절약할 수 있는 고단열 로이유리를 사용해 이중창 적용 시 에너지소비효율 1등급을 충족하며, 광폭 설계로 차음력을 높여 외부 소음을 차단하는데 효과적인'슈퍼세이브5'출시
  - · KCC는 단열성이 우수하면서도 기존 하드 로이 유리와 맞먹는 내구성을 지난'KCC 이글라스 에이치디 (e-GLASS HD) 소프트 로이 유리'출시



【 그림 2-99 】 Low-E 복층유리 단면도

※ 출처: 한국가공유리협회

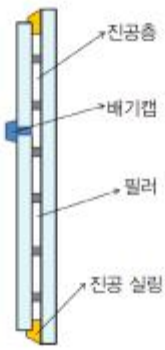
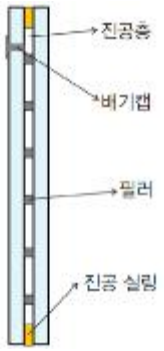
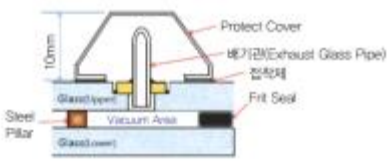
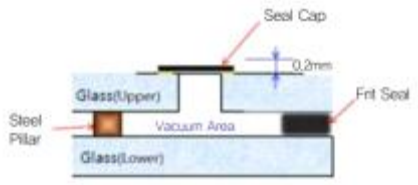
27) Solar Heat Gain Coefficient
28) Kharn(2017). ZEB 의무화 D-3년, 韓 패시브기술 '쑥쑥'. https://www.kharn.kr/mobile/article.html?no=4745.

- 또한, 한국전기연구원 등에서 Low-E 유리 보급 확대에 기여할 수 있는 고속, 고효율 열처리 기술 등이 개발되고 있는 추세

❍ 단열성능 향상을 위한 진공유리 기술 도입 증가

- 2장의 유리 사이에 진공층을 형성하여 전도 및 대류에 의한 열전달과 소음차단을 극대화시킨 유리로, 단열유리 중 가장 높은 에너지효율 제품
  - 진공도 5.5×10^{-5} torr 이하에서 단열성능 0.54W/m²K이며, 단열유리 기술로는 현존 최고 성능으로 평가되고 있음
- 상용화가 가능한 진공유리 제조방식으로 1세대 방식인 펌핑감압방식과 2세대 방식인 인베큠 방식이 있음
  - 펌핑감압방식은 인라인 제조방식으로 배기튜브를 통해 2장의 판유리 사이를 감압하여 진공층을 형성, 인베큠 방식은 조립된 제품을 진공챔버 안에서 감압
  - 인베큠 방식은 펌핑감압방식 대비 단순화된 제조공정을 거쳐 진공유리가 제작되므로 펌핑감압방식에 반드시 장착되어 있는 배기튜브 및 배기캡이 필요없고, 단순히 배기홀을 실링하는 구조로서 진공층 형성 가능
  - 펌핑감압방식은 호주와 미국의 연구팀에 의해 개발되어 일본, 중국 등의 국가에서 사용되며, 인베큠방식은 한국·독일에 의해 개발되어 국내에서 양산 진행

【 표 2-117 】 진공유리 제조방식별 특성

구분	펌핑감압방식	인베큠방식
진공유리 구조		
배기홀 구조		

※ 출처: 국가기술표준원(2016)

❍ 프레임 부위의 경우 열성능에 가장 큰 영향을 미치는 재질 및 구조 위주의 기술개발이 이루어지고 있으며, 스마트글라스(윈도우)등 융합기술 개발 또한 진행 중

- 다층유리 적용으로 인한 하중 증가로 인해 열전도율을 최소화하면서도 탄성계수와 인장강도를 확보할 수 있는 프레임 설계 기술 개발

· 이건창호는 독일 슈코사와 제휴를 통해 열전도율이 낮은 PVC소재에 첨단 단열공법을 적용해 열손실을 최소화한 에너지절감형 시스템창호인 'PWS 82 TT'개발

· 한글라스는 (주)이다와의 협력을 통해 레일부를 프레임 하단에 감춘 혁신적인 구조를 채택해 기밀성을 획기적으로 향상

- 최근 신축건물의 커튼월 구조 도입 증가에 따라 외피 면적 당 창호 비율 증가에 대응하기 위해 BIPV 결합 스마트윈도우 등 융합기술 개발 추진 중

· 한글라스의 세이지글라스는 실내의 조도 및 태양열 취득량을 자유롭게 조절할 수 있는 스마트글라스로, 냉방부하를 최대 20% 절감하는 등 에너지 절감 효과가 있음

❑ 외단열 열교 차단 기술 동향

❍ 열교에 의한 곰팡이 및 결로 예방과 더불어, 정부의 단열기준 강화에 따라 외단열 시스템에 대한 관심이 점점 더 증가하고 있는 추세

- 열교는 건물 외피에서 구성 재료가 달라지거나 두께 변화, 실내외 면적 차이 등이 발생하여 열 저항 상태에 변화가 생기는 부분을 말함

- 우리나라 주택은 대부분 내단열 시스템을 적용하고 있어 슬라브와 외벽 접합부, 외벽과 내벽 접합부 뿐만 아니라 기초, 창문, 발코니 등에서 열교 현상이 다수 발생

· 열교 발생 부위는 주변 부위에 비해 상대적인 열 저항이 작기 때문에 외부의 찬 기운이 침투하기 쉽고, 이는 결로 및 곰팡이 발생의 주 원인이 됨



【 그림 2-100 】 외단열과 내단열 개념 및 열교

- 외단열 시스템의 경우 구조체 외측에 단열재가 설치, 연속되므로 일부 부위를 제외하면 열교를 근원적으로 차단할 수 있음

· 또한 콘크리트 등과 같이 열용량이 큰 축열재가 단열재로부터 실내측에 위치하여 공간 내 열용량이 증가, 열 쾌적성 및 에너지 절감 측면에서 내단열에 비해 우수

❍ 외단열 건축물의 외장 마감 공법, 열교 차단 부품 등 외단열 공법 고도화를 위한 기술 개발 추진

- 외단열 공법의 경우에도 발코니, 지붕 등 일부 단열재 끊김 부위에서 열교가 발생할 우려가 있어, 이를 방지하기 위한 열교 차단 기술 개발 필요

· 외부 마감재를 건물에 고정하기 위해 금속제 프레임 및 유닛 설치 시, 프레임과 외장재 고정 유닛을 통한 열교 발생

- 외장재 고정 유닛에 의한 점형 열교 방지, 외장재 고정 프레임 및 창호 등에 의한 선형 열교 방지를 위해 다양한 기술 및 제품이 상용화

· 이비엠리더는 기존 고정 유닛에 비해 열관류율이 50%이상 낮은 외장재 고정장치를 활용하는'열교현상 저감 기술이 있는 고정장치를 활용하는 외단열 건축물의 외장재 설치 공법'을 개발

【 표 2-118 】 외장재 고정장치 종류 및 종류별 단열성능

타입	열관류율	종류별 형상		
		Basic	Econo	Utility
트윈앵커 타입	0.27W/㎡·K			
싱글앵커 타입	0.23W/㎡·K			
턴캡 타입	0.26W/㎡·K			
기존 L자형 Fastener	0.57W/㎡·K			

※ KS F 2207:2002(건축용 구성재의 단열성능 측정 방법)에 의거한 단열성능 시험 결과

※ 출처: 전현도(2018). 외단열 열교 차단 기술 동향. 건설기술 쌍용.

· 선형 열교를 줄이기 위한 대표적 기술로는 스타빌엔지니어링에서 개발한 창호 주변 열교차단기술과 티푸스코리아에서 개발하여 녹색기술인증을 획득한 열교차단재를 이용한 건식 외단열 시스템이 있음

· 이 외에도 외장재 부착을 위해 설치하는 철제 각파이프를 트러스 단열 프레임으로 대체하는'열교 차단재를 이용한 건식 외단열 시스템'등 외단열 시공 시 단열재의 단절 방지를 위한 다양한 기술 개발이 진행됨

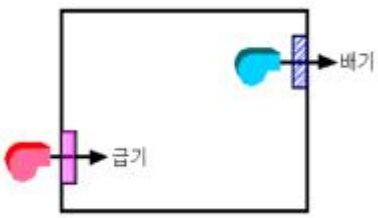
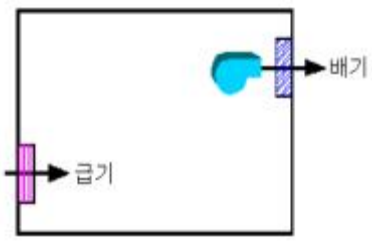
5.4. 에너지 절약형 설비 기술

❑ 기계식 환기 기술 동향

❍ 최근 미세먼지, 외부소음 등의 문제 때문에 창의 개폐에 의존하는 자연환기방식 채택이 감소, 기계식 환기 기술에 대한 관심 증가

- 환기 방식에는 자연력을 이용하는 방식과 기계력을 이용하는 방식이 있으며, 전체 또는 부분적으로 환기하느냐에 따라 전체환기, 국소환기로 나눌 수 있음
  - · 자연환기는 건물 벽면 창의 틈새나 환기구 등 개구부를 활용, 풍압에 의해 환기 하는 방식과 실내·외의 온도차에 의해 환기하는 방식이 있음
  - · 기계환기는 외기 도입과 실내 공기 배출 방식에 따라 병용식, 압입식, 흡출식으로 구분

【 표 2-119 】 기계식 환기 구분 및 특징

구분	외기 도입	실내공기 배출
병용식 기계환기 (제1종 환기)	송풍기 이용, 강제 도입	배풍기 이용, 강제 배출
압입식 기계환기 (제2종 환기)	송풍기 이용, 강제 도입	배기구 또는 개구부를 통해 자연 배출
흡출식 기계환기 (제3종 환기)	급기구 또는 개구부를 통해 자연 도입	배풍기 이용, 강제 배출
		
병용식	압입식	흡출식

※ 출처: 에코에너다임

❍ 창문형 하이브리드 시스템 등 다양한 열회수 환기시스템의 개발 추세

- 덕트방식의 천장형 환기설비는 신축 건축물에 주로 적용되며, 기축 건축물에 적용되는 무덕트 방식의 환기시스템으로, 창호 일체형 및 벽면 설치형 등 기술개발이 이루어지고 있는 추세로 성능 검증이 필요한 단계
- 단열기준 강화로 인해 외피에 의한 열손실이 감소, 상대적으로 환기에 의해 손실되는 에너지의 비중이 증가하여 열회수형 기계환기설비 도입 증가
  - · 환기시스템에서 에너지를 절약하는 방법은 최소의 환기량을 도입하여 부하 자체를 줄이는 방법과 조화된 공기를 배기할 때 손실되는 열을 회수하는 방법 등이 있음

· 건축물의 기밀 강화와 미세먼지 등 외기오염 심화로 인해 환기량 감소로는 거주자의 공기질적 쾌적성을 만족시킬 수 없어, 열교환소자를 활용한 열회수형 기계환기설비 도입 증가



【 그림 2-101 】 기존 덕트방식(좌)과 창문형 하이브리드 환기시스템(우) 비교

❍ 열회수형 기계환기설비의 효율 개선을 위해 바이패스, 프리히터 및 열교환소자, 팬등의 부품별 요소기술 개발과 고성능 제어기술 개발이 추진 중[29)]

- 바이패스와 프리히터를 위한 경로를 구성하지 않는 인라인 배치를 통해 부가 기능 탑재에도 열교환소자와 팬의 크기를 최대화 할 수 있는 기술 도입
  - · 중간기의 효율 문제를 극복하는 바이패스 기능과 기후에 상관없이 일정한 효율 성능을 유지시켜주는 프리히터 장치는 고성능 환기 시스템에서 반드시 필요한 요소
  - · 그러나, 부가적 기능 탑재로 인해 환기 시스템 효율에 가장 큰 영향을 주는 열교환 소자와 팬을 위한 공간을 제한하게 되어 성능 저하를 야기하기도 함
  - · 바이패스 및 프리히터의 인라인 배치를 통해 열교환 효율 상승, 내부 저항 최소화 효과를 거둘 수 있어 팬의 동력효율 상승 및 소음 발생 감소 등 성능 개선 가능
- 열교환 소자의 크기 확대 기술과 최대한 많은 양의 공기가 공기저항 없이 순환하도록 구성할 수 있는 설계기술 개발 및 상용화
  - · 팬에서 열고환 소자로 유입되는 공기의 흐름과 열교환 소자에서 팬으로 들어가는 공기의 경로를 유도하는 내부 홈을 유량·유속에 따라 다양하게 설계
  - · 최적 설계된 그리드를 통해 공기 흐름을 유도하고, 난류 및 소음 최소화로 열회수형 기계환기설비 사용 시 주요 문제점인 소음 문제 해결 가능
- 열교환 효율 극대화를 위해 급기-배기 질량비 및 일정 풍량을 자동 제어할 수 있는 기술 개발 및 도입 중
  - · 돌풍, 기기 내부 결로, 필터 오염 등 공기 저항 변동을 유발하는 다양한 상황에 대응하여 유입되는 공기량을 자동 보정함으로서 열교환기 효율 제고
  - · 나아가 프리히터 및 바이패스 등 부가기능 제어를 위한 지능형 기술 도입으로 사용자의 열 쾌적성 및 공기질적 쾌적성 극대화

29) 설비저널(2018), 고성능 환기시스템

- 독일 등 유럽과 달리, 국내에서 열회수형 환기장치 활성화를 위해서는 습도조절과 잠열회수가 필수적

  · 패시브하우스 선진국인 독일을 비롯한 유럽 기후는 우리나라와 달리 여름에 습도가 높지 않아, 플라스틱, 알루미늄 등을 활용한 현열회수형 제품이 다수

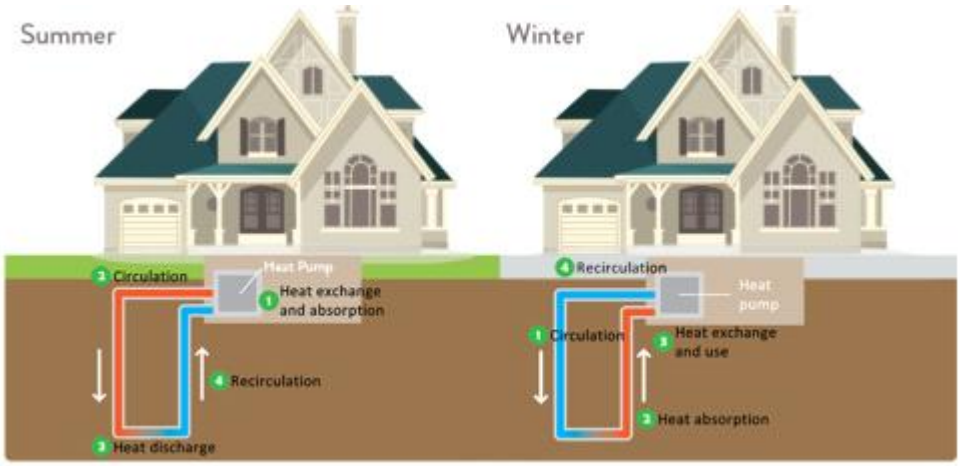
  · 우리나라의 경우, 오염물을 필터링하되 습도 교환을 병행하기 위해 종이 등 잠열회수형 열교환소자를 사용, 결로로 인한 열교환소자 오염등에 대한 대응방안 필요

❑ 지열 히트펌프 시스템 기술동향

❍ 히트펌프는 저온의 열원에서 열을 흡수하여 고온의 고급 에너지를 생산하는 기기로, 적은 구동에너지를 이용하여 보다 많은 에너지를 열의 형태로 공급하는 설비

- 주거용 건물, 중대형 건물 등 개별 건물뿐만 아니라 건물 군(郡), 지역단위로도 활용 가능하며, 개보수 건물에도 유연하게 적용할 수 있어 건물분야 온실가스 배출 절감에 대한 잠재력이 매우 큼

  · 일정한 지중온도를 이용하는 지열 히트펌프 시스템은 외기온도의 영향을 받지 않아, 공기열원 등 여타 저온열원을 활용하는 히트펌프에 비해 높은 효율 달성 가능



※출처: David Mahoney Plumbing & Heating Limited (http://mahoneyres.ie/geothermal/)

【 그림 2-102 】 지열 히트펌프 시스템

❍ 현재 관련 기술이 대부분 확립되었지만 압축기, 열교환기 등의 효율 향상 요구 등에 따라 고효율화 기술개발 추진 중

- 히트펌프가 상용화된 20세기 초에는 GE, Carrier 등 미국 업체들이 주도하였으나 1960년대 이후부터 현재까지 Daikin, Toshiba 등 일본 업체들이 기술 개발을 선도하고 있는 상황

  · 일본에서는 부하 평준화와 고효율화가 가능한 축열조와 연계된 하이브리드 히트펌프 시스템을 개발하여 실용화 단계에 있음

  · 미국, 캐나다, 독일 등에서는 하이브리드 히트펌프 시스템과 빙축열 장치와의 조합 시스템을 실용화 중

· 미국 York, Trane 등은 500~700HP급의 물대물 터보 히트펌프를 개발하여 미국, 캐나다, 유럽 지역에서 병원 등 대형 건물에 적용하였으며, 공정 및 지역난방용 고온수 제조를 위한 2단 터보 압축 시스템과 다양한 용량대의 제품군을 개발 중

【 표 2-120 】 히트펌프시스템 연구개발 방향 및 세부 추진내용

기술개발 방향	세부 추진내용
시스템 효율 향상	▪ 기후환경 및 건물 형태에 적합한 시스템 개발 및 실증 ▪ 시스템의 계간성능(SPF) 향상을 위한 요소기술 및 통합제어기술 개발 ▪ 장기간 실증을 통한 에너지절감, 온실가스배출 절감 효과 검증 ▪ 보급 및 활성화를 위한 표준 제정
열원 다변화를 통한 초기투자비 저감	▪ 하이브리드시스템(지열+기존설비 / 지열+신재생에너지) 개발 ▪ 지중열교환기 시공비 저감을 위한 부품·소재기술 및 시공장비 개발 ▪ 압축기, 열교환기, 시스템 제어기 등의 신뢰성 향상 기술 개발
제로에너지 건축물 적용기술	▪ 친환경 대체냉매 적용, 패키지 형태 히트펌프 개발 ▪ 에너지 파일형 시스템 등 건축물 적용을 위한 시스템 개발
국가간 공동 기술개발	▪ IEA, EU, 유럽지열에너지위원회(EGEC) 등 회원국 간 공동프로젝트 ▪ 대표 연구 프로젝트 - Economical heating and cooling systems for low energy house (스위스 주관, 독일, 프랑스, 캐나다, 미국, 일본 등 참여) - Advanced ground source heat pump systems for heating and cooling in Mediterranean climates(EGEC 회원국 공동연구) - IEA HPT(Heat Pumping Technologies) 협력 프로그램

※ 출처: 장기창(2015), 지열에너지 기술 및 보급동향, 설비/공조·냉동·위생 2015년 4월호

- 국제에너지기구(IEA)는 냉동공조기술을 포함한 산업용/ 건물용 히트펌프 기술 발전 및 보급 확산을 위해 산하에 히트펌프기술(HPT) 협력프로그램을 운영 중

· HPT는 냉동공조·히트펌프 분야의 기술정보 및 시장정보를 제공하는 기능을 수행하며, 회원국가 간 기술협력 및 국제공동연구 프로그램(Annex) 운영을 병행

【 표 2-121 】 IEA HPT에서 추진중인 공동연구 프로그램

Annex	제목	연구기간
Annex 56	Internet of Things for Heat Pumps	`20~`22
Annex 55	Comfort and Climate Box	`19~`21
Annex 54	Heat Pump systems with low GWP refrigerants	`19~`21
Annex 53	Advanced Cooling/Refrigeration Tech. Development	`18~`21
Annex 52	Long term performance measurement of GSHP systems serving commercial, institutional and multi-family buildings	`18~`21
Annex 51	Acoustic Signature of Heat Pumps	`17~`20
Annex 50	Heat Pumps in Multi-Family Buildings for space heating and DHW	`17~`20
Annex 49	Design and integration of heat pumps for nZEB	`16~`20

※ 출처: IEA HPT(https://heatpumpingtechnologies.org/ongoing-annexes/)

5.5. 리모델링 시공 기술

❑ 재실 리모델링 시공 기술 동향

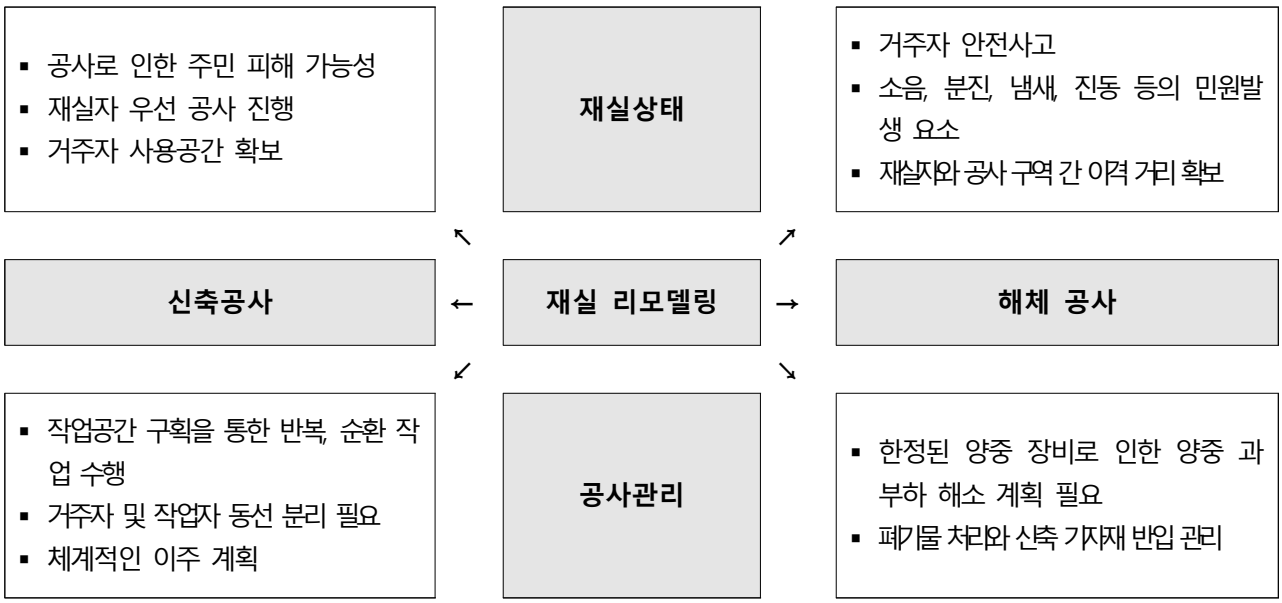
❍ 해외의 경우 재실리모델링이 가능한 창호시스템의 기술개발이 일사차단 및 단열성능에 대해 폭넓게 추진되고 있음

- 국내의 경우 난방에너지 절감 중심의 단열성능을 개선하는 재실리모델링에 초점이 맞춰져 있음

❍ 도심의 노후화 건물의 리모델링 시 재실 리모델링을 통한 임대수입 보장 등 리스크 요인 최소화하는 공정계획의 필요 대두

- 국내 서울 등 도심지에서 초고층·최첨단 빌딩 건설이 지속적으로 증가하고 이에 따라 기존 오피스 건물의 임대 경쟁이 치열해져 기존 건물의 리모델링 수요가 증가할 것으로 전망
- 도심지에 위치한 노후화된 중·고층 건물에서의 재실 리모델링은 공사 진행중에도 지속적인 사용을 통하여 시설물의 가치를 유지, 안정적인 임대수입을 보장, 신규 임차인 유치에 대한 리스크 절감 등의 장점이 있음

【 표 2-122 】 재실 리모델링 공정 영향 요소



※ 출처: 재실 리모델링 특성을 반영한 공정계획 기법, 한국건설관리학회(2013)

❍ 일본, 독일 등의 경우 재실(在室) 리모델링으로 민원 등 리스크 요소를 최소화하고 빠른 시일 내에 시공을 완료하는 공법을 적용한 사례가 많으며, 국내의 경우 백화점·대형서점 공사 등의 사례를 살펴볼 수 있음

- (일본) 일본의 경우 '리폼(リフォーム)'이란 용어를 기존 건물의 개·보수를 의미하는 리모델링의 개념으로 사용하며, 국내 대비 재실 리모델링 사례가 많음(심택기, 2006)
  - 2017년 기준 일본 내 건축물 리모델링 전문기업 수는 정부 공인 협단체 회원사만 추산하여도 총 1600여개 사에 이름

* 일본의 총 세대 수는 2019년을 정점으로 감소할 것으로 예상되며, 총 주택 수가 전체 세대 수의 15% 이상을 상회하고 있어 주택 정책은 신규 주택 건립에서 기존 주택을 효율적으로 활용하는 방향으로 선회

- 리모델링 전문기업 리노베루 사의 스켈레톤(skeleton)공법이란 벽, 천장, 바닥 및 배관까지 모두 제거한 후 리모델링하는 방식
  - 약 200개 부동산 중개업자와의 네트워킹을 통해 양질의 중고주택을 확보한 후, 스켈레톤 공법을 통해 개별 수요자에게 '맞춤형 주택'을 저렴하게 제공하는 것이 리노베루의 비즈니스 모델의 특징



※ 출처: 리노베루(リノベる) 사 홈페이지

【 그림 2-103 】 리노베루 社의 리모델링 사례(스켈레톤 공법)

- (싱가포르) HDB(Housing and Development Board)에서 주도하는 공동주택 리모델링 사업에서 주민들이 거주하면서 공사를 시행한 사례 보유
- 국내의 경우 2011년 대림산업에서 서울 광화문 교보생명 본사 리모델링 공사를 시공하였으며, 국내 최초로 입주업체가 근무하는 가운데 재실 리모델링 공사를 진행함
  - 재실공법에 따라 4개 층 입주업체를 우선 이주시키고 한 층의 공사가 끝나면 다른 층의 입주업체가 공사완료된 층으로 이주하는 등 순환 방식으로 진행
  - 비워진 4개 층 중 가장 아래층은 버퍼(Buffer)층으로 아래층 사무실에서 느낄 수 있는 소음, 진동, 분진을 차단하기 위해 최소한의 공사만 진행, 3개월에 1개층 내부 공사를 완성하는 식으로 위쪽에서 아래쪽으로 진행

* 건물 옆면 콘크리트 벽을 유리로 교체해 조망과 개방감을 극대화하였고, 건물 전면과 후면의 외부창호를 단층유리에서 복층유리로 교체하고 내부 천장과 벽체의 단열재를 새롭게 설치하여 성능 향상

【 표 2-123 】 교보사옥 재실 리모델링 사례

공사명	교보생명 본사사옥 리모델링 공사	건폐율	37.75%(전)→36.68%(후)
준공년도	1984년 12월	용적율	679.05%(전)→677.98%(후)
대지위치	서울시 종로구 종로 1가 1번지	공사방법	재실 리모델링
건물규모	층수: 지하4층~지상23층 대지면적: 10,246m2	건축면적: 3,758.12m2 연면적: 94,753.59m2	





공사관리계획에 따른 실내 작업 순서도

※ 교보사옥 리모델링 사례, 대림산업주식회사(2009)

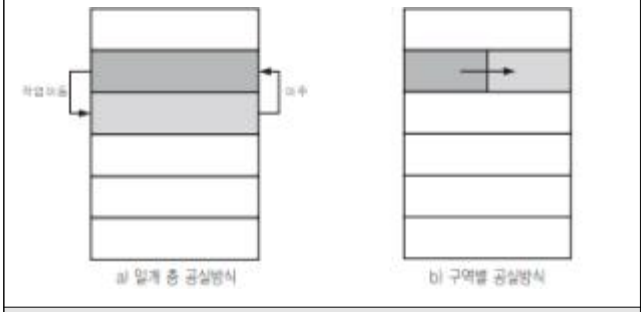
❍ 재실 리모델링의 경우 거주자가 일상생활을 영위하는 가운데 공사가 진행되므로, 건축물의 해체와 신축을 긴밀히 연계하여 진행하여야 함

- 재실 리모델링은 리모델링을 위한 재실자 이주계획을 미리 세워 공사를 진행하여, 일개층 공실 방식, 일개층·버퍼층 혼합 방식 및 복수층 공실 방식 등으로 나누어 볼 수 있음*

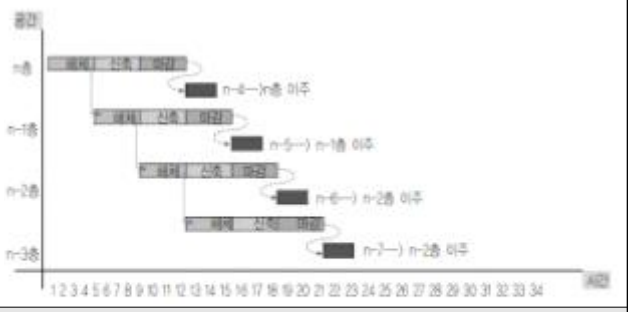
  * 출처: 한국건설관리학회, 2013

  · 일개층 전체 공실방식은 한 층 전체를 비우고 공사를 수행하는 방식으로, n층 리모델링 공사가 완료된 후 아래층의 재실자가 n층으로 이주하여 해당 층의 공사를 진행

· 일개층 내 일부 공간을 리모델링 시 구역별 공실을 통해 한개 층을 여러 구역으로 나누어 순차적으로 공사하여 공사가 진행되지 않는 구역에서 재실 공간으로 사용



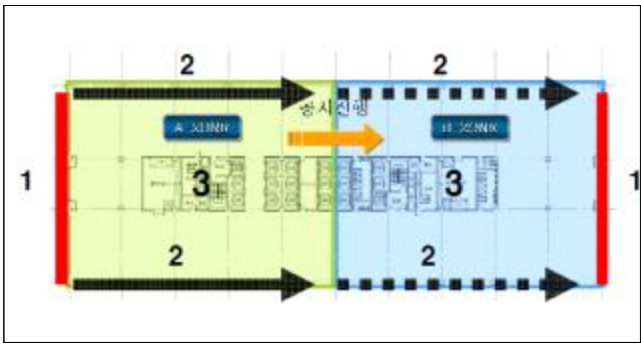
공실 방식 별 공사 진행 방법



공실 방식 별 작업 개념도(4개층 예시)

※출처: 재실 리모델링 특성을 반영한 공정계획 기법, 한국건설관리학회(2013)

【 그림 2-104 】 공실 방식 별 공사 진행 방법 및 작업 개념도





※ 교보사옥 리모델링 사례, 대림산업주식회사(2009)

【 그림 2-105 】 실제 재실 리모델링 시 재실자 이주 계획(교보사옥 사례)

❑ 모듈러 건축 시공 기술 동향

❍ 모듈러 공법에 활용되는 구조재료의 강도나 내화성능 향상 개발 및 모듈러 건축 제작의 양산화를 위한 공장 최적화 기술 등 생산성 향상 기술 개발

❍ 모듈러 건축 공법, 시공 기술을 ICT기술과 융합하여 공장 제작 최적화 및 조립과 이주가 용이한 중고층 모듈러 주택 실증 추진

❍ 설계·성능진단 도구인 BIM 기술과, 건물 에너지관리 도구 BEMS 기술을 활용하여 CM(Construction Management) 효율화 추진

- 건설공법, 시장분석, 원가관리, 공정관리부터 설계, 시공 등 건축 전 생애주기에 최적화된 관리 기술 개발 및 실증 추진
- 빌드잇M의 모듈러 스마트 기술은 건물 구성요소의 70% 이상을 공장에서 사전 제작 가능하며, 철골조·경량철골조 사용으로 구조물의 내구성이 강하며 향후 필요시 부재의 재사용성 향상
- 3차원 모델링으로 실시간 건물의 위치, 층수 변경, 회전 등 프로그램 상 편집이 가능하여 커뮤니케이션 도구

· 지형 및 주변 건물로부터 생기는 그림자의 변화 등을 확인 가능하며, 인동 및 이격 거리 등 건축법을 고려한 연동 프로그램으로 커뮤니케이션 도구로 활용 가능



【 그림 2-106 】 빌드잇M의 모듈러 스마트 시스템



【 그림 2-107 】 국내 모듈러 건축사례(평창올림픽 미디어 레지던스(좌) 및 모듈러 시공기술 예시(우)

- (가양 모듈러 주택 실증단지) 국내 최초로 준공된 조립식 주택 실증단지인 라이품(Lipoom) 구축

【 표 2-124 】 가양 모듈러 주택 실증단지 개요

주관부처	국토교통부	지역	가양
참여기관	• 건설기술연구원 • SH 공사 • 포스코 A&C	규모	• 지상 4 층, 지상 6 층 2 동 • 총 주택 30 호
특징	• 설계단계에서 MC 기준 및 BIM 등을 적용하여 설계의 규격화 및 설계 오류를 사전 검토하고 제작품질을 향상한 모듈러 주택 4 층과 6 층짜리 30 호 설치 • 가양 모듈러 실증단지의 완공으로 건설기술연구원은 5 층 이상의 모듈러 주택 건축 기술 확보		
실증단지 외형			

❑ 기둥식구조 보강기술

❍ 기둥식구조란 라멘(Rahmen)구조라고도 하며, 기둥, 보, 바닥으로 구성된 구조를 말함

- 바닥슬래브의 하중이 보를 통해 기둥으로 전달되고, 기둥에서 기초와 지반으로 전달하여 층간 소음을 완화
- 기존 벽식구조는 기초, 바닥, 벽으로 구성된 구조로 벽체가 기둥역할을 하여 바닥슬래브 하중이 하부 벽을 통해 기초와 지반으로 전달



【 그림 2-108 】국내 공동주택 골조시스템(왼쪽부터 기둥식구조, 벽식구조, 무량판구조)

❍ 공동주택 표준유형 분류가 우선되어야하며, 그에따른 유형별 라멘구조 설계기법 개발

- 기존 보강공법으로 스터드레일, 전단철근, 전단헤드, 기타 나선형 철근 전단보강기법 등에 대한 검토와 더불어 터러스형 보강철물 개발 등이 이루어지고 있음

* 바닥구조별 바닥충격음 측정 결과 슬래브 두께가 210mm인 벽식구조는 평균 50~52dB을 보이고, 150mm이상인 기둥식구조에서는 46.8~47.0dB로 나타남

【 표 2-125 】기둥식구조와 벽식구조의 비교

구분	기둥식구조(라멘구조)	벽식구조
구조형식	• 기둥, 보, 바닥으로 구성된 구조 • 바닥슬래브의 하중이 보를 통해 기둥으로 전달되고, 기둥에서 기초와 지반으로 전달	• 기초, 바닥, 벽으로 구성된 구조 • 벽체가 기둥역할을 하여 바닥슬래브 하중이 하부 벽을 통해 기초와 지반으로 전달
바닥슬래브 두께	• 150mm이상	• 210mm
장점	• 가변성, 수리용이성, 내구성 등 구조 및 층간소음 부분에 유리	• 공사비가 상대적으로 저렴
단점	• 공사비가 상대적으로 높음 • 경량(가변형)벽체 적용으로 실내공간별 소음에는 불리함	• 평면변형 불가로 수선 수준의 리모델링만 가능함 • 철거 후 신축이 유일한 방법으로, 물리적 수명에 비해 경제적 수명이 짧음

공동주택 적용 역사	• 1970년대 이후 대규모 주택공급이 필요해짐에 따라 1980년대부터 저렴한 공사비로 대량 아파트를 건설할 수 있는 장점 때문에 세계적으로 유일하게 적식구조를 채택함 • 소비자의 공간 가변성과 다양성 요구증가에 대한 벽식구조의 대응 한계로, 2006년부터 라멘조 아파트에 용적률 등의 기준완화 법령이 개정됨 * 현재 장수명주택 우수등급 시 용적률·건폐율의 115/00이내 완화

❍ 경제성 향상을 위한 경량벽체 및 외벽시스템 개발 필요

- 기둥식 구조 공동주택은 벽식구조 대비 LCCO2발생량이 약 5% 내외 저감되는 효과가 있는 것으로 분석되고 있으나, LCCO2저감효과에도 불구하고 경제성 문제(3.3m^{2}당 10~20만원 내외)로 인해 시장도입이 극히 제한적

❑ LCCO2 기반 건축물 리모델링 시공기술 및 평가시스템

❍ 국가 R&D를 통해 평가시스템 구축사례가 있으나, DB구축 및 제도정착 미흡으로 활용되지 못하고 있음

- 국내에서 기 개발된 LCCO2 평가 프로그램은 건축물 실시설계 이후 자재물량 등을 직접 입력하는 방식으로, 환경부하 저감을 위한 최적화 전략 등을 도출에는 한계
- 한양대학교 친환경건축연구센터에서는 모든 건축물을 대상으로 한 SUSB-LCA을 개발하였으나, DB구축 및 제도정착 미흡으로 활용되지 못하고 있음

❍ 해외의 경우 다양한 에너지절약 기술의 적용을 통해 에너지소비량을 저감하면서도 거주환경을 개선하는 프로젝트들을 진행

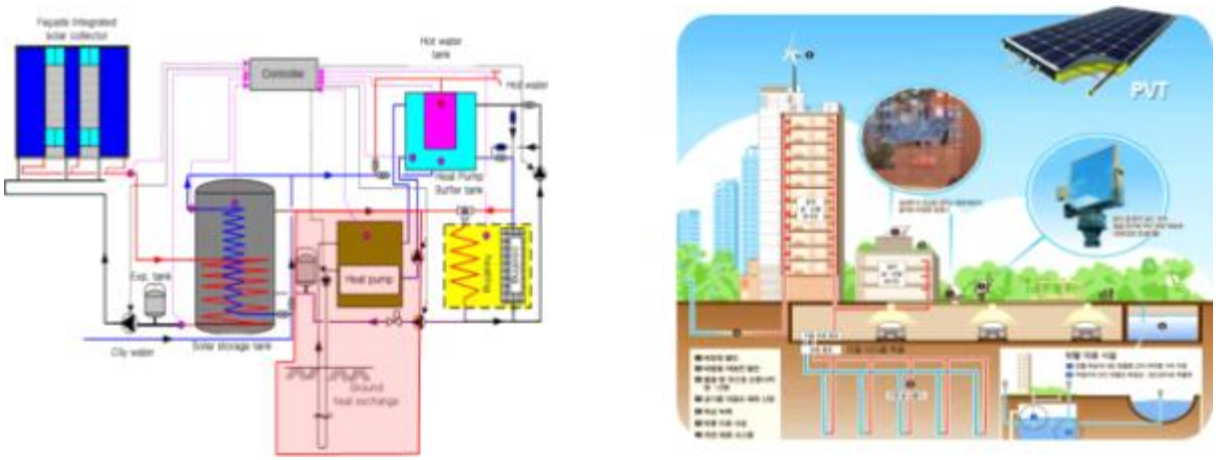
- 국내 공동주택은 벽식구조의 제약사항으로 리모델링의 활성화 부진에 영향

5.6. 건축물 관련 신재생에너지 생산 기술

❑ 외피 일체형 신재생에너지 시스템 기술동향

❍ 건축일체형 외피 시스템에 실시간 부하대응이 가능한 하이브리드 신재생시스템 개발 수요 확대

- 기존 건축물의 옥상, 벽면 등 활용가능 지점을 이용한 재생에너지 발전시설 설치 가능성을 검토하는 재생에너지 발전시설 설치 최적화 기술 개발 추진 중
  - · 현재 신재생에너지 품목(태양열/태양광/지열/연료전지)별 설계용량 분배를 통한 독립운영을 실시 중이며, 이를 축열/축전 매개기술을 활용한 실시간 부하대응 및 신재생에너지 활용률 극대화 필요
  - · 이를 위해 다중 신재생에너지 열원활용 축열 및 분배시스템 요구되며, 실시간 부하대응 전력기반 신재생에너지 충방전 운용기술 및 BEMS 통합기술 수요 존재



【 그림 2-109 】 태양열-지열 활용 축열시스템(좌) 및 건물기반 하이브리드 액티브시스템(우)

❍ 건축물 고층화 추세로 고층 건물의 풍력발전 적용을 위한 풍환경 설계기술 및 풍력·태양광 하이브리드 설비 등 응용기술 개발

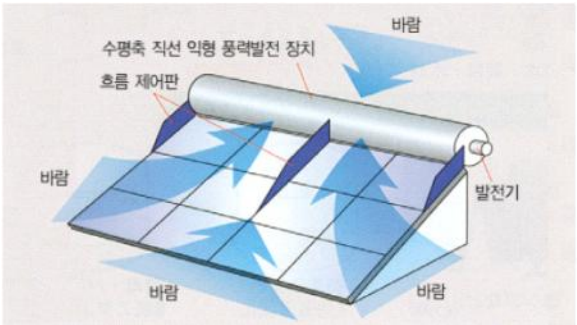
- 해안에 위치한 바레인 국제무역센터는 총 설비용량 675kW 규모의 풍력발전을 통해 연간 1.3GWh의 전력을 생산함으로써 연간 전력사용량의 13% 이상을 자급
  - · 해풍으로부터 바람이 건물 사이 중앙부로 수렴되어 가속되는 벤츄리 효과(Venturi effect)를 유도할 수 있도록 건물 형상 설계
- 광저우의 펄 리버 타워(Pearl River Tower)는 건물 중앙 상하단에 건물을 관통하는 4개의 노즐형태 수평유로를 설치, 풍력발전에 유리한 풍환경을 만드는 아이디어 적용
  - · 풍속을 증가시키기 위한 형상 설계와 더불어 태양열이 건물 내부로 직접 침입하는 것을 차단하기 위해 태양전지가 설치된 2중 외벽 구성
- 영국의 스트라타(Strata) SE1는 건물 배치를 주풍향인 남풍에 맞추어 설계하고, 옥상부에 수평축 풍력발전기 설치, 벤추리 형태의 원형 통로로 연결되는 건물 상부 경사로 구조 등을 통해 풍력발전 최적화

- 인도네시아 자카르타에 2020년 완공 예정인 페르타미나 에너지 타워(Pertamina Energy Tower)는 맨 꼭대기 부분이 열리며 기류로부터 풍력 에너지를 발생시키는 'wind funnel'이 드러나는 구조로 설계



【 그림 2-110 】 페르타미나 에너지 타워

- 일본 토호쿠 공업대학은 지붕 설치형 태양광 패널과 함께 풍력터빈을 설치하는 풍력·태양광 복합발전기를 개발



【 그림 2-111 】 풍력·태양광 복합발전기

❑ 건물(외피)일체형 태양광발전(BIPV) 관련 기술

❍ BIPV 등 상용화되면서 소재의 다양화 개발이 이루어지고 있으며, BIPV 결정질 실리콘으로 P-type, N-type, PERC(Passivated Emitter and Rear Contact), IBC, Shingled, half-cut mono, Multi busbar 등의 제품화 기술들이 개발되고 있음

- 실리콘형 패널, 화합물형, 염료감응형, 유기형 패널 등의 소재 개발과, 루프타입, 캐노피타입 등 형태의 BIPV시스템 개발



Roof Type	Canopy Type	Louver Type	Facade Type

【 그림 2-112 】 건물(외피) 일체형 태양광발전 시스템의 유형

❍ 최근 외피형 BIPV등 신재생에너지 융복합설비의 건물일체화 등으로 건축적인 기능을 향상시키는 기술들이 개발되어 상용화 단계에 있음

- 스위스의 로잔공대와 EPFL 연구소에서는 공동연구를 통하여 기존의 결정질/박막 태양광 모듈에 고투과도 박막을 적용하여 발전량을 유지하면서 다양한 색을 구현할 수 있는 Kromatix 제품 기술을 개발
- 미국의 테슬라에서는 기존의 결정형 셀을 이용하여 건물의 디자인을 해치지 않는 태양광 지붕을 개발하여 디자인적 측면에서 호평을 받고 있음
- 독일의 프라운호퍼 연구소에서는 건물적용 태양광(BIPV) 컬러 모듈을 개발하였으며 다양한 컬러가 구현 가능하고 모듈의 손실율을 최소화(7% 이하)하는 기술을 개발함

	
Swissinso의 Kromatix module	**프라운호퍼의 컬러 BIPV**

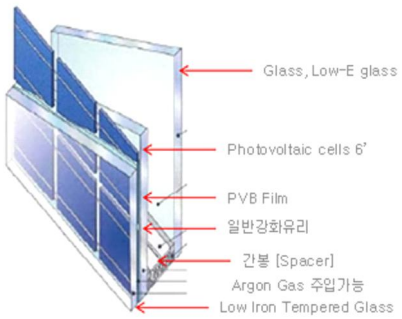
【 그림 2-113 】 건물적용 태양광(BIPV) 신기술

❍ 국내의 경우 BIPV 관련 기술개발은 중소기업 활약의 다양한 기술개발 추진

- 2000년대 초에 S-Energy, 이건창호, LG하우시스 등이 BIPV 기술개발 및 산업화에 매진하여 일부 제품이 상용화되고, 이후 중소기업에서도 다양한 형태의 BIPV 제품 기술을 개발하고 있음
  - · S-Energy는 국내 업계 최초로 BIPV에 대한 GtoG 인증(SM-G125PD, Certification No: PV-CPM-1—165)과 KCL의 DIN 52338 / EN 12600 기준을 통과하여 안정성을 확보
  - · 이건창호은 국내 최초로 염료감응형 태양전지를 적용한 고단열 BIPV 창호제품을 서울시 인재개발원에 시공하였으며, 최근에는 전라북도 농업기술원과 태양광발전 유리온실을 공동개발하기로 협의
- 건축물과 통합되는 건물태양광의 기술들은 창호에 적용되는 복층 유리 형태에 GtoG 타입의 BIPV를 적용하여, 발전효율 뿐만 아니라 열관류율도 향상시켰으며, 한옥 처마를 연상시키는 BIPV 제품 배치로 입사광의 흡수도 향상시킴



전경련 회관



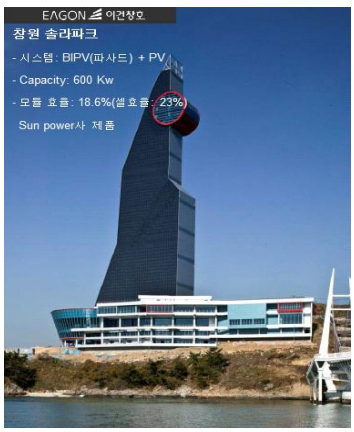
GtoG 복층유리 형태



처마 타입 적용

【 그림 2-114 】 BIPV 적용 기술 예시(서울 전경련회관)

- 이건창호의 경우, N-type의 결정질 실리콘 고효율(미국 Sun power 社, 셀효율 23%) 모듈을 사용하여 창원 솔라타워(총 32층, 136m 높이)에 450 kW 규모의 BIPV 시스템과 150 kW 규모의 일반 PV 시스템을 설치
  - · BIPV 시공에 있어 바람의 영향을 최소화하는 건축공법인 쌍줄비계공법을 이용하여 40 m/sec 이상의 풍압환경에서 시공의 편의성을 높임
  - · 또한 BIPV 시스템에 유지보수를 간편하게 할 수 있는 BIPV 전용 개스킷 및 인텔리전트 모니터링 시스템 적용으로 BIPV 모듈 교체의 용이성을 높인 사례



창원 솔라파크 전경



쌍줄비계공법 사용



개스킷/모니터링 시스템 적용

【 그림 2-115 】 BIPV 적용 기술 예씨(창원 솔라파크)

5.7. 건물·커뮤니티 에너지 운영·관리 기술

5.7.1. BEMS

❑ BEMS 기술동향

❍ BEMS(건물에너지관리시스템) 기술은 1980년대부터 미국, EU, 일본 등 선진국을 중심으로 초기시장이 형성

- 국내는 초기 에너지전문 중소기업을 중심으로 BEMS 도입이 시작되었으나, 수요 확대가 전망되면서 통신사업자, SI/IT 사업자 등 대기업이 활발히 참여하는 추세

  · 나라컨트롤, 옴니시스템, 누리텔레콤 등 전문기업 및 KT, SKT, LS산전, 삼성전자, LG전자 등 유관기업이 요소기술에 대한 공급 및 시스템 구축 시장 진입

【 표 2-126 】 국내 BEMS 연구개발 주요기업

기술분야		기업명
에너지 관리 및 분석 SW		KT, 대우정보시스템, 아시아나IDT, 금호ENG, 오토에버, SKT, LG산전, 나라콘트롤, 가교테크
전기, 제어		LG산전, 삼성전자, LG전사, 오토밸브
통신(PLC, WIFI, Zigbee 등)		누리텔레콤, 플레넷, 젤라인, 엑스포, 레이디오펄스, 옥타컴, TSC System
센서류	전력량계	LS산전, 루텍, 옴니시스템, 삼성전기, 누리텔레콤, 피에스텍, 미텍, 위지트
	유량계	제인테크놀로지, 세창, 우진
	온습도, 조도	세업, 한나, 대광계기, 뉴텍, 코넥스
	특수센서	LS산전, 우진계기공업

※ 출처: 국토교통부(2014), 건축물에너지관리시스템(BEMS) 산업 기술동향 조사 및 활성화 방안 연구

- 국내의 경우 대형빌딩을 위주로 난방/공조(HVAC), 조명, 전력 등 다양한 건물자동화시스템 설비 및 이를 제어하기 위한 자동화 제어 서버를 구축하여 빌딩 단위로 운영 및 관리하는 수준의 시스템으로 운영되고 있음

  · 기존 BAS 기반 시스템이 주류를 이루는 등 해외 기술과 외형적으로는 큰 차이가 없으나, 해외 주요 업체는 데이터 분석과 설비 진단, 최적 제어 등 운영관리 솔루션의 다양성 등에서 국내 업체와 차이를 보이고 있음

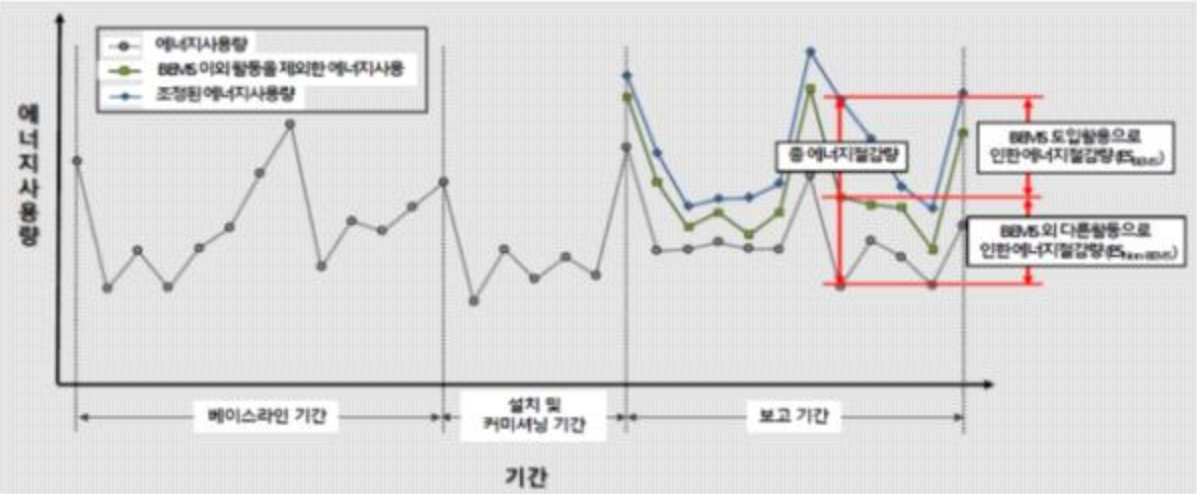
【 표 2-127 】 BEMS 분석항목 및 주요기능

분석항목	주요기능	
데이터 수집, 처리 및 BAS 인터페이스	• 10분 주기 데이터 처리 • 대용량 데이터 처리 • 데이터 원격수집 인프라	• 가상센서 • 표준/비표준 인터페이스 어댑터
데이터 분석	• 장비 성능 분석 • 통계적 데이터 패턴 분석 • 데이터 간 상관관계 분석	• 통계 모델 기반 수요 예측 • 관리도 분석
진단 및 최적 제어	• 추론 기능 • 설비 고장검출 및 진단	• 운영가이드 • 운전모드 및 설정값 변경
기타	• 우선순위 기반 이벤트 처리 • 이벤트 분석	• 에너지 베이스라인 설정

※ 출처: 한국건설기술연구원(2017), 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심기술 개발 기획

- 2017년 한국건설기술연구원에서 세계 최초로 건물에너지관리시스템 국가표준을 제정하고, 2019년 초 관련 산업표준 및 연계규격(KS 1800-1~5) 제정 또한 완료됨

  · BEMS의 구축, 활용과 이를 통한 건물에너지 개선활동을 검증할 수 있는 표준 규격 제정을 통해 향후 기업체들의 효과적 건물에너지 관리구현에 있어 시행착오를 줄이는 효과가 있을 것으로 평가됨



【 그림 2-116 】 BEMS 도입활용 효과 산정(KS 1800-5) 개념

❍ 해외는 Honeywell, Johnson Controls(미국), Siemens(독일), Schneider(프랑스) 등 다국적 기업이 세계시장을 주도하고 있으나, 능동형 자동제어 기능 및 에너지 성능 최적화 프로그램을 모두 갖춘 고성능 BEMS는 초기 개발단계

- 미국의 경우 자동제어 기술개발은 초기단계이나 정확한 건물에너지 계측 및 데이터 분석기술 등 고성능 BEMS 도입기반은 탄탄한 편이며, 현 시장규모가 세계 시장의 약 50%를 차지하는 바 급속한 도입활성화가 예상됨

· 국립표준기술연구소(NIST)는 관련업계와 협력하여 건축물 에너지 성능과 유지관리 비용을 최적화하기 위한 기능 통합 지식시스템 구축 연구 진행

- 유럽에서는 BEMS 활용을 통한 건물에너지 절약 및 쾌적도 향상에 대한 검증, BEMS 운영의 효율성 향상을 위한 다양한 연구가 진행중

· OECD 산하 국제 에너지기구(IEA) 주요 국가인 벨기에, 핀란드, 독일, 프랑스, 영국 등을 중심으로 연구 수행, 고성능 BEMS를 실제 건축물에 적용할 수 있는 기술수준에 도달

- 일본은 신에너지산업기술종합개발기구(NEDO)의 다양한 연구개발 및 도입지원 등을 통해 BEMS 산업을 지속적으로 활성화

· BEMS 운용 전문인력의 직접고용이 곤란한 중소형 건축물을 중앙관제센터에서 네트워크를 통해 통합 관리하는 군(群)관리 시스템 도입 중

【 표 2-128 】 국외 BEMS 연구개발 주요기업

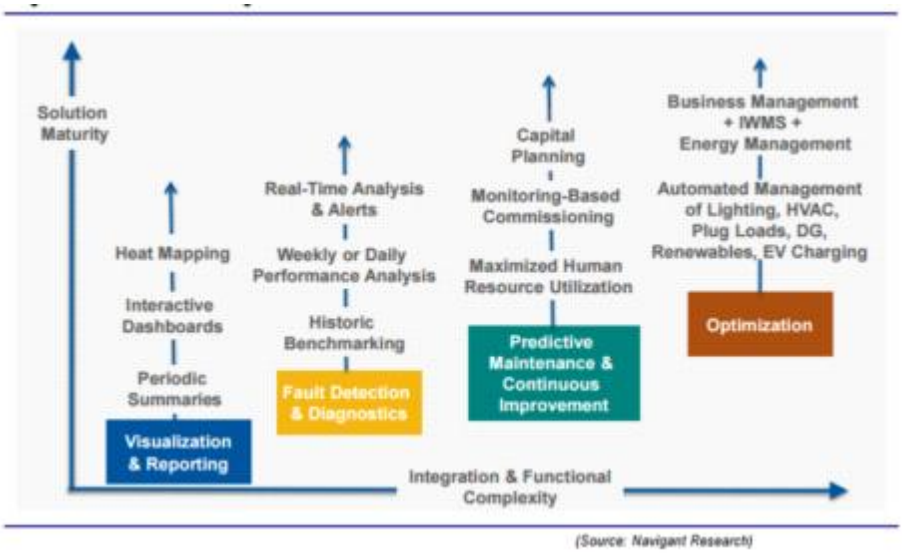
기술분야		기업명
에너지 관리 및 분석 SW		허니웰, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌, ITron, Cellnet, Silver Soring, Echenon, Eister, Trilliant Networks
전기, 제어		허니웰, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌
통신(PLC, WIFI, Zigbee 등)		허니웰, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌, ITron, Zensys, Echenon, TI, Ember, Jennic, Amtel, WGN, Telegisis
센서류	전력량계	허니웰, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌, ITron, Landis+Gyr
	유량계	Thermo pdysonic, Dwyer, GE, WESS, 후지전자, VZliot
	온습도, 조도	Testo, CASELLA, Fluke, Keler, LNNE SEIKE
	특수센서	RAYTeX, Dwyer, EES, SANYO, Testotesm, Gmbn, Bacharach

※ 출처: 한국건설기술연구원(2017), 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심기술 개발 기획

❑ 전 생애주기 성능관리 프로토콜 개발

❍ 해외 MBCx의 관련 기술은 기술 적용의 범위 및 난이도에 따라 건물운영 모니터링 및 보고체계, 이상현상 감지 및 분석기술, 예측제어 및 연속 커미셔닝 기술, 건물에너지 최적화 기술로 구분

- 개별기술은 다시 기술의 성숙도에 따라 다양한 기술군을 확보하는 방향으로 건물유형, 건물의 가치, 건물의 운전상태 등에 따라 다양한 기술개발 및 적용이 이루어지고 있음



【 그림 2-117 】 건물에너지관리시스템을 포함한 모니터링기반 커미셔닝(MBCx)의 서비스 체계

❑ 운영 모니터링 및 보고체계

❍ 사용자 및 운영자에 대한 신속한 정보를 제공하여 에너지 절감 및 건물운영상의 문제점을 발견하고 이를 신속히 조치할 수 있도록 하는 서비스 시스템

- 에너지 및 운전정보를 취득, 저장 및 가공하여 장비의 적정 운전 상태나 에너지 소비량 평가를 실시간으로 제공하여 사용자 및 관리자의 반응을 유도하는 기법 개발
- 전시간 대비, 전월대비, 유사건물간의 벤치마킹 등을 활용하여 에너지/환경성능 개선을 위한 조치의 의사결정 도구로 활용
- 적절하게 구성된 MBCx로 에너지를 관리하는 경우 에너지 소비량 절감비율의 중간값은 8%, 에너지 절감 범위는 0~33%로 보고됨*

  * 1Granderson, J, Lin, G, Piette, MA. Energy information systems (EIS): Technology costs, benefits, and best practice uses. Lawrence Berkeley National Laboratory, November 2013. LBNL-6476E)



에너지 모니터링 시스템(Luid systems)



주거용 에너지 모니터링 시스템 (Source: Fat Spaniel Technologies)

【 그림 2-118 】 에너지 모니터링 시스템(예시)

5.7.2. 마이크로그리드

❑ 마이크로그리드 기술동향

❍ 미국, EU, 일본 등 마이크로그리드 구축 사업 투자 및 실증프로젝트, 연구 추진 확대

- 미국은 전세계 마이크로그리드 시장을 주도하고 있으며, 공장, 캠퍼스, 병원, 군사시설 등 다양한 분야에서 실증프로젝트를 진행하고 있음
  - 'Grid 2030' 정책에 따라 2030년까지 마이크로그리드 구축에 45억 달러를 투자함으로써, 전력망 노후화 문제 해결 및 신재생에너지원 확대
- 일본은 자연재해 발생 시 재난 복원 능력이 우수한 분산형 에너지 체계를 구축하기 위하여 마이크로그리드시스템을 확산
  - 2017년 10월 '스마트시티 시오야시야' 프로젝트를 출범하여 효고현 아시야시의 총 117개 주택에 마이크로그리드 시스템 구축을 추진

❍ 국내의 경우 정부 추진 '2030 에너지 신산업 확산전략' 내 마이크로그리드 활성화 계획으로 신기후체제에 선도적 대응

- 도서지역, 산업단지, 캠퍼스 등을 대상으로 마이크로그리드 사업 대폭 확대
  - (울릉도) 한국형 에너지자립섬 시범모델 사업으로 세계 최초 인구 만명 이상 거주하는 대규모 도서지역에 마이크로그리드 시스템 적용
  - (나주시 농공산단) 국내 최초 산업단지 대상 마이크로그리드 구축사업, 기술개발 완료 후 개발도상국 수출모델 기대
  - (서울대 캠퍼스) IoT 기반의 Cell 플랫폼과 캠퍼스 건물 용도별 모델을 결합한 맞춤형 마이크로그리드 솔루션 제공

【 표 2-129 】 유형별 마이크로그리드 확산 목표

구분	캠퍼스	산업단지	유인도
목표	권역별 대표사업 발굴, 확대 (전국 10개소 이상)	단지별 특성을 고려한 실증을 통해 100개소 이상 발굴	울릉도 등 6개('15)→ 국내 유인도의 절반 이상('30)

❍ 전세계적으로 소규모 커뮤니티 기반 마이크로그리드 시장 확대가 예상됨에 따라 에너지 자립섬, 산업단지 및 캠퍼스 마이크로그리드 등 국내 프로젝트 성공사례를 해외시장에 수출하는 전략 필요

- ESS, ICT산업 등 다양한 산업과의 시너지 극대화할 수 있는 융복합 기술로서 신산업 관심도가 높아짐에 따라 마이크로그리드 시장도 큰 폭으로 확대될 것으로 예상
- ABB, GE, Honeywell 등 해외 기업이 적극적으로 관련 사업을 추진하는 가운데 국내 프로젝트 성공을 통한 해외 진출 전략이 필요함

【 표 2-130 】 주요국 마이크로그리드 도입 목적 및 현황

구분	미국	EU	일본	중국
목적	에너지 이용효율 향상 시스템 안정성 확보 차원에서 캠퍼스, 군사시설에 활용	환경 개선을 위한 분산전원 확산 소규모 지역사회 대상 도입	지진 등 자연재해 대비 안정성 확보 차량에 ESS 탑재하여 전력공급	송배전이 어려운 도서지역 전력 공급
현황	Grid2030을 통해 45억 달러 투자	Grid 4 EU 통해 실증사업 추진	제로에너자 2030수립을 통한 실증·확산 노력	'20년까지 40GW 규모 사업구축 계획

❍ 디지털 기술과 융합한 미래형 마이크로그리드 개발

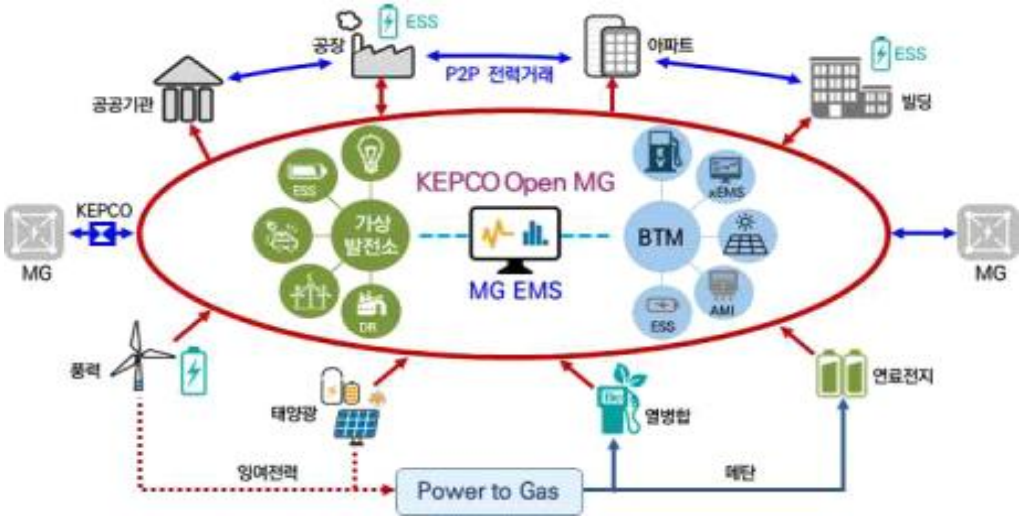
- 마이크로그리드는 소비자 영역을 중심으로 확대되고 있는 분산형 에너지 체계이며, 이에 따라 ICT 기반의 마이크로그리드 구축과 관련 기술의 개발과 적용이 필요
- 마이크로그리드의 상대적 소규모 다양한 장치들이 복합적으로 작용하는 Transactive energy의 특성에 따라, 통신·IT를 기반한 융합기술이 유리하게 적용
  - 기존의 전력 계통은 상향식(Top-down)형태의 중앙집중식 송변전-배전-판매 계통 운영이 필요한 기술분야로 마이크로그리드의 소규모 복합적 성격과 상이함
  - 사유재 형태의 에너지 시스템의 증가함에 따라 계통에 수용시키거나 자체적으로 최적 운영해 나갈 수 있는 플랫폼이 필요
- 마이크로그리드 시스템은 전력망 설계·구축 후 측정-취득-분석·결정-제어 프로세스에 따라 동작하게 됨

【 표 2-131 】 마이크로그리드 기술 분류

서비스 종류	정의
Engineering& Design Service	마이크로그리드 구축 시 프로젝트 개발자, 프로그램 설계자, 설비 관리자 및 기술개발자들에게 고효율과 지속가능한 에너지 시스템을 구성하기 위한 엔지니어링 및 설계 서비스
Software as a Service	신재생 분산 에너지 자원의 고도화된 최적화 및 제어 서비스를 제공하기 위한 소프트웨어
Monitoring & Control Service	마이크로 그리드 구축 후에 효율화 제고 필요성 및 시스템 요구사항의 변경 등에 따라 자원의 수급량 및 품질 모니터링, 자원 정지 제어, 미래 수급량 예측 서비스
Operation & Maintenance Service	마이크로그리드 통합관제, 유지관리, 시장연동 서비스

- 사물인터넷(IoT)·인공지능(AI)·빅데이터 등 디지털기술을 융합하여 에너지시스템을 디지털화한 진화된 미래형 마이크로그리드를 개발중임
  - 신재생에너지 주요국들을 중심으로, 에너지시스템의 디지털화를 통해 에너지 신산업 플랫폼으로서 확장되어 관련 시장의 지속적인 확대 또한 기대되고 있음
  - 국내의 경우 한국전력이 'KEPCO Open MG 프로젝트'등을 추진 중
  - 신재생 발전원과 그리드에 블록체인 등의 디지털기술을 접목하여 지역별로 에너지자립과

효율을 향상함으로써 다양한 비즈니스와 신기술이 시현되는 '개방형 에너지 커뮤니티'구현을 목표하고 있음



※ 출처: 한국전력 보도자료(2018.11), "한전, 미래형 마이크로그리드로 에너지신사업 선도"

【 그림 2-119 】'KEPCO Open MG 프로젝트' Biz 모델 구성도

❍ 마이크로그리드 플랫폼 개발 사례

- 분산자원 연계형 개방형 IoT 프레임워크
  - · 경량형 IoT 프로토콜(Message Queueing Telemetry Transport: MQTT) 기반 분산자원 정보 수집 및 제어 기술
  - · Publish/Subscribe 메시징 메커니즘 기반 개별 마이크로그리드와 통합 마이크로그리드 간 메시징 기술
  - · Utilization 제고를 위한 분산자원 정보 개방을 위한 Open API 기술 등
- 개별/다중 마이크로그리드 최적 운영 및 EMS 연동 기술
  - · 경제성 기반의 다중 마이크로그리드 최적 운용 기술
  - · 마이크로그리드 분산자원 최적 운영 스케쥴링 및 실시간 분산자원 제어 기술
  - · 최적 경제성을 위한 국내 최고 수준의 마이크로그리드 운영 스케줄 코디네이션 알고리즘 등
- 분산에너지자원 정보 수집·제어·스위칭 IED/RTU 기술
  - · 마이크로그리드 적용 IoT 기반 분산자원(ESS, PV) 실시간 정보 수집/제어 기술
  - · IEC61850 기반 표준 에너지 정보 프로토콜 기술의 마이크로그리드 환경 적용
  - · 직류전력선통신(Direct Current-Power Line Communication: DL-PLC) 기반의 다수 태양광 모듈 전압/전류 모니터링 및 발전 효율 관리 기술
  - · 유무선 통합 네트워킹 기술 지원 분산자원 모니터링·제어 IED/RTU 기술 등
- 스마트 마이크로그리드 유무선 네트워킹 융합 기술

· IEEE802.15.4g Sub-GHz 대역 무선 네트워크 기술 적용 분산자원 모니터링 기술

· Sub-GHz 무선 네트워크에 차별화된 QoS 기능 적용을 통한 SQRA(Security, QoS, Reliability, Availability) 유무선 네트워크 구축 기술

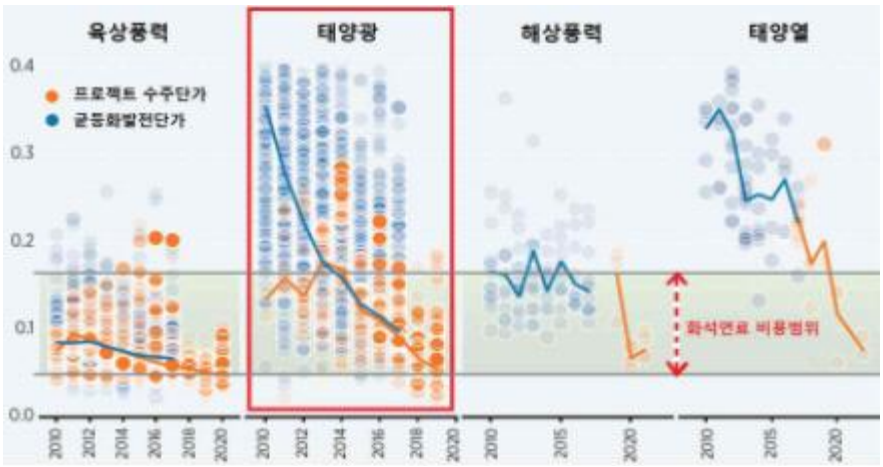
· 직류 전력선통신 유선 네트워크 기술 및 Sub-GHz 무선 네트워크 기술 융합 태양광발전 시스템 적용 기술 등

❍ 경제성을 확보한 재생에너지 활용 마이크로그리드 확산 추세

- 태양광 발전 단가 하락 등 재생에너지의 경제성 확보로 재생에너지 마이크로그리드가 확산되고 있음

- 전세계적으로 주요 재생에너지 마이크로그리드에 의해 전력 공급받은 인구 수는 '16년 기준 약 880만명으로 조사됨(태양광 210만명, 소수력 640만명, 바이오가스 30만명)

- 태양광 마이크로그리드 설비는 '08년 11MW에서 '17년 308MW로 증가했으며, 현재 마이크로그리드 발전설비로 가장 많이 활용되고 있는 소규모 수력발전의 경우 같은 기간 418MW에서 509MW 규모로 확대됨



※ 출처 : IRENA(2018), "Renewable Power Generation Cost in 2017" 참고하여 재정리
※ 주 : Levelized Cost of Energy(균등화발전단가), 발전소 생애주기(건설-운영-폐기되는 전 기간)에 소요되는 총 비용을 발전량으로 나눈 값

【 그림 2-120 】 재생에너지 발전단가(LCOE주), $/kWh) 추이

❍ 개도국의 전력화 수단으로서 마이크로그리드 기술 각광

- 마이크로그리드(미니그리드)는 소규모 독립적 분산전원으로서 개도국의 전력화 수단으로 각광받고 있음

· 국가별로 마이크로그리드, 미니그리드로 구분되며 인도의 경우 발전설비 10kW기준 미만은 마이크로그리드, 이상은 미니그리드로 용어를 사용함

- 재생에너지 마이크로그리드는 아시아·아프리카지역 개도국에 가장 활발하게 보급되고 있으며, 향후에도 기존 마이크로그리드 설비 변경을 포함하여 활용이 증가할 것으로 전망

· IEA(International Energy Agency)는 `16~`30년 신규 건설되는 전력망의 60% 이상이 발전

원으로 재생에너지가 활용될 것으로 전망

· 전력망의 약 40%는 MG를 통해 공급이 이루어질 것으로 예상(따라서 신규 전력망 중 재생에너지 MG 점유율은 24~40%로 추산)

❍ 디지털화된 전력그리드에 응용연계할 최적의 미들웨어 솔루션 개발 및 실증에 초점

- 전력망과 ICT기술을 융합하여 플랫폼화되면서, 통신환경에서 운용되는 대량의 전력디바이스가 전력망에 참여
- 전력 IoT 환경 내 응용간 연계에 있어 적합한 미들웨어 기술을 찾고, 최적화하는 데 초점을 가지고 연구 개발 및 실증 추진
  · 대표적으로 IoT분야 실시간 임베디드 전문연구기관 CISTER Research Center에서 스마트그리드 표준을 분석하여 메시지 우선 순위화, 손실·중복 방지, 확장성, 유연성, 시간지연, 신호불안정, 처리량을 스마트그리드 통신요구사항으로 도출
  · 또한 현존하는 미들웨어 기술을 소개하고 각 기술에 대한 스마트그리드 통신요구사항별 적합성을 평가·비교하여 발간-구독(Publish-Subscribe) 방식의 메시지 중심 미들웨어(MoM, Message-Oriented Middleware)를 전력IoT 환경을 위한 최적 미들웨어로 제안
- 표준화 단체에서는 전력 어플리케이션을 위한 미들웨어 솔루션을 선정, 이를 검증하기 위한 테스트베드 설치하여 실증 절차 수행중임
  · 스마트그리드 상호운용 표준 단체 SGIP(Smart Grid Interoperability Panel)에서는 에너지 IoT계획의 하나로 전력망 내 디바이스와 디바이스 간, 디바이스와 운영센터 간 데이터 통신을 위한 계층으로 OpenFMB(Open Field Message Bus)를 정의

  * OpenFMB는 전력회사의 운영센터와 현장 디바이스 사이에 가장 많이 쓰이는 데이터 통신영역임

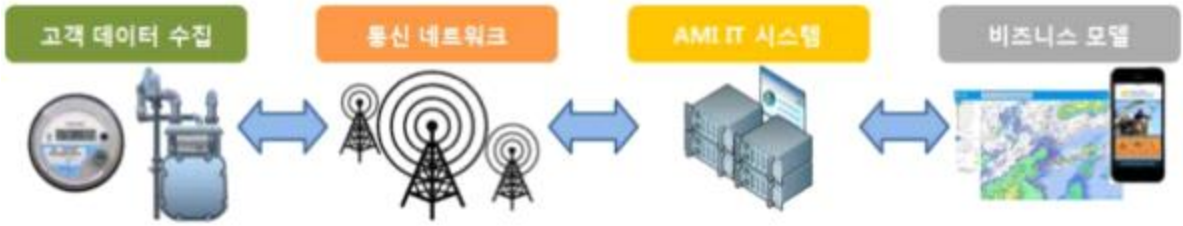
  · 또한 국외 주요 IoT단체 중 하나인 IIoT(Industrial IoT) Consortium에서는 마이크로그리드 테스트베드를 만들어 IoT환경에서의 마이크로그리드 통신 아키텍처와 개체 간 상호운용에 대한 시험 실시
  · 미국 SCE(Southern California Edison), RTI(Real-Time Innovations), SGIP 등 에너지 및 IT 솔루션 업체, 표준화 단체가 함께 참여하여 마이크로그리드를 위한 통신제어 프레임워크를 제시하고 미들웨어 계층으로 Publish-Subscribe 방식의 DDS를 제안하여 테스트를 진행
- 전력 산업계는 플랫폼을 갖추고 솔루션 제공하는 전략으로 시장지배력 확보
  · GE의 Predix, Schneider의 EcoStrucure, Siemens의 Spectrum Power, ABB의 Network Manager 등
- 소프트웨어 전문기업이 IoT 플랫폼을 구축하고 이를 전력산업에 제공하는 업체도 출현 중
  · 스페인의 INDRA사는 iSpeed Real Time Integration Platform을 선보이고, 이 플랫폼에 MDM(Meter Data Management), ADP(Advance Device Platform), DMS(Distribution Management System), NMS(Network Management System) 등의 전력분야 응용 솔루션 제공

❑ AMI 기술동향

❍ 에너지 자원의 절약 및 보호 일환으로 세계 각국에서 도입중인 지능형 검침 인프라(AMI)는 스마트그리드 구축을 위한 핵심 기반 기술

- AMI를 통해 에너지의 효율적 관리가 가능함은 물론, 전력공급자와 소비자가 실시간으로 정보를 교환할 수 있는 차세대 전력망 구축을 통해 현재의 단방향/폐쇄적 에너지 공급망에서 구현할 수 없는 새로운 부가가치를 창출

  · AMI를 통해 소비자는 실시간 사용량 모니터링이 가능하고, 관리자는 소비자의 사용패턴을 실시간으로 체크하여 에너지 수요에 반응(DR)한 사용량 변화 가능



※ 출처: KEMRI 전력경제 Review `16-19호. 한전경제경영연구원(2016)

【 그림 2-121 】AMI 개요도

- AMI의 요소기술은 크게 스마트미터, 통신설비, 미터 데이터 관리시스템, AMI 운영시스템 등으로 분류 가능

【 표 2-132 】AMI 요소기술 및 주요 내용

구분	주요 내용
스마트미터	▪ 국내: 단방향 계량기(E-type: 5kW이하) 양방향 계량기(Ea-type: 10kW 이하/ G-type: 500kW 미만) ▪ 해외: ITron, GE Energy(미국), Landis+Gyr(스위스), 오사키(일본)
통신설비	▪ 데이터집중장치: 스마트미터에서 계량된 데이터를 취합하여 서버로 전송 ▪ 검침서버: 스마트미터로부터 데이터 취득, 저장, 분석, 장애관리 등 수행 ▪ 통신방식: 근거리통신망(PLC*, 무선 등), 광역통신망(광, HFC**, 무선 등) * PLC(Power Line Communication): 상용전력을 전송하는 전력선에 고주파를 결합하여 통신하는 방식 ** HFC(Hybrid Fiber Communication): 네트워크의 서로 다른 부분에서 광섬유 케이블과 동축 케이블이 사용되는 통신기술
MDMS	▪ 검침서버와 연계하여 계량정보(실시간 계량, 정기검침, 전력사용형태) 검증 및 관리 ▪ 계시별·피크·실시간 요금제 등 요금계산 및 수요관리를 위한 DB 제공 ▪ 운영시스템 구현에 필요한 타 시스템 연계 및 데이터 관리
AMI 운영시스템	▪ 스마트미터로부터 계량데이터를 활용, AMI 시스템 통합관리 및 다양한 서비스를 제공하는 시스템

※ 출처: KEMRI 전력경제 Review `16-19호. 한전경제경영연구원(2016)

❍ 국가 별로 에너지 산업 여건에 따라 다양한 목적으로 진행되고 있는 스마트그리드 정책과 AMI 전략을 연계해 운영

【 표 2-133 】 주요국가의 AMI 추진 배경

구분	주요 내용
미국	▪ 설비노후화에 대응하기 위해 정부가 주도적으로 AMI를 보급함으로서 전력시스템 고도화 및 경기부양, 고객에게 에너지소비 관련 서비스를 제공하는 동시에 전력계통의 신뢰도 향상 도모
유럽	▪ EU 차원에서 AMI 보급을 주도하여 신재생전원으로 구성되어 있는 분산전원 수용 및 EU 지역 내 효율적 에너지거래 구현 ☞ 이탈리아의 경우 Enel 사가 주도적으로 AMI 조기보급 완료, 서비스비용 절감 및 해외사업을 통한 수익창출
일본	▪ 시간대별 차등 요금제, 실시간 에너지소비 모니터링·제어, 전기요금 청구 등 AMI를 활용한 신규 서비스를 제공하여 판매시장 개방 이후 유틸리티(일반 전기사업자) 및 신전력사업자의 신규 고객 모집 촉진 등에 활용 ☞ 동경전력은 `16년 소매경쟁에 대비하여 AMI 조기전환 및 에너지서비스 기업과 협업 강화
한국	▪ 기후변화대응, 에너지 효율 제고와 신성장동력원 발굴을 위해 저압 고객을 대상으로 AMI 보급 진행 ☞ 한전은 `20년까지 2,194만대 전환을 목표로 정부정책과 공조하여 AMI 전환을 추진중이며, 2019년 상반기 기존 AMI를 개선시킨 AMI 2.0 도입

※ 출처: KEMRI 전력경제 Review `16-19호. 한전경제경영연구원(2016)

- 미국은 재원지원 및 AMI 확산 가이드라인 등 정부시책 하에 유틸리티들의 적극적 참여로 AMI 보급 및 다양한 실증사업 추진
  - `12년 허리케인 샌디 이후 정전 방지 및 인프라 복구 기능의 중요성이 부각, AMI 기반의 실시간 정전관리시스템 구축 추진
  - 별도의 고장신호 없이 AMI 데이터를 활용하여 정전여부를 실시간 판단 및 대응하는 시스템으로, 고압계통 뿐만 아니라 저압계통의 정전관리까지 처리 가능

[(참고) 미국 권역별 AMI 보급 사례]

❍ 5개 권역별 전기사업자를 중심으로 관할구역 고객에 대한 AMI 보급 추진

- 자동 검침과 더불어 정전관리, 전력소비량 계측, 도전방지 및 전기요금 절감 등 다양한 관련 서비스를 제공

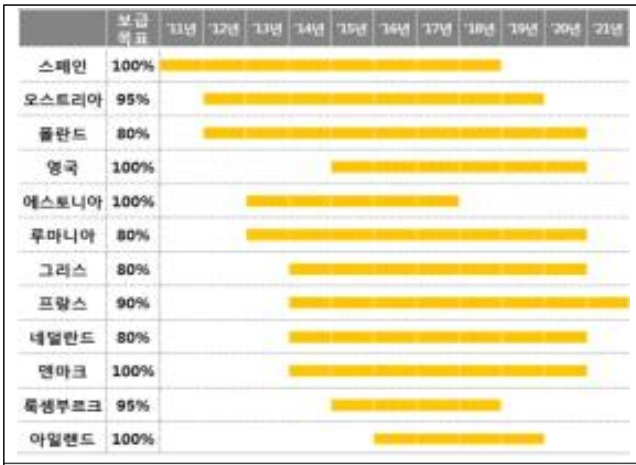
❍ 동부를 제외한 4개 권역에서는 Opt out을 시행, 고객 선택의 폭을 넓힘

- (Opt-out) 사용자가 자신의 데이터 수집을 허용하지 않을 수 있는 권리로, 스마트미터를 설치하기를 원하지 않는 고객들은 별도의 계량기 설치 및 검침비용 부과

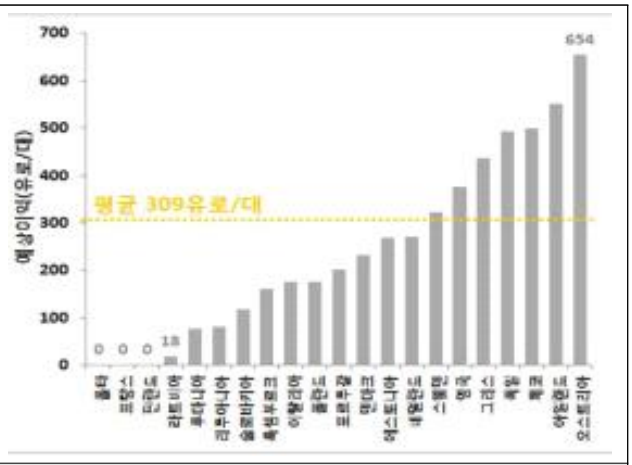
- 유럽은 `20년까지 전체 계량기의 약 80%를 의무적으로 AMI로 구축하여야 함

  · 이를 위해 350억 유로를 투자하여 EU 회원국 인구에 72%에 해당하는 1억 9,500만대의 AMI를 구축할 예정이며, 이탈리아, 스웨덴, 핀란드, 몰타 등 4개국은 이미 100% 보급 달성

  · AMI 활용 시 평균 2.6%의 전력 소비량 절약과 최대 9%의 피크부하 감소 등을 통해 1대당 평균 309유로의 사회적 이익을 도출할 것으로 기대



EU 주요국의 AMI 보급계획



EU 회원국별 AMI 구축에 따른 예상 이익

※ 출처: Electric Smart Metering Market Overview, Ernst and Young(2015)의 자료를 KEMRI 전력경제 Review `16-19호. 한전경제경영연구원(2016)에서 재인용

【 그림 2-122 】EU 회원국 별 AMI 보급계획 및 예상 이익

- 일본의 주요 유틸리티는 소매경쟁에 대비하여 자발적 AMI 조기전환 및 에너지서비스 기업과의 협업 강화

  · 동경전력 등 4개사는 `16년까지 상업용 고객에게 75만대의 스마트미터를 보급하고, 주택용의 경우 `24년까지 약 8,000만대 보급을 목표로 함

【 표 2-134 】일본 주요 유틸리티의 주택용 고객 대상 스마트미터 보급계획

구분	주요 내용
동경전력	▪ `20년까지 약 2,700만대의 스마트미터 보급 완료 예정 ▪ 도시바 및 Landis+Gyr과의 협력을 통해 AMI 플랫폼 구축
간사이전력	▪ `22년까지 스마트미터 보급 완료 예정(`14년까지 기 보급량 약 200만대)
주부전력	▪ `22년까지 약 1,000만대의 스마트미터 보급예정 ▪ 미츠비시 전자 및 ITron을 통해 AMI 플랫폼 구축
오키나와 전력	▪ 기존 `32년까지 보급 완료 계획을 `24년까지로 변경

※ 출처: KEMRI 전력경제 Review `16-19호. 한전경제경영연구원(2016)

5.8. 인증 및 제도

5.8.1. 인증시스템 및 통합정보체계

❑ 건축물 에너지 종합성능 평가시스템

❍ 건물에너지 성능을 진단·측정하기 위한 시험 평가 및 인증·서비스 기술 기반이 미흡한 실정으로 현재 ISO 표준 번역·활용하는 수준

- 건물에너지 관리는 신축건물과 에너지 다소비건축물 위주로만 추진 중으로 국가적으로 평가·검인증 기술 및 인프라, 제도 확보가 시급
- 국내에서 건물에너지 성능 평가 기법으로 국외 에너지 성능 프로그램을 의존적으로 사용 중

❍ 건물 규모, 용도별 에너지 성능 표준-평가모델 및 시험평가 방법 개발 추진중이며, 에너지 성능 시험평가 인프라와 건물에너지 성능 인증제도 개발 필요

- 공공건물 ESS, BEMS 단계적 설치 의무화('16.05.), 신재생에너지/ESS연계 표준및 인증 지원 사업 강화('17.01.) 등
- 대부분 선진국에서 Nearly Zero Energy Building 개념을 도입한 제로에너지 건축물 조성을 2020년부터 의무화 추진중이며, 제로에너지 건축물의 기준과 평가방법은 각국에서 건설시장 상황과 건축물 용도, 규모 등을 고려하여 지속적으로 개발 진행중



【 그림 2-123 】 (예시)에너지 성능 시험평가분야 국가표준 수립 방안

❍ 시장보급을 위한 품질확보 기술적 근거인 성능표준, 성능 평가시험 방법, 검인증 체계 확립 마련 시급

- 미국 AIA, 영국 BRE, 프랑스 CSTB 등에서는 건축용 녹색제품 및 스마트 부품과 관련한 인증 및 정보의 시장공급 체계를 구축
- 미국(Home Energy Rating System, HERS), 영국(Standard Assessment Procedure, SAP)은 건물 에너지 성능평가 인증제도를 운영 중

- 독일은 교통건설부(BMVBS) 주도로 미래형 건축(Zukunft Bau)에 대한 연구클러스터* 구축 및 세계시장 선점을 위한 시험인증 서비스를 지원

❍ 미국의 경우 건물의 부위와 결함에 따라 세분화된 측정방법을 표준화하는 추세

- 고효율 건물 리모델링에 활용 가능한 에너지 성능, 친환경 성능, 설계 프로세스 등 상세 정보(실측/시뮬레이션에 근거한 건물에너지 성능 기반 정보 포함) 보유

❑ BIM 기반 건축물 성능 인증 자동화 기술

❍ Green BIM Template(GBT) 기반의 녹색건축인증 자동화*

- GBT기반의 녹색건축인증(G-SEED) 자동화 프로그램으로 공동주택 평가 인증심사기준 총 54개의 항목 중 9개 항목에 관한 평가가 가능하며, BIM 애드인으로 개발되어 Revit 기반의 BIM 데이터 환경에서 활용 가능

- 평가 가능한 9개 항목에 관한 데이터 정의를 위해 14개의 데이터 시트로 GBT를 구성하였으며, 애드인을 통한 평가가 가능

  · 평가를 위해 요구되는 연면적, 커뮤니티 시설 및 공간의 면적 등에 관한 수치를 수작업으로 입력하여야 하며, 평가 불가능한 나머지 항목들에 대해서도 평가 결과 입력이 요구되어 자동화 기술의 의미가 퇴색

  * 이용주 외, 2016, 국내 녹색건축 인증제(G-SEED)평가를 위한 BIM 시스템 적용 방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집)

❑ 건축물 표준 정보체계

❍ (미국) 국제기구와의 협력을 통해 미국 내에서 이용되는 BIM 라이브러리에 대한데이터 표준체계를 구축하고, 객체단위 속성정보 분류체계(OmniClass)를 배포

- BuildingSMART 국제 협회와 협력체를 구성하고 BIM 국제표준 중 하나인 buildingSMART Data Dictionary(bSDD)를 참조하여 미국 특화형의 International Framework for Dictionaries(IFD) 라이브러리를 구축

- BIM 기반의 설계모델 작성 시에 요구되는 정보들을 체계화하여 객체별/제품별 정보표준체계를 정립하였으며, 관련 지침 및 IFD 라이브러리 콘텐츠 브라우저를 배포하여 표준 데이터 라이브러리에 대한 접근성을 향상

- Construction Specifications Institute(CSI)의 주도로 GSA, BuildingSMART, Autodesk, Benteley 등 국내외 기업 및 정부처들과의 협업을 통해 건설정보체계 표준인 OmniClass를 발표

- 개요정보, 위치정보, 시간 및 비용, 자재, 성능정보, 시설, 물리적요건에 따라 요구되는 정보들에 따라 분류하였으며, 이 외에도 공간정보, 요소정보, 제품정보 등에 따른 분류체계를 두어 건설업 전반에서 요구되는 정보들을 정의하고 체계화

❍ (유럽) 영국의 Construction Project Information Committee(CPIC)에 의해 건축 라이브러리 재료를 조직하고 제품과 프로젝트 정보, 공간정보 등을 조직화하기 위해 UniClass 2015를 제작 및 공표

- 토공사, 구조, 벽체, 지붕 및 바닥, 도로, 계단 및 경사로 등에 따른 각각의 테이블에 필요 정보 및 정의 방안에 관하여 15가지의 분류체계(정보입력체계, 관리, 시설, 공간, 요소 등)를 작성
- 특히 usBIMviewer 소프트웨어를 통하여 Industry Foundation Classess(IFC) 데이터와의 호환이 가능하며, IFC를 기반으로 기존에 작성된 모델의 정보를 UniClass 정보체계로 변환 자동화 기술을 제공
  - 즉 국제표준인 IFC를 기반으로 유럽 표준정보체계인 UniClass로의 변환이 자유로워 기존 상용 소프트웨어별로 요구되던 설계모델별(Revit, ArchiCAD, AECOsim 등) 정보체계의 간소화가 가능

❍ (호주) NATSPEC의 주도 하에 BIM에 관련된 여러 지침 및 튜토리얼, 데이터 작성지원 툴을 제공하여 디지털 설계모델의 표준화 노력

- BIM 표준 정립을 위해 BIM 객체 및 요소 정보들에 대한 Level of Detail(LOD) 단위별(100, 200, 300, 400, 500)/객체별(내부벽체, 외부벽체, 기초, 바닥 등)로 정리하여 각각의 요구 속성 정보를 정의
  - 이 외에도 BIM 관리계획 템플릿, BIM 적용 지침들을 배포하였으며, BIM 데이터 작성 지원 툴(Properties Generatore v 1.1, BIM value tool, 분류 및 속성정보 자동 작성 시스템 등)을 제공함으로써 BIM 기술격차를 최소화
- 단순 표준정보체계의 정립에서 그치지 않고 관련 저작 툴과 여러 지침들을 함께 배포함으로써 정보체계의 보급률을 증가

❍ (일본) Construction information Classification System in Japan(JCCS)

- 일본 건설환경에 맞춰 별도의 분류체계를 도입하기 위해, 강/교량/도로/CAD/CM/GIS별 스키마별 클래스를 구성하여 건축, 토목, 조경 등을 포함한 통합 정보체계를 구성
- 데이터 교환을 목적으로 EXPRESS 데이터 모델을 기반으로 프레임워크를 구축하였으며, 노르웨이, 네덜란드, 프랑스 등 국외 국가의 참조 객체 정의(관계, 고유ID 등)정보를 참조하여 IFD를 구축

❑ 전 생애주기 성능관리 프로토콜 개발

❍ 미국은 미국립표준기술연구소(NIST, National Institute Standards and Technology)는 관련 업계와 협력하여 건축물의 에너지 성능과 유지 관리비용을 최적화하기 위한 '기능통합 지식 시스템 구축 연구(CBS: Cybernetic Building System)'을 활발히 진행함

❍ 유럽은 OECD산하 국제에너지기구(IFA)의 주요 국가인 벨기에, 핀란드, 독일, 네덜란드, 영국, 스웨덴, 프랑스, 스위스 등을 중심으로 최적화 설계 및 제어기술, 고장진단 기술, 사후처리 기술, 통합화 기술 등 관련 연구를 수행하고 있으며, 현재는 공정은 BEMS를 실제 건축물에 적용할 수 있는 기술수준에 도달함

❍ 일본은 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)의 다양한 연구개발 및 도입 지원 등으로 지속적으로 발전

5.8.2. 표준화 제도

❑ 표준화(KS)

❍ 건물 관점에서의 에너지 품질(성능) 평가·검인증에 관한 표준·시험·검인증 기술/인프라/서비스 체계 개발 시급

- 향후 국내 건물 에너지사용수준 관리 목적으로 개발 예상되는, '국가 건물 에너지 효율 지표' 등의 관리 지표와의 연계 방안 마련 필요
  - · 정부는 제2차 녹색건축물 기본계획에 근거하여 건물에너지의 효율적 관리를 위해 효율등급 평가기준 고도화, 운영단계 효율관리지표 개발, 건물에너지 빅데이터 민간 개방 확대, IoT 접목 모니터링, 계측 관련 지원 등 추진



【 그림 2-124 】(예시)에너지 성능 종합평가시험장]

- **(에너지 성능 성능평가 프로그램)** 건물 규모·용도별 에너지 성능의 정량적 평가가 가능한 표준 모델, 시험평가 방법 개발이 필요
  - · 건물 종합 에너지성능(냉난방에너지, 급탕, 환기, 조명에너지 등) 및 개별 성능(설비효율/단열/기밀 등) 국가표준(KS) 및 평가모델 개발
  - · 실물대상, 실환경 조건의 HW/SW 연동형 에너지 성능 평가방법 개발
- **(에너지 성능 시험평가 인프라 개발)** 건물 규모·용도별 표준규격 및 환경조건 재현이 가능한 종합성능 현장 Mock-up 시험 인프라 개발
  - · 패시브/액티브 환경인자의 하드웨어적/소프트웨어적 재현 항목·방법 개발 및 인프라 검증
- **(에너지 성능 인증제 개발)** 건물 에너지 종합 성능 인증제 절차·세부항목·방법·시행방안 개발
  - · 사전운영검증 및 국가정책 제언 필요

❍ (스마트홈 관련 국제 표준 동향) 지능형 건축물과 관련하여 에너지 관리를 중점으로 법·제도 제정을 추진 중이며 민간 기업을 중심으로 표준화 활동을 통해 국제 표준화 선점 경쟁중

- 스마트 건축물 구축을 위한 기반 시설 관련 국제 표준화 활동이 활발하게 이루어짐에 따라 주요 국가의 경쟁 촉진
  - · 스마트빌딩·스마트홈 산업 성장의 쟁점으로써 표준화 이슈의 부각에 따라 주요 국가는 자국 기술을 ISO 등 다양한 국제 표준화 기구에 경쟁적으로 제안하여 표준화 선점을 위한 경쟁 첨예화

· (미국) TIA와 SCF는 스마트빌딩과 스마트시티의 연결성을 강화하여 관련 산업 성장의 가속화를 촉진하기 위한 기술 협력 및 표준화 활동 추진

· (중국) 공업신식화부와 중국 전자기술표준화연구원, 국가표준화관리위원회는 '스마트홈 종합 표준화 체계 구축 지침'을 발표하여 국제표준과의 전쟁

【 표 2-135 】 스마트홈 관련 국제 표준 동향

분야	표준화 기구		주요 내용
홈 플랫폼	• ISO/IEC JTC1 • SC25 • IGRS Konnex	• DLNA • UPnP	• DLNA를 중심으로 댁내 미디어 유통, 홈엔터테인먼트 상호 운용성 보장을 위한 산업 표준진행 • UPnP, IGRS, Konnex, LonWorks, I-Top-Home 등의 홈제어 네트워크 산업 표준 경쟁 치열 • ISO/IEC JTC1 SC25는 홈네트워크의 상호운용성 및 디바이스 미들웨어 표준화 추진
유무선 네트워킹	• IEEE802 • IEEE1394TA • Wimedia • Alliance • Bluetooth SIG	• HomePlug • HomePNA • UPA • HD-PLC	• 미국의 HomePlug, 유럽의 UPA, 일본의 HD-PLC에서 전력선 통신 표준화 추진 중 • IEEE 802.15은 Bluetooth, Zigbee, Impulse Radio, 60GHz WPAN 표준화 추진 중 • IEEE 802.15.5는 Mesh Network 표준화 추진 둥
지능형 정보가전	• ISO/IEC JTC1 • IETF 6LoWPAN • ISO TC159 • IEC TC100 • ITU-T SG13	• ECMA TG11 • OMA • NOSE II • SC6	• IEC TC100은 가전 기기 에너지 절약시스템에 대한 표준화 진행 • ISO/IEC JTC1 SC6, ITU-T SG13, IETF 6LoWPAN WG은 센서 네트워크 관련 기술 표준화 추진 • ECMA TG11은 멀티모달 Voice 브라우저 표준화 추진 중 • OMA를 중심으로 관련 기술, 표준 통합화 추세
에너지 관리	• ISO • IEEE802/15g	• IEEE P2030	• IEEE 802.15g는 SUN 기술에 대한 표준화 추진 중 • ISO를 중심으로 전력배전과 관련된 표준화 추진 중 • IEEE P2030은 스마트그리드에서 상호연동을 위한 표준화 준비 중

※ 출처: 2019-2021 산업기술 R&D 투자전략, 산업통상자원부(2018)

❍ **(국내 녹색건축 인증제도 G-SEED)** G-SEED는 건축물의 건설부터 폐기까지 전 과정에 걸쳐 이뤄지는 에너지 자원의 소비와 환경파괴의 심각성을 인지하고, 지속 가능한 개발과 자원 절약, 친환경적인 건축물을 지향하기 위한 제도

- 건축물의 설계 및 시공 단계에서부터 에너지효율적 설계를 채택하여 원천적으로 에너지절약형인 건물을 보급하는 건축물 에너지 효율등급 인증제도를 포함

· 2019년 12월 기준 약 13,898여건 인증실적 기록

❍ 주요 선진국의 경우 미국의 LEED 인증제도와 영국의 BREEAM 인증제도 등이 있으며, 에너지 절약 설계를 유도하는 방안이 마련되어 있음

- (미국 LEED 인증제도) 미국의 USGBC의 LEED인증제도는 개별 평가점수를 대중에게 공개

· LEED 인증제도는 에너지 및 환경오염 항목이 전체 배점 중 약 30%를 차지하고 있는 반면

G-SEED 인증제도는 약 23%로, 이는 인증 받은 건축물의 에너지 성능 및 에너지 절감에 상당한 비중을 두고 있음을 의미

· G-SEED와 같은 녹색건축물인증 등급과 에너지소비량의 상관관계는 두드러지지 않으나, 인증 건축물과 비인증 건축물의 차이는 미미하나 존재

· G-SEED 인증제도 또한 에너지 성능에 관한 기준이 강화되는 추세에 따라 에너지 성능 항목의 비중 조정 및 항목별 점수를 공개적인 자료로 전환하는 등, 분야별 최소기준을 마련할 방법 도입 필요

* (G-SEED 인증 건축물과 비인증 건축물의 에너지 소비량 특성에 관한 연구, 2019)

- (영국의 BREEAM) BREEAM인증제도는 영국의 친환경 건축물 인증제도로 유럽시장에서 친환경 건축물의 80%를 차지하고 있으며, 11개 항목 중 에너지 항목에 가장 높게 배점

【 표 2-136 】 (예시)BREEAM 항목 및 배점

항목	배점	가중치(%)
유지 관리	22	12
건강 및 쾌적성	10	15
에너지	30	19
교통	9	8
수자원	9	6
자재	12	12.5
폐자원 재활용	7	7.5
대지이용 및 생태	10	10
오염	13	10
혁신기술(추가배점 항목)	10	10
합계	132	110

【 표 2-137 】 국외 에너지 성능 평가제도 및 프로그램 현황]

구분	기준/법규	건축물 에너지성능등급(Energy Performance Certification)			
		내용	평가기준	등급제한	평가 프로그램
미국	▪ 건물에너지기준 준수여부에 대한 체크리스트 제출 의무(전용 프로그램 사용) ▪ 체크리스트에 성능등급 결과 포함(캘리포니아주)	▪ 허가, 매매, 임대 시 인증서 ▪ 첨부의무(캘리포니아주 등) ▪ 각 주마다 의무 여부 및 평가 프로그램이 다름	1차 에너지소요량	X	HERS, EnergyStar, Energy Star Portfolio Management
영국	▪ 건축법 준수여부에 대한 체크리스트 제출 의무 ▪ 체크리스트에 성능등급 결과 포함	▪ 허가, 매매, 임대 시 인증서 첨부 의무 ▪ 공공건물의 경우 등급 표시 의무	CO_2배출량	'B'등급 이상 (신축)	비주거용(iSBEM), 주거용(SAP2009), 기존주거용(Rdsap2009)
프랑스	▪ 건물에너지규제법 (RT2012) ▪ 신축 및 대단위 보수공사에만 적용	▪ 허가, 매매, 임대 시 인증서 첨부 의무 ▪ 공공건물의 경우 등급 표시 의무 ▪ 에너지 성능등급 및 CO_2 배출등급 산출	1차 에너지소요량 CO_2배출량	X	Diag DPE 외 9개의 승인된 프로그램
덴마크	▪ 건축법(BR10) 준수여부에 대한 체크리스트 제출 의무 ▪ 체크리스트에 성능등급 결과 포함	▪ 허가, 매매, 임대 시 인증서 첨부 의무 ▪ 공공건물은 국가가 운영하는 건물 정보 공개 웹페이지에 에너지성능 등록 의무	1차 에너지소요량	'B'등급 이상 (신축)	Energy10, EK-Pro

※ 출처: 한국건물에너지기술원(2017), 국내외 건축물 에너지 성능평가 기준 및 평가툴에 관한 고찰

【 표 2-138 】국내 에너지 성능 평가제도 및 프로그램 현황

기준/법규		건축물 에너지성능 관련 제도			
		내용	평가기준	등급제한	평가 프로그램
건축물 에너지 절약 설계기준	에너지 성능지표	• 대상 : 연면적 500㎡ 이상 건축물 • 평가항목 : 건축, 기계, 전기, 신재생	의무사항, 권장사항	• 민간 : 65점 이상 • 공공 : 74점 이상	에너지 성능지표
	에너지 소비총량제	• 대상 : 연면적 3,000㎡ 이상 업무시설 • 평가항목 : 1차 에너지 소요량	1차 에너지소요량	없음	ECO2-OD
건축물에너지효율등급		• 대상 : 주거용건축물(단독 및 공동주택), 주거용 이외의 건축물(냉방 또는 난방 면적 500㎡이상 건축물) • 등급별로 취/등록세 감면(5~15%), 건축기준 완화 등	1차 에너지소요량 (주거/주거 이외, 총 10개 등급)	• 공공업무시설 : 1등급 • 공공기관의 공동주택 사업 : 2등급	ECO2
서울시 건물에너지 소비총량제		• 대상 : 연면적 합계 3,000㎡ 이상 신축 업무시설, 100세대 이상 신축 공동주택 • 평가항목 : 에너지소비총량	에너지소비총량	• 업무시설 : 280 kWh/㎡y 미만 • 공동주택 : 190 kWh/㎡y 미만	BESS
녹색건축인증제도(에너지평가항목)		• 대상 : 신축 및 기존 건축물 • 평가항목 : 총 9개 분야 중2. 에너지 및 환경오염: [에너지 2.1.1 항목] • 등급별 지방세 감면, 건축물 기준 완화, 환경개선부담금 경감 등	에너지성능지표 또는 에너지효율등급	• 에너지성능지표 최소점수 민간 : 65점 공공 : 74점 • 에너지효율등급 4등급이상	에너지 성능지표 또는 ECO20

※ 출처: 한국건물에너지기술원(2017), 국내외 건축물 에너지 성능평가 기준 및 평가툴에 관한 고찰

【 표 2-139 】국내 에너지 성능 평가제도 및 프로그램 현황

기준/법규		건축물 에너지성능 관련 제도			
		내용	평가기준	등급제한	평가 프로그램
건축물 에너지 절약 설계기준	에너지 성능지표	• 대상 : 연면적 500㎡ 이상 건축물 • 평가항목 : 건축, 기계, 전기, 신재생	의무사항, 권장사항	• 민간 : 65점 이상 • 공공 : 74점 이상	에너지 성능지표
	에너지 소비총량제	• 대상 : 연면적 3,000㎡ 이상 업무시설 • 평가항목 : 1차 에너지 소요량	1차 에너지소요량	없음	ECO2-OD
건축물에너지효율등급		• 대상 : 주거용건축물(단독 및 공동주택), 주거용 이외의 건축물(냉방 또는 난방 면적 500㎡이상 건축물) • 등급별로 취/등록세 감면(5~15%), 건축기준 완화 등	1차 에너지소요량 (주거/주거 이외, 총 10개 등급)	• 공공업무시설 : 1등급 • 공공기관의 공동주택 사업 : 2등급	ECO2
서울시 건물에너지 소비총량제		• 대상 : 연면적 합계 3,000㎡ 이상 신축 업무시설, 100세대 이상 신축 공동주택 • 평가항목 : 에너지소비총량	에너지소비총량	• 업무시설 : 280 kWh/㎡y 미만 • 공동주택 : 190 kWh/㎡y 미만	BESS
녹색건축인증제도(에너지평가항목)		• 대상 : 신축 및 기존 건축물 • 평가항목 : 총 9개 분야 중2. 에너지 및 환경오염: [에너지 2.1.1 항목] • 등급별 지방세 감면, 건축물 기준 완화, 환경개선부담금 경감 등	에너지성능지표 또는 에너지효율등급	• 에너지성능지표 최소점수 민간 : 65점 공공 : 74점 • 에너지효율등급 4등급이상	에너지 성능지표 또는 ECO20

※ 출처: 한국건물에너지기술원(2017), 국내외 건축물 에너지 성능평가 기준 및 평가툴에 관한 고찰

5.9. 실증 관련 기술

5.9.1. 해외 실증사례

❑ 해외 실증사례 요약

프로젝트명	Medicon Village	Jacob Borchs Gate	Vitoria-Gasteiz retrofitting package	Tartu	ProjectZero
국가(지역)	스웨덴 (Lund)	노르웨이 (Drammen)	스페인 (Vitoria-Gasteiz, Basque)	에스토니아 (Tartu)	덴마크 (Sonderborg)
기간	2017~2020년	2009-2012년	2016~2018년	2016~2018년	2015~2022년
규모	사무동(8만㎡, 이상), 실험동 (4만㎡ 이상), 주거용 건물 1만 2천㎡	1천㎡(에너지센터)	주택 약 750가구	파일럿 단지 약 17개동	6만 6천㎡, 844가구 규모 공동주택
목표	▪ 열 수요 최대 78.5% 절감 ▪ 연간 에너지 수요 16→4-5GWh로 저감	▪ 암모니아 유체, 피오르 해수 열원 히트펌프를 통해 에너지효율 최적화	▪ SmartEnCity의 일환으로 2050년 탄소중립지구(Zone) 달성에 기여	▪ 연평균 건물에너지 소비 270→90kWh/㎡로 절감 및 SEAP* 이행에 기여 * 지속가능한 에너지 행동 계획	▪ 2029년까지 2007년 대비 탄소배출량 50% 절감 및 탄소중립 달성
분과 구분	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	건축물 제로에너지 그린리모델링, 커뮤니티 에너지 스테이션	건축물 제로에너지 그린리모델링	커뮤니티 에너지 스테이션	커뮤니티 에너지 스테이션
주요 내용	▪ 지역 냉난방 수요 최적화 - 상업-주거용 건물 간 열에너지 네트워크, 폐열 회수 설비 구축 ▪ 에너지기업, 도시, 소비자간 민관협력사업 - 건물주와 수익배분 모델	▪ 청정·저비용 열 에너지 생산 - 해수열원 히트펌프 열 생산 비용 : €10/MWh (타방식 대비 1/3~1/7) ▪ 재투자로 열 네트워크 구축 및 품질 지속 개선	▪ 취약 계층 대상 건물 리트로핏 지원 및 지역난방 네트워크 구축 - 주정부, 기업, 교육기관 협약→대규모 시공 여건 마련 - 주정부·시 주도 별도 보증기금 조성 및 지원	▪ 도심 중앙 파일럿 단지(17개동) 리트로핏 실증 - 단열, 환기, 난방, 태양광, 스마트홈 시스템 등 ▪ 빌딩 리모델링 표준 제시 ▪ Horizon 2020 지원으로 주택 소유주 비용 35%로 절감	▪ 신재생에너지 연계 및 건물 에너지 효율 고도화 - 단열, 열회수, 지역난방 시스템 연계, 태양광 ▪ 전력사는 신재생에너지 시설/자금 제공(건물주: 전력판매 및 임대료 인상으로 상환)
성과 및 효과	▪ 에너지 비용 20% 절감 ▪ 냉난방 에너지 75% 절감	▪ 23GWh 전기 소비→연간 67GWh 열 생산, 78GWh 가스 대체	▪ 에너지 요금 절감 ▪ 사회 통합, 일자리 창출	▪ 거주자 환경·편의 개선 ▪ 에너지공급 자체 달성	▪ 자원효율 향상, 비용절감 ▪ 에너지 신산업 발굴
조감도					

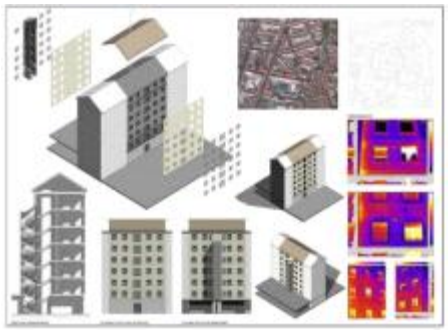
프로젝트명	REZBUILD	2ND SKIN	Smart City Initiative	SOLUTION	SERVE
국가(지역)	스페인, 노르웨이, 이탈리아	네덜란드 (Vlaardingen)	미국 (Denver)	스위스 (Cernier)	아일랜드 (Cloughjordan)
기간	2017.10~2021.09	2013.~2016.10	2015~	2012~	2007-2012
규모	-	-	도시 단위	12,700 m²	400게 동 이상, 132세대
목표	▪ 연 1% 수준의 기축건물 리트로핏 비중을 2.5%까지 향상	▪ 노후건축물 개보수 비중 향상을 위한 경제적 리트로핏 모델 개발	▪ 기술개발 기업 간 파트너십을 통한 스마트시티 개발	▪ 2030년까지 에너지 자립 계획 수립 및 도시단위 에너지 자립 구현	▪ 에너지 리노베이션 및 친환경 건축 분야의 최신 기술 실증·시연
분과 구분	에너지 효율 진단, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	건축물 제로에너지 그린리모델링, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	에너지 효율 진단, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	건축물 제로에너지 그린리모델링, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	커뮤니티 에너지 스테이션, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
주요 내용	▪ 공기단축·경제성 확보 리트로핏 패키지 개발 - 건물 소비에너지 최대 60% 절감, 30% 이상공기 단축, 최대 12년 내 투자회수 - 시뮬레이션 및 모델링 프로그램 개발	▪ 신재생 설비 및 경량 외피 결합 패키지형 리트로핏 모델 개발 - 외피 위주의 시공으로 공기 단축 및 비용 저감 - 외피·신재생 설비 일체화로 난방, 환기, 온수 등 동시 개선 가능	▪ 건물에너지 수요관리, 에너지절약 등 데이터 기반 관리체계 확대 ▪ 스마트시티 프로토타입 및 디지털 트윈 구축 ▪ 에너지 데이터 기반 실증구역 에너지 시뮬레이션 수행 및 최적 설계,	▪ 주거·공공 건물 에너지 리노베이션 ▪ IoT·분석 플랫폼 기반 디지털 트윈 도시 구축 ▪ 도시 전력·열그리드 연계 ▪ 지자체, 개인, 및 기업 맞춤형 프로그램 운영 ▪ 스마트미터 App 보급	▪ 마을 단위 에너지 최적화의 효율 실증 ▪ 기존 건물 레트로핏, 지역난방 시스템 도입 ▪ 건축물 에너지 설계 및 재생에너지 공급 분야 표준 설정 ▪ 모니터링 체계 구축
성과 및 효과	▪ 벤치마킹 가능한 전주기 기술개발 사례 확보 - R&D, 플랫폼, BM 등	▪ 30만호 이상인 `스택 주택` 중심 기술개발 및 대규모 개조 가능	▪ 10~12년 장기 실증 데이터 수집 및 4IR과 융복합 신산업 창출	▪ 레트로핏은 에너지 수요 70%, 신축은 법적 기준 대비 에너지 30% 저감	▪ 400개 동 이상 레트로핏, 132세대 규모 에코빌리지 구축
조감도					

프로젝트명	Saint-Gobain 社	-	-	FLEXYNETS(독일), COOL DH(스웨덴, 덴마크)	CEO-life(벨기에), U-GUGLE(오스트리아)
국가(지역)	프랑스	핀란드(Oulu), 네덜란드(Groningen)	독일(Hamburg/Nurnberg), 이탈리아(Vrescia)	독일, 스웨덴, 덴마크	벨기에. 오스트리아
기간	-	2018~2023년	2017~2021년	-	-
규모	-	도시 단위(2개 도시)	-	-	24,700㎡ 실증 구역(CEO-life) /24,736㎡ 규모 레트로핏과 태양광발전 도입
목표	▪ 온라인 시뮬레이션을 통해 창호 성능 진단 및 자재 조합 가능	▪ 긍정적 미래 대비 도시 혁신을 위한 에너지 효율적 계획 수립	▪ 지속가능한 지역난방을 위한 고효율의 최적 지역난방 시스템	▪ 스마트 도시 구현을 위한 차세대 지역난방 시스템 실증	▪ 완전한 재개발 통한 첨단 기술 도입
분과 구분	건축물 제로에너지 그린리모델링, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
주요 내용	▪ 각국별 산업표준에 부합하는 인증 정보를 바탕으로 자재조합 온라인 시뮬레이션 제공 - 단열, 방음, 태양광 제어 등 정보를 제공하고, 사용자가 직접 선택, 조합 가능	▪ 2050년 도시 지원 장기 에너지 변환 전략 및 구체적이고 실현 가능한 Action Plan 수립을 위한 실증	▪ Hamburg(독일): CHP 잉여열과 지열원 활용 실증 ▪ Nurnberg(독일): 바이오가스 플랜트 및 잉여열 활용 실증 ▪ Brescia(이탈리아): 분로(shunt)설치로 공급온도 낮추는 기술 실증	▪ 지역난방네트워크의 고효율화, 재생에너지 연계 열거래, 네트워크 관리 등을 위한 연구개발 및 실증	▪ ECO-Life(벨기에) - 연 1,700MWh 전력 및 열에너지 공급 ▪ EU-GUGLE(오스트리아) - 기존 노후건물 고효율화 - 건축물 물성 등 DB 제공
성과 및 효과	▪ 수요자 맞춤형 외피 요소 DB 제공을 통해 그린리모델링의 수요자 정보 접근성 제고	▪ 재생에너지 이용률 80% CO2 1.4k tone 저감, 일자리 창출 등	▪ 유럽 전역 저온지역 난방을 위한 차세대 지역난방 시스템 개발	▪ 네트워크 구조·관리·운전 시나리오, 대규모 축열 시스템 이용 등의 비즈니스 모델 제시	▪ ECO-Life - 연 5,463MWh 감축 ▪ EU-GUGLE - 연 6,499MWh 에너지 소비량 감축(단위면적당 50% 연 89kWH/㎡)
조감도					

❑ 해외 실증사례

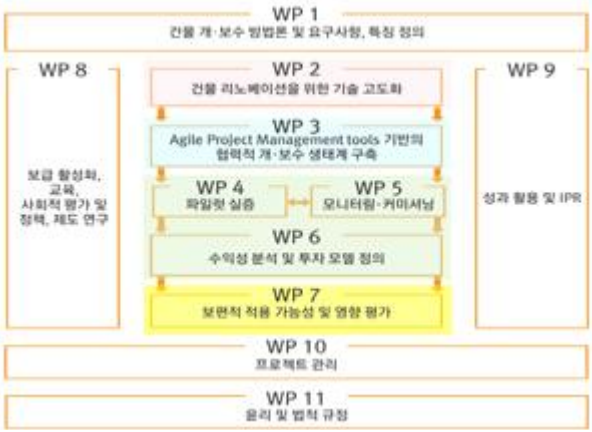
프로젝트명	Medicon Village		
국가/지역	스웨덴(Lund, Medicon Village)		
프로젝트 기간	2017년~2020년	**진행 현황**	진행중
프로젝트 규모	80,000㎡ 이상의 사무동, 40,000㎡ 이상의 실험동 및 12,000㎡의 주거용 건물		
실증 유형	열 네트워크, 신축/기축 혼합 적용		
개요	 ▪ 건물 간 연계를 통해 냉/난방 수요를 통합 조절하는 실증 프로젝트 ▪ 스웨덴 에너지청(SEA)의 지원을 받아 운영 ▪ 140,000㎡ 이상의 부지에 1,600명 가량이 거주하는 마을로, 완공 시 연간 15GWh 규모의 열 수요와 5GWh 규모의 냉방 수요 발생 ▪ EON사의 The ectogrid 시스템을 통해 15개 동 이상의 상업용, 주거용 건물의 냉·난방 수요 관리 계획		
프로젝트 목표	▪ 준공 완료 시, 폐열회수를 통한 건물 간 냉난방 관리로 구역 전체 열 수요의 최대 78.5% 절감 가능 ▪ 폐열회수, 에너지기기 고효율화, 신재생에너지 연계 등을 활용하여 연간 16GWh 수준의 에너지 수요를 4-5GWh까지 저감 목표		
주요 추진내용	▪ 상업-주거용 건물 간 열에너지 네트워크 및 폐열회수 설비 구축으로 지역 냉/난방 수요 최적화		
비즈니스 모델	▪ Good Neighbor™ 에너지 파트너십 계약(건물주 대상) ▪ 건물주와 EON 간 파트너십 계약 체결 (건물주는 EON의 장비설치 및 시설 사용에 동의) ▪ EON과 도시, 소비자 간 민관협력사업 수행(EON은 투자, 설비설치 및 운영) ▪ EON의 초기 투자회수 후 발생하는 수익은 건물주-EON간 50/50으로 분배 ▪ Good Citizen™ 에너지 배송 계약(컨슈머/프로슈머 대상) ▪ 지역별 기술사양, 지역 특성 등에 따른 잉여에너지 판매 요건 등을 약관에 명시		
경제적 효과	▪ 구역 전체의 에너지 비용을 최대 20% 가량 절감		
환경적 효과	▪ 기존 냉난방 시스템 대비 에너지 소모 약 75% 절감		
사회/산업적 효과	▪ 기존 시설(제약회사 건물)을 복합용도 시설로 개방하여, 다양한 집단의 사회적 통합 가능		

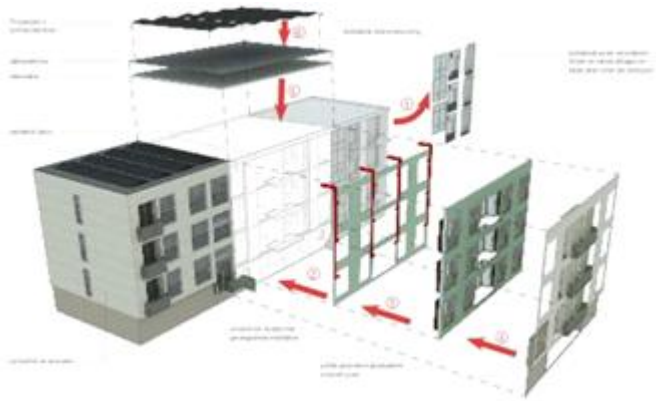
프로젝트명	Jacob Borchs Gate		
국가/지역	노르웨이(Drammen)		
프로젝트 기간	2009-2012	진행 현황	완료
프로젝트 규모	1,000㎡(에너지센터)		
실증 유형	열 네트워크, 기축건물 적용		
개요	 ▪ 저온의 바닷물을 산업용 열펌프의 열원으로 활용하고, HFC 등 유해가스 냉매가 아닌 암모니아를 사용하여 친환경 해수열원 히트펌프 시스템 구축	
프로젝트 목표	▪ 암모니아 유체, 피오르 해수 열원 히트펌프 배치를 통해 비화석연료, 비온실가스 작동 유체와 에너지효율 최적화 실현		
주요 추진내용	▪ 전기, 바이오매스, 가스, 석유 연료의 기존 히트펌프를 암모니아를 냉매로 하는 해수열원 히트펌프로 교체		
비즈니스 모델	▪ 깨끗하고 저렴한 열에너지 생산으로 수익을 창출하고, 이를 지역 열 네트워크 구축에 재투자하며 시설 품질을 지속적으로 개선함		
경제적 효과	▪ 열원별 열에너지 생산에 드는 비용이 가스 기준 €70/MWh, 바이오매스 €50/MWh, 전기 €30/MWh인 반면, 해수열원 히트펌프는 €10/MWh에 불과		
환경적 효과	▪ 히트펌프는 탄소 제로 에너지원을 통해 생산되는 23GWh의 전기에너지를 소비하여 연간 67GWh 규모의 열에너지를 생산, 이를 통해 해당 지역의 약 78GWh 규모의 가스 소모를 대체 ▪ 영국 기준으로는 연간 5,000tCO2를 열에너지 생산에 소비하여, 생산된 열에너지로 약 16,000tCO2의 가스 소비를 대체		
사회/산업적 효과	▪ 노르웨이 지역은 지역난방이 잘 발달되어 있고, 가스 네트워크가 별도로 존재하지 않아 산업적 효과를 비교할 수는 없으나, 동일한 규모의 전기에너지를 사용하는 건물에 비해 훨씬 작은 수준의 에너지를 소모하는 것으로 추정됨		

프로젝트명	Vitoria-Gasteiz retrofitting package		
국가/지역	스페인(Vitoria-Gasteiz., Basque)		
프로젝트 기간	2016~2018	진행 현황	완료
프로젝트 규모	Coronacion 지역 주택 약 750가구		
실증 유형	지역 에너지 네트워크, 기축건물 리트로핏		
개요	  ▪ 사회적 문제, 안전성, 거주성, 접근성 및 에너지 효율 측면에서 가장 취약한 지역을 선정하여 해당 지역 내 건물 리트로핏 추진 ▪ 높은 인구밀도, 낮은 중위소득 및 사회적 차원 등을 반영한 취약지역 선정으로 구역 재정비 효과 극대화 ▪ 주 정부, 기업(VISESA)과 교육기관(COAVN, COATA) 간 협약을 통해 대규모 리트로핏 시공여력 확보 ▪ 교육기관으로부터 일정수준 이상의 기술력이 보장된 전문인력을 지원		
프로젝트 목표	▪ SmartEnCity 프로젝트의 일환으로, 건물에너지 저감과 지역난방 네트워크 구축을 통해 장기적 목표인 2050년 탄소중립지구(Carbon-neutral zone) 달성에 기여		
주요 추진내용	▪ 단열성능 및 내부 기밀 향상, 저에너지 창호 적용 등 건물 리트로핏		
비즈니스 모델	▪ 지역난방 네트워크 구축 및 연결 비용을 포함한 리트로핏 총 예산은 세대당 평균 €21,000 규모 ▪ EU H2020, 바스크 주정부, 비토리아 가스티즈 시 보조금 등을 감안한 최종 거주자 부담금은 세대당 €9,600 규모 ▪ 주정부와 시는 별도 보증기금을 조성하여, 투자 여력이 없는 거주자들을 지원 ▪ 건물 리트로핏과 지역난방 네트워크 구축을 통해 연 €600 수준이었던 기존 난방/급탕비에 대한 저감 가능 ▪ 운영비 절감 및 건물세 환급액에 근거한 투자회수기간은 30년 정도로 추정되나, 건물가치 향상 등을 고려 시 더 줄어들 것으로 전망		
경제적 효과	▪ 자산가치 증대, 에너지효율 향상, 에너지요금 절감 등		
환경적 효과	▪ 지역 내 탄소배출 저감 등		
사회/산업적 효과	▪ 사회 통합, 일자리 창출, 거주민 건강 및 삶의 질 향상 등		

프로젝트명	Tartu		
국가/지역	에스토니아(Tartu)		
프로젝트 기간	2016~2018	진행 현황	완료
프로젝트 규모	파일럿 단지 약 17개동		
실증 유형	스마트빌딩, 기축건물 리트로핏		
개요	  ▪ 1950년대 건축된 구식 패널 빌딩을 고품질의 생활환경으로 변화 ▪ 도심 중앙에 위치한 17개 동의 파일럿 단지를 대상으로 리트로핏 실증을 수행, 구식 패널 빌딩 리모델링을 위한 현대적 표준을 제시		
프로젝트 목표	▪ 연평균 270kWh/㎡ 수준에 달하는 건물 에너지 소비량을 클래스 A 요건을 충족하는 90kWh/㎡ 수준으로 절감, 지속 가능한 에너지 행동 계획(SEAP) 이행에 기여		
주요 추진내용	▪ 외벽 전체에 사전 단열 판넬 적용 ▪ 모든 창을 삼중유리로 교체하고, 단열문 적용 ▪ 지붕 단열재 시공 ▪ 열교환기 환기 시스템 설치 ▪ 중앙난방시스템 재구축 및 온도조절밸브 설치 ▪ 지역난방시스템 보완을 위한 저온냉각시스템 추가 ▪ 태양광 패널 설치 ▪ 스마트 홈 시스템 설치 등		
비즈니스 모델	▪ Horizen 2020 펀딩과 국가 지원 등을 통해 일정부분 보조하며, 주택 소유자 부담 금액은 전체 비용의 약 35% 수준 ▪ 에스토니아의 아파트 리모델링 평균 가격은 €250/㎡ 수준인 반면, 재건축 패키지 적용에 예상되는 가격은 €300/㎡ 수준		
경제적 효과	▪ 자원 및 에너지 효율성 향상을 통한 에너지비용 저감 ▪ 파일럿 단지의 자산가치 향상		
환경적 효과	▪ 거주자 환경 개선 ▪ 화석연료 사용 절감을 통한 에너지 공급 독립		
사회/산업적 효과	▪ 데이터 접근성 증가, 모니터링 및 에너지 소비 피드백 용이성 제고로 관련 신산업 창출 기회 증대 ▪ 거주자 편의성 향상 및 행동 변화를 통한 사회 통합		

프로젝트명	ProjectZero		
국가/지역	덴마크(Sonderborg)		
프로젝트 기간	2015~2022	**진행 현황**	진행중
프로젝트 규모	66,000㎡, 844가구 규모 공동주택		
실증 유형	스마트빌딩, 기축건물 리트로핏, 신재생에너지(태양광)		
개요	 ▪ 탄소 중립 달성을 위한 건물에너지 효율 고도화 및 신재생에너지 연계 ▪ Sonderborg 지역은 폐기물 소각, 지열, 태양열, 바이오매스 및 최대부하 관리용 천연가스, 풍력 등을 다양한 에너지원을 사용 ▪ 지역 목표인 2029년까지 탄소 중립 달성을 위해서는 2007년 대비 탄소 배출량 50% 저감 및 천연가스, 폐기물 소각 등 신재생에너지가 아니거나 신재생에너지 비중이 일부밖에 인정되지 않는 열원에 대한 대체 필요 ▪ 건물에너지 고효율화 및 스마트가전을 통해 탄소배출량을 저감하고, (BI)PV 등 신재생에너지 활용 추진		
프로젝트 목표	▪ 2029년까지 2007년 대비 탄소배출량 50% 절감 및 재생에너지 활용 증대를 통해 탄소 중립 달성		
주요 추진내용	▪ 파사드 및 지붕 단열 ▪ 고효율 창호 및 기밀 향상 ▪ 열회수 환기 시스템 ▪ 공공시설 및 건물 내 LED 활용 ▪ 지역난방 시스템과 연계한 자동 난방조절 ▪ 6,000㎡ 규모의 (BI)PV 설치		
비즈니스 모델	▪ 세입자 임대료 인상을 통한 투자금액 충당 ▪ 건물 내 에너지비용 절감 및 아파트 실내기후 개선, 자산가치 증가에 따라 세입자로부터 임대료 인상 가능 ▪ 전력 판매를 통한 투자금액 충당 ▪ 전력공급자가 신재생에너지 시설 또는 자금을 제공하고, 건물주는 건물에 설치된 시설에서 생산하는 에너지를 통해 이를 상환 ▪ 투자금 상환 전까지는 거주자의 에너지요금 절감 효과가 없으나, 이후에는 임대료 인상 없이 에너지요금 절감 가능		
경제적 효과	▪ 자원 및 에너지 효율성 향상을 통한 에너지비용 저감		
환경적 효과	▪ 탄소 배출 저감		
사회/산업적 효과	▪ 에너지 신산업 및 새로운 투자 모델 발굴 ▪ 구성원들에 의한 민주적 도시계획 프로세스 고도화		

프로젝트명	REZBUILD		
국가(지역)	스페인, 노르웨이, 이탈리아		
프로젝트 기간	2017.10~2021.09	**진행 현황**	진행중
프로젝트 규모	약 900만 유로 (Horizon 2020 지원금액 700만)		
프로젝트 목표	연 1% 수준의 기축건물 리트로핏 비중을 2.5%까지 향상		
분과 구분	에너지 효율 진단, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델		
개요	 ▪ 공기단축 및 경제성 확보에 중점을 둔 기축건물 리트로핏 패키지 마련으로 기축건물 리트로핏 비중 향상 - 건물 소비에너지 최대 60% 절감, 30% 이상의 공기 단축, 최대 12년 내 투자회수 가능한 경제적 기술패키지 구성 ▪ EU Horizon 2020 프로젝트의 지원을 받아 2017년부터 4년간 운영		
주요 내용	▪ 비용 효율적, 체계적, 비 해체적인 리트로핏 기술 및 공정 개발을 통해 건물 리노베이션을 위한 기술 고도화 ▪ 협력적 개·보수 생태계 구축 및 컴퓨팅 기술을 활용한 시뮬레이션, 모델링 프로그램 개발 ▪ 경제성 분석 기술 패키지 및 플랫폼 실증·보완 및 경제성 분석 수행 ▪ 개발내역의 복제·확산을 위한 적용 가능성 및 영향 평가 수행, 로드맵 수립 		
성과 및 효과	▪ 기술개발 → 플랫폼 구축 → 실증을 통한 BM 창출 → 영향평가 및 표준화 등 기술개발 추진 과정 및 구성에 대한 벤치마킹 가능		

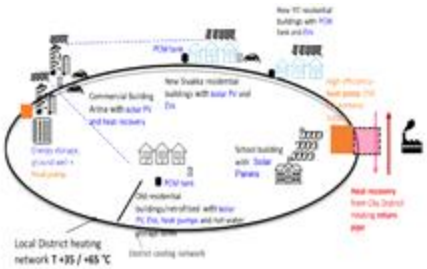
프로젝트명	2ND SKIN
국가(지역)	네덜란드(Vlaardingen)
프로젝트 목표	노후건축물 개보수 비중 향상을 위한 경제적 리트로핏 모델 개발
분과 구분	건축물 제로에너지 그린리모델링, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
개요	 [실증 기술 적용 전] [실증 기술 적용 후] ▪ BIK Bouw 사의 경량 외피 기술을 응용, 네덜란드 Delft 대학과 EU 지원을 통해 추진 ▪ EU 전체 건물의 75%에 달하는 노후 주거용 기축건물의 개보수 비중 향상을 위해 신재생에너지 설비와 경량 외피가 결합된 패키지형 리트로핏 모델 개발
주요 내용	▪ 외피 위주의 시공으로 공기 단축 및 시공비용 저감, 거주자 편의성 제고 - 경량 소재 활용으로 기축건물의 구조에 미치는 영향이 적고, 시공기간이 짧음(2~3일) - 내부공간과 분리된 형태로 거주자가 집에 머무르는 상태에서 시공 가능 ▪ 단순화와 확장성을 바탕으로 최대한 많은 솔루션을 제공할 수 있는 기술 패키지 구성 ▪ 외피-신재생설비 일체화로 외피 리트로핏을 통해 난방, 환기, 온수 등 동시 개선 가능 - 태양광 등 신재생에너지 솔루션과 주요 설비를 조절할 수 있는 컨트롤박스를 외피와 일체화 하여 외피 교체를 통해 기계식 환기, 난방, 온수 및 신재생에너지설비 적용 가능 
성과 및 효과	▪ 네덜란드 내 30만호 이상이 있는 `스택 주택` 유형 중심 기술개발로 대규모 개조 가능

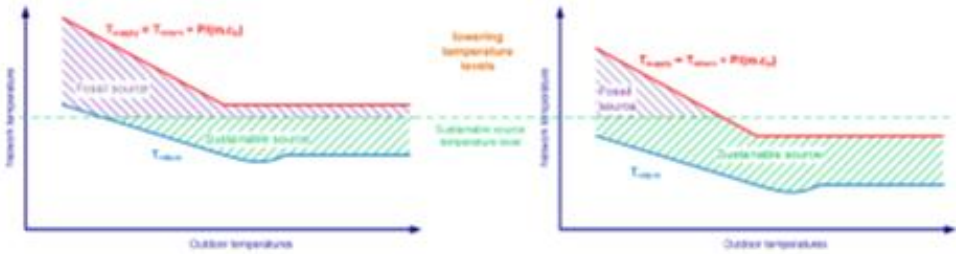
프로젝트명	-
국가(지역)	미국(Denver)
프로젝트 목표	기술개발 기업 간 파트너십 통한 스마트시티 개발
분과 구분	에너지 효율 진단, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
개요	 ▪ IoT 기술 기반의 인간중심 지역사회 서비스 제공 및 분석 플랫폼을 활용한 디지털 트윈 도시 구축 ▪ 기술 개발 기업의 스마트 기술실증 토대 확보 및 상업용 부동산 가치증대 ▪ 스마트시티 프로토타입 구축
주요 내용	▪ IoT 및 데이터 기반 관리체계 활용의 확대→건물에너지 수요관리, 공공건물 에너지 절약 등 센서링 기술 활용한 `도시를 위한 Fitbit` 구축 ▪ 신재생에너지, IoT, 빅데이터 분석, 자동화 기술 활용 → 스마트시티 프로토타입 구축 ▪ 데이터 분석 플랫폼(URBANopt)을 활용한 디지털 트윈 구축 - GIS 데이터 및 건물 별 에너지 데이터를 기반으로 실증 대상 구역 에너지 시뮬레이션 수행 ▪ 시뮬레이션 도출 시나리오에 따라 에너지 설비의 최적 용량 및 구조 결정 - 중장기 모니터링 전담 과제 구성, 기술실증 추적 조사 방안 마련  [Smart nodes 활용 도시 조명 제어]  [URBANopt 활용 도시 에너지 시나리오]
성과 및 효과	▪ 10~12년 이상 장기프로젝트로 실증기간동안 방대한 양의 분석용 데이터 수집 ▪ 신규 서비스/BM 발굴 관련 내역 사업·과제 제시 통해 요소기술과 4IR 기술 간 융복합 신산업 창출

프로젝트명	-
국가(지역)	스위스(Cernier)
프로젝트 목표	2030년까지 에너지 자립 계획 수립 및 도시 단위 에너지 자립 구현
분과 구분	건축물 제로에너지 그린리모델링, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
개요	 ▪ IoT 기술 기반의 인간중심 지역사회 서비스 제공 및 분석 플랫폼을 활용한 디지털 트윈 도시 구축 ▪ 태양광, 풍력, 열병합 발전 등 신재생에너지원을 통해 전체 전력 수요의 90%, 열수요의 70% 공급
주요 내용	▪ 주거 및 공공 건물의 에너지 리노베이션 - 외피,단열재,내부설비(보일러) 교체를 통한 에너지효율 향상 ▪ 신축 건물의 에너지 저소비 건축 및 고효율 시공기술 적용으로 정부 규정 대비 고효율 달성 ▪ 재생에너지 설비 도입 및 도시 전력, 열그리드에 연계 ▪ 에너지 최적화 및 스마트 미터 활용 보급 ▪ 지자체, 개인, 기업 등 참여 주체별 맞춤형 지원 프로그램 운영(재생에너지 플랜트 등 공공 시설 설립지원/ 기술서비스 실증 테스트베드 지원 등) ▪ 가정별 에너지 수요관리를 위한 스마트미터 연계 App 보급으로 구성원 에너지 소비패턴 변화  [에너지 리노베이션 건물]  [스마트미터 연계 수요관리 앱]
성과 및 효과	▪ 기축 건물 에너지 리노베이션 - 레트로핏: 기존 대비 에너지 수요 70% 감소 ▪ 신축 건물 고효율화 - 법적 기준 대비 30% 이상 에너지 저감

프로젝트명	SERVE
국가(지역)	아일랜드(Cloughjordan)
프로젝트 규모	635개 건물
프로젝트 목표	에너지 리노베이션 및 친환경 건축 분야 최신 기술 실증 및 시연
분과 구분	커뮤니티 에너지 스테이션, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
개요	 ▪ 마을 단위 에너지 최적화의 효율 실증을 통한 증명 - SERVE 커뮤니티 에너지 스테이션 실증 및 기술 성과 모니터링 ▪ 재생에너지 공급 분야 표준 설정
주요 내용	▪ 커뮤니티 및 마을 단위 에너지 최적화의 효율성 실증화 및 시연 - 개별 건축물 조치 대비 얼마나 더 효율적인지 실증을 통해 증명 ▪ 기존 건물 레트로핏과 eco-village 신축, 지역난방 시스템 도입 ▪ 건축물 에너지 설계 및 재생에너지 공급 분야의 표준 설정 ▪ 거주민, 시공 기술자 대상 에너지 교육 프로그램 마련 - 친환경 건축 공법 현장교육 등 ▪ 1:1 평가사 BER 측정, 에너지 컨설팅 통한 경제적 효과 강조 - 자가 소유 비중이 높은 지역 특성 - 표준, 가이드라인 제정 등 융복합 연구 병행 추진 ▪ 충분한 실증기간 확보 및 모니터링 체계 구축 - 유관기관 연계, 비용 및 인력 자원 소모 절감 ▪ 중장기 모니터링 전담 과제 구성, 기술실증 추적 조사 방안 마련  [Building Energy Rating 구성]  [SERVE 프로젝트 모니터링 체계]
성과 및 효과	▪ 400개 동 이상 레트로핏, 132세대 규모 에코빌리지 구축

프로젝트명	Saint-Gobain 社
국가/지역	프랑스
프로젝트 목표	▪ 온라인 시뮬레이션을 통해 창호 성능 진단 및 자재 조합 가능
분과 구분	▪ 건축물 제로에너지 그린리모델링, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
개요	  ▪ Saint-Gobain 사의 각국별 인증 정보를 바탕으로 자재조합 온라인 시뮬레이션 ▪ 채광, 방음 등 기준에 부합하는 글레이징 외피 및 창호 정보 제공
주요 내용	▪ 각국별 산업표준에 부합하는 창호/글레이징 외피 요소 DB 제공 ▪ 자재 DB를 바탕으로 보유중인 창호/글레이징 외피의 예상 성능값을 측정하거나 보완 등 시뮬레이션 가능 ▪ 단열, 방음, 강도, 태양광 제어 등의 정보를 제공하고, 사용자가 직접 선택, 조합 가능 ▪ 성능값 필터에 따라 원자재 및 코팅, 구조, 충전재를 조합하여 제시 ▪ 연구결과 활용 및 보급, 확산을 위해 실증과정에서 수집된 성능 데이터를 온라인 플랫폼 또는 SW로 구성, 배포하는 방안에 대해 검토 필요
성과 및 효과	▪ 수요자 맞춤형 외피 요소 DB 제공을 통해 그린 리모델링의 수요자 정보 접근성 제고

프로젝트명	-
국가/지역	핀란드(Oulu), 네덜란드(Groningen)
프로젝트 기간	'18.12~'23.11
프로젝트 목표	긍정적 미래 대비 도시 혁신을 위한 에너지 효율적 계획 수립
분과 구분	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
개요	  ▪ EU Horizon 2020 프로그램 지원에 의한 프로젝트(사업기간 `18. 12~`23. 11, 사업비 71.7 백만 유로) ▪ 2050년 대비 도시 지원 장기 에너지 변환 전략 수립을 목표 ▪ 재생에너지 이용률 80%, CO2 저감, 신규 일자리 생성
주요 내용	▪ Light House City인 핀란드의 Oulu와 네덜란드 Groningen를 대상으로 대규모 실증 수행 예정 ▪ 2050년 대비 도시 지원 장기 에너지 변환 전략 수립 목표, 사업 초기 구체적이고 실현 가능한 Action Plan 필요 ▪ Oulu 실증 사이트 적용 기술: 건물 사이 열배관, 태양열 및 CO2 냉매 히트펌프/ 열 저장 및 전력 저장, 열 회수 시스템 등 ▪ Groningen 실증 사이트 적용 기술: 기축·신축 건물 리모델링, 지열히트펌프/ 열 회수 시스템, 태양열 및 CO2 냉매 히트펌프/ 열 저장 및 전력 저장, 열 회수 시스템 등
성과 및 효과	▪ 재생에너지 이용률 80%(열에너지 88%, 전력 73%), CO2 1.4k tone 저감, 신규 일자리 4,358개 생성

프로젝트명	-		
국가/지역	독일(Hamburg/Nurnberg, Germany), 이탈리아(Vrescia)		
프로젝트 기간	'17.10~'21.9	**진행 현황**	진행중
프로젝트 목표	지속 가능한 지역난방을 위한 고효율의 최적 지역난방시스템		
분과 구분	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델		
개요	 ▪ EU Horizon 2020 프로그램 지원에 의한 프로젝트(사업기간 `17. 10~`21. 09, 사업비 5백만 유로) ▪ 유럽 전역 저온지역난방을 위한 차세대 지역난방시스템 개발		
주요 내용	▪ 유럽전역의 저온지역 난방화를 위한 솔루션 패키지 실증 수행 예정(새로운 도시[시골] 저온지역난방시스템 실증-Hamburg[Nurnberg],Germany, 기존 고온지역난방시스템 실증-Brescia, Italy) ▪ Hamburg(독일): CHP 잉여열과 지열원 이용 저에너지빌딩 도시의 저온지역 낸난방시스템 실증 ▪ Nurnberg(독일): 시골지역 바이오가스 플랜트 및 바이오가스 잉여열 이용 저온지역난방시스템 실증 ▪ Brescia(이탈리아): 기존 고온지역난방시스템에서 분로(shunt)설치로 공급온도 낮추는 기술 실증→ 유럽 기존 지역난방시스템 확대 적용 목표 ▪ 신도시 및 구도시 맞춤형 표준모델 개발, 실효적 실증 통한 국가 차원의 보급 확산 목표로 설계 필요		
성과 및 효과	▪ 유럽 전역의 저온지역 난방을 위한 온도 최적화를 통해 재생 및 잉여열 활용 극대화를 통한 차세대 지역난방 시스템 개발		

프로젝트명	FLEXYNETS(독일), COOL DH(스웨덴, 덴마크)
국가/지역	독일, 스웨덴, 덴마크
프로젝트 목표	스마트 도시 구현을 위한 차세대 지역난방 시스템 실증
분과 구분	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
개요	  ▪ 경제성을 갖춘 비즈니스모델 도출 ▪ 저온지역난방시스템과 재생에너지 열원 분산통합을 통한 최적난방시스템 개발
주요 내용	▪ 지역난방네트워크의 고효율화 기술 개발 및 실증 프로젝트 ▪ EU Horizon 2020 프로그램 지원에 의한 프로젝트 ▪ 유럽 전역에서 지역냉난방시스템의 고효율화(40~65℃의 저온), 지능화를 목표하고 표준 도시모델 개발 및 실증 ▪ 재생에너지 연계, 5세대 지역난방 도입 효과 및 적용 사례 이론적 분석 실행 ▪ 열거래, 네트워크 관리 등을 위한 연구개발 및 실증 진행 중
성과 및 효과	▪ 네트워크 구조, 네트워크 관리, 운전 시나리오, 대규모 축열 시스템 이용, 열거래를 위한 biz 모델 등 제시

프로젝트명	CEO-life(벨기에), U-GUGLE(오스트리아)
국가/지역	벨기에. 오스트리아
프로젝트 규모	24,700㎡ 실증 구역(CEO-life) / 24,736㎡ 규모 레트로핏과 태양광발전 도입
프로젝트 목표	완전한 재개발 통한 첨단기술 도입
분과 구분	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
개요	  ▪ Saint-Gobain 사의 각국별 인증 정보를 바탕으로 자재조합 온라인 시뮬레이션 ▪ 채광, 방음 등 기준에 부합하는 글레이징 외피 및 창호 정보 제공
주요 내용	▪ ECO-Life(벨기에) - 유럽 19개국, 80여개 도시의 ZEC, ZED 관련 사업 추진 - 아시아, 중동의 ZEC, ZED와 달리 완전한 재개발 통한 첨단기술 도입 경향 - 미국, 유럽은 도시의 기존 인프라 최적화(레트로핏), 그 위에 수용능력을 쌓아 올리는 과업 - 건물 외피 레트로핏과 태양광, 바이오매스 및 열병합 지역난방 도입하여 연 1,700MWh 전력 및 열에너지 공급 ▪ (EU-GUGLE(오스트리아) - 24,736㎡ 규모 레트로핏과 태양광발전 도입 등 기존 노후건물 고효율화 - 스마트미터 설치를 통해 지역난방 최적화 등, 데이터 수집하여 건축물 물성 등 정보 제공
성과 및 효과	▪ ECO-Life(벨기에) - 24,700m2 실증 구역 내 기존 대비 70% 에너지에 달하는 연 5,463MWh 감축 달성 ▪ EU-GUGLE(오스트리아) - 노후건물 효율 향상을 통해 연 6,499MWh 에너지 소비량 감축(단위면적당 50% 연 89kWH/m2) - 향후 실증 지역 전체 레트로핏 완료 시 55~65% 수준의 에너지 효율 향상 기대

5.9.2. 국내 실증사례

❑ 국내 실증사례 요약

프로젝트명	친환경 에너지 타운	성남 판교 제로시티	한국수력원자력 본사 제로에너지 리모델링	서울시 신청사
지역	충청북도 청주시	경기도 성남시	경상북도 경주시	서울시 중구
기간	-	~2017년 하반기	-	-
규모	-	43만m^2	건축면적 2만3천m^2	7천 966m^2
목표	▪ 바이오가스 발전으로 수익 연간 8.7억원 ▪ 139가구 연료전환으로 난방비 연간 8.1만원 절감(총 1.1억원) ▪ 태양광 발전으로 마을회관 전력비 절감 연간 0.1억원	▪ 판교테크노밸리와 연계해 저탄소 친환경 도시, ICT 기술 융합의 미래형태 스마트 도시 모델 개발	▪ 계획단계 1차 에너지 소요량-G-SEED 업무시설 기준 1등급 ▪ 전체 에너지 소비량 31.1%을 신재생에너지로 공급, 에너지플러스 건축물 구현	▪ 계획단계 1차 에너지 소요량 1등급, 준공 이후 G-SEED 2등급 ▪ 전체 에너지 소비량 중 2.3%를 신재생에너지로 공급
분과 구분	▪ 커뮤니티 에너지 스테이션	▪ 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	▪ 건축물 제로에너지 그린리모델링	▪ 건축물 제로에너지 그린리모델링
주요 내용	▪ 바이오가스 발전시설 및 발전 폐열 활용 공급 ▪ 온실 및 건조장 설치(12억원) 하여 체험형 농장 운영 ▪ 주민참여로 내부 설비 투자(0.4억원+5.5.억원)	▪ 자율주행실증단지 5.6km 조성 ▪ 지능형 교통시스템 및 중앙관제센터 등 인프라 구축 ▪ 경기도와 국토부, KT, BMW 등과 업무협약 체결하여 추진	▪ (패시브 기술) 로이삼중유리 적용, BIPV 설치, 수평루버 이용하여 일사획득으로 냉난방 부하 저감 등 ▪ (액티브 기술) PV시스템 설치→1,200kWp생산, 태양열시스템, 전열교환기, 광덕트 설치	▪ (패시브 기술) 로이삼중유리 사용으로 열 차단, 한옥 처마형 차양, 내부 수직정원으로 실내 온·습도 조절 ▪ (액티브 기술) 태양광, 태양열, 열병합발전으로 에너지 생산, BIPV, 지열 시스템으로 에너지 저감
성과 및 효과	▪ 에너지 비용 및 탄소 배출 저감 ▪ 구성원의 신사업 모델 발굴	▪ 자율주행 시범 운행 단지 지정	▪ -	▪ -
조감도				

프로젝트명	Smart ZEC 개발	노원구 제로에너지주택 실증단지	K-Water 물사랑 어린이집
지역	-	서울시 노원구	대전 대덕구
기간	2018~2021년	2013~2017년	2013~2015년
규모	-	건축면적 3천301m^2, 주택 121세대(아파트, 단독 포함)	550m^2
목표	▪ 요소기술 및 솔루션 확보 ▪ 신재생에너지 관리/운영/거래 플랫폼 기술 개발 및 에너지 요금체계 개선 ▪ 규제 및 제도 개선	▪ 연간 건물에너지 소요량 46% 절감 ▪ 신재생에너지 779Mwh 생산하여 플러스에너지 달성	▪ 온실가스 배출량 증가, 단열성능저하, 결로·곰팡이 및 미세먼지 등 실내환경 만족도 저하 해결 ▪ 녹색건축물 민간부문 확산 유도를 위한 선도 모델 창출
분과 구분	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	건축물 제로에너지 그린리모델링, 그린 커뮤니티 확산	건축물 제로에너지 그린리모델링
주요 내용	▪ 분산형, 독립형 마이크로 열 네트워크 기술 실증(진천) ▪ 광역망 연계 캐스케이드 열 네트워크 실증 기술(마곡) ▪ 도시단위 통합 에너지 운영 시스템 기술 실증(세종)	▪ 패시브 기술 적용하여 최적화 설계 개발 ▪ 남향배치, 맞통품, 단열 및 기밀, udfry 최소화, 고성능 창호, 급탕 및 난방 배관 보온재 사용 등 ▪ 1차년도부터 Mock-up주택 구축하여 실증단지에 최적화 적용	▪ 리모델링 실시설계 추진, 그린리모델링 공사비 지원 ▪ 단열 보강 및 로이복층 유리 창호 적용, 강제환기 장치 설치 등으로 에너지 22.2% 절감 ▪ 운영단계 모니터링 실시 지원
성과 및 효과	-	▪ 국토부 제시 2017년 주택 에너지 의무절감률 60% 로드맵 실현을 위한 주택모델 제시	▪ 월 평균 약 50만원 절감
조감도			

프로젝트명	아산 중앙도서관	진천 친환경에너지타운	송도 6·7공구 A11블럭 공동주택
지역	충청남도 아산시	충청북도 진천군	인천시 연수구
기간	-	2016~	2015~2018년
규모	연면적 9천 37m^2	6천 577m^2	연면적 15만 2,825m^2
목표	▪ 종합커뮤니티 공간으로의 도서관 건축 계획 ▪ 국가 에너지 절감 정책 대응 제로에너지 건축물 신축	▪ 신재생에너지 융·복합 이용으로 환경·에너지 문제 동시 해결 ▪ 미활용에너지원을 이용한 단위 지역의 에너지자립 목표	▪ 고효율·고기밀 외피 적용, 단지용 BEMS 구축, 신재생에너지(태양광, 연료전지) ▪ 에너지효율 최고 수준인 1+++ 등급 인증을 목표
분과 구분	건축물 제로에너지 그린리모델링	커뮤니티에너지 최적화	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
주요 내용	▪ 외단열, 삼중창호, 외피면적 최적화 등 패시브 기술 및 고효율 LED, 지열·태양광 발전 설비 등 액티브 설비 적용 ▪ 국토부 R&D 사업 연계하여 2억 5천만원 상당 BEMS 지원(건기연) ▪ 9천만원 상당의 태양광설비 지원 (한국에너지공단)	▪ 계간축열조 연계 태양열 시스템 적용 → 63% 난방 및 온수급탕 직접 공급 ▪ 태양광 발전 시스템으로 전력 생산	▪ 단열, 창호, 기밀 성능 향상, LED 등 고효율 기기 적용 ▪ 태양광, 수소연료전지, ESS 등 마이크로그리드 구축 ▪ 신재생에너지 설치 보조금 우선지원 ▪ 용적률 15% 향상 및 세제감면 지원, 건기연, 에너지관리공단의 컨설팅 지원
성과 및 효과	▪ 제로에너지건축물 본인증(ZEB5), 건축물 에너지효율등급 1++등급 본인증 등 획득 ▪ 15% 취득세 감면 적용 ▪ 에너지 자립률 27.77% 달성	▪ 에너지 거래 실증 예정 ▪ 스마트 제로에너지 시티 연구개발 테스트베드로 활용	▪ 입주자는 최대 77%의 난방에너지 사용량 감축 ▪ 에너지비용부담을 인천시 평균 대비 전기비용 50% 이상, 난방비용 40% 이상 절감
조감도			

프로젝트명	장위 4구역 주택재개발 정비사업	경기도 신청사	행복도시 5-1 생활권 제로에너지 스마트시티
지역	서울 성북구	경기 수원시	세종시
기간	2015~2017년	2017~2020년	2018~2021년
규모	31동 2,840세대 (연면적 43만 3천 ㎡)	건축면적 8만 8천m2, 지하4층 지상 22층	대지면적 274만 평
목표	▪ 에너지효율 최고 수준 1+++ 등급 인증 ▪ 일상생활 에너지 자급자족 단지 조성	▪ 녹색건축설계기법 적용한 최신 친환경 공공청사 구현	▪ 지속가능한 환경을 목표로 스마트 팜, 스마트 헬스케어, 자율주행 대중교통, 도시에너지 관리 시스템 등 스마트 소사이어티 구현
분과 구분	건축물 제로에너지 그린리모델링, 커뮤니티 에너지 스테이션	건축물 제로에너지 그린리모델링	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델
주요 내용	▪ 고성능 창호 · 건물 외피, 단지용 지열냉방 시스템 적용 - 태양열, 지열 등 설치비 지원 ▪ 세제감면 및 컨설팅 지원 - 취득세 및 재산세(5년간) 이내 감면	▪ 지열, 태양광 설비 도입으로 에너지 생산 ▪ 옥상녹화, 고효율 LED 등으로 냉난방 비용 절약 ▪ 폐열 재활용 ▪ BEMS 적용	▪ 장소기반 대피시스템, AI/AR 비콘 기반 재난 관리 서비스 등 ▪ (스마트 교통) BRT 자율주행셔틀 등 통합 모빌리티 구현 ▪ (스마트 에너지) 청정에너지 인프라 구축, 에너지 스토어
성과 및 효과	▪ 에너지 생산 3.3%, 에너지 절감 11.7% 목표 ▪ ZEB 조기 활성화 및 민간 확산	▪ 건물에너지효율 예비인증 1+++ 등급 획득 (`18.01.05) ▪ 국내최초 ZEB 3등급 예비인증 획득('18.01.26)	▪ 다양한 주체 간 협업 생태계 조성, 구성원 참여형 도시 실증 ▪ 탄소배출 관리, 폐기물 활용, 친환경 서비스 등 제공
조감도			

❑ 국내 실증사례

프로젝트명	친환경에너지타운
지역	청주시
실증 유형	신재생에너지(태양광 발전, 바이오매스 발전)
개요	 ▪ 바이오가스를 도시가스로 전환하여 지역주민들에게 공급하고 발전시설의 열에너지를 온실과 건조장에 이용할 계획 ▪ 태양광 발전 설비를 설치하여 마을회관에 전력 제공
프로젝트 목표	▪ 바이오가스 발전으로 매전수익 연간 8.7억원 ▪ 139가구 연료 전환에 따른 가구당 연간 8.1만원 , 총 1.1억원 난방비 절감 ▪ 발전폐열 활용을 통한 농산물 판매수익 2.8억원 ▪ 태양광 발전으로 마을회관 전력비 절감 연간 0.1억원
주요 추진내용	▪ 폐자원에너지 - 바이오 가스 발전시설 및 발전폐열 활용 공급배관 설치(57억원) - 음폐수 바이오가스(8,300㎥/일) 발전시설(760kW) 설치 → 발전폐열 공급배관 연결 → 주변 마을(신대동, 가락4리) 공급 - 민간투자(22억원), 주민참여(1.4억원) 포함 ▪ 바이오가스 발전 폐열(온수) 활용 온실 및 건조장 설치(12억원) - 300평 규모 온실 2개소에 발전폐열 공급→체험형 농장 운영 - 주민참여(0.4억원): 토지·기존 건축물 현물 및 내부 설비 투자 - 150평 규모 농작물 건조장 3개소에 발전폐열 공급 - 주민참여(5.5억원): 현물(토지·건축물) 및 내부 설비 투자 ▪ 재생에너지 - 마을회관 옥상(3개소)에 태양광 발전시설 설치(0.4억원)
비즈니스 모델	▪ 발전시설의 열에너지를 공급받는 온실을 활용하여 체험형 농장 운영
경제적 효과	▪ 자원 및 에너지 효율성 향상을 통한 에너지비용 저감
환경적 효과	▪ 탄소 배출 저감
사회/산업적 효과	▪ 구성원들의 신사업 모델 발굴 및 운영

프로젝트명	성남 판교 제로시티		
지역	경기도 성남시		
프로젝트 기간	~2017. 下	**진행 현황**	완공
프로젝트 규모	43만m2		
실증 유형	저탄소 친환경, 첨단 ICT 스마트도시		
개요	 ▪ 판교제로시티는 총 43만m2 규모로 조성되어, 판교테크노밸리와 연계한 창조경제 생태계 구축, 도시안전, 저탄소 친환경, 첨단 정보통신기술(ICT) 등이 융합된 미래형 스마트도시로 조성		
프로젝트 목표	▪ 판교테크노밸리와 연계해 저탄소 친환경 도시이자 ICT기술이 융합된 미래형 스마트 도시 모델		
주요 추진내용	▪ 판교제로시티 내 자율주행실증단지 5.6km 조성 (2017년 말 완공) - 차량 간 통신 기술, 차량과 도로 사이 통신 기술을 의미하는 V2X 가설치 등 ICT 기술 인프라 구축 - 지능형 교통시스템인 C-ITS 조성 - 중앙관제센터에서 차량 주행 정보를 전송받아 교통사고 사전 예방 등 교통상황 관리 기술 적용 ▪ 경기도와 국토부, 한국국토정보공사, KT, BMW 등과 업무협약을 체결하여 추진 - 국토부는 자율주행 시범운행단지 지정 및 활성화 지원, 한국국토정보공사와는 도로 주변의 지형지물을 오차 범위 10cm 이내에서 식별할 수 있는 3차원 지도인 고정밀 디지털 지도 구축 - 위성측위시스템(GNNG) 인프라를 구축하여 인공위성을 이용, 위치/고도/속도 등에 관한 3차원 고정밀 디지털 지도 위치정보 기술 지원 - 5G 통신기술을 활용하여 차량이 주행중일 때도 각종 정보를 수신 가능		
비즈니스 모델	▪ 자율주행 시범 운행 단지 지정 및 활성화		

프로젝트명	한국수력원자력 본사 제로에너지 리모델링		
지역	경상북도 경주시		
프로젝트 기간		**진행 현황**	완공
프로젝트 규모	건축면적 23,863m2, 지상12층, 지하 1층		
실증 유형	건축물 단위 제로에너지 요소기술 적용		
개요	 ▪ 건축물의 에너지 소비량 절감을 위해 패시브 기법으로 창호와 차양계획, 외피단열, 옥상녹화, 이중외피 기술을 적용하였고, 액티브 기법으로 태양광, 태양열, 지열, 집광채광, 열교환기, 열회수기, 쿨튜브, 우수처리 시스템을 적용		
프로젝트 목표	▪ 계획단계에서 1차 에너지 소요량이 208.5kWh/m2y으로 G-SEED 업무시설 기준 1등급에 해당 ▪ 신재생에너지 공급 비율은 전체 에너지 소비량 중 31.1%로 에너지 소요량 12.3kWh/m2y의 에너지 플러스 건축물을 구현		
주요 추진내용	▪ 건축물에너지 소비량 절감 위한 패시브 기술 적용 - 창호는 로이삼중유리를 사용하였으며 향별 창면적비가 계획 전체의 31.4% 차지 - 차양계획에서는 수평차양 상부에 BIPV 설치하여 발전효율 향상 - 수평루버를 이용하여 수직설치 대비 일사 획득량 약 10% 이상 효과 - 외파단열에 외단열 공법 적용 ▪ 액티브 기술 적용 - 태양광시스템은 PV를 설치하여 최대 1,200kWp 생산, 태양열시스템은 급탕시스템으로 용량은 500m3 - 집광 및 채광시스템은 수평형 광덕트 190set, 수직형 광덕트 42set를 설치 - 전열교환기 사용, 고효율 배기열 회수시스템 사용		

프로젝트명	서울시 신청사
지역	서울시 중구
프로젝트 규모	7,966m2, 지상13층, 지하5층
실증 유형	건축물 단위 제로에너지 요소기술 적용
개요	 ▪ 태양광시스템, 태양열·열병합발전 폐열 등을 이용하여 에너지를 생산 ▪ BIPV, 지열시스템을 이용하여 냉난방에너지 소요량 절약
프로젝트 목표	▪ 계획단계에서 1차에너지 소요량 1등급(274kWh/m2y)를 받음 ▪ 신재생에너지 공급비율은 전체 에너지 소비량 중 24.5%로 G-SEED 업무시설 기준 1급에 해당 ▪ 준공 이후에는 1차 에너지 소요량이 262kWh/m2y으로 계획단계보다 소요량이 12kWh/m2y만큼 적지만 현재의 G-SEED 기준 2급에 해당 ▪ 전체 에너지 소비량 중 2.3%를 신재생에너지로 공급, 계획보다 3.8% 더 높고 G-SEED 기준 1급에 해당
주요 추진내용	▪ 패시브 기술 적용 ▪ 외피로는 접합복층유리를 로이삼중유리로 사용하고 아르곤 가스 유입하여 60% 열 차단 ▪ 차양으로는 한옥 처마형성 디자인으로 열 차단효과와 일사량 확보 ▪ 비오톱으로 내부 수직정원을 만들어 실내 온·습도 조절 및 실내 공기 정화 효과 ▪ 액티브 기술 적용 ▪ 태양광시스템을 사용하여 최대 37TOE 전력 생산 ▪ 태양열, 중수열, 열병합발전 폐열을 이용하여 124TOE 생산 ▪ 냉방과 난방을 태양열로 이용하여 연간 약 50TOE 에너지 절약 ▪ BIPV시스템을 이용하여 조명소비전력의 약 30% 생산 ▪ 지열 시스템은 396TOE 용량이 생산가능하며, 냉·난방 에너지 총 소요량의 45.2%를 충당 ▪ 열교환기는 로터 전열교환기를 사용하여 75%이상의 열교환 효율이 가능
경제적 효과	▪ 태양광, BIPV 등 액티브 시스템을 통해 에너지·전력 생산
환경적 효과	▪ 1차에너지 소요량 1등급 및 G-SEED 1~2등급 달성

프로젝트명	Smart ZEC 개발 실증		
지역	서울시 강서구 마곡지구 등		
프로젝트 기간	4년(2018.5.~2021.12)	진행 현황	진행중
실증 유형	지역단위 실증, 지구단위 실증, 통합 네트워크 실증		
개요	 ▪ 4세대 Cascade 지역난방시스템 실증 ▪ 연료전지-히트펌프 연계시스템 개발 ▪ ORC를 활용한 H2P 실증 ▪ 3&4세대 통합 최적 운영 플랫폼 개발		
프로젝트 목표	▪ 요소기술 및 솔루션 확보 ▪ 신재생에너지, 미활용에너지 등 에너지 관리/운영/거래 플랫폼 기술 개발 및 에너지 요금체계 개선 ▪ 규제 및 제도 개선		
주요 추진내용	▪ 분산형, 독립형 마이크로 열 네트워크 기술 실증(진천) - 마이크로 열에너지 네트워크 기술 개발 및 구축, 60도 이하 저온열원을 활용하는 4세대 지역난방 기술 - 단지 내 실시간 에너지 수요예측 및 공급 에너지원 평가기술 및 열에너지 프로슈머 사이 양방향 에너지 거래 기술 ▪ 광역망 연계 캐스캐이드 열 네트워크 실증 기술(마곡) - 광역망 리턴수 활용 4세대 캐스캐이드 공정 열 네트워크 구축 및 실증 - 광역 열 배관망 동적 시뮬레이션 및 열 네트워크 간 운전 관리 플랫폼 개발 - 연료전지 배열 활용 분산형 마이크로 Cascade 열네트워크 실증, 연료전지 연계 ORC발전 시스템 시뮬레이터 개발 및 이를 적용한 H2P 실증 ▪ 도시단위 통합 에너지 운영 시스템 기술 실증(세종) - 양방향 Smart ZEC 통합 네트워크 기술 개발 실증으로, 도시 내 유틸리티 스마트 계량기 적용 및 에너지 빅데이터 수집 및 가시화·분석 기술 - S/W기반 에너지시스템통합 개발 및 실증 Smart ZEC 통합플랫폼 구축을 위한 도시단위 네트워크 실증		
비즈니스 모델	▪ 전기/열 통합 관리하는 비즈니스 모델 개발 및 도시단위 수요관리, EMS 사업모델 개발, 분산형, 독립형(Off-Grid) 마이크로 그리드 사업 모델 개발		

프로젝트명	노원구 제로에너지주택 최적화 모델 개발 및 실증단지		
지역	서울시 노원구		
프로젝트 기간	5년(2013.10~2017.10)	**진행 현황**	완공
프로젝트 규모	건축면적 3,301m2(대지 11,344m2), 주택 121세대(아파트 106, 단독 2, 합벽4, 연립 9 등)		
실증 유형	제로에너지주택 실증 단지, 제2종 일반주거지역, 제1종 지구단위계획 구역		
개요	 ▪ 사업비 규모: 240억원(정부출연금 180억원, 민간부담금 60억원) ▪ 단지 내 주택 및 부대시설(법적필수)의 1차에너지 소요량(냉방, 난방, 환기, 조명, 급탕)대비 단지 내 신재생에너지 생산량 (1차에너지)이 같거나 많은 주택단지를 구현함		
프로젝트 목표	▪ (건물에너지) 단지 연간 에너지소요량 698MWh (패시브기술 적용하여 한국평균주택 121세대 연간에너지소요량 1,284MWh 대비 46% 절감) ▪ (신재생에너지) 단지 연간 신재생에너지생산량 779MWh(신재생에너지기술을 적용하여 한국평균주택 121세대 연간에너지소요량 1,284MWh 대비 60% 생산) ▪ 플러스 에너지 달성(단지 연간 에너지소요량 대비 신재생에너지 생산량이 81MWh(6%) 초과)		
주요 추진내용	▪ 최적화 패시브 디테일 개발 ▪ 주요 부위별 패시브 디테일 설계 및 적용 기술 발굴 ▪ 제로에너지 주택 적용기술 설명서 작성 ▪ 연구개발 1차년도부터 Mock-up 주택을 구축하여 2차년도에 준공되어 부위별, 요소별, 공간별, 분야별 시공 및 설계 요소들을 실증단지에 적용하여 에너지 성능 최적화 구현 ▪ 패시브 설계(남향 배치, 맞통풍, 단열 및 기밀, 열교 최소화), 고성능 창호 적용, 급탕 및 난방 배관 보온재 사용 등		
비즈니스 모델	▪ 국내 제로에너지 주택이 해외시장 진출에 있어 새로운 모델이 될 수 있도록 국제 주택시장 경쟁력 강화 견인		
사회/산업적 효과	▪ 국토부가 제시한 2017년 주택 에너지 의무절감률 60% 의무화 로드맵 실현을 위한 에너지 절감 주택모델 제시		

프로젝트명	K-Water 물사랑 어린이집		
지역	대전 대덕구		
프로젝트 기간	(2013~2015)	**진행 현황**	완료
프로젝트 규모	550m^2		
실증 유형	비주거 교육·복지시설		
개요	 <그린리모델링 전>  <그린리모델링 후> ▪ 1988 준공된 노후 교육·복지시설로, 국토교통부 공공부문 그린리모델링 지원 시범사업을 통해 리모델링한 건물 ▪ 단열보강과 강제환기장치 설치 등을 적용하였으며, 총 공사비는 3.2억원(1억 지원)이 소요됨		
프로젝트 목표	▪ 에너지성능 저하로 온실가스 배출량 증가, 단열성능저하, 결로·곰팡이 및 미세먼지 등 실내환경 만족도 저하 해결 ▪ 녹색건축물에 대한 국민 인식을 높이고 녹색건축물 조성 활성화 및 민간부문 확산 유도를 위한 선도 모델 창출		
주요 추진내용	▪ 시공지원 대상으로 리모델링 실시설계 추진 건물로, 그린리모델링 설계변경 분야 공사비 지원 및 현장 품질관리 및 공사중 녹색기술 적용여부 확인 지원 ▪ 단열 보강 및 로이복층유리 창호 적용, 냉난방기 및 강제환기장치 설치 등 전면 리모델링을 시행하여 에너지 22.2% 절감시킨 성공 모델 ▪ 사후관리로는 운영단계 모니터링 실시 지원		
비즈니스 모델	▪ 어린이·노약자 등 취약계층이 이용하는 노후 공공건축물의 그린리모델링 등 국민이 생활 속에서 체감할 수 있는 선도 모델		
경제적 효과	▪ 월 평균 고아열비 약 50만원 절약		
환경적 효과	▪ 단열보강과 강제환기장치 설치 등을 통한 에너지 22.2% 절감		
사회/산업적 효과	▪ 국가 온실가스 감축 목표 이행에 효과적 기여 ▪ 13만 5천 동에 이르는 공공건축물의 41%에 해당하는 5만 5천동의 어린이, 어르신 등 취약계층 이용 공공시설에 대한 그린리모델링 사업 활성화 ▪ 로드맵 상 의무화 기준, 단계별 조치사항, 에너지성능 평가체계 고도화 등 사업내 다양한 분야 확대		

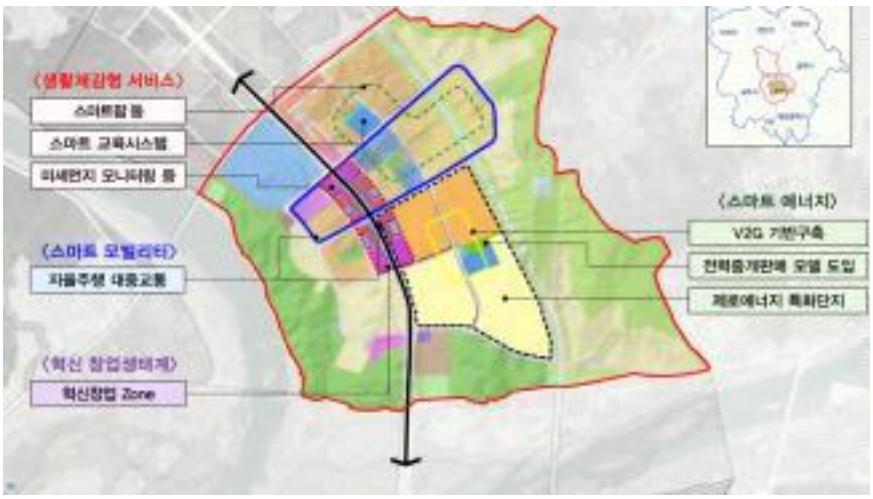
프로젝트명	아산 중앙도서관
지역	충남 아산시
프로젝트 규모	건축면적 2,187m2, 연면적 9,037m2(지상5층, 지하1층)
실증 유형	(저층형, 신축) 교육·문화시설
개요	 ▪ 종합커뮤니티 공간으로의 도서관 건축 계획 ▪ 국토교통부, 아산시, 한국건설기술연구원, 한국에너지공단이 협력하여 국가 에너지절감 정책을 위한 시범사업으로 추진한 제로에너지 시범사업 건물 ▪ 국내 도서관 최초 제로에너지 및 패시브건축물 인증 획득 ▪ 제로에너지건축물 본인증(ZEB5), 패시브 건축물 본인증(2.0L/m²·a), 건축물 에너지효율등급 1++등급 본인증, 녹색건축 일반등급 본인증 획득 ▪ 2018 대한민국 녹색건축대전 최우수상 수상
프로젝트 목표	▪ 종합커뮤니티 공간으로의 도서관 건축 계획 ▪ 국가 에너지 절감 정책 대응 제로에너지 건축물 신축
주요 추진내용	▪ 외단열, 고단열·고기밀 삼중 창호, 외피면적 최적화 등 패시브 건축기술과 고효율 조명(LED), 고효율 냉난방기기, 지열·태양광 발전 등 신재생에너지 생산 설비를 적용하여 에너지 자립률 27.77% 달성 ▪ 국토교통부 R&D사업과 연계하여 2억 5천만원 상당의 건물에너지관리시스템(BEMS)을 지원(한국건설기술연구원), ▪ 9천만원 상당의 신재생(태양광) 설비 지원(한국에너지공단)
비즈니스 모델	▪ 제로에너지 본인증 취득 건축물에 대해 향후 BEMS를 통한 에너지 성능 모니터링을 실시하여 운영단계에서 우수한 에너지 성능을 유지하는 모델 제시
경제적 효과	▪ 제로에너지 본인증 취득 건물 최대 15% 취득세 감면 적용하여 건축주 경제적 부담 완화
환경적 효과	▪ 에너지 자립률 27.77% 달성
사회/산업적 효과	▪ 국내 도서관 최초 제로에너지 및 패시브건축물 인증 획득 ▪ 4차 산업혁명 대응 건축분야 혁신성장 동력 육성

프로젝트명	진천 친환경에너지타운 시범사업
지역	충북 진천군
프로젝트 기간	2016.11~
프로젝트 규모	6,577m2
실증 유형	단지형(학교, 도서관 등 포함)
개요	 ▪ 국내 최초로 다양한 신재생 융·복합 기술을 활용해 에너지 수요를 자체적으로 충당하는 미래형 에너지 단지 구축사업 ▪ 과학기술정보통신부가 지원하고 한국에너지기술연구원이 실증연구 수행
프로젝트 목표	▪ 신재생에너지 융·복합 이용으로 환경·에너지 문제 동시 해결 ▪ 미활용에너지원을 이용한 단위 지역의 에너지자립 목표
주요 추진내용	▪ 계간축열조와 연계된 태양열 시스템 적용으로 약 63%의 난방 및 온수급탕 열원 직접 공급 ▪ 남은 열을 히트펌프의 저온열원으로 활용해 에너지 생산하여 약 480MWh의 열에너지 공급 ▪ 태양광 발전 시스템을 통해 약 970MWh 전력을 생산하였으며, 이는 실증단지 내 6개 공공건물에서 사용한 전력소비량의 약 1.37배에 달함 ▪ 에너지 거래 실증 예정
비즈니스 모델	▪ 스마트 제로에너지시티(Smart ZEC) 연구개발의 테스트베드 활용
경제적 효과	▪ 신재생에너지 생산·활용으로 연간 약 2억 5천만원 경제적 수익 창출 및 720톤 온실가스 감축
사회/산업적 효과	▪ 범지구적 기후변화 문제에 대응하는 에너지신산업 일환으로 성장하는 데 기여

프로젝트명	송도 6·7공구 A11블럭 공동주택		
지역	인천시 연수구 송도동 397-11		
프로젝트 기간	2년 (2015~2018년)	**진행 현황**	완료
프로젝트 규모	연면적: 152,825m^2, 건축규모 10동 886세대(지하2층/지상34층)		
실증 유형	대규모 공동주택 재개발, 건축물 단위 제로에너지 요소기술 적용		
개요	  ▪ 송도 6·7공구 A11블럭 공동주택을 제로에너지빌딩 타운으로 조성		
프로젝트 목표	▪ 고효율·고기밀 외피 적용, 단지용 BEMS 구축, 신재생에너지(태양광, 연료전지) ▪ 에너지효율 최고 수준인 1+++ 등급 인증을 목표		
주요 추진내용	▪ 신기술 도입 및 적용이 쉬운 건물 관리·운영 시스템을 구축 ▪ 건물의 단열성능과 창호 및 기밀성능을 극대화, LED 조명 등의 고효율 기기 등을 적극 적용 ▪ 태양광 발전설비, 수소연료전지, ESS 등을 활용한 마이크로에너지그리드 구축		
비즈니스 모델	▪ 신재생에너지 설치보조금 우선지원 - 태양열, 지열 등 신재생에너지(설치비 30~50%) 우선지원 ▪ 용적률 15% 향상 및 세제감면 등 포괄적인 지원 - 취득세 및 재산세(5년간) 이내 감면 ▪ 제로에너지빌딩 지원센터(건설기술연구원, 에너지관리공단)을 통해 설계 검토, 컨설팅, 기술지원, 품질관리 등 체계적 관리와 지원 추진 ▪ 사업종료 후 최소 3년간 에너지사용량 등을 모니터링하여 사업효과를 검증		
경제적 효과	▪ 입주자는 최대 77%의 난방에너지 사용량 감축 ▪ 에너지비용부담을 인천시 평균 대비 전기비용 50% 이상, 난방비용 40% 이상 절감		
환경적 효과	▪ 탄소 배출 저감		
사회/산업적 효과	▪ 제로에너지빌딩 조기 활성화 및 민간 확산		

프로젝트명	장위 4구역 주택재개발 정비사업		
지역	서울 성북구 화랑로 37길 51		
프로젝트 기간	2년 (2015~2017년)	**진행 현황**	완료
프로젝트 규모	연면적: 433,686,99m^2, 건축규모 31동 2,840세대(지하3층/지상31층)		
실증 유형	대규모 공동주택 재개발, 건축물 단위 제로에너지 요소기술 적용		
개요	 ▪ 성북구 장위 4구역의 아파트 재개발 단지를 제로에너지빌딩 타운으로 조성		
프로젝트 목표	▪ 일상생활에서 필요한 에너지를 자급자족 할 수 있는 단지로 조성 ▪ 에너지효율 최고 수준인 1+++ 등급 인증을 목표		
주요 추진내용	▪ 고성능 창호·건물 외피와 단지용 건축물에너지관리시스템, 지열냉방시스템을 적용		
비즈니스 모델	▪ 신재생에너지 설치보조금 우선지원 - 태양열, 지열 등 신재생에너지(설치비 30~50%) 우선지원 ▪ 용적률 15% 향상 및 세제감면 등 포괄적인 지원 - 취득세 및 재산세(5년간) 이내 감면 ▪ 제로에너지빌딩 지원센터(건설기술연구원, 에너지관리공단)을 통해 설계 검토, 컨설팅, 기술지원, 품질관리 등 체계적 관리와 지원 추진 ▪ 사업종료 후 최소 3년간 에너지사용량 등을 모니터링하여 사업효과를 검증		
경제적 효과	▪ 자원 및 에너지 효율성 향상을 통한 에너지비용 저감		
환경적 효과	▪ 에너지효율 최고 수준인 1+++ 등급 인증을 목표 - 에너지 생산: 8.3%(지열 7.06%, 태양열 1.24%) - 에너지 절감: 11.7% 목표		
사회/산업적 효과	▪ 제로에너지빌딩 조기 활성화 및 민간 확산		
문제점	▪ 추가 공사비용의 과다 발생 ▪ 분양가 상승 불가피 ▪ 조합원들의 잦은 민원 ▪ 추가 공사비용으로 인한 재정착률 저하 우려 ▪ 부동산 가치에 따른 개발이익과 사업성이 고려되지 않은 일괄적인 인센티브 적용		

프로젝트명	경기도신청사		
지역	경기도 수원시 영통구 광교신도시 내 공공청사 4블럭(지하 4층/지상 22층)		
프로젝트 기간	3년 (2017~2020년)	**진행 현황**	진행중
프로젝트 규모	건축면적 8,822.85m^2(대지면적 29.184m^2), 건축규모 지하4층~지상 22층		
실증 유형	건축물 단위 제로에너지 요소기술 적용		
개요	 ▪ 국토교통부 협정에 따른 경기도 융합타운 제로에너지 시범사업에 의거, 친환경기술이 집약된 국내 최초 제로에너지 건축물(ZEB)로 3등급 획득 ▪ 에너지자립형 친환경 공공청사		
프로젝트 목표	▪ 다양한 녹색건축설계기법과 최신 친환경 기술을 적용한 친환경 공공청사 구현		
주요 추진내용	▪ 지열 및 태양광설비를 통해 에너지를 생산하고 옥상녹화, BEMS 도입하여 에너지자립형 기술 구현 - 창 면적 최적화, 고성능 단열재(페놀폼 보드), 로이삼중유리 적용 및 유리 태양열취득률(SHGC) 성능향상 등을 통해 건물부하 절감 - 천장복사 냉·난방식 적용, 대온도차 냉수공급을 통한 반송동력 절감, 고효율 LED 조명기기 적용 등을 통한 에너지소요량 최소화		
비즈니스 모델	▪ 신청사 설계 단계에서 전체 에너지 공급원 중 18.5%를 태양광, 지열 등 신재생에너지로 공급할 수 있도록 설계 ▪ 자연환기, 단열, 옥상 및 벽면조경 녹화 방식을 적용해 냉난방 비용 절약 ▪ 자원 재생을 위해 중수도, 우수, 폐열 재활용		
경제적 효과	▪ 자원 및 에너지 효율성 향상을 통한 에너지비용 저감		
환경적 효과	▪ 도 신청사 친환경생태건축 및 제로에너지빌딩 시법사업 추진 - 건물에너지효율 예비인증 1+++ 등급 획득(`18.01.05) - 국내 건물 최초로 제로에너지건축물 3등급 예비인증 획득(`18.01.26)		
사회/산업적 효과	▪ 공정하도급문화 조성과 지역건설 활성화		

프로젝트명	행복도시 5-1 생활권 제로에너지 스마트시티		
지역	세종시 연동면 합강리 일원		
프로젝트 기간	3년(2018~2021년)	**진행 현황**	진행중
프로젝트 규모	(대지 2,741,213m^2, 약 83만 평), 계획인구 29천 명		
실증 유형	제로에너지 스마트도시 실증, 도시 에너지통합관리시스템 종합 실증,		
개요	 ▪ 에너지부문을 특화해 에너지통합관리시스템을 정비한 스마트그리드를 추진 ▪ 태양광·신재생에너지를 도입하고 제로에너지빌딩을 대거 적용		
프로젝트 목표	▪ (미션) 사람과 기술을 연결 하는 혁신 Smart City Sejong ▪ (사회적 포용성) 사람과 기술의 연결 → 스마트 소사이어티 - 스마트 팜, 스마트 헬스케어, 스마트 교육, 커뮤니티 서비스 등 ▪ (도시의 번영) 기술과 도시의 연결 → 스마트 교통, 빅데이터 - 자율주행 BRT, 빅데이터허브 등 ▪ (지속가능한 환경) 도시와 자연의 연결 → 스마트 에너지 - 도시에너지 관리시스템, 태양광 등 청정에너지 등		
주요 추진내용	▪ (스마트 소사이어티) - 장소기반 대피시스템 및 불법 주정차 소개 시스템 개발 - AI/AR 비콘 기반 재난 관리 서비스 - 스마트 교육, 스마트 헬스케어, 인큐베이팅 조성 - 스마트 팜, 시민참여 플랫폼, 그린빈 등 ▪ (스마트 교통) - BRT 자율주행셔틀 - 지선 자율주행셔틀 - 공유경제 기반 개인교통수단 - 통합 모빌리티 구현 ▪ (스마트 에너지) - 청정에너지 인프라(태양광, 수소/전기차 충전) - 에너지 절약기술(제로에너지 단지/AMI) - 에너지 스토어(연료전지 등)		
비즈니스 모델	▪ 스마트기술 분야를 고려한 시민 중심의 도시 설계 및 운영		
경제적 효과	▪ 다양한 주체 간 협업과 공생을 통한 지속가능한 경제 생태계 구성		
환경적 효과	▪ 탄소배출 관리, 폐기물 자원순환 활용, 미세먼지 저감, 친환경 서비스 제공		
사회/산업적 효과	▪ 신재생에너지 및 E-mobility를 통해 구성원 참여형 도시 실증		

6. 요약 및 시사점

6.1. 요약

❑ 메가트렌드

- ❍ UN 세계미래보고서 2050, 미국 NIC, 캐나다 PHC의 글로벌 트렌드 분석에서 세계적으로 인구의 고령화와, AI·로봇 등의 기술 변화와 함께 일자리 및 경제성장 변화에 대해 전망
- ❍ (인구통계학적 변화) 세계 고령화와 기후변화로 인구의 도시 집중 등 도시공간의 재사용과 인프라 스마트화 및 노동인구 감소 지속 등 전망
  - 노동 인력 및 내국인 일자리 감소에 따른 건축 노동 생산성 제고와 고급 건축 인력 양성 필요성 증대
- ❍ (기술변화의 가속) AI, 3D프린팅, IoT, 로봇, 드론 등의 기술이 부상할 것으로 전망
  - 이에 따라 무고용 성장, 일자리 감소, 소득 격차 등으로 장기 구조적 실업 증가가 예상되며 고용 개념이 변화하고, 인공지능의 보급으로 일자리 창출 동시 감소 전망
- ❍ 우리나라 기획재정부의 중장기 경제발전전략(2015)에서 향후 투자부진과 생산가능인구의 감소로 잠재성장률 하락의 고착화 전망
  - 저출산 및 인구구조의 고령화로 노동공급 및 재정 등 투자·소비·산업·부동산 시장 등 광범위한 경제적 영향력 예상
  - 과학기술의 급속한 진보로 노동력 대체, 일자리 양극화 등 고용의 질적 변화와 함께 새로운 성장 동력의 기회 제공을 전망
- ❍ 국토교통부의 국토·교통분야 미래 전망에 따르면, 초연결·초지능 기술의 도래로 다양한 스마트 도시서비스, 스마트 건축기술 등이 창출 및 활성화될 것으로 전망
  - 4차 산업혁명 기술과 기존 건설·건축기술의 융복합에 따른 산업 변화와 경제구조 개편 예상

❑ 정책적 환경

- ❍ (국외) 미국, 중국, 일본, 유럽, 호주 등 세계 주요 국가들은 2030년까지 저탄소(온실가스 배출 감축) 및 에너지 고효율화 정책 도입
  - (건축 생산성 및 품질 혁신) 첨단기술이 융합된 건축기술의 보급계획 및 로드맵 수립을 통해 정부 주도의 건축 산업 생산성 및 품질혁신도모
  - (지속가능 건축 실현) 미래 기후변화에 대응하고, 지속가능한 건축 실현을 위한 친환경 건축기술 및 에너지 효율 향상 기술 확보 방안을 마련
  - (문화적 가치 및 지속가능성을 고려한 도시재생) 지역사회의 문화적 가치를 보존하고, 도시의 지속가능성 향상을 고려한 노후 건축물의 리모델링 및 도시 재정비 기술 확보를 위한 방안 마스터플랜 구축

(참고) 주요국 건축분야 정책 방향

전략 방향	관련 주요 정책	주요 기술
건축 생산성 및 품질 혁신	▪ 미국-「National Construction Goals」 ▪ 영국-「Government Construction Strategy 2016-2020」 ▪ 일본-「i-Construction」, 「Society 5.0」, 「로봇신전략」	3D BIM 기반 설계기술, 지능형 건축시공 중장비, 모듈러 건축 기술, Off-site Construction, AI 기반 로봇 기술
지속가능 건축 실현	▪ 미국-「National Construction Goals」, 「스마트시티 이니셔티브」 ▪ 영국-「Government Construction Strategy 2016-2020」 ▪ 유럽-「Horizon 2020」 ▪ 독일-「Hightech Strategie 2025」, 「제7차 에너지연구 프로그램」 ▪ 중국-「13.5 규획」 ▪ 일본-「환경행동계획」 ▪ 호주-「2020 에너지계획」	환경부하 저감 건축자재, 신재생에너지 건축기술, 건축물 탄소 배출 저감 기술, 스마트빌딩(스마트홈) 기술, 스마트 그리드 기술
문화적 가치 및 지속가능성을 고려한 도시재생	▪ 네덜란드-「제4차 건축정책」 ▪ 독일-「Hightech Strategie 2025」 ▪ 싱가포르-「2019 싱가포르 도시계획 마스터플랜」 ▪ 일본-「환경행동계획」	건축물 리모델링(장수명화) 기술, 스마트홈 기술

(참고) 주요국 NDC 감축목표 및 에너지 정책 방향

국가	`30년 감축목표	에너지 정책 방향
미국	`25년까지 `05년 대비 26~28% 감축	▪ 신재생에너지 발전 비중 28% 달성(`30) ▪ 전기차 100만대 보급 목표 발표(~`15)
중국	`05년 대비 60~65%(원단위) 감축	▪ 태양광 100GW, 풍력 200GW 구축(~`20) ▪ 전기차 500만대 보급(~`20)
일본	`13년 대비 26% 감축	▪ 68GW 규모 태양광발전 승인 ▪ 스마트미터 1,700만대 보급(~`17)
EU	`90년 대비 40% 감축	▪ 신재생에너지, 전기차 50억유로 지원 ▪ 전기차 470만대 보급(~`20)
호주	`05년 대비 26~28% 감축	▪ 신재생에너지 발전비중 20% 달성(`20) ▪ 배출량감축펀드(ERF) 3억 달러 조성(`18~`19)

❍ (국외-건물분야) 건물분야의 온실가스 저감과 지속가능에너지 수급을 위해 제로에너지빌딩 확산 정책 및 건물에너지 성능정보 제공 의무화 등 추진

- (영국, 독일) 제도 개선, 기술 개발과 더불어 개별 건물 에너지 효율향상 개념을 도시 단위로 확장, 신재생에너지를 기반으로 도시 에너지를 조달하는 탄소제로도시 연구 추진
- (EU) 건물에너지 정보 제공 및 리모델링 의무화 정책 확대 추세(건물에너지성능지침(EPBD, 에너지효율지침(EED) 등)
- (독일) 독일개발은행 등 주택의 개·보수 및 현장점검 등을 포함한 재정지원 프로그램 추진 등 건물 단위 그린리모델링 및 신재생에너지 도입과 커뮤니티 단위 에너지 고효율화 지원
- (스위스) 기축건물 리모델링 시 에너지 성능 개선 규정에 대한 공통 가이드라인을 제시하고자 표준 대안인 MuKEn 2014를 제정하고 이를 2020년까지 에너지 규정에 반영

- (미국) 연방정부 및 주정부 차원에서 건물에너지 효율 개선 지원을 위한 조세 감면, 보조금 지급, 융자지원 등 다양한 재정정책 제도 실시
  - 캘리포니아는 건물에너지 효율 개선 관련 266개의 융자지원 제도 및 56개의 보조금 제도를 운영중이며, 메사추세츠 주는 신재생에너지 관련 70여개 정책 및 인센티브 제도 운영
  - 알링턴 군(County)에서는 ASHRAE 에너지 효율 기준에 따라 18~20% 이상 더 높은 에너지 효율 달성 시 용적률 인센티브 부여
  - 뉴욕시는 다세대 주택 대상 단열, 창호, 고효율 냉난방 및 LED 도입 시 보조금 지원
- (영국) 주거 건물 대상 그린딜 제공업체 등이 참여하여 계량기를 사용하는 모든 가정을 대상으로 창호 교체, 고효율 조명, 단열, 외풍 차단, 난방 개선, 재생에너지 발전원 추가 등 에너지 효율 향상 리모델링 지원 사업 추진
- (캐나다) 국가 녹색 건물 인증 프로그램인 BOMA BEST 제도 운영으로 기존 건물 에너지 성능 표준 제정 요구 해결 및 건물 유지 비용 감소

❍ (국내) 국정운영 5개년 계획에 따르면, 탈원전 정책으로 분산형 전원 확대 등 에너지 전환으로 패러다임 전환, 온실가스 배출 감축 강화로 제로에너지 건물 확대 의무화 등 제도 추진

- 현 정부의 건물·커뮤니티 에너지 관련 주요 이슈는 경제구조 전반의 친환경·고효율화 및 주민 삶의 질 개선에 중점
  - 탈원전, 탈석탄 정책과 신재생에너지 산업 육성, 분산형 전원에 대한 지원 강화를 통해 경제구조 전반의 친환경·고효율화 추진
  - 구도심과 노후주거지 등 주민 삶의 질 개선과 쇠퇴지역 혁신공간 재창출 등을 목적으로 도시재생뉴딜 추진
- 4차 과학기술기본계획(2018~2022)에서 '4차 산업혁명 대응기반 강화' 및 '쾌적하고 편안한 생활환경 조성' 등을 중점추진과제로 지능형 건물에너지 관리 기술 및 신재생에너지 기술 등 개발 추진
- 국토교통부에서는 2019년 제로에너지 건축 단계적 의무 추진을 위한 제로에너지건축 보급 확산방안을 발표하고 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정 제시
- 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)의 12대 실천과제 중 초연결 도시 구현 기술, 친환경 생활공간 조성 기술 개발 및 융합기술을 통한 건설 지능화 실현 등 추진

❍ (국내-건물분야) 제2차 녹색건축물 기본계획(2020~2024)에서는 건물분야 국가 온실가스 감축 목표의 선제적 달성(2024년 기준 BAU대비 –22.7% 감축) 목표

- 기존 노후 건축물의 그린 리모델링 활성화와 기축 건물 효율적 에너지 운영·관리체계 구축을 통해 기존 건축물의 에너지성능관리 활성화 추진
- 건물 에너지운영관리체계를 구축하여 기존 건축물 에너지 성능관리 활성화 독려 및 보급형 BEMS 개발, 건축물에너지 빅데이터 기반 신규 사업화 모델 개발로 신산업 창출 여건 마련 등 녹색건축산업의 기반 확대 추진

(참고) 국내 건축분야 정책 방향

전략 방향	관련 주요 정책	주요 기술
건축 생산성 및 품질 혁신	「제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획」, 「제2차 녹색건축물 기본계획」, 「제2차 장기 주택종합계획」, 「제6차 건설기술진흥 기본계획」, 「제5차 건설산업 진흥 기본계획」, 「제1차 국토교통과학기술연구개발 기본계획」,	BIM 기반 설계 자동화 기술, 3D 프린팅 건축기술, 모듈러 건축기술(Off-site Construction)
미래형 주거 구현	「제2차 장기 주택종합계획」, 「2019년 주거종합계획」, 「제4차 과학기술기본계획」, 「제1차 국토교통과학기술연구개발 기본계획」	모듈러 건축 기술, 제로에너지 건축 기술, 건축물 지능형 보안기술, 스마트홈 기술
친환경 제로에너지건축	「제2차 건축정책기본계획」, 「제2차 녹색건축물 기본계획」, 「제2차 장기주택종합계획」, 「2019년 주거종합계획」, 「제5차 건설산업진흥 기본계획」, 「제5차 국토종합계획」, 「제1차 국토교통과학기술연구개발 기본계획」, 「제1차 기후변화대응 기본계획」, 「제3차 에너지기본계획」, 「제4차 신재생에너지 기본계획」,	BEMS 기술, 신재생에너지기술, 건축물 단열성능 강화 기술, 환경부하저감 건축기술
차별 없는 주거복지 및 도시재생	「제2차 장기 주택종합계획」, 「2019년 주거종합계획」, 「주거복지 로드맵」, 「제4차 과학기술기본계획」, 「제2차 과학기술기반 국민생활(사회) 문제해결 종합계획」, 「제1차 국토교통과학기술연구개발 기본계획」, 「국가 도시재생 기본방침」, 「도시재생 뉴딜 로드맵」,	건축물 리모델링(장수명화) 기술, 자기 치유형 건축소재, 건축물 생애주기 추적·관리 기술

❍ (그린뉴딜) 그린리모델링 및 그린스마트 학교 등 녹색전환 전략과 신재생에너지 확산기반 구축 등 추진 계획을 포함한 3차 추경안 국회 확정

- 한국판 뉴딜 관련 사업 중 공공건축물 및 공공임대주택 그린리모델링 사업 및 R&D사업을 포함하여 2,382억원을 편성, 온실가스 저감, 친환경 자재·설비 등 관련 산업의 활성화와 일자리 창출 효과 기대 추진
- 그린뉴딜 내 그린리모델링 관련 사업내용은 커뮤니티 수준의 리모델링은 다루고 있지 않은 실정

❑ 경제적 환경

❍ (국외 건축 및 리모델링 시장) Frost&Sullivan(2020)에 따르면, 2020년 세계 주택·빌딩 산업 시장은 1조 3,412억 달러로 추정되며 아시아권 기업 및 글로벌 IT융합 건물에너지 관리 전문기업의 시장진출이 활발

- (세계 리모델링 시장) 세계 리모델링 시장은 2017년 기준 3.8조 달러 규모에서 연간 4%의 점진적 성장률을 보이며 2024년 5조 달러 규모에 이를 것으로 전망
- (세계 그린리모델링 시장) 세계 그린빌딩 시장 규모에서 건축시장의 리모델링 비율(37.09%)를 적용하여 2023년 기준 1,224억 달러 규모에 이를 것으로 전망

- (건물·커뮤니티 에너지 효율 제고 관련 시장) Global Market Trends, Markets and Markets 등에 따르면 창호, 단열재 및 설비 시장은 성장하는 추세
  - · (에너지 고효율 건축자재) 세계 창호 시장은 각국의 상업화, 도시화에 따라 지속적으로 성장하고 있으며, 2015년 800억 달러 규모에서 2024년 1,300억 달러 규모에 이를 것으로 전망
  - · 세계 단열재 시장은 에너지 절감에 대한 요구가 강화되면서 2022년 약 296억 달러에 이를 것으로 전망
  - · (건물에너지 효율 향상 설비) 세계 건물 일체형 신재생에너지 시스템(BIPV) 시장은 2019년 5,950백만 달러 규모에서 2024년 142억 달러 규모에 이를 것으로 전망
  - · (건물에너지 제어 및 관리) 세계 BEMS 시장은 2019년 4,414백만 달러 규모에서 2025년 8,713백만 달러 규모에 이를 것으로 전망
  - · 세계 AMI 시장은 2020년 91.8억 달러 규모에 이를 것으로 전망
- (건물·도시 에너지 최적화) Markets and Markets 등에 따르면 건설업계 관련 BIM 및 융합 기술 도입 활성화 추세를 바탕으로 주요 공급업체들이 성장하는 추세
  - · 세계 BIM 시장은 2019년 49억 달러 규모에서 2024년 89.1억 달러 규모에 이를 것으로 전망

❍ (국내 건설 및 건축 시장) 국내 건설 및 건축 시장 수주량은 가파른 성장세를 보이다 2015년을 기점으로 성장률이 둔화하였고 2017~2018년 마이너스 성장을 기록하였지만 2019년에 들어서며 회복세를 보임

- 해외 건설 수주량은 2014년 660억 달러에서 2016년 282억 달러로 급격히 감소(-57.3%) 후 현재까지 회복하지 못하는 상태
- 해외 건축 수주량도 2013년 181억 달러에서 49억 달러로 급감(-72.8%) 후 증감을 반복하며 비슷한 수준을 유지 중

❍ (국내 그린리모델링 시장 규모)

- (건물·커뮤니티 에너지 효율 제고 관련 시장) 국내 건물·커뮤니티 에너지 고효율 제고 관련 시장은 건물 단열 성능 기준 강화 등으로 고성능 건축자재 생산 증가 등으로 시장 규모의 확대가 전망되며, 대기업 계열사 위주로 구성
  - · (에너지 고효율 건축자재) 국내 창호시장 규모는 2019년 기준 3.5조원 수준으로 KCC, LG하우시스 등 대기업 계열사의 경쟁이 치열
  - · 국내 단열재 시장은 2019년 기준 1.4조원으로 설계 기준 상 단열재 의무적용 대상 확대 및 단열재 성능 기준 강화로 고성능 단열재 생산 증가 전망

    * 일반 단열재와 고성능 단열재의 비중은 60% : 40% 수준
  - · (건물에너지 효율 향상 설비) KIST 마켓 리포트에 따르면 국내 BIPV 시장은 2020년 약 1조원 규모에 다다를 것으로 예상되며, 신재생에너지 투자 의무 비중 확대 등으로 인해 공공·민간의 BIPV 적용 사례가 보다 더 늘어날 전망

❑ 사회적 환경

❍ (건축·도시 환경) 30년 이상 노후 건물 증가 및 도시쇠퇴의 가속화

- 서울, 경기 권역 신도시 개발로 인한 인구 이동 심화로 지방 및 수도권 원도심 공동화 및 해당 지역 인프라 노후화 가속
- 국내 30년 이상 노후 건물은 2014년 257.6만동(35.8%)에서 2018년 266.7만동(37.1%)으로 증가하였으며, 30년 이상 노후 건물의 80% 이상이 주거용 건물로 나타남

❍ (국내 건축물 현황) 국토교통부 '건축물 생애이력 관리시스템'의 2019년 통계연보에 따르면,

- 연면적 비중은 아파트(39.8%) 가장 높지만, 노후건물 연면적 비중은 단독주택(38.7%)이 가장 높은 것으로 보아 연면적과 노후건물 연면적 크기는 비례하지 않는 것으로 판단
- 부산, 인천, 강원, 대전 등 일부 지역에서는 1개의 건물유형에서 노후도가 압도적으로 높은 경향을 나타냄



❍ (노후 주택 주거 환경) 노후 주택 거주 취약계층의 주거환경 개선여력 미흡으로 삶의 질 악화 우려

- 단독, 노후주택에 거주자들 중 소득분위가 낮을수록 해당 형태의 주택에 거주할 가능성이 높아 주거 환경 개선 여력이 미흡함
  · 2017년 기준, 소득분위 하위 3분위 거주자의 30% 이상이 30년 이상 노후주택에 거주

❍ (생활환경 및 삶의 질 개선 요구 증대) 도시 인프라 노후화와 환경오염으로 미세먼지 등 생활환경의 위해요인이 빈발

- 서울시 초미세먼지 "나쁨" 일수가 '15년 12일에서 '19년 23일로 증가, 최고농도는 66㎍/㎥('15년) → 129㎍/㎥('19년)로 상승

❍ 소득수준 개선과 국민 인식 변화로 1인가구 증가, 삶의 질을 중시하는 생활습관 등 사회 전반의 변화 야기

- 소득수준 증가에 따라 에어컨 등 냉난방용 가전기기 보급이 확대되었으며, 미세먼지 및 환경오염 등에 대응하기 위해 실내생활환경 개선을 위한 투자 증대

❍ 인구 감소, 물리적 쇠퇴 등으로 인해 지방 위기 확대 및 물리적 정주환경 악화

- 지역의 쇠퇴유무에 따른 지역간 일자리 격차 및 기초 생활 인프라 격차 증대

❍ 건설산업 분야에서는 숙련 인력의 고용의 질 향상, 인건비 상승, 해외 비숙련 인력 유입 증가 등의 환경 변화 전망

- 대한건설협회에 따르면 건설업 취업자 수는 '17년~'19년 기준 취업자 수는 감소하며, 실업률은 증가하는 추세

❑ 기술적 환경

❍ 국내 건축·건설 분야 기술 동향

- AICBM 4차 산업혁명 기술과 건설 기술 전반에 걸친 기술의 융복합 요구 증대
- 개별 건물 제로에너지화의 한계로 커뮤니티 단위 기술 확보 및 고도화 필요
- 건축물의 사회적 내구연한을 늘릴 수 있는 설계 단계 기술 부족
- LCCO2 친환경 건축기술 관련 건축물 생애주기 전과정의 영향 개선 미흡
- 저비용/고신뢰 기존 건축물 진단 및 통합 품질관리·보증 체계 미흡
- 현 그린리모델링 시공 기술은 신축건물 중심으로 적용 가능한 리모델링 기술 위주
- 고부가가치 건축 기술 확보를 위한 R&D 투자 및 정부 지원 부족

❍ (설계·진단 기술) 국내 기존사업 및 유사사업의 설계·진단 관련 분야는 BIM기술을 위한 데이터베이스 구축 및 기반 기술 개발 위주

- BIM기술을 기반으로 공간정보·소방·교통 데이터 등과 연계하여 사업화모델 활용화 지원 기술 개발 필요

❍ (커뮤니티 단위 설계·진단 기술) 커뮤니티/도시 단위를 대상으로 에너지 그리드 구축 등 계획 시 원활한 설계·진단을 지원할 수 있는 도구 및 이를 활용한 사업화 모델 개발 추진

❍ (에너지 절약형 건축자재 기술-패시브)

- (단열재) 최근 불연성, 난연성 단열재에 대한 수요 증가하면서 진공단열재, 에어로젤 단열재 등 다양한 단열 신소재의 국산화 완료 또는 진행중
- (창호) 창호 규제 상 요구성능이 강화되면서, 기존 건축물의 창호에 건축 내·외장재를 새롭게 설치하여 건축물의 단열 및 기밀성능을 강화하는 방법이 적용되고 있음
  - 국내 창호시장에서 로이유리(Low-E)가 차지하는 비중은 2016년 기준 약 30% 수준
- (열교) 정부의 단열기준 강화에 따라, 외단열 건축물의 외장 마감 공법, 열교 차단 부품 등 외단열 공법 고도화를 위한 기술 개발 추진

❍ (에너지 절약형 설비 기술-액티브)

- (기계식 환기) 미세먼지 등의 문제 및 단열기준 강화로 인해 외피에 의한 열손실이 감소, 상대적으로 환기에 의해 손실되는 에너지의 비중이 증가하여 열회수형 기계환기설비 도입 증가
  - 열회수형 기계환기설비의 효율 개선을 위해 부품별 요소기술 개발과 고성능 제어 기술 개발 추진
- (지열 히트펌프) 현재 관련 기술은 대부분 확립되었으며, 압축기, 열교환기 등의 효율 향상 요구 등에 따라 고효율화 기술 개발 추진
  - 주거용 건물, 중대형 건물 및 커뮤니티 단위로 활용 가능하며 개보수 건물에도 유연하게 적용 가능

❍ (리모델링 시공 기술) 도심의 노후화 건물의 리모델링 시 공사 중에도 지속적인 사용으로 시설물 가치 유지, 임대수입 보장 등 리스크 요인 최소화하는 공정계획으로서 재실 리모델링 사례 증가

- 모듈러 건축 공법을 통해 공장 제작 최적화 및 조립·이주 용이한 중고층 모듈러 주택 제작으로 양산화를 통한 생산성 향상 기술 개발

❍ (건축물 관련 신재생에너지 생산 기술)

- (외피 일체형 신재생에너지 시스템) 건물 일체형 외피 시스템에 실시간 부하대응이 가능한 하이브리드 신재생시스템 개발 수요 확대 및 고층 건물의 풍력·태양광 하이브리드 설비 등 응용기술 개발

❍ (건물·커뮤니티 에너지 운영·관리 기술)

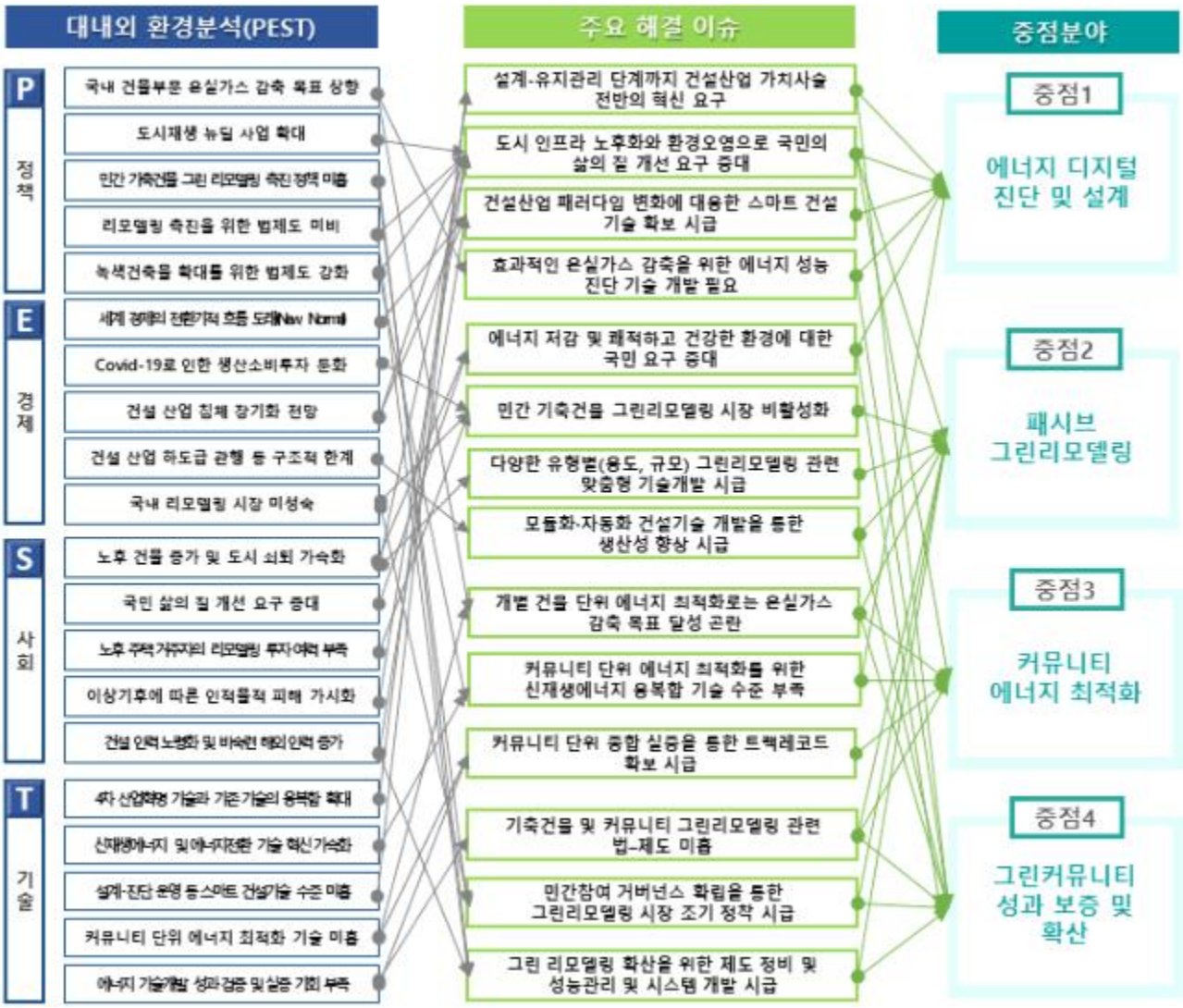
- (BEMS) 국내 BEMS 기술은 대형빌딩을 위주로 난방/공조(HVAC), 조명, 전력 등 다양한 건물자동화시스템 설비 및 이를 제어하기 위한 자동화 제어 서버를 구축하여 빌딩 단위로 운영 및 관리하는 수준의 시스템으로 운영
- (마이크로그리드) 사물인터넷(IoT)·인공지능(AI)·빅데이터 등 디지털기술을 융합하여 에너지시스템을 디지털화한 진화된 미래형 마이크로그리드 개발 및 디지털화된 전력 그리드에 응용연계할 최적의 미들웨어 솔루션 실증 추진

❍ (인증시스템·표준화제도) 국내의 경우 건물에너지 성능을 진단·측정하기 위한 시험 평가 및 인증·서비스 기술 기반이 미흡한 실정으로 현재 ISO 표준 번역·활용하는 수준

- 건물 규모, 용도별 에너지 성능 표준-평가모델 및 시험평가 방법 개발 추진중이며, 에너지 성능 시험평가 인프라와 건물에너지 성능 인증제도 개발 필요
- 건축 공정 및 건축물 관리에 대한 중요성 상승에 따른 법·제도 마련과 표준화 활동 고도화
  - · (법·제도) 최근 노후 건축물 증가에 따른 건축물 관리 및 정보체계 구축 관련 법령 제정을 추진하고 있으며, 설계·시공의 안전성, 지속가능성 등의 검토를 위한 법·제도 마련
  - · (표준화) 건축 설계·시공의 용이성을 위해 건축 자재, 도면 등의 표준화를 마련하였으며 관리체계 및 규정의 표준화 추진
    - * '국가표준 한국건축규정 개발' 연구사업을 통해 건축 규정의 표준화 실현, 국내 건축 첨단기술 및 산업의 고도화 기반 마련
    - * 건축 관련 국가표준을 마련하여 품질 및 안전관리를 추진하고 설계·시공의 통합적 관리체계 구축

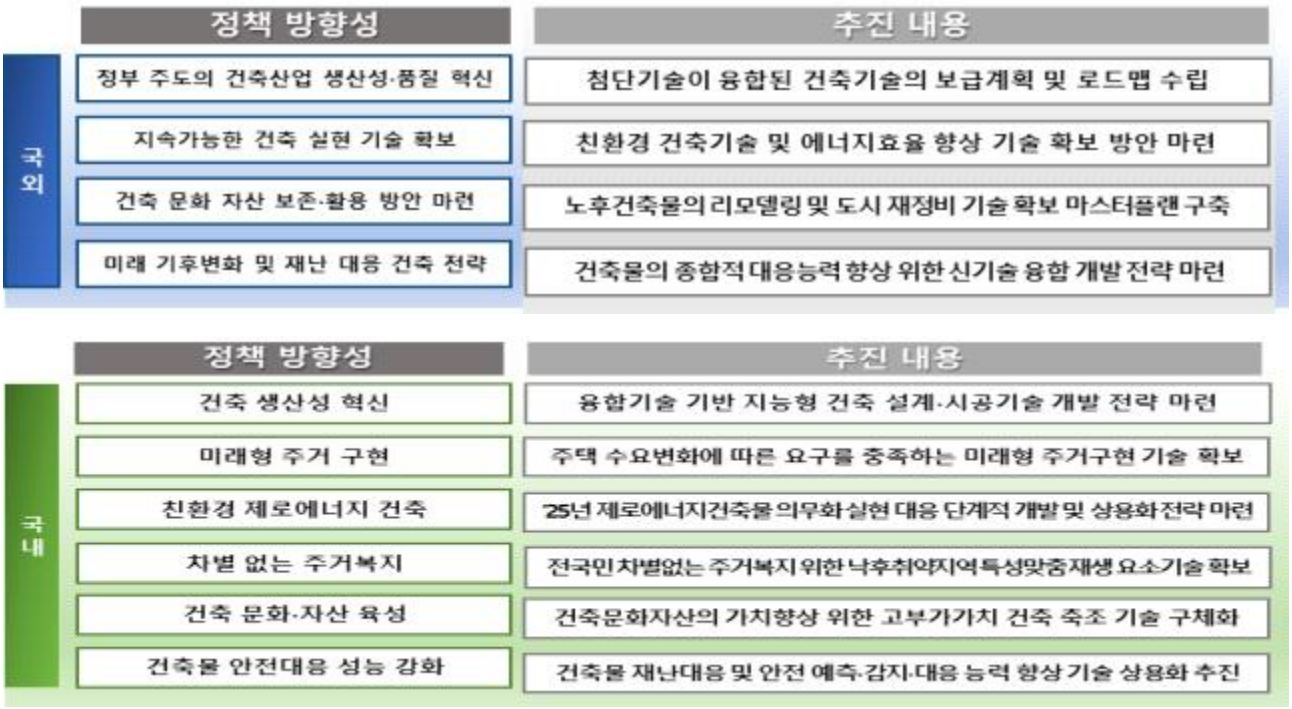
6.2. 시사점

❑ PEST 분석을 통해 주요 해결 이슈 및 중점분야 도출



【 그림 2-125 】 PEST 분석을 통한 중점분야 도출

❑ 시사점



	정책 방향성	추진 내용
국외	정부 주도의 건축산업 생산성·품질 혁신	첨단기술이 융합된 건축기술의 보급계획 및 로드맵 수립
	지속가능한 건축 실현 기술 확보	친환경 건축기술 및 에너지효율 향상 기술 확보 방안 마련
	건축 문화 자산 보존·활용 방안 마련	노후건축물의 리모델링 및 도시 재정비 기술 확보 마스터플랜 구축
	미래 기후변화 및 재난 대응 건축 전략	건축물의 종합적 대응능력 향상 위한 신기술 융합 개발 전략 마련

	정책 방향성	추진 내용
국내	건축 생산성 혁신	융합기술 기반 지능형 건축 설계·시공기술 개발 전략 마련
	미래형 주거 구현	주택 수요변화에 따른 요구를 충족하는 미래형 주거구현 기술 확보
	친환경 제로에너지 건축	25년 제로에너지건축물 의무화 실현 대응 단계적 개발 및 상용화 전략 마련
	차별 없는 주거복지	전국민 차별없는 주거복지 위한 낙후취약지역특성맞춤재생 요소기술 확보
	건축 문화·자산 육성	건축문화자산의 가치향상 위한 고부가가치 건축 축조 기술 구체화
	건축물 안전대응 성능 강화	건축물 재난대응 및 안전 예측·감지·대응 능력 향상 기술 상용화 추진

❍ 건축물의 설계 및 유지관리 단계까지의 건설산업 가치사슬 전반의 혁신 요구

- 건축분야 기술수준 분석 결과 설계 분야와 유지관리 분야의 기술 확보가 시급한 것으로 판단되며, 에너지 성능 진단 관련 정부지원이 필요한 실정
- 기존 건축물 설계 분야는 BIM기반 데이터베이스 구축 기술개발 위주로, BIM기반 교통·소방·공간정보 데이터 등을 활용하여 사업 모델을 개발하는 신산업 육성 필요
- 신축 시장이 축소되고 기존 건축물의 리모델링 시장 확대가 요구되면서 건설 산업 패러다임 변화로 건설 신산업 육성을 위한 기술개발 지원 확대 중

❍ 도시 인프라 노후화와 환경오염으로 국민의 삶의 질 개선 요구 증대(에너지 저감 및 쾌적하고 건강한 환경에 대한 국민 요구 증대)

- 국내 노후 건물이 2014년 기준 247.6만동(35.8%)에서 2018년 기준 266.7만동(37.1%)로 증가하였으며, 이에 따라 도시 쇠퇴 또한 가속화되어 2013년 59.7%에서 2017년 기준 73.7%로 증가
- 도시 인프라 노후와 환경오염으로 미세먼지 및 감염바이러스 등 생활환경의 위해요인이 증가하여 에너지저감 기술의 경제성 향상 개발 등 쾌적하고 건강한 환경조성 기술에 대한 국민의 관심 증대

❍ 건설산업 패러다임 변화에 대응한 스마트 건설 기술 확보 필요

- AICBM 등 4차 산업혁명 기술과 기존 건축기술의 융복합 확대로 초연결·초지능화를 통한 설계·시공·유지관리 전단계에 걸친 기술 혁신이 필요
  - 드론 관제를 통해 VR·AR기술로 건설 현장 모니터링 및 모듈화·자동화 등을 통한 건축물 생산성 향상 및 건설 현장 개선

❍ 다양한 유형별(용도, 규모) 그린리모델링 관련 맞춤형 기술개발 시급

- 공공시설(캠퍼스, 학교, 청사 등)을 포함하고 주거용 아파트, 공동주택, 단독주택 등 커뮤니티 단위의 그린리모델링을 위해 다양한 유형별 건물의 맞춤 기술 개발이 시급

❍ 개별 건물 단위 에너지 최적화로는 온실가스 감축 목표 달성 곤란

- 개별 건물 제로에너지화로는 온실가스 감축 목표 달성이 곤란하며, 건물 단위의 에너지 효율 개선 한계에 따른 커뮤니티 수준의 접근이 필요

❍ 커뮤니티 단위 에너지 최적화를 위한 신재생에너지 융복합 기술 필요

- 온실가스 배출량 감축의 세계적 추세에 따라 국내 정책·산업의 신재생에너지 및 에너지 전환에 대한 관심 증가
- 신재생에너지의 융복합 이용 및 에너지네트워크, 에너지믹스, CEMS 등 커뮤니티 단위 제로에너지 기술 적용 사례가 미흡하여 활성화 및 고도화 추진 필요
  - 우리나라 제로에너지 및 신재생에너지 요소기술 수준은 높으며 단열재, 창호, HVAC, 조명 등 최고기술수준 선진국의 80%-90%으로 근접

❍ 에너지 기술 관련 실증 부족으로, 커뮤니티 단위 종합 실증을 통한 트랙레코드 확보 필요

- 기술개발 성과에 대한 검증 기회의 부족으로 신뢰성 확보가 미흡하여 건물·도시 에너지 최적화 기술의 사업화가 어려움
- 건축·도시 에너지 기술 실증 사업 추진을 통해 기 개발된 기술을 포함한 건물 에너지 관련 기술의 국내 검증 기회 마련 필요
- 에너지 기술 우수성과 시장수요 부합성 등을 입증할 수 있는 실증사업 추진 필요
- 제4차 에너지기술개발계획을 통해 실증연구에 대한 투자 확대 계획 및 신기술의 시장진입을 촉진할 수 있는 규제·제도 개선 계획 제시가 필요
  - 신기술 조기 실증과 시험·인증 인프라 구축을 위한 투자를 확대하고, R&D 단계별 안전관리 강화
  - R&D-보급사업 연계체계를 마련하고, 에너지 스타트업·벤처기업 육성과 공기업 주도의 사업화 지원 강화
  - 건물·커뮤니티의 에너지 데이터를 수집·공유·활용하기 위한 빅데이터 플랫폼을 구축하고, 이를 활용한 사업화 모델 검증 추진
  - ① 기술 확산 저해 규제 완화, ② 고효율·친환경 기술 기준 강화의 조화를 통해 신기술의 시장진입 촉진

❍ 민간 기축건물 및 커뮤니티 그린리모델링 관련 법·제도 미흡

- 기존 공공기관 의무진단 제도, 그린리모델링 시범사업 추진, 건축물 효율등급제 운영 및 에너지절약계획서 기준 강화 등 효율향상 정책들이 신축건물 중심으로 운영되고 있어 절감잠재량이 큰 기존 건축물에 대한 대책 미흡

· (수요자) 법적규제 미흡, 예산 부족, 계약/발주제도 미비, 민간 경제성 미확보, 정부 지원 미흡, 절차 번거로움, 발주업무 이원화, 인식부족 등

· (사업자) 기술 부족, 그린리모델링 시장 규모 예측 어려움, 자생적 시장 생태계 형성 미흡

❍ 공공건축물 그린리모델링 실적 미흡 및 민간 기축건물 그린리모델링 시장 비활성화

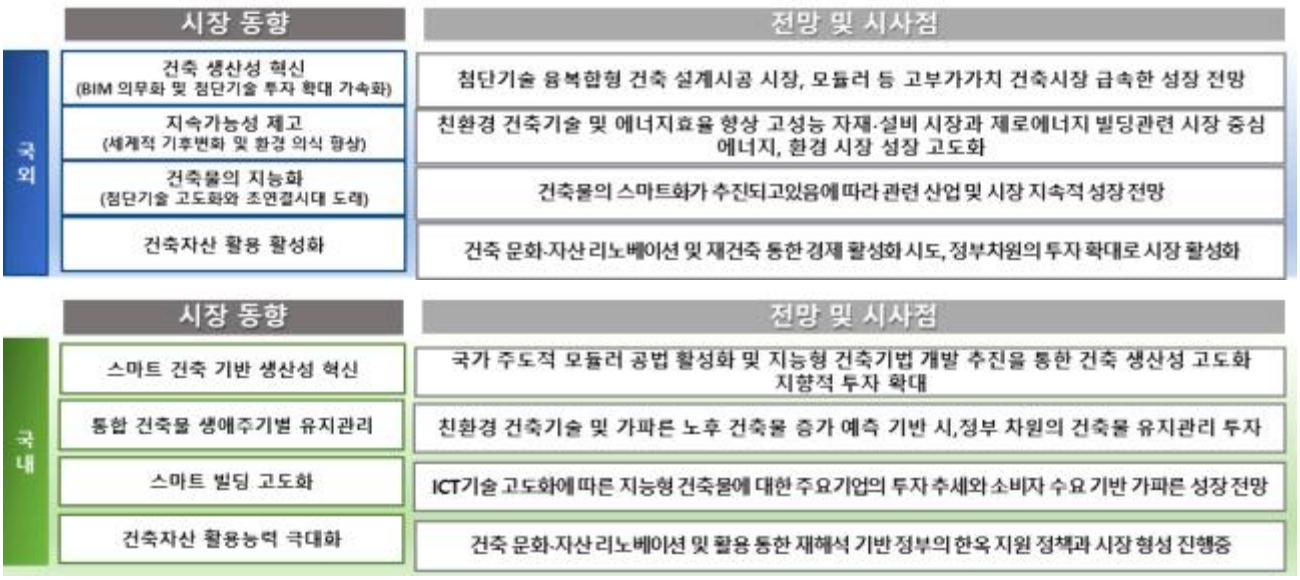
- 2019년 기준 국내 건축물 리모델링 실적은 총 연면적 대비 0.60% 수준으로 리모델링 시장 확대 절실
- 공공건축물 그린리모델링 지원사업 실적 또한 지원 건수는 크게 증가하였으나, 건당 지원 규모는 2014년 158.2백만원에서 2018년 11.2백만원으로 감소
- 공공 대비 민간건축물의 그린리모델링 지원은 미흡한 실정으로, 2020년 3차 추경 예산안 상 공공건축물에 1,992억원 지원하여 공공 위주
- 공공부문의 그린리모델링 이행 기준의 강제성이 미비하며, 자발적 유인정책 및 인센티브 제도 등 민간 시장의 자발적인 성장 지원을 위한 마중물 정책이 미흡

❍ 사업 연계 및 민간참여 거버넌스 확립을 통한 그린리모델링 시장 조기 정착 필요

- 에너지자립학교(eS 스쿨) 시범사업의 사업 및 수혜 범위를 기축 학교건물 및 인접 커뮤니티까지 확장하는 연계방안 수립
- 교육연구시설 기반 건물·커뮤니티 에너지 최적화를 통해 그린 스마트 미래학교 사업과의 연계를 통한 시너지 효과 창출 가능
- 학교에 다양한 생활SOC 시설을 복합화하고, 시설 운영을 민간에 이양하는 등 에너지 신사업 발굴

❍ (국내외 건축 시장·산업 전반 동향)

- (국외) 첨단 건축 기술의 확산 및 보급을 기반으로 건축 생산성 및 경제성 증대 등에 대한 성장 기대 형성 및 시장 고도화 진행중
- (국내) 순차적 건축 산업의 첨단화 및 혁신 추진을 통한 국내 점진적 시장 성장 추진





Ⅲ

국내 R&D 역량 분석

Ⅲ 국내 R&D 역량분석

❑ 요약

❍ 전세계적으로 에너지 효율 제고 및 재생에너지 산업 활성화에 대한 수요가 높아지면서, 주요국의 관련 연구개발 투자 증가 추세

- 미국 DOE는 '18년 기준 7억 달러의 예산을 에너지 효율화 및 재생에너지 분야에 책정
- 유럽의 경우 2018-2020년 Horizon 2020을 통해 도시 및 에너지 효율 관련 기술개발 등 관련 분야 프로그램에 약 31.5억 유로 투자

❍ 2016년~2020년 간 국토교통과학기술분야 연구개발 투자규모는 4,458억원(2016)에서 5,247억원(2020)으로 연평균 4.2% 증가

- 최근 건설경기 악화 및 건설산업 경쟁력 약화 우려로 인해 2020년 연구개발사업 예산은 전년대비 약 8.8% 수준의 큰 폭 증가

[주관부처 R&D사업 예산 현황]

(단위: 백만원, %)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년 (A)	2020년 (B)	증감		CAGR
						B-A	(B-A)/A	
국토교통부	445,831	473,764	466,650	482,206	524,693	42,487	8.8%	4.2%

※ 출처: 년도별 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획.

❍ '18년 이후 중소건설기업의 매출액 증가율이 '17년 14.39%에서 '18년 2.52%로 급격히 하락하는 등 국내 건설기업의 경영 상황은 다소 부진

❍ 글로벌 건축·도시 에너지 기술 특허 분석 결과, 건축 관련 재료/자재 및 정보화 부문이 유망분야로 도출되었으며, 유지관리 분야의 특허 개발이 필요

- 계획/설계, 구조/시공, 환경/설비, 에너지 분야는 성숙 분야인 것으로 나타났으며 친환경 분야는 초기 연구개발이 활발할 것으로 예상
- 성능향상 부문에서 한국이 2위로 관련 분야의 핵심특허 확보에 주력하고 있는 것으로 판단됨
- 도시 분야 특허기술경쟁력은 미국이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석대상 국가 중 5위로 평균 이하(종합점수 27.2%)

❍ 한국을 포함한 주요국(미국, 일본, 중국, 독일, 영국, 프랑스) 논문 분석 결과 7개 국가 전반적으로 논문 게재가 점차 증가하는 추세

- 설계/시공, 성능향상 분야는 중국이 1위, 도시 분야는 미국이 1위로 나타남
- 도시 분야 논문기술경쟁력은 독일이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석대상 국가 중 7위로 하위권

❍ 국내 전문가를 대상으로 한 '19년 국토교통 기술수준분석 결과를 준용하여 국토교통분야의 기술수준 및 기술격차 등을 조사

- `19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 건축 전반의 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨
- 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 76.2%, 기술격차는 4.8년으로 나타남

1. R&D 투자 동향

1.1. 국외 R&D 투자 현황

1.1.1 미국 R&D 투자 현황

❑ 건축 분야의 4차 산업혁명 기술 및 에너지 절감 지원 및 투자

❍ 미국은 전체 에너지 소비와 온실가스 감축의 70%이상을 차지하고 있는 건물 분야의 에너지 감축을 목표로 R&D 투자

- 미국 에너지부 에너지효율 및 신재생에너지국은 건물에너지 단위면적당 소비량 30% 절감 가능한 기술 개발 지원
- `18년 기준 동 사업분야와 관련된 미국 R&D 예산은 에너지부 134억 달러, 교통부 9억 달러로 나타났으며, 에너지부 주요분야별 예산에 따르면 에너지 효율화·재생에너지 분야는 7억 달러

【 표 3-1 】 미국 기관별 R&D 예산요구 현황(2020)

(단위 : 백만 US 달러)

구분	FY 2018 결산(A)	FY 2019 결산추정액	FY 2020 예산안(B)	FY 2018 대비 증감(B-A)	
				금액	%
국방부(DOD)	61,766	63,902	67,655	5889	9.5%
과학기술 (기초, 응용, 첨단기술개발 및 의료)	14,586	15,659	14,135	-451	-3.1%
기타 국방부 R&D	47,181	48,243	53,520	6339	13.4%
보건복지부(HHS)	36,942	38,647	33,693	-3249	-8.8%
국립보건원(NIH)	35,473	37,238	32,799	-2674	-7.5%
기타 보건복지부 R&D	1,469	1,409	894	-575	-39.1%
에너지부(DOE)	17,482	17,793	14,718	-2764	-15.8%
원자력에너지방어 (Atomic Energy Defense)	7,131	6,901	7,714	583	8.2%
과학국(Office of Science)	6,200	6,517	5,475	-725	-11.7%
에너지프로그램	4,151	4,375	1,529	-2622	-63.2%
국립항공우주국(NASA)	11,755	11,973	11,280	-475	-4.0%
국립과학재단(NSF)	6,358	6,677	5,723	-635	-10.0%
농무부(USDA)	2,618	3,173	2,464	-154	-5.9%
상무부(DOC)	2,029	1,766	1,694	-335	-16.5%
국립해양대기청(NOAA)	923	743	650	-273	-29.6%
국립표준기술원(NIST)	975	851	898	-77	-7.9%
교통부(DOT)	1,011	1,032	1,023	12	1.2%
국토안보부(DHS)	723	724	506	-217	-30.0%

보훈부(VA)	1,286	1,342	1,325	39	3.0%
내무부(DOI)	872	1,013	719	-153	-17.5%
미국지질조사소(USGS)	600	679	482	-118	-19.7%
환경청(EPA)	582	505	313	-269	-46.2%
교육부	257	258	218	-39	-15.2%
기타	1,538	1,543	855	-683	-44.4%
전체 R&D	145,220	150,346	142,186	-3034	-2.1%

※ 출처: AAAS. FY20 R&D Budget by Agency, KISTEP(2019)

❍ 미국의 건물에너지국(BTO, Building Technologies Office's Multi-Year Plan)에서는 5개의 프로그램을 통해 핵심기술 개발 및 상업화를 지원

- 기존/신축, 가정용/상업용 건물에 고효율 기술이 채택될 수 있도록 지원
- BTO의 정책 목표는 5개의 상호협력적인 프로그램을 통해 실행되고 있음

【 표 3-2 】 미국 건물에너지국의 프로그램 및 내용

프로그램	내용
Emerging Technologies (ET)	건물에너지 향상을 위한 핵심기술 개발 및 상업화 지원
Residential Building Integration (RBI)	가정용 건물 (기존/신축) 고효율 에너지 기술의 보급 가속화를 위한 정책적, 기술적 지원
Commercial Building Integration (CBI)	상업용 건물 (기존/신축) 고효율 에너지 기술의 보급 가속화를 위한 정책적, 기술적 지원
Building Energy Codes (BEC)	최소 에너지 기준의 개발, 평가방법 및 채택 확대를 위한 기술적 지원
Appliance and Equipment Standards	가전/기기 최소 에너지효율 기준 수립 및 개선, 테스트 방법 개발 및 효과 분석

※ 출처: EERE(Energy Efficiency & Renewable Energy), 미국의 건물·가전 에너지효율 전략 및 정책동향, KETEP(2017)

1.1.2 유럽 R&D 투자 현황

❑ **2018-2020년 Horizon 2020을 통해 도시 및 에너지 효율 관련 기술개발 등 관련 분야 프로그램에 약 31.5억 유로 투자**

❍ Horizon 2020('14~'20)은 3개 핵심 영역 'Excellent Science', 'Industrial Leadership', 'Societal Challenges' 해결을 우선 과제로 설정하고, 세부적으로 그린에너지 등 13개의 전략분야를 설정하여 프레임워크 형식의 프로그램 추진

❍ Horizon 2020('14~'20)은 유럽의 과학적 혁신을 지원하기 위해 '14년부터 '20년까지 약 100조원 규모로 편성된 EU 최대 연구혁신 프로그램을 추진

- '20년에는 역대 가장 큰 규모의 약 15조원을 투자하여 EU집행위원회 우선순위와 관련된 기후변화, 청정에너지, 디지털경제 등 주요 분야에 집중할 예정임

  * 10대 우선순위('15~'19): 고용·성장·투자, 디지털 단일시장, **에너지·기후**, 국내시장, 공정 경제와 재정, 무역, 정의·기본권, 이주, 글로벌리더쉽, 민주적 변화

【 표 3-3 】 유럽 EU Horizon 2020의 R&D 투자 예산 및 내용

구분	예산	내용
① 저탄소, 기후대응 미래 구축	약 4.9 조원	• 파리협정 목표 달성, 청정기술을 통한 탄소중립 전환 가속화, 유럽의 기후 탄력성 증대, 장기 기후변화 적응 및 정책 기획 기여 ※ 유럽 내 차세대 배터리 개발 및 생산 시설 조성(1,700 억원), 도시 내 지속가능한 에너지 솔루션 개발(780 억원) 등
② 경제 및 환경적 순환경제	약 1.3 조원	• 1, 2 차 자원의 효율적 사용, 폐기물 및 환경공해 저감, 신규 사업기회 창출 ※ 식음료 포장 플라스틱 재활용(260 억원), 산업생산에 활용된 원재료 및 공업용수 재활용(1,260 억원) 등
③ 유럽 산업 및 서비스 디지털화	약 2.4 조원	• 혁신 허브, 플랫폼 및 대규모 파일럿을 통해 유럽 산업의 디지털화 지원, 주요 디지털 기술 및 혁신 장려, ICT 를 통한 사회적 변화 대응, 디지털 사회 전환으로 인한 사회적 영향 대응 등 ※ 유럽 내 자율주행차(650 억원), 보건분야 인공지능(1,430 억원) 등
④ 보안·치안 분야 효과성 증대	약 1.3 조원	• 경찰, 소방관, 관세사 등 보안 분야의 기술 개발, 보안 분야 미래기술 동향 및 영향 분석, EU 의 보안 산업 육성 등 ※ 사이버 범죄 예방·안전·역량강화(1,500 억원), 재해·범죄·테러와의 전쟁 및 국경 보안강화 관련 연구(260 억원)
⑤ 호기심 주도형 연구	2.9 조원	• 순수 호기심 및 아이디어 창출을 위한 블루스카이, 프론티어 연구 추진 • 연구자의 연구커리어 전주기적 지원을 위한 마리퀴리 프로그램 13 억원 증액
⑥ 연구혁신 분야 국제협력 강화	7,150 억원	• 글로벌 보건, 식량, 영양 문제를 위한 아프리카 국가간 협력, 청정에너지 개발을 위한 미국, 캐나다, 일본 등과의 협력, 식량생산, 바이오, 에너지, 자원, 도시화 분야 중국과의 협력 등

※ 출처: European Commission(eu.eropa.eu), 글로벌 과학기술정책정보 서비스(2019.07)

❍ '안전, 청정 및 효율적 에너지'(Secure, Clean and Efficient Energy) 프로그램에 약 22억 유로 투자

- 유럽 내 노화건물의 탈 탄소화, 건설분야의 지속가능한 에너지, 스마트도시 등의 분야 관련 기술개발에 투자 지원

❍ '스마트, 그린 및 통합교통'(Smart, Green and Integrated Transport) 프로그램에 약 9.4억 유로 투자

- 자동화 도로교통 등 관련 분야의 기술개발 투자 지원

1.1.3 중국 R&D 투자 현황

❑ **'18년 '친환경 건축공학' 분야 프로젝트 정부지원금 3.1억 위안**

❍ '친환경 건축공학' 프로젝트의 사업비 및 사업수는 '16년부터 '18년까지 감소 추세

- ('16년) 21개 사업 6.0억 위안 → ('17년) 20개 사업 4.0억 위안 → ('18년) 18개 사업 3.1억 위안

❑ **'19년부터 '친환경 건축공학'이 중점 프로젝트 분야에서 제외되었으나, 스마트공장 및 부품제조혁신 등 신규프로젝트 분야로 흡수되었을 가능성 존재**

❍ '19년 기준 중국 과기부는 국가중점연구개발프로그램 41건을 편성하고 70억 위안 예산 투자를 계획함

- '16년 기존 핵심과학기술을 통합한 국가중점연구개발 착수(기존 973계획, 863계획 국가 과학기술중점계획 등을 통합)

- 현재 54개 프로그램 중 벤처와 사회민생 분야가 2/3를 차지함

❍ 중점연구개발계획 프로그램 중 전략신흥산업이 차지하는 비중이 75%로, '19년 신사업 11개 중 7개가 첨단기술 분야임

- 기초기술과 핵심부품, 광전자와 마이크로전자 부품, 재생에너지와 수소에너지, 핵안전과 선진 원자력 기술, 사물인터넷, 스마트시티 핵심기술, 네트워크 등 포함

- '19년 정부업무보고에서 빅데이터, 인공지능 등 연구개발을 심화하고, IT, 고급장비, 바이오 의약품, 신에너지차, 신소재 등 신흥산업 클러스터 육성 강조

❍ 과학연구자를 존중하기 위한 연구관리 제도 재정비 관련 추진

- 기초연구 사업의 간접비 비중을 높이고, 시범사업을 시행하고, 연구 비목간 비율 제한을 두지 않고 연구진이 자율적으로 사용할 수 있도록 개선

- 현재 60개 기관을 시범적으로 선정해 기초연구비 정액 보조사업 등을 추진

1.1.4 일본 R&D 투자 현황

❑ 고령화 대응 및 환경재해 예방을 중점으로 R&D 투자

❍ 국토교통성은 인구감소 대응 건설산업 성장을 위한 생산성 혁명 프로젝트, 재해·재난·테러 대응 기술개발 및 시스템구축을 통해 안전하고 지속가능한 사회 실현을 위해 R&D 투자

- 일본은 안정성, 효율성 R&D 추진, ICT 융합 시설물 관리 및 장수명화, 재난 예측 및 피해 모니터링 등 기술개발 지원

  · '테러에 강한 공항'을 위한 항공보안검사 고도화에 59억3000엔을 비롯해 해사생산성혁명의 추진(i-Shipping & j-Ocean)에 9억8000만엔, 태풍·집중호우 대책 등의 강화 관련 연구에 1억4000만엔의 예산 책정*

  * 대한전문건설신문(2018.07)

❑ ICT기술 활용한 건설 현장 개선 및 시공 평준화 관련 과제 추진

❍ 건설분야 과제로는 하수도 혁신 기술 실증 사업과 i-Construction 사업 등을 추진

- i-Construction 사업은 '18년 18억 8천만 엔의 예산을 배정했고, 인공지능(AI) 신기술 개발 및 현장 도입, ICT 기술을 활용 작업 확대 및 현장 시공 효율화를 위한 기준 정비, 시공시기 평준화 등의 과제 추진

❍ 경제산업성에서 인프라 유지관리·갱신 등의 사회문제 대응시스템 개발프로젝트(6억6000만엔)과 대규모 인프라 유지관리·갱신 등을 위한 고성능 모니터링시스템 연구개발사업(4억엔)을 추진

1.2. 국내 R&D 투자 동향

1.2.1. 국내 총 R&D 투자 현황

❑ **우리나라의 2018년 총 연구개발비는 전년대비 6조 9,395억원(8.8%↑) 증가한 85조 7,287억원(77,896백만달러)으로 세계 5위 수준**

❍ 전체 연구개발비 중 제조업의 비중이 약 71%로 월등히 높으며, 서비스업이 6.6%를 차지하는 것을 제외하면 건설업 등 기타 산업분야 연구개발비 비중은 분야별 1.0% 이하

❍ 정부·공공재원 18조 3,630억 원(21.4%), 민간 65조 7,028억 원(76.6%), 외국 1조 6,629억 원(1.9%)으로 민간 비중이 높은 구조를 유지

- '18년도 민간재원이 전년대비 9.4% 증가하여 총 연구개발비 증가에 가장 많은 영향을 준 것으로 판단

❍ 건설업 분야의 연구개발비 비중은 '17년 기준 6,768억원으로 0.9%를 차지하여 국내 건설업 규모 대비 연구개발 투자가 미약함

- 국가과학기술표준분류상 연구분야별로 살펴보면, 건설/교통 분야가 8,459억원으로 4.6%를 차지하며 에너지/자원 분야는 9,948억원은 5.4%를 차지

【 표 3-4 】 국내 총 연구개발비 현황 (2017년)

(단위: 백만 원, %)

산업	연구개발비	연구개발비 비중
총 연구개발비	78,789,187	100.0
제조업	55,986,662	71.1
서비스업	5,220,731	6.6
건설업	676,822	0.9
기타	16,904,972	21.5
농림어업	36,765	
광업	12,040	

※ 자료: 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 연구개발활동조사(2017)
주: 1) 기타는 이외 농림어업과 광업 등 모든 산업을 포함

❑ **주요국 연구개발투자 현황을 살펴보면, 투자규모면에서 미국이 1위를 차지하고 있으며 중국, 일본, 독일, 한국이 그 뒤를 잇고 있음**

❍ 우리나라의 GDP 대비 연구개발 비중은 '18년 기준 4.81%로 OECD 34개국 중 가장 높으며, 주요 선진국들의 비중이 3% 미만인 것과 비교해 볼 때 매우 높은 수준

- 이스라엘이 우리나라와 비슷한 수준인 4.54%('17년 기준)

❍ 우리나라의 수행주체별 연구개발비 비중은 공공연구기관에서 11.4%(9조 8,439억원), 대학에서 8.2%(7조 504억 원)로 주요국보다 상대적으로 낮은 수준

❍ 그러나, 기업체의 비중이 80.3%(68조 8,344억 원)로, 미국(73.1%), 중국(77.6%), 독일(69.3%) 등 주요국 대비 높아 기업 주도의 연구개발 활동은 활발

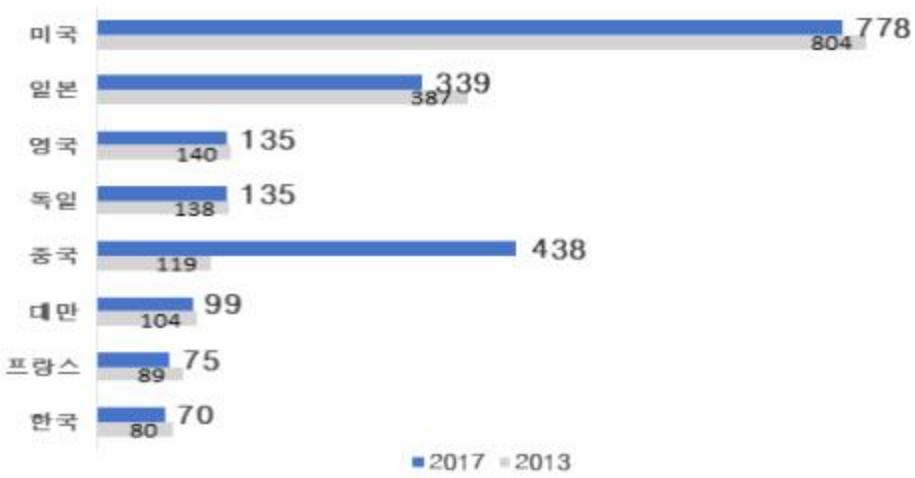
❑ **주요국 기업의 연구개발 활동을 유럽연합 집행위원회(이하 EU집행위)의 연구개발투자 스코어보드(The EU Industrial R&D Investment Scoreboard)를 통해 살펴보면 다음과 같음**

❍ 주요국의 2013년과 2017년 연구개발투자 스코어보드에 등재된 국가별 기업 수를 살펴보면, 한국의 등재기업은 2017년 70개로 미국 778개, 중국 438개, 일본 339개, 독일 135개에 비해 비교 할 수 없을 정도로 적은 수이며, 2013년에 비해서는 오히려 큰 폭으로(80개→70개) 기업수가 감소

❍ 이와 함께 등재된 한국 기업 중 삼성전자, LG전자, SK 하이닉스, 현대기아자동차의 투자비중이 72.9%에 달하고 있어 연구개발 투자활동에서 소수의 대기업 편중현상이 심화

❍ 한편 중국은 2013년 199개에서 2017년 438개로 120% 가까이 증가하면서 경쟁 국가들을 따라잡기 위한 기업들의 과감한 연구개발투자가 이루어지고 있음

(단위: 개)



【 그림 3-1 】 연구개발투자 스코어보드 등재 기업 수(`13년, `17년)]

※ 자료: 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 연구개발활동조사(2017)

1.2.2. 국토교통 분야 R&D 투자 현황

❑ 정부 국토교통 분야 R&D 투자 동향

❍ (정부 R&D) '18년 정부R&D 투자 중 국토·교통 분야는 7,714억 원으로 3.9% 수준이며, 최근 5년 간('14~'18년) 연평균 1.7% 감소 추세

- 정부R&D 내 건설·교통 분야 비중(%): (`16) 4.3 → (`18) 3.9
- 세부분야로는 도로교통(43.6%), 사회기반구조물(19.2%), 건축구조물(15.7%)순으로 투자비중이 높음

【 표 3-5 】 건설·교통 분야 정부 R&D 투자액

(단위: 억 원)

구분	사회기반 시설물	건축 구조물	국토 공간	도로 교통	철도 교통	물류	합계
정부투자	1,481	1,209	479	3,367	1,072	108	7,714

※ 자료 : 과학기술정보통신부 2021년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안)



【 그림 3-2 】 국토·교통 분야 정부 R&D 투자액(좌), 민간 R&D 투자액(우)

❑ 민간 국토교통 분야 R&D 투자 동향

❍ (민간 R&D) '18년 투자규모는 2조 6,919억 원이며, 건축구조물, 사회기반 시설물 중심으로 민간투자가 활성화

- 정부 대비 민간 투자비중은 건축구조물, 사회기반시설물, 국토공간, 도로교통 순

【 표 3-6 】 국토·교통 분야 민간 R&D 투자액

(단위: 억 원, %)

구분	사회기반 시설물	건축 구조물	국토 공간	도로 교통	철도 교통	물류	합계
민간투자	7,981	9,532	1,584	6,963	820	38	26,919
정부대비 민간투자 비중	5.39	7.88	3.31	2.07	0.76	0.35	3.49

※ 자료 : 과학기술정보통신부 2021년 정부연구개발 투자방향 및 기준(안)

2. 국내 R&D 인프라 현황분석

2.1. 연구개발 인력 현황

❑ 국내 연구개발 인력 현황 추이

❍ OECD의"연구개발활동조사시행지침(FRASCATI Manual)"을 참고, KISTEP에서 발간한"과학기술통계백서(2019)"를 토대로 연구인력 현황 분석

❍ 2018년 국내 연구원*은 총 408,371명으로 2009년 이후 평균 5.9% 증가

- 2018년 기준 기업체 연구원 82%(334,810명)으로 가장 많고 대학 10%(40,736명), 정부기관 7%(408,371명), 민간비영리기관 1%(5,461명) 순

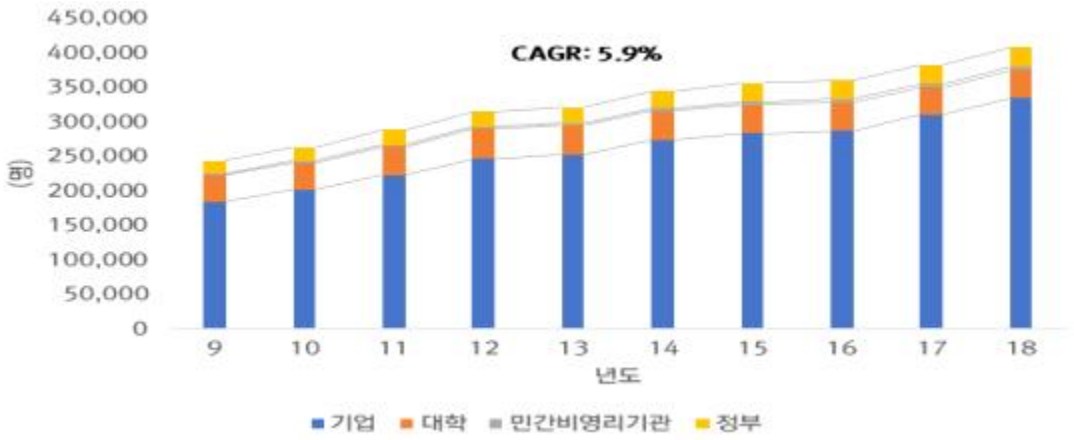
  * 연구개발인력은 직접적으로 연구개발 활동에 참여한 연구원, 연구보조원 합한 총 인력 규모이나, 동 사업은 연구개발인력 중 연구원으로 한정하여 분석

  * (연구원) 학사학위 이상의 학위 소지자 또는 동등 학위 이상의 전문지식을 갖고 있는 사람으로서 연구개발과제에 참여한 사람을 말함

【 표 3-7 】 연구수행주체별 연구원 수

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (%)
기업	184,830	202,079	223,513	247,041	253,447	274,638	284,136	287,869	311,566	334,810	6.8%
대학	38,163	39,265	40,844	43,826	41,784	41,938	40,866	40,759	38,813	40,736	0.7%
민간 비영리	2,868	3,021	3,341	2,519	3,320	4,137	5,014	5,494	5,537	5,461	7.4%
정부	18,217	19,753	21,203	22,204	23,292	24,750	26,431	27,170	27,185	27,364	4.6%
총합	244,078	264,118	288,901	315,590	321,843	345,463	356,447	361,292	383,101	408,371	5.9%

※ 자료 : OECD, Research and Development Statistics, 2019, 과학기술정보통신부·KISTEP, 연구개발활동조사 보고서, 각 년도



【 그림 3-3 】 연구수행 주체별 연구원 수

❑ 동사업의 직·간접으로 적용되는 공학계열 연구인력 현황

❍ 건설업의 연구인력의 학력은 주로 공학계가 대다수를 차지할 것으로 예측되며 국내 **공학 분야 전공자 수는 67.1%(344,916명)**으로 가장 많음

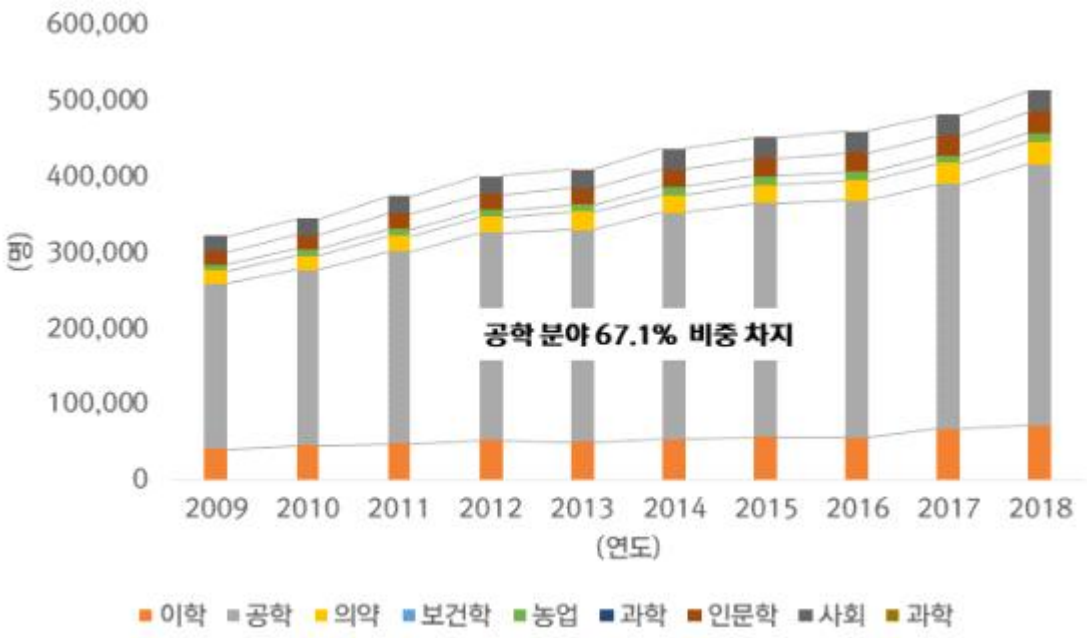
- 다음으로 이학 분야 72,884명(14.2%), 의약보건학 분야 29,774명(5.8%) 순
- 과학기술 분야(이학, 공학, 의약보건학, 농업과학) 전공자 비중은 전체의 89.2%

【 표 3-8 】 전공별 연구원 수 및 분야별 비중

(단위: 명, %)

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	비중(%)
이학	41,687	46,023	48,544	53,654	51,494	54,772	57,976	56,710	67,736	72,884	14.2
공학	217,911	231,913	253,445	273,839	279,388	298,436	308,230	312,987	322,952	344,916	67.1
의약보건학	17,227	18,926	20,473	19,945	23,292	23,522	24,066	26,347	27,911	29,774	5.8
농업과학	8,713	9,202	9,841	9,912	10,102	10,662	11,045	11,378	10,423	10,991	2.1
인문학	16,372	17,568	19,633	20,413	20,834	22,870	23,996	24,734	26,576	27,931	5.4
사회과학	21,265	22,280	23,240	23,961	25,223	27,185	27,949	28,613	27,198	27,674	5.4
총합	323,175	345,912	375,176	401,724	410,333	437,447	453,262	460,769	482,796	514,170	100

※자료 : 과학기술정보통신부·KISTEP, 연구개발활동조사 보고서, 각 년도
주 : 비중(%)은 2018년 기준



【 그림 3-4 】 전공별 연구원 수 및 분야별 비중

2.2. 연구수행 인프라 현황

2.2.1. 전문학사/대학/대학원

❑ 전문대학 현황

❍ 건설업과 관련성 있는 **전문학사는** 총 **71개가** 있으며, 관련학과는 **64개학과**가 있는 것으로 조사됨

* '대학알리미'에 공시된 전국의 전문대, 대학, 대학원 졸업생의 학과별 학위 취득자수 데이터 취합 후 학위취득자 DB 구축 후 분석 실시 (공시기간: 2016~2018년)

- 2018년 기준, 71개 전문학사의 졸업생은 19,005명임

【 표 3-9 】 건설업 관련 대학 및 관련 학과 졸업생 현황

2018년 기준 (단위: 명)

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
1	강원	강릉영동대학교	토목건설전공	건축·토목환경	야간	23
2	강원	강릉영동대학교	토목건설전공	건축·토목환경	주간	12
3	부산	경남정보대학교	토목과	건축·토목환경	주간	34
4	부산	경남정보대학교	토목과	건축·토목환경	야간	2
5	경기	경복대학교	건설환경공학과	건축·토목환경	야간	9
6	경기	경복대학교	건설환경디자인과	건축·토목환경	주간	51
7	경북	경북도립대학교	건설공간시스템과	건축·토목환경	주간	25
8	전남	고구려대학교	건축토목과	건축·토목환경	주간	12
9	경기	김포대학교	건설토목과	건축·토목환경	주간	31
10	경기	대림대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	49
11	경기	대림대학교	토목환경공학과	건축·토목환경	야간	21
12	전남	동아보건대학교	토목과	건축·토목환경	야간	17
13	부산	동의과학대학교	토목과	건축·토목환경	주간	33
14	부산	동의과학대학교	토목과	건축·토목환경	야간	16
15	부산	동의과학대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	9
16	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	주간	91
17	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	야간	7
18	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	야간	3
19	서울	명지전문대학	토목공학과	건축·토목환경	야간	6
20	부산	부산과학기술대학교	토목과	건축·토목환경	야간	15
21	부산	부산과학기술대학교	토목과	건축·토목환경	주간	15
22	경기	부천대학교	토목과	건축·토목환경	야간	14
23	경기	부천대학교	토목과	건축·토목환경	주간	65
24	경기	부천대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	8
25	광주	서영대학교	건설토목과	건축·토목환경	주간	10
26	서울	서일대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	15
27	서울	서일대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	1

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
28	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	야간	33
29	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	야간	2
30	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	주간	69
31	강원	세경대학교	토목과	건축·토목환경	주간	34
32	경기	수원과학대학교	건설시스템과	건축·토목환경	주간	52
33	전남	순천제일대학교	토목과	건축·토목환경	야간	9
34	전남	순천제일대학교	토목과	건축·토목환경	주간	20
35	경기	신구대학교	토목과	건축·토목환경	주간	59
36	경기	신구대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	10
37	경기	신안산대학교	건설정보시스템과	건축·토목환경	주간	63
38	경북	안동과학대학교	건설정보과	건축·토목환경	야간	8
39	경북	안동과학대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	28
40	경북	안동과학대학교	건설정보학과	건축·토목환경	야간	6
41	경기	여주대학교	토목과	건축·토목환경	야간	9
42	경기	여주대학교	토목과	건축·토목환경	주간	43
43	경기	여주대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	7
44	경기	연성대학교	토목환경학과	건축·토목환경	야간	17
45	경기	연성대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	43
46	대구	영남이공대학교	토목과	건축·토목환경	주간	53
47	대구	영남이공대학교	토목과	건축·토목환경	야간	8
48	경기	용인송담대학교	건축에너지과	건축·토목환경	야간	11
49	경기	용인송담대학교	건축에너지과	건축·토목환경	야간	2
50	경기	용인송담대학교	건축에너지과	건축·토목환경	주간	39
51	경기	용인송담대학교	건축에너지학과	건축·토목환경	야간	11
52	경기	용인송담대학교	건축에너지학과	건축·토목환경	주간	11
53	서울	인덕대학교	토목환경설계과	건축·토목환경	야간	1
54	서울	인덕대학교	건설정보공학과	건축·토목환경	야간	11
55	서울	인덕대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	58
56	서울	인덕대학교	토목환경설계과	건축·토목환경	주간	56
57	서울	인덕대학교	토목환경설계공학과(1년과정)	건축·토목환경	야간	22
58	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	야간	2
59	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	주간	52
60	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	야간	33
61	전남	전남과학대학교	건설기계계열	건축·토목환경	주간	44
62	전남	전남과학대학교	건설기계계열	건축·토목환경	야간	66
63	전남	전남도립대학교	토목환경공학과	건축·토목환경	야간	7
64	전남	전남도립대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	31
65	전북	전북과학대학교	건축토목조경계열	건축·토목환경	야간	52
66	전북	전북과학대학교	건축토목조경계열	건축·토목환경	주간	22
67	광주	조선이공대학교	토목건설과	건축·토목환경	주간	35
68	광주	조선이공대학교	토목건설과	건축·토목환경	야간	12

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
69	경남	창신대학	토목과	건축·토목환경	야간	2
70	경남	창신대학	토목과	건축·토목환경	주간	8
71	충남	충남도립대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	28
72	충북	충북보건과학대학교	건설정보부사관과	건축·토목환경	주간	23
73	충북	충북보건과학대학교	토목과	건축·토목환경	야간	20
74	충북	충청대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	11
75	충북	충청대학교	토목과	건축·토목환경	야간	12
76	충북	충청대학교	토목과	건축·토목환경	주간	43
77	강원	한림성심대학교	토목과	건축·토목환경	야간	21
78	강원	한림성심대학교	토목과	건축·토목환경	주간	24
79	강원	한림성심대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	5
80	강원	강릉영동대학교	토목건설전공	건축·토목환경	야간	23
81	강원	강릉영동대학교	토목건설전공	건축·토목환경	주간	12
82	부산	경남정보대학교	토목과	건축·토목환경	주간	34
83	부산	경남정보대학교	토목과	건축·토목환경	야간	2
84	경기	경복대학교	건설환경디자인과	건축·토목환경	주간	51
85	경기	경복대학교	건설환경공학과	건축·토목환경	야간	9
86	경북	경북도립대학교	건설공간시스템과	건축·토목환경	주간	25
87	전남	고구려대학교	건축토목과	건축·토목환경	주간	12
88	경기	김포대학교	건설토목과	건축·토목환경	주간	31
89	경기	대림대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	49
90	경기	대림대학교	토목환경공학과	건축·토목환경	야간	21
91	전남	동아보건대학교	토목과	건축·토목환경	야간	17
92	부산	동의과학대학교	토목과	건축·토목환경	주간	33
93	부산	동의과학대학교	토목과	건축·토목환경	야간	16
94	부산	동의과학대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	9
95	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	주간	91
96	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	야간	7
97	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	야간	3
98	서울	명지전문대학	토목공학과	건축·토목환경	야간	6
99	부산	부산과학기술대학교	토목과	건축·토목환경	야간	15
100	부산	부산과학기술대학교	토목과	건축·토목환경	주간	15
101	경기	부천대학교	토목과	건축·토목환경	야간	14
102	경기	부천대학교	토목과	건축·토목환경	주간	65
103	경기	부천대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	8
104	광주	서영대학교	건설토목과	건축·토목환경	주간	10
105	서울	서일대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	15
106	서울	서일대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	1
107	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	야간	33
108	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	야간	2
109	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	주간	69
110	강원	세경대학교	토목과	건축·토목환경	주간	34

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
111	경기	수원과학대학교	건설시스템과	건축·토목환경	주간	52
112	전남	순천제일대학교	토목과	건축·토목환경	주간	20
113	전남	순천제일대학교	토목과	건축·토목환경	야간	9
114	경기	신구대학교	토목과	건축·토목환경	주간	59
115	경기	신구대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	10
116	경기	신안산대학교	건설정보시스템과	건축·토목환경	주간	63
117	경북	안동과학대학교	건설정보과	건축·토목환경	야간	8
118	경북	안동과학대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	28
119	경북	안동과학대학교	건설정보학과	건축·토목환경	야간	6
120	경기	여주대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	7
121	경기	여주대학교	토목과	건축·토목환경	야간	9
122	경기	여주대학교	토목과	건축·토목환경	주간	43
123	경기	연성대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	43
124	경기	연성대학교	토목환경학과	건축·토목환경	야간	17
125	대구	영남이공대학교	토목과	건축·토목환경	주간	53
126	대구	영남이공대학교	토목과	건축·토목환경	야간	8
127	경기	용인송담대학교	건축에너지과	건축·토목환경	야간	11
128	경기	용인송담대학교	건축에너지과	건축·토목환경	야간	2
129	경기	용인송담대학교	건축에너지과	건축·토목환경	주간	39
130	경기	용인송담대학교	건축에너지학과	건축·토목환경	야간	11
131	경기	용인송담대학교	건축에너지학과	건축·토목환경	주간	11
132	서울	인덕대학교	토목환경설계공학과 (1년과정)	건축·토목환경	야간	22
133	서울	인덕대학교	토목환경설계과	건축·토목환경	야간	1
134	서울	인덕대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	58
135	서울	인덕대학교	건설정보공학과	건축·토목환경	야간	11
136	서울	인덕대학교	토목환경설계과	건축·토목환경	주간	56
137	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	야간	2
138	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	주간	52
139	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	야간	33
140	전남	전남과학대학교	건설기계계열	건축·토목환경	주간	44
141	전남	전남과학대학교	건설기계계열	건축·토목환경	야간	66
142	전남	전남도립대학교	토목환경공학과	건축·토목환경	야간	7
143	전남	전남도립대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	31
144	전북	전북과학대학교	건축토목조경계열	건축·토목환경	주간	22
145	전북	전북과학대학교	건축토목조경계열	건축·토목환경	야간	52
146	광주	조선이공대학교	토목건설과	건축·토목환경	주간	35
147	광주	조선이공대학교	토목건설과	건축·토목환경	야간	12
148	경남	창신대학	토목과	건축·토목환경	야간	2
149	경남	창신대학	토목과	건축·토목환경	주간	8
150	충남	충남도립대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	28
151	충북	충북보건과학대학교	건설정보부사관과	건축·토목환경	주간	23

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
152	충북	충북보건과학대학교	토목과	건축·토목환경	야간	20
153	충북	충청대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	11
154	충북	충청대학교	토목과	건축·토목환경	야간	12
155	충북	충청대학교	토목과	건축·토목환경	주간	43
156	강원	한림성심대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	5
157	강원	한림성심대학교	토목과	건축·토목환경	주간	24
158	강원	한림성심대학교	토목과	건축·토목환경	야간	21
159	강원	강릉영동대학교	토목건설전공	건축·토목환경	야간	15
160	강원	강릉영동대학교	토목건설전공	건축·토목환경	주간	15
161	강원	강원도립대학교	건설토목과	건축·토목환경	주간	34
162	경기	경복대학교	건설환경공학과	건축·토목환경	야간	11
163	경기	경복대학교	건설환경디자인과	건축·토목환경	야간	7
164	경기	경복대학교	건설환경디자인과	건축·토목환경	주간	49
165	경북	경북도립대학교	토목공학과	건축·토목환경	주간	18
166	경기	김포대학교	건설토목과	건축·토목환경	주간	21
167	경기	대림대학교	토목환경공학과	건축·토목환경	야간	25
168	경기	대림대학교	토목환경과	건축·토목환경	야간	1
169	경기	대림대학교	토목환경과	건축·토목환경	야간	2
170	경기	대림대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	51
171	광주	동강대학교	건축토목조경학부	건축·토목환경	야간	53
172	광주	동강대학교	건축토목조경학부	건축·토목환경	주간	26
173	전남	동아보건대학교	토목과	건축·토목환경	야간	15
174	부산	동의과학대학교	토목과	건축·토목환경	주간	33
175	부산	동의과학대학교	토목과	건축·토목환경	야간	17
176	부산	동의과학대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	8
177	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	주간	75
178	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	야간	4
179	서울	명지전문대학	토목과	건축·토목환경	야간	4
180	서울	명지전문대학	토목공학과	건축·토목환경	야간	5
181	부산	부산과학기술대학교	토목과	건축·토목환경	야간	4
182	부산	부산과학기술대학교	토목과	건축·토목환경	주간	16
183	경기	부천대학교	토목과	건축·토목환경	주간	76
184	경기	부천대학교	토목과	건축·토목환경	야간	11
185	경기	부천대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	17
186	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	주간	72
187	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	야간	3
188	서울	서일대학교	토목과	건축·토목환경	야간	27
189	서울	서일대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	8
190	강원	세경대학교	토목과	건축·토목환경	주간	28
191	경기	수원과학대학교	건설시스템과	건축·토목환경	주간	39
192	전남	순천제일대학교	건설조경과	건축·토목환경	주간	26
193	전남	순천제일대학교	건설조경과	건축·토목환경	야간	9

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
194	경기	신구대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	13
195	경기	신구대학교	토목과	건축·토목환경	주간	51
196	경기	신안산대학교	건설정보시스템과	건축·토목환경	주간	52
197	경북	안동과학대학교	건설정보학과	건축·토목환경	야간	5
198	경북	안동과학대학교	건설정보과	건축·토목환경	야간	9
199	경북	안동과학대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	18
200	경기	여주대학교	토목과	건축·토목환경	야간	9
201	경기	여주대학교	토목과	건축·토목환경	주간	52
202	경기	여주대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	6
203	경기	연성대학교	토목환경학과	건축·토목환경	야간	22
204	경기	연성대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	48
205	대구	영남이공대학교	토목과	건축·토목환경	주간	52
206	경기	용인송담대학교	건축에너지과	건축·토목환경	야간	8
207	경기	용인송담대학교	건축에너지과	건축·토목환경	주간	34
208	경기	용인송담대학교	건축에너지학과	건축·토목환경	야간	3
209	서울	인덕대학교	토목환경공학과	건축·토목환경	야간	23
210	서울	인덕대학교	토목환경설계과	건축·토목환경	주간	45
211	서울	인덕대학교	건설정보공학과	건축·토목환경	야간	16
212	서울	인덕대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	38
213	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	야간	17
214	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	주간	67
215	인천	인하공업전문대학	토목환경과	건축·토목환경	야간	1
216	전남	전남과학대학교	건설기계계열	건축·토목환경	주간	46
217	전남	전남과학대학교	건설기계계열	건축·토목환경	야간	74
218	전남	전남도립대학교	토목환경과	건축·토목환경	주간	35
219	전북	전북과학대학교	건축토목조경계열	건축·토목환경	야간	44
220	전북	전북과학대학교	건축토목조경계열	건축·토목환경	주간	29
221	광주	조선이공대학교	토목건설과	건축·토목환경	주간	21
222	광주	조선이공대학교	토목건설과	건축·토목환경	야간	7
223	경남	창신대학	토목과	건축·토목환경	주간	6
224	충남	충남도립대학교	건설정보과	건축·토목환경	주간	24
225	충북	충북보건과학대학교	토목과	건축·토목환경	야간	23
226	충북	충북보건과학대학교	건설정보부사관과	건축·토목환경	주간	16
227	충북	충청대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	10
228	충북	충청대학교	토목과	건축·토목환경	야간	10
229	충북	충청대학교	토목과	건축·토목환경	주간	40
230	강원	한림성심대학교	토목공학과	건축·토목환경	야간	8
231	강원	한림성심대학교	토목과	건축·토목환경	주간	24
232	강원	한림성심대학교	토목과	건축·토목환경	야간	19
233	충북	강동대학교	건축과	건축·토목환경	주간	40
234	충북	강동대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	16
235	강원	강릉영동대학교	건축리모델링전공	건축·토목환경	주간	17

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
236	경기	경기과학기술대학교	건축인테리어과(3년)	건축·토목환경	주간	26
237	경기	경기과학기술대학교	건축인테리어학과	건축·토목환경	야간	16
238	경남	경남도립거창대학	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	18
239	경남	경남정보대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	27
240	경남	경남정보대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	야간	6
241	경기	경민대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	86
242	경기	경복대학교	친환경건축과	건축·토목환경	주간	24
243	경기	경복대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	5
244	경북	경북보건대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	1
245	경북	경북전문대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	14
246	대구	계명문화대학교	건축인테리어과(2년제)	건축·토목환경	주간	58
247	경기	계원예술대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	62
248	경기	계원예술대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	59
249	전남	고구려대학교	토목조경학부	건축·토목환경	주간	29
250	경기	국제대학교	건축과	건축·토목환경	주간	41
251	경기	김포대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	37
252	대구	대구공업대학교	토목조경계열	건축·토목환경	주간	47
253	대구	대구과학대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	36
254	경기	대림대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	105
255	경기	대림대학교	실내디자인학과	건축·토목환경	야간	24
256	경기	대림대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	92
257	경기	대림대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	야간	17
258	경기	대림대학교	건축설비소방공학과	건축·토목환경	야간	17
259	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	주간	52
260	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	야간	22
261	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	야간	11
262	경기	대림대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	27
263	경기	대원대학교	건축전공	건축·토목환경	주간	22
264	대전	대전과학기술대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	25
265	광주	동강대학교	토목조경과	건축·토목환경	주간	47
266	광주	동강대학교	건축과	건축·토목환경	야간	32
267	광주	동강대학교	건축과	건축·토목환경	주간	17
268	경기	동서울대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	69
269	경기	동서울대학교	건축과	건축·토목환경	야간	9
270	경기	동서울대학교	건축과	건축·토목환경	주간	79
271	서울	동양미래대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	24
272	서울	동양미래대학교	건축과	건축·토목환경	야간	14
273	서울	동양미래대학교	건축과	건축·토목환경	주간	113
274	서울	동양미래대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	58
275	경기	동원대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	7
276	경기	동원대학교	실내건축전공(3년제)	건축·토목환경	주간	19
277	경기	동원대학교	건축전공(3년제)	건축·토목환경	주간	37

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
278	경기	동원대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	9
279	부산	동의과학대학교	건축과	건축·토목환경	야간	1
280	부산	동의과학대학교	건축과	건축·토목환경	주간	49
281	부산	동의과학대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	30
282	경기	두원공과대학교	건축인테리어학과	건축·토목환경	주간	13
283	경기	두원공과대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	63
284	경기	두원공과대학교	건축디자인학과	건축·토목환경	주간	22
285	경기	두원공과대학교	건축디자인과	건축·토목환경	야간	3
286	경기	두원공과대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	56
287	전남	목포과학대학교	건축인테리어전공	건축·토목환경	주간	19
288	전남	목포과학대학교	건축인테리어전공	건축·토목환경	야간	8
289	전남	목포과학대학교	토목조경전공	건축·토목환경	야간	37
290	전남	목포과학대학교	토목조경전공	건축·토목환경	주간	20
291	부산	부산과학기술대학교	건축과	건축·토목환경	주간	25
292	경기	부천대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	104
293	경기	부천대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	34
294	경기	부천대학교	건축과(2년제)	건축·토목환경	야간	1
295	경기	부천대학교	건축과(2년제)	건축·토목환경	주간	47
296	경기	부천대학교	건축과	건축·토목환경	주간	1
297	경기	부천대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	19
298	광주	서영대학교	건축과	건축·토목환경	주간	10
299	광주	서영대학교	건축과	건축·토목환경	야간	1
300	경기	서울예술대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	61
301	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	야간	36
302	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	야간	6
303	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	주간	83
304	서울	서일대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	20
305	서울	서일대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	67
306	경기	수원과학대학교	건축과	건축·토목환경	주간	87
307	경기	수원과학대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	야간	2
308	경기	수원과학대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	102
309	경기	수원과학대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	72
310	전남	순천제일대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	20
311	경기	신구대학교	실내건축전공	건축·토목환경	주간	43
312	경기	신구대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	3
313	경기	신구대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	14
314	경기	신구대학교	건축디자인전공	건축·토목환경	주간	6
315	경기	신안산대학교	건축과	건축·토목환경	주간	49
316	경기	신안산대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	69
317	경기	신흥대학교	건축설비설계과	건축·토목환경	주간	4
318	경기	신흥대학교	건축과(2년제)	건축·토목환경	주간	11
319	경기	신흥대학교	건축과	건축·토목환경	주간	11

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
320	경기	신흥대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	45
321	경북	안동과학대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	14
322	경기	안산대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	51
323	경기	여주대학교	건축과	건축·토목환경	주간	27
324	경기	연성대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	59
325	경기	연성대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	28
326	경기	연성대학교	건축과	건축·토목환경	주간	1
327	경기	연성대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	49
328	경기	연성대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	30
329	대구	영남이공대학교	건축과	건축·토목환경	야간	1
330	대구	영남이공대학교	건축과	건축·토목환경	주간	67
331	대구	영진전문대학교	건축인테리어디자인계열	건축·토목환경	야간	15
332	대구	영진전문대학교	건축인테리어디자인계열	건축·토목환경	주간	192
333	경기	용인송담대학교	건축소방설비과	건축·토목환경	주간	44
334	경기	유한대학교	실내환경디자인과	건축·토목환경	야간	5
335	경기	유한대학교	실내환경디자인과	건축·토목환경	주간	30
336	경기	유한대학교	건축설비과	건축·토목환경	주간	62
337	경기	유한대학교	건축설비과	건축·토목환경	야간	19
338	서울	인덕대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	50
339	서울	인덕대학교	건축과	건축·토목환경	주간	50
340	서울	인덕대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	23
341	인천	인천재능대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	49
342	인천	인하공업전문대학	실내건축과	건축·토목환경	야간	16
343	인천	인하공업전문대학	실내건축과	건축·토목환경	주간	44
344	인천	인하공업전문대학	건축과	건축·토목환경	주간	63
345	인천	인하공업전문대학	건축과	건축·토목환경	야간	22
346	전북	전주비전대학교	건축과	건축·토목환경	야간	22
347	전북	전주비전대학교	건축과	건축·토목환경	주간	21
348	전북	전주비전대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	7
349	제주	제주한라대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	20
350	광주	조선이공대학교	건축과	건축·토목환경	야간	19
351	광주	조선이공대학교	건축과	건축·토목환경	주간	32
352	광주	조선이공대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	14
353	광주	조선이공대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	야간	13
354	광주	조선이공대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	39
355	경남	창원문성대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	16
356	경남	창원문성대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	18
357	전남	청암대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	18
358	충북	충청대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	38
359	충북	충청대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	52
360	충북	충청대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	야간	4
361	경기	한국폴리텍 II 대학	CAD&모델링과	건축·토목환경	주간	55

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
		안성캠퍼스				
362	경기	한국폴리텍 II 대학 인천캠퍼스	건축설계과	건축·토목환경	주간	21
363	경기	한국폴리텍 V 대학 광주캠퍼스	건축과	건축·토목환경	주간	25
364	강원	한림성심대학교	건축과	건축·토목환경	주간	21
365	서울	한영대학	친환경건축인테리어과	건축·토목환경	야간	21
366	충북	강동대학교	건축과	건축·토목환경	주간	40
367	충북	강동대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	16
368	강원	강릉영동대학교	건축리모델링전공	건축·토목환경	주간	17
369	경기	경기과학기술대학교	건축인테리어과(3년)	건축·토목환경	주간	26
370	경기	경기과학기술대학교	건축인테리어학과	건축·토목환경	야간	16
371	경남	경남도립거창대학	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	18
372	경남	경남정보대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	야간	6
373	경남	경남정보대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	27
374	경기	경민대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	86
375	경기	경복대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	5
376	경기	경복대학교	친환경건축과	건축·토목환경	주간	24
377	경북	경북보건대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	1
378	경북	경북전문대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	14
379	대구	계명문화대학교	건축인테리어과(2년제)	건축·토목환경	주간	58
380	경기	계원예술대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	62
381	경기	계원예술대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	59
382	전남	고구려대학교	토목조경학부	건축·토목환경	주간	29
383	경기	국제대학교	건축과	건축·토목환경	주간	41
384	경기	김포대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	37
385	대구	대구공업대학교	토목조경계열	건축·토목환경	주간	47
386	대구	대구과학대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	36
387	경기	대림대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	105
388	경기	대림대학교	실내디자인학과	건축·토목환경	야간	24
389	경기	대림대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	92
390	경기	대림대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	야간	17
391	경기	대림대학교	건축설비소방공학과	건축·토목환경	야간	17
392	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	주간	52
393	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	야간	22
394	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	야간	11
395	경기	대림대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	27
396	경기	대원대학교	건축전공	건축·토목환경	주간	22
397	대전	대전과학기술대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	25
398	광주	동강대학교	토목조경과	건축·토목환경	주간	47
399	광주	동강대학교	건축과	건축·토목환경	야간	32
400	광주	동강대학교	건축과	건축·토목환경	주간	17

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
401	경기	동서울대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	69
402	경기	동서울대학교	건축과	건축·토목환경	야간	9
403	경기	동서울대학교	건축과	건축·토목환경	주간	79
404	서울	동양미래대학교	건축과	건축·토목환경	야간	14
405	서울	동양미래대학교	건축과	건축·토목환경	주간	113
406	서울	동양미래대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	24
407	서울	동양미래대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	58
408	경기	동원대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	7
409	경기	동원대학교	실내건축전공(3년제)	건축·토목환경	주간	19
410	경기	동원대학교	건축전공(3년제)	건축·토목환경	주간	37
411	경기	동원대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	9
412	부산	동의과학대학교	건축과	건축·토목환경	주간	49
413	부산	동의과학대학교	건축과	건축·토목환경	야간	1
414	부산	동의과학대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	30
415	경기	두원공과대학교	건축인테리어학과	건축·토목환경	주간	13
416	경기	두원공과대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	63
417	경기	두원공과대학교	건축디자인학과	건축·토목환경	주간	22
418	경기	두원공과대학교	건축디자인과	건축·토목환경	야간	3
419	경기	두원공과대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	56
420	전남	목포과학대학교	건축인테리어전공	건축·토목환경	주간	19
421	전남	목포과학대학교	건축인테리어전공	건축·토목환경	야간	8
422	전남	목포과학대학교	토목조경전공	건축·토목환경	야간	37
423	전남	목포과학대학교	토목조경전공	건축·토목환경	주간	20
424	부산	부산과학기술대학교	건축과	건축·토목환경	주간	25
425	경기	부천대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	104
426	경기	부천대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	34
427	경기	부천대학교	건축과(2년제)	건축·토목환경	야간	1
428	경기	부천대학교	건축과(2년제)	건축·토목환경	주간	47
429	경기	부천대학교	건축과	건축·토목환경	주간	1
430	경기	부천대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	19
431	광주	서영대학교	건축과	건축·토목환경	주간	10
432	광주	서영대학교	건축과	건축·토목환경	야간	1
433	경기	서울예술대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	61
434	서울	서일대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	67
435	서울	서일대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	20
436	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	주간	83
437	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	야간	6
438	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	야간	36
439	경기	수원과학대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	102
440	경기	수원과학대학교	건축과	건축·토목환경	주간	87
441	경기	수원과학대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	72
442	경기	수원과학대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	야간	2

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
443	전남	순천제일대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	20
444	경기	신구대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	14
445	경기	신구대학교	실내건축전공	건축·토목환경	주간	43
446	경기	신구대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	3
447	경기	신구대학교	건축디자인전공	건축·토목환경	주간	6
448	경기	신안산대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	69
449	경기	신안산대학교	건축과	건축·토목환경	주간	49
450	경기	신흥대학교	건축과	건축·토목환경	주간	11
451	경기	신흥대학교	건축과(2년제)	건축·토목환경	주간	11
452	경기	신흥대학교	건축설비설계과	건축·토목환경	주간	4
453	경기	신흥대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	45
454	경북	안동과학대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	14
455	경기	안산대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	51
456	경기	여주대학교	건축과	건축·토목환경	주간	27
457	경기	연성대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	30
458	경기	연성대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	49
459	경기	연성대학교	건축과	건축·토목환경	주간	1
460	경기	연성대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	59
461	경기	연성대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	28
462	대구	영남이공대학교	건축과	건축·토목환경	야간	1
463	대구	영남이공대학교	건축과	건축·토목환경	주간	67
464	대구	영진전문대학교	건축인테리어디자인계열	건축·토목환경	야간	15
465	대구	영진전문대학교	건축인테리어디자인계열	건축·토목환경	주간	192
466	경기	용인송담대학교	건축소방설비과	건축·토목환경	주간	44
467	경기	유한대학교	실내환경디자인과	건축·토목환경	야간	5
468	경기	유한대학교	실내환경디자인과	건축·토목환경	주간	30
469	경기	유한대학교	건축설비과	건축·토목환경	주간	62
470	경기	유한대학교	건축설비과	건축·토목환경	야간	19
471	서울	인덕대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	50
472	서울	인덕대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	23
473	서울	인덕대학교	건축과	건축·토목환경	주간	50
474	인천	인천재능대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	49
475	인천	인하공업전문대학	건축과	건축·토목환경	주간	63
476	인천	인하공업전문대학	실내건축과	건축·토목환경	주간	44
477	인천	인하공업전문대학	실내건축과	건축·토목환경	야간	16
478	인천	인하공업전문대학	건축과	건축·토목환경	야간	22
479	전북	전주비전대학교	건축과	건축·토목환경	야간	22
480	전북	전주비전대학교	건축과	건축·토목환경	주간	21
481	전북	전주비전대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	7
482	제주	제주한라대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	20
483	광주	조선이공대학교	건축과	건축·토목환경	야간	19

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
484	광주	조선이공대학교	건축과	건축·토목환경	주간	32
485	광주	조선이공대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	14
486	광주	조선이공대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	39
487	광주	조선이공대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	야간	13
488	경남	창원문성대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	16
489	경남	창원문성대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	18
490	전남	청암대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	18
491	충북	충청대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	38
492	충북	충청대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	39
493	충북	충청대학교	건축인테리어학부	건축·토목환경	주간	13
494	충북	충청대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	야간	4
495	경기	한국폴리텍 II 대학 안성캠퍼스	CAD&모델링과	건축·토목환경	주간	55
496	경기	한국폴리텍 II 대학 인천캠퍼스	건축설계과	건축·토목환경	주간	21
497	경기	한국폴리텍 V 대학 광주캠퍼스	건축과	건축·토목환경	주간	25
498	강원	한림성심대학교	건축과	건축·토목환경	주간	21
499	서울	한영대학	친환경건축인테리어과	건축·토목환경	야간	21
500	충북	강동대학교	건축과	건축·토목환경	주간	43
501	충북	강동대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	29
502	강원	강릉영동대학교	건축리모델링전공	건축·토목환경	주간	11
503	경기	경기과학기술대학교	건축인테리어학과	건축·토목환경	야간	14
504	경기	경기과학기술대학교	건축인테리어과(3년)	건축·토목환경	주간	36
505	경남	경남도립거창대학	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	17
506	경남	경남정보대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	야간	4
507	경남	경남정보대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	28
508	경남	경남정보대학교	토목조경계열	건축·토목환경	야간	14
509	경남	경남정보대학교	토목조경계열	건축·토목환경	주간	62
510	경기	경민대학교	건축과	건축·토목환경	주간	6
511	경기	경민대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	70
512	경기	경복대학교	친환경건축과	건축·토목환경	주간	30
513	경기	경복대학교	친환경건축학과	건축·토목환경	주간	9
514	경북	경북전문대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	12
515	대구	계명문화대학교	건축인테리어과(3년제)	건축·토목환경	주간	1
516	대구	계명문화대학교	건축인테리어과(2년제)	건축·토목환경	주간	47
517	경기	계원예술대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	48
518	경기	계원예술대학교	건축인테리어디자인학과	건축·토목환경	주간	21
519	경기	계원예술대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	25
520	전남	고구려대학교	토목조경과	건축·토목환경	주간	31
521	전남	고구려대학교	토목조경학부	건축·토목환경	주간	7
522	전남	고구려대학교	건축과	건축·토목환경	주간	6

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
523	전남	광양보건대학교	친환경건축과	건축·토목환경	주간	2
524	경기	국제대학교	건축과	건축·토목환경	주간	37
525	경기	김포대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	48
526	대구	대구공업대학교	친환경건축설비과	건축·토목환경	주간	36
527	대구	대구공업대학교	건축과(2년제)	건축·토목환경	주간	18
528	대구	대구공업대학교	토목조경과	건축·토목환경	주간	33
529	대구	대구과학대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	31
530	경기	대림대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	78
531	경기	대림대학교	실내디자인학과	건축·토목환경	야간	20
532	경기	대림대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	58
533	경기	대림대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	야간	11
534	경기	대림대학교	건축설비소방공학과	건축·토목환경	야간	10
535	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	주간	55
536	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	야간	16
537	경기	대림대학교	건축과	건축·토목환경	야간	9
538	경기	대림대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	25
539	경기	대원대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	31
540	대전	대전과학기술대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	31
541	경기	동서울대학교	건축학과	건축·토목환경	주간	20
542	경기	동서울대학교	건축과	건축·토목환경	주간	83
543	경기	동서울대학교	건축과	건축·토목환경	야간	11
544	경기	동서울대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	57
545	서울	동양미래대학교	건축과	건축·토목환경	야간	19
546	서울	동양미래대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	71
547	서울	동양미래대학교	건축과	건축·토목환경	주간	121
548	서울	동양미래대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	22
549	경기	동원대학교	건축전공(2년제)	건축·토목환경	주간	1
550	경기	동원대학교	건축전공(3년제)	건축·토목환경	주간	40
551	경기	동원대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	14
552	경기	동원대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	8
553	경기	동원대학교	실내건축전공(3년제)	건축·토목환경	주간	54
554	부산	동의과학대학교	건축과	건축·토목환경	주간	48
555	부산	동의과학대학교	건축과	건축·토목환경	야간	1
556	부산	동의과학대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	29
557	경기	두원공과대학교	건축인테리어학과	건축·토목환경	주간	23
558	경기	두원공과대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	야간	1
559	경기	두원공과대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	54
560	경기	두원공과대학교	건축디자인학과	건축·토목환경	주간	23
561	경기	두원공과대학교	건축디자인과	건축·토목환경	야간	4
562	경기	두원공과대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	67
563	전남	목포과학대학교	건축인테리어전공	건축·토목환경	주간	24
564	전남	목포과학대학교	토목조경전공	건축·토목환경	주간	26

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
565	전남	목포과학대학교	토목조경전공	건축·토목환경	야간	24
566	전북	백제예술대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	19
567	부산	부산과학기술대학교	건축과	건축·토목환경	주간	22
568	경기	부천대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	32
569	경기	부천대학교	건축과(2년제)	건축·토목환경	주간	35
570	경기	부천대학교	건축과	건축·토목환경	주간	32
571	경기	부천대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	18
572	경기	부천대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	93
573	경기	부천대학교	실내건축과	건축·토목환경	야간	19
574	광주	서영대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	8
575	경기	서울예술대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	48
576	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	야간	31
577	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	야간	7
578	서울	서일대학교	건축과	건축·토목환경	주간	88
579	서울	서일대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	20
580	서울	서일대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	57
581	서울	서일대학교	실내디자인과	건축·토목환경	야간	25
582	경기	수원과학대학교	건축과	건축·토목환경	주간	62
583	경기	수원과학대학교	건축과	건축·토목환경	야간	1
584	경기	수원과학대학교	건축설비소방과	건축·토목환경	주간	71
585	경기	수원과학대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	93
586	전남	순천제일대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	21
587	경기	신구대학교	실내건축전공	건축·토목환경	주간	67
588	경기	신구대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	14
589	경기	신구대학교	건축디자인전공	건축·토목환경	주간	15
590	경기	신안산대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	66
591	경기	신안산대학교	건축과	건축·토목환경	주간	52
592	경기	신흥대학교	실내디자인과	건축·토목환경	주간	1
593	경북	안동과학대학교	건축인테리어과	건축·토목환경	주간	12
594	경기	안산대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	41
595	경기	여주대학교	건축과	건축·토목환경	주간	36
596	경기	연성대학교	실내건축학과	건축·토목환경	야간	28
597	경기	연성대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	52
598	경기	연성대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	29
599	경기	연성대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	56
600	대구	영남이공대학교	건축과	건축·토목환경	주간	77
601	대구	영진전문대학교	건축인테리어디자인계열	건축·토목환경	야간	12
602	대구	영진전문대학교	건축인테리어디자인계열	건축·토목환경	주간	146
603	경기	용인송담대학교	건축소방설비과	건축·토목환경	주간	36
604	경기	유한대학교	실내환경디자인과	건축·토목환경	야간	3
605	경기	유한대학교	실내환경디자인과	건축·토목환경	주간	1
606	경기	유한대학교	건축설비플랜트과	건축·토목환경	주간	64

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	전문학사
607	경기	유한대학교	건축설비과	건축·토목환경	주간	3
608	경기	유한대학교	건축설비과	건축·토목환경	야간	2
609	서울	인덕대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	75
610	서울	인덕대학교	건축과	건축·토목환경	주간	57
611	서울	인덕대학교	건축학과	건축·토목환경	야간	30
612	인천	인천재능대학교	실내건축과	건축·토목환경	주간	40
613	인천	인천재능대학교	실내건축과(2년제)	건축·토목환경	주간	3
614	인천	인하공업전문대학	실내건축과	건축·토목환경	야간	13
615	인천	인하공업전문대학	실내건축과	건축·토목환경	주간	52
616	인천	인하공업전문대학	건축과	건축·토목환경	야간	23
617	인천	인하공업전문대학	건축과	건축·토목환경	주간	53
618	전남	전남도립대학교	건축 · 인테리어과	건축·토목환경	주간	1
619	전북	전주비전대학교	건축과	건축·토목환경	야간	18
620	전북	전주비전대학교	건축과	건축·토목환경	주간	26
621	전북	전주비전대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	14
622	제주	제주한라대학교	건축디자인과	건축·토목환경	주간	23
623	광주	조선이공대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	야간	14
624	광주	조선이공대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	31
625	광주	조선이공대학교	건축과	건축·토목환경	야간	15
626	광주	조선이공대학교	건축과	건축·토목환경	주간	25
627	광주	조선이공대학교	건축공학과	건축·토목환경	야간	12
628	경남	창원문성대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	15
629	경남	창원문성대학교	실내건축디자인과	건축·토목환경	주간	17
630	충북	충청대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	39
631	충북	충청대학교	실내건축과(3년제)	건축·토목환경	야간	6
632	충북	충청대학교	건축과(3년제)	건축·토목환경	주간	40
633	경기	한국폴리텍 II 대학 안성캠퍼스	CAD&모델링과	건축·토목환경	주간	39
634	경기	한국폴리텍 II 대학 인천캠퍼스	건축설계과	건축·토목환경	주간	22
635	강원	한림성심대학교	건축과	건축·토목환경	주간	18
636	서울	한영대학	친환경건축인테리어과	건축·토목환경	야간	22
총합						**19005**

※ 자료: 대학알리미*에 공시된 전국의 전문대, 대학, 대학원 졸업생의 학과별 학위 취득자수 데이터 취합 후 학위취득자 DB 구축 후 분석 실시 (공시기간: 2016~2018년)

* 대학알리미 (http://www.academyinfo.go.kr/index.do)

❑ 대학 현황

❍ 건설산업 관련 총 132개 대학, 88종의 학과에서 전문인력을 양성하고 있는 것으로 조사됨

＊ '대학알리미'에 공시된 전국의 전문대, 대학, 대학원 졸업생의 학과별 학위 취득자수 데이터 취합 후 학위취득자 DB 구축 후 분석 실시 (공시기간: 2016~2018년)

- 2018년 기준, 132개 대학의 **졸업생은 23,887명**임

【 표 3-10 】 건설업 관련 대학 및 학과 졸업생 현황

2018년 기준 (단위: 명)

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
1	경기	가천대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	46
2	경기	가천대학교	건축학전공	건축·토목	주간	6
3	경기	가천대학교	건축학과	건축·토목	주간	25
4	경기	가천대학교	건축설비공학과	건축·토목	주간	65
5	경기	가천대학교	건축공학과	건축·토목	주간	28
6	강원	가톨릭관동대학교	건축학전공	건축·토목	주간	12
7	강원	가톨릭관동대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	29
8	경기	강남대학교	건축공학과	건축·토목	주간	27
9	강원	강원대학교	건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	26
10	강원	강원대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	3
11	강원	강원대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	23
12	강원	강원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	5
13	강원	강원대학교 _제2캠퍼스	건축공학과	건축·토목	주간	32
14	강원	강원대학교 _제2캠퍼스	건축학과(5)	건축·토목	주간	21
15	서울	건국대학교	건축설계전공	건축·토목	주간	57
16	서울	건국대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	69
17	충남	건양대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	20
18	충남	건양대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	12
19	대전	건양대학교 _제2캠퍼스	건축학과	건축·토목	주간	27
20	경기	경기대학교	건축학과	건축·토목	주간	56
21	경기	경기대학교	건축공학과	건축·토목	주간	4
22	경기	경기대학교	건축공학과	건축·토목	야간	22
23	경남	경남과학기술대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	7
24	경남	경남과학기술대학교	건축공학과	건축·토목	주간	8
25	경남	경남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	52
26	경남	경남대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	21
27	강원	경동대학교	건축토목공학부	건축·토목	주간	49
28	대구	경북대학교	건설방재공학부 건설방재공학전공	건축·토목	주간	7
29	대구	경북대학교	건설방재공학부 건설환경공학전공	건축·토목	주간	11
30	대구	경북대학교	건축・토목공학부건축공학전공	건축·토목	주간	13
31	대구	경북대학교	건축・토목공학부토	건축·토목	주간	42

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
			목공학전공			
32	대구	경북대학교	건축도시환경공학부 건축디자인전공	건축·토목	주간	7
33	대구	경북대학교	건축도시환경공학부 건축시스템공학전공	건축·토목	주간	9
34	대구	경북대학교	건축도시환경공학부 도시환경공학전공	건축·토목	주간	5
35	대구	경북대학교	건축토목공학부(건축학전공)	건축·토목	주간	2
36	대구	경북대학교	건축학부(건축공학전공)	건축·토목	주간	41
37	대구	경북대학교	건축학부(건축학전공)	건축·토목	주간	21
38	경남	경상대학교	건축학과	건축·토목	주간	28
39	경남	경상대학교	건축공학과	건축·토목	주간	26
40	부산	경성대학교	건축일반전공	건축·토목	주간	49
41	경북	경운대학교	건축학과	건축·토목	주간	8
42	경북	경운대학교(산업대)	건축전공	건축·토목	주간	16
43	경북	경일대학교	건설공학부	건축·토목	주간	49
44	경북	경일대학교	건축학부	건축·토목	주간	23
45	경북	경일대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	31
46	경북	경주대학교	건축・토목학과	건축·토목	주간	3
47	경북	경주대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	1
48	경북	경주대학교	건축학과	건축·토목	주간	6
49	서울	경희대학교	건축학과	건축·토목	주간	42
50	서울	경희대학교	건축공학과	건축·토목	주간	55
51	대구	계명대학교	건축학전공	건축·토목	주간	7
52	대구	계명대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	57
53	서울	고려대학교	건축·사회환경공학과	건축·토목	주간	13
54	서울	고려대학교	건축사회환경공학부	건축·토목	주간	46
55	서울	고려대학교	건축학과	건축·토목	주간	48
56	부산	고신대학교	실내건축디자인전공	건축·토목	주간	11
57	충남	공주대학교	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	33
58	충남	공주대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	33
59	서울	광운대학교	건축공학과	건축·토목	주간	37
60	서울	광운대학교	건축학과	건축·토목	주간	51
61	광주	광주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	9
62	광주	광주대학교	건축학과	건축·토목	주간	22
63	서울	국민대학교	건축학전공	건축·토목	주간	52
64	서울	국민대학교	건축학전공	건축·토목	주간	16
65	서울	국민대학교	건설시스템공학전공	건축·토목	주간	57
66	전북	군산대학교	건축공학과	건축·토목	주간	33

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
67	경북	금오공과대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	25
68	경북	금오공과대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	15
69	충남	남서울대학교	건축공학과	건축·토목	주간	10
70	충남	남서울대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	35
71	충남	남서울대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	2
72	충남	남서울대학교(산업대)	건축학과(5)	건축·토목	주간	20
73	경기	단국대학교	건축학과	건축·토목	주간	48
74	경기	단국대학교	건축공학과	건축·토목	주간	47
75	경북	대구가톨릭대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	14
76	경북	대구가톨릭대학교	건축학전공	건축·토목	주간	33
77	경북	대구대학교	건축공학과	건축·토목	야간	26
78	경북	대구대학교	건축공학과	건축·토목	주간	61
79	경북	대구대학교	실내건축디자인학과	건축·토목	주간	46
80	경북	대구예술대학교	건축실내디자인전공	건축·토목	주간	13
81	경북	대구한의대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	24
82	경북	대구한의대학교	건축학전공	건축·토목	주간	10
83	대전	대전대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	30
84	대전	대전대학교	건축공학과	건축·토목	주간	28
85	경기	대진대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	4
86	경기	대진대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	27
87	경기	대진대학교	건축공학과	건축·토목	주간	6
88	경기	대진대학교	건축공학과	건축·토목	주간	30
89	서울	동국대학교	건축학전공	건축·토목	주간	29
90	서울	동국대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	30
91	서울	동국대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	28
92	부산	동명대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	55
93	부산	동명대학교	건축공학과	건축·토목	주간	78
94	부산	동명대학교	건축학과	건축·토목	주간	53
95	부산	동서대학교	건축설계학전공	건축·토목	주간	21
96	부산	동서대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	45
97	전남	동신대학교	건축공학과	건축·토목	주간	26
98	부산	동아대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	1
99	부산	동아대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	49
100	부산	동아대학교	건축학과 실내건축디자인전공	건축·토목	주간	4
101	부산	동아대학교	건축공학과	건축·토목	주간	45
102	경북	동양대학교	건축실내학과	건축·토목	주간	17
103	경북	동양대학교	건축소방행정학과	건축·토목	주간	21
104	부산	동의대학교	건축학과	건축·토목	주간	25
105	부산	동의대학교	건축설비공학과	건축·토목	주간	48

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
106	부산	동의대학교	건축공학과	건축·토목	주간	46
107	경기	명지대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	66
108	경기	명지대학교	건축학부 전통건축전공(5년제)	건축·토목	주간	9
109	대전	목원대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	36
110	대전	목원대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	23
111	전남	목포대학교	건축공학과	건축·토목	주간	28
112	전남	목포대학교	건축학과	건축·토목	주간	21
113	대전	배재대학교	실내건축학전공	건축·토목	주간	22
114	대전	배재대학교	건설환경·철도공학과	건축·토목	주간	19
115	대전	배재대학교	건축학전공	건축·토목	주간	35
116	부산	부경대학교	건축학과	건축·토목	주간	29
117	부산	부경대학교	건축공학과	건축·토목	주간	40
118	부산	부산대학교	건축학부	건축·토목	주간	3
119	부산	부산대학교	건축학과	건축·토목	주간	29
120	부산	부산대학교	건축공학과	건축·토목	주간	55
121	서울	삼육대학교	건축학과	건축·토목	주간	22
122	충남	상명대학교(천안) _분교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	31
123	강원	상지대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	34
124	강원	상지대학교	건설시스템공학과	건축·토목	야간	4
125	전북	서남대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
126	충남	서남대학교 _제2캠퍼스	건축공학과	건축·토목	주간	5
127	충남	서남대학교 _제2캠퍼스	건축공학과	건축·토목	주간	1
128	서울	서울과학기술대학교	건축학부건축공학전공	건축·토목	주간	9
129	서울	서울과학기술대학교	건축산업학과	건축·토목	야간	14
130	서울	서울과학기술대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	4
131	서울	서울과학기술대학교	건설시스템공학과	건축·토목	야간	11
132	서울	서울과학기술대학교 (산업대)	건축학부 건축학전공	건축·토목	야간	10
133	서울	서울과학기술대학교 (산업대)	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	34
134	서울	서울과학기술대학교 (산업대)	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	27
135	서울	서울과학기술대학교 (산업대)	건축학부 건축공학전공	건축·토목	야간	6
136	서울	서울과학기술대학교 (산업대)	건설시스템공학과	건축·토목	야간	21
137	서울	서울과학기술대학교 (산업대)	건설시스템공학과	건축·토목	주간	72
138	서울	서울대학교	건축학과 (건축학전공(5년))	건축·토목	주간	35

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
139	서울	서울대학교	건축학과 (건축공학전공)	건축·토목	주간	22
140	서울	서울대학교	건설환경공학부	건축·토목	주간	23
141	서울	서울시립대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	45
142	서울	서울시립대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	55
143	충북	서원대학교	건축학과	건축·토목	주간	34
144	충북	서원대학교	건축학전공	건축·토목	주간	14
145	충남	선문대학교	건축학부	건축·토목	주간	68
146	서울	성균관대학교	건축학과	건축·토목	주간	53
147	서울	성균관대학교	건축공학과	건축·토목	주간	15
148	충북	세명대학교	건축공학과	건축·토목	주간	50
149	서울	세종대학교	건축학전공	건축·토목	주간	37
150	서울	세종대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	40
151	서울	세종대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	48
152	광주	송원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	3
153	광주	송원대학교	건축공학과	건축·토목	야간	15
154	경기	수원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	51
155	전남	순천대학교	건축학부	건축·토목	주간	19
156	충남	순천향대학교	건축학과	건축·토목	주간	33
157	서울	숭실대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	29
158	서울	숭실대학교	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	30
159	서울	숭실대학교	건축학부 실내건축전공	건축·토목	주간	24
160	서울	숭실사이버대학교	건설시스템공학과	건축·토목	원격	30
161	부산	신라대학교	건축학전공	건축·토목	주간	18
162	부산	신라대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	26
163	경기	아주대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	27
164	경기	아주대학교	건축학과	건축·토목	주간	63
165	경북	안동대학교	건축공학과	건축·토목	주간	36
166	서울	연세대학교	실내건축학전공	건축·토목	주간	24
167	서울	연세대학교	건축학부 (건축학(5년제))	건축·토목	주간	51
168	서울	연세대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	45
169	경북	영남대학교	건축학전공	건축·토목	주간	45
170	경북	영남대학교	건축디자인전공	건축·토목	주간	18
171	경북	영남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	84
172	경북	영남대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	112
173	경남	영산대학교	건축플랜트학과	건축·토목	주간	14
174	전북	우석대학교	건축 · 인테리어 디자인학과	건축·토목	주간	20

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
175	대전	우송대학교	건축공학과	건축·토목	주간	70
176	울산	울산대학교	건설환경공학전공	건축·토목	주간	93
177	울산	울산대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	52
178	울산	울산대학교	건축학전공	건축·토목	주간	40
179	전북	원광대학교	건축공학과	건축·토목	주간	45
180	전북	원광대학교	건축학과	건축·토목	주간	31
181	경북	위덕대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
182	경북	위덕대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	5
183	경북	위덕대학교	건축소방안전학과	건축·토목	주간	5
184	충북	유원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	15
185	서울	이화여자대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	24
186	서울	이화여자대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	20
187	경남	인제대학교	건축학과	건축·토목	주간	29
188	인천	인천대학교	도시건설공학전공	건축·토목	주간	70
189	인천	인천대학교	건설환경공학전공	건축·토목	주간	38
190	인천	인천대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	51
191	인천	인천대학교	건축학전공	건축·토목	주간	44
192	인천	인하대학교	건축학과	건축·토목	주간	38
193	인천	인하대학교	건축공학과	건축·토목	주간	56
194	광주	전남대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	31
195	광주	전남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	32
196	광주	전남대학교	건설지구환경공학부	건축·토목	주간	10
197	전남	전남대학교 _제2캠퍼스	건설・환경공학부	건축·토목	주간	2
198	전남	전남대학교 _제2캠퍼스	건축학과	건축·토목	주간	19
199	전북	전북대학교	건축공학과	건축·토목	주간	54
200	전북	전북대학교	건축도시공학부 (건축공학전공)	건축·토목	주간	3
201	전북	전북대학교	건축도시공학부 (건축학전공(5년제))	건축·토목	주간	1
202	전북	전북대학교	건축도시공학부(도시공학전공)	건축·토목	주간	3
203	전북	전북대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	11
204	전북	전주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	34
205	전북	전주대학교	건축학과	건축·토목	주간	26
206	제주	제주국제대학교	건축디자인학과	건축·토목	야간	6
207	제주	제주국제대학교	건축디자인학과	건축·토목	주간	5
208	제주	제주대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	25
209	제주	제주대학교	건축학전공	건축·토목	주간	24
210	광주	조선대학교	건축학부(건축공학)	건축·토목	주간	50
211	광주	조선대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	28
212	충남	중부대학교	건축디자인학과	건축·토목	주간	20
213	충남	중부대학교	건축공학과	건축·토목	주간	27
214	서울	중앙대학교	건축학부(건축공학	건축·토목	주간	42

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
			전공)			
215	서울	중앙대학교	건축학부(건축학전공)	건축·토목	주간	37
216	경기	중앙대학교 _제2캠퍼스	건축학부	건축·토목	주간	1
217	경남	진주산업대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	16
218	경남	진주산업대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	야간	3
219	경남	진주산업대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	1
220	경남	진주산업대학교(산업대)	건축학과(5)	건축·토목	주간	13
221	경남	진주산업대학교(산업대)	건축학부(건축학(5년제))	건축·토목	주간	1
222	경남	창원대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	10
223	경남	창원대학교	건축학부	건축·토목	주간	10
224	경남	창원대학교	건축학전공	건축·토목	주간	12
225	충남	청운대학교	건축설비소방학과	건축·토목	야간	14
226	충남	청운대학교	건축설비소방학과	건축·토목	주간	25
227	충남	청운대학교	건축공학과	건축·토목	주간	43
228	충남	청운대학교	건축공학과	건축·토목	야간	13
229	충북	청주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	28
230	충북	청주대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	19
231	전남	초당대학교	건축토목공학부	건축·토목	주간	4
232	전남	초당대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	7
233	대전	충남대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	27
234	대전	충남대학교	건축공학과	건축·토목	주간	25
235	대전	충남대학교	건설공학교육과	건축·토목	주간	19
236	충북	충북대학교	건축학과	건축·토목	주간	39
237	충북	충북대학교	건축공학과	건축·토목	주간	36
238	제주	탐라대학교	건축디자인학과	건축·토목	주간	2
239	경기	한경대학교(산업대)	건축학전공	건축·토목	주간	13
240	경기	한경대학교(산업대)	건축공학전공	건축·토목	주간	19
241	대전	한국과학기술원	건설및환경공학과	건축·토목	주간	9
242	충북	한국교통대학교	건축공학과	건축·토목	주간	46
243	충북	한국교통대학교	건축학과	건축·토목	주간	8
244	충북	한국교통대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	11
245	충북	한국교통대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	14
246	경남	한국국제대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	16
247	충남	한국기술교육대학교	건축공학부	건축·토목	주간	24
248	서울	한국예술종합학교	건축과	건축·토목	주간	17
249	부산	한국해양대학교	건설공학과	건축·토목	주간	22
250	대전	한남대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	44
251	대전	한남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	35
252	대전	한남대학교	건축학전공	건축·토목	주간	30
253	강원	한라대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	21

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
254	강원	한라대학교	건축설계학전공	건축·토목	주간	36
255	강원	한라대학교	건축학과	건축·토목	주간	11
256	대전	한밭대학교	건축공학과	건축·토목	야간	18
257	대전	한밭대학교	건설환경공학과	건축·토목	야간	18
258	대전	한밭대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	30
259	대전	한밭대학교	건축공학과	건축·토목	주간	8
260	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	1
261	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	야간	11
262	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학전공	건축·토목	야간	2
263	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학전공	건축·토목	주간	18
264	대전	한밭대학교(산업대)	건축설비공학과	건축·토목	주간	15
265	대전	한밭대학교(산업대)	건축설비공학과	건축·토목	야간	18
266	대전	한밭대학교(산업대)	건축학전공	건축·토목	주간	26
267	충남	한서대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
268	충남	한서대학교	건축학과	건축·토목	주간	28
269	서울	한양대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	58
270	서울	한양대학교	건축공학부	건축·토목	주간	69
271	서울	한양대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	1
272	서울	한양대학교	건축학부	건축·토목	주간	55
273	서울	한양대학교	실내건축디자인학과	건축·토목	주간	43
274	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건축학전공	건축·토목	주간	51
275	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건축공학전공	건축·토목	주간	30
276	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건설환경시스템공학전공	건축·토목	주간	2
277	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건설환경공학과	건축·토목	주간	38
278	강원	한중대학교	건축공학과	건축·토목	주간	3
279	경기	협성대학교	건축공학과	건축·토목	주간	28
280	광주	호남대학교	건축학과	건축·토목	주간	23
281	충남	호서대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	43
282	충남	호서대학교	건축학전공	건축·토목	주간	31
283	전북	호원대학교	건축학부	건축·토목	주간	13
284	서울	홍익대학교	건설·도시공학부 도시공학전공	건축·토목	주간	45
285	서울	홍익대학교	건설·도시공학부 토목공학전공	건축·토목	주간	57
286	서울	홍익대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	85
287	서울	홍익대학교	건축학부 실내건축학전공	건축·토목	주간	25
288	세종	홍익대학교(세종) _분교	건축공학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	48

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
289	세종	홍익대학교(세종) _분교	건축공학부 건축공학전공	건축·토목	주간	53
290	세종	홍익대학교(세종) _분교	건축공학과	건축·토목	주간	1
291	경기	가천대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	49
292	경기	가천대학교	건축학전공	건축·토목	주간	6
293	경기	가천대학교	건축학과	건축·토목	주간	25
294	경기	가천대학교	건축설비공학과	건축·토목	주간	65
295	경기	가천대학교	건축공학과	건축·토목	주간	27
296	강원	가톨릭관동대학교	건축학전공	건축·토목	주간	13
297	강원	가톨릭관동대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	30
298	경기	강남대학교	건축공학과	건축·토목	주간	27
299	강원	강원대학교	건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	26
300	강원	강원대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	3
301	강원	강원대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	23
302	강원	강원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	5
303	강원	강원대학교 _제2캠퍼스	건축공학과	건축·토목	주간	32
304	강원	강원대학교 _제2캠퍼스	건축학과(5)	건축·토목	주간	21
305	서울	건국대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	69
306	서울	건국대학교	건축설계전공	건축·토목	주간	57
307	충남	건양대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	20
308	충남	건양대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	12
309	대전	건양대학교 _제2캠퍼스	건축학과	건축·토목	주간	27
310	경기	경기대학교	건축학과	건축·토목	주간	56
311	경기	경기대학교	건축공학과	건축·토목	주간	4
312	경기	경기대학교	건축공학과	건축·토목	야간	22
313	경남	경남과학기술대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	7
314	경남	경남과학기술대학교	건축공학과	건축·토목	주간	8
315	경남	경남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	52
316	경남	경남대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	21
317	강원	경동대학교	건축토목공학부	건축·토목	주간	48
318	대구	경북대학교	건설방재공학부 건설방재공학전공	건축·토목	주간	7
319	대구	경북대학교	건설방재공학부 건설환경공학전공	건축·토목	주간	11
320	대구	경북대학교	건축・토목공학부건축공학전공	건축·토목	주간	13
321	대구	경북대학교	건축・토목공학부토목공학전공	건축·토목	주간	44
322	대구	경북대학교	건축도시환경공학부 건축디자인전공	건축·토목	주간	7
323	대구	경북대학교	건축도시환경공학부 건축시스템공학전공	건축·토목	주간	9
324	대구	경북대학교	건축도시환경공학부 도시환경공학전공	건축·토목	주간	5
325	대구	경북대학교	건축토목공학부(건	건축·토목	주간	2

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
			축학전공)			
326	대구	경북대학교	건축학부(건축공학전공)	건축·토목	주간	41
327	대구	경북대학교	건축학부(건축학전공)	건축·토목	주간	21
328	경남	경상대학교	건축학과	건축·토목	주간	28
329	경남	경상대학교	건축공학과	건축·토목	주간	26
330	부산	경성대학교	건축일반전공	건축·토목	주간	49
331	경북	경운대학교	건축학과	건축·토목	주간	8
332	경북	경운대학교(산업대)	건축전공	건축·토목	주간	16
333	경북	경일대학교	건설공학부	건축·토목	주간	50
334	경북	경일대학교	건축학부	건축·토목	주간	23
335	경북	경일대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	31
336	경북	경주대학교	건축・토목학과	건축·토목	주간	3
337	경북	경주대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	1
338	경북	경주대학교	건축학과	건축·토목	주간	6
339	서울	경희대학교	건축학과	건축·토목	주간	42
340	서울	경희대학교	건축공학과	건축·토목	주간	55
341	대구	계명대학교	건축학전공	건축·토목	주간	7
342	대구	계명대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	57
343	서울	고려대학교	건축・사회환경공학과	건축·토목	주간	12
344	서울	고려대학교	건축사회환경공학부	건축·토목	주간	47
345	서울	고려대학교	건축학과	건축·토목	주간	51
346	부산	고신대학교	실내건축디자인전공	건축·토목	주간	11
347	충남	공주대학교	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	33
348	충남	공주대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	33
349	서울	광운대학교	건축공학과	건축·토목	주간	37
350	서울	광운대학교	건축학과	건축·토목	주간	52
351	광주	광주대학교	건축학과	건축·토목	주간	22
352	광주	광주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	9
353	서울	국민대학교	건축학전공	건축·토목	주간	52
354	서울	국민대학교	건축학전공	건축·토목	주간	16
355	서울	국민대학교	건설시스템공학전공	건축·토목	주간	56
356	전북	군산대학교	건축공학과	건축·토목	주간	33
357	경북	금오공과대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	25
358	경북	금오공과대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	15
359	충남	남서울대학교	건축공학과	건축·토목	주간	10
360	충남	남서울대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	37
361	충남	남서울대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	2
362	충남	남서울대학교(산업대)	건축학과(5)	건축·토목	주간	20

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
363	경기	단국대학교	건축학과	건축·토목	주간	48
364	경기	단국대학교	건축공학과	건축·토목	주간	47
365	경북	대구가톨릭대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	15
366	경북	대구가톨릭대학교	건축학전공	건축·토목	주간	33
367	경북	대구대학교	건축공학과	건축·토목	야간	26
368	경북	대구대학교	건축공학과	건축·토목	주간	61
369	경북	대구대학교	실내건축디자인학과	건축·토목	주간	45
370	경북	대구예술대학교	건축실내디자인전공	건축·토목	주간	13
371	경북	대구한의대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	24
372	경북	대구한의대학교	건축학전공	건축·토목	주간	10
373	대전	대전대학교	건축공학과	건축·토목	주간	29
374	대전	대전대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	30
375	경기	대진대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	4
376	경기	대진대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	27
377	경기	대진대학교	건축공학과	건축·토목	주간	6
378	경기	대진대학교	건축공학과	건축·토목	주간	29
379	서울	동국대학교	건축학전공	건축·토목	주간	29
380	서울	동국대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	31
381	서울	동국대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	27
382	부산	동명대학교	건축공학과	건축·토목	주간	78
383	부산	동명대학교	건축학과	건축·토목	주간	53
384	부산	동명대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	55
385	부산	동서대학교	건축설계학전공	건축·토목	주간	21
386	부산	동서대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	45
387	전남	동신대학교	건축공학과	건축·토목	주간	26
388	부산	동아대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	1
389	부산	동아대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	49
390	부산	동아대학교	건축학과 실내건축디자인전공	건축·토목	주간	3
391	부산	동아대학교	건축공학과	건축·토목	주간	47
392	경북	동양대학교	건축실내학과	건축·토목	주간	17
393	경북	동양대학교	건축소방행정학과	건축·토목	주간	21
394	부산	동의대학교	건축학과	건축·토목	주간	25
395	부산	동의대학교	건축설비공학과	건축·토목	주간	48
396	부산	동의대학교	건축공학과	건축·토목	주간	46
397	경기	명지대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	63
398	경기	명지대학교	건축학부 전통건축전공(5년제)	건축·토목	주간	10
399	대전	목원대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	36
400	대전	목원대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	23
401	전남	목포대학교	건축공학과	건축·토목	주간	28

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
402	전남	목포대학교	건축학과	건축·토목	주간	21
403	대전	배재대학교	실내건축학전공	건축·토목	주간	22
404	대전	배재대학교	건설환경・철도공학과	건축·토목	주간	19
405	대전	배재대학교	건축학전공	건축·토목	주간	35
406	부산	부경대학교	건축학과	건축·토목	주간	29
407	부산	부경대학교	건축공학과	건축·토목	주간	40
408	부산	부산대학교	건축학부	건축·토목	주간	3
409	부산	부산대학교	건축학과	건축·토목	주간	29
410	부산	부산대학교	건축공학과	건축·토목	주간	55
411	서울	삼육대학교	건축학과	건축·토목	주간	22
412	충남	상명대학교 _제2캠퍼스	건설시스템공학과	건축·토목	주간	31
413	강원	상지대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	34
414	강원	상지대학교	건설시스템공학과	건축·토목	야간	4
415	서울	서울과학기술대학교	건축산업학과	건축·토목	야간	13
416	서울	서울과학기술대학교	건축학부건축공학전공	건축·토목	주간	9
417	서울	서울과학기술대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	3
418	서울	서울과학기술대학교	건설시스템공학과	건축·토목	야간	11
419	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	27
420	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건축학부 건축공학전공	건축·토목	야간	6
421	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건설시스템공학과	건축·토목	야간	20
422	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건설시스템공학과	건축·토목	주간	72
423	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	34
424	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건축학부 건축학전공	건축·토목	야간	10
425	서울	서울대학교	건축학과(건축학전공(5년))	건축·토목	주간	33
426	서울	서울대학교	건축학과(건축공학전공)	건축·토목	주간	23
427	서울	서울대학교	건설환경공학부	건축·토목	주간	23
428	서울	서울시립대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	54
429	서울	서울시립대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	49
430	충북	서원대학교	건축학과	건축·토목	주간	34
431	충북	서원대학교	건축학전공	건축·토목	주간	14
432	충남	선문대학교	건축학부	건축·토목	주간	67
433	서울	성균관대학교	건축학과	건축·토목	주간	53
434	서울	성균관대학교	건축공학과	건축·토목	주간	15
435	충북	세명대학교	건축공학과	건축·토목	주간	50
436	서울	세종대학교	건축학전공	건축·토목	주간	39

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
437	서울	세종대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	42
438	서울	세종대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	48
439	광주	송원대학교	건축공학과	건축·토목	야간	16
440	광주	송원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	3
441	경기	수원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	52
442	전남	순천대학교	건축학부	건축·토목	주간	19
443	충남	순천향대학교	건축학과	건축·토목	주간	33
444	서울	숭실대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	29
445	서울	숭실대학교	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	30
446	서울	숭실대학교	건축학부 실내건축전공	건축·토목	주간	24
447	부산	신라대학교	건축학전공	건축·토목	주간	19
448	부산	신라대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	26
449	경기	아주대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	27
450	경기	아주대학교	건축학과	건축·토목	주간	65
451	경북	안동대학교	건축공학과	건축·토목	주간	36
452	서울	연세대학교	실내건축학전공	건축·토목	주간	23
453	서울	연세대학교	건축학부(건축학(5년제))	건축·토목	주간	50
454	서울	연세대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	45
455	경북	영남대학교	건축학전공	건축·토목	주간	44
456	경북	영남대학교	건축디자인전공	건축·토목	주간	19
457	경북	영남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	84
458	경북	영남대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	113
459	경남	영산대학교	건축플랜트학과	건축·토목	주간	14
460	전북	우석대학교	건축・인테리어디자인학과	건축·토목	주간	20
461	대전	우송대학교	건축공학과	건축·토목	주간	70
462	울산	울산대학교	건설환경공학전공	건축·토목	주간	92
463	울산	울산대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	52
464	울산	울산대학교	건축학전공	건축·토목	주간	40
465	전북	원광대학교	건축공학과	건축·토목	주간	47
466	전북	원광대학교	건축학과	건축·토목	주간	31
467	경북	위덕대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
468	경북	위덕대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	4
469	경북	위덕대학교	건축소방안전학과	건축·토목	주간	5
470	충북	유원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	15
471	서울	이화여자대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	25
472	서울	이화여자대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	20
473	경남	인제대학교	건축학과	건축·토목	주간	29
474	인천	인천대학교	건설환경공학전공	건축·토목	주간	39
475	인천	인천대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	50

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
476	인천	인천대학교	건축학전공	건축·토목	주간	45
477	인천	인천대학교	도시건설공학전공	건축·토목	주간	71
478	인천	인하대학교	건축학과	건축·토목	주간	38
479	인천	인하대학교	건축공학과	건축·토목	주간	60
480	광주	전남대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	31
481	광주	전남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	32
482	광주	전남대학교	건설지구환경공학부	건축·토목	주간	10
483	전남	전남대학교 _제2캠퍼스	건축학과	건축·토목	주간	19
484	전남	전남대학교 _제2캠퍼스	건설・환경공학부	건축·토목	주간	2
485	전북	전북대학교	건축공학과	건축·토목	주간	54
486	전북	전북대학교	건축도시공학부(건축공학전공)	건축·토목	주간	3
487	전북	전북대학교	건축도시공학부(건축학전공(5년제))	건축·토목	주간	1
488	전북	전북대학교	건축도시공학부(도시공학전공)	건축·토목	주간	3
489	전북	전북대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	11
490	전북	전주대학교	건축학과	건축·토목	주간	26
491	전북	전주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	34
492	제주	제주국제대학교	건축디자인학과	건축·토목	야간	6
493	제주	제주국제대학교	건축디자인학과	건축·토목	주간	5
494	제주	제주대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	25
495	제주	제주대학교	건축학전공	건축·토목	주간	24
496	광주	조선대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	28
497	광주	조선대학교	건축학부(건축공학)	건축·토목	주간	51
498	충남	중부대학교	건축디자인학과	건축·토목	주간	19
499	충남	중부대학교	건축공학과	건축·토목	주간	27
500	서울	중앙대학교	건축학부(건축공학전공)	건축·토목	주간	42
501	서울	중앙대학교	건축학부(건축학전공)	건축·토목	주간	39
502	경기	중앙대학교 _제2캠퍼스	건축학부	건축·토목	주간	1
503	경남	진주산업대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	1
504	경남	진주산업대학교(산업대)	건축학부(건축학(5년제))	건축·토목	주간	1
505	경남	진주산업대학교(산업대)	건축학과(5)	건축·토목	주간	13
506	경남	진주산업대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	야간	3
507	경남	진주산업대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	16
508	경남	창원대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	10
509	경남	창원대학교	건축학부	건축·토목	주간	10
510	경남	창원대학교	건축학전공	건축·토목	주간	12
511	충남	청운대학교	건축설비소방학과	건축·토목	야간	14
512	충남	청운대학교	건축설비소방학과	건축·토목	주간	25

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
513	충남	청운대학교	건축공학과	건축·토목	주간	43
514	충남	청운대학교	건축공학과	건축·토목	야간	13
515	충북	청주대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	19
516	충북	청주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	28
517	전남	초당대학교	건축토목공학부	건축·토목	주간	4
518	전남	초당대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	7
519	대전	충남대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	26
520	대전	충남대학교	건축공학과	건축·토목	주간	25
521	대전	충남대학교	건설공학교육과	건축·토목	주간	19
522	충북	충북대학교	건축학과	건축·토목	주간	39
523	충북	충북대학교	건축공학과	건축·토목	주간	36
524	제주	탐라대학교	건축디자인학과	건축·토목	주간	2
525	경기	한경대학교(산업대)	건축학전공	건축·토목	주간	13
526	경기	한경대학교(산업대)	건축공학전공	건축·토목	주간	19
527	대전	한국과학기술원	건설및환경공학과	건축·토목	주간	9
528	충북	한국교통대학교	건축학과	건축·토목	주간	7
529	충북	한국교통대학교	건축공학과	건축·토목	주간	46
530	충북	한국교통대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	11
531	충북	한국교통대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	15
532	경남	한국국제대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	16
533	충남	한국기술교육대학교	건축공학부	건축·토목	주간	25
534	서울	한국예술종합학교	건축과	건축·토목	주간	17
535	부산	한국해양대학교	건설공학과	건축·토목	주간	27
536	대전	한남대학교	건축학전공	건축·토목	주간	30
537	대전	한남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	35
538	대전	한남대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	44
539	강원	한라대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	21
540	강원	한라대학교	건축설계학전공	건축·토목	주간	37
541	강원	한라대학교	건축학과	건축·토목	주간	11
542	대전	한밭대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	30
543	대전	한밭대학교	건설환경공학과	건축·토목	야간	18
544	대전	한밭대학교	건축공학과	건축·토목	야간	18
545	대전	한밭대학교	건축공학과	건축·토목	주간	8
546	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	1
547	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	야간	11
548	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학전공	건축·토목	야간	2
549	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학전공	건축·토목	주간	18
550	대전	한밭대학교(산업대)	건축설비공학과	건축·토목	주간	15
551	대전	한밭대학교(산업대)	건축설비공학과	건축·토목	야간	18
552	대전	한밭대학교(산업대)	건축학전공	건축·토목	주간	26
553	충남	한서대학교	건축학과	건축·토목	주간	28
554	충남	한서대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
555	서울	한양대학교	건축학부	건축·토목	주간	55

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
556	서울	한양대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	1
557	서울	한양대학교	건축공학부	건축·토목	주간	68
558	서울	한양대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	59
559	서울	한양대학교	실내건축디자인학과	건축·토목	주간	43
560	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건축학전공	건축·토목	주간	52
561	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건축공학전공	건축·토목	주간	32
562	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건설환경시스템공학전공	건축·토목	주간	2
563	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건설환경공학과	건축·토목	주간	37
564	경기	협성대학교	건축공학과	건축·토목	주간	29
565	광주	호남대학교	건축학과	건축·토목	주간	23
566	충남	호서대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	43
567	충남	호서대학교	건축학전공	건축·토목	주간	31
568	전북	호원대학교	건축학부	건축·토목	주간	13
569	서울	홍익대학교	건설·도시공학부 도시공학전공	건축·토목	주간	44
570	서울	홍익대학교	건설·도시공학부 토목공학전공	건축·토목	주간	56
571	서울	홍익대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	86
572	서울	홍익대학교	건축학부 실내건축학전공	건축·토목	주간	26
573	세종	홍익대학교 _제2캠퍼스	건축공학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	46
574	세종	홍익대학교 _제2캠퍼스	건축공학과	건축·토목	주간	1
575	세종	홍익대학교 _제2캠퍼스	건축공학부 건축공학전공	건축·토목	주간	53
576	경기	가천대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	55
577	경기	가천대학교	건축공학과	건축·토목	주간	47
578	경기	가천대학교	건축설비공학과	건축·토목	주간	69
579	경기	가천대학교	건축학과	건축·토목	주간	48
580	강원	가톨릭관동대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	31
581	강원	가톨릭관동대학교	건축학전공	건축·토목	주간	24
582	경기	강남대학교	건축공학과	건축·토목	주간	38
583	강원	강원대학교	건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	16
584	강원	강원대학교	건축학전공	건축·토목	주간	1
585	강원	강원대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	9
586	강원	강원대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	8
587	강원	강원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	14
588	강원	강원대학교 _제2캠퍼스	건축공학과	건축·토목	주간	23
589	강원	강원대학교 _제2캠퍼스	건축학과(5)	건축·토목	주간	21
590	서울	건국대학교	건축학과	건축·토목	주간	20
591	서울	건국대학교	건축설계전공	건축·토목	주간	41
592	서울	건국대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	58

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
593	충남	건양대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	2
594	충남	건양대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	2
595	충남	건양대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	11
596	대전	건양대학교 _제2캠퍼스	건축학과	건축·토목	주간	18
597	경기	경기대학교	건축학과	건축·토목	주간	70
598	경기	경기대학교	건축공학과	건축·토목	야간	28
599	경남	경남과학기술대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	11
600	경남	경남과학기술대학교	건축공학과	건축·토목	주간	19
601	경남	경남과학기술대학교	건축공학과	건축·토목	야간	1
602	경남	경남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	36
603	경남	경남대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	9
604	강원	경동대학교	건축토목공학부	건축·토목	주간	2
605	강원	경동대학교	건축공학과	건축·토목	주간	19
606	대구	경북대학교	건설방재공학부 건설방재공학전공	건축·토목	주간	11
607	대구	경북대학교	건설방재공학부 건설환경공학전공	건축·토목	주간	10
608	대구	경북대학교	건축・토목공학부건축공학전공	건축·토목	주간	6
609	대구	경북대학교	건축・토목공학부토목공학전공	건축·토목	주간	48
610	대구	경북대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
611	대구	경북대학교	건축도시환경공학부 건축시스템공학전공	건축·토목	주간	1
612	대구	경북대학교	건축도시환경공학부 도시환경공학전공	건축·토목	주간	4
613	대구	경북대학교	건축학부(건축공학전공)	건축·토목	주간	45
614	대구	경북대학교	건축학부(건축학전공)	건축·토목	주간	43
615	경남	경상대학교	건축학과	건축·토목	주간	27
616	경남	경상대학교	건축공학과	건축·토목	주간	26
617	부산	경성대학교	건축일반전공	건축·토목	주간	5
618	부산	경성대학교	건축학과	건축·토목	주간	26
619	부산	경성대학교	건축학전공	건축·토목	주간	6
620	경북	경운대학교	건축학과	건축·토목	주간	8
621	경북	경운대학교(산업대)	실내건축전공	건축·토목	주간	1
622	경북	경운대학교(산업대)	건축전공	건축·토목	주간	26
623	경북	경일대학교	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	24
624	경북	경일대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	33
625	경북	경일대학교	건축학부	건축·토목	주간	2

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
626	경북	경일대학교	건설공학부	건축·토목	주간	70
627	경북	경주대학교	건축・토목학과	건축·토목	주간	5
628	서울	경희대학교	건축학과	건축·토목	주간	46
629	서울	경희대학교	건축공학과	건축·토목	주간	52
630	대구	계명대학교	건축학전공	건축·토목	주간	25
631	대구	계명대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	46
632	서울	고려대학교	건축・사회환경공학과	건축·토목	주간	10
633	서울	고려대학교	건축공학과 건축공학전공	건축·토목	주간	1
634	서울	고려대학교	건축사회환경공학부	건축·토목	주간	68
635	서울	고려대학교	건축학과	건축·토목	주간	51
636	부산	고신대학교	실내건축디자인전공	건축·토목	주간	3
637	충남	공주대학교	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	29
638	충남	공주대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	29
639	서울	광운대학교	건축학과	건축·토목	주간	39
640	서울	광운대학교	건축공학과	건축·토목	주간	25
641	광주	광주대학교	건축학과	건축·토목	주간	7
642	광주	광주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	19
643	서울	국민대학교	건축학전공	건축·토목	주간	27
644	서울	국민대학교	건축학전공	건축·토목	주간	25
645	서울	국민대학교	건설시스템공학전공	건축·토목	주간	58
646	전북	군산대학교	건축공학과	건축·토목	주간	30
647	경북	금오공과대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	29
648	경북	금오공과대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	22
649	충남	남서울대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
650	충남	남서울대학교	건축공학과	건축·토목	주간	12
651	충남	남서울대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	4
652	충남	남서울대학교(산업대)	건축학과(5)	건축·토목	주간	18
653	충남	남서울대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	4
654	충남	남서울대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	야간	1
655	충남	남서울대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	26
656	경기	단국대학교	건축학과	건축·토목	주간	54
657	경기	단국대학교	건축공학과	건축·토목	주간	42
658	경북	대구가톨릭대학교	건축학전공	건축·토목	주간	36
659	경북	대구가톨릭대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	12
660	경북	대구대학교	실내건축디자인학과	건축·토목	주간	36
661	경북	대구대학교	건축공학과	건축·토목	주간	80
662	경북	대구예술대학교	건축실내디자인전공	건축·토목	주간	16
663	경북	대구한의대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	29
664	경북	대구한의대학교	건축학전공	건축·토목	주간	2

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
665	경북	대구한의대학교	건축학전공	건축·토목	주간	12
666	대전	대전대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	30
667	대전	대전대학교	건축공학과	건축·토목	주간	41
668	경기	대진대학교	건축공학과	건축·토목	주간	42
669	경기	대진대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	26
670	서울	동국대학교	건축학전공	건축·토목	주간	38
671	서울	동국대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	29
672	서울	동국대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	20
673	부산	동명대학교	건축학과	건축·토목	주간	39
674	부산	동명대학교	건축공학과 건축기술전공	건축·토목	야간	4
675	부산	동명대학교	건축공학과	건축·토목	주간	58
676	부산	동명대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	26
677	부산	동서대학교	건축설계학전공	건축·토목	주간	26
678	부산	동서대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	39
679	전남	동신대학교	건축공학과	건축·토목	주간	22
680	부산	동아대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	12
681	부산	동아대학교	건축학과 실내건축디자인전공	건축·토목	주간	13
682	부산	동아대학교	건축학과 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	19
683	부산	동아대학교	건축공학과	건축·토목	주간	54
684	경북	동양대학교	건축실내학과	건축·토목	주간	10
685	경북	동양대학교	건축소방행정학과	건축·토목	주간	20
686	부산	동의대학교	건축학과	건축·토목	주간	49
687	부산	동의대학교	건축설비공학과	건축·토목	주간	32
688	부산	동의대학교	건축공학과	건축·토목	주간	39
689	경기	명지대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	59
690	경기	명지대학교	건축학부 전통건축전공(5년제)	건축·토목	주간	9
691	대전	목원대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	41
692	대전	목원대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	16
693	전남	목포대학교	건축공학과	건축·토목	주간	23
694	전남	목포대학교	건축학과	건축·토목	주간	22
695	대전	배재대학교	실내건축학전공	건축·토목	주간	21
696	대전	배재대학교	건설환경·철도공학과	건축·토목	주간	37
697	대전	배재대학교	건축학전공	건축·토목	주간	24
698	부산	부경대학교	건축학과	건축·토목	주간	48
699	부산	부경대학교	건축공학과	건축·토목	주간	47
700	부산	부산대학교	건축학과	건축·토목	주간	39
701	부산	부산대학교	건축공학과	건축·토목	주간	43

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
702	서울	삼육대학교	건축학과	건축·토목	주간	43
703	충남	상명대학교 _제2캠퍼스	건설시스템공학과	건축·토목	주간	25
704	강원	상지대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	43
705	강원	상지대학교	건설시스템공학과	건축·토목	야간	4
706	충남	서남대학교 _제2캠퍼스	건축공학과	건축·토목	주간	3
707	서울	서울과학기술대학교	건설시스템공학과	건축·토목	야간	11
708	서울	서울과학기술대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	28
709	서울	서울과학기술대학교	건축산업학과	건축·토목	야간	1
710	서울	서울과학기술대학교	건축산업학과	건축·토목	야간	13
711	서울	서울과학기술대학교	건축학부건축공학전공	건축·토목	주간	15
712	서울	서울과학기술대학교	건축학부건축학전공	건축·토목	주간	10
713	서울	서울과학기술대학교	건축환경설비공학과	건축·토목	야간	8
714	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건설시스템공학과	건축·토목	주간	80
715	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건축학부 건축공학전공	건축·토목	야간	10
716	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건설시스템공학과	건축·토목	야간	15
717	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	39
718	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	52
719	서울	서울과학기술대학교(산업대)	건축학부 건축학전공	건축·토목	야간	11
720	서울	서울대학교	건축학과(건축학전공(5년))	건축·토목	주간	19
721	서울	서울대학교	건축학과(건축공학전공)	건축·토목	주간	7
722	서울	서울대학교	건축학과	건축·토목	주간	1
723	서울	서울대학교	건설환경공학부	건축·토목	주간	31
724	서울	서울시립대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	22
725	서울	서울시립대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	31
726	충북	서원대학교	건축학과	건축·토목	주간	43
727	충북	서원대학교	건축학전공	건축·토목	주간	2
728	충남	선문대학교	건축학부	건축·토목	주간	4
729	충남	선문대학교	건축학부	건축·토목	주간	41
730	서울	성균관대학교	건축학과	건축·토목	주간	46
731	서울	성균관대학교	건축토목공학부	건축·토목	주간	0
732	서울	성균관대학교	건축공학과	건축·토목	주간	11
733	서울	성균관대학교	건설환경공학부	건축·토목	주간	4
734	충북	세명대학교	건축공학과	건축·토목	주간	16
735	충북	세명대학교	건축공학과	건축·토목	주간	45
736	서울	세종대학교	건축학전공	건축·토목	주간	45
737	서울	세종대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	43

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
738	서울	세종대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	43
739	광주	송원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	6
740	경기	수원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	36
741	전남	순천대학교	건축학부	건축·토목	주간	19
742	충남	순천향대학교	건축학과	건축·토목	주간	23
743	서울	숭실대학교	건축학부 건축공학전공	건축·토목	주간	26
744	서울	숭실대학교	건축학부 건축학전공	건축·토목	주간	23
745	서울	숭실대학교	건축학부 실내건축전공	건축·토목	주간	29
746	부산	신라대학교	건축학전공	건축·토목	주간	15
747	부산	신라대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	17
748	경기	아주대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	31
749	경기	아주대학교	건축학과	건축·토목	주간	69
750	경북	안동대학교	건축공학과	건축·토목	주간	37
751	서울	연세대학교	실내건축학전공	건축·토목	주간	30
752	서울	연세대학교	건축학부(건축학(5년제))	건축·토목	주간	34
753	서울	연세대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	41
754	경북	영남대학교	건축학전공	건축·토목	주간	44
755	경북	영남대학교	건축디자인전공	건축·토목	주간	24
756	경북	영남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	76
757	경북	영남대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	106
758	경남	영산대학교	건축플랜트학과	건축·토목	주간	19
759	전북	우석대학교	건축 · 인테리어디자인학과	건축·토목	주간	19
760	대전	우송대학교	건축공학과	건축·토목	주간	64
761	울산	울산대학교	건설환경공학전공	건축·토목	주간	107
762	울산	울산대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	36
763	울산	울산대학교	건축학전공	건축·토목	주간	28
764	전북	원광대학교	건축공학과	건축·토목	주간	45
765	전북	원광대학교	건축학과	건축·토목	주간	23
766	경북	위덕대학교	건축소방안전학과	건축·토목	주간	9
767	경북	위덕대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
768	충북	유원대학교	건축공학과	건축·토목	주간	26
769	충북	유원대학교	건설환경방재공학과	건축·토목	주간	7
770	서울	이화여자대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	14
771	서울	이화여자대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	24
772	경남	인제대학교	건축학과	건축·토목	주간	31
773	인천	인천대학교	도시건설공학전공	건축·토목	주간	54
774	인천	인천대학교	건축학전공	건축·토목	주간	50
775	인천	인천대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	33
776	인천	인천대학교	건설환경공학전공	건축·토목	주간	52

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
777	인천	인하대학교	건축학과	건축·토목	주간	33
778	인천	인하대학교	건축공학과	건축·토목	주간	41
779	광주	전남대학교	건축학전공(5년)	건축·토목	주간	30
780	광주	전남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	34
781	광주	전남대학교	건설지구환경공학부	건축·토목	주간	2
782	전남	전남대학교 _제2캠퍼스	건설・환경공학부	건축·토목	주간	2
783	전남	전남대학교 _제2캠퍼스	건축학과	건축·토목	주간	23
784	전북	전북대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	0
785	전북	전북대학교	건축도시공학부(건축학전공(5년제))	건축·토목	주간	1
786	전북	전북대학교	건축공학과	건축·토목	주간	39
787	전북	전주대학교	건축학과	건축·토목	주간	28
788	전북	전주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	31
789	제주	제주국제대학교	건축학과	건축·토목	야간	13
790	제주	제주국제대학교	건축학과	건축·토목	주간	18
791	제주	제주국제대학교	건축디자인학과	건축·토목	야간	3
792	제주	제주대학교	건축학전공	건축·토목	주간	22
793	제주	제주대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	27
794	광주	조선대학교	건축학부(건축공학)	건축·토목	주간	66
795	광주	조선대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	31
796	충남	중부대학교	건축디자인학과	건축·토목	주간	19
797	충남	중부대학교	건축공학과	건축·토목	주간	23
798	서울	중앙대학교	건축학부(건축공학전공)	건축·토목	주간	35
799	서울	중앙대학교	건축학부(건축학전공)	건축·토목	주간	38
800	경기	중앙대학교 _제2캠퍼스	건축학부	건축·토목	주간	1
801	경남	진주산업대학교(산업대)	건축학과(5)	건축·토목	주간	11
802	경남	진주산업대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	야간	6
803	경남	진주산업대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	14
804	경남	창신대학교	건설플랜트공학과	건축·토목	주간	4
805	경남	창원대학교	건축학전공	건축·토목	주간	24
806	경남	창원대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	29
807	충남	청운대학교	건축공학과	건축·토목	주간	38
808	충남	청운대학교	건축설비소방학과	건축·토목	주간	50
809	충남	청운대학교	건축시스템공학과	건축·토목	야간	21
810	충북	청주대학교	건축공학과	건축·토목	주간	40
811	충북	청주대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	30
812	전남	초당대학교	건축토목공학부	건축·토목	주간	9
813	전남	초당대학교(산업대)	건축학과	건축·토목	주간	10
814	대전	충남대학교	건축학과(5)	건축·토목	주간	39
815	대전	충남대학교	건축공학과	건축·토목	주간	34
816	대전	충남대학교	건설공학교육과	건축·토목	주간	24
817	충북	충북대학교	건축공학과	건축·토목	주간	53

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
818	충북	충북대학교	건축학과	건축·토목	주간	45
819	경기	한경대학교	건축학전공	건축·토목	주간	1
820	경기	한경대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	5
821	경기	한경대학교(산업대)	건축공학전공	건축·토목	주간	20
822	경기	한경대학교(산업대)	건축학전공	건축·토목	주간	10
823	대전	한국과학기술원	건설및환경공학과	건축·토목	주간	5
824	충북	한국교통대학교	건축공학과	건축·토목	주간	39
825	충북	한국교통대학교	건축학과	건축·토목	주간	28
826	경남	한국국제대학교	실내건축학과	건축·토목	주간	17
827	충남	한국기술교육대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
828	충남	한국기술교육대학교	건축공학부	건축·토목	주간	24
829	서울	한국예술종합학교	건축과	건축·토목	주간	19
830	부산	한국해양대학교	건설공학과	건축·토목	주간	23
831	대전	한남대학교	건설시스템공학과	건축·토목	주간	40
832	대전	한남대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	26
833	대전	한남대학교	건축학전공	건축·토목	주간	28
834	강원	한라대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	26
835	강원	한라대학교	건축설계학전공	건축·토목	주간	23
836	대전	한밭대학교	건축학과(5년제)	건축·토목	주간	11
837	대전	한밭대학교	건축공학과	건축·토목	주간	1
838	대전	한밭대학교	건축공학과	건축·토목	주간	17
839	대전	한밭대학교	건축공학과	건축·토목	야간	22
840	대전	한밭대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	4
841	대전	한밭대학교	건설환경공학과	건축·토목	야간	22
842	대전	한밭대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	37
843	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	주간	1
844	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학과	건축·토목	야간	10
845	대전	한밭대학교(산업대)	건축학전공	건축·토목	주간	27
846	대전	한밭대학교(산업대)	건축설비공학전공	건축·토목	주간	1
847	대전	한밭대학교(산업대)	건축설비공학과	건축·토목	야간	13
848	대전	한밭대학교(산업대)	건축설비공학과	건축·토목	주간	22
849	대전	한밭대학교(산업대)	건축공학전공	건축·토목	주간	19
850	충남	한서대학교	건축학과	건축·토목	주간	32
851	서울	한양대학교	실내건축디자인학과	건축·토목	주간	38
852	서울	한양대학교	건설환경공학과	건축·토목	주간	51
853	서울	한양대학교	건축공학부	건축·토목	주간	49
854	서울	한양대학교	건축학부	건축·토목	주간	65
855	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건축학전공	건축·토목	주간	57
856	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건축공학전공	건축·토목	주간	39
857	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건설환경플랜트공학과	건축·토목	주간	19
858	경기	한양대학교(ERICA) _분교	건설환경공학과	건축·토목	주간	26
859	강원	한중대학교	건축공학과	건축·토목	주간	10

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	대학
860	경기	협성대학교	건축공학과	건축·토목	주간	17
861	광주	호남대학교	건축학과	건축·토목	주간	29
862	충남	호서대학교	건축학전공	건축·토목	주간	35
863	충남	호서대학교	건축공학전공	건축·토목	주간	44
864	전북	호원대학교	건축학과	건축·토목	주간	11
865	전북	호원대학교	건축학과	건축·토목	야간	15
866	전북	호원대학교	건축학부	건축·토목	주간	1
867	서울	홍익대학교	건축학부 실내건축학전공	건축·토목	주간	33
868	서울	홍익대학교	건축학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	75
869	서울	홍익대학교	건설·도시공학부 토목공학전공	건축·토목	주간	65
870	서울	홍익대학교	건설·도시공학부 도시공학전공	건축·토목	주간	43
871	세종	홍익대학교 _제2캠퍼스	건축공학부 건축학전공(5년제)	건축·토목	주간	39
872	세종	홍익대학교 _제2캠퍼스	건축공학부 건축공학전공	건축·토목	주간	42
총합						**23887**

※ 자료: 대학알리미*에 공시된 전국의 전문대, 대학, 대학원 졸업생의 학과별 학위 취득자수 데이터를 취합 (공시기간: 2016~2018년)

❑ 대학원 현황

❍ 건설업과 관련성 있는 **대학원은** 총 **66개 대학**이 있으며, 관련학과는 **45개학과**가 있는 것으로 조사됨

* '대학알리미'에 공시된 전국의 전문대, 대학, 대학원 졸업생의 학과별 학위 취득자수 데이터 취합 후 학위취득자 DB 구축 후 분석 실시 (공시기간: 2016~2018년)

- 2018년 기준, 66개 대학원의 **석·박사 졸업생은 1,196명**임
- 석사 졸업생은 1,187명, 박사 졸업생으로 9명으로 조사됨

【 표 3-11 】 건설업 관련 대학원 및 관련 학과 졸업생 현황]

2018년 기준 (단위: 명)

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
1	강원	가톨릭관동대학교 에너지자원융합대학원	플랜트건설전공	건축· 설비공학	야간	4	-
2	강원	강원대학교 산업과학대학원 _제2캠퍼스	건축공학과	건축· 설비공학	야간	2	-
3	강원	강원대학교 산업과학대학원 _제2캠퍼스	건축학과	건축학	야간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
4	서울	건국대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	3	-
5	경기	경기대학교 건설・산업대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	14	-
6	경남	경남대학교 산업경영대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	4	-
7	경북	경북대학교 과학기술대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	3	-
8	대구	경북대학교 산업대학원	산업공학과 건축공학전공	건축・설비공학	야간	12	-
9	경남	경상대학교 융합과학기술대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	1	-
10	경북	경운대학교 산업정보대학원	건축환경학과	건축・설비공학	야간	1	-
11	경북	경일대학교 산업경영대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
12	서울	고려대학교 공학대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	6	-
13	충남	공주대학교 테크노융합대학원	건설.건축공학전공	건축학	야간	1	-
14	서울	국민대학교 디자인대학원	실내설계전공	건축학	야간	8	-
15	경기	단국대학교 부동산・건설대학원	건축시스템경영학과	건축학	야간	4	-
16	부산	동아대학교 산업정보대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	5	-
17	부산	동의대학교 산업문화대학원	건축공학・건축설비공학과	건축・설비공학	야간	1	-
18	전남	목포대학교 산업기술대학원	건축학전공	건축학	야간	3	-
19	부산	부산대학교 산업대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	10	-
20	부산	부산대학교 산업대학원	건축학전공	건축학	야간	3	-
21	부산	부산대학교 산업대학원	조경학전공	조경학	야간	5	-
22	서울	서울과학기술대학교 산업대학원	건축과	건축학	야간	2	-
23	서울	서울과학기술대학교 산업대학원(산업대)	건축・토목공학협동과정	건축・설비공학	야간	1	-
24	서울	서울과학기술대학교 산업대학원(산업대)	건축과	건축학	야간	1	-
25	서울	서울과학기술대학교 주택대학원	주택생산공학과	건축학	야간	4	-
26	서울	서울과학기술대학교 주택대학원	주택환경・설비공학과	건축・설비공학	야간	4	-
27	서울	서울시립대학교 국제도시과학대학원	글로벌건설경영학과	건축・설비공학	야간	3	-
28	서울	서울시립대학교 국제도시과학대학원	글로벌건설학과	건축・설비공학	야간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
29	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	19	-
30	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	조경학과	조경학	야간	11	-
31	서울	성균관대학교 디자인대학원	건축도시디자인학과	건축・설비공학	야간	4	-
32	경기	수원대학교 공학대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
33	전남	순천대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
34	경북	영남대학교 공학대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	5	-
35	경남	영산대학교 공과대학원	건축전공	건축학	야간	3	-
36	울산	울산대학교 산업대학원	건축・도시학전공	건축학	야간	4	-
37	인천	인천대학교 공학대학원	건축학전공	건축학	야간	2	-
38	인천	인하대학교 공학대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	3	-
39	광주	전남대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	8	-
40	전북	전북대학교 산업기술대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	1	-
41	전북	전북대학교 환경대학원	한옥전공	건축학	야간	1	-
42	제주	제주대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	2	-
43	제주	제주대학교 산업대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	1	-
44	충남	중부대학교 인문산업대학원	조경학과	조경학	야간	4	-
45	서울	중앙대학교 건설대학원	건축공간환경디자인학과	건축학	야간	3	-
46	서울	중앙대학교 건설대학원	건축도시디자인학과	건축・설비공학	야간	6	-
47	서울	중앙대학교 건설대학원	지반공학과	건축・설비공학	야간	2	-
48	경남	창원대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	4	-
49	경남	창원대학교 산업대학원	건축학과	건축학	야간	2	-
50	충남	청운대학교 산업기술경영대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	3	-
51	대전	충남대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	9	-
52	경기	한경대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
53	충북	한국교통대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
54	충북	한국교통대학교 산업대학원	건축학과	건축학	야간	2	-
55	대전	한밭대학교 산업대학원	건축공학과	건축・ 설비공학	야간	5	-
56	대전	한밭대학교 산업대학원	건축설비공학과	건축・ 설비공학	야간	2	-
57	서울	한양대학교 공학대학원	건축공학과	건축・ 설비공학	야간	19	-
58	서울	한양대학교 공학대학원	생태조경학과	조경학	야간	5	-
59	경기	한양대학교(ERICA) 공학기술대학원 _분교	건축학과	건축학	야간	4	-
60	광주	호남대학교 산업경영대학원	건축공학과	건축・ 설비공학	야간	4	-
61	광주	호남대학교 산업경영대학원	조경학과	조경학	야간	4	-
62	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	주간	9	-
63	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	야간	8	-
64	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	주간	14	-
65	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	야간	24	-
66	서울	홍익대학교 건축도시대학원	조경설계전공	조경학	주간	3	-
67	서울	홍익대학교 건축도시대학원	조경설계전공	조경학	야간	5	-
68	세종	홍익대학교 세종캠퍼스 산업대학원 _분교	실내건축설계전공	건축학	야간	1	-
69	강원	가톨릭관동대학교 에너지자원융합대학원	플랜트건설전공	건축・ 설비공학	야간	1	-
70	강원	가톨릭관동대학교 에너지자원융합대학원	플랜트건설전공	건축・ 설비공학	야간	1	-
71	강원	강원대학교 산업과학대학원 _제2캠퍼스	건축공학과	건축・ 설비공학	야간	1	-
72	강원	강원대학교 산업대학원	건축공학과	건축・ 설비공학	야간	2	-
73	강원	강원대학교 산업대학원	건축공학과	건축・ 설비공학	야간	3	-
74	서울	건국대학교 산업대학원	건축공학과	건축・ 설비공학	야간	2	-
75	경기	경기대학교 건설・산업대학원	건축공학전공	건축・ 설비공학	야간	12	-
76	경북	경북대학교 과학기술대학원	건축공학전공	건축・ 설비공학	야간	1	-
77	대구	경북대학교 산업대학원	산업공학과 건축공학전공	건축・ 설비공학	야간	3	-
78	대구	경북대학교 산업대학원	산업공학과 건축공학전공	건축・ 설비공학	야간	1	-
79	경남	경상대학교 융합과학기술대학원	건축공학전공	건축・ 설비공학	야간	1	-
80	경북	경운대학교 산업정보대학원	건축환경학과	건축・	야간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
				설비공학			
81	경북	경운대학교 산업정보대학원	건축환경학과	건축・설비공학	야간	2	-
82	경북	경일대학교 산업경영대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	3	-
83	서울	고려대학교 공학대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	3	-
84	서울	고려대학교 공학대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	5	-
85	충남	공주대학교 테크노융합대학원	건설.건축공학전공	건축학	야간	1	-
86	충남	공주대학교 테크노융합대학원	건설.건축공학전공	건축학	야간	3	-
87	서울	국민대학교 디자인대학원	실내설계전공	건축학	야간	4	-
88	서울	국민대학교 디자인대학원	실내설계전공	건축학	야간	1	-
89	경기	단국대학교 부동산・건설대학원	건축시스템경영학과	건축학	야간	2	-
90	부산	동아대학교 산업정보대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
91	부산	동의대학교 산업문화대학원	건축공학・건축설비공학과	건축・설비공학	야간	2	-
92	전남	목포대학교 산업기술대학원	건축학전공	건축학	야간	1	-
93	전남	목포대학교 산업기술대학원	한옥학전공	건축학	야간	5	-
94	전남	목포대학교 산업기술대학원	조경학전공	조경학	야간	1	-
95	전남	목포대학교 산업기술대학원	한옥학전공	건축학	야간	1	-
96	부산	부경대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	3	-
97	부산	부경대학교 산업대학원	건축학과	건축학	야간	1	-
98	부산	부경대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
99	부산	부경대학교 산업대학원	건축학과	건축학	야간	1	-
100	부산	부산대학교 산업대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	8	-
101	부산	부산대학교 산업대학원	건축학전공	건축학	야간	2	-
102	부산	부산대학교 산업대학원	조경학전공	조경학	야간	1	-
103	부산	부산대학교 산업대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	3	-
104	부산	부산대학교 산업대학원	건축학전공	건축학	야간	3	-
105	부산	부산대학교 산업대학원	조경학전공	조경학	야간	4	-
106	서울	서울과학기술대학교 산업대학원	건축과	건축학	야간	3	-
107	서울	서울과학기술대학교 산업대학원	건축과	건축학	야간	3	-
108	서울	서울과학기술대학교 산업대학원(산업대)	건축과	건축학	주간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
109	서울	서울과학기술대학교 주택대학원	주택생산공학과	건축학	야간	1	-
110	서울	서울과학기술대학교 주택대학원	주택환경·설비공학과	건축·설비공학	야간	7	-
111	서울	서울과학기술대학교 주택대학원	주택환경·설비공학과	건축·설비공학	야간	5	-
112	서울	서울시립대학교 국제도시과학대학원	글로벌건설학과	건축·설비공학	야간	5	-
113	서울	서울시립대학교 국제도시과학대학원	글로벌건설학과	건축·설비공학	야간	13	-
114	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	12	-
115	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	조경학과	조경학	야간	3	-
116	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	3	-
117	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	조경학과	조경학	야간	1	-
118	서울	성균관대학교 디자인대학원	건축도시디자인학과	건축·설비공학	야간	4	-
119	경북	영남대학교 공학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	5	-
120	경북	영남대학교 공학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	5	-
121	경남	영산대학교 공과대학원	건축전공	건축학	야간	1	-
122	경남	영산대학교 공과대학원	건축전공	건축학	야간	1	-
123	울산	울산대학교 산업대학원	건축·도시학전공	건축학	야간	6	-
124	울산	울산대학교 산업대학원	건축·도시학전공	건축학	야간	1	-
125	인천	인천대학교 공학대학원	건축학전공	건축학	야간	1	-
126	인천	인천대학교 공학대학원	건축학전공	건축학	야간	1	-
127	인천	인하대학교 공학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
128	인천	인하대학교 공학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	5	-
129	광주	전남대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
130	전북	전북대학교 산업기술대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	1	-
131	제주	제주대학교 산업대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	1	-
132	광주	조선대학교 산업기술융합대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
133	충남	중부대학교 인문산업대학원	조경학과	조경학	야간	2	-
134	서울	중앙대학교 건설대학원	건축공간환경디자인학과	건축학	야간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
135	서울	중앙대학교 건설대학원	지반공학과	건축・설비공학	야간	2	-
136	서울	중앙대학교 건설대학원	건축공간환경디자인학과	건축학	야간	3	-
137	서울	중앙대학교 건설대학원	건축도시디자인학과	건축・설비공학	야간	3	-
138	서울	중앙대학교 건설대학원	글로벌EPC학과	건축・설비공학	야간	5	-
139	서울	중앙대학교 건설대학원	지반공학과	건축・설비공학	야간	2	-
140	경남	진주산업대학교 산업대학원(산업대)	조경학과	조경학	야간	1	-
141	경남	창원대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	2	-
142	경남	창원대학교 산업대학원	건축학과	건축학	야간	2	-
143	경남	창원대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	2	-
144	충남	청운대학교 대학원	건축시스템공학과	건축학	야간	1	-
145	충남	청운대학교 산업기술경영대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
146	대전	충남대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	2	-
147	대전	충남대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	10	-
148	충북	한국교통대학교 글로벌융합대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
149	강원	한라대학교 정보산업대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	1	-
150	대전	한밭대학교 산업대학원	건축학과	건축학	야간	1	-
151	대전	한밭대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	4	-
152	대전	한밭대학교 산업대학원	건축설비공학과	건축・설비공학	야간	5	-
153	서울	한양대학교 공학대학원	건축·토목·조경공학과	건축・설비공학	야간	20	-
154	서울	한양대학교 공학대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	5	-
155	서울	한양대학교 공학대학원	생태조경학과	조경학	야간	2	-
156	서울	한양대학교 공학대학원	건축·토목·조경공학과	건축・설비공학	야간	27	-
157	서울	한양대학교 공학대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
158	경기	한양대학교(ERICA) 공학기술대학원 _분교	건축학과	건축학	야간	5	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
159	광주	호남대학교 사회융합대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	2	-
160	광주	호남대학교 사회융합대학원	조경학과	조경학	야간	2	-
161	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	주간	1	-
162	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	야간	6	-
163	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	주간	4	-
164	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	야간	28	-
165	서울	홍익대학교 건축도시대학원	조경설계전공	조경학	야간	2	-
166	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	주간	5	-
167	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	야간	1	-
168	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	주간	1	-
169	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	야간	5	-
170	서울	홍익대학교 건축도시대학원	조경설계전공	조경학	주간	2	-
171	세종	홍익대학교 산업대학원 _제2캠퍼스	실내건축설계전공	건축학	야간	1	-
172	강원	가톨릭관동대학교 에너지자원융합대학원	플랜트건설전공	건축・설비공학	야간	1	-
173	강원	강원대학교 산업과학대학원 _제2캠퍼스	건축공학과	건축・설비공학	야간	2	-
174	강원	강원대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	3	-
175	강원	강원대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	3	-
176	서울	건국대학교 산업대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	2	-
177	경기	경기대학교 건설・산업대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	7	-
178	경기	경기대학교 건설・산업대학원	건축·안전공학전공	건축・설비공학	야간	13	-
179	경기	경기대학교 건설・산업대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	3	-
180	대구	경북대학교 산업대학원	산업공학과 건축공학전공	건축・설비공학	야간	6	-
181	경남	경상대학교 융합과학기술대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	1	-
182	경남	경상대학교 토지주택대학원	건축전공	건축학	야간	1	-
183	경북	경운대학교 산업정보대학원	건축환경학과	건축・설비공학	야간	6	-
184	경북	경일대학교 산업경영대학원	건축공학과	건축・설비공학	야간	1	-
185	서울	고려대학교 공학대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	1	-
186	서울	고려대학교 공학대학원	건축공학전공	건축・설비공학	야간	3	-
187	충남	공주대학교 테크노융합대학원	건설.건축공학전공	건축학	야간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
188	광주	광주여자대학교 사회개발대학원	실내건축학과	건축학	야간	2	-
189	서울	국민대학교 디자인대학원	실내설계전공	건축학	야간	3	-
190	서울	국민대학교 디자인대학원	실내설계전공	건축학	야간	4	-
191	부산	동아대학교 산업정보대학원	조경학과	조경학	야간	1	-
192	부산	동아대학교 산업정보대학원	조경학과	조경학	야간	1	-
193	부산	동의대학교 산업문화대학원	건축공학·건축설비공학과	건축·설비공학	야간	1	-
194	전남	목포대학교 산업기술대학원	조경학전공	조경학	야간	2	-
195	전남	목포대학교 산업기술대학원	한옥학전공	건축학	야간	1	-
196	부산	부경대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	6	-
197	부산	부경대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	2	-
198	부산	부산대학교 산업대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	8	-
199	부산	부산대학교 산업대학원	조경학전공	조경학	야간	7	-
200	부산	부산대학교 산업대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	3	-
201	부산	부산대학교 산업대학원	건축학전공	건축학	야간	1	-
202	부산	부산대학교 산업대학원	조경학전공	조경학	야간	4	-
203	서울	서울과학기술대학교 산업대학원	건축과	건축학	야간	3	-
204	서울	서울과학기술대학교 산업대학원	건축과	건축학	야간	5	-
205	서울	서울과학기술대학교 산업대학원(산업대)	건축·토목공학협동과정	건축·설비공학	야간	1	-
206	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원	건축환경·설비공학과	건축·설비공학	야간	4	-
207	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원	주택도시개발·관리학과	건축·설비공학	야간	8	-
208	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원	주택도시건축공학과	건축·설비공학	야간	3	-
209	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원	건축환경·설비공학과	건축·설비공학	야간	4	-
210	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원	주택·건축디자인학과	건축학	야간	2	-
211	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원	주택도시개발·관리학과	건축·설비공학	야간	1	-
212	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원	주택도시건축공학과	건축·설비공학	야간	3	-
213	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원(산업대)	주택도시개발·관리학과	건축·설비공학	야간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
214	서울	서울과학기술대학교 주택도시대학원(산업대)	주택도시건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
215	서울	서울시립대학교 국제도시과학대학원	글로벌건설학과	건축·설비공학	야간	11	-
216	서울	서울시립대학교 국제도시과학대학원	글로벌건설학과	건축·설비공학	야간	20	-
217	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	7	-
218	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	조경학과	조경학	야간	1	-
219	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	3	-
220	서울	서울시립대학교 도시과학대학원	조경학과	조경학	야간	6	-
221	서울	성균관대학교 디자인대학원	건축도시디자인학과	건축·설비공학	야간	4	-
222	경북	영남대학교 공학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	3	-
223	경북	영남대학교 공학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	6	-
224	경남	영산대학교 공과대학원	건축전공	건축학	야간	1	-
225	울산	울산대학교 산업대학원	건축·도시학전공	건축학	야간	1	-
226	인천	인하대학교 공학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
227	인천	인하대학교 공학대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	6	-
228	광주	전남대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	2	-
229	광주	전남대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
230	전북	전북대학교 산업기술대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	2	-
231	전북	전북대학교 산업기술대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	2	-
232	전북	전북대학교 환경대학원	건축설계전공	건축학	야간	1	-
233	전북	전북대학교 환경대학원	한옥학과	건축학	야간	2	-
234	제주	제주대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	3	-
235	제주	제주대학교 산업대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	1	-
236	제주	제주대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	4	-
237	충남	중부대학교 인문산업대학원	조경학과	조경학	야간	1	-
238	충남	중부대학교 인문산업대학원	조경학과	조경학	야간	2	-
239	서울	중앙대학교 건설대학원	건축도시디자인학과	건축·설비공학	야간	1	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
240	서울	중앙대학교 건설대학원	글로벌EPC학과	건축·설비공학	야간	4	-
241	서울	중앙대학교 건설대학원	지반공학과	건축·설비공학	야간	1	-
242	서울	중앙대학교 건설대학원	글로벌EPC학과	건축·설비공학	야간	6	-
243	서울	중앙대학교 건설대학원	지반공학과	건축·설비공학	야간	1	-
244	경남	창원대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	2	-
245	경남	창원대학교 산업대학원	건축학과	건축학	야간	1	-
246	경남	창원대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
247	충남	청운대학교 대학원	건축시스템공학과	건축학	야간	4	-
248	대전	충남대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
249	대전	충남대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	9	-
250	경기	한경대학교 산업대학원(산업대)	조경학과	조경학	야간	1	-
251	충북	한국교통대학교 글로벌융합대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	2	-
252	충북	한국교통대학교 글로벌융합대학원	건축학과	건축학	야간	1	-
253	충북	한국교통대학교 글로벌융합대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
254	강원	한라대학교 정보산업대학원	건축공학전공	건축·설비공학	야간	1	-
255	대전	한밭대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	3	-
256	대전	한밭대학교 산업대학원	건축설비공학과	건축·설비공학	야간	1	-
257	대전	한밭대학교 산업대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	6	-
258	대전	한밭대학교 산업대학원	건축설비공학과	건축·설비공학	야간	2	-
259	대전	한밭대학교 산업대학원(산업대)	건축공학과	건축·설비공학	야간	1	-
260	서울	한양대학교 공학대학원	건축·토목·조경공학과	건축·설비공학	야간	22	-
261	서울	한양대학교 공학대학원	건축공학과	건축·설비공학	야간	2	-
262	서울	한양대학교 공학대학원	건축·토목·조경공학과	건축·설비공학	야간	19	-
263	광주	호남대학교 사회융합대학원	조경학과	조경학	야간	1	-
264	광주	호남대학교 사회융합대학원	조경학과	조경학	야간	2	-

순번	지역	학교명	학과명	소계열	구분	석사	박사
265	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	주간	1	-
266	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	야간	5	-
267	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	주간	6	-
268	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	야간	16	-
269	서울	홍익대학교 건축도시대학원	조경설계전공	조경학	야간	1	-
270	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	주간	6	-
271	서울	홍익대학교 건축도시대학원	건축설계전공	건축학	야간	5	-
272	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	주간	5	-
273	서울	홍익대학교 건축도시대학원	실내설계전공	건축학	야간	9	-
274	서울	홍익대학교 건축도시대학원	조경설계전공	조경학	주간	1	-
275	서울	홍익대학교 건축도시대학원	조경설계전공	조경학	야간	1	-
276	강원	강원대학교 방재전문대학원 _제2캠퍼스	방재시스템전공	건축・설비공학	주간	2	0
277	서울	건국대학교 건축전문대학원	건축설계학과	건축학	주간	16	0
278	서울	건국대학교 건축전문대학원	실내건축설계학과	건축학	주간	10	4
279	강원	강원대학교 방재전문대학원 _제2캠퍼스	방재시스템전공	건축・설비공학	주간	2	0
280	서울	건국대학교 건축전문대학원	건축설계학과	건축학	주간	1	0
281	서울	건국대학교 건축전문대학원	실내건축설계학과	건축학	주간	5	0
282	서울	건국대학교 건축전문대학원	건축설계학과	건축학	주간	26	1
283	서울	건국대학교 건축전문대학원	실내건축설계학과	건축학	주간	13	2
284	서울	한양대학교 도시대학원	도시설계・경관생태조경학과	조경학	주간	1	0
285	서울	한양대학교 도시대학원	도시설계・경관생태조경학과	조경학	주간	7	0
286	서울	건국대학교 건축전문대학원	건축설계학과	건축학	주간	1	0
287	서울	건국대학교 건축전문대학원	실내건축설계학과	건축학	주간	4	2
288	서울	건국대학교 건축전문대학원	건축설계학과	건축학	주간	26	0
289	서울	건국대학교 건축전문대학원	실내건축설계학과	건축학	주간	12	0
290	서울	한양대학교 도시대학원	도시설계・경관생태조경학과	조경학	주간	6	0
291	서울	한양대학교 도시대학원	도시설계・경관생태조경학과	조경학	주간	4	0
총합						1187	9

※ 자료: 대학알리미 (http://www.academyinfo.go.kr/index.do)에 공시된 전국의 전문대, 대학, 대학원 졸업생의 학과별 학위 취득자수 데이터 취합 후 학위취득자 DB 구축 후 분석 실시 (공시기간: 2016~2018년)

2.2.2. 연구기관

❑ **건축·도시 관련 전문기관인 국토교통과학기술진흥원이 144명의 연구인력을 보유하고 있으며, 건축기술 연구의 주요 기술인 패시브, 단열, 기밀, 설계·진단, 시공 및 유지관리, 인증제도 등, 도시계획과 관련된 한국건설기술연구원, 건설생활환경시험연구원 에서 각각 693명, 500명의 연구인력 보유**

【 표 3-12 】 건축·도시 관련 연구기관 현황

(단위: 명)

번호	기관명	구분	임직원수
1	한국건물에너지기술원	산	9
2	한국그린빌딩협의회	산	11
3	대한건축학회	산	14
4	한국도시설계학회	산	3
5	대한건축사협회	산	31
6	한국패시브건축협회	산	-
7	빌딩스마트협회	산	-
8	한국실내건축가협회	산	-
9	한국실내환경협회	산	-
10	대한전문건설협회	산	43
11	대한건설협회	산	290
12	한국건축기밀협회	산	-
13	한국열관리시공협회	산	-
14	한국외단열건축협회	산	-
15	한국건설기술인협회	산	70
16	건축도시공간연구소	산	61
17	한국건설자재시험연구원	산	41
18	건설생활환경시험연구원	산	500
19	한국건설산업연구원	산	52
20	한국실내환경학회	산	-
21	한국 BEMS 협회	산	-
22	한국환경건축연구원	산	-
23	서울연구원	산	-
24	서울기술연구원	산	-
25	한국건축친환경설비학회	산	-
26	국토교통과학기술진흥원	연	144
27	한국건설기술연구원	연	693
28	경기도시공사	연	530
29	한국토지주택공사	연	6477
30	서울주택도시공사	연	742

※ 참고: 2019년 기준

2.2.3. 연구시설 및 장비

❑ 국외

❍ 노후 건축물에 대한 성능 확보와 에너지 효율성 강화 및 친환경화를 통한 고기능 건축물 구현 위한 연구 인프라 및 Test-Bed 구축

- (퍼거슨 구조 설계 실험시설) 구조 공학 및 구조 역학 연구를 통해 안전 건축물 공사를 위한 건물 및 다양한 구조물의 설계 관련 연구시설

【 표 3-13 】 Ferguson structural engineering laboratory

구분	내용
주요시설 장비	• 300kip 압축기계 및 500kip • 콘크리트 재료 시험 연구소 • 프리스트레싱 베드  
주요 실험	• 콤크리트 재료 테스트 시설과 혼합 및 경화 공간을 통한 콘크리트에 대한 연구 • 압축 기계를 통한 압축 rkdhe, 분할 인장 강도, 파열 계수 및 탄성계수 등 테스트 • 프리스트레싱 실험 • 테스트 슬라브를 이용한 강도 측정 • MTS 실험실을 활용한 피로 등급 시험

- (Flexlab) 실제 조건에서 건물시스템의 에너지 효율성을 검증할 수 있는 세계 최초 테스트베드로써 에너지 효율 개선 관련 국가연구시설

【 표 3-14 】 Flexlab 실증 단지 개요

구분	내용
특징	• 시뮬레이션 프로그램, 창호 코팅, 전자기기 표준 등 건축물과 연계된 에너지 절약 관련 기술 및 제품 연구개발 • 실제 조건에서 실험할 수 있는 실제 스케일의 실험실 환경 구비 • 건축물 에너지 상용에 대한 실시간 측정 가능 • 건축물의 잠재적 에너지 효율성 촉진 연구 추진  

- (BedZED) 주택의 에너지 성능 향상과 주택 단기 구성을 통해 영국의 제로에너지 건축물 기술 구현을 위한 실증단지 및 Test-Bed

【 표 3-15 】 BedZED 실증 단지 개요

구분	내용
특징	• 환경컨설턴트 및 건축가의 협력하에 저층 아파트 82 가구를 건설하여 제로에너지 건축물 실현을 위한 실증단지 구축 • 단열성능 강화, 삼중유리 창호, 지붕 환기 장치 등을 통한 난방 에너지 90% 절감 • 열병합벌전과 태양광발전을 통한 전기와 열의 공급계획 수립 • 건축 부지 35 마일 이내 생산한 로컬 자재를 활용한 건축물 구축  

❑ 국내

❍ 건축 부문의 기술개발 활성화 및 지원을 위해 공공 또는 출연연의 연구소와 실험시설에서 공동 장비 및 연구 인프라 제공

- 건축물, 건축자재, 시설물 등의 성능과 품질을 분석 및 실험하기 위한 환경을 제공하는 공공 또는 출연연 연구소 및 실험시설, 실증단지 분석을 통해 건축 부문 R&D 시설인프라 현황 파악

  · (기후변화 대응 다환경 실험시설) 주요 기후요소의 인공적 발생 및 제어 시설을 갖춰 실물 규모 시설의 종합 성능평가, Mock-up 시험체 규모 시설 및 부재 단위 개별 성능평가, 자재/건축설비/기기의 특정 성능평가 등이 가능한 다환경 멀티 실험시설

【 표 3-16 】 기후변화 대응 다환경 실험시설 개요

구분	내용
주요시설 장비	• 대/중/소 기후환경 실험시설 • 120m 개방형 고층타워 실험시설 • 특정 성능평가 실험시설 등 
주요 실험	• 건축물 내외장재/에너지효율 성능평가 • 건축물 규모 건축환경 성능평가 • 신재생에너지 실험 평가 • 건축물 배관/덕트 설비 성능평가 • 고성능 콘크리트 압송 성능평가 • 인공기후 시뮬레이션 등

연구시설 전경	

· (생활 밀착형 주택성능품질 실험시설) 소음·진동, 결로, 실내공기 환경 등 요소기술별 성능 검증방법 표준화 및 성능을 측정할 수 있는 생활 밀착형 주택성능평가 실험시설

【 표 3-17 】 생활 밀착형 주택성능품질 실험시설 개요

구분	내용
주요시설 장비	• 소형챔버 실험실, 대형챔버 실험실 • 흡착·흡방습 실험실 • 정밀분석 실험실, 미생물 실험실 • 외부소음 실험실 • 기류발생 및 제어실 • 냄새 실험실, 환기성능 실험실 • 결로 실험실 • 바닥충격음 실험실 • 급배수소음 실험실 • 모니터링 실 
주요 실험	• 소음진동 실험 • 환기·기밀 성능 • 실내공기 환경 실험 • 누수·방수 성능 • 결로 성능 • 외단열 성능
연구시설 전경	

· (하이브리드구조실험센터) 토목, 건축, 기계 및 플랜트, 조선 및 원자력 분야의 구조실험을 위한 연구 인프라 및 장비 소지

【 표 3-18 】 하이브리드구조실험센터 개요

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">내용</th></tr>
<tr><td>주요시설 장비</td><td colspan="2">• 반력 구조물 시스템
• 정·동적 유압가력기
• 만능재료시험기
• 유압공급시스템
• 디지털 컨트롤 시스템
• 계측 장비
  </td></tr>
<tr><td>주요 실험</td><td>• PS 보-기둥 성능실험
• 강재 접합부 성능실험
• 지중 RC 구조물 재하실험</td><td>• H 형강 구조성능 평가실험
• 멀티 프레임구조 성능실험
• 건축물 댐퍼 적용 성능 실험 등</td></tr>
<tr><td>연구시설 전경</td><td colspan="2">  </td></tr>
</table>

· (첨단건설재료실험센터) 건설기술 교육환경 구축 및 특화 교육 서비스 제공을 위해 지원하여 설립된 실험센터로, 원격실험 환경이 구축되어 있고 건설 신소재 및 고성능 재료 실험 환경조성

【 표 3-19 】 첨단건설재료실험센터 개요

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">내용</th></tr>
<tr><td>주요시설 장비</td><td colspan="2">• 5MN 구조재료시험기
• 3 면 반력벽
• 고강도 믹서기
• 연마기
• 500KN 강재피로시험기
• 삼축압축시험기
• 모형 토조 시험기
• 슈미트 햄머
• 음향방출 측정 및 분석기
• 광섬유센서 등
  </td></tr>
</table>

주요 실험	• 대형 부재의 휨 및 압축시험, 기둥의 압축시험 등 2차 제품의 구조 재료 시험 • 콘크리트 및 암석 등의 시편준비와 재료 특성 시험 • 500kN 용량의 철근, 강재 등의 인장, 휨, 피로 특성 및 성능실험 • 250kN 용량의 강재 및 다양한 복합재료의 인장, 피로 특성 및 성능실험 • 다양한 온도 및 습도 등 극한 상태에서의 내구성 실험을 위한 장기거동 실험 • 센서 및 비파괴기술 실험 등
연구시설 전경	

· (옥외실증센터) 다양한 환경인자(자외선, 열, 습도, 산성비 등)에 노출된 공업재료 및 구조물 열화에 대한 내후성 시험평가, 고장원인 분석평가 및 커튼월 Mock-up 테스트 수행

【 표 3-20 】 옥외실증센터 개요

구분	내용
주요시설 장비	• 태양전지 모듈 실증평가 모니터링 시스템 • 기상환경측정 시스템 등
주요 실험	• 옥외 실증 평가 기반 신뢰성 평가 • 건축 외장 공사 시작 전 커튼월, 창호 및 천창 등 외장재 성능 검토 • BIPV, BAPV 실험 등
연구시설 전경	

2.2.4. 산업체

2.2.4.1. 건설기업 현황 및 추이

❑ 건설기업 경영 여건

❍ `15년 건설시장의 여건이 대폭 개선되어 `17년까지 상승세를 보였으나, `18년 이후 건설기업의 경영 상황은 다소 부진하고 있는 실정

- 건설기업의 매출액영업이익률은 건설경기의 부진으로 `15년 0.6%까지 하락한 이후 `17년 5.9%까지 대폭 상승하였으나 `18년 이후부터 소폭의 감소추세를 보이고 있음
- 건설기업의 매출액순이익률은 `13년 마이너스를 기록하였다가 `17년 5.5%까지 개선되었으며, `18년 4.0%로 하락

(단위: %)

구 분		'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
성장성	매출액증가율	3.6	8.1	5.9	2.9	2.4	3.6	7.5	4.2	-0.5
	건설매출액증가율	3.9	5.1	3.7	9.0	4.2	4.9	7.9	9.3	2.1
수익성	매출액영업이익률	5.0	4.1	3.2	1.9	2.2	0.6	4.3	5.9	5.7
	매출액순이익률	2.2	1.4	0.4	-1.0	0.3	1.2	1.9	5.5	4.0
안정성	부채비율	145.6	147.1	143.7	147.5	143.1	148.7	131.5	116.5	109.3
	자기자본비율	40.7	40.5	41.0	40.4	41.1	40.2	43.2	46.2	47.7

※ 자료: 대한건설협회(2020), 주요건설통계(2020년 1분기 기준)

【 표 3-21 】 건설업 주요 경영지표



【 그림 3-5 】 건설업 주요 경영지표 추이

❑ 건설산업 위상

❍ (기업체 수) '14년부터 '18년까지 국내 건설업에 종사하는 기업체 수 추이를 분석한 결과, '14년에 대폭 상승세를 보인 이후 '15년부터 기업체 수가 다소 더디게 증가하고 있는 경향을 보임

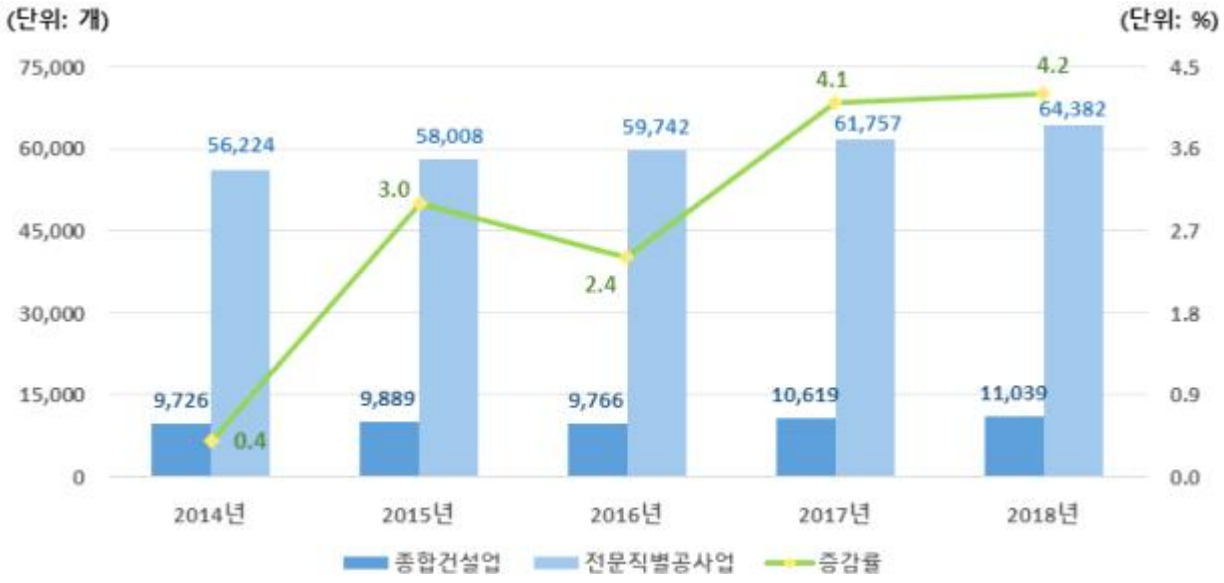
- 세부업종별로 살펴보면, 전문직별공사업이 종합건설업 대비 기업체 수가 더 빠르게 증가하고 있으나, 전문직별공사업 중 기반조성 및 시설물축조관련 전문공사업의 경우 '14~'15년 사이 기업체 수가 크게 감소하는 추세

- '15~'16년에 전문직별공사업의 기업체 수는 모두 증가하고 있는 반면, 종합건설업의 경우 기업체 수가 오히려 감소하는 경향을 보이고 있음

【 표 3-22 】 2014~2018년 건설업 기업체 수 추이

(단위: 개)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
종합건설업	9,726	9,889	9,766	10,619	11,039
전문직별공사업	56,224	58,008	59,742	61,757	64,382
기반조성 및 시설물 축조관련 전문공사업	19,252	17,568	18,010	18,509	19,264
건물설비 설치공사업	9,420	9,836	10,099	10,333	10,679
전기 및 통신공사업	17,309	17,955	18,417	19,187	20,120
실내건축 및 건축마무리공사업	10,243	10,643	11,072	11,512	12,059
시설물유지관리 공사업	-	2,006	2,144	2,216	2,260
증감률	**0.4%**	**3.0%**	**2.4%**	**4.1%**	**4.2%**
합계	**65,950**	**67,897**	**69,508**	**72,376**	**75,421**



【 그림 3-6 】 2014~2018년 건설업 기업체 수 추이

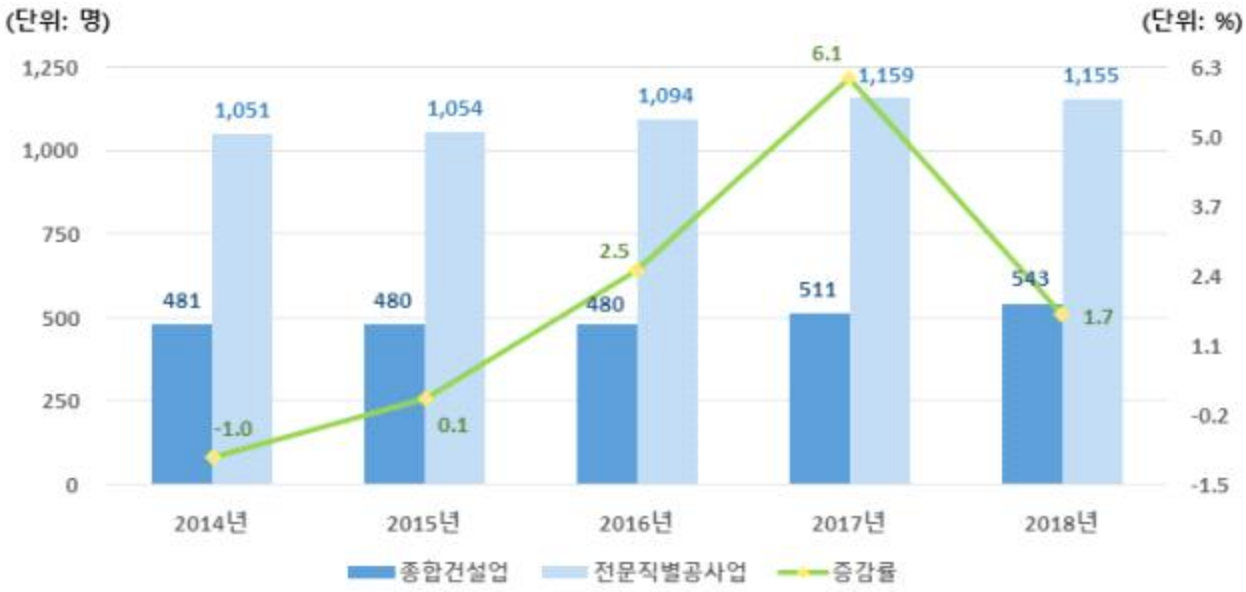
❍ (종사자수) '14년부터 '18년까지 국내 건설업에 종사하는 기업체 수 추이를 분석한 결과, '17년까지 종사자 수가 꾸준히 증가하다 '18년에 증가율이 미미한 수준으로 떨어지는 양상을 보임

- '14~'16년에는 종합건설업 및 전문직별공사업 모두 전년대비 종사자 수는 증가하고 있지만, 증가율은 매우 미미하게 증가하고 있어 3개년동안 종사자 수에 큰 변화가 없는 것으로 확인
- '17~'18년에 종합건설업의 종사자 수는 증가하고 있는 추세이나, 전문직별공사업에 속하는 업종의 경우 대체로 종사자 수가 감소하거나 전년도 수준을 유지하고 있는 경향을 보임

【 표 3-23 】 2014~2018년 건설업 종사자수 추이

(단위: 개)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
종합건설업	481	480	480	511	543
전문직별공사업	1,051	1.054	1,094	1,159	1,155
기반조성 및 시설물 축조관련 전문공사업	417	406	425	439	417
건물설비 설치공사업	170	170	184	201	204
전기 및 통신공사업	254	255	256	272	269
실내건축 및 건축마무리공사업	210	207	210	228	245
시설물유지관리 공사업	-	16	19	20	20
증감률	**-1.0%**	**0.1%**	**2.5%**	**6.1%**	**1.7%**
합계	**1,532**	**1,534**	**1,574**	**1,670**	**1,698**



【 그림 3-7 】 2014~2018년 건설업 종사자수 추이

❍ (매출액) '14년부터 '18년까지 국내 건설업에 종사하는 매출액 추이를 분석한 결과, '17년에 매출액 증가율이 9.9%로 크게 상승한 이후 '18년에 0.6%로 감소하는 모습을 나타내고 있으며 최근까지 매출액 규모는 큰 변화가 없는 것으로 확인됨

- '15~'17년에는 종합건설업 및 전문직별공사업에 종사하는 기업 전반적으로 매출액이 성장세를 보이고 있음
- 종합건설업과 전문직별공사업에 속하는 기반조성 및 시설물축조관련 전문공사업의 경우, '18년에 전년대비 매출액이 오히려 감소하고 있는 추세

【 표 3-24 】 2014~2018년 건설업 매출액 추이

(단위: 조원)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
종합건설업	208	207	226	245	244
전문직별공사업	114	121	130	147	150
기반조성 및 시설물 축조관련 전문공사업	42.1	43.8	48.4	53.0	52.1
건물설비 설치공사업	19.0	20.3	22.0	25.5	26.1
전기 및 통신공사업	28.1	29.3	29.1	32.7	34.1
실내건축 및 건축마무리공사업	24.6	25.9	28.6	33.2	35.2
시설물유지관리 공사업	-	2	2	2.3	2.4
증감률	**1.9%**	**2.0%**	**8.6%**	**9.9%**	**0.6%**
합계	**322**	**329**	**357**	**392**	**394**



【 그림 3-8 】 2014~2018년 건설업 매출액 추이

❍ (부가가치) '14년부터 '18년까지 국내 건설업에 종사하는 부가가치 추이를 분석한 결과, '16년부터 '17년까지 부가가치 증감률이 12%대를 상회하며 부가가치액이 정점을 달성한 것으로 나타남

- 종합건설업 및 전문직별공사업 전반적으로 '17년까지 부가가치 증가율이 지속 증가하다 '18년에는 증가율이 미미한 수준으로 떨어졌으나, 부가가치액 규모 자체는 소폭이지만 꾸준하게 증가하고 있는 추세를 보임
- 전문직별공사업에 속하는 기반조성 및 시설물축조관련 전문공사업의 경우, 제시된 업종 내에서 유일하게 '17~'18년 사이 부가가치액이 감소하는 경향을 보임

【 표 3-25 】 2014~2018년 건설업 부가가치 추이

(단위: 조원)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
종합건설업	38.7	39.9	47.6	53.1	57.0
전문직별공사업	49.3	54.7	58.8	66.6	68.3
기반조성 및 시설물 축조관련 전문공사업	21.0	22.9	25.3	28.0	27.3
건물설비 설치공사업	7.6	8.3	9.1	10.9	11.6
전기 및 통신공사업	11.8	13.0	12.9	14.3	14.9
실내건축 및 건축마무리공사업	8.9	9.9	10.6	12.6	13.6
시설물유지관리 공사업	-	0.7	0.8	0.8	0.9
증감률	**6.6%**	**7.5%**	**12.3**	**12.6%**	**4.7%**
합계	**88**	**95**	**106**	**120**	**125**



【 그림 3-9 】 2014~2018년 건설업 부가가치 추이

2.2.4.2. 중소 건설기업 현황 및 추이

❑ 중소 건설기업 사업 현황

❍ 대한건설협회에 따르면 100위에서 1,000위 이내 중소 건설기업들의 매출액은 증가 추세이나 건축 분야 매출액은 '15년~'19년동안 머무르는 실정

- 중소 건설업의 현행 사업 구조를 이해하기 위해 대한건설협회의 시공능력평가액 순위 100위~1,000위 업체들을 분석함 대한건설협회의 시공능력평가액 순위 100위~1,000위 업체들을 분석함

❍ 100위~1000위 중소 건설기업의 5개년 시공능력평가액 추이를 살펴보면, 연평균증가율 3.7%에 그침

❍ 중소 건설기업의 기업체 수 및 종업원 수 등 외형적 측면뿐만 아니라 건설시장 내에서 차지하는 시장 점유율 비중 측면에서 정체 혹은 감소되고 있는 것으로 나타남

【 표 3-26 】 100위~1000위 중소 건설기업 시공능력평가액 5개년 추이

(단위: 백만원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	CAGR
100위~1000위 시공능력평가액	52,870	54,073	56,883	60,945	61,142	3.7%
건축분야 평가액	42,449	43,372	46,007	49,509	49,767	4.1%
건축분야 비중	79.2%	79.5%	79.9%	80.5%	79.9%	0.2%
1~99위 기업 시공능력평가액	-	-	-	-	1,703,928	-
전체 평균(3000여개 기업)	-	-	-	-	81,759	-

❑ 중소 건설기업 경영 여건

❍ 중소 건설기업은 '10년~'17년 기간동안 경영 상태가 개선되는 모습이었으나, 매출액 증가율이 2017년 14.39%에서 2018년 2.52%로 급격히 하락

❍ 총자산 증가율은 2018년 기준 9.84%에 머물러 있는 실정

【 표 3-27 】 중소 건설기업의 총자산증가율 및 매출액증가율(2010~2018)

(단위: %)

중소기업	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
총자산증가율	0.88	3.73	2.57	4.47	2.93	9.49	12.65	10.94	9.84
매출액증가율	-0.34	4.38	2.86	8.36	5.39	10.38	11.48	14.39	2.52



【 그림 3-10 】 중소 건설기업의 주요 성장성 지표

❑ 중소 건설기업 위상

❍ (업체 수) 중소 건설기업에 종사하는 업체 수는 2010년 79,626개사에서 82,700개사로 증가 하였으며, 건설업 전체 기업체 수의 99.7%에 달하는 수준임

【 표 3-28 】 중소 건설기업 업체 수 및 비중

(단위: 개사)

구분	2010	2011	2012	2013	2014
전체	79,873	79,646	80,352	81,079	82,963
대기업	247	263	262	272	263
중소기업	79,626	79,383	80,090	80,807	82,700
중소기업 비중	99.7%	99.7%	99.7%	99.7%	99.7%



【 그림 3-11 】 중소 건설기업 업체 수

❍ (매출액) 중소 건설업이 시장에서 차지하는 비율은 2014년 기준 20조원으로 기업체 수가 99.7%를 차지하는 데 비해 매출액 비중은 60% 대에 그치는 추세를 보이고 있음

【 표 3-29 】 중소 건설기업 매출액 및 비중

(단위: 십억원)

구분	2010	2011	2012	2013	2014
전체	297,437	302,233	310,127	325,572	334,866
대기업	112,744	118,795	125,090	125,470	128,046
중소기업	184,693	183,438	185,037	200,102	206,820
중소기업 비중	62.1%	60.7%	59.7%	61.5%	61.8%

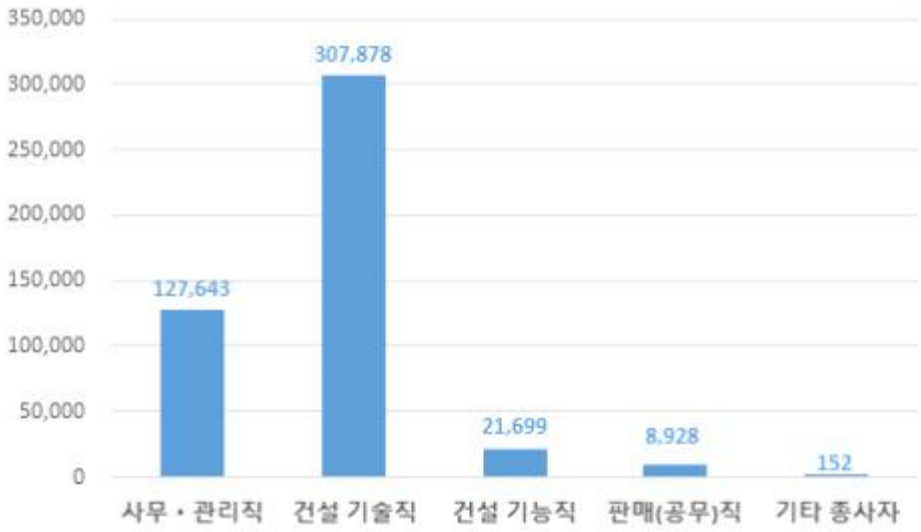


【 그림 3-12 】 중소 건설기업 매출액 및 비중

❍ (종사자) 중소 건설기업에 종사하는 사람은 2017년 기준 547,825명으로, 건설 기술직 및 건설 기능직이 약 40만명으로 73.2%를 차지하고 있음

【 표 3-30 】 중소 건설기업 종사자 수 및 직무별 비중

구분	합계 (명)	직무별 비중				
		사무·관리직	건설 기술직	건설 기능직	판매 (공무)직	기타 종사자
건설업	**547,825**	23.3%	56.2%	17.0%	2.9%	0.7%
종합건설업	**168,514**	24.0%	59.7%	12.9%	2.6%	0.8%
전문직별공사업	**379,311**	23.0%	54.6%	18.8%	3.0%	0.6%



【 그림 3-13 】 중소 건설기업 종사자 수 직무별 비중

❍ (부가가치생산액) 부가가치생산액 기준으로 중소기업이 2010년 이후 50% 이상을 차지하였으나, 2013년 급격히 감소하여 2018년 기준 48.4% 수준으로 변동이 없는 상황임

【 표 3-31 】 중소 건설기업 부가가치생산액 및 비중

(단위: 억원)

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
부가가치 생산액	25,126.5	26,771.0	28,133.8	35,623.1	32,593.1	31,174.5	34,053.5	37,955.6	38,111.0
중소기업 비중	53.3%	56.0%	49.0%	71.9%	60.7%	55.8%	51.1%	48.2%	48.4%
전체	47,125.1	47,799.3	57,408.4	49,552.2	53,738.3	55,856.6	66,619.5	78,826.2	78,743.2



【 그림 3-14 】 중소 건설기업 부가가치생산액

2.2.4.3. 기업규모별 건설기업의 산업경쟁력

❑ 부가가치

❍ 건설업의 부가가치는 증가 추세를 보이고 있으나, 기업 규모별로 살펴보면 대기업은 부가가치 증가와 감소가 반복되어 온 반면, 중소기업은 꾸준히 증가추세를 보이고 있음

- 대기업은 `13년 부가가치가 13조 9,290억 원으로 대폭 감소하였으나 `14년부터 지속적으로 증가추세를 보인 후 `18년 소폭 감소
- 중소기업은 `13년 부가가치가 17조 7,600억 원으로 최고치를 찍은 후 소폭의 증감을 반복하고 있는 것으로 나타남
- `13년 이전에는 대기업과 중소기업의 부가가치 증감률이 서로 대조적인 역관계 패턴을 보이는 것으로 나타났으나, `14년 이후 동일한 패턴을 보임

❍ 부가가치는 대부분의 연도에서 대기업이 중소기업보다 약 2.0배가 많은 것으로 나타남

- 예외적으로 `13년에는 중소기업이 대기업보다 부가가치가 약 1.3배 이상 많은 것으로 나타났으나, 그 외의 연도에서는 대기업이 중소기업의 부가가치보다 평균 1.8배 이상 많은 것으로 나타남

【 표 3-32 】 건설업의 대기업과 중소기업의 부가가치

(단위: 십억 원)

연도	중소기업	대기업	대기업/중소기업
2010	12,563	21,999	1.75
2011	13,386	21,028	1.57
2012	14,007	29,275	2.09
2013	17,760	13,929	0.78
2014	16,250	21,145	1.30
2015	15,587	24,682	1.58
2016	17,027	32,566	1.91
2017	18,978	40,871	2.15
2018	19,056	40,632	2.13
합계	**144,613**	**246,127**	-



【 그림 3-15 】 건설업의 대기업과 중소기업의 부가가치 추이

❑ 생산성

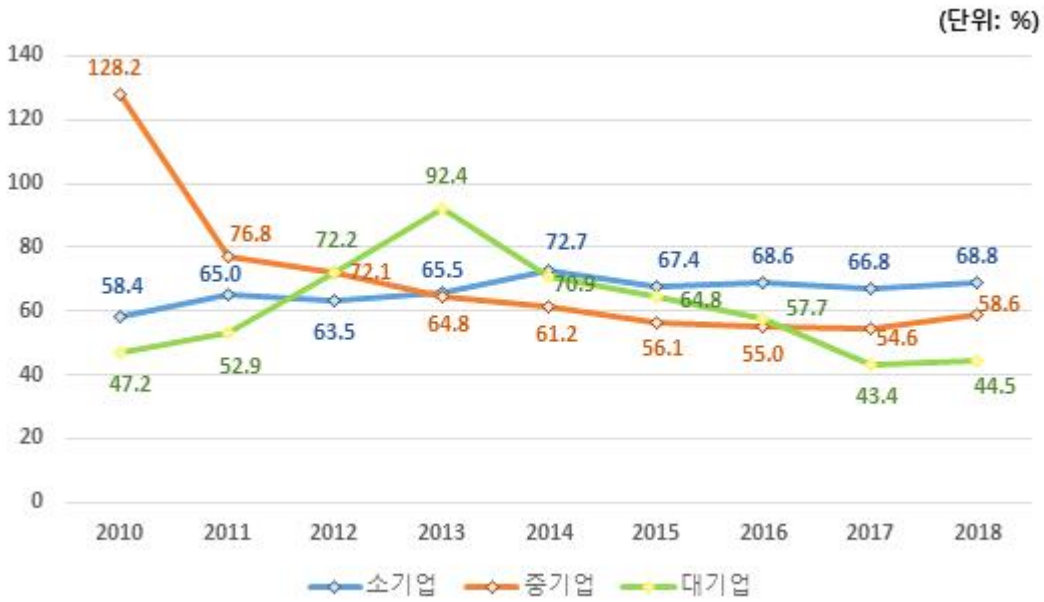
❍ 건설업의 노동소득분배율은 중기업이 평균 69.7%로 가장 높은 것으로 나타남

- 대기업은 `13년 노동소득분배율이 92.4%로 대폭 증가하였으나 `14년부터 지속적으로 감소추세를 유지
- 중기업은 `10년 노동소득분배율이 128.2%로 최고치를 찍은 후 지속적으로 감소 추세를 보인 후 `18년 소폭 증가
- 소기업은 노동소득분배율이 소폭의 증감을 반폭하나 지속적으로 증가 추세를 보이고 있음

【 표 3-33 】 건설업의 기업규모별 노동소득분배율

(단위: %)

연도	소기업	중소기업	대기업
2010	58.4	128.2	47.2
2011	65.0	76.8	52.9
2012	63.5	72.1	72.2
2013	65.5	64.8	92.4
2014	72.7	61.2	70.9
2015	67.4	56.1	64.8
2016	68.6	55.0	57.7
2017	66.8	54.6	43.4
2018	68.8	58.6	44.5



【 그림 3-16 】 건설업의 대기업, 중기업 및 소기업의 노동소득분배율

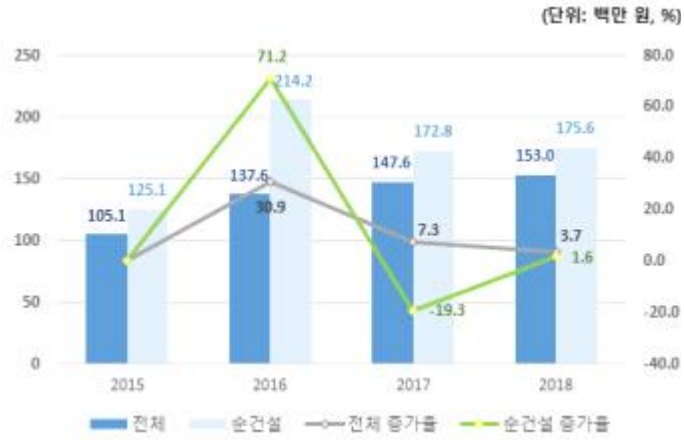
❍ 건설업의 노동생산성은 증가추세를 보이고 있으나 순건설업체의 노동생산성은 감소 추세

- 건설업 전체의 노동생산성은 지속적으로 증가하고 있으며, `18년은 전년대비 3.7%가 증가한 1억 5,300만 원 기록
- 순건설업체의 노동생산성은 `16년 2억 1,420만 원(전년대비 ▲71.2%)으로 가장 높았으며, `17년 이후 1억 7,000만 원대로 유지

【 표 3-34 】 건설업의 종업원 1인당 부가가치액(노동생산성)

(단위: 백만 원, %)

구분	2015	2016	2017	2018	
				금액	증가율
전체	105.1	137.6	147.6	**153.0**	**3.7**
순건설업체 30)	125.1	214.2	172.8	**175.6**	**1.6**



❑ 일자리 창출 효과

❍ 고용 탄력성

- 평균적으로 종합건설업의 양적인 일자리 창출 효과가 전문건설업보다 큰 것으로 나타났으며, 중소기업의 경우 종합건설업과 전문건설업 모두 대기업에 비하여 고용탄력성이 상대적으로 낮게 추정됨

【 표 3-35 】 고용 탄력성 비교

구분	종합건설업	전문건설업
대기업	0.87	0.79
중소기업	0.32	-0.80

※ 자료: 한국건설산업연구원, 중소 건설업 시장 구조 분석(2017)

❍ 임금 탄력성

- 평균적으로 종합건설업의 질적인 일자리 창출 효과가 전문건설업보다 큰 것으로 나타났으며, 중소기업의 경우 종합건설업과 전문건설업 모두 대기업에 비하여 임금탄력성이 상대적으로 낮게 추정됨

【 표 3-36 】 임금 탄력성 비교

구분	종합건설업	전문건설업
대기업	2.28	1.08
중소기업	1.25	0.82

※ 자료: 한국건설산업연구원, 중소 건설업 시장 구조 분석(2017)

30) 순건설업체는 건설업매출비율이 80% 이상인 업체

❑ 해외수주

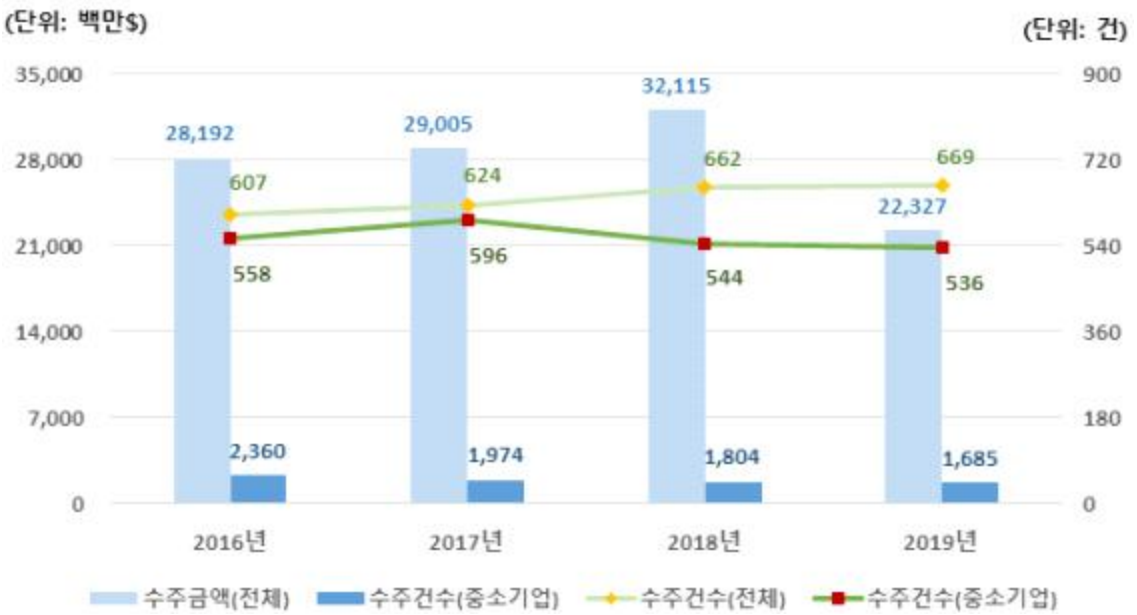
❍ 국내 및 중소 건설기업 해외 수주(전체)

- 지속되는 국내 건설경기 위축으로 건설산업의 해외시장 진출은 건설업계의 핵심과제로 인식되고 있으며, 특히 중소 건설기업의 해외 수주가 큰 이슈가 되고 있는 실정
- 그러나 과거 해외건설 최대 수주지역이였던 중동에서의 수주 부진이 장기화되면서 2019년 기준 해외건설 수주금액이 약 223억 달러로 13년만에 최저치를 기록
- 특히 중소 건설기업의 해외 수주 현황은 지속 악화되고 있는 실정으로, 중소기업의 수주건수는 국내 전체의 8~90%대를 상회하는 반면 수주금액은 약 9%에도 못미치는 등 실질적인 해외 진출 여건이 어려운 실정

【 표 3-37 】 국내 및 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황(전체)

(단위: 백만$)

구분		2016년	2017년	2018년	2019년
수주금액	국내	28,192	29,005	32,115	22,327
	중소기업	**2,360**	**1,974**	**1,804**	**1,685**
	비율	8.4%	6.8%	5.6%	7.5%
수주건수	국내	607	624	662	669
	중소기업	**558**	**596**	**544**	**536**
	비율	91.9%	95.5%	82.2%	80.1%
진출국가	국내	101	105	106	100
	중소기업	**88**	**93**	**92**	**92**
	비율	87.1%	88.6%	86.8%	92.0%
진출업체	국내	-	-	-	-
	중소기업	**321**	**322**	**301**	**282**



【 그림 3-17 】 국내 및 중소 건설기업 해외건설 수주 현황(전체)

❍ 지역별 국내 및 중소 건설기업 해외 수주 현황

- 지역별로 살펴보면, 과거 해외건설 수주 핵심 지역이었던 중동의 해외수주금액은 2017년 146억 달러를 기점으로 2018년 92억 달러, 2019년 47억 달러로 빠르게 감소하고 있는 경향을 보임
- 국내기업 전반적으로 2018년 중동지역의 수주 부진 이후 아시아 지역으로의 해외 수주 비중을 높이고 있는 양상을 띠고 있음
- 중소 건설기업의 경우, 전반적인 해외건설 수주액 감소에 따라 동반 감소하는 양상을 보이고 있으나 국내 전체 해외수주액에서 차지하는 비중이 낮아 중소 건설기업 자체적으로 감소한 수주금액은 크지 않은 편
- 중소기업의 태평양·북미, 유럽 지역 해외건설 수주 현황은 '16년~'19년 4개년 평균 1억 달러 미만으로 매우 부진한 실정이며, 아프리카나 중남미 지역의 경우에도 2017년까지 국내 전체 해외건설 수주에서 상당한 비중을 차지하였으나 2018년 이후 대폭 감소하는 추세

【 표 3-38 】 지역별 국내 및 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황

(단위: 백만$)

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	4개년 평균
중동	국내	10,693	14,578	9,204	4,757	9,808
	중소기업	**1,044**	**807**	**644**	**686**	**795**
	비율	9.8%	5.5%	7.0%	14.4%	
아시아	국내	12,675	12,492	16,207	12,540	13,479
	중소기업	**837**	**763**	**911**	**711**	**806**
	비율	6.6%	6.1%	5.6%	5.7%	
태평양·북미	국내	1,380	554	1,040	566	885
	중소기업	**60**	**8.6**	**42**	**54**	**41**
	비율	4.4%	1.5%	4.0%	9.5%	
유럽	국내	560	320	3,709	2,470	1,765
	중소기업	**3.3**	**30**	**113**	**100**	**62**
	비율	0.6%	9.4%	3.0%	4.1%	
아프리카	국내	1,225	698	1,222	1,714	1,215
	중소기업	**144**	**197**	**53**	**107**	**125**
	비율	11.8%	28.2%	4.3%	6.2%	
중남미	국내	1,618	362	733	280	748
	중소기업	**272**	**169**	**40**	**28**	**127**
	비율	16.8%	46.8%	5.5%	9.9%	
합계	국내	28,192	29,005	32,115	22,327	27,910
	중소기업	**2,360**	**1,974**	**1,804**	**1,685**	**1,956**
	비율	8.4%	6.8%	5.6%	7.5%	

❍ 국가별 국내 건설기업 해외 수주 현황[31)]

- (국내) 2018년 아랍에미리트에서의 해외건설 수주금액은 53억 달러로 해외수주 상위 10위 국가 중 22.2%를 차지하여 1위를 기록하였으나, 2019년에는 7억 달러(4.1%)로 크게 감소하여 9위를 기록

【 표 3-39 】 국가별 국내 건설기업의 해외건설 수주 현황

(단위: 백만$)

순위	2018년			2019년		
	국가명	금액	비율	국가명	금액	비율
1	아랍에미리트	5,337	22.2%	인도네시아	3,744	21.9%
2	베트남	4,404	18.3%	사우디아라비아	3,020	17.7%
3	러시아	3,141	13.1%	중국	2,365	13.8%
4	싱가포르	2,584	10.7%	베트남	1,650	9.6%
5	사우디아라비아	2,405	10.0%	폴란드	1,535	9.0%
6	태국	1,971	8.2%	나이지리아	1,320	7.7%
7	중국	1,313	5.5%	싱가포르	1,288	7.5%
8	홍콩	1,065	4.4%	방글라데시	886	5.2%
9	말레이시아	943	3.9%	아랍에미리트	709	4.1%
10	인도	895	3.7%	이라크	582	3.4%
합계	**24,058**		**100.0%**	**17,099**		**100.0%**

❍ 국가별 중소 건설기업 해외 수주 현황

- 중소 건설기업은 2018년과 2019년 모두 베트남에서의 해외건설 수주 실적이 높은 것으로 확인되며, 2018년 중동 지역 해외 수주 부진 이후 2019년에는 홍콩, 폴란드, 에티오피아 등 신규 국가들이 해외건설 수주 규모 상위 10위 안으로 진입
- 다만, 국가별 해외수주 금액의 규모가 국내 대비 매우 적어 중소 건설기업 내에서는 해외 수주 금액 간 비교가 크게 유의미하지는 않은 것으로 판단됨

【 표 3-40 】 국가별 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황

(단위: 백만$)

순위	2018년			2019년		
	국가	금액	비율	국가	금액	비율
1	베트남	246	19.0%	아랍에미리트	268	22.7%
2	인도	220	17.0%	베트남	227	19.2%
3	쿠웨이트	194	15.0%	사우디아라비아	136	11.5%
4	아랍에미리트	149	11.5%	홍콩	127	10.8%
5	사우디아라비아	115	8.8%	쿠웨이트	124	10.5%
6	러시아	87	6.7%	이라크	83	7.1%
7	싱가포르	84	6.5%	폴란드	66	5.6%
8	방글라데시	76	5.9%	인도	62	5.2%
9	알제리	63	4.9%	에티오피아	45	3.8%
10	이라크	62	4.8%	방글라데시	42	3.6%
합계	**1,296**		**100.0%**	**1,182**		**100.0%**

31) 국내 및 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황은 해외건설 수주 금액 상위 10위 국가까지만 반영

❍ 공종별 국내 및 중소 건설기업 해외 수주 현황

- 5개 건설 공종 중 '16~'19년 평균 중소기업의 해외건설 수주금액은 건축분야가 약 8억 달러로 수주규모 측면에서 가장 높으나, 해외 수주 실적 비중이 높은 분야는 전기·통신인 것으로 나타남
- 특히, 건축 분야에서의 중소 건설기업 해외 수주 실적은 '17년 약 5억 4천만 달러를 기록하며 전년대비 크게 증가했으나, '19년에는 2억 5천만 달러로 '17년의 절반에 못미치는 수준으로 하락

【 표 3-41 】 공종별 국내 및 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황

(단위: 백만$)

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	4개년 평균
토목	전체	6,440	5,139	7,162	4,539	5,820
	중소기업	**457**	**411**	**485**	**342**	**424**
	비율	7.1%	8.0%	6.8%	7.5%	
건축	전체	5,330	2,408	5,378	4,913	4,507
	중소기업	**368**	**539**	**404**	**253**	**391**
	비율	6.9%	22.4%	7.5%	5.2%	
산업설비 (플랜트)	전체	13,250	19,912	18,377	10,870	15,602
	중소기업	**831**	**350**	**409**	**508**	**525**
	비율	6.3%	1.8%	2.2%	4.7%	
전기·통신	전체	1,483	709	379	797	842
	중소기업	**584**	**467**	**415**	**417**	**471**
	비율	39.4%	65.9%	109.4%	52.3%	
용역	전체	1,690	835	819	1,208	1,138
	중소기업	**120**	**207**	**91**	**166**	**146**
	비율	7.1%	24.8%	11.1%	13.7%	

❍ 수행업종별 중소 건설기업 해외 수주 현황

- '18년~'19년 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황을 수행업종별로 분석한 결과, 2개연도 모두 전문건설업에서의 해외건설 수주 금액 비중이 약 50% 내외로 가장 높게 나타남
- 종합건설업의 경우, 해외건설 수주 금액이 '18년 5억 5천만 달러로 8개 업종 중 약 30.7%를 차지하였으나 '19년에는 1억 6천만 달러(9.9%)로 크게 감소한 반면, 전기공사업은 '18년 2억 7천만 달러(15.3%)에서 '19년 3억 8천만 달러(22.9%)로 크게 증가

【 표 3-42 】 수행업종별 중소 건설기업의 해외건설 수주 현황

(단위: 백만$)

구분	2018년		2019년	
	금액	비중	금액	비중
종합건설업	553	30.7%	166	9.9%
전기공사업	276	15.3%	386	22.9%
정보통신공사업	3	0.2%	1	0.1%
건설엔지니어링업	79	4.4%	140	8.3%
해외공사수주및 개발업	6	0.4%	46	2.7%
전문건설업	886	49.1%	946	56.1%
환경전문공사업	0	0.0%	1	0.1%
주택건설/대지조성 사업	0	0.0%	0	0.0%
합계	**1,804**	**100.0%**	**1,685**	**100.0%**

2.2.4.4. 그린리모델링 사업체 현황 분석

❑ 개요

❍ (분석 목적) 국내 건설기업 중 동 사업이 타겟으로 하는 그린리모델링 분야의 대표업종별 및 기업규모별 사업체 현황을 분석하여 산업체의 현황 및 R&D 역량 검토

❍ (분석 대상) 그린리모델링 이자지원사업에 등록되어 있는 그린리모델링 사업체

❍ (분석 내용) 그린리모델링 사업체 일반형황, 대표업종별 현황, 기업규모별 현황

❍ (분석 방법) 그린리모델링창조센터에 게시되어 잇는 그린리모델링 사업체 리스트를 기반으로 기업규모, 주요상품, 종업원수, 매출액 및 당기순이익 등 조사·분석 실시

【 표 3-43 】 분석 내용

구분	내용	
그린리모델링 사업체 일반현황	▪ 대표업종 ▪ 사업가능공사 ▪ 소재지 ▪ 기업부설연구소	▪ 용도선택 ▪ 기업규모 ▪ 매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체)
대표업종별	▪ 실적유무 ▪ 사업가능공사 ▪ 기업규모 ▪ 기업부설연구소	▪ 종업원 수 ▪ 매출액 ▪ 당기순이익
기업규모별	▪ 실적유무 ▪ 사업가능공사 ▪ 기업규모	▪ 종업원 수 ▪ 매출액 ▪ 당기순이익

1) 그린리모델링 사업체 일반현황

❑ 대표업종

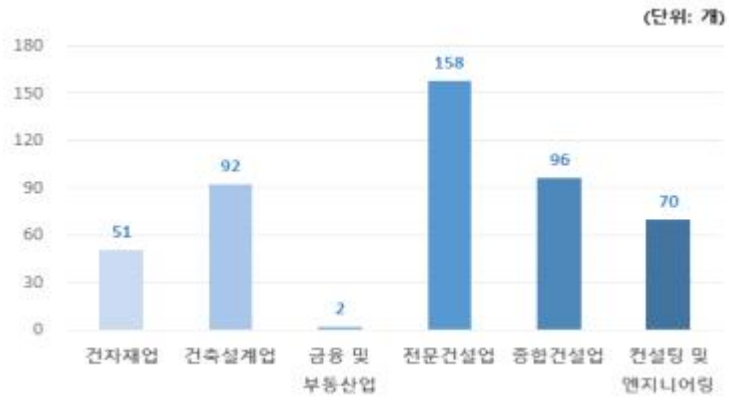
❍ 그린리모델링 사업체의 대표업종을 분석한 결과, 전문건설업, 종합건설업 및 건축설계업이 전체 중 69.1%를 차지

- 전문건설업이 158개사(33.7%)로 가장 많았으며, 그 다음으로 종합건설업이 96개사(20.5%), 건축설계업이 92개사(19.6%) 순
- 금융 및 부동산업은 2개사(0.4%)로 그린리모델링 분야 사업체 수가 가장 작은 것으로 나타남

【 표 3-44 】 그린리모델링 사업체의 대표업종

(n=469)

구분	업체 수	비율
건자재업	51	10.9%
건축설계업	92	19.6%
금융 및 부동산업	2	0.4%
전문건설업	158	**33.7%**
종합건설업	96	20.5%
컨설팅 및 엔지니어링	70	14.9%
합계	**469**	100.0%



【 그림 3-18 】 그린리모델링 사업체 대표업종

❑ 사업가능공사

❍ 그린리모델링 사업체의 사업가능공사를 분석한 결과, 해당없음을 제외하고 창호분야가 406개사(14.4%)로 가장 많은 것으로 나타남

- 그 다음으로 단열분야가 345개사(12.3%), 조명분야가 296개사(10.5%) 순
- 기계설비 및 기타는 각각 264개사(9.4%)로 그린리모델링 분야 사업체 수가 가장 작은 것으로 나타남

【 표 3-45 】 그린리모델링 사업체의 사업가능공사

(n=469, 복수응답)

구분	업체 수	비율
단열	345	12.3%
창호	406	**14.4%**
조명	296	10.5%
기계설비	264	9.4%
신재생	271	9.6%
기타	264	9.4%
해당없음	968	34.4%
합계	2,814	**100.0%**



【 그림 3-19 】 그린리모델링 사업체 사업가능공사

❑ 지역

❍ 그린리모델링 사업체의 지역별 분포를 분석한 결과, 서울지역이 181개사(38.6%)로 가장 많은 것으로 나타남

- 그 다음으로 경기지역이 86개사(18.3%), 부산지역이 30개사(6.4%) 순
- 반면, 세종지역, 제주지역, 울산지역 및 전북지역은 2.0% 내외로 그린리모델링 분야 사업체 수는 미미한 수준으로 나타남

【 표 3-46 】 그린리모델링 사업체의 지역별 분포

(n=469)

구분	업체 수	비율	구분	업체 수	비율
서울	**181**	**38.6%**	세종	1	0.2%
경기	**86**	**18.3%**	울산	6	1.3%
인천	17	3.6%	충남	15	3.2%
강원	10	2.1%	충북	14	3.0%
광주	14	3.0%	전남	12	2.6%
대구	23	4.9%	전북	8	1.7%
대전	26	5.5%	경남	11	2.3%
부산	**30**	**6.4%**	경북	10	2.1%
제주	5	1.1%			



【 그림 3-20 】 그린리모델링 사업체의 지역별 분포

❑ 용도

❍ 그린리모델링 사업체의 용도를 분석한 결과, 정보없음을 제외하고 주거용이 전체 중 23.4%를 차지

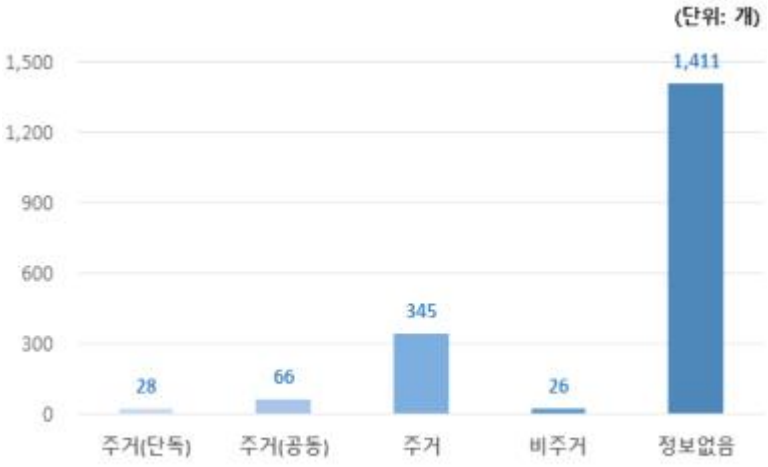
❍ 주거용이 345개사(18.4%)로 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 다음으로 주거(공동)이 66개사(3.5%), 주거(단독)이 28개사(1.5%) 순

- 반면, 비주거는 26개사(1.4%)로 주거대비 그린리모델링 분야 사업체 수는 미미한 수준으로 나타남

【 표 3-47 】 그린리모델링 사업체의 용도

(n=469, 복수응답)

구분	업체 수	비율
주거(단독)	28	1.5%
주거(공동)	66	3.5%
주거	**345**	18.4%
비주거	26	1.4%
정보없음	1,411	75.2%
합계	**1,876**	**100.0%**



❑ 기업규모

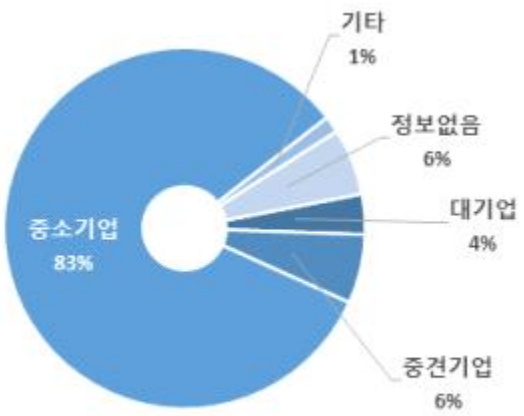
❍ 그린리모델링 사업체의 기업규모를 분석한 결과, 정보없음을 제외하고 중소기업이 388개사(82.7%)로 가장 많은 것으로 나타남

- 그 다음으로 중견기업이 29개사(6.2%), 대기업이 17개사(3.6%) 순
- 반면, 기타는 7개사(1.5%)로 그린리모델링 분야 사업체는 미미한 수준

【 표 3-48 】 그린리모델링 사업체의 기업규모

(n=469, 복수응답)

구분	업체 수	비율
대기업	17	3.6%
중견기업	29	6.2%
중소기업	**388**	**82.7%**
기타	7	1.5%
정보없음	28	6.0%
합계	469	**100.0%**



❑ 매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체)

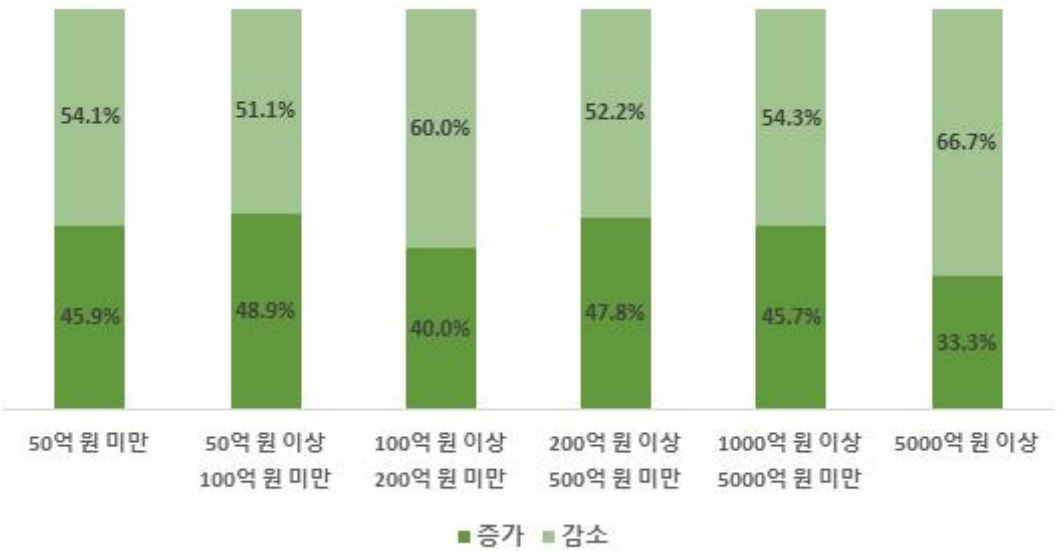
❍ 그린리모델링 사업체를 매출액 구간별로 구분하여 최근 3개년 간의 순이익 증감 현황을 분석한 결과, 사업체 중 약 54.8%의 최근 3개년 순이익이 감소하고 있어 그린리모델링 사업체 전반적으로 감소 추세에 있는 것으로 나타남

- 특히, 최근 3개년 동안 순이익 감소 비율이 가장 많은 매출액 구간은 '5000억 원 이상(66.7%)'으로, 대부분 중견급 이상의 사업체가 순이익 감소 추세에 있는 것으로 확인
- 반면, '50억 원 이상 100억 원 미만(48.9%)' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비중은 48.9%로 6개 구간 중 순이익이 증가한 사업체가 가장 많이 분포되어 있는 것으로 나타남

【 표 3-49 】 그린리모델링 사업체 매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체)

(n=310)

구분	증가	감소	소계
50억원 미만	68	80	148
비중(%)	45.9	54.1	100.0
50억원 이상 100억원 미만	22	23	45
비중(%)	48.9	51.1	100.0
100억원 이상 200억원 미만	12	18	30
비중(%)	40.0	60.0	100.0
200억원 이상 500억원 미만	11	12	23
비중(%)	47.8	52.2	100.0
1000억원 이상 5000억원 미만	21	25	46
비중(%)	45.7	54.3	100.0
5000억원 이상	6	12	18
비중(%)	33.3	66.7	100.0
총합계	**140**	**170**	**310**
비중(%)	**45.2**	**54.8**	**100.0**



【 그림 3-21 】 그린리모델링 사업체 매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체)

❑ 기업부설연구소

❍ 그린리모델링 사업체의 기업부설연구소 유무를 분석한 결과, 정보없음을 제외하고 기업부설연구소가 있는 사업체는 129개사(27.5%)로 나타남

- 반면, 기업부설연구소가 없는 기업은 90개사(10.7%)로 나타남

【 표 3-50 】 그린리모델링 사업체의 기업부설연구소

(n=469)

구분	업체 수	비율
유	**129**	**27.5%**
무	90	10.7%
정보없음	290	61.8%
합계	**469**	**100.0%**



2) 대표업종별 현황

❑ 실적유무

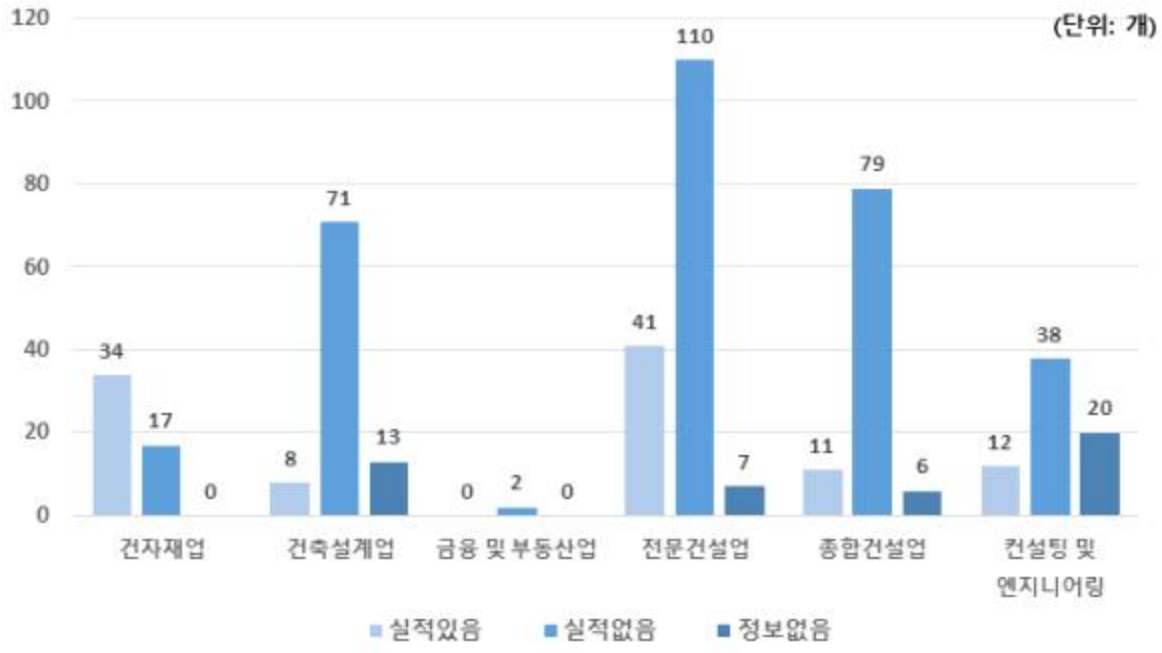
❍ 그린리모델링 사업체의 대표업종별 실적유무를 분석한 결과, 실적이 있는 사업체 중 업체 수가 가장 많은 업종은 전문건설업으로 전체 업종 중 39.0%를 차지

- 그 다음으로 건자재업이 34개사(32.0%), 컨설팅 및 엔지니어링이 12개사(11.0%) 순이며, 금융 및 부동산업의 실적은 0개사로 동 업종은 타 업종 대비 실적이 미미한 수준
- 업종별로는 건자재업의 실적이 34개사(66.7%)로 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 다음으로 전문건설업이 41개사(25.9%), 컨설팅 및 엔지니어링이 12개사(17.1%) 순

【 표 3-51 】 대표업종별 실적유무

(n=469)

구분	건자재업		건축설계업		금융 및 부동산업		전문건설업		종합건설업		컨설팅 및 엔지니어링	
	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율
실적 있음	**34**	**66.7**	**8**	**8.7**	**0**	**0.0**	**41**	**25.9**	**11**	**11.5**	**12**	**17.1**
실적 없음	17	33.3	71	77.2	2	100.0	110	69.6	79	82.3	38	54.3
정보 없음	0	0.0	13	14.1	0	0.0	7	4.4	6	6.3	20	28.6
합계	**51**	**100.0**	**92**	**100.0**	**2**	**100.0**	**158**	**100.0**	**96**	**100.0**	**70**	**100.0**



【 그림 3-22 】 대표업종별 실적유무

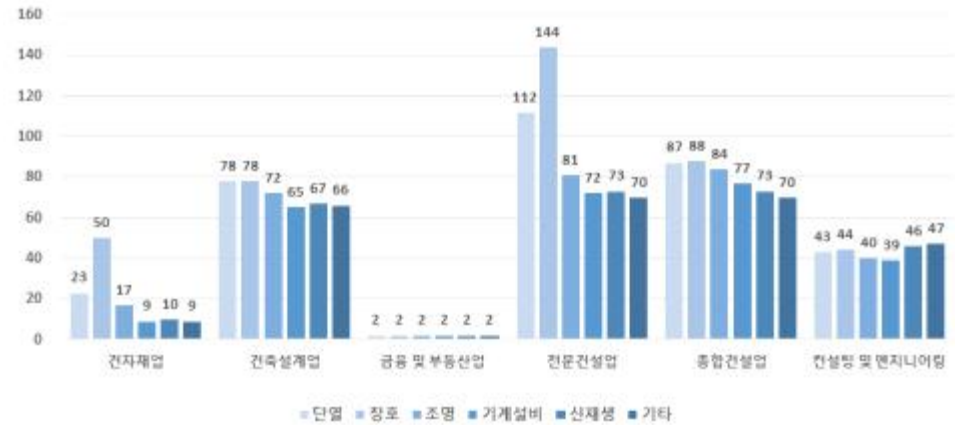
❑ 사업가능공사

❍ 그린리모델링 사업체의 대표업종별 사업가능공사를 분석한 결과, 전체 업종의 사업가능공사는 컨설팅 및 엔지니어링을 제외하고 창호가 가장 많은 것으로 나타남

- 건자재업의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 창호가 50개사로 전체 분야 중 42.4%를 차지하였으며, 그 다음으로 단열이 23개사(19.5%), 조명이 17개사(14.4%) 순
- 건축설계업의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 단열과 창호가 각각 78개사로 전체 분야 중 각각 18.3%를 차지하였으며, 그 다음으로 조명이 72개사(16.9%), 신재생이 67개사(15.7%) 순
- 금융 및 부동산업의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 없으며, 전체 분야가 각각 2건으로 16.7%를 차지
- 전문건설업의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 창호가 144개사로 전체 분야 중 26.1%를 차지하였으며, 그 다음으로 단열이 112개사(20.3%), 조명이 81개사(14.7%) 순
- 종합건설업의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 창호가 88개사로 전체 분야 중 18.4%를 차지하였으며, 단열이 87개사(18.2%), 조명이 84개사(17.5%) 순
- 컨설팅 및 엔지니어링의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 기타가 47개사로 전체 분야 중 18.1%를 차지하였으며, 신재생이 46개사(17.8%), 창호가 44개사(17.0%) 순

【 표 3-52 】 대표업종별 사업가능공사

구분	건자재업		건축설계업		금융 및 부동산업		전문건설업		종합건설업		컨설팅 및 엔지니어링	
	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율
단열	23	19.5	78	18.3	2	16.7	112	20.3	87	18.2	43	16.6
창호	**50**	**42.4**	**78**	**18.3**	**2**	**16.7**	**144**	**26.1**	**88**	**18.4**	44	17.0
조명	17	14.4	72	16.9	2	16.7	81	14.7	84	17.5	40	15.4
기계설비	9	7.6	65	15.3	2	16.7	72	13.0	77	16.1	39	15.1
신재생	10	8.5	67	15.7	2	16.7	73	13.2	73	15.2	46	17.8
기타	9	7.6	66	15.5	2	16.7	70	12.7	70	14.6	**47**	**18.1**
합계	**118**	**100.0**	**426**	**100.0**	**12**	**100.0**	**552**	**100.0**	**479**	**100.0**	**259**	**100.0**



【 그림 3-23 】 대표업종별 사업가능공사

❑ 기업규모

❍ 그린리모델링 사업체의 대표업종별 기업규모를 분석한 결과, 6개 대표업종 중 전문건설업에 분포한 기업수가 158개로 가장 많게 나타남

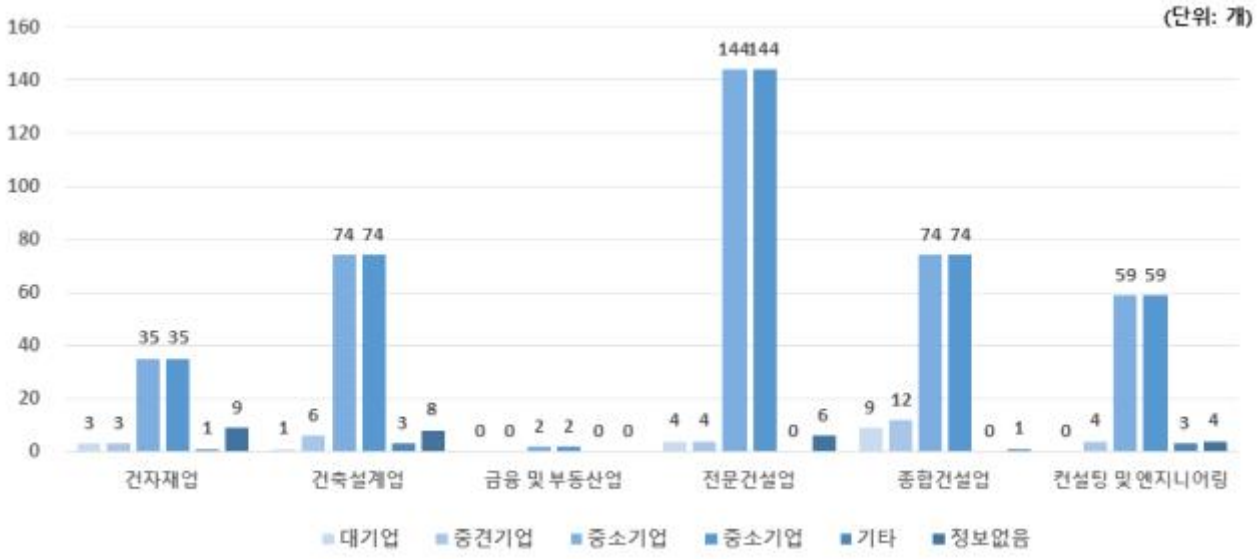
- 전문건설업 내 기업규모별 기업 수를 살펴보면, 중소기업 수가 144개(91.1%)로 가장 높게 나타남
- 반면, 금융 및 부동산업의 중소기업 수는 2개로 6개 대표업종 중 중소기업 수가 가장 적은 것으로 나타남

❍ 대기업의 경우, 종합건설업에서 9개 기업이 존재하는 것으로 확인되어 6개 대표업종 중 가장 많게 나타남

- 금융 및 부동산업과 컨설팅 및 엔지니어링의 경우, 업종 내 분포된 대기업은 0개인 것으로 확인

【 표 3-53 】 그린리모델링 사업체 대표업종별 기업규모

구분	건자재업		건축설계업		금융 및 부동산업		전문건설업		종합건설업		컨설팅 및 엔지니어링	
	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율
대기업	3	5.9%	1	1.1%	0	0.0%	4	2.5%	9	9.4%	0	0.0%
중견기업	3	5.9%	6	6.5%	0	0.0%	4	2.5%	12	12.5%	4	5.7%
중소기업	**35**	**68.6%**	**74**	**80.4%**	**2**	**100.0%**	**144**	**91.1%**	**74**	**77.1%**	**59**	**84.3%**
기타	1	2.0%	3	3.3%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	3	4.3%
정보없음	9	17.6%	8	8.7%	0	0.0%	6	3.8%	1	1.0%	4	5.7%
합계	**51**	**100.0%**	**92**	**100.0%**	**2**	**100.0%**	**158**	**100.0%**	**96**	**100.0%**	**70**	**100.0%**



【 그림 3-24 】 그린리모델링 사업체 대표업종별 기업규모

❑ 종업원 수

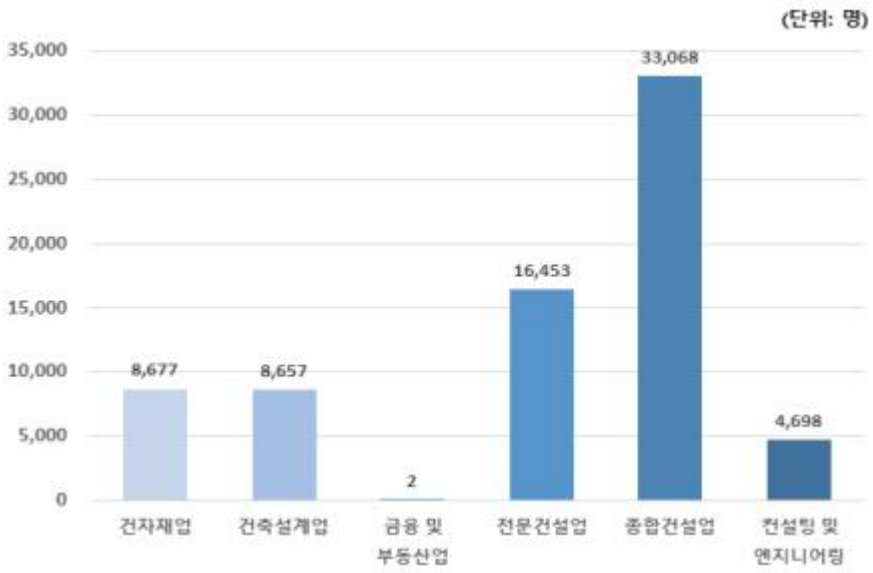
❍ 그린리모델링 사업체의 대표업종별 종업원 수를 분석한 결과, 종합건설업에 종사하는 종업원 수가 33,068명(46.2%)으로 가장 많게 나타남

- 그 다음으로, 건자재업 종사자 수 8,677명(12.1%), 건축설계업 종사자 수 8,657명(12.1%) 순
- 반면, 금융 및 부동산업의 경우 단 2명(0.0%)으로 그린리모델링 관련 금융 및 부동산업의 종사자 수가 매우 부족한 것으로 나타남

【 표 3-54 】 그린리모델링 사업체 대표업종별 종업원 수

(n=351)

구분	종업원수	비율
건자재업	8,677	12.1%
건축설계업	8,657	12.1%
금융 및 부동산업	2	0.0%
전문건설업	16,453	23.0%
종합건설업	**33,068**	**46.2%**
컨설팅 및 엔지니어링	4,698	6.6%
합계	**71,555**	**100.0%**



【 그림 3-25 】 그린리모델링 사업체 대표업종별 종업원 수

❑ 대표업종별-매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체)

❍ 그린리모델링 사업체 '대표업종별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, 금융 및 부동산업을 제외[32]하면 건자재업 관련 사업체에서 최근 3개년 순이익 감소한 사업체 비율이 74.1%로 가장 높게 나타남

- 건자재업 관련 사업체를 매출액 구간별로 살펴보면, '200억원 이상 500억원 미만' 및 '5000억원 이상' 구간에서 최근 3개년 순이익이 감소한 사업체 비율이 100.0%로 가장 많이 차지

❍ 반면, 순이익 증가 측면에서는 종합건설업에서 최근 3개년 순이익이 증가한 사업체 비율이 57.4%로 6개 대표업종 중 가장 높게 나타남

- 종합건설업 관련 사업체를 매출액 구간별로 살펴보면, '1000억 원 이상 5000억 원 미만' 구간에서 최근 3개년 순이익이 증가한 사업체 비율이 68.4%로 가장 많이 차지

【 표 3-55 】 대표업종별-매출액 구간별 순이익 증감 현황(대표업종별)

(n=310)

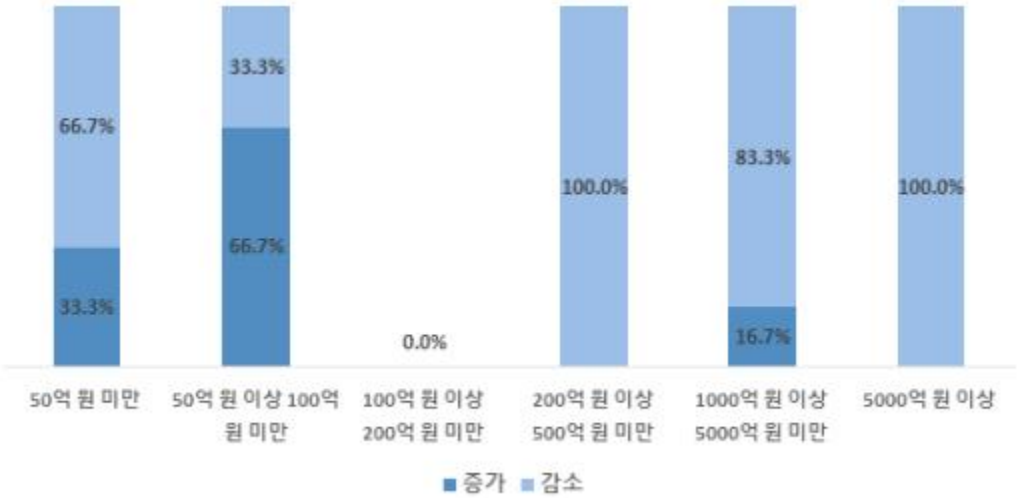
구분	건자재업			건축설계업			금융 및 부동산업			전문건설업			종합건설업			컨설팅 및 엔지니어링		
	증가	감소	소계	증가	감소	소계	증가	감소	소계	증가	감소	소계	증가	감소	소계	증가	감소	소계
50억원 미만	4	8	12	16	20	36	0	1	1	25	30	55	9	5	14	14	16	30
비중(%)	33.3	66.7	100	44.4	55.6	100	0.0	100	100	45.5	54.5	100	64.3	35.7	100	46.7	53.3	100
50억원 이상 100억원 미만	2	1	3	2	2	4	0	0	0	10	11	21	4	4	8	4	5	9
비중(%)	66.7	33.3	100	50.0	50.0	100	0.0	100	100	47.6	52.4	100	50.0	50.0	100	44.4	55.6	100
100억원 이상 200억원 미만	0	0	0	0	3	3	0	0	0	8	10	18	4	4	8	0	1	1
비중(%)	0.0	0.0	100	0.0	100	100	0.0	100	100	44.4	55.6	100	50.0	50.0	100	0.0	100	100
200억원 이상 500억원 미만	0	3	3	3	3	6	0	0	0	1	1	2	3	4	7	4	1	5
비중(%)	0.0	100	100	50.0	50.0	100	0.0	100	100	50.0	50.0	100	42.9	57.1	100	80.0	20.0	100
1000억원 이상 5000억원 미만	1	5	6	2	5	7	0	0	0	3	6	9	13	6	19	2	3	5
비중(%)	16.7	83.3	100	0.0	0.0	100	0.0	100	100	33.3	66.7	100	68.4	31.6	100	0.0	0.0	100
5000억원 이상	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6	6	12	0	0	0
비중(%)	0.0	100	100	0.0	0.0	100	0.0	100	100	0.0	100	100	50.0	50.0	100	0.0	0.0	100
총합계	**7**	**20**	**27**	**23**	**33**	**56**	**0**	**1**	**1**	**47**	**61**	**108**	**39**	**29**	**68**	**24**	**26**	**50**
비중(%)	**25.9**	**74.1**	**100**	**41.1**	**58.9**	**100**	**0.0**	**100**	**100**	**43.5**	**56.5**	**100**	**57.4**	**42.6**	**100**	**48.0**	**52.0**	**100**

32) 순이익 분석에서 금융 및 부동산업에 포함된 사업체는 1개로 모집단이 불충분하여 본 분석 대상에서 제외

❑ 대표업종별-매출액 구간별 순이익 증감 현황(대표업종)

❍ (건자재업) '대표업종별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, '200억 원 이상 500억 원 미만' 및 '5000억 원 이상' 구간에서 순이익이 감소한 사업체 비율이 100.0%으로 가장 많게 나타남

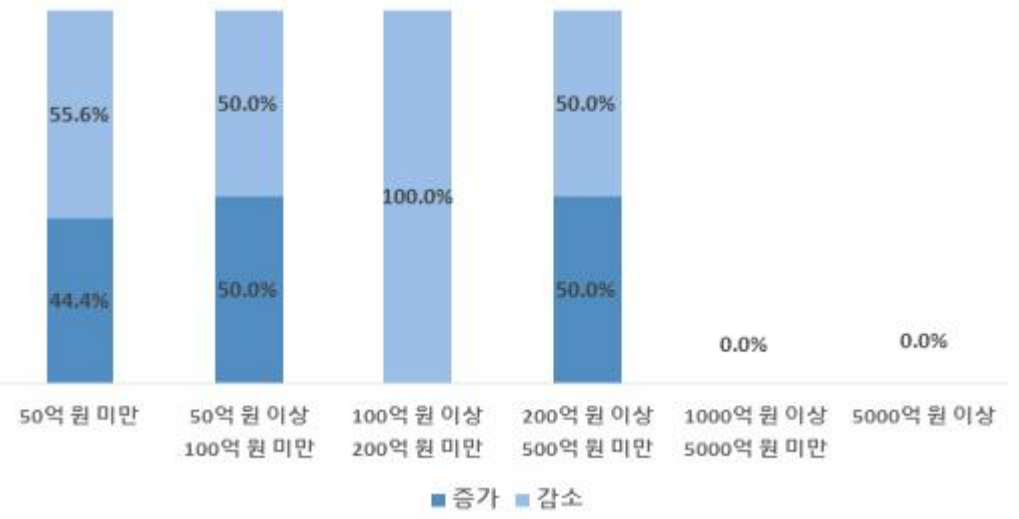
- 순이익 증가 측면에서는 '50억 원 이상 100억 원 미만' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비율이 66.7%로 가장 높게 나타남



【 그림 3-26 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(건자재업)

❍ (건축설계업) '대표업종별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, '100억 원 이상 200억 원 미만' 구간에서 순이익이 감소한 사업체 비율이 100.0%으로 가장 많게 나타남

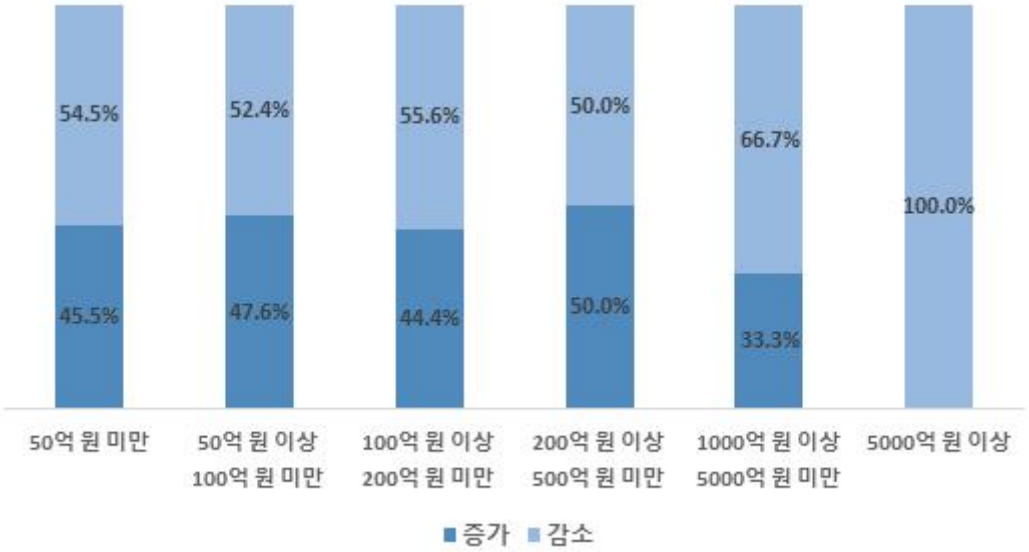
- 순이익 증가 측면에서는 '50억 원 이상 100억 원 미만' 및 '200억 이상 500억 미만' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비율이 50.0%로 가장 높게 나타남



【 그림 3-27 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(건축설계업)

❍ (전문건설업) '대표업종별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, '5,000억 원 이상' 구간에서 순이익이 감소한 사업체 비율이 100.0%으로 가장 많게 나타남

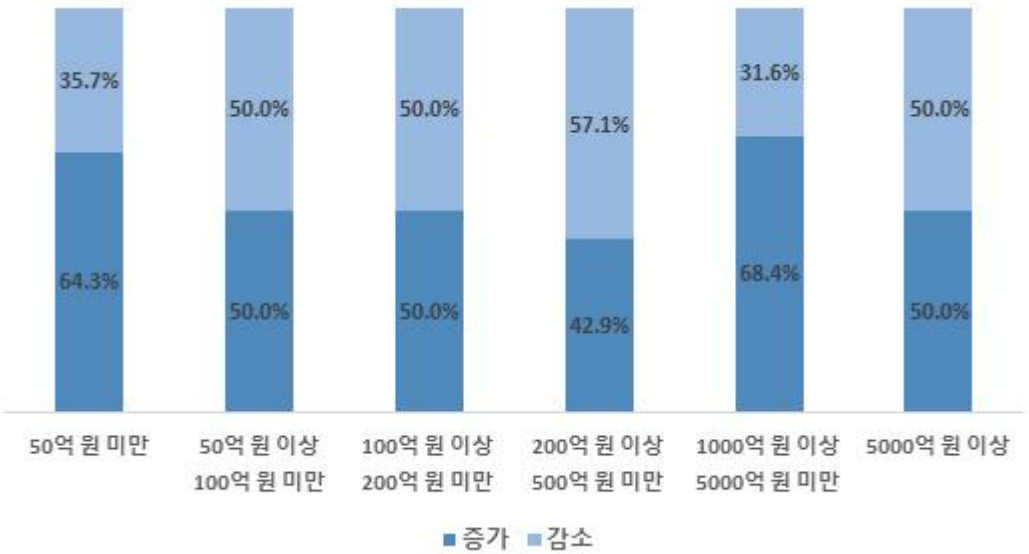
- 순이익 증가 측면에서는 '200억 원 이상 500억 원 미만' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비율이 50.0%로 가장 높게 나타남



【 그림 3-28 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(전문건설업)

❍ (종합건설업) '대표업종별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, '200억 원 이상 500억 원 미만' 구간에서 순이익이 감소한 사업체 비율이 57.1%으로 가장 많게 나타남

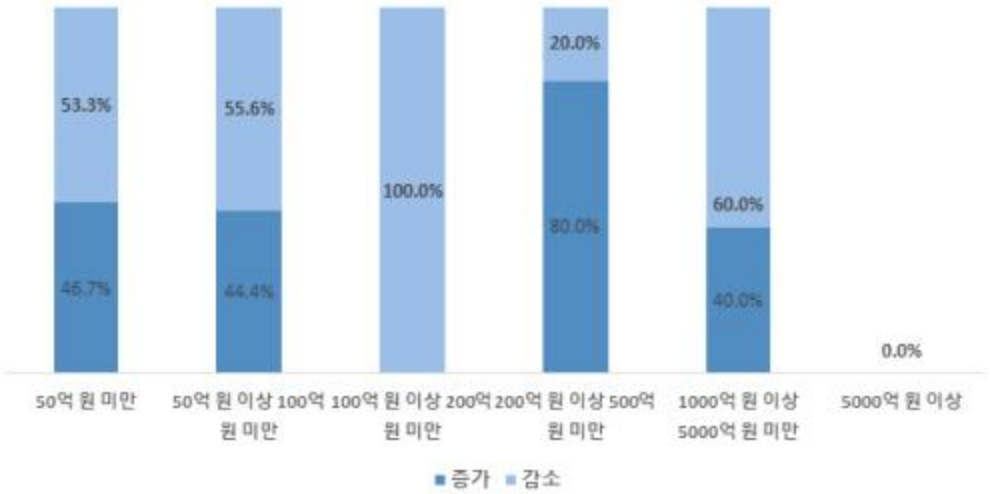
- 순이익 증가 측면에서는 '1,000억 원 이상 5,000억 원 미만' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비율이 68.4%로 가장 높게 나타남



【 그림 3-29 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(종합건설업)

❍ (컨설팅 및 엔지니어링) '대표업종별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, '100억 원 이상 200억 원 미만' 구간에서 순이익이 감소한 사업체 비율이 100.0%으로 가장 많게 나타남

- 순이익 증가 측면에서는 '200억 원 이상 500억 원 미만' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비율이 80.0%로 가장 높게 나타남



【 그림 3-30 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(컨설팅 및 엔지니어링)

❑ 기업부설연구소

❍ 그린리모델링 사업체의 기업부설연구소 유무를 대표업종별로 분석한 결과, 컨설팅 및 엔지니어링이 44개사(34.1%)로 가장 많은 것으로 나타남

- 그 다음으로 전문건설업이 34개사(26.4%), 건축설계업이 20개사(15.5%) 순
- 업종별로는 컨설팅 및 엔지니어링이 전체 사업체 중 기업부설연구소를 보유하고 있는 사업체가 62.9%로 타 업종 대비 기업부설연구소를 많이 보유하고 있는 것으로 나타남
- 반면, 금융 및 부동산업은 정보없음을 제외하고 기업부설연구소를 보유하고 있는 사업체가 0개사(0.0%)로 나타남

【 표 3-56 】 그린리모델링 사업체 대표업종별 기업부설연구소

(n=469)

구분	건자재업	건축설계업	금융 및 부동산업	전문건설업	종합건설업	컨설팅 및 엔지니어링
유	**11**	**20**	**0**	**34**	**20**	**44**
무	3	7	0	18	19	3
정보없음	37	65	2	106	57	23
합계	**51**	**92**	**2**	**158**	**96**	**70**



3) 기업규모별 현황

❑ 실적유무

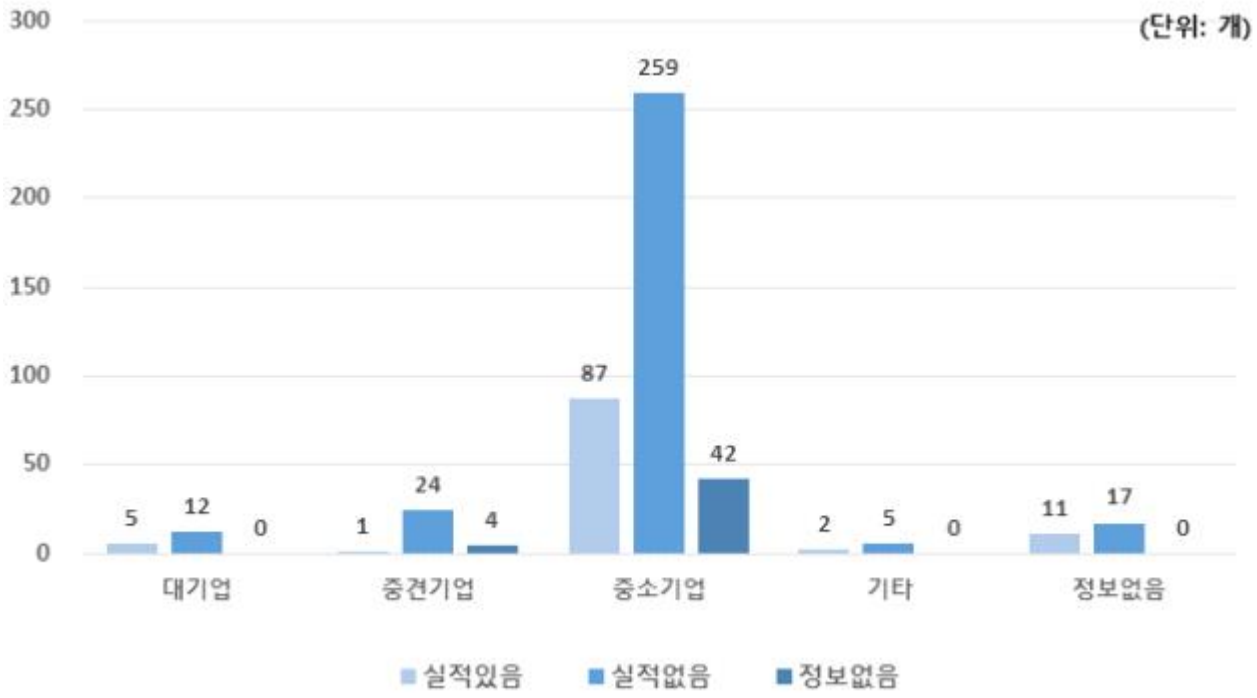
❍ 그린리모델링 사업체의 기업규모별 실적유무를 분석한 결과, 실적이 있는 사업체 중 업체 수가 가장 많은 기업규모는 중소기업으로 전체 기업규모 중 82.1%를 차지

- 그 다음으로 정보없음이 11개사(10.4%), 대기업이 5개사(4.7%) 순이며, 기타는 2개사로 동 기업규모는 타 기업규모 대비 실적이 미미한 수준
- 기업규모별로는 정보없음을 제외하고 대기업의 실적이 5개사(29.4%)로 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 다음으로 기타가 2개사(28.6%), 중소기업이 87개사(22.4%) 순

【 표 3-57 】 기업규모별 실적유무

(n=469)

구분	대기업		중견기업		중소기업		기타		정보없음	
	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율
실적있음	**5**	**29.4%**	**1**	**3.4%**	**87**	**22.4%**	**2**	**28.6%**	**11**	**39.3%**
실적없음	12	70.6%	24	82.8%	259	66.8%	5	71.4%	17	60.7%
정보없음	0	0.0%	4	13.8%	42	10.8%	0	0.0%	0	0.0%
합계	**17**	**100.0%**	**29**	**100.0%**	**388**	**100.0%**	**7**	**100.0%**	**28**	**100.0%**



【 그림 3-31 】 기업규모별 실적유무

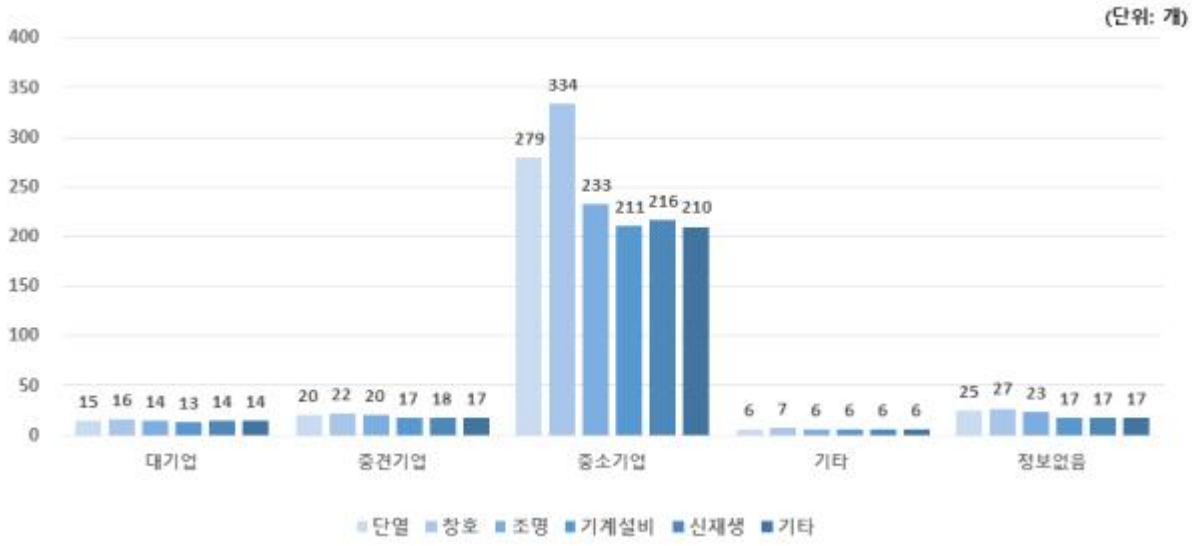
❑ 사업가능공사

❍ 그린리모델링 사업체의 기업규모별 사업가능공사를 분석한 결과, 전체 기업규모의 사업가능공사는 컨설팅 및 엔지니어링을 제외하고 창호가 가장 많은 것으로 나타남

- 대기업의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 창호가 16개사로 전체 분야 중 18.6%를 차지하였으며, 그 다음으로 단열이 15개사(17.4%), 신재생과 기타가 각각 14개사(16.3%) 순
- 중견기업의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 창호가 22개사로 전체 분야 중 각각 19.3%를 차지하였으며, 그 다음으로 단열과 조명이 20개사(17.5%)를 차지
- 중소기업의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 창호가 334개사로 전체 분야 중 22.5%를 차지하였으며, 그 다음으로 단열이 279개사(18.8%), 조명이 233개사(15.7%) 순
- 기타의 경우, 사업이 가능한 공사가 가장 많은 분야는 창호가 7개사로 전체 분야 중 18.9%를 차지하였으며, 나머지 분야는 각각 6개사로 16.2%를 차지

【 표 3-58 】 기업규모별 사업가능공사

구분	대기업		중견기업		중소기업		기타		정보없음	
	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율	기업수	비율
단열	15	17.4%	20	17.5%	279	18.8%	6	16.2%	25	19.8%
창호	**16**	**18.6%**	**22**	**19.3%**	**334**	**22.5%**	**7**	**18.9%**	**27**	**21.4%**
조명	14	16.3%	20	17.5%	233	15.7%	6	16.2%	23	18.3%
기계설비	13	15.1%	17	14.9%	211	14.2%	6	16.2%	17	13.5%
신재생	14	16.3%	18	15.8%	216	14.6%	6	16.2%	17	13.5%
기타	14	16.3%	17	14.9%	210	14.2%	6	16.2%	17	13.5%
합계	**86**	**100.0%**	**114**	**100.0%**	**1,483**	**100.0%**	**37**	**100.0%**	**126**	**100.0%**



【 그림 3-32 】 기업규모별 사업가능공사

❑ 종업원 수

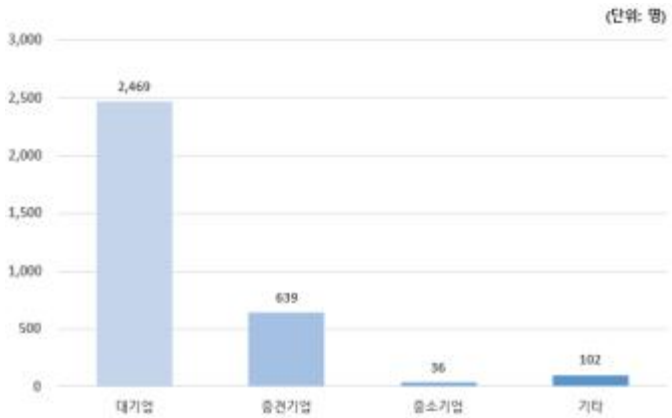
❍ 그린리모델링 사업체의 기업규모별 종업원 수를 분석한 결과, 대기업에 종사하는 종업원 수가 2,469명(76.1%)으로 가장 많게 나타남

- 그 다음으로, 중견기업 종사자 수 639명(19.7%), 중소기업 종사자 수 36명(1.1%) 순
- 반면, 중소기업의 경우 36명(1.1%)으로 그린리모델링 관련 중소기업의 종사자 수가 매우 부족한 것으로 나타남

【 표 3-59 】 그린리모델링 사업체 기업규모별 종업원 수

(n=351)

구분	종업원수	비율
대기업	**2,469**	**76.1%**
중견기업	639	19.7%
중소기업	36	1.1%
기타	102	3.1%
합계	**3,246**	**100.0%**



❑ 기업규모별-매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체)

❍ 그린리모델링 사업체 '기업규모별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, 기타 및 정보없음을 제외[33]하고 중견급 규모의 사업체에서 최근 3개년 순이익 감소 비율이 78.6%로 가장 높게 나타남

- 중견기업 매출액 구간별로 살펴보면, '50억 원 미만' 및 '200억 원 이상 500억 원 미만' 구간에서 최근 3개년 순이익이 감소한 사업체 비율이 100.0%로 가장 많이 차지한 것으로 나타났으나 각 구간에 포함된 사업체는 각 1개씩으로 유의미한 수치는 아님
- '1000억원 이상 5000억원 미만' 구간에 포함된 중견기업은 총 18개로 중견기업 매출액 구간 내에서 가장 많은 사업체가 분포되어 있으며, 실질적인 순이익 감소 수치는 해당 구간에서 더 유의미할 것으로 판단됨

❍ 반면, 순이익 증가 측면에서는 중소 규모의 사업체에서 최근 3개년 순이익 증가 비율이 48.3%로 가장 높게 나타남

- 중소기업 매출액 구간별로 살펴보면, '1000억 원 이상 5000억 원 미만' 구간에서 최근 3개년 순이익이 증가한 사업체 비율이 66.7%로 가장 많이 차지

33) '기타'는 비영리기관이거나 법인사업자에 해당하지 않는 사업체이며, '정보없음'의 경우 기업규모를 알 수 없는 기업으로 본 분석에서 제외

❑ 기업규모별-매출액 구간별 순이익 증감 현황(기업규모)

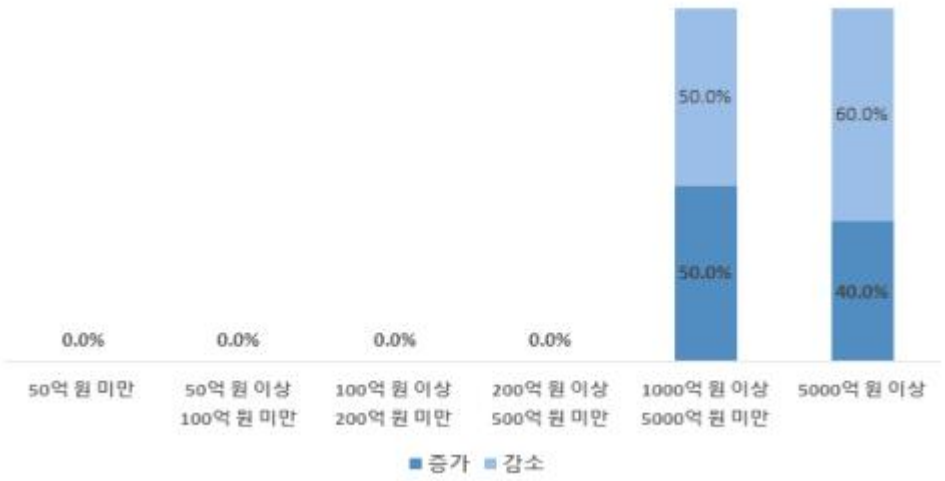
❍ (대기업) '기업규모별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, '5,000억 원 이상' 구간에서 순이익이 감소한 사업체 비율이 60.0%으로 가장 많게 나타남

- 순이익 증가 측면에서는 '1,000억 원 이상 5,000억 원 미만' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비율이 50.0%로 가장 높게 나타남

【 표 3-60 】 기업규모별-매출액 구간별 순이익 증감 현황(전체)

(n=310)

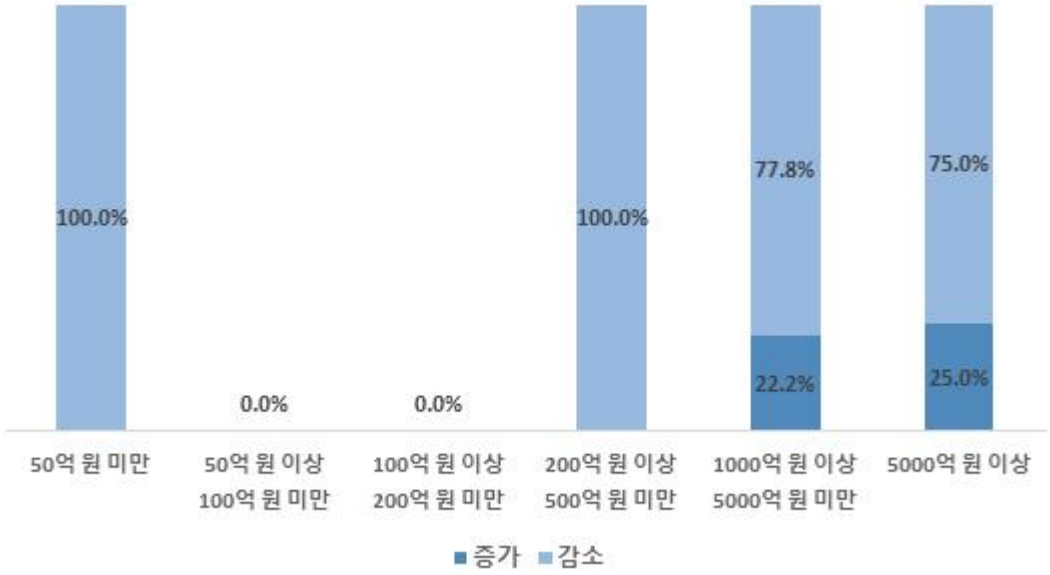
구분	대기업			중견기업			중소기업			기타			정보없음		
	증가	감소	소계	증가	감소	소계	증가	감소	소계	증가	감소	소계	증가	감소	소계
50억원 미만	0	0	0	0	1	1	67	77	144	0	1	1	1	1	2
비중(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	46.5	53.5	100.0	0.0	100.0	100.0	50.0	50.0	100.0
50억원 이상 100억원 미만	0	0	0	0	0	0	22	22	44	0	0	0	0	1	1
비중(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
100억원 이상 200억원 미만	0	0	0	0	0	0	12	18	30	0	0	0	0	0	1
비중(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	60.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
200억원 이상 500억원 미만	0	0	0	0	1	1	11	11	22	0	0	0	0	0	1
비중(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	50.0	50.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1000억원 이상 5000억원 미만	3	3	6	4	14	18	14	7	21	0	0	0	0	1	1
비중(%)	50.0	50.0	100.0	22.2	77.8	100.0	66.7	33.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
5000억원 이상	4	6	10	2	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1
비중(%)	40.0	60.0	100.0	25.0	75.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
총합계	**7**	**9**	**16**	**6**	**22**	**28**	**126**	**135**	**261**	**0**	**1**	**1**	**1**	**3**	**7**
비중(%)	**43.8**	**56.3**	**100.0**	**21.4**	**78.6**	**100.0**	**48.3**	**51.7**	**100.0**	**0.0**	**100.0**	**100.0**	**14.3**	**42.9**	**100.0**



【 그림 3-33 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(대기업)

❍ (중견기업) '기업규모별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, '50억 원 미만' 및 '200억 원 이상 500억 원 미만' 구간에서 순이익이 감소한 사업체 비율이 100.0%으로 가장 많게 나타남

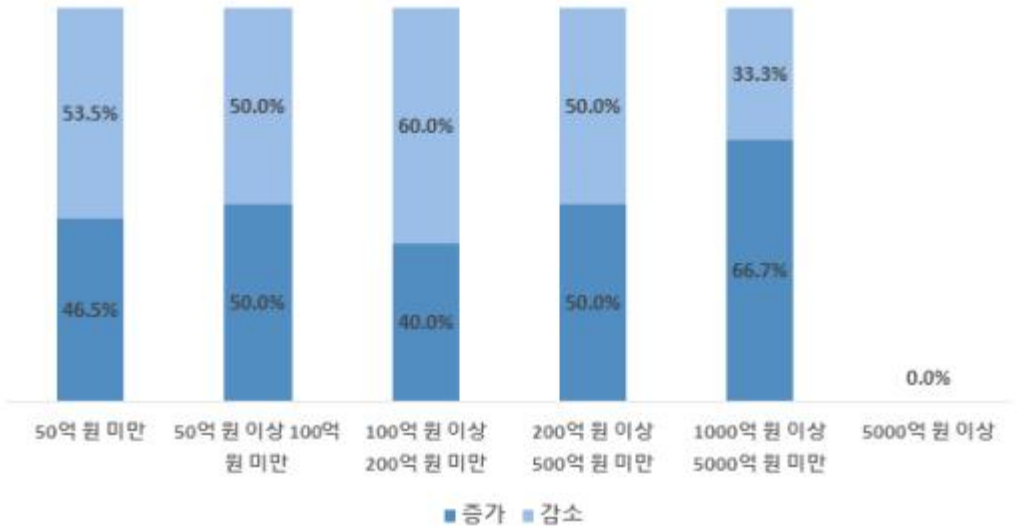
- 순이익 증가 측면에서는 '5,000억 원 이상' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비율이 25.0%로 가장 높게 나타남



【 그림 3-34 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(중견기업)

❍ (중소기업) '기업규모별-매출액 구간별' 최근 3개년 순이익 증감 현황을 분석한 결과, '100억 원 이상 및 200억 원 미만' 구간에서 순이익이 감소한 사업체 비율이 60.0%으로 가장 많게 나타남

- 순이익 증가 측면에서는 '1,000억 원 이상 5,000억 원 미만' 구간에서 순이익이 증가한 사업체 비율이 66.7%로 가장 높게 나타남



【 그림 3-35 】 매출액 구간별 순이익 증감 현황(중소기업)

2.2.5. 시사점

❑ 대학

❍ 건설 관련 학과 보유 대학

- 전문학사는 총 71개 학교, 64개 학과가 있으며, 2018년 기준 19,005명 졸업생 배출
- 학사는 132개 학교, 88개 학과가 있으며, 2018년 기준 23,887명 졸업생 배출
- 대학원은 66개 대학, 45개 학과가 있으며, 2018년 기준 석사 1,187명, 박사 9명 졸업생 배출

❑ 연구원

❍ 연구기관

- 건축·도시 관련 전문기관인 국토교통과학기술진흥원이 144명의 연구인력을 보유
- 도시계획과 관련된 한국건설기술연구원, 건설생활환경시험연구원 에서 각각 693명, 500명의 연구인력 보유

❍ 연구원

- 2018년 기준 기업체 연구원이 82%으로 가장 많고, 대학과 정부기관이 각각 10%, 7%이며, 민간비영리기관 1%으로 나타남
- 건설업 관련 연구인력은 공학 분야 전공자 수인 344,916명으로 추정

❑ 산업체

❍ 건설기업의 경영여건, 위상 등은 전반적으로 감소 추세

- (경영여건) 매출액영업이익률 및 매출액순이익률은 `15년 건설시장의 여건이 대폭 개선되어 `17년까지 상승세를 보였으나, `18년 이후 감소추세를 보이고 있음
- (위상) 건설기업의 전체 업체 수, 종사자 수, 매출액 및 부가가치 등은 조금씩 상이하나 대부분 감소하거나 유지 추세

❍ 중소 건설기업은 전체 건설기업 중 99.7%를 차지하고 있으나, 대기업 대비 산업경쟁력은 미흡한 실정

- (경영여건) 중소 건설기업은 '10년~'17년 기간동안 경영 상태가 개선되는 모습이었으나, 매출액 증가율이 2017년 14.39%에서 2018년 2.52%로 급격히 하락하여 매출액 성장이 더딘 실정
- (위상) 중소 건설기업의 전체 업체 수, 매출액은, 종사자 수 및 부가가치생산액은 분야별로 조금씩 상이하나 소폭의 증감을 반복하며 꾸준한 증가추세를 보이고 있음
- (부가가치) '10~'18년 건설 대기업의 부가가치는 증감을 반복하고 있는 반면 중소기업은 꾸준한 증가추세를 보이고 있지만, 중소기업의 9개년 평균 부가가치는 여전히 대기업의 약 1/2 수준
- (일자리 창출 효과) 고용 탄력성 및 임금 탄력성의 경우 중소기업 및 대기업과의 차이가 극명

- (해외수주) 국내 건설기업의 해외수주 부진이 장기화되어 전반적으로 해외수주 여건이 악화되어 있으며, 특히 중소기업의 수주건수는 국내 건설기업의 8~90%대를 상회하는 반면 수주금액은 약 9%에도 미치지 못하는 실정

❍ 그린리모델링 사업체 및 사업실적은 중소규모의 전문건설업에서 가장 많으나 대부분 창호 관련 분야이며, 실질적인 R&D 여건은 컨설팅 및 엔지니어링 기업에서 보유

- (대표업종 및 기업규모) 그린리모델링 업체 중 대표업종은 전문건설업이 33.7%, 기업규모는 중소기업이 82.7%로 가장 많은 것으로 나타나 전문건설업에 중소기업이 가장 많이 분포되어 있음
- (지역 및 용도) 그린리모델링 업체 중 사업체의 지역적 분포는 서울, 경기 및 부산지역이 63.3%, 용도는 주거용이 18.4%로 가장 많은 것으로 나타남
- (사업가능공사 및 매출액) 그린리모델링 업체 중 사업가능분야는 창호가 가장 많은 것으로 나타났으며, 사업체 중 약 54.8%가 최근 3개년동안 순이익이 감소하고 있어 그린리모델링 사업체 전반적으로 감소 추세에 있는 것으로 나타남
- (기업부설연구소) 그린리모델링 업체 중 기업부설연구소가 있는 사업체는 129개사(27.5%)로 나타났으며, 기업부설연구소가 가장 많은 업종은 컨설팅 및 엔지니어링으로 나타남
- (실적유무) 전체 사업체 대비 실적이 있는 업체를 가장 많이 보유한 업종은 전문건설업이며, 업종별로 실적이 있는 업체를 가장 많이 보유한 업종은 건자재업으로 나타남
- (종업원 수) 종합건설업에 종사하는 종업원 수가 가장 많으며, 대기업의 종업원 수는 76.1%인 반면 중소기업의 종업원 수는 1.1%로 미미한 수준

3. 기술역량 분석

3.1. 특허/논문 분석

3.1.1. 특허분석

(1) 조사 개요

❑ **신규 사업 지원 대상 기술의 역량분석에 필요한 객관적 데이터 확보를 위해 기존 양적·질적 기술경쟁력 분석 결과를 준용**

❍ 신규 사업을 통해 개발하고자 하는 기술 분야의 대규모 정부투자의 시의적절성을 판단하기 위해 특허분석이 요구되나, 동 사업은 국토교통 및 에너지분야의 기술이 융·복합된 사업으로 특허분석에 필요한 기술범위 선정이 제한됨

- 특정 기술 분야의 기술추세가 아닌 산업 전반의 보편적 기술추세를 통해 국내 녹색건축산업의 기술개발 환경이 동 사업 추진에 적합한지 파악

❑ **제로에너지 건물, 커뮤니티 에너지 최적화 등 녹색건축산업에서 활용되는 기술의 보편적인 기술추세를 파악하기 위해 국토교통과학기술진흥원의 「2019 국토교통 기술경쟁력분석 보고서」를 준용함으로서 객관성이 확보된 기초자료 제공**

❍ 주요 국가별, 기술 분류별 특허 분석 결과를 통해 각 분야별 기술의 주요 선진국 대비 국내 양적·질적 기술경쟁력을 가늠하는데 활용

- 「2019 국토교통 기술경쟁력분석 보고서」는 '15년 국토교통 기술분류체계를 개정하여 국토교통 관련 8개 대분류, 26개 중분류, 93개 소분류로 구성된 '19년 국토교통 기술분류체계 개선(안)을 도출하였으며, 해당 기술분류체계별 특허를 전수 조사하여 기술경쟁력을 분석함

❍ 국토교통 분야 기술경쟁력은 특허기술경쟁력과 논문기술경쟁력으로 구성되며, 각 지표별 가중치는 지표별 쌍대비교 조사 후 AHP분석을 통해 산출

- 기술분야별로 특허출원, 논문게재, 피인용수 등 차이가 발생하는 것을 고려하여 기술분야별 가중치를 상이하게 적용

- 세부지표별 가중치는 8개 대분류별 기술특성을 고려하여 대분류별 AHP 분석을 통해 산출



【 그림 3-36 】 기술경쟁력 도출방법

(2) 조사 범위

❑ **한국을 포함한 주요 경쟁국(미국, 일본, 중국, 독일, 영국, 프랑스)에서 2008년 1월부터 2018년 12월까지 출원 공개 및 등록된 특허를 대상으로 분석**

❍ 특허 출원시기에 대한 분석 처리 및 결과를 직관적으로 확인할 수 있도록 하기 위해 출원년도 기준 3년 단위로 구간을 설정하여 분석

- 1구간: `08~`10년, 2구간: `11~`13년, 3구간: `14~`16년, 4구간: `17~`18년

· 2017~2019년 사이의 특허는 비공개 상태로, 시계열 분석 시 2018년 특허기술경쟁력은 큰 폭으로 하락

【 표 3-61 】 특허 검색 DB 및 검색 범위

자료구분	국가	DB출처	분석구간	검색범위
공개·등록특허	한국	WIPS	2008.01. ~ 2018.12.	특허 등록 공개 전체 문서
	미국	WIPS		특허 등록 공개 전체 문서
	일본	WIPS		특허 등록 공개 전체 문서
	중국	WIPS		특허 등록 공개 전체 문서
	독일	WIPS		특허 등록 공개 전체 문서
	영국	WIPS		특허 등록 공개 전체 문서
	프랑스	WIPS		특허 등록 공개 전체 문서

❑ **'19년 국토교통 기술분류체계 개선(안) 중 동 사업과 연관있는 건축·도시 에너지 관련 2개 대분류, 4개 중분류, 14개 소분류에 대한 분석 결과를 반영**

- 「2019 국토교통 기술경쟁력분석 보고서」의 대분류 기술경쟁력 분석의 경우, 특허기술경쟁력 및 논문기술경쟁력까지 종합하여 기술경쟁력을 분석했으므로 동 사업 특허분석에서는 중분류 및 소분류 특허기술경쟁력만 분석

【 표 3-62 】 동 사업과 관련된 기술 분야

대분류	중분류	소분류
A. 건축	A1. 설계/시공	A11. 계획/설계
		A12. 구조/시공
		A13. 재료/자재
		A14. 환경/설비
	A2. 성능향상	A21. 유지관리
		A22. 에너지성능
		A23. 친환경
		A24. 정보화
B. 도시·공간	B1. 도시	B11. 도시계획/설계
		B12. 도시재생
		B13. 도시관리
	B2. 공간정보	B21. 공간정보 취득

		B22. 공간정보 관리
		B13. 공간정보 활용
C. 시설물	C1. 교량	C11. 강구조/합성구조 교량
		C11. 콘크리트 교량
		C12. 신소재 복합재료 교량
		C13. 케이블 교량
	C2. 터널/지하공간	C21. 육상
		C22. 침매/부유식
		C23. 해저/대심도
		C24. 지하대공간
	C3. 비탈면/지반/기초	C31. 비탈면 보호/보강/유지관리
		C32. 지반조사/개량
		C33. 육상/해상 기초
	C4. 해양구조물	C41. 준설/매립
		C42. 항만/해안 구조물
		C43. 인공섬
		C44. 수중구조물
	C5. 특수구조물	C51. 고압/극저온 구조물
		C52. 방호/방폭 구조물
		C53. 우주 구조물
	C6. 수공구조물	C61. 댐
		C61. 하천시설
D. 플랜트	D1. 발전플랜트	D11. 화력발전
		D12. 수력발전
		D13. 원자력발전
	D2. 자원개발플랜트	D21. 합성가스
		D22. 오일샌드/셰일가스추출
		D23. 극한지역자원개발
		D24. 자원이송
		D25. 천연가스
	D3. 신재생에너지플랜트	D31. 풍력
		D32. 해양
		D33. 바이오
		D34. 폐기물
		D35. 태양
		D36. 지열
		D37. 수소생산/인프라
	D4. 환경플랜트	D41. 해수담수화
		D42. 수처리
		D43. 대기오염방지
		D44. 이산화탄소 저감
E. 도로교통	E1. 자동차	E11. 자동차 안전 향상
		E12. 친환경 자동차
		E13. IT융합 자동차

		E14. 자동차 정비/개조/부품
	E2. 도로교통 인프라	E21. 도로 설계/시공/유지관리
		E22. 도로 안전/운영시설
		E23. IT융합 도로인프라
	E3. 도로교통 관리	E31. 교통 계획/운영
		E32. 교통 안전/편의
		E33. 교통 환경
F. 철도교통	F1. 철도차량	F11. 일반철도 차량
		F12. 고속철도 차량
		F13. 도시철도 차량
		F14. 철도차량 정비/개조/부품
	F2. 철도교통 인프라	F21. 노반/궤도
		F22. 역사
		F23. 전철/전력
		F24. 신호/통신
	F3. 철도교통 관리	F31. 철도교통 계획/운영
		F32. 철도교통 안전/편의
		F33. 철도교통 환경
		F34. 철도교통시스템 유지관리
G. 항공교통	G1. 항공기	G11. 고정익기 설계/제작/인증
		G12. 회전익기 설계/제작/인증
		G13. 무인기 설계/제작/인증
		G14. 항공기 정비/개조/부품
	G2. 항공교통 인프라	G21. 공항시설
		G22. 항행안전시설
	G3. 항공교통 관리	G31. 항행(CNS/ATM)
		G32. 항공운항안전
		G33. 항공교통시스템 유지관리
H. 물류	H1. 운송	H11. 대량운송
		H12. 연계운송
		H13. 배송
	H2. 물류인프라	H21. 보관
		H22. 하역
		H23. 포장
	H3. 물류관리	H31. 물류 정보화
		H32. 물류표준화
		H33. 물류 보안/안전

❍ 소분류별, 출원인 국적별 특허정보 수집결과 중 유효특허를 대상으로 분석된 4개 평가지표(특허활동도, 특허집중도, 특허시장력, 특허영향력)의 분석결과를 준용

- 4개 평가지표 중 특허활동도 및 특허집중도는 양적지표, 특허시장력 및 특허영향력은 질적지표로 구분하여 분석

【 표 3-63 】 특허기술경쟁력 평가지표

평가지표		내용
양적지표	특허 활동도	- 특허청이 발행한 공개/등록 특허공보 수에 근거하는 절대적 특허출원 수 $특허활동도_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} P_{ij}}$ (P_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 특허출원 수, nt는 전체 국가 수)
	특허 집중도	- 해당국가가 다른 국가와 비교하여 상대적으로 어떠한 기술분야에 혁신활동을 집중하고 있는가에 대한 정보 제공 · 특허집중도는 특정 국가가 전체 특허건수를 대상으로 특정 기술분야에서 차지하는 비율을 의미하며 일반적으로 1보다 큰 경우 특허집중도가 높음을 의미 ※ 단, 상대적인 비율을 나타내기 때문에 집중도 값이 크다고 하여 특허출원건수가 많다는 것을 의미하는 것은 아님 $특허집중도_{ij} = \frac{(P_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} P_{ij})}{(\sum_{i=1}^{mt} P_{ij} / \sum_{i=1}^{mt}\sum_{j=1}^{nt} P_{ij})}$ (P_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 특허출원 수, nt는 전체 국가 수, mt는 전체 기술 수)
질적지표	특허 시장력	- 특정 국가의 해당 기술분야에서 출원된 특허 중 패밀리특허수가 차지하는 비중을 측정하는 지표로서, 특허시장력이 높을수록 출원된 특허 당 패밀리특허가 많다는 것을 의미 · 패밀리특허는 동일한 내용의 특허를 2개 이상의 국가에 출원하는 것을 의미 $특허시장력_{ij} = \frac{(FP_{ij} / P_{ij})}{(\sum_{i=1}^{nt} FP_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} P_{ij})}$ (FP_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 패밀리특허국가수) (P_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 특허출원 수, nt는 전체 국가 수)
	특허 영향력	- 특정국가의 해당 기술분야에서 등록된 특허 중 특허 당 피인용 횟수를 측정하는 지표로서, 특허영향력이 높을수록 등록된 특허 당 피인용 횟수가 많다는 것을 의미 · 피인용 횟수가 많은 특허는 원천기술에 가까워 향후 해당 특허를 기반으로 많은 응용이 예상되는 핵심특허로 볼 수 있음 $특허영향력_{ij} = \frac{(CP_{ij} / RP_{ij})}{(\sum_{i=1}^{nt} CP_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} RP_{ij})}$ (CP_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 특허 피인용 수) (RP_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 등록 특허 수, nt는 전체 국가 수)

❍ 기술분야별 세부지표 가중치에서는 질적지표가 양적지표보다 더 중요하다고 판단하고 있으며, 세부지표는 분야마다 상이하게 판단

【 표 3-64 】 기술분야별 세부지표 가중치

구분	건축	도시·공간	시설물	플랜트	도로교통	철도교통	항공교통	물류
특허기술경쟁력	0.670	0.500	0.631	0.825	0.586	0.558	0.701	0.857
특허양적지표	0.167	0.225	0.188	0.214	0.337	0.386	0.425	0.200
특허질적지표	0.833	0.775	0.812	0.786	0.663	0.614	0.575	0.800
특허활동도	0.631	0.532	0.409	0.489	0.599	0.424	0.514	0.528
특허집중도	0.369	0.468	0.591	0.511	0.401	0.576	0.486	0.472
특허시장력	0.409	0.489	0.515	0.500	0.432	0.631	0.679	0.170
특허영향력	0.591	0.511	0.485	0.500	0.568	0.369	0.321	0.830

❍ 특허기술경쟁력은 각 지표들에 가중치를 적용하여 산출

- 특허기술경쟁력 = (a × 특허양적지표) + (b × 특허질적지표)
- 특허양적지표 = (c × 특허활동도) + (d × 특허집중도)
- 특허질적지표 = (e × 특허시장력) + (f × 특허영향력)

* a, b, c, d, e, f는 해당 지표에 대한 가중치

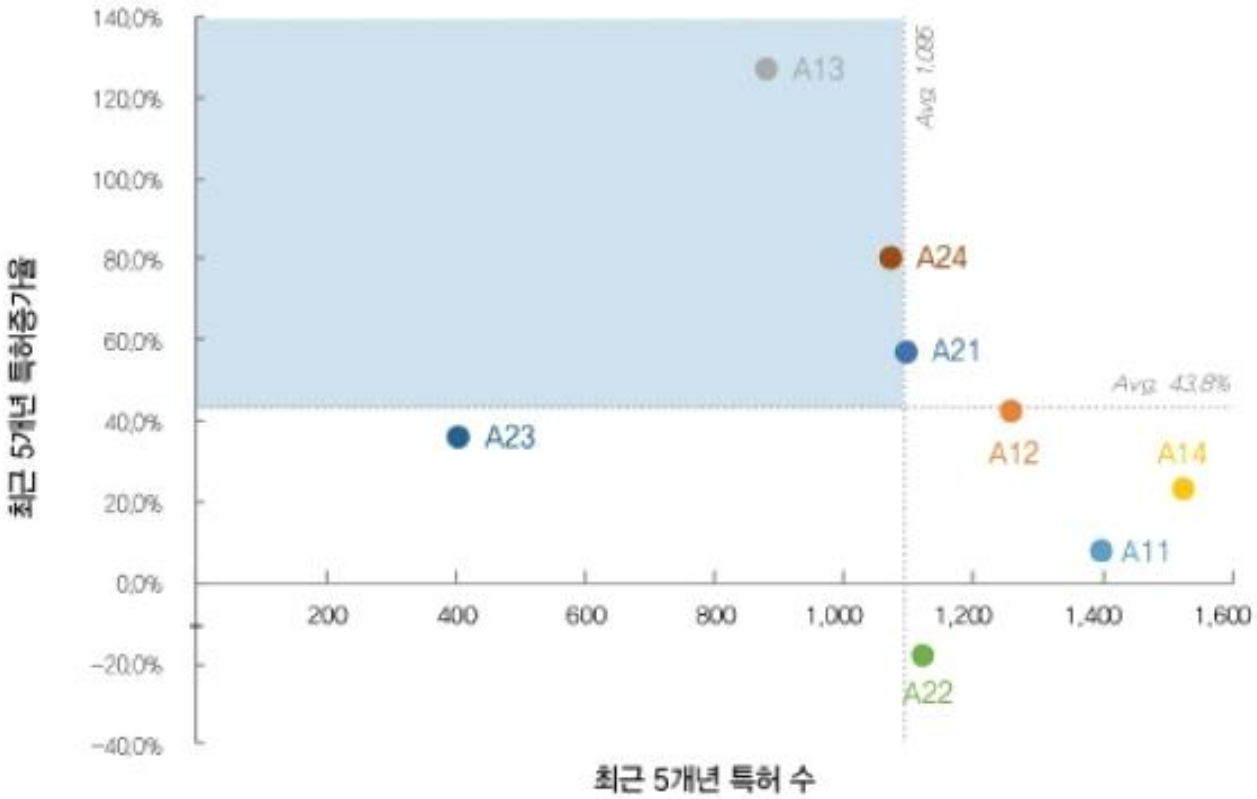
(3) 조사 결과

(가) 대분류-건축분야

❑ **건축분야 소분류별 최근 5개년 특허출원 수 및 특허증가율 분석을 통해 'A13. 재료/자재' 및 'A24. 정보화'가 유망분야로 도출**

❍ 건축분야의 현재이슈분야는 'A21. 유지관리'로 나타난 반면, 'A11.계획/설계', 'A12.구조/시공', 'A14.환경/설비', 'A22.에너지'는 성숙분야인 것으로 나타남

- 'A23. 친환경' 분야의 경우, 건축분야에서 새롭게 진입되어 초기 연구개발이 활발하게 진행되고 있을 것으로 예상됨



【 그림 3-37 】 건축 유망분야 포트폴리오

【 참고 】 건축 분야 소분류

❍ A11. 계획/설계	❍ A21. 유지관리
❍ A12. 구조/시공	❍ A22. 에너지
❍ A13. 재료/자재	❍ A23. 친환경
❍ A14. 환경/설비	❍ A24. 정보화

(나) 중분류-설계/시공 분야

① 특허출원건수

❑ **'08년부터 '18년까지 설계/시공 분야의 국가별 특허출원 현황을 분석한 결과, 중국의 누적 특허출원 수가 4,323건으로 가장 높게 나타남**

❍ 그 다음으로 한국이 2,282건으로 2위를 차지하였으며, 미국이 1,380건으로 3위를 차지함

❍ 1구간에서 4구간까지의 특허출원 수 추이를 살펴보면, 1구간에서 3구간까지는 증가하는 추세이나 4구간에서는 다소 감소하는 경향을 보이고 있음

【 표 3-65 】 중분류-설계/시공 분야 국가별 특허출원 현황

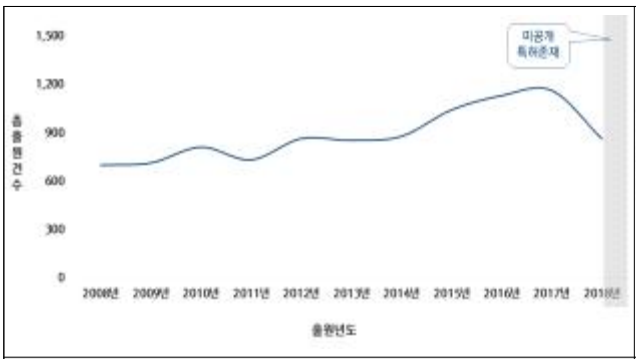
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	712	634	599	337	**2,282**
일본	269	209	179	52	**709**
미국	389	394	421	176	**1,380**
중국	465	897	1,585	1,376	**4,323**
독일	194	171	154	51	**570**
영국	53	40	41	13	**147**
프랑스	138	101	69	20	**328**
전체	2,220	2,446	3,048	2,025	**9,739**

❑ **7개 국가 전반적으로 특허출원이 점차 증가하는 추세를 보이고 있음**

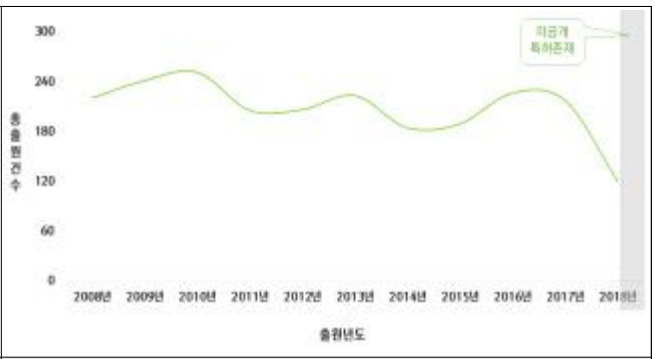
❍ 7개국 중 중국이 전체 출원동향과 가장 유사한 추이를 보이고 있는 것을 미루어 볼 때, 설계/시공 분야의 연구개발 활동을 주도하고 있는 것으로 판단됨

❍ 반면, 나머지 국가는 소폭의 증감을 반복하며 전반적으로 감소하는 추세를 보이고 있으나 2018년 이후 미공개 출원건수가 존재하는 것을 미루어 볼 때, 향후 증가하는 추세를 보일 것으로 예상됨

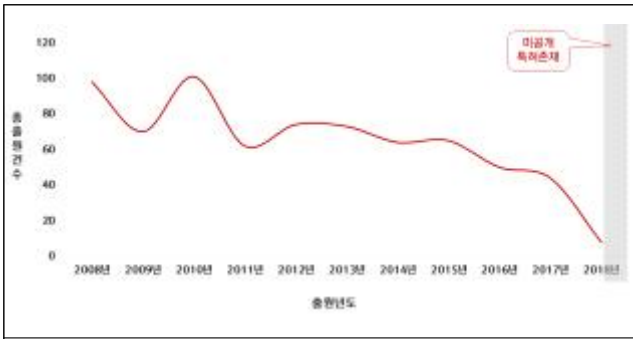
【 표 3-66 】 국가별 특허출원 현황



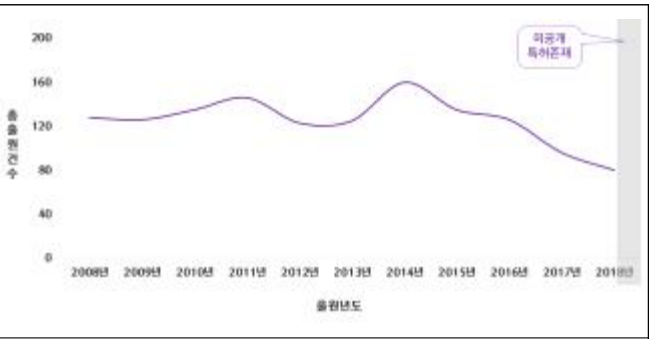
전체



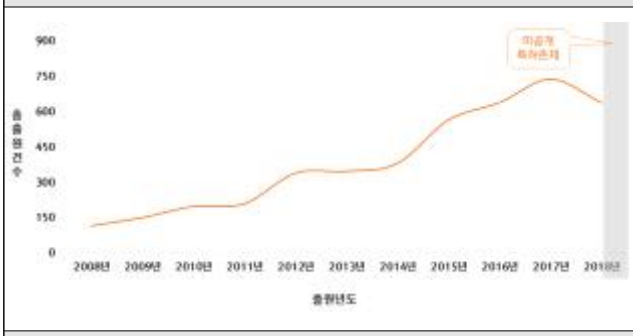
한국



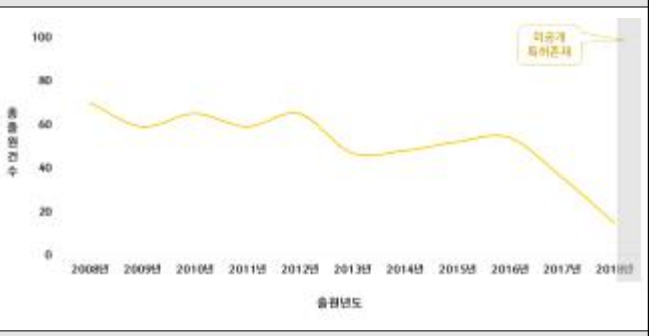
일본



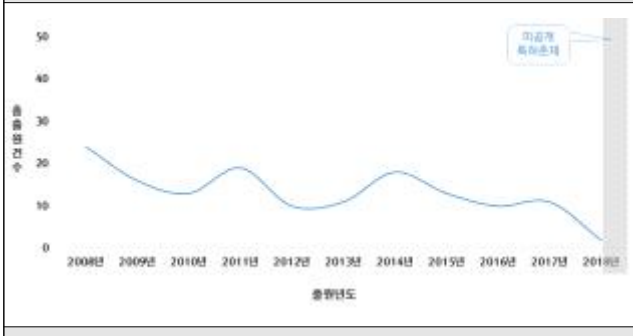
미국



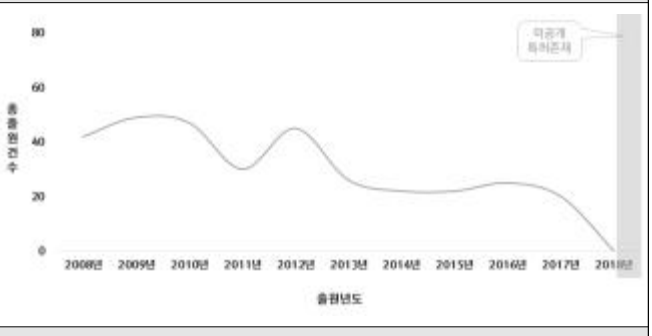
중국



독일



영국



프랑스

② 주요국 상위 10위 출원인

❑ **설계/시공 분야의 7개국 상위 10위 주요 출원인 분석 결과, 일본의 TOYOTA HOME KK가 가장 많은 수의 특허를 출원하여 1위를 차지**

❍ 그 다음으로 중국의 Sun shanjun이 2위, 일본의 MISAWA HOMES CO가 3위를 차지했으며, 한국 국적의 출원인의 경우 각각 9위, 10위를 차지함

❍ 주요 출원인 상위 10위 중 70%가 일본 국적으로, 건축 설계/시공 분야의 특허 출원은 일본 기업이 주도하고 있는 것으로 나타남



【 그림 3-38 】 중분류-설계/시공 분야 상위 10위 출원인

③ 특허기술경쟁력

❑ **설계/시공 분야 특허기술경쟁력은 미국이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석 대상 국가 중 5위로 평균 이하**

❍ 설계/시공 분야 특허기술경쟁력 상위 3순위는 미국, 영국, 프랑스 순으로 높게 나타났으며, 1위를 차지한 미국의 경우 특허시장력 및 특허영향력 측면에서 2, 3순위보다 월등히 높게 나타남

- 이는 미국이 출원한 특허의 패밀리특허 비중이 높기 때문인 것으로 판단되며, 건축 설계/시공 분야의 핵심특허를 압도적으로 많이 보유하고 있다는 것을 의미

❍ 한국의 경우, 특허집중도가 1.25로 1위를 차지한 미국(0.95)보다 높게 나타나, 설계/시공 분야의 연구개발에 집중하고 있는 것으로 판단됨

【 표 3-67 】 중분류-설계/시공 분야 특허기술경쟁력

대분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
특허활동도	**0.23**	0.07	0.14	0.44	0.06	0.02	0.03
특허집중도	**1.25**	0.60	0.97	0.95	1.18	1.37	1.88
특허시장력	**0.27**	0.62	4.86	0.05	1.32	3.40	1.52
특허영향력	**0.10**	0.94	4.61	0.18	0.96	1.19	0.92
종합점수 (가중치 적용)	**18.3%**	17.9%	100.0%	5.3%	25.1%	45.7%	27.2%
순위	**5**	6	1	7	4	2	3

(다) 중분류-성능향상 분야

① 특허출원건수

❑ **'08년부터 '18년까지 성능향상 분야의 국가별 특허출원 현황을 분석한 결과, 중국의 누적 특허출원 수가 3,025건으로 가장 높게 나타남**

❍ 그 다음으로 한국이 1,647건으로 2위를 차지하였으며, 미국이 1,384건으로 3위를 차지함

❍ 1구간에서 4구간까지의 특허출원 수 추이를 살펴보면, 1구간에서 3구간까지는 증가하는 추세이나 4구간에서는 대폭 감소하는 경향을 보이고 있음

【 표 3-68 】 중분류-성능향상 국가별 특허출원 현황

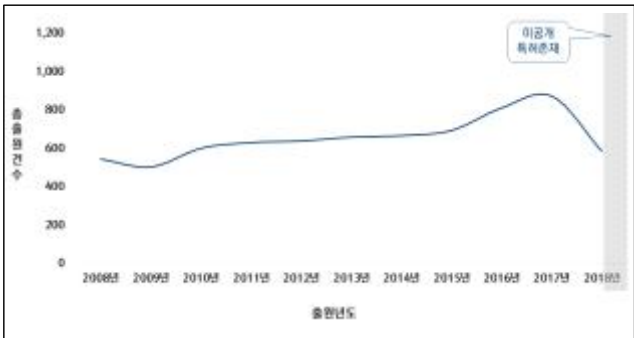
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	491	450	480	226	1,647
일본	261	226	178	51	716
미국	415	416	382	151	1,364
중국	294	699	1,025	1,007	3,025
독일	84	73	59	15	231
영국	17	17	18	4	56
프랑스	85	45	27	4	161
전체	1,647	1,926	2,169	1,458	7,200

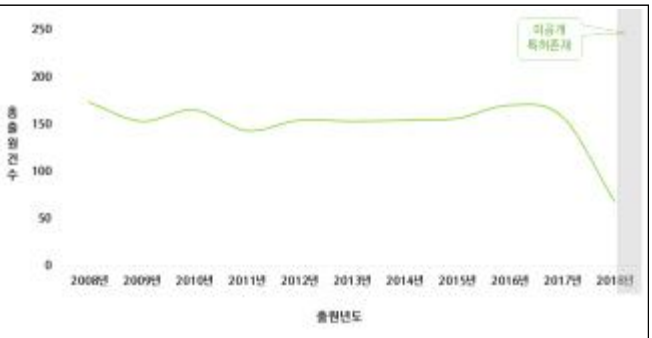
❑ **7개 국가 전반적으로 특허출원이 미미하게 증가하는 추세를 보이고 있음**

❍ 7개국 중 한국이 전체 출원동향과 가장 유사한 추이를 보이고 있는 것을 미루어 볼 때, 성능향상 분야의 연구개발 활동을 주도하고 있는 것으로 판단됨

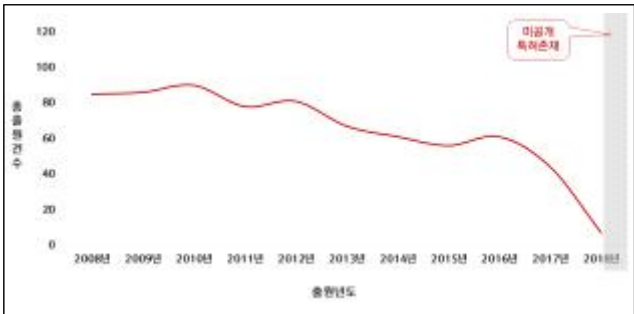
❍ 중국은 특허출원 수가 지속적으로 증가하는 양상을 보이고 있는데, 이는 전반적으로 특허출원 수가 점점 감소하고 있는 추세를 보이고 있는 나머지 6개국과 대조적인 모습임

【 표 3-69 】 중분류-성능향상 국가별 특허출원 현황

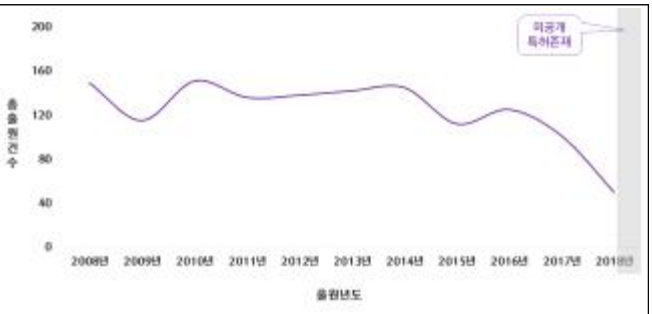




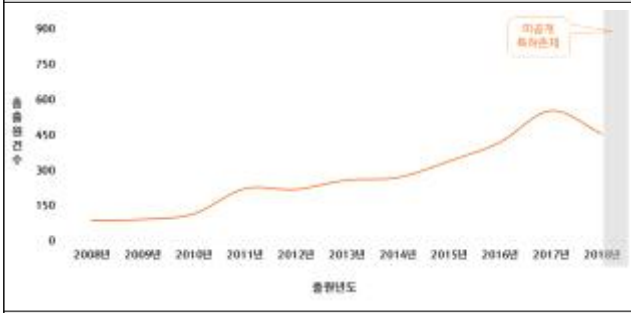
전체	한국



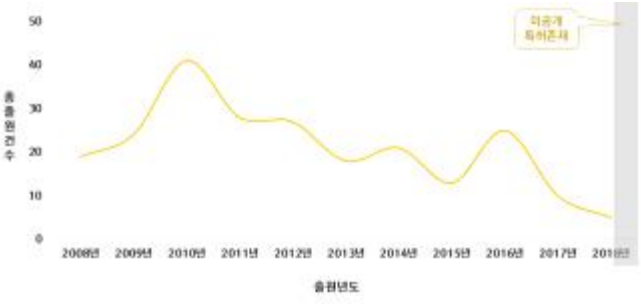
일본



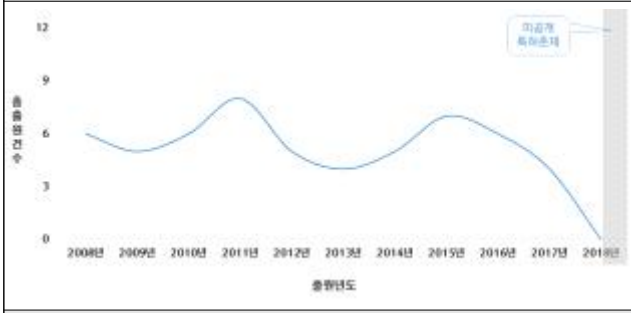
미국



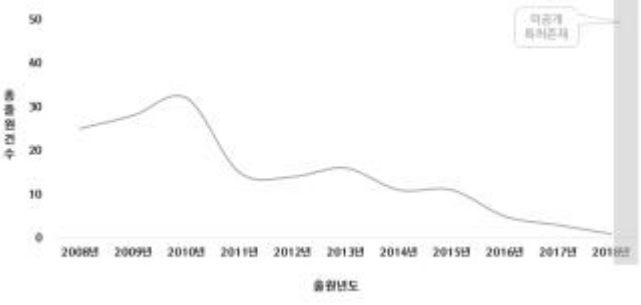
중국



독일



영국



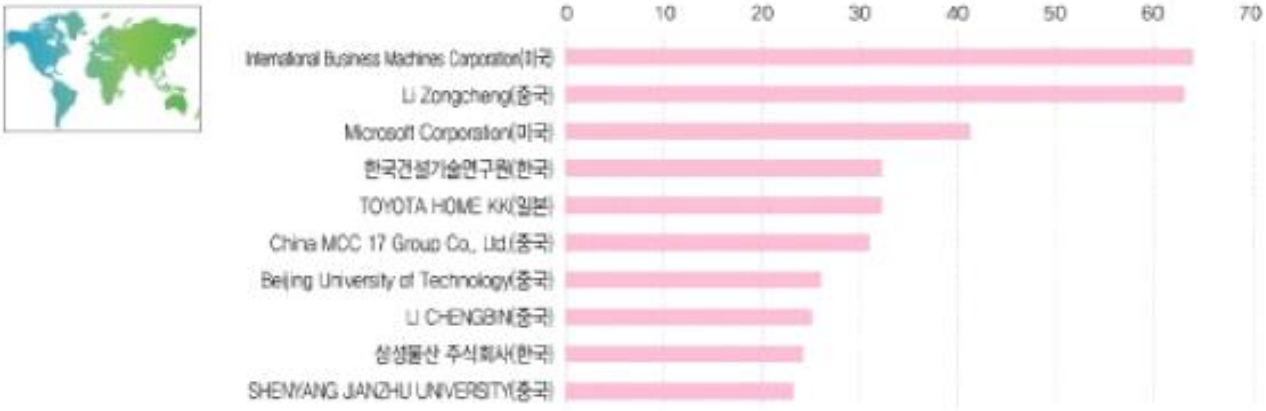
프랑스

② 주요국 상위 10위 출원인

❑ **성능향상 분야의 7개국 상위 10위 주요 출원인 분석 결과, 미국의 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP가 가장 많은 수의 특허를 출원하여 1위를 차지**

❍ 그 다음, 근소한 차이로 중국의 Li Zongcheng이 2위를 차지하였으며, 미국의 MICROSOFT CORP가 3위를 차지함

❍ 주요 출원인 상위 10위 중 50%가 중국 국적으로 절반을 차지했으나, 한국의 경우에도 4위, 9위를 차지하여 한국 국적의 출원인도 건축 성능향상 분야의 핵심특허 출원에 집중하고 있는 것으로 확인됨



【 그림 3-39 】 중분류-성능향상 분야 상위 10위 출원인

③ 특허기술경쟁력

❑ **성능향상 분야 특허기술경쟁력은 미국이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석 대상 국가 중 6위로 평균 이하**

❍ 성능향상 분야 특허기술경쟁력 상위 3순위는 미국, 영국, 독일 순으로 높게 나타났으며, 영국의 특허시장력은 4.00으로 1위를 차지한 미국(3.58)보다 높게 나타남

- 영국은 특허활동도가 0.01로 절대적 특허출원 수는 매우 낮은 편이나, 특허시장력이 매우 높은 것으로 미루어 볼 때, 출원한 특허의 대부분이 패밀리특허인 것으로 판단됨

❍ 한국의 경우, 특허집중도가 1.22로 특허기술경쟁력 종합점수 대비 높게 나타났으며, 건축 성능향상 분야의 핵심특허 확보에 주력하고 있는 것으로 판단됨

【 표 3-70 】 중분류-성능향상 분야 특허기술경쟁력

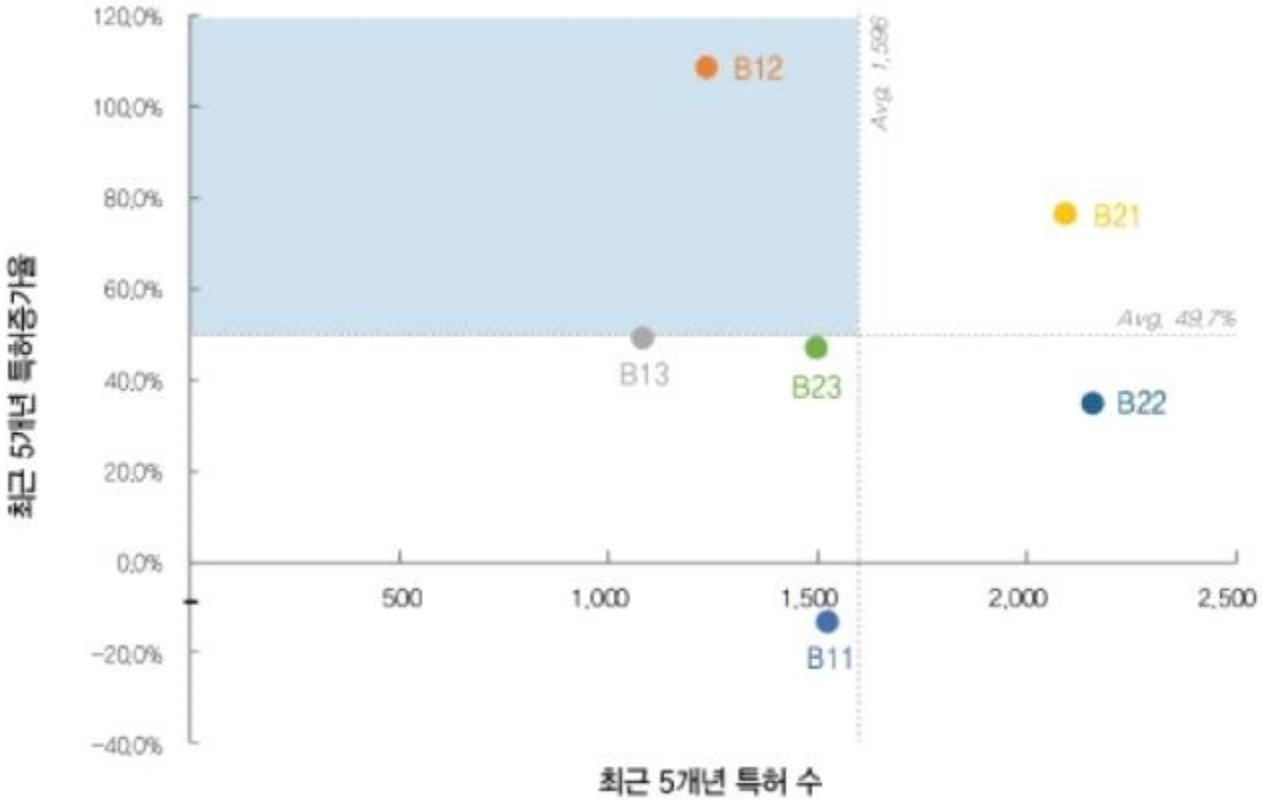
대분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
특허활동도	**0.23**	0.10	0.19	0.42	0.03	0.01	0.02
특허집중도	**1.22**	0.82	1.29	2.87	0.65	0.71	1.25
특허시장력	**0.33**	0.91	3.58	0.09	1.79	4.00	1.17
특허영향력	**0.57**	0.39	4.38	0.14	0.78	0.59	0.90
종합점수 (가중치 적용)	**14.2%**	16.2%	100.0%	9.2%	29.8%	48.9%	26.5%
순위	**6**	5	1	7	3	2	4

(라) 대분류-도시·공간분야

❑ **도시·공간분야 소분류별 최근 5개년 특허출원 수 및 특허증가율 분석을 통해 'B12. 도시관리'가 유망분야로 도출**

❍ 도시·공간분야의 현재이슈분야는 'B21. 공간정보 취득'으로 나타난 반면, 'B22. 공간정보 관리'는 성숙분야인 것으로 나타남

- 'B11. 도시계획/설계', 'B13. 도시재생', 'B23. 공간정보 활용' 분야의 경우, 도시·공간분야의 초기 진입 분야로 연구개발이 활발하게 진행되고 있을 것으로 예상됨



【 그림 3-40 】 도시·공간 유망분야 포트폴리오

【 참고 】 도시·공간 분야 소분류

❍ B11. 도시계획/설계	❍ B21. 공간정보 취득
❍ B12. 도시관리	❍ B22. 공간정보 관리
❍ B13. 도시재생	❍ B23. 공간정보 활용

(마) 중분류-도시 분야

① 특허출원건수

❑ **'08년부터 '18년까지 도시 분야의 국가별 특허출원 현황을 분석한 결과, 중국의 누적 특허출원 수가 3,820건으로 가장 높게 나타남**

❍ 그 다음으로 한국이 1,533건으로 2위를 차지하였으며, 미국이 1,082건으로 3위를 차지함

❍ 1구간에서 4구간까지의 특허출원 수 추이를 살펴보면, 약간의 차이는 있지만 대다수 1구간에서 3구간까지는 증가하는 추세이나 4구간에서는 다소 감소하는 경향을 보이고 있음

【 표 3-71 】 중분류-도시 분야 국가별 특허출원 현황

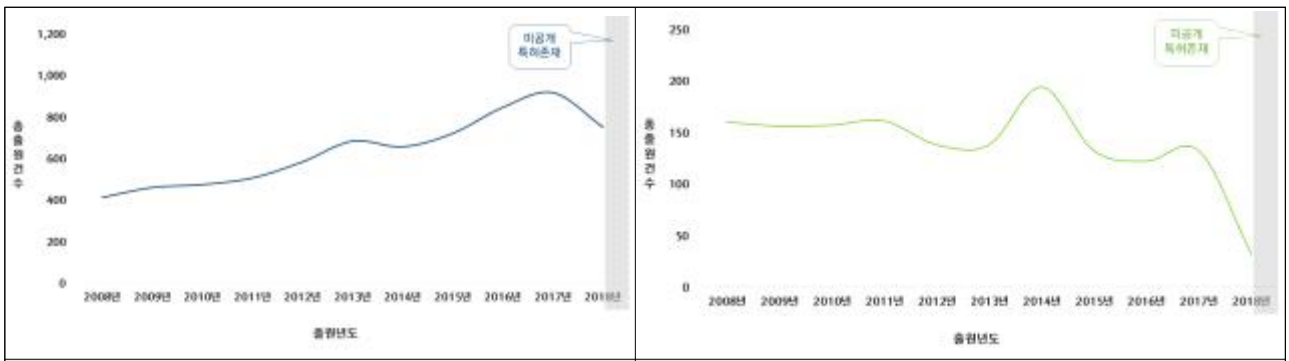
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	476	440	451	166	1,533
일본	75	66	66	22	229
미국	328	293	331	130	1,082
중국	567	968	1,616	659	3,810
독일	63	84	70	35	252
영국	7	15	18	6	46
프랑스	38	29	16	3	86
전체	1,554	1,895	2,568	1,021	7,038

❑ **7개 국가 전반적으로 특허출원이 점차 증가하는 추세를 보이고 있음**

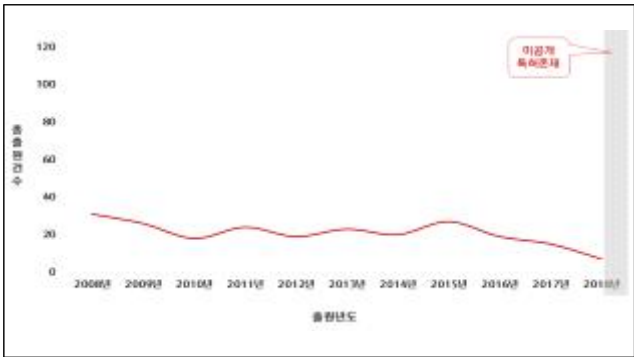
❍ 7개국 중 중국이 전체 출원동향과 가장 유사한 추이를 보이고 있는 것을 미루어 볼 때, 도시 분야의 연구개발 활동을 주도하고 있는 것으로 판단됨

❍ 반면, 나머지 국가는 소폭의 증감을 반복하며 전반적으로 감소하는 추세를 보이고 있으며, 영국 및 프랑스는 타 국가 대비 특허출원 수가 현저하게 적은 것으로 보아 동 분야에 연구개발이 더딘 것으로 판단됨

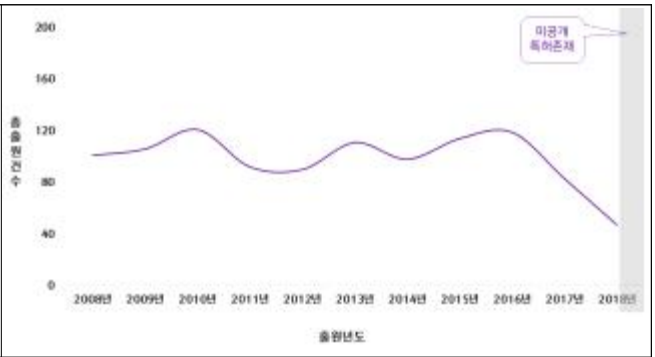
【 표 3-72 】 중분류-도시 분야 국가별 특허출원 현황



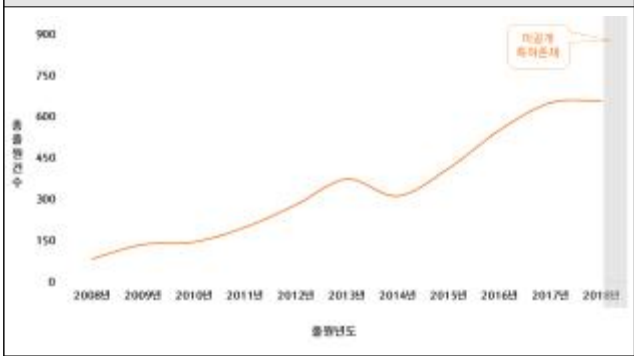
전체	한국



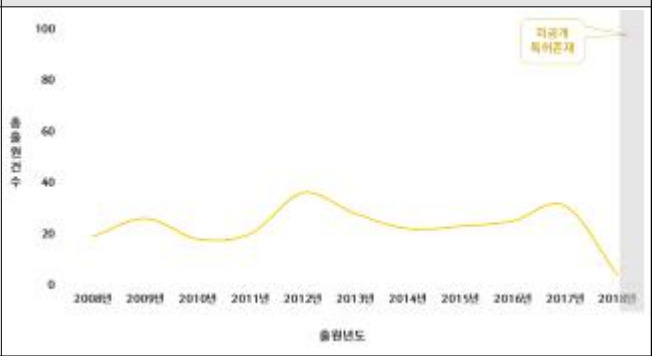
일본



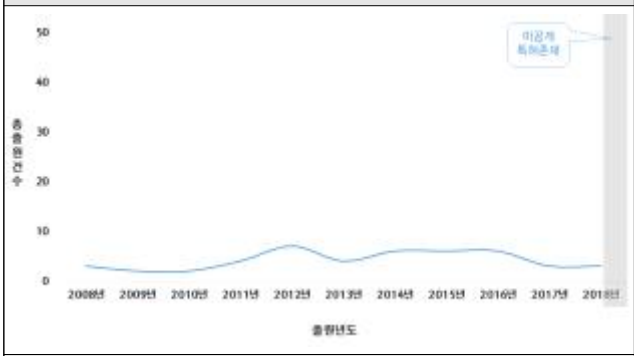
미국



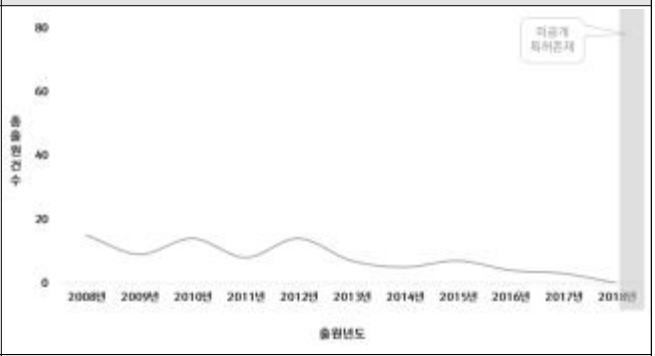
중국



독일



영국



프랑스

② 주요국 상위 10위 출원인

❑ **도시 분야의 7개국 상위 10위 주요 출원인 분석 결과, CHONGQING이 가장 많은 수의 특허를 출원하여 1위를 차지**

❍ 그 다음으로 미국의 XYLECO, INO가 2위를 차지했으며, 현대, 삼성물산 등 한국 기업이 다수를 차지

❍ 주요 출원인 상위 10위 중 50%가 한국 국적으로, 도시 분야의 특허 출원은 한국 기업이 주도하고 있는 것으로 나타남



【 그림 3-41 】 중분류-도시 분야 상위 10위 출원인

③ 특허기술경쟁력

❑ 도시 분야 특허기술경쟁력은 미국이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석대상 국가 중 5위로 평균 이하

❍ 도시 분야 특허기술경쟁력 상위 3순위는 미국, 일본, 영국 순으로 높게 나타났으며, 1위를 차지한 미국의 경우 특허영향력 측면에서 2, 3순위보다 월등히 높게 나타남

- 이는 미국이 도시 분야의 원천특허를 다수 보유한 것으로 나타나며, 향후 동 분야의 응용을 통한 다수의 특허 출원 활동으로 도시 분야의 기술경쟁력 강화가 예상됨

❍ 한국의 경우, 특허집중도가 1.25로 1위를 차지한 미국(1.05)보다 높게 나타나, 도시 분야의 연구개발에 집중하고 있는 것으로 판단됨

【 표 3-73 】 중분류-도시 분야 특허기술경쟁력

대분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
특허활동도	**0.22**	0.03	0.15	0.54	0.04	0.01	0.01
특허집중도	**1.16**	0.27	1.05	1.16	0.72	0.60	0.68
특허시장력	**1.05**	4.54	2.72	0.20	1.56	4.01	1.25
특허영향력	**0.62**	0.50	4.44	0.19	1.36	0.40	0.18
종합점수 (가중치 적용)	**27.2%**	66.7%	100.0%	11.6%	41.4%	59.7%	21.2%
순위	**5**	2	1	7	4	3	6

(바) 공간정보 분야

① 특허출원건수

❑ **'08년부터 '18년까지 공간정보 분야의 국가별 특허출원 현황을 분석한 결과, 중국의 누적 특허출원 수가 4,256건으로 가장 높게 나타남**

❍ 그 다음으로 미국이 2,721건으로 2위를 차지하였으며, 한국이 2,168건으로 3위를 차지함

❍ 1구간에서 4구간까지의 특허출원 수 추이를 살펴보면, 대부분의 국가는 1구간에서 3구간까지는 증가하는 추세이나 4구간에서는 다소 감소하는 경향을 보이고 있음

【 표 3-74 】 중분류-공간정보 분야 국가별 특허출원 현황

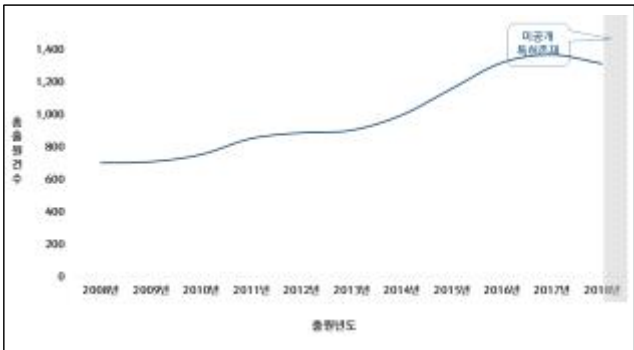
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	481	582	814	291	2,168
일본	506	476	453	146	1,581
미국	777	830	769	345	2,721
중국	524	796	1,841	1,095	4,256
독일	36	48	37	28	149
영국	6	7	13	12	38
프랑스	19	11	13	8	51
전체	2,349	2,750	3,940	1,925	10,964

❑ **7개 국가 전반적으로 특허출원이 점차 증가하는 추세를 보이고 있음**

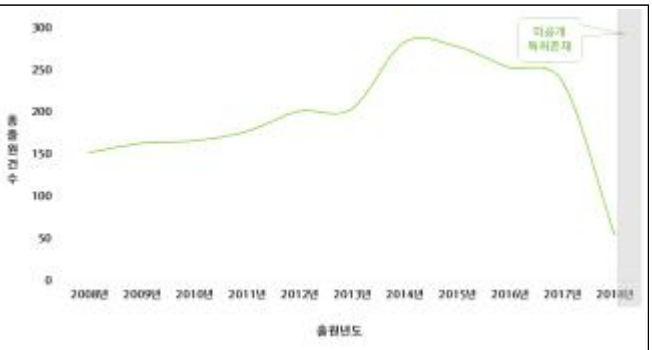
❍ 7개국 중 중국이 전체 출원동향과 가장 유사한 추이를 보이고 있는 것을 미루어 볼 때, 공간정보 분야의 연구개발 활동을 주도하고 있는 것으로 판단됨

❍ 반면, 나머지 국가는 소폭의 증감을 반복하며 전반적으로 감소하는 추세를 보이고 있으나 2018년 이후 미공개 출원건수가 존재하는 것을 미루어 볼 때, 향후 증가하는 추세를 보일 것으로 예상됨

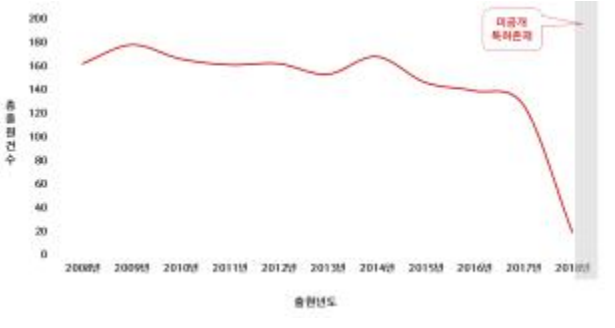
【 표 3-75 】 중분류-공간정보 분야 국가별 특허출원 현황



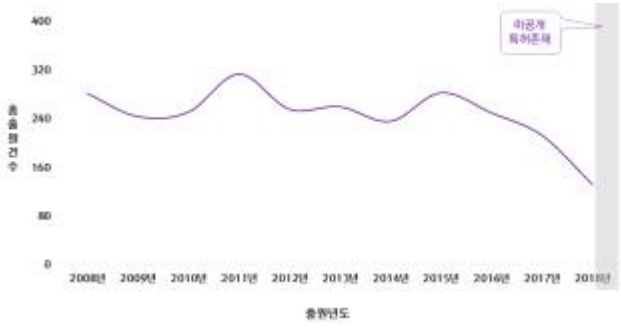
전체



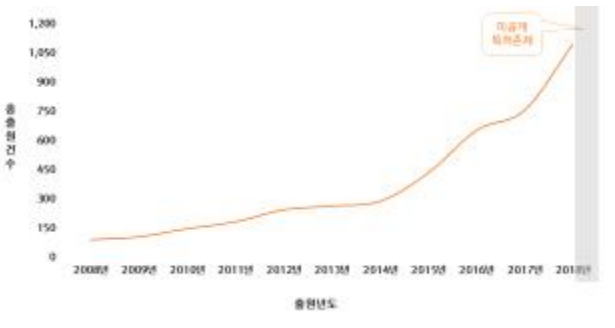
한국



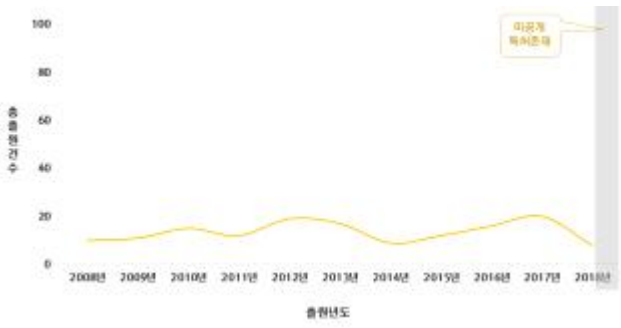
일본



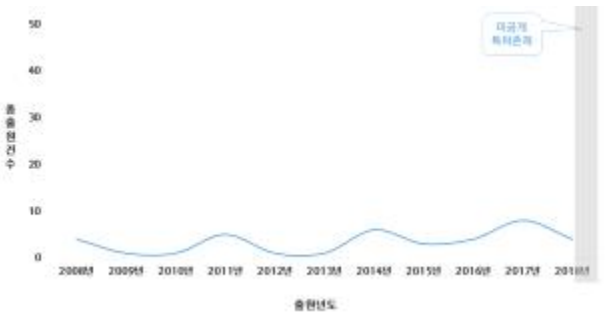
미국



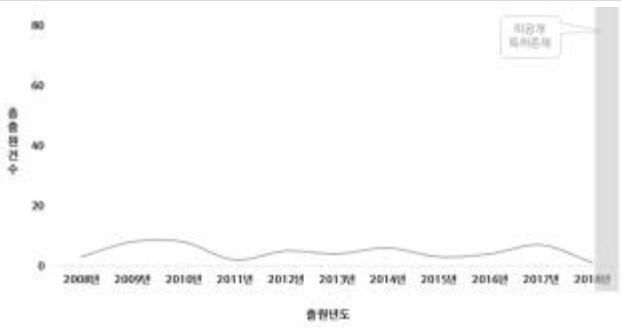
중국



독일



영국



프랑스

② 주요국 상위 10위 출원인

❑ **공간정보 분야의 7개국 상위 10위 주요 출원인 분석 결과, 일본의 CANON INO가 가장 많은 수의 특허를 출원하여 1위를 차지**

❍ 그 다음으로 한국의 삼성물산이 2위, 일본의 DENSO CCRP가 3위를 차지했으며, 한국 국적의 출원인의 경우 각각 2위, 7위, 8위를 차지함

❍ 주요 출원인 상위 10위 중 50%가 일본 국적으로, 도시·공간 공간정보 분야의 특허 출원은 일본 기업이 주도하고 있는 것으로 나타남



【 그림 3-42 】 중분류-공간정보 분야 상위 10위 출원인

③ 특허기술경쟁력

❑ **공간정보 분야 특허기술경쟁력은 미국이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석 대상 국가 중 6위로 평균 이하**

❍ 공간정보 분야 특허기술경쟁력 상위 3순위는 미국, 영국, 독일 순으로 높게 나타났으며, 1위를 차지한 미국의 경우 특허집중도, 특허영향력 측면에서 2, 3순위보다 월등히 높게 나타남

- 이는 미국이 공간정보 기술 분야에서 연구개발을 활발히 하고 있는 것으로 판단되며, 이를 통한 핵심특허를 다수 출원하여 기술경쟁력을 보유하고 있는 것으로 예상됨

❍ 한국의 경우, 특허기술경쟁력이 가장 높은 미국보다 모든 항목에서 낮은 것으로 나타나, 동 분야에 대한 기술개발은 비교대상 국가 대비 하위 수준으로 판단됨

【 표 3-76 】 중분류-공간정보 분야 특허기술경쟁력

대분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
특허활동도	**0.20**	0.14	0.25	0.39	0.01	0.00	0.00
특허집중도	**1.05**	1.19	1.70	0.83	0.27	0.32	0.26
특허시장력	**0.52**	1.23	2.20	0.33	1.63	3.91	1.83
특허영향력	**0.48**	0.47	2.04	0.30	1.25	0.43	0.13
종합점수 (가중치 적용)	**28.2%**	43.1%	100.0%	20.5%	61.8%	91.1%	41.8%
순위	**6**	4	1	7	3	2	5

3.1.2. 논문분석

(1) 조사 개요

❑ **신규 사업 지원 대상 기술의 역량분석에 필요한 객관적 데이터 확보를 위해 기존 양적·질적 기술경쟁력 분석 결과를 준용**

❍ 신규 사업을 통해 개발하고자 하는 기술 분야의 대규모 정부투자의 시의적절성을 판단하기 위해 국토교통 및 에너지분야 논문분석 결과 준용

- 국토교통 산업 전반의 보편적 논문추세를 통해 국내 녹색건축산업의 기술개발 환경이 동 사업 추진에 적합한지 파악

❑ **국토교통과학기술진흥원의 「2019 국토교통 기술경쟁력분석 보고서」를 준용함으로서 객관성이 확보된 기초자료 제공**

❍ 주요 국가별, 기술 분류별 논문 분석 결과를 통해 각 분야별 기술의 주요 선진국 대비 국내 양적·질적 기술경쟁력을 가늠하는데 활용

- 「2019 국토교통 기술경쟁력분석 보고서」는 '15년 국토교통 기술분류체계를 개정하여 국토교통 관련 8개 대분류, 26개 중분류, 93개 소분류로 구성된 '19년 국토교통 기술분류체계 개선(안)을 도출하였으며, 해당 기술분류체계별 논문을 전수 조사하여 기술경쟁력을 분석함

❍ 국토교통 분야 기술경쟁력은 특허기술경쟁력과 논문기술경쟁력으로 구성되며, 각 지표별 가중치는 지표별 쌍대비교 조사 후 AHP분석을 통해 산출

- 기술분야별로 논문게재, 피인용수 등 차이가 발생하는 것을 고려하여 기술분야별 가중치를 상이하게 적용

- 세부지표별 가중치는 8개 대분류별 기술특성을 고려하여 대분류별 AHP 분석을 통해 산출



【 그림 3-43 】 기술경쟁력 도출방법

(2) 조사 범위

❑ **한국을 포함한 주요 경쟁국(미국, 일본, 중국, 독일, 영국, 프랑스)에서 2008년 1월부터 2018년 12월까지 SCOPUS에 게재된 논문을 대상으로 분석**

❍ 소분류별, 국가별 논문정보를 수집하고 유효논문을 대상으로 논문활동도, 논문집중도, 논문영향력의 3개 항목 분석

❍ 논문 게재시기에 대한 분석 처리 및 결과를 직관적으로 확인할 수 있도록 하기 위해 게재년도 기준 3년 단위로 구간을 설정하여 분석

- 1구간: `08~`10년, 2구간: `11~`13년, 3구간: `14~`16년, 4구간: `17~`18년

❑ **'19년 국토교통 기술분류체계 개선(안) 중 동 사업과 연관있는 건축·도시 에너지 관련 2개 대분류, 4개 중분류, 14개 소분류에 대한 분석 결과를 반영**

- 「2019 국토교통 기술경쟁력분석 보고서」의 대분류 기술경쟁력 분석의 경우, 특허기술경쟁력 및 논문기술경쟁력까지 종합하여 기술경쟁력을 분석하였으며 소분류 기술경쟁력 분석의 경우, 특허기술경쟁력만 분석했으므로 동 사업 논문분석에서는 중분류 논문기술경쟁력만 분석

【 표 3-77 】 동 사업과 관련된 기술 분야

대분류	중분류	소분류
A. 건축	A1. 설계/시공	A11. 계획/설계
		A12. 구조/시공
		A13. 재료/자재
		A14. 환경/설비
	A2. 성능향상	A21. 유지관리
		A22. 에너지성능
		A23. 친환경
		A24. 정보화
B. 도시·공간	B1. 도시	B11. 도시계획/설계
		B12. 도시재생
		B13. 도시관리
	B2. 공간정보	B21. 공간정보 취득
		B22. 공간정보 관리
		B13. 공간정보 활용
C. 시설물	C1. 교량	C11. 강구조/합성구조 교량
		C11. 콘크리트 교량
		C12. 신소재 복합재료 교량
		C13. 케이블 교량
		C21. 육상
	C2. 터널/지하공간	C22. 침매/부유식
		C23. 해저/대심도

		C24. 지하대공간
	C3. 비탈면/지반/기초	C31. 비탈면 보호/보강/유지관리
		C32. 지반조사/개량
		C33. 육상/해상 기초
	C4. 해양구조물	C41. 준설/매립
		C42. 항만/해안 구조물
		C43. 인공섬
		C44. 수중구조물
	C5. 특수구조물	C51. 고압/극저온 구조물
		C52. 방호/방폭 구조물
		C53. 우주 구조물
	C6. 수공구조물	C61. 댐
		C61. 하천시설
D. 플랜트	D1. 발전플랜트	D11. 화력발전
		D12. 수력발전
		D13. 원자력발전
	D2. 자원개발플랜트	D21. 합성가스
		D22. 오일샌드/셰일가스추출
		D23. 극한지역자원개발
		D24. 자원이송
		D25. 천연가스
	D3. 신재생에너지플랜트	D31. 풍력
		D32. 해양
		D33. 바이오
		D34. 폐기물
		D35. 태양
		D36. 지열
		D37. 수소생산/인프라
	D4. 환경플랜트	D41. 해수담수화
		D42. 수처리
		D43. 대기오염방지
		D44. 이산화탄소 저감
E. 도로교통	E1. 자동차	E11. 자동차 안전 향상
		E12. 친환경 자동차
		E13. IT융합 자동차

		E14. 자동차 정비/개조/부품
	E2. 도로교통 인프라	E21. 도로 설계/시공/유지관리
		E22. 도로 안전/운영시설
		E23. IT융합 도로인프라
	E3. 도로교통 관리	E31. 교통 계획/운영
		E32. 교통 안전/편의
		E33. 교통 환경
F. 철도교통	F1. 철도차량	F11. 일반철도 차량
		F12. 고속철도 차량
		F13. 도시철도 차량
		F14. 철도차량 정비/개조/부품
	F2. 철도교통 인프라	F21. 노반/궤도
		F22. 역사
		F23. 전철/전력
		F24. 신호/통신
	F3. 철도교통 관리	F31. 철도교통 계획/운영
		F32. 철도교통 안전/편의
		F33. 철도교통 환경
		F34. 철도교통시스템 유지관리
G. 항공교통	G1. 항공기	G11. 고정익기 설계/제작/인증
		G12. 회전익기 설계/제작/인증
		G13. 무인기 설계/제작/인증
		G14. 항공기 정비/개조/부품
	G2. 항공교통 인프라	G21. 공항시설
		G22. 항행안전시설
	G3. 항공교통 관리	G31. 항행(CNS/ATM)
		G32. 항공운항안전
		G33. 항공교통시스템 유지관리
H. 물류	H1. 운송	H11. 대량운송
		H12. 연계운송
		H13. 배송
	H2. 물류인프라	H21. 보관
		H22. 하역
		H23. 포장
	H3. 물류관리	H31. 물류 정보화
		H32. 물류표준화
		H33. 물류 보안/안전

❍ 소분류별, 국가별 논문 수집결과 중 유효논문을 대상으로 분석된 3개 평가지표 (논문활동도, 논문집중도, 논문영향력)의 분석결과를 준용

- 3개 평가지표 중 논문활동도 및 논문집중도는 양적지표, 논문영향력은 질적지표로 구분하여 분석

【 표 3-78 】 논문기술경쟁력 평가지표

평가지표		내용
양적 지표	논문 활동도	- 논문 게재 건수 $\text{논문활동도}_{ij} = \frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} T_{ij}}$ (T_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 논문 수, nt는 전체 국가 수)
	논문 집중도	- 해당국가가 다른 국가와 비교하여 상대적으로 어떠한 기술분야에 혁신활동을 집중하고 있는가에 대한 정보 제공 · 논문집중도는 특정 국가가 전체 논문 건수를 대상으로 특정 기술분야에서 차지하는 비율을 의미하며 일반적으로 1보다 큰 경우 논문집중도가 높음을 의미 ※ 단, 상대적인 비율을 나타내기 때문에 집중도 값이 크다고 하여 논문게재건수가 많다는 것을 의미하는 것은 아님 $\text{논문집중도}_{ij} = \frac{(T_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} T_{ij})}{(\sum_{i=1}^{mt} T_{ij} / \sum_{i=1}^{mt}\sum_{j=1}^{nt} T_{ij})}$ (T_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 논문 수, nt는 전체 국가 수, mt는 전체 기술 수)
질적 지표	논문 영향력	- 특정국가의 해당 기술분야에서 게재된 논문 중 논문 당 피인용 횟수를 측정하는 지표로서, 논문영향력이 높을수록 게재된 논문 당 피인용 횟수가 많다는 것을 의미 · 피인용 횟수가 많은 논문은 원천기술에 가까워 향후 해당 논문을 기반으로 많은 응용이 예상되는 핵심논문로 볼 수 있음 $\text{논문영향력}_{ij} = \frac{(CT_{ij} / T_{ij})}{(\sum_{i=1}^{nt} CT_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} T_{ij})}$ (CT_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 논문 피인용 수) (T_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 논문 수, nt는 전체 국가 수)

❍ 기술분야별 세부지표 가중치에서는 질적지표가 양적지표보다 더 중요하다고 판단하고 있으며, 세부지표는 분야마다 상이하게 판단

【 표 3-79 】 기술분야별 세부지표 가중치

구분	건축	도시·공간	시설물	플랜트	도로교통	철도교통	항공교통	물류
논문양적지표	0.670	0.500	0.631	0.825	0.586	0.558	0.701	0.857
논문질적지표	0.167	0.225	0.188	0.214	0.337	0.386	0.425	0.200
논문활동도	0.833	0.775	0.812	0.786	0.663	0.614	0.575	0.800
논문집중도	0.631	0.532	0.409	0.489	0.599	0.424	0.514	0.528

❍ 논문기술경쟁력은 각 지표들에 가중치를 적용하여 산출

- 논문양적지표 = (a × 논문활동도) + (b × 논문집중도)

  * a, b는 해당 지표에 대한 가중치

(3) 조사 결과

(가) 중분류-설계/시공 분야

① 논문게재건수

❑ **'08년부터 '18년까지 설계/시공 분야의 국가별 논문 게재 현황을 분석한 결과, 중국의 누적 논문게재 수가 7,624건으로 가장 높게 나타남**

❍ 그 다음으로 독일이 3,051건으로 2위를 차지하였으며, 미국이 2,737건으로 3위를 차지함

❍ 1구간에서 4구간까지의 논문게재 수 추이를 살펴보면, 국가별 미미한 차이가 있으나 대부분의 국가의 논문게재 수는 증가 추세이며, 중국이 4구간에서 논문게재 수가 급증한 것으로 보아 동 분야에 대한 연구개발이 활발한 것으로 판단됨

【 표 3-80 】 중분류-설계/시공 분야 국가별 논문게재 현황

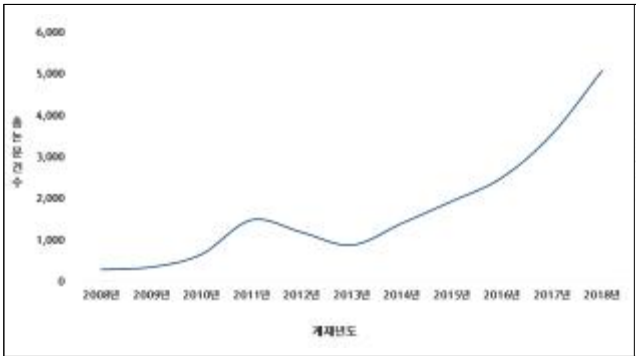
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	53	121	180	228	582
일본	276	636	568	613	2,093
미국	297	492	1,175	773	2,737
중국	177	1,216	1,600	4,631	7,624
독일	208	461	1,185	1,197	3,051
영국	140	327	639	655	1,761
프랑스	135	294	487	524	1,440
전체	1,286	3,547	5,834	8,621	19,288

❑ **7개 국가 전반적으로 논문 게재가 점차 증가하는 추세를 보이고 있음**

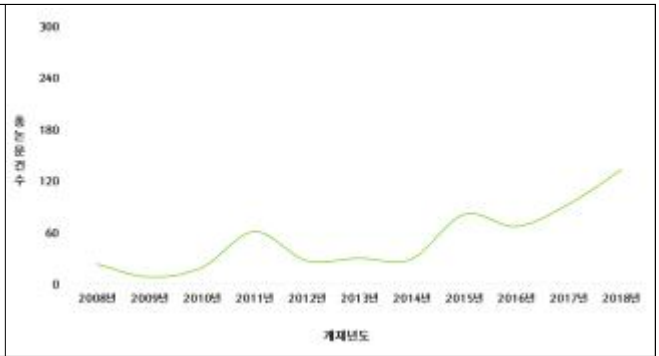
❍ 설계/시공분야의 전체 논문 게재수는 2013년을 기점으로 급증하는 추세

❍ 반면, 한국은 소폭의 증감을 반복하며 논문 게재수가 점차적으로 늘어나고 있으나, 타 국가 대비 논문 게재수는 미미한 수준

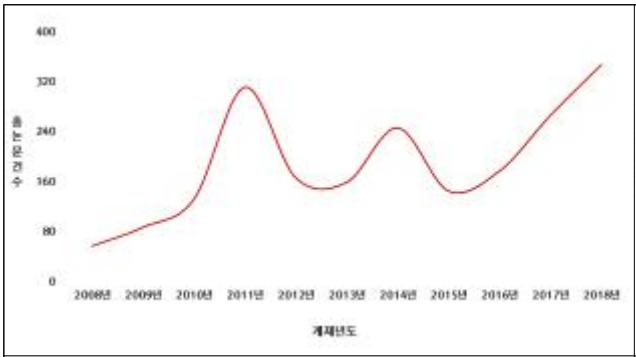
【 표 3-81 】 국가별 논문 게재 현황



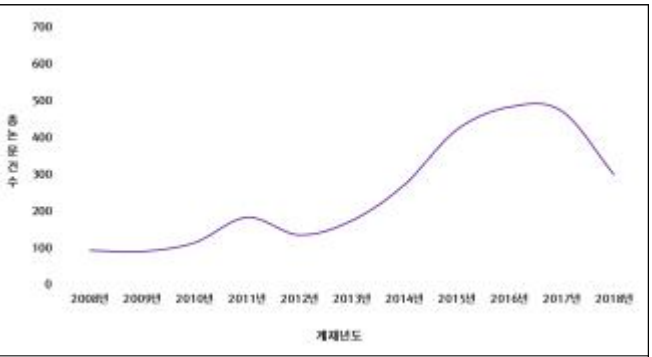
전체



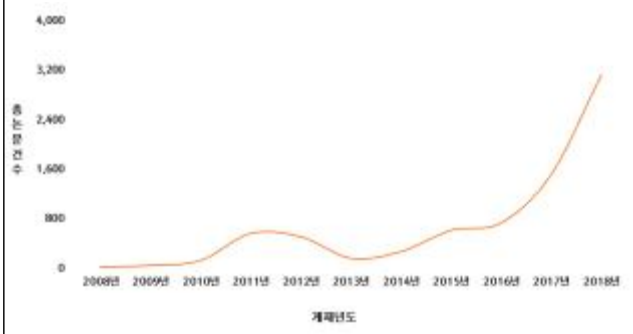
한국



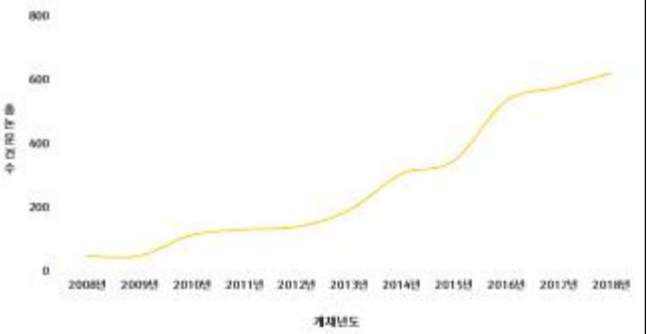
일본



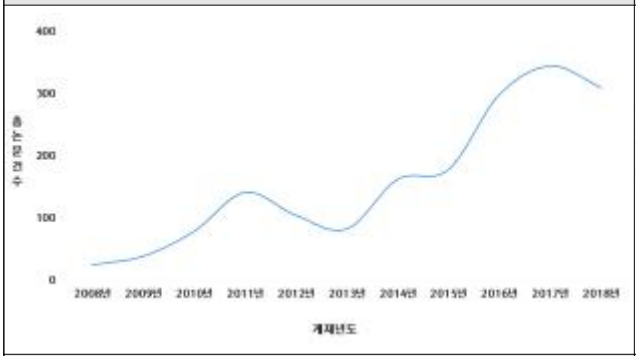
미국



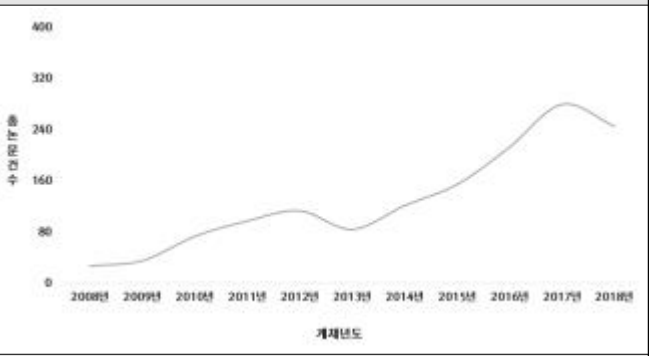
중국



독일



영국



프랑스

② 논문피인용건수

❑ **'08년부터 '18년까지 설계/시공 분야의 국가별 논문 피인용 현황을 분석한 결과, 미국의 논문 피인용수가 16,891건으로 가장 높은 것으로 나타남**

❍ 그 다음으로 독일이 12,268건으로 2위를 차지하였으며, 중국이 9,291건으로 3위를 차지하여 동 분야에 대해 연구 이슈를 주도하고 있는 것으로 나타남

❍ 한국의 논문 피인용수는 1,553건으로 7개 국가 중 7위를 차지하여 논문기술력이 타 국가 대비 낮은 것으로 판단됨

【 표 3-82 】 중분류-설계/시공 분야 국가별 논문 피인용 현황

구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	185	872	372	124	1,553
일본	2,393	2,119	1,776	473	6,761
미국	4,103	4,236	7,104	1,448	16,891
중국	898	4,329	3,096	968	9,291
독일	1,844	3,871	5,306	1,247	12,268
영국	1,852	3,293	2,785	687	8,617
프랑스	1,348	2,082	1,333	417	5,180
전체	12,623	20,802	21,772	5,364	60,561

③ 주요국 상위 10위 논문 최다게재기관

❑ **설계/시공 분야의 7개국 상위 10위 논문 최다게재기관 분석 결과, 독일의 RWTH Aachen University가 가장 많은 수의 논문을 게재하여 1위를 차지**

❍ 그 다음으로 일본의 University of Tokyo가 2위를 차지하였으며, 한국 국적의 논문 게재기관은 없는 것으로 나타남

❍ 주요 출원인 상위 10위 중 50%가 일본 국적으로, 설계/시공 분야의 논문 게재는 일본 기업이 주도하고 있는 것으로 나타남



【 그림 3-44 】 중분류-설계/시공 분야 상위 10위 논문 최다게재기관

④ 논문기술경쟁력

❑ 설계/시공 분야 논문기술경쟁력은 미국이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석 대상 국가 중 6위로 평균 이하

❍ 설계/시공 분야 논문기술경쟁력 상위 3순위는 미국, 영국, 독일 순으로 높게 나타났으며, 1위를 차지한 미국의 경우 논문활동도 및 논문영향력 측면에서 2, 3순위보다 월등히 높게 나타남

- 이는 미국이 게재한 논문의 게재 건 수가 많고, 설계/시공 분야의 원천기술에 가까워 향후 해당 논문을 기반으로 많은 응용이 예상되는 핵심논문로 볼 수 있음

❍ 한국의 경우, 가중치를 적용한 종합순위는 7개 국가 중 6위를 차지

- 논문활동도 7위, 논문집중도 6위, 논문영향력 6위로 모두 하위권 수준으로 평가

【 표 3-83 】 중분류-설계/시공 분야 논문기술경쟁력

대분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
논문활동도	**0.03**	0.11	0.14	0.40	0.16	0.09	0.07
논문집중도	**0.63**	1.70	0.56	0.95	1.93	1.08	1.42
논문영향력	**0.85**	1.03	1.97	0.39	1.28	1.56	1.15
종합점수 (가중치 적용)	**46.4%**	64.3%	100.0%	28.2%	78.6%	84.6%	67.4%
순위	**6**	5	1	7	3	2	4

(나) 중분류-성능향상 분야

① 논문게재건수

❑ **'08년부터 '18년까지 성능향상 분야의 국가별 논문 게재 현황을 분석한 결과, 중국의 누적 논문게재 수가 2,489건으로 가장 높게 나타남**

❍ 그 다음으로 미국이 903건으로 2위를 차지하였으며, 독일이 788건으로 3위를 차지함

❍ 1구간에서 4구간까지의 논문게재 수 추이를 살펴보면, 미국, 독일, 및 프랑스를 제외하고 대부분의 국가의 논문게재 수는 증가 추세이며, 중국이 4구간에서 논문게재 수가 급증한 것으로 보아 동 분야에 대한 연구 개발이 활발한 것으로 판단됨

【 표 3-84 】 중분류-성능향상 분야 국가별 논문게재 현황

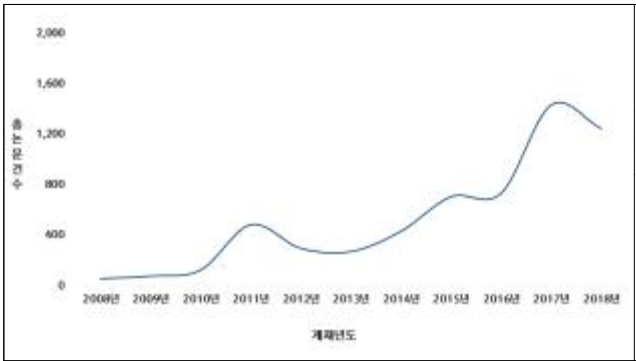
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	16	29	55	72	172
일본	47	114	136	150	447
미국	68	142	435	258	903
중국	38	436	512	1,503	2,489
독일	30	135	345	278	788
영국	31	87	224	277	619
프랑스	17	97	154	132	400
전체	247	1,040	1,861	2,670	5,818

❑ **7개 국가 전반적으로 논문 게재가 점차 증가하는 추세를 보이고 있음**

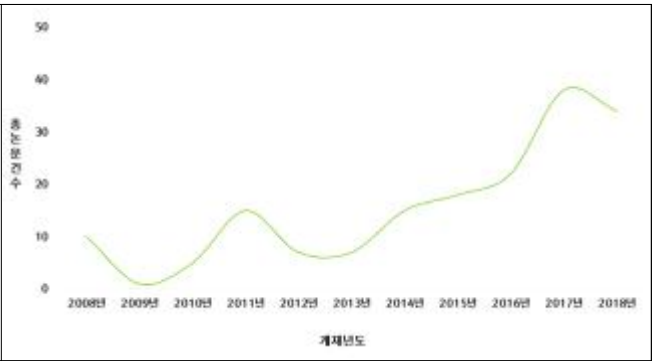
❍ 성능향상 분야의 전체 논문 게재수는 2013년을 기점으로 급증하는 추세

❍ 반면, 한국은 2011년 이후, 논문게재건수가 소폭 감소하였지만 2013년 이후부터 급증하는 추세

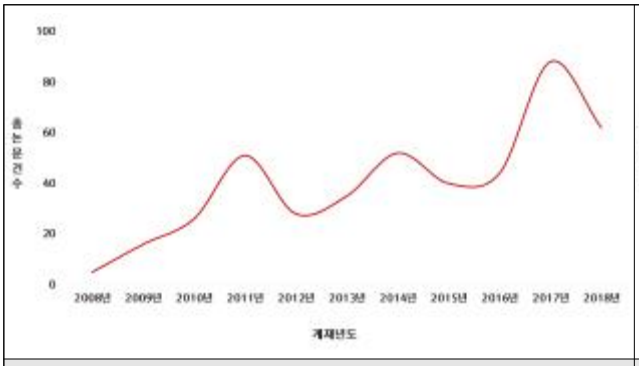
【 표 3-85 】 국가별 논문 게재 현황



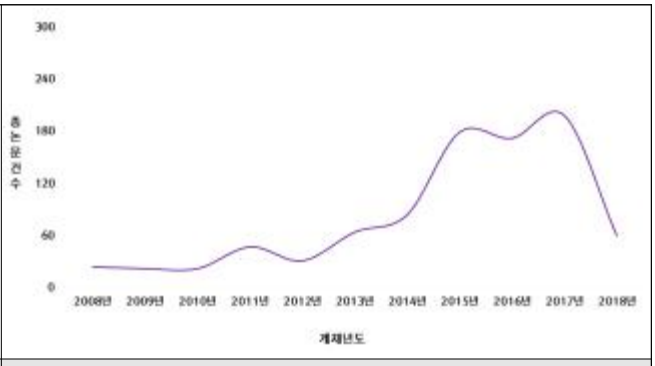
전체



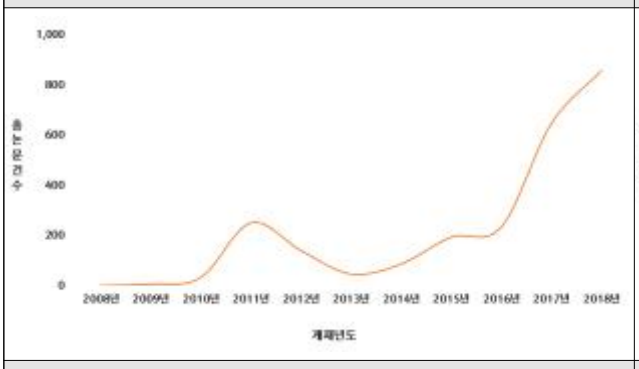
한국



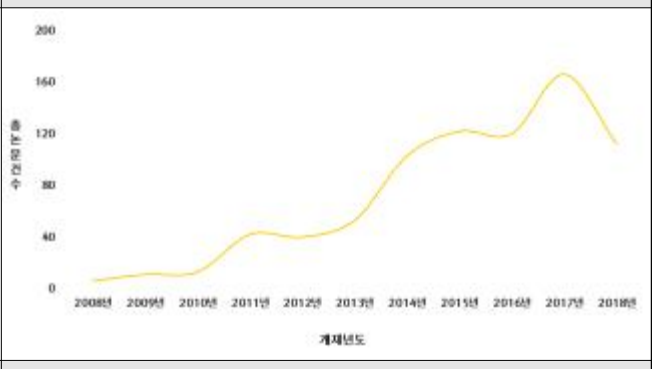
일본



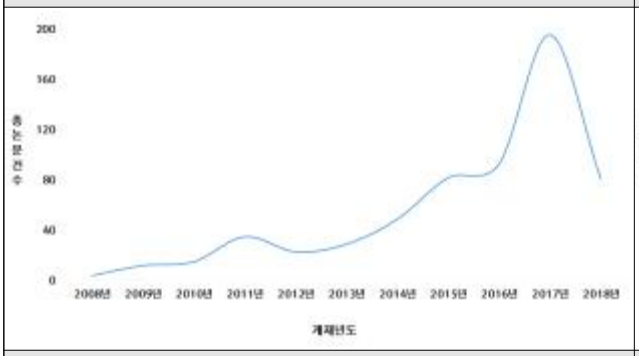
미국



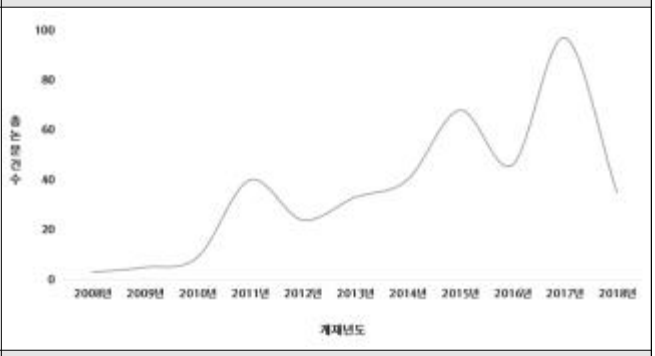
중국



독일



영국



프랑스

② 논문피인용건수

❑ **'08년부터 '18년까지 성능향상 분야의 국가별 논문 피인용 현황을 분석한 결과, 미국의 논문 피인용수가 7,148건으로 가장 높은 것으로 나타남**

❍ 그 다음으로 중국이 4,505건으로 2위를 차지하였으며, 독일이 4,235건으로 3위를 차지하여 동 분야에 대해 연구 이슈를 주도하고 있는 것으로 나타남

❍ 한국의 논문 피인용수는 553건으로 7개 국가 중 7위를 차지하여 논문기술력이 타 국가 대비 현저하게 낮은 것으로 판단됨

【 표 3-86 】 중분류-성능향상 분야 국가별 논문 피인용 현황

구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	65	196	225	67	553
일본	363	626	571	170	1,730
미국	1,189	1,525	3,288	1,146	7,148
중국	335	2,107	1,474	589	4,505
독일	402	1,538	1,867	428	4,235
영국	295	933	1,431	551	3,210
프랑스	229	1,095	707	143	2,174
전체	2,878	8,020	9,563	3,094	23,555

③ 주요국 상위 10위 논문 최다게재기관

❑ **성능향상 분야의 7개국 상위 10위 논문 최다게재기관 분석 결과, 중국 Tianjin University가 가장 많은 수의 논문을 게재하여 1위를 차지**

❍ 그 다음으로 중국의 Tongji University가 2위를 차지하였으며, 한국 국적의 논문 게재기관은 없는 것으로 나타남

❍ 주요 출원인 상위 10위 중 100%가 중국 국적으로, 성능향상 분야의 논문 게재는 중국 기업이 월등히 주도하고 있는 것으로 나타남



【 그림 3-45 】 중분류-성능향상 분야 상위 10위 논문 최다게재기관

④ 논문기술경쟁력

❑ 성능향상 분야 논문기술경쟁력은 미국이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석 대상 국가 중 6위로 평균 이하

❍ 성능향상 분야 논문기술경쟁력 상위 3순위는 미국, 독일, 프랑스 순으로 높게 나타났으며, 1위를 차지한 미국의 경우 논문활동도 및 논문영향력 측면에서 2, 3순위보다 월등히 높게 나타남

- 이는 미국이 게재한 논문의 게재 건 수가 많고, 성능향상 분야의 원천기술에 가까워 향후 해당 논문을 기반으로 많은 응용이 예상되는 핵심논문로 볼 수 있음

❍ 한국의 경우, 가중치를 적용한 종합순위는 7개 국가 중 6위를 차지

- 논문활동도 7위, 논문집중도 6위, 논문영향력 6위로 모두 하위권 수준으로 평가

【 표 3-87 】 중분류-성능향상 분야 논문기술경쟁력

대분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
논문활동도	**0.03**	0.08	0.16	0.43	0.14	0.11	0.07
논문집중도	**0.62**	1.21	0.61	1.03	1.65	1.26	1.30
논문영향력	**0.79**	0.96	1.96	0.45	1.33	1.28	1.34
종합점수 (가중치 적용)	**43.6%**	56.5%	100.0%	31.8%	78.4%	72.7%	76.0%
순위	**6**	5	1	7	2	4	3

(다) 중분류-도시 분야

① 논문게재건수

❑ **'08년부터 '18년까지 도시 분야의 국가별 논문 게재 현황을 분석한 결과, 미국의 누적 논문게재 수가 2,024건으로 가장 높게 나타남**

❍ 그 다음으로 중국이 1,974건으로 2위를 차지하였으며, 영국이 484건으로 3위를 차지함

❍ 1구간에서 4구간까지의 논문게재 수 추이를 살펴보면, 국가별 약간의 차이가 있으나, 한국을 제외한 대부분의 국가는 1~3구간에서 논문게재수가 증가하여 4구간에서 감소하는 추세

【 표 3-88 】 중분류-도시 분야 국가별 논문게재 현황

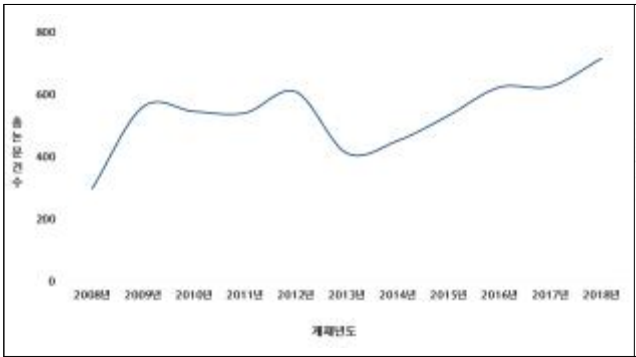
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	61	53	63	81	258
일본	86	132	138	99	455
미국	550	555	516	403	2,024
중국	417	492	546	519	1,974
독일	94	109	90	78	371
영국	118	132	142	92	484
프랑스	79	89	114	70	352
전체	1,405	1,562	1,609	1,342	5,918

❑ **7개 국가 전반적으로 논문 게재가 점차 증가하는 추세를 보이고 있음**

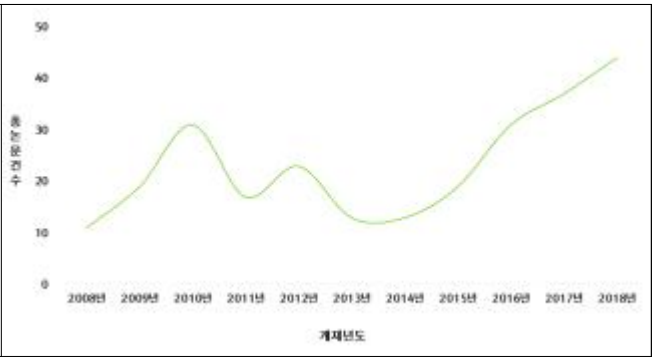
❍ 도시 분야의 전체 논문 건수는 2009년을 기점으로 완만한 유지세를 보이다 2012년 이후 소폭 감소한 후 2013년 이후 증가 추세

❍ 반면, 한국의 논문 건수는 2010년 이후 소폭의 증감을 반복하며 감소추세를 보인 후, 2014년 이후 급격하게 증가하여 동 분야에 대해 연구개발이 활발해진 것으로 판단됨

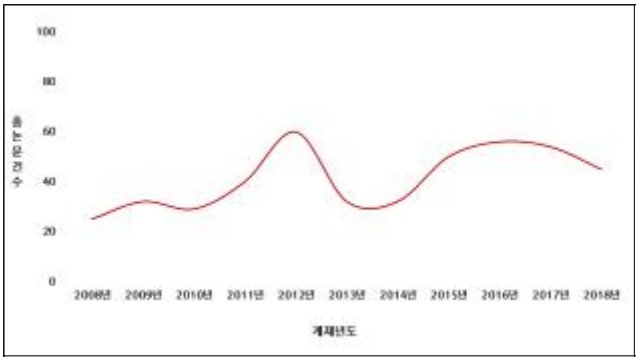
【 표 3-89 】 국가별 논문 게재 현황



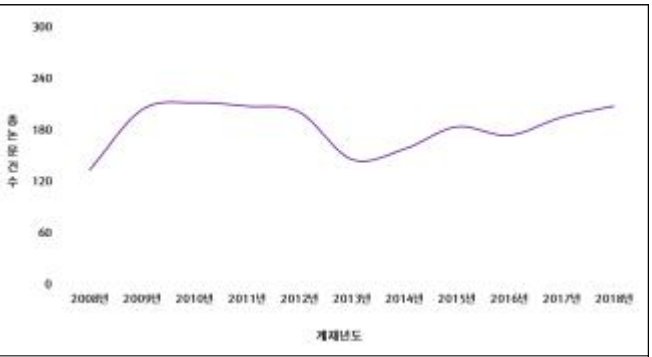
전체



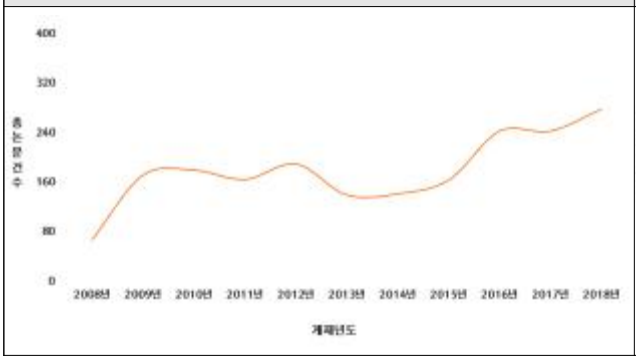
한국



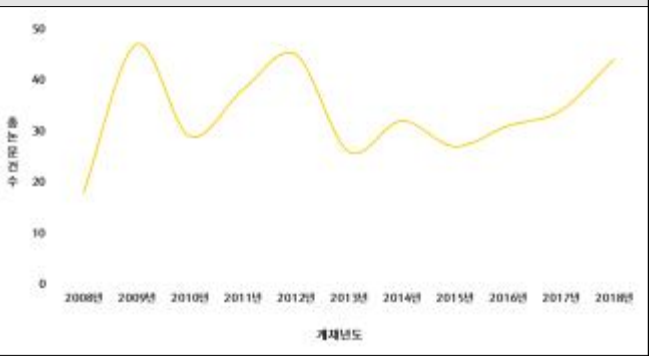
일본



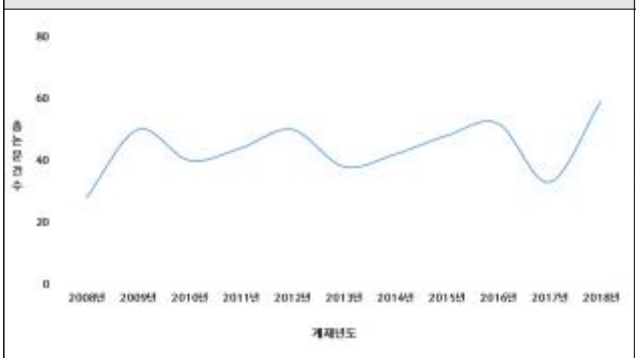
미국



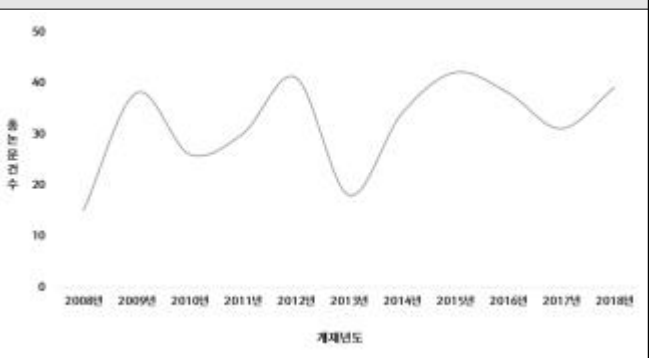
중국



독일



영국



프랑스

② 논문피인용건수

❑ **'08년부터 '18년까지 성능향상 분야의 국가별 논문 피인용 현황을 분석한 결과, 미국의 논문 피인용수가 46,934건으로 가장 높은 것으로 나타남**

❍ 그 다음으로 중국이 28,847건으로 2위를 차지하였으며, 영국이 13,138건으로 3위를 차지하여 동 분야에 대해 연구 이슈를 주도하고 있는 것으로 나타남

❍ 한국의 논문 피인용수는 3,316건으로 7개 국가 중 7위를 차지하여 논문기술력이 타 국가 대비 현저하게 낮은 것으로 판단됨

【 표 3-90 】 중분류-도시 분야 국가별 논문 피인용 현황

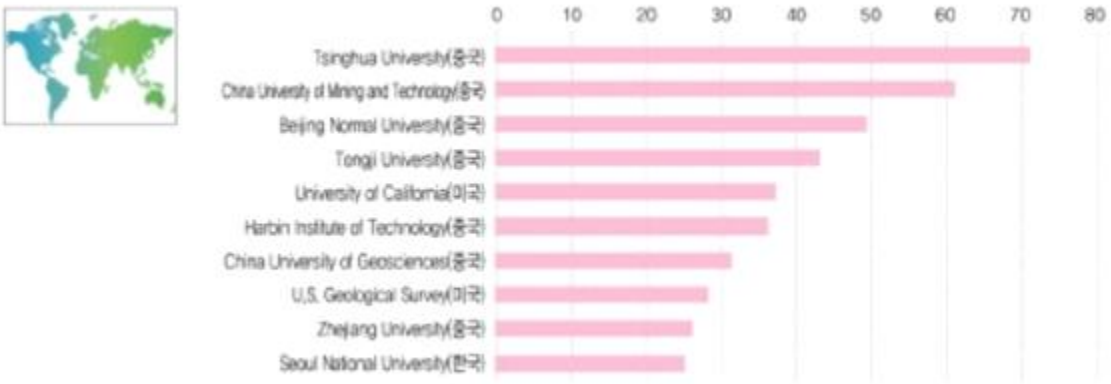
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	1,464	942	723	187	3,316
일본	2,705	2,884	1,149	386	7,124
미국	21,207	15,342	8,396	1,989	46,934
중국	10,337	8,147	7,587	2,776	28,847
독일	5,939	3,916	1,222	480	11,557
영국	5,318	4,680	2,582	558	13,138
프랑스	3,629	1,914	1,853	378	7,774
전체	50,599	37,825	23,512	6,754	118,690

③ 주요국 상위 10위 논문 최다게재기관

❑ **도시 분야의 7개국 상위 10위 논문 최다게재기관 분석 결과, 중국 Tsinghua University가 가장 많은 수의 논문을 게재하여 1위를 차지**

❍ 그 다음으로 중국의 China University of Mining and Technology가 2위를 차지하였으며, 한국 국적의 논문 게재기관은 서울대학교로 10위를 차지

❍ 주요 출원인 상위 10위 중 70%가 중국 국적으로, 도시 분야의 논문 게재는 중국 기업이 월등히 주도하고 있는 것으로 나타남



【 그림 3-46 】 중분류-도시 분야 상위 10위 논문 최다게재기관

④ 논문기술경쟁력

❑ 도시 분야 논문기술경쟁력은 독일이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석대상 국가 중 7위로 하위권

❍ 도시 분야 논문기술경쟁력 상위 3순위는 독일, 영국, 미국 순으로 높게 나타났으며, 1위를 차지한 독일의 경우 논문영향력 측면에서 2, 3순위보다 월등히 높게 나타남

- 이는 독일이 게재한 논문이 도시 분야에서 큰 영향력을 미치고 있는 것으로 판단됨

❍ 한국의 경우, 가중치를 적용한 종합순위는 7개 국가 중 7위를 차지

- 논문활동도 7위, 논문영향력 7위로 모두 하위권 수준이며, 논문집중도는 5위로 중위권 수준으로 평가

【 표 3-91 】중분류-도시 분야 논문기술경쟁력

대분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
논문활동도	**0.04**	0.08	0.34	0.33	0.06	0.08	0.06
논문집중도	**0.92**	1.21	1.34	0.80	0.77	0.97	1.13
논문영향력	**0.64**	0.78	1.16	0.73	1.55	1.35	1.10
종합점수 (가중치 적용)	**47.4%**	58.8%	83.7%	52.9%	100.0%	90.3%	76.9%
순위	**7**	5	3	6	1	2	4

(라) 중분류-공간정보 분야

① 논문게재건수

❑ **'08년부터 '18년까지 공간정보 분야의 국가별 논문 게재 현황을 분석한 결과, 중국의 누적 논문게재 수가 4,679건으로 가장 높게 나타남**

❍ 그 다음으로 미국이 4,582건으로 2위를 차지하였으며, 영국이 1,040건으로 3위를 차지함

❍ 1구간에서 4구간까지의 논문게재 수 추이를 살펴보면, 국가별 약간의 차이가 있으나, 미국, 독일을 제외한 대부분의 국가는 1~2구간에서 논문게재수가 증가하여 3구간 이후부터 감소하는 추세

【 표 3-92 】 중분류-공간정보 분야 국가별 논문게재 현황

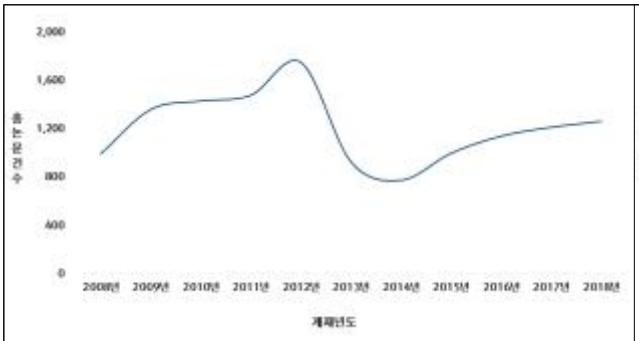
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	186	192	154	132	664
일본	209	241	196	141	787
미국	1,503	1,418	917	744	4,582
중국	1,103	1,477	1,121	978	4,679
독일	279	256	166	166	867
영국	302	333	215	190	1,040
프랑스	198	235	140	122	695
전체	3,780	4,152	2,909	2,473	13,314

❑ **7개 국가 전반적으로 논문 게재가 대폭 감소한 후 완만한 증가세를 보이고 있음**

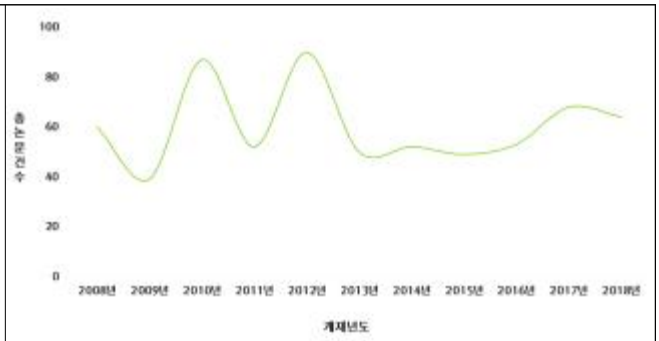
❍ 공간정보 분야의 전체 논문 건수는 증가세를 유지하다 2012년 이후 대폭 감소한 후 2014년부터 증가세

❍ 반면, 한국의 논문 건수는 2009년 이후 소폭의 증감을 반복하며 감소추세를 보인 후, 2013년 이후 완만한 곡선의 성장세

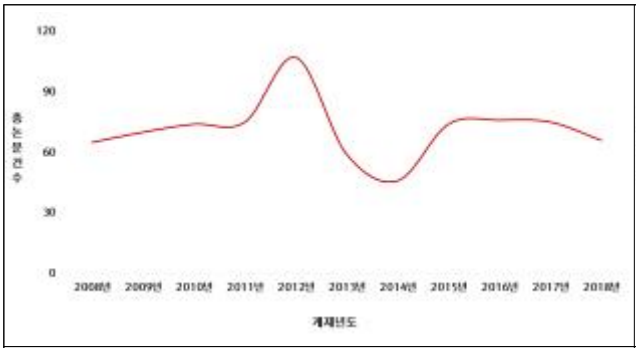
【 표 3-93 】 국가별 논문 게재 현황



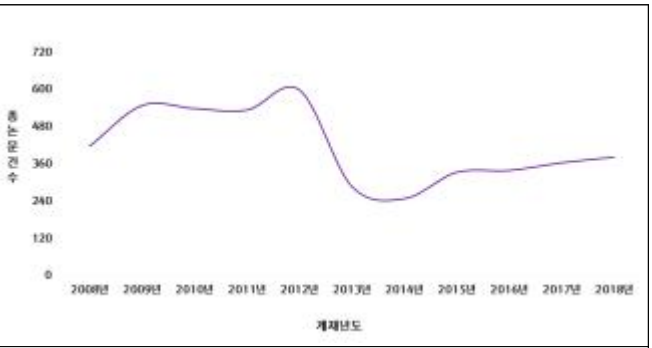
전체



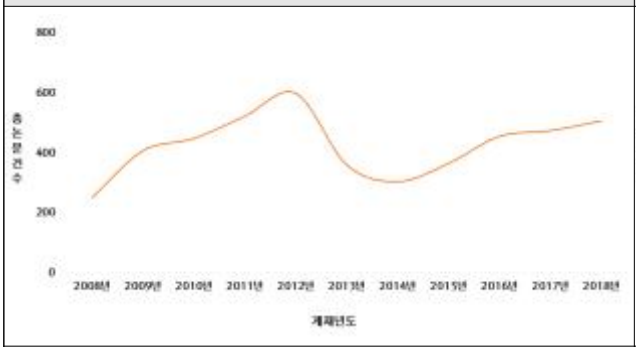
한국



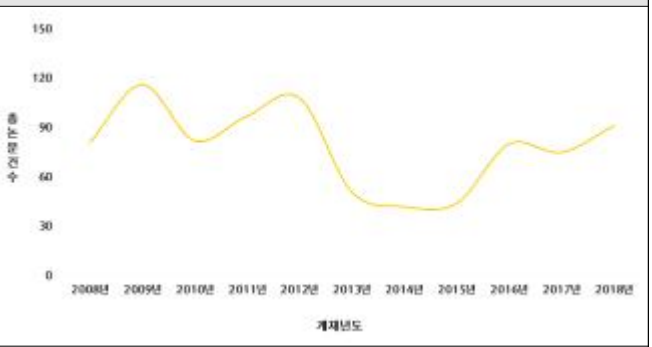
일본



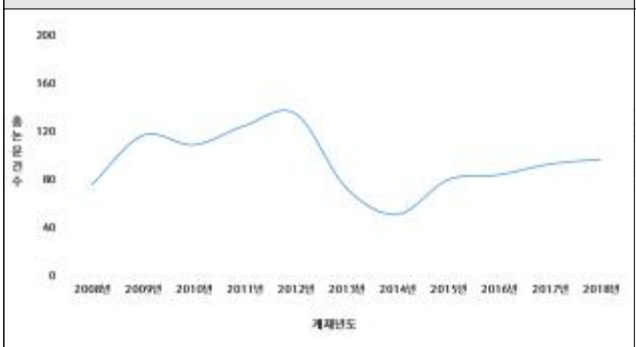
미국



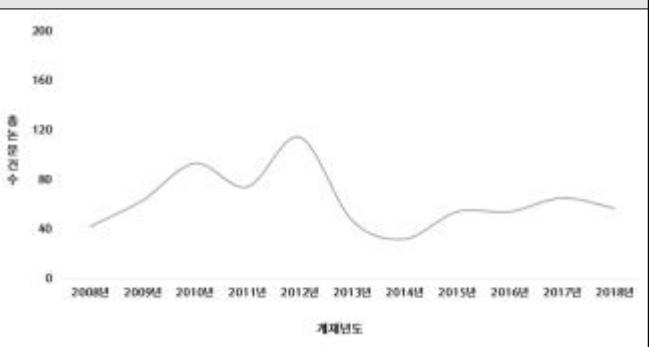
중국



독일



영국



프랑스

② 논문피인용건수

❑ **'08년부터 '18년까지 성능향상 분야의 국가별 논문 피인용 현황을 분석한 결과, 미국의 논문 피인용수가 111,674건으로 가장 높은 것으로 나타남**

❍ 그 다음으로 중국이 53,378건으로 2위를 차지하였으며, 독일이 27,046건으로 3위를 차지하여 동 분야에 대해 연구 이슈를 주도하고 있는 것으로 나타남

❍ 한국의 논문 피인용수는 10,422건으로 7개 국가 중 6위를 차지하여 논문기술력이 타 국가 대비 낮은 것으로 판단됨

【 표 3-94 】 중분류-공간정보 분야 국가별 논문 피인용 현황

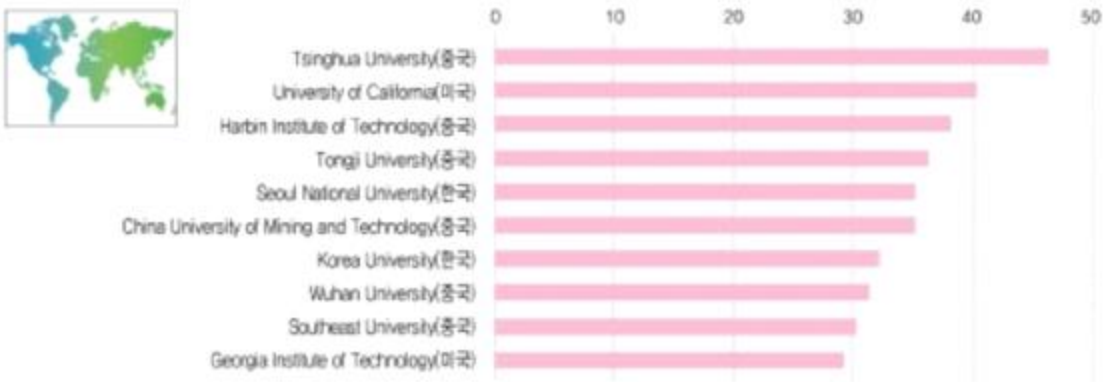
구분	1구간('08~'10)	2구간('11~'13)	3구간('14~'16)	4구간('17~'18)	합계
한국	4,539	4,440	1,251	192	10,422
일본	4,340	3,607	1,472	537	9,956
미국	52,225	40,331	15,280	3,838	111,674
중국	14,663	22,343	12,185	4,187	53,378
독일	12,362	10,343	3,568	773	27,046
영국	10,356	8,638	4,055	1,261	24,310
프랑스	7,060	7,273	3,125	806	18,264
전체	105,545	96,975	40,936	11,594	255,050

③ 주요국 상위 10위 논문 최다게재기관

❑ **도시 분야의 7개국 상위 10위 논문 최다게재기관 분석 결과, 중국 Tsinghua University가 가장 많은 수의 논문을 게재하여 1위를 차지**

❍ 그 다음으로 미국의 University of California가 2위를 차지하였으며, 한국 국적의 논문 게재기관은 서울대학교와 고려대학교가 각각 5위, 7위를 차지함

❍ 주요 출원인 상위 10위 중 60%가 중국 국적으로, 공간정보 분야의 논문 게재는 중국 기업이 월등히 주도하고 있는 것으로 나타남



【 그림 3-47 】 중분류-공간정보 분야 상위 10위 논문 최다게재기관

④ 논문기술경쟁력

❑ **공간정보 분야 논문기술경쟁력은 독일이 가장 높게 나타났으며, 한국은 7개의 분석 대상 국가 중 5위로 하위권**

❍ 공간정보 분야 논문기술경쟁력 상위 3순위는 독일, 프랑스, 미국 순으로 높게 나타났으며, 1위를 차지한 독일의 경우 논문영향력 측면에서 2, 3순위보다 월등히 높게 나타남

- 이는 독일이 게재한 논문이 도시 분야에서 큰 영향력을 미치고 있는 것으로 판단됨

❍ 한국의 경우, 가중치를 적용한 종합순위는 7개 국가 중 5위를 차지

- 논문활동도는 6위로 하위권 수준이며, 논문집중도는 2위로 상위권 수준이며, 논문영향력은 5위로 중위권 수준으로 평가

【 표 3-95 】 중분류-공간정보 분야 논문기술경쟁력

대분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
논문활동도	**0.05**	0.06	0.34	0.35	0.07	0.08	0.05
논문집중도	**1.05**	0.93	1.35	0.85	0.79	0.92	0.99
논문영향력	**0.82**	0.66	1.27	0.60	1.63	1.22	1.37
종합점수 (가중치 적용)	**56.7%**	46.5%	86.5%	43.4%	100.0%	78.2%	87.3%
순위	**5**	6	3	7	1	4	2

3.2. 기술수준 분석

3.2.1. 조사 개요

❑ 조사 목적 및 방법

❍ (목적) 건축분야의 최고기술국 대비 국내 기술수준 파악을 통해 국토교통 R&D 사업 추진의 적절성 분석 등 신규 사업 기획의 기초자료로 활용

❍ (방법) 신규 사업 지원 대상 기술의 기술수준을 판단하고, 기획에 활용 가능한 객관적 데이터 확보를 위해 기존 기술 수준 조사 분석 결과 준용

- '국토교통 기술수준분석(2019) 보고서'에서는 우리나라를 포함한 주요국의 국토교통 분야 8개 대분류, 26개 중분류, 93개 소분류에 대한 기술수준분석 결과 도출
- 이중 동 사업과 일치하는 분야인 2개 대분류, 4개 중분류, 14개 소분류에 해당하는 기술수준 분석결과 준용
- 특정 기술 분야의 기술수준이 아닌 건축분야의 보편적 기술수준 분석을 통해 건축·도시 제로에너지화 및 온실가스 감축 기술 확보를 위한 환경이 동 사업 추진에 적합한지 파악

❑ 조사 대상 및 내용

❍ (대상) 총 968명(국토교통 분야 전문가, 1차 및 2차 델파이 조사 모두 참여자)

- 건축 분야 응답자 수는 246명, 도시·공간 분야 응답자 수는 109명

❍ (내용) 주요 7개국(한국, 미국, 일본, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 기술수준 및 기술격차 평가 실시

- 전략적 중요도, 기술수명 주기, 기술격차 발생원인 제시

【 표 3-96 】 기술수준조사 평가항목

<table>
<tr><th>구분</th><th>주요 내용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>기술 수준 측정지표</td><td>▪ 상대수준(%), 격차기간(년)
<table>
<tr><th>평가항목</th><th>조직적 정의</th><th>평가척도</th></tr>
<tr><td>최고기술국</td><td>7개 조사 대상국 중 선택
(기타 국가는 주관식 기재)</td><td>선택</td></tr>
<tr><td>상대수준</td><td>`19년 주요국의 상대적 기술수준
(최고 기술수준: 100%)</td><td>0~100%</td></tr>
<tr><td>격차기간</td><td>`19년 주요국의 기술격차기간
(최고 기술수준: 0년)</td><td>년</td></tr>
</table></td><td>▪ 전문가 인식도 및 계량(특허/논문) 정보를 기반으로 측정</td></tr>
<tr><td>전략적 중요도</td><td>▪ 기술적 중요도, 기술확보 시급성, 사회경제적 파급효과, 정부지원 필요성</td><td>▪ R&D 전략수립 및 우선지원 설정에 활용</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>구분</th><th>주요 내용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th>평가항목</th><th>조직적 정의</th><th>평가척도</th></tr>
<tr><td>기술적 중요도</td><td>타 기술과의 연계성이 높고, 연관 기술의 개발 및 활용의 기반이 되는 정도</td><td>5점 척도</td></tr>
<tr><td>기술확보 시급성</td><td>해당기술의 적정 수준을 구형해야 하는 시기</td><td>5점 척도</td></tr>
<tr><td>사회경제적 파급효과</td><td>해당 기술의 타 요소기술 개발에 미치는 영향</td><td>5점 척도</td></tr>
<tr><td>정부지원 필요성</td><td>해당기술 개발/육성에 정부가 지원해야 하는 정도</td><td>5점 척도</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>기술격차 발생원인</td><td>▪ 최고기술선진국과 기술격차 발생원인(복수선택)
▪ 인프라(장비/설비) 부족, 인력부족, R&D투자부족, 중소기업 지원 부족, 기초연구지원부족, 법제도정비 필요, 사업화지원 부족, 기타(주관식)</td><td>▪ R&D 전략수립에 활용</td></tr>
</table>

3.2.2. 조사 범위

❑ **'19년 국토교통 기술분류체계 개선(안) 중 동 사업과 연관있는 건축·도시 에너지 관련 2개 대분류, 4개 중분류, 14개 소분류에 대한 분석 결과를 반영**

【 표 3-97 】 동 사업과 관련된 기술 분야

대분류	중분류	소분류
A. 건축	A1. 설계/시공	A11. 계획/설계
		A12. 구조/시공
		A13. 재료/자재
		A14. 환경/설비
	A2. 성능향상	A21. 유지관리
		A22. 에너지성능
		A23. 친환경
		A24. 정보화
B. 도시·공간	B1. 도시	B11. 도시계획/설계
		B12. 도시재생
		B13. 도시관리
	B2. 공간정보	B21. 공간정보 취득
		B22. 공간정보 관리
		B13. 공간정보 활용
C. 시설물	C1. 교량	C11. 강구조/합성구조 교량
		C11. 콘크리트 교량
		C12. 신소재 복합재료 교량
		C13. 케이블 교량

		C21. 육상
	C2. 터널/지하공간	C22. 침매/부유식
		C23. 해저/대심도
		C24. 지하대공간
	C3. 비탈면/지반/기초	C31. 비탈면 보호/보강/유지관리
		C32. 지반조사/개량
		C33. 육상/해상 기초
	C4. 해양구조물	C41. 준설/매립
		C42. 항만/해안 구조물
		C43. 인공섬
		C44. 수중구조물
	C5. 특수구조물	C51. 고압/극저온 구조물
		C52. 방호/방폭 구조물
		C53. 우주 구조물
	C6. 수공구조물	C61. 댐
		C61. 하천시설
D. 플랜트	D1. 발전플랜트	D11. 화력발전
		D12. 수력발전
		D13. 원자력발전
	D2. 자원개발플랜트	D21. 합성가스
		D22. 오일샌드/셰일가스추출
		D23. 극한지역자원개발
		D24. 자원이송
		D25. 천연가스
	D3. 신재생에너지플랜트	D31. 풍력
		D32. 해양
		D33. 바이오
		D34. 폐기물
		D35. 태양
		D36. 지열
		D37. 수소생산/인프라
	D4. 환경플랜트	D41. 해수담수화
		D42. 수처리
		D43. 대기오염방지
		D44. 이산화탄소 저감
E. 도로교통	E1. 자동차	E11. 자동차 안전 향상
		E12. 친환경 자동차
		E13. IT융합 자동차
		E14. 자동차 정비/개조/부품
	E2. 도로교통 인프라	E21. 도로 설계/시공/유지관리
		E22. 도로 안전/운영시설

		E23. IT융합 도로인프라
	E3. 도로교통 관리	E31. 교통 계획/운영
		E32. 교통 안전/편의
		E33. 교통 환경
F. 철도교통	F1. 철도차량	F11. 일반철도 차량
		F12. 고속철도 차량
		F13. 도시철도 차량
		F14. 철도차량 정비/개조/부품
	F2. 철도교통 인프라	F21. 노반/궤도
		F22. 역사
		F23. 전철/전력
		F24. 신호/통신
	F3. 철도교통 관리	F31. 철도교통 계획/운영
		F32. 철도교통 안전/편의
		F33. 철도교통 환경
		F34. 철도교통시스템 유지관리
G. 항공교통	G1. 항공기	G11. 고정익기 설계/제작/인증
		G12. 회전익기 설계/제작/인증
		G13. 무인기 설계/제작/인증
		G14. 항공기 정비/개조/부품
	G2. 항공교통 인프라	G21. 공항시설
		G22. 항행안전시설
	G3. 항공교통 관리	G31. 항행(CNS/ATM)
		G32. 항공운항안전
		G33. 항공교통시스템 유지관리
H. 물류	H1. 운송	H11. 대량운송
		H12. 연계운송
		H13. 배송
	H2. 물류인프라	H21. 보관
		H22. 하역
		H23. 포장
	H3. 물류관리	H31. 물류 정보화
		H32. 물류표준화
		H33. 물류 보안/안전

3.2.3. 조사 결과

(1) 대분류별 기술수준

① 건축 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 건축 전반의 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨**

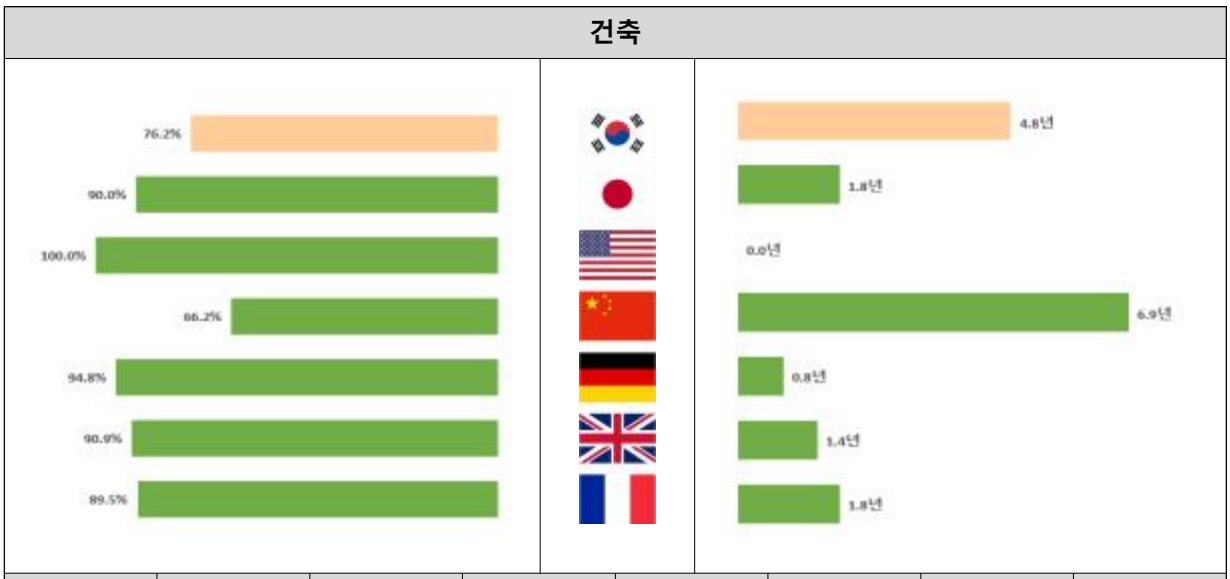
❍ 주요 7개국의 기술수준은 최고기술 보유국인 미국(100.0%) 대비 독일(94.8%), 영국(90.9%), 일본(90.0%), 프랑스(89.5%), 한국(76.2%), 중국(66.2%) 순임

❍ 주요 7개국 간의 기술격차 연수는 최고기술 보유국인 미국 대비 독일 0.8년, 영국 1.4년, 프랑스 및 일본 1.8년, 한국 4.8년, 중국 6.9년으로 평가됨

❍ 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 76.2%, 기술격차는 4.8년으로 나타남

【 표 3-98 】 대분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)



구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	76.2	90.0	100.0	66.2	94.8	90.9	89.5
기술격차	4.8	1.8	0.0	6.9	0.8	1.4	1.8

② 도시·공간 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 도시·공간 전반의 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨**

❍ 주요 7개국의 기술수준은 최고기술 보유국인 미국(100.0%) 대비 독일(97.8%), 영국(92.4%), 일본(90.6%), 프랑스(89.7%), 한국(77.1%), 중국(69.1%) 순임

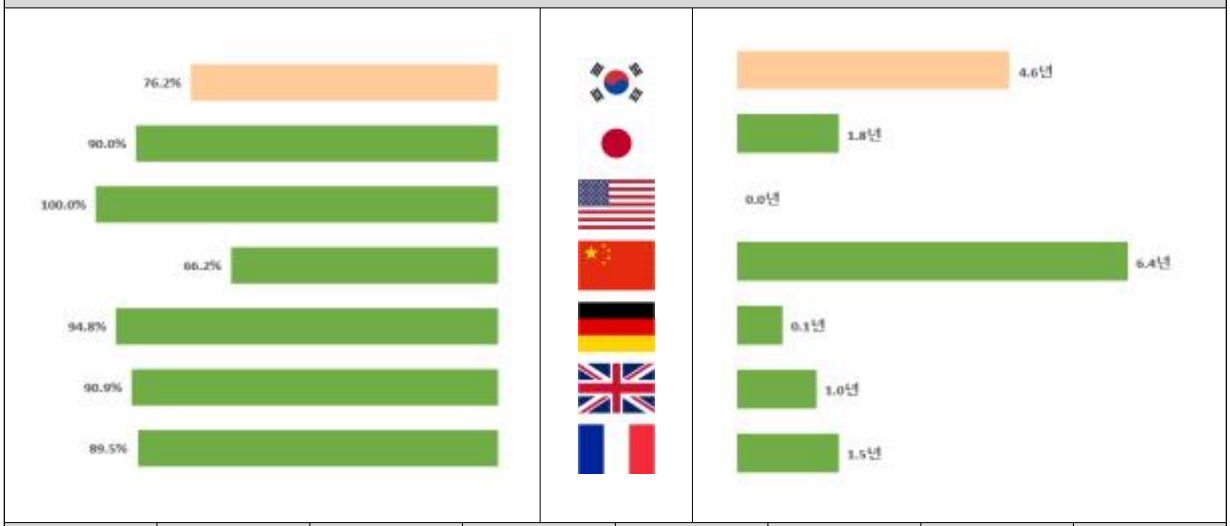
❍ 주요 7개국 간의 기술격차 연수는 최고기술 보유국인 미국 대비 독일 0.1년, 영국 1.0년, 프랑스 1.5년, 일본 1.8년, 한국 4.6년, 중국 6.4년으로 평가됨

❍ 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술 수준은 약 77.1%, 기술격차는 4.6년으로 나타남

【 표 3-99 】 대분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)

도시·공간



구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	77.1	90.6	100.0	69.1	97.8	92.4	89.7
기술격차	4.6	1.8	0.0	6.4	0.1	1.0	1.5

(2) 중분류별 기술 수준

① 건축-설계/시공 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 설계/시공분야의 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨**

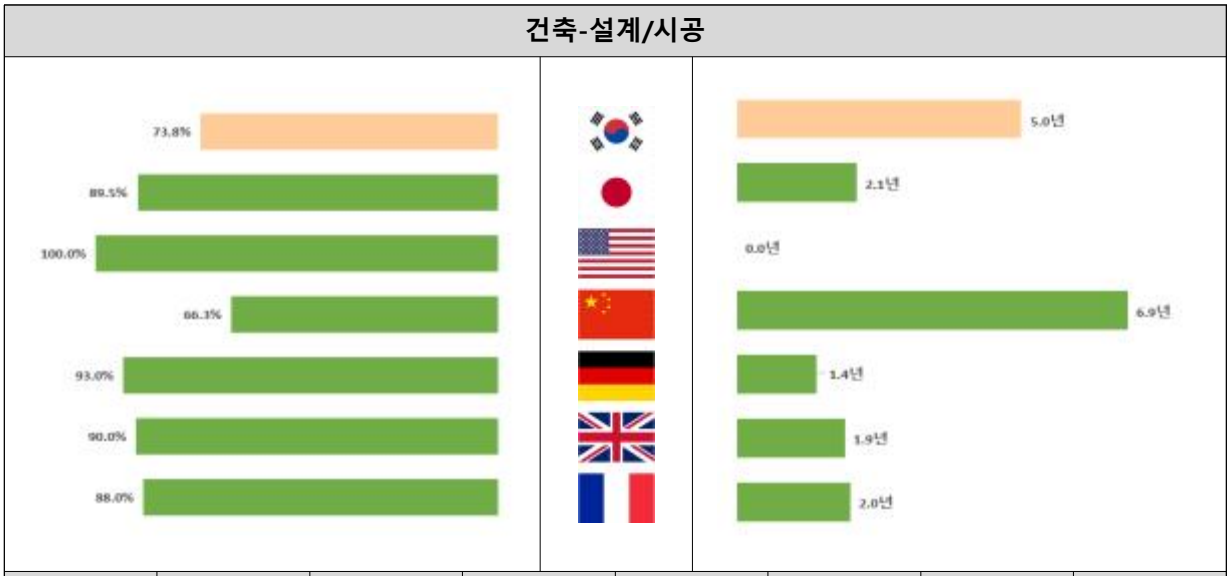
❍ 주요 7개국의 기술수준은 최고기술 보유국인 미국(100.0%) 대비 독일(93.0%), 영국(90.0%), 일본(89.5%), 프랑스(88.0%), 한국(73.8%), 중국(66.3%) 순임

❍ 주요 7개국 간의 기술격차 연수는 최고기술 보유국인 미국 대비 독일 1.4년, 영국 1.9년, 프랑스 2.0년, 일본 2.1년, 한국 5.0년, 중국 6.9년으로 평가됨

❍ 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 73.8%, 기술격차는 5.0년으로 나타남

【 표 3-100 】 중분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)



구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	73.8	89.5	100.0	66.3	93.0	90.0	88.0
기술격차	5.0	2.1	0.0	6.9	1.4	1.9	2.0

② 건축-성능향상 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 성능향상분야의 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨**

❍ 주요 7개국의 기술수준은 최고기술 보유국인 미국(100.0%) 대비 독일(96.7%), 영국(91.9%), 일본(90.6%), 프랑스(90.3%), 한국(78.6%), 중국(66.2%) 순임

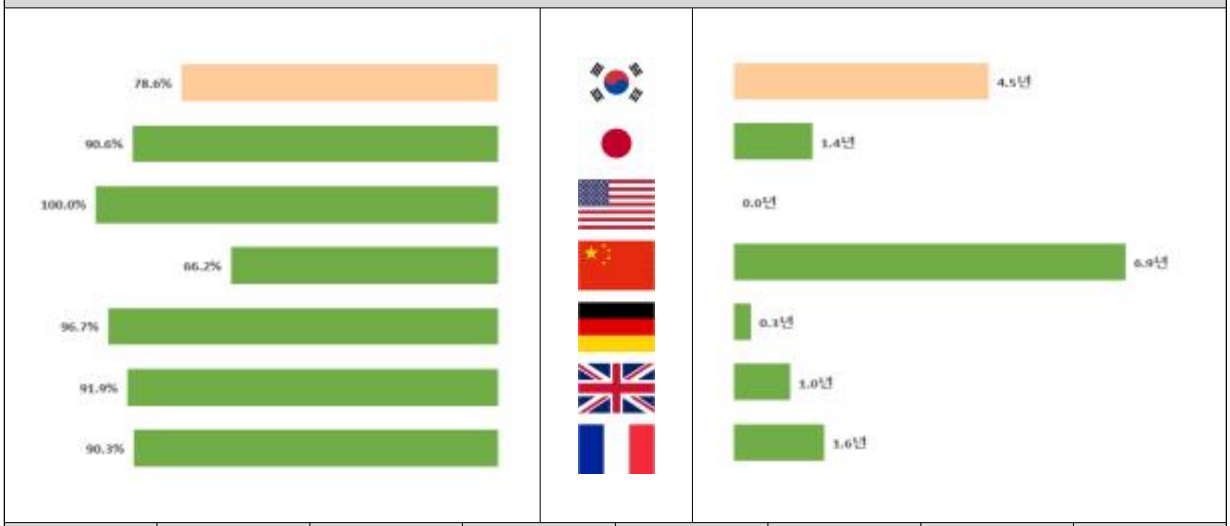
❍ 주요 7개국 간의 기술격차 연수는 최고기술 보유국인 미국 대비 독일 0.3년, 영국 1.0년, 일본 1.4년, 프랑스 1.6년, 한국 4.5년, 중국 6.9년으로 평가됨

❍ 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술 수준은 약 78.6%, 기술격차는 4.5년으로 나타남

【 표 3-101 】 중분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)

건축-성능향상



구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	78.6	90.6	100.0	66.2	96.7	91.9	90.3
기술격차	4.5	1.4	0.0	6.9	0.3	1.0	1.6

③ 도시·공간-도시 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 도시분야의 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨**

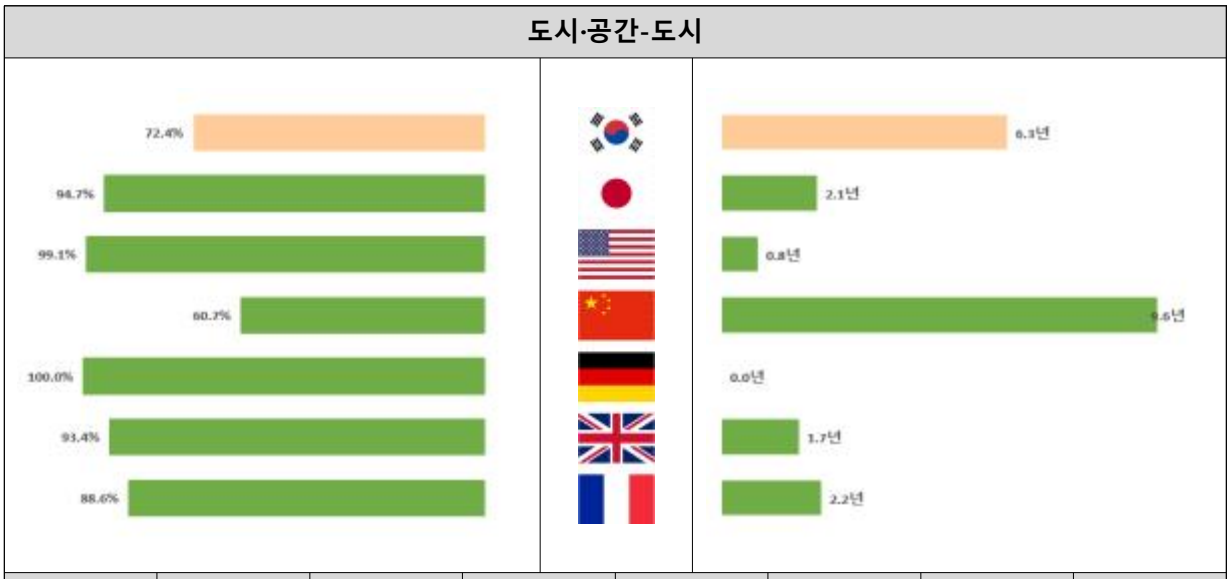
❍ 주요 7개국의 기술수준은 최고기술 보유국인 독일(100.0%) 대비 미국(99.1%), 일본(94.7%), 영국(93.4%), 프랑스(88.6%), 한국(72.4%), 중국(60.7%) 순임

❍ 주요 7개국 간의 기술격차 연수는 최고기술 보유국인 독일 대비 미국 0.8년, 영국 1.7년, 일본 2.1년, 프랑스 2.2년, 한국 6.3년, 중국 9.6년으로 평가됨

❍ 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 독일 대비 기술 수준은 약 72.4%, 기술격차는 6.3년으로 나타남

【 표 3-102 】 중분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)



구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	72.4	94.7	99.1	60.7	100.0	93.4	88.6
기술격차	6.3	2.1	0.8	9.6	0.0	1.7	2.2

④ 도시·공간-공간정보 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 공간정보분야의 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨**

❍ 주요 7개국의 기술수준은 최고기술 보유국인 미국(100.0%) 대비 독일(94.8%), 영국(90.7%), 프랑스(90.0%), 일본(86.0%), 한국(81.0%), 중국(76.7%) 순임

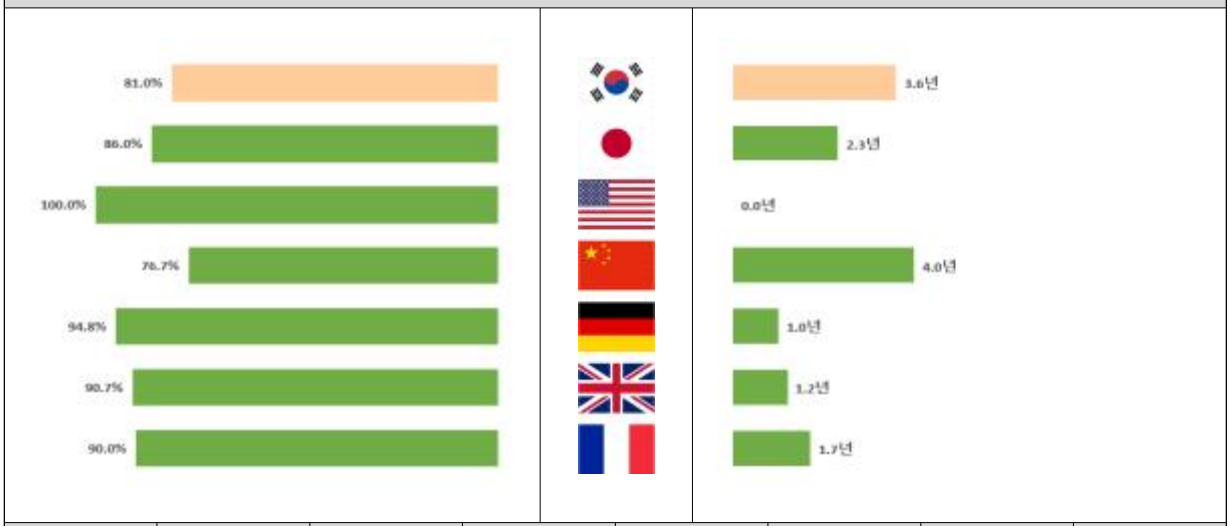
❍ 주요 7개국 간의 기술격차 연수는 최고기술 보유국인 미국 대비 독일 1.0년, 영국 1.2년, 프랑스 1.7년, 일본 2.3년, 한국 3.6년, 중국 4.0년으로 평가됨

❍ 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 81.0%, 기술격차는 3.6년으로 나타남

【 표 3-103 】 중분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)

도시·공간-공간정보



구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	81.0	86.0	100.0	76.7	94.8	90.7	90.0
기술격차	3.6	2.3	0.0	4.0	1.0	1.2	1.7

(3) 소분류별 기술수준

① 건축-설계/시공 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 설계/시공분야의 소분류별 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨**

- ❍ 설계/시공분야의 소분류별 기술수준 및 기술격차를 분석한 결과, 전 분야에서 최고기술 보유국은 미국으로 나타남
- ❍ 계획/설계 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 75.0%, 기술격차는 5.0년으로 나타남
- ❍ 구조/시공 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 80.0%, 기술격차는 5.0년으로 나타남
- ❍ 재료/자재 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 70.0%, 기술격차는 5.0년으로 나타남
- ❍ 설계/시공 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 70.0%, 기술격차는 5.0년으로 나타남

【 표 3-104 】 소분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)

(대)건축-(중)설계/시공-(소)계획/설계							
구분	**한국**	**일본**	**미국**	**중국**	**독일**	**영국**	**프랑스**
기술수준	75.0	90.0	100.0	70.0	95.0	90.0	90.0
기술격차	5.0	2.0	0.0	6.0	1.0	1.5	1.5
(대)건축-(중)설계/시공-(소)구조/시공							
구분	**한국**	**일본**	**미국**	**중국**	**독일**	**영국**	**프랑스**
기술수준	80.0	93.5	100.0	70.0	92.0	90.0	88.0
기술격차	5.0	1.5	0.0	7.5	2.0	2.5	2.5
(대)건축-(중)설계/시공-(소)재료/자재							
구분	**한국**	**일본**	**미국**	**중국**	**독일**	**영국**	**프랑스**
기술수준	70.0	90.0	100.0	65.0	95.0	90.0	90.0
기술격차	5.0	2.0	0.0	7.0	1.5	2.0	2.0
(대)건축-(중)설계/시공-(소)환경/설비							
구분	**한국**	**일본**	**미국**	**중국**	**독일**	**영국**	**프랑스**
기술수준	70.0	85.0	100.0	60.0	90.0	90.0	87.0
기술격차	5.0	3.0	0.0	7.0	1.0	1.5	2.0

❑

② 건축-성능향상 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 성능향상분야의 소분류별 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국 및 독일로 조사됨**

- ❍ 성능향상분야의 소분류별 기술수준 및 기술격차를 분석한 결과, 미국은 3개 분야에서 독일은 1개 분야에서 최고기술 보유국으로 나타남
- ❍ 유지관리 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 74.0%, 기술격차는 5.0년으로 나타남
- ❍ 에너지성능 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 80.0%, 기술격차는 5.0년으로 나타남
- ❍ 친환경 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 독일 대비 기술수준은 약 75.0%, 기술격차는 5.0년으로 나타남
- ❍ 정보화 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 80.0%, 기술격차는 4.5년으로 나타남

【 표 3-105 】 소분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)

(대)건축-(중)성능향상-(소)유지관리							
구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	74.0	90.0	100.0	60.0	95.0	90.0	90.0
기술격차	5.0	1.0	0.0	7.5	1.0	1.5	2.0
(대)건축-(중)성능향상-(소)에너지성능							
구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	80.0	90.0	100.0	70.0	95.0	90.0	90.0
기술격차	5.0	1.0	0.0	6.5	0.5	1.0	1.5
(대)건축-(중)성능향상-(소)친환경							
구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	75.0	88.0	93.0	60.0	100.0	91.0	90.0
기술격차	5.0	3.0	1.5	8.3	0.0	1.5	2.0
(대)건축-(중)성능향상-(소)정보화							
구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	80.0	88.0	100.0	70.0	90.0	90.0	85.0
기술격차	4.5	2.0	0.0	7.0	1.0	1.5	2.3

③ 도시·공간-도시 분야

❑ `19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 도시분야의 소분류별 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국 및 독일로 조사됨

- ❍ 도시분야의 소분류별 기술수준 및 기술격차를 분석한 결과, 미국은 2개 분야에서 독일은 1개 분야에서 최고기술 보유국으로 나타남
- ❍ 도시계획/설계 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 70.0%, 기술격차는 7.5년으로 나타남
- ❍ 도시재생 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 70.0%, 기술격차는 7.0년으로 나타남
- ❍ 도시 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 독일 대비 기술수준은 약 70.0%, 기술격차는 6.0년으로 나타남

【 표 3-106 】 소분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)

(대)도시·공간-(중)도시-(소)도시계획/설계							
구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	70.0	85.0	98.5	61.0	95.0	89.0	80.0
기술격차	7.5	4.5	0.3	9.5	0.5	3.0	4.0
(대)도시·공간-(중)도시-(소)도시재생							
구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	70.0	94.5	95.5	60.0	95.0	87.0	85.0
기술격차	7.0	2.3	1.0	10.0	1.0	2.5	2.5
(대)도시·공간-(중)도시-(소)도시관리							
구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준	70.0	95.0	93.5	55.0	100.0	95.0	92.0
기술격차	6.0	1.0	2.5	10.8	0.0	1.0	1.5

④ 도시·공간-공간정보 분야

❑ **`19년 기준 주요 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스)의 공간정보분야의 소분류별 기술수준 및 기술격차를 조사한 결과, 최고기술 보유국은 미국으로 조사됨**

- ❍ 공간정보분야의 소분류별 기술수준 및 기술격차를 분석한 결과, 전 분야에서 최고기술 보유국은 미국으로 나타남
- ❍ 공간정보취득 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 81.0%, 기술격차는 4.0년으로 나타남
- ❍ 공간정보관리 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 81.0%, 기술격차는 3.5년으로 나타남
- ❍ 공간정보활용 분야에서 한국의 기술수준은 주요 7개국 중 6위를 차지하였으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준은 약 81.0%, 기술격차는 3.3년으로 나타남

【 표 3-107 】 소분류별 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)

(대)도시·공간-(중)공간정보-(소)공간정보 취득							
구분	**한국**	**일본**	**미국**	**중국**	**독일**	**영국**	**프랑스**
기술수준	81.0	88.0	100.0	75.0	94.5	90.0	90.0
기술격차	4.0	2.5	0.0	4.0	1.0	1.5	2.0
(대)도시·공간-(중)공간정보-(소)공간정보 관리							
구분	**한국**	**일본**	**미국**	**중국**	**독일**	**영국**	**프랑스**
기술수준	81.0	85.0	100.0	78.5	95.0	90.0	90.0
기술격차	3.5	2.0	0.0	4.0	1.0	1.0	1.5
(대)도시·공간-(중)공간정보-(소)공간정보 활용							
구분	**한국**	**일본**	**미국**	**중국5**	**독일**	**영국**	**프랑스**
기술수준	81.0	85.0	100.0	76.5	95.0	92.0	90.0
기술격차	3.3	2.5	0.0	4.0	1.0	1.0	1.5

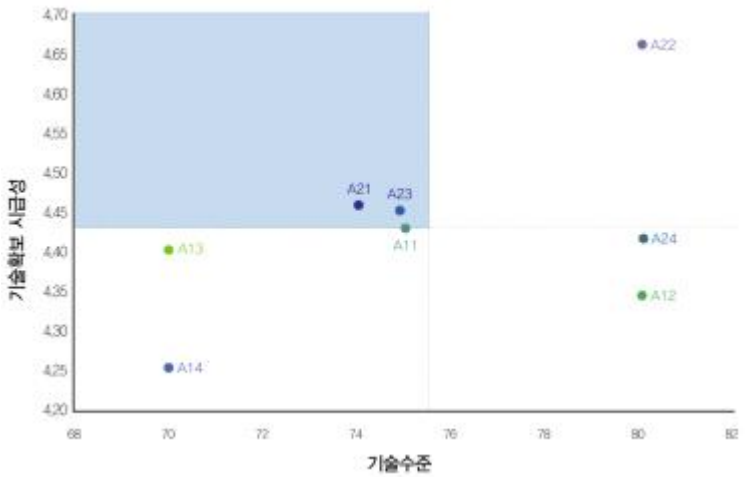
1.1.1.1.1. 전략적 중요도 및 기술격차 해소방안

① 건축 분야

A11	A12	A13	A14	A21	A22	A23	A24
계획/ 설계	구조/ 시공	재료/자재	환경/설비	유지관리	에너지 성능	친환경	정보화

❑ **건축분야의 기술확보 시급성에 대해 분석한 결과, 기술확보가 시급하나 기술수준이 낮은 분야는 유지관리, 친환경, 계획/설계 분야로 나타남**

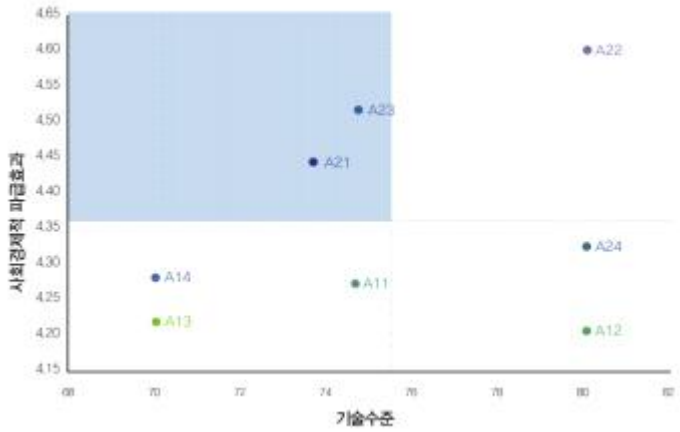
❍ 반면, 기술확보가 시급하며 기술수준 역시 높은 분야는 에너지성능 분야로 나타남



【 그림 3-48 】 건축분야의 기술확보 시급성

❑ **건축분야의 사회경제적 파급효과에 대해 분석한 결과, 파급효과는 높으나 기술수준이 낮은 분야는 유지관리, 재료/자재 분야로 나타남**

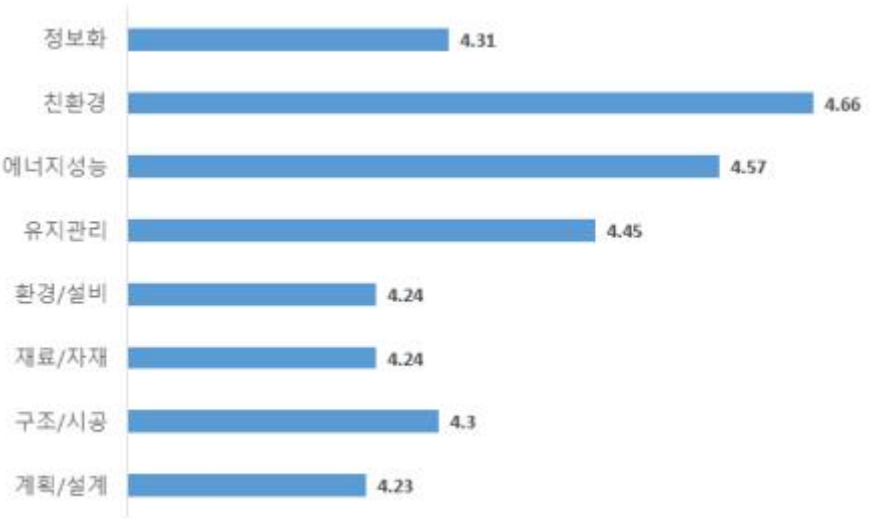
❍ 반면, 파급효과가 높으며 기술수준 역시 높은 분야는 에너지성능 분야로 나타남



【 그림 3-49 】 건축분야의 사회경제적 파급효과

❑ **건축분야의 정부지원의 필요성에 대해 분석한 결과, 친환경 분야가 4.66점으로 가장 높았으며, 그 다음으로 에너지성능 4.57점, 유지관리 4.45점 순**

❍ 반면, 계획/설계 분야가 4.23점으로 정부지원 필요성이 가장 낮은 것으로 나타남



【 그림 3-50 】 건축분야의 정부지원 필요성

❑ **건축 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생**

❍ 구조/시공, 재료/자재, 환경/설비, 에너지성능, 친환경, 정보화 기술은 R&D 투자 부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가

❍ 계획/설계, 유지관리 기술격차를 해소하기 위해 법제도 정비가 가장 시급

【 표 3-108 】 건축분야 기술격차 발생원인

● :1 순위, ◎: 2순위, ○: 3순위

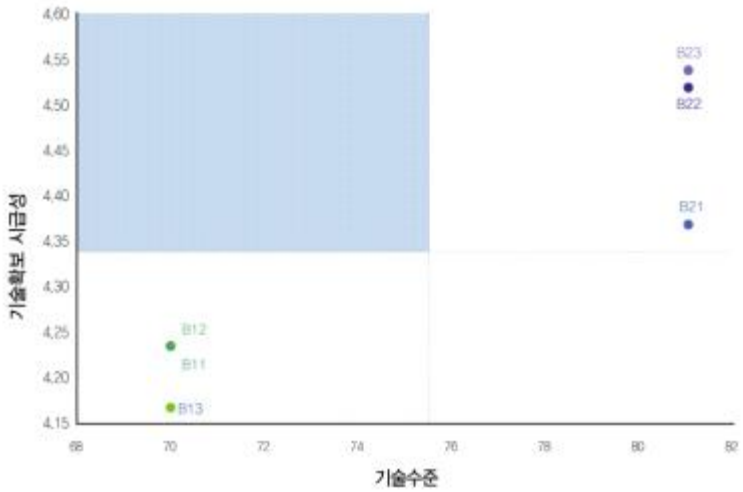
중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력 부족	R&D 투자부족	중소기업 지원부족	기초연구 지원부족	법제도 정비 필요	사업화 지원부족
설계/시공	계획/설계		○	◎			●	
	구조/시공		○	●			◎	
	재료/자재	○		●		◎		
	환경/설비	○		●		◎	○	
	유지관리		○	◎			●	
성능향상	에너지성능			●			○	◎
	친환경			●		○	◎	
	정보화		◎	●				○

② 도시·공간 분야

B11	B12	B13	B21	B22	B23
도시계획/설계	도시재생	도시관리	공간정보 취득	공간정보 관리	공간정보 활용

❑ **도시·공간분야의 기술확보 시급성에 대해 분석한 결과, 기술확보가 시급하나 기술수준이 낮은 분야는 없음**

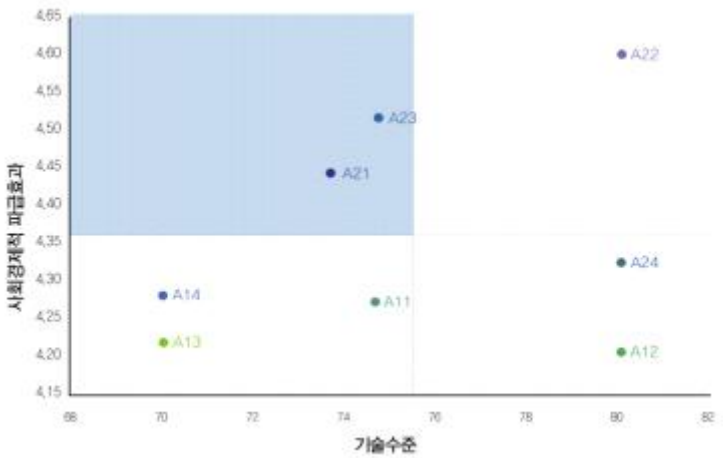
❍ 반면, 기술확보가 시급하며 기술수준 역시 높은 분야는 공간정보 취득, 공간정보 관리 및 공간정보 활용 분야로 나타남



【 그림 3-51 】 도시·공간분야의 기술확보 시급성

❑ **도시·공간분야의 사회경제적 파급효과에 대해 분석한 결과, 파급효과는 높으나 기술수준이 낮은 분야는 도시재생, 도시관리 분야로 나타남**

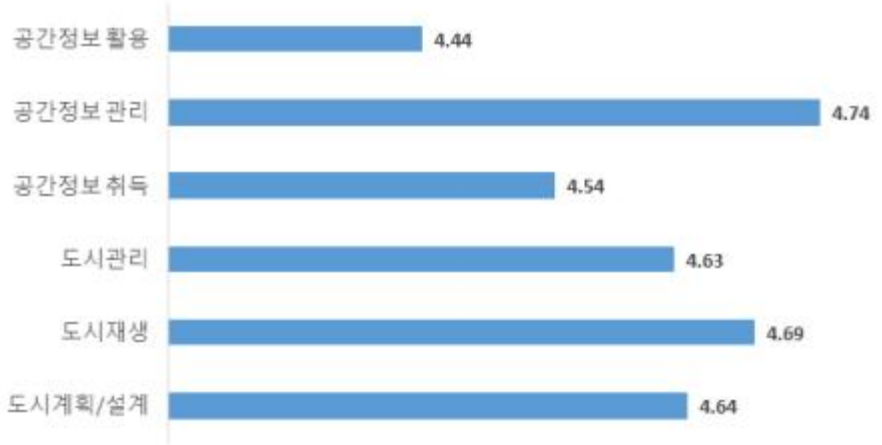
❍ 반면, 파급효과가 높으며 기술수준 역시 높은 분야는 공간정보 관리 분야로 나타남



【 그림 3-52 】 도시·공간분야의 사회경제적 파급효과

❑ **도시·공간분야의 정부지원의 필요성에 대해 분석한 결과, 공간정보 관리 분야가 4.74점으로 가장 높았으며, 그 다음으로 도시재생 4.69점, 도시계획/설계 4.64점 순**

❍ 반면, 공간정보 활용 분야가 4.44점으로 정부지원 필요성이 가장 낮은 것으로 나타남



【 그림 3-53 】 도시·공간분야의 정부지원 필요성

❑ **도시·공간 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생**

❍ 도시계획/설계, 도시재생, 도시관리 등 도시분야 기술의 기술격차를 해소하기 위해 제도정비가 가장 시급

❍ 공간정보 취득, 관리, 활용 기술은 R&D 투자부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가

【 표 3-109 】 도시·공간분야 기술격차 발생원인

● :1 순위, ◎: 2순위, ○: 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력 부족	R&D 투자부족	중소기업 지원부족	기초연구 지원부족	법제도 정비 필요	사업화 지원부족
도시	도시계획/설계			◎		○	●	
	도시재생			◎		○	●	
	도시관리			◎		○	●	
공간정보	공간정보 취득	○		●		◎		
	공간정보 관리		◎	●			○	○
	공간정보 활용		◎	●			○	



Ⅳ

사업 설계를 위한 사전조사

Ⅳ 사업 설계를 위한 사전조사

1. 사전조사

1.1. 기술수요 조사

❑ **개요**

❍ (목적) 커뮤니티 제로에너지화 신규 사업기획에 있어 관련 기술에 대한 산학연 전문가의 아이디어를 폭넓게 수집하고 건축·도시 에너지 최적화 분야 연구개발 주제를 발굴, 기획에 활용

❍ (내용) 중점분야별 '핵심과제' 및 '구성기술' 아이디어 수집 및 기술수요 발굴

- (조사 항목) 제안하고자 하는 기술의 명칭, 기술개발 목적, 기술개발 품목, 해당 품목의 시장 현황 및 기술개발 필요성, 기술개발 목표 및 내용, 기대효과, 예상 실증사이트 등

❑ **프로세스**

❍ (STEP 1) 기술수요 조사 양식 설계

- (기술수요 발굴) 제안 과제(프로젝트)개요, 과제 필요성, 개발 내용, 기술 및 산업동향, 기대효과 등

❍ (STEP 2) 기술수요 조사 실시

- (기술수요 발굴) 건축, 도시 관련 협회, 산학연 전문가를 통한 기술 수요 발굴 조사를 실시하여 핵심과제 및 구성기술 Pool 구성

❍ (STEP 3) 기술수요 조사 결과 정리 및 분석

- 기술수요 조사 모집 결과 정리

❍ (STEP 4) 기술수요 조사결과 내부 검토(KAIA)

- 기술수요 검토 및 수요기술 선정

❍ (STEP 5) 신규 사업 기획 수요 발굴 회의

- 워킹그룹 검토를 통한 핵심과제 후보 기술 선정 및 추가 제안

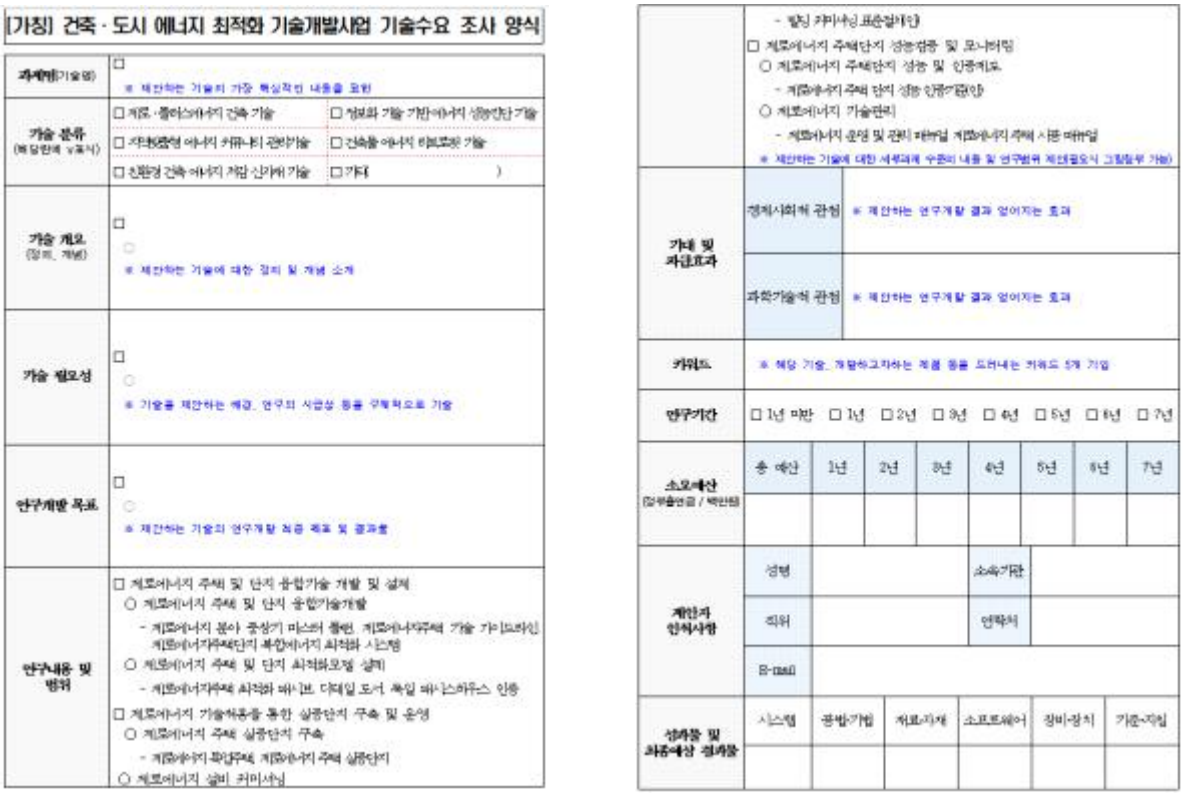
❍ (STEP 6) 신규 사업 기획 전문가 자문회의

- 전문가 자문을 통한 후보 기술 선정 및 추가 제안

❍ (STEP 7) 핵심과제 및 구성기술 확정

- 추가 검토를 통한 최종 핵심과제 및 구성기술 확정

❑ STEP 1 : 기술수요 조사 양식 설계



[가칭] 건축 · 도시 에너지 최적화 기술개발사업 기술수요 조사 양식

과제명(기술명)	☐ ※ 제안하는 기술의 가장 핵심적인 내용을 포함	
기술 분류 (해당란에 V표시)	☐ 제로·플러스에너지 건축 기술	☐ 정보화 기술 기반 에너지 성능진단 기술
	☐ 지역맞춤형 에너지 커뮤니티 관리기술	☐ 건축물 에너지 리트로핏 기술
	☐ 친환경 건축 에너지 저감 신자재 기술	☐ 기타 ( )
기술 개요 (정의, 개념)	☐ ○ ※ 제안하는 기술에 대한 정의 및 개념 소개	
기술 필요성	☐ ○ ※ 기술을 제안하는 배경, 연구의 사업상 등을 구체적으로 기술	
연구개발 목표	☐ ○ ※ 제안하는 기술의 연구개발 최종 목표 및 결과물	
연구내용 및 범위	☐ 제로에너지 주택 및 단지 융합기술 개발 및 설계 ○ 제로에너지 주택 및 단지 융합기술개발 - 제로에너지 분야 중장기 마스터 플랜, 제로에너지주택 기술 가이드라인, 제로에너지주택단지 복합에너지 최적화 시스템 ○ 제로에너지 주택 및 단지 최적화모델 설계 - 제로에너지주택 최적화 바이브 디테일 도어 복일 바이오하우스 인증 ☐ 제로에너지 기술적용을 통한 실증단지 구축 및 운영 ○ 제로에너지 주택 실증단지 구축 - 제로에너지 특화주택 제로에너지 주택 실증단지 ○ 제로에너지 설비 커미셔닝	

	- 랭킹 커미셔닝 표준절차) ☐ 제로에너지 주택단지 성능점검 및 모니터링 ○ 제로에너지 주택단지 성능 및 인증제도 - 제로에너지 주택 단지 성능 인증기준(안) ○ 제로에너지 기술현황 - 제로에너지 운영 및 관리 패러다임 제로에너지 주택 시범 마케팅 ※ 제안하는 기술에 대한 세부과제 수준의 내용 및 연구범위 제안필요시 그림첨부 가능)							
기대 및 파급효과	경제사회적 관점	※ 제안하는 연구개발 결과 얻어지는 효과						
	과학기술적 관점	※ 제안하는 연구개발 결과 얻어지는 효과						
키워드	※ 해당 기술, 개발하고자하는 제품 등을 드러내는 키워드 5개 기입							
연구기간	☐ 1년 미만 ☐ 1년 ☐ 2년 ☐ 3년 ☐ 4년 ☐ 5년 ☐ 6년 ☐ 7년							
소요예산 (정부출연금 / 백만원)	총 예산	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년
제안자 일반사항	성명				소속기관			
	직위				연락처			
	E-mail							
성과물 및 파급예상 성과물	시스템	공법·기법	재료·자재		소프트웨어	장비·장치	기준·지침	

【 그림 4-1 】 기술 수요 발굴 양식

❑ STEP 2 : 기술수요 조사 실시

❍ (대상) 건축·도시 에너지 분야 산·학·연 전문가 및 리모델링 관련 기업체

❍ (기간) 2020년 5월 20일~2020년 6월 14일

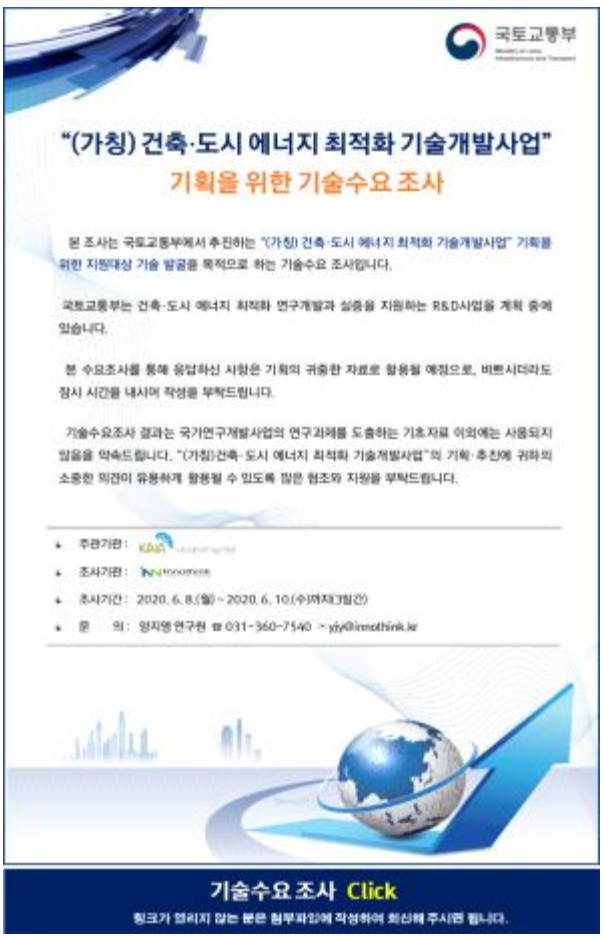
❍ (내용) 제안하고자 하는 기술의 명칭, 기술개발 목적, 기술개발 분야, 해당 분야의 시장 현황 및 기술개발 필요성, 기술개발 목표 및 내용, 기대효과, 예상 실증사이트 등

❍ 중점분야별 기술개발품목의 아웃라인만을 제시하여, 해당 키워드와 연관된 최대한 넓은 범위의 과제를 제안할 수 있도록 독려

- 신규 사업 기획 간 제안하는 중점분야/핵심과제별로 기업이 실제 개발하고자 하는 세부 기술 분야에 대해 파악하기 위해 최대한 자유로운 방식으로 기술 수요를 제안할 수 있도록 함
- 동 사업에서 지원하고자 하는 과제를 크게 5개의 분류로 나눠 수요자가 이를 선택할 수 있도록 함
  · 제로·플러스에너지 건축기술, 지역맞춤형 에너지 커뮤니티 관리 기술, 친환경 건축에너지 저감 신자재 기술,정보화 기술 기반 에너지 성능 진단 기술, 건축물 에너지 리트로핏 기술, 기타(필요 시 제안자가 직접 기술)



【 그림 4-2 】 기술수요 조사 대상





【 그림 4-3 】 기술수요 조사 안내문

❑ STEP 3 : 기술수요 조사 결과 정리 및 분석

❍ 기술수요 조사 결과 정리

- 기술수요 총 174건 취합

❍ (중점분야별 기술수요 조사 분포)

- 기술수요 조사 174건에 대한 관련 중점분야 맵핑을 분석한 결과, 1중점 20%(40건), 2중점 25%(48건), 3중점 26%(50건), 4중점 29%(56건)으로 동 사업 기획 내용에 고르게 분배됨
  - 중점분야별 과제 분류는 기획위원회 검토를 통해 시행하였으며, 핵심과제 및 구성 기술과 관련성이 없는 기술수요 제외, 총 174건 기술수요 도출

【 표 4-1 】 중점분야별 기술수요 조사 결과

구분	제안 분야				합계 (중복제외)
	에너지 디지털 진단 및 설계	건축물 제로에너지 그린리모델링	커뮤니티 에너지 스테이션	제로에너지 커뮤니티 운영 확산	
기술수요 조사(건수)	40	48	50	56	174

※ 취합된 기술수요의 관련 중점분야를 중복으로 매칭, 중복 제외한 총 기술수요 건수는 174건

❍ (제안기관별 산·학·연 분포)

- 기술개발 과제 제안기관의 산·학·연 분포를 분석한 결과, 산업체가 55%(96건), 학교 및 산학협력단이 28%(49건), 연구기관이 15%(25건) 기타 공공기관 등이 2%(4건)으로 나타남
- 중소기업 및 협·단체를 포함한 산업체의 참여율이 55%로 가장 높은 비중을 차지

【 표 4-2 】 제안주체별 기술수요 조사 결과

구분	제안주체				총합계
	산	학	연	기타*	
기술수요 조사(건수)	96	49	25	4	**174**

※ 기타* 에는 한국지역난방공사 등 기타 공공기관을 포함

❑ STEP 4 : 기술수요 조사 결과 내부 검토(KAIA)

❍ 기술수요 조사 결과 내부검토

- (검토 주체) KAIA 내부 전문가
- (기간) 2020년 5월 20일~2020년 6월 14일
- (내용) 주요 중점분야별 구분 중복 제거 및 제로에너지 커뮤니티 R&D 사업 관련 분야 적합성 검토
- 기술수요 조사 집계내역을 바탕으로 각 중점분야별 기술위원회에서 제안내역별 키워드 도출 및 카테고리화를 수행
  - 기술수요조사 집계내역 중 불성실입력 등을 사유로 내부검토에서 정제된 내역을 제외한 174건을 중점분야별 기술위원회에 상정, 기획위원 간 검토를 통해 제안내역별 키워드 도출 및 카테고리화 수행
- 기술수요 조사 내역 및 기술위원회 자체 기획내역을 바탕으로 4개 중점분야 13개 핵심과제(안) 수립

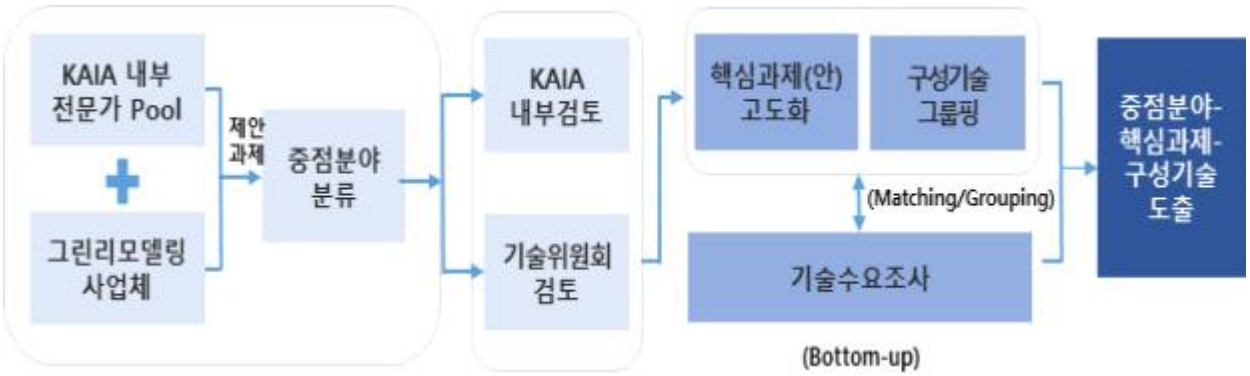
【 표 4-3 】 기술수요 조사를 반영한 중점분야 및 핵심과제(안) 수립

중점분야	핵심과제(안)	
에너지 디지털 진단 및 설계	1	건물/커뮤니티 에너지 최적화 설계지원 도구 및 서비스 개발
	2	디지털 트윈 (노후)건물/커뮤니티 진단 지원 기술/서비스 개발
	3	커뮤니티 단위 에너지 모니터링 및 통합관리 플랫폼 개발
건축물 제로에너지 그린리모델링	1	기존 건물 제로에너지화 진입 유도 보급형 건축기술 개발
	2	신축 건물 제로에너지 건축산업 확산 혁신/보급형 건축기술 개발
	3	건물 신재생에너지 기술 확산 기술 선진화 및 전용 플랫폼 구축
커뮤니티 에너지 스테이션	1	커뮤니티 신재생에너지 기술 통합 에너지 공급 플랫폼 개발
	2	안전한 대용량 에너지 저장/전환 및 공유관리 기술 개발
	3	지역냉난방 기술 기반의 친환경 차세대 공급처리시스템 구축
제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산	1	수요자(수요자/공급자) 맞춤형 인증/심의 일원화 플랫폼 구축
	2	디지탈트윈 기반 전과정 에너지 품질관리 시스템 및 서비스 개발
	3	(소)공사/공정별 전설산업 인력 양성 및 수요자 맞춤 플랫폼 구축
	4	건물 및 커뮤니티 규모/유형/ 용도별 그린뉴딜 표준 실증사업

❍ 기술수요 조사 결과 기술위원회 검토

- (검토 주체) 분과별 기술위원장
- (기간) 2020년 6월 2주차 ~ 7월 3주차

- 집계된 기술수요 중 정제된 174건의 기술수요를 기술위원회에 상정
- 기술수요 조사를 통해 취합된 과제 제안 내역을 중점분야별 분류와 핵심과제 기획 시 활용하고, 이를 통해 중점분야 및 핵심과제(안)을 고도화



【 그림 4-4 】 (참고) 기술수요 검토 프로세스

▌(참고) 기술수요 발굴 174건▐

번호	과제명(기술명)	제안자 구분
1	Hybrid-GEOTABS를 이용한 제로에너지 건축물 기술	학
2	4차 산업 기반 에너지설비 생애주기 통합관리 기술 개발	산
3	건물일체형 태양광열(Building Integrated Photovoltaic-Thermal) 이용 냉난방 시스템 최적화 모델 및 실증구축	학
4	인공지능 기반의 건축물 단위 인터렉티브 에너지 효율화 빌딩(GEBs: Grid-interactive Efficient Building) 기술 개발	연
5	친환경 건축에너지 저감을 위한 나노 기공형태 열차단 복합단열재를 적용한 경량벽체 시스템 개발	산
6	시공중 시설물의 이용이 가능한 면진 리트로핏 내진보강 기술	산
7	기계설비 에너지 정보화 체계 구축과 성능 예측 기술 개발 및 실증	산
8	노후건축물 대비 에너지사용량 30% 절감을 위한 저비용 고효율 리트로핏 진단 및 통합설계 플랫폼 개발	산
9	대기전력 제로화 및 자가 안전관리용 주택 최적화 모델 개발 등 실증단지 구축	산
10	상변화물질 캡슐을 활용한 건축물 온도조절 기능을 갖춘 건축자재 및 잠열축열식 냉·온수 공급시스템 개발	산
11	도로 재생 에너지 기반 제로 에너지 빌딩 효율 향상	학
12	제로에너지 주택 최적화 단열/축열 PC 콘크리트 패널을 활용한 스마트 건물에너지 관리시스템 개발	산
13	초·중·고등학교 단지의 제로에너지 하우스를 위한 신재생에너지 기반 건물 에너지 최적화 시스템 기술개발 및 커뮤니티 실증	산
14	에너지 취약계층별 건축물 에너지 성능진단 통합플랫폼 개발	연
15	도시단위의 교육연구시설 집단 신재생에너지를 적용한 제로에너지건축	산

번호	과제명(기술명)	제안자 구분
16	건축물 및 지하공간 태양광 추적식 하이브리드 가로등 및 유지관리 시스템 개발	산
17	건축물 에너지 성능 데이터 재구조화 및 드릴다운 광역분석 플랫폼 개발	연
18	센싱 데이터 기반 건물 및 커뮤니티 에너지/환경 스마트 성능 진단 및 평가 자동화 기술 개발	연
19	디자인이 개선된 공동주택 입면 그린 리트로핏 기술 개발	연
20	커뮤니티 단위 패시브 설계, 리트로핏, 공유, 최적화를 통한 에너지 효율화 통합 기술	연
21	스마트 태양-지열 히트 펌프 융합 첨단 건물 외피화 기술 개발	연
22	고효율 전전화주택(all electric house) 기술 개발	연
23	건축물 및 커뮤니티 부문 인증제도 통합 정보제공 플랫폼 개발	연
24	건물외피 인스펙터 활용 실증건축화 기술	산
25	열적인 외피 어셈블리(창, 도어) 현장 성능 진단 규격 개발	산
26	마을 공공시설을 이용한 스마트 에너지팜 조성 기술	연
27	지역맞춤형 통합 그린스마트 에너지 커뮤니티 계획 관리 모델	학
28	제로에너지 건물을 위한 비용편익적 스마트 이중외피 창호 개발	산
29	전력 및 온열 생산이 동시에 가능한 하이브리드 태양광/열 시스템 기술 개발	산
30	제로플러스 건물 및 경관 조명 제어용 신개념 교류전압 교번패턴 전력선 통신 기술	산
31	주택단지 기반 에너지 프로슈밍 시스템 개발	산
32	순환식 태양광패널청소용 보일러	산
33	신소재를 통한 복합에너지 저장설비 및 기능성재료 개발	산
34	분산형 전원도시 모델 개발 및 실증도시 구축	연
35	무결점 단열성능, 열관류율 0 수준의 융합형 차세대 창호 시스템 개발 및 실증	산
36	건축도시에너지 진단설계 및 최적관리 디지털트윈플랫폼 개발	산
37	탈탄소 커뮤니티 공간관리 최적화 시스템 기술개발	학
38	에너지 자급 장치가 구축된 표준형 전원 주택 개발	산
39	생태체계구축을 활용한 친환경 에너지 저감기술	산
40	제로에너지 건축물의 신재생에너지의 효율에 따른 생애비용산출	산
41	제로에너지 공동주택 구현 태양광 설치계획 최적화	산
42	제로플러스에너지 건축기술	학
43	스마트창호(전기변색 일사차단)	산
44	제로에너지 적용에 관한 건축설계 연구	산
45	적외선 이미지를 이용한 건물 외피 진단 기술 개발	연
46	제로에너지 주택에 최적화된 마감재료 및 초고단열 화재안전 시공방법 개발	산
47	분산전원 및 수열에너지 이용 도시·건물 액티브 에너지 자립 최적화 기술개발 및 실증(1 MW급 ESS 분산전원 및 200 RT급 수열에너지 이용 도시·건물	학

번호	과제명(기술명)	제안자 구분
	에너지자립 최적화 기술 개발 및 실증)	
48	AICBM기술 기반 Cloud 에너지 서비스 플랫폼 개발	산
49	제로·플러스에너지건물을위한신개념건물일체형풍력에너지 통합시스템개발	학
50	넷 제로 카본(Net Zero-Carbon) 주택 기술 개발 및 실증	산
51	ESS 적용 에너지 자립 건축 기술 개발	산
52	바나듐 레독스 플로우전지 기반 ESS 적용 에너지 자립 건축 기술 개발	산
53	시뮬레이션 및 머신러닝 기반 실시간 환경데이터 반영 에너지 최적화 운영관리 플랫폼 개발	산
54	사용자 친화적 경험기반의 개인맞춤형 온열쾌적도 최적화	산
55	임팩트테이블 고도화 및 통합 웹 시스템 구축	산
56	새로운 또는 노후된 도시에 적용이 용이한 친환경 고성능 도료 기반의 제로에너지 도시형 '쿨그린 코팅시스템(Cool Green Coating system)'개발	산
57	현장 밀착형 커뮤니티 에너지 수요 대응 최적제어 기술 개발	산
58	커뮤니티 단위 에너지설비의 최적 설계	산
59	커뮤니티 신재생에너지 스테이션 기술 개발	산
60	제로에너지건축물 실현을 위한 신재생에너지/전기설비 영향성 평가기술개발 및 실증	산
61	설계정보 통합형(BIM기반) 제로에너지하우스 적용 신재생에너지 공급 스테이션 기술 개발 및 실증	산
62	제로 에너지 공동주택의 저온수 난방 및 급탕용 복합열원 설계 및 운영 기술	학
63	신재생 에너지 활용을 위한 구체축열 예측제어 방안	학
64	커뮤니티급 신재생에너지 전력-열 동시 저장이 가능한 비전기 화학식 카르노 배터리 핵심 기술 개발	연
65	미활용에너지 기반 건물용 분산형 열에너지 네트워크 플랫폼 개발	연
66	기상 빅데이터를 이용한 커뮤니티 단위 에너지 생산, 소비량 예측 모델 개발과 플랫폼 구축	학
67	모델링 기반의 제로에너지 도시 에너지자립률 사전검토 프로그램 개발	학
68	지역 맞춤형 에너지 공유 커뮤니티 시스템 구축	학
69	커뮤니티 에너지 예측.모니터링 및 공유 지원	산
70	건축물 및 지하공간 태양광 추적식 하이브리드 가로등 및 유지관리 시스템 개발	산
71	건축물 외피.마감자재 일체형 BIPC 개발 실증 과제	산
72	에너지 자립타운, 시티를 위한 CEMS 기술 개발	산
73	SOFC를 활용한 제로에너지 건축물 구현 기술 개발	산
74	건물 내벽 냉난방 복사 패널을 이용한 냉난방 설비 일체형 건축 기술	산
75	건축물 리모델링 활성화를 위한 법제도 개선	산

번호	과제명(기술명)	제안자 구분
76	외피 디자인의 단순화	산
77	에너지 평가 적용	산
78	한국형 제로 에너지 기준 제안	산
79	시스템 외단열 외피 적용 마감재 및 공법 기술 제안	산
80	집단 에너지-신재생 에너지 연계 도시 에너지 열 공급 시스템	기타
81	현장 설계 지원을 위한 보급형 설비 설계 기술 개발	기타
82	건물 리모델링시 생활 환경 변화에 따른 설계 기준 및 설계 인자 변경 반영 기술	기타
83	건축•기계•전기•소방 분야의 통합 실시간 설계지원 기술 개발	산
84	건축물 미활용 에너지 회수 및 활용시스템 개발	산
85	차세대 주거용 저에너지 환기 시스템 개발	산
86	공동주택 단지하부 대규모 지하공간을 활용한 ZEB 1등급 공동주택 설계 가이드라인 연구	산
87	에너지 정보량을 활용한 생물학적 건물 성능 평가 기법 개발	산
88	인공지능 기반 풍력에너지 발전량 예측 기술 개발	학
89	국내 최고 수준의 미세먼지저감 및 태양광 에코 조명기구 개발	학
90	기후 변화를 고려한 Low-CO2 콘크리트 성능 예측 및 최적화 배합 설계 프로그램 개발	학
91	하이브리드 GEOTABS를 이용한 제로에너지건축물 기술	기타
92	한국기후에 적합한 제로에너지빌딩 외기처리 통합시스템 개발	산
93	고효율 태양전지 모듈	연
94	태양광 전력 냉동기술 개발	연
95	건물에너지 최적제어를 위한 거주환경의 쾌적성 예측 선처리 기술 개발	산
96	제로에너지 실현을 목표로 하는 실시간 건물에너지 부하예측 기술 기초연구	산
97	태양광 패널의 방한성능 확보기술 및 관리기술 개발	산
98	능동형 건축물 에너지 절약 융합 시스템 TECS4.0 (Total Energy Cut-Down System4.0)	산
99	외피 커미셔닝 프로세스의 기밀테스트 기준 개발	학
100	주거용 소형 냉난방 및 환기 복합 시스템 개발	산
101	스마트 제어형 통합시스템 외피	학
102	건축물 부하대응 하이브리드 패시브-액티브 시스템	학
103	웰니스 건축 지표 기반 건축 공간 단위 인증 및 재료	학
104	한국형 건축 생활공간 중심의 환경 및 품질성능 시험 및 건축물 인증제도 개발	학
105	건강한 건축물 인증제도 기반의 건축 재료 개발 및 DB 구축	학
106	공기 재순환 및 고효율 필터링 결합형 재환기 시스템 개발	학
107	건축물 재료의 재활용·재사용 기반 건축 전단계 개선 기술	학
108	CPS 기술기반의 성능 모니터링·예측 진단지원 기술	산

번호	과제명(기술명)	제안자 구분
109	3D 스캐닝, 이미지 처리 기술을 활용한 실시간 하자 검측 시스템 개발	학
110	AR, VR 기술을 활용한 시공 중 실시계획과 시공단계의 가상-현실 중복 매칭 기술	산
111	CPS기반 스마트 설계,/시공방법론 표준화 및 실증	산
112	BIM기반 건축공정별 통합형/맞춤형/지능형 시뮬레이터 및 정보관리 플랫폼	학
113	스마트 입면 Retrofitting 설계·시공 기술	학
114	커뮤니티 에너지 예측·모니터링 및 공유 지원	산
115	커뮤니티 에너지 믹싱 및 최적화	산
116	커뮤니티 웰니스 지원을 위한 건강-환경-에너지 순환형/통합형 인프라 개발 및 실증	연
117	제로에너지빌딩 시스템(공간)단위 시험평가 및 품질인증 기반구축	산
118	Field기반 : 회전/가변형 건물에너지 요소부품 및 시스템 시험평가 기반	학
119	기후제어 환경챔버기반 : 글로벌기후대응 수출지원형 건물에너지 요소부품 및 시스템 평가기반	산
120	광역-기초 건축물 에너지 지원센터 운영 기반의 신그린리모델링 지원 기술	산
121	신그린 리모델링 사업 추진을 위한 기반체계 구축 및 실증	산
122	지자체-중소기업 연계 기반의 기술 지원 및 비용 효율화 지원을 위한 Living Lab 형 강소기업 육성 및 활동 기반 구축	연
123	탄소저감형 도시계획, 설계, 시공·유지관리 기술	학
124	탄소저감형 도시계획 수립지침 및 기술 가이드라인 구축	학
125	도시의 탄소 DB구축·활용을 통한 공간계획지원시스템 및 공간정보인프라 개발	산
126	무탄소도시 계획·설계 기준 적용을 위한 법·제도 개선	연
127	무탄소도시 산업파급효과 분석 모형 및 사업관리 기술개발	학
128	탄소저감형 Smart 시공기술 및 가치평가 기술개발	학
129	일체적 탄소저감 성능평가기법 및 유지관리 기술개발	산
130	도시공간배치 시뮬레이션 기술 개발	학
131	Web-GIS 기반 통합 모니터링 기술 개발 (Test-bed & monitoring)	산
132	무배출청정공급처리시스템기술개발	산
133	자원순환형 자립화 평가시스템 개발	연
134	탄소저감형 이송기술 및 인공지능형 선별/집하시스템개발	산
135	지역특성 및 폐기물성상을 고려한 청정폐기물 에너지화 기술	산
136	에너지순환형 청정공급처리시스템 기술 개발	산
137	에너지 수요예측 및 부하관리기술 개발	산
138	에너지설비의 스마트그리드 대응 Auto DR 기술 개발	학
139	마이크로그리드 단위 에너지 Sharing 기술 개발	산
140	신재생에너지 설비 통합운영 및 관리기술 개발	산

번호	과제명(기술명)	제안자 구분
141	전력품질 최적 관리 및 평가 기술 개발	학
142	탄소중립 도시 모델 개발 및 온실가스 감축 잠재량 평가	연
143	지역별 도시계획사업유형별 지능형 첨단 무탄소도시 개발	산
144	첨단 무탄소 도시 계획지원을 위한 기후탄소시스템 개발	학
145	스마트 도시 탄소관리(Carbon Management) 시뮬레이션 개발	산
146	도시계획 연계형 무탄소도시 CDM 개발	학
147	탄소중립형 라이프스타일 및 도시 운영시나리오 개발	산
148	탄소중립도시 입체화 복합용도 공간 구축 기술	학
149	탄소중립도시 성능 예측 및 평가 모델링 기술	학
150	도시 경제 및 산업구조 시뮬레이션 기술	학
151	도시 녹색성능평가 시뮬레이션 기술	학
152	탄소중립도시 기반시설물 Life Cycle 시뮬레이션 기술	산
153	도시 녹색 에너지 저장시스템 구축기술	산
154	탄소중립도시 에너지 분배 시스템 구축 기술	산
155	도시 녹색 에너지 소비시스템 구축 기술	산
156	탄소중립형 도시에너지 종합관리 시스템 구축 기술	학
157	탄소중립도시 비즈니스 모델 및 수출전략 개발	학
158	탄소중립형 실험단지 모델 개발 및 적용	산
159	탄소중립형 복합산업단지 모델 개발 및 시범사업	학
160	탄소중립도시 조성(관련) 제도 및 정책 개발	학
161	탄소중립형 상업.업무 거점지역 모델개발 및 시범사업	산
162	탄소배출 종합관리 시스템 기술 패키지 및 사업화 전략	산
163	탄소중립형 도시공간 구축 기술	학
164	탄소중립도시 조성 관련 제도 및 정책 개발	연
165	도시공간 및 토지이용 시뮬레이션 기술	학
166	도시탄소배출관리기술개발	학
167	도시지속가능성평가시뮬레이션기술	학
168	도시 청정에너지 생산 기술 개발	산
169	도시녹색 에너지 저장 및 분배 기술 개발	산
170	도시 녹색에너지 소비 최적화 시스템 개발	산
171	탄소중립도시 에너지 종합관리시스템 개발	산
172	탄소중립형 기존도시전환 모델개발 및 테스트 베드 적용	연
173	탄소중립형 신도시조성 모델 및 시범사업	연
174	탄소 중립 도시 비즈니스 모델 및 수출전략 개발	연

❑ STEP 5 : 신규 사업 기획 수요 발굴 회의

❍ 1, 2차 기술위원회에서 선정한 기술수요 후보 64개를 중점분야별로 분류, 기술위원회의 과제 기획과 함께 반영하여, 이를 바탕으로 중점 분야 및 핵심과제(안) 고도화

- 1차 기술위원회에서 174개 기술수요를 검토하여 중복 삭제 및 병합 등을 통해 기술수요 106개 선정
- 2차 기술위원회에서 선정한 106개 기술수요에 대해 중점분야 간 중복성, 중점분야와의 적합성 등을 검토하여 과제 후보 64개 선정

▌제안과제 기술위원회 검토 회의 내용▐

❍ 3, 4차 기술위원회를 통해 기술수요 조사 결과 검토 및 핵심과제(안) 고도화

- 제안과제 간 중점분야 중복 검토 및 조정 협의
- 핵심과제(안) 도출 및 고도화에 활용



【 그림 4-5 】 기술수요 조사 결과 기술위원회 검토

❑ STEP 6 : 신규사업 기획 전문가 자문회의 및 간담회

❍ 1차 자문회의(산·학·연 전문가)

- (일시) 2020년 3월 19일(목) 14:00
- (장소) 스마트워크센터
- (참석자) KICT, KAIA, 건축·도시에너지 관련 산·학·연 전문가
- (주요내용) 건축·도시에너지 최적화 R&D 신규 사업 기획 개요 및 추진방향 등 아이디어 제안

❍ 2차 자문회의(산·학·연 전문가)

- (일시) 2020년 3월 31일(화) 10:00
- (장소) 한국건설기술연구원
- (참석자) KICT, KAIA, 건축·도시에너지 관련 산·학·연 전문가
- (주요내용) 건축·도시에너지 최적화 R&D 신규 사업 기획 개요 및 추진방향 등 아이디어 제안

❍ 1차 간담회(대한건축학회)

- (일시) 2020년 4월 17일 09:30
- (장소) 대한건축학회
- (참석자) 대한건축학회, 건축·도시에너지 관련 산·학·연 전문가
- (주요내용) 신규사업 건축 전문가 자문, 건축·도시 인문학적 설계 및 아이디어 제안

❍ 2차 간담회(도시설계학회)

- (일시) 2020년 4월 28일 10:00
- (장소) 국토교통과학기술진흥원
- (참석자) 도시설계학회, 건축·도시에너지 관련 산·학·연 전문가
- (주요내용) 신규사업 추진방향에 대한 도시설계 관련 전문가 자문 및 기획 방향 아이디어 제안

❍ 3차 자문회의(한국리모델링협회)

- (일시) 2020년 6월 12일 15:00
- (장소) 한국리모델링협회
- (참석자) 한국리모델링협회 소장
- (주요내용) 국내 (그린)리모델링 현황 및 기술, 제도 관련 전문가 자문, 사업 방향 관련 아이디어 제안

❍ 4차 자문회의(산·학·연 전문가)

- (일시) 2020년 11월 2일 10:30
- (장소) (주)이노싱크컨설팅

- (참석자) 인하대학교 건축·도시에너지 관련 전문가
- (주요내용) 커뮤니티 에너지 스테이션 분야 구성기술 관련 내용 검토



【 그림 4-6 】(참고) 신규사업 기획 전문가 자문회의

▌사업 기획 전문가 자문회의 내용▐




【 그림 4-7 】건축·도시에너지 산·학·연 전문가 자문회의




【 그림 4-8 】대한건축학회 간담회




【 그림 4-9 】 도시설계학회 간담회




【 그림 4-10 】 한국리모델링협회 전문가 자문회의

❑ STEP 7 : 핵심과제 및 구성기술 확정

❍ 4~5차 기술위원회에서 선정평가 및 조정 과정을 통해 8개 핵심과제 및 20개 구성기술(안) 도출

- (선정평가지표) 정책성(40점), 기술성(30점), 시장성(30점) 등 평가기준에 따라 점수를 합산 후 우선순위 배정

❍ 총괄위원회에 상정하여 8개 핵심과제 및 20개 구성기술(안)을 2차 총괄위원회에서 확정

【 표 4-4 】중점분야별 핵심과제 및 구성기술 최종(안) 도출

중점분야	핵심과제	구성기술
1. 에너지 디지털 진단 및 설계	1.1 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발	① 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 감축 잠재력 평가 기술
		② 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술
	1.2 커뮤니티부터 건축물까지 통합 설계 지원 기술개발	① 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템
		② 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화 (Generative Design) 기술
2. 건축물 제로에너지 그린리모델링	2.1 재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발	① 급속 시공이 가능한 모듈형 내외장시스템 및 시공기술
		② 냉난방에너지 저감형 경제적 창호시스템 및 급속 시공기술
		③ 에너지 성능 제고 공동주택 설계·시공 기술
		④ 건설폐기물 저감을 위한 재사용 및 재활용 기술
	2.2 설비 시스템 그린리모델링 및 스마트 제어기술 개발	① 기축 건축물용 청정제습 환기 및 공조시스템 시공기술
		② 다기능 모듈형 BIPV 설계·시공·기술
		③ 기축 건축물용 무선 IoT기반 스마트 제어시스템
3. 커뮤니티 에너지 스테이션	3.1 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 개발	① 신재생에너지 복합 생산/저장 스테이션 설계·구축 기술
		② 커뮤니티 내 양방향 저온 열수송 인프라 기술
		③ 에너지 네트워크 인터페이스 구축 및 설비 리모델링 기술
	3.2 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발	① 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술
		② 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템
4. 제로에너지 커뮤니티 및 확산	4.1 에너지 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발	① 커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-data 정보체계 구축
		② 노후 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템
		③ 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜
		④ 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼 (한국형 민간CDM모델 개발 등)
	4.2 커뮤니티 단위 실증 시범사업 및 모니터링	

1.2. 이해관계자 의견 수렴

1.2.1. 추진 경과

❑ **'20년 4월부터 10월까지 자문회의(4회), 간담회(2회), 공청회, 실증 관련 실무회의 추진**

❙추진경과 요약❙

❍ 의견 수렴 단계

- '20년 3월 19일 제1차 자문회의(산·학·연 전문가)
- '20년 3월 31일 제2차 자문회의(산·학·연 전문가)
- '20년 4월 17일 제1차 간담회(대한건축학회)
- '20년 4월 28일 제2차 간담회(도시설계학회)
- '20년 5월 20일 ~ 6월 14일 기술수요조사
- '20년 6월 12일 제3차 자문회의(한국리모델링협회)
- '20년 8월 10일~`20년 8월 20일 참여의향 조사
- '20년 10월 27~28일 공청회
- `20년 11월 2일 제4차 자문회의(에너지 분야 전문가)



1.2.2. 자문회의

❑ **건축·도시에너지 관련 산·학·연 전문가 자문('20년 3월)**

❍ 건축·도시에너지 최적화 R&D 신규 사업 기획 개요 및 추진방향 등 아이디어 제안

- 실증사업과 기술개발 사업 추진 시 기술성 측면, 기존기술 중복, 보급·확산 미흡 문제, 혁신기술 수요 창출 등 논의
- 도시의 공간적 범위와 미세먼지 등 삶의 질 관련 이슈 논리 연계 및 부각 여부에 대한 논의
- 온실가스 배출 절감 시뮬레이션 필요성 도출
- 도시재생 사업 등과 연계 및 차별화, 지자체 및 기업 참여 유도 등 고려

❑ **대한건축학회 전문가 자문회의 진행('20년 4월)**

❍ 신규사업 건축 전문가 자문, 건축·도시 인문학적 설계 및 아이디어 제안

- 에너지 및 기후변화 부문 UN, 미국, 독일 등 주요 국가 및 기관의 중장기 아젠다와 국내 정책 비교를 통한 사업 추진 정당성 확보
- 건축을 기반으로 커뮤니티·지구단위·도시부문 등 해당 부문 명확한 신규사업의 사업 범위 정의
- 건물용도, 신축/기축 등 대응분야 정의 및 이를 통한 분야별 문제점 인식과 기술/정책적 대응 전략 수립
- 국토부 사업으로서 에너지 부문 단위 기술 중심인 산자부 사업과 차별화를 위한 건자재 신산업 발굴, 일자리 창출, 미세먼지 제거 등 반영

❑ **도시설계학회 전문가 자문회의 진행('20년 4월)**

❍ 신규사업 추진방향에 대한 도시설계 관련 전문가 자문 및 기획 방향 아이디어 제안

- 주요 사업대상을 기축건물으로 선정할 시 차별화 전략과 리모델링지원사업 등과의 중복 검토 논의
- 기축 건물의 실증 부지 선정을 위해 사전 실증 대상과 범위 확정 필요
- 건물에너지 정보시스템 등 4차 산업혁명 기술이 반영된 신규개념이나 도전적인 기술개발 내용 발굴 필요

❑ **한국리모델링협회 전문가 자문회의 진행('20년 6월)**

❍ 국내 (그린)리모델링 현황 및 기술, 제도 관련 전문가 자문, 사업 방향 관련 아이디어 제안

- 리모델링 관련 정책 및 제도 상 문제점 해결을 통한 하위 기술 개발 및 시장 활성화 가능성 논의
- 신축대비 기축 대상 리모델링 비용 등 시장 선순환 위한 리모델링 설계 비용 현실화 필요성 논의
- 실증부지 관련 소규모 아파트 단지 시범 적용 후 수요 파악 필요, 리모델링 실증 모범사례 및 프로세스 표준 확보를 위해 아파트 등 재고량 많은 대상 선정 필요 등의 의견 수렴

❑ **에너지 분야 전문가 지문회의 진행('20년 11월)**

❍ 커뮤니티 에너지 스테이션 분야 구성기술 관련 내용 검토

1.2.3. 공청회

❑ 공청회 개요

❍ 신규 R&D사업을 기획함에 있어 '제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업'의 취지를 소개하고 이해관계자들과 전문가 의견을 수렴함



【 그림 4-11 】 온라인 공청회 안내문 및 공문

❑ 공청회 의견 요약

❍ 본 사업의 건축물과 커뮤니티의 생애단계를 고려, 하드웨어, 소프트웨어 기술개발을 통한 제로에너지 기술의 단계 향상이 기대됨

❍ 기축 건축물, 커뮤니티 등 기술개발 대상이 명확하여 실현 가능성이 충분한 것으로 이해됨

❍ 기술개발 이후 지속 가능한 사업 실현을 위해 운영관리 등 사후관리에 대한 계획 수립이 필요함

❍ 건축 설비, 인증, 의무화 기준 등 관련 법적 검토를 통한 제도 개선 과제 발굴 필요함

❍ 실증 대상에 있어 주거용 건물 및 단지 외 주거·상업 복합 단지 등에 대한 추가 검토가 필요함

1.3. 기업 참여의향 조사

1.3.1. 기업 참여의향 조사 개요

❑ **개요**

❍ (목적) 사업 세부 기획 및 투자재원 확보를 위해 기업 참여의향 및 민간 투자 규모를 조사

❍ (내용) 중점분야별 민간 투자 의사(연구개발 참여 기간 및 기업부담금, R&D인력 등) 조사

- (조사 항목) 참여하고자 하는 중점분야, 기업 형태, 업종, 기업규모(매출액, 인력), 연구개발 역량(R&D 투자 규모 및 연구개발 인력 수), 연구개발 투자 금액, 연구개발 기간

❍ (조사 기간) 2020년 8월 10일~2020년 8월 20일

❍ (조사 대상) 그린리모델링 사업체 및 관련 기관·기업/협회·단체

❍ (조사 방법) 기업 참여의향 양식 기관 배포 및 온라인 배포, 수집

❑ **프로세스**

❍ (STEP 1) 기업 참여의향 조사 양식 설계

- 기술개발 사업 참여의향 기업 조사, 기업부담금액, 사업 분야, 개발 중점분야, 매출액, R&D 인력 등 조사

❍ (STEP 2) 기업 참여의향 조사 실시

- 기업 및 기관 산·학·연 분포, 참여 분야(중점분야) 분석, 기업부담금(민간 투자 부담금) 등 수집

❍ (STEP 3) 기업 참여의향 조사 결과 정리 및 분석

- 기업 참여의향 조사 결과 분석

❍ (STEP 4) 기업 참여의향 조사 결과 내부 검토(KAIA)

- 기업 참여의향 검토

❍ (STEP 5) 신규 사업 기획 재원계획 등 반영

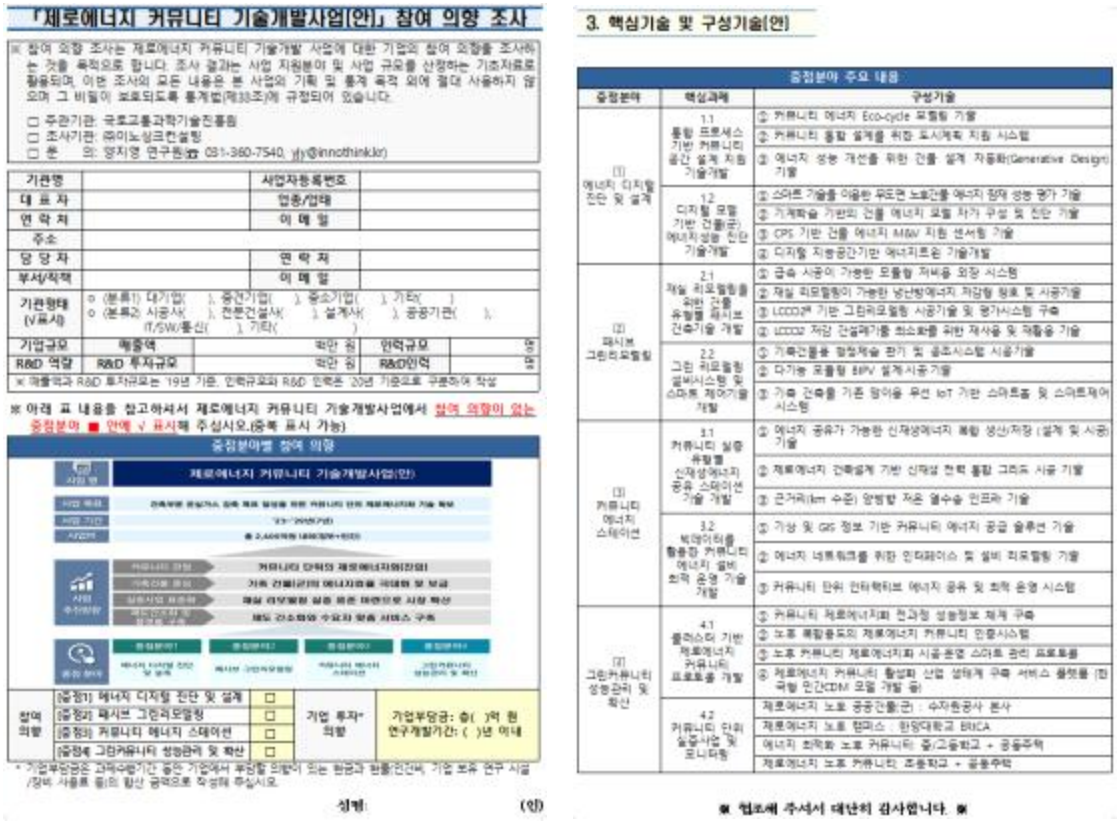
- 동 사업 중점 및 핵심과제 별 사업 투입 재원 계획 보완 및 조정



【 그림 4-12 】 기업 참여의향 조사 프로세스

1.3.2. 기업 참여의향 조사 프로세스

❑ STEP 1 : 기업 참여의향 조사 양식 설계



「제로에너지 커뮤니티 기술개발사업(안)」 참여 의향 조사

※ 참여 의향 조사는 제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업에 대한 기업의 참여 의향을 조사하는 것을 목적으로 합니다. 조사 결과는 사업 지원분야 및 사업 규모를 산정하는 기초자료로 활용되며, 이번 조사의 모든 내용은 본 사업의 기획 및 통계 목적 외에 절대 사용하지 않으며 그 비밀이 보호되도록 통계법(제33조)에 규정되어 있습니다.

□ 주관기관: 국토교통과학기술진흥원
□ 조사기관: ㈜이노싱크컨설팅
□ 문 의: 양지영 연구원(☎ 031-360-7540, yjy@innothinkkr)

기관명		사업자등록번호	
대 표 자		업종/업태	
연 락 처		이 메 일	
주소			
담 당 자		연 락 처	
부서/직책		이 메 일	
기관형태 (V표시)	○ (분류1) 대기업( ), 중견기업( ), 중소기업( ), 기타( ) ○ (분류2) 시공사( ), 건축건설사( ), 설계사( ), 공공기관( ), IT/SW/통신( ), 기타( )		
기업규모	매출액	억만 원	인력규모 명
R&D 역량	R&D 투자규모	억만 원	R&D인력 명

※ 매출액과 R&D 투자규모는 19년 기준, 인력규모와 R&D 인력은 20년 기준으로 구분하여 작성

※ 아래 표 내용을 참고하셔서 제로에너지 커뮤니티 기술개발사업에서 참여 의향이 있는 중점분야 ■ 안에 √ 표시해 주십시오.(중복 표시 가능)

중점분야별 참여 의향

참여 의향	[중점1] 에너지 디지털 진단 및 설계	□	기업 투자* 의향	기업부담금: 총( )억 원 연구개발기간: ( )년 이내
	[중점2] 패시브 그린리모델링	□		
	[중점3] 커뮤니티 에너지 스테이션	□		
	[중점4] 그린커뮤니티 성능관리 및 확산	□		

* 기업부담금은 과제수행기간 중은 기업에서 부담할 의향이 있는 현금과 현물(인건비, 기업 보유 연구 시설/장비 사용료 등)의 합산 금액으로 작성해 주십시오.

성명: (인)

3. 핵심기술 및 구성기술(안)

중점분야 주요 내용		
중점분야	핵심과제	구성기술
[1] 에너지 디지털 진단 및 설계	1.1 통합 프로세스 기반 커뮤니티 급간 설계 지원 기술개발	① 커뮤니티 에너지 Eco-cycle 모델링 기술
		② 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템
		③ 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화(Generative Design) 기술
	1.2 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발	① 스마트 기술을 이용한 무드콘 노후건물 에너지 정책 성능 평가 기술
		② 기계학습 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술
		③ CPS 기반 건물 에너지 M&V 지원 센서팀 기술
		④ 디지털 지방공간기반 에너지프로슈 기술개발
[2] 패시브 그린리모델링	2.1 재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발	① 급속 시공이 가능한 모듈형 저비용 외장 시스템
		② 재실 리모델링이 가능한 냉난방에너지 저감형 창호 및 시공기술
		③ LCCO2에 기반 그린리모델링 시공기술 및 평가시스템 구축
		④ LCCO2 저감 건설폐기물 최소화를 위한 재사용 및 재활용 기술
	2.2 그린 리모델링 설비시스템 및 스마트 제어기술 개발	① 기후건물을 활용제습 환기 및 공조시스템 시공기술
		② 다기능 모듈형 BIPV 설계 시공기술
		③ 기후 건축물 기존 장이을 무선 IoT 기반 스마트홈 및 스마트제어 시스템
[3] 커뮤니티 에너지 스테이션	3.1 커뮤니티 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 개발	① 에너지 공유가 가능한 신재생에너지 복합 생산/저장 (설계 및 시공) 기술
		② 제로에너지 건축설계 기반 신재생 전력 통합 그리드 시공 기술
		③ 근거리(km 수준) 양방향 저온 열수송 인프라 기술
	3.2 빅데이터를 활용한 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 기술 개발	① 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술
		② 에너지 네트워크를 위한 인터페이스 및 설비 제로협동 기술
		③ 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템
[4] 그린커뮤니티 성능관리 및 확산	4.1 플러스의 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발	① 커뮤니티 제로에너지화 전과정 성능정보 체계 구축
		② 노후 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템
		③ 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공운영 스마트 관리 프로토콜
		④ 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼 (탄소배출 인간DM 모델 개발 등)
	4.2 커뮤니티 단위 실증사업 및 모니터링	제로에너지 노후 공공건물(군) : 수자원공사 본사
		제로에너지 노후 캠퍼스 : 한양대학교 ERICA
		에너지 최적화 노후 커뮤니티 중/고등학교 + 공동주택
		제로에너지 노후 커뮤니티 초등학교 + 공동주택

※ 협조해 주셔서 대단히 감사합니다. ※

【 그림 4-13 】 기업 참여의향 조사 양식

❑ STEP 2 : 기업 참여의향 조사 실시

❍ (대상) 건축·도시 에너지 분야 산·학·연 전문가 및 리모델링 관련 기업·협·단체 및 기관

❍ (기간) 2020년 8월 10일~2020년 8월 20일

❍ (내용) 참여하고자 하는 중점분야, 기업 형태, 업종, 기업규모(매출액, 인력), 연구개발 역량(R&D 투자 규모 및 연구개발 인력 수), 연구개발 투자 금액, 연구개발 기간 등

❍ 사업의 개요와 중점분야별 핵심과제 및 구성기술(안)을 제시하여, 해당 키워드와 관련성이 높은 사업체 및 기관이 참여할 수 있도록 독려

- 기술개발 참여에 의향이 있는 기업 및 기관의 수요를 조사 및 파악하기 위해 동 사업에서 지원하고자 하는 중점분야를 선택할 수 있도록 함

  · 에너지 디지털 진단 및 설계 분야, 건축물 제로에너지 그린리모델링 분야, 커뮤니티 에너지 스테이션, 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델 분야

❑ STEP 3 : 기업 참여의향 조사 결과 정리 및 분석

❍ 기업 참여의향 조사 결과 정리

- 총 119개 기업의 참여 의사 확인



【 그림 4-14 】(참고) 기업 참여의향 조사 결과

❑ STEP 4 : 기술수요 조사 결과 내부 검토(KAIA)

❍ 기업 참여의향 조사 결과 기술위원회 검토

- (검토 주체) 분과별 기술위원장
- 기업의 민간부담 투자 금액을 중점분야 및 핵심과제별로 검토, 투자재원 확보 계획 내 활용하여 핵심과제 별로 적정 배분 및 조정
- 기업 투자의향 조사 결과 및 기술위원회 자체 기획내역을 바탕으로 4개 중점분야 13개 핵심과제별 민간부담금 투자재원 계획 수립

❑ STEP 5 : 신규 사업 기획 재원계획 등 반영

❍ 총 142개 기업(129개 기업 민간 투자의사 확인, 885.1억원)의 투자 중점분야 및 기업부담금액 조사 결과를 분야별 기획위원장의 검토를 통해 위원장, 간사 협의 하에 중점분야 및 핵심과제별 투입 재원 계획(민간부담금) 조정에 활용

1.3.3. 기업 참여의향 조사 결과

❑ **'20년 9월 기준, 총 142개 기업 및 기관이 참여 의사를 나타냄**

❍ (중점분야별 기업 참여의향) 총 142개의 민간기업이 동 사업의 기술개발 과제에 참여의향을 보였으며, 민간부담금 투자 기업 수는 총 129개로 조사됨

· 하나의 기업이 다수 분야에 참여의향을 중복으로 밝힌 경우를 포함

【 표 4-5 】 중점분야별 기업 참여의향 수

구분	에너지 디지털 진단 및 설계	건축물 제로에너지 그린리모델링	커뮤니티 에너지 스테이션	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	합계*
참여의향 기업 수*	31	52	80	36	199건

* 참여의향(민간부담금 투자의향) 조사 결과 총 기업 수는 중점분야 간 중복을 포함

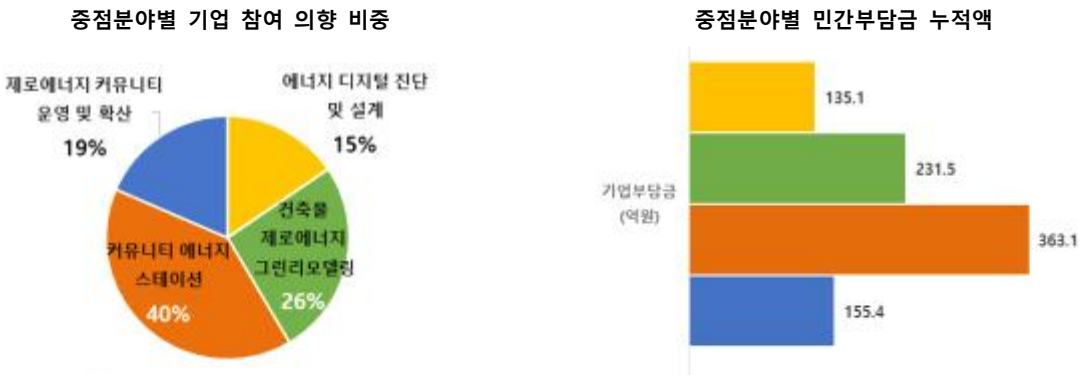
❑ **'20년 9월 기준 129개 기업에서 885.1억원의 민간 투자 의사를 확인함**

【 표 4-6 】 중점분야별 민간부담금 투자 기업 수

구분	에너지 디지털 진단 및 설계	건축물 제로에너지 그린리모델링	커뮤니티 에너지 스테이션	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	합계*
민간부담금 투자 기업 수*	28	46	74	34	182건
민간부담 금액	135.1	231.5	363.1	155.4	885.1억원

* 기업부담금액을 기입하여 참여의향서를 제출한 기업 수

❍ (민간부담금 투자 의사) 182건의 민간부담금 참여 의향에 기재된 기업부담금 총액은 885.1억원으로, 중점분야 중 커뮤니티 에너지 스테이션 분야의 투자의향이 가장 높은 것으로 나타남



【 그림 4-15 】 중점분야별 기업 참여의향 및 민간 투자 의사

2. 유사사업 분석

2.1. 기존 사업 분석

2.1.1. 국토부 유사사업 성과 분석

2.1.1.1. 도시건축연구사업

❑ **사업개요**

【 표 4-7 】 도시건축연구사업 개요

구분	내용
사업목적	국민의 행복 증진과 도시의 활력 제고를 위해 초고층빌딩 등 신건축문화 창조,도시재생 활성화, 안전한 생활환경 구축, 온실가스 저감 등 관련 기술 개발
총예산	`19년 348.64억원(~18년까지 기 투자액 6,188.7억원)
사업기간	`07~`19(일몰) - 건축환경 및 융복합 분야 1년 연장(`20년 일몰)
중점지원분야	▪ (스마트 친환경 도시 및 도시재생) 지속가능한 도시조성을 위한 ICT 기반 도시운영관리기술과 도시재생기술 개발 및 실증 ▪ (도시운영 및 관리) 기후변화 대응 도시내 에너지 및 자원순환, 탄소저감 및 열환경 관리 등 도시운영 및 관리기술 개발 ▪ (건축 계획 및 재료·구조) 국내외 건설시장 확보를 위한 건축계획, 건축재료 및 구조 엔지니어링 기술 개발 ▪ (건축 환경 및 융복합) 온실가스 감축을 위한 건축물 에너지 관리 및 특수건축물 엔지니어링 기술 개발 등
지원 규모	`19년 16개과제 지원 (과제당 평균 21.8억원)
비고	▪ 실증 지원 미비로 기술재현 수준의 제한적 실증 구현 ▪ 개발기술의 경제성 향상, 사업화, 상용화 추진 등 연계 가능
주요내용	▪ '19년(건축환경 및 융복합 분야 `20년) 일몰 예정 과제로, 스마트 친환경 도시 및 도시재생, 도시운영 및 관리, 건축계획 및 재료구조, 건축 환경 및 융복합 등 4개 중점분야의 기술개발 및 실증 수행 - '19년 신규과제는 연면적 500㎡미만 소규모 건축물 대상 에너지 저감 설계·시공 기술 개발 및 실증 지원 ▪ 제로에너지 건축, 신재생에너지 연계, 스마트시티 구현 등 각 요소기술 개발 측면에서 연계/확장 가능하나, **상용화, 사업화와 연계한 실증 연구 부재** - 실증을 필수 여건으로 지정하지 않아 다수의 사업이 실증을 실시하지 않거나, 기술 재현 수준의 제한적 실증에 그침

❑ **추진배경**

❍ 도시화 가속에 따른 도심 주거문제, 도심형 재난재해 대응 등 도시건축분야 사회문제 해결형 R&D 지원 필요성 확대

- (도시의 사회문제) 급격한 도시화에 따라 도심인구가 지속적으로 증가하고 있으며, 이에 대응하여 체계적인 도시 운영·관리기술 필요

  · 우리나라 전체 국토 면적의 17%를 차지하는 도시지역에 국민의 92%가 거주하고 있는 실정으로, 이에 초고층 빌딩은 도심 과밀화를 해소할 수 있는 대안으로 각광

- (도심지 재난재해) 도심 내 폭우·지진·산사태 등 급변하는 기후변화로 자연재해 예측에 대한 한계가 발생하고 이에 재난 강도 및 피해 규모가 기하급수적으로 증가

  · 국내 전체 건축물 중 84%가 중·저층 건축물로, 내진설계가 되어있지 않아 보수·보강기술 개발 필요

  · 화재 등 사회적 재난이 대형화·복잡화 됨에 따라 기존 및 신축건축물의 안전성 확보 기술 개발을 통해 국민의 안전한 생활을 제공하기 위한 정부 지원 시급

❍ 도시·건축분야의 4차 산업혁명 대응 기반 마련 및 스마트시티 시장 선점을 위한 첨단 융복합 도시·건축 기술 개발 필요성 대두

- (융복합 R&D) ICBM 기술의 발달로 산업간, 기술간 영역 구분이 무너지면서 도시·건축분야에도 xR, 로봇공학, 빅데이터, AI 등 첨단기술과의 융복합화 필요성 증대

  · 국토교통부는 4차 산업혁명 기술을 바탕으로 '국토교통 서비스를 국민체감형으로 혁신하기 위하여 중점 추진과제로 '스마트한 도시·생활공간 구현' 선정

  · BIM, 건설로봇, 드론 등에 의한 무인·원격 설계·시공기술 개발로 생산성 혁신, 스마트홈, 스마트 도시서비스 등의 ICBM 기술 기반의 도시·건축분야 서비스 수요 증가

- (스마트시티) 글로벌 스마트시티 시장은 '16년 368억 달러(43조원)에서 `25년 887억 달러(104조원)로 성장이 예상되는 가운데, 스마트시티 기술개발을 통한 점유율 제고 필요

  · 세계 각국에서는 교통혼잡 해소, 범죄 예방, 경제성장 촉진 등 기존 도시의 사회문제 해결을 위해 다양한 스마트시티 정책 발표

  · 현재 중소기업 중심으로 이루어진 SW 산업구조를 고려할 때 향후 스마트시티 산업의 지속적 성장을 위해 정부의 적극적인 사업 지원이 필요

❍ 에너지 자원 부족과 친환경 기술 개발 수요에 대응하고 국민의 삶의 질 향상을 위한 친환경 도시건축기술 개발 필요성 증대

- (친환경 도시) R&D 개발을 통한 환경 문제 해결 수요가 높아지고 있으며, 이에 그린빌딩 기술, 탄소 저감형 도시조성 기술 등 에너지 자립과 친환경 도시환경 조성 필요

  · 도시재생기술, 친환경 건축물 실용화, 탄소저감 도시 구축 등 다방면의 R&D를 통해 다양한 각도에서 도시 내 환경문제에 대한 해결책을 제시할 필요가 있음

  * '15년 제21차 기후변화협약 당사국총회(COP21)에서 '파리협정'이 채택되어 지구의 평균온도 감소, 온실가스 감축 등에 대한 목표 설정

- (에너지 저감) 고질적인 에너지 위기를 극복하고 국가 온실가스 감축을 위한 건물에너지 관리시스템(BEMS) 등의 건축물 에너지 절약기술 개발이 핵심과제로 부상

· 현재 도시 건물에너지 사용량은 국가 총에너지 사용량의 21%에 달하며 선진화될수록 건물 에너지 사용비율이 상승하는 것을 감안할 때 향후 사용량은 더욱 확대될 것으로 예상

* 정부는 '25년 제로에너지건축물의 의무화를 목표로 '제로에너지건축 활성화 정책'을 수립('16.12)하고, '제로에너지빌딩 기술로드맵' 수립('17.8)

· 거주자의 행태인지기술, 신재생에너지 연계·최적화, IoT 기반 에너지케어서비스 등 기술개발 시급

- (도시재생) 정부는 '도시재생 뉴딜'을 주요 국정과제로 지정하고, 총 50조원(연간 10조원) 규모의 투자계획을 발표하였으며(`17.7) 기존 도시재생사업 단위사업 규모를 줄여 대규모 철거 없이 주민들이 원하는 소규모 밀착형 시설을 설치하는 방식으로 추진 예정

❑ 주요 추진경과

❍ (추진경과 및 개편이력) `06년, `12년 2차례 사업명 변경이 추진된 바 있으며, `14년 주거환경 및 국토공간정보 분야의 연구개발과제가 별도의 사업으로 분리되어 추진

【 표 4-8 】 도시건축연구사업 주요 추진경과 및 개편이력

일시	추진경과
`94년~`05년	▪ 1차년도~12차년도 연구개발사업 수행
`06년 5월	▪ 「건설교통 R&D 혁신로드맵」수립에 따라 첨단도시개발사업으로 사업체계 개편
`07년 12월	▪ 「제2차 과학기술기본계획('08~'12)」의 전략기술로 선정
`07년 12월	▪ 「건설교통 R&D 1차 중장기계획('07~'12)」수립
`12년 5월	▪ 「건설교통 R&D 2차 중장기계획('13~'17)」수립에 따라 '도시건축연구사업'으로 사업명칭 변경
`13년 6월	▪ '14년부터 도시건축연구사업 내 주거환경 및 국토공간정보 분야를 '주거환경연구사업', '공간정보연구사업'으로 분리하여 추진하기로 함
`14년 7월	▪ 창조경제 실현을 위한 국토교통 R&D 중장기 전략('14~'23) 수립
`18년 6월	▪ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27) 수립

❍ (투자 현황) 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 상 사업비 현황이 집계되기 시작한 `07년부터 현재까지 약 5,468억원의 사업비 집행

- `21년에는 도시운영 및 관리 1,967백만원, 건축계획 및 재료·구조 4,137백만원, 건축환경 및 융복합 18,823백만원 등 약 260억원의 예산 편성

【 표 4-9 】 도시건축연구사업 사업비 현황

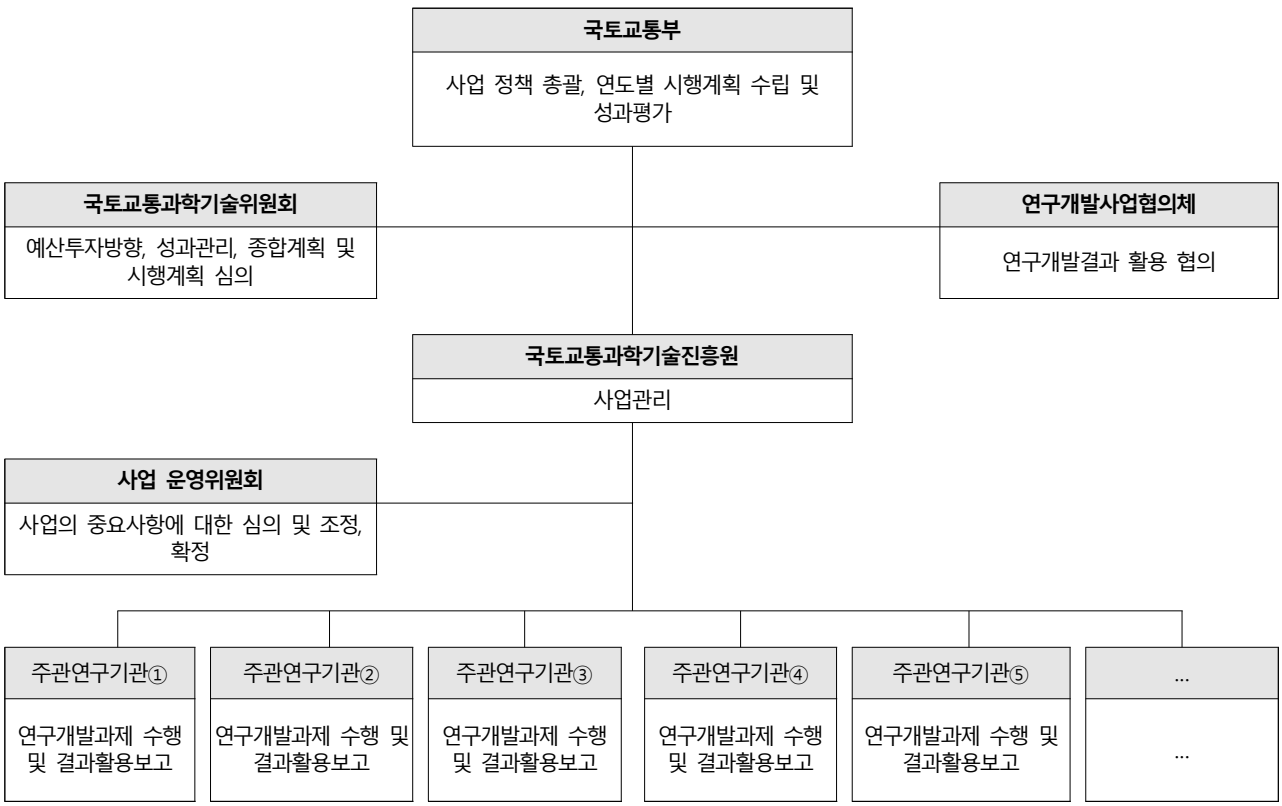
(단위: 백만원)

구분	`07~`15	`16	`17	`18	`19	`20	합계
도시운영 및 관리	25,510	8,286	7,621	4,300	4,490	3,543	53,750
건축계획 및 재료·구조	66,533	5,287	3,861	4,039	6,800	4,458	90,978
건축환경 및 융복합	118,414	10,725	12,602	19,140	22,058	29,910	212,849
스마트 친환경 도시 및 도시재생	167,734	5,374	6,122	6,800	-	-	186,030
기획평가관리비	-	-	-	-	1,516	1,706	3,222
합계	**378,191**	**29,672**	**30,206**	**34,279**	**34,864**	**39,617**	**546,829**

※ '07~'18년 사업·내역별 예산은 위탁관리수수료 포함

❑ 추진체계 및 프로세스

❍ 추진체계



❍ 추진 프로세스

절차	주요내용	주체
기획조사	- 기술동향조사, 기술예측 등 기획조사	전문기관
중장기계획 수립	- 신규과제 발굴, 과제별 연구내용·연구비·우선순위 등을 고려하여 향후 5년간 계획 수립	전문기관
연도별 사업 시행계획 수립	- 연도별 사업시행계획 수립 · 사업추진방향, 분야별·과제별 예산지원계획 등 · 국토교통과학기술위원회 심의, 국토부 방침 결정	국토교통부
사업별 협약체결	- 도시건축연구사업 관리 위수탁 협약 체결 (국토부 건축정책과 ↔ 국토교통과학기술진흥원)	국토교통부 전문기관
사업공고	- 사업시행계획 공고 · 연구개발계획서 등 신청서 접수	전문기관
선정평가	- 전문가로 구성된 평가위원회 평가(평가위원회, 운영위원회)	전문기관 주관기관
과제별 협약체결 및 사업추진	- 최종 선정결과에 따른 과제별 협약체결	전문기관
결과평가	- 중간평가: 연구결과 및 차년도 계획 평가 - 최종평가: 최종 연구결과에 대한 평가 (평가위원회, 운영위원회)	전문기관
연구성과 활용실적 조사·분석	- 연구성과 활용실적 조사 및 과제별 연구성과 활용 현황 분석	전문기관
연구성과 활용	- 연구성과에 대한 특허권·실용신안권·상표권 등 산업재산권을 보호받기 위한 출원서 및 심사청구	주관기관

❑ 사업목표 및 성과지표

❍ **(전략목표)** 도시·건축기술 개발 및 실용화를 통한 행복한 국토공간 창조 및 해외시장 진출 지원

❍ **(최종 성과목표)** 연구성과 확산을 통한 해외시장 진출 확대, 정부정책 반영을 통한 국민 삶의 질 향상

【 표 4-10 】 도시건축연구사업 성과목표체계도

	1단계(14~'16)		2단계('17~'19)		3단계('20)	
단계별 성과목표	**핵심기술 개발을 통한 기술경쟁력 제고** - 학술지게재 논문 지수 62.68 - 특허 등급 지수 4.20 - 기술실시계약 건수 17.23건 - 기술사업화 효과 110.8억원 - 정책활용도 19.47%		**연구성과 확산을 통한 해외시장 진출 지원** - 기술실시계약 건수 22.93건 - 기술사업화 효과 147.5억원 - 해외수출에 따른 경제적 효과 120.1만달러 - 정책활용도 22.54%		**연구성과 확산을 통한 해외시장 진출 지속 지원** - 기술실시계약 건수 25.23건 - 기술사업화 효과 162.3억원 - 해외수출에 따른 경제적 효과 180.2만달러 - 정책활용도 23.67%	
성과지표	**지표명**	**가중치**	**지표명**	**가중치**	**지표명**	**가중치**
	학술지게재 논문지수	0.15	-	-	-	-
	특허 등급 지수 (다부처지표)	0.20 (0.15)	-	-	-	-
	기술실시계약건수	0.20	기술실시계약건수	0.20	기술실시계약건수	0.20
	기술사업화효과	0.25	기술사업화효과	0.30	기술사업화효과	0.30
	정책활용도	0.20	정책활용도 (다부처지표)	0.30 (0.15)	정책활용도 (다부처지표)	0.30 (0.15)
			해외수출에 따른 경제적 효과	0.20	해외수출에 따른 경제적 효과	0.20
	합계	1.00	합계	1.00	합계	1.00

❑ 사업 세부과제 현황

❍ `10~`19년 간 도시건축연구사업을 통해 추진된 과제는 총 118건이며, 이중 소규모 건축물의 소비에너지 최적화 설계·시공 기술 개발 등 47건의 과제가 동 사업과 유사

❍ 설계·시공을 포함하는 제로에너지 건축물 관련 요소기술의 **커뮤니티 단위 실증 사례 부재로 실증 내실화를 통해 차별성 확보 가능**

- '19년(건축환경 및 융복합 분야의 경우 `20년) 일몰 예정 과제로, 스마트 친환경 도시 및 도시재생, 도시운영 및 관리, 건축계획 및 재료구조, 건축 환경 및 융복합 등 4개 중점분야의 기술개발 및 실증 수행

  · '19년 신규과제는 연면적 500㎡미만 소규모 건축물 대상 에너지 저감 설계·시공 기술 개발 및 실증 지원

- 제로에너지 건축, 신재생에너지 연계, 스마트시티 구현 등 각 요소기술 개발 측면에서 연계/확장 가능하나, **상용화, 사업화와 연계한 실증 연구 부재**

  · 실증을 필수 여건으로 지정하지 않아 다수의 사업이 실증을 실시하지 않거나, 기술 재현 수준의 제한적 실증에 그침

연번	과제명	연구기관	연구시작일	연구종료일
1	소규모 건축물의 소비에너지 최적화 설계·시공 기술 개발	한국패시브건축협회	2019-04-11	2019-12-31
2	환경성적표지 기반 생태건축의 성능 기준 및 모듈화·시공 기술 개발	한국건설기술연구원	2018-04-17	2022-12-31
3	개방형 BIM기반의 건축설계 자동화지원 기술 및 첨단 유지관리 기반기술 개발	(사)빌딩스마트협회	2017-03-31	2021-12-31
4	소형 건축물 및 비정형 부재 대상 3D 프린팅 설계, 재료 및 장비 개발	한국건설기술연구원	2016-11-15	2021-12-31
5	기후변화 적응형 도시 열환경 설계시스템 기술개발	한양대학교 산학협력단	2015-08-31	2020-12-31
6	BEMS KS기반의 설계 시공 운영 관리 기술개발 및 실증	한국건설기술연구원	2015-08-14	2020-10-31
7	저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발	한국건설기술연구원	2014-09-01	2019-11-30
8	지능형 도시정보관리시스템 개발 연구	한국토지주택공사	2013-12-26	2019-03-31
9	압축강도 80~180MPa급 맞춤형 SUPER Concrete 재료 및 구조물 기술 개발	한국건설기술연구원	2013-12-24	2018-08-23
10	차세대 설계환경대응 건축설계도구 개발	(주)한길아이티	2013-11-13	2016-11-12
11	개방형 BIM기반의 건축물 설계표준 및 인프라 구축	(사)빌딩스마트협회	2013-11-13	2016-11-12
12	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM 기술 환경 구축	경희대학교 산학협력단	2013-11-13	2016-11-12
13	건축물 생애단계별 녹색건축지원시스템 개발 기획 연구	한국건설기술연구원	2012-12-27	2013-06-26
14	일사량에 따른 맞춤형 차양장치 설계기법 개발	서울대학교 산학협력단	2012-11-19	2013-11-18
15	거푸집과 철근이 없는 강판-콘크리트 복합 구조개발	경기대학교 산학협력단	2012-11-19	2015-11-18
16	친환경 건식 경량벽체 성능기준 제정 및 표준구조 개발	한서대학교 산학협력단	2012-11-19	2015-11-18
17	산업부산물(고로슬래그 등)을 사용한 무시멘트 건식경량 건축용 패널 개발	한밭대학교 산학협력단	2012-11-19	2015-11-18
18	도시재생사업의 단계별 친환경 제기준 정보제공시스템 개발	세종대학교 산학협력단	2012-11-19	2015-11-18
19	녹색건축물 활성화를 위한 에너지성능 통합관리시스템 개발	한국건설기술연구원	2012-04-10	2014-04-09
20	비정형 곡면구조 솔라패널 최적배치 프로그램 개발 및 시제품 개발	한국기술교육대학교 산학협력단	2012-04-10	2015-02-09
21	데이터센터의 에너지 사용량 50% 감축을 위한 에너지 절약형 공조시스템 개발	홍익대학교 산학협력단	2012-04-10	2014-07-09
22	도심 빌딩옥상에 적용 가능한 풍력발전시스템 개발	서울과학기술대학교	2012-04-10	2014-04-30

연번	과제명	연구기관	연구시작일	연구종료일
	연구	산학협력단		
23	청정건강 건축물의 구현을 위한 기능성 건축자재 개발 및 관련 기준 정립	한국건설기술연구원	2012-04-10	2015-02-09
24	한국형 녹색건축화를 위한 공공청사건물의 통합적인 설계로드맵 제시	건국대학교 산학협력단	2012-04-10	2015-02-09
25	녹색기술 적용확산을 위한 설계 매뉴얼 개발 및 보급	한경대학교	2012-04-10	2014-04-09
26	PCM을 활용한 구체축열 공조시스템 개발	이화여자대학교 산학협력단	2012-04-10	2015-02-09
27	녹색건축물 활성화를 위한 총량에너지 정책 개발	한국건설기술연구원	2012-04-10	2014-04-09
28	시장수요기반 기존건축물 녹색화 확산연구	한국건설기술연구원	2011-12-16	2016-11-30
29	시장수요기반 신축 녹색건축물 확산연구	연세대학교 산학협력단	2011-12-16	2016-06-29
30	탄소저감 스마트 도시에너지관리 시스템 개발	지에스건설(주)	2011-12-16	2016-06-29
31	탄소저감 도시계획 시스템 개발	고려대학교 산학협력단	2011-12-16	2016-06-29
32	녹색건축물활성화를위한온실가스배출량평가및통합인증시스템구축	한양대학교 산학협력단	2011-12-16	2014-12-29
33	자원순환체계 구축을 위한 도시공간 결정지원 시스템 개발	한국과학기술원	2011-12-16	2016-06-29
34	자원순환체계 구축을 위한 도시계획 지원 시스템 개발	한국과학기술원	2011-12-16	2016-06-29
35	탄소저감 도시전략, 녹색지수 및 비즈니스 모델 개발	성균관대학교 산학협력단	2011-11-30	2014-09-30
36	그린홈플러스 실험주택을 활용한 운영단계 에너지 최적화 및 핵심요소기술의 상용화 기술개발	연세대학교 산학협력단	2011-09-30	2013-09-29
37	발포대체 가스의 CO2 활용 고성능 단열재 생산기술 개발	(주)벽산	2011-09-30	2014-09-29
38	Smart고로슬래그미분말을 혼입한 저탄소 콘크리트의 초기재령 압축강도 향상 기술개발	영진글로벌 (주)	2011-09-30	2014-09-29
39	실내 환경 조절용 샤프트 시스템 연구 (일명 : 에코샤프트)	주식회사 파크이즈건축사사무소	2011-09-30	2013-09-29
40	제로에너지 건물 구현을 위한 국가 기밀도 기준 정립 및 측정방법(KS) 개발	인하대학교 산학협력단	2011-09-30	2014-09-29
41	한국형 패시브하우스 인증모형 개발 및 쾌적지수에 따른 경제성 평가 연구	명지대학교 산학협력단	2011-09-30	2013-12-29
42	공공임대주택의 주거환경개선을 위한 리모델링 기술적용 및 법제도연구	전남대학교 산학협력단	2011-09-30	2015-09-29
43	화재 진압 기능을 보유한 Multi-service Chilled Beam 공조시스템 개발	한국건설기술연구원	2011-09-30	2014-09-29
44	자연광과 인공광의 상호보상 일체형 조명시스템 개발	지솔라주식회사	2011-07-18	2012-05-17
45	단열성능이 향상된 중단열 콘크리트 외벽시스템 개발	한국건설기술연구원	2010-12-29	2012-06-28
46	Web기반 Green BIM System 개발	(주) 썬앤라이트	2009-12-30	2012-09-29
47	U-Eco City 연구단	한국토지주택공사	2007-08-31	2013-06-13

❑ 성과분석

❍ 정량적 성과

- (과학적 성과) 분석기간(`15~`17년) 동안 도시건축연구사업의 논문성과는 총 436건으로 연평균 145건 이상을 게재하고 있으며, 이 중 SCI(E)급 논문은 95건으로 전체의 약 21.8% 수준
  - 학문분야별 영향력지수 상위 5% 이내 학술지에 게재된 SCI(E) 논문은 총 2건으로 논문성과의 질적 수준이 탁월

【 표 4-11 】 도시건축연구사업 과학적 성과

구분			`15	`16	`17	합계(평균)
전체	일반(건)		100	141	100	341
	SCI(E)(건)		38	23	34	95
		MrnIF 평균	59.04	62.46	47.03	56.18
		IF 평균	1.29	2.08	1.29	1.55
과제 당 평균 성과	일반(건)		6.25	10.85	6.25	7.78
	SCI(E)(건)		2.38	1.77	2.31	2.15

- (기술적 성과) 분석기간(`15~`17년) 동안 도시건축연구사업의 특허출원 성과는 175건, 특허등록 성과는 110건
  - 등록된 특허 110건 중 BBB등급 이상의 특허는 23.37%(국토교통 R&D 평균, 16.30%)이며, 이 중 A등급 이상은 7.48%(국토교통 R&D 평균, 5.86%)

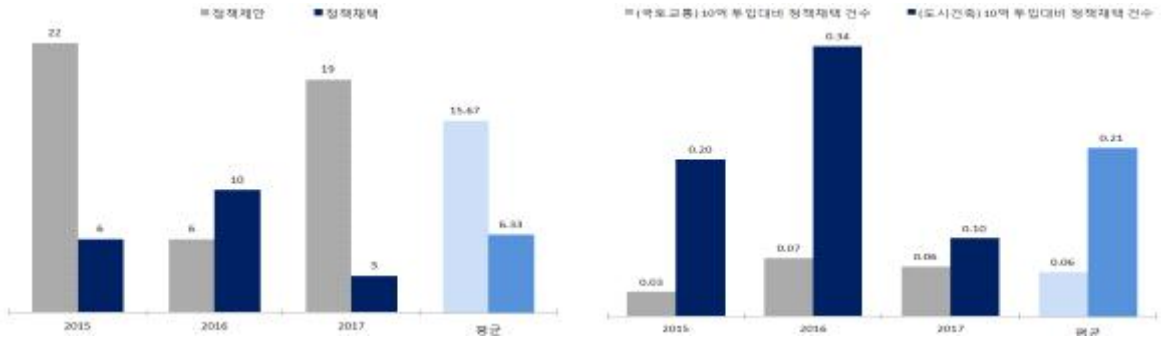
【 표 4-12 】 도시건축연구사업 기술적 성과

구분			`15	`16	`17	합계(평균)
전체	특허 출원(건)		53	56	66	109
	특허 등록(건)		49	27	34	76
		SMART 등급 평균	3.82	3.78	3.77	3.80
과제 당 평균 성과	특허 출원(건)		3.31	4.31	4.13	3.81
	특허 등록(건)		3.06	2.08	2.13	2.57

❍ 정성적 성과

- `15~`17년 간 정책제안·채택 66건과 설계기준/시방서/지침 제안·반영 129건으로 기술 범용화 기반 마련에 기여
- (정책제안·채택 현황) 도시건축연구사업 지원으로 `15~`17년 간 총 19건의 정책이 채택되었으며, 연평균 15.67건을 제안
  - 분석대상기간(`15~`17년) 기준 10억원 당 0.21건의 정책채택 성과를 보이고 있으며, 이는 국토교통 R&D 사업 평균에 비해 약 3.5배 우수

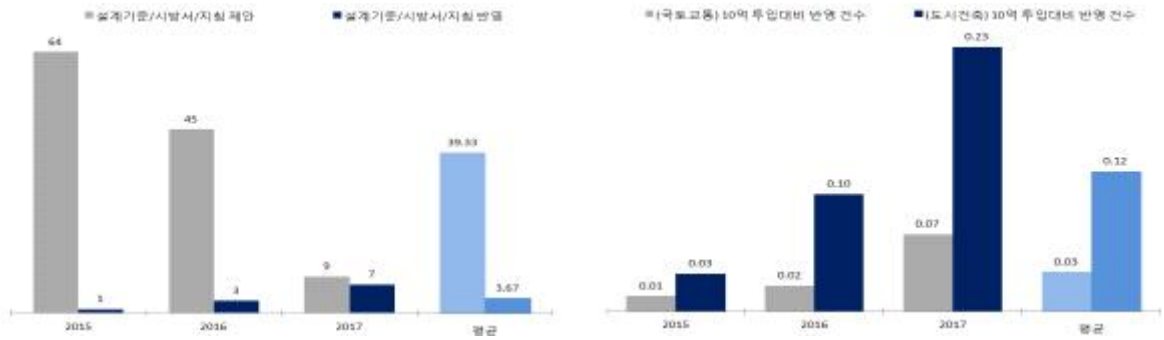
* 10억 투입 당 정책채택 건수 : 국토교통R&D사업 평균 0.06건 → 도시건축연구사업 0.21건



※출처: 2018년 국가연구개발사업 자체평가보고서

【 그림 4-16 】(좌) 연도별 정책제안·채택 현황 (우) 국토교통R&D 평균과 비교

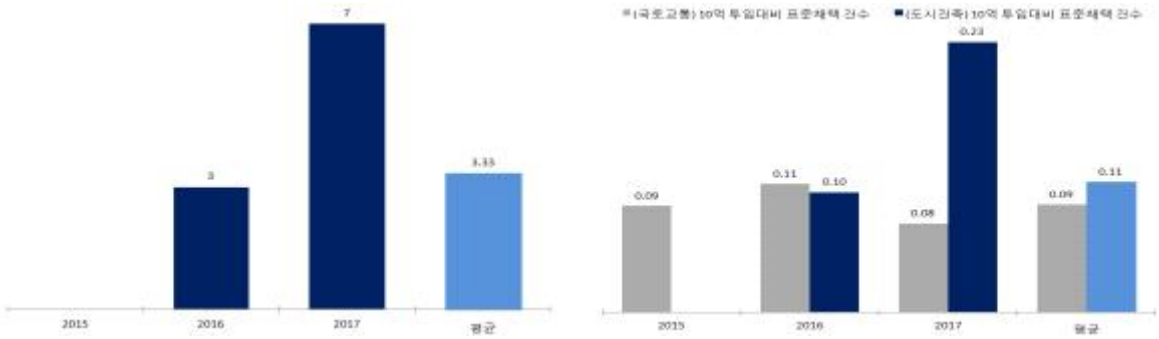
- (설계기준/시방서/지침 제안·반영 현황) 도시건축연구사업 지원을 통해 분석대상기간 총 11건의 설계기준/시방서/지침이 반영되었으며, 연평균 증가율은 164.58%
  - · 사업목표 달성의 선제적 조건인 기술 현장적용 및 범용화를 위한 설계기준/시방서/지침 반영 지속적 증가
  - · 분석대상기간 기준 10억원 당 0.12건의 설계기준/시방서/지침 반영 성과를 보이고 있으며, 이는 국토교통 R&D 사업 평균에 비해 약 4배 우수
  - * 10억 투입 당 설계기준/시방서/지침 반영 건수 : 국토교통R&D사업 평균 0.03건 → 도시건축연구사업 0.12건



※출처: 2018년 국가연구개발사업 자체평가보고서

【 그림 4-17 】(좌) 연도별 설계기준/시방서/지침 제안·반영 현황 (우) 국토교통R&D 평균과 비교

- `15~`17년 간 표준채택 10건과 인력 228명을 양성하여 기술 인증 기반 마련과 인력 공급을 통한 산업계 활성화에 기여
- (표준채택 현황) 도시건축연구사업 지원을 통해 분석대상기간 총 10건의 표준이 채택되었으며, 연평균 증가율은 52.75%
  - · 소프트웨어 품질인증서(`16년), 플랫폼 간 연계규격(`17년) 등 플랫폼 기술의 중요성이 증대되면서 소프트웨어 연계를 위한 표준, 품질인증 방법 등의 표준채택이 지속적으로 증가
  - · 분석대상기간 기준 10억원 당 0.11건의 표준채택 성과를 보이고 있으며, 이는 국토교통 R&D 사업 평균에 비해 약 1.2배 우수
  - * 10억 투입 당 표준채택 건수 : 국토교통R&D사업 평균 0.09건 → 도시건축연구사업 0.11건



※출처: 2018년 국가연구개발사업 자체평가보고서

【 그림 4-18 】(좌) 연도별 설계기준/시방서/지침 제안·반영 현황 (우) 국토교통R&D 평균과 비교

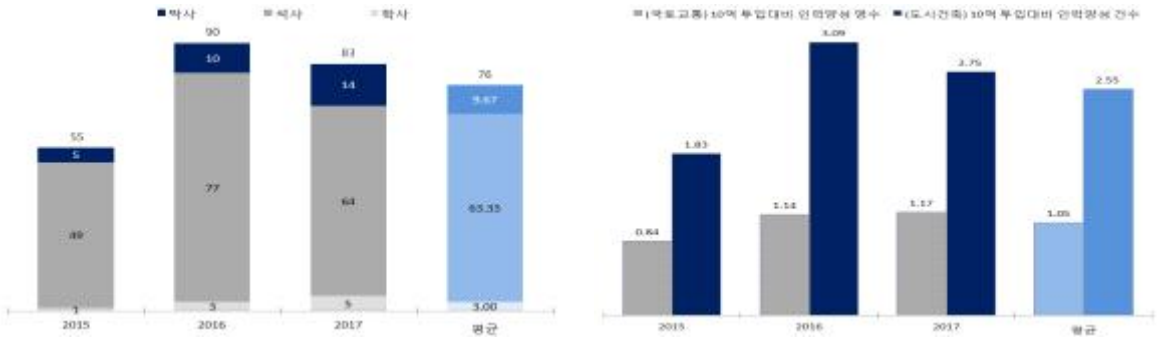
- (인력양성 현황) 도시건축연구사업 지원을 통해 분석대상기간 총 228명의 인력을 양성하였으며, 석·박사 학위의 기술전문가 배출을 통해 산업경쟁력 제고에 기여

  · 도시건축연구사업을 통해 양성되는 인력은 연평균 22.85% 증가하고 있으며, 특히 석·박사 학위 취득자는 연평균 20.2% 증가

  * 석·박사학위 취득자 : 54명('15) → 87명('16명) → 78명('17)

  · 분석대상기간 기준 10억원 당 2.55명의 인력양성 효과를 보이고 있으며, 이는 국토교통 R&D 사업 평균에 비해 약 2.4배 우수

  * 10억 투입 당 인력양성 건수 : 국토교통R&D사업 평균 1.05명 → 도시건축연구사업 2.55명

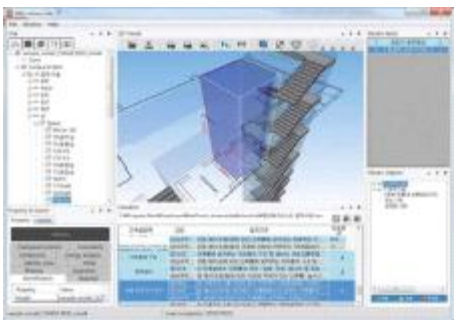


※출처: 2018년 국가연구개발사업 자체평가보고서

【 그림 4-19 】(좌) 학위별 인력양성 현황 (우) 국토교통 인력양성 평균과 비교

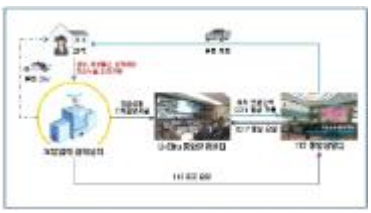
❍ 주요 성과

- 설계품질의 혁신을 위한 개방형 BIM 기술개발

성과창출자	김인한(경희대학교)
과제명	개방형 BIM기반의 건축설계 자동화 지원기술 및 첨단 유지관리 기반기술 개발
성과창출연도	2015 ~ 2016
성과 요약	▪ 작성된 BIM모델의 설계품질을 검증하는 KBim Assess-Lite, 표준설계도서를 추출하는 KBim D-Generator, 설계협업지원시스템 KBim Collaboration 개발 ▪ '15~'16년 관련 설계기준, 시방서, 지침 등을 63건 제안하였으며, 국토교통 R&D 우수성과 25선('15년)에 선정
성과의 주요내용	ㅇ 핵심 건축법규 및 제기준을 논리규칙화시키는 시스템 KBim Logic - 대상법규의 법규문장을 객체, 속성 및 함수로 정의하여 자동화 법규검토 프로그램에서 활용될 수 있는 규칙으로 만드는 논리규칙화를 위한 체계 및 변환 모듈 개발 - 규칙을 지속적으로 갱신하고 보완하기 위한 웹기반 데이터베이스 구축 ㅇ BIM 표준설계도서 - BIM 기반 설계도서의 정보요구와 정보표준 규격을 분석하여 도출한 최적화 설계도서 작성기준에 따라 건축도면과 구조도면, 구조계산서, 수량산출서에 대한 견본세트 구축  **< KBim Assess 프로그램 건축법 62조 검토 >**  **< KBim D-generator 건축도면 추출 >** ㅇ BIM 표준설계도서 추출 프로그램 KBim D-generator - 3차원 BIM 모델에서 자동으로 인허가 등에 필요한 2D 도면을 추출 ㅇ 설계협업지원시스템 KBim Collaboration - 업무의 효율성을 증가하기 위한 목적으로 인허가 이전까지 BIM기반의 협업프로세스를 구축하고 이를 지원 ㅇ 다양한 프로그램과 연동 - KBim Assess-Lite, KBim D-generator, Kbim Submission 등 본 과제에서 개발된 다양한 프로그램과 연동되어 프로젝트 및 BIM 모델 등의 정보를 관리

	 **< KBim Submission 예시 >**  **< 프로그램 연동 시스템 >** ○ 주요성과로 'BIM 설계도서 작성 지침-건축, 구조부문' 창출  **< BIM 설계도서 작성 지침 창출 >**
파급효과	○ BIM 표준규격 마련으로 BIM 기술 보급이 가속화되고 BIM 도입으로 인한 고부가가치 창출이 가능 - BIM 설계품질 검증기술은 국내 설계분야 실정에 맞는 BIM 환경을 조성하여 업계에 확산·보급이 가능 - BIM 도입의 활성화를 촉진하여 건설-IT융합 분야의 혁신기술 확보로 고부가가치 창출이 가능
후속연구 가능성	○ Regulatory Room 협의체 소속국가의 정부관계자, 연구자, 실무자들과 본 연구의 내용을 중심으로 인허가 법규검토 자동화, 국제 기술표준 개발에 대한 연구 진행 중 ○ BIM 및 요소 기술을 활용한 다양한 연구 및 작업이 지속적으로 진행됨에 따라 개방형 BIM기반 적법성 시스템의 점진적인 적용·활용을 성공적이고 효과적으로 수행할 수 있는 후속연구 필요

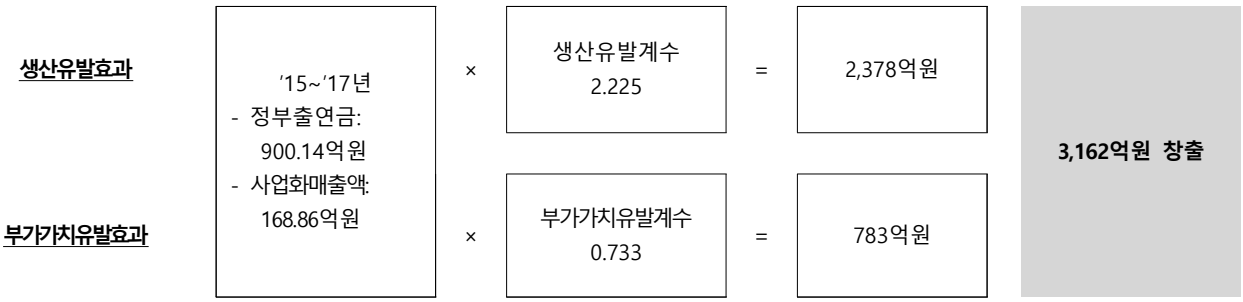
❍ 한국형 스마트시티(U-City) 고도화

성과창출자	위성복(한국토지주택공사)
과제명	지능형 도시정보관리시스템 개발 연구
성과창출연도	2015 ~ 2017
성과 요약	▪ 한국형 스마트시티(지능형도시) 기반구축과 고도화를 목표로 통합플랫폼 및 체험형 서비스를 개발하여, 총 매출액 48.95억원을 달성 ▪ 국토교통 R&D 우수성과 20선('16년), 5대 연계서비스 중 119 긴급구조 지원서비스는 IDC 아태지역 우수 프로젝트로('17년) 선정
성과의 주요내용	ㅇ 시민·기업·정부가 소통하는 맞춤형 체험서비스 개발 및 통합플랫폼 고도화 - 체험(연계)서비스를 발굴·개발하고, 대용량 도시정보 활용 및 다양한 연계활용 기술의 지원을 위한 미들웨어 개선을 통해 기존 통합플랫폼을 고도화시키고, 통합플랫폼 표준화를 위한 연계규격 및 기능 명세 표준을 개발 ㅇ 지속적인 지능형도시 발전을 위한 법/제도 개선 및 발전전략 마련 - 기존 U-City 법에서 '스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률'로 전면개정(안)을 마련하고, 이를 근거로 스마트시티 수준진단 시스템(지능형도시 등급기준 제시)을 개발하는 등 제도적 기반 구축  < 민간보안 및 공공안전 연계서비스 >  < 교통사고 영상 지원서비스 >  < 위험시설물 보호 지원서비스 >  < 스마트 환경 모니터링 서비스 > ㅇ 지능형도시 공간계획 및 설계 기술개발 - 지형데이터와 지능형 시설(VMS)정보 및 드론으로 수집된 3차원 측량자료를 연계한 지능형 도시계획지원시스템(PDSS)을 개발하여 체험형 테스트베드의 공간계획을 추진하였고, 지능형 시설 등에 관한 내용을 지구단위계획에 반영할 수 있도록 U-지구단위계획 수립지침 마련 ㅇ 미래 성장동력으로 지능형도시 수출모델 고도화와 실현계획 수립 - 글로벌 스마트시티 정책 및 기술동향 등을 분석하여 해외수출 맞춤형 지능형도시 상품화 및 개발계획 수립 등 해외진출을 위한 수출모델 고도화 - '16년 5월 'K-Smart City 수출지원단'을 발족하여 도시개발 노하우와 스마트그리드, ITS, 해수담수화 등 다양한 기술을 적용한 한국형 스마트시티 모델을 개발하고 베트남, 중국 등과 MOU 체결

	 < 베트남 후에시와 MOU 체결 >  < 중국 CCUD와 MOU 체결 > ○ 성과의 우수성이 인정되어 「국토교통 R&D 우수성과 20선('16)」, 「IDC 아태지역 공공안전 부문 우수성과」에 선정  < 2017년 IDC 아태지역 공공안전 부문 우수성과 선정 >
파급효과	○ 국내 성과 확산을 통한 산업활성화 - 체험형 서비스를 통해 스마트시티의 인식을 제고하여 지자체 확산 및 보급이 가능하고, 스마트시티 표준화와 인증체계 마련으로 민간과의 협력유도와 산업 활성화라는 부가적 효과를 기대 ○ 해외진출 전략 마련을 통한 해외수출 - 해외 실증대상지의 도시문제 해결을 위하여 우리나라에서 보유한 기술과 상품의 적용성을 분석하여 실용화 및 해외수출에 필요한 기술개발의 방향성을 제시하고, 스마트시티 기술경쟁력 향상을 꾀하여 해외수출의 선순환적 구조를 견인
후속연구 가능성	○ 스마트시티의 지속적인 발전 및 고도화를 위한 법제도적 기반 조성은 향후 스마트시티 연구기반을 마련할 수 있으며, 본 연구를 통해 도출된 성과들은 향후 스마트시티 기술의 기술성, 편의성, 접근성 등 다양한 관점에서 연구의 지향점으로 활용 가능

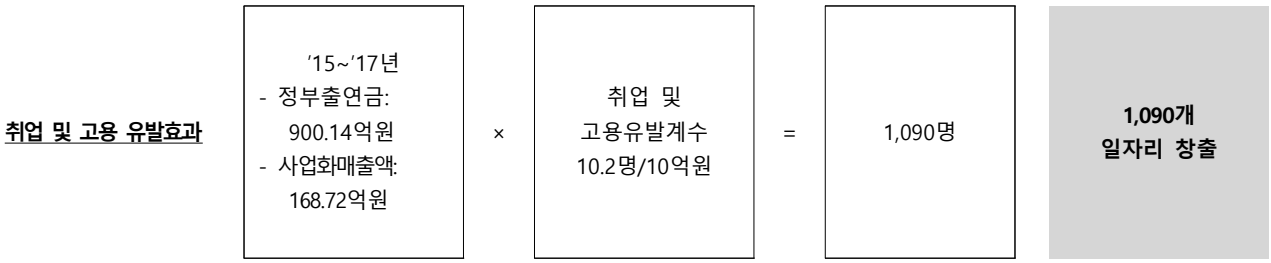
❍ 파급효과 분석

- (분석 방법) 한국은행 산업연관표를 이용한 산업연관효과 분석을 통해 각 유사사업의 파급효과를 분석
  - 각 사업과 연관된 산업분야의 부가가치유발계수, 생산유발계수, 취업 및 고용유발계수 등을 활용하여 분석대상기간동안 각 사업에 투입된 정부출연금과 매출액 발생이 파급되어 산출된 경제적 효과와 고용효과 산출
- (활용 지표)
  - 생산유발계수 : 건설업 분야 2.225 적용
  - 부가가치유발계수 : 건설업 분야 0.733 적용
  - 취업 및 고용유발계수 : 건설업 분야 10.2명/10억원 적용
- (파급효과) 약 3,162억원의 경제적 가치와 일자리 1,090개 창출
  - 취업효과를 제외하고 산업구조 고도화를 감안하지 않은 단순한 생산효과와 부가가치유발효과 합만으로 3,162억원의 경제적 효과를 창출할 것으로 분석되어 투자액의 약 3.5배 효과를 기대



【 그림 4-20 】 도시건축연구사업의 경제적 파급효과

  - 산업연관표 상 건설업 분야의 취업 및 고용유발계수는 10.2명/10억원으로, 도시건축연구사업의 분석대상기간 투자지원과 발생 매출액을 통해 약 1,090명의 일자리 창출



【 그림 4-21 】 도시건축연구사업의 사회적 파급효과

2.1.1.2. 주거환경연구사업

❑ 사업 개요

❍ (사업 목적) 주거공간의 쾌적화, 장수명화, 안전성 확보를 지향하는 국민체감형 주택기술 개발을 통해 국민 행복을 만드는 주거공간 구현

❍ (사업 내용)

- (지속가능한 복지 주택) 주거복지 사각지대 해소와 살기 좋은 주거환경 조성을 위한 맞춤형 주거복지 실현 및 커뮤니티 중심 주거환경 조성
- (미래형 스마트 주택) IT 등 기술 융·복합을 통한 주택 에너지 사용관리, 건강관리, 재해·재난 예방 및 대응 기술 등
- (수요자 맞춤형 주택) 수요자 요구수준의 주택품질관리를 위한 주택 모듈화, 비용절감형 장수명화 및 주택성능 개선 기술 등
- (자산가치 창출형 주택) 주택의 사용수명 연장과 자산가치 증대를 위한 주택 생애주기 대응 유지 관리 및 노후주택 리모델링 기술 개발
- (주택인프라 기반 구축) 주택의 균등한 품질관리를 위한 주택표준화 기술과 선진 주거환경 조성을 위한 주택관련 인프라 구축

❑ 추진 배경

❍ 국내외적으로 소득분배, 여가생활, 환경, 복지 등 국민의 행복정도가 중요해지는 가운데, 행복을 만드는 주거공간 구축을 위한 주택기술의 중요성 강조

- UN, OECD 등 국제기구와 선진국을 중심으로 GDP 등의 양적 성장과 더불어 복지, 지속가능성 등 질적인 국민 만족도를 향상시키기 위한 노력 대두
  - · 금융위기, 유럽 재정위기를 계기로 효과적인 경제정책과 더불어 사회·복지 정책을 수립하는 것이 각국의 핵심 정책과제
  - · 경제적 지표 외에도 주거관련 분야를 포함하여 국민 삶의 질과 생태환경을 총체적으로 조망하기 위한 행복지수가 국가경쟁력 측정의 새로운 지표로 등장

  * 일본, 캐나다, 미국, 호주, 영국, 스위스, 이탈리아 등은 국민의 삶의 질을 측정하기 위한 행복지수 지표를 개발하고, 평가 항목으로 주거 및 안전한 환경 등을 설정

  * UNDP에서는 Human Development Index(HDI, 인간개발지수), OECD에서는 Better Life Index(BLI, 더 나은 삶 지수)를 개발하여 회원국의 주거환경, 교육, 환경 등 사회적 웰빙 분야를 정량화하여 비교 가능한 수치로 삶의 질 강조

- 우리나라는 1인당 국민소득 3만달러 시대에 접어들며 국민의 주거질에 대한 기대는 높아졌으나, 2017년 기준 우리나라의 BLI순위는 OECD 38개국 중 29위로 크게 낮은 수준
  - · 주택의 양적 확충보다는 주택성능의 향상, 주거복지 강화 등 질적 보강 필요
  - · 국민의 주거질 개선과 선진 주거복지 시스템 구현을 통해 국민 행복을 증진하기 위한 관

련 R&D 추진 확대

- 주택공급 측면에서 사회환경 변화에 따른 다양한 수혜자 요구에 대응할 수 있는 기술과 주택성능 향상을 위한 첨단기술과 융합기술 개발 필요
- 주택관리 차원에서 자산가치를 유지·향상시킬 수 있는 주택관리 체계를 구축하고, 소형주택 및 경제성을 갖춘 리모델링 기술개발 요구 증대
- 또한 지속가능한 주택기술 기반으로서 인프라 시설 및 DB 구축이 필요

❍ 인구 및 가구구조, 사회경제적 여건, 도시공간 이용방식 및 주거문화 등의 변화로 다양성, 지속가능성, 수요자 중심으로 주거 패러다임이 변화

- 인구구조의 변화 및 거대 도시화로 주거산업의 수요자 맞춤·대응형 주거기술 요구 증가
  - 저출산·고령화, 도시화로 1~2인가구(도시형 생활주택, 고시촌, 준 주택 등), 고령자 전용주택, 장애인 편의주택, 건강주택, 세컨드 하우스, 타운하우스 등 다양한 주택 수요가 증가하고 있으며, 이에 대응하기 위한 산업발전 필요
  - 가족개념이 변화하며 Social Mix형 단지, 단지 내 커뮤니티, 가사 및 육아 편의성 증대를 위한 주거환경 등 사회통합적 관점에서 주택 접근 필요
  - 도심선호화로 주택활용성 및 변화대응이 용이한 소규모 부지 내 소형평형 주택, 장수명 주택과 주거환경 개선, 재고주택 관리의 중요성이 대두
- 웰빙·감성·복지 등이 중시되는 한편 소비 양극화가 심화되며 다양한 주거 수요 증가
  - 헬스케어 스마트홈 등 미래형 스마트주택기술 고도화 필요
  - 주택소비 및 서비스 양분화로 맞춤형 주거복지 필요
- 지구온난화 및 이상기후 현상의 증가로 주거공간의 에너지 저감 기술 수요 증가
  - 기후변화 대응을 위한 온실가스 감축 의무 이행 및 에너지·자원 절약 요구가 증대하며 친환경·에너지 절감형 주택에 대한 관심이 증대
  - 신재생에너지 등을 활용한 에너지 절약형 미래주거공간 구축 필요
- 과학기술의 발달과 융복합화에 대응하는 스마트 주택 수요 증가
  - BT, IT, NT, GT 등과의 융복합을 통해 정보화·유비쿼터스 환경에 대응하는 미래지향적 스마트 주택 건설이 가능해짐
  - BT, IT, NT, GT 등과의 융복합을 통해 기존 주택건설 기준의 고품질화·고성능화가 이루어짐

❍ 사회적 이슈와 주택정책을 연계하여 주택공급, 주택관리 등 정책적 전략 방향에 부합하는 주거관련 분야 R&D 수행 필요

- 주거관련 R&D는 「도시건축연구사업(舊 첨단도시개발사업)」의 과제로 수행되어 왔으나, 주거분야 R&D 예산은 '08년 이후 지속적으로 감소하여 국가적 정책 방향과 국민의 주거만족도에 부합하는 연구개발 추진이 미흡했음

· 주거복지 구현 및 민생문제 해결을 위한 정부 정책 방향에 따라 주거환경 개선 R&D의 중요성이 매우 높아짐

- `13년 주택관련 기술동향, 시장수요 등 급변하는 환경을 고려하여 「주택 R&D 기본계획」을 수립하였으며, 이에 기반하여 도시건축연구사업에서 별도의 독립사업으로 분리 추진

· 기본계획에서는 다양한 세대와 계층을 아우르는 주거환경 및 삶의 질을 높일 수 있는 지속가능한 주거공간 구현과 더불어 생애관리를 통해 주택의 사용가치를 향상할 수 있는 사회이슈 중심의 연구개발 추진을 계획

· 국민 주거행복지수 향상 및 보편적 주거복지 실현, 주거분야 활성화를 위한 신시장 창출 등을 위해 주거환경 R&D 투자 비중을 확대하고 효과적 기술개발을 위한 지원 체계 구축

· `14년 주거환경연구사업 분리이후, 국민생활과 밀접한 생활밀착형, 국민체감형 신규 과제를 추진하며 R&D 투자를 지속적으로 확대

＊ 사업분리후 발주된 과제들의 현장적용 성과 및 실증단지 구축이 완료(예정)되면서 '18년까지 많은 최종 연구 성과물이 도출될 것으로 예상(노원 제로에너지주택, 가양 조립식 주택 등)

❑ 주요 추진경과

❍ (연도별 주요 추진경과 및 개편이력) `06년, `12년 2차례 사업명 변경이 추진된 바 있으며, `14년 별도의 사업으로 분리

【 표 4-13 】 도시건축연구사업 주요 추진경과 및 개편이력

일시	추진경과
`94년~`05년	▪ 1차년도~12차년도 연구개발사업 수행
`06년 5월	▪ 「건설교통 R&D 혁신로드맵」수립에 따라 첨단도시개발사업으로 사업체계 개편
`07년 12월	▪ 「제2차 과학기술기본계획('08~'12)」의 전략기술로 선정
`07년 12월	▪ 「건설교통 R&D 1차 중장기계획('07~'12)」수립
`09년 1월	▪ 미래 한국을 이끌 17대 신성장동력으로 선정(VIP 보고)
`12년 5월	▪ 「건설교통 R&D 2차 중장기계획('13~'17)」수립에 따라 '도시건축연구사업'으로 사업명칭 변경
`13년 3월	▪ 미래주택정책 R&D기본계획(`13~`20) 수립
`13년 6월	▪ 도시건축연구사업에서 주거환경연구사업으로 과목구조 개편
`14년 2월	▪ 제3차 과학기술기본계획(`08~`12)의 전략기술로 선정

❍ (투자 현황) 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 상 사업비 현황이 집계되기 시작한 `07년부터 현재까지 약 1,521억원의 사업비 집행

- `21년에는 미래형 스마트 주택 2,716백만원, 수요자 맞춤형 주택 6,962백만원, 자산가치 창출형 주택 5,049백만원, 주택인프라 기반구축 1,138백만원, 기획평가관리비 707백만원 등 약 166억원의 신규 예산 편성

【 표 4-14 】 주거환경연구사업 사업비 현황

(단위: 백만원)

구분	`07~`15	`16	`17	`18	`19	`20	합계
지속가능한 복지 주택	6,899	1,128	858	-	-	-	8,885
미래형 스마트 주택	30,557	4,206	8,419	5,500	3,601	3,708	55,991
수요자 맞춤형 주택	16,795	7,491	6,669	9,149	10,996	11,406	62,506
자산가치 창출형 주택	4,394	690	1,627	2,700	4,318	4,400	18,129
주택인프라 기반 구축	150	300	412	1,300	1,281	1,358	4,801
기획평가관리비	-	-	-	-	917	940	1,857
합계	**58,795**	**13,815**	**17,985**	**18,649**	**20,196**	**20,872**	**152,169**

※ '07~'18년 사업·내역별 예산은 위탁관리수수료 포함

❑ 사업목표 및 성과지표

❍ **(전략목표)** '주택건설기술 수준 향상 및 쾌적한 주거환경 조성을 위한 주택기술 실증기반 구축 및 활용·확산'을 전략목표로 설정

❍ **(최종 성과목표)** 연구성과의 과학적·기술적 질적수준 제고, 연구성과 검증을 위한 기술 적용·활용 증대 및 기술개발을 통한 사회적·경제적 파급효과 제고

【 표 4-15 】 주거환경연구사업 성과목표체계도

	1단계(14~'16)	2단계('17~'18)	3단계('19~'22)
단계별 성과목표	**주택건설 분야 기술 경쟁력 제고 및 실증 기반 구축** - 우수 논문 및 특허 창출(논문지수 69.94 특허지수 5.27) - 설계 및 현장적용 증대(4건) - 정책에 성과반영 추진(12.12%) - 기술사업화 매출액 증대(0.84억원) - 시제품 제작(3건, 다부처)	**미래형 주거성능 구현을 통한 주택기술 활용/확산** - 우수 특허 창출(특허지수 5.8) - 설계 및 현장적용 증대(6건) - 정책에 성과반영 추진(14.66%) - 기술사업화 매출액 증대(1.9억원) - 시제품 제작(5건, 다부처)	**미래형 주택기술의 지속적 보급 확대** - 우수 특허 창출(5.8) - 설계 및 현장적용 증대(8건) - 정책에 성과반영 추진(17.81%) - 기술사업화 매출액 증대(2.21억원) - 기술사업화 매출액 증대(0.49억원, 다부처)

	지표명	가중치	지표명	가중치	지표명	가중치
성과지표	학술지게재 논문 지수	0.20	-	-	-	-
	특허 등급지수	0.25	특허 등급지수	0.10	특허 등급지수	0.10
	현장 적용 건수	0.15	현장 적용 건수	0.30	현장 적용 건수	0.30
	정책활용도	0.15	정책활용도	0.25	정책활용도	0.25
	기술사업화 효과	0.20	기술사업화 효과	0.30	기술사업화 효과	0.30
	시제품 제작 (다부처지표)	0.05 (0.25)	시제품 제작 (다부처지표)	0.05 (0.25)	기술사업화 효과 (다부처지표)	0.05 (0.25)
	합계	1.00	합계	1.00	합계	1.00

❑ 사업 세부과제 현황

❍ `14~`19년간 주거환경연구사업을 통해 추진된 과제는 총 40건이며, 이중 제로에너지 주택 건축 활성화를 위한 고성능·적정비용 건축자재 개발 등 16건의 과제가 동 사업과 유사

❍ **자재 및 주거용 건물 에너지 성능 향상 기술 개발 등 커뮤니티 단위로 실증사업 확대 및 연계 방안 도출 가능**

- `19년 일몰 과제로, 주거용 건물 및 주택단지의 성능·쾌적성 향상을 위한 기술개발 및 실증 수행
  - '19년 신규과제는 제로에너지 주택 및 단지 경쟁력 확보를 위한 에너지 절약형 건축자재(창호, 현관문, 단열신소재 등) 개발 지원
- 건축자재, 제로에너지 주택, 주택단지 등 다양한 규모의 실증사업을 수행함으로서 기존연구 대비 상용화 수준을 향상시킴
  - 자재 등 일부 연구 분야의 **개발대상 범위 확장**, 커뮤니티 단위의 **실증사업 확대 추진** 등 연계 방안 도출 가능

연번	과제명	연구기관	연구시작일	연구종료일
1	제로에너지 주택 건축 활성화를 위한 고성능·적정비용 건축자재 개발	한국건설기술연구원	2018-04-02	2021-12-31
2	노후 공동주택의 리모델링에 적합한 설계기술 및 주거성능 향상 기술 개발	아주대학교 산학협력단	2015-07-31	2022-07-30
3	저비용고효율 리모델링 활성화를 위한 제도 및 사업모델 개발	한국시설안전공단	2015-07-01	2020-03-31
4	중고층 모듈러 건축 운송 및 현장시공 효율화 기술 개발	서울대학교 산학협력단	2014-09-21	2021-07-20
5	모듈러 건축 공장 제작 최적화 기술 개발	아주대학교 산학협력단	2014-09-21	2021-07-20
6	중고층 모듈러 건축 설계 및 엔지니어링 기술 개발	한국건설기술연구원	2014-09-21	2021-07-20
7	보급형 및 비용절감형 장수명주택 모델 개발	서울주택도시공사	2014-09-21	2019-09-20
8	장수명주택 실증단지 설계 및 구축	한국토지주택공사	2014-09-21	2019-09-20

9	모듈러 건축 중고층화 및 생산성 향상 기술개발	한국건설기술연구원	2014-09-01	2021-07-01
10	수요자 맞춤형 조립식 주택 기술개발 및 실증단지 구축	한국건설기술연구원	2013-12-21	2018-12-20
11	제로에너지 주택 최적화 모델개발 및 실증단지 구축	명지대학교 산학협력단	2013-10-14	2018-04-13
12	제로에너지 주택단지 성능검증 및 모니터링	서울주택도시공사	2013-10-14	2018-04-13
13	제로에너지 기술적용을 통한 실증단지 구축 및 운영	(주)케이씨씨건설	2013-10-14	2017-10-13
14	제로에너지 주택 및 단지 최적화모델 개발	명지대학교 산학협력단	2013-10-14	2018-04-13
15	제로에너지 주택활성화를 위한 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축	명지대학교 산학협력단	2013-10-01	2018-04-01
16	저에너지 친환경 공동주택 기술개발	연세대학교 산학협력단	2006-09-29	2011-06-29

❑ 성과분석

❍ 정량적 성과

- (과학적 성과) 분석기간(`15~`17년) 동안 주거환경연구사업의 논문성과는 총 196건으로 연평균 약 65건을 게재하고 있으며, 이 중 SCI(E)급 논문은 19건으로 전체의 약 9.7% 수준
  - 상위 20% 이내 수준의 학술지에 SCI(E) 논문을 3건 게재하였으며, 특히 건축기술 분야에서 글로벌 상위 9%의 우수한 논문이 1건 발표됨
  - 논문의 질적 지수를 나타내는 MrnIF는 평균 54.37로 글로벌 평균을 상회하는 우수한 논문들을 발표하였으며, 게재된 논문 저널의 IF는 평균 1.64 수준

【 표 4-16 】 주거환경연구사업 과학적 성과

구분		`15	`16	`17	합계(평균)
전체	일반(건)	54	68	55	177
	SCI(E)(건)	6	8	5	19
	MrnIF 평균	61.19	62.50	39.43	54.37
	IF 평균	1.67	1.81	1.44	1.64
과제 당 평균 성과	일반(건)	6.75	7.56	6.11	20.42
	SCI(E)(건)	0.75	0.89	0.56	2.20

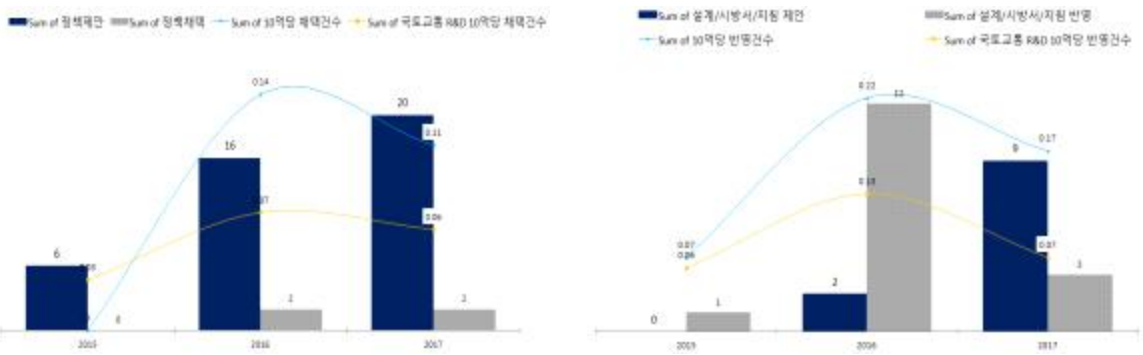
- (기술적 성과) 분석기간(`15~`17년) 동안 도시건축연구사업의 특허출원 성과는 92건, 특허등록 성과는 61건(미국특허 1건 포함)으로 등록률은 평균 66.3%
  - 출원된 특허 등록은 매년 상승하여 '16~'17년 2개년 간 특허등록 24건 이상의 수준을 유지
  - 등록된 특허의 질적우수성을 평가하는 SMART 등급 평가 결과, BBB등급의 특허에 주로 분포하고 있는 것으로 확인

【 표 4-17 】 주거환경연구사업 기술적 성과

구분		`15	`16	`17	합계(평균)
전체	특허 출원(건)	42	26	24	92
	특허 등록(건)	7	24	30	61
	SMART 등급 평균	5.71	4.67	4.03	4.80
과제 당 평균 성과	특허 출원(건)	5.25	2.89	2.67	10.81
	특허 등록(건)	0.88	2.67	3.33	6.88

❍ 정성적 성과

- `15~`17년 간 정책제안·채택 46건, 설계기준/시방서/지침 제안·반영 18건, 법 제정 및 개선 2건 등의 사회적 성과 발생
- (정책제안·채택 현황) 주거환경연구사업 지원을 통해 분석대상기간 총 4건의 정책 채택, 연평균 14건의 정책을 제안
  - 분석대상기간(`15~`17년) 기준 10억원 당 0.09건의 정책채택 성과를 보이고 있으며, 이는 국토교통 R&D 사업 평균에 비해 약 1.5배 우수



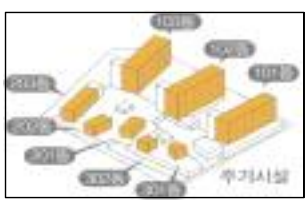
【 그림 4-22 】 (좌)연도별 정책제안·채택 현황 (우) 설계기준/시방서/지침 제안·반영 현황

- (설계기준/시방서/지침 제안·반영 현황) 주거환경연구사업 지원을 통해 분석대상기간 총 7건의 설계기준/시방서/지침이 반영되었으며, 연평균 73% 증가
  - 분석대상기간 기준 10억원 당 0.15건의 정책채택 성과를 보이고 있으며, 이는 국토교통 R&D 사업 평균에 비해 매우 우수
- 실증단지 구축 및 조성을 통해 에너지 절감, 장수명주택, 조립식주택, 헬스케어 연계, 주거복지 등 실현
- 에너지 절감율 100%, 친환경 주택, 사회복지 실현 등 공사비 절감과 공기 단축 등 공사원가 및 사회적 비용 절약
  - 국민의 생애주기에 맞춘 주거환경 개발사업으로 실증단지 조성
  - 주거·사회복지를 통해 사회적 비용을 절감하여 의료비, 사회문제 등을 해결하고 국민의 건강 및 안전관리에 기여

· 홍보관, 모델하우스, 오픈하우스 등 행사 개최 및 실증단지 소개로 국민에게 주거환경 개선 주택기술 등을 홍보할 수 있는 효과 확대

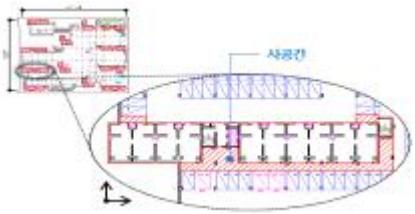
❍ 주요 성과

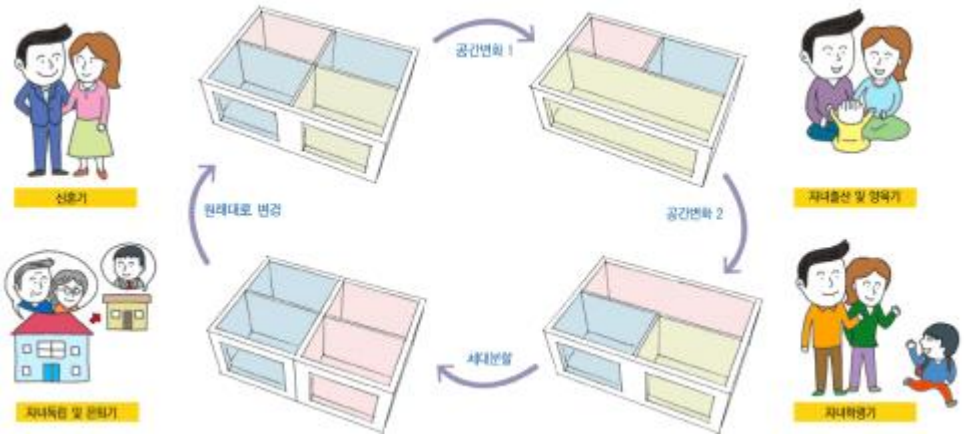
- 제로에너지 주택 실증단지 구축

성과창출자	이명주(명지대학교 산학협력단)
과제명	제로에너지 주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축
성과창출연도	2015 ~ 2017
성과 요약	▪ 제로에너지주택 실증단지 구축을 목표로 열교차단, 기밀성능 강화 등의 패시브기술과 신재생에너지를 통한 액티브기술을 적용하여 공동주택 실증단지를 완공('17.12) ▪ 대통령이 직접 실증단지를 방문하여 에너지사용 절감을 위한 대안으로 실증단지의 우수성을 대국민에 홍보, 대통령표창 및 국무총리표창 수상, 국토교통 R&D 우수성과 25선('17년) 선정
성과의 주요내용	ㅇ 복합단열재를 외단열 방식으로 적용하여, 지붕, 외벽, 바닥 등의 열관류율을 독일 패시브하우스 수준으로 향상시키고, 열교 최소화 기술, 고성능 창호, 기밀성능 강화, 열회수형 환기장치 등의 패시브설계 요소기술을 적용하여 기존 주택('09년) 대비 에너지 요구량의 70%를 절감 ㅇ 태양광 발전시스템과 지열히트펌프 등 신재생에너지를 이용하여 기존 주택 대비 5대 에너지비용을 줄이고, 잉여 전력량을 한전에 역송전 하는 상계거래 계약방식을 적용하여 입주민에게 에너지비용 절감혜택 제공 ㅇ 5대 에너지 사용량 분리계측과 지열히트펌프와 태양광 전지판을 통한 에너지 생산량을 15분 간격으로 볼 수 있는 실시간 모니터링 시스템 구축 ㅇ 실내 쾌적도를 분석하기 위해 이산화탄소 농도, 온도, 습도 등을 모니터링하고 에너지사용량과 연계한 분석결과를 주민들에게 제공하는 시스템 구축 ㅇ 실증단지 개요 - (위치) 서울시 노원구 한글비석로 97(하계동 251-9) - (규모) 대지면적 11,345㎡, 연면적 17,652㎡ (지하 2층/지상 7층, 주차면수 125대) - (사업기간) `15.10.29.~`17.12.24. - (사업비) 458억원 (정부출연금 206억원, 노원구 252억원) - (실증목표) 5대 에너지 100% 제로 공동주택단지 구현 - (구성) 행복주택 121세대*, Mock-up주택 1세대, 홍보관 1개소 등 * 공동주택(39~59㎡) 106세대, 연립(49㎡) 9세대, 합벽주택(59㎡) 4세대, 단독주택(59㎡) 2세대  < 실증단지 조감도 >  < 실증단지 현장 >  < 실증단지 배치도 >

파급효과	ㅇ 제로에너지주택 설계·시공 가이드라인 제시로 '17년 주택 에너지 의무절감율 60%, '25년 100%('09년 대비) 의무화* 실현에 기여 *실증단지 설계모델을 '에너지절약형 친환경주택 건설기준(고시)'에 반영하여 공사비 절감 도모 ㅇ 제로에너지 주택 최적화 모델 개발로 건축물 에너지 절약 기술 민간 확대 및 친환경 주택 보급 활성화 가능 ㅇ 건축물 에너지 효율등급 강화에 따른 주택건설산업 규모 확대 예상 - (효율등급) 2등급 → 1++등급 또는 1+++등급으로 강화 ㅇ 에너지 정책 전환을 위한 제로에너지주택 확산 필요성 언급(VIP, '17.12.7, 오픈하우스 행사)  
후속연구 가능성	ㅇ 제로에너지주택 보급 및 확산을 위해 건축자재(패시브기술) 개발 등 후속 R&D 과제 추진 가능(열교차단성능이 우수한 건축자재, 주택관련 부품 등) ㅇ 실증단지 입주민의 에너지 사용량 모니터링 데이터 확보 및 분석을 통한 제로에너지주택 경제성 평가 및 거주 후 평가(POE) 후속 연구 가능 ㅇ 공동주택 단지 및 인근 지역까지 확장한 근린주구, 도시 규모의 제로에너지·플러스에너지 실증사업 추진 가능

- 100년을 지향하는 비용절감형 장수명 주택 실증단지 구축

성과창출자	김수암(한국건설기술연구원)
과제명	비용절감형 장수명 주택 보급모델 개발 및 실증단지 구축
성과창출연도	2015 ~ 2017
성과 요약	▪ 100년 이상 지속가능한 우수 품질의 '한국형' 비용절감형 장수명주택 보급을 위한 실증단지 구축을 목표로 장수명 주택의 초기공사비를 절감할 수 있는 '10가지 비용절감기법'을 적용하여 실증단지를 착공('17.2) ▪ 장수명주택 경제성 평가 프로그램 및 매뉴얼을 개발하고 지자체 및 민간 건설사를 대상으로 장수명주택 기술 및 인증제도 설명회 개최
성과의 주요내용	ㅇ 100년 이상 지속가능한 우수 품질의 '한국형' 비용절감형* 장수명 주택 보급 모델 개발(일반 벽식구조주택 수준 비용) * (기존 장수명주택) 5,082천원/3.3㎡ → (비용절감형 무량판구조 장수명주택) 4,719천원/3.3㎡ ㅇ 장수명주택 초기공사비를 절감할 수 있는 '10가지 비용절감기법' 개발 * **(건축계획)** ① 공동주택의 주동형태 및 배치 최적화 ② 공동주택과 지하주차장의 기둥모듈 일치 ▶ **(효과)** 판상형 주동형태로 지하주차장 기둥열과 지각 또는 평형배치하여 공동주택 주변 사공간 감소 **< 판상형 주동형태 배치 최적화>** **< 공동주택과 지하주차장 기둥모듈 일치>**   **(구조계획)** ③ 기둥식구조의 외측 콘크리트벽을 구조부재로 활용 ④ 지하주차장 무량판구조 적용 ⑤ 내진성능설계 도입 ⑥ 엘리베이터홀을 Opening으로 해석 ⑦ 지하 PIT층을 주차장으로 활용 ⑧ 지하주차장 내부기둥의 압축이음길이 적용 ▶ **(효과)** 골조 및 비구조벽체 물량감소, 무량판구조 적용 등을 통해 원가절감 구현 **(재료변경)** ⑨ 고강도철근 사용 ⑩ 대구경 파일기초 적용 ▶ **(효과)** 주철근의 강도상향(400㎫→600㎫) 및 대구경 파일기초 적용(ø400→ø600으로 철근, 말뚝기초사용수량 감소로 원가절감 구현 ㅇ 장수명주택 Total Infill(내장, 전용설비) 설계기준 마련 - 공간 가변성을 고려한 Infill System 설계기준 및 실증 성능 검증 ㅇ 장수명주택 실증단지 성능평가 방안 마련 및 경제성 평가프로그램·매뉴얼 제작

	ㅇ 실증단지 개요 - (위치) 세종특별자치시 행정중심복합도시 2-1생활권 M3블럭 - (규모) 대지면적 64,131㎡, 건축면적 7,744㎡(지하 1층/지상 29층, 14개동) - (사업기간) '16.12 ~ '19.07 - (실증목표) 장수명 주택 기술.비용.제도 실증 및 모니터링 - (구성) 14개층 2개동 59㎡ 116세대(장수명주택 실증대상) **< 세종시 장수명동 실증단지 구축 >** **< 장수명주택 경제성 평가 프로그램 >** **< 장수명주택 등급별 보급모델 >**   
파급효과	ㅇ 100년 이상 지속가능한 우수품질의 '한국형' 비용절감형 장수명 주택 보급 모델 기술개발로 글로벌경쟁력 확보 및 건설산업 활성화 전망 ㅇ 경제성이 확보된 장수명 주택기술 보급 확대로 공동주택 재건축 등으로 발생하는 연간 약 22조원의 사회적 비용 절감 효과 기대
후속연구 가능성	ㅇ 튼튼한 구조체를 바탕으로 쉽게 고쳐 오래 사용할 수 있는 거주자 맞춤형 주택 개발을 실현함에 따라 사용자 부담을 경감시키는 가변성, 유지보수·리모델링, 내구성 실현을 위한 기술 검증 후속 연구 수행 가능 **< 가족구성원에 따른 가변형 구조 모델(예시) >** 

2.1.1.3. 혁신성장동력프로젝트

【 표 4-18 】 혁신성장동력프로젝트 개요

사업명	혁신성장동력프로젝트
사업목적	지속가능한 성장 및 시민 삶의 질 향상을 위한 데이터 기반 스마트시티 혁신모델 구현
총예산	843억원(국토교통부 453.2억원, 과학기술정보통신부 389.8억원) `19년 국토교통부 투자액 140.09억원
사업기간	`18~`22
중점지원분야	▪ (스마트시티) 도시의 문제 해결 및 지속가능한 성장을 위한 데이터 기반의 스마트시티 핵심기술(데이터 수집·가공·저장·공유 기술, 데이터허브 아키텍쳐 모델, 스마트시티 서비스 및 리빙랩 구축 기술 등) 개발
지원 규모	단일과제사업
비고	▪ 제로에너지 건축물 관련 기술개발 내역 부재 ▪ 스마트시티 관련 유사 분야의 중복성 회피, 연계방안 마련 필요

❍ **스마트시티 기반기술 바탕의 혁신모델 구현 실증사업으로 기축 대상 커뮤니티 단위 제로에너지화 차별성 방안 마련 필요**

- '18년~'22년 추진 예정 사업으로, 스마트시티 모델 및 기반기술 개발 내역을 바탕으로 개발 목적에 부합하는 스마트시티 실증도시를 구축하는 사업
  - · ① 시민불편 및 도시문제 해결(Use Case형 실증), ② 기술혁신 및 비즈니스 창출(Living Lab형 실증) 등 2개 분야
- 플랫폼 연계 및 데이터 수집/관리를 통한 에너지 사용량 최적화를 목표로 하는 사업으로, **제로에너지 건축물 관련 기술개발 내역 부재**
  - · (3핵심) Living Lab형 실증도시 구축 과제 중 3-2, 3-4 세부과제가 신규 기획 사업과 유사하여, 향후 회피방안 마련 필요

【 표 4-19 】 혁신성장동력프로젝트 3핵심 과제 중 동 사업과 유사 과제

세부과제	주요내용
세부 3-2 홈/빌딩/공공시설물 통합 에너지 관리	▪ 스마트 에너지 미터 ▪ 가전/기기의 전기소비 시그니터 기반 데이터 분석 ▪ 빅데이터 기반 에너지 사용 패턴분석 및 수요 예측 ▪ 홈/빌딩/공공 시설물 에너지 관리 시스템 ▪ 목표 TRL : 7단계
세부 3-4 개방형 데이터 허브 플랫폼 구축 (환경, 에너지, 생활복지)	▪ 지속 가능한 성장형 Data Management Flow 체계 수립 ▪ 지능형 Digital Twin 적용 ▪ 내외부 연계 대상 시스템 연계 및 Open Data 구축 ▪ 개방형 데이터 허브 아키텍쳐 기반 인프라 설계 및 구축 ▪ Massive IoT 기반 실시간 데이터 수집 및 전처리 기술 개발 ▪ Semantic Data Management 기반 분석 및 시각화 도구 개발 ▪ 목표 TRL : 8단계

2.1.1.4. 저탄소 에너지 고효율 건축기술 개발사업

【 표 4-20 】 저탄소에너지고효율건축기술개발사업 개요

구분	내용
사업목적	국가 건물부문 온실가스 감축 및 건축물 에너지 절감을 위해 기존 건축물의 제로에너지화 기술 및 마이크로그리드 기술을 활용한 최적 에너지 공유형 커뮤니티 구축
총예산	280억원(`19년 예산 10억원)
사업기간	`19~`23
중점지원분야	▪ (저탄소 에너지 고효율 건축기술) - 기존 건축물 제로에너지화를 위한 수요 맞춤형 리모델링 기술 개발 - 최적 에너지 연계 및 에너지 플랫폼 운영 관리 기술 개발
지원 규모	▪ 연구단, 2개 세부과제 - 1세부 – 190.1억원 - 2세부 – 76.1억원
비고	▪ 커뮤니티 단위 연계기술 및 스마트시티 분야 기술개발 내역 부재 ▪ 개발 기술의 대규모 실증, 사업화 추진 등 연계 가능

❍ **건축물 단위 에너지 효율 개선 기술 개발사업으로, 커뮤니티 관점의 신재생에너지 기반 에너지 최적화 및 제도 기반 구축 등 확대 추진으로 차별화 가능**

- (**설계, 진단, 의사결정 지원 도구)** 기존 사업에서 개발하는 의사결정 지원 도구는 개보수 비용 예측 SW, 자재정보 DB 및 에너지 소비량 분석 시스템이나, 신규 사업은 최적화 설계, 디지털트윈 활용 에너지 진단, 커뮤니티 통합관리 시스템 구축 추진
- (**커뮤니티 관점의 에너지 최적화)** 기존 사업은 건물 단위(공공임대주택 및 공공근린시설) 리모델링을 통한 에너지 최적화를 추진하나, 신규 사업은 커뮤니티 단위로 확장하여 신재생에너지 생산, 저장 및 공유를 통한 에너지 최적화 추진
- (**제도적 기반 구축)** 기존 사업은 개보수 가이드라인 개발 외 보급 확산 촉진을 위한 내용 미포함, 신규 사업은 녹색건축 인증.심의 등 통합선진화 방안 및 건축 전과정 통합 품질관리 시스템 및 서비스 플랫폼 개발 추진

【 표 4-21 】 저탄소에너지고효율건축기술개발사업 세부과제 구성

구분	세부과제명	내용
1세부	제로에너지 주택 비용 최적화 기술개발	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 SW 개발
		건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발
		BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발
2세부	기존 건축물 에너지 효율향상 기술개발	에너지 효율 향상 기술 개발 (창호, 외단열, 기밀, 열회수 환기장치, 설비효율, 신재생에너지)
3세부	기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발	개보수용 건축자재 표준화 개발
		제로에너지 개보수 가이드라인 개발
4세부	제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증	제로에너지 주거모델&리모델링 모델 개발 및 기술패키지 개발
		제로에너지 주거모델&리모델링 모델 개발 및 가이드라인 개발

2.1.1.5. 쇠퇴지역 재생역량 강화를 위한 기술 개발

【 표 4-22 】 쇠퇴지역재생역량강화를위한기술개발 개요

사업명	쇠퇴지역재생역량강화를위한기술개발
사업목적	재해재난으로부터 안전한 쇠퇴지역 재생 핵심기술 개발을 통해 도시 재생으로 회복된 지역 활력과 주민 삶의 질의 지속성 제고
총예산	180억원(`19년 투자액 10억원)
사업기간	`19~`22년
중점지원분야	▪ (쇠퇴지역 재생역량 강화) 도시회복성 강화 등 안전하고 지속가능한 도시재생을 위한 안전 및 방재 기술 개발
지원 규모	▪ 연구단과제 - 신규 1개 과제, `19년 960백만원 지원
비고	▪ 도시재생 뉴딜사업과 연계한 사업으로 쇠퇴지역 재생 관련 다양한 기술개발을 수행하였으나, '쇠퇴지역'의 범위가 제한적 ▪ 도시재생 회복력 강화를 위한 인프라 구축 및 종합 실증 지원 측면에서 신규사업과 유사하나, 노후 도시의 안전성 제고 및 재난재해 회복력에 중점을 두고 접근했다는 측면에서 신규 사업과 상이

❍ **도시재생 뉴딜 일환 사업으로, 쇠퇴지역 분석 기술 고도화 등 기존 건축물 관련 성능 진단 관련 아이템 벤치마킹 가능**

- '18년 3월 '도시재생 뉴딜 사업 로드맵'의 일환으로서 `19년부터 신규 추진된 연구사업과제로, 쇠퇴지역 재생에 따른 노후주거지 안전위험성 예측 및 분석, 도시재난 예방체계 구축을 위한 쇠퇴지역 피해저감 기술개발 수행
  - '19~'22년까지 '쇠퇴지역의 도시공간 위험성 분석 및 도시회복력 향상을 위한 기술 개발' 연구사업 1개 과제 지원
- 신규 사업 기획 시 사회적 수요 대응형 도시재생 역량강화 및 제도화, 쇠퇴지역 도시회복력 향상 기술 개발, 쇠퇴지역 물리·공간적 취약성 분석기술 고도화 등 **도시재생 측면에서 벤치마킹 가능**

2.1.2. 타부처 유사사업 분석

2.1.2.1. 산업통상자원부 유사사업

❑ 에너지기술 수용성 제고 및 사업화 촉진사업

❍ `16년 이후 계속사업으로, 특정 요소기술 개발이 아닌 개발된 기술의 수용성 제고를 위한 솔루션 개발, 효과 평가 등을 지원

- 사용자 참여형 연구를 통해 에너지기술 수용성 제고 방안을 연구하는 사업으로, 신규사업의 경우 개발기술의 보급 및 활성화 추진을 위한 별도 과제(정책연구 등) 편성 등으로 수용성 제고 방안 마련 벤치마킹 가능

【 표 4-23 】 에너지기술수용성제고및사업화촉진사업 개요

사업명	에너지기술수용성제고및사업화촉진사업
사업목적	에너지기술의 현장 적용 과정에서 발생하는 문제를 사용자 참여형 연구를 통해 해결방안을 도출하고 에너지기술의 주요 당면과제인 수용성을 제고
총예산	`19년 18.28억원(~`18년까지 기 투자금액 64.69억원)
사업기간	`16년~(계속)
중점지원분야	▪ 에너지기술(시스템.제품.시설.서비스 등)에 대한 사용자 편의성 및 이해관계자 수용성 개선 전 분야
지원 규모	`19년 9개과제 지원 (과제당 평균 2.0억원)
비고	▪ 개발된 기술의 수용성 제고를 위한 솔루션 개발, 효과 평가 지원 ▪ 개발기술의 보급 및 활성화 추진을 위한 별도 정책연구 편성 등 벤치마킹

❍ 유사과제 현황

- 저층 주거건물 에너지기술 적용 타당성 평가 및 솔루션 개발 등 2개 과제에서 유사

【 표 4-24 】 에너지기술수용성제고및사업화촉진사업 유사과제 리스트

연번	과제명	연구기관	연구시작일	연구종료일
1	저층 주거건물 에너지기술 적용 타당성 평가 및 솔루션 개발	연세대학교 산학협력단	2018-07-01	2020-06-30
2	학교 교실 냉·난방 시스템 에너지 개선 및 타당성 평가	금오공과대학교 산학협력단	2018-07-01	2020-06-30

❑ 에너지수요관리 핵심기술 개발사업

❍ `09년 시작하여 `22년까지 추진 예정된 사업으로, 사업 내 일부 요소기술 개발과제 및 브랜드프로젝트(Smart ZEC 개발) 등이 동 사업과 유사

- 스마트 제로에너지도시(ZEC) 구현을 위한 도시단위 통합 에너지 운영 시스템 개발과 에너지 생산, 저장·활용, 계측·제어, 거래 플랫폼 등 기반기술 분야 연구개발 수행
- 개별건물 단위 에너지효율 제고 관련 기술개발내역이 부재하여 기축건물 중심의 기술개발을 추진하고자 하는 동 사업과 차별됨

【 표 4-25 】 에너지수요관리핵심기술개발사업 개요

사업명	에너지수요관리핵심기술개발사업(Smart ZEC 개발 브랜드프로젝트)
사업목적	Smart ZEC(Zero Energy City) 구현을 위한 도시단위 통합 에너지 운영 시스템 개발
총예산	201억원(ZEC 브랜드프로젝트)
사업기간	`18~`22 (브랜드프로젝트)
중점지원분야	▪ 마이크로 열 네트워크, Cascade형 열 네트워크, 고 열저장밀도 축열(축냉)시스템, 이종분산자원 융합 인프라, IoT 기반 분산자원 계측 및 제어기술 개발 ▪ 프로슈머간 양방향 에너지 거래, 광역망과 마이크로 네트워크 연계 운영, 커뮤니티 단위 EMS, 스마트 ZEC 도시단위 에너지 관리 시스템 개발, 스마트그리드와 스마트 히트그리드의 융합기술 개발
지원 규모	`19년 5개 세부과제 지원
비고	▪ 에너지 생산, 저장·활용, 계측·제어, 거래 플랫폼 등 연구개발 ▪ 개별건축물 제로에너지화 관련 기술개발내역 부재

❍ 유사과제 현황

- Smart ZEC 개발 등 75개 과제에서 유사

【 표 4-26 】 에너지수요관리핵심기술개발사업 유사과제 리스트

연번	과제명	연구기관	연구시작일	연구종료일
1	건물에너지 효율향상을 위한 IoT 기기간 연동 지능형 공조제어시스템	(주)나라컨트롤	2018-10-01	2021-09-30
2	에너지 자립형 학교건물 구현을 위한 패시브·액티브 기술 융복합 모델 및 가이드라인 개발	한국건설기술연구원	2018-05-01	2021-04-30
3	LIGHT-HVAC 에너지최적화 시스템 및 BM 개발	한국전자통신연구원	2018-05-01	2021-04-30
4	Smart ZEC(Zero Energy City) 개발	서울에너지공사	2018-05-01	2021-12-31
5	양방향 Smart ZEC 통합네트워크 기술개발	지에스건설(주)	2018-05-01	2021-12-31
6	(신재생 및 미활용 기반 독립형) 마이크로 열 네트워크 기술 개발	한국에너지기술연구원	2018-05-01	2021-12-31

7	대형사업장(마트, 병원 등)의 에너지절감 솔루션	(주)엔키아	2017-12-01	2020-11-30
8	통합 인지 IoT G/W를 통한 빅데이터 기반 에너지 절감 컨설팅 솔루션 개발	(주)에이맵	2017-12-01	2020-11-30
9	미활용열과 지역난방을 연계한 IoT 융복합 도심형 열네트워크 모델 개발	한국산업기술평가관리원	2017-12-01	2021-11-30
10	대규모 미활용 열원 최적화 시스템 실증	영광(주)	2017-12-01	2020-02-29
11	대형건물 HVAC 시스템에 적용되는 머신러닝 기반의 최적화된 능동형 에너지 절감 기술 개발	뉴브로드테크놀러지(주)	2017-12-01	2020-11-30
12	그린리모델링 및 실내환경 향상을 위한 IoT기반 스마트 모듈러 외피 패키지 개발	(주)썬앤라이트	2017-12-01	2020-11-30
13	공공 건물 제로에너지 구축을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 딥러닝 에너지 진단 기술 개발	씨이랩	2017-05-01	2019-12-31
14	건물에너지 자립률 20%이상 향상을 위한 신재생에너지 시스템 기반 액티브 건축설비의 통합 제어 표준 플랫폼 기술 개발	(주)에코다	2017-05-01	2020-12-31
15	냉방 부하 저감을 위한 반응형 스마트 스킨과 EMS 통합운영 기술	(주)합동하이텍그라스	2017-05-01	2020-12-31
16	건물에너지 절감 및 쾌적도 향상을 위한 재실환경 및 기상 실시간 대응형 인공지능 4축 구동 가변 차양 시스템 개발	(주)한국건설환경	2017-05-01	2019-12-31
17	태양열 취득율(SHGC) 조절과 단열성능 30% 향상이 가능한 BEMS 연동형 하이브리드 전동 차양/셔터 상용화 기술개발 및 실증	(주)선우시스	2017-05-01	2019-12-31
18	단기기상예측 알고리즘과 에너지 시뮬레이션 자동화를 이용한 오피스 빌딩 냉난방 에너지 15% 절감 에너지 platform 개발	(주)에코다	2017-05-01	2019-12-31
19	제로에너지타운 에너지클라우드 구현을 위한 융합기술 개발	한국전자통신연구원	2017-05-01	2019-12-31
20	제로에너지빌딩을 위한 신재생 에너지 발전시스템 및 에너지 저장소자 일체형 건물 단열 외장재 개발	주식회사비에이에너지	2017-05-01	2019-12-31
21	융합형 스마트 윈도우 및 에너지 소비 기기 연동 시스템 개발	성문전자(주)	2017-05-01	2020-12-31
22	다중이용건축물 적용, 날씨정보를 활용한 TriGen./태양광 에너지 공급시스템 개발	(주)에스엔디파워닉스	2016-12-01	2019-09-30
23	수배관 미활용에너지를 활용한 전력 생산 및 제어관리시스템개발	노츠(주)	2016-12-01	2019-09-30
24	제로에너지빌딩 요소기술 패키지 (패시브&액티브) 융복합화 및실증연구	(재)한국건설생활환경시험연구원	2016-11-01	2019-09-30
25	제로에너지빌딩 요소기술 패키지(패시브&액티브) 융복합화 및 실증연구	(주)하이코리아	2016-11-01	2019-09-30
26	비강화 로이(Low-E)유리 & 고기밀단열 창호시스템개발	주식회사 코윈디에스티	2016-11-01	2019-09-30
27	에너지 자립형 산업단지 및 친환경타운을 위한 마이크로그리드 EMS 기반 전기 프로슈머 통합 운영관리 시스템 개발 및 실증	(주)휴렘	2016-06-01	2018-12-31

28	소규모 ESS 가상집합과 에너지 관리시스템 연계 기술 개발	(주)파워이십일	2016-06-01	2018-12-31
29	에너지 절감 및 미래 도시 디자인 적용을 위한 빌딩용 컬러 단열필름 개발	신진퓨처필름(주)	2016-06-01	2018-12-31
30	기계학습 방법을 이용한 건물 에너지 시뮬레이터 개발 및 이를 이용한 건물 시스템의 자율 제어, 자율 진단을 통해 25% 에너지 절감 기술 개발	성균관대학교산학협력단	2015-12-01	2018-09-30
31	냉난방에너지 25% 절감을 위한 열관류율 1.0W/㎡K, 270mm 이하의 블라인드 내장형 이중외피 커튼월창호시스템 개발	한국건설기술연구원	2015-12-01	2017-09-30
32	공공건물 에너지효율 극대화를 위한 최적화 기술 개발	한국건설기술연구원	2015-06-01	2019-05-31
33	창호 에너지성능 시뮬레이션 프로그램 및 검증	(주)비이엘테크놀로지	2015-06-01	2018-05-31
34	IoT기반 지역난방 열수요 통합관리시스템 기술 개발	한국지역난방공사미래개발원	2015-06-01	2018-05-31
35	건물에너지 시뮬레이션과 스마트 미터링 기술을 활용한 중소형(연면적 3,000m2 이하) 건물에너지 통합진단기술 개발 및 실증	나라컨트롤	2015-06-01	2018-05-31
36	ICT기반 스마트창호시스템 기술 개발	알루이엔씨	2014-12-01	2017-09-30
37	에너지다소비건물/신재생에너지용 VRFB 시스템 BOP 및 FBCU 최적화 기술개발	OCI (주) 중앙연구소	2014-12-01	2017-09-30
38	중저온 다중열원을 이용한 하이브리드 냉난방 시스템	(주)신성엔지니어링	2014-06-01	2017-05-31
39	건물 에너지 효율 향상을 위한 통합평가진단시스템 기술개발 및 실증	(주)우리젠	2014-06-01	2017-05-31
40	열성능 1등급 기밀성 0.1등급 저가형 미서기 창호 시스템 개발	(주)나비티엔씨	2013-12-01	2015-09-30
41	CO_2발포를 통한 0.02W/mK급 마이크로 셀룰러 유기단열재 개발	지피에스코리아(주)	2013-12-01	2015-09-30
42	열성능 1등급, 기밀성 0.1등급 저가형 미서기 창호 시스템 개발	(주)나비티엔씨	2013-12-01	2015-09-30
43	ICT 기술융합을 기반으로 한 국민발전소 비즈니스 플랫폼 개발	(재)차세대융합기술연구원	2013-08-01	2016-07-31
44	고기능성/능동형 건물 외피시스템 개발 및 단열 신소재 상용화 실증	이건창호	2013-06-01	2017-05-31
45	빌딩 전기의 제어 및 차단을 위한 무선 통신 기반의 통합 관리 솔루션 개발	디에스텍	2012-11-01	2013-10-31
46	에너지효율15%개선을위한CO2저감용흡착모듈및연계환기시스템개발	애니텍	2012-11-01	2015-10-31
47	에너지효율개선율(절감율) 평가기법 개발 및 DB 구축	에코시안	2012-10-01	2015-09-30
48	대용량 분산 DB 기반의 에너지 소비 분석 시스템 및 실증 기술 개발	전자부품연구원	2012-10-01	2014-09-30
49	n-Butane 및 DME를 이용한 친환경 XPS단열재 생산시스템의 개발	명일폼테크(주)	2012-10-01	2015-09-30
50	정보통신기술기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발	한국전자통신연구원	2012-06-01	2015-05-31

51	정보통신기술 기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발	한국전자통신연구원	2012-06-01	2015-05-31
52	건물효율 향상을 위한 저온 열전이 적외선 차단 코팅제 개발	대하맨텍	2011-11-01	2014-10-31
53	(총괄)제로에너지 대응 주거용 건물의 복합 외피시스템 실증사업	한국건설기술연구원	2011-11-01	2013-10-31
54	(세부2) 집단에너지 열공급 공동주택의 에너지 통합관리 시스템 실증 및 실용화 기술 개발	전주대학교산학협력단	2011-10-01	2013-09-30
55	(총괄) 첨단건물의 에너지 절약 최적 SI(감시/제어/모니터링) 모듈 실용화 기술 개발	전주대학교	2011-10-01	2013-09-30
56	K-MEG 에너지 통합운영관리시스템 개발 및 구축	케이티	2011-07-01	2014-06-30
57	K-MEG 에너지 그리드 구축	(주)효성	2011-07-01	2014-06-30
58	K-MEG 에너지 소비원 최적관리시스템 개발	나라컨트롤	2011-07-01	2014-06-30
59	K-MEG 비즈모델 실증 및 사업화	삼성물산(주)	2011-07-01	2014-06-30
60	건물 에너지 효율화를 위한 행위 모니터링 및 제어기술	전자부품연구원	2011-07-01	2013-06-30
61	저온 재생형 제습카트리지를 적용한 대형 건물용 제습공조시스템 개발	득영	2011-07-01	2013-08-31
62	에너지절전을 위한 전력관리제어시스템 개발	엔텍코리아	2011-07-01	2013-06-30
63	(총괄)K-MEG 한국형 마이크로 에너지 그리드	삼성물산	2011-07-01	2014-09-30
64	에너지 절약을 위한 그린빌딩용 로이코팅 창호 기술 개발	청주대	2010-11-01	2013-10-31
65	(총괄)저에너지 건물 구현을 위한 융복합기술 실증사업	대우건설	2010-10-01	2013-09-30
66	나노복합소재를 이용한 고강도 단열 창틀용 소재 개발	(주)대유신소재	2010-06-01	2013-05-31
67	건물에너지 사용설비를 위한 운영관리 데이터 계측 및 제어시스템 개발/실증	나라컨트롤	2010-06-01	2013-05-31
68	(총괄)온도에따라 열선 차단/흡수가 자동으로 조절되는 고투명성 단열창호 개발	나노융합산업연구조합	2010-06-01	2013-05-31
69	진단기능을 내장한 빌딩 에너지 관리 및 제어 시스템 개발 및 실증	시리우스소프트	2010-06-01	2012-05-31
70	전력측정 가능한 Zigbee Smart Socket과 CPMS를 활용한 맞춤형 통합 전력관리 및 컨설팅 시스템 개발 및 실용화	에이티솔루션	2009-12-01	2011-11-30
71	유비쿼터스 건물 에너지 설계 및 유지관리 기술개발	버츄얼빌더스	2009-12-01	2011-11-30
72	(총괄)고효율 건물공조소재 개발	한국에너지기술연구원	2009-09-01	2011-08-31
73	건축창호용 고효율 강화 로이(low-e)유리 개발	KCC	2009-06-01	2012-05-31
74	(총괄)제로에너지 대응 주거용 건물의 복합 외피시스템 개발	한국건설기술연구원	2008-12-01	2011-10-31
75	(총괄)첨단 건물의 에너지절약 최적SI 모듈 개발	전주대학교	2008-10-01	2011-09-30

❑ 미래형 스마트그리드 실증연구사업

❍ `19년 시작하여 `22년까지 추진 예정된 사업으로, 기존 스마트그리드 인프라·기술에 AICBM 기술을 접목, 도시지역에서 4차산업혁명 편익을 체감할 수 있는 실증단지 구축 및 신사업 성과창출을 위한 기술개발 사업

- 신재생에너지 전력 서비스 및 마이크로그리드 연계 등 커뮤니티 단위 에너지 최적화, 시스템 및 플랫폼 구축 등에서 동 사업과 유사함
- 그러나, 개별건물 단위 에너지효율 제고 관련 기술개발내역 부재로 건물·커뮤니티 단위 에너지 최적화와 기축건물의 패시브 효율 개선을 병행하고자 하는 동 사업과 차별됨

【 표 4-27 】 미래형스마트그리드실증연구사업 개요

사업명	미래형스마트그리드실증연구사업
사업목적	도시소재 아파트 단지 등을 대상으로 AICBM, 에너지 IoE 기술을 적용한 국민 체감형 스마트그리드 新기술·서비스 실증단지 조성 - 기존 실증사업의 한계를 보완하기 위하여 기구축된 H/W 인프라를 활용하여 혁신기술·서비스(S/W) 실증에 주력
총예산	297.50억원(`19년 67.50억원)
사업기간	`19~22년
중점지원분야	▪ 도심형 스마트그리드 新기술.서비스 실증단지 조성 핵심기술분야* 지원 - 선택형 요금제 기반 서비스, 태양광공동체, 도심형 마이크로그리드,분산자원 집합발전소, 전력빅데이터 등 도심형 스마트그리드 핵심기술분야
지원 규모	`19년 5개과제 지원(과제당 평균 13.5억원)
비고	▪ 신재생에너지 전력서비스, 마이크로그리드 등 스마트그리드 실증단지 구축 분야에서 동 사업과 유사 ▪ 개별건축물 제로에너지화 관련 기술개발내역 부재 ▪ 사업 추진 목적 및 사업 구성 등은 벤치마킹 가능

❍ 유사과제 현황

- 도시형 스마트그리드 기반 에너지 공유공동체 신서비스 실증 및 운영기술개발 등 2개 과제에서 유사

【 표 4-28 】 미래형스마트그리드실증연구사업 유사과제 리스트

연번	과제명	연구기관	연구시작일	연구종료일
1	도시형 스마트그리드기반 에너지 공유공동체 신서비스 실증 및 운영기술개발	옴니시스템㈜	2019-10-01	2023-09-30
2	미래형 전력 서비스 모델 실증을 위한 체험단지 구축	에스케이텔레콤㈜	2019-10-01	2023-09-30

❑ 스마트시티용 에너지솔루션 확보 기술개발 사업

❍ `19년 시작하여 `22년까지 추진 예정된 사업으로, 스마트시티 시범도시의 에너지 통합 관제환경 구축, 친환경 에너지 공급 및 수요관리 최적화를 위한 제어시스템, 스마트시티 에너지 인프라 등의 기술개발 지원

- 도시 단위 '스마트 시티'의 에너지 최적화 솔루션 및 플랫폼에 대한 기술을 개발한다는 점에서 동 사업의 목적과 유사
- 비교대상 사업은 데이터 기반 에너지솔루션을 중심으로 기술개발을 지원하나, 동 사업은 단위 건물, 커뮤니티, 신재생, 패시브, 액티브 등 타 사업 대비 최적화 대상 에너지기술의 범주가 넓어 차별성 확보 가능

【 표 4-29 】 스마트시티용에너지솔루션확보기술개발사업 개요

사업명	스마트시티용에너지솔루션확보기술개발사업
사업목적	스마트시티 국가 시범도시에 적용할 에너지 통합관제 핵심기술 확보
총예산	180.48억원(`19년 30.05억원)
사업기간	`19~22년
중점지원분야	▪ 스마트시티 시범도시의 에너지 통합관제환경 구축, 친환경 에너지 공급 및 수요관리 최적화를 위한 제어시스템 기술개발, 스마트시티 에너지 인프라 기술개발 등
지원 규모	`19년 5개과제 지원(과제당 평균 5.8억원)
비고	▪ 데이터 관리, 비즈니스 플랫폼, 제어 플랫폼 등 기술성숙도가 높은 요소기술 위주의 기술개발 지원 ▪ 구성요소 각각의 소모 에너지 저감 및 에너지 생산/계통연계 네트워크 구축을 통해 구역/도시 단위 제로에너지 및 플러스에너지 달성 가능

❍ 유사과제 현황

- 스마트시티 에너지 데이터 수집, 처리 기술 개발 등 6개 과제에서 유사

【 표 4-30 】 미래형스마트그리드실증연구사업 유사과제 리스트

연번	과제명	연구기관	연구시작일	연구종료일
1	(총괄) 스마트시티 에너지 데이터 수집, 처리 기술 개발	중앙대학교 산학협력단	2019-05-01	2022-04-30
2	(1세부) 디지털트윈 기반 스마트시티 에너지 플랫폼 구축 및 국가시범도시 실증	한국전력공사	2019-05-01	2022-04-30
3	(2세부) 친환경 에너지공급 자원 제어시스템 개발	한국전자통신연구원	2019-05-01	2022-04-30
4	(3세부) 스마트시티 에너지 소비 운영 관리를 위한 제어 시스템 개발	한국전자통신연구원	2019-05-01	2022-04-30
5	(4세부) 스마트시티 에너지 비즈니스 서비스 개발	한국에너지공단	2019-05-01	2022-04-30
6	(5세부) 스마트시티 에너지신산업 활성화를 위한 제도연계 기반 기술	한국에너지융합협회	2020-02-01	2022-04-30

2.1.2.2. 과학기술정보통신부 유사사업

❑ 친환경 에너지타운 조성사업

❍ `15년 시작하여 `18년까지 추진된 사업으로, 신재생에너지설비를 통한 에너지 생산 및 저장, 커뮤니티 단위 활용에 중점을 둔 기술개발 및 실증 수행

- 2년+2년의 2단계 과제로 구분되며, 1단계 2년은 연구개발 및 실증단지 시스템 구축, 2단계 2년은 설비 및 시스템 실증운전 및 성능분석·보완 등으로 구성
- 비교대상 사업은 단위건물 제로에너지화 관련 지원내역을 일부 실증대상 건축물의 외피 리트로핏 정도로 제한하여 신규 사업과 차별되나, 사업 구성 및 운영방안 등을 신규 사업의 벤치마킹 포인트로 활용 가능
  - 사업 기획 시 실증운전 및 성능 분석·보완 단계를 고려하였으며, 사업화, 비즈니스모델 개발 등 개발 기술의 보급·확산 방안을 마련

【 표 4-31 】 친환경에너지타운조성사업 개요

사업명	친환경에너지타운조성사업
사업목적	하수처리장이나 매립지 등 혐오시설을 친환경에너지 생산에 활용하여 환경 및 에너지문제를 동시에 해결
총예산	104.3억원
사업기간	`15~`18
중점지원분야	▪ 태양열, 지열, 하수폐열, 태양광, 연료전지 등 다양한 신재생에너지원의 융,복합 기술을 활용하여 필요 에너지 공급 및 환경개선에 기여하는 미래형 친환경에너지타운 구축 및 실증 ▪ 하수처리장 및 인근 공공건물에 신재생에너지 융복합 설비와 계간축열시스템 등을 설치, 실증하여 친환경 에너지 융복합 기술 개발
지원 규모	연구개발 및 시스템구축 등 2개 과제 지원(연구개발 34.3억원, 시스템구축 70억원)
비고	▪ 2년+2년의 2단계 과제로 구성하여, 2단계 2년을 설비 및 시스템 실증운전과 성능분석·보완에 활용함으로서 사업화, 비즈니스모델 개발 등 개발 기술의 보급·확산 방안 마련

❍ 유사과제 현황

- 연구개발, 시스템구축 등 2개 과제로 수행되었으며, 사업 전체의 구성 및 추진내역이 동 사업과 유사

❑ 기후변화 대응기술 개발사업

❍ `09년 시작하여 `24년까지 추진 예정된 사업으로, `20년에는 온실가스를 줄이기 위한 태양전지, 수소연료전지, 바이오에너지 등 친환경 미래에너지 원천기술 개발에 중점 투자

- 과제별로 3년+2년, 2년+2년 등의 2단계 과제로 구분되며, 1단계의 연구성과 등을 고려하여 2단계 지원 여부 결정
- 기후변화 위기에 대응하여 온실가스 감축효과가 큰 기술분야에 대해 지원한다는 점은 동 사업과 유사하나, 지원분야에 있어 동 사업과 상이
  - · 신규사업은 건물·커뮤니티 분야 제로에너지화, 에너지 리모델링 활성화 등 에너지 최적화의 범위를 건물분야로 한정하여 요소기술 개발 및 실증을 추진
  - · 비교대상사업은 이차전지, 연료전지 및 태양전지와 탄소 저감·탄소 자원화 등 신재생에너지 분야 원천기술 개발을 중점 지원

【 표 4-32 】 기후변화대응기술개발사업 개요

사업명	기후변화대응기술개발사업
사업목적	기후변화 위기에 대응하여 온실가스 감축효과가 큰 기술분야에 대하여 세계 선도적 원천기술 확보 및 혁신 성장 동력 창출 지원
총예산	`20년 1,035억원(`20년까지 6,677억원)
사업기간	`09~`24(일몰)
중점지원분야	▪ (탄소저감 분야) 태양전지, 연료전지, 바이오에너지, 이차전지, 전력 IT, CCS 등 6대 핵심 기술 개발 ▪ (C1가스리파이너리) 석유대비 저렴한 C1가스로 석유기반 화학소재 및 수송용 연료를 대체 생산할 수 있는 핵심 기술(바이오 및 화학 촉매, 리파이너리) 개발 ▪ (차세대 탄소자원화) 화석원료, 폐기물 등에서 발생하는 온실가스를 석유/석탄 대체자원으로 활용하여 화학소재 및 연료를 생산하는 핵심 원천 기술 개발 ▪ (기후기술현지화 지원) 국내 기후 기술·산업의 글로벌 진출 및 국가 온실가스 감축목표 달성에 기여하기 위해 개도국 대상 기후기술협력 프로젝트 발굴·지원
지원 규모	`20년 3개 내역사업의 4개 신규과제 지원
비고	▪ 신규사업은 제로에너지화, 에너지 리모델링 활성화 등 건물분야로 한정하여 에너지 최적화 요소기술 개발 및 실증을 추진한다는 점에서 차별성 확보 가능

❍ 유사과제 현황

- `20년 기준 3개 내역사업 및 4개 신규과제로 구성되어 있으며, 사업 목적 등에서 동 사업과 유사

2.2. 과제단위 유사성 분석

❑ 분석 개요

❍ (목적) 기존 국토부 사업 및 에너지 부문 단위 기술 중심인 산자부 사업 등 타부처 사업과 차별화를 위한 유사사업 분석 및 동 사업 구성기술과의 과제단위 중복성 검토

❍ (검토 대상) 산업통상자원부, 국토교통부, 중소벤처기업부, 과학기술정보통신부, 교육부 등을 포함한 타부처 유사사업 및 과제

❍ (분석 방법) 동 사업의 핵심과제 및 구성기술 내 키워드를 활용하여 NTIS 유사과제 검색 및 국토부 R&D 과제현황 참고

중점 분야	핵심과제	구성 기술	유사 과제	주관부처별 과제 수					
				산업부	국토부	중기부	과기부	교육부	기타
(1중점) 에너지 디지털 진단 및 설계	(핵심1) 통합 프로세스 기반 커뮤니티 공간 설계 기술개발	2	9	5	3	-	-	1	-
	(핵심2) 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발	2	12	-	12	-	-	-	-
(2중점) 건축물 제로에너지 그린리모델링	(핵심1) 재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발	4	39	18	21	-	-	-	-
	(핵심2) 그린 리모델링 설비시스템 및 스마트 제어기술 개발	3	34	24	10	-	-	-	-
(3중점) 커뮤니티 에너지 스테이션	(핵심1) 커뮤니티 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술개발	3	25	24	1	-	-	-	-
	(핵심2) 빅데이터를 활용한 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 기술 개발	2	13	9	-	-	3	-	1
(4중점) 그린커뮤니티 성능관리 및 확산	(핵심1) 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발	4	38	26	8	1	2	1	-

2.2.1. 에너지 디지털 진단 및 설계분야 유사과제 분석

1중점 1핵심 **디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발**

❍ 기술개발 목적

- 대/중/소 규모 군단위 건축물의 공간/에너지 진단/설계 리모델링을 위한 정보의 수집 및 디지털 정보화 기술 및 에너지맵핑 인덱스기술 개발
- 다양한 건축도시에너지플랫폼 구축운영전 도입효과에 대한 예측시뮬레이션을 통한 소비/발전 에너지 밸런싱에 대한 설계를 반영하여 최적의 건축도시에너지 플랫폼 구축운영을 도출

❍ 기대효과

- 사전건축도시 설비에너지진단 구축기술에 대한 미비성에 따른 구축운영형 플랫폼기술의 운영 효율의 불확실성 개선
- 도면 미보유 건축물의 공간/도면 정보 확보 및 건축물 공간/설비에너지 평가를 위한 정보 취득과 디지털 표준화를 통한 디지털 변환

❍ 구성기술 단위 유사과제 분석

- 동 핵심과제는 2개 구성기술에 대한 연구개발을 수행
  - · 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 잠재 성능 평가 기술
  - · 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술

❍ **(구성기술 1) 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 잠재 성능 평가 기술**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(에너지성능평가 등 관련 키워드)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-33 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
Web기반 Green BIM System 개발	국토교통부	`09~`12	3.0
시장수요기반 기존건축물 녹색화 확산연구		`11~`16	104.5
POST-2020 대응 건물부문 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석 기술 개발		`17~`20	37.5
공공건물 에너지효율 극대화를 위한 최적화 기술 개발	산업통상자원부	`15~`19	68.2
에너지효율개선율(절감율) 평가기법 개발 및 DB 구축		`12~`15	13.2

유사과제 비교

【 표 4-34 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 잠재 성능 평가 기술	Web기반 Green BIM System 개발	공공건물 에너지효율 극대화를 위한 최적화 기술 개발	에너지효율개선율(절감율) 평가기법 개발 및 DB 구축
주관부처	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	도시건축연구사업	에너지수요관리핵심 기술개발	에너지자원융합원천 기술개발사업
전담기관	국토교통과학기술 진흥원	(주)썬앤라이트 한국건설교통기술평가원	한국건설기술연구원 한국에너지기술평가원	에코시안 한국에너지기술평가원
사업목적	상세한 도면을 비롯한 개별 건축물의 에너지 성능 정보가 구축되지 않은 건축물군의 에너지 잠재성능을 최대한 짧은 시간에 고정밀 수준의 DB를 구축하는 기술과 이를 CPS 바탕으로 연계하여 가상-현실 연계를 통한 설계와 진단을 통합하는 기술 개발	친환경 분석을 위한 BIM데이터의 합리적 체계를 구축하고 설계초기 건물 형태와 방위별 에너지 소비량 및 비용산정 비교분석 시스템 구축, 웹기반 Green BIM system 개발 및 구축	웹베이스 공공건물 에너지 관리 및 지원 시스템 개발 및 통합관리시스템 고도화, 실적 및 모니터링 기반 커미셔닝 기법 고도화, 실증건물 M&V 분석 조명 개보수 에너지 절감 분석 툴 등 기능 고도화	건물에너지 성능평가 방법론 및 건축요소(기술)의 사전 평가 시스템 개발, 에너지 절감 효과 DB구축 모델 설계, 건축기술 평가방법 정립, 에너지 진단 및 ESCO 사업을 위한 비즈니스 모델 개발
사업기간		`09~`12	`15~`19	`12~`15
총연구비		3.0	68.2	13.2
기대효과	3D스캐닝 및 융합 이미징 기술 기반의 가상-현실 진단 기술개발 및 DB 구축을 통해 국가적으로 건축물들의 잠재적 에너지 성능 DB 확보, 지자체는 에너지 성능 DB를 바탕으로 한 신재생에너지 생산량 예측, 에너지 절감 정책의 효과 예측 및 검증, 커뮤니티는 에너지 절감뿐 아니라 보다 쾌적하고 건강한 환경수준 확보	국제기술수준 격차 해소 및 개발 참여, 정보모델간의 상호운용성 기반 확보, 전체분야를 통합하는 미래형 모델 제시, 소프트웨어간 정보공유에 의한 분석 효율 증대	리모델링 기술에 대한 경제성을 객관적으로 제시하고, `건축+설비+자재+IT+신재생' 솔루션을 패키지화하여 건물 에너지 관련 시장 활성화를 촉진	다수의 건축기술에 대한 통합적 평가가 가능 , 성과보증으로의 ESCO 사업의 계약방식에 변화에 대응하는 에너지 기술의 정량적 절감효과 분석 시스템 도입, 축적된 에너지 데이터와 에너지 소비진단 시스템을 연계한 국가 에너지 소비량 DB에 연계하여 각종 정책에 활용
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
▷ 유사과제의 경우 BIM 기반 구축, 공공건물 대상 에너지관리 및 지원시스템 개발, 건물에너지 성능평가 방법론 개발 등 신축건물 또는 DB가 기 구축된 건물 대상의 관리시스템 개발이 주를 이루고 있음	
As-Is	**To-be**
▷ 노후건물 에너지 잠재성능 평가 기술은 3D 스캐닝 및 이미징 등 개별 요소기술에 대한 검토 및 실험연구 수준으로, 개념체계화 및 실용적용을 위한 주요 변수 정의, 방법론 정의를 바탕으로 한 개념모델 제안 수준	▷ 3D 스캐닝, 열화상 및 분광카메라 등의 이미지 복합화 기술을 활용, 최단시간 내에 고정밀 수준의 커뮤니티 및 건축물(군)의 에너지 잠재성능을 진단·시각화 하고자 함

❍ (구성기술 2) 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(기계학습 기반, 건물에너지 진단 등 관련 키워드)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-35 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
저층 주거건물 에너지기술 적용 타당성 평가 및 솔루션 개발	산업통상자원부	`18~`20	7.2
건물에너지 시뮬레이션과 스마트 미터링 기술을 활용한 중소형(연면적 3,000㎡ 이하) 건물에너지 통합진단기술 개발 및 실증		`15~`18	18.2
공공 건물 제로에너지 구축을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 딥러닝 에너지 진단 기술 개발		`17~`19	18.3
E-prosumer 건물의 기계학습기반 분산에너지 자원 최적 운영시스템 개발	교육부	`17~`20	1.2

유사과제 비교

【 표 4-36 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술	건물에너지 시뮬레이션과 스마트미터링 기술을 활용한 중소형(연면적3,000㎡이하) 건물에너지 통합진단기술 개발 및 실증	공공 건물 제로에너지 구축을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 딥러닝 에너지 진단 기술 개발	E-prosumer 건물의 기계학습기반 분산에너지 자원 최적 운영시스템 개발
주관부처	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부	교육부

과제명	빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술	건물에너지 시뮬레이션과 스마트미터링 기술을 활용한 중소형(연면적3,000㎡이하) 건물에너지 통합진단기술 개발 및 실증	공공 건물 제로에너지 구축을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 딥러닝 에너지 진단 기술 개발	E-prosumer 건물의 기계학습기반 분산에너지 자원 최적 운영시스템 개발
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	에너지수요관리핵심 기술개발사업	에너지수요관리핵심 기술개발사업	개인기초연구(교육부) (R&D)
전담기관	국토교통과학기술 진흥원	한국에너지기술평가 원	한국에너지기술평가 원	한국연구재단
사업목적	기계학습, 몬테 카를로 시뮬레이션, 베이지언 추론 등을 적용하여 건물 에너지 성능을 국가적 차원에서 분석하고, 에너지 효율 개선 방안을 제시	클라우드 기반 건물에너지 진단 시스템(BEDS), 통합 진단 알고리즘 개발 및 건물에너지 성능 시뮬레이터, 스마트미터 하드웨어/펌웨어 설계 및 개발 등을 통해 건축적인 진단 요소와 스마트 미터링 데이터를 이용한 설비적인 진단 요소를 결합하여 건물에너지 성능 진단의 적정성 확보 및 효율적 건물에너지 관리 유도	딥러닝 초과밀 데이터 분석, 에너지 환경 빅데이터 플랫폼 개발로 체계 구축, 공공건물 제로에너지 빅데이터 수집 인프라 구축 및 MNV용 IoT센서 개발 등 공건물 제로에너지 통합 설계 및 관제 시스템 기술 개발	기계학습기반의 건물에너지 생산-저장-활용 최적화를 실현하여 향후 건물이 에너지의 소비자이자 생산자인 E-prosumer로서의 역할을 수행할 수 있도록 고도화된 건물에너지 운영 기술을 개발
사업기간	3년	`15~`18	`17~`19	`17~`20
총연구비	100억원	18.2억원	18.3억원	1.2억원
기대효과	정부, 지방 자치단체 및 공공기관의 건물에너지 리모델링 사업의 의사결정 도구로 활용, 에너지 절감 정책 개발 및 의사결정 도구로 활용, 민간에서의 ECT 판매 및 설치 활성화 기대	에너지 진단 및 개선 대책을 제공함과 동시에 건물주 및 건물 사용자들에게 Web을 통해 지속적이고 직관적인 가시적인 에너지 정보 및 온라인 지원을 제공함으로써 비용 경제적 건물 에너지 진단 Business Model 창출이 가능	네트워크에서 분석된 솔루션을 통해 End User가 직접 에너지 소비의 효율을 극대화 할수 있도록 보조, 공공건물에 대한 제로에너지건물 구축을 위한 표준모델 개발을 통하여 공공건물의 저비용 제로에너지건물 조기 달성 가능	최적화 기법을 이용한 건물에너지원의 생산-저장-활용 최적화 기술은 향후 잠재가능성이 큰 분야로, 기술의 선점을 통해, 향후 국내외시장에서의 활용 폭을 확대, 건물의 운용과 생애주기에 따른 건물에너지의 활용에 대한 동적인 전략수립이 가능
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

<table>
<tr><th colspan="2">구성기술의 차별성</th></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 유사과제의 경우 기계학습기반 빅데이터 분석기법을 이용하여 에너지 소비특성을 분석하고 신재생에너지의 에너지 생산량을 예측하는 등 건물에너지 생산-저장-활용 최적화 운용전략의 실현을 목표하고 있음</td></tr>
<tr><th>As-Is</th><th>To-be</th></tr>
<tr><td>• 건물에너지의 최적운용 모델을 구축하기 위해서 데이터 확보, 예측, 최적화해석 기술 등의 확보가 필요하며, 건물의 유형 또는 에너지원의 특성에 따라 프로그램을 이식하는 경우 유연성 확보를 위해 개발하는 모듈은 API 형태로 구성해야함</td><td>• 빅데이터 및 기계학습 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성을 통해 그린리모델링의 효과를 자동 진단할 수 있는 기술개발</td></tr>
</table>

1중점 2핵심 커뮤니티-건축물 통합 설계 지원 기술개발

❍ 기술개발 목적

- 자동화·지능화된 공간정보 수집체계의 구축, 스마트한 도시조성 및 관리 기술의 통합화 및 공간반의 에너지진단/성능평가와 예측시스템을 통한 에너지최적설계 가능기술 확보, 에너지 Mix 및 순환체계 효율성 확보 기반의 탄소중립화 기술 실현을 목적

❍ 기대효과

- 건축물 성능평가 기술 개발의 활성화 가능, 커뮤니티 관점에서의 건축물 성능평가 기술개발의 활성화 기대, 에너지 순환경제 모델 개발 및 에너지 전환 사회 구축에 기여
- 전문인력 양성 유도로 건설업계 새로운 인력자원 구축 및 시장 경제 활성화 도모, 기성시가지 대상 도시재생 패러다임이나 기후변화에 보다 적극적인 도시를 만들려는 Resilience 도시 패러다임 등 연계가능한 근원적인 도시관리 모델 개발 가능

❍ 구성기술 단위 유사과제 분석

- 동 핵심과제는 2개 구성기술에 대한 연구개발을 수행
  - · 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템
  - · 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화(Generative Design) 기술

❍ **(구성기술 1) 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(도시계획 지원 등 관련 키워드)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-37 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
탄소저감 도시계획 시스템 개발	국토교통부	`11~`16	75.0
도시재생사업의 단계별 친환경 제기준 정보제공시스템 개발		`12~`15	9.5
한국형 녹색건축화를 위한 공공청사건물의 통합적인 설계로드맵 제시		`12~`15	6.5
건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM 기술 환경 구축		`13~`16	58.4
개방형BIM 기반의 기존건축물 유지관리 기반기술 개발		`17~`21	29.3
자원순환체계 구축을 위한 도시계획 지원 시스템 개발		`11~`16	30.0

유사과제 비교

【 표 4-38 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템	자원순환체계 구축을 위한 도시계획 지원 시스템 개발	탄소저감 도시계획 시스템 개발	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM 기술 환경 구축
주관부처	국토교통부	국토교통부	국토교통부	국토교통부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	도시건축연구사업	도시건축연구사업	도시건축연구사업
전담기관	국토교통과학기술 진흥원	국토교통과학기술 진흥원	국토교통과학기술 진흥원	국토교통과학기술 진흥원
사업목적	지역특성 및 지구단위 계획 유형을 고려한 최적 커뮤니티 모델 개발, 에너지 통합형 커뮤니티 설계 알고리즘 및 시뮬레이션 기술 개발	도시내 순환 가능한 폐자원의 에너지화 및 자원화를 통하여 폐기물 처리 비용 30%, CO2 발생량 30%,에너지 저감효과 30%, 토양, 수질, 대기 오염 등 환경부하 30%를 저감하기 위한 1) 자원순환형 도시구축 모델 및 관련 핵심기술 개발 2) 자원순환형 그린 커뮤니티 구축 및 운영 계획 및 설계 지침 개발 3) 자원순환형 도시 계획 의사결정지원 시스템 개발 4) 자원순환형 도시모델 테스트베드 적용 실증연구 추진	한국적 저탄소 도시 조성을 위한 유기적이고 합리적인 탄소저감 도시계획 시스템 구축을 위해 도시계획, 설계 및 시공, 사업관리·유지관리 일체형 프로세스 개발, 각 단계를 지원·검증할 수 있는 알고리즘 및 시뮬레이션 소프트웨어 개발, 도시계획·설계를 지원하는 탄소관리 통합 시스템 검증을 위한 맞춤형 현장 적용가능 기술개발 추진	개방형 BIM 기반 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발과 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발을 통해 에너지 검토 등 인허가 업무의 50% 상당을 자동화, 인허가에 소요되는 기간을 단축
사업기간		`11~`16	`11~`16	`13~`16
총연구비		30.0억원	75.0억원	58.4억원

과제명	커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템	자원순환체계 구축을 위한 도시계획 지원 시스템 개발	탄소저감 도시계획 시스템 개발	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM 기술 환경 구축
기대효과	커뮤니티(건축물군 및 지구 단위) 수준에서 설계 및 계획 시 에너지 최적화를 구현할 수 있는 의사결정 지원 시스템 개발 및 커뮤니티 관리자에 온실가스 및 에너지 효율 고려 리모델링 계획 수립을 돕고, 지자체에 에너지 최적화형 커뮤니티 지구단위계획 수립 및 효과적인 정책의사 결정 지원	바이오매스의 열화학적전환기술 개발로 기술 선점, 건설폐기물 및 고형폐기물의 재자원화 효율을 높임으로써 최종처분장의 잔존수명연장에 기여, 폐기물 전처리 기술의 개발은 사회적 인식 제고 및 실질적 대안 제시 기여	탄소저감 도시계획 및 설계 기준 및 기술의 국내 수준을 국제적 수준으로 향상시킴으로서 경쟁력 확보가 가능하며, 실증적으로 적용 가능한 기술개발을 통해 상호유기적 건축/도시계획 및 건설과정에 대한 통합적 지원 가능	원천기술 확보를 통해 기술종속에서 벗어나 건설IT 산업의 자생력을 배양하고, BIM 설계도서의 공학적/사회적 신뢰성을 확보하여 시공성 향상 및 유지관리 개선, 법규검토 등 연계 기술 개발로 시너지 효과 기대
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
▷ 유사과제의 경우 자원순환체계 구축, 탄소저감, 인허가 소요기간 단축 등의 목표 달성을 위해 설계지침, 알고리즘, BIM 기술 환경 등에 중점을 맞춘 기술개발 추진	
As-Is	**To-be**
• 자원순환 및 탄소저감 등을 위한 도시계획 모델 구축 및 시뮬레이션 관련 기술이 개발 중이나 커뮤니티 수준에서 설계 및 에너지 최적화를 구현할 수 있는 도시계획 및 리모델링 지원 프로그램 개발은 추진된 바 없음	• 건축물군 설계 및 지구단위계획 수립 시 에너지 최적화 구현을 위한 통합 AI 기반 의사결정 지원 시스템

❍ **(구성기술 2) 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화(Generative Design) 기술**

- 유사과제 17개 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(설계 자동화, Generative Design 등 관련 키워드)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-39 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
녹색기술 적용확산을 위한 설계 매뉴얼 개발 및 보급	국토교통부	`12~`14	5.8
개방형 BIM기반의 건축물 설계표준 및 인프라 구축		`13~`16	61.2
차세대 설계환경대응 건축설계도구 개발		`13~`16	24.7
기후변화 적응형 도시 열환경 설계시스템 기술개발		`15~`20	15.0
개방형 BIM 기반의 건축설계 자동화 지원기술 및 첨단유지관리 기반기술 개발		`17~`21	154.5
건축물 3D 프린팅 설계기술 개발 및 테스트베드 수행		`16~`21	52.5

유사과제 비교

【 표 4-40 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화(Generative Design) 기술	차세대 설계환경대응 건축설계도구 개발	개방형BIM 기반의 건축설계 적법성 평가 자동화 기술 및 응용기술 개발	건축물 3D 프린팅 설계기술 개발 및 테스트베드 수행
주관부처	국토교통부	국토교통부	국토교통부	국토교통부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	도시건축연구사업	도시건축연구사업	도시건축연구사업
전담기관	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원
사업목적	커뮤니티 단위 리모델링을 위한 Generative Design 기반 최적화 리모델링 설계 지원 시스템 개발	BIM기술 기반인 설계 환경에서 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용한 서비스 모델 도출 및 이를 운영하기 위한 시스템과 제반 체계를 개발하여 열린 BIM 생태계를 조성 및 차세대 설계 환경 대응	건축설계 품질혁신을 위한 개방형 BIM 표준플랫폼 및 설계적법성 평가 자동화 기술, 기존건축물 유지관리 기반기술 개발	소형 건축물 및 비정형 부재 대상 3D 프린팅 설계, 재료 및 장비 개발과 테스트베드 실증연구 수행을 통해 소형 건축물 시공시간 단축 및 제조기술 개발·표준화

과제명	에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화(Generative Design) 기술	차세대 설계환경대응 건축설계도구 개발	개방형BIM 기반의 건축설계 적법성 평가 자동화 기술 및 응용기술 개발	건축물 3D 프린팅 설계기술 개발 및 테스트베드 수행
사업기간	5년	`13~`16	`17~`21	`16~`21
총연구비	100억원	24.7억원	154.5억원	52.5억원
기대효과	Generative Design을 기반으로 단기간 내에 다수의 대안 및 최적화 대안 제안 가능, 최적화 Parameter 분석 및 알고리즘을 통해 추후 다양한 대지 조건에 따른 설계 지원 가능, 기존 도시 공간의 에너지 최적화를 위한 공간 개선의 사전 모의 검토 가능, 커뮤니티 단위 개선을 통한 지역 단위 에너지 효율 증대 효과	건축의 기획 및 설계 단계에서부터 관계자 간의 적극적인 설계 협업 환경을 구축 제공함으로써 최종 성과물에 대한 실증적인 설계품질 검토와 개선이 가능하여 설계 오류의 사전 제거 기여, BIM정보의 재활용 및 지식화 설계를 위한 기반 기술 확보로 세계 일류 수준 BIM설계 기술력 확보 및 설계도서 작성 및 수정시간의 획기적 단축 효과	업계 BIM 도입 장애요소를 제거하여 건축산업 실무계의 BIM 도입 및 실용화 촉진, 3차원 통합정보에 의한 신속 정확한 분석활용을 통해 편리하고 정확한 건축서비스 기술 구현, 국제수준의 BIM 정보 표준확보를 통한 BIM기술 국제위상 확보 및 경쟁력 강화	비정형 건축물 시공시간 단축 및 비정형 디자인 시공의 기술적 한계 극복, 초기 시장형성 단계인 세계 3D 프린팅 건축물 분야에서 국내 업체들의 초기 시장 선점, 다양한 건축상품의 경제성 높은 생산기술 등에 활용
지원대상		산·학·연	산·학·연	

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
▷ 유사과제의 경우 BIM 등 차세대 설계를 위한 기초기술 개발, 설계적법성 평가 등 일부 프로세스의 자동화, 3D 프린팅 등 융복합 기술 응용을 위한 설계기술 개발 등이 추진	
As-Is	**To-be**
• 설계협업환경 구축, 비정형 건축물의 최적 설계를 위한 디자인 기술 등 설계 단계의 각 프로세스에 대한 자동화는 추진된 바 있으나, 동 사업에서 개발하고자 하는 생성적 설계와 같은 자동 설계를 통한 대안 도출 관련 기술은 연구된 바 없음	• 건축물 리모델링 설계안 도출 시 AI 기반의 대안평가 제시 지원을 통해 온실가스 감축 및 에너지 최적화 설계를 위한 최적안 구현

2.2.2. 건축물 제로에너지 그린리모델링분야 유사과제 분석

2중점 1핵심 **재실리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발**

❍ 기술개발 목적

- 재실상태의 기존 공동주택에 시공 가능한 바닥 및 천정구조 시스템 개발, 건축물 유형에 맞는 재실 리모델링 설계 및 시공 표준을 제시하고, 실제 리모델링 후 현재의 법규 충족 수준이 가능한 단열/창호/커튼월 등 외피 시스템 및 재실리모델링 시공기법 개발을 목적
- 기둥식 구조 경제성 향상을 위한 저비용 고성능 공동주택 요소기술 개발을 통한 LCCO2 저감 및 현 설계프로그램 기반 에너지. 환경성능 평가기능제공과 설계단계 실무지원 프로그램 개발 목적

❍ 기대효과

- 모듈형 유닛단열 시스템 개발 및 설계 표준화
- 에너지 효율등급 1등급 수준의 외피 성능 목표
  - 열관류율 0.1W/m2k이하 외피시스템 개발
  - 열관류율 2.4W/m2k이하 리트로핏 창호
- 3Days 시공이 가능한 시공 기법 개발 및 시공 표준화 기대
- 벽식구조 대비 LCCO2발생량 5% 이상 저감과 기둥식구조 공동주택 보급확산을 통해 향후 리모델링 활성화 기여, 설계 시뮬레이션으로 에너지절약형 건축물 건물환경분석 및 인증에 소용되는 시간, 비용, 자원 낭비 감소 및 LCCO2기반 설계 및 폐기 콘크리트 확대 재생산으로 가치 증대 및 재생우레탄 단열재(PCM) 등의 개발로 신제품 시장개척, 고용효과 창출 기대

❍ 구성기술 단위 유사과제 분석

- 동 핵심과제는 4개 구성기술에 대한 연구개발을 수행
  - 급속 시공이 가능한 모듈형 내외장시스템 및 시공기술
  - 재실 리모델링이 가능한 냉난방에너지 저감형 창호시스템 및 시공기술
  - 에너지 성능 제고 공동주택 설계·시공 기술
  - 건설폐기물 저감을 위한 재사용 및 재활용 기술

❍ **(구성기술 1) 급속 시공이 가능한 모듈형 내외장시스템 및 시공기술**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(외피시스템 등 관련 키워드를 포함하고 있는 과제) 10개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-41 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비 (억원)
단열성능이 향상된 중단열 콘크리트 외벽시스템 개발	국토교통부	'10~'12	20.9
노후 공동주택의 리모델링에 적합한 설계기술 및 주거성능 향상 기술 개발		'15~'22	85.1
소규모 건축물의 소비에너지 최적화 설계·시공 기술 개발		'19~'22	26.1
제로에너지 건축물 인증 등급 3단계 구현을 위한 인공지능 기반 액티브-패시브 융합 친환경 건축 설계 솔루션 개발		'18~'20	43.5
건축물 에너지 저감용 마이크로 박벽 기공구조를 갖는 미네랄 하이드레이트 단열소재 및 열차단 시스템 개발	산업통상 자원부	'12~'15	26.5
고기능성/능동형 건물 외피시스템 개발 및 단열 신소재 상용화 실증		'13~'17	104.4
그린리모델링 및 실내환경 향상을 위한 IoT기반 스마트 모듈러 외피 패키지 개발		'17~'20	51.9
건물에너지절감을 위한 PV-LED융복합시스템 개발		'15~'18	73.8
고성능단열시스템 성능평가를 위한 열관류율(U-Value) 측정장비개발		'14~'15	4.5
제로에너지건축물 구현을 위한 스마트 외장재·설비 융복합 기술개발 및 성능평가 체계 구축, 실증		'20~'24	20.3

핵심과제 비교

【 표 4-42 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	급속 시공이 가능한 모듈형 내외장시스템 및 시공기술	단열성능이 향상된 중단열 콘크리트 외벽시스템 개발	소규모 건축물의 소비에너지 최적화 설계·시공 기술 개발	고기능성/능동형 건물 외피시스템 개발 및 단열 신소재 상용화 실증
주관부처	국토교통부	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	도시건축연구사업	도시건축연구사업	에너지수요관리핵심 기술개발사업
전담기관	-	한국건설기술연구원	한국패시브건축협회	(주)이건창호
사업목적	기존 공동주택에 시공 가능한 슬림형 바닥·천정 구조 개발 및 설계 표준화, 3days 공법 시스템 개발을 통한 커뮤니	단열재로 구획되는 내/외부 콘트리트 패널을 일체화하고 실용성있는 시공기술을 개발하여 건물외피를 통한 열손실을 제로	신축건축물 및 노후 건축물 대상으로 설계, 시공, 설비, 자재, 제도 등 현황 분석, 노후건물 리모델링의 단계별 단열, 기밀,	열관류율 0.8 w/㎡2K 이하의 커튼월 개발 등 고효율 커튼월 외피시스템 개발 및 표준화, 냉방 및 조명 에너지 절감형 능동

과제명	급속 시공이 가능한 모듈형 내외장시스템 및 시공기술	단열성능이 향상된 중단열 콘크리트 외벽시스템 개발	소규모 건축물의 소비에너지 최적화 설계·시공 기술 개발	고기능성/능동형 건물 외피시스템 개발 및 단열 신소재 상용화 실증
	티 단위 제로에너지화 실현을 통한 건축부문 온실가스 감축	화, 저탄소 그린빌딩 구현	창호, 설비 등 의사결정 지원 도구 개발을 통한 소규모 건축물 에너지 소비 최적화 목표	형 차양시스템 개발 등을 통한 커튼월 외피시스템 제도/정책 개선안 도출
사업기간	-	'10~'12	'19~'22	'13~'17
총연구비	-	20.9억원	26.1억원	104.4억원
기대효과	공공건물군 기반 커뮤니티 단위에서 제로에너지화 추진 및 기축건물 에너지효율 극대화 및 보급 기술 개발	내단열구조 대비 난방에너지를 10% 추가 절감할 수 있으며 온실가스 배출량 대폭 감축 및 콘크리트 및 철근물량을 20% 이상 절감할 수 있어 경제성 제고 가능	건축물 에너지성능의 객관적 정보 제공이 가능하여 에너지 소비와 공급, 절감방안 도출, 시뮬레이션 분석을 통한 성능 값을 기반으로 단계별 리모델링 방안을 제공, 최적화 설계 규범을 기반으로 실제 시공 예시도를 제공 보급	열관류율을 2.0~3.0 수준의 현재 커튼월 성능기준을 획기적으로 개선하여 창호 에너지소비효율등급표시제도에 대응, 고효율 단열필름 개발 및 보급으로 신성장 동력으로서 고효율 단열필름 시장 선점
지원대상				

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 유사과제들의 경우 사업목적과 기대효과의 측면에서 기존 기술 대비 에너지저감 내·외장자재 · 시공기술 개발 및 시공 표준화라는 두 가지로 분류되며, 단열재 등 외피시스템의 열관류율 달성 등 목표를 강조 ▷ 급속 시공이 가능한 모듈형 저비용 슬림형 내외장 시스템 개발의 경우 모듈형 바닥/천정구조 개발을 통한 표준화 및 1~3일 내 시공이 가능한 공법 시스템 개발을 강조	
As-Is	**To-be**
• 구성기술(1)과 관련된 이전 기술들은 에너지성능값 기반의 시뮬레이션 분석 및 적용을 위해 객관적 성능정보, 현황분석에 시간과 비용이 소모됨	• 건축물 유형에 따라 외피시스템을 모듈화, 표준화, 시스템화 하여 단열 성능을 향상시키는 동시에 시공기간을 획기적으로 절감(3Days) 할 수 있는 모듈형 외피시스템 개발

❍ **(구성기술 2) 냉난방에너지 저감형 경제적 창호시스템 및 급속 시공기술**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 창호시스템 키워드를 포함하고 있는 과제) 12개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-43 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
제로에너지 건축물 인증 등급 3단계 구현을 위한 인공지능 기반 액티브-패시브 융합 친환경 건축 설계 솔루션 개발	국토교통부	'18~'20	43.5
생활환경조건 90%를 만족하는 결로방지 기술 개발 및 연구단 개발기술 통합 보급시스템 구축		'14~'21	73.3
에너지 하베스팅 및 단열 성능을 고려한 창호형 태양광 모듈 개발	산업통상자원부	'16~'19	51.3
에너지 절약을 위한 그린빌딩용 로이코팅 창호 기술 개발		'10~'13	15.9
열성능 1등급, 기밀성 0.1등급 저가형 미서기 창호 시스템 개발		'13~'15	10.7
냉난방에너지 25% 절감을 위한 열관류율 1.0W/㎡K, 270mm 이하의 블라인드 내장형 이중외피 커튼월창호시스템 개발		'15~'17	11.0
비강화 로이(Low-E)유리 & 고기밀·단열 창호시스템개발		'16~'19	66.2
학교 건물일체형 태양광 제품 및 융합시스템 개발		'17~'20	81.7
ICT기반 스마트창호시스템 기술 개발		'14~'17	80.0
반투명 유기태양전지 모듈을 적용한 에너지 발전용 윈도우 필름 제조 기술개발		'16~'19	73.9
융합형 스마트 윈도우 및 에너지 소비 기기 연동 시스템 개발		'17~'20	71.5
BIPV창호를위한DSC모듈(투과율30%서브모듈효율5.5%)개발및 창호시스템 기술개발을 통한 실증(3kW) 및 표준제안(2건)		'13~'16	100.0

핵심과제 비교

【 표 4-44 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	재실 리모델링이 가능한 냉난방에너지 저감형 창호시스템 및 시공기술	생활환경조건 90%를 만족하는 결로방지 기술 개발 및 연구단 개발기술 통합 보급시스템 구축	냉난방에너지 25% 절감을 위한 열관류율 1.0W/㎡K, 270mm 이하의 블라인드 내장형 이중외피 커튼월창호시스템 개발	BIPV창호를위한DSC모듈(투과율30%서브모듈효율5.5%)개발및 창호시스템 기술개발을 통한 실증(3kW) 및 표준제안(2건)
주관부처	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	주거환경연구사업	에너지수요관리핵심 기술개발사업	신재생에너지융합원천기술개발사업
전담기관	-	이화여자대학교 산학협력단	한국건설기술연구원	(주)동진쎄미켐
사업목적	냉방에너지 저감 가능한 기축용 창호, 고성능 신소재 단열재, 도료 개발 등, 재실상태 리모델링에	결로방지를 위한 성능기반 해석 S/W 및 요소기술 개발, 성능기반 설계기준 및 평가표준 등 결로방지	건물 냉·난방부하 25% 절감가능한 단열성능 1.0W/㎡K 이하, SHGC 0.1~0.5, 270mm 이하의 블라	창호 맞춤형 염료감응 태양전지 모듈 개발(모듈 투과율 10% 이상, 모듈 발전효율 3.0% 이상) 및 창호

과제명	재실 리모델링이 가능한 냉난방에너지 저감형 창호시스템 및 시공기술	생활환경조건 90%를 만족하는 결로방지 기술 개발 및 연구단 개발기술 통합 보급시스템 구축	냉난방에너지 25% 절감을 위한 열관류율 1.0W/㎡K, 270mm 이하의 블라인드 내장형 이중외피 커튼월창호시스템 개발	BIPV창호를위한DSC 모듈(투과율30%서브 모듈효율5.5%)개발및 창호시스템 기술개발을 통한 실증(3kW) 및 표준제안(2건)
	용이한 시공 가능한 기술 확보및 경제적 보급형 기술 개발	가이드라인 개발을 통한 성과 보급	인드 내장형 이중외피 시스템 개발	BIPV 시스템 기술 개발(창호 등급 R 1.4 이하, 기밀등급 2등급 이하)
사업기간	-	'14~'21	'15~'17	'13~'16
총연구비	-	73.3억원	11.0억원	100.0억원
기대효과	일사차단 포함 기술개발을 통한 냉방에너지 20% 저감 및 재실상태 건물 리모델링 시공 후 저탄소 건축물 인증을 통한 커뮤니티 단위 제로에너지화 실현을 통한 건축부문 온실가스 감축	90% 이상 생활환경조건 대응 결로방지 기술개발 및 개발기술 통합 보급시스템 구축, 공동주택의 결로방지성능 평가 표준화(KS) 등을 통한 결로방지 요소기술 및 공법 시스템 DB화로 성과 확산	창호에너지효율등급 1급 수준의 제품 보급을 통해 냉난방에너지 25% 절감 가능, 이중외피시스템의 부품, 설계, 성능 및 기술 보증형 패키지 상품 출시, 커튼월 첨단기술의 고도화를 통한 수출 확대 및 관련 산업의 고부가가치화를 통한 수입대체, 여름겨울철 전력대란 해소	박막태양전지 모듈 포함 창호시스템 개발을 통해 정책 제안에 이르는 통합 솔루션을 제공하며, 염료감응 태양전지 BIPV 시장 개척과 표준화 선점 및 인증에 있어 리더쉽 확보 기대
지원대상				

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 유사과제들의 경우 사업목적과 기대효과의 측면에서 BIPV 등 창호시스템을 통한 결로방지, 냉방에너지 저감 기술개발 및 표준화라는 두 가지로 분류되며, 냉방에너지 저감형 제품 개발과 표준화를 목표 ▷ 구성기술(2)과 관련된 이전 기술들은 박막태양전지 모듈의 성능향상 개발, BIPV시스템 기술 개발 등 기존기술 성능 향상 목적 위주로, BIPV 관련 표준화 시장이 미비하므로 표준화 구축 및 선점과 시장 개척에 의의가 있음	
As-Is	**To-be**
• 재실리모델링이 가능한 냉난방에너지 저감형 창호유형별 교체 시공 기술 개발의 경우 일사차단이 가능하여 냉방에너지 저감이 가능한 윈도우/필름/스마트글라스 개발 등 재실상태에서 적용가능한 시공 기술 개발이 목적으로 시공 용이성과 경제성이 향상된 신소재, 보급형 창호 개발과 실제 창호 리모델링 시공 시 적용가능한 시공법을 강조	• 노후 기축건물의 열손실 심화에 큰 영향을 미치는 외장재(창호) 교체 등 그린리모델링을 통해 일사차단, 고단열 등 건물 효율을 향상시켜 냉난방에너지의 30% 이상을 절감하고, 재실자의 삶의 질을 높혀 녹색친화적 국민일상생활 환경 조성에 기여

❍ (구성기술 3) 에너지 성능 제고 공동주택 설계·시공 기술

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 LCCO2 저감 키워드를 포함하고 있는 과제) 8개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-45 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
주거복지 구현을 위한 생활밀착형 공동주택 성능 향상 기술개발	국토교통부	'14~'21	61.7
기존 공동주택(바닥슬래브 두께 150mm 이하 아파트 대상)의 공간 맞춤형 층간소음 저감 기술개발		'14~'19	88.4
건축물 리모델링 과정의 석면함유 자재 처리비용 및 온실가스 배출량 평가 프로그램 개발		'12~'15	5.6
환경부하 저감형 건축재료 개발		'11~'16	118.8
해외진출형 초고층빌딩 실용화 기술 개발		'18~'20	62.4
자기치유 콘크리트 성능평가 기술 개발 및 실용화 전략		'15~'20	43.6
CO2 배출저감형 건설구조재료 개발		'11~'16	67.5
건설재료의 CO2 통합관리 기술개발		'11~'16	29.1

핵심과제 비교

【 표 4-46 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	LCCO2 기반 그린리모델링 시공 기술 및 평가 시스템 구축	기존 공동주택(바닥슬래브 두께 150mm 이하 아파트 대상)의 공간 맞춤형 층간소음 저감 기술개발	건축물 리모델링 과정의 석면함유 자재 처리비용 및 온실가스 배출량 평가 프로그램 개발
주관부처	국토교통부	국토교통부	국토교통부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	주거환경연구사업	국토교통기술촉진연구사업
전담기관	-	한국건설기술연구원	경북대학교 산학협력단
사업목적	공동주택 유형별 기둥식구조 최적설계방안 도출, 기둥식구조 공동주택의 경제성에 영향이 큰 경량벽체시스템, 외벽시스템 등에 대한 표준화·모듈화 및 재료·부재·공법 개발을 목적	예측기법 통합 Tool 및 공간 맞춤형 가이드라인 개발, 슬래브/완충재료 개선을 통한 기존주택의 바닥충격음 개선기술 개발, 기존주택 건축요소(벽/기둥, 천장, 외부창호) 보강 /교체를 통한 소음개선공법 개발 및 실증하여 타당성 검증 목적	건설자재 및 건축물의 녹색구현을 위해 "건축물 재건축 및 리모델링 과정과 석면함유 자재의 교체 및 해체에 따른 LCCO2 및 LCC 평가 기술 개발
사업기간	-	'14~'19	'12~'15

과제명	LCCO2 기반 그린리모델링 시공 기술 및 평가 시스템 구축	기존 공동주택(바닥슬래브 두께 150mm 이하 아파트 대상)의 공간 맞춤형 층간소음 저감 기술개발	건축물 리모델링 과정의 석면함유 자재 처리비용 및 온실가스 배출량 평가 프로그램 개발
총연구비	-	88.4억원	5.6억원
기대효과	벽식구조 대비 LCCO2발생량 5% 이상 저감과 기둥식 구조 공동주택 보급확산을 통해 향후 리모델링 활성화 기여 및 설계시뮬레이션을 통해 경제성 확보	기존 주택 리모델링시 최적화된 보강위치 및 방법 정립, 공동주택 설계 단계에서 바닥충격음 저감을 위한 최적 평면/구조설계 방법 정립, 바닥충격음, 설비소음 등의 정량적 평가기준 제공 및 저감 설계요소 정립을 통한 시공기술 향상	건축물 리모델링 과정에서의 건설재료 LCI DB 확보와 함께 LCI DB/CO2/처리비용에 관한 정보를 제공함으로써 국가 그린 리모델링화 추진에 따른 국가 온실가스 배출량 산정에 기여 및 건축물 및 석면함유 자재의 노후화에 따른 건축물 관리를 위한 정보 및 지침 제공
지원대상		산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 유사과제들의 경우 사업목적과 기대효과의 측면에서 건축물 벽/바닥 구조 설계표준 지침 개발, 경제성을 확보한 시공기술 개발로 분류되며, 기존 기술 대비 경제성 확보 목표를 강조 ▷ 건축물 설계시공 및 관리를 위한 LCCO2기반 평가 지침 개발이 목적으로 설계방법, 비용 등 정보 제공을 통한 설계요소 정립 및 평가기준 개발 연구가 중심	
As-Is	**To-be**
• 구성기술(1)과 관련된 이전 기술들은 신축 및 기축 건축물의 리모델링 과정에서의 재료, 설계 시공방법 등 DB확보 위주로 시공기술 향상개발과 정보화 및 지침 개발로 이원화되어 시공 완료 후 검증 목적으로 시뮬레이션을 수행함 • 건축물 리모델링 시 기둥/바닥구조의 최적 설계를 위해 성능 예측과 최적화에 시간과 비용이 소모됨	• 리모델링 활성화 및 LCCO2 저감을 위한 기둥식구조 최적설계방안 도출 및 기둥식구조 공동주택의 경제성에 큰 영향을 미치는 경량벽체시스템, 외벽시스템 등에 대한 표준화·모듈화 및 재료·부재·공법 개발 기술

❍ **(구성기술 4) 건설폐기물 저감을 위한 재사용 및 재활용 기술**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 건설폐기물 재활용/재자원화 키워드를 포함하고 있는 과제) 9개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-47 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
건설폐기물 및 산업부산물에 액상 촉진탄산화 기술을 적용한 pH 저감형 건설자재 개발	국토교통부	'13~'16	31.4
Bottom ash의 미연탄소 제거 기술 개발 및 복토재와 건설재료 개발		'13~'17	3.4
자원순환체계 구축을 위한 도시계획 지원 시스템 개발		'11~'16	6.3
산업부산물을 이용한 친환경 건설재료 개발		'13~'18	4.5
재활용폐기물을 이용한 친환경흡음 복합방음벽 개발연구		'19~'21	4.0
무기계 건설폐기물 재자원화 기술을 이용한 환경 배려형 시멘트 제조 원천기술 개발		'17~'18	3.7
제철슬래그 활용 이산화탄소 영구포집 시멘트 복합체 기술 개발		'17~'18	3.7
HVCCPs활용 그린 건설재료 및 실용화기술	산업통상자원부	'14~'16	32.7
석탄경석자원을 이용한 방화문용 내화단열소재 기술개발		'16~'19	16.5

핵심과제 비교

【 표 4-48 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	LCCO2 저감 건설폐기물 최소화를 위한 건축자재 재사용 및 재활용 기술	무기계 건설폐기물 재자원화 기술을 이용한 환경 배려형 시멘트 제조 원천기술 개발	HVCCPs활용 그린 건설재료 및 실용화기술
주관부처	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	국토교통기술촉진연구사업	전력산업융합핵심기술개발사업
전담기관	-	한양대학교 에리카산학협력단	한국건설생활환경시험연구원
사업목적	산업폐기용(폐가전제품 등) 단열재 확대 재생산을 위한 재생복합재 물성확보 및 건축물 폐기재의 재활용 기술 개발을 통한 CO2 저감	무기계 건설폐기물 재자원화 기술을 통해 환경 배려형 시멘트 제조 원천기술 개발 (녹색 재활용 건설재료 산업을 위한 건설폐기물의 화	HVFA 프리캐스트 콘크리트 제품화, 저탄소 친환경 AAM 2차제품화, CCPs 생산 품질 확보 등 순환자원의 활용도를 크게 높이고 포틀랜드 시멘트 생산량 절

과제명	LCCO2 저감 건설폐기물 최소화를 위한 건축자재 재사용 및 재활용 기술	무기계 건설폐기물 재자원화 기술을 이용한 환경 배려형 시멘트 제조 원천기술 개발	HVCCPs활용 그린 건설재료 및 실용화기술
		학적 성질을 고려한 시멘트 제반 성능과 친환경성을 목표로 하는 최적의 재생프로세스의 개발)	감에 의한 이산화탄소 배출량을 감소시킬 수 있어 건설 산업에서의 환경부하 크게 감소
사업기간	-	'17~'18	'14~'16
총연구비	-	3.7억원	32.7억원
기대효과	폐기 콘크리트 확대 재생산으로 가치 증대 및 재생우레탄 단열재(PCM) 등의 개발로 신제품 시장개척, 고용효과 창출	환경 배려형 친환경 재생시멘트의 생산으로 관련 업계의 국제적 기술집약적 주력 상품 효과	성능중심 HVFAC 배합 설계 및 수축저감기술을 통하여 콘크리트구조물의 생애주기비용(LCC) 측면에서 국가건설의 경제적 낭비를 최소화하고 콘크리트구조물의 기능적·사회적 가치를 상승
지원대상		산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 유사과제들의 경우 사업목적이나 기대효과의 측면에서 건설폐기물의 재자원화를 통한 환경 배려형 콘크리트 골재 등 제품 개발과 첨가제 등 배합 기술, 지침 개발 등을 목표로 하고 있음	
As-Is	**To-be**
• 구성기술(2)와 관련된 이전 기술들은 주로 바텀애쉬, 준설토 등을 골재로 활용하는 확립되어 있는 방안을 기반으로 부산물을 넣거나 혼입율, 재료의 차이를 통한 건설재료 물성 변화 연구와 재자원화 DB구축, 프로세스 최적화 개발 등 소프트웨어적 측면의 연구 위주임	• 건축물 전생애주기에서 발생하는 건축 폐자재 및 유기질 폐자재의 재활용/재생산을 통해 접합기술과 고기능성을 부가, 재생제품 생산을 활성화하고 생산된 재생제품을 신축건축물에 적용할 수 있도록 하는 바인딩기술과 복합화 기술 개발

2중점 2핵심 설비시스템 그린리모델링 및 스마트 제어기술 개발

❍ 기술개발 목적

- 현열형 냉방장치인 PCM 축열식 냉방장치의 도입으로 전력Peak 분산 및 냉방 에너지 40% 이상 절감을 통한 연간 냉난방 공조에너지 기존 방식 대비 30% 저감, 모듈형 BIPV 시공 기술 개발, 기축건물에 AI 기술과 센서 기반 서비스를 제공할 수 있는 표준화 서비스 플랫폼이 적용된 스마트홈 게이트웨이 개발

❍ 구성기술 단위 유사과제 분석

- 동 핵심과제는 3개 구성기술에 대한 연구개발을 수행
  - · 기축건물용 청정·제습 환기장치 및 공조시스템 시공기술
  - · 다기능 모듈형 BIPV 설계·시공기술
  - · 기축건축물용 무선 IoT 기반 기반구축 및 스마트 제어시스템

❍ **(구성기술 1) 기축건물용 청정·제습 환기장치 및 공조시스템 시공기술**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 공조시스템 키워드를 포함하고 있는 과제) 10개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-49 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
건물에너지 효율향상을 위한 IoT 기기간 연동 지능형 공조제어시스템	국토교통부	'18~'21	48.2
미세먼지 대응 건물 청청환기 열회수시스템 개발		'19~'21	25.4
에너지효율 15%개선을 위한 CO2저감용 흡착 모듈 및 연계 환기시스템 개발		'12~'15	17.8
플러스 에너지 공동주택을 위한 유기 랭킨 사이클 기술 기반 제습공조시스템 개발		'18~'19	3.7
지중 다중이용시설 공기질 및 에너지성능 향상을 위한 제습증발냉각 기반 전외기 공조시스템 상용화 기술 개발		'16~'19	11.8
생체 반응형 자동 공조 제어를 위한 플렉서블 센서 및 딥러닝(LSTM)기반 IoT 원천기술 개발		'19~'20	3.7
데이터센터의 냉방에너지 사용량 50% 감축 가능한 공조시스템 개발		'12~'14	9.0
화재 진압 기능을 보유한 Multi-service Chilled Beam 공조시스템 개발		'11~'14	8.0
IoT기반 복합형공조(ERV & FCU) 제어 시스템 개발	산업통상자원부	'17~'18	2.8
CPS기반 능동형 고정압 실내 환기 시스템 개발		'18~'19	2.5

핵심과제 비교

【 표 4-50 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	기축건물용 청정제습 환기 및 공조시스템 시공기술	건물에너지 효율향상을 위한 IoT 기기간 연동 지능형 공조제어시스템	미세먼지 대응 건물 청청환기 열회수시스템 개발	에너지효율 15%개선을 위한 CO2저감용 흡착 모듈 및 연계 환기시스템 개발
주관부처	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	에너지수요관리핵심기술개발사업	에너지수요관리핵심기술개발	에너지자원융합핵심기술개발
전담기관		(주)나라컨트롤	(주)힘펠	(주)애니텍
사업목적	데시칸트 도포 열교환기 방식을 채용한 제습-청정-열회수 환기시스템과, 고효율 PCM 현열냉방장치를 개발하여, 기존 전열교환환기시스템-시스템에어컨 조합방식 대비 쾌적성 및 에너지절약효과를 실증	공조제어시스템의 네트워크 설계 및 통합운영을 위한 표준화 방안 제시와 공조에너지를 효율적으로 사용함으로써 국가 에너지 절감과 CO2 배출 저감 정책 부합	기존 열회수 환기시스템을 활용하여 공공건물 테스트베드 실증 구축/운영 및 테스트베드용 모니터링 시스템 구축	지능형 환기시스템 최적화기술 확보 Field Test를 통한 전체 통합시스템에 대한 에너지 개선효율 확보 (15% 이상), 환경시험 수행 CO2, PM, O2 농도 변화에 따른 제어시스템 적정 가동여부 확인 시험 수행 실시간 연속 측정을 통한 system 운전조건 최적화
사업기간	'23~'29	'18~'21	'19~'21	'12~'15
총연구비	20억원	48.2억원	25.4억원	17.8억원
기대효과	공공 조달시장의 고효율 냉난방 공조기기로서의 신규시장 창출 가능, 향후 제로에너지빌딩 본격 의무화 시행이후에 관련 제품의 수입이 활성화될것으로 예상됨에 따라 수입대체 효과가 예상됨	국내 실정에 적합한 표준화를 통해 외국계 기업과의 경쟁이 가능한 기술 인프라와 동등 이상의 국산기술 확보가 가능하며 관련 시장의 국산화 점유율 확대 및 수출 시장 활성화에 기여할 것으로 예상	기존 시스템의 한계를 극복하고 적용성 및 유지관리의 용이성이 개선된 열회수시스템 개발을 통해 기술적으로는 인테리어 제품형 환기시스템 보급 확대에 기여하며, 경제적으로는 국내 시장 확대 및 국외 수출에 기여하며, 산업적으로는 에너지소비량 및 유지관리 비용 저감에 기여	다중이용시설에 적용하여 실내공기중 CO2 저감 및 에너지 비용 절감 기술 확보, 초고층 빌딩 등에서 겨울철 여름철의 냉난방 비용 저감이 가능하여 경제적 비용 개선, 공동주택 공조시설 부품으로 적용 가능
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 유사과제들의 경우 사업목적과 기대효과의 측면에서 기존 기술 대비 적용성 및 유지관리의 용이성을 개선 시킨 제습공조시스템 모듈, 제습로터 개발 등이 중심으로 제습공조시스템의 설비 위주 하드웨어적 측면의 연구개발 위주	
As-Is	**To-be**
• 구성기술(1)과 관련된 이전 기술들은 해외 기술 기반에서 인프라 구축 및 표준화를 목표했으나, 아직 국내에서 데시칸트 외기처리기의 도입이 미미하여 국산 기술 확보를 목표할 수 있음	• 기존 건축물에 적용가능한 슬림형 환기장치 및 제습이 가능한 고효율 공조시스템 개발을 통해 연간 냉난방에너지 저감을 극대화하고, 기존건축물의 실내공기환경을 개선시켜주는 기술

❍ (구성기술 2) 다기능 모듈형 BIPV 설계·시공기술

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 모듈 BIPV 키워드를 포함하고 있는 과제) 10개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-51 】 모듈형 BIPV 설계·시공기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
제로에너지 건축물 인증 등급 3단계 구현을 위한 인공지능 기반 액티브-패시브 융합 친환경 건축 설계 솔루션 개발	국토교통부	'18~'20	43.5
도심 태양광발전을 위한 투광도 30% 이상 효율 11%급 창호형 컬러 CIGS 박막태양전지 단일집적모듈 (25 cm2) 핵심기술개발		'16~'19	18.2
건물 외벽형 BIPV 통합 솔루션 시스템 개발	산업통상자원부	'18~'21	22.6
건자재형 BIPV 모듈·시스템 개발과 실증을 통한 옥외 성능평가 기술 개발		'17~'20	63.5
고효율, 고단열 창호/커튼월용 BIPV 양면 모듈 및 시스템 개발		'19~'21	24.6
모듈러 방식의 공기식 BIPVT 시스템 개발		'14~'17	18.2
BIPV 산업활성화를 위한 설계정보 통합형(BIM기반) BIPV 건물적용 기반기술 개발 및 60kWp급 실증		'14~'17	23.1
태양에너지 65% 활용 건물일체형 태양광.열(BIPVT) 시스템 개발		'18~'20	12.8
가시광선 투과도 40% 이상 독립전원 이용이 가능한 대면적 태양광 발전 창호 개발		'18~'20	43.3
다양한 면적 활용 및 시공이 간단한 블록형 태양광 모듈 개발		'19~'21	18.0

핵심과제 비교

【 표 4-52 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	다기능 모듈형 BIPV 설계·시공기술	건물 외벽형 BIPV 통합 솔루션 시스템 개발	고효율, 고단열 창호/커튼월용 BIPV 양면 모듈 및 시스템 개발	다양한 면적 활용 및 시공이 간단한 블록형 태양광 모듈 개발
주관부처	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	신재생에너지핵심기술개발사업	신재생에너지핵심기술개발사업	신재생에너지핵심기술개발사업
전담기관	-	(주)거광기업	(주)에스케이솔라에너지	중앙강재
사업목적	기존 건축물 그린리모델링을 위한 모듈화된 외벽패널 및 창호/차양시스템 일체형 BIPV 시스템 개발-	Uw=1.5 W/m2K 이하의 BIPV 커튼월 시스템 설계 및 부자재 개발, CIGS 모듈 및 패널 소재 개발을 통한 CIGS 모듈의 BIPV 모듈 컬러기술 구현	단면형 대비 8% 이상의 발전 출력 향상 확보 및 양면 태양광 창호형 제품 구현을 통해 상업용 건축물에 외피로써 기능을 반영 목표	블록형태 태양광 모듈 개발 제조기술 확보와 함께 경량화 기판 개발 및 태양광 발전 모니터링 시스템을 위한 센서네트워크 기술 개발

과제명	다기능 모듈형 BIPV 설계·시공기술	건물 외벽형 BIPV 통합 솔루션 시스템 개발	고효율, 고단열 창호/커튼월용 BIPV 양면 모듈 및 시스템 개발	다양한 면적 활용 및 시공이 간단한 블록형 태양광 모듈 개발
사업기간	-	'18~'21	'19~'21	'19~'21
총연구비	-	22.6억원	24.6억원	18.0억원
기대효과	모듈형 외벽패널 및 교체형 창호시스템과 연계한 기술개발로 기존 건축물의 에너지성능 향상비용 최소화를 통한 제로에너지 5등급 구현	color module 개발이 가능하게 되어 건자재 일체화율이 높은 태양광 시스템의 보급이 가능하게 되고, BIVP 시스템의 설치 면적이 극대화되어 태양광 에너지에 대한 구체적인 활용 방안이 가능해져 BEMA 연계 기술 등 다양한 응용/운영 기술이 활성화	건물의 설계단계에서부터 기술부문 간 호환성과 유기적 연계성을 바탕으로 한 제로에너지 빌딩 시공기술이 개발될 것으로 기대, 저가의 외국 건물 일체형 태양광 모듈에 대해 상품성을 고도화할 수 있으며, 이를 바탕으로 국내 및 해외 BIPV 시장을 효과적으로 공략	심미성을 고려하여 태양전지 와 부스바가 노출되지 않는 고부가가치 태양광 건축자재 제조 기술 확보 및 모듈화된 제품으로 설치기간 단축 과 다양한 면적에 시공이 가능하고 건물 형태에 제약이 없어 해외 시장 진출 및 수출 가능성 확보 기대
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 유사과제의 대부분은 모듈의 효율향상 및 단위 요소기술 중심의 과제가 수행되었음	
As-Is	**To-be**
• 유사과제들의 경우 사업목적과 기대효과의 측면에서 BIPV 모듈 제조 및 벽체·창호일체형 BIPV 기술개발을 목적으로 수행되었으며, 신축 건물 대상 적용을 전제로 개발이 수행되었음	• 구성기술(2)는 기존 건축물 그린리모델링을 위한 모듈화된 외벽패널 및 창호/차양시스템 일체형 BIPV 시스템 개발 측면에서 기존기술을 연계한 시공성·경제성을 고도화하는 차별화 기술임

❍ **(구성기술 3) 기축 건축물용 무선 IoT 기반 기반구축 및 스마트 제어시스템**

- 유사과제 57개 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 스마트홈 서비스, 무선 제어 키워드를 포함하고 있는 과제) 14개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-53 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
수요자 니즈를 반영한 기축 공동주택용 보급형 프리미엄 스마트홈 서비스 및 기술개발	산업통상자원부	'19~'21	43.3
이동형 스마트 단말기를 이용하여 가전 및 기기 제어가 가능한 스마트 홈 시스템		'13~'14	2.4
스마트홈패드를 이용한 지능형 가전제어 시스템 개발		'14~'15	2.2
전력선 통신으로 홈 네트워크를 구성하여, 개별 장치들의 제어와 품질을 관리 할 수 있는 통합제어시스템		'16~'17	2.2
무선 통신 기반의 IoT 센싱 및 행동패턴 분석 알고리즘을 이용한 지능형 전력 관리 시스템		'15~'17	6.7
스마트 홈 기반 수요반응 시스템 개발 및 비즈 모델 실증		'16~'19	62.0
중소중견기업의 이종 IoT 가전기기 간 연결성을 제공하며 엣지컴퓨팅 기능을 갖춘 홈IoT허브 개발		'19~'21	21.9
소형가전의 사물인터넷화 지원 홈 IoT 플랫폼 및 디자인 가이드라인 개발		'18~'20	19.3
가정용 기기의 대기전력 0.5W를 위한 에너지 관리 IoT 및 클라우드 기반의 IoT 홈 플랫폼 개발		'15~'17	15.0
유/무선 스마트홈 제어서비스 기기 시험-인증 기반 조성		'14~'17	5.8
가정에너지사용량실시간진단및지능형자율제어/관리시스템원천기술개발		'19~'22	15.6
AI 기반의 수요 반응형 주거용 스마트 에너지관리 지원 시스템 개발		'18~'19	22.6
스마트 팜/하우스 환경에서 IoT 센서 모듈 자율전원 공급용 실내조도 (400룩스) 발전형 광전 및 저전력 IoT 통합제어모듈 개발		'18~'21	8.0
정보가전기기 전력절감형 칩형 전원장치 및 HiNA(High Network Availability) 개발		'13~'21	55.8

핵심과제 비교

【 표 4-54 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	기축 건축물용 무선 IoT 기반 기반구축 및 스마트 제어시스템	중소중견기업의 이종 IoT 가전기기 간 연결성을 제공하며 엣지컴퓨팅 기능을 갖춘 홈IoT허브 개발	수요자 니즈를 반영한 기축 공동주택용 보급형 프리미엄 스마트홈 서비스 및 기술개발
주관부처	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	전자시스템전문기술개발사업	IoT가전기반스마트홈실증형 기술개발사업

과제명	기축 건축물용 무선 IoT 기반 기반구축 및 스마트 제어시스템	중소중견기업의 이종 IoT 가전기기 간 연결성을 제공하며 엣지컴퓨팅 기능을 갖춘 홈IoT허브 개발	수요자 니즈를 반영한 기축 공동주택용 보급형 프리미엄 스마트홈 서비스 및 기술개발
전담기관		한국산업기술평가관리원	한국산업기술평가관리원
사업목적	기존 건축물 대상 스마트홈 플랫폼을 개발하고 이에 적용할 수 있는 무선 IoT 기반 스마트 홈 서비스 개발 규격을 표준화하여 제공하고 이를 기반으로 다양한 스마트홈 서비스 및 제어 시스템을 수용하도록 목표	고급형 홈IoT엣지 허브 요소기술 설계 및 프로토타입 개발과 보급형 홈IoT엣지 허브의 성능평가	스마트홈 서비스 사용자 시나리오 설계 및 모바일 앱 공용 프레임워크 개발, 통합 서버의 앱 푸시 기능을 통한 제어 서비스 구조 설계 개발, 스마트홈 인프라 구축을 위한 IoT 국제표준 플랫폼 기반 개발지원 실증을 위한 스마트홈 인프라 구축 전략 수립
사업기간	-	21.9	'19~'21
총연구비	-	'19~'21	43.3억원
기대효과	.무선 IoT 실내환경 통합센서 개발을 통해 기축 및 신축 공동주택의 청정환경, 에너지 개선기술 확보 및 공동주택에서 사용중인 시설/기기(공기정화장치, 환기장치 등)의 효율적인 운영이 가능한 제어 및 운영기술과 사물인터넷(IoT) 기반 문제해결형 기술 구현	중소가전기기업체의 상이한 통신·프로토콜 지원을 위해 홈IoT엣지 허브의 프로토타입을 설계 및 시작품을 제작하고, 가정 내 레거시 가전을 제어하기 위한 상황인지 기반의 WiFi to IR Blaster 개발 및 시작품 제작하여 차세대 스마트홈 허브의 기반을 마련하고 엣지컴퓨팅의 선도 기술 개발 기대	스마트홈 플랫폼 구축을 통한 완전한 스마트홈 생태계 구축, 기축 공동주택에도 확장성과 호환성을 갖는 국제표준의 모비우스 2.0기반 스마트 홈 인프라를 구축하고 비즈니스 관점의 스마트홈 개발'을 위한 프레임을 구축하여 기축 공동주택 입주민을 위한 중소기업 중심의 플랫폼 네트워크 공급 기술 확보
지원대상		산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 유사과제들의 경우 사업목적과 기대효과의 측면에서 무선제어를 위한 스마트홈 서비스 관련 센서, 모듈 등 하드웨어 및 프로토콜, 게이트웨이 등 소프트웨어 개발을 목표 ▷ 기존 건축물의 망을 활용할 수 있도록 추가적인 소프트웨어 개발은 아직까지 필요하므로, 기축 건축물의 망을 활용하는 무선 IoT 기반 스마트홈 서비스 및 스마트 제어시스템 개발은 실 거주자 입장에서 용이한 어플리케이션 등 적용이 빠르고 쉽게 가능한 방향으로 기술 개발이 되어야할 것임	
As-Is	**To-be**
• 구성기술(3)과 관련된 기존 사업 및 연구개발은 공급자 측면의 기술개발 및 연구개발 위주로, 서비스를 이용하는 실 거주자의 입장에서 수혜가 되거나 서비스 이용이 용이한 무선제어 시스템을 제공해야할 것임	• 기존 건축물 대상 스마트홈 플랫폼 개발 후, 무선 IoT 기반 스마트 통신시스템을 제공하고 이를 기반으로 다양한 스마트제어 기능을 수용할 수 있는 시스템 개발

2.2.3. 커뮤니티 에너지 스테이션분야 유사과제 분석

3중점 1핵심 **실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술개발**

❍ 기술개발 목적

- 커뮤니티 내 복수의 건물들이 연계되는 저온 열 네트워크 등 효율적 에너지 네트워크와 연료전지 등 신재생에너지 및 에너지저장 설비 등을 포함하는 최적의 에너지 생산기지 구축 기술 확보
- 확보된 기술을 바탕으로 유휴지, 공원, 공공건물 등에 에너지 스테이션을 구축하고, 실증 운전을 통해 에너지 스테이션의 효과적 운영기술 확립과 커뮤니티 제로에너지화에 기여

❍ 기대효과

- 신재생에너지 융복합 이용을 통한 지역단위 에너지 공급시스템 기반기술 확보, 이종기술의 융합기술과 실증의 통합운영기술 개발을 통한 새로운 에너지 신산업 패러다임 구축
- 실증 운전을 통한 에너지 스테이션 융합기술 및 실증기술의 효과성 검증 및 장기 트랙레코드 확보로 후속연구 기반 마련

❍ 구성기술 단위 유사과제 분석

- 동 핵심과제는 3개 구성기술에 대한 연구개발을 수행
  - · 신재생에너지 복합 생산/저장 스테이션 설계·구축 기술
  - · 커뮤니티 내 양방향 저온 열수송 인프라 기술
  - · 에너지 네트워크 인터페이스 구축 및 설비 리모델링 기술

❍ **(구성기술 1) 신재생에너지 복합 생산/저장 스테이션 설계·구축 기술**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(에너지 공유, 신재생에너지 생산/저장/이용 기술 등)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-55 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
PCM을 활용한 구체축열 공조시스템 개발	국토교통부	`12~`15	7.9
ESS기반 소규모 공동주택 클린에너지, 스마트홈 실증 연구	산업통상자원부	`17~`20	58.5
복수 수용가 전력서비스 대응용 ESS 기술 개발		`16~`20	70.2
유휴건물 벽면 적용을 위한 발전량이 향상된 태양광 발전 시스템 개발		`18~`20	23.5
VPP기반 통합에너지 관리기술		`13~`16	129.2
수요반응시장 참여가 가능한 중소형 태양광/ESS 기반 에너지 관리 시스템 개발		`13~`16	18.5

디자인적 요소가 가미된 건축 외장형 대면적(4㎡이상) BIPV 시스템(20kW 태양전지 실증) 상용화 개발		`12~`15	110.0
BIPV 창호를 위한 DSC 모듈 (투과율 30% 서브모듈효율 5.5%)개발 및 창호시스템 기술개발을 통한 실증(3kW) 및 표준제안(2건)		`13~`16	100.0
과열방지기능을 가진 0.65 kW/㎡급 액체식 PVT모듈 및 주택용 패키지형 열공급장치 개발과 실증 연구		`15~`20	16.7
용수활용이 가능하고 소구경에서 115.5kW 대구경에서 525kW 이상 성능을 가진 지하수정호 결합 밀폐-개방형 복합지열시스템(CWG 시스템) 개발		`15~`18	14.4
건자재형 BIPV 모듈·시스템 개발과 실증을 통한 옥외 성능평가 기술 개발		`17~`20	63.5
제로에너지건물 구현을 위한 0.8kW/㎡급 모듈화형 태양광·열 융합시스템 및 운영 기술 개발		`17~`20	64.0
건물 외벽형 BIPV 통합 솔루션 시스템 개발		`18~`21	56.7
집단주거시설의 고밀도 대용량 지열시스템 실현을 위한 수주지열정(SCW) 기술 개발		`16~`19	71.1
융합형 스마트 윈도우 및 에너지 소비 기기 연동 시스템 개발		`17~`20	71.5
제로에너지빌딩을 위한 신재생 에너지 발전시스템 및 에너지 저장소자 일체형 건물 단열 외장재 개발		`17~`19	20.1

유사과제 비교

【 표 4-56 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	에너지공유가 가능한 신재생에너지 복합 생산/저장(설계 및 시공) 기술	PCM을 활용한 구체축열 공조시스템 개발	용수활용이 가능하고 소구경에서 115.5kW 대구경에서 525kW 이상 성능을 가진 지하수정호 결합 밀폐-개방형 복합지열시스템(CWG 시스템) 개발	건물 외벽형 BIPV 통합 솔루션 시스템 개발
주관부처	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	국토교통기술촉진연구	신재생에너지 핵심기술개발	신재생에너지 핵심기술개발
전담기관	국토교통과학기술 진흥원	국토교통과학 기술진흥원	한국에너지기술평가원	한국에너지기술평가원
사업목적	복수의 건물군들로 구성된 커뮤니티의 제로에너지화를 위해서, 다양한 신재생에너지 설비들을 융복합 이용하여 친환경 에너지를 생산.공급하는 에너지 스테이	PCM을 활용한 구체축열 공조시스템을 개발하고 이를 건축물에 적용하기 위해 PCM 재료의 콘크리트 배합 기술 및 PC 슬라브의 최적 구조설계 기술 개발	용수로 활용하기 위해 양수한 지하수에서 에너지를 회수, 사용할 수 있는 복합지열시스템 개발 및 모니터링	Color BIPV 패널 건자재화를 위한 패널 시스템, 외벽 프레임 등 구성요소 개발

과제명	에너지공유가 가능한 신재생에너지 복합 생산/저장(설계 및 시공) 기술	PCM을 활용한 구체축열 공조시스템 개발	용수활용이 가능하고 소구경에서 115.5kW 대구경에서 525kW 이상 성능을 가진 지하수정호 결합 밀폐-개방형 복합지열시스템(CWG 시스템) 개발	건물 외벽형 BIPV 통합 솔루션 시스템 개발
	션 기술 개발			
사업기간		`12~`15	`15~`18	`18~`21
총연구비		7.9	14.4	56.7
기대효과	단일 건물을 포함한 분산 에너지 공급 시스템에서 전력 및 열에너지 저장 복합 시스템 활용 증가 커뮤니티 전체로서의 제로에너지화를 통해 구성원들이 기술 개발 혜택을 공유	PCM 슬라브 구조 부재를 활용한 구체축열 공조시스템을 통해 오피스, 상가, 관공서 건물의 효율적 에너지 사용과 정부의 제로에너지 건축물 보급에 기여	기존 지열시스템 대비 시공비 절감, 농업시설 등 용수 활용이 많은 지역에 에너지 공급 가능, 체계적 지하수 관리 및 개발과 연계하여 시설농업 등 관련산업의 효율 제고 가능	건자재 일체화율이 높은 태양광 시스템 보급을 통해 BIPV 면적 극대화 및 다양한 응용/운영 기술 활성화
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
▷ 유사과제의 경우 구체축열 공조시스템, 지열/수열 시스템, BIPV 등 특정 신재생에너지원을 활용한 열/전기 에너지 저장/활용 시스템 개발 사례로 커뮤니티 레벨에서 최적 열/전기 에너지 저장에 대한 연구 사례는 없음	
As-Is	**To-be**
• 신재생에너지 생산과 저장은 대부분 개별 건물에서 이루어지기에 에너지 생산과 소비의 불일치가 심하며, 커뮤니티 내에서도 잠재량에 분포가 심하여 향후 신재생 이용 확대 시 불평등(혹은 갈등)의 요인이 될 수 있음	• 커뮤니티 내 신재생에너지 최적이용과 공유가 가능한 에너지 스테이션 인프라 구축(전력/열에너지 허브로서 생산/저장/공유 시스템 구현) 기술 및 에너지 스테이션에서 생산된 에너지를 필요로 하는 각 건물에 안정적으로 공급하기 위한 에너지 공급 기술

❍ (구성기술 2) 커뮤니티 내 양방향 저온 열수송 인프라 기술

- 유사과제 42개 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(열 그리드, 열 네트워크, 열공급 플랫폼 등 관련 키워드)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-57 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
이종(異種) 분산전원 관리와 에너지 밸런싱 서비스를 제공하는 에너지 효율화 네트워크 시스템 개발	산업통상자원부	`14~`17	18.9
건물에너지 자립을 위한 Geo-PVT 하이브리드 시스템 개발		`13~`16	17.8
분산열원 이용 지열 냉난방 시스템 상용화 기술		`14~`17	19.7
태양열 및 공기열 선택적 획득 가능한 복합집열기 개발 및 이와 연계한 15kW급 하이브리드 열펌프 시스템개발		`15~`18	16.7
태양열 주열원식 하이브리드 냉난방 및 열전발전 시스템 실증		`15~`18	15.9
PVT(태양광+태양열)복합패널과 축열 및 지열히트펌프를 활용한 제로에너지 타운 실현을 위한 신재생 융복합 열에너지 공급시스템 개발		`16~`19	58.6
(세부2) 집단에너지 열공급 공동주택의 에너지 통합관리 시스템 실증 및 실용화 기술 개발		`11~`13	26.6
중저온 다중열원을 이용한 하이브리드 냉난방 시스템		`14~`17	19.5
미활용열과 지역난방을 연계한 IoT 융복합 도심형 열네트워크 모델 개발		`17~`21	96.6
태양열을 이용한 고성능 지중 계간축열 시스템 개발		`17~`19	54.3
Cascade 열활용 지역 냉난방 최적화 기술 개발		`18~`21	101.2
스마트시티 에너지 비즈니스 서비스 개발		`19~`22	29.6
도심형 대량 신재생에너지 하이브리드 열공급 스마트 플랫폼 개발		`17~`20	86.1(~`19)

유사과제 비교

【 표 4-58 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	근거리(km수준) 양방향 저온 열수송 인프라 기술	스마트시티 에너지 비즈니스 서비스 개발	Cascade 열활용 지역 냉난방 최적화 기술 개발	미활용열과 지역난방을 연계한 IoT 융복합 도심형 열네트워크 모델 개발
주관부처	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	스마트시티용 에너지솔루션 확보 기술개발	에너지수요관리 핵심기술개발	에너지수요관리 핵심기술개발
전담기관	국토교통과학기술 진흥원	한국에너지기술 평가원	한국에너지기술 평가원	한국에너지기술 평가원
사업목적	신재생에너지 기반 스테이션에서 생산된	스마트시티 에너지 비즈니스 모델 설계	광역망 리턴수 활용 4세대 저온 케스캐이	연료전지-지역난방-열사용자 연계 ORC

과제명	근거리(km수준) 양방향 저온 열수송 인프라 기술	스마트시티 에너지 비즈니스 서비스 개발	Cascade 열활용 지역 냉난방 최적화 기술 개발	미활용열과 지역난방을 연계한 IoT 융복합 도심형 열네트워크 모델 개발
	저온의 열원을 커뮤니티 내 건물들에 효과적으로 공급하고 공유하는 열 네트워크 기술	를 위한 저온 열그리드 시스템 발굴 및 열거래 방식 도출	드 공정 열네트워크 운전 시나리오 구축	시스템 구축 및 제어 관리기술 고도화
사업기간		`19~`22	`18~`21	`17~`21
총연구비		29.6(~`20)	101.2(~`20)	96.6(~`20)
기대효과	신재생에너지 설비에서 생산되는 저온수를 직접 활용할 수 있으며, 건물간 또는 건물과 에너지 스테이션간 열거래를 지원하는 물리적 도구 확보	시민 체감이 가능한 다양한 경제적 BM 및 상대적으로 저렴한 에너지 거래를 통해 스마트시티 에너지 절감 사업의 지속성 및 수익성 기대	신재생열원 보급 확대로 관련 분야 중소기업의 사업 활성화 및 설비 관리보수 등의 일자리 창출	기존 열공급 사업 모델과 차별화되는 IoT 기술 기반 및 양방향 열거래 기반의 신 에너지수요관리 비즈니스모델 수립
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 기존 유사과제는 이용하고 있는 지역난방의 문제점을 분석하고, 4세대 지역난방 적용 타당성과 열거래를 포함한 운전 시나리오 등을 계획하는 이론적 연구 위주로 추진되며, 실증사례는 부분적으로 미미하게 이루어짐 ▷ 본 구성기술에서 열에너지 설비와 관련된 중소기업 사업 활성화 사례를 추진 기술개발 사업에 반영 필요	
As-Is	**To-be**
• 기존의 대규모 중앙공급식 지역난방용 열네트워크는 공급과 수요 사이의 불일치와 고온 열수송에 따른 설치비용 증가 및 위험성, 그리고 열손실 등의 발생이 불가피하며, 열원간 열에너지의 공유 또는 거래가 이루어질 수 없는 구조	• 다양한 신재생에너지원을 통해 생산되는 냉난방용 열원을 효과적으로 이용할 수 있는 분산형 에너지 스테이션과 저온 열수송 배관망 구축을 통해, 열에너지의 효율적 이용과 수급간 격차를 해소할 수 있음 • 기존 열공급 사업모델과 차별화되는 IoT기술 및 양방향 열거래 기반의 신 에너지수요관리 사업모델 수립으로 발전 • 또한 커뮤니티를 구성하는 건물과 건물 또는 건물과 에너지 스테이션 사이의 열에너지 공유 또는 거래가 이루어질 수 있는 운영 시스템 도입이 가능

❍ **(구성기술 3) 에너지 네트워크를 위한 인터페이스 및 설비 리모델링 기술**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(에너지 네트워크 등)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-59 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
건물용/산업용 열에너지 네트워크 적용 단위 시스템 개발	산업통상자원부	`13~`17	123.3
광역에너지 이용 네트워크 구축		`10~`12	10.4
(신재생 및 미활용 기반 독립형) 마이크로 열 네트워크 기술 개발		`18~`21	39.9
열거래를 위한 복합 및 분산형 스마트 허브축열시스템 개발		`19~`23	7.2(~`19)
수직밀폐형 지중열교환기 및 지열원 히트펌프 시스템 성능 향상에 관한 실증연구		`16~`19	20.5

유사과제 비교

【 표 4-60 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	에너지 네트워크를 위한 인터페이스 및 설비 리모델링 기술	건물용/산업용 열에너지 네트워크 적용 단위 시스템 개발	(신재생 및 미활용 기반 독립형) 마이크로 열 네트워크 기술 개발	수직밀폐형 지중열교환기 및 지열원 히트펌프 시스템 성능 향상에 관한 실증연구
주관부처	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	에너지수요관리 핵심기술개발	에너지수요관리 핵심기술개발	신재생에너지 핵심기술개발
전담기관	국토교통과학기술진흥원	한국에너지기술평가원	한국에너지기술평가원	한국에너지기술평가원
사업목적	커뮤니티에서 기존 열원 설비에 저온 열에너지 네트워크를 통합 적용함으로써, 계절별 냉난방 에너지 수요 예측제어 및 운영전략을 통해 에너지 효율을 높이고 커뮤니티의 에너지 피크부하를 절감하기 위한 복사냉난방 통합 설비 리모델링 기술	건물용 냉난방 겸용 120kW급 축열시스템 개발 및 실증, 축열시스템 규모/방식에 따른 냉난방 최적 제어로직 및 히트펌프/열교환기 현장 적용 성능 평가	실증단지 내 중앙공급 방식 열에너지 네트워크를 양방향 거래가 가능하도록 수정, 보완하기 위한 네트워크 재설계, 부하분석, 열량계 기술수준 향상	수직밀폐형 지중열교환기의 성능평가, 사례 조사 및 분석, 성능 예측 시뮬레이션 기술 개발 등
사업기간		`13~`17	`18~`21	`16~`19
총연구비		123.3	39.9	20.5
기대효과	지열 등 신재생에너	가정 및 상업부문 CO2	기존 열배관망이 없는	고효율 저시공비의

과제명	에너지 네트워크를 위한 인터페이스 및 설비 리모델링 기술	건물용/산업용 열에너지 네트워크 적용 단위 시스템 개발	(신재생 및 미활용 기반 독립형) 마이크로 열 네트워크 기술 개발	수직밀폐형 지중열교환기 및 지열원 히트펌프 시스템 성능 향상에 관한 실증연구
	지 통합 공급 인터페이스 적용 기술을 통해 커뮤니티 에너지 피크 부하를 저감하고, 저온수 복사난방 리모델링 기술 보급으로 에너지 효율 향상	배출량 감소, 전력피크 억제를 통한 국가 에너지사용의 효율성 향상, 히트펌프 핵심원천기술 확보를 통한 산업경쟁력 제고 및 고용창출, 관련 산업 활성화 등	독립된 지역의 분산된 신재생 및 미활용 기반 열에너지를 효율적으로 이용하도록 하는 열에너지 네트워크 구축 및 운용기술 습득	지중열교환 기술 개발을 통해 향후 지열베이스의 신재생에너지 융합이나 저장 분야 응용 기반 마련
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
▷ 기존 유사사업들의 경우 냉난방 겸용 고밀도 축열시스템을 이용한 수요관리 모델 수립, 소규모 건물간 열에너지 거래 실증 수행	
As-Is	**To-be**
• 신재생에너지원과 별개로 고온수의 지역난방 열교환 방식 또는 개별 보일러 방식의 열원이 운영됨으로써 에너지 효율적인 저온수 난방 설계 및 운전이 어려운 상황임 • 커뮤니티에서 지열 등 저온수 열원을 이용하기 위한 TABS 예측제어 및 운영기술 수행	• 전력저장 및 열저장을 혼용함으로써, 보다 효과적으로 에너지 수급사이의 불균형과 신재생에너지원의 불안정성 해소 • 커뮤니티에서 저온의 신재생에너지원과 통합적으로 냉난방 운전이 가능한 인터페이스 및 설비 리모델링 기술 보급 • 에너지 스테이션과 건물간 또는 건물과 건물간 복합적인 열에너지 거래 또는 공유 가능

3중점 2핵심 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발

❍ 기술개발 목적

- 커뮤니티 그린리모델링을 위한 에너지 설비 대상 빅데이터 및 AI 활용 에너지 최적 설계·운영 플랫폼을 개발하고 실증을 통해 기술의 효과성을 검증

❍ 기대효과

- 제로에너지 커뮤니티 구축 기술, 에너지 공유 기술 및 에너지 설비 빅데이터 플랫폼의 최적 운영 기술 확보로 관련 산업 육성에 기여
- 그린리모델링 활성화를 통한 건물 도시 부문 탄소배출량 감소 및 기후변화 대응, 전국 쇠퇴지역을 대상으로 연간 100여곳 이상의 도시재생 그린뉴딜시장을 창출하여 커뮤니티 그린리모델링 분야 신산업 활성화

❍ 구성기술 단위 유사과제 분석

- 동 핵심과제는 3개 구성기술에 대한 연구개발을 수행
  - · 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술
  - · 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템

❍ **(구성기술 1) 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(기상기후정보, 공간정보, 에너지, 기상예측, 예측기술 등)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-61 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
다중이용건축물 적용, 날씨정보를 활용한 Trigen./태양광 에너지 공급시스템 개발	산업통상자원부	`16~`20	24.5
단기기상예측 알고리즘과 에너지 시뮬레이션 자동화를 이용한 오피스 빌딩 냉난방 에너지 15% 저감 에너지 플랫폼		`17~`19	13.5
실시간 기상 및 발전이력 정보기반의 풍력발전량 예측시스템 개발		`12~`15	18.8
기상기후정보를 활용한 건물에너지 효율화 및 미래형 건물에너지 관리 솔루션 개발	기상청	`15~`18	4.3
BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합기술 개발	과학기술정보통신부	`13~`16	69.6

유사과제 비교

【 표 4-62 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	기상 및 GIS정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술	다중이용건축물 적용, 날씨정보를 활용한 Trigen./태양광 에너지 공급시스템 개발	단기기상예측 알고리즘과 에너지 시뮬레이션 자동화를 이용한 오피스 빌딩 냉난방 에너지 15% 저감 에너지 플랫폼	BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합기술 개발
주관부처	국토교통부	산업부	산업부	과기부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	에너지수요관리핵심 기술개발	에너지수요관리핵심 기술개발	신시장 창출을 위한 융복합 기반 미래형 인프라기술 확보
전담기관	국토교통과학기술 진흥원	한국에너지기술평가원	한국에너지기술평가원	한국건설기술연구원
사업목적	커뮤니티 단위 에너지의 효율 및 경제성을 극대화할 목적으로, 커뮤니티의 공간정보와 건물별 에너지 빅데이터 및 기상정보를 이용하여 에너지 소비, 생산량을 예측하고 최적의 열전력·신재생에너지 통합 공급 솔루션을 제공	Hybrid PCS+Trigen+EMS 및 날씨 정보를 활용한 수요예측 모형 제작, 실증을 통해 온실가스 감축량 및 에너지 절감량을 객관적으로 검증	단기 기상예측 알고리즘 기반 중앙 냉난방용 EMS 플랫폼 및 24시간 이내의 단기 기상예측 알고리즘 개발을 통해 건물의 에너지 부하를 예측	BIM GIS 상호운용에 기반한 건설공간정보 국가 통합 운영방안 수립, 민간부문 대표 분야 비즈니스 모델 적용, BIM/GIS 기반 FM 소프트웨어 상용화 및 현장적용
사업기간		`16~`20	`17~`19	`13~`16
총연구비		24.5	13.5	69.6
기대효과	건물 기반 도시 에너지 정보 연계 및 커뮤니티 통합 에너지 실시간 예측을 통해 커뮤니티 에너지 네트워크 구성 방안을 제공하고 에너지 공급 솔루션의 단계적 보급 확대	중소형 다중이용건축물에 날씨정보를 활용한 에너지 공급 알고리즘이 장착된 태양광 및 TriGen. 에너지 공급장치를 연계하여 피크전력 회피를 통한 발전소 추가건설 억제 및 열전력 통합 수요관리 시장 창출	중앙 냉난방시스템을 채용한 기축건물을 대상으로 에너지절감 방안 수립 및 활용, 초단기 기상예측 알고리즘에 기반한 에너지 시뮬레이션 기법을 통해 냉난방 에너지절감 관련 기술 역량 향상	건설데이터부터 광역 공간정보까지 정보흐름의 체계와 기준을 통해 국가 건설/공간정보 구축 활용의 기반체제로 활용 가능
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 기존 유사과제의 경우 기상정보 나 BIM/GIS기반으로 에너지부하, 에너지절감량 등을 예측하는 것을 목표로 하나, 신재생에너지 토합 수요관리 시장 창출 및 보급·확산에 직접적인 효과를 낸 추진내역은 미흡	
As-Is	**To-be**
• GIS 정보를 이용한 도시 태양광 잠재량 예측은 이미 수행하고 있으나 에너지 빅데이터와 연계하여 활용하고 있지 않으며, 기존 커뮤니티 데이터에 기반한 경험적 에너지 공급 시스템의 설계와, 수요발생에 대응한 피드백 제어의 한계로 인한 에너지 낭비요인 상존	• GIS 정보-기상데이터-에너지 빅데이터를 연계하여 실시간으로 커뮤니티 에너지 소비 및 생산량을 예측, 에너지 빅데이터 및 시뮬레이션을 활용한 열·전기·신재생 에너지의 통합 설계가 용이해지며, 열·전력 수요예측과 신재생 생산량 예측을 활용하여 에너지 공급 시스템의 운영 효율화 실현 가능

❍ (구성기술 2) 커뮤니티 단위 인터렉티브 에너지 공유 및 최적 운영 스템

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(에너지 공유 등)를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-63 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
스마트 제로에너지시티 사업(3. 양방향 스마트 ZEC 통합네트워크 기술 개발)	산업통상자원부	'18~'21	100.4
도시형 스마트그리드 기반 에너지 공유 공동체 신서비스 실증 및 운영기술 개발		`19~`23	101.9
건물에너지 사용설비를 위한 운영관리 데이터 계측 및 제어시스템 개발/실증		`10~`13	43.0
IoT 기반 지역난방 열수요 통합관리시스템 기술 개발		`15~`18	53.8
소규모 ESS 가상집합과 에너지관리시스템 연계 기술 개발		`16~`18	43.2
제로에너지타운 에너지클라우드 구현을 위한 융합기술 개발		`17~`19	86.5
제로에너지 커뮤니티 실현을 위한 에너지 공유 네트워킹 핵심 기술 개발	과학기술정보통신부	`15~`17	49.4
빌딩/단지의 에너지 통합관리서비스 및 에너지 거래 기술 개발		`14~`17	61.1

유사과제 비교

【 표 4-64 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	커뮤니티 단위 인터렉티브 에너지 공유 및 최적 운영 플랫폼 개발	제로에너지타운 에너지클라우드 구현을 위한 융합기술 개발	빌딩/단지의 에너지 통합관리서비스 및 에너지 거래 기술 개발	스마트ZEC사업 (양방향 스마트 ZEC 통합네트워크 기술 개발)
주관부처	국토교통부	산업통상자원부	과학기술정보통신부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업	에너지수요관리 핵심기술개발	IT·SW 융합산업 원천기술개발	에너지수요관리 핵심기술개발
전담기관	국토교통과학기술진흥원	한국에너지기술평가원	정보통신기술진흥센터	한국에너지기술평가원
사업목적	기축 건축물의 체계적 분류를 바탕으로 에너지 빅데이터 시스템을 구축하고 이를 통해 획득된 에너지원(전기,열,가스등)별 장단주기 에너지 프로파일을 도출하여 이를 기반으로 커뮤니티 단위의 에너지 최적화를 구현하는 운영 엔진과 서	제로에너지타운 에너지클라우드 실증 환경 운영 및 성과 검증	에너지 통합관리/마켓 플랫폼 기술 개발 및 적용을 위한 에너지 거래 운용 지원 플랫폼 개발, 에너지 정보서비스 포털 및 에너지 마켓 플랫폼 상용화, 에너지 통합 관제 응용 서비스 개발 등	스마트 ZEC 통합에너지 운영 플랫폼 구축 및 서비스 기술 개발로, 운영 알고리즘과 제도 및 사업모델 개발을 포함

과제명	커뮤니티 단위 인터렉티브 에너지 공유 및 최적 운영 플랫폼 개발	제로에너지타운 에너지클라우드 구현을 위한 융합기술 개발	빌딩/단지의 에너지 통합관리서비스 및 에너지 거래 기술 개발	스마트ZEC사업 (양방향 스마트 ZEC 통합네트워크 기술 개발)
	비스 플랫폼을 개발			
사업기간		`17~`19	`14~`17	`18~`21
총연구비		86.5	61.1	100.4
기대효과	기축 건축물 빅데이터 기반 통합 에너지 공급/소비 자동 분석 서비스, 빅데이터 기반 건축물 에너지 프로파일 자동 생성 서비스, 커뮤니티 단위 에너지 최적화를 통한 에너지 절감 서비스 등	개별 제로에너지빌딩 구현 시 높은 건축비용의 한계 극복을 위해 다수 빌딩으로 구성된 제로에너지타운을 대상으로 에너지클라우드 구축	ICT 융합 에너지분야 기술경쟁력 확보를 통한 창조경제의 신성장 동력 마련, 플랫폼 및 거래 기술에 대한 국외 선진 기술의 종속성 탈피	지구 또는 지역 단위 실증 데이터를 활용한 통합 에너지 공급/소비 자동분석, 장단주기 에너지 프로파일 자동 갱신 및 생성 기술의 시현
지원대상		산·학·연	산·학·연	산·학·연

구성기술의 차별성

유사과제 특성 및 구성기술 차별성	
▷ 기존 유사사업의 경우 건물의 통합 에너지 빅데이터 프레임워크 개발 방향 제시 등의 사업 추진	
As-Is	**To-be**
• 전력 중심의 에너지 데이터 관리와 건물 독립형의 에너지 관리가 일부 건축물을 대상으로 운영되어 왔으며 통합 에너지(전기,열,가스) 관점의 에너지 데이터 관리와 커뮤니티 단위 연동형 에너지 관리 부재 • 신축 건물 또는 지역 단위를 대상으로 에너지 통합 운영 플랫폼 구축과 실증을 계획	• 통합 에너지 빅데이터 분석 기반의 실용적인 건축물 에너지 프로파일을 생성하고 이를 기반으로 리모델링 커뮤니티 단위 에너지 연동 플랫폼 구축을 통한 에너지 최적화 달성 • 전력 및 열에너지를 아우르는 커뮤니티 단위의 에너지 통합 시스템 실증완료 및 활용

2.2.4. 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델분야 유사과제 분석

4중점 1핵심 **클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발**

❍ 기술개발 목적

- 디지털 정보기반 건축물 전 과정 성능관리를 위한 성능정보 서비스 개발 및 표준화, 전과정 에너지 관리 체계화, 스마트 건물군 에너지 관리 플랫폼 개발, 전 생애 주기 건물유형별 모니터링 기반 커미셔닝 기술 개발, 공유시설 관리를 위한 플랫폼 서비스 개발을 통한 기존 인증제도의 통합인증체계 기반 단일 플랫폼으로써 제공하여 접근성 향상

❍ 기대효과

- 공급자(제조, 공급사) 및 수요자(설계, 시공, 관리, 건축주)간 정보 공유 서비스 제공을 통한 시장 강화 및 성능 관리 측면 편의 제공, 커뮤니티 단위 인증 관련 의사결정자간 통합정보공유 시스템 활용을 통한 에너지 효율 연관 산업 육성
- 커뮤니티 유형별 비즈니스 모델 연계 실증, 녹색건축 활성화를 위한 일반인/전문가 교육 프로그램 개발 및 수요자 맞춤형 가이드라인 구축, 녹색건축 사업의 경제성 확보를 통한 그린리모델링 시장 확대, 민간사업자 및 시민의 서비스 접근성 및 커뮤니티 참여 증대

❍ 구성기술 단위 유사과제 분석

- 동 핵심과제는 4개 구성기술에 대한 연구개발을 수행
  - · 커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-Data 정보 체계 구축
  - · 노후 복합용도의 제로에너지화 커뮤니티 인증시스템 개발
  - · 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜 개발
  - · 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼

❍ **(구성기술 1) 커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-Data 정보 체계 구축**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 성능진단, 에너지성능 통합관리, DB구축 등 키워드를 포함하고 있는 과제) 10개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-65 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
녹색건축물 활성화를 위한 에너지성능 통합관리시스템 개발	국토교통부	'12~'14	7.5
지능형 도시정보관리시스템 개발 연구		'13~'19	224.0
창조적 도시재생 추진을 위한 기반구축 강화		'14~'18	34.9
빅 데이터 기반의 소비자 참여를 위한 데이터베이스를 이용한 소비전력 정보 서비스 기술 개발 및 비즈니스 모델 실증	산업통상자원부	'13~'16	8.8

에너지효율개선율(절감율) 평가기법 개발 및 DB 구축		'12~'15	13.2
(총괄) 스마트시티 에너지 데이터 수집, 처리 기술 개발		'19~'22	35.7
에너지 자립형 학교건물 구현을 위한 패시브·액티브 기술 융복합 모델 및 가이드라인 개발		'18~'21	67.1
기존 건축물 에너지 성능 관리를 위한 에너지 벤치마킹 모델 및 프로그램 개발	과학기술정보통신부	'17~'20	2.9
사용자 맞춤형 건축물 에너지 절약 설계 가이드시스템		'15~'18	1.5
에너지 소비량 30% 절감을 위한 건축물 객체정보 맵핑 자동화 및 에너지성능지표 평가 인터페이스 구축	교육부	'16~'19	1.3

핵심과제 비교

【 표 4-66 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-Data 정보 체계 구축	녹색건축물 활성화를 위한 에너지성능 통합관리시스템 개발	에너지효율개선율(절감율) 평가기법 개발 및 DB 구축
주관부처	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	건설교통촉진연구사업	에너지자원융합핵심기술개발사업
전담기관		한국건설기술연구원	에코시안 한국에너지기술평가원
사업목적	디지털 정보기반 건축물 전과정 성능관리를 위한 에너지 관련 기자재 성능 정보 표준 및 BIM 라이브러리 개발, 축물 에너지 관련 기자재(건축자재, 장비 등) 분류 별 성능 관리 정보 표준 마련, (에너지 기자재 정보 서비스 개발, 에너지 관련 기자재의 정보 표준화 및 생애 호환성 확보를 통한 전 과정 성능 관리를 가능하게 지원, 검증된 기자재 라이브러리 연동을 통한 모델 지원 서비스 제공을 통한 BIM 기반 전 과정 에너지 관리 체계화	총량적 에너지 절약을 위한 에너지절약 설계기준의 개정 및 제로에너지 건축물 설계 기준안 마련, 에너지절약계획서 관리시스템 구축, 건축물 에너지소비총량 예측 프로그램 개발 및 용도별 제한 기준 마련	건축 요소/기술의 사전성능 평가 시스템 개발 후 시스템 성능검증 및 실증, 에너지 절감 효과 DB 구축 및 절감효과 분석시스템, 효율평가 방법론 개발, ESCO에 활용가능한 건축/설비 기술 평가기준 및 평가방법 개발 및 에너지 진단 및 ESCO 사업을 위한 비즈니스 모델 개발
사업기간		'12~'14	'12~'15

과제명	커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-Data 정보 체계 구축	녹색건축물 활성화를 위한 에너지성능 통합관리시스템 개발	에너지효율개선율(절감율) 평가기법 개발 및 DB 구축
총연구비		7.5억원	13.7억원
기대효과	수요자 요구 대응을 위한 에너지 관련 기자재 인증 서비스 확대 및 개발, 자재 제조.공급 업체의 BIM 모델 활용 가속화, 공급자(제조.공급 업체) 및 수요자(설계, 시공, 관리, 건축주) 간 Matching 서비스 제공을 통한 시장 강화 및 성능 관리 측면 편의 제공, 검증된 성능 기반 기자재 대상 확대를 통한 건축물 전 과정 에너지 최적화 달성	에너지절약계획서 및 에너지절약설계기준 개정을 위한 기준안 및 건축물 용도별 총량에너지 평가 프로그램 및 사용자 매뉴얼, 건축인허가 통합 시스템과 연계되는 건축물 에너지성능 통합 관리 시스템, 제로에너지건축물 구현을 위한 에너지절약설계기준 개정 로드맵	ESCO 사업에 대한 정축적된 에너지 데이터와 에너지 소비진단 시스템을 국가 에너지 소비량 DB에 연계하여 각종 정책에 활용 및 예측 솔루션 등을 사용자들이 이해할 수 있는 자료로 제공 가능, 건물 에너지 기술 평가를 통해 국외 에너지 전문가의 컨설팅을 배제한 독자 모델 개발 및 기술 경쟁력 확보 가능, 정량적인 평가기준을 제공함으로써 신뢰성 있는 ESCO 사업의 성과보증으로 인한 ESCO 사업 활성화에 기여
지원대상			

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
▷ 기존 유사사업의 경우 건축물 에너지효율 등 성능 DB구축 위주로 추진하였으며, 건축 인허가 통합 시스템과 연계되는 건축물 에너지성능 통합 관리 시스템 구축에는 아직까지 미흡한 실정	
As-Is	**To-be**
• 구성기술(1)과 관련된 이전 기술들은 에너지성능값 기반의 시뮬레이션 분석 및 적용을 위해 객관적 성능정보, 현황분석에 시간과 비용이 소모됨	• 건축물 에너지 기자재에 대한 설계·시공·유지관리 성능정보 관리 표준 규격을 마련하고, 표준 성능정보가 반영된 BIM 라이브러리를 제공함으로써 건축물 정보모델 구축 및 전생에 관리에 효율적으로 활용할 수 있도록 지원하는 제로 커뮤니티 에너지 빅데이터 정보 체계 구축

❍ (구성기술 2) 노후 복합용도의 제로에너지화 커뮤니티 인증시스템 개발

- 유사과제 68개 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 인증시스템, 표준화, 제도 등 키워드를 포함하고 있는 과제) 9개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-67 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
한국형 패시브하우스 인증모형 개발 및 쾌적지수에 따른 경제성 평가 연구	국토교통부	'11~'13	3.7
제로에너지 건축물 인증 등급 3단계 구현을 위한 인공지능 기반 액티브-패시브 융합 친환경 건축 설계 솔루션 개발		'18~'21	43.5
국내 산업육성 및 수출 지원을 위한 국제표준기반 스마트미터링 시험인증 기반구축	산업통상자원부	'17~'20	42.9
열 가스 전기 부문 백색인증제도(White Certificate) 도입을 위한 제도, 운영방안, 성과검증(M&V) 방법론 및 핵심기술개발		'16~'18	13.2
신재생에너지 인증체계 고도화 및 기술발전에 따른 인증로드맵 수립연구		'15~'17	2.0
신재생에너지설비인증의 효율 등급 체계 기반구축		'14~'16	2.0
건물일체형 태양광발전(BIPV) 모듈 및 시스템에 대한 표준 및 인증기반 고도화		'17~'19	7.9
신재생에너지 인증체계 고도화 및 기술발전에 따른 인증로드맵 수립연구		'15~'17	2.0
BIM기반 지능형 건축물에너지효율등급 인증지원 시스템 개발	중소벤처기업부	'15~'16	0.9

핵심과제 비교

【 표 4-68 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	노후 복합용도의 제로에너지화 커뮤니티 인증시스템	제로에너지 건축물 인증 등급 3단계 구현을 위한 인공지능 기반 액티브-패시브 융합 친환경 건축 설계 솔루션 개발	국내 산업육성 및 수출 지원을 위한 국제표준기반 스마트미터링 시험인증 기반구축	건물일체형 태양광발전(BIPV) 모듈 및 시스템에 대한 표준 및 인증기반 고도화
주관부처	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	국토교통기술사업화 지원사업	전력표준화및인증지원사업	전력표준화및인증지원사업
전담기관		국토교통과학기술진흥원	한국기계전기전자시험연구원	한국에너지공단
사업목적	기존의 산재한 분야별 인증에 관한 정보를 수집하고 통합하여 미국의 LEED와 같은 통합인증체계를 정립하고 표준 정보체계를 보급하여 개방형 데이터 기반의 통합인증 구현	제로에너지 건축물(ZEB) 인증 등급 3단계 구현을 위한 인공지능 기반 액티브-패시브 융합 친환경 건축 설계 솔루션 개발, 모듈러주택 실증단지에 대한 패시브/액티브 디자인 개선	차세대 스마트미터링 산업육성 및 중소기업의 개발생산성 역량제고를 위한 국제표준기반 스마트미터링 시험인증기반구축, 디지털 계량인프라 구축 및 디지털 마켓 상거래 확립을 위한 통합	BIPV 모듈 및 시스템 시장 확대 등에 맞추어 성능 및 안전을 충분히 확보할 수 있도록 표준 및 인증기반 고도화, 사례분석을 통한 유형화 및 국제 표준화, 산학연 자문을 통한 BIPV 성

과제명	노후 복합용도의 제로에너지화 커뮤니티 인증시스템	제로에너지 건축물 인증 등급 3단계 구현을 위한 인공지능 기반 액티브-패시브 융합 친환경 건축 설계 솔루션 개발	국내 산업육성 및 수출 지원을 위한 국제표준기반 스마트미터링 시험인증 기반구축	건물일체형 태양광발전(BIPV) 모듈 및 시스템에 대한 표준 및 인증기반 고도화
	개방형 데이터 포맷 기반의 그린 커뮤니티 통합인증을 위한 표준 정보체계 및 플랫폼을 구축하여 기술혁신/건축물/지역(지구)단위 친환경 인증체계를 도입, 그에 따른 관리 시스템, 인증 자동화 기술 등을 제공함으로써 통합인증체계의 도입	방안 도출, 리빙랩 방식을 적용한 결과물에 대한 설계 성능 평가 및 검증	스마트미터링 시험인증체계 구축, 국제 수준의 표준시험인증지원을 통한 중소기업의 전주기 시험인증 지원 및 수출경쟁력 제고, 국내 스마트미터링 산업활성화를 위한 정책/제도/표준 연구 및 소비자 홍보 방안 마련	시험법 검증, BIPV 성능 관련 국가지원체계 및 인증시스템 운영방안 제안, BIPV 인증 고도화를 위한 KS표준안에 따른 BIPV 국가인증시스템 개발
사업기간		'18~'21	'17~'20	'15~'16
총연구비		43.5억원	42.9억원	0.9억원
기대효과	기존 개방형BIM 기반의 설계지원(인허가, 유지관리) 기술의 범위를 통합인증으로 적용 범위를 확장 시킴으로써 BIM과 같은 디지털 데이터 기반 설계 자동화 기술력 수준을 높여 국내 설계 환경의 기술력 제도적 선진화, 통합인증체계 기반의 차세대 그린 커뮤니티 인증 행정시스템의 도입을 통해 기존의 녹색건축인증, LEED-ND 등 인증제도를 단일 플랫폼으로 제공하여 접근성을 높임	인공지능을 기반한 BIM기반 기술을 활용하여 철저한 건축물 에너지 계산과 함께 공사비 낭비요소를 제거하고, 도시의 거주환경 관련 설계에서 검토와 기획의 비용 구조를 최소화	스마트미터링분야 국제표준 도입을 통한 관련 산업 육성 및 중소기업의 기술경쟁력 강화에 기여, 이원화된 시험평가체계의 일원화, 국제공인시험서비스를 통한 개발기간, 비용절감 및 수출지원, 디지털 데이터의 생성, 수집, 전달, 활용을 위한 전체계에 대한 공인시험평가체계 구축	BIPV 모듈 및 시스템 표준화를 통한 신뢰성 향상 및 보급 안전화 기여, 국제표준화 기여를 통한 국제상호인증체계 확립 및 국내제품 수출 확대
지원대상				

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
• 구성기술(2)과 관련된 이전 기술들은 개발된 표준화 정보, 제도가 정부·기업·기관에서 누구나 활용 가능하도록 운영관리체계 수립 및 가이드라인 개발·제공 목적 위주	
As-Is	**To-be**
• 기반 구축을 위한 현행제도 분석이 미흡하여 성능정보 체계와 서비스 및 플랫폼까지 사업모델화 등 시험사업, 실증까지 연계한 성공적인 사례가 부족	• 그린리모델링 기반 노후 커뮤니티의 제로에너지화를 위한 혁신시스템연계 통합 설계 인증 시스템 및 운영체계(평가/운영 기준) 개발

❍ **(구성기술 3) 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜**

- 유사과제 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 에너지관리시스템, IoT기반 서비스 등 키워드를 포함하고 있는 과제) 9개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-69 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발	국토교통부	'14~'19	89.5
IoT 기반 캠퍼스 마이크로그리드 구축 및 실증	산업통상자원부	'15~'19	183.1
스마트 홈 기반 수요반응 시스템 개발 및 비즈 모델 실증		'16~'19	62.0
AMI인프라를 활용한 국민 VPP 에너지관리시스템 개발		'17~'20	38.8
신재생 변동성 대응을 위한 보조 서비스용 Open ADR 표준 기반 수요반응(FastDR) 시스템 개발 및 실증		'18~'21	59.6
중·대형빌딩의 선진 BAS/BEMS와 연동 가능한 Open ADR 표준기반 ADR시스템 개발 및 실증		'18~'21	67.6
건물에너지 시뮬레이션과 스마트 미터링 기술을 활용한 중소형(연면적 3,000m2 이하) 건물에너지 통합진단기술 개발 및 실증		'15~'18	18.2
통합 인지 IoT G/W를 통한 빅데이터 기반 에너지 절감 컨설팅 솔루션 개발		'17~'20	64.8
공공 건물 제로에너지 구축을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 딥러닝 에너지 진단 기술 개발		`17~`19	6.5

핵심과제 비교

【 표 4-70 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜	저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발	통합 인지 IoT G/W를 통한 빅데이터 기반 에너지 절감 컨설팅 솔루션 개발	공공 건물 제로에너지 구축을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 딥러닝 에너지 진단 기술 개발
주관부처	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	도시건축연구사업	에너지수요관리핵심기술개발사업	에너지수요관리 핵심기술개발
전담기관		한국건설기술연구원	한국산업기술평가관리원	한국에너지기술평가원
사업목적	스마트 건물군 에너지 관리 플랫폼 개발, 전생애 주기 건물 유형별 Monitoring-Based 커미셔닝 기술 개발,	국가차원의 저에너지 건축물 핵심 포털과 DB 구축을 핵심으로 정부제도, 정책과 연계된 신뢰성 있는 콘텐츠 제공은 물론 공	IoT 임베디드 프로토콜, 설계 및 S/W 방법론 확립, 웹서버 구축, 머신러닝 기반 에너지(전력)소비 패턴 모델 설계를 통한	공공건물 제로에너지 통합 설계 및 관제 시스템 기술 개발, 딥러닝 초과밀 데이터 분석엔진, 대규모 이종 데이터 수집/저

과제명	노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜	저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발	통합 인지 IoT G/W를 통한 빅데이터 기반 에너지 절감 컨설팅 솔루션 개발	공공 건물 제로에너지 구축을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 딥러닝 에너지 진단 기술 개발
	가상의 모델과 실제 운영 데이터 분석을 통한 고장진단 예측 기술개발, VPP, DR, 공유서비스, 헬스케어 등 공유시설 관리를 위한 플랫폼 서비스 개발	공형 빅 데이터 중심(그린투게더)의 서비스 기능을 포함하는 공적 시스템으로의 발전 목표	최적 수요 패턴 추출 및 활용 목표	장/관리 체계 구축을 위한 에너지 환경 빅데이터 플랫폼, 공공건물 제로에너지 빅데이터 수집 인프라 구축 및 MNV용 IoT 센서 기술 개발
사업기간		'14~'19	'17~'20	`17~`19
총연구비		89.5억원	64.8억원	6.5억원
기대효과	-	국가 건축물 통합지원시스템 서비스, 국가 건물에너지 성능평가 표준 모델 구축, 기술적 지원을 통한 통합지원시스템과 그린투게더의 통합운영 체계 구축, BIM, EnergyPlus 등과의 연동으로 활용성 증대 및 일반인에 동적 해석 분석 파일을 제공하는 서비스 개시	사물인터넷 적용이 유망한 에너지 분야 내 시장 확대가 전망됨에 따라 경제적 가치 증가 기대(사물인터넷을 통해 산업별 주요 비용항목의 1%를 절감 하였을 경우 경제적 가치는 0.2~0.5조 달러에 달할 것으로 전망, GE, 2012), 에너지(전력) 소비 계측 시스템을 IoT플랫폼에 접목시켜 소형, 지능화, 경량화 및 원가절감을 이루어 에너지 모니터링 시장 수요를 충족할 것으로 예상	공공건물에 대한 제로에너지건물 구축을 위한 표준모델 개발을 통하여 공공건물의 저비용 제로에너지건물 조기 달성
지원대상				

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
▷ 유사과제들의 경우 사업목적과 기대효과의 측면에서 데이터를 기반한 건축물 및 커뮤니티 단위의 에너지 성능정보 수집, 예측, 분석 등을 수행하는 프로그램 개발을 목표	
As-Is	**To-be**
• 프로그램을 위한 소프트웨어 툴(네트워크 프로토콜 등) 및 유무선 하드웨어(센서모듈, IoT 기반 등) 개발을 포함하고 있음	• 제로에너지 커뮤니티 에너지성능관리 통합설계 이행을 위한 그린리모델링 및 노후커뮤니티 대상 시공·운영 효율화를 위한 성능관리 프로토콜 개발

❍ **(구성기술 4) 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼(한국형 민간 CDM 모델 개발 등)**

- 유사과제 106개 중 본 과제와 직접적으로 관련이 있는 과제(과제명에 창호시스템 키워드를 포함하고 있는 과제) 16개를 선별하여 아래표와 같이 비교

【 표 4-71 】 구성기술 유사과제 리스트

관련 유사과제명	지원부처	수행기간(년)	총연구비(억원)
창조적 도시재생 추진을 위한 기반구축 강화	국토교통부	'14~'18	34.9
탄소저감 도시전략, 녹색지수 및 비즈니스 모델 개발		'11~'14	15.6
ICT 기술융합을 기반으로 한 국민발전소 비즈니스 플랫폼 개발	산업통상자원부	'13~'16	112.0
건물 에너지 효율 향상을 위한 통합평가진단시스템 기술개발 및 실증		'14~'17	66.0
정보통신기술기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발		`15~`19	15.8
공동주택용 자원 통합 수요반응 시스템 기술 개발 및 비즈 모델 실증		'13~'16	80.0
소규모 전기소비자의 수요반응 활성화를 위한 국민DR BM개발 및 실증		'16~'18	80.2
에너지신사업 활성화를 위한 다양한 어플리케이션을 담은 개방형 응용 플랫폼 기반 AMI시스템 기술개발		'17~'20	78.7
분산전원관리시스템(DERMS) 표준 개발		'19~'22	9.0
(1세부) 디지털트윈 기반 스마트시티 에너지 플랫폼 구축 및 국가시범도시 실증		'19~'22	28.9

핵심과제 비교

【 표 4-72 】 구성기술 유사과제 부분 비교표

과제명	제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼(한국형 민간 CDM 모델 개발 등)	창조적 도시재생 추진을 위한 기반구축 강화	건물 에너지 효율 향상을 위한 통합평가진단시스템 기술개발 및 실증	정보통신기술기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발
주관부처	국토교통부	국토교통부	산업통상자원부	산업통상자원부
사업명	제로에너지 커뮤니티 기술개발사업	도시건축연구사업	에너지수요관리핵심기술개발사업	에너지효율향상기술개발
전담기관		한국토지주택공사	한국산업기술평가관리원	한국에너지기술평가원
사업목적	정책 운영자 및 공공/민간 사업자의 커뮤니티 산업 추진 촉진을 위한 커뮤니티 단위 녹색건축 인증 일	도시생애주기 전반에 걸쳐 다양한 에너지, 환경적 요인을 진단, 계획, 모니터링, 평가를 지원하는 기반 구	건물 에너지 정보 서비스 시스템 개발 및 사이트 에너지 미터링 기술개발을 통해 ICT기반 단기/저비용	리트로핏용 BAS 기술 개발, 기존 건물을 위한 통합형 BAS 게이트웨이 기술 개발, 기존 BAS와 추

과제명	제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼(한국형 민간 CDM 모델 개발 등)	창조적 도시재생 추진을 위한 기반구축 강화	건물 에너지 효율 향상을 위한 통합평가진단시스템 기술개발 및 실증	정보통신기술기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발
	원화 및 통합정보(인증, 제도, 정책, 기술요소 등)의 All-In-One 공유 플랫폼 개발을 통한 커뮤니티 단위의 녹색건축 활성화 방안 및 비즈니스 모델 개발	축을 목표함. 최종년도인 5차년도에는 지자체별 도시재생지원 시스템 서비스 모델 개발을 통해 한국형 도시재생 유형화를 통한 맞춤형 전략을 제시	/스마트 에너지 통합 진단 기법 개발과 개선 대책을 제시하는 One Stop 통합 솔루션 제공	가 투입 장비의 통합을 지원하는 네트워크 프로파일 기술 개발, 에너지 설비의 효율개선을 위한 실시간 커미셔닝 기술 개발, 건물에너지 소비정보 분석 알고리즘 및 통계분석 기술 개발, 건물에너지 성능개선기술(Retrofit) 평가 M&V 기술 개발, ESCO 사업자를 위한 건물에너지관리 인프라 구축 자동화 기술 개발, 등
사업기간		'14~'18	'14~'17	`15~`19
총연구비		34.9억원	66.0억원	15.8억원
기대효과	커뮤니티 유형별 비즈니스 모델 연계 실증, 녹색건축 활성화를 위한 일반인/전문가 교육 프로그램 개발 및 수요자 맞춤형 가이드라인 구축, 커뮤니티 단위 인증 관련 의사결정자간 통합정보공유시스템 활용을 통한 에너지 효율 연관 산업 육성, 녹색건축 사업의 경제성 확보를 통한 그린리모델링 시장 확대, 민간사업자 및 시민의 서비스 접근성 및 커뮤니티 참여 증대	지자체 지원 기초/모니터링/평가 DB시스템 구축부터 명확환 현황 진단 및 예측가능한 성과목표 도출과 수요기반 지표 Pool확대 가능, 사업유형, 지역여건 등 맞춤형 컨텐츠 발굴, 도시재생 계획 및 시행에서 능동적 참여를 활성화하는 수요자 맞춤형 서비스를 제공 및 알고리즘 구축, 지자체별 재생계획 수립 및 추진 지원 부처별 유관사업 발굴 및 연계시스템을 구축하고 중장기 재생전략 수립의 기초자료 확보	건물 에너지 생산소비에 관한 정보 모델 표준화 기술 개발로 인하여 스마트그리드 및 마이크로그리드 연계를 통한 에너지 효율 극대화, 신규 BM 확대 제시 기대, 국내 관리시스템의 전체 통합 시스템을 구성함으로써 관련 시장 확대 및 경쟁력 제고, 중소기업 중심 Business Model형 R&D로 중소기업 육성과 고용 신시장 창출 등 기대	건물의 에너지 효율 개선을 위한 기존의 스마트 빌딩 기술 및 빌딩 에너지 관리 시스템 기술과의 연동을 통해 관련 기술개발의 활성화와 효과적인 보급에 기여, 에너지 절약형 건축물 설계, 기축 건물의 리모델링, 중소형 주택 에너지 관리(HEMS), 지능형 전력망, 실시간 건물 환경모니터링 센서 제조 등에 연계활용 및 확산
지원대상				

구성기술의 차별성

구성기술의 차별성	
▷ 유사과제들의 경우 사업목적과 기대효과의 측면에서 국내 건물/커뮤니티 에너지 관련 통합운영 관리시스템을 개발하여 통합 솔루션 제공을 목표하며 데이터 연동이 가능하도록 기존 또는 새로 정의할 수 있는 프로토콜, 인터페이스가 사전 정립되어야 하는 과제 위주 ▷ 구성기술(4)과 관련된 이전 기술들은 건물에너지 정보 서비스 시스템을 시범 구축하는 데 필요한 다양한 모듈/서버 등 기술의 연구개발이 한 과제 내 산발적으로 구성되어 있음	
As-Is	**To-be**
• 현재 국내 건물 에너지 관리 시스템은 구성기기 등 하드웨어만 국내에서 공급하는 수준으로 외국 시스템을 그대로 도입하는 실정 • 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼의 경우 커미셔닝, 솔루션을 포함하여 기존 또는 새로 개발한 평가SW, 진단 시뮬레이션 등 모니터링 및 분석 프로그램을 연계·제공이 가능한 서비스 플랫폼 구축 개발이 목적으로 통합화된 플랫폼 구축을 강조	• 본 과제는 기존의 분산화된 건물/커뮤니티 에너지 관련 데이터를 통합화된 플랫폼에서 다양한 이해관계자에 서비스를 지원 및 제공하는 '통합화' 및 실제 운용하는 데 의의가 있으며 단계적 기술개발 및 실증이 중요한 요소라고 보여짐 • 그린리모델링 기반 제로커뮤니티 구축 활성화를 위한 대국민(민간/공공/사업자) 정보공유/의사결정/최적운영 및 서비스 제공 플랫폼 구축



V

사업 추진계획

Ⅴ 사업 추진계획

1. 사업 추진전략 및 추진체계

1.1. 사업 추진전략 도출

1.1.1. 사업 추진전략 도출 방법

❑ **건축·도시 에너지 분야 대내외 환경 및 국내외 R&D 역량, 국토교통과학기술 연구개발정책의 방향성 등을 종합적으로 고려하여 신규사업의 추진전략 도출**



【 그림 5-1 】 사업 추진전략 도출 프로세스

❍ (대내외 환경 분석) 건물·커뮤니티 에너지 최적화 및 온실가스 감축 관련 사회, 환경 변화 전망을 위해 국내외 메가트렌드 및 정책, 시장, 기술, 사회적 환경 분석

- 미래전망 및 유망 혁신기술 보고서에서 언급된 메가트렌드를 사회(Social), 기술(Technological), 경제(Economic), 환경(Environmental), 정책(Political)관점으로 분류하고 이슈 및 전망 도출
- 정책, 시장, 기술적 환경 분석을 통해 국내 건물·커뮤니티 에너지 최적화 정책, 기술, 시장의 역량과 주요 선진국 대비 강점, 약점, 벤치마킹 요소 등을 도출
- 사회적 환경 분석을 통해 국내 건축물 재고량, 그린리모델링 추진 현황 및 시장의 인식, 제도상의 문제점 및 개선방안, 그린리모델링을 통한 온실가스 절감 잠재량 등에 대해 분석

❍ (국내외 R&D 역량 분석) 제로에너지 커뮤니티 관련 국내 산업 역량과 강점, 약점 분석

- 국내외 연구개발 투자 동향 및 국내 산·학·연 R&D 인프라 분석을 통해 건축·도시 에너지 분야 국내 기술수준 및 신규 기술개발 사업 추진의 적절성 분석
- 신규사업 지원 대상 분야의 특허, 논문, 기술수준을 분석하여 관련분야의 국내 기술수준 파악

❍ 제로에너지 커뮤니티분야 R&D 투자동향과 기술수준, 건설·에너지·연구개발 관련 국가 정책방향과 주요 실천수단 등을 분석하여 사업 방향성 설정의 기초자료로 활용

- 국정과제, 기후변화기본계획, 녹색건축물기본계획 등 정책동향 분석 자료와 관련분야 R&D 투자동향 분석을 통해 국가정책 이행을 위한 필요 기술 개발 추진
- 특히 그린뉴딜사업, 그린리모델링 사업, 민간대상 그린리모델링 이자지원 사업 등 현재 추진 중인 정책사업을 분석하여 해당 정책사업의 활성화를 위한 기술적 지원방안 모색

1.1.2. 사업 추진전략 도출을 위한 종합분석

① PEST 분석

❑ 글로벌 메가트렌드 분석 결과를 바탕으로 건축·도시 에너지 분야의 대내외 환경 요인 도출

❍ Ⅱ장에서 조사한 글로벌 메가트렌드 및 국내 미래예측보고서 등을 바탕으로, 건축·도시 에너지 분야의 대내외 환경 요인을 PEST 도구를 활용하여 분석

【 표 5-1 】 건축·도시 에너지 관련 PEST 분석

건축·도시 에너지 관련 PEST 분석	
정책 P	• 국내 건물부문 온실가스 감축 목표 상향
	• 탄소중립선언/그린뉴딜 사업 확대
	• 민간·기축건물 대상 그린 리모델링 촉진 정책 미흡
	• 리모델링 촉진을 위한 법·제도 미비
	• 녹색건축물 확대를 위한 법·제도는 강화
경제 E	• 세계 경제의 전환기적 흐름 도래(New Normal)
	• Covid-19로 인한 생산·소비·투자 둔화 전망
	• 건설산업 침체 장기화 전망
	• 건설산업의 생애주기별 고부가가치화 전략 수립 필요
	• 국내 리모델링 시장 비활성화
사회 S	• 노후 건물 증가 및 도시 쇠퇴 가속화
	• 국민 삶의 질 개선 요구 증대
	• 노후 주택 거주자의 리모델링 투자 여력 부족
	• 이상기후에 따른 인적·물적 피해 가시화(국내 경제 손실 최소 11조원 예상)
	• 건설 인력 노령화 및 비숙련 해외인력 증가
기술 T	• 4차 산업혁명 기술 연계를 위한 기초데이터 중요성 증대
	• 신재생에너지 및 에너지전환 기술 혁신 가속화
	• 설계·진단, 운영 등 스마트 건설기술 수준 미흡
	• 커뮤니티 단위 에너지 최적화 기술 미흡
	• 에너지 기술개발 성과 검증 및 실증 기회 부족

② SWOT 분석

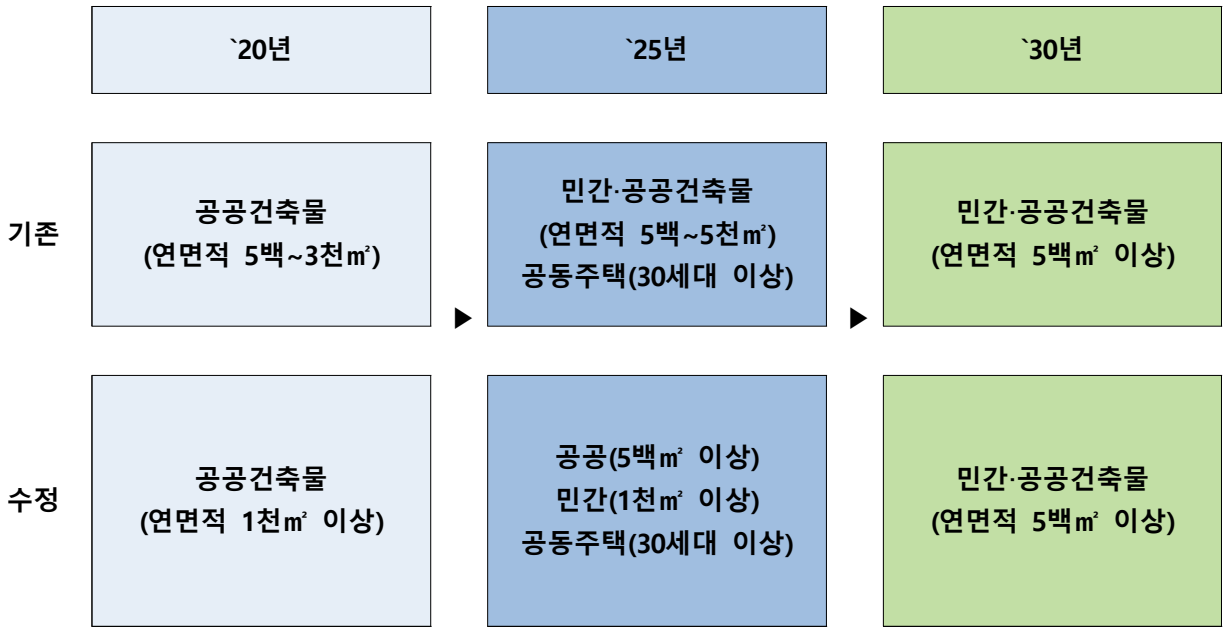
❑ 정책, 시장, 기술 및 사회적 환경분석 결과를 바탕으로 동 사업 추진을 위한 내부 역량(강점, 약점) 및 외부 환경(기회, 위협) 분석

❑ 강점(Strength)

- 신축 건물 대상 제로에너지빌딩 의무화 제도 시행
- 세계 수준의 ICT 기술 및 산업 인프라 보유
- 재생에너지 전력 생산·저장·공유 기술 축적
- 높은 제로에너지건축물(ZEB) 기술 수준
- 전문연구인력과 연구기관 등 국내 R&D 수행 인프라 역량 충분

❍ 신축 건물 대상 제로에너지빌딩 의무화 제도 시행

- `25년부터는 공공 건축물은 5백㎡, 민간건축물은 1천㎡ 이상으로 의무화가 확대 시행되며, 가장 비중이 높은 공동주택의 경우 30세대 이상은 모두 의무화
  - · `30년에는 기존과 같이 5백㎡ 이상 모든 건축물 대상 의무화 전면 시행



【 그림 5-2 】 제로에너지건축 의무화 세부로드맵 수정(안)

- 공공건축물의 경우 의무화 로드맵에 따라 `20년부터 본격 확산을 추진하고, 5백㎡~1천㎡ 규모 공공건축물은 `25년 전까지 컨설팅 등 기술지원을 병행
- 민간건축물의 경우 자발적 제로에너지건축 도입을 유도하기 위해 기존 인센티브를 적극 적용할 수 있도록 홍보를 강화하고, 건폐율 등 인센티브를 추가 발굴
  - · 현재 건축기준 최대 15% 완화, 취득세 15% 감면, 기반시설 기부채납 의무 최대 15% 경감, 신재생에너지 설치 보조금 가점 부여, 공공임대·분양 대출한도 확대 등의 인센티브 제공 중

❍ 세계 수준의 ICT 기술 및 산업 인프라 보유

- 빠른 속도의 기간망, ICT 융복합 도시 구축 및 관리 기술 등 동 사업에 응용될 수 있는 관련 기술역량 및 인프라 우수
  - 건축데이터 민간개방 시스템 등 수집된 데이터를 배포할 수 있는 DB가 구축되어 있으며, 향후 기술개발을 통한 실증데이터 생산 시 생활편익 향상, 정보서비스 활성화 가능성 높음
  - 건축물의 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 정보를 제공하는 건물단위 에너지 통합관리 시스템 또한 기 구축·운영 중으로, 기축건물 대상 에너지 진단 기술 개발을 통해 취약분야에 대한 DB 보완 가능

❍ 재생에너지 전력 생산·저장·공유 기술 축적

- 정부 주도의 '2030 에너지 신산업 확산전략' 추진에 따라 도서지역, 산업단지, 캠퍼스 등을 대상으로 마이크로그리드 사업 대폭 확대
  - (울릉도) 한국형 에너지자립섬 시범모델 사업으로 세계 최초 인구 만명 이상 거주하는 대규모 도서지역에 마이크로그리드 시스템 적용
  - (나주시 농공산단) 국내 최초 산업단지 대상 마이크로그리드 구축사업, 기술개발 완료 후 개발도상국 수출모델 기대
  - (서울대 캠퍼스) IoT 기반의 Cell 플랫폼과 캠퍼스 건물 용도별 모델을 결합한 맞춤형 마이크로그리드 솔루션 제공

❍ 높은 제로에너지건축물(ZEB) 기술 수준

- 건물 단위 일부 요소기술의 기술수준이 선진국 대비 80% 내외까지 향상되었으며, 실제 단독 건물 대상의 시공수준 또한 높은 편
  - 다만, 선진국 대비 높은 자재·부재 가격과 설계·진단 등 고부가가치 기술 분야의 기술수준이 미흡하다는 점은 단점으로 지적됨

❍ 전문연구인력과 연구기관 등 국내 R&D 수행 인프라 역량 충분

- 우리나라의 총 연구개발비는 2018년 기준 85조 7,827억원(77,896백만달러)으로 세계 5위 수준
  - 전체 연구개발비 중 제조업의 비중이 약 71%로 월등히 높으며, 서비스업 6.6%, 건설업 및 이 외 산업분야의 연구개발비 비중은 1.0% 이하로 나타남
  - 정부 공공재원이 21.4%, 민간 재원이 76.6%, 해외 재원이 1.9% 등으로 민간 비중이 높은 구조를 유지
- 연구개발을 통해 산업경쟁력을 확보하고자 하는 민간의 의지가 높아 건설산업 기술과 타 산업 기술 간 융합 및 신산업 창출에 유리한 여건 조성
  - 국내 GDP 대비 연구개발 비중은 `18년 기준 4.81%로 OECD 34개국 중 1위이며, 주요 선진국들의 연구개발비 비중이 3% 미만인 것와 비교해 볼 때 매우 높은 수준
  - 민간 연구개발의 대기업 편중현상 등은 단점으로 지적

❑ 약점(Weakness)

- 기축 건축물 및 커뮤니티 대상 온실가스 감축 방안 미비
- 노후 건축물 및 커뮤니티의 그린리모델링을 위한 정보관리 미흡
- 편익 대비 높은 그린리모델링 비용
- 커뮤니티 단위 복합 재생에너지 공유 및 최적화 기술 수준 미흡
- 그린리모델링 정보 접근성 및 인허가 편의성 낮음

❍ 기축 건축물 및 커뮤니티 대상 온실가스 감축 방안 미비

- 건물 부문 온실가스 감축 목표량은 산업 다음으로 두 번째로 큰 비중을 차지하고 있으나, 세부계획 비공개로 어떠한 세부전략을 통해 이를 달성할지에 대해 의문
  - 특히 신축건물에 비해 에너지 효율이 낮고, 감축수단이 제한적인 노후/기축건물 분야의 감축 목표량이 가장 커, 노후건축물에 대한 효과적 에너지 소비 감축수단 마련 필요

【 표 5-2 】 건물부문 온실가스 감축 수단

건물부문 감축 수단			감축목표 (백만 톤)	비율	비고
신축	신축건축물 허가기준 강화		5.5	15.3%	-
기축	**기존건축물 에너지 성능향상**	**기존 건축물 성능 개선 유도**	**9.6**	**26.7%**	**핵심분야**
		설비 효율 개선 및 신재생 보급	**15.2**	**42.2%**	
신축/기축	**건물에너지 정보인프라 구축 및 BEMS 기술확대**	**BEMS기술개발 등 보급 확산**	**1.2**	**3.3%**	**보조분야**
		에너지 소비량 정보제공 등 행태개선 유도	**4.6**	**12.8%**	
합계			36.1	100.0%	-

* 출처: 2030년 국가온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정(2018.7), 관계부처 합동

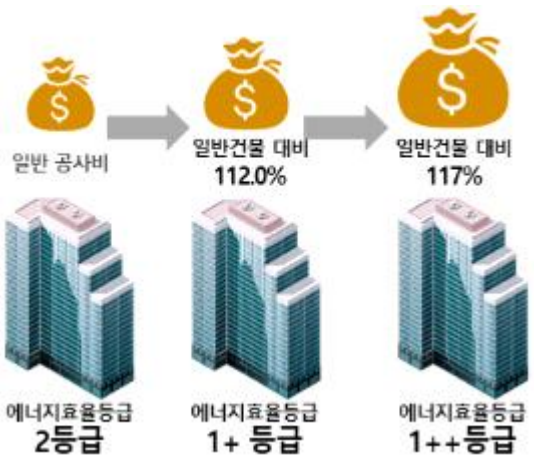
❍ 노후 건축물 및 커뮤니티의 그린리모델링을 위한 정보관리 미흡

- 건물 온실가스 감축은 범부처 정책과 연관되어 있으나, 정보 공유체계 부재로 이행에 어려움
  - 그린투게더 등을 통해 건물에너지 통합관리 시스템을 운영 중이나, 에너지 사용에 영향을 미치는 다양한 정보들이 산재되어 있으며 이를 활용한 실효적 진단기법 부재
- 건축행정정보시스템 구축으로 주요 정보의 전산화가 추진된 바 있으나, 설계도가 부재한 노후 건물은 핵심 정보 취득 불가
  - 건축대장전산화, 도면전산화, 건축행정정보시스템 구축 등 건축물 정보 관리를 위한 국가적 온라인 인프라는 구축되었으나, 소실, 폐기 등으로 자료가 없는 건축물의 도면 확보 어려움
  - `18년 기준 전국 719만동의 건축물 중 약 72% 건축물이 기본 정보인 도면조차 부재, 노후건축물 에너지 관리를 위한 정보 수집 기술 및 관리체계 마련 절실

❍ 편익 대비 높은 그린리모델링 비용

- 우리나라는 에너지 비용이 외국에 비해 낮아, 건물에너지 효율 제고 기술의 투자회수에 장기간이 소요되는 경향

  · 경제성이 없어 시장 활성화가 어려운 실정으로, 정부 주도의 기술개발 및 실증 사업으로 초기 시장 형성에 필요한 수요를 발굴, 대량 생산 및 저비용·고효율화 지원 필요



※ 출처 : 명지대학교(2016), 한국에너지공단(2020)

요소기술	투자회수기간
외피단열	약 133년
창호공사	약 39년
LED 조명	약 8년
고효율 설비	약 50년
태양광 발전	약 17년
태양열 급탕	약 36년

※ 출처 : 에너지경제연구원(2017)

【 그림 5-3 】 (좌)제로에너지 건축기술 도입 비용 비교, (우)요소기술별 투자회수기간

❍ 커뮤니티 단위 복합 재생에너지 공유 및 최적화 기술 수준 미흡

- 20여 년 동안의 단위 기술 개발 성과에 비해 해당 기술을 실제 건물 및 산업부문에 이용할 때의 효과와 문제점을 파악할 수 있는 실증연구는 상대적으로 미흡한 실정

  · 대표적으로 신재생에너지 설비의 효율 및 성능 향상은 꾸준히 이루어지고 있으나, 생산되는 에너지의 불규칙성에 따른 이용의 불안정성에 대한 연구는 미진

  · 태양광발전을 제외하고는 건물에서의 신재생에너지 이용에 따른 많은 문제점이 보고되고 있으며, 대부분 기술적 결함보다는 이용 부문에서의 기술 및 관리 체계 미흡에 기인

❍ 그린리모델링 정보 접근성 및 인허가 편의성 낮음

- 추가 세대 확보가 가능한 수직증축의 사업성이 더 높음에도 불구하고, 행정절차 및 안전성검토 과정이 복잡하여 사업 추진 사례 없음

  · 수평증축 사업 추진 시 제외되는 2차례의 안전성검토와 추가 안전진단으로 인해 `14년 이후 수직증축 리모델링 사업 승인 사례는 송파 성지아파트 1건 뿐

  · 수직증축 리모델링 사업은 행정절차의 복잡성으로 인해 수평증축에 비해 사업기간이 약 1년 6개월 가량 더 소요

  · 특히, 수직증축 리모델링에 대한 안전성 문제 제기로 정부가 2차 안전진단 기준을 더욱 강화하면서 사업 추진에 어려움이 큼

❑ 기회요인(Opportunity)

- 탄소중립 선언을 통해 정부의 온실가스 감축 의지 표명
- 한국형 뉴딜사업으로 그린뉴딜사업 계획 발표
- 신축 커뮤니티에 대한 제로에너지화 시범사업 추진 중
- 전세계적인 온실가스 감축 노력으로 그린 신산업 지속 성장중
- AICBM기술의 발전으로 기존 기술의 고도화 가능

❍ 탄소중립 선언을 통해 정부의 온실가스 감축 의지 표명

- 정부는 탄소중립을 기후위기 공동 대응을 위해 전 세계가 함께 나아가야 할 방향으로 규정하고, 국제사회의 책임있는 일원으로서 세계적 흐름에 동참하기 위한 정책 추진을 선언
  - 한국판뉴딜계획의 그린뉴딜 세부과제 연계를 통해 신시장 창출 추진 중
  - 노후건축물 그린리모델링, 그린 스마트 스쿨, 스마트 그린도시 등 그린리모델링 관련 세부과제 다수 포함
- 탄소중립을 기술 혁신과 산업구조 혁신의 계기로 삼아, 신 성장동력과 새로운 일자리 창출의 기회로 삼고자 함
  - 건설투자 축소 및 사회구조 변화로 건축산업 침체 장기화가 전망되는 상황에서, 건물 노후화에 대응하기 위한 그린리모델링 및 건축물 유지관리 신 비즈니스 모델은 성장 잠재력이 충분한 것으로 판단됨

❍ 한국형 뉴딜사업으로 그린뉴딜사업 계획 발표

- 친환경·저탄소 등 그린경제로의 전환 가속화로 탄소중립을 지향하고 경제기반 전환
  - 에너지 절약과 환경 개선, 신재생에너지 확산 등의 기반이 되는 그린 에너지 댐 등 친환경 에너지 인프라 구축
  - 모빌리티·에너지·기술 등 친환경 산업의 경쟁력을 전방위적으로 강화하여 글로벌 시장을 선점·주도
- 온실가스 감축 목표 및 재생에너지 3020 이행계획의 차질 없는 이행을 위해 경제·사회의 과감한 녹색전환 및 녹색산업 기반 마련 추진
  - (인프라) 생활환경 녹색 전환으로 기후·환경 위기 대응을 위한 안전망 공고화
  - (에너지) 저탄소·분산형 에너지를 확산하고 전환과정에서 소외된 계층 및 지역 보호
  - (녹색산업) 혁신적 녹색산업 기반 마련 및 저탄소 산업생태계 구축

❍ 신축 커뮤니티에 대한 제로에너지화 시범사업 추진 중

- 구리시 갈매역세권, 성남시 복정1지구 등 지구단위 제로에너지 시범사업 추진
  - 사업지구 전체를 대상으로 옥상태양광 등 기술적용을 통해 평균 에너지자립률 20%(제로에너지건축물 5등급) 이상을 달성할 수 있는 사업모델 마련

· 건축물 유형별 특성, 용적률 등을 고려하여 에너지자립률을 현실적으로 산정하고 부족한 자립률은 공원, 자전거도로, 방음벽 등 공용시설부지를 활용하여 추가로 확보

· 전력 판매·공급관리를 취약계층으로 구성된 사회적기업에 위탁하여 일자리 창출을 도모하고, 생산된 에너지를 통해 주거 및 에너지복지혜택 제고

【 표 5-3 】 지구단위 제로에너지 시범사업 추진지역

구분	경기 구리시 갈매역세권	경기 성남시 복정1지구
사업대상지		
위치/면적	구리 갈매역 일원/ 약 798천㎡	위례신도시 인접/ 약 578천㎡
공급물량	총 6,395호 (민간 2,569호 / 공공 3,826호)	총 4,388호 (민간 1,563호 / 공공 2,825호)

❍ 전세계적인 온실가스 감축 노력으로 그린 신산업 지속 성장 중

- 세계 각국에서 환경문제를 해결하고 이를 경제사회 구조 변화와 연계하고자 하는 정책적 시도가 끊임없이 추진 중으로, 해당 수요에 발맞춰 청정에너지 등 관련 신산업 또한 지속 성장

· 미국은 트럼프 대통령 재임 이후 그린뉴딜 관련 정책이 힘을 잃는 것으로 보였으나, 2020년 최초로 신재생에너지 설비 총량이 석탄화력 등 전통에너지원 비중을 추월할 것으로 전망(Deloitte, 2020)되는 등 관련 수요 지속 발생 중

· 유럽은 미국의 그린뉴딜과 비슷한 유럽그린딜 정책을 통해 2050년까지 유럽을 탄소중립 지역으로 만드는 것을 목표로 탄소관세 등 다양한 규제 및 지원정책 추진

❍ AICBM 기술의 발전으로 기존 기술의 고도화 가능

- 정보통신기술 발전으로 인한 '초연결성'과 '초지능화'는 기술과 기술, 산업과 산업을 융합시키며 전 세계의 산업구조를 변화시킴과 동시에 일자리 지형에도 큰 영향을 미칠 것으로 전망

· 특히 모바일 인터넷, 빅데이터, 인공지능과 같은 과학기술의 발전과 더불어 업무환경 변화, 기후변화와 같은 사회·경제적 동인이 변화를 가속화 시킬 것으로 전망되어, 최근 Covid-19로 인한 사회 전반의 변화는 파괴적 기술의 적용 범위를 확장시킬 것으로 예측됨

❑ 위협요인(Threat)

- 기후변화로 국내 경제 손실 최소 11조원 예상
- 건물부문 온실가스 감축 목표 상향 조정(18.1%→32.7%)
- 건물부문 온실가스 감축 로드맵 대비 배출량 초과 지속 중
- 노후 건물 증가 및 도시 쇠퇴 가속화 추세
- 국내 리모델링 시장 비활성화
- 건축시장 침체로 건설사 사업투자 축소

❍ 기후변화로 국내 경제 손실 최소 11조원 예상

- 세계자연기금(WWF)에 따르면 기후변화가 계속되 자연 생태계가 바뀔 경우 우리나라는 2050년까지 최소 100억 달러(약 11조 8,760억원)의 국내총생산 손실을 볼 것으로 전망됨
  - · 이는 극심한 가뭄으로 인한 해수면 상승, 극한 강우, 지반 침하, 동식물의 멸종으로 인한 손실 등을 집계한 값
  - · 조사대상 140개국 중 우리나라는 미국(830억 달러), 일본(800억 달러), 영국(201억 달러), 인도(200억 달러), 호주(200억 달러), 브라질(140억 달러) 등에 이은 7번째로 심각한 피해를 입을 것으로 전망

❍ 건물부문 온실가스 감축 목표 상향 조정(18.1%→32.7%)

- 2018년 "2030 온실가스 감축을 위한 로드맵 수정안"을 통해 `30년 온실가스 감축 목표를 BAU 대비 37% 수준으로 상향
  - · 건물부문 온실가스 감축 목표는 64.5백만톤으로 산정되었으며, 전체 감축량의 31%를 차지
  - · 배출원을 통한 온실가스 감축 목표 중 건물 부문의 감축량 상향 비율이 가장 높아, 감축목표 달성을 위한 세부 로드맵 마련 필요



구분	감축 목표	비율
신축 건축물 허가기준 강화	5.5	15.6%
기존 건축물 에너지성능 개선 유도	**9.6**	**27.3%**
설비 효율 개선 및 신재생 보급	**15.2**	**43.2%**
BEMS 기술개발 및 보급 확산	1.2	3.4%
에너지소비량정보제공등을통한행태개선유도	4.6	13.1%
공공-기타부문 감축목표	5.3	15.1%
합계	**35.2**	**100%**
배출 전망 조정	29.3	-
총계	**64.5**	-

* 출처: 2030 온실가스 감축을 위한 로드맵 수정안(2018)

【 그림 5-4 】 온실가스 감축목표 상향 및 건물부문 세부 감축계획

❍ 건물부문 온실가스 감축 로드맵 대비 배출량 초과 지속 중

- '17년 기준 건물 부문 온실가스 감축 경로 대비 약 17.7% 초과 배출 추세

· 건물 냉난방 수요 증가, 타에너지원 대비 가격우위인 전력 수요 증가 등에 기인

· 건물 온실가스 감축 수단별 구체적인 목표 설정 및 액션플랜 마련 시급

❍ 노후 건물 증가 및 도시 쇠퇴 가속화 추세

- 국내 준공 30년 이상 노후건물은 2014년 257.6만동(35.8%)에서 2018년 266.7만동(37.1%)으로 급격히 증가하고 있으며, 노후건물의 80% 이상이 주거용 건물로 국민 삶의 질과 직접적 연관

· 도시 쇠퇴 또한 2013년 전국 읍면동의 59.7%에서 2017년 73.7%로 빠르게 악화되는 추세

❍ 국내 리모델링 시장 비활성화

- 국내 리모델링 시장은 높은 잠재 수요에도 불구하고 재건축 선호로 인해 활성화에 어려움

· 아파트 등 대단위 공동주택을 중심으로 소유주들의 개발이익에 대한 기대가 커, 자산가치 상승을 기대할 수 있는 재건축에 비해 리모델링 사업 추진의 매력도가 낮음

· 또한, 건축물의 실제 내구연한에 비해 과도하게 낮은 재건축 대상 연한(30년), 사업 추진의 저해요인으로 작용하는 장기간에 걸친 행정절차, 리모델링에 대한 나쁜 인식 등으로 인해 리모델링 활성화에 어려움

- 현재 건설되어 있는 건물이 해당 건물이 속해있는 지구의 법적 용적률 이상으로 건설되어 있는 공동주택은 리모델링 사업 추진 가능성이 높음

· 리모델링 사업의 사업성을 확보할 수 있는 대상지역의 대부분이 서울, 경기 등 수도권 권역에 밀집되어 있어 리모델링 사업의 시장 수용성 확대를 위한 방안 마련 필요

❍ 건축시장 침체로 건설사 사업투자 축소

- 국내 건설산업은 가파른 성장세를 보이다 2015년을 기점으로 둔화, 감소폭 증가 추세

· 건설투자 증감률은 `18년 전년대비 –4.2%, `19년 전년대비 –3.1% 등 지속적으로 하락하고 있는 추세이며, 건축투자 증감률 또한 `18년 –3.8%, `19년 –5.8% 기록 중

· 건설업의 GDP 대비 투자비중 또한 `15년 이후 처음으로 15% 아래로 하락

(단위 : 조원)



※출처: 한국은행 건설투자동향, 이노싱크컨설팅 재구성

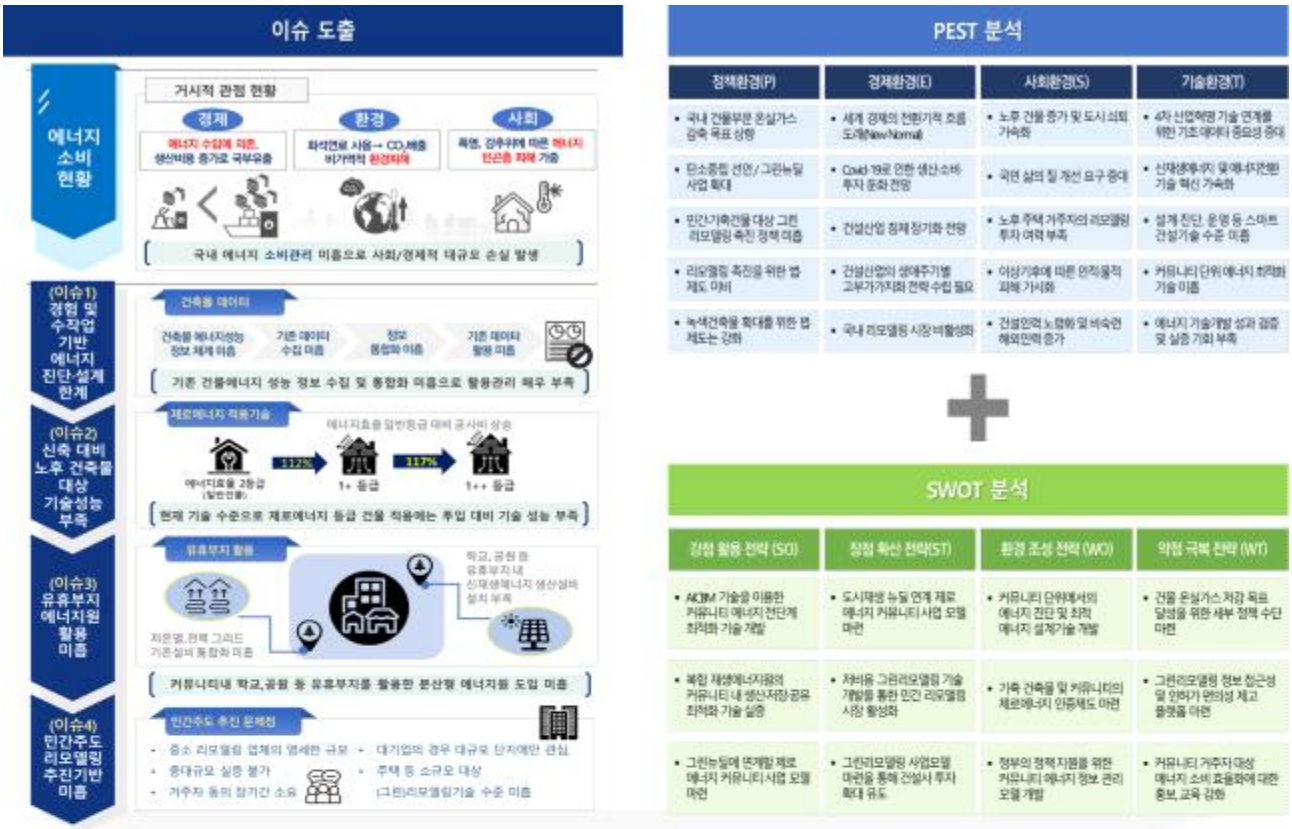
【 그림 5-5 】 국내 연도별 건설·건축 투자 및 증감률

❑ **대내외 환경분석 및 R&D 역량분석을 통해 도출된 건물·커뮤니티 에너지 최적화 관련 외부 환경 및 내부 역량 요인을 바탕으로 SWOT 분석 수행**

내부역량 / 외부환경	Strength(강점)	Weakness(약점)
	▪ 신축 건물 대상 제로에너지빌딩 의무화 제도 시행 ▪ 세계 수준의 ICT 기술 및 산업 인프라 보유 ▪ 재생에너지 전력 생산·저장·공유 기술 축적 ▪ 높은 제로에너지건축물(ZEB) 기술 수준 ▪ 전문연구인력과 연구기관 등 국내 R&D 수행 인프라 역량 충분	▪ 기축 건축물 및 커뮤니티 대상 온실가스 감축 방안 미비 ▪ 노후 건축물 및 커뮤니티의 그린리모델링을 위한 정보관리 미흡 ▪ 편익 대비 높은 그린리모델링 비용 ▪ 커뮤니티 단위 복합 재생에너지 공유 및 최적화 기술 수준 미흡 ▪ 그린리모델링 정보 접근성 및 인허가 편의성 낮음
Opportunity(기회)	**SO 전략**	**WO 전략**
▪ 탄소중립 선언을 통해 정부의 온실가스 감축 의지 표명 ▪ 한국형 뉴딜사업으로 그린뉴딜 사업 계획 발표 ▪ 신축 커뮤니티에 대한 제로에너지화 시범사업 추진 중 ▪ 전세계적인 온실가스 감축 노력으로 그린 신산업 지속 성장중 ▪ AICBM기술의 발전으로 기존 기술의 고도화 가능	▪ AICBM 기술을 이용한 커뮤니티 에너지 전단계 최적화 기술 개발 ▪ 복합 재생에너지원의 커뮤니티 내 생산·저장·공유 최적화 기술 실증 ▪ 그린뉴딜에 연계할 제로에너지 커뮤니티 사업모델 마련	▪ 커뮤니티 단위에서의 에너지 진단 및 최적 에너지 설계기술 개발 ▪ 기축 건축물 및 커뮤니티의 제로에너지 인증제도 마련 ▪ 정부의 정책 지원을 위한 커뮤니티 에너지 정보관리 모델 개발
Threat(위협)	**ST 전략**	**WT 전략**
▪ 기후변화로 국내 경제 손실 최소 11조원 예상 ▪ 건물부문 온실가스 감축 목표 상향 조정(18.1%→32.7%) ▪ 건물부문 온실가스 감축 로드맵 대비 배출량 초과 지속 중 ▪ 노후 건물 증가 및 도시 쇠퇴 가속화 추세 ▪ 국내 리모델링 시장 비활성화 ▪ 건축시장 침체로 건설사 사업 투자 축소	▪ 도시재생 뉴딜 연계 제로에너지 커뮤니티 사업모델 마련 ▪ 저비용 그린리모델링 기술 개발을 통한 민간 리모델링 시장 활성화 ▪ 그린리모델링 사업모델 마련을 통해 건설사 투자 확대 유도	▪ 건물 온실가스 저감 목표 달성을 위한 세부 정책 수단 마련 ▪ 그린리모델링 정보 접근성 및 인허가 편의성 제고 플랫폼 마련 ▪ 커뮤니티 거주자 대상 에너지 소비 효율화에 대한 홍보, 교육 강화

1.1.3. 사업 추진전략 도출

❑ PEST, SWOT 분석 결과를 토대로 사업 추진전략 도출





【 그림 5-6 】 사업 추진전략 도출

❍ (추진전략 1) 기술개발 + 실증·모니터링의 2단계 사업으로 추진

- 1단계 3년 간 각 분과별 핵심/구성기술 개발 및 커뮤니티 유형별 기술 연계 추진
- 2단계 3년 간 실증사이트 대상으로 패키지화된 기술 적용 및 모니터링 환경 구현 후, 향후 중장기 모니터링을 통해 기술 성능 검증 및 신사업·서비스 시범적용

❍ (추진전략 2) 기존 건축물 및 커뮤니티 대상의 그린리모델링 기술개발

- 기존 노후건물 및 (일부) 신축건물이 포함된 건물(군)에 다양하게 적용 가능한 그린리모델링 기술개발로 향후 도시계획 사업 등 복합건물(군) 대상 사업 추진 시 적용성 제고
- 적정(저비용) 기술을 활용한 기축건물 중심의 기술개발과 더불어 별도의 중점을 통해 공공·민간 대상 그린리모델링 보급 확산 방안 마련, 기술 보급 및 민간 활성화 유도

❍ (추진전략 3) 커뮤니티 단위 제로에너지화를 위한 기술개발

- 커뮤니티 단위 계획 수립, 도시 및 개별 건축물 설계·진단, 그린리모델링 시공 기술 등 확보
- 건물단위(요소기술)에서 커뮤니티 단위로 제로에너지 범주를 확장하는데 필요한 인프라(에너지 스테이션) 구축 및 요소기술 개발 지원

❍ (추진전략 4) 제로에너지 커뮤니티 확산 모델 개발

- 실증 유형에 따른 표준모델을 구축, 기술 실증 및 성능 검증을 통해 다양한 건물·커뮤니티 유형에 적합한 커뮤니티 제로에너지화 모델 개발
- 제도 간소화와 맞춤형 서비스·플랫폼 구축을 통해 민간의 커뮤니티 제로에너지화 기술 도입 유도 및 녹색건축 시장 활성화

1.2. 사업 비전 및 목표 설정

❑ 비전 체계도

❍ 국가연구개발과 실증 연계 사업을 통해 국가 에너지 정책의 당면 목표인 그린뉴딜 정책을 지원하고 제로에너지 커뮤니티 구현을 통해 건물분야 온실가스 감축 목표 달성 기여

사업명	**제로에너지 커뮤니티 기술개발사업**
비전	지속가능한 제로에너지 커뮤니티 구현
사업 목표	건축부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보 - 커뮤니티 에너지 자립률 50% 이상 달성 -
사업 기간	’ 23 ~ ’ 28년 (6년)
사업비	총 2,400억 원 (정부+민간)
추진 전략	핵심기술 + 실증모니터링 2단계로 추진 기축 중심의 그린리모델링 기술개발 커뮤니티 제로에너지화 기술개발 에너지 커뮤니티 확산 모델 개발

추진 과제	[중점분야 1]	[중점분야 2]	[중점분야 3]	[중점분야 4]
	에너지 디지털 진단 및 설계	건축물 제로에너지 그린리모델링	커뮤니티 에너지 스테이션	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산모델

❑ 사업 비전

사업 비전

지속가능한 제로에너지 커뮤니티 구현

❍ **지속가능한 제로에너지 커뮤니티 구현**을 사업 비전으로 제시하고, 이를 바탕으로 비전 달성을 위한 사업 목표 및 추진방향 설정

- 제로에너지화 기술 확보 기반의 에너지 고효율, 저소비 구조로의 전환으로 차세대 에너지신산업 육성 및 저탄소 온실가스감축 사회 구현을 지향함
- 국가연구개발과 실증 연계 사업을 통해 국가 에너지 정책의 당면 목표인 그린뉴딜 정책을 지원하고 제로에너지 커뮤니티 구현을 통해 건물분야 온실가스 감축 목표 달성 기여

❑ 사업 목표

❍ 동 사업의 목표는 **건물부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보**로 설정함

- 노후 기축건물 및 커뮤니티 중심 기술개발을 통해 건물부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 세부 실행방안 마련 및 기술 실증, 표준·법제도 개선과 서비스 개발을 통해 민간 그린리모델링 활성화 방안 제시

【 표 5-4 】 사업 비전 및 목표 도출

사업 비전	지속가능한 제로에너지 커뮤니티 구현

▼

사업 목표	건물부문 온실가스 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보 - 커뮤니티 에너지 자립률 50% 이상 달성 -

▼

성과 목표		
커뮤니티 규모의 제로에너지 기술개발 및 기술 도입 지원 방안 마련		
커뮤니티 에너지 진단 및 서비스 플랫폼 구축	제로에너지 커뮤니티 유형별 기술패키지 개발 및 실증	민간 그린리모델링 산업 활성화를 위한 표준 및 서비스 개발

1.3. 사업 논리모형 수립

❑ **동 사업 추진의 논리와 사업의 체계성 및 논리성 등의 검토를 위한 논리 모형(logic model) 수립 후 쟁점사항을 세분화, 구체화하여 논리적 연관성 확보**

1. 이슈 / 문제

- **(배경 및 필요성) 2050 탄소중립(net-zero) 시대에 국내 온실가스 배출량의 약 86.9%를 차지하는 에너지의 소비량이 지속적으로 증가함에 따라 에너지 효율 제고를 위한 기술개발 필요**
  - (2050 탄소중립 목표와 실행) 2050년 탄소중립 목표와 실행 계획 수립을 위해 에너지 효율 제고 및 에너지 전환 정책 추진 중
  - (에너지소비량의 지속적 증가) 에너지소비량은 지속적으로 증가하고 있고 건물부문은 '18년 기준 전체 사용량의 17%차지
  - (국제사회 에너지 절감노력) 저탄소 재생에너지 및 분산형 에너지원 중심으로 산업 건물, 수송 등 에너지 소비부분 전반에 대한 효율 제고
- **(문제/이슈) 건물에너지 사용량의 지속적 증가로 인한 국가차원의 파생 문제들이 증가**
  - (건물 단위 에너지 절감 한계) 개별건물 에너지 최적화로는 국가 온실가스 감축 목표 달성 곤란으로 정책 구현 불가능
  - (신재생에너지 활용 미흡) 제로에너지 건물 구현 한계 직면, 건물 부문 신재생 에너지 도입 활성화 부족
  - (기축 건물 그린리모델링 비활성화) 민간 기축건물 그린리모델링 시장 비활성화 및 건축산업 침체 가속화
- **(해결 방안) 온실가스 감축에 기여하는 기축건물 중심의 그린리모델링 기술개발(유형별 패키지) 및 실증**
  - (커뮤니티 단위 제로에너지화) 건물에서 커뮤니티 단위로 확대하여 제로에너지화 기술개발
  - (기축건물 에너지 사용량 절감) 노후 기축건물의 에너지 진단/설계/시공/시스템 기술개발로 에너지 사용량 저감
  - (그린리모데링 산업 성장 촉진) 커뮤니티 단위 그린리모델링 실증을 통해 기술 보급 및 시장 활성화 기여
- **(대안)** 기축건물과 커뮤니티의 온실가스 감축을 위해 법·제도적 규제 강화 등이 검토될 수 있으나, 국민 부담이 증가하며 기술개발을 통한 에너지 효율 향상과 비교해 중장기적으로 파급력이 높고, 실용적이며 경제적인 대안이 될 수 없음

2. 목표

- **(사업목표)** 건축부문 온실가스 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보 (에너지 커뮤니티 자립률 50% 달성)
- **(성과목표)**
  - 커뮤니티 에너지 진단 및 서비스 플랫폼 구축
  - 제로에너지 커뮤니티 유형별 기술패키지 개발 및 실증
  - 민간 그린리모델링 산업 활성화를 위한 표준 및 서비스 개발

3. 수혜자

- **직접수혜자**
  (녹색건축 분야기업) 건물 에너지 진단·설계· SW 개발, 건축자재 생산 및 시공, 관리 등 녹색건축 분야 기업
- **간접수혜자**
  (국민)건설투자의 양과 질이 향상되면서 국민의 삶의 질 향상 및 연관산업 일자리 창출
  (정부)정책의사결정을 위한 객관적이고 과학적인 정보의 획으로 정책의 신뢰도 제고

4. 투입

- 연구비: 2,400억원
- 사업기간: 6년
- 참여연구인력 총 3,803명
  - 책임급: 803명
  - 선임급: 1,303명
  - 원급: 1,697명
- 참여기관(산학연)

5. 활동

- 4대 중점분야, 8대 핵심과제, 20개 구성기술에 대한 R&D지원
  - ✓ 에너지 디지털 진단 및 설계 기술개발
  - ✓ 건축물 제로에너지 그린리모델링 기술개발
  - ✓ 커뮤니티 에너지 스테이션 기술개발
  - ✓ 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델 기술개발
- 2개 Site 실증

6. 산출

- **(1단계)**
  - 특허지수 5.20
  - 논문지수 66.30
  - 기술이전 40건
  - 일자리 창출 2,300명
- **(2단계)**
  - 실증 에너지 절감률 50%
  - 실증 에너지 자립률 50%
  - 실증 수요자 만족도 80.0점
  - 일자리 창출 2,475명
  - 사업화 실적 10건

7. 성과 / 영향

- 온실가스 감축: 500만 톤CO_2
- 취업유발효과: 4,583명
- 생산유발효과: 8,088억 원
- 부가가치 유발효과: 3,360억 원

8. 가정

- **(공공성이 높은 녹색건축 기술)** 제로 에너지 커뮤니티 기술은 건물 분야 에너지 절감 및 온실가스 감축에 기여하는 기술로 공공성이 높음
- **(커뮤니티 기술 적용)** 커뮤니티 단위 에너지 전환, 저장, 공유 기술 확보에 따라 신도시 및 노후화된 도시의 도시 경쟁력을 회복하고, 에너지 공유 및 거래 시장에 필요한 기술 확보가 예상됨
- **(산업 생태계)** 상향된 건축부분 국가 온실가스 목표 달성에 필요한 국내 기술 확보를 통해 선진국으로부터 도입하는 에너지 기술의 해외의존도 해소 가능
- **(건물 에너지 정보)** 건물분야 에너지 정보 부족으로 효율화 및 커뮤니티 관리 기술이 부족한 실정이므로 건물에너지 관련 플랫폼을 활용한 기술이 유용할 것으로 예측
- **(중복지원 가능성)** 타부터 또는 부처 내에서 추진하고 있는 유사사업 분석 결과 동 사업에서 추진하는 통합적·범용적인 커뮤니티 단위 R&D 기술 개발 및 활용 연계 실증은 부재

1.4. 사업 성과목표 및 지표 설정

1.4.1. 성과지표 설정

❑ 성과지표의 개념 및 설정방법

❍ 성과지표의 개념

- 성과지표는 성과목표의 달성도를 객관적으로 측정할 수 있는 지표를 의미(성과평가법 제2조 제5호)

❍ 성과지표 설정방법

- 사업 수행을 통해 생성되는 투입, 과정, 산출, 결과 단계의 지표를 모두 도출한 후, 도출된 지표를 대상으로 SMART 점검[34]을 통해 사업에서 활용 가능한 성과지표를 설정
- 투입지표 도출
  - 연구개발과정에서 투입되는 물적·인적 자원 등이 해당하며, 사업 추진을 위해 투입되는 물적·인적 자원을 수치나 수식으로 도출하는 단계

  * (예시) 연간 연구비 총액, 투입된 석박사급 인력 수, 장비 수 등
- 과정지표 도출
  - 연구개발과정에 초점을 맞추는 지표로, 진행과정에서 나타나는 산출물의 양을 확인하기 위한 단계이며 일반적으로 현재 사업 진행 상태 및 추진 정도를 점검하는 지표

  * (예시) OO장비사업의 공정률(비용), 인공위성개발사업의 진척도(일정) 등
- 산출지표 도출
  - 투입과 사업 활동을 거쳐 생산된 산출물을 확인하고, 사업의 목적 달성 여부를 판단하기 위한 결과지표 도출의 근간이 되는 지표
  - 연구개발과정에서 산출된 1차적인 성과로서 사업이 의도한 결과를 나타낼 수 있으나, 대부분의 경우 사업의 의도한 성과목표 달성 여부를 판단하기에는 제한적인 특성을 가지고 있음

  * (예시) SCI급 논문 건수, 등록 특허 건수, 논문 피인용도, 특허 질적 평가값 등
- 결과지표 도출
  - 산출물을 통해 나타나는 사업의 궁극적인 성과를 보여주는 지표로, 결과지표 도출 시에는 산출과의 논리적 연관성을 확인하는 것이 중요

  * (예시) 기술수준 향상 정도, 핵심기술의 확보, 취업률, 기업성장률 등
- 동 사업은 투입 및 과정 단계에서 도출할 수 있는 지표 중 성과목표 및 사업 특성과 부합하는 성과지표가 부재한 바, 세부과제별 사업 유형화 및 공통지표 산출을 통해 성과지표 도출
  - 사업 유형별, 성과 유형별 주요 성과지표 pool에서 사업에 활용할 수 있는 성과지표를 도출하고, 이를 SMART 점검을 통해 확정

34) 지표의 명확성 및 구체성(Specific), 측정 가능성(Measurable), 원인성(Attributable), 신뢰성(Reliable), 적시성(Timely) 등을 판단

❑ 사업 유형 구분

❍ 과학기술정보통신부(2020)의 "국가연구개발사업 표준성과지표(5차)"을 참조, 세부과제별 유형을 분류하고 이를 통해 동 사업의 사업유형을 구분함

- 국가연구개발사업 표준성과지표-성과목표·지표 설정 안내서는 R&D 사업을 2개 성격 및 10개 유형으로 분류하고, 각 유형별 분류기준을 명시

【 표 5-5 】 R&D 사업유형 분류

성격	유형	개념 및 분류기준
연구개발	1. 기초연구	▪ 자연현상의 원리규명, 새로운 현상의 분석 등을 통해 창조적 지식을 획득하는 연구(순수기초형) ▪ 현재 또는 미래에 광범위한 응용을 목적으로 문제해결의 근본원리 및 창의적 지식을 창출하는 연구(목적기초형)
	2. 단기산업기술개발	▪ 단기간 내(3년 이내) 상용화를 목표로 하는 신기술 및 신제품 개발을 위한 응용·개발 연구
	3. 중장기산업기술개발	▪ 중·장기적(3년 이상) 상용화를 목표로 추진중인 응용·개발 연구사업
	4. 공공기술개발	▪ 응용·개발단계 연구개발사업 중 최종적인 성과가 국민건강증진, 재난방지 등 국민 삶의 질에 기여하는 형태로 나타나는 사업
	5. 지역연구개발	▪ 지역 대학과 연계한 산학협력사업, 지역클러스터 육성사업, 특정지역에 특정기술 개발을 위한 기반을 구축하는 사업 등
	6. 국방기술개발	▪ 응용·개발단계 연구개발사업 중 국방력 강화 및 방위산업 발전을 목적으로 하는 사업
연구기반 조성	7. 인력양성	▪ 대학 및 전문대학 지원사업, 산업인력양성을 위한 전문인력 양성사업, 초중등 과정의 과학기술교육사업 등
	8. 시설장비구축	▪ 대형 연구시설 및 장비 구축 사업 ❖ 사업 예산에 단순 시설 증축 및 장비 구입 등이 일부 포함된 경우는 제외
	9. 성과확산	▪ 사업 목적이 각각 기술사업화, 표준화, 인증, 성과물 관리/확산, 정책지원 등인 사업
	10. 국제협력	▪ 해외기관유치, 다자 및 양자 기관 협력 사업 등 ❖ 연구방식이 해외와의 공동연구인 경우는 연구개발에 포함

❍ 동 사업의 핵심과제, 구성기술별 사업 목적 및 특성을 고려, 동 사업을 공공기술개발, 단기산업기술개발, 중장기산업기술개발, 성과확산개발사업이 혼합된 연구개발사업으로 설정함

- 20개 구성기술 및 실증과제의 과제별 추진 목적 및 특성 등을 고려하여 각각의 유형을 구분

【 표 5-6 】 구성기술별 사업유형 매칭

구성기술		구성기술 정의	유형
1중점	1-1. 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 잠재 성능 평가 기술	▪ 상세 도면 및 에너지 성능 정보가 부재한 기존 노후건축물의 에너지 잠재성능 평가 및 DB 구축 ▪ 구축된 DB를 CPS 바탕으로 연계하여 가상-현실 연계를 통한 설계·진단 통합기술 개발	공공기술개발 중장기산업기술개발
	1-2. 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술	▪ 기계학습, 몬테 카를로 시뮬레이션, 베이지언 추론 등을 적용하여 건물 에너지 성능을 국가적 차원에서 분석하고, 에너지 효율 개선 방안을 제시	공공기술개발 중장기산업기술개발
	2-1. 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원시스템	▪ 지역특성 및 지구단위계획 유형을 고려한 최적 커뮤니티 모델 개발 ▪ 에너지 통합형 커뮤니티 설계 알고리즘 및 시뮬레이션 기술 개발	공공기술개발 중장기산업기술개발
	2-2. 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화 기술	▪ 커뮤니티 단위 리모델링을 위한 Generative Design 기반 최적화 리모델링 설계 지원 시스템 개발	공공기술개발 중장기산업기술개발
2중점	1-1. 급속 시공이 가능한 모듈형 저비용 내외장 시스템 및 시공기술	▪ 기존 공동주택에 시공 가능한 슬림형 바닥·천정 구조 개발 및 설계 표준화 ▪ 3days 공법 시스템 개발을 통한 커뮤니티 단위 제로에너지화 실현 및 건축부문 온실가스 감축	공공기술개발 단기산업기술개발
	1-2. 냉난방에너지 저감형 경제적 창호시스템 및 시공기술	▪ 냉방에너지 저감 가능한 기축용 창호, 고성능 신소재 단열재, 도료 개발 ▪ 재실상태 리모델링에 용이한 시공 가능한 기술 확보및 경제적 보급형 기술 개발	공공기술개발 단기산업기술개발
	1-3. 온실가스 저감 및 에너지 성능 제고 공동주택 설계·시공기술	▪ 공동주택 유형별 기둥식구조 최적설계방안 도출 ▪ 기둥식구조 공동주택의 경제성에 영향이 큰 경량벽체시스템, 외벽시스템 등에 대한 표준화·모듈화 및 재료·부재·공법 개발	공공기술개발 단기산업기술개발
	1-4. 건설폐기물 저감을 위한 재사용 및 재활용 기술	▪ 산업폐기용(폐가전제품 등) 단열재 확대 재생산을 위한 재생복합재 물성확보 및 건축물 폐기재의 재활용 기술 개발을 통한 CO2 저감	공공기술개발 단기산업기술개발
	2-1. 기축건물용 청정·제습 환기 및 시스템 시공기술	▪ 데시칸트 도포 열교환기 방식을 채용한 제습-청정-열회수 환기시스템과, 고효율 PCM 현열냉방장치 개발 ▪ 기존 전열교환환기시스템-시스템에어컨 조합방식 대비 쾌적성 및 에너지절약효과를 실증	공공기술개발 단기산업기술개발
	2-2. 다기능 모듈형 BIPV 제작 및 시공기술	▪ 신재생에너지 적용성(경제성 및 시공성) 향상을 위한 벽체 및 창호일체형 BIPV/BIPVI 시공기술	공공기술개발 단기산업기술개발

구성기술		구성기술 정의	유형
	2-3. 기축 건축물용 무선 IoT 기반 스마트 제어시스템	▪ 기존 건축물 대상 스마트홈 플랫폼을 개발 및 이에 적용할 수 있는 무선 IoT 기반 스마트 홈 서비스 개발 규격 표준화 ▪ 이를 기반으로 다양한 스마트홈 서비스 및 제어 시스템 수용 환경 구축	공공기술개발 단기산업기술개발
3중점	1-1 신재생에너지 복합 생산/저장 스테이션 설계·구축 기술	▪ 복수의 건물군들로 구성된 커뮤니티의 제로에너지화를 위해 다양한 신재생에너지 설비들을 융복합 이용하여 친환경에너지를 생산.공급하는 에너지 스테이션 기술 개발	공공기술개발 단기산업기술개발
	1-2. 커뮤니티 내 양방향 저온 열수송 인프라 기술	▪ 에너지 스테이션에서 생산되는 저온 열원을 각 구성 건물로 공급하고, 에너지 스테이션과 건물 간 에너지 거래(공유)를 가능하게 하기 위한 열에너지 네트워크 기술	공공기술개발 단기산업기술개발
	1-3. 에너지 네트워크 인터페이스 구축 및 설비 리모델링 기술	▪ 커뮤니티에서 기존 열원 설비에 저온 열에너지 네트워크를 통합 적용함으로써, 커뮤니티의 에너지 피크부하를 절감하기 위한 복사냉난방 통합 설비 리모델링 기술	공공기술개발 단기산업기술개발
	2-1. 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술	▪ 커뮤니티의 공간정보와 건물별 에너지 빅데이터 및 기상정보를 이용하여 에너지 소비, 생산량 예측 ▪ 최적의 열·전력·신재생에너지 통합 공급 솔루션을 제공하여 커뮤니티 단위 에너지의 효율 및 경제성 극대화	공공기술개발 단기산업기술개발
	2-2. 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템	▪ 기축 건축물의 체계적 분류를 바탕으로 에너지 빅데이터 시스템을 구축하고 에너지원(전기,열,가스등)별 장단주기 에너지 프로파일을 도출 ▪ 이를 기반으로 커뮤니티 단위의 에너지 최적화를 구현하는 운영 엔진과 서비스 플랫폼을 개발	공공기술개발 단기산업기술개발
4중점	1-1. 커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-data 정보 체계 구축	▪ 디지털 정보기반 건축물 전 과정 성능관리를 위한 에너지 관련 기자재 성능 정보 표준 및 BIM 라이브러리 개발 ▪ 건축물 에너지 관련 기자재(건축자재, 장비 등) 분류 별 성능 관리 정보 표준 마련 ▪ 에너지 기자재 정보 서비스 개발, 에너지 관련 기자재의 정보 표준화 및 생애 호환성 확보를 통한 전 과정 성능 관리 지원 ▪ 검증된 기자재 라이브러리 연동을 통한 모델 지원 서비스 제공을 통한 BIM 기반 전 과정 에너지 관리 체계화	공공기술개발 중장기산업기술개발 성과확산개발
	1-2. 노후 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템	▪ 분야별 인증 정보를 수집·통합하여 미국의 LEED와 같은 통합인증체계를 정립, 표준 정보체계 보급을 통해 개방형 데이터 기반 통합 인증 구현 ▪ 그린 커뮤니티 통합인증을 위한 표준 정보체계 및 플랫폼을 구축하여 기술혁신/건축물/지역(지구)단위 친환경 인증체계를 도입 ▪ 관리 시스템, 인증 자동화 기술 등을 제공함으로써 통합인증체계의 도입	공공기술개발 중장기산업기술개발 성과확산개발

구성기술		구성기술 정의	유형
	1-3. 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜	▪ 스마트 건물군 에너지 관리 플랫폼 개발 ▪ 전생애 주기 건물유형별 Monitoring-Based 커미셔닝 기술 개발 ▪ 가상의 모델과 실제 운영 데이터 분석을 통한 고장진단 예측 기술개발 ▪ VPP, DR, 공유서비스, 헬스케어 등 공유시설 관리를 위한 플랫폼 서비스 개발	공공기술개발 중장기산업기술개발 성과확산개발
	1-4. 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼	▪ 커뮤니티 단위 녹색건축 인증 일원화 및 통합정보(인증, 제도, 정책, 기술요소 등)의 All-In-One 공유 플랫폼 개발 ▪ 정책 운영자 및 공공/민간 사업자의 커뮤니티 산업 추진 촉진을 위한 커뮤니티 단위의 녹색건축 활성화 방안 및 비즈니스 모델 개발	공공기술개발 중장기산업기술개발 성과확산개발
	2. 커뮤니티 단위 실증사업 및 모니터링	▪ 에너지 디지털 진단 및 설계, 건물단위 패시브 그린리모델링 시공기술, 에너지 스테이션 운영·관리 기술 등을 통합 실증하여 기술 간 호환성 및 기술 성능 검증	공공기술개발 단기산업기술개발 중장기산업기술개발 성과확산개발

❑ 성과지표 pool 구축

❍ 동 사업 내 중점분야 및 핵심과제, 구성기술별 성과지표 도출을 위해 '국가연구개발사업 표준성과지표'를 준용, 유형별 성과지표 pool 구축

- 국가연구개발사업 표준성과지표에서 설정하고 있는 과학적, 기술적, 경제적, 사회적, 인프라 등 성과 유형별 평가지표와 실증, 모니터링 등 동 사업의 특성을 반영한 성과지표 포함

【 표 5-7 】 유형별 핵심성과 및 성과지표 pool

유형	분류기준	핵심성과	성과 유형별 평가지표
공공기술개발	최종적인 성과가 국민 삶의 질에 기여하는 형태로 나타나는 사업	과학적 성과 기술적 성과 경제적 성과 사회적 성과	논문(SCI/KCI), 포상, 특허 지식재산, 비특허 지식재산, 기술혁신, 콘텐츠·SW, 서비스 개발, 제품 개발, 기술료, 경제효과, 기술활용효과, 중소기업 지원, 기술사업화, 연구개발서비스, 일자리 창출, 정책효과, 공공서비스 등
단기 산업기술개발	단기간 내 상용화를 목표로 하는 신기술·신제품 응용·개발 연구	기술적 성과 경제적 성과	특허 지식재산, 비특허 지식재산, 기술혁신, 콘텐츠·SW, 서비스 개발, 제품 개발, 기술료, 경제효과, 기술활용효과, 중소기업 지원, 기술사업화, 연구개발서비스, 일자리 창출 등
중장기 산업기술개발	중장기적 상용화를 목표로 추진중인 응용·개발 연구사업	과학적 성과 기술적 성과 경제적 성과	논문(SCI/KCI), 포상, 특허 지식재산, 비특허 지식재산, 기술혁신, 콘텐츠·SW, 서비스 개발, 제품 개발, 기술료, 경제효과, 기술활용효과, 중소기업 지원, 기술사업화, 연구개발서비스, 일자리 창출 등
성과확산개발	기술사업화, 표준화, 인증, 성과물 관리/확산, 정책지원 목적의 사업	기술적 성과 경제적 성과 사회적 성과 인프라 성과	특허 지식재산, 비특허 지식재산, 기술혁신, 콘텐츠·SW, 서비스 개발, 제품 개발, 기술료, 경제효과, 기술활용효과, 중소기업 지원, 기술사업화, 연구개발서비스, 일자리 창출, 개발 플랫폼 활용도, 실증(서비스) 만족도, 서비스 프로세스 활용도, 실증 및 모니터링 실적 등

❍ 성과 유형별 평가지표를 바탕으로 소분류 단위 주요 성과지표 후보 도출

- '국가연구개발사업 표준성과지표'상의 소분류 단위 성과지표를 도출하고, 해당 지표의 동 사업에서의 활용가능여부를 판단하여 주요 성과지표 후보를 선정

【 표 5-8 】주요 성과지표 후보 도출

성과유형	도출 지표	산출방법
과학적 성과	표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)	산출 논문당 mrnIF의 평균
기술적 성과	특허 출원·등록 건수	∑연도별 특허 출원·등록 건수
기술적 성과	SMART 우수특허 비율	(SMART AA*등급(또는 K-PEG A1등급**) 이상 특허건수) / (전체 등록특허 건수)
기술적 성과	등록특허의 기술이전률	∑기술이전건수 / ∑등록특허 수
기술적 성과	개발기술 성능목표 달성도	((개발기술 성능값) / (개발기술 목표치)) X 100(%)
기술적 성과	비즈니스 모델/서비스 개발	∑비즈니스모델/서비스 개발 수
경제적 성과	사업화 성공률	(사업화성공 과제 수) / (응답 과제 수)
경제적 성과	사업화 매출액	∑(사업화 매출액 X R&D 기여율)
경제적 성과	기술이전 건수	∑연도별 기술료 5,000만원 이상 계약 체결된 기술이전 건수
경제적 성과	고용창출효과(10억원당)	(∑과제관련신규고용인원-∑과제관련퇴사인원) / ∑ 정부지원예산(10억원당)
경제적 성과	수익성 개선효과	∑당해연도 부가가치 / ∑당해연도 총종업원수
사회적 성과	실증사이트 온실가스 감축률	실증사이트별 단위면적당 온실가스 배출량 진단, 기술 실증 후 진단값을 실증 전과 비교하여 감축량 도출 감축률 = (실증 전 배출량 – 실증 후 배출량) / 실증 전 배출량
사회적 성과	실증단지 수요자 만족도	실증사이트 거주자 대상 만족도 조사
사회적 성과	건물에너지 관련 정책 활용도	커뮤니티 단위 건물에너지 최적화 및 그린리모델링 활성화 정책에 활용된 연구개발 성과 건수
인프라 성과	시설장비 가동률	에너지스테이션 등 주요 실증장비의 가동률 측정 (∑장비별 사용시간 / ∑장비별 사용 가능시간) X 100

* SMART AA등급 이상 특허는 상위 11%에 해당
** K-PEG A1등급 이상 특허는 상위 12.5%에 해당

❑ 사업 성과지표 설정

❍ 주요 성과지표 후보군에 대한 SMART 점검을 통해 동 사업에서 실질적으로 활용할 수 있는 성과지표 설정

- '국가연구개발사업 표준성과지표(5차)' 상의 성과지표 도출 기준인 명확성, 측정가능성, 원인성, 신뢰성, 적시성을 모두 충족하는 성과지표 중에서 선정

【 표 5-9 】 성과지표 도출 기준

성과지표 도출 기준	세부 내용
명확성(Specific)	▪ 명확하고 직접적이며 모호하지 않아야 함
측정가능성(Measurable)	▪ 측정하고자 하는 것이 모두 포함되어야 하고, 간접적으로 측정되거나 추상적으로 표현되지 않아야 함
원인성(Attributable)	▪ 사업과 명확히 연계되어야 하고, 대상이나 예산 등의 측면에서 사업의 범위를 넘지 않아야 함
신뢰성(Reliable)	▪ 재측정하거나 제3자가 측정해도 동일한 결과가 나와야 하고, 정성지표의 경우 과학적으로 설계되어야 함
적시성(Timely)	▪ 평가 전에 성과측정이 가능해야 하고, 측정대상기간과 평가대상기간이 일치해야 함

【 표 5-10 】 성과지표 후보군에 대한 SMART 점검 결과

단계	성과지표	명확성	측정가능성	원인성	신뢰성	적시성
산출	**표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
산출	특허 출원·등록 건수	O	O	X	X	O
산출	**SMART 우수특허 비율**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
산출	기술이전 건수	O	△	X	O	O
산출	등록특허의 기술이전률	O	O	△	O	O
결과	개발기술 성능목표 달성도	O	△	O	O	△
결과	**비즈니스 모델/서비스 개발**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
결과	사업화 성공률	O	△	O	O	O
결과	사업화 매출액	O	O	O	O	X
결과	고용창출효과(10억원당)	O	O	X	O	O
결과	수익성 개선효과	O	△	△	X	O
결과	**실증사이트 온실가스 감축률**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
결과	**실증사이트 수요자 만족도**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
결과	**건물에너지 관련 정책 활용도**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
결과	**시설장비 가동률**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**

O: 적정, △: 보통, X: 부적정

1.4.2. 성과목표·지표 설계

구분	투입	과정	산출	결과	
				단기성과	중장기성과
사업 논리	• 인적자원 - 연구기관 및 학계 - 공공기관 및 출연(연) - 중소/중견기업 • 물적자원 - 예산 - 연구장비 • 지적자원 - 데이터 - 지식 - 정보	• 공고, 접수, 평가 • 과제선정 및 협약 • 중간평가 및 정산 • 차년도 협약 • 최종평가 및 정산 • 기술료징수 • 성과확산 및 활용	• 과학적 성과 - 논문 게재 • 기술적 성과 - 특허 출원 및 등록 - SW/서비스 등록 • 사회적 성과 - 정책 제안 • 인프라적 성과 - 플랫폼 구축 - 통합 실증 및 모니터링	- 특허 SMART - 플랫폼 구축 - BM/서비스 개발 - 실증커뮤니티의온실가스 배출량 감축 - 정책 활용	- 기술 사업화 - 그린리모델링산업활성화 - 개발 플랫폼 및 서비스 /BM 활용 - 건물부문 온실가스 감축
성과 목표			• 커뮤니티에너지최적화기술 - 에너지 진단 및 설계 - 건물단위 그린리모델링 - 에너지스테이션 및 커뮤니티 그리드 연계 - 성능관리 및 확산 플랫폼	• 커뮤니티 에너지 최적화 핵심기술 확보 • 커뮤니티 유형별 통합실증 및 모니터링	• 현장적용을 통한 기술 고도화 • 그린리모델링 기술경쟁력 확보 • 건물부문 온실가스 감축 이행 및 관리
성과 지표			• 논문 mmIF(표준화된 순위보정 영향력 지수) • 특허 출원/등록	• BM/서비스 개발 • 실증사이트온실가스감축률 • 실증사이트 수요자 만족도 • 정책 활용도	• 사업화 성공률 • 사업화 매출액 • 고용창출효과 • 시설장비 가동률

【 그림 5-7 】 성과목표-지표 연계 논리모형

❑ 사업 수행 기간과 기간별 세부 활동-산출물-성과-편익 간 상관관계를 고려하여 단계별 성과 목표 및 성과지표 설정

【 표 5-11 】 단계별 성과목표 및 성과지표

단계별 성과 목표	1단계 (2023~2025)			2단계 (2026~2028)		
	기술 개발			기술 실증		
성과 지표	지표명	지표 구분	가중치	지표명	지표 구분	가중치
	특허지수(SMART)	질	0.3	실증 에너지 절감률	질	0.25
	논문지수(mrnIF)	질	0.2	실증 에너지 자립률	질	0.25
	기술이전	질	0.2	실증 수요자 만족도	질	0.15
	일자리 창출	질	0.3	일자리 창출	질	0.20
	-	-	-	사업화 실적	질	0.15
	합계	1.0		합계	1.0	

【 표 5-12 】 성과목표 및 지표 총괄표

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="6">내용</th></tr>
<tr><td>비전</td><td colspan="6">지속가능한 제로에너지 커뮤니티 구현</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사업
목표</td><td colspan="6">건축부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위
제로에너지화 기술 확보
- 커뮤니티 에너지 자립률 50% -</td></tr>
<tr><td colspan="2">커뮤니티 에너지 진단 및
서비스 플랫폼 구축</td><td colspan="2">제로에너지 커뮤니티
유형별 기술패키지 개발 및
실증</td><td colspan="2">민간 그린리모델링 산업
활성화를 위한 표준 및
서비스 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별
성과
목표</td><td colspan="3">1단계 (2023~2025)</td><td colspan="3">2단계 (2026~2028)</td></tr>
<tr><td colspan="3"><기술 개발>
특허지수 5.20
논문지수 66.30
기술이전 40건
일자리 창출 2,300명</td><td colspan="3"><기술 실증>
실증 에너지 절감률 50%
실증 에너지 자립률 50%
실증 수요자 만족도 80.0점
일자리 창출 2,475명
사업화 실적 10건</td></tr>
<tr><td rowspan="7">성과
지표</td><td>지표명</td><td>지표
구분</td><td>가중치</td><td>지표명</td><td>지표
구분</td><td>가중치</td></tr>
<tr><td>특허지수(SMART)</td><td>질</td><td>0.3</td><td>실증 에너지 절감률</td><td>질</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td>논문지수(mrnIF)</td><td>질</td><td>0.2</td><td>실증 에너지 자립률</td><td>질</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td>기술이전</td><td>질</td><td>0.2</td><td>실증 수요자 만족도</td><td>질</td><td>0.15</td></tr>
<tr><td>일자리 창출</td><td>질</td><td>0.3</td><td>일자리 창출</td><td>질</td><td>0.20</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>사업화 실적</td><td>질</td><td>0.15</td></tr>
<tr><td>합계</td><td colspan="2">1.0</td><td>합계</td><td colspan="2">1.0</td></tr>
</table>

❑ 단계별 성과지표 세부내역 및 산정근거

❍ 1단계 성과지표 세부내역

【 표 5-13 】 1단계 성과목표 및 성과지표

성과지표명	정의	목표치	산정근거
특허지수(SMART)	특허가치평가시스템(SMART)으로 평가한 등록 특허의 가치	5.20	도시건축연구사업 및 주거환경연구사업의 직전 3개년 간 SMART 점수 평균값을 기준으로 약 25% 향상된 목표 설정
논문지수(mrnIF)	논문의 표준화된 순위보정 영향력지수(mrnIF) 평균값	66.3	도시건축연구사업의 직전 3개년 간 mrnIF 값을 기준으로 약 20% 향상된 목표 설정
기술이전	연구개발 성과물의 기술이전 건수	40건	국토교통연구개발사업 전체의 직전 3개년간 10억당 기술이전 건수 평균 기준, 약 15% 향상된 목표 설정
일자리 창출	연구개발 투자를 통해 창출된 일자리 수	2,300명	고용노동부 '2020년 재정사업 고용영향평가 가이드라인'에 따라 일자리 창출 목표 설정

① (성과지표 1) 특허지수 : SMART 지수 평균 5.20

- 대상 : 신규/계속 과제 및 종료 과제에서 창출된 NTIS 등록 특허의 SMART 지수 성과
- 측정산식 : 등록 특허의 SMART 지수에 따라 1(C)~9(AAA)점을 부여하여 평균값 산출
- 성과목표 산정 근거 : 도시건축연구사업 및 주거환경연구사업에서 직전 3개년(`15~`17)간 산출된 특허 SMART 점수 평균값 (4.34, B~BB)을 기준으로 약 25% 향상된 도전적 목표 설정

② (성과지표 2) 논문지수 : mrnIF값 평균 66.3

- 대상 : 신규/계속 과제 및 종료 과제에서 창출된 NTIS 등록 논문의 mrnIF값
- 측정산식 : 등록 논문의 학문분야별 mrnIF 값 평균 산출
- 성과목표 산정 근거 : 도시건축연구사업 및 주거환경연구사업에서 직전 3개년(`15~`17) 간 산출된 논문 mrnIF 평균값(55.28) 대비 약 20% 향상된 도전적 목표 설정

③ (성과지표 3) 기술이전 : 총 40건

- 대상 : 신규/계속 과제 및 종료 과제의 산출물 중 기술이전 성과를 창출한 연구성과 수
- 측정산식 : ∑(기술이전 성과 수)
- 성과목표 산정 근거 : 국토교통연구개발사업 전체의 직전 3개년(`15~`17) 간 10억당 기술이전 발생건수를 동 사업 1단계 기간 투입 비용에 대입, 이를 기준으로 약 15% 향상된 목표 설정

④ (성과지표 4) 일자리 창출 : 총 2,300명

- 대상 : 연구개발예산 및 직접비 투자에 따른 신규 고용 인력 수
- 측정산식 : ∑(R&D투자(인건비)를 통한 신규고용 + 직접비 투자를 통한 신규 고용)
- 성과목표 산정 근거 : 1단계 연구개발 기간 인건비(464.3억원) / 전문, 과학 및 기술서비스업 연평균임금(0.5979억원) + 기타 투자 (678.2억원) / 건설업 연평균임금(0.4438억원)

❍ 2단계 성과지표 세부내역

【 표 5-14 】 2단계 성과목표 및 성과지표

성과지표명	정의	목표치	산정근거
실증 에너지 절감률	실증 커뮤니티의 에너지 절감률	50%	절감률 = (기존 에너지 진단값 – 실증 후 소비 저감량) / 기존 에너지 진단값
실증 에너지 자립률	실증 커뮤니티의 에너지 자립률	50%	자립률 = (기존 에너지 진단값 – 실증 후 소비 저감량) / 신재생에너지 생산량
실증 수요자 만족도	실증 커뮤니티 거주자의 실증 사업 만족도	80.00점	편의성, 자산가치상승, 에너지비용절감 등의 측면에서 만족도조사 실시 예정
일자리 창출	연구개발 투자를 통해 창출된 일자리 수	2,475명	고용노동부 '2020년 재정사업 고용영향평가 가이드라인'에 따라 일자리 창출 목표 설정
사업화 실적	연구성과의 사업화 성공 건수	10건	기술이전 건수 중 약 25%의 과제에서 상용화에 성공하는 것을 전제로 목표 설정

① (성과지표 1) 실증사이트 에너지 절감률 : 50%

- 대상 : 실증사업 부지
- 측정산식 : (기존 에너지 진단값 – 기술 도입 후 에너지 진단값) / 기존 에너지 진단값
- 성과목표 산정 근거 : 중점분야별 기술개발 목표를 취합하여 설정

② (성과지표 2) 실증사이트 에너지 자립률 : 50%

- 대상 : 실증사업 부지
- 측정산식 : 신재생에너지 생산량 / 기술 도입 후 에너지 진단값
- 성과목표 산정 근거 : 중점분야별 기술개발 목표를 취합하여 설정

③ (성과지표 3) 실증사이트 수요자 만족도 : 80.00점

- 대상 : 실증사업 부지
- 측정산식 : 실증부지 거주자 및 시설 이용자 대상 수요자 만족도 조사의 평균값 산출
- 성과목표 산정 근거 : 편의성, 자산가치상승, 에너지비용절감 등의 측면에서 만족도조사 실시 예정

④ (성과지표 4) 일자리 창출 : 총 2,475명

- 대상 : 연구개발예산 및 직접비 투자에 따른 신규 고용 인력 수
- 측정산식 : ∑(R&D투자(인건비)를 통한 신규고용 + 직접비 투자를 통한 신규 고용)
- 성과목표 산정 근거 : 1단계 연구개발 기간 인건비(279.4억원) / 전문, 과학 및 기술서비스업 연평균임금(0.5979억원) + 기타 투자 (891.1억원) / 건설업 연평균임금(0.4438억원)

⑤ (성과지표 5) 사업화 실적

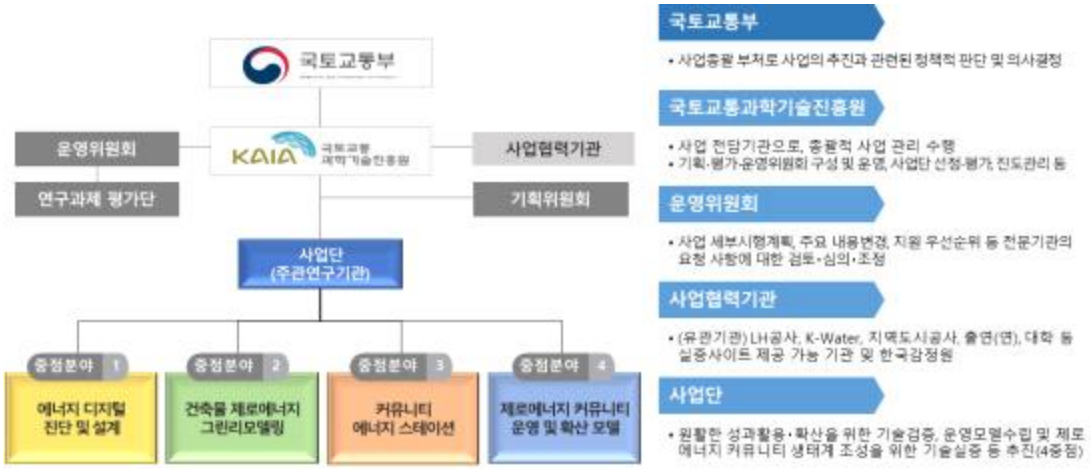
- 대상 : 신규/계속 과제 및 종료 과제에서 창출된 제품·서비스 사업화 성공 건수
- 측정산식 : ∑ (기술가치평가액 1억원 이상, 매출액 1억원 이상 발생 건수)
- 성과목표 산정 근거 : 기술이전 건수 중 약 25%에서 상용화에 성공하는 것을 전제로 설정
  - 2018년 기준 이전된 기술이 성공적으로 상용화되어 수익(매출)을 얻고 있는 경우는 14.7%

1.5. 사업간 통합·연계 체계

❑ 중점분야별 협력 및 연계방안

❍ 연구개발사업의 성공적 추진을 위해 사업단 연구 행정 지원을 위한 사무국 및 별도의 운영기관협의체 구성

❍ 동 사업 4대 중점분야-8개 핵심과제 간 협력 및 지원 체계는 아래와 같음



【 그림 5-8 】 중점분야별 협력 및 연계방안

❑ 한국판 뉴딜 종합계획과의 연계방안

❍ 한국판 뉴딜 사업*의 원활한 추진을 위한 내역사업과의 연계방안 검토

- (예시) 제로커뮤니티 실증사이트 내 그린 스마트 미래학교 사업과 연계
  - · 학교 부지를 활용한 BIPV, 지열히트펌프 등 에너지생산시설(에너지 스테이션) 구축, 학교 인근 주거단지에 잉여 에너지 공급

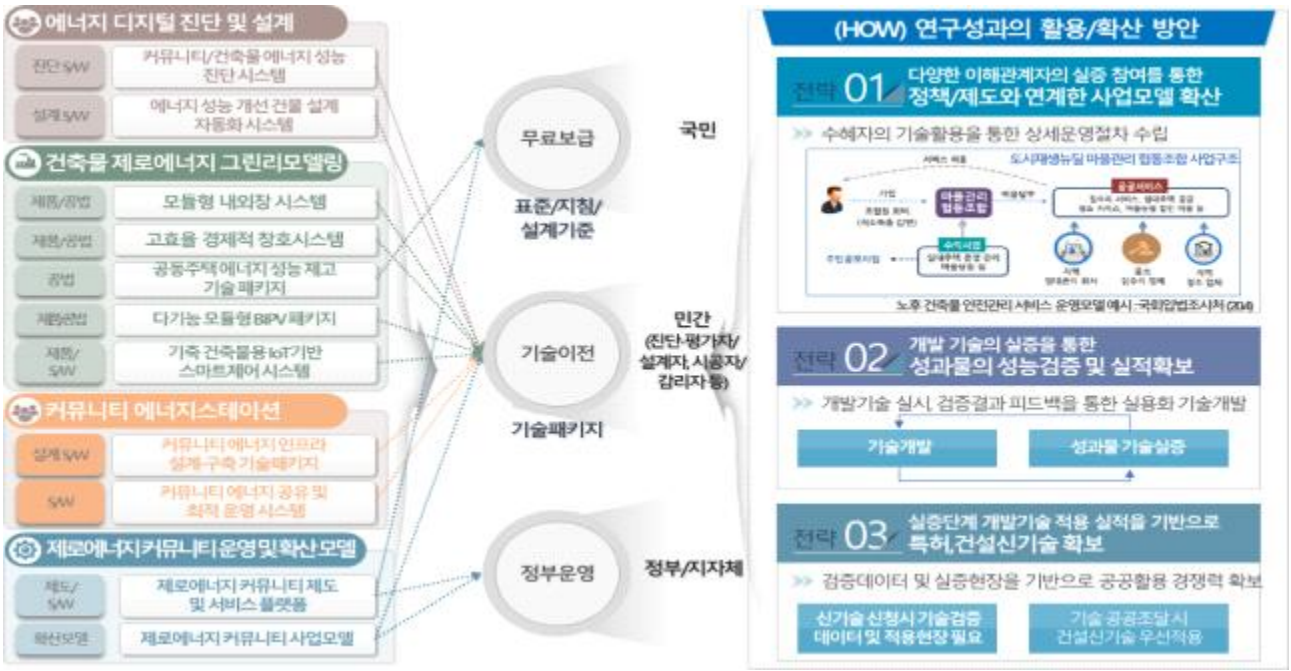


※ 출처: 한국판 뉴딜 종합계획(2020)

【 그림 5-9 】 (예시) 그린 스마트 미래학교 사업과 연계방안 검토

❍ 동 사업 기술개발 및 실증 후 그린뉴딜과의 정책적 성과활용 방안 모색

- (중점1) 공공건물 및 인근 커뮤니티의 신축·리모델링 의사결정 지원도구 제공
  - · 건물 에너지 진단 및 AI 기반 설계 지원 기술 실증을 통해 공공 건물에 대한 사용자 참여 설계 환경 구축
  - · 신재생에너지 및 제로에너지 기술 도입 효과를 사전에 확인 가능하도록 예측·제공하여 커뮤니티의 기술도입 의사결정 지원
- (중점2) 공공 건물 대상 패시브 기술 및 에너지스테이션화 예산 지원
  - · 실증 사업 예산을 활용한 실증사이트 내 공공건물 건물 효율 제고 및 복합 신재생에너지 기반 에너지 생산시설(에너지 스테이션) 구축 지원
  - · 냉·난방, 급탕, 전력 등 공공건물 운영에 필요한 열·전기 에너지 비용 저감
- (중점 3)실증결과를 바탕으로 공공건물 및 인근 커뮤니티 혁신을 위한 '표준모델 개발' 지원
  - · 기술 실증 및 BM·서비스 경제성 검증을 통해 커뮤니티 에너지 진단·설계 및 에너지스테이션 운영 모델을 표준모델화
  - · 에너지스테이션 설비동을 제로에너지 홍보관, 커뮤니티 공간 등으로 활용하여 생활SOC와 공공건물 공간 융합 추진
- (중점4) 도입 기술의 안전성 검증 및 실증·모니터링을 통한 제도개선 지원
  - · 에너지스테이션 설비 및 노후 공공건물의 제로에너지화 기술 실증을 통해 기술의 안전성 및 효과성 검증
  - · 기술 안전성 검증을 통해 공공 유휴부지를 활용한 에너지스테이션 운영·관리 의무 경감, 신재생E 설비 운영부지 제공을 통한 부가수익 창출 등 신규 사업모델 도입을 위한 법·제도 개선 지원

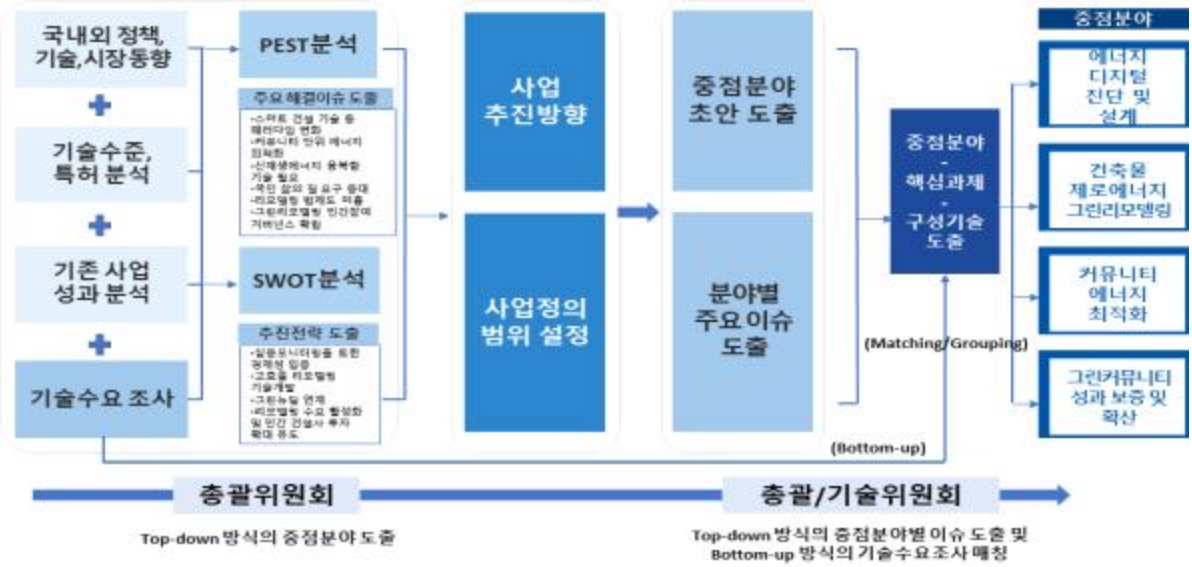


【 그림 5-10 】 기술 실증을 통한 활용/확산 방안

2. 중점분야 및 핵심과제 도출

2.1. 중점분야 선정

❑ 동 사업을 통해 개발하고자 하는 중점분야를 Top-down, Bottom-up 방식의 2-track 프로세스를 통해 도출하였으며, 세부 과정은 다음과 같음



【 그림 5-11 】 중점분야 및 핵심과제 도출 과정

❍ SWOT 및 PEST 분석

- 메가트렌드, 국내외 환경분석, R&D 역량분석을 통해 도출된 건물·커뮤니티 에너지 최적화 관련 외부 환경 및 내부 역량 요인을 바탕으로 전략 도출
- 대내·외 환경분석을 통해 중점분야 이슈를 도출한 후, 중점분야 도출



【 그림 5-12 】 중점분야 및 핵심과제 도출 과정

❍ **중점분야(안) 수립**

- 4개 중점분야명 및 개념(안) 수립, 수립된 중점분야(안)과 기술수요 조사 취합내역을 지속적으로 검토하여, 중점분야 및 핵심과제 구성 고도화

❍ **위원회 운영**

- 기술수요 조사를 통해 수요자의 기술 제안을 바탕으로 중점 분야 및 핵심과제(안) 고도화
- 도출된 중점분야(안)과 기술수요조사를 바탕으로 각 분과별 중점분야, 핵심과제, 구성기술 기획
  - 중점분야(안) 및 기초적 사업개념을 바탕으로 기업이 실제 개발하고자 하는 세부 기술분야를 제시하도록 하여 분과별 최대한 광범위한 분야의 기술 수요가 수집될 수 있도록 함
- 중점분야, 핵심과제, 구성기술에 대한 총괄위원회 검토 후, 세부과제 기획 실시

2.2. 핵심과제 선정

❑ 기술수요 조사와 기술위원회 기술개발 과제 아이템 기획을 통한 2track으로 수행

❍ Track 1 기술위원회 과제 기획

- 핵심과제-구성기술(안) 기획

❍ Track 2 기술수요조사

- 194개 집계 후 내부 정제를 통한 174개 기술위원회 상정

❑ 과제 도출 프로세스

❍ (STEP 1) 1차 스크리닝

- 1차 기술위원회에서 174개 기술수요를 검토, 중복 삭제 및 병합 등을 통해 기술수요 106개 선정

❍ (STEP 2) 2차 스크리닝

- 2차 기술위원회에서 106개 기술수요에 대한 기획위원 평가를 통해 기술수요 64개 선정

❍ (STEP 3) 핵심과제-구성기술(안) 도출

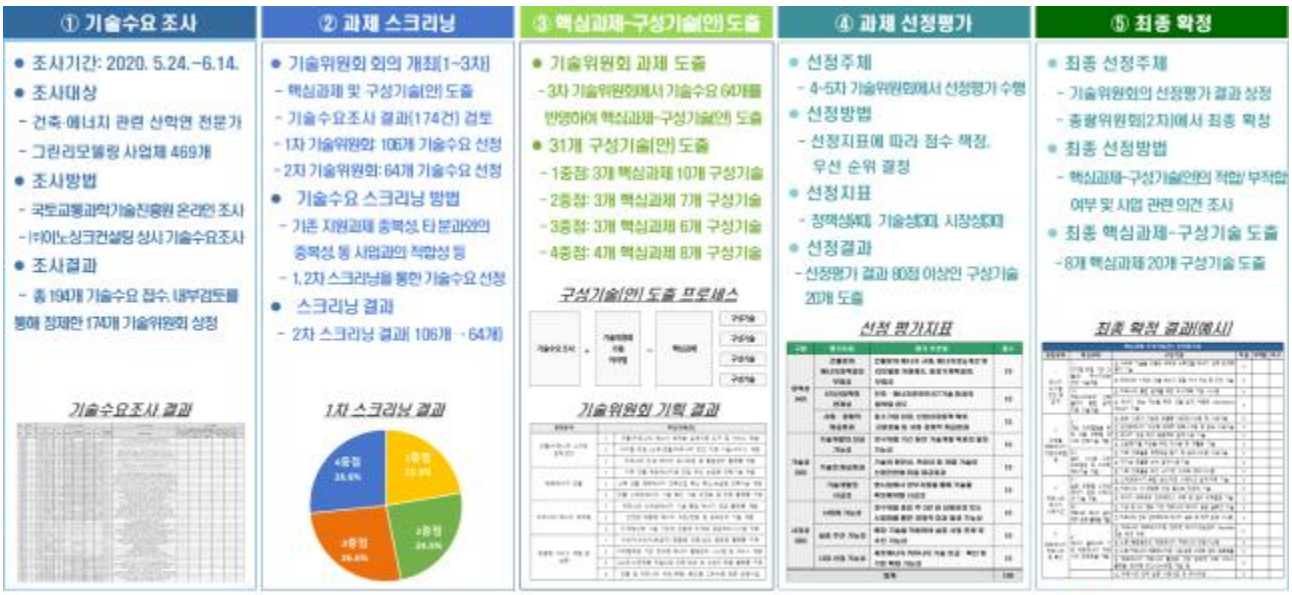
- 3차 기술위원회에서 기술수요 64개를 반영, 기술위원회에서 핵심과제 및 구성기술(안) 도출

❍ (STEP 4) 선정평가

- 4~5차 기술위원회에서 선정평가 및 조정 과정을 통해 8개 핵심과제 및 20개 구성기술(안) 도출

❍ (STEP 5) 최종 확정

- 선정한 8개 핵심과제 및 20개 구성기술(안)을 총괄위원회(2차)에서 확정

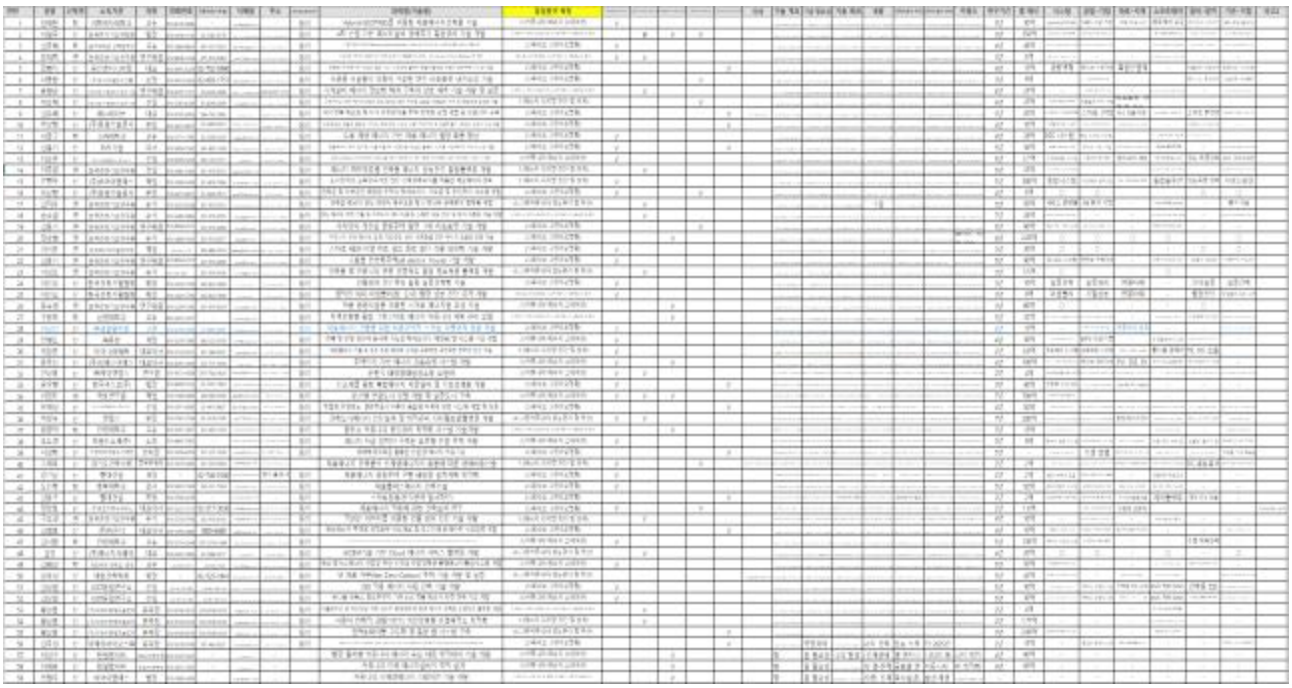


【 그림 5-13 】 기술개발 과제 도출 프로세스

❑ 기술수요 조사

❍ 신규 사업의 중점분야별 지원 대상 과제 기획을 위한 과제 pool 확보의 목적으로, 산·학·연 전문가 대상 기술수요조사 실시

- 조사 대상 및 조사 항목
  - · (조사 대상) 건축·도시에너지 관련 산·학·연 전문가, 그린리모델링 사업체 469여개
  - · (조사 항목) 제안하고자 하는 기술의 명칭, 기술개발 목적, 기술개발 품목, 해당 품목의 시장 현황 및 기술개발 필요성, 기술개발 목표 및 내용, 기대효과, 예상 실증사이트 등
- 조사 기간 및 접수방법
  - · (조사 기간) 2020. 5. 20. ~ 2020. 6. 14.
  - · (접수방법) 온라인 웹 설문을 통한 전산접수 및 용역기관 이메일 접수



【 그림 5-14 】 (예시)기술수요 조사 집계

❍ 기술수요 조사 집계내역을 바탕으로 각 중점분야별 기술위원회에서 제안과제별 키워드 도출 및 카테고리화를 수행, 이를 중점분야·핵심과제 구성 및 사업 기획에 활용

- 기술수요조사 집계내역(194개) 중 불성실입력 등을 내부검토에서 1차적으로 정제한 174개의 기술수요를 중점분야별 기술위원회에 상정
- (Track1) 4개 중점분야 13개 핵심과제(안) 수립, 수립된 핵심과제(안)과 기술수요조사 취합 내역을 지속적으로 검토하여, 중점분야 및 핵심과제 구성 고도화

❍ 기술수요조사를 통해 수요자의 기술 제안을 바탕으로 중점 분야 및 핵심과제(안) 고도화

❑ (STEP 1) 1차 스크리닝

❍ 1차 기술위원회에서 174개 기술수요를 검토, 중복 삭제 및 병합 등을 통해 기술수요 106개 선정

＊ 기술분류 등의 제출내역은 제안자의 의견을 최대한 반영하되, 기획위원의 의견제시가 타당할 경우 각 중점분야별 간사 및 위원장 협의 하에 분과 조정

구분	기술수요	1차 스크리닝 (1차 기술위원회) ▶	기술수요
1중점	40		25
2중점	46		28
3중점	46		27
4중점	42		26
합계	174		106

❑ (STEP 2) 2차 스크리닝

❍ 2차 기술위원회에서 106개 기술수요에 대한 기획위원 평가를 통해 기술수요 64개 선정

- 기존 지원과제와의 중복성, 중점분야 간 중복성, 동 사업과의 적합성 등을 검토하여 후보 64개 도출(중복 포함)
- 기술수요 후보 64개 중점분야별 분류, 기술위원회에서 기획한 기술 아이템 기획에 반영

【 표 5-15 】 기술수요 중점분야별 분류(중복포함)

번호	기술명	중점분야
1	노후건축물 대비 에너지사용량 30% 절감을 위한 저비용 고효율 리트로핏 진단 및 통합설계 플랫폼 개발	1
2	에너지 취약계층별 건축물 에너지 성능진단 통합플랫폼 개발	1
3	도시단위의 교육연구시설 집단 신재생에너지를 적용한 제로에너지건축	1
4	제로플러스 건물 및 경관 조명 제어용 신개념 교류전압 교번패턴 전력선 통신 기술	1
5	제로에너지 건축물의 신재생에너지의 효율에 따른 생애비용산출	1
6	적외선 이미지를 이용한 건물 외피 진단 기술 개발	1
7	사용자 친화적 경험기반의 개인맞춤형 온열쾌적도 최적화	1
8	건물일체형 태양광열(Building Integrated Photovoltaic-Thermal) 이용 냉난방 시스템 최적화 모델 및 실증구축	2
9	친환경 건축에너지 저감을 위한 나노 기공형태 열차단 복합단열재를 적용한 경량벽체 시스템 개발	2
10	시공중 시설물의 이용이 가능한 면진 리트로핏 내진보강 기술	2
11	대기전력 제로화 및 자가 안전관리용 주택 최적화 모델 개발 등 실증단지 구축	2
12	상변화물질 캡슐을 활용한 건축물 온도조절 기능을 갖춘 건축자재 및 잠열축열식 냉·온수 공급시스템 개발	2
13	도로 재생 에너지 기반 제로 에너지 빌딩 효율 향상	2
14	제로에너지 주택 최적화 단열/축열 PC 콘크리트 패널을 활용한 스마트 건물에너지 관리시스템 개발	2
15	건축물 및 지하공간 태양광 추적식 하이브리드 가로등 및 유지관리 시스템 개발	2
16	디자인이 개선된 공동주택 입면 그린 리트로핏 기술 개발	2

번호	기술명	중점분야
17	커뮤니티 단위 패시브 설계, 리트로핏, 공유, 최적화를 통한 에너지 효율화 통합 기술	2
18	스마트 태양-지열 히트 펌프 융합 첨단 건물 외피화 기술 개발	2
19	고효율 전전화주택(all electric house) 기술 개발	2
20	건물외피 인스펙터 활용 실증건축화 기술	2
21	제로에너지 건물을 위한 비용편익적 스마트 이중외피 창호 개발	2
22	신소재를 통한 복합에너지 저장설비 및 기능성재료 개발	2
23	무결점 단열성능, 열관류율 0 수준의 융합형 차세대 창호 시스템 개발 및 실증	2
24	생태체계구축을 활용한 친환경 에너지 저감기술	2
25	제로에너지 공동주택 구현 태양광 설치계획 최적화	2
26	제로플러스에너지 건축기술	2
27	스마트창호(전기변색 일사차단)	2
28	제로에너지 적용에 관한 건축설계 연구	2
29	제로에너지 주택에 최적화된 마감재료 및 초고단열 화재안전 시공방법 개발	2
30	ESS 적용 에너지 자립 건축 기술 개발	2
31	새로운 또는 노후된 도시에 적용이 용이한 친환경 고성능 도료 기반의 제로에너지 도시형 '쿨그린 코팅시스템(Cool Green Coating system)'개발	2
32	인공지능 기반의 건축물단위 인터렉티브 에너지 효율화 빌딩 (GEBs : Grid-interactive Efficient Building) 기술 개발	2,4
33	열적인 외피 어셈블리(창, 도어) 현장 성능 진단 규격 개발	2,4
34	Hybrid-GEOTABS를 이용한 제로에너지건축물 기술	3
35	4차 산업 기반 에너지설비 생애주기 통합관리 기술 개발	3,4
36	기계설비 에너지 정보화 체계 구축과 성능 예측 기술 개발 및 실증	3,4
37	초·중·고등학교 단지의 제로에너지하우스를 위한 신재생에너지 기반 건물에너지 최적화 시스템 기술 개발 및 커뮤니티 실증	3
38	센싱 데이터 기반 건물 및 커뮤니티 에너지/환경 스마트 성능 진단 및 평가 자동화 기술 개발	3,4
39	마을 공공시설을 이용한 스마트 에너지팜 조성 기술	3
40	지역맞춤형 통합 그린스마트 에너지 커뮤니티 계획 관리 모델	3,4
41	전력 및 온열 생산이 동시에 가능한 하이브리드 태양광/열 시스템 기술 개발	3
42	주택단지 기반 에너지 프로슈밍 시스템 개발	3
43	순환식 태양광패널청소용 보일러	3
44	분산형 전원도시 모델 개발 및 실증도시 구축	3
45	탈탄소 커뮤니티 공간관리 최적화 시스템 기술개발	3,4
46	에너지 자급 장치가 구축된 표준형 전원 주택 개발	3
47	분산전원 및 수열에너지 이용 도시·건물 액티브 에너지자립 최적화 기술개발 및 실증 (1MW급 ESS 분산전원 및 200 RT급 수열에너지 이용 도시·건물 에너지자립 최적화 기술 개발 및 실증)	3
48	제로·플러스에너지 건물을 위한 신개념 건물일체형 풍력에너지 통합시스템 개발	3
49	바나듐 레독스 플로우전지 기반 ESS 적용 에너지 자립 건축 기술 개발	3
50	시뮬레이션 및 머신러닝 기반 실시간 환경데이터 반영 에너지 최적화 운영관리 플랫폼 개발	3,4
51	4차 산업 기반 에너지설비 생애주기 통합관리 기술 개발	3,4
52	인공지능 기반의 건축물단위 인터렉티브 에너지 효율화 빌딩 (GEBs : Grid-interactive Efficient Building) 기술 개발	2,4
53	기계설비 에너지 정보화 체계 구축과 성능 예측 기술 개발 및 실증	3,4
54	건축물 에너지 성능 데이터 재구조화 및 드릴다운 광역분석 플랫폼 개발	4
55	센싱 데이터 기반 건물 및 커뮤니티 에너지/환경 스마트 성능 진단 및 평가 자동화 기술 개발	3,4
56	건축물 및 커뮤니티 부문 인증제도 통합 정보제공 플랫폼 개발	4
57	열적인 외피 어셈블리(창, 도어) 현장 성능 진단 규격 개발	2,4
58	지역맞춤형 통합 그린스마트 에너지 커뮤니티 계획 관리 모델	3,4
59	건축도시에너지 진단설계 및 최적관리 디지털트윈플랫폼 개발	4
60	탈탄소 커뮤니티 공간관리 최적화 시스템 기술개발	3,4

번호	기술명	중점분야
61	AICBM기술 기반 Cloud 에너지 서비스 플랫폼 개발	4
62	넷 제로 카본(Net Zero-Carbon) 주택 기술 개발 및 실증	4
63	시뮬레이션 및 머신러닝 기반 실시간 환경데이터 반영 에너지 최적화 운영관리 플랫폼 개발	3,4
64	임팩트테이블 고도화 및 통합 웹 시스템 구축	4

❑ (STEP 3) 핵심과제-구성기술(안) 도출

❍ 기술위원회에서 기술수요 64개를 반영하여 핵심과제 및 구성기술(안) 도출

【 표 5-16 】 수요조사 및 기술위원 과제기획 검토

기술수요 조사	+	기술위원회 기획 아이템	⇒	핵심과제	구성기술
					구성기술
					구성기술
					구성기술

❍ 중점분야별 도출 프로세스

- 1중점 2개 핵심과제 10개 구성기술(안) 도출

	기술수요 조사			핵심과제	구성기술
1 중점	노후건축물 대비 에너지사용량 30% 절감을 위한 저비용 고효율 리트로핏 진단 및 통합설계 플랫폼 개발	+	기술위원회 기획 아이템	⇒ 통합 프로세스 기반 커뮤니티 공간 설계 지원 기술개발	① 커뮤니티 에너지 Eco-cycle 모델링 기술
	에너지 취약계층별 건축물 에너지 성능 진단 통합플랫폼 개발				② 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템
	도시단위의 교육연구시설 집단 신재생에너지를 적용한 제로에너지건축				③ 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화(Generative Design) 기술
	제로플러스 건물 및 경관 조명 제어용 신개념 교류전압 교번패턴 전력선 통신 기술			디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발	① 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 잠재 성능 평가 기술
	제로에너지 건축물의 신재생에너지의 효율에 따른 생애비용산출				② 기계학습 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술
	적외선 이미지를 이용한 건물 외피 진단 기술 개발				③ CPS 기반 건물 에너지 M&V 지원 센서링 기술
	사용자 친화적 경험기반의 개인맞춤형 온열쾌적도 최적화				④ 디지털 지능공간기반 에너지트윈 기술개발

- 2중점 2개 핵심과제 및 7개 구성기술 도출

2중점	기술수요 조사
	건물일체형 태양광열(Building Integrated Photovoltaic-Thermal) 이용 냉난방 시스템 최적화 모델 및 실증구축
	친환경 건축에너지 저감을 위한 나노 기공형태 열차단 복합단열재를 적용한 경량벽체 시스템 개발
	시공중 시설물의 이용이 가능한 면진 리트로핏 내진보강 기술
	대기전력 제로화 및 자가 안전관리용 주택 최적화 모델 개발 등 실증단지 구축
	상변화물질 캡슐을 활용한 건축물 온도조절 기능을 갖춘 건축자재 및 잠열축열식 냉·온수 공급시스템 개발
	도로 재생 에너지 기반 제로 에너지 빌딩 효율 향상
	제로에너지 주택 최적화 단열/축열 PC 콘크리트 패널을 활용한 스마트 건물에너지 관리시스템 개발
	건축물 및 지하공간 태양광 추적식 하이브리드 가로등 및 유지관리 시스템 개발
	디자인이 개선된 공동주택 입면 그린 리트로핏 기술 개발
	커뮤니티 단위 패시브 설계, 리트로핏, 공유, 최적화를 통한 에너지 효율화 통합 기술
	스마트 태양-지열 히트 펌프 융합 첨단 건물 외피화 기술 개발
	고효율 전전화주택(all electric house) 기술 개발
	건물외피 인스펙터 활용 실증건축화 기술
	제로에너지 건물을 위한 비용편익적 스마트 이중외피 창호 개발
	신소재를 통한 복합에너지 저장설비 및 기능성재료 개발
	무결점 단열성능, 열관류율 0 수준의 융합형 차세대 창호 시스템 개발 및 실증
	생태체계구축을 활용한 친환경 에너지 저감기술
	제로에너지 공동주택 구현 태양광 설치 계획 최적화
	제로플러스에너지 건축기술
	스마트창호(전기변색 일사차단)
	제로에너지 적용에 관한 건축설계 연구
	제로에너지 주택에 최적화된 마감재료 및 초고단열 화재안전 시공방법 개발
	ESS 적용 에너지 자립 건축 기술 개발
	새로운 또는 노후된 도시에 적용이 용이한 친환경 고성능 도료 기반의 제로에너지 도시형 '쿨그린 코팅시스템(Cool Green Coating system)' 개발
	인공지능기반의건축물단위인터렉티브에너지효율화빌딩(GEBs: Grid-interactive Efficient Building) 기술 개발
	열적인 외피 어셈블리(창, 도어) 현장 성능 진단 규격 개발

+

기술위원회 기획 아이템

⇒

핵심과제	구성기술
재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발	① 급속 시공이 가능한 모듈형 저비용 외장 시스템
	② 재실 리모델링이 가능한 냉난방에너지 저감형 창호 및 시공기술
	③ LCCO2 기반 그린리모델링 시공기술 및 평가시스템 구축
	④ LCCO2 저감 건설폐기물 최소화를 위한 재사용 및 재활용 기술
그린 리모델링 설비시스템 및 스마트 제어기술 개발	① 기축건물용 청정제습 환기 및 공조시스템 시공기술
	② 다기능 모듈형 BIPV 설계·시공·기술
	③ 기축 건축물 기존 망이용 무선 IoT 기반 스마트홈 및 스마트제어시스템

- 3중점 2개 핵심과제 및 6개 구성기술 도출

3중점	기술수요 조사
	Hybrid-GEOTABS를이용한제로에너지건축물기술
	4차 산업 기반 에너지설비 생애주기 통합관리 기술 개발
	기계설비 에너지 정보화 체계 구축과 성능 예측 기술 개발 및 실증
	초·중·고등학교단지의제로에너지하우스를위한신재생에너지기반건물에너지최적화시스템기술개발및커뮤니티실증
	센싱 데이터 기반 건물 및 커뮤니티 에너지/환경 스마트 성능 진단 및 평가 자동화 기술 개발
	마을 공공시설을 이용한 스마트 에너지 팜 조성 기술
	지역맞춤형 통합 그린스마트 에너지 커뮤니티 계획 관리 모델
	전력 및 온열 생산이 동시에 가능한 하이브리드 태양광/열 시스템 기술 개발
	주택단지 기반 에너지 프로슈밍 시스템 개발
	순환식 태양광패널청소용 보일러
	분산형 전원도시 모델 개발 및 실증도시 구축
	탈탄소 커뮤니티 공간관리 최적화 시스템 기술개발
	에너지 자급 장치가 구축된 표준형 전원주택 개발
	분산전원및수열에너지이용도시·건물액티브에너지자립최적화기술개발및실증(1MW급ESS분산전원및200RT급수열에너지이용도시·건물에너지자립최적화기술개발및실증)
	제로·플러스에너지 건물을 위한 신개념 건물일체형 풍력에너지 통합시스템 개발
	바나듐 레독스 플로우전지 기반 ESS 적용 에너지 자립 건축 기술 개발

+

기술위원회 기획 아이템

⇒

핵심과제	구성기술
커뮤니티 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 개발	① 에너지 공유가 가능한 신재생에너지 복합 생산/저장 (설계 및 시공) 기술
	② 제로에너지 건축설계 기반 신재생 전력 통합 그리드 시공 기술
	③ 근거리(km 수준) 양방향 저온 열수송 인프라 기술
빅데이터를 활용한 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 기술 개발	① 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술
	② 에너지 네트워크를 위한 인터페이스 및 설비 리모델링 기술
	③ 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템

- 4중점 2개 핵심과제 및 8개 구성기술 도출

4중점	기술수요 조사
	4차 산업 기반 에너지설비 생애주기 통합관리 기술 개발
	인공지능기반의건축물단위인터렉티브에너지효율화빌딩(GEBs: Grid-interactive Efficient Building) 기술 개발
	기계설비 에너지 정보화 체계 구축과 성능 예측 기술 개발 및 실증
	건축물 에너지 성능 데이터 재구조화 및 드릴다운 광역분석 플랫폼 개발
	센싱 데이터 기반 건물 및 커뮤니티 에너지/환경 스마트 성능 진단 및 평가 자동화 기술 개발
	건축물 및 커뮤니티 부문 인증제도 통합 정보제공 플랫폼 개발
	열적인 외피 어셈블리(창, 도어) 현장 성능 진단 규격 개발
	지역맞춤형 통합 그린스마트 에너지 커뮤니티 계획 관리 모델
	건축도시에너지 진단설계 및 최적관리 디지털트윈플랫폼 개발
	탈탄소 커뮤니티 공간관리 최적화 시스템 기술개발
	AICBM기술 기반 Cloud 에너지 서비스 플랫폼 개발
	넷 제로 카본(Net Zero-Carbon) 주택 기술 개발 및 실증
	시뮬레이션 및 머신러닝 기반 실시간 환경데이터 반영 에너지 최적화 운영관리 플랫폼 개발
	임팩트테이블 고도화 및 통합 웹 시스템 구축

+

기술위원회 기획 아이템

⇒

핵심과제	구성기술
클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발	① 커뮤니티 제로에너지화 전과정 성능정보 체계 구축
	② 노후 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템
	③ 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜
	④ 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼 (한국형 민간 CDM 모델 개발 등)
커뮤니티 단위 실증사업 및 모니터링	제로에너지 노후 공공건물(군) : 수자원공사 본사
	제로에너지 노후 캠퍼스 : 한양대학교 ERICA
	에너지 최적화 노후 커뮤니티: 중/고등학교 + 공동주택
	제로에너지 노후 커뮤니티: 초등학교 + 공동주택

❑ (STEP 4) 선정평가

❍ 4~5차 기술위원회에서 선정평가 및 조정 과정을 통해 8개 핵심과제 및 20개 구성 기술(안) 도출

- (선정평가지표) 정책성(40점), 기술성(30점), 시장성(30점) 등 평가기준에 따라 점수를 합산 후 우선순위 배정

【 표 5-17 】 선정평가지표

구분	평가지표	평가 주안점	점수
정책성 (40)	건물분야 에너지정책과의 부합성	건물분야 에너지 규제, 에너지성능개선 및 리모델링 지원제도, 중장기계획과의 부합성	15
	ICT융복합 연계성	건축·에너지분야의 ICT기술 등과의 융복합 정도	10
	사회·경제적 파급효과	중소기업 성장, 산업성장동력 확보, 고용창출 등 사회 경제적 파급효과	15
기술성 (30)	기술개발의 성공 가능성	연구개발 기간 동안 기술개발 목표의 달성 가능성	10
	기술의 파급효과	기술의 원천성, 독창성 등 개발 기술이 산업전반에 미칠 파급효과	10
	기술개발의 시급성	현시점에서 정부지원을 통해 기술을 확보해야할 시급성	10
시장성 (30)	사업화 가능성	연구개발 종료 후 3년 내 상용운전 또는 사업화를 통한 경제적 효과 발생 가능성	10
	실증 추진 가능성	해당 기술을 적용하여 실증 사업 연계 및 추진 가능성	10
	시장 선점 가능성	제로에너지 커뮤니티 기술 보급·확산 및 기반 확대 가능성	10
합계			**100**

- 선정평가 결과 80점 이상인 구성기술 20개 도출

【 표 5-18 】 선정평가 결과

중점분야	핵심과제	구성기술	선정지표			점수
			정책성	기술성	시장성	
1. 에너지 디지털 진단 및 설계	1.1 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발	① 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 잠재 성능 평가 기술	30	25	26	81
		② 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술	32	27	22	81
		③ IoT 센서 기반 건물 에너지 시공품질 진단 지원 기술(M&V)	31	21	26	78
	1.2 커뮤니티부터 건축물까지 통합 설계 지원 기술개발	① 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템	36	27	20	83
		② 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화 (Generative Design) 기술	37	25	20	82
		③ 디지털 지능공간기반 에너지트윈 기술개발	31	25	21	77

2. 건축물 제로에너지 그린리모델링	2.1 재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발	① 급속 시공이 가능한 모듈형 내외장시스템 및 시공기술	31	26	25	82
		② 재실 리모델링이 가능한 냉난방에너지 저감형 창호시스템 및 시공기술	32	21	27	80
		③ LCCO2 기반 그린리모델링 시공기술 및 평가시스템 구축	36	23	22	기술명 변경
		④ LCCO2 저감 및 건설폐기물 최소화를 위한 재사용 및 재활용 기술	37	22	21	기술명 변경
	2.2 설비 시스템 그린 리모델링 및 스마트 제어기술 개발	① 기축건물용 청정제습 환기 및 공조시스템 시공기술	35	25	22	82
		② 다기능 모듈형 BIPV 설계·시공·기술	34	26	21	81
		③ 기축 건축물용 무선 IoT 기반 기반구축 및 스마트 제어시스템	34	27	23	84
3. 커뮤니티 에너지 스테이션	3.1 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 개발	① 에너지 공유가 가능한 신재생에너지 복합 생산/저장(설계 및 시공) 기술	29	23	20	①, ② 병합
		② 신재생 전력 통합 그리드 시공 기술	31	24	21	
		③ 근거리(km 수준) 양방향 저온 열수송 인프라 기술	35	24	24	83
	3.2 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발	① 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술	32	25	23	80
		② 에너지 네트워크를 위한 인터페이스 및 설비 리모델링 기술	29	26	21	핵심(1) 편입
		③ 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템	32	24	26	82
4. 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산모델	4.1 에너지 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발	① 커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-data 정보 체계 구축	30	26	27	83
		② 노후 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템	29	28	24	81
		③ 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜	28	29	27	84
		④ 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼 (한국형 민간 CDM 모델 개발 등)	27	26	27	80
	4.2 커뮤니티 단위 실증 시범사업 및 모니터링		-	-	-	-

❑ (STEP 5) 최종 확정

❍ 선정한 8개 핵심과제 및 20개 구성기술(안)을 총괄위원회(2차)에서 확정

【 표 5-19 】 최종 핵심과제-구성기술 도출

중점분야	핵심과제	구성기술	적합여부 선정 및 의견		
			적합	부적합	비고
1. 에너지 디지털 진단 및 설계	1.1 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발	1-1. 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 잠재 성능 평가 기술	V		
		1-2. 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술	V		
	1.2 커뮤니티부터 건축물까지 통합 설계 지원 기술개발	2-1. 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원시스템	V		
		2-2. 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화 기술	V		

2. 건축물 제로에너지 그린리모델링	2.1 재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발	1-1. 급속 시공이 가능한 모듈형 저비용 내외장 시스템 및 시공기술	V		
		1-2. 냉난방에너지 저감형 경제적 창호시스템 및 시공기술	V		
		1-3. 온실가스 저감 및 에너지 성능 제고 공동주택 설계·시공기술	V		
		1-4. 건설폐기물 저감을 위한 재사용 및 재활용 기술	V		
	2.2 설비 시스템 그린 리모델링 및 스마트 제어기술 개발	2-1. 기축건물용 청정·제습 환기 및 시스템 시공기술	V		
		2-2. 다기능 모듈형 BIPV 제작 및 시공기술	V		
		2-3. 기축 건축물용 무선 IoT 기반 스마트 제어시스템	V		
3. 커뮤니티 에너지 스테이션	3.1 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 개발	1-1 신재생에너지 복합 생산/저장 스테이션 설계·구축 기술	V		
		1-2. 커뮤니티 내 양방향 저온 열수송 인프라 기술	V		
		1-3. 에너지 네트워크 인터페이스 구축 및 설비 리모델링 기술	V		
	3.2 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발	2-1. 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술	V		
		2-2. 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템	V		
4. 제로에너지 커뮤니티 및 확산	4.1 에너지 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발	1-1. 커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-data 정보 체계 구축	V		
		1-2. 노후 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템	V		
		1-3. 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜	V		
		1-4. 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼	V		
	4.2 커뮤니티 단위 실증 시범사업 및 모니터링		V		
종합의견					

※ 중점분야별 최종 핵심과제 및 구성기술의 기술개발 내용을 참고하여 평가

❑ 중점분야별 최종 핵심과제 및 구성기술 내용

❍ (1중점) 에너지 디지털 진단 및 설계

- (핵심1) 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발 : 빠르고 정확한 건축물(군)의 에너지효율 진단을 위한 디지털 정보화 및 그에 기반한 정확한 에너지 절감 실제 성능 확보

  ① 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 감축 잠재력 평가 기술

  ② 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술

- (핵심2) 통합 프로세스 기반 커뮤니티 설계 지원 기술개발 : AI 지원기반의 커뮤니티 및 건축물(군)의 그린 리모델링을 위한 빠르고 검증된 최적 설계안 도출

  ① 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템

  ② 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화 (Generative Design)기술

❍ (2중점) 건축물 제로에너지 그린리모델링

- (핵심1) 재실리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발 : 재실리모델링 수준의 급속 시공 및 모듈형 시스템 개발을 통해 경제성을 확보하는 그린리모델링 기술개발

  ① 급속 시공이 가능한 모듈형 내외장시스템 및 시공기술

  ② 냉난방에너지 저감형 경제적 창호시스템 및 급속 시공기술

  ③ 에너지 성능 제고 공동주택 설계·시공 기술

  ④ 건설폐기물 저감을 위한 재사용 및 재활용 기술

- (핵심2) 설비 시스템 그린 리모델링 및 스마트 제어기술 개발 : 기존 건축물의 제한된 층고, 경제성·시공성 등의 문제점을 극복하는 설비기술 개발

  ① 기축 건축물용 청정제습 환기 및 시스템 시공기술

  ② 다기능 모듈형 BIPV 설계·시공·기술

  ③ 기축 건축물용 무선 IoT기반 스마트 제어시스템

❍ (3중점) 커뮤니티 에너지 스테이션

- (핵심1) 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술개발 : 커뮤니티의 제로에너지화를 위해서, 다양한 신재생에너지 설비들을 융복합 이용하여 친환경에너지를 생산/저장/공급하는 에너지 스테이션 설계/구축 기술 개발

  ① 신재생에너지 복합 생산/저장 스테이션 설계·구축 기술

  ② 커뮤니티 내 양방향 저온 열수송 인프라 기술

  ③ 에너지 네트워크 인터페이스 구축 및 설비 리모델링 기술

- (핵심2) 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발 : 커뮤니티 단위의 에너지 절감 및 탄소 배출량 감소를 위해 빅데이터를 활용한 커뮤니티 에너지 사용 설비 최적 운영 기술 개발

① 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술

② 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템

❍ (4중점) 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델

- (핵심1) 에너지 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발: 커뮤니티 단위의 제로에너지화 구현 프로토콜을 정립하고, 정보기반의 플랫폼을 구축을 통한 제로 커뮤니티 구현 및 운영 효율화, 전생애 성능관리, 제로커뮤니티 확산

① 커뮤니티 제로에너지화 전과정 성능정보 체계 구축

· 커뮤니티를 구성하는 기술 – 단위건물(그린리모델링) – 커뮤니티의 품질관리를 위한 '자재/기술 – 건물 – 커뮤니티' 통합관리 시스템

② 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템

· 설계단계에서 기술(일반기술 및 혁신 융복합 기술), 건물(기존 건물대상의 다양한 인증제도를 일원화/효율화), 커뮤니티(커뮤니티 설계기준 및 이행 가이드라인 등)의 각 요소별 연계를 위한 디지털 정보기반 운영시스템

③ 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜

· 품질관리를 통해 도출된 그린리모델링 설계안(디지털 기반)의 구현을 위한 시공/유지관리 방법론(디지털 기반)과 관련 산업 공급자의 이행을 지원하기 위한 인력양성 포함

· 인증결과가 물리적으로 구현될 수 있도록 성능 보증(성과관리)하는 체계를 정립함

④ 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼

· 민간 참여 거버넌스/의사결정, 통합인증(품질관리), 성능 보증(성과관리)을 구현하기 위한 건축/커뮤니티 구현 디지털 플랫폼 개발

· 수요자 집단 의사결정, 수요자와 공급자의 매칭, 디지털 건축설계/감리/유지관리 정보 지원, 커뮤니티 단위 통합/분산 관제시스템 등 포함

· 한국형 민간 CDM 모델 개발 등

- 커뮤니티 단위 실증사업 및 모니터링

· 노후 공공건물(군), 캠퍼스, 커뮤니티 대상 에너지최적화·제로에너지화 실증사업 추진

【 표 5-20 】 중점분야 및 핵심과제 1차-최종(안)

중점분야	핵심과제 (1차안)
건물/ 커뮤니티 스마트 설계・진단	건물/커뮤니티 에너지 최적화 설계지원 도구 및 서비스 개발
	디지털 트윈 (노후)건물/커뮤니티 진단 지원 기술/서비스 개발
	커뮤니티 단위 에너지 모니터링 및 통합관리 플랫폼 개발
제로에너지 건물	기존 건물 제로에너지화 진입 유도 보급형 건축기술 개발
	신축 건물 제로에너지 건축산업 확산 혁신/보급형 건축기술 개발
	건물 신재생에너지 기술 확산 기술 선진화 및 전용 플랫폼 구축
커뮤니티 에너지 최적화	커뮤니티 신재생에너지 기술 통합 에너지 공급 플롯폼 개발
	안전한 대용량 에너지 저장/전환 및 공유관리 기술 개발
	지역냉난방 기술 기반의 친환경 차세대 공급처리시스템 구축
맞춤형 서비스 개발 및 실증	수요자(수요자/공급자) 맞춤형 인증/심의 일원화 플랫폼 구축
	디지탈트윈 기반 전과정 에너지 품질관리 시스템 및 서비스 개발
	(소)공사/공정별 전설산업 인력 양성 및 수요자 맞춤 플랫폼 구축
	건물 및 커뮤니티 규모/유형/ 용도별 그린뉴딜 표준 실증사업

▶

중점분야	핵심과제 (최종안)
에너지 디지털 진단 및 설계	디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발
	건축물-커뮤니티 통합 설계 지원 기술개발
건축물 제로에너지 리모델링	재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발
	설비 시스템 그린리모델링 및 스마트 제어기술 개발
커뮤니티 에너지 스테이션	실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 개발
	커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발
제로에너지 커뮤니티 및 확산 모델	에너지 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발
	커뮤니티 단위 실증 시범사업 및 모니터링

2.3. 실증 유형 선정

❑ 커뮤니티 정의 설정

❍ (커뮤니티의 정의) 동 사업을 통해 개발된 기술이 영향을 미칠 수 있는 범위와, 사업의 예상 수혜자인 국민이 하나의 마을 단위로 인식할 수 있는 범위를 포괄하여 커뮤니티 정의 설정

❑ 국민의 일상생활과 밀접한 생활기반시설*을 도보 10분거리(500m~800m) 이내에서 접근할 수 있으며, 신재생 에너지를 활용한 에너지 자립률이 50%*이상인 마을 단위

*학교, 도서관, 복지시설, 공원, 주차장, 생활체육시설 등

*동 사업의 목표는 에너지 커뮤니티의 신재생에너지를 통한 에너지 자립률 50%이상 달성임

❍ (커뮤니티의 근거) 동 사업에서 칭하는 커뮤니티의 기술적, 사회적 범위는 아래와 같은 개념을 참고하여 기획되었음

[근거1] 서울시 10분 동네 생활SOC 확충사업 논리 활용

- 작은도서관, 어린이집 마을노인복지시설, 청소년·아동 복지시설, 문화체육시설, 도시공원, 마을주차장 등 생활기반시설을 도보 5~10분 거리(250m~500m) 이내에 향유할 수 있도록 공급하는 마을단위 도시재생사업

- '22년까지 서울 전역에 180여 개를 공급할 계획으로 13개 사업지구를 선정

  * 마을주차장 3개소(용산구·양천구·강서구), 작은도서관 3개소(광진구·중랑구·영등포구), 문화체육시설 4개소(강북구·종로구·구로구·강동구), 청소년아동복지시설 2개소(관악구·성북구), 어린이집 1개소(은평구)

【 표 5-21 】 국토교통부의 생활기반시설 도보접근기준 및 서울시 기준

국토교통부 기준					서울시 기준 생활기반시설
단위	분류	시설	세부시설	도보접근기준	
마을 (도보)	교육	유치원	국공립·민간	5~10분	미포함
		초등학교	-	10~15분	미포함
	학습	도서관	공공·사립·작은도서관	10~15분	포함
	돌봄	어린이집	국공립·민간, 놀이터	5분	포함
		마을노인복지	경로당, 노인교실	5~10분	포함 노인여가복지시설 (노인복지관, 경로당, 노인교실 등)
	의료	기초의료시설	의원, 약국	지역 보건의료 수요 고려	미포함
			건강생활지원센터	10분	
	체육	생활체육	수영장, 간이운동장	10분	포함

※ 출처 : 국토교통부 및 서울시

[근거2] 기초생활인프라 관련 국가 차원의 최저기준

- 국토부는 '기초생활인프라 국가적 최저기준'을 재정비하는 내용으로 '국가도시재생기본방침'을 개정('19.1)
- 기초생활인프라를 도보로 이용하는 마을단위시설(11개)와 교통시설을 이용하는 지역거점시설(7개)로 구분, 서비스 수요인구와 접근성 등에 따라 시설별 국가적 최저기준을 제시
- 마을단위시설, 지역거점시설을 인구밀도(5명이상 200mX200m 기준) 따라 공급현황을 분석하여 공급현황을 파악하여 최저 기준을 도출
- 교육학습시설(유치원, 초등학교, 도서관) 5~10분, 돌봄시설(어린이집, 경로당) 5~10분, 체육시설 및 생활편의시설 5~10분, 도시공원 10~15분 등으로 최저기준 도출

  * 공영주차장의 경우 주거지역내 주차장 확보율을 70% 이상을 최저기준으로 설정

- 최저기준(시간)을 보행속도로 재환산하여 거리(m)로 도출

【 표 5-22 】 마을단위 기초생활인프라의 도보접근 최저기준

시설분류	세부시설명	국가적 최저기준
유치원	국공립유치원	500m
	사립유치원	
	전체 유치원	
초등학교	초등학교	500m
도서관	공공도서관, 사립도서관, 작은도서관	750m
어린이집	국공립어린이집	250m
	민간어린이집	
	전체 어린이집	
마을노인복지	경로당	250m
	노인교실	500m
기초의료시설	의원	1,250m
	약국	1,000m
생활체육시설	수영장, 간이운동장, 체육도장, 체력단련장	750m
근린공원	도시공원(묘지공원 제외)	750m
소매점	생필품 구매를 위한 소매점	500m
공영주차장	시군구 운영 공영주차장	500m

※ 기초생활인프라 국가적 최저기준(시간)을 보행속도 시속 3km으로 재환산한 거리
단, 최저기준이 범위로 주어진 경우 높은 값을 기준으로 산출(예: 5~10분인 경우 10분 적용)
※ 출처: 지역의 기초생활인프라 공급현황자료 및 분석안내서, 건축도시공간연구소, 국토교통부(2019)

❑ 실증 추진 여건 분석

❍ 국토교통부 '건축물 생애이력 관리시스템'의 통계 분류 기준을 기반으로, ① 사업과의 부합성, ② 건물 유형별 통계 자료를 참고하여 9대 주요 건물 유형 도출

- 선정기준은 환경부(2018)의 건물 에너지 수요관리를 위한 주요 관리 목표 9개 유형 참고

  * 아파트, 단독주택, 연립 및 다세대, 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 숙박시설, 의료시설, 교육연구시설 등

【 표 5-23 】 용도별 건물 유형

용도	건물 유형	
주거용	▪ **아파트**	▪ **연립 및 다세대**
	▪ **단독주택**	
상업용	▪ **근린생활시설**	▪ **판매시설**
	▪ 운수시설	▪ **업무시설**
	▪ **숙박시설**	▪ 위험물저장 및 처리시설
	▪ 자동차관련시설	
공업용	▪ 공장	
문교·사회용	▪ 문화 및 집회시설	▪ 종교시설
	▪ **의료시설**	▪ **교육연구시설**
	▪ 노유자시설	▪ 수련시설
	▪ 운동시설	▪ 묘지관련시설
	▪ 관광휴게시설	
기타	▪ 동식물관련시설	▪ 창고시설
	▪ 분뇨 및 쓰레기처리시설	▪ 교정 및 군사시설
	▪ 방송통신시설	▪ 발전시설

▼

건물 유형 도출	▪ **아파트** ▪ **단독주택** ▪ **연립 및 다세대** ▪ **근린생활시설** ▪ **판매시설**	▪ **업무시설** ▪ **숙박시설** ▪ **의료시설** ▪ **교육연구시설**

【 표 5-24 】 건물 에너지 수요관리를 위한 주요 관리 목표 유형

건물 유형	
▪ 에너지 사용 증가율이 높은 유형	▪ 전체 노후화 건축물 총량이 많은 유형
▪ 에너지 사용 총량이 많은 유형	▪ 단위 건물 에너지 사용 총량이 많은 유형
▪ 단위면적당 에너지 사용량이 많은 유형	▪ 건물 에너지 계절 수요가 높은 유형
▪ 전체 건축물 총량이 많은 유형	▪ 교육 홍보 효과가 높은 유형
▪ 전체 신축 건축물 총량이 많은 유형	

※ 출처 : 환경부(2018), 기후변화대응 기본계획 수립을 위한 건물에너지 수요관리 정책수단 연구

❍ (2단계) 개별 건물 유형별 에너지 절감 효과 분석

- 건축통계집, 건축물 생애이력 관리시스템 등 통계 데이터베이스와 한국건설기술연구원 등 선행연구의 건물 유형별 에너지소비 표준모델 데이터를 활용, 건물 노후도, 노후 연면적, 리모델링 비율, 그린리모델링 잠재 효과 도출

  · 건물 유형별 노후연면적의 에너지 성능을 현시점 성능 수준까지 개선하고, 각 유형의 리모델링 비율을 건물 전체 평균 리모델링 비율인 0.60%까지 높였을 때, 향후 10년('20~'30년) 간 에너지 절감 및 온실가스 감축 잠재량 계산

【 표 5-25 】 건물유형별 에너지 절감 효과 분석

건물 유형	노후도	노후 연면적	리모델링 비율	그린리모델링 잠재 효과※	
				에너지 절감	온실가스 감축
아파트	7.5%	82,039천㎡	0.01%	285,939toe	1,549,670tCO_2
근린생활시설	19.0%	92,818천㎡	0.47%	272,892toe	1,478,962tCO_2
단독주택	33.4%	169,476천㎡	0.10%	189,576toe	1,027,420tCO_2
교육연구시설	17.3%	35,637천㎡	0.56%	70,468toe	381,909tCO_2
연립 및 다세대	13.1%	22,830천㎡	0.02%	44,418toe	240,730tCO_2
판매시설	11.3%	6,699천㎡	1.35%	-	-
업무시설	11.4%	15,319천㎡	1.01%	-	-
숙박시설	17.8%	8,579천㎡	0.62%	-	-
의료시설	15.6%	4,386천㎡	3.47%	-	-

※ 그린리모델링 잠재 효과 : 각 유형별로 매년 전체 연면적의 0.60%(건물 전체 평균) 수준의 노후 건물을 현 시점 성능수준까지 개선한다고 가정할 때, 향후 10년 간 에너지 절감 및 온실가스 감축 잠재량

※ 판매, 업무, 숙박, 의료시설의 경우 현 시점 리모델링 비율이 건물 전체 평균보다 높아, 별도의 감축 잠재 효과를 산출하지 않음

- (분석 결과) 동 사업 추진의 정량적 잠재 효과는 아파트, 근린생활시설, 단독주택, 교육연구시설, 연립 및 다세대 건물유형 순으로 높음

❍ (3단계) 분산형 에너지 플랜트(에너지 스테이션) 실증 추진 여건 분석

- 분산형 에너지 플랜트(에너지 스테이션) 후보지 선정을 위해 부지 및 시설 이용 가능성, 교육홍보 효과, 기술보급 및 확산 용이성 등 정성적 요인에 대한 평가 수행

  · **(사업 추진 방향과의 부합성)** 동 사업에서 추진하고자 하는 기본방향인 건물 군(群) 중심, 기축건물 중심, 중장기 실증여건 확보, 시장 확산 및 민간 사업모델 개발 용이성 등을 고려한 실증 후보지

  · **(실증 부지 및 시설 이용 가능성)** 개별건축물 에너지 고효율화와 커뮤니티 단위 에너지 최적화를 위한 플러스에너지 허브 역할을 하는 부지 또는 시설

  · **(기술보급 및 확산 용이성)** 에너지 측면 외에도 커뮤니티의 사회적, 물리적 구심점 역할 및 접근성이 쉬워 향후 표준화가 가능한 건물 유형

· **(교육 홍보 효과)** 다수 사람들이 이용하거나 커뮤니티 구성원 간 접근성이 양호한 시설 또는 교육시설을 선정하여 개발 기술의 직접적 홍보효과와 함께 온실가스 감축, 에너지 복지 등 동 사업 비전을 공유

- (분석 결과) 분산형 에너지 플랜트 기술 실증을 위한 실증 후보지로는 교육연구시설 및 근린생활시설 중 공공건물 유형이 적합

【 표 5-26 】 실증 추진 여건 분석 – 학교시설

평가기준	주요내용
사업 추진 방향과의 부합성	▪ 공공부지를 활용한 민간 사업모델 개발은 불가할 것으로 전망되나, 커뮤니티 건물군의 허브 역할로서 잉여 에너지를 활용하여 주변 건물의 제로에너지화를 유도 ▪ 또한 노후 건물 비중이 상대적으로 높고(초등학교 39.7%, 중학교 34.1%, 고등학교 30.9%. 2018 교육부 국정감사.) 교육부와 국토교통부 간 노후건물에 대한 기준이 상이(교육부 40년, 국토교통부 30년. 2018 교육부 국정감사)하여 안전진단 및 개·보수가 시급한 바, 동 사업 추진방향과 부합 ▪ 법령으로 규정된 비율로 전국에 균등하게 분포되어 주변공공기관 및 주민 홍보효과로 신재생에너지 보급 확대 기여
실증 부지 및 시설 이용 가능성	▪ 도시의 전반적인 인구 감소와 더불어 출산율 저하에 따른 취학아동 감소로 인해 기존 학교시설에서 다양한 잉여공간이 발생 전망 ▪ 폐교나 여유교실이 많은 구도심·지방 초등학교의 경우 시설 일부를 신재생에너지 설비 운영에 전용할 수 있음 ▪ 기존 건물을 증개축할 경우 에너지 설비 및 시설을 복합설계하거나 학교 시설 일부에 에너지 관련 기관·기업이 입주, 협동체계 구축 가능 ▪ 운동장과 같은 옥외 시설 일부를 Off-site 태양광 설비로 활용 가능할 것으로 보이나, 교육기능 침해 우려
기술보급 및 확산 용이성	▪ 공립 초등학교는 교육부 및 지역 교육지원청 관할이며, 부지 및 시설 또한 공공자원으로 부처 간 협의를 통해 활용 가능성 높음 ▪ 특히 높은 지가와 밀도로 별도 실증후보지를 마련하기 힘든 도심지역의 경우 물리적 자산의 재이용과 경제적 측면에서 중요한 활용 가치가 있음 ▪ 국토교통부 시행규칙인「도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙」제89조제1항제10호에 따르면 초등학교는 최소 2개 근린주거구역 단위 당 1개 비율로 설치하도록 하고 있으며, 이 경우 세대수 기준 약 4,000세대, 계획인구 기준 약 6천~1만명, 면적 기준 반경 300~400m 당 1개로 커뮤니티의 구심점 역할에 부합
교육 홍보 효과	▪ 학교 시설의 상태나 해당 시설에 설치하는 신재생에너지 설비의 여건에 따라 설비 운용공간과 홍보관 등을 연계, 다양한 체험교육 및 대안교육 여건으로 활용 가능 ▪ 학생 및 지역주민과의 소통활동을 통해 커뮤니티를 구성하는 구성원 간 온실가스 감축에 대한 사회적 비전 공유 가능

【 표 5-27 】 실증 추진 여건 분석 – 공공건물

평가기준	주요내용
사업 추진 방향과의 부합성	▪ 커뮤니티 건물군의 허브 역할로서 잉여 에너지를 활용하여 주변 건물의 제로에너지화를 유도할 수 있으며, 행정기관 주도의 실증으로 법·제도 및 정책 확산 측면에서도 모범사례 도출 가능 ▪ 읍면동주민센터는 커뮤니티 구심점 역할에는 부합하나, 동 사업 성과의 표준화 및 시장 확산을 위해서는 제도, 법령 측면에서 다양한 협의 및 개선안 도출이 선행되어야 할 것으로 판단됨 ▪ 2018년 기준 전국 3,510개 읍면동 중 2,994개 읍면동에 주민자치센터가 설치되어 있어 전국에 균등하게 배포되어있다고 볼 수 있으나, 각 읍면동 규모에 따라 면적 및 인구기준이 상이하여 동 사업의 커뮤니티 개념과는 일부 부합하지 않음
실증 부지 및 시설 이용 가능성	▪ 지역공동체의 최소 행정단위인 읍면동은 장소기반 정책을 수행하기에 적절한 공간단위이자 생활밀착형 공공서비스의 집합적 수혜를 통한 지역공동체 형성·회복을 가능하게 하는 사회·공간적 환경 ▪ 일정 규모 이상의 부지·설비를 보유하고 있으나 인터넷 민원서비스 활성화, 행정업무 위주 이용, 주민센터 건물 자체의 노후화 등으로 인해 증·개축 및 리모델링 수요 발생 ▪ 주민센터 신축 여건이 부족한 지방 및 쇠퇴지역을 중심으로 신재생에너지 설비 설치를 통한 에너지 허브화, 수익모델 개발 등을 통해 지방세원 감소와 인구 노령화로 소멸위기에 놓인 지역 재생 가능
기술보급 및 확산 용이성	▪ 읍면동주민센터 등의 공공청사는 행정안전부 및 지역 지방자치단체 관할이며, 부지 및 시설 또한 공공자원으로 부처 간 협의를 통한 활용가능성 높음 ▪ 그러나, 공유재산 및 물품 관리법 시행령에 따라 조성되는 지방자치단체의 공공청사는 지역별 인구규모에 따른 연면적 상한선 등이 제시되어 있으나, 동 사업에서 활용하고자 하는 읍면동주민센터의 경우 지방자치단체의 하부 행정기관으로 면적기준에서 제외됨 ▪ 또한, 소규모 공공청사 사업은 계획방향 및 건축방향을 검토할 수 있는 수단이 없으며, 신축, 증축, 개축 등에 대한 판단기준 및 공사비 산정기준 또한 모호하거나 부재한 상황임
교육 홍보 효과	▪ 기술의 실증 및 성능검증과 함께 건물·커뮤니티 에너지 최적화 관련 정부 지원정책 홍보 공간으로 활용 가능 ▪ 읍면동주민센터는 주민접점 최일선 행정기관으로, 재생에너지 관련 기술 및 지원정책의 홍보와 접수가 동시에 가능하여 생활 밀착형 에너지 공공서비스의 수혜 거점으로 자리매김 할 수 있음

❍ 건물 유형별 에너지 소비 특성 및 사업 추진 가능성을 고려한 실증 범위 설정

- 각 건물 유형별 리모델링(증축, 개축, 대수선) 신고 건수 및 면적을 바탕으로 리모델링 비율을 산정, 국내 전체 건축물 평균값보다 비율이 높을 경우 실증 유형에서 배제
  - · 국내 건축물 총 재고량 대비 시도별로 신고된 리모델링(증축, 개축, 대수선) 신고 면적을 비교한 결과, 국내 전체 건축물의 평균 리모델링 비중은 약 0.6%로 판단됨
  - · 판매시설, 업무시설, 숙박시설, 의료시설 등 상업시설의 경우 리모델링이 건축물의 자산 가치 상승에 직접적으로 영향을 미치는 바, 리모델링율이 평균 대비 높은 수준

건물 유형	9개 분야 국내 건축물 통계			에너지 절감 및 온실가스 감축 잠재량 (최대치)		에너지 절감량 및 온실가스 감축량 (현황)		
	연면적 (천㎡)	노후면적 (천㎡)	노후도	에너지 절감 잠재량 (toe)	온실가스 감축 잠재량 (tCO2)	리모델링 비율	에너지 절감량 (toe)	온실가스 감축량 (tCO2)
단독주택	507,195	169,476	33.4%	890,370	4,825,434	0.10%	31,596	171,237
아파트	1,090,270	82,039	7.5%	268,056	1,452,752	0.01%	4,766	25,828
연립 및 다세대	174,744	22,830	13.1%	76,557	414,906	0.02%	1,481	8,024
근린생활시설	488,324	92,818	19.0%	662,414	3,590,006	0.47%	213,766	1,158,521
판매시설	59,425	6,699	11.3%	34,563	187,316	1.35%	52,140	282,579
업무시설	134,705	15,319	11.4%	79,030	428,312	1.01%	120,377	652,394
숙박시설	48,144	8,579	17.8%	96,631	523,700	0.62%	50,102	271,529
의료시설	28,138	4,386	15.6%	30,928	167,615	3.47%	465,547	2,523,072
교육연구시설	206,232	35,637	17.3%	180,792	979,815	0.56%	65,770	356,448

국내 건축물 평균 리모델링비율 0.60% 대비 낮은 실증 중점분야 TOP5 도출

건물 유형	실증 중점분야 도출(최대치-현황)		
	에너지 절감 잠재량(toe)	온실가스 감축 잠재량(tCO2)	순위
단독주택	858,775	4,654,197	3
아파트	263,290	1,426,924	1
연립 및 다세대	75,076	406,881	5
근린생활시설	448,648	2,431,486	2
판매시설	-	-	-
업무시설	46,530	252,171	-
숙박시설	-	-	-
의료시설	-	-	-
교육연구시설	115,021	623,367	4

최대 감축 시 (이론상)

실증 중점분야별 리모델링비율 0.60% 개선 시

건물 유형	에너지 및 온실가스 감축 목표			
	리모델링 비율	에너지 절감 잠재량(toe)	온실가스 감축 잠재량(tCO2)	순위
단독주택	평균 리모델링 비율 0.60% 적용	189,576	1,027,420	3
아파트		285,939	1,549,670	1
연립 및 다세대		44,418	240,730	5
근린생활시설		272,892	1,478,962	2
판매시설		-	-	-
업무시설		71,511	387,561	-
숙박시설		-	-	-
의료시설		-	-	-
교육연구시설		70,468	381,909	4

실증 중점분야 TOP5 개선 목표 도출

【 그림 5-15 】 건물 유형별 에너지 소비 특성 분석

❑ 실증 유형 후보군 도출

❍ 동 사업에서의 커뮤니티 단위 실증은 각 중점분야의 핵심기술을 특정 지역에서 리빙랩(Living Lab) 형태로 진행하는 것을 의미

- 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술에 대한 리빙랩 형태의 실증을 통해 실 생활공간에서 사용자 니즈를 반영한 기술혁신 수행
  - 도시의 특정 생활공간을 실험실로 구성, 시민(기술 사용자)와 기업(기술 생산자)이 제로에너지 커뮤니티 개발 및 운영의 주체로 참여
- 제로에너지 커뮤니티 조성 기술의 시장수용성 제고를 위해 전주기적 실증을 통한 기술검증이 필요하여 이를 위한 체계적 실증계획 수립
  - 이를 기반으로 근린주구 단위의 생활 현장에서 각 중점분야의 핵심기술을 바탕으로 새로운 비즈니스 모델과 서비스를 만들고 실증하는 거주자 주도의 개방형 혁신 생태계를 구성, 그린리모델링 산업 활성화를 유도하고자 함

❍ 커뮤니티 실증 유형(안) 도출

- (실증 1유형) 커뮤니티 에너지스테이션 + 복합부지 유형
  - 노후 공공건물군 또는 대학캠퍼스 등을 에너지스테이션화 하여 제로에너지 커뮤니티 실현
  - 관리의 책임이 하나로 통일된 시설에 제로에너지 스테이션을 구축하여, 다양한 용도(업무, 연구, 기숙사, 체육, 식당)를 가지고 있는 건물군이 포함된 커뮤니티로 구성
  - 단지 내 발전한 신재생에너지를 원칙적으로 자체 해결함으로서 에너지 net zero가 가능한지를 검증하고, 이후 잉여에너지를 인근 복합커뮤니티에 전송
- (실증 2유형) 커뮤니티 에너지스테이션 + 주거단지 유형
  - 공동주택과 인근 공공시설을 연계하여 커뮤니티 단위 에너지 최적화 실현
  - 단지 내에서 생산한 신재생에너지와 에너지스테이션에서 생산한 신재생에너지 중 잉여에너지를 공동주택단지에 공급하고, 그린리모델링을 통해 건물에너지효율등급 1+ 달성

❍ 신축 수요 파악을 통한 기축·신축 연계 사업 추진

- 실증유형 대상 연구개발 사업 추진 시 신축수요 파악을 선행하여, 설계·진단 및 제로에너지 커뮤니티 확산 시스템 등의 신축 대상 실증 연계 추진
  - 실증단지 내 기축 및 신축 수요가 공존하는 경우에 대처하기 위해 향후 실증과제 기획 및 사업 추진 시 신축수요 파악 선행
  - 신축·기축이 복합적으로 구성된 지역에 대한 실증을 통해 기 구축된 에너지스테이션 설비의 확장성 및 신축 대상 적용 가능성 등을 검증
  - 커뮤니티를 구성하는 건물이 새롭게 신축되거나 추가될 시 발생할 수 있는 기술적, 법적, 제도적 문제를 실증을 통해 검증하여 향후 에너지스테이션 기반 제로에너지 커뮤니티 모델의 보급·확산 용이성 확보

❍ 유형별 실증을 위한 후보부지 선정

- 실증 참여의향 조사 결과를 바탕으로 후보부지(안)을 선정하고, 해당 부지에 대한 실증 추진계획 작성
  - (실증 참여의향 기관 현황) 군산 LH(734세대), 서울 SH(510세대), 부산 BMC(2,107세대), 한양대학교 ERICA 캠퍼스, 고려대학교 캠퍼스, 한국수자원공사 본사 등
- 실증 추진 여건 및 실증 대상 유형 분석 결과를 바탕으로 선정된 후보부지(안)을 유형별로 구분
- 신축·기축 복합 실증유형의 경우 참여의향을 제출한 지자체의 도시 및 주거환경정비기본계획과 연계, 재건축·재개발사업 기획 단계에서부터 실증 협의 추진
  - 참여의향을 제출한 지자체 도시공사 등과 연계하여 정비구역 지정 시점부터 사업 동의 요건 확보를 실시, 정비사업 착공과 동 사업 실증이 동시에 추진되도록 함

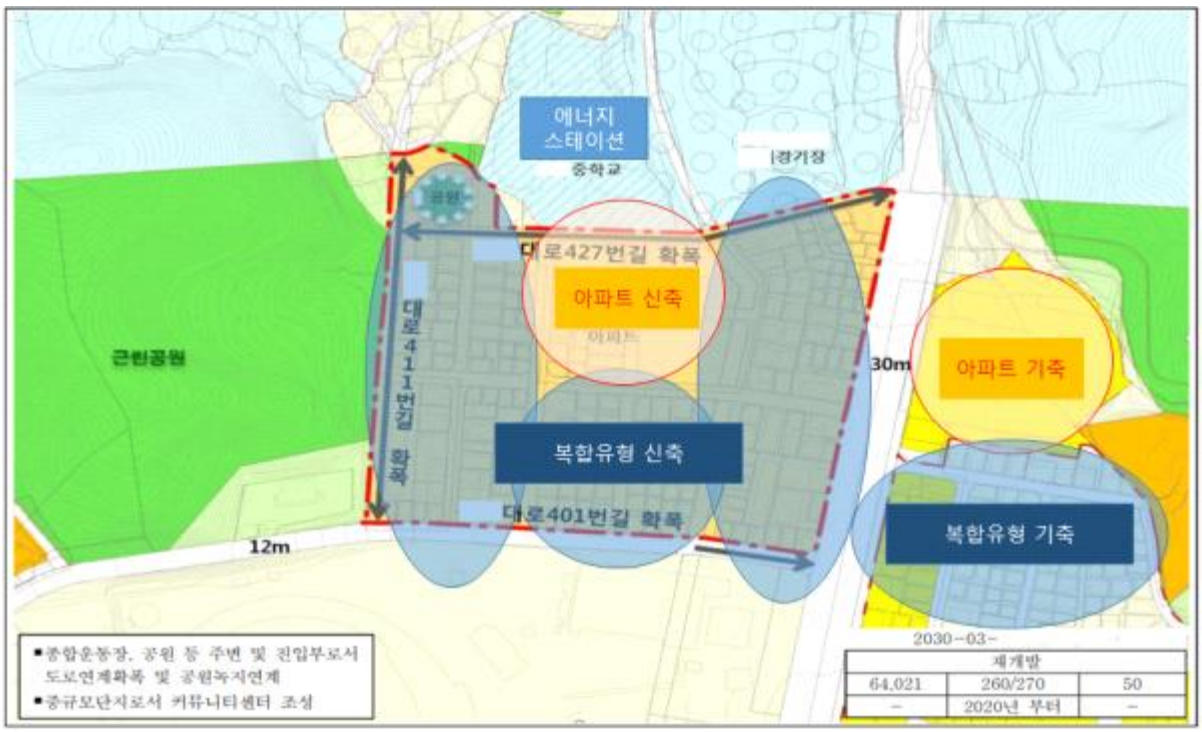


커뮤니티 에너지스테이션 + 복합부지 유형



커뮤니티 에너지스테이션 + 주거단지 유형

【 그림 5-16 】(예시) 실증 추진계획 작성을 위한 실증 후보부지(안) 선정



【 그림 5-17 】(예시) 중장기 도시계획 기반 신축·기축 복합실증 부지(안) 선정



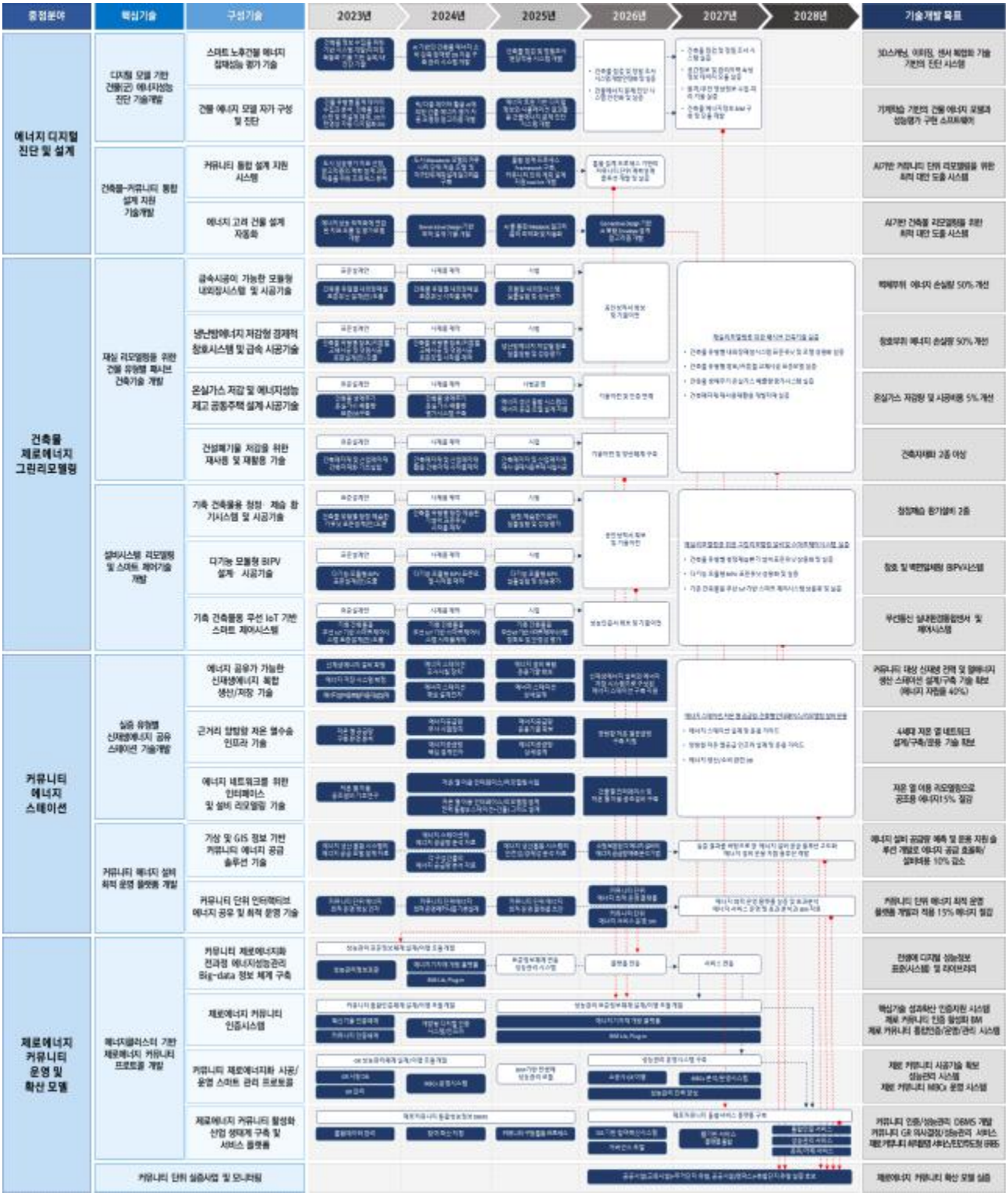
Ⅵ

핵심기술 개발계획

Ⅵ 핵심기술 개발계획

1. 중점분야 핵심기술 개발계획

❑ 기술 연계 및 기술개발 로드맵



【 그림 6-1 】 기술개발 로드맵

1중점 | **에너지 디지털 진단 및 설계**

1.1. (1중점분야) 기술개발 개요

❑ **개별 건축물 중심으로 설계단계와 괴리되어 있던 진단 및 설계기술을 커뮤니티 관점의 디지털 기술을 활용한 통합프로세스 기반 진단 및 설계기술로 전환**

- ❍ 현행 현장중심의 성능평가 기법에서 고려하지 못하는 중소규모 건축물군의 잠재 에너지 성능 평가기법을 개발하기 위해 다양한 이미징 기술의 융합, 미기후·도시형태 기반 공학적 추정기술을 통해 디지털 정보모델 구축 기술
- ❍ 기존 건축물 준공 직전 단계에서 사후평가 방식으로 시행 중인 에너지 성능 진단, 평가, 모니터링 기술을 데이터, 성능 중심으로 도시설계부터 건축물 설계의 매 단계별로 적합하도록 시행 가능 기술
- ❍ 개별 단위건축물의 에너지 감축 및 생산 관점을 넘어서 도시적 맥락, 건축물군의 관점에서 잠재적 에너지 저감 및 생산 성능 극대화를 위한 커뮤니티 단위 도시건축(Urban Architecture) 설계 기술 개발
- ❍ 기존 경험, 시방서 중심의 에너지 절약 설계기술에서 AI, VR/AR, Digital Twin/CPS(Cyber Physical System), IoT 센서 등 스마트 디지털 기술을 활용한 과학적인 의사결정이 신속·정확하게 이루어질 수 있는 설계기술의 자동화·시스템화



【 그림 6-2 】 기술개발 개요

1.2. (1중점분야) 기술개발 대상 및 범위

❑ 기술개발 대상

❍ 커뮤니티 및 건축물 대상 전(全)단계 설계과정의 통합적 프로세스를 지향하는 설계지원 기술

- 기존의 개별 건축물 단위의 에너지 저감을 위한 설계를 넘어서 커뮤니티 단위 또는 건축물군을 기술개발의 대상
- 기존 연구개발들에서 기획설계-기본설계-중간/실시설계-시공/감리로 넘어가는 일련의 과정 중 주로 기본설계에 집중한 것과 달리 설계의 전체 단계를 대상으로 기술개발
- 설계의 전체 단계를 연구개발의 대상으로 다루되, 개별 단계가 유기적으로 통합될 수 있도록 통합적 프로세스를 지향하는 설계 기술개발을 주요 목표이자 연구개발의 대상임
- 이에, 건축물의 입지 및 배치, 규모 산정, 형태 결정, 구조 및 설비 시스템 결정, 용도 결정, 평면 배치, 단면 배치, 입면 재료 및 시스템 결정 등 건축물을 구성하는 모든 요소들에 대한 설계가 기술개발 대상이 됨

❍ 수백~수천동의 건축물군을 대상으로 과학적, 합리적 진단 및 모니터링 기술

- 수백~수천동의 건축물군의 에너지 성능을 진단하기 위해서 기본조건이 되는 미기후, 지형, 피복상태, 건축물군의 표면 형상, 표면 재료특성 등과 같은 물리적인 요소들이 연구의 대상
- 또한, 건축물들의 용도, 거주민의 사회·경제적 상황, 생활패턴 등에 이르는 사회·경제적, 인문적 요소들 역시 연구의 대상
- 동시에 건축물 내외부의 기밀성능과 관련된 상세한 요소들도 기술개발의 대상으로 포함
- 이를 진단 및 모니터링하기 위해서 필요한 기술대상은 LiDAR, 이미지 복합화, Big Data 구축 및 연산, AI, VR, AR, IoT 등의 스마트 기술들이 본 연구의 목적을 달성하기 위해 활용될 기술대상임

❑ 기술개발 범위

❍ 커뮤니티를 구성하는 건축물 소유자, 관리인 등 민간 주체가 에너지 절감 성능 및 잠재량을 직접적으로 파악할 수 있는 진단 기술 및 그린리모델링의 효과를 예측, 보장 가능한 설계 기술 개발

- 도시, 커뮤니티 등 기성시가지의 단위건축물을 포함, 광범위한 공간의 잠재적 에너지 부하를 진단, 예측함으로서 커뮤니티 단위 에너지 부하 저감에 기여

중점분야	핵심과제	구성기술
에너지 디지털 진단 및 설계	디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발	1 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 잠재 성능 평가 기술
		2 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술
	건축물-커뮤니티 통합 설계 지원 개발	1 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템
		2 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화(Generative Design) 기술



【 그림 6-3 】 1중점분야 주요 성과물

1.3. (1중점분야) 문제점 및 개선방안

1.3.1. 이슈·문제점 및 대응현황

❑ 이슈 및 문제점

❍ 전 세계 인구 중 55% 이상이 거주하는 도시 지역은 세계 전체 자원의 75% 이상을 소비하며, 전체 온실가스 배출량의 60~80%를 차지[35)]

- 우리나라는 인구의 91.8%가 도시에 거주하고 있으며[36)], 건축물을 비롯해 커뮤니티 및 도시단위의 에너지 소비 및 온실가스 배출 관리 필요
  - · 커뮤니티에 공급되는 공공, 민간부문의 에너지에 대한 통합관리를 통한 에너지 생산 및 사용의 효율성 확보 시급
  - · 에너지 생산과 소비 관리를 위한 시스템을 통해 정책, 기술 적용 등에 따른 모니터링 필요

❍ 현재 우리나라는 건축물의 노후화가 급격히 진행되고 있는 추세로, 특히 전체 동수의 1/3 이상을 차지하는 30년 이상 노후 건축물은 고비용이 소요되는 효율제고 기술 활용 어려움

- 신축 건축물에 대한 에너지 성능 기준은 지속적으로 강화되고 있으나, 노후화된 기존 건축물에 대한 정책·기술은 현저히 부족하여 기성시가지에 위치한 소규모 노후 건축물중심의 근원적인 에너지 절감 대책 마련 시급
  - · 국내 건축물 에너지 관리의 주대상은 대규모·특수용도 건축물(대부분은 인센티브에 관심이 많으며, 고비용의 액티브(Active) 기법을 감당할 수 있음)인 경우가 대부분임
  - · 소규모 일반 건축물들은 신·개축시, 저에너지 성능을 갖추기 위해서 고비용이 추가로 발생하는 액티브 기술은 물론, 패시브 기술 중에서도 높은 기밀 및 단열성능, 특수재료 등은 사용하기 어려운 실정임
    - * 서울시 내 5층 미만 건축물 비율(동수 기준)은 전체 건축물의 84.8%이며, 이 건축물들이 전체 건축물 에너지의 54.26%를 소비하고 있음
    - * 또한 서울시 내 연면적 500㎡ 미만의 소규모 건축물은 전체 건축물의 76.4%을 차지하고 있으며, 이 건축물들이 전체 건축물 에너지의 26%를 소비하고 있음(출처: 건축물 통계(통계청, 2014), 건축물 에너지 통계(국토교통부, 2013))
  - · 소규모 일반 건축물은 신·개축시에도 녹색건축 인증 및 건축물 에너지 효율인증 등의 친환경 정책의 예외 영역임
    - * 실제로 현행, 인증대상은 7개 용도에 대해서 인증을 부여하고 있으나 500세대 이상의 공동주택, 3,000㎡ 이상의 공공건축에 한해서만 의무임
  - · 국토교통부에서 창호설계 가이드라인 등 개별 도시·건축형태에 대한 제작·보급하는 등 노력을 경주하고 있으나 몇몇 요소에 한해서 가이드라인이 작성된 상황

35) IEA, 2018; Ellen MacArthur Foundation, 2020.
36) 국토교통부, 도시계획현황 통계자료, 2019

❍ 기성시가지의 대부분을 차지하는 중소규모 노후건축물은 도면 등 기초 정보가 부족하며, 현장조사 중심의 점검/진단/평가 체계를 통해 진단하기에는 수량이 많아 막대한 자원이 소요됨

- 중소규모 건축물의 대부분 최소 정보인 도면조차 없고, 점검/진단/평가 비용이 높아 자체 점검이 현실적으로 어려움

  · 건축행정시스템 세움터 등 건물정보 수집 및 DB 구축을 위한 시스템이 구축되어 있으나, 비용 소모가 적고 빠르게 진행 가능한 진단 관련 기술 부재로 데이터 수집이 부진한 상태

❑ 대응현황

❍ 정부는 화석에너지 중심의 에너지 정책을 신·재생에너지로 전환하는 등 저탄소 경제구조 추진 중

- 정부는 규제 샌드박스 도입, 인프라 조성, 인력양성 등의 지원을 통해 저탄소 경제구조를 추진

  · 최근 저탄소 경제구조 추진 및 신시장 발굴을 고도화, 디지털·친환경 기술 기반 한국형 뉴딜계획을 발표하고 친환경 기술을 통해 투자와 일자리를 창출하는 그린뉴딜 정책을 제안

- 제2차 기후변화대응 기본계획에 따른 건물부문 온실가스 배출량 감축 목표 달성을 위해 건물 및 커뮤니티 규모의 에너지 최적화 설계 및 진단 시스템 개발 시급

  · 그린뉴딜 및 저탄소 경제구조로의 전환 과정에서 건물분야의 의무 이행을 위해 에너지 절감, 온실가스 감축, 미세먼지 감축, 삶의 질 향상 등에 기여할 수 있는 혁신적인 기술개발을 통해 사회 환경변화에 적극 대응 필요

- 건축·도시 분야에 CPS(Cyber Physical System*, 사이버물리시스템)를 구현하여 분석, 제어 및 시뮬레이션을 통해 가시성 향상, 설계·시공 시간 단축, 최적의 운영 유지, 에너지 소비 및 온실가스 배출 감소, 유지 보수비용 감소 등이 기대됨

  * Cyber Physical System: 인간을 포함을 자동차, 항공기 등 제품, 더 크게는 공장, 도시 등의 물리 세계와 디지털을 융합하여 생산성, 편리성, 안전성 등의 증가가 가능하게 하는 시스템

  · 현재 단일 CPS 대상 기술로는 초연결 미래 복합 에너지 진단 및 설계를 진행하기에 미흡하므로 광범위한 연결이 보장된 지능형 CPS 체계가 개발되어야 함

❍ 기존 건축물 에너지 절약 설계는 전문가 경험에 의존하고 이에 대한 진단도 사후적 성격의 상태확인 수준에 지나지 않아 실제적인 에너지 절감 성능을 보장하기는 불가능

- 기존 방식은 한정적 DB에 의존한 경험과 요소기술 및 단위 제품의 성능에 기반한 시방서 중심

  · 전체 건물 720만동 중 도면보유는 약 200만동으로 27% 수준이며, '90년 이전 지어진 30년 이상 노후 건축물은 대부분 설계도서 미확보

  · 국내 개발된 미기후 정보는 20여건에 불과하며 대부분의 미기후 정보는 해외나 국내 대표 기후정보를 활용하고 있는 실정

  · 대부분의 에너지 절약형 건축물 설계는 설계자의 경험에 의존하는 경우가 많은데 건축물 에너지와 관련된 변수들은 상호 의존적인 경우도 있고, 시간 지연성을 가지고 있어서 그 효과가 바로 나타나기 보다는 나중에 나타나는 경우가 많아 상당히 복잡한 변수 간의 관계를 갖고 있어 이를 인간의 경험만으로 통제하여 적절한 성능을 나타내기에는 어려움이

있음(우세진, 2010)

· <우세진, 시간변수를 가진 건물에너지 절약 설계요소의 디자인 결정을 위한 확률분포 결정 모델, 한국콘텐츠학회 논문지 10(3), 2010>

· 예로, 겨울철 창호의 크기는 분명 외피의 열관류을 높여 에너지 성능 저하를 가지고 오나 적절한 크기의 창호는 실내로 일사의 유입을 만들어 열을 획득할 수 있도록 도울 수 있으므로 적절한 크기와 수의 창호에 대한 결정을 경험 만으로 수행하기에는 한계가 있음

· 이러한 상황에서 에너지 절약 성능을 인정받은 요소기술 또는 단위제품을 사용하는 시방서 중심의 설계는 단위 요소제품의 에너지 절약성능 만을 높이면 그 총합인 건축물의 에너지 절약 성능이 높아진다는 논리로, 이는 변수 간의 대립성을 고려할 때, 한계가 있음

- 건축물 에너지 성능 진단은 실시설계 단계 또는 운영단계에서 사후적으로 이루어지고 있어 에너지 성능 결과에 따라 변경 가능한 대안이 매우 제한적임

· 현재 대대적으로 사용되고 있는 ECO2는 설비 중심이며, 건축물 설계단계에 대응할 수 있는 에너지 성능 평가 시뮬레이터는 대부분 외산이며 그도 설계 전단계에 통합적으로 활용하기에는 불가능함

❍ 항공·기계 등 고부가가치 산업 위주로 발전중인 정보 수집 자동화 및 진단/설계 기술과 SOC 시설물 중심의 건설기술 개발 정책 사이에서 중소규모 민간 건축물에 적용할 수 있는 저비용 기술은 현저히 부족

- GIS, 도로 등 SOC 분야는 기술투자 확대하고 있으나, 건축물 관리분야는 민간영역으로 간주하여 R&D, 상용화 사례 미흡

- 대형 건축물 위주로 드론 등 무인체를 이용한 정보취득 기술이 시도되고 있으나 중소규모 건축물에 대한 관리기술 개발은 미흡한 실정

· 점검/진단/평가 비용이 높아 중소규모 건축물에 대한 시장 형성이 되어 있지 않은 상황

❍ 건축 정보 전산화 및 지속적인 에너지 성능 강화 노력은 긍정적이나 신축, 대형 건축물 중심으로 추진되고 있음

- 국토부에서는 도면 및 설계도서, 점검·진단보고서 등의 정보 전산시스템을 구축·운영하고, 신축건축물 중심으로 에너지 성능 강화

· (한계점) 시스템 구축전인 '90년 이전 건축물의 자료는 확보하고 있지 못하며, 에너지 성능 강화는 신축 중심, 대형 건축물 중심

1.3.2. 개선방안

❑ **기존의 건축물 에너지 저감을 위한 기술개발은 대부분 요소기술 중심, 개별 건축 중심, 단일 작업 중심으로 이를 뛰어넘는 새로운 접근이 필요**

- ❍ 개별 건축물 단위의 온실가스 감축을 고려한 에너지 최적화 뿐만 아니라, 커뮤니티 및 도시단위의 전체 에너지 순환체계를 고려한 시스템 확보 필요
- ❍ 설계·시공의 각 단계별 에너지 저감을 위한 최적안 도출을 넘어서 전체 프로세스를 아우르는 통합적인 관점, 데이터 교환, 사전 정밀예측 등을 바탕으로한 설계 지원 도구 필요

❑ **도시와 건축은 상당한 복잡성을 내재하고 있는 기술대상으로 그 안에서의 인간의 생활의 결과물인 에너지 소비량을 저감하고자 한다면 이러한 복잡성에 의거한 평가, 모니터링, 예측기술이 개발되어야 함**

- ❍ 도시와 건축은 다양한 재료, 제품, 기술이 적용되며 다양한 시너지와 역(逆)시너지가 발생하므로 단순히 재료, 제품, 기술의 사전 성능서인 시방서에 의존한 성능 확보를 넘어서 실제 건설, 유지관리단계에서의 성능 확보가 필요함
- ❍ 도시와 건축은 단순한 물리적 형상을 넘어서 인간의 사회·경제·문화 등의 제 생활을 담는 그릇으로 양자 간의 상호작용을 고려한 에너지 사용량 예측 및 평가가 필요함
- ❍ 다양한 도시·건축형태, 사회·경제적 요소를 어떻게 조합하여 채택했을 때 에너지를 효율적으로 사용하는지에 대한 종합적인 판단의 도구 필요

❑ **전체 건축물 스톡 중 97%에 달하는 중소규모 건축물의 에너지 성능 제고를 위한 현실적인 저비용·자동화 기술 개발 필요**

- ❍ 중소규모 건축물의 건축주의 사회·경제적 상황을 고려한 경제적인 기술개발과 다양한 기술대안의 개발 필요
- ❍ 상당한 수의 중소규모 건축물의 에너지 성능 상황을 빠르고 비교적 정확하게 진단하기 위해 최근에 개발된 다양한 스마트 기술의 적극적 활용을 통한 자동화 기술개발 필요

1.4. 기대효과 및 파급효과

1.4.1. 과학기술적 측면

❑ 에너지 Mix 및 에너지 순환체계 효율 향상으로 탄소중립화 실현

- ❍ 디지털 정보에 기반하여 에너지의 생산, 공급, 소비, 재이용 등 전 과정의 관리를 통한 에너지 순환체계 확보
  - 커뮤니티 탄소중립을 위한 외부 에너지의 공급유형, 내부 에너지의 생산 및 소비 체계, 내·외부 에너지 공급 및 소비의 효율성 확보를 위한 양방향 조정체계 구축
- ❍ 에너지의 공급과 소비의 실시간 모니터링이 가능한 커뮤니티 에너지 관리기반확보 및 고도화 기여
  - 국내 최초 디지털 정보에 기반한 커뮤니티단위 에너지 Eco-cycle 개발을 통해 과학적 근거 기반의 계획 및 운영관리 체계화 기여

❑ 공간기반의 에너지진단/성능평가와 예측시스템을 통한 에너지최적설계 기술 확보

- ❍ 표준화된 공간모델링 체계를 기반으로 지역과 사용용도, 형태 등 개별 특성을 고려한 개별 건축물에 적합한 에너지 진단 및 성능평가 가능
- ❍ 주기적인 에너지 진단/성능 평가과정에서 생성된 표준 데이터베이스 기반의 진단/성능 평가 알고리즘의 지속적인 개발
- ❍ 구축 데이터의 오픈 플랫폼 개발과 건축물의 성능평가가 가능한 오픈 API 개발
- ❍ 실 데이터 기반 건축물 에너지 성능 유지관리 기술연구의 가능
- ❍ 건축물 에너지 성능평가에 대한 열린 접근성을 통한 성능평가 알고리즘 개발의 활성화

❑ ICT 기반의 스마트 공간정보 기술을 활용한 진단 최적화

- ❍ 3D 공간정보 기술을 활용하여 건축물 에너지 성능 관리 분야에 대한 ICT 융합기술의 고도화
- ❍ 3D 스캔, 포토스캔, Scan-To-BIM, 무인기, 증강현실, 인공지능, 빅데이터 등 ICT 기반의 기술을 활용하여 공간 및 에너지 성능 정보 수집·전달 체계를 구현할 수 있는 기반 제공
- ❍ 국내는 세계 최초의 5G 상용화의 이점으로 스마트공장과 스마트도시 구축에 힘쓰고 있으나 아직 CPS 관련 플랫폼, 토탈 솔루션, SW 기술·인력 등이 미비함. 하지만 ICT 인프라와 공공데이터의 세계 최상위 이점을 통해 CPS 기술에서 세계 정상의 자리를 노려볼 수 있음
- ❍ CPS 활용 확산을 위한 프레임 워크·데이터 플랫폼 구축·CPS 생태계 활성화를 위한 민·관 협력 파트너십 확충, 기술 간 융합을 통해 혁신 촉발 지원 강화 등의 노력으로 CPS 기술 향상을 통해 국가 경쟁력 제고

❑ 자동화 지능화된 공간정보 수집체계의 구축

- ❍ 무인기를 이용한 위험지역 및 사각지대의 영상정보, 스캔정보 수집으로 3D 공간정보의 효율적 확보 가능
- ❍ 다양한 기술로 수집한 영상정보, 스캔정보 분석과 공학적 추정기술 적용을 통해 스마트기법의 공간과 에너지 융합형 트윈정보 수집체계 구현
- ❍ 빠른 속도로 성능향상을 보이고 있는 기계학습 기법들과 체계화된 빅데이터 플랫폼이 구축될 시 정밀/신속한 에너지진단 및 효율성 정보의 추출과 디지털화 가능

❑ 커뮤니티 관점에서의 건축물 성능평가 기술 개발의 활성화 가능

- ❍ 구축된 공간 및 에너지 성능 데이터를 오픈 플랫폼으로 서비스(예, 오픈 API 등)할 경우 열린 접근성을 통한 성능평가 알고리즘 개발의 활성화 기대
- ❍ 실제 데이터 기반으로 건축물 성능 평가와 유지관리 기술 연구가 가능
- ❍ 소규모 기존 건축물들의 에너지 성능 제고를 위해서 커뮤니티 관점의 잠재적 에너지 절감 성능 제고와 기존 건축물 에너지 성능을 보장할 수 있는 통합적 설계기법 개발 가능

❑ 본 개발 기술 외의 도시의 미기후, 에너지, 탄소 흡수·배출 관리 기술 등을 패키지화 하여 도시의 모델 개발 가능

- ❍ 현재 기술개발 중인 광역적인 미기후, 에너지, 탄소 흡수·배출 관리 기술 등을 패키지화 하여 신도시 또는 신개발 지구(근린)에 실증을 함으로써 관련 분야 기술의 발전 도모
- ❍ 다양한 분야의 모니터링 기술 외에 건설 및 건설관리 기술 등까지 패키지화하여 지속가능한 도시모델을 개발함으로써 도시모델의 수출 및 관련 산업제품의 수출 가능성을 제고
- ❍ 기후변화 및 에너지 위기에 강한 도시, 에너지 최적 도시 조성 등을 내세운 도시 브랜드 강화를 통한 한국 도시 및 건설분야의 경쟁력 향상에 도움을 기대

❑ 통합적 도시관리 분야로서 관련 분야의 학술적 기여

- ❍ 개발된 기술을 통해 도시조성 정책 입안 및 결정자로 하여금 정책의 영향을 사전 검증함으로써 합리적이고 효율적인 도시공간계획 수립이 가능하도록 지원
- ❍ 환경통합관리시스템은 다양한 분야의 IT기술이 접목된 융·복합기술로서 첨단미래기술산업의 신분야로 성장이 가능함

1.4.2. 사회경제적 측면

❑ **에너지 순환경제 모델 개발 및 에너지 전환 사회 구축에 기여**

- ❍ 공급(생산)-소비간의 양방향 정보공유를 통한 에너지를 포함한 물질자원의 소비저감 및 효율향상
- ❍ 수요를 고려한 에너지 및 물질생산단계에서의 공급정책 합리성 확보, 커뮤니티 유형을 고려한 에너지 공급 및 수요관리 체계 확보
- ❍ 에너지 순환경제 모델의 개발과 이를 통한 일자리 창출 도모 및 에너지 소비자가 소비와 관리를 동시에 할 수 있는 '에너지 전환' 사회 구축

❑ **건축물 에너지소비 현황 및 진단을 통한 에너지관리산업 효율화 촉진**

- ❍ 플랫폼에 축적되는 데이터를 통해 건축·도시별 특화된 효율적 에너지수요관리 부문에서 빅데이터의 활용이 활성화되어 세분화된 에너지경제, 정책효과 분석이 가능
- ❍ 전력수요예측 정확성제고, 차별화된 수요관리정책 설계지원, 구체적인 수요관리정책성과 평가, 에너지소비통계 정확성 제고 등의 효과 극대화 가능

❑ **새로운 산업영역의 발굴로 관련 시장과 전문인력의 양성 유도**

- ❍ ICT 기술적 진보를 통한 경쟁력 확보로 신규 사업영역을 개발하여 동종산업 및 유사 산업시장으로의 사업범위 확대
- ❍ Big Data 기반 에너지 성능 통합관리 플랫폼 구축, 드론을 비롯한 무인이동체, 머신러닝 기반의 인공지능 등 4차산업혁명 기반의 ICT 기술의 통합 활용으로 새로운 패러다임으로 건축물 에너지 시장의 산업적 기반을 구축하고 관련된 전문인력의 확충을 유도

❑ **건설업계의 새로운 인력자원 구축 및 시장 경제 활성화**

- ❍ Big Data 기반 데이터베이스 구축, IT 기술의 활용, 통합 관제 시스템 및 관련기관 업무는 새로운 인력 확충을 유도
- ❍ 4차 산업혁명시대의 흐름에서 스마트 도시 사업은 건설업계에서 흐름을 선도할 수 있는 발판을 마련
- ❍ 경직되어 있던 건설업계에 기존의 패러다임과 다른 새로운 사업 구축은 관련 전문인력의 양성과 구축, 시장 경제를 활성화하는 초석으로 작용
- ❍ CPS와 오픈 플랫폼 모델을 접목해 교통·주택·환경 등 고질적인 사회문제들을 저비용으로 해결(도시의 지형·건물·도로·사람·바람·열·전기·물자 등을 디지털 공간에 재현하고 시민이 직접 참여하여 사회문제를 정의하고 해결)
- ❍ CPS 도입에 따른 도시 분야의 경제적 부가가치 창출(2015년 맥킨지에 따르면 경제적 부가가치는 0.9조~1.6조 달러로 추정됨)
- ❍ 유망 CPS 기술을 보유하고 있는 기업이나 CPS 기술을 활용해 최적화에 성공한 기업들에

대한 투자 및 대출 연계 등 전통적인 금융업무 외에 금융회사가 CPS 기술을 도입하여 업무 효율성 개선, 리스트 관리, 가상화 교육 등에 적용 가능할 것으로 예상

- ❍ 지자체 건축물 에너지 진단/성능평가/향상의 효율성 제고가 가능할 것으로 기대
  - 기존 지역단위 내진성능평가, 보강에 소요되는 시간/인력을 BIM/GIS 기반 신속한 정보추출을 통하여 획기적으로 단축

❑ **기성시가지를 대상으로 하는 도시재생 패러다임이나 기후변화에 보다 적극적인 도시를 만들려는 리질리언스(Resilience) 도시 패러다임 등과 연계될 수 있는 근원적인 도시관리 모델 제시**

- ❍ 본 연구개발 기술은 기성시가지에 광범위하게 존재하고 있는 소규모 일반건축물군의 환경 및 에너지에 있으므로, 이를 활용하여 도시재생 패러다임이나 리질리언스 도시 패러다임과 연계가 가능함
- ❍ 본 연구개발 기술과 이러한 최근의 도시 패러다임과 연계함으로써 도시 선진적인 도시와 삶의 공간을 조성할 수 있고, 도시민의 자긍심, 삶의 질 등을 향상시킬 수 있음
- ❍ 특히, 도시와 건축물군의 형태를 조절하여 바람길을 조성, 최근의 이슈인 미세먼지, 도시 열섬 등의 피해를 저감할 수 있는 중요한 기술임

❑ **스마트한 도시조성 및 관리 기술의 통합화로 인한 에너지 위기 대응력 및 신기후체제의 대응력 제고**

- ❍ 국내 여건에 적합한 시뮬레이션 관리시스템 기술을 개발함으로써 국외 시뮬레이션보다 예측 정확도를 높일 수 있고 적용이 용이하여 보다 효율적인 도시 미기후 관리 및 건축물 에너지 관리 가능
- ❍ 도시단위의 에너지원을 통합적으로 관리할 수 있는 에너지통합관리체계를 개발함에 따라 에너지원을 독립적으로 최적화하고 있는 현재의 에너지 관리시스템에서 발생하는 에너지의 손실을 줄이고 사용 효율을 높여 온실가스 감축 효과 기대가 가능함

❑ **도시 관리 및 도시 미기후 관리를 융복합한 기존과 다른 새로운 산업영역의 발굴로 관련 시장 성장 및 전문인력의 양성**

- ❍ 도시조성·관리 및 에너지 생산·공급, ICT, 빅데이터 등 연계산업의 활성화와 이를 통한 전문 분야 일자리 창출 및 산업 견인효과가 있음
- ❍ 건축물과 설비 및 시스템 등의 설계, 제작, 운영 및 유지관리 전반에 걸친 정보를 제공함으로써 관련 기술과 산업의 발전에 획기적으로 기여할 수 있음
- ❍ 개발된 기술을 통해 도시관리 업무의 획기적 개선이 가능하며, 도시관리 분야의 신산업 창출을 통한 일자리 창출 및 비용 절감이 가능함
- ❍ Big Data 기반 에너지 성능 통합관리 플랫폼 구축, 드론을 비롯한 무인이동체, 머신러닝 기반의 인공지능 등 4차산업혁명 기반의 ICT 기술의 통합 활용으로 새로운 패러다임으로 건축물 에너지 관리 시장의 산업적 기반 구축 및 전문인력 확충 유도

2중점 건축물 제로에너지 그린리모델링

1.1. (2중점분야) 기술개발 개요

❑ **기존 건축물 노후화 및 신축시장 축소에도 불구하고 리모델링 실적 저조**

❍ 그린리모델링은 초기 높은 투자비용으로 시장확산 제한적

- 리모델링의 경우, 거주자 이주문제 및 기존 건축물의 제한된 설계, 시공조건으로 인해 많은 추가공사비 소요

❍ 벽식구조 공동주택 적용으로 인한 리모델링의 한계

- 우리나라 공동주택의 98.5%가 벽식구조이고, 평균수명은 27년으로 미국, 영국, 프랑스 등의 약 103년, 141년, 86년과 비교할때 상대적으로 매우 낮은 실정임[37]. 짧은 건축수명은 자원 및 에너지낭비, 건설폐기물 증가문제 유발

❑ **기존 건축물은 에너지소비량, 바닥충격음 및 실내공기질 등의 환경적인 측면 뿐만 아니라 화재안전 측면에서도 개선 필요**

❍ 노후 건축물의 단열성능 미흡으로 인한 에너지 소비량 개선 필요성

- 우리나라의 단열기준은 점진적으로 강화하여 왔으나 기존 건축물의 단열 및 에너지성능에 대한 개선은 미흡한 실정이며, 벽체 및 창호의 단열성능을 1979년과 2010년을 기준으로 비교하면 난방에너지 소요량은 141.5% 수준

❍ 노후 건축물의 실내환경 및 안전성능 미흡

- 실내공기질과 관련하여 2006년부터 신축 또는 리모델링 100세대 이상 공동주택 등의 건축물에 환기설비설치를 의무화[38]하였으나, 15년 이상된 기존 건축물에서는 환기설비가 설치되어 있지 않고, 층고제한으로 신규설치도 어려운 상황
- 바닥충격음 측면에서도 기축 공동주택은 콘크리트 슬래브두께가 120~150mm 내외로 현재 일반적으로 적용되고 있는 210mm보다 크게 낮은 수준으로 성능개선 요구가 높은 상황
- 또한, 기존 건축물의 경우 스프링클러 등 화재안전시설이 적용되지 않은 사례가 많을 뿐만 아니라, 리모델링시 제한된 층고로 인해 신규설치가 어려운 상황

37) 장수명주택 인정제도 방안 공청회, 2013.03
38) 국토부, 2006, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙[시행 2006. 2. 13.]

1.2. (2중점분야) 기술개발 대상 및 범위

❑ 기술개발 대상

❍ 건축물 유형별 재실상태에서 시공가능한 패시브 그린리모델링 기술 및 향후 리모델링 용이성을 위한 설계·시공 기술, 기존 건축물을 제로에너지 수준으로 개선하기 위한 설비시스템, 최적제어 기술 개발 필요

- 급속시공 및 재실리모델링이 가능한 모듈형 내외장시스템
- 혹서·혹한 기후변화에 대응하는 냉난방에너지 저감형 창호시스템 및 교체시공 기술
- 향후 그린리모델링 활성화를 위한 LCCO2 기반 그린리모델링 설계·시공기술 및 평가시스템 구축
- LCCO2 저감 및 건설폐기물 최소화를 위한 건축자재 재사용·재활용 기술
- 기축 건축물의 제한된 층고, 통신공사 장애요인 등을 고려한 청정제습 환기·공조시스템 시공기술
- 기축 건축물에 적용가능한 다기능 모듈형 BIPV 제작·시공 기술
- 기축 건축물의 통신공사 제약사항 등을 반영한 무선 IoT 기반 스마트홈 및 스마트 제어시스템



【 그림 6-4 】 기술개발 대상 및 범위

❑ 기술개발 범위

❍ 기축 건축물 건축물 소유자, 요소기술 전문기업 등 민간 주체가 자발적으로 그린리모델링 시장에 참여할 수 있도록 재실리모델링 수준의 급속시공 및 모듈형 시스템 개발을 통해 경제성을 확보하는 그린리모델링 기술개발 필요

중점분야	핵심과제	구성기술	
건축물 제로에너지 그린리모델링	재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발	1	급속 시공이 가능한 모듈형 저비용 내외장시스템 및 시공기술
		2	냉난방에너지 저감형 경제적 창호시스템 및 급속 시공기술
		3	온실가스 저감 및 에너지성능 제고 공동주택 설계·시공기술
		4	건설폐기물 저감을 위한 재사용 및 재활용 기술
	설비시스템 그린리모델링 및 스마트 제어기술 개발	1	기축 건축물용 청정제습 환기시스템 및 시공기술
		2	다기능 모듈형 BIPV 제작 및 시공기술
		3	기축 건축물용 무선 IoT기반 스마트 제어시스템

1.3. (2중점분야) 문제점 및 개선방안

1.3.1. 이슈·문제점 및 대응현황

❑ 이슈 및 문제점

❍ 노후 건물 증가 및 건설시장 변화 본격화

- 30년 이상 노후 건물 증가 및 도시 쇠퇴 가속화

  · 노후 건물은 2014년 247.6만동(35.8%)에서 2018년 266.7만동(37.1%)으로 증가하였으며, 쇠퇴지역은 2013년 59.7%에서 2017년 73.7%로 증가

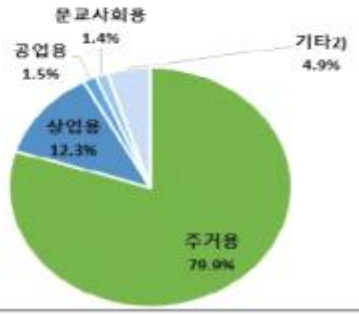
【 표 6-1 】 우리나라 노후건축물 현황

준공 연한 경과	주거용	상업용	공업용	문교사회용	기타[2]	합계
10년 미만	630,503	283,755	98,130	39,635	195,405	1,247,428
20년 미만	563,502	302,932	102,034	56,689	197,905	1,223,062
30년 미만	886,324	297,960	67,389	46,095	217,880	1,515,648
30년 이상	2,129,727	328,896	40,203	36,312	131,585	2,666,723
기타[1]	415,021	57,421	9,409	15,307	41,893	539,051
계	4,625,077	1,270,964	317,165	194,038	784,668	7,191,912

주거용 건축물 노후화 비중



전체 노후건축물 중 주거용 건축물 비중



1) 사용승인일 항목 값 오기(공백 포함) 2) 농수산용, 공공용, 그 외 용도

※ 출처 : 국토교통부(2018), 2018년 건축통계집

❍ 노후 건물 증가 및 신축시장 축소로 건설시장 변화 본격화 예상

- 선진국의 유지보수 시장은 40~50% 수준이나 국내는 20% 이하로, 노후 아파트, 상업용 빌딩 등 대규모 재·개축 활성화 전망

❍ 건물부문 온실가스 감축목표 달성방안 마련 시급

- 온실가스 배출량의 22.6% 이상을 차지하는 건물분야 배출량 감축을 위해서는 기존 건축물의 에너지 리모델링 필요

- 에너지 다소비 공공 건축물의 녹색건축물 전환 의무화, 도시재생 연계사업 모델발굴 등 지역단위 사업확대, 그린리모델링 활성화를 위한 중장기 방안수립, 민간 노후 건물 에너지 성능개선 사업기획 지원 및 재정지원 확대 등을 방안으로 제시중

❍ 기존 건축물 노후화 및 신축시장 축소에도 불구하고 리모델링은 '18년 기준 동수기준 0.96% 및 면적기준 0.54% 수준

- 그린리모델링에 따른 초기 투자비용이 높아 시장진입 어려움
  - 신축건물에서 일반건물(에너지효율 2등급) 대비 에너지효율 1+등급 추가 공사비 약12%(명지대학교, 2016)이며, 에너지효율등급 1+등급 대비 ZEB 1등급 추가 공사비는 약 16.9%(한국에너지공단) 수준
  - 리모델링의 경우, 거주자 이주문제 및 기존 건축물의 제한된 설계, 시공조건으로 인해 많은 추가공사비 소요
- 우리나라 공동주택은 벽식구조 적용으로 인한 리모델링의 한계
  - 2007~2017년까지 건설된 전국 500세대 이상 공동주택의 98.5%가 벽식구조이며, 민간아파트의 99.3% 및 공공아파트 96.8%가 벽식구조[39]
  - 우리나라 공동주택의 평균수명은 27년으로 미국, 영국, 프랑스 등의 약 103년, 141년, 86년과 비교할때 상대적으로 매우 낮은 실정임[40]. 짧은 건축수명은 자원 및 에너지낭비, 건설폐기물 증가문제를 유발함

❍ 기존 건축물은 에너지소비량, 바닥충격음 및 실내공기질 등의 환경적인 측면뿐만 아니라 화재안전 측면에서도 개선 필요

- 노후 건축물의 단열성능과 에너지 소비량
  - 우리나라의 단열성능은 2001년 이후 본격적으로 강화하고 있으며, 2001년 이전 건축물의 경우 에너지성능에 큰 차이 발생[41]
  - 벽체 및 창호의 단열성능을 1979년과 2010년 기준으로 비교하는 경우 난방에너지 소요량 절감율은 58.46%에 이르는 것으로 조사됨

❍ 노후 건축물의 실내환경 및 안전성능 미흡

- 실내공기질과 관련하여 2006년부터 신축 또는 리모델링 100세대 이상 공동주택 및 일정규모 이상 다중이용시설에 환기설비설치를 의무화[42]하였으나, 15년 이상된 건축물에서는 환기설비가 부재한 실정이며, 층고제한으로 신규설치도 어려운 상황
- 바닥충격음 측면에서도 기축 공동주택은 슬래브두께가 120~150mm 내외로 현재 일반적으로 적용되고 있는 210mm보다 크게 낮은 수준으로 성능개선 요구 높음
- 또한, 기존 건축물의 경우 스프링클러 등 화재안전설비가 적용되지 않은 사례가 많고, 리모델링시 제한된 층고로 인해 신규설치도 어려운 상황

39) '전국 500세대 이상 공동주택의 구조형식', 국회 국토교통위원회, 2017.11
40) 장수명주택 인정제도 방안 공청회, 2013.03
41) 김성민 외, 공동주택 연도별 단열기준 강화에 따른 에너지소요량 비교 연구, 에너지공학, 제22권 제2호(2013)
42) 국토부, 2006, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙[시행 2006. 2. 13.]

【 표 6-2 】 우리나라 단열기준 변화

개정년도	지역	단열성능 기준(열관류율 K : W/m²·K)				
		외벽	바닥	지붕	측벽	창호
1979.09	-	1.05	1.05	1.05	-	2.56
1980.12	-	0.58	1.16	0.58	-	3.49
1984.12	제주도이외	0.58	0.58	0.58	0.47	3.49
	제주도	1.16	1.16	1.16	0.93	3.49
1987.07	중부지역	0.58	0.58	0.41	0.47	3.37
	남부지역	0.76	0.76	0.52	0.70	3.60
	제주도	1.16	1.16	0.76	0.81	5.81
2001.01	중부지역	0.47(0.64)	0.35(0.52)	0.29(0.41)	0.35	3.84(5.47)
	남부지역	0.58(0.81)	0.41(0.58)	0.35(0.52)	0.47	4.19(6.05)
	제주도	0.76(1.10)	0.47(0.64)	0.41(0.58)	0.58	5.23(7.56)
2008.11	중부지역	0.47(0.64)	0.35(0.52)	0.29(0.41)	0.35	3.0(4.3)
	남부지역	0.58(0.81)	0.41(0.58)	0.35(0.52)	0.47	3.3(4.7)
	제주도	0.76(1.10)	0.47(0.64)	0.41(0.58)	0.58	4.2(6.0)
2020.06	중부지역	0.36(0.49)	0.30(0.43)	0.20(0.29)	0.27	2.1(2.8)
	남부지역	0.45(0.63)	0.35(0.50)	0.24(0.34)	0.36	2.4(3.1)
	제주도	0.58(0.85)	0.35(0.50)	0.29(0.50)	0.45	3.1(3.7)

※ ( )는 간접부위에 해당됨.

❑ 대응현황

❍ 건축물 에너지저감 및 리모델링 활성화를 위한 기술개발이 수행되어 왔으나, 상용화 및 실무적용에 제한적

- 에너지저감 및 리모델링 활성화를 위한 핵심 요소기술 개발필요
  - · 신축 건축물을 대상으로 한 ZEB수준의 고성능 기술개발에 집중하여, 경제성 및 시공성 측면에서 실무적용에 한계
  - · 리모델링 활성화를 위한 수직 및 수평증축을 위한 공법개발 등의 기술개발이 수행되어 왔으며, 리모델링이 용이한 평면 및 요소기술(공법) 개발 등은 극히 제한적

❍ 현 그린시공기술은 신축건물 중심 기술 위주

- 다양한 효율향상 정책들이 신축건물 중심으로 운영되어 절감잠재량이 큰 기존 건물 대책미흡
  - · 녹색건축의 활성화를 위해서는 발주처의 자발적인 인증 참여가 필요하므로 경제적 가치 규명이 필요하나, 국내 녹색건축물 추가공사비 및 비용편익 실증사례 연구 부족
  - · 공동주택과 업무용 건축물 대상으로 녹색건축인증 등급 차이에 따른 추가 공사비 연구에 따르면, 공동주택은 기존 건축물 대비 일반등급 적용시 0.2%가 상승하며, 최우등급 적용시 4.2% 정도의 추가 공사비 소요

❍ 에너지 성능개선 지원사업, 장수명주택 인증제도 및 재건축 규제강화를 통한 시장활성화를 모색하고 있으나 정책효과는 제한적

- (국토부) 공공건축물 에너지 성능개선 및 민간건축물 이자지원 사업
  - · '공공건축물 에너지 성능개선 지원사업'을 통해 에너지 소비량이 많은 노후 공공건축물 대상으로 '녹색건축물 조성지원법'에 따라 '13~'18년까지 107개소 건축물에 대해 약 70억원 규모 지원
  - · '민간건축물 이자 지원사업'을 통해 노후 건축물의 에너지 성능개선을 위해 공사비를 대출받을 경우, 에너지 성능개선 비율(20% 이상) 등에 따라 최대 3%의 이자를 5년간 지원
- 공동주택의 재건축 규제 강화
  - · 정부 및 서울시 등에서는 재건축 규제강화를 통해 대량 폐기물 발생억제 및 리모델링 활성화 유도
  - · '서울특별시 도시 및 주거환경정비 조례'에서는 공동주택의 노후, 불량건축물 기준을 1991년 1월 1일 이후 준공된 건축물은로 30년으로 규정하여 재건축 억제 및 리모델링 장려
- 리모델링이 용이한 구조사용에 대한 정부지원정책
  - · 장수명주택 보급 활성화를 위해 '14년부터 '장수명주택 건설·인증기준'을 제정하고, 우수등급 이상 취득단지에 대한 건폐율 및 용적율 인센티브 제도 시행
  - · 국토부에서는 2010년 '기본형건축비 및 가산비용 고시'를 통해 무량판의 경우 5% 지상층 공사비 인센티브 부여

1.3.2. 개선방안

❑ **재실 리모델링이 가능한 수준의 급속시공 그린리모델링 요소기술 확보를 통한 경제성 제고 및 리모델링 시장확대**

❍ 저비용 모듈형 외피시스템 및 내장시스템 개발을 통한 재실 리모델링 수준 기술력 확보

❍ 천정·바닥 구조 표준화 및 건식화를 통한 경제적 급속시공기술 확보

❑ **기존 건축물 리모델링용 요소기술 개발을 통한 거주환경 개선**

❍ 제한된 층고에 적용가능한 그린리모델링 요소기술 개발을 통한 실내 거주환경 개선

❑ **기존 건축물의 외피(외벽단열, 창호시스템), 천정구조 및 환기설비 등 경제적 그린리모델링 요소기술 적용을 통한 에너지저감 및 환경성능 개선**

❍ 현행 법규수준의 단열성능을 확보하는 모듈형 외장패널, 창호시스템, 슬림형 바닥구조 및 천정구조, 무덕트 환기설비, 기존 천정틀 내부에 시공가능한 스플링클러시스템 개발 등을 통한 에너지저감 및 환경성능 개선

❑ **LCCO2 기반 평가체계 구축 및 기둥식구조 적용확대를 위한 요소기술 개발을 통한 리모델링 활성화**

❍ 사용단계 중심의 에너지소비량 및 탄소배출량 평가체계를 자재생산, 운반 및 시공, 운영 및 폐기 등 건물 전생애주기 탄소배출량 기준으로 평가하기 위한 평가·인증체계 구축

❍ 저비용 고성능 핵심 요소기술 개발을 통한 기둥식 공동주택 적용 확산, 부재 및 자재 표준화·모듈화, 공사비상승 주요 요인인 외벽구조 및 내부 경량벽체시스템 경제성·시공성 개선 기술, 건식바닥구조 개발 등

❑ **기존 난방에너지 중심의 저감기술을 기후변화에 대응하는 냉·난방에너지 및 제로에너지 수준의 에너지 저감형 요소기술 개발**

❍ 혹서기후에 대응하는 일사차단 및 제습환기시스템 개발을 통한 냉방에너지 저감

- 일사차단 창호시스템 및 일사차단 필름, 고효율 데시칸트 소재활용 제습환기·공조시스템 개발을 통한 하절기 에너지소비량 최소화 및 쾌적성 향상

❍ 차양기능이 포함된 창호일체형 BIPV시스템 개발 등을 통한 기존 건축물의 에너지성능 개선 (제로에너지 수준)

1.4. 기대효과 및 파급효과

1.4.1. 과학기술적 측면

❑ **재실 리모델링이 가능한 수준의 급속시공 그린리모델링 요소기술 확보**

❍ 저비용 모듈형 외피시스템 및 내장시스템 개발을 통한 재실 리모델링 수준 기술력 확보

- 건식/습식 모듈형 외피시스템 개발을 통한 재실 리모델링 수준(3-DAY) 리모델링 시공기술 확보
- 기존 건축물의 외단열 유닛시스템 적용을 통한 연간 난방부하 2.4%, 연간 냉방부하 4.1% 감소

❍ 천정·바닥 구조 표준화 및 건식화를 통한 경제적 급속시공기술 확보

- 철거, 시공, 마무리까지 3DAY 안에 해결가능한 건식·모듈형 바닥구조

❑ **기존 건축물 리모델링용 요소기술 개발을 통한 거주환경 개선**

❍ 제한된 층고에 적용가능한 그린리모델링 요소기술 개발을 통한 실내 거주환경 개선

- 기존 바닥구조 두께의 최소화 및 천정구조 개선을 통한 바닥충격음 개선
- 덕트공사가 불가능한 기존 건축물(공동주택)의 실내 공기질 개선
- 통신·배선공사가 어려운 기축 건축물의 특성을 고려한 무선 IoT센서 및 제어시스템을 통한 에너지관리, 편리성 및 거주환경 쾌적성 증진

❑ **기후변화에 대응하는 요소기술 개발을 통한 냉난방에너지 저감**

❍ 혹서기후에 대응하는 일사차단 및 제습환기시스템 개발을 통한 냉방에너지 저감

- 하절기 에너지소비량 최소화 및 쾌적성 향상

❑ **LCCO2 기반 평가체계 구축 및 기둥식구조 적용확대를 위한 요소기술 개발을 통한 리모델링 활성화 기반구축**

❍ LCCO2기반 건축물 환경성능 평가·인증체계 구축

- 건물 전생애주기 탄소배출량 평가·인증체계 구축을 통한 리모델링이 용이한 구조 시장 활성화 기반 구축

❍ 저비용 고성능 핵심 요소기술 개발을 통한 기둥식 공동주택 적용확산 기반구축

- 외벽구조 및 내부 경량벽체시스템 경제성·시공성 개선 기술 등을 통한 공기단축 및 경제성 향상

❑ **건설 및 산업폐기물 활용 기능성 복합자재 개발을 통한 폐기물 최소화**

❍ 폐기물 활용을 통한 건설 · 산업폐기물 최소화

❑ **기축 건축물에 적용가능한 청정·환기장치 및 무선통신 제어시스템 개발을 통한 실내환경 개선**

1.4.2. 사회경제적 측면

❑ **그린리모델링 활성화를 통한 2030 국가 온실가스 감축목표달성 기여**

❍ 기존 건축물의 에너지 리모델링 활성화 기반구축을 통해 국가 온실가스 배출량의 22.6% 이상을 차지하는 건물분야 배출량 감축

❑ **리모델링 활성화 기반구축을 통한 자원낭비 방지 및 사회·경제적 비용절감**

❍ 건축물의 사회적 내구연한 증가를 통한 국가차원의 자원낭비 방지 및 사회적 비용절감

❑ **기존 공동주택 거주자의 삶의질 개선요구 및 쾌적성에 대한 수요 대처**

❍ 바닥충격음, 실내공기질 및 스마트홈 기술을 활용한 편리성 증진

❍ 리모델링이 용이한 기둥식 공동주택 적용모델 및 요소기술 개발을 통한 미래 사회적 요구 대응

❑ **그린리모델링 관련 새로운 산업영역 발굴로 전문기업 및 일자리 창출**

3중점 커뮤니티 에너지 스테이션

1.1. (3중점분야) 기술개발 개요

❑ **건물 또는 커뮤니티의 제로에너지화는 신재생에너지 설비의 적극적 이용 확대를 통해서 실현될 수 있음**

❍ 커뮤니티를 구성하는 건물의 제로에너지화는 단열 및 창호의 개선 등 패시브적 에너지 성능을 향상시키는 것이 우선이지만, 이러한 효율향상 조치만으로는 한계가 있음

- 건물의 제로에너지화 기준은, 제로에너지건축물 인증기준인 건축물에너지효율등급 1++ 이상, 에너지자립률 20% 이상, BEMS 또는 전자식계량기 설치 등을 충족하는 건물을 대상으로 에너지자립률에 따라 등급별 인증을 부여함
- 에너지자립률은 20% 이상인 ZEB5에서 100% 이상인 ZEB1까지 5등급으로 분류

❍ 패시브적 대응으로 감소된 에너지 부하를 신재생에너지 설비를 통해 생산된 에너지를 이용하여 대응함으로써, 건물 또는 커뮤니티의 궁극적인 제로에너지화 실현이 가능함

❑ **신재생에너지 설비의 설치는 공간적 제약을 받는 경우가 많아 신축 건물/커뮤니티로 제한되는 경우가 대부분이며, 기축 건물들로 구성된 커뮤니티의 제로에너지화는 극히 제한적일 수밖에 없음**

❍ 태양광, 태양열, 지열원 히트펌프 등 주로 이용되는 신재생에너지 설비는 넓은 공간을 필요로 하여, 신축 건물이나 커뮤니티의 설계단계에서부터 반영되는 것이 불가피

❍ 커뮤니티를 구성하는 다양한 건물들의 리모델링은 각 건물의 에너지 수요를 저감시키기 위한 패시브적 개선과 함께 최소한의 필요 에너지를 생산하기 위한 액티브적 고효율 에너지 설비의 교체 등을 포함

❍ 에너지 설비 교체 시 신재생에너지 설비의 적극적인 활용이 요구되나, 건물의 공간적 여건 등으로 한계가 있음

❑ **기축 커뮤니티의 제로에너지화를 위해서 별도의 공간에 신재생에너지 기반의 허브 시스템을 구축하고, 여기서 생산된 친환경에너지를 필요로 하는 건물들에 공급하는 에너지 스테이션을 개발하고자 함**

❍ 커뮤니티 내 유휴지, 학교부지, 공공건물 등 공간적 여유가 있는 곳에 다양한 신재생에너지 설비를 설치하고, 이 에너지 스테이션에서 친환경에너지를 생산하여 필요한 건물들에 에너지를 공급하는 개념 도입이 필요

❍ 구축된 에너지 스테이션 내 신재생에너지 설비와 각 구성건물들에 설치된 에너지 설비와의 통합적 연계 기술 및 운영방안 등도 연구되고 실증을 통해 검증되어야 할 것임

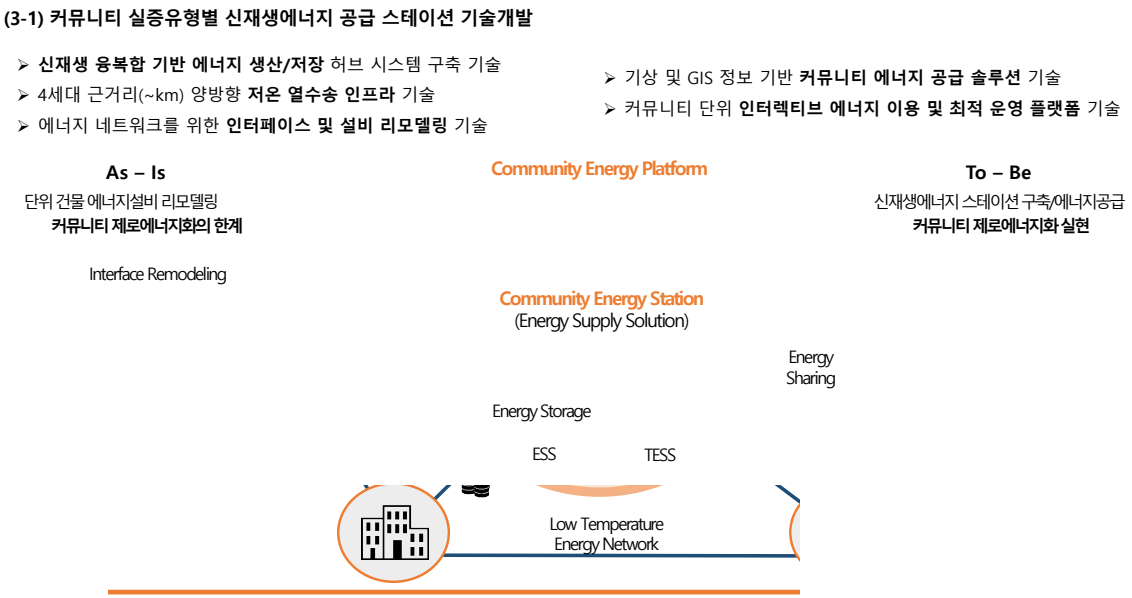
1.2. (3중점분야) 기술개발 대상 및 범위

❑ 기술개발 대상

❍ 기존 커뮤니티 내 별도의 공간에 신재생 기반 에너지 생산/저장/공급 허브 시스템을 구축하여 각 건물에 에너지를 공급함으로써, 제로에너지 커뮤니티를 실현하는 기술

- 신재생에너지 설비 이용 에너지 생산/저장/공급 허브 시스템 설계 기술
  - · 커뮤니티 내 총 에너지 부하를 산정하고 기존 건물에 설치될 수 있는 (신재생)에너지 설비 용량을 감안하여, 에너지 스테이션 내 적절한 용량의 신재생에너지 설비 설치 계획 수립
  - · 다양한 종류의 신재생에너지 설비 설치를 통해 각 설비가 갖고 있는 단점을 극복하고 시너지 효과를 나타낼 수 있는 에너지 스테이션 구성 설계 기술
- 신재생에너지를 융복합 이용하는 에너지 스테이션 구축 및 에너지 그리드 기술
  - · 각 신재생에너지 설비의 융복합 이용을 위한 신재생에너지 설비 간 연계 기술
  - · 불안정한 신재생에너지원의 안정화와 수요관리를 위한 에너지 저장 시스템 설계/구축 기술
  - · 에너지 스테이션에서 생산된 에너지와 건물간 연계를 위한 에너지 그리드 구축 기술
  - · 에너지 스테이션에서 건물에 공급된 에너지를 효율적으로 활용할 수 있는 인터페이스 기술
- 구축된 신재생에너지 기반 허브 시스템과 건물 내 에너지 설비와의 연계를 통해 커뮤니티 제로에너지화를 실현하는 BEMS 기반 커뮤니티 에너지 관리시스템(CEMS) 최적 운영 기술

제로에너지 커뮤니티(도시)를 실현하기 위한 **신재생에너지 기반 최적 에너지 생산/저장/공급 스테이션 구축**과, 건물내 개별 설비와의 유기적인 **에너지 공급/거래를 가능하도록 하는 통합운영시스템**



【 그림 6-5 】 3중점분야 기술 개념도

❑ 기술개발 범위

❍ 여러 건물들로 구성된 커뮤니티의 제로에너지화를 위하여, 별도의 신재생에너지 기반 허브 시스템 구축 기술과 생산된 에너지를 필요로 하는 각 건물에 효과적으로 공급하는 통합 운영 기술 등으로 구성

중점분야	핵심과제	구성기술
커뮤니티 에너지 스테이션	1. 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 개발	1. 신재생에너지 복합 생산/저장 스테이션 설계·구축 기술
		2. 커뮤니티 내 양방향 저온 열수송 인프라 기술
		3. 에너지 네트워크 인터페이스 구축 및 설비 리모델링 기술
	2. 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발	1. 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술
		2. 커뮤니티 단위 인터랙티브[43] 에너지 공유 및 최적 운영 시스템



워크-건물 인터페이스 기술

핵심과제 3-1 주요 성과물　　핵심과제 3-2 주요 성과물

【 그림 6-6 】 3중점분야 주요 성과물

43) 인터랙티브(Interactive)는 상호 정보교환이 수반되는 실시간 교류를 의미

1.3. (3중점분야) 문제점 및 개선방안

1.3.1. 이슈·문제점 및 대응현황

❑ 이슈 및 문제점

❍ 국가적 온실가스 감축목표 달성을 위해서는 건물분야에서의 온실가스 감축, 측 신재생에너지 설비의 적극적 이용이 필요

- 온실가스 배출량의 22.6%를 차지하는 건물분야에서 온실가스 감축목표를 달성하지 못하는 경우, 2030년까지 BAU 대비 37% 감축이라는 국가 목표 달성은 곤란
  - 대부분의 IEA 회원국에서 1차에너지 사용량의 40% 이상이 건물 부문에서 소비되고 있으며(IEA 2013), 우리나라도 점차 증가하는 추세
- 건물 분야 에너지 수요가 크게 줄어들지 않는 상황에서 온실가스 감축을 위해서는 에너지의 효율적 이용과 함께 신재생에너지 설비를 이용한 필요 에너지 생산이 불가피
  - IRENA에서는 '50년까지 재생에너지 54%, 에너지 효율향상 40%의 기여 예측

  * 출처: The role of renewable energy in the global energy transformation, Energy Strategy Reviews, 2019

❍ 노후화된 건물의 철거 후 재건축이 아닌 리모델링 수요가 증가할 것으로 예상되고 있고, 이 과정에서 건물의 에너지 성능을 향상시키는 기술 적용이 요구됨

- 30년 이상 노후화된 건물이 전체 동수의 1/3 이상을 차지하고 있으며, 용적률 제한 등 재건축에 대한 다양하고 불가피한 규제 때문에 철거 후 재건축이 가능한 건물은 제한적
  - 철거 후 재건축의 경우 신축 건물의 에너지 성능을 향상시키기 위한 다양한 기술을 적용할 수 있어 제로에너지화는 물론 플러스에너지화도 가능할 수 있음
  - 그러나, 단열 및 창호 개선 등 기존 건물의 부분적 리모델링을 통해서는 에너지 수요를 크게 저감시켜 에너지 성능을 다소 향상시킬 수는 있으나, 신재생에너지 설비의 설치와 이용 없이 궁극적인 제로에너지화는 불가능

❍ 노후화된 건물의 제로에너지화에 신재생에너지 설비를 적극 이용하기 위해서는 공간적/시간적 제약 문제 해결 필요

- 태양광, 태양열, 지열 등 현재 건물에 이용되는 신재생에너지 설비는 대부분 상당한 규모의 설치공간이 필요
  - 태양광 발전의 경우 1 kW급 설치에 5 ㎡ 이상의 면적이, 그리고 지열원 히트펌프의 경우 2 RT급(약 7 kW) 열교환기 설치를 위해 반경 5 m 이상의 공간이 필요
- 신재생에너지는 에너지의 생산과 이용 사이에 시간적, 양적 격차가 발생하는 경우가 많아, 에너지 저장을 위한 별도의 설비와 설치공간이 필요
  - 전력 저장의 경우 2차전지를 이용하는 ESS가, 그리고 열에너지 저장을 위해서는 축열시스템(TES)이 필요

❍ 에너지의 효율적 생산과 이용을 위해서 집단에너지 공급이 유용하지만 부분적인 문제점도 노출되고 있는 상태

- 확실한 유지관리 체계 및 전문가의 관리 하에서 추진되는 집단에너지 공급은 에너지의 효율적 생산과 이용을 위해 바람직한 현상
  - 용량이 클수록 효율 및 성능이 우수해지는 에너지 설비의 특성 상, 건물 단위에서 활용되는 소용량 에너지 설비보다는 집단에너지 공급에서 활용되는 대용량 설비를 이용하는 것이 효율이 높음
  - 그러나 에너지 공급 대상이 너무 넓은 경우 에너지 활용의 유연성 악화로 문제점 노출
- 전력의 경우 대규모 발전사 위주로 에너지 생산이 이루어지고 한국전력을 통해서 공급되는 구조
  - 건물 또는 지역 단위에서 생산된 전력은 자체 소비하거나 전력회사에 판매하는 방법 중 선택해야 하며, 소비하고 남는 전력을 판매할 수 있는 방안은 미흡
  - 이를 해결하기 위한 관련 연구(스마트그리드 사업 등)가 다수 수행되었으나, 실증 부족 등으로 적용 사례 미미
- 열병합발전 등을 통한 중대규모 열공급이 이루어지고 있으나, 열수송량 증대를 위한 고온 열공급으로 시설비 및 열손실이 상대적으로 과다

❍ 건물단위의 에너지 소비량 관리를 위한 국가 건물에너지 통합관리시스템이 운영되고 있으나, 건물별 에너지소비량의 월간 데이터 제공 수준에 그침

- 신재생에너지 설비가 증가하고 있으나 공급자원과 건물단위의 수요자원 데이터가 통합 관리되고 있지 않아, 에너지 공급 및 사용 설비의 운영 최적화에 어려움
  - 국토부는 680만동의 건축물에 전기, 도시가스, 지역난방 등 건물에서 사용되는 에너지 정보 DB를 구축하였음

    * 국가 건물에너지 통합관리시스템은 건축행정정보시스템(세움터)의 건물 정보와 연계하여 에너지 소비량 정보를 통합시킴으로써 건물 및 가가호호 단위로 에너지 소비량을 관리하고자 국토교통부에서 2010년부터 개발하였으며, 현재 한국감정원에서 운영

    * 산업부는 재생에너지 클라우드 플랫폼을 운영하여 전국 태양광발전소 등의 정보를 관리하고 있음(http://recloud.energy.or.kr, 한국에너지공단 신재생에너지센터에서 운영)

❑ 대응현황

❍ 건물분야에서 온실가스 감축을 위하여 건물의 제로에너지건축물 보급정책이 추진되고 있음

- 국가 온실가스 로드맵에 따라 기축 건물 에너지 성능향상을 통한 9.6백만톤의 온실가스 감축목표 수립
  - 건물 에너지효율 향상과 관련하여, 청정에너지기술로드맵('16), 제4차 에너지기술개발계획('19), 제2차 녹색건축물 기본계획('20) 등을 통해 건물의 에너지성능 강화를 추진
  - '25년 제로에너지건물 의무화 및 신재생에너지 의무사용 비율 증대 등의 정책적 대응도 진행 중

❍ 건축 에너지 소비 정보 전산화 및 지속적인 건물 운영 데이터 확보 강화 노력

- 국토부에서는 국가 건물에너지 통합관리시스템을 운영하여 지속적으로 건물 에너지 소비 정보를 전산화하고 DB를 구축하고 있음
  - 건물별, 에너지원별 월간 에너지 소비량 데이터이기 때문에 실시간 분석이나 세분화된 용도별 분석 등에 활용 한계
  - 건물별 에너지 소비량의 빅데이터 DB 구축을 통한 세부 분석이 필요하며, 에너지 소비자원과 공급자원의 매칭을 통한 최적 운영 기술 개발 필요

❍ 건물의 제로에너지화를 위한 신재생에너지 설비 기술개발이 활발하나, 기축 건물의 리모델링 과정에서 제로에너지화를 달성하기에는 부족

- 신재생에너지 설비의 효율 및 성능향상과 건물 적용을 위한 기술개발이 범부처 기술개발을 통해 꾸준히 진행 중
- 그러나 남향 설치 등의 조건은 물론 기본적인 최소한의 설치 공간이 필요하다는 공간적 한계가 존재
  - 신재생 열병합발전이라고 할 수 있는 연료전지의 경우 공간적 문제에서 비교적 자유롭지만, 설비비용의 과다와 수소 공급의 문제점 등으로 역시 한계가 존재

❍ 기존 건물에 설치되어 있는 에너지원별 계량기의 스마트미터화와 건물별 월간 에너지 사용량 데이터의 세분화가 필요하며, 건물별, 용도별, 설비별 빅데이터가 부족한 상황

- 지역적인 기상정보 및 GIS 정보 등 데이터 기반의 에너지 부하 예측 기술과 분산 신재생에너지공급설비의 공급량 예측 기술 미흡

❍ 단일 건물이 아닌 커뮤니티 단위의 에너지 생산 및 관리가 필요하다는 의식이 증가하였으나 실증연구를 통한 확산 모델 개발은 미흡

- 일정 규모 이상 지역단위의 에너지 자립을 추구하는 분산에너지원에 대한 관심이 증가하고 있으며, 관련된 기술개발이 시도되고 있음
  - 기술개발 결과를 확인하고 수정보완하기 위해서는 실증연구가 불가피
  - 실증을 위해서는 많은 사업비가 필요하여, 대부분 시뮬레이션 수준의 연구가 이루어지고 있는 수준
- 신축되는 신도시 일부를 대상으로 하는 커뮤니티 단위 제로에너지화 사업은 일부 추진 중
  - 부산 EDC 스마트시티 내 일부를 대상으로 국토부의 저탄소 에너지고효율 건축기술 개발 사업이 진행 중
  - 산업부의 경우 스마트 제로에너지시티 사업을 통해 신축 지구/지역/도시 단위 에너지 이용체계 변화 및 관리를 위한 기술 개발 수행 중
  - 에너지 IoE 기술을 적용한 국민 체감형 스마트그리드 실증 및 에너지 통합관제 기술 개발 등 ICT 연계 스마트에너지 기술개발 추진('19 에너지기술개발 실행계획)

1.3.2. 개선방안

❑ **다양한 건물들로 구성된 커뮤니티의 제로에너지화를 위해서는 개별 건물의 리모델링으로는 한계가 있으며, 별도의 신재생에너지 생산 기지(스테이션)와 운영 플랫폼이 필요**

❍ 제로에너지화가 불가능한 커뮤니티 내 개별 건물들을 대상으로 신재생에너지를 공급하기 위한 신재생 기반의 에너지 허브 시스템이 필요

- 커뮤니티 내 유휴지 등 공간적 여유가 있는 지역에 다양한 신재생에너지 설비를 설치하고 생산된 에너지를 효과적으로 관리하여 공급할 수 있는 에너지 스테이션 구축
- 친환경 분산에너지원으로서의 역할을 수행함으로써 커뮤니티의 제로에너지화에 기여

❍ 에너지 스테이션 및 각 단위 건물에서 생산되는 에너지와 커뮤니티 전체의 에너지 소비 등에 대한 실시간 모니터링을 통해, 에너지 스테이션의 최적 운용을 위한 통합관리 시스템 운영 병행이 필요

- 국토부의 건축 R&D 중장기 기술로드맵('20)의 '저탄소 지속가능 건축 기술'에 지역맞춤형 에너지 커뮤니티 관리 기술 포함

1.4. 기대효과 및 파급효과

1.4.1. 과학기술적 측면

❑ **온실가스 감축을 위한 신재생에너지 설비 기술 개발이 범부처 차원에서 활발하게 진행되어 꾸준한 성과를 이루고 있으므로, 본 사업을 통해 융복합 이용 기술이 개발되고 실증된다면 신재생에너지 이용 확대에 크게 기여**

❍ 신재생에너지에 대한 기술 개발은 '90년대 말부터 과기부의 기초/기반 연구와 산업부, 국토부, 환경부, 농림부 등에서의 응용기술 개발이 지속적으로 이루어지고 있음

❍ 20여 년 동안의 단위 기술 개발 성과에 비해 해당 기술을 실제 건물 및 산업부문에 이용할 때의 효과와 문제점을 파악할 수 있는 실증연구는 상대적으로 미흡한 실정

- 대표적으로 신재생에너지 설비의 효율 및 성능 향상은 꾸준히 이루어지고 있으나, 생산되는 에너지의 불규칙성에 따른 이용의 불안정성에 대한 연구는 미진
- 태양광발전을 제외하고는 건물에서의 신재생에너지 이용에 따른 많은 문제점이 보고되고 있으며, 대부분 기술적 결함보다는 이용 부문에서의 기술 및 관리 체계 미흡에 기인

❍ 신재생에너지 융복합 이용기술 개발을 통해 각각의 신재생에너지 설비가 갖고 있는 단점을 극복하고 시너지 효과를 기대

- 패시브적인 신재생에너지 설비(태양광, 태양열, 풍력 등)와 액티브적인 설비(지열/수열 히트펌프, 연료전지 등)의 융복합 이용을 통해 신재생에너지의 불안정성을 최소화하고 이용효율의 극대화가 가능
- 개별 건물에서는 공간적 문제로 불가능한 신재생에너지 설비 융복합 이용을, 좀 더 규모가 큰 커뮤니티 단위에서 실현

❑ **신재생에너지 융복합 이용을 통한 커뮤니티 제로에너지화 기술 확립이 가능하며, 실증연구를 통해 부족한 기술 분야가 도출되는 경우에도 향후 관련 기술 개발 방향 설정에 기여**

❍ 본 연구를 통해 구축하려는 신재생에너지 융복합 이용을 통한 지역단위 에너지 공급시스템은, 기존 신재생에너지 이용 기술의 긍정적 변화를 추구

- 신재생에너지 융복합 또는 신재생에너지 및 기존 화석에너지 설비와의 융복합 이용을 통해 관련된 기반기술, 그리고 이종기술의 융합기술과 실증의 통합운영기술 개발이 가능
- 커뮤니티 단위의 신재생에너지 이용을 통해 관련 설비의 유지관리 기술 확보에 기여

❍ 실증연구를 통해 각종 신재생에너지 설비 이용의 문제점 파악 및 후속연구 방향 설정 가능

- 다양한 신재생에너지 설비의 융복합 이용에 따른 문제점 및 극복방안 도출 과정을 거치면서 관련 기술 개발의 완성도 향상
- 실증 운전을 통한 에너지 스테이션 융합기술 및 실증기술의 효과성 검증과 장기 트랙레코드 확보로 후속 필요 연구 분야 도출 가능

❑ **자동화된 에너지 소비량 및 생산량 예측을 통한 에너지 효율성 증대 및 AICBM 등 4차 산업혁명 기술과 건축기술 간의 융복합 활성화에 기여**

❍ 지역적 기상정보를 활용한 실시간 부하 예측 및 태양광 발전소의 발전량 예측을 통한 정확한 에너지 소비량 예측과 에너지 공급자원의 최적 운영 가능

❍ 스마트 미터링을 통한 세분화된 DB 구축이 가능하고, 빅데이터의 AI분석을 통한 최적 운영 알고리즘 개발 및 구현 가능

❍ GIS 기반의 공간정보를 활용함으로써 저온 배관망 등의 네트워크 최적화 가능

❑ **커뮤니티 에너지 스테이션과 연계된 건물 설비 리모델링을 통한 효율 증대**

❍ 건물 설비 리모델링을 통한 에너지 스테이션과의 연결 가능

❍ 건물 내 저온 냉난방 공급시스템 구축을 통한 신재생열에너지의 저온 공급 가능

1.4.2. 사회경제적 측면

❑ **커뮤니티 단위 온실가스 배출량 감소**

❍ 커뮤니티 단위 건물 에너지 사용설비 및 공급 설비의 최적 운영을 통해 건물 에너지 소비량 및 온실가스 배출량 감소 가능

❍ 빅데이터를 활용한 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼을 통해 경제적 운전과 온실가스 배출량 최소화 운전 가능

❑ **건물에너지 데이터 활용 신산업 활성화**

❍ 건물에너지 데이터를 활용한 AICBM 기술 기반의 ESCO(Energy Service COmpany) 산업 및 에너지 솔루션 산업 활성화 가능

❍ 건물에너지 빅데이터를 활용한 건물 설비 리모델링 산업 및 커뮤니티 단위 통합운영센터 등 신산업 패러다임 형성 가능

❑ **커뮤니티 단위 건물에너지 통합운영센터 구축을 통한 일자리 창출**

❍ '한국판 뉴딜 종합계획('20.07.14)'의 "디지털뉴딜"과 "그린뉴딜"에 해당하는 빅데이터 구축과 건물에너지 효율화 구축 일자리 창출 가능

❍ 커뮤니티 단위 건물에너지 최적화에 필요한 건물별 스마트 계량기 설치, 각종 센서 및 제어 설비 구축, 에너지 네트워크 구축공사, 통합관제센터 운영 등을 위한 각종 일자리 창출 가능

4중점 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델

1.1. (4중점분야) 기술개발 개요

❑ **커뮤니티 제로에너지화 관련 개발된 기술의 민간 보급 활성화를 위한 정보체계 및 시스템·서비스 구축 필요**

❍ 커뮤니티 및 개별 건축물의 설계에서 운영까지 전생애 성능관리체계 구축을 위해 제로에너지 커뮤니티 구현에 필요한 정보들을 연동할 수 있는 정보시스템 구축 필요

❍ 데이터베이스 기반 정보체계를 활용, BIM 라이브러리 등 설계도구를 통해 제로에너지 커뮤니티 구축에 필요한 정보에 쉽게 접근, 설계에 활용할 수 있는 체계 마련 필요

❑ **제로에너지기술의 정확한 시공 및 성능관리를 통해 제로에너지 요소기술 및 커뮤니티에 대한 민간 인식 개선 필요**

❍ 제로에너지 건축 관련 시장 형성 미흡으로 현재 제로에너지 건축의 대부분은 소규모 건축사 및 시공업체에 의해 시공되는 경우가 빈번한 바, 시공 품질의 일관성 확보 어려움

❍ 모듈 및 시스템 기반의 시공품질관리와 상호운용성 검증을 바탕으로 제로에너지 커뮤니티의 구성기술 별 시공 품질을 검증할 수 있는 인증체계 마련 필요

❑ **커뮤니티 제로에너지화를 위해 각종 요소기술의 융복합을 통한 효율 향상이 필수적으로 요구되나, 각 단위기술별 실증으로는 기술의 복합 구현 시 문제점에 대응 불가**

❍ 단지규모 제로에너지 주택사업은 사업 추진 간 기술적, 경제적 측면에서 다양한 문제점이 발생할 수 있어, 정부 주도의 사업을 통해 기술 간 복합 구현에 대한 안정성을 기 검증할 필요

❍ 개별 건축물의 제로에너지화 기술 외에도 에너지 스테이션에서 생산되는 열·전력 에너지 공급을 위한 네트워크 구축, 기축 및 신축 건축물 간 배치, 커뮤니티 구성요소의 개·보수 및 BIPV 등 건물단위 신재생에너지설비의 배치 등을 다양하게 고려해야 함

❑ **동 사업을 통해 개발된 기술을 각 실증부지에 통합적으로 전개하여 시공 및 운영 간 발생하는 문제점에 대해 선제적으로 대응하고자 함**

❍ 커뮤니티 설계, 신재생에너지설비의 설치와 공급망 구축, 개별 건물 효율 제고 및 제로에너지 커뮤니티의 연계·확장의 기술적 측면에 대해 검토, 향후 기술 보급·확산에 기여

❍ 기술 실증 및 모니터링 간 발생하는 데이터와 사례들을 기반으로 제로에너지 커뮤니티 인증체계와 데이터 플랫폼 등 제로에너지 커뮤니티 활성화를 위한 사업모델 시범 적용

1.2. (4중점분야) 기술개발 대상 및 범위

❑ 기술개발 대상

❍ 커뮤니티 단위의 제로에너지화를 위한 프로토콜을 정립하고 정보기반의 플랫폼을 구축하여 제로에너지 커뮤니티 구현 및 운영 효율화, 전생애 성능관리, 제로커뮤니티 확산 생태계 조성

- 제로에너지 커뮤니티 구현 전과정(기술-건물-커뮤니티) 요구성능 정보체계 구축
  - · 제로에너지 커뮤니티 전생애 성능관리를 위한 에너지 기자재 성능정보 표준 및 성능관리 기반 BIM 라이브러리 연동시스템 구축
  - · 그린리모델링 기반 제로커뮤니티 구현을 위한 설계인증, 시공/운영성능관리, 모니터링을 통한 커미셔닝 연계 표준 디지털 정보체계 개발
- 그린리모델링 기반 노후 커뮤니티의 제로에너지화 통합 인증시스템 구축
  - · 제로커뮤니티 구현 및 성능관리를 위한 융복합 모듈화 혁신기술단위 품질관리, 시스템 단위 시공품질 및 상호운용성 검증 인증시스템 개발
  - · 제로에너지 커뮤니티 통합인증(기술-건물-커뮤니티)체계 및 운영·관리 시스템 개발
  - · 제로에너지 커뮤니티 인증 활성화를 위한 민간-공공 연계 비즈니스모델 개발
- 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 성능관리 프로토콜 개발
  - · 그린리모델링 시공효율화 및 성능관리 시스템 개발
  - · 제로에너지 커뮤니티의 건물유형별 모니터링 기반 커미셔닝(MBCx) 운영 시스템 개발
- 제로에너지 커뮤니티 생태계 활성화 산업 생태계 구축 지원 서비스 플랫폼 구축
  - · 제로에너지 커뮤니티 Data lake 기반 인증/성능관리 DBMS 개발
  - · 개방형 커뮤니티 단위 그린리모델링 의사결정(참여확산) 서비스 개발
  - · 제로에너지 커뮤니티 최적운영(인증/성능관리/CEMS) 서비스 개발
  - · 커뮤니티 공공연계 민간주도형 에너지공유 및 거래기반 서비스 개발
  - · 민간 참여 거버넌스 모델 및 참여자기반 성능관리지원 서비스 개발
- 실증사업 및 중장기 모니터링을 통한 기술·서비스 성능 검증
  - · 공공시설(교육시설) 및 주거단지 커뮤니티 대상 실증 사업 추진
  - · 공공시설(캠퍼스) 및 복합단지 커뮤니티 대상 실증 사업 추진



【 그림 6-7 】4중점분야 기술개발 대상 및 범위

❑ 기술개발 범위

❍ 제로에너지 커뮤니티 수요자 의사결정, 공급자 커뮤니티 설계/구현/운영관리 효율화, 커뮤니티 운영정보기반 서비스를 통한 소비자/공급자 수익창출, 제로에너지커뮤니티 생태계 조성 및 운영지원 플랫폼 개발 필요

중점분야	핵심과제	구성기술	
제로커뮤니티 성능관리 확산	클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발	1	커뮤니티 제로에너지화 전과정 성능정보 체계 구축
		2	노후 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템
		3	노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜
		4	제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 및서비스 플랫폼
	커뮤니티 단위 실증사업 및 모니터링	1	공공시설(교육시설) + 주거단지
		2	공공시설(캠퍼스) + 복합단지



【 그림 6-8 】에너지 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 성과물

1.3. (4중점분야) 문제점 및 개선방안

1.3.1. 이슈·문제점 및 대응현황

❑ 이슈 및 문제점

❍ 건축물 에너지성능 확보를 위해 관리해야 하는 에너지 기자재의 범위 및 성능정보 체계의 부재

- 건축물 에너지 성능 향상을 목표로 에너지 기자재 관련 정보에 대한 시장의 요구가 지속적으로 높아지고 있음
  - 에너지 기자재의 인증은 효율관리기자재와 고효율에너지기자재 수준으로 한정되며 각 인증의 목적에 따라 제도권 내에서 확대되는 데 한계가 있는 반면 건축물 성능관리를 위한 에너지 기자재 정보의 표준화 및 정보 서비스 요구는 지속적으로 높아지고 있음
  - 수요자는 검증된 에너지 기자재를 시장에서 찾아내는 것은 물론 이들의 어떠한 성능이 건축물 에너지 성능에 영향을 미치고 관리할 필요가 있는지에 대한 접근이 어려운 상태임
- 제로에너지 커뮤니티 에너지 성능 목표 달성을 위해서는 커뮤니티의 구성단위인 건축물에 대한 전생애 성능관리가 전제되어야 함
  - 건축물의 성능은 건축물에 적용되는 에너지 기자재의 성능 수준의 영향을 받으나 설계 당시 의도된 성능을 발휘하기 위한 기자재의 성능 정보가 시공, 운영단계까지 일관적으로 유지되지 않는 상태임
  - BIM 모델 및 디지털 트윈 기반의 건축물 관리체계에서는 에너지 기자재 성능정보의 전 과정 호환 및 연동이 용이함에도 불구하고 표준화된 성능정보 체계의 부재로 관리해야 하는 성능 정보가 드러나지 않아 설계-시공-운영 단계 간 성능 정보의 연동이 단절됨
  - 「건축법」 개정으로 건축물의 기능 유지, 화재 안전 성능 확보 등과 관련한 건축물 전생애 관리 기능이 강화되고 있는 반면 지속적으로 강화되는 건물분야 에너지·온실가스 저감 요구에도 불구하고 건축물의 에너지성능 관리 필요성은 제기되지 않는 상태임

❍ BIM 도입 의무화 및 기술의 발전은 지속적으로 이루어지고 있으나 BIM 모델에서 다루는 정보는 극히 한정적

- BIM 도입은 국가 차원에서 장려 및 추진되고 있으나 BIM 모델의 에너지 기자재 성능 정보는 정보 구축 범위에서 제외되거나 부수적인 요소로 극히 한정적으로 포함되는 수준임
  - 우리나라에서 BIM의 도입은 선진국 대비 늦어짐에 따라 조달청을 중심으로 기관별 빠른 전개과정을 거치고 있으나 단기간에 진행되어 모델정보 구축 기준이 통일되지 않고 불분명한 상태
  - 현재까지 BIM 모델에서 다루는 정보는 공간 및 형태(Geometry) 정보에 집중되며 에너지 기자재의 성능 정보는 부수적인 정보 수준으로 인식됨

❍ 건축물의 에너지 성능을 향상하기 위해, 건물과 관련한 다양한 인증제도들이 도입됨

- 각 인증제도에 따른 별도의 인증체계를 가지고 있어 각각의 인증별로 운영됨에 따라 중복작업이 발생함

  · 녹색건축인증의 에너지 성능 항목은 에너지성능지표, 건축물 에너지효율등급, 에너지절약형 친환경 주택기준, 제로에너지 빌딩 인증 등과 같은 타 건축물 성능 인증에 관한 결과가 요구됨[44)]

  · 커뮤니티 단위 친환경 인증의 경우, 국내 인증제도가 미흡하여 국외의 LEED-ND 인증과 같은 국외 인증제도를 바탕으로 인증이 이루어지나 대상 국가에 적합하지 않은 문제가 발생함

  * 출처 : Alwan, Zaid, Greenwood, David and Gledson, Barry, 2015, Rapid LEED evaluation performed with BIM based sustainability analysis on a virtual construction, Construction Innovation Information, Process, Management, 15(2), pp. 134-150

❍ 기존 건물의 경우 도면이 훼손되었거나 유실된 경우가 빈번함

- 기존 건물의 도면이 유실된 경우에는 설계모델 작성에 추가적인 시간과 비용이 발생함

  · 기존 건축물의 경우 역설계 기술(3D Scanning, Scan to BIM 등)을 기반으로 누락된 설계도서의 일부에 대한 작성 자동화가 가능함(※출처 : 강태욱, 2019, 서설물 관리를 위한 Scan To BIM 역설계 기술, 대한건축학회)

  · 신/기축 건축물의 에너지 성능평가를 위한 상용화 소프트웨어들의 경우 현재까지도 특정 항목들의 정보 습득에 어려움이 있어 수작업이 요구됨

  * 출처 : 김창성, 2015, ECO2 프로그램을 이용한 공동주택의 단위세대 평면 형태에 따른 에너지 효율 평가, 한국생태환경건축학회

❍ 에너지 성능평가와 관련한 인증을 위해서는 도면 등의 문서를 활용하여 평가자가 인증에 필요한 정보를 수작업으로 계산하고 입력함

- 인증 과정에서 요구되는 정보 계산과 입력을 수작업으로 함으로써 신뢰성이 저하될 수 있으며, 인력과 시간이 소요됨

  · 친환경 건물 인증을 위해서는 평가자가 설계도면을 분석하여 외기 직접, 간접을 구분하고 부위별 열관류율 등을 산출해야 하는 등 다양한 정보가 수작업으로 입력되어야 함

  · 친환경 건물 인증에서 공통으로 요구하는 정보인 외피전개도의 작성은 도면 기반의 수작업으로 수행되어 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라 오차가 발생할 여지가 있으며, 설계 변경에 따른 반복적인 작업으로 인해 이러한 문제는 더욱 심화됨

  * 출처 : 김준영, 김창민, 박창영, 박영준, 최창호, 2018, 건물 에너지 성능평가를 위한 IFC 기반 외피전개도 요구정보 추출 알고리즘 개발, 한국건축친환경설비학회논문집)

  * 출처 : 박영준, 김창민, 박병윤, 최창호, 2018, BIM 기반 외피전개도 자동추출의 고려사항 및 표준화 연구, 한국건축친환경설비학회논문집)

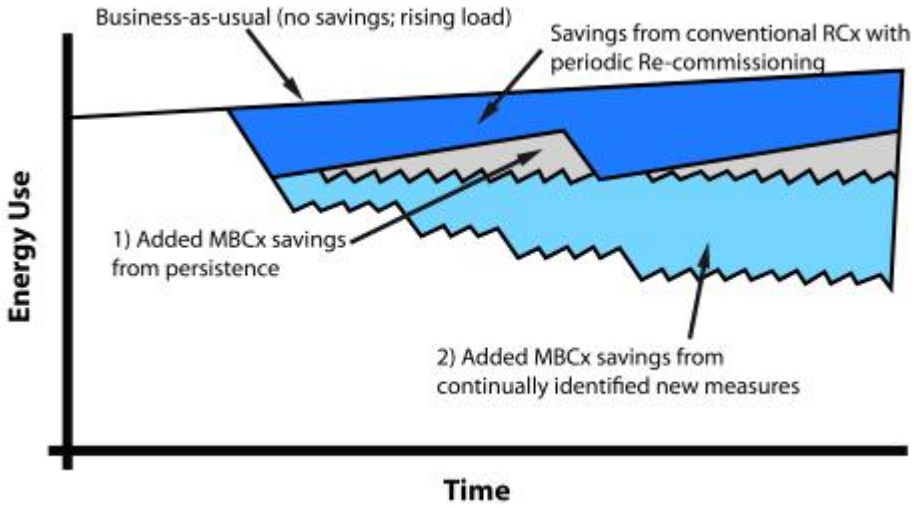
44) 박진철, 2012, 부동산포커스: 친환경 건축물 인증제도 비교분석 연구[한국감정원발간자료 2012년], 한국감정원

❍ 에너지절약 설계 이행, 시공효율화를 위한 그린리모델링 시방 및 시공품질확보 감리시스템 미비

- 국내에서는 별도로 건물에너지 부문에 대한 공종이 구분되어 있지 않기 때문에 공사 감리업무 역시 이에 대한 특별한 관리가 이루어지고 있지 못하고 있는 실정
- 건물에너지 부문은 일반적으로 건축(외피성능, 일사에너지 투과율, 차양장치, 단열공법, 창면적비 등), 기계설비(냉난방 열원설비, 반송설비, 배관 및 덕트, 제어 등), 전기설비(조명밀도, BEMS, 고효율조명기기, 고효율 변압기 등), 신재생설비(지열, 태양광, 태양열, 열병합 등)로 구분할 수 있으며, 서로 유기적으로 연계되어 있기 때문에 통합적인 관리·감독이 필요한 실정임
- 하지만, 현재 건축공사 감리 프로세스 및 체크리스트 상에는 별도로 해당 내용이 분류되어 있지 않기 때문에 건물에너지 부문에 대한 공사 감리자의 역할이 미비한 수준임

❍ 제로에너지 커뮤니티의 목적을 달성하기 위해 단순히 설계 및 시공단계에서의 제도 및 기술의 발전뿐만 아니라 개별건물의 운영 및 유지관리에 대한 기술수요에 대응이 필요

- 현재 우리나라의 경우 단열성능 등 건물의 신축단계에서 필요한 "물리량"에 대한 지표를 중심으로한 규제는 활발하게 진행되고 있으나, 실제 건물의 에너지 및 운영에 대한 성과를 중심으로 하는 "성능유지"에 대한 제도 및 활용도구 개발은 미흡한 실정
- 이에 따라, 건물의 초기설계단계(Predesign)에서 운영단계(O&M)까지 활용할 수 있는 커미셔닝 시스템을 도입하여 설정한 초기성능의 저하 없이 목표한 제로에너지 커뮤니티를 달성할 수 있는 체계구축 필요
- 특히, Monitoring Based Commissioning(MBCx)는 On-going commissioning의 한 형태로, 제로에너지 커뮤니티의 특징인 건물의 수요절감 및 재실자의 쾌적성·에너지 관리 효율성 향상, 장비의 성능유지 및 보전, 유지관리 업무향상을 도모하기 위해, 실시간 데이터를 활용하여 건물의 성능과 장비의 최적 운전을 제공



【 그림 6-9 】 MBCx를 통한 지속가능한 건물에너지 유지관리 효과

※ 출처 : Joseph J. Romm, Lean and Clean Managemen, 1994.

❑ 대응현황

❍ 개방형 BIM 기반의 건축설계 자동화지원 기술 및 첨단 유지관리 기반기술 개발(도시건축연구사업)을 목표로 개방형 BIM 연구단이 구성되어 운영 중에 있으나 광범위한 기술개발로 건축물 전생애 에너지 성능관리를 위한 에너지 기자재의 성능정보는 극히 부수적인 수준으로 다루고 있음

- 연구단에서는 선진국 수준의 정보표준규격과 범용 라이브러리 콘텐츠 보급을 목표로 세부 연구를 진행 중이나 주로 건축 및 구조 분야에 집중되고 있으며 에너지 기자재의 성능 정보는 극히 미비하게 다루고 있는 수준
- 설비 라이브러리 기반 구축을 목표로 라이브러리 작성 기준 및 신규 라이브러리 제작이 이루어지고 있으나 에너지 기자재의 성능 정보는 장비일람표 정도로 일반적인 수준에서 다뤄지고 있음

❍ 스마트건설을 필두로 BIM 적용을 건설공사 전 단계에 확대하고자 하는 정책이 추진되고 있으며 조달청을 중심으로 BIM 도입 확대가 지속적으로 강화

- 조달청의 경우 기존 맞춤형서비스로 설계용역을 발주하는 공공건축물 사업 중 200억 이상~300억 미만 사업을 대상으로 계획설계에만 BIM을 적용하였으나 2020년 2월부터 계획·중간·실시설계의 모든 단계의 BIM을 적용하도록 함
  - 스마트 건설기술 로드맵에 따라 모델링 가이드라인과 BIM 라이브러리 기술이 일부 개발되었거나 개발 진행 중에 있으나 모델 및 라이브러리의 속성정보 표준은 공통 및 일반사항에 중점을 두고 있으며 에너지 기자재의 성능 특성이 큰 비중을 차지하지 못하고 있음
  - 조달청의 경우 BIM 의무 적용이 건축 및 구조분야로 한정되어 에너지 기자재의 많은 비중을 차지하는 기계, 전기 공종이 제외되고 있음

❍ 에너지성능 분석 소프트웨어에 관한 고도화 연구가 진행 중이나, 계산의 정확도, 인터페이스 개선 등과 같은 사용자 편의성 측면에 중점을 두어 디지털 데이터의 활용 방안에 관한 연구는 부족한 실정임

- BIM과 같은 디지털 데이터를 기반으로 인허가, 에너지성능평가의 자동화 연구가 진행되었으나, 그 범위가 제한적이며, 근본적인 해결책을 제시하지 못하는 실정임

  * 출처 : 조찬원, 2020, 개방형 BIM기반의 건축설계자동화 지원기술 및 첨단유지관리 기반기술개발(2017-2021), 국토교통과학기술진흥원 국토교통과학기술진흥원 과제현황

- 디지털 기반의 인증을 위해 요구되는 정보들에 대한 사전정의의 부재로 인해 설계사 및 시공사 등과 같은 민간기업에서의 활용이 어려움
- 인증을 위한 설계모델 작성 방안에 관한 연구 미흡으로 기존의 BIM 기반의 자동화 기술의 실무 적용가능성이 떨어짐

  * 출처 : 신성우, 이재옥, 조동우, 권경우, 정재수, 민병돈, 이준서, 김형근, 우지환, 2014, 녹색건축물 활성화를 위한 온실가스 배출량 평가 및 통합인증시스템 구축 최종보고서, 국토교통부 국토교통과학기술 진흥원)

1.3.2. 개선방안

❑ **2030년 온실가스 감축 목표 이행을 위한 건물부문의 실효적.전략적 정책지원을 위한 국가차원의 건물에너지 데이터 플랫폼과 온실가스 감축관리 시스템 구축 시급**

- ❍ 선진국은 국가 차원의 지원 시스템을 구축하고 있으나, 국내에서는 기존 건축물 온실가스 감축을 위한 기술적, 정책적 연계 대안 미흡
- ❍ 건물에너지 저감에 따른 온실가스 감축 효과를 모니터링하고, 제도 반영을 위한 리빙랩 등 실증연구를 포함하여 보다 신속한 정책반영과 국민 참여 에너지절약을 유도하여 건물부문 온실가스 감축 목표 달성에 기여

❑ **간소화된 디지털 기반의 공공/민간 참여형 서비스 플랫폼 개발을 통한 운영 효율성 제고 및 선진화된 차별성 강화 필요**

- ❍ (에너지·온실가스 기술정보 구축 및 감축 잠재량 분석 제도)기업이 에너지 절약활동을 추진하는데 필요한 기술정보를 통합·분석·정보화하여, 우수기술의 투자활성화 및 대국민 서비스를 제공
- ❍ 이에 반해 건물 부분에서는 통합적 에너지 정보를 통합·분석·정보화하는 플랫폼 부족

❑ **건축물 동 단위 에너지사용량 계측 유도를 통해 에너지효율적 운영·관리방안 마련을 위한 데이터 확보 필요**

- ❍ 건축물 운영·유지관리 단계에서 에너지효율화에 대한 인식이 저조하며, 기술개발을 위한 인프라 부족
- ❍ 녹색건축물의 운영관리 기술 개발을 위한 운영 단계 데이터 수집체계 구축 및 에너지 성능 진단 기술 개발 필요

❑ **(현재 도시재생사업에서 보듯이 사업의 성패가 효율적인 거버넌스의 구축에 좌우되고, 이에 따라 다음과 같은 기술적 대응이 필요함**

- ❍ 효율적인 거버넌스 구축을 위해 참여 주체 유형 및 역할 분석
- ❍ 사회적 기업들과의 협력모델 제시
- ❍ 에너지 최적화를 통한 커뮤니티 공동기금 운영 및 관리

1.4. 기대효과 및 파급효과

1.4.1. 과학기술적 측면

❑ **디지털 성능정보를 활용한 커뮤니티 전생애 에너지 성능 관리**

- ❍ 에너지 기자재의 성능정보 표준화 및 생애 호환성 확보를 통해 설계, 시공, 운영 까지 전 생애 건축물 성능 관리가 가능
- ❍ BIM 및 디지털 트윈 성능 정보 관리 기준 제시를 통한 표준 마련
- ❍ 검증된 에너지 기자재 라이브러리 연동을 통한 모델 지원 서비스 제공으로 디지털 정보 기반 전생애 에너지 관리체계 구축

❑ **통합 인증체계 정립을 통한 개방형 데이터 기반의 통합인증 구현**

- ❍ 기존의 산재한 분야별 인증에 관한 정보를 수집하고 통합하여 미국의 LEED와 같은 통합 인증체계를 정립하고 표준 정보체계를 보급하여 개방형 데이터 기반의 통합인증 가능
- ❍ 통합인증 도입을 위한 행정시스템 및 기존의 인증 연혁 정보 제공을 위한 별도의 인공지능 기반 관리 및 정보체계, 논리규칙 등의 도출을 자동화함으로써 기존의 인증 및 관리를 위해 발생하는 업무를 최소화할 수 있을 것으로 기대

❑ **디지털 통합인증 기반구축을 통한 제로커뮤니티 산업기술 선도**

- ❍ 디지털 기반 올인원 인증시스템 개발을 통해 운영자·수요자 측면 행정서비스 간소화 및 그린리모델링 컨설팅 기술지원 분야 활성화
- ❍ 제로에너지 커뮤니티 인증 관련 전문가의 의견공유 창구 구축을 통한 제도 개선 및 기술 개발 활성화

❑ **제로에너지 커뮤니티의 운영효율 개선 및 지속적 커미셔닝 지원**

- ❍ 좁은 의미에서는 단위 건물에서 넓은 의미로는 스마트 시티까지 건물과 건물군의 실제 운전 및 운영 효율 개선 기술 확보
- ❍ 기존의 물리량기반 성능평가에서 실제 건물운전에 따른 성과평가로 새로운 형태의 기술 지표 개발
- ❍ 대용량 데이터 처리기술, 인공지능 및 심층학습 등을 활용한 분석기술, 건물에너지 수요와 신재생에너지 생산의 최적화를 통한 건물운전효율 향상기술 등 다양한 연계기술 개발
- ❍ 도시화의 가속화로 인한 그린빌딩 시장에 실제 운용기술로 시장 성장 가능성 명확

❑ **제로에너지 스마트시티 기술 고도화 및 사업 활성화 지원**

- ❍ 커뮤니티 단위의 녹색건축 에너지 패러다임 전환을 통한 스마트시티 사업 활성화
- ❍ 건물분야 온실가스 감축 목표 달성을 위한 에너지믹스 전화 및 청정에너지 기술 개발·보급 확대
- ❍ 커뮤니티 단위 에너지 효율향상, 에너지 생산·저장 확충, 양방향 네트워크를 통해 커뮤니티 단위 에너지 자립도 제고와 스마트시티 에너지 고도화에 기여하는 기술로 성장

❑ **노후화된 신도시 아파트 단지의 성능개선 문제해결**

- ❍ 수도권 1기 신도시가 건설된 지 30년이 지나면서 노후화가 심각하지만, 높은 용적률로 재건축이 쉽지 않음
- ❍ 그린리모델링은 노후화된 신도시 아파트 단지를 개선하는 중요한 방법임
- ❍ 커뮤니티 단위의 제로 에너지화 사업에서 가장 큰 문제는 아파트 건물인데, 여기에 초등학교를 포함시키고, 이들을 통합해서 유지관리하는 거버넌스가 필요함.

❑ **지속가능한 제로 에너지 커뮤니티의 유지관리 방안 제안**

- ❍ 그린리모델링 기술을 통해 에너지 기반의 커뮤니티를 형성
- ❍ 시범 사업이 끝난 이후에 유지관리방안 마련

❑ **전문적인 인력양성을 통한 다양한 활동가 배출**

- ❍ 지속가능한 에너지 공통체를 위해 전문적인 인력을 양성하고자 함
- ❍ 에너지 관련 활동가들의 양성을 통해 커뮤니티의 다양한 문제점들을 자체적으로 해결

❑ **Data lake 활용 커뮤니티 서비스 기술구현 기반 확보**

- ❍ 건물별, 설비별, 기관 및 주체별로 상이한 데이터 체계 표준화 및 구조화 및 표준 데이터 레이크 구축 및 운용기술 기술 확보
- ❍ 거대 데이터 처리 및 속도향상기술과 더불어 데이터의 무결성 제공 기술 및 보안기술 확보
- ❍ 범부처 데이터 연계 및 데이터 기반 관제시스템 관리 서비스 및 인공지능을 활용한 커뮤니티 운영 효율 개선 서비스 프로토타입 확보

1.4.2. 사회경제적 측면

❑ 성능기반 BIM 모델 구축 확대로 에너지 기자재 산업 발전에 기여

- ❍ 에너지 기자재 제조 및 공급 업체의 BIM 모델 전환 가속화
- ❍ 에너지 자재 정보서비스 플랫폼을 통한 공급자-수요자 간 연결로 고성능 에너지 기자재 시장 강화 및 성능 관리 편의 제공
- ❍ 검증된 성능 기반 기자재 확대를 통한 건축물 전생애 에너지 최적화 기여

❑ 국내 설계환경의 기술력과 제도적/사회적 선진화

- ❍ 기존 개방형BIM 기반의 설계지원(인허가, 유지관리) 기술의 범위를 녹색 건축, BF인증, LEED 인증 등과 같은 통합인증으로 적용 범위를 확장 시킴으로써 BIM과 같은 디지털 데이터 기반 설계 자동화 기술력 수준을 높여 국내 설계 환경의 기술력과 제도적/사회적 선진화 기대
- ❍ 통합인증체계 기반의 차세대 그린 커뮤니티 인증 행정시스템의 도입을 통해 기존의 녹색건축인증, BF 인증, LEED-ND 인증 등과 같은 다양한 분야별로 이루어지는 인증제도를 단일 플랫폼으로 제공하는 것이 가능하며, 개방형 정보체계 기반으로 시스템을 구성하여 정보에 대한 접근성 향상

❑ 친환경 건물 인증에 소요되는 시간과 비용의 절감

- ❍ 별도의 인증체계를 가지고 있는 다양한 인증을 통합하여 진행함으로써 중복작업이 절감되어 개별 인증에 소요되는 시간과 비용을 절감
- ❍ 수작업으로 평가자가 직접 계산하고 입력하는 과정을 개방형 데이터를 기반으로 디지털화 함으로써 인증 정확성을 향상시키고 비용은 절감

❑ 친환경 건물 인증에 소요되는 시간과 비용의 절감

- ❍ 별도의 인증체계를 가지고 있는 다양한 인증을 통합하여 진행함으로써 중복작업이 절감되어 개별 인증에 소요되는 시간과 비용을 절감
- ❍ 수작업으로 평가자가 직접 계산하고 입력하는 과정을 개방형 데이터를 기반으로 디지털화 함으로써 인증 정확성을 향상시키고 비용은 절감

❑ 관련 전후방산업 연계 및 융복합 산업분야 개척

- ❍ 후방산업(3D모델링, BIM, Cloud, 공간 데이터, 정보통신, 네트워크제어, 모니터링 센서 및 계측 시스템 등)과 전방산업(건설산업, 리모델링산업, 에너지 지단 및 ESCO 사업 등)을 연계하는 융복합 산업으로 형성가능
- ❍ 에너지 절감 및 온실가스 감축에 대하여 높아진 사회적 합의수준 정책적 지원수준에 대한 검증 도구로 활용

- ❍ 도시화의 가속화로 인한 그린빌딩 시장에 실제 운용기술로 시장 성장 가능성 명확
- ❍ 국내 뿐만 아니라 해외의 저탄소 그린빌딩 시장 분야의 세계지상 규모가 거대하며, 핵심 기술의 자립화 및 해외시장 공략용이

❑ 그린리모델링 시장 확대 견인

- ❍ 녹색건축 사업의 경제성 확보를 통한 그린리모델링 시장 확대
- ❍ 민간사업자 및 시민의 서비스 접근성 및 커뮤니티 참여 확대
- ❍ 지역 공동체 및 안전하고 지속가능한 커뮤니티 생활권 조성

❑ 신도시 대규모 아파트 재개발에 따른 사회적 비용 축소

- ❍ 아파트 재개발은 부동산 투기를 통한 사회 양극화 문제를 일으키고 있음
- ❍ 재개발에서 발생하는 건물 쓰레기들은 심각한 환경문제 유발

❑ 에너지를 매개로 한 공동체 형성에 기여

- ❍ 급속한 도시화로 인해 공통체가 와해된 상황에서 에너지를 매개로 한 공동체 형성에 기여
- ❍ 초등학교는 그런 공동체의 중심이 될 수 있음
- ❍ 그린리모델링을 통한 사회적 불평등의 해소
- ❍ 공공임대 주택을 중심으로 그린리모델링을 실시하여 사회적 불평등을 해소할 수 있음.

❑ 관제시스템 구축 및 운영을 통한 Data lake 활용 커뮤니티 서비스 효율화 견인

- ❍ 커뮤니티 참여 건물의 에너지/커뮤니티 관리정보의 비대칭성 해소로 건물에너지 및 온실가스 절감 인식 제고
- ❍ 커뮤니티 서비스기반의 산업 체계 및 비즈니스 모델을 개발하여 에너지 신산업에 대한 적극적인 대응 가능
- ❍ 소프트웨어 산업의 특성에 적합한 강소기업, 기술기업 및 스타트업의 참여 확대 및 시장 개발
- ❍ 국가 단위의 건물부분 에너지관리 행정소요 절감 및 건물에너지 성능관리 사각지대 해소 및 에너지/온실가스 관리 효율성 강화



Ⅶ

사업 운영 계획 및 소요 예산

Ⅶ 사업 운영 계획 및 소요 예산

1. 사업 추진체계

1.1. 사업 추진체계 및 주체별 역할

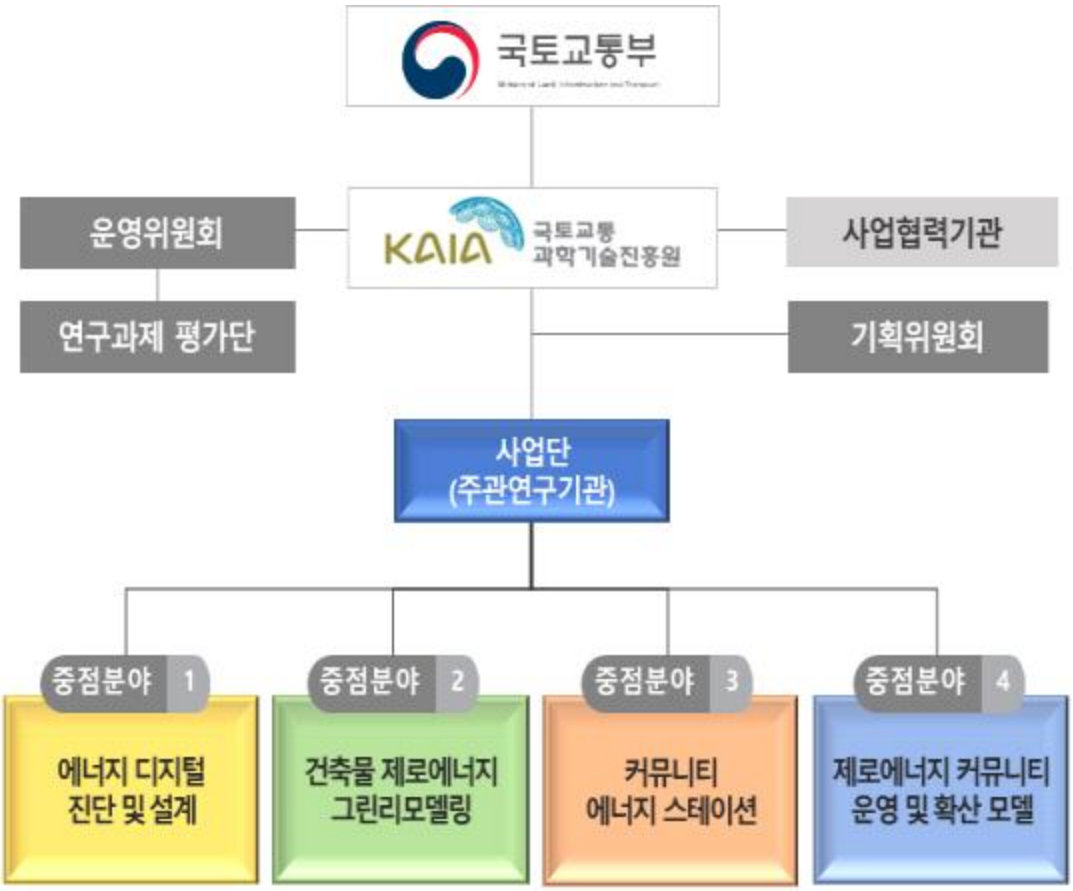
❑ 사업 추진체계

❍ 본 사업 주관은 국토교통부, 전담기관은 국토교통과학기술진흥원으로 하며, 4개 중점분야로 구성된 사업단을 중심으로 연구개발 및 실증 수행

- 에너지 디지털 진단 및 설계, 패시브 그린리모델링, 커뮤니티 에너지 스테이션 등 3개 세부분야와 사업단 주관 연구과제인 그린커뮤니티 성능관리·확산 분야로 구성

❍ 연구개발사업의 성공적 추진을 위해 연구 행정을 지원하는 사무국 외 사업단 총괄과제, 중점분야별 세부총괄과제를 두고, 별도의 운영기관협의체를 구성·운영

- **(중점분야 4) 그린커뮤니티 성능관리 및 확산 분야를 사업단 주관 연구과제로 지정하고,** 커뮤니티 단위 실증사업 추진 및 모니터링을 위한 핵심과제(4-2. 커뮤니티 단위 실증사업 및 모니터링)를 배치



【 그림 7-1 】 사업의 추진체계

❑ 사업 추진 주체별 역할

❍ (주관부처) 국토교통부

- 최상위 의사결정기관으로 사업 추진 관련 정책적 판단 및 의사결정, 사업 시행계획 수립 및 투자 우선순위 결정 등의 업무 수행

❍ (전문기관) 국토교통과학기술진흥원

- 「국토교통과학기술육성법」 제16조에 근거하여 설립된 건설기술 연구·개발사업 기획·평가 및 관리 기관
- 지원대상 선정을 위한 사업단 기획·평가·운영위원회를 구성·운영하고, 사업 추진 간 사업단 진도 및 실적 점검, 사업 성과의 확산 및 정책 활용성 검토 등 수행
  - 과제기획, 진도관리, 선정·중간·최종평가, 성과관리 및 확산 등 사업 전 과정에 걸쳐 기술개발 성과 창출 및 관리운영의 공정성 확보를 위한 활동 수행

❍ (사업단) 동 사업의 중점분야 및 세부과제의 사업규모 및 기간 등 특성을 고려하여 사업단 과제로 설정하여 운영하며, 지원조직(사무국) 및 중점분야 총괄 관리 수행

- (주관연구기관) 주관연구기관은 사업단장 후보를 추천할 수 있으며, 사업단 운영을 위해 필요한 지원인력, 시설·장비, 공간 등을 제공할 수 있음
  - 또한 사업단 주관 연구과제를 수행, 과제에 포함된 핵심과제 연구개발을 총괄 관리·지원하며 사업계획서에서 제시한 연구개발 내용의 수행과 R&D 예산을 집행·관리하는 역할을 담당하고, 필요시 세부과제를 추가로 수행할 수 있음
- (사업단장) 사업단장은 사업단을 구성하여 사업단 과제의 세부과제 공모·선정, 진도 및 성과관리, 성과의 활용 등을 위한 업무를 총괄적으로 수행
  - 사업단장이 소속한 기관 내에 사업단을 설치하는 것을 원칙으로 하되, 필요 시 운영위원회 심의를 통해 변경될 수 있으며 기업, 민간연구소 등 영리단체에 소속된 자가 사업단장으로 선정될 경우는 사업단을 해당 영리단체와 다른 별도의 법인으로 설립
- (사무국) 다수 기관이 참여한 대형 프로젝트의 성공적인 수행을 위해 과제 운영 및 도출된 성과의 사업화를 지원·관리하며, 기본적 행정업무 이외에 사업관리기능, 지식재산전략지원기능, 정책발굴기능 등 연구 지원 가능
  - 사업단(주관연구기관)은 상기 기능 수행을 위해 사무국 내부에 전담인력을 갖춰야 하고, 필요 시 일부 기능을 민간 등 외부기관에 위탁 운영하게 할 수 있음
  - 사업단(주관연구기관)은 선정평가 시 전담인력 확보, 위탁 운영 계획 등을 포함하는 사무국 운영 계획을 제출

【 표 7-1 】 사무국의 기능

역할	세부내용
행정지원	- 사업단 조직의 운영, 관리 등 사업단 경영 전반에 관한 사항 - 연구개발 전략 수립에 관한 사항 - 연구개발과제의 연도별 추진계획 및 예산배분(안) 수립에 관한 사항
사업관리	- 연구개발과제의 진행과정 및 연구결과의 검토·보고에 관한 사항 - 세부과제 목표 관리, 일정 및 사업비 관리 등 사업 전반에 걸친 주요 마일스톤 설정 - 연구개발 성과의 관리, 보급, 확산 및 홍보에 관한 사항
지식재산전략지원	- 특허동향분석, 특허 포트폴리오 구축 등 개발 기술의 지식재산전략 수립 - 기술개발과 사업화를 연계한 기술사업화 전략 수립
정책발굴	- 사업목표 달성에 필요한 규제·제도 개선사항의 발굴 및 정책제안 등

- (협동연구기관) 각 중점분야별 연구개발과제를 주관으로 수행함으로서 주관연구기관과 협동으로 연구개발과제를 수행하는 기관

  · (1중점) 커뮤니티 공간 설계 및 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단을 위한 2개 핵심과제, 4개 구성기술로 구성

  · (2중점) 재실리모델링 목적의 건물 유형별 패시브 건축기술 개발 및 그린리모델링 설비시스템, 스마트 제어기술 등 건물단위 그린리모델링을 위한 2개 핵심과제, 7개 구성기술로 구성

  · (3중점) 커뮤니티 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 및 빅데이터 기반 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발 등 커뮤니티 에너지 최적화를 위한 2개 핵심과제, 5개 구성기술로 구성

  · (4중점) 사업단 주관 연구과제, 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발을 위한 1개 핵심과제, 4개 구성기술 및 분야별 실증사업으로 구성

❍ (사업협력기관) 실증과제 운영 시 개발 기술을 검증하고 시범적용할 수 있는 테스트베드를 제공하고, 이를 통해 연구성과의 실용성을 높이는데 실질적으로 기여할 수 있는 사업협력기관과 사전 협의

- (유관기관) 한국토지주택공사, 지역 도시공사, 대학, 출연(연) 등과의 협의를 통해 실증에 활용 가능한 공동주택, 캠퍼스, 공공시설 등의 부지를 확보하고, 해당 실증사이트에 동 사업을 통해 개발된 기술의 통합실증을 수행하여 기술 효과성 검증

【 표 7-2 】 추진 주체별 역할 및 기능

주체		역할 및 기능
주관부처 (국토교통부)		- 사업총괄 부처(최상위 의사결정기관) - 사업의 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정 - 사업 시행계획 수립 - 사업 투자우선순위 결정 등
전문기관 (국토교통과학기술진흥원)		- 사업단 기획·평가·운영위원회 구성·운영 - 사업단 진도 및 실적 점검 - 사업단 및 핵심과제 선정·단계·최종평가 - 기술 확산 및 정책 활용성 검토 등
사업단	주관연구기관	- 사업단 운영을 위해 필요한 지원인력, 시설·장비, 공간 등 제공 - 사업단 주관 연구과제 수행
	사업단장	- 사업추진을 위한 컨소시엄 구성 - 사무국 구성·운영 - 세부과제 기획·선정평가, 핵심과제 진도관리·정산·자체평가·예산조정, 참여기관 간 역할배분 등
	사무국	- 사업단 운영을 위한 행정지원, 사업관리, 지식재산전략지원, 정책발굴 등
중점 1		- (1중점) 커뮤니티 공간 설계 및 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단을 위한 2개 핵심과제, 4개 구성기술
중점 2		- (2중점) 재실리모델링 목적의 건물 유형별 패시브 건축기술 개발 및 그린리모델링 설비시스템, 스마트 제어기술 등 건물단위 그린리모델링을 위한 2개 핵심과제, 7개 구성기술
중점 3		- (3중점) 커뮤니티 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 및 빅데이터 기반 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발 등 커뮤니티 에너지 최적화를 위한 2개 핵심과제, 5개 구성기술
중점 4 (사업단 총괄과제)		- (4중점) 사업단 주관 연구과제, 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발을 위한 1개 핵심과제 내 4개 구성기술 - 커뮤니티 단위 통합 실증을 위한 유형별 실증사업
사업협력기관		- 연구개발성과의 시범적용을 위한 기획·예산·활용·촉진 등에 협력하는 기관 ▪ (유관기관) LH, 지역도시공사, 출연(연) 대학 등 실증사이트 제공 가능 기관

❑ 사업 추진 절차 (예시)

위·수탁 협약체결	국토교통부 ↔ 국토교통과학기술진흥원(KAIA)
▼	
과제 공고	• (국토교통과학기술진흥원) 홈페이지에 공고문 게시 및 관련 공고내용 국토교통부 보고
▼	
과제 선정	• (국토교통과학기술진흥원) 평가위원회 구성, 선정평가 실시 및 선정평가 결과 국토교통부 보고
▼	
협약 체결	국토교통과학기술진흥원 ↔ 주관연구기관
▼	
연구비 지급	국토교통과학기술진흥원 ↔ 주관연구기관
▼	
진도 관리	• (국토교통과학기술진흥원) 연차별 계획에 따른 실적 점검
▼	
중간·최종 평가	• (국토교통과학기술진흥원) 성과점검 및 과제 계속 수행여부 결정, 연구목표 달성 여부 및 연구성과의 질적 우수성 평가
▼	
연구비 정산 및 기술료 관리	• (국토교통과학기술진흥원) 연차별 연구비 정산 및 결과 보고, 기술료 징수 및 관리
▼	
성과 관리	• (국토교통과학기술진흥원) 연구개발 성과 조사 및 홍보 등
▼	
추적 관리	• (국토교통과학기술진흥원) 필요시 추적관리 실시

※ 추진 절차는 추진 과정 중 일부 변경 가능

❑ 사업 추진 일정(안) (예시)

❍ 신규과제 공고

❍ 신규과제 선정평가

❍ 신규과제 협약 및 연구개시

1.2. 사업단 구성 및 운영

❑ 동 사업은 사업단 형태로 추진하며, 사업 운영·관리 세부 프로세스 및 수행주체 별 명확한 역할분담을 통해 사업단 중심의 과제 관리 프로세스 확립

❍ 중점분야 및 핵심과제별 사업 규모와 기간 등을 고려, 제로에너지 커뮤니티 기술개발 사업단으로 구분하여 추진함

- (사업단) 별도의 법인 또는 독립된 형태의 조직을 구성하여 운영하는 방식을 취하며, 사무국을 통해 자체 진도점검, 자체 평가, 기술개발 및 사업화 지원 등 행정 제반사항 지원을 추진함

❑ 사업단 선정

❍ 전문기관 및 기획위원회 주도 하에 사업단 추진을 위한 주관연구기관을 선정·평가

- 기획위원회는 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 전문가를 중심으로 30인 이내로 구성되며, 국토교통부 관련 공무원과 전문기관 담당자 등을 포함함
  - 타 부처 연계사업일 경우 관련 부처 공무원 포함 가능
- 기획위원회는 사업단 과제 세부기획 제반사항 및 사업단장(주관연구기관) 공모·선정을 위한 평가항목 작성 등의 역할을 수행
  - (사업단 과제 세부기획) 사업단과제의 연구개발 목표 및 방향 설정, 중점분야 도출·구성 검토, 기존연구과제와의 연계 및 중복성 검토, 추진타당성 검토 및 소요예산 추정 등
  - (사업단장(주관연구기관) 공모·선정 기준 마련) 사업단장 공모 자격기준 마련, 사업단장 공모를 위한 과제제안요구서(RFP) 작성, 사업단장 평가항목 검토 등

❍ 전문기관 및 운영위원회를 통해 사업단장 공모 및 선정평가 수행

- 기획위원회를 통해 마련된 공모·선정 기준을 준용하여 사업단장(주관연구기관) 공모 시행
  - 기획위원회 판단에 의해 기존 추진중인 과제가 신규 사업의 사업단에 포함되어 수행하는 것이 타당하다고 판단될 경우에는 해당 연구단장 및 세부과제 책임자도 사업단장에 응모 가능하나, 선정될 경우 과제 책임자 변경 필요
  - 사업단장은 사업단주관연구과제 이외의 연구과제는 수행할 수 없으며, 기 수행중인 연구개발과제에는 연구책임자를 포함한 참여연구원에서 제외되어야 함
- 국토교통연구개발사업 사업단과제 관리지침에 따라 사업단장(주관연구기관) 선정평가 시행
  - 선정평가를 위한 연구과제 평가단 구성 등은 국토교통연구개발사업 사업단과제 관리지침 제9조 등을 준용함
  - 사업단장 선정평가는 사업단 총괄기관 및 사업단장에 대한 서류평가(50%, 100점)와 발표평가(50%, 100점)로 진행
  - 기술의 사업성 및 시장성 등에 대한 가중치를 높게 부여하여 실제 그린리모델링 시장에 보급·확산 가능한 기술에 대한 R&D 사업 추진

【 표 7-3 】 사업단장(주관연구기관) 선정평가 항목

주요항목		세부평가항목(안)
I. 서류평가 (100점)	연구수행계획	▪ 기획결과 반영 적정성 ▪ 동향분석의 구체성 및 계획 반영 정도 등
		▪ 기존과제와의 차별성 및 우수성 ▪ 목표 및 성과지표의 독창성 및 도전성
	추진전략	▪ 목표달성을 위한 추진일정의 적정성 ▪ 과제간 유기적 연계를 위한 평가, 조정 및 성과관리방안 ▪ 참여인력의 구성 및 인프라 구축방안의 적정성 ▪ 테스트베드 현장적용 계획의 구체성 및 적절성
	사업단장 수행역량	▪ 사업단장의 전문성 및 자격 ▪ 사업 기획 및 관리 경험 및 실적 ▪ 연구경험 및 실적 ▪ 사업단 과제관리 및 운영 능력 등
	사업단 총괄기관 역량	▪ 총괄기관의 관련분야 경험 및 실적 ▪ 인력, 시설 및 지원시스템 등 사업단 지원 역량 ▪ 기관의 유사과제 수행 실적 등
II. 발표평가 (100점)	사업단장 역량	▪ 과제 관련분야에 대한 전문성 보유여부 ▪ 관련분야 연구수행 경험 및 실적 ▪ 기획 및 과제관리 경험 등
	사업단 운영 및 관리방안	▪ 사업단 세부과제구성 및 세부내용 구성방안의 적정성 ▪ 사업단 성과평가 및 관리방안의 합리성 ▪ 과제간 연계 및 시너지 창출방안의 적절성 ▪ 산학연 컨소시엄 구성방안의 적절성 ▪ 사무국과 과제의 역할분담 명확성 ▪ 성과와 연계한 연구비조정 및 관리방안 제시 여부 등
	성과활용 방안	▪ 테스트베드 선정, 추진 및 활용계획의 적절성 및 실현가능성 ▪ 연구성과의 소유, 확산 및 이전 추진전략의 구체성 및 적절성 등
	총괄기관 역량	▪ 입력, 장비 등 사업단 지원을 위한 인프라 확보여부 ▪ 사업단 지원을 위한 지원방안의 적절성 ▪ 국제협력 네트워크 보유 여부 ▪ 연구성과의 실용화/사업화 의지와 능력

❑ 사업협력기관

❍ 사업협력기관 기능

- 연구성과물을 실제 구현 환경인 테스트베드에 적용하여 목표 성능을 평가하여 연구성과에 대한 객관적인 검증
- 중점분야별 개별 성과물을 적용하여 시범 서비스 구현 및 제공 가능한 서비스 모델 검증
- 제로에너지 커뮤니티의 확산·보급 기반 마련

❍ 사업협력기관 역할

- (실증부지 제공) 연구성과물을 적용하여 검증할 실증 부지를 사업단 테스트베드 지역으로 제공
- (인프라 제공) 연구성과물 검증에 필수적인 네트워크, 전력, 도시시설물(상/하수도, 학교, 공원 등) 등의 인프라 제공
- 실증 부지 구축 과정에서 발생하는 인·허가 및 민원해결등 행정사항 지원

❍ 사업협력기관 선정절차(예시)

선정 절차	시기	주요 내용
테스트베드 선정 사전 안내	-	○ 테스트베드를 유치할 기관 선정을 위한 사전안내 공문 발송 ※ 광역 및 기초지방자치단체, 경제청 등 기관
사업협력기관 선정계획 수립	-	○ 테스트베드를 유치할 기관 선정계획(안) 마련 ※ 선정추진위원회 심의.확정
사업협력기관 공모	-	○ 테스트베드를 유치할 기관 선정을 위한 공고 ※ 공고기간 : 3주
설명회	-	○ 테스트베드를 유치할 기관 선정 계획 등 설명회 ※ 장소 : 미정
신청서 접수	-	○ 테스트베드를 유치할 기관 신청서 접수 마감 ※ 신청서 및 신청서류 검토.보완(~9.17)
발표평가	-	○ 신청서와 유치신청기관의 발표내용 및 질의응답을 통해 평가 ○ 현장실태조사 실시(필요시)
사업협력기관 선정	-	○ 테스트베드를 유치할 기관 선정평가 결과 발표 ※ 테스트베드 유치 우선협상대상기관 선정
협약체결	-	○ 테스트베드 구축·운영을 위한 협약체결

❍ 사업협력기관 신청요건 및 방법 (예시)

- (신청기관 범위) 광역 및 기초지방자치단체 또는 법인으로서 테스트베드 유치를 희망하고 실증부지 건설을 위한 제공 내역 및 행정절차를 모두 진행 가능한 아래의 신청조건을 갖춘 지역
- 신청 필수요건
  - · (시기적 적합성) 사업단 테스트베드 구축 및 운영일정과 부합하여 사업단의 성과물을 성공적으로 실험·검증할 수 있는 환경을 제공할 수 있는 지자체 및 기관
  - · (기술 적용성) 사업단의 성과물을 효과적으로 적용하여 검증할 수 있는 실험지역 요건을 충족시킬 수 있는 지자체 및 기관
  - · (공간적 규모의 적합성) 약 1만 2천~1만 7천m^2 이상의 부지를 사업단 테스트베드 지역으로 제공할 수 있는 지자체 및 기관
  - · (인프라 제공) 연구성과물 검증에 필수적인 인프라(네트워크, 전력, 도시시설물(상/하수도, 학교, 공원 등)) 제공 및 인프라 사용으로 발생하는 제반경비를 무상으로 제공

【 표 7-4 】 테스트베드 유치기관 신청조건 항목(예시)

구분	주요내용
후보지제공	쇠퇴한 구시가지(도시재생사업지역) 및 쇠퇴상가지역, 노후주거지(도시재생사업지구) 등 제공
사업기간 적합성	테스트베드 추진일정과 부합하여 성공적 검증환경 제공
기술 적용성	기술항목별 현장적용 조건 충족 및 종합적용 가능성
행정지원	추진 전담조직, 추진협의회 구성 및 관련 인.허가 지원
예산지원	제공 후보지에 사업추진을 위한 사업예산 확보 및 확보계획 정도
기타사항	각종 민원 및 법적 책임을 유치기관이 부담 등

- 신청방법(예시)
  - · 접수 일자: 공고 시 지정된 기일까지 방문 또는 우편 제출
  - · 접수 장소: 국토교통과학기술진흥원
  - · 제출 서류: 유치 신청공문(기관장 직인 날인) 1부, 서약서 1부, 신청서(A4용지, 좌철 제본) 30부

❍ 유치기관 선정평가 방법 및 기준(예시)

- 서면평가, 현장평가, 발표평가를 종합하여 유치기관 선정
  - · 현장평가는 발표평가 이후 필요 시 실시
- (서면평가) 서면평가는 유치기관 신청 지자체 및 기관이 제출한 유치신청서를 평가단(평가위원회)에서 선정평가기준에 따라 평가
- (발표평가) 유치기관의 신청서 내용을 기반하여 발표평가서의 평가항목 및 평가지표에 대해 평가
  - · 평가위원 평가점수 중 최고점과 최저점을 제외하고, 중위평균점수로 평가점수를 산정

【 표 7-5 】 테스트베드 유치기관 발표평가지표(예시)

평가항목	평가지표	평가내용	배점
TB 추진여건	• 도시재생 사업지구의 적합성 • 기술적용 적절성 • 사업단 참여여건	• 후보지 사업지구 조건(규모 등) 적합성 • 유치신청기관이 제시한 재생방향 • 재생방향과 선택한 기술의 부합성 • 적용기술의 필요성과 전개과정 • 실제 사업진행 시기 • 기대효과의 발현 시기 • 관련 조직간의 관계구조 적합성 • 관계에 따른 역할정도	**5**
지자체 추진 의지	• 기본구상의 적절성 • 예산확보현황 또는 예산확보계획 • 지자체 전담조직 및 인력현황	• 사업단 재생방향과 부합성, 녹색도시 등 국정과제와의 연계성 • 도시기본계획 등 기존계획과의 연계성 • 현황 및 여건분석의 충실성, 목표의 적절성, 목표와 사업계획의 부합도 등 • 수복형 도시재생관련 기투자사업 실행현황 • 응모계획의 예산 적합성 • 수복형 도시재생관련 예산확보 현황 • 도시재생 행정조직의 위상 • 도시재생 전문인력 인원수	**5**
지지기반	• 지역 거버넌스 • 이해관계자의 참여와 협조	• 수복형 도시재생관련 지역거버넌스 운용경험 • 복지,고용,산업 등 지역거버넌스 운영경험 • 지역거버넌스 추진계획 등 • 사업지구 지역주민과 기업의 동참 정도	**5**
파급효과	• 지역 내외에 미치는 파급효과	• 도시 내 사업지구의 경제/사회적 입지 • 우리나라 일반 노후지역의 대표성	**5**
합 계			**20**

❍ 평가 결과 조치(예시)

- 평가점수결과 고득점 순으로 우선협상 대상을 2개 기관이내에서 선정
- 우선협상 대상기관은 선정추진위원회, 평가원 및 사업단에서 제시한 의견을 반영한 보완계획을 수립한 후 협약체결 추진

2. 사업 관리방안

2.1. 사업 관리 체계 및 프로세스

❑ 사업 관리 체계 (예시)

❍ (사무국) 연차별 사업 추진 계획 수립, 사업 조율 등 동 연구사업의 효율적 추진을 위해, 연 1회 이상 실무협의회 개최

❍ (연구과제 평가단) 사업단별(중점분야별) 과제 수행 기관 선정, 연차별 연구 수행 실적 및 차년도 계획, 사업단별(중점분야별) 기술 연계 전략 등의 검토를 위해 외부 전문가로 구성된 평가위원회(평가단) 개최

❍ (통합 워크샵) 연구 수행기관의 개발 일정, 연차별 사업 추진 재용 및 성과 점검 등 주관부처와 사업단 간 정보 공유를 위해 연 1회 이상 개최



【 그림 7-2 】 실증사업단 추진조직 협력 예상도

❑ 사업 관리 방안

❍ 기술개발 결과물의 실용화 및 현장적용 성과 극대화를 위해 사업단 – 중점분야 – 핵심과제별 전주기적 관리 프로세스 확립

❍ 사업 규모 및 사업 기간, 실증환경의 특수성 등을 고려하여 4개의 중점분야로 구성된 단일 사업단으로 구분하여 추진

- 1개 중점분야를 사업단 주관 중점분야로 구성, 커뮤니티 유형별 통합 실증 추진

3. 사업 투자계획 및 소요인력

3.1. 연차별 투자계획

❑ 동 사업 예산은 수요조사 ▶ 사전기획 ▶ 상세기획 등의 프로세스를 거쳐 사업목표에 부합한 연구 과제를 구성하고 이에 해당한 총사업비 및 실소요 비용 등을 조정 및 확정



❑ 동 사업의 전체 사업비는 2,400억원('23~'28년)으로 산출됨

❍ 재원별 규모 및 비중

- 동 사업은 6년 간 총 2,400억원의 예산이 투입될 예정이며, 사업 비용은 국고 1,800억원, 민간 출자 600억원으로 연평균 300억원의 국고가 투입될 예정임

【 표 7-6 】 사업 재원별 예산구조 ('23~'28)

총예산	=	국고 (정부출연금)	+	민간 (기업부담금)
2,400억원 (100%)		**1,800억원 (75%)**		**600억원 (25%)**

※ 정부출연금은 국가연구개발사업비 회계로부터 조달하고, 민간부담금은 사업의 성격 및 시장상황 등을 종합적으로 고려하여 적용
※ 기획평가관리비는 국고(정부출연금)에 포함

❍ 정부출연금의 연도별 예산은 과제 추진현황에 따라 최소 약 176억원(2028년)에서 최대 약 680억원(2026년)까지 차등 지원될 예정

(단위 : 억원)



【 그림 7-3 】 연도별 예산편성계획

❍ 중점분야별 규모 및 비중

- 4개 중점분야 기술개발계획에 따라 ① 에너지 디지털 진단 및 설계(460억원), ② 건축물 제로에너지 그린리모델링(540억원), ③ 커뮤니티 에너지 스테이션(560억원), ④ 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델(840억원) 등으로 편성

【 표 7-7 】 중점분야별 예산규모('23~'28년)

(단위: 억원)

구분		총사업비			
대항목	소항목	합계	국고	지방비	민자
연구개발	1. 에너지 디지털 진단 및 설계	460	345	-	115
	2. 건축물 제로에너지 그린리모델링	540	405	-	135
	3. 커뮤니티 에너지 스테이션	560	420	-	140
	4. 제로에너지 커뮤니티 및 확산	840	630	-	210
합 계		**2,400**	**1,800**	**-**	**600**

※ 사업구성: 4개 중점분야로 구성
※ 지원과제 수, 지원규모, 지원기간 등은 정책방향 또는 평가결과 등에 따라 조정 가능

【 표 7-8 】 중점분야별 사업 예산('23~'28년)

중점분야	구분	'23	'24	'25	'26	'27	'28	총계
1. 에너지 디지털 진단 및 설계	국고	66	75	87	81	35	0	345
	민자	22	25	29	27	12	0	115
	소계	88	100	116	108	47	0	460
2. 건축물 제로에너지 그린리모델링	국고	51	78	111	66	63	36	405
	민자	17	26	37	22	21	12	135
	소계	68	104	148	88	84	48	540
3. 커뮤니티 에너지 스테이션	국고	58	83	103	102	44	30	420
	민자	19	28	34	34	15	10	140
	소계	77	111	137	136	59	40	560
4. 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산	국고	35	66	44	260	159	66	630
	민자	12	22	15	87	53	22	210
	소계	47	88	58	347	212	88	840
총 사업비	국고	210	302	344	510	302	132	1800
	민자	70	101	115	170	101	44	600
	합계	280	403	459	680	402	176	2400

※국고:민자 비율은: 75%. 25%

【 표 7-9 】 중점분야별 과제 수('23~'28년)

(단위: 개)

구분	'23	'24	'25	'26	'27	'28	합계	과제수 (신규)
[중점분야1] 에너지 디지털 진단 및 설계								
신규	4	-	-	-	-	-	4	4
계속	-	4	4	4	2	-	14	
소계	4	4	4	4	2	-	18	
[중점분야2] 건축물 제로에너지 그린리모델링								
신규	7	-	-	-	-	-	7	7
계속	-	7	7	7	7	7	35	
소계	7	7	7	7	7	7	42	
[중점분야3] 커뮤니티 에너지 스테이션								
신규	5	-	-	-	-	-	5	5
계속	-	5	5	5	5	5	25	
소계	5	5	5	5	5	5	30	
[중점분야4] 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델								
신규	4	-	-	1	-	-	5	5
계속	-	4	4	4	5	2	19	
소계	4	4	4	5	5	2	24	
총 과제 수								
신규	20	-	-	1	-	-	21	21
계속	-	20	20	20	19	14	93	
합계	20	20	20	21	19	14	114	

* 지원과제 수, 지원규모, 지원기간 등은 정책방향 또는 평가결과 등에 따라 조정 가능

❑ 소요예산 산출근거

❍ 연도별 과제수행 계획

- 동 사업은 2023년~2028년까지 신규과제 21개(계속과제 포함 114개)를 지원

❍ 중점분야의 소요예산은 기획위원회 등 기획프로세스를 통해 기존 사업 수행과정의 경험(기존 사업 단가*)등을 바탕으로 실제 연구과제 비용을 추정하여 Top-down(기획위원회) 방식으로 도출

- 연구비는 사업의 성격 및 난이도뿐만 아니라 과제별 지원내용 및 개발범위에 따라 선정 범위가 다양하여 동 사업은 기존 국토부 추진 사업의 과제당 지원기간 및 연구비 산정 후, 동 사업의 특성을 반영하여 별도 도출함

【 표 7-10 】 유사사업 분석을 통한 사업규모 산정

총 사업비 평균	과제당 연구비	과제 지원기간
약 630억 원*	약 126.4억 원	3~4년 다수

※ 유사과제의 총 사업비는 최대 약 760억원, 과제 지원기간은 1~6년으로 다양함

※ 총 사업비 평균값은 동 사업의 중점분야 별 핵심과제는 평균 약 5개로, 과제당 연구비의 5배를 산정

❍ 기존사업 분석 결과를 근거로 대략적인 사업규모 산정 가이드라인을 제시한 후, 기술위원회 논의를 거쳐 최종 사업 규모 확정

❍ 국가 및 국토교통부 R&D사업 예산 분석을 통해 사업비 확보 방안 검토

- 직전 5개년 간 국가연구개발사업 예산이 연평균 6.5% 수준으로 지속 증가하고 있으며, 정부 총 지출 대비 국가연구개발사업의 비중 또한 2019년을 기점으로 다시 증가

- 2020년 기준 주관부처(국토교통부)의 R&D사업 예산은 전년대비 약 425억 증가한 5,247억원 규모로, 직전 5개년 간 연평균 4.2% 증가

❍ 민간부담금 포함한 사업비 확보 방안 검토를 통한 소요예산 산출 및 규모 확정

- 기업 참여의향 조사 결과 등 종합적으로 반영하여 '20년 9월 기준, 총 200개 기업 및 기관이 참여 의향을 밝혔으며, 182개 기업에서 1,433.6억원의 민간 투자 의사 확인(중복포함)

3.2. 연차별 소요인력

❑ 인력운용 계획

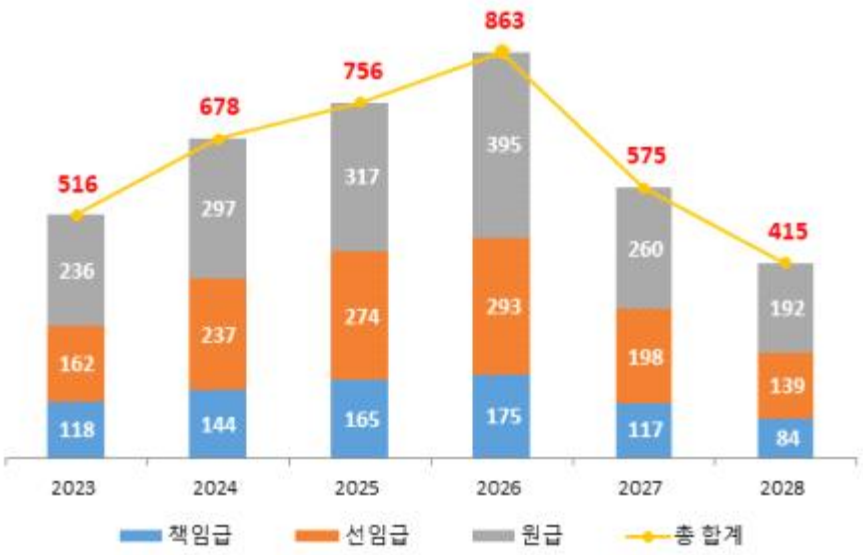
❍ 동 사업은 **6년간 총 3,803명의** 연구 인력이 투입될 예정이며 투입비용 당 1.58명이 참여할 예정

* 중점분야1의 경우 원급 인력에 보조연구원급 인력을 포함

【 표 7-11 】 사업 소요 인력('23~'28)

[중점분야1] 에너지 디지털 진단 및 설계	=	책임	+	선임	+	원급*
900명		120명		243명		537명
[중점분야2] 건축물 제로에너지 그린리모델링	=	책임	+	선임	+	원급
1,151명		292명		572명		287명
[중점분야3] 커뮤니티 에너지 스테이션	=	책임	+	선임	+	원급
695명		226명		177명		297명
[중점분야4] 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	=	책임	+	선임	+	원급
1,057명		159명		292명		606명

- 가장 많은 과제가 수행되는 2026년에는 863명으로 가장 많은 연구 인력이 투입될 계획



【 그림 7-4 】 연도별 연구 인력 투입 계획

- 책임연구원급 인력은 약 803명, 선임연구원급 인력은 약 1,303명, 연구원급 인력은 약 1,697명이 소요되는 것으로 산정

【 표 7-12 】 사업 연도별 소요인력('23~'28)

(단위: 명)

구분	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	합계
[중점분야1] 에너지 디지털 진단 및 설계							
책임급	27	27	27	27	12	0	120
선임급	38	60	65	58	22	0	243
원급*	100	132	132	125	48	0	537
소계	165	219	224	210	82	0	900
[중점분야2] 건축물 제로에너지 그린리모델링							
책임급	42	58	71	54	41	26	292
선임급	72	116	142	108	82	52	572
원급	37	58	71	54	41	26	287
소계	151	232	284	216	164	104	1151
[중점분야3] 커뮤니티 에너지 스테이션							
책임급	35	45	53	53	26	20	232
선임급	30	39	45	47	21	14	196
원급	42	50	57	63	30	25	267
소계	107	134	155	163	77	59	695
[중점분야4] 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델							
책임급	14	14	14	41	38	38	159
선임급	22	22	22	80	73	73	292
원급	57	57	57	153	141	141	606
소계	93	93	93	274	252	252	1057
총 소요인력							
책임급	118	144	165	175	117	84	803
선임급	162	237	274	293	198	139	1,303
원급	236	297	317	395	260	192	1,697
합계	**516**	**678**	**756**	**863**	**575**	**415**	**3,803**

※ 사업의 과제수, 예산의 규모, 지원기간 등은 정부의 정책 방향 등에 따라 변동 가능

※ 중점분야1의 경우 원급 인력에 보조연구원급 인력을 포함

3.3. 재원조달 계획

❑ 국가 R&D사업 예산에 따른 사업비 확보

❍ **(국가차원)** 2020년 기준 국가연구개발사업 **예산은 24.8조원으**로 전년대비 **17.3% 증가**

- 직전 5개년 간 국가연구개발사업 예산이 연평균 6.5% 수준으로 지속 증가하고 있으며, 정부 총 지출 대비 국가연구개발사업의 비중 또한 2019년을 기점으로 다시 증가

【 표 7-13 】 총지출 대비 국가연구개발사업 예산 현황

(단위, 조원, %, %/p)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년 (A)	2020년 (안)(B)	증감	
						B-A	(B/A)/A
총지출(a)	386.4	400.5	428.8	496.6	513.5	43.9	9.3
R&D 예산(b)	19.1	19.5	19.7	20.5	24.1	3.6	17.3
비중(b/a)	4.9	4.9	4.6	4.4	4.7	0.3	6.8

※ 각 연도 본예산 기준이며, 2020년은 예산(안)기준
※ 출처: 과학기술정보통신부, 기획재정부

❍ **(주관부처 차원)** 2020년 기준 주관부처(국토교통부)의 R&D사업 예산은 전년대비 약 425억 증가한 5,247억원 규모로, 직전 5개년 간 연평균 4.2% 증가

- 최근 건설경기 악화 및 건설산업 경쟁력 약화 우려로 인해 2020년 연구개발사업 예산은 전년대비 약 8.8% 수준의 큰 폭으로 증가

  · 국가연구개발사업 예산 증가 폭 대비 낮은 수준의 증가 폭을 보이고 있으나, 건설산업 관련 이슈 장기화에 따라 중장기 전망은 현 수준(CAGR 4.2%)에 비해 긍정적일 것으로 판단됨

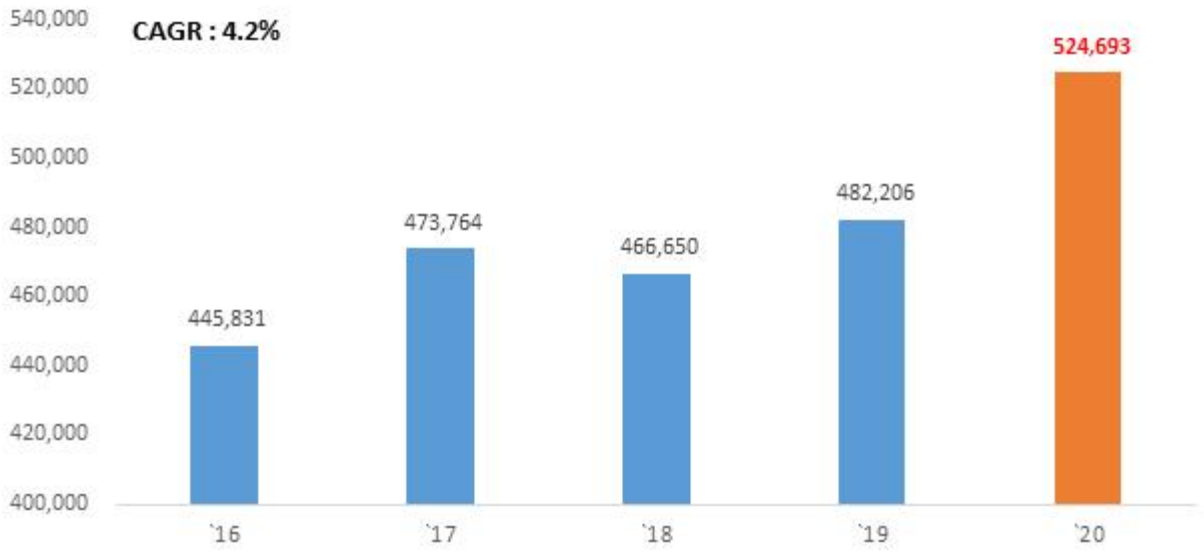
【 표 7-14 】 주관부처 R&D사업 예산 현황

(단위: 백만원, %)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년 (A)	2020년 (B)	증감		CAGR
						B-A	(B-A)/A	
국토교통부	445,831	473,764	466,650	482,206	524,693	42,487	8.8%	4.2%

※ 출처: 년도별 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획.

(단위: 백만원)



【 그림 7-5 】 주관부처 R&D사업 예산 변동 추이

- 본 사업의 정부출연금 규모는 사업추진 기간(6년) 중 총 1,800억원이며 연평균 투입 규모는 300억원으로 **2020년 기준 국토교통부 연구개발사업 예산의 5.7%** 수준
  - 일몰사업 반영, 정부의 그린뉴딜 관련 연구개발 지원 정책 등을 감안하면 사업 추진 기간 중장기 예산 확보에 별도의 위험요인은 없을 것으로 판단됨

❑ 민간자금 투입을 통한 사업비 확보

❍ 신규사업의 민간부담금 투입 규모는 약 600억원 수준으로, 전체 사업비의 25%를 차지함

- 국가연구개발사업 관리규정 상 참여기업이 중견기업인 경우는 총 연구개발비의 60% 이내, 참여기업이 중소기업인 경우는 75% 이내를 연구개발비에서 출연하도록 규정
  - 중견 및 중소기업 위주의 신규 사업 참여를 가정, 민간부담금 투입규모를 전체 사업비의 25%, 정부지원금의 1/3 수준으로 설정함

❍ 기업 참여의향조사 결과 등을 종합적으로 반영한 결과, 민간부담금 조달 문제로 인한 동 사업의 연구개발 지연 가능성은 매우 낮은 것으로 판단됨

- 따라서 재원조달 문제로 인한 동 사업의 연구개발 지연가능성은 매우 적은 것으로 판단



Ⅷ

사전 타당성 분석

Ⅷ 사전 타당성 분석

1. 과학기술적 타당성 분석

1.1. 분석 개요

❑ 동 사업의 논리 모형을 바탕으로 문제/이슈 도출의 적절성, 사업 목표의 적절성, 세부 활동 및 추진전략의 적절성에 대한 검토 실시하여 과학기술적 타당성을 입증함

❑ 과학기술적 타당성 분석은 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」의 세부 평가항목에 따라 수행

【 표 8-1 】 과학기술적 타당성 분석 항목

분석항목	세부항목	분석내용	진행여부
문제/이슈 도출의 적절성	문제/이슈 식별 과정의 적절성	• 사전 기획활동을 통해 식별(발굴)된 문제/이슈의 적절성 검토	✓
	과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성	• 식별된 문제/이슈를 해결하기 위해 국가 차원의 별도 R&D사업 추진 필요성	✓
사업 목표의 적절성	사업목표와 문제 이슈와의 연관성	• 사업목표와 해결할 문제와의 연관관계가 존재하는지	✓
	사업목표 설정의 적절성	• 사업목표를 명확히 제시하고, 달성하고자 효과를 구체적으로 제시하고 있는지	✓
	사업 성과지표의 적절성	• 사업목표의 효과성을 측정하기 위한 성과지표가 적절히 제시되었는지	✓
	수혜자 표적화의 적절성	• 사업성과 대한 수혜자의 표적화가 적절히 이루어졌는지	✓
세부활동 및 추진전략의 적절성	세부활동과 사업목표 연관성	• 세부사업 하위의 세부활동이 사업목표와 논리적으로 연계되어 있는	✓
	세부활동 도출의 적절성	• R&D기술적 목표를 달성하기 위해 적절한 수준의 세부 활동을 도출하여 제시하는지	✓
	세부활동별 성과지표의 적절성	• 세부활동의 효과성을 측정하기 위해 성과지표를 적절히 제시하고 있는지	✓
	세부활동 기간 추정과 시간적 선후관계 적절성	• 세부활동 기관 추정과 시간적 선후관계는 논리적인지	✓
	추진전략의 적절성	• 연구개발 특성을 고려한 적절한 추진 전략을 적절히 제시하였는지	✓

※ 출처: "2020 국가연구개발사업 예비타당성조사 매뉴얼, 과학기술정보통신부(2020) 참고

❑ 동 사업 추진의 논리와 사업의 체계성 및 논리성 등의 검토를 위한 논리 모형 (logic model) 수립 후 쟁점사항을 세분화, 구체화하여 논리적 연관성 확보

1. 이슈 / 문제

- **(배경 및 필요성) 2050 탄소중립(net-zero) 시대에 국내 온실가스 배출량의 약 86.9%를 차지하는 에너지의 소비량이 지속적으로 증가함에 따라 에너지 효율 제고를 위한 기술개발 필요**
  - (2050 탄소중립 목표와 실행) 2050년 탄소중립 목표와 실행 계획 수립을 위해 에너지 효율 제고 및 에너지 전환 정책 추진 중
  - (에너지소비량의 지속적 증가) 에너지소비량은 지속적으로 증가하고 있고 건물부문은 '18년 기준 전체 사용량의 17%차지
  - (국제사회 에너지 절감노력) 저탄소 재생에너지 및 분산형 에너지원 중심으로 산업, 건물, 수송 등 에너지 소비부분 전반에 대한 효율 제고
- **(문제/이슈) 건물에너지 사용량의 지속적 증가로 인한 국가차원의 파생 문제들이 증가**
  - (건물 단위 에너지 절감 한계) 개별건물 에너지 최적화로는 국가 온실가스 감축 목표 달성 곤란으로 정책 구현 불가능
  - (신재생에너지 활용 미흡) 제로에너지 건물 구현 한계 직면, 건물 부문 신재생 에너지 도입 활성화 부족
  - (기축 건물 그린리모델링 비활성화) 민간 기축건물 그린리모델링 시장 비활성화 및 건축산업 침체 가속화
- **(해결 방안) 온실가스 감축에 기여하는 기축건물 중심의 그린리모델링 기술개발(유형별 패키지) 및 실증**
  - (커뮤니티 단위 제로에너지화) 건물에서 커뮤니티 단위로 확대하여 제로에너지화 기술개발
  - (기축건물 에너지 사용량 절감) 노후 기축건물의 에너지 진단/설계/시공/시스템 기술개발로 에너지 사용량 저감
  - (그린리모데링 산업 성장 촉진) 커뮤니티 단위 그린리모델링 실증을 통해 기술 보급 및 시장 활성화 기여
- **(대안)** 기축건물과 커뮤니티의 온실가스 감축을 위해 법·제도적 규제 강화 등이 검토될 수 있으나, 국민 부담이 증가하며 기술 개발을 통한 에너지 효율 향상과 비교해 중장기적으로 파급력이 높고, 실용적이며 경제적인 대안이 될 수 없음

2. 목표

- **(사업목표)** 건축부문 온실가스 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보 (에너지 커뮤니티 자립률 50% 달성)
- **(성과목표)**
  - 커뮤니티 에너지 진단 및 서비스 플랫폼 구축
  - 제로에너지 커뮤니티 유형별 기술패키지 개발 및 실증
  - 민간 그린리모델링 산업 활성화를 위한 표준 및 서비스 개발

3. 수혜자

- **직접수혜자**
  (녹색건축 분야기업) 건물 에너지 진단·설계· SW 개발, 건축자재 생산 및 시공, 관리 등 녹색건축 분야 기업
- **간접수혜자**
  (국민)건설투자의 양과 질이 향상되면서 국민의 삶의 질 향상 및 연관산업 일자리 창출
  (정부)정책의사결정을 위한 객관적이고 과학적인 정보의 획으로 정책의 신뢰도 제고

4. 투입

- 연구비: 2,400억원
- 사업기간: 6년
- 참여연구인력 총 3,803명
  - 책임급: 803명
  - 선임급: 1,303명
  - 원급: 1,697명
- 참여기관(산학연)

5. 활동

- 4대 중점분야, 8대 핵심과제, 20개 구성기술에 대한 R&D지원
  - ✓ 에너지 디지털 진단 및 설계 기술개발
  - ✓ 건축물 제로에너지 그린리모델링 기술개발
  - ✓ 커뮤니티 에너지 스테이션 기술개발
  - ✓ 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델 기술개발
- 2개 Site 실증

6. 산출

- **(1단계)**
  - 특허지수 5.20
  - 논문지수 66.30
  - 기술이전 40건
  - 일자리 창출 2,300명
- **(2단계)**
  - 실증 에너지 절감률 50%
  - 실증 에너지 자립률 50%
  - 실증 수요자 만족도 80.0점
  - 일자리 창출 2,475명
  - 사업화 실적 10건

7. 성과 / 영향

- 온실가스 감축: 500만 톤CO_2
- 취업유발효과: 4,583명
- 생산유발효과: 8,088억 원
- 부가가치 유발효과: 3,360억 원

8. 가정

- **(공공성이 높은 녹색건축 기술)** 제로 에너지 커뮤니티 기술은 건물 분야 에너지 절감 및 온실가스 감축에 기여하는 기술로 공공성이 높음
- **(커뮤니티 기술 적용)** 커뮤니티 단위 에너지 전환, 저장, 공유 기술 확보에 따라 신도시 및 노후화된 도시의 도시 경쟁력을 회복하고, 에너지 공유 및 거래 시장에 필요한 기술 확보가 예상됨
- **(산업 생태계)** 상향된 건축부분 국가 온실가스 목표 달성에 필요한 국내 기술 확보를 통해 선진국으로부터 도입하는 에너지 기술의 해외의존도 해소 가능
- **(건물 에너지 정보)** 건물분야 에너지 정보 부족으로 효율화 및 커뮤니티 관리 기술이 부족한 실정이므로 건물에너지 관련 플랫폼을 활용한 기술이 유용할 것으로 예측
- **(중복지원 가능성)** 타부터 또는 부처 내에서 추진하고 있는 유사사업 분석 결과 동 사업에서 추진하는 통합적·범용적인 커뮤니티 단위 R&D 기술 개발 및 활용 연계 실증은 부재

1.2. 문제/이슈 도출의 적절성

1.2.1. 문제/이슈 식별 과정의 적절성

❑ **동 사업 배경 및 필요성을 근거로 사업을 통해 해결하고자 하는 문제/이슈가 적절한지에 대해 사전기획 활동 등을 통해 타당성 검토를 실시**

❑ **사전기획 활동을 통해 문제/이슈의 적절성, 문제 정의의 구체성, 사전 기획활동 등을 검토한 결과 동 사업의 "문제/이슈 식별 과정" 은 적절한 것으로 판단됨**

❍ **(분석1) 기획과정의 적절성**

【 그림 8-1 】 동 사업의 문제/이슈

❑ **사업목표: 건물 부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보**
(커뮤니티 에너지 자립률 50% 이상 달성)

❑ **기술개발 방식:** 국가R&D-실증연계, 공공/민간기업 참여, Bottom-up

❑ **(문제/이슈) 건물에너지 사용량의 지속적 증가로 인한 국가차원의 파생 문제들이 증가**

❍ 개별건물 에너지 최적화로는 국가 온실가스 감축 목표 달성 곤란

❍ 제로에너지 건물 구현 한계에 직면, 신재생 에너지 도입 활성화 부족

❍ 민간 기축건물 그린리모델링 시장 비활성화 및 건축산업 침체 가속화



【 그림 8-2 】 사업 기획 추진 체계

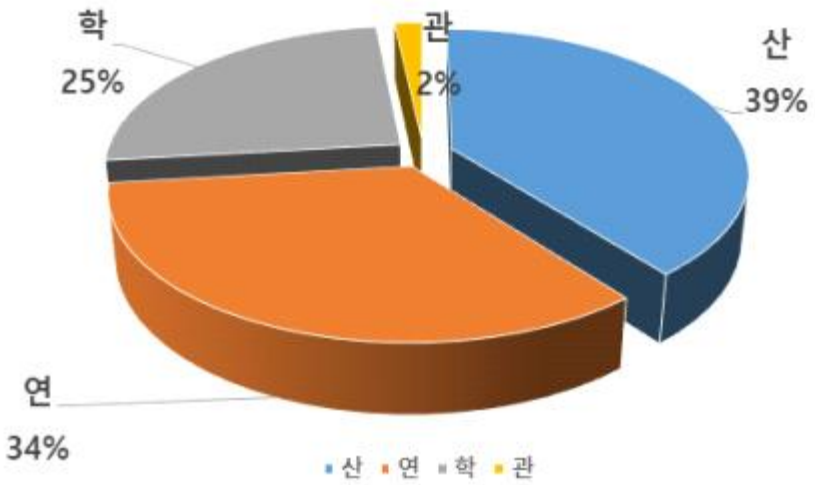
가) 기획 참여 전문가 집단 구성의 적절성

❍ 동 사업 기획은 국토부-국토교통과학기술진흥원-용역기관 주관 하에, **총괄기획위원회(12인)와 기술위원회(44인)**에 참여한 총 **56명의** 산·학·연 전문가 중심으로 추진함

- 기획기간 동안 총괄기획위원회는 2회, 기술분과위원회는 4대 중점분야별로 각각 5회씩(총 20회) 개최하여 사업 세부 내용을 기획하였음
- 또한 외부 자문회의 및 이해관계자 의견 수렴 등을 별도로 5회 개최하여 의견을 수렴함

❍ 기획 참여 전문가는 산·학·연 소속 전문가들로 고루 구성하였고, **기술위원회의 경우 4대 중점분야별 전문 영역*에 따라 타당하게 안배하여 전문가 구성의 균형을 이루었음**

- 총괄 및 기술위원회 참여한 전문가 56명은 **산업계 22명(39.3%), 학계 14명(25.0%), 연구계 19명(33.9%), 관 1명(1.8%)으로 구성**하여 산·학·연 **균형성**을 갖춤



【 그림 8-3 】 기획참여 전문가의 구성

· 동 사업은 R&D 기술개발 후 기술패키지를 통한 **통합 실증으로 연계되어** 실증 분야 경험이 많은 산업계와 연구계의 비중이 학계보다 상대적으로 높음

· 동 사업은 정부 지원 사업을 활용하여 침체된 건축시장 활성화의 일환으로 "그린뉴딜 정책"에 근거한 사업 기획을 위해 이공계 전문가들뿐만 아니라 사회과학·인문학 전공자도 기획에 참여

❍ (분석2) 동 사업 분야 연구개발 수요의 파악

- 동 사업을 통해 개발하고자 하는 중점분야 및 핵심과제는 Top-down, Bottom-up 방식의 도출 프로세스를 병행하여 진행함

  · **(기술수요조사 실시)** 신규 사업의 중점분야별 지원 대상 과제 기획을 위한 과제 pool 확보의 목적으로, 관련 분야 산·학·연 전문가 대상 기술수요조사 실시

[기술수요조사 실시]

- 조사 대상 및 조사 항목
  · (조사 대상) 건축·도시에너지 관련 산·학·연 전문가
  · (조사 항목) 제안하고자 하는 기술의 명칭, 기술개발 목적, 기술개발 품목, 해당 품목의 시장 현황 및 기술개발 필요성, 기술개발 목표 및 내용, 기대효과, 예상 실증사이트 등
- 조사 기간 및 접수 방법
  · (조사 기간) 2020. 5. 20. ~ 2020. 6. 14.
  · (접수 방법) 온라인 웹 설문을 통한 전산접수 및 용역기관 이메일 접수
- 조사 결과 : 총 194개 기술수요조사 내역을 접수, 174개의 유효 접수내역을 기술위원회에 상정

  · **(기술위원회 운영)** 분과별 5차례에 걸친 기술위원회 운영을 통해 총 8개 핵심과제 20개 구성기술로 구성된 기술구성(안) 도출

구분	기술수요조사
1중점	40
2중점	46
3중점	46
4중점	42
합계	**174**

▶ **기술위원회운영**

- 기술수요조사 분류 (2차)
- 기술위원회 기획내역과 취합 (3차)
- 선정평가 및 조정 (4~5차)

▶

최종 구성기술(안)
4
7
5
4
20

  · **(구성기술(안) 확정)** 선정한 8개 핵심과제 및 20개 구성기술(안)을 2차 총괄위원회를 통해 확정



【 그림 8-4 】 구성기술 선정 프로세스

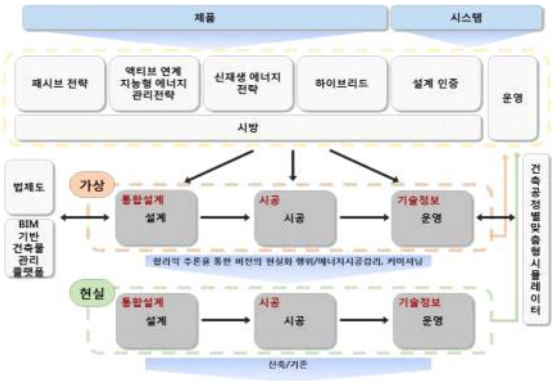
❍ (분석3) 사전 기획 활동을 통한 문제 이슈 도출

- 동 사업 기획을 위해 2018년~2019년 간 2개 컨소시엄이 주관하는 경쟁형 연구과제를 추진, 신규 사업 기획을 위한 비전 설정, 핵심 연구분야 도출 및 분야별 기술개발 계획을 수립
  - · 에너지, 환경 관련 글로벌 트렌드와 건물·도시 분야 대내외 정책, 시장, 기술 동향 분석
  - · 동향분석 결과를 바탕으로 미래 건물에너지분야의 기술적 니즈 파악
  - · 파악된 니즈를 검토하여 후속기획이 필요한 기술개발 영역을 도출하고, 기술개발사업의 전략적 지향점 설정





  - · 기술개발을 성공적으로 추진하기 위한 전략 및 최적 추진체계(안)을 마련





- 연구과제에서 도출된 결과를 바탕으로 신규 사업 기획을 위한 용역을 발주, 동향조사 및 메가트렌드 분석, 이해관계자 간담회 및 자문회의를 통해 문제/이슈 도출
  - · 사업 기획을 위해 건축·도시에너지 분야 글로벌 메가트렌드 및 각 기술분야별 정책/시장/기술 동향 분석을 추진, 분석 결과를 바탕으로 문제/이슈 도출
  - · 노후 건축물 리모델링 현황, 건물에너지 관련 사회적 환경분석, 기 추진중인 건물에너지 관련 국토교통부 연구개발사업 성과분석 등을 추가로 수행
  - · 동향조사 및 메가트렌드 분석 내용을 바탕으로 동 사업 기획의 기본 방향 설정을 위한 문제/이슈 도출에 필요한 기초자료를 확보
  - · 대한건축학회, 도시설계학회, 한국리모델링협회 등 다양한 이해관계자 간담회 및 자문회의를 통해 문제/이슈를 도출하고, 총괄위원회 상정으로 적절성 검증

1.2.2. 과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

❑ **동 사업의 문제/이슈를 해결하기 위한 정책수단(*한국판 그린 뉴딜)은 존재하나 강화된 건축부문 온실가스 감축 목표 달성과 기축건물 그린리모델링의 활성화를 위해 필요한 기술적 수단 확보를 위한 국가 R&D사업 필요**

❑ **(필요성1) 강화된 건물부분 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위한 국가 R&D 필요**

❍ 2050 탄소중립 목표* 및 2030 건물 부문 온실가스 감축 목표* 달성을 위해 건물 부문 에너지 효율 제고를 통한 탄소 배출 저감을 위한 신규 기술개발 사업 필요

* 문재인 대통령 국회 시정연설에서 '2050년 탄소 중립'을 선언(2020.10.28.)

* '2030 온실가스 감축 로드맵', '그린뉴딜 정책', '제2차 기후변화대응 기본계획', '에너지효율 혁신 전략', '제3차 녹색성장 5개년 계획', 등

- 국내 온실가스 배출량의 약 86.8%는 에너지 분야가 원인('17, 환경부)

* 건물 부문에서 배출되는 온실가스는 대부분 에너지 사용에서 기인



- 건물부문 온실가스 감축 목표량은 산업 다음으로 두 번째로 큰 비중(23.53%)*을 차지하고 있고 특히 노후건축물 감축 목표량이 커, 노후건축물에 대한 효과적인 에너지 소비 감축수단 마련 필요

* 산업 35.6% (98.5백만 tCO2) > 건물 23.3%(64.5백만 tCO2) > 수송 11.3%(30.8백만 tCO2)

* 노후건축물은 신축건축물에 비해 에너지 효율이 낮고, 에너지 소비 감축수단 제한적

- 재생에너지 중심 분산형 발전 확대('18, 제3차 에너지기본계획) 등에 대응한 건물 및 지역, 도시 차원의 건물에너지 최적화 기법 도입 필요(Integrated Micro and Macro Approach)

- 미국, EU 등은 이미 국가사업으로 개별 건물의 효율화 추진과 함께 네트워크 기반 공유 및 연계형 건물 및 도시 에너지 시장 활성화를 위한 방안으로 에너지 공급/수요 연계 연구 및 국가사업을 추진 중

❑ **(필요성2) 기술개발 활성화를 통한 기축건물 리모델링 부진 해결**

❍ **노후 재고량이 많은 주택, 생활편의시설의 에너지 리모델링 추진 미흡**

- 대부분의 리모델링 수요가 공업/상업 등 특정 유형에 집중되어 있으며, 노후도가 높은 주택과 공공성이 강한 생활편의시설(공공건물, 학교) 등의 리모델링은 미흡

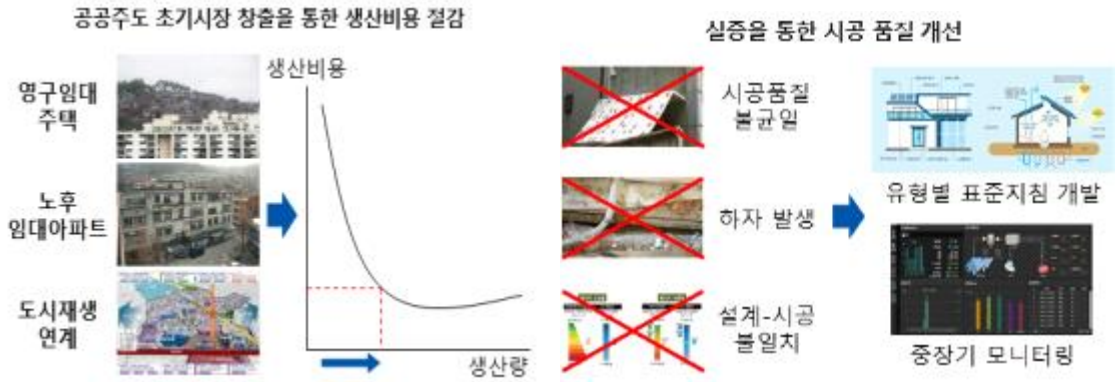
· 삶의 질 향상과 더불어 일반 리모델링 대비 시공비 절감, 공기 단축, 효율개선을 통한 에너지 비용 절감이 가능한 에너지 리모델링 기술 개발 필요

· 공공기관, 학교 등 생활편의시설의 경우, 신재생에너지 생산 및 공급 시설 구축 등 에너지 허브화로 주변 커뮤니티에 경제적 편익을 줄 수 있는 기술 개발 필요

· 공공건물에 대한 에너지 리모델링을 통해 잠재적 수요자로 하여금 에너지 리모델링의 삶의 질 개선 효과 등 간접적 편익을 체험해볼 수 있는 환경 마련 가능

❍ **정부 주도의 그린리모델링 성공사례 창출을 통해 초기 시장 형성 지원 필요**

- 커뮤니티 단위 그린리모델링 및 제로에너지건축 모델 개발과 그린뉴딜 연계 사업 추진으로 공공분야 초기 수요 창출 가능
- 공공 주도 시범사업으로 민간기업의 시장 진입 및 규모의 경제 달성을 지원하고, 핵심 기술 생산비용 절감 유도
- 그린리모델링에 대한 민간 인식 개선으로 기술 수용성 제고 및 시장 선순환 활성화 가능
  - 시공 품질의 불균일성 및 하자 발생 또한 민간의 그린리모델링 인식 악화의 주 원인 중 하나로 기존 기술을 보완하고, 성공적인 실증을 통해 이를 민간에 홍보하여 기술 보급·확산 유도 가능



❍ **창호 등 설비교체, 간접지원 위주의 정책사업 추진으로 에너지 절감 효과 낮음**

- 건물 리모델링 지원사업의 성과는 크게 증가하였으나, 질적 측면에서 개선 필요
  - 심층 에너지 개조(deep retrofit)에 소요되는 공사비 또는 설비 도입비용 일부를 직접 지원해주는 등 실제 기술 도입을 지원할 수 있는 정책사업 추진 필요
  - 핵심기술의 효율 개선 및 일반 리모델링 수준의 가격경쟁력 확보를 통해 거주자/건물주의 기술 도입을 유도할 수 있는 기술 개발 필요
  - 건물·커뮤니티 에너지 최적화 기술 모범사례 도출로 수요자의 그린리모델링에 대한 만족도 제고 및 그린리모델링 인식 개선 가능

❍ **도시재생, 주거 및 에너지복지 등 사회적 측면에서의 접근을 위한 기술 지원 부재**

- 저소득·에너지빈곤층 거주환경은 개선 수요와 개선 잠재량이 모두 매우 높으나, 투자여력 미흡으로 인해 정책적·기술적 지원 필요
  - 건물·커뮤니티 유형별 에너지최적화 적정기술 패키지 개발 및 취약지역 대상 실증·모니터링을 통해 주거 및 에너지복지 정책 추진을 위한 기술기반 마련 가능
  - 도시재생사업 등 기 추진 중인 주거·생활환경 개선사업과 연계하여 고효율 신기술 도입, BM·서비스 실증을 통한 커뮤니티 수익모델 창출 등 사회적 편익 창출 가능
  - 노후주택 각각의 에너지성능 개선 및 커뮤니티 단위 에너지 최적화 시스템 구축을 통해 지금까지 에너지 바우처 등 단기·반복적 지원을 통해 추진되어 온 저소득층 에너지 빈곤 문제에 대한 장기적 해결 방안 제시 가능

❑ R&D사업에 이외의 다른 효율적 정책대안에 대한 고려

❍ (정책) 독일 등 선진국과 같이 그린리모델링을 위한 정부 지원금을 대폭 강화하는 방안

- 그린리모델링을 위한 정부의 지원금액(*이자지원사업 등)을 대폭 증가하여 시장을 활성화하는 국가 정책 차원의 대안이 고려 될 수 있음
- 그러나 선진국 대비 낮은 에너지요금과 그린리모델링 관련 시장 구축 미흡으로 인해 그린리모델링 관련 기술의 경제성이 매우 낮으며, 이에 따라 투자 회수 기간 또한 장기간이 소요되는 실정
- 그린리모델링 활성화를 위해 초기 시장 확대 및 규모의 경제 구축을 통한 단위기술의 경제성 확보가 시급한 상황으로, 정부 지원금을 통한 시장 활성화는 기술의 시장경쟁력이 낮은 현 상황에서 민간의 시장 외면을 초래할 가능성이 높음

❍ (제도) 그린리모델링 절차 간소화 및 제도를 완화하는 방안

- 제도적인 관점에서 절차 등을 간소하는 대안이 존재하나 공동주택은 그린리모델링 사업 추진 절차가 복잡하고, 사업 승인을 위해 통과해야 하는 안전 기준이 까다로워 기술 도입에 어려움
- 절차 간소화 및 규제 완화가 그린리모델링 활성화를 위한 대안으로 꼽히나, 그린리모델링 기술 적용 전/후 에너지 비용 절감에 대한 명확한 예측값 도출이 불가능한 실정
- 입주민, 소유자 등 다양한 이해관계자의 동의를 위해서는 절차 간소화, 규제 완화 등 사업기간 단축과 함께 그린리모델링 기술 전/후 예측을 포함한 패키지형, 플랫폼형 그린리모델링 사업 모델 개발이 병행되어야 할 것으로 판단됨

❍ (규제) 기축건물 에너지 효율 규제를 신축건물 수준으로 강화하는 방안

- 기축건물의 에너지 규제를 신축건물 수준으로 강화시켜, 기술 도입을 강제하는 방법 또한 실효성 있는 정책 대안으로 판단되나, 그린리모델링 요소기술의 가격경쟁력 확보가 우선되어야 함
- 동일 조건 하에서 일반 리모델링 대비 동등하거나 우수한 수준의 가격경쟁력이 확보될 경우, 규제 강화는 사용자의 그린리모델링 기술 도입을 유도하는 수단으로 활용될 수 있음
- 일반 리모델링 또는 재건축 대비 기술 경제성이 매우 낮은 상태에서 과도한 규제 강화는 노후 건물 거주 비율이 높지만 기술 투자 여력이 없는 저소득층의 경제적 어려움을 가중시킬 수 있으며, 아파트 등 공동주택의 재건축·재개발을 촉진시키는 역효과 유발 가능

【 표 8-2 】 문제·이슈 해결을 위한 대안

문제 이슈	해결방안		대안
	구분	해결방안	
에너지 효율이 낮은 노후 건축물 증가하나 건물에너지 관련 정보가 부재한 실정	정책적 해결방안	▪ 에너지 정보 수집체계 보완 및 정보 등록 의무화 ▪ 그린리모델링을 위한 정부 지원금 강화 ▪ 현행 기축건물 에너지효율 규제를 신축건물 수준으로 강화	(정책) 독일 등 선진국처럼 그린리모델링을 위한 정부 지원금 대폭 강화
제로에너지 건물 구현 한계 직면, 개별공법/제품 중심 설계 및 평가, 신재생 에너지 도입 활성화 미흡	기술적 해결방안	▪ 제로에너지기술 커뮤니티 단위로 확대하여 기술개발 및 패키지화 ▪ Zero Energy Community실현이 가능한 진단/설계/시공/시스템 등의 유연성 확보 ▪ 녹색건축 관련 그린리모델링 실증을 통해 민간기업 기술 보급 및 활성화 기여	(제도) 그린리모델링 절차 간소화 및 제도 완화
에너지 수요-공급 격차 및 건물 유형별 효율 격차 발생			(규제) 기축건물 에너지 효율 규제를 신축건물 수준으로 강화

1.3. 사업목표의 적절성

❑ **동 사업 문제/이슈의 해결과 사업목표가 잘 부합되었는지를 '목적-목표-성과지표'로 구분하여 전반적인 논리적 연관관계를 분석함**

❑ **구체적으로 도출된 문제/이슈와 사업목표의 연관성, 사업목표의 구체성, 성과지표의 적절성, 수혜자 표적화의 적절성 등을 조사한 결과 동 사업목표가 타당한 것으로 판단**

1.3.1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

❑ **사업의 필요성**

❍ 강화되는 건물부문 온실가스 목표 달성을 위해 노후, 기축건물 및 커뮤니티 단위의 에너지 효율 제고 및 온실가스 감축 방안 마련 필요

- 신축 및 개별 건물 대상 제로에너지 기술에 대한 연구개발은 이미 충분히 추진된 바 있으나, 시장경쟁력 미확보로 기술 도입이 어려운 실정
- 커뮤니티 단위 에너지 최적화 기술 및 건물분야 에너지 절감을 위한 혁신기술 수준이 선진국 대비 낮으며, 그린리모델링 시장 전반의 활성화를 위한 기술 및 서비스·BM 개발 시급

❑ **사업 목표**

❍ 동 사업의 목표는 **건물부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보**로 설정

- 정략적으로 에너지 절감 및 재생에너지 생산을 통해 에너지 자립률 50%달성으로 설정
- 노후 기축건물 및 커뮤니티 중심 기술개발을 통해 건물부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 보급 기술 개발 및 실증, 표준·법제도 개선과 서비스 개발을 통해 그린리모델링 시장 활성화 지원

【 표 8-3 】 사업 비전 및 목표 도출

사업 비전	지속가능한 제로에너지 커뮤니티 구현
▼	
사업 목표	건물부문 온실가스 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보 (에너지 커뮤니티 자립률 50% 이상 달성)
▼	

성과 목표		
커뮤니티 규모의 제로에너지 기술개발 및 기술 도입 지원 방안 마련		
커뮤니티 에너지 진단 및 서비스 플랫폼 구축	제로에너지 커뮤니티 유형별 기술패키지 개발 및 실증	민간 그린리모델링 산업 활성화를 위한 표준 및 서비스 개발

1.3.2. 사업목표 설정의 적절성

❑ **동 사업의 목표는 에너지 자립률 50% 달성('28년)으로 설정하여 문제/이슈 해결을 위해 동사업에서 달성하고자 하는 효과를 구체적으로 제시**

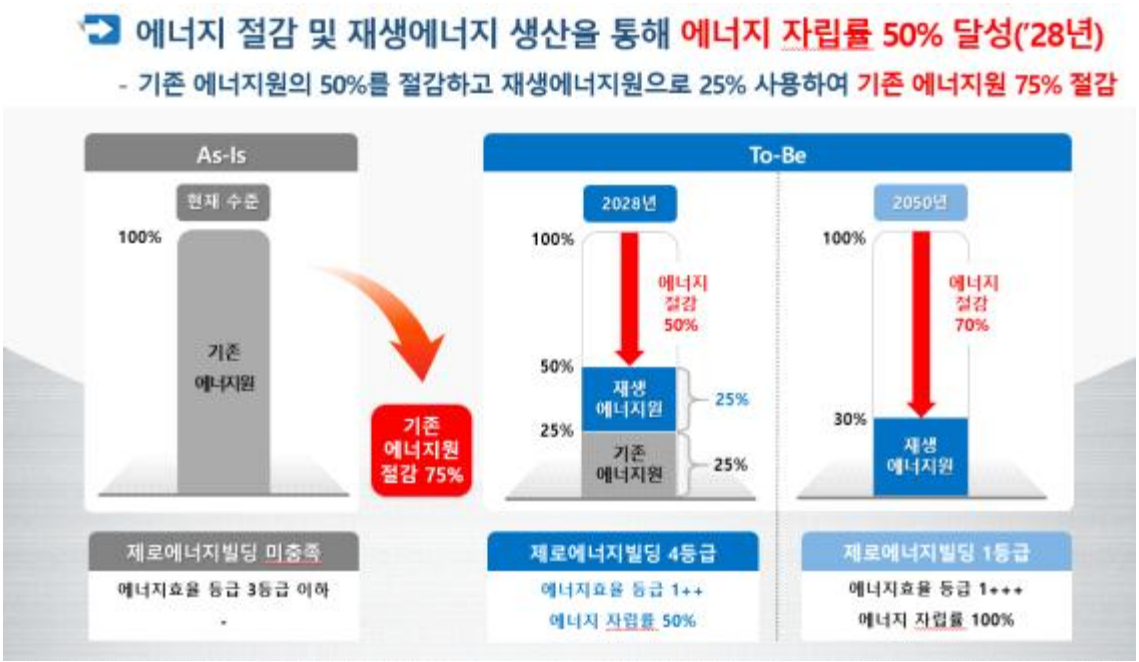
* 분석방향은 ①기획과정에서 파악된 이슈/문제와 사업목표 간에 거시적 환경 및 산업·기술, 수혜자 등이 연계되어 있는지 파악 ② 도출된 이슈와 관련해 문제가 발생할 경우 동 사업의 목표가 어느 정도 해결할 수 있는지에 대한 상호연계성을 고려함

❍ 동 사업의 목표는 "건물부문 온실가스 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보"이며, 이에 대한 정량적 목표는 "에너지 커뮤니티 자립률 50%이상을 달성"하는 것임

- 정량적 목표의 핵심내용은 기존 에너지원 사용 50% 절감 및 사용하는 에너지의 50%를 신재생에너지로 조달하여, 기존 에너지원 사용량을 75% 절감하는 것임

  · 구체적으로 에너지 사용량이 100%라고 가정할 때, 기존 에너지원의 사용량을 50%로 절감하고, 남은 기존 에너지원의 50%를 재생에너지원으로 대체하여, 최종적으로 기존 에너지원 사용량을 75% 감축하고자 함

  · 향후 동 사업의 후속사업 등을 통해 2050년에는, 기존 에너지원 사용량을 70% 절감하고 남은 기존 에너지원 30%는 재생에너지원으로 전부 대체하여, 최종적으로 에너지 자립률 100%의 "탄소중립" 커뮤니티를 구현하는 것으로 목표로 함



1.3.3. 사업 성과지표의 적절성

❑ **사업 추진 1, 2단계별 성과목표를 설정하고, 성과목표 달성 여부를 판단할 수 있도록 단계별 성과지표를 설정함**

【 표 8-4 】 단계별 성과지표

단계별 성과 목표	1단계 (2023~2025)	2단계 (2026~2028)
	기술 개발	기술 실증

- (1단계) 기술개발
  - 노후 기축건물 대상 에너지 효율 제고를 위한 주요 핵심기술을 발굴하고, 발굴된 기술의 경제성 및 성능 향상을 통해 이를 시장에 효과적으로 도입시킬 수 있는 방안 제시
  - 신재생에너지, 에너지 공유, 건물단위 제로에너지화, 건설분야 융복합 혁신기술 등 연구개발된 다양한 기술을 국내에서 쉽게 찾아볼 수 있는 주요 커뮤니티 유형별로 매칭, 그린리모델링 시장 활성화를 위한 기술패키지 구성
- (2단계) 기술 실증
  - 실증사이트를 대상으로 도시계획 및 설계 – 건물·커뮤니티 요소기술 시공 – 운영 및 모니터링 등 제로에너지 커뮤니티 전생애주기 기반 기술 실증 추진
  - 기술 실증 및 중장기 모니터링 과정에서 도출되는 다양한 법·제도적 제약을 해결하기 위한 정책연구를 추진하고, 제로에너지 커뮤니티 성공사례를 기반으로 하는 BM 및 서비스를 발굴하여 시장 활성화에 기여

❑ **사업 수행 단계와 단계별로 추진되는 세부 활동-산출물-성과-편익 간 상관관계를 고려하여 사업의 효과를 객관화·계량화 할 수 있는 성과지표를 설정함**

【 표 8-5 】 단계별 성과지표

사업 단계	1단계 (2023~2025)			2단계 (2026~2028)		
	지표명	지표 구분	가중치	지표명	지표 구분	가중치
성과 지표	특허지수(SMART)	질	0.3	실증 에너지 절감률	질	0.25
	논문지수(mmIF)	질	0.2	실증 에너지 자립률	질	0.25
	기술이전	질	0.2	실증 수요자 만족도	질	0.15
	일자리 창출	질	0.3	일자리 창출	질	0.20
	-	-	-	사업화 실적	질	0.15
	합계		**1.0**	**합계**		**1.0**

1.3.4. 수혜자 표적화의 적절성

❑ **본 사업 성과의 활용·확산을 통해 직접 경제적인 이익을 볼 것으로 예상되는 기업을 직접 수혜자로 선정하였으며, 일반 국민, 지자체 등은 간접적인 수혜자로 파악**

❍ 사업의 직접 수혜자는 건물 에너지 진단·설계 SW 개발 기업, 건물 설계·시공·진단·운영 기업 및 신재생 에너지 설비 생산, 시공 및 운영 기업 등으로 표적화

[구성기술 단위 수혜자]

중점분야	핵심과제	구성기술	수혜자
1. 에너지 디지털 진단 및 설계	1.1 디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단 기술개발	① 스마트 기술을 이용한 무도면 노후건물 에너지 감축 잠재력 평가 기술	□ **(국가)** 건축물들의 잠재적 에너지 성능 DB 확보 □ **(지자체)** 에너지 성능 DB를 바탕으로 한 에너지 절감 정책의 효과 예측 및 검증 □ **(건물관리자)** 건축물의 내외관 데이터 수집으로 상태의 점검 및 확인 기반 구축 □ **(점검진단자)** 효율적인 유지관리점검 수행을 위한 기반이 되는 공간정보 신속 확보
		② 빅데이터 기반의 건물 에너지 모델 자가 구성 및 진단 기술	□ **(지자체)** 그린 리모델링 대상 건축물의 식별 및 신속한 정책의사결정 □ **(건물주)** 소유 건축물의 그린 리모델링 시행에 따른 비용/편익 계산을 통한 리스크 감소
	1.2 커뮤니티부터 건축물까지 통합 설계 지원 기술개발	① 커뮤니티 통합 설계를 위한 도시계획 지원 시스템	□ **(국가)** 커뮤니티별 에너지 기반의 온실가스 목표 설정 및 관리기반 확보 □ **(지자체)** 에너지 최적화 지구단위계획 수립 및 에너지 효율을 고려한 리모델링 기본계획 수립
		② 에너지 성능 개선을 위한 건물 설계 자동화 (Generative Design) 기술	□ **(지자체)** 온실가스 및 에너지 효율을 고려한 리모델링 계획 수립 □ **(건물관리자)** 에너지성능 진단/예측을 통한 효율적인 리모델링 계획 수립
2. 건축물 제로에너지 그린리모델링	2.1 재실 리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술 개발	① 급속 시공이 가능한 모듈형 내외장시스템 및 시공기술	□ **(건물임대인)** 거주의 이동 없이 에너지 리모델링이 가능 □ **(건물입주자)** 에너지 비용 절감 가능 □ **(국가)** 이산화탄소 저감 목표 실현
		② 냉난방에너지 저감형 경제적 창호시스템 및 급속 시공기술	□ **(건물사용자)** 건축물 외장재 교체 통한 기축건물 리모델링 통한 재산 가치 상승 및 냉방에너지 저감 통해 실질적 삶 만족도 대폭 증대 □ **(정부) 냉방에너지 저감 통해**, 저탄소 건축물 인증으로 온실가스 감축 목표 달성
		③ 에너지 성능 제고 공동주택 설계·시공 기술	□ **(건물사용자)** 리모델링 용이성 확보를 통한 **자산가치 증대** 및 거주 쾌적성 확보 □ **(국가)** LCCO2 저감 및 자원의 효율적 활용**(재건축 폐기물 및 자원낭비 억제)**
		④ 건설폐기물 저감을 위한 재사용 및 재활용 기술	□ **(건설사)** 공장완성형 주,부재의 건식, 조립화로 시공성과 균질한 품질유지 획득 □ **(건물사용자)** 에너지 비용 절감 가능, 안전한 주거 환경과 환경성 취득 □ **(국가)** 이산화탄소 저감 목표 실현 □ **(기업)** 폐자원을 활용한 건축자재 재활용·재사용 생산을 통한 이익창출

중점분야	핵심과제	구성기술	수혜자
	2.2 설비 시스템 그린 리모델링 및 스마트 제어기술 개발	① 기축 건축물용 청정제습 환기 및 시스템 시공기술	□ **(건물사용자)** 단독주택 및 연립주택 등 기존 환기설비 의무대상 제외 건물 거주자 □ **(건물사용자)** 연간 공조에너지 절감으로 건물 유지비 저감 및 쾌적감 향상 □ **(취약계층)** 공공임대주택 거주자 및 노인, 영유아, 장애인 등 거동이 불편한 거주자 □ **(정부, 지자체)** 제로에너지건축물 보급 활성화로 온실가스 감축 의무 달성
		② 다기능 모듈형 BIPV 설계·시공·기술	□ **(건물사용자)** 건물 사용 전기요금 절감 □ **(국가)** 발전소 용량 축소, 하절기 피크부하 저감
		③ 기축 건축물용 무선 IoT 기반 스마트 제어시스템	□ **(시스템사업자)** 표준화된 플랫폼 기반 다양한 서비스 수용 가능 □ **(서비스개발자)** 게이트웨이 연동에 따른 개발 비용 절감으로 시장 진입 용이 □ **(사용자)** 특정 기업에 종속되지 않는 다양한 서비스를 선별적으로 이용 가능
3. 커뮤니티 에너지 스테이션	3.1 실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술 개발	① 신재생에너지 복합 생산/저장 스테이션 설계·구축 기술	□ **(설비관리자)** 최적 설계된 대용량 통합 에너지 설비에 대해 각 전문 관리자의 분업/관리가 가능 □ **(커뮤니티 구성 건물)** 자체 에너지 생산량 외 안정적인 전력 및 열에너지 수급 □ **(커뮤니티 세대원)** 에너지 공유를 통해 커뮤니티 전체 에너지 절감과 비용 이익의 커뮤니티 내로의 환수
		② 커뮤니티 내 양방향 저온 열수송 인프라 기술	□ **(설비관리자)** 각 저온 냉온수 설비의 최적제어 및 에너지 사용량 저감 □ **(커뮤니티 구성 건물)** 에너지 스테이션과의 열 네트워크를 통해 안정적인 수급과 수요관리 가능
		③ 에너지 네트워크 인터페이스 구축 및 설비 리모델링 기술	□ **(건물관리자)** 에너지 스테이션 내 TES와 저온수를 이용한 효율적 공조 시스템 운용 및 부하관리에 효과적 대응 □ **(점검진단자)** 커뮤니티 내 저온수 이용 에너지설비의 효율적 진단 및 유리관리 □ **(지자체)** 커뮤니티 단위 열에너지 손실 최소화
	3.2 커뮤니티 에너지 설비 최적 운영 플랫폼 개발	① 기상 및 GIS 정보 기반 커뮤니티 에너지 공급 솔루션 기술	□ **(지자체)** 디지털 정보를 활용한 지자체 내 에너지 정책 의사결정 □ **(건설사)** 신규도시 건설 및 도시재생에 따른 에너지 설비 계획 가능 □ **(에너지 사업자)** 분산에너지를 이용한 시스템 운영 및 유지관리 의사결정 용이 □ **(설계 엔지니어)** 에너지 수요 분석의 신뢰성 확보, 통합시스템의 단시간 경제성 검토
		② 커뮤니티 단위 인터랙티브 에너지 공유 및 최적 운영 시스템	□ **(건물관리자)** 건축물의 에너지 데이터 수집으로 에너지 소비 패턴 분석 기반 구축 □ **(점검진단자)** 효율적인 에너지 관리점검 수행을 위한 기반이 되는 정보 신속 확보 □ **(지자체)** 에너지 정보를 활용한 점검진단 대상 건축물의 식별 및 신속한 정책의사결정
4. 제로에너지 커뮤니티 운영 및	4.1 에너지 클러스터 기반	① 커뮤니티 제로에너지화 전과정 에너지성능관리 Big-data 정보 체계 구축	□ **(설계자)** 건축물 인증을 위한 정보 수집을 용이하게 하여 고부가가치 설계 기반 마련 □ **(허가권자)** 실시간 인증정보 제공을 통한 인증 요구정보 신속

중점분야	핵심과제	구성기술	수혜자
확산 모델	제로에너지 커뮤니티 프로토콜 개발		확보 가능 □ **(인증관련 전문가)** 디지털 설계모델을 활용한 인증 시스템으로 신속한 의사결정 지원 □ **(건설사&건설사업관리자)** 계획된 에너지 기자재 관리성능 확인 및 사양 검증 □ **(관리자)** 에너지 기자재의 체계적인 성능관리 및 유지보수 기준 활용 □ **(건축주)** 설계단계에서 의도된 건축물 성능의 최종 구현 □ **(자재업체)** 플랫폼 내 전문가 매칭 서비스를 활용한 에너지 기자재 BIM 라이브러리 구축
		② 노후 복합용도의 제로에너지 커뮤니티 인증시스템	□ **(설계자)** 인증기준 활용 제로커뮤니티 설계 효율화 □ **(인증관련 전문가)**인증컨설팅, 운영시스템 활용기준 □ **(건설사)**제로커뮤니티 설계기준 정보제공, 혁신기술 채택/활용성 증대 □ **(건축주/지자체)인**증기준에 의거한 건물 및 커뮤니티 설계를 통한 설계감리정보 제공
		③ 노후 커뮤니티 제로에너지화 시공·운영 스마트 관리 프로토콜	□ **(설계자)시공 및 운영관리 효율화를 위한 설계 가이드라인 제공** □ **(건설사&건설사업관리자)** 혁신기술 특성화 시방 및 감리매뉴얼 제공, □ **(관리자)**에너지관리 효율화 체계 및 프로세스 가이던스 제공 □ **(정부/지자체)** 그린리모델링 및 제로터뮤니티 구현 시공/운영 표준 가이드라인 제공 □ **(자재/서비스기업)**프로토콜에 의한 기술개발 및 서비스 실시를 통한 품질관리
		④ 제로에너지 커뮤니티 활성화 산업 생태계 구축 서비스 플랫폼 (한국형 민간 CDM 모델 개발 등)	□ **(공공)**제로커뮤니티 확산 성과관리 지원 □ **(민간)**대국민 참여 그린커뮤니티 의사결정을 통한 그린리모델링 참여 확산 □ **(설계사)**커뮤니티 그린리모델링 민간수요 연계를 통한 사업활성화 지원 □ **(건설사)**커뮤니티 그린리모델링 민간수요 연계를 통한 사업활성화 지원, 공급자간 협업플랫폼 제공 □ **(커미셔닝 기업)**플랫폼 운영관리 수집정보를 활용한 DR, 에너지공유 서비스 민간 사업화 지원 서비스 수행 □ **(지자체)**커뮤니티 단위별 주민 의사결정 수렴 효율화, 지역 제로커뮤니티 성과관리

1.4. 세부활동 및 추진전략의 적절성

1.4.1. 세부활동과 사업목표와의 연관성

❑ **동 사업을 통해 추진되는 연구개발 및 실증 세부활동이 사업 목표 및 성과 목표와 부합하는지에 대해 검토**

【 표 8-6 】 세부활동과 사업목표, 성과목표 간 부합성

사업 목표	① 건물부문 온실가스 목표 달성을 위한 커뮤니티 단위 제로에너지화 기술 확보
성과 목표	② 커뮤니티 에너지 진단 및 서비스 플랫폼 구축 ③ 제로에너지 커뮤니티 유형별 기술패키지 개발 및 실증 ④ 민간 그린리모델링 산업 활성화를 위한 표준 및 서비스 개발
분류체계	▪ 사업의 4대 중점분야 및 8대 핵심과제를 기준으로 분류 ▪ 세부활동의 성격에 따라 연구개발 및 실증으로 구분

사업의 구성							
구분	**번호**	**핵심과제**	**사업목표와의 관련성**	**성과목표와의 관련성**			**종합 결과**
			①	②	③	④	
연구 개발	1	디지털 모델 기반 건물(군) 에너지성능 진단기술	○	○	○	△	○
	2	커뮤니티-건축물 통합 설계 지원기술	○	○	△	○	○
	3	재실리모델링을 위한 건물 유형별 패시브 건축기술	○	△	○	○	○
	4	설비시스템 그린리모델링 및 스마트 제어기술	○	○	○	△	○
	5	실증 유형별 신재생에너지 공유 스테이션 기술	○	○	○	△	○
	6	커뮤니티 에너지설비 최적운영 플랫폼	○	○	○	△	○
	7	에너지 클러스터 기반 제로에너지 커뮤니티 프로토콜	○	△	○	○	○
실증	8	커뮤니티 단위 실증 시범사업 및 모니터링	○	○	○	○	○

❍ 동 사업 핵심과제 단위에서 추진되는 연구개발 및 실증 세부활동의 사업 목표·성과 목표와의 부합성을 검토한 결과, 사업목표, 성과목표와의 부합성이 충분히 인정됨

- 건축물 전 생애 주기 기반으로 구성된 세부활동 전체는 동 사업에서 설정한 3가지 성과목표 중 2개 이상의 성과목표와 관련성이 있는 것으로 판단됨

1.4.2. 세부활동 도출의 적절성

❑ **산·학·연 전문가를 대상으로 한 기술수요조사를 통해 세부활동 도출에 필요한 기초 자료를 수집하였으며, 기술위원회 및 외부 자문을 거쳐 이를 최종적으로 확정함**

❍ 세부활동 도출 과정



【 그림 8-5 】 기술개발 과제 도출 프로세스

❍ 기술수요 조사 결과 정리

- 기술수요 총 194건 취합, 내부연구진 정제를 통해 최종 174개 기술수요를 기술위원회에 상정

❍ 중점분야별 기술수요 현황

- 기술수요 조사 174건에 대한 관련 중점분야와 맵핑한 결과, 1중점 20%(40건), 2중점 25%(48건), 3중점 26%(50건), 4중점 29%(56건)으로 동 사업 기획 내용에 고르게 분포함
  - 중점분야별 과제 분류는 기획위원회 검토를 통해 시행하였으며, 핵심과제 및 구성기술과 관련성이 없는 기술수요 제외, 총 174건 기술수요 도출

【 표 8-7 】 중점분야별 기술수요 조사 결과

구분	제안 분야				합계 (중복제외)
	에너지 디지털 진단 및 설계	건축물 제로에너지 그린리모델링	커뮤니티 에너지 스테이션	제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산	
기술수요 조사(건수)	40	48	50	56	174

※ 취합된 기술수요의 관련 중점분야를 중복으로 매칭, 중복 제외한 총 기술수요 건수는 174건

❍ (제안기관별 산·학·연 분포)

- 기술개발 과제 제안기관의 산·학·연 분포를 분석한 결과, 산업체가 55%(96건), 대학이 28%(49건), 연구기관이 15%(25건) 기타 공공기관 등이 2%(4건)으로 나타남
- 중소기업 및 협·단체를 포함한 산업체의 참여율이 55%로 가장 높은 비중을 차지

【 표 8-8 】 제안주체별 기술수요 조사 결과

구분	제안주체				총합계
	산	학	연	기타*	
기술수요 조사(건수)	96	49	25	4	**174**

※ 기타* 에는 한국지역난방공사 등 기타 공공기관을 포함

❍ 기술수요조사 내역을 바탕으로 중점분야별 핵심과제 및 구성기술(안) 확정

- (1차 스크리닝) 174개 기술수요에 대한 중복성 검토 및 병합을 통해 106개 도출
  - 기술분류 등의 제출내역은 제안자의 의견을 최대한 반영하되, 기획위원의 의견제시가 타당할 경우 각 중점분야별 간사 및 위원장 협의 하에 분과 조정
- (2차 스크리닝) 1차 스크리닝에서 선정된 106개 과제에 대한 기획위원 평가를 통해 64개 선정
  - 기존 지원과제와의 중복 여부, 같은 기술수요에서 다수 중점분야의 기술개발을 동시에 수행하는지 여부, 예상 개발 기술의 수준 및 경제성 등의 측면에서 동 사업과의 부합 여부 등을 판단
- (구성기술(안) 도출) 2차 스크리닝을 통해 수정, 병합된 64개의 기술수요에 기획위원 자체 기획내역 등을 포함, 8개 핵심과제 및 31개 구성기술 형태의 구성기술(안) 도출
  - 수정, 병합된 기술수요를 기획위원 자체 기획내역을 통해 보완하는 구조로 진행
- (선정평가 및 조정) 4차, 5차 기술위원회를 통해 기존 8개 핵심 31개 구성기술 각각과 동 사업간의 정책성, 시장성, 기술성 측면엥서의 부합성을 검토, 최종 8개 핵심 20개 구성기술(안) 도출
  - 각 구성기술 전담 기획위원의 리뷰 및 기술위원회 전체 윤독, 기술위원 각각의 평가 및 평가결과 취합 형태로 선정평가를 추진하였으며, 4차 기술위원회와 5차 기술위원회 간 조정기간 부여
  - 정책적 부합성(40점), 기술적 부합성(30점), 시장 유망성(30점) 등 평가기준에 따라 배점 후 기술위원 평가점수의 평균을 기반으로 우선순위 부여

【 표 8-9 】 선정평가 지표 및 평가 주안점

구분	평가 주안점
정책성 (40)	▪ 건물분야 에너지 규제, 에너지성능개선 및 리모델링 지원제도, 중장기계획과의 부합성 ▪ 건축·에너지분야의 ICT기술 등과의 융복합 정도 ▪ 중소기업 성장, 산업성장동력 확보, 고용창출 등 사회 경제적 파급효과
기술성 (30)	▪ 연구개발 기간 동안 기술개발 목표의 달성 가능성 ▪ 기술의 원천성, 독창성 등 개발 기술이 산업전반에 미칠 파급효과 ▪ 현시점에서 정부지원을 통해 기술을 확보해야할 시급성
시장성 (30)	▪ 연구개발 종료 후 3년 내 상용운전 또는 사업화를 통한 경제적 효과 발생 가능성 ▪ 해당 기술을 적용하여 실증 사업 연계 및 추진 가능성 ▪ 제로에너지 커뮤니티 기술 보급·확산 및 기반 확대 가능성

- (최종 확정) 도출된 핵심과제 및 구성기술(안)을 총괄위원회에 상정, 총괄위원 검토의견을 통해 수정, 보완한 후 확정함

1.4.3. 세부활동별 성능목표 적절성

❑ 과제별 성능목표 도출 과정

❍ 과제 기획 시 기획위원회 논의를 통해 각 핵심과제 추진을 통해 동 사업이 구현하고자 하는 성능지표 도출

- 기획위원회 운영을 통해 20개 구성기술별 최종 기술개발 목표 달성을 위한 성능지표 도출

❍ 각 세부 연구개발과제별 기술분야의 선도연구그룹 성과, 연구논문, 특허 등에 대해 분석하여 핵심기능별 개발 가능한 세계최고 수준 분석

- 기술동향, 선도연구그룹 성과, 연구논문, 특허 분석을 통해 핵심기능별 세계 최고 기술수준 및 상용화 사례 등 분석

❍ 세계최고 수준 대비 국내 기술수준을 고려한 성능목표 설정

- 기술 격차, 사업 지원 규모, 국내 R&D 인프라 및 과제 완료시점의 해당분야 국내 기술수준 등에 대한 예측을 복합적으로 고려하여 59개 성능목표 설정

❍ 사업 특성 및 지원 규모, 기술분야별 성능목표 등을 고려한 성과지표·성능목표 설정

- 실증·연구개발 사업 특성을 고려, 기술분야별 성능목표 검증에 적합한 세부 과제별 성과지표, 목표 설정

1.4.4. 세부활동 기간 추정과 시간적 선후관계의 적절성

❑ 지원규모의 적절성 측면

❍ 동 사업 지원규모는 수요조사 ▶ 사전기획 ▶ 상세기획 등의 프로세스를 거쳐 사업목표에 부합한 과제를 구성하고 이에 해당한 총사업비 및 실소요 비용 등을 검토한 후 시간적 선후관계를 고려하여 사업 전체 규모를 산정 후 기획

❍ 연도별 과제수행 계획

- 동 사업은 2023년~2028년까지 신규과제 21개(계속과제 포함 114개)를 지원

❍ 중점분야의 소요예산은 기획위원회 등 기획프로세스를 통해 기존 사업 수행과정의 경험(기존 사업 단가*)등을 바탕으로 실제 연구과제 비용을 추정하여 Top-down(기획위원회)방식으로 도출

- 연구비는 사업의 성격 및 난이도뿐만 아니라 과제별 지원내용 및 개발범위에 따라 선정범위가 다양하여 동 사업은 기존 국토부 추진 사업의 과제당 지원기간 및 연구비 산정 후, 동 사업의 특성을 반영하여 별도 도출함

【 표 8-10 】 유사사업 분석을 통한 사업규모 산정

총 사업비 평균	과제당 연구비	과제 지원기간
약 630억 원*	약 126.4억 원	3~4년 다수

※ 유사과제의 총 사업비는 최대 약 760억원, 과제 지원기간은 1~6년으로 다양함
※ 총 사업비 평균값은 동 사업의 중점분야 별 핵심과제는 평균 약 5개로, 과제당 연구비의 5배를 산정

❍ 기존사업 분석 결과를 근거로 대략적인 사업규모 산정 가이드라인을 제시한 후, 기술위원회 논의를 거쳐 최종 사업 규모 확정

❍ 국가 및 국토교통부 R&D사업 예산 분석을 통해 사업비 확보 방안 검토

- 직전 5개년 간 국가연구개발사업 예산이 연평균 6.5% 수준으로 지속 증가하고 있으며, 정부 총 지출 대비 국가연구개발사업의 비중 또한 2019년을 기점으로 다시 증가
- 2020년 기준 주관부처(국토교통부)의 R&D사업 예산은 전년대비 약 425억 증가한 5,247억원 규모로, 직전 5개년 간 연평균 4.2% 증가

❍ 민간부담금 포함한 사업비 확보 방안 검토를 통한 소요예산 산출 및 규모 확정

- 기업 참여의향 조사 결과 등 종합적으로 반영하여 '20년 9월 기준, 총 200개 기업 및 기관이 참여 의향을 밝혔으며, 182개 기업에서 1,433.6억원의 민간 투자 의사 확인(중복포함)

❑ 사업비 규모의 적절성

❍ (사업 규모) 제로에너지 커뮤니티 기술개발사업의 총 예산은 2,400억 원이며 국고 1,800억원(75%), 민자 600억원(25%)으로 구성

【 표 8-11 】 총 사업비

(단위: 억원)

구분	중점 분야	총사업비	국고	지방비	민자
R&D	1. 에너지 디지털 진단 및 설계	460	345	-	115
	2. 건축물 제로에너지 그린리모델링	540	405	-	135
	3. 커뮤니티 에너지 스테이션	560	420	-	140
실증 및 서비스	4. 제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델	840	630	-	210
계		**2,400**	**1,800**	**-**	**600**

❍ (지원 과제 수) 6년간 구성기술 20개 신규과제 지원

1.4.5. 추진전략의 적절성

❑ PEST, SWOT 분석을 통해 도출된 결과를 활용, 사업 추진전략 도출

PEST 분석

정책환경(P)	경제환경(E)	사회환경(S)	기술환경(T)
• 국내 건물부문 온실가스 감축 목표 상향	• 세계 경제의 전환기적 흐름 도래(New Normal)	• 노후 건물 증가 및 도시 쇠퇴 가속화	• 4차 산업혁명 기술 연계를 위한 기초 데이터 중요성 증대
• 탄소중립 선언 / 그린뉴딜 사업 확대	• Covid-19로 인한 생산·소비·투자 둔화 전망	• 국민 삶의 질 개선 요구 증대	• 신재생에너지 및 에너지전환 기술 혁신 가속화
• 민간·기축건물 대상 그린 리모델링 촉진 정책 미흡	• 건설산업 침체 장기화 전망	• 노후 주택 거주자의 리모델링 투자 여력 부족	• 설계·진단, 운영 등 스마트 건설기술 수준 미흡
• 리모델링 촉진을 위한 법·제도 미비	• 건설산업의 생애주기별 고부가가치화 전략 수립 필요	• 이상기후에 따른 인적·물적 피해 가시화	• 커뮤니티 단위 에너지 최적화 기술 미흡
• 녹색건축물 확대를 위한 법·제도는 강화	• 국내 리모델링 시장 비활성화	• 건설인력 노령화 및 비숙련 해외인력 증가	• 에너지 기술개발 성과 검증 및 실증 기회 부족

SWOT 분석

강점 활용 전략 (SO)	장점 확산 전략(ST)	환경 조성 전략 (WO)	약점 극복 전략 (WT)
• AICBM 기술을 이용한 커뮤니티 에너지 전단계 최적화 기술 개발	• 도시재생 뉴딜 연계 제로에너지 커뮤니티 사업 모델 마련	• 커뮤니티 단위에서의 에너지 진단 및 최적 에너지 설계기술 개발	• 건물 온실가스 저감 목표 달성을 위한 세부 정책 수단 마련
• 복합 재생에너지원의 커뮤니티 내 생산·저장·공유 최적화 기술 실증	• 저비용 그린리모델링 기술 개발을 통한 민간 리모델링 시장 활성화	• 기축 건축물 및 커뮤니티의 제로에너지 인증 제도 마련	• 그린리모델링 정보 접근성 및 인허가 편의성 제고 플랫폼 마련
• 그린뉴딜에 연계할 제로에너지 커뮤니티 사업 모델 마련	• 그린리모델링 사업모델 마련을 통해 건설사 투자 확대 유도	• 정부의 정책 지원을 위한 커뮤니티 에너지 정보 관리 모델 개발	• 커뮤니티 거주자 대상 에너지 소비 효율화에 대한 홍보, 교육 강화

추진전략 도출

01 핵심기술 + 실증·모니터링 2단계로 추진

- 1단계
  - 핵심 기술개발 (3년)
  - 핵심/구성기술 개발 후 커뮤니티 유형별 기술 연계
- 2단계
  - 실증 및 중장기 모니터링 (3년)
  - 실증 사이트 대상 기술 패키지 적용 및 검증

02 기존 건축물 그린리모델링 기술개발

- 기축/신축 건물(군)에 적용 가능한 그린리모델링 기술개발
- 적정(저비용)기술 활용한 기축 중심 공공·민간 대상 그린리모델링 보급 확산 방안 마련

03 커뮤니티 제로에너지화 기술개발

- (기술) 커뮤니티 단위 계획 수립, 설계·진단 및 그린리모델링 기술 확보
- (에너지) 건물단위(요소기술)에서 커뮤니티로 범위를 확장하는 인프라(에너지스테이션) 구축 지원

04 제로에너지 커뮤니티 확산 모델 개발

- (종합 실증) 실증 유형에 따른 표준모델을 구축하여 확산 후 모니터링
- (인증·제도) 제도 간소화로 수요자 편의를 위한 맞춤형 서비스 구축

【 그림 8-6 】 사업 추진전략 도출

❍ (추진전략 1) 기술개발 + 실증·모니터링의 2단계 사업으로 추진

- 1단계 3년 간 각 분과별 핵심/구성기술 개발 및 커뮤니티 유형별 기술 연계 추진
- 2단계 3년 간 실증사이트 대상으로 패키지화된 기술 적용 및 모니터링 환경 구현 후, 향후 중장기 모니터링을 통해 기술 성능 검증 및 신사업·서비스 시범적용

❍ (추진전략 2) 기존 건축물 및 커뮤니티 대상의 그린리모델링 기술개발

- 기존 노후건물 및 (일부) 신축건물이 포함된 건물(군)에 다양하게 적용 가능한 녹색건축 기술 개발로 향후 도시계획 사업 등 복합건물(군) 대상 사업 추진 시 적용성 제고
- 적정(저비용) 기술을 활용한 기축건물 중심의 기술개발과 더불어 별도의 중점을 통해 공공·민간 대상 그린리모델링 보급 확산 방안 마련, 기술 보급 및 민간 활성화 유도

❍ (추진전략 3) 커뮤니티 단위 제로에너지화를 위한 기술개발

- 커뮤니티 단위 계획 수립, 도시 및 개별 건축물 설계·진단, 그린리모델링 시공 기술 등 확보
- 건물단위(요소기술)에서 커뮤니티 단위로 제로에너지 범주를 확장하는데 필요한 인프라(에너지 스테이션) 구축 및 요소기술 개발 지원

❍ (추진전략 4) 제로에너지 커뮤니티 확산 모델 개발

- 실증 유형에 따른 표준모델을 구축, 기술 실증 및 성능 검증을 통해 다양한 건물·커뮤니티 유형에 적합한 커뮤니티 제로에너지화 모델 개발
- 제도 간소화와 맞춤형 서비스·플랫폼 구축을 통해 민간의 커뮤니티 제로에너지화 기술 도입 유도 및 녹색건축 시장 활성화

2. 정책적 타당성 분석

2.1. 분석 개요

❑ 정책의 일관성 및 추진 체제, 사업 추진 상 위험요인 등 동 사업 기획의 정책적 타당성 검토

❍ (상위 계획과의 부합성) 신규 사업의 취지가 주관부처의 추진 정책과 부합하는지, 사업 추진에 필요한 부처 간 사회적 협의가 선행되었는지 등에 대해 검토

- 국가연구개발사업은 수행, 결과물의 활용, 효과 파급의 범주가 단일 부처의 범주를 벗어나는 국가적 규모이므로, 사업의 원활한 추진을 위해 주관부처의 추진 정책에 부합하는 사업 기획 필요

❍ (사업 추진 체제 및 추진 의지) 성공적인 연구개발 사업목표 달성을 위한 사업 외적인 요인으로 타 사업과의 차별성과 사업 추진주체의 거버넌스 등에 대해 사전 분석

- 신규 기획 사업의 타 사업과의 차별성, 적절하고 효율적인 사업 거버넌스 구축 및 사업 참여주체 선정 시의 법·제도 준수여부 검토
- 신규 사업에 대한 각 참여주체들의 입장과 태도, 사업 수행을 위한 관련 주체들 모두의 상호 협조가 필요하다는 사회적 합의 도달에 대한 검토

❍ (재원조달 가능성) 성공적인 연구개발 사업목표 달성을 위한 사업 외적인 요인으로 타 사업과의 차별성과 사업 추진주체의 거버넌스 등에 대해 사전 분석

- 신규 기획 사업의 타 사업과의 차별성, 적절하고 효율적인 사업 거버넌스 구축 및 사업 참여주체 선정 시의 법·제도 준수여부 검토

❍ (법·제도적 위험요인) 성공적인 연구개발 사업목표 달성을 위한 사업 외적인 요인으로 타 사업과의 차별성과 사업 추진주체의 거버넌스 등에 대해 사전 분석

- 신규 기획 사업의 타 사업과의 차별성, 적절하고 효율적인 사업 거버넌스 구축 및 사업 참여주체 선정 시의 법·제도 준수여부 검토

【 표 8-12 】 정책적 타당성 분석의 평가항목 구성

구분	2계층 항목	3계층 항목	의미
기본평가항목	정책의 일관성 및 추진체제	상위계획과의 부합성	정부차원의 정책적 합의
		사업 추진체제 및 추진의지	사업의 임무·역할의 차별성 및 연계·협력방안의 적절성과 사회적 합의
	사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	정부·지자체·민간의 재정 여력
		법·제도적 위험요인	법·제도적 합의
특수평가항목	사업특수평가항목	추가평가항목(선택적)	

※ 출처: 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침

2.2. 정책의 일관성 및 추진체제

2.2.1. 상위 계획과의 부합성

❑ **(분석 방법) 동 사업이 필수계획 및 선택군 계획과 부합되는지 여부를 검토 후, 각각의 부합도를 높음, 보통, 낮음으로 평가하여 최종 종합분석 도출**

❍ 동 사업의 상위 정책과의 부합성을 검토하기 위하여 ①범정부 차원에서 추진되는 최상위 계획을 '필수계획'으로 분류하고, ②계획 수립의 근거 및 필요성이 법령에 명시된 법정계획 및 로드맵·전략·방안 등의 비법정계획을 '선택군계획'으로 분류하여 부합성 평가

- 동 사업의 비전, 목표, 추진전략, 주요 사업내용 등이 상위 계획에 직접적으로 명시되어 있어 부합성이 인정되는 경우에는 '부합도 높음', 동 사업의 주요 내용이 상위 계획에 직접적으로 명시되지는 않았으나 동 사업의 추진 필요성이 상위계획에서 다뤄진 경우 '부합도 보통', 동 사업과 상위 계획과의 연관성이 부족할 경우 '부함도 낮음'으로 평가

- 필수계획 및 선택군 계획의 부합도를 종합적으로 판단하여 동 사업의 상위 정책과의 부합성을 적절, 대체로 적절, 보통, 대체로 부적절, 부적절로 평가

❑ **(종합 평가) 에너지 신산업 창출, 도시 지속가능성 제고, 국가 온실가스 감축목표 달성 등의 측면에서 필수계획 및 선택군 계획과 부합성 높음**

❍ 2030년 국가 온실가스 감축목표 및 부문별 감축 이행계획이 구체화되고, 건물·도시 등 광범위한 분야에 걸쳐서 에너지전환, 에너지효율 제고, 신산업 육성이 주요 정책 기조가 됨에 따라서 동 사업과 상위 정책과의 부합성은 적절한 것으로 평가

【 표 8-13 】 상위 정책과의 부합성 평가 내용

구분	상위 계획	주요 관련 내용	부합성		
			낮음	보통	높음
필수계획	제4차 과학기술기본계획	▪ 에너지 산산업분야 실증연구 투자 확대 ▪ 효율적 에너지 관리가 가능한 지능형 건물관리기술 개발 등을 통해 도시의 지속가능성 제고			✓
선택군 계획	제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획	▪ 스마트 시티, 스마트하우스 기술개발 및 인프라·서비스 플랫폼 개발 ▪ 단열성능 향상, 기밀시공 시스템 등 고효율 패시브 건축기술 개발			✓
	제2차 녹색건축물 기본계획	▪ 2030 에너지환경변화 대응 건축·도시 에너지 최적화 기술개발 기획 내용 포함 ▪ 제로에너지 의무화 기반 구축, 비용경제적 건축물 구현 지원, 건물의 에너지성능기준 고도화 ▪ 소규모 녹색건축물 확산체계 확립			✓

구분	상위 계획	주요 관련 내용	부합성		
			낮음	보통	높음
		▪ 수요자 맞춤형 그린리모델링 추진 모델 개발·확산, 그린리모델링 산업 역량 강화 ▪ 건축물 운영단계 효율기반 구축 ▪ 건축물 에너지성능관리 역량 강화 ▪ 녹색건축 산업계 참여 유도 및 전후방산업 연계 육성			
	2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안	▪ 건물 부문의 감축량 제시 - 2030년 배출전망 1억 9,720만 톤에서 6,450만 톤(32.7%) 감축 후 배출량 1억 3,270만 톤			✓
	2050 장기 저탄소 발전전략	▪ 건축물 에너지효율 관리 의무화 - 중·소규모(500㎡ 이하) 건축물까지 제로에너지 건축물 의무화 대상으로 확대('30년~) ▪ 건물 에너지 정보 인프라 구축, 건물 에너지비용 체계 개선			✓
	제로에너지건축 보급 확산방안	▪ 제로에너지건축 의무화 로드맵의 단계적 적용 ▪ 건축물 유형별 맞춤형 확산 전략 추진 ▪ 사업지구 전체 대상으로 평균 에너지자립율 20%(제로에너지건축물 5등급) 달성 모델 마련			✓
	에너지효율 혁신전략	▪ 한국형 '에너지스타 건물 도입'을 통해 소유건물의 효율수준 직접 비교·평가 가능한 온라인 플랫폼 구축 ▪ 에너지 의무진단 대상건물 단계적 확대			✓
종합 평가: 동 사업은 필수계획 및 선택군계획과의 부합성 높음					

❑ (필수계획 분석) 필수계획인 제4차 과학기술기본계획 상의 동 사업 관련 내용 검토

❍ 에너지신산업분야 및 지능형 건물관리기술, 에너지 생산/소비 모니터링 시스템 등 건물·도시 에너지 관련 핵심기술 고도화 및 시스템 구축 등의 내용 명시

【 표 8-14 】 제4차 과학기술기본계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
3. 과학기술이 선도하는 신산업일자리 창출	11. 4차 산업혁명 대응기반 강화	▪ 스마트그리드, 신재생에너지, ESS 등 주요 에너지신산업분야의 실증연구 투자를 확대하고, 스마트시티 고도화를 통해 관련 기술 및 비즈니스의 실증환경 제공 추진
4. 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현	18. 쾌적하고 편안한 생활환경 조성	▪ 효율적 에너지 관리가 가능한 지능형 건물관리기술, 스마트홈 기술 개발 및 에너지 생산·소비 상시 모니터링 시스템 구축을 통해 도시의 지속가능성 제고

❑ (선택군계획 분석) 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 제2차 녹색건축물 기본계획 등 선택군계획 상의 동 사업 관련 내용 검토

❍ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)

【 표 8-15 】 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
1. 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성	1. 초연결 도시 구현 기술 개발	▪ 스마트 시티, 스마트 하우스 기술개발 및 인프라서비스 플랫폼 개발
3. 사람 중심의 국토교통 기술개발	2. 친환경 생활공간 조성 기술 개발	▪ 단열성능 향상, 기밀시공 시스템, 고성능 열회수형 환기장치, 통합형 일사차단 시스템 등 고효율 패시브 건축기술 개발

❍ 제2차 녹색건축물 기본계획(2020~2024)

【 표 8-16 】 제2차 녹색건축물 기본계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
1. 신축 건축물 에너지 성능 강화	1. 제로에너지건축물 보급 가속화	▪ 제로에너지 의무화 기반 구축(의무화 시행, 공공선도사업 수행, 지구단위 시범사업 확산 등) ▪ 비용경제적 건축물 구현 지원(의무기준 마련, 연중기준 고도화, 비용최적화 지원, 태양광 발전사업 연계 등)
	2. 신축 건축물 에너지성능기준 고도화	▪ 에너지성능기준 고도화(총량기준 확대, 창호성능 평가, 기밀성능 향상 등) ▪ 소규모 녹색건축물 확산체계(소규모 주택성능기준 강화, 에너지절약 최적화 설계 지원 등)
2. 기존 건축물 녹색화 촉진	3. 노후 건축물의 그린 리모델링 활성화	▪ 에너지성능 개선 시장 확대(공공건축물 표준모델, 공공건축물 진단 의무화 등) ▪ 수요자 맞춤형 그린리모델링 추진 모델 개발·확산(성능개선 관리 강화, 지원보델 다양화, 인센티브 확대 등)
	4. 건축물의 에너지 효율적 운영·관리	▪ 건축물 운영단계 효율기반 구축(건물부문 에너지 통계지표 개발, 건축물 운영단계 효율관리지표 개발 등) ▪ 건축물 에너지성능관리 역량 강화(다소비업체 건축물 성능관리 지원, 에너지관리자 역량 강화 등)
3. 녹색건축산업 혁신 성장 역량 제고	5. 제4차 산업 연계 융·복합 신산업 창출	▪ 4차 산업 기반 녹색건축 확대 ▪ 빅데이터의 효율적 확보
	6. 녹색건축 산업 고도화	▪ 녹색건축 관련 산업계 참여 유도(그린리모델링 산업 역량 강화, 녹색건축 시공·감리 강화 등) ▪ 녹색건축 전후방산업 연계 육성(에너지성능 DB 구축 및 정보 제공 등)

❍ 한국판 뉴딜 종합계획

【 표 8-17 】 한국판 뉴딜 종합계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	주요과제	관련 내용
도시·공간·생활 인프라 녹색전환	국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화	▪ 공공건물에 신재생에너지 설비, 고성능 단열재 등을 사용하여 친환경·에너지 고효율 건물 신축 및 리모델링 추진 ▪ 그린스마트스쿨 사업을 통해 학교 건물 대상 태양광, 친환경 단열재 설치 등
	국토·해양·도시의 녹색 생태계 회복	▪ 도시 기후·환경 문제에 대한 종합진단을 통해 `22년까지 25개 지역의 환경·ICT 기술 기반 맞춤형 환경개선 지원
저탄소·분산형 에너지 확산	에너지관리 효율화 지능형 스마트그리드 구축	▪ 아파트 500만호 이상 대상 AMI 보급, 도서지역 친환경 발전시스템 구축, 전선·통신선 지중화 등
	신재생에너지 확산기반 구축 및 공정한 전환 지원	▪ 태양광 분야 주민참여형 이익공유사업 도입, 융자지원 확대, 자가용 신재생설비 설치비 지원 등

❍ 제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023)

【 표 8-18 】 제3차 녹색성장 5개년 계획의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
4. 기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실천	4-1. 녹색국토 실현	▪ 그린리모델링 활성화 및 제도개선, 제로에너지마을 조성 추진, 제로에너지건축물 인증 의무화, 신축건축물 에너지성능 기준 고도화 등

❍ 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안

【 표 8-19 】 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
부문별 감축 이행계획	3. 건물 부문	▪ 2030년 배출전망 1억 9,720만 톤에서 6,450만 톤(32.7%) 감축 후 배출량 1억 3,270만 톤 - 신축 건축물 관련(550만 톤), 기존 건축물 관련(960만 톤), 설비효율개선 및 신재생에너지 보급 확대 관련(1,520만 톤), 건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도 관련(580만 톤) 감축

❍ 2050 장기 저탄소 발전전략

【 표 8-20 】 2050 장기 저탄소 발전전략의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
감축 부문별 저탄소 전환 추진(건물부문)	1. 건축물 제로에너지화	▪ 건축물 에너지효율 관리 의무화, 고효율기기 보급 확대, 스마트 에너지관리시스템 보급 의무화, 재생에너지 보급 및 미활용 열 사용 확대 - 중·소규모(500㎡ 이하) 건축물까지 제로에너지건축물 의무화 대상으로 확대('30년~)
	2. 스마트 기술 확산	▪ 에너지 절약설계 및 스마트 에너지관리와 연계한 시스템 제어기술 개발, ICT 융복합 신기술 개발 및 시장 육성
	3. 생활행태의 혁신전 변화 유도	▪ 건물 에너지 정보 인프라 구축, 건물 에너지비용 체계 개선 등

❍ 제로에너지건축 단계적 의무화 추진을 위한 제로에너지건축 보급 확산방안

【 표 8-21 】 제로에너지건축 보급 확산방안의 동 사업 관련 내용

추진내용	주요 관련 내용
1. 제로에너지건축 단계적 의무화 로드맵 개편	▪ 제로에너지건축 단계적 의무화 로드맵 개편: 제로에너지건축 의무화 로드맵의 단계적 적용
2. 다양한 유형의 건축물 맞춤형 확산 추진	▪ 공공건축물, 민간건축물, 공동주택, 단독조택 등 유형별 맞춤형 확산 전략 추진
3. 지구·도시단위로 제로에너지 확산	▪ 사업지구 전체를 대상으로 평균 에너지자립률 20% (제로에너지건축물 5등급) 달성 모델 마련

❍ 에너지효율 혁신전략

【 표 8-22 】 에너지효율 혁신전략의 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	주요 관련 내용
1. 산업건물수송 부문별 효율혁신	3. 한국형 '에너지스타 건물' 도입	▪ 한국형 '에너지스타 건물' 도입: 소유건물의 효율수준을 직접 비교·평가할 수 있는 온라인 플랫폼 구축, 인센티브 제공 - 공공 업무시설('22) 및 에너지 의무진단 대상건물('24)은 단계적 평가 의무화 진행
2. 시스템/공동체 단위 에너지소비 최적화	2. 마을단위의 에너지 리빌딩 도입	▪ 노후 아파트단지, 상업용 건물의 에너지성능 종합적 개선 - 건물외피 고효율제품으로 교체, 유휴부지 태양광 설치, 에너지공급사 효율향상투자(EERS)와 연계하여 시범사업 추진 및 확대

2.2.2. 사업 추진체제 및 추진의지

❑ **(종합 평가) 타 사업과의 중복성 검토를 통해 동 사업의 임무 및 목표를 차별화 하였으며, 사업 추진 간 협업이 예상되는 타 부처 및 지자체를 대상으로 사전 합의를 득하고 연계·협력 방안을 검토함**

❍ (기존 사업과의 중복성 검토) 동 사업 지원대상과 유사한 기존·유사사업과의 중복성 검토를 통해 관련 사업들과의 차별성 및 동 사업을 별도의 사업으로 추진함이 적절한지에 대해 검토

- 국토교통부 기존 사업 및 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 등 유사한 내용의 유관부처 추진 사업에 대한 검토를 통해 관련 사업들과의 차별성과 연계방안을 검토하였음

❍ (사업 추진체제의 적절성) 과제별 연구개발 수행의 효과성 제고 및 내실있는 실증·모니터링을 위해 추진 주체 간 역할분담과 연계·협력 방안 등을 제시

- 사업 기획 간 구상한 사업 추진체계의 적절성 및 추진체계 내에 포함된 기관 간의 사전협조 및 역할분담 여부, 사업 추진과정에서 연계가 필요한 기관과의 협조체계 구축 여부 등을 검토

❍ (사업 추진 의지) 동 사업 추진의 근거법령, 주관부처의 동 사업 관련분야 정책 및 제도 운영 내역, 지자체 등 연관 기관의 동 사업 참여 및 협력 의지 등을 제시

- 사업의 잠재 수요자인 산·학·연 대상 참여의향 조사를 통해 본 사업에 대한 관심 및 참여 의지를 확인하였으며, 사업에 필요한 실증사이트 확보를 위해 지자체, 공공기관 등 유관기관의 참여 및 협력 여건을 선행적으로 파악함

【 표 8-23 】 사업 추진체제 및 추진의지 평가 내용

평가항목	고려사항	검토내용
사업 추진체제 및 추진의지	관련 사업과의 차별성 및 별도 사업 추진의 적절성	▪ 국토교통부, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 등의 기존·유사 사업에 대해 검토
	관련 정책 목표 달성을 위한 부처 간·부처 내 유관 사업과의 연계·협력 방안	▪ 부처 내 추진 주체 간 역할분담 및 유관사업, 유관부처와의 연계·협력 방안 제시
	신규 사업 수행 주체의 참여 의지	▪ 산·학·연 대상 참여의향 조사 ▪ 실증사이트 확보를 위한 지자체, 공공기관 참여 및 협력 여건 파악

❑ 기존 사업과의 중복성 검토

❍ (사업의 차별성) 국토교통부, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 등에서 추진중인 국가연구개발사업 중 동 사업과 유사한 사업을 분석하여 중복투자 문제 회피

- 검토결과 사업 목적, 지원 대상, 지원 분야에서 일부 유사한 사업이 있으나, 건물 분야 온실가스 감축을 목적으로 하는 동 사업과 중복되는 사업 없음
- 또한, 동 사업은 신축·기축건물 에너지 최적화 기술 제고 및 커뮤니티 단위 실증을 통한 기술 검증을 목적으로 하여 기술 고도화를 목적의 타 사업과 중복되지 않음

❍ 국토교통부 기존사업과의 중복성 검토

- 동 사업의 경우, 사업 목표, 사업 지원 대상, 지원 분야 등에서 국토교통부 기존 사업과 유사하거나 중복 가능성이 있는 부분은 없는 것으로 판단됨
  - · 동 사업은 커뮤니티 단위 제로에너지화를 통해 건물분야 온실가스 감축 목표 달성을 위한 세부수단을 확보하고자 하며, 이는 에너지 공유형 커뮤니티 구축, 온실가스 저감 관련 기술 개발 등 기존 사업이 지향하는 목적과 상이함
  - · 지원 분야 또한 커뮤니티 단위의 제로에너지화 구현 및 기술 검증을 위한 전주기적 기술개발(설계·진단 – 시공 – 그리드 연계 – 관리 및 운영)분야를 포괄하고 있어 타 사업 대비 차별성 있음

【 표 8-24 】 국토교통부 기존사업과의 중복성 검토

사업명	사업의 속성		
	사업 목표	지원 대상	지원 분야
도시건축 연구사업	신건축문화 창조, 도시재생 활성화, 안전한 생활환경 구축, 온실가스 저감 등 관련 기술 개발	▪ 기술개발 주체(산·학·연) ▪ 기술 공급자 중심 ▪ 응용·개발 연구	▪ 건축환경 및 융복합 ▪ 건축 계획 및 재료·구조 ▪ 도시운영 및 관리
주거환경 연구사업	주거공간의 쾌적화, 장수명화, 안전성 확보를 지향하는 국민체감형 주택기술 개발을 통해 국민 행복을 만드는 주거공간 구현	▪ 기술개발 주체(산·학·연) ▪ 시장 공급자 중심 ▪ 응용·개발 연구	▪ 지속가능한 복지주택 ▪ 미래형 스마트 주택 ▪ 수요자 맞춤형 주택 ▪ 자산가치 창출형 주택 ▪ 주택인프라 기반 구축
저탄소 에너지 고효율 건축기술 개발사업	기존 건축물의 제로에너지화 기술 및 마이크로그리드 기술을 활용한 최적 에너지 공유형 커뮤니티 구축	▪ 기술개발 주체(산·학·연) ▪ 시장 공급자 중심 ▪ 응용·개발 연구	▪ 수요 맞춤형 리모델링 기술 개발 ▪ 최적 에너지 연계 및 에너지 플랫폼 운영 관리 기술 개발

❍ 타 부처 유사사업과의 중복성 검토

- 타 부처 유사사업 중 동 사업과 사업 목표, 지원 분야 등 사업 속성 측면에서 중복되거나 유사한 사업은 없는 것으로 판단됨

  · 산업통상자원부 유사사업인 "에너지수요관리 핵심기술 개발사업"등과 사업 목표 측면에서 포괄적으로 유사하다고 볼 수 있으나, 해당 사업의 대부분의 지원과제가 단순 기술개발에 그치는 반면 동 사업은 다양한 분야의 기술을 커뮤니티 단위로 통합 실증

  · 또한, 설비 및 에너지 그리드 분야 중심으로 지원되어 온 타 부처 유사사업과 달리, 동 사업은 건설산업 생산성 향상 및 친환경화에 직결되는 진단, 설계, 시공, 인증·관리 등을 포함한다는 점에서 차별성 있음

【 표 8-25 】타 부처 유사사업과의 중복성 검토

사업명	사업의 속성		
	사업 목표	지원 대상	지원 분야
에너지기술 수용성 제고 및 사업화 촉진 사업	에너지기술의 현장 적용 과정에서 발생하는 주요 당면과제인 수용성 제고 문제 해결을 위해 사용자 참여형 연구 추진	▪ 기술개발 주체(산·학·연) ▪ 기술 공급자 중심 ▪ 개발 연구	▪ 에너지기술에 대한 사용자 편의성 및 이해관계자 수용성 개선 전 분야
에너지수요관리 핵심기술개발사업	에너지 수요부문의 고효율·저소비 구조 전환 및 차세대 에너지 신산업 육성을 위한 기술개발 지원사업	▪ 기술개발 주체(산·학·연) ▪ 기술 공급자 중심 ▪ 개발 연구	▪ 에너지 효율 혁신 ▪ 수요관리 기반 기술 ▪ 온실가스 처리 ▪ 수소환원제철공정 등
Smart ZEC 개발	Smart ZEC 구현을 위한 도시단위 통합 에너지 운영 시스템 개발	▪ 기술개발 주체(산·학·연) ▪ 지자체·시민 중심 ▪ 개발 연구	▪ 열 네트워크 ▪ 이종 분산자원 융합 인프라 ▪ IoT 기반 분산자원 계측 및 제어 ▪ 양방향 에너지 거래 ▪ 열/전기 그리드 융합기술 등
미래형 스마트그리드 실증연구사업	AICBM 및 에너지 IoE 기술을 적용한 국민체감형 스마트그리드 신기술·서비스 실증단지 조성	▪ 기술개발 주체(산·학·연) ▪ 지자체·시민 중심 ▪ 개발 연구	▪ 에너지, 생산, 저장·활용, 제어·계측, 거래 플랫폼 등
친환경 에너지타운 조성사업	혐오시설을 친환경에너지 생산에 활용하여 환경 및 에너지 문제를 동시에 해결	▪ 기술개발 주체(산·학·연) ▪ 지자체·시민 중심 ▪ 개발 연구	▪ 신재생에너지 융복합기술을 활용하여 필요 에너지 공급 및 환경개선에 기여 ▪ 신재생에너지 융복합 설비 ▪ 계간축열시스템

❍ (타 사업과의 연계방안) 건축·도시에너지 최적화 분야 기존 사업을 통해 개발된 연구성과에 대한 실증을 통한 기술 검증 및 사업화 촉진

- 기존 연구개발사업을 통해 발굴된 우수 기술·제품을 실환경 하에서 검증하고 실증 결과를 활용하여 기술·제품 간 결합 및 신규 비즈니스 모델 도출 가능성 점검
  - · 기술분야 및 건물유형별로 테스트된 기술·제품에 대해 트랙레코드를 축적할 수 있는 인프라를 제공하여 후속 연구개발 지원
- 건물·커뮤니티 유형 별 시너지 효과를 거둘 수 있는 우수 기술 간 기술패키지 구성 및 표준 적용모델 개발로 건물에너지 최적화 및 기축건물 리모델링 관련 제품의 생산규모 확대, 신시장 창출 가능
  - · 건축공법, 자재, 설비 등 다양한 분야의 기술·제품을 포괄하는 시스템 차원에서의 실증 추진으로 기술 간 충돌 여부 등을 미연에 방지

【 표 8-26 】 사업의 차별성 분석 결과

사업명	사업목표	지원대상	지원분야
도시건축연구사업	×	×	△
주거환경연구사업	×	×	△
혁신성장동력 프로젝트	×	△	×
저탄소 에너지고효율 건축기술 개발사업	×	×	△
에너지수요관리 핵심기술개발사업	△	×	×
에너지기술 수용성제고 및 사업화촉진사업	×	×	△
SMART ZEC 개발[1)]	×	△	×
미래형 스마트그리드 실증연구사업	×	△	×
친환경 에너지타운 조성사업	×	△	×

※ 주 1) 에너지수요관리 핵심기술개발사업의 전략프로젝트

❑ 사업 추진체제의 적절성 검토

❍ 본 사업 주관은 국토교통부, 전담기관은 국토교통과학기술진흥원으로 하며, 4개의 중점으로 구성된 사업단으로 추진



【 그림 8-7 】 사업 추진체계

【 표 8-27 】 추진 주체별 역할 및 기능

주체	역할 및 기능
주관부처 (국토교통부)	- 사업총괄 부처(최상위 의사결정기관) - 사업의 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정 - 사업 시행계획 수립 - 사업 투자우선순위 결정 등
전문기관 (국토교통과학기술진흥원)	- 사업단 기획·평가·운영위원회 구성·운영 - 사업단 진도 및 실적 점검 - 사업단 및 핵심과제 선정·단계·최종평가 - 기술 확산 및 정책 활용성 검토 등
사업단 (총괄기관)	- 사업추진을 위한 컨소시엄 구성 - 사무국 구성·운영 - 세부과제 기획·선정평가, 핵심과제 진도관리·정산·자체평가·예산 조정, 참여기관 간 역할배분 등 - 연구성과 관리 및 사업화 지원 - 연구성과 보급·확산 및 홍보
사업협력기관	- (유관기관) 실증사이트 제공 가능 기관

❍ (주관부처) 국토교통부

- 최상위 의사결정기관으로 사업 추진 관련 정책적 판단 및 의사결정, 사업 시행계획 수립 및 투자 우선순위 결정 등의 업무 수행

❍ (전문기관) 국토교통과학기술진흥원

- 「국토교통과학기술육성법」 제16조에 근거하여 설립된 건설기술 연구·개발사업 기획·평가 및 관리 기관
- 지원대상 선정을 위한 사업단 기획·평가·운영위원회를 구성·운영하고, 사업 추진 간 사업단 진도 및 실적 점검, 사업 성과의 확산 및 정책 활용성 검토 등 수행

❍ (사업단) 동 사업의 중점분야 및 세부과제의 사업규모 및 기간 등 특성을 고려하여 사업단 과제로 설정하여 운영하며, 지원조직(사무국) 및 주관·협동연구기관 총괄 관리 수행

- (주관연구기관) 주관연구기관은 사업단장 후보를 추천할 수 있으며, 사업단 운영을 위해 필요한 지원인력, 시설·장비, 공간 등을 제공할 수 있음
- (사업단장) 사업단장은 사업단을 구성하여 사업단 과제의 세부과제 공모·선정, 진도 및 성과관리, 성과의 활용 등을 위한 업무를 총괄적으로 수행
- (사무국) 다수 기관이 참여한 대형 프로젝트의 성공적인 수행을 위해 과제 운영 및 도출된 성과의 사업화를 지원·관리하며, 기본적 행정업무 이외에 사업관리기능, 지식재산전략지원기능, 정책발굴기능 등 연구 지원 가능
- (협동연구기관) 각 중점분야별 연구개발과제를 주관으로 수행함으로서 주관연구기관과 협동으로 연구개발과제를 수행하는 기관

❍ (사업협력기관) 실증과제 운영 시 개발 기술을 검증하고 시범적용할 수 있는 테스트베드를 제공하고, 이를 통해 연구성과의 실용성을 높이는데 실질적으로 기여할 수 있는 사업협력기관과 사전 협의

- (유관기관) 실증사이트 제공 가능 기관 및 한국감정원

❑ 주관기관의 사업 추진 의지

❍ 동 사업은 아래와 같은 법령에 근거, 정부 정책의 이행에 필요한 핵심기술의 개발 및 응용연구·실증 등을 지원하고자 추진

- 제로에너지 건축물 연구개발 근거법령
  - 『국토교통과학기술 육성법』 제8조 제1항은 국토교통과학기술 연구개발 종합계획의 효율적 이행을 위해 국토교통과학기술 연구개발사업을 추진할 수 있음을 명시하며 제2항은 대학, 연구기관, 기업, 조합 등의 기관을 연구 수행기관으로 규정
  - 『녹색건축물 조성지원법』 제6조는 녹색건축물 관련 연구·개발, 녹색건축물의 온실가스 감축, 에너지 절약 등의 달성목표 설정 및 추진 등 관련 정책방향에 관한 사항을 녹색건축물 기본계획에 포함하고, 제6조의2를 통해 이를 지원하도록 규정
  - 『저탄소 녹색성장 기본법』 제26조는 녹색기술의 연구개발 및 사업화 등을 촉진하기 위해 녹색기술과 관련된 정보의 수집·분석 및 제공, 연구개발 및 사업화 등의 촉진을 위한 금융지원, 전문인력 양성 및 국제협력 등을 포함하는 정책을 수립·시행 할 수 있음을 명시
- 에너지 효율 제고를 통한 온실가스 감축 연구개발 근거법령
  - 『신재생 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법』 제5조는 신·재생에너지의 기술개발 및 이용 보급 촉진을 위한 지원방안 및 신·재생에너지 분야 전문인력 양성 계획 등을 포함하는 기본계획 수립 책무 명시
  - 『에너지법』 제11조 제1항은 신재생에너지 등 환경친화적 에너지에 관련된 기술개발, 개발된 기술의 실용화 촉진, 에너지기술에 관련된 기술개발자원의 확대 및 효율적 활용에 관한 사항 등을 포함하는 에너지기술개발계획 수립 책무 명시
  - 『에너지법』 제12조 제1항 및 제2항은 에너지기술개발을 효율적으로 추진하기 위해 대학, 연구기관, 기업, 조합 등의 기관에 에너지기술개발을 수행하게 할 수 있음을 명시

❍ 주관부처는 제로에너지 건축 및 커뮤니티 에너지 최적화 관련 기술개발과 해당 분야의 R&D 및 실증 활성화를 위해 다양한 정책 및 제도 운영

- 전술한 연구개발 근거법령에 따른 정책 계획을 통해 지원 방안을 수립하였으며, 특히 최근 코로나19로 인한 위기극복과 글로벌 경제 선도를 위한 한국판 뉴딜 종합계획을 발표하여 그린리모델링, 그린 에너지 등 건물·커뮤니티 에너지 최적화 분야 투자 및 지원 추진
  - (제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획) '혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통'을 비전으로 4대 전략, 12대 실천과제를 통해 국가경쟁력 및 국토교통관련 삶의 질 만족도, 국토교통분야 연구환경 만족도 향상을 목표로 함
  - (제2차 녹색건축물 기본계획) '국민생활 향상과 혁신성장 실현에 기여하고, 저탄소·저에너지 사회를 선도하는 녹색건축'비전 달성을 위해 5대 추진전략 및 12대 정책과제 제시
  - (한국판 뉴딜 종합계획) '똑똑한 나라', '그린선도 국가', '더 보호받고 더 따뜻한 나라'의 3대 미래 변화상 달성을 위해 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜을 강력 추진하고 안전망 강화로 이를 뒷받침

❍ 또한 주관부처는 동 사업을 통해 개발된 기술의 통합 실증을 위해 실증 사이트 구축, 부지 사용, 비용 지원 등 사업 주요 사안에 대해 관련 지자체·기관과의 협의 진행

❍ 그간 주관부처의 추진내용

- 그간 국토부의 제로에너지화 시범사업 등 에너지자립률 목표를 제시한 사례로 구리갈매 공공주택지구 제로에너지도시 기본계획(안) 수립('20. 6) 등의 추진한 바 있음

  · '25년 제로에너지 민간건축물 의무화에 앞서 "제로에너지도시(ZET)" 시범사업으로서 추진('19년 6월~)하고 있으며, 지구 전체 평균 에너지자립률을 20% 달성하는 것을 목표로 설정

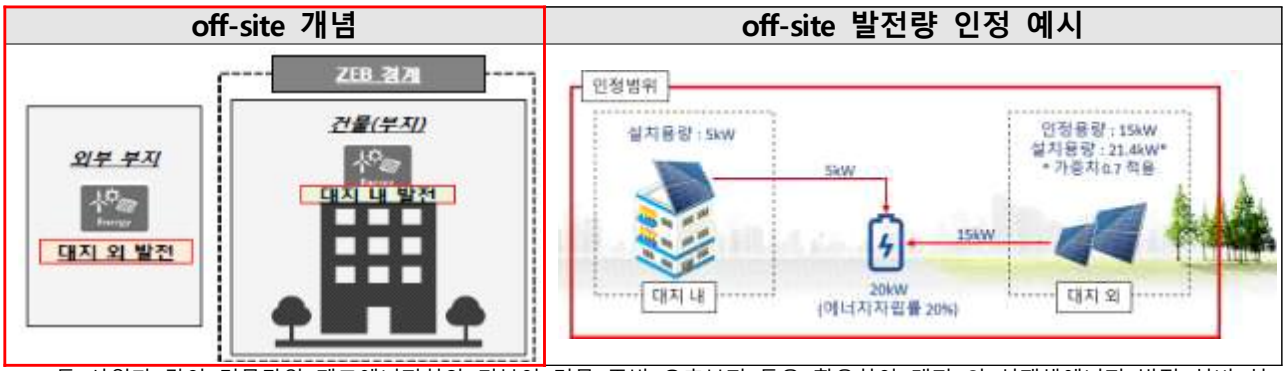
  · 공원, 자전거도로 등 공용시설 부지에 신·재생에너지 발전 설비를 추가로 설치하는 것을 포함한 사업 모델 창출

  * 건축물 용도별로 약 15~45% 수준의 에너지자립률 달성 목표를 설정하여 건축물 부문에서 총 약 18%의 에너지자립률 달성 목표 제시

- 신재생에너지설비의 설치가 비효율적이거나 불가능했던 문제를 해소하여 커뮤니티 단위로 제로에너지 기반 확대 추진('19년 6월 의무화 로드맵 개편 및 ZEB 보급 확산 방안 발표)

  · 건물 부지 외 발전 설비를 설치하는 내용으로 추진하는 내용으로 동 사업의 신재생설비 설치 계획과 유사함

【 표 8-28 】 (참고) 대지 외 신재생에너지 발전 설비 설치



※ 동 사업과 같이 건물단위 제로에너지화와 더불어 건물 주변 유휴부지 등을 활용하여 대지 외 신재생에너지 발전 설비 설치를 포함한 실증 방식

· '노원 EZ하우스' 실증단지의 경우 패시브 외 열회수형 환기장치 등 고효율 설비 활용으로 13% 에너지를 추가로 절감하고, 태양광 및 지열 히트펌프 등 신재생에너지 발전 설비를 통해 약 33% 에너지를 생산하여 약 7%의 잉여 에너지를 발생하여 제로에너지를 달성한 사례

* 열회수형 환기장치와 태양광패널 1,284개, 2,184㎡를 설치하여 전체 에너지소요량 상쇄, 85,125 kWh/년 에너지를 추가 생산

2.3. 사업 추진상의 위험요인

❑ **(종합 평가) 타 사업과의 중복성 검토를 통해 동 사업의 임무 및 목표를 차별화 하였으며, 사업 추진 중 실증 부지 제공 등 협업이 필요한 기관으로부터 참여의향서 및 실증단지 제공 의향서 접수**

❍ (재원조달 가능성)

- 국가재정운용계획과의 연계성 검토를 통해 동 사업 지원분야에 대한 지속적 재정지원 가능성에 대해 검토하고, 국토교통과학기술 연구개발 시행계획 등을 근거로 동 사업 진행기간 동안 지속적 재정지원이 가능함을 확인함
- 동 사업 지원분야 민간기업의 연구개발 투자 비중 및 동 사업 세부과제별 민간부담금 기획 내역을 근거로 연구개발주체의 민간부담금 부담 문제로 인한 동 사업 지연 가능성이 없을 것으로 판단함

❍ (법·제도적 위험요인)

- 타 부처·법령과의 충돌 또는 부처 간 지원분야 상충 등에 대한 문제점을 검토하고, 상충 우려가 있는 일부 내역에 대한 부처 간 협의를 통해 향후 사업 추진 간 문제 발생 우려를 해소함
- 공공·민간 대상 부지 확보, 공사 등 민원 및 분쟁이 우려되는 내역에 대해 검토하고, 실증 부지 제공 등 사업 참여 의향을 확인함
- 사업을 통해 얻어지는 산출물이 WTO 협정에 의한 보조금 규제 대상인지 여부를 확인함

【 표 8-29 】 사업 추진상의 위험요인 평가 내용

평가항목	고려사항	검토내용
사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	▪ 사업의 원활한 추진을 위한 재원 부담주체별 재원조달 방안과 재원분담 방식 제시의 적절성
	법·제도적 위험요인	▪ 국내 연구개발사업과 관련된 법·제도·규정에 따른 사업추진상의 위험요인 대응방안 제시의 적절성 ▪ 조약 또는 국제협약 등과 관련된 사업추진상의 위험요인 대응방안 제시의 적절성

❑ 재원조달 가능성

❍ 국가재정운용계획(2019~2023)과의 연계성

- 국가재정운용계획 상 기본방향 및 목표와 R&D 투자방안 등에 동 사업 지원분야에 대한 투자 확대 근거가 마련되어 있으며, 이에 따라 국토교통과학기술 R&D 예산과 연계한 사업추진 가능
  - · 국가연구개발사업 및 산업·중소기업·에너지 분야, SOC 분야 등에서 동 사업 지원분야에 대한 투자 확대 근거 명시
- R&D 분야 정책방향 및 재정투자 중점
  - · (혁신성장의 가시적 성과 창출을 위한 지원 확대) AI 혁신사회로 전환하기 위해 D.N.A.(Data, Network, AI)에 대한 투자를 강화하고, 융복합 R&D에 대한 지원을 확대
  - · (혁신역량 확충을 위한 기초 및 혁신연구 지원 확대) 과학난제극복, 미래 신시장 창출, 국민생활문제 해결 등 국가전략분야를 중심으로 혁신·도전형 R&D 프로젝트를 추진
- 산업·중소기업·에너지 분야 정책방향 및 재정투자 중점
  - · (전 국민을 포용하는 에너지정책 구현) 국민친화적인 재생에너지 및 신재생에너지 설치에 대한 보급지원 대폭 확대, 재생에너지 원별 산업경쟁력 강화 지원 및 에너지관리시스템 등 에너지 효율산업 육성 지원, 취약계층에 대한 에너지복지 확대 및 사각지대 최소화 등
- SOC 분야 정책방향 및 재정투자 중점
  - · (국민이 체감하는 국토균형발전 추진) 균형발전 프로젝트를 통해 공공인프라가 취약한 지역을 대상으로 대규모 프로젝트를 추진하고, 쇠퇴하는 구도심과 노후 주거지에 대한 도시재생 뉴딜사업으로 지역주민 삶의 질 개선과 도시 활력 제고
  - · (4차 산업혁명과 미래 신산업 대응) 기 추진중인 혁신성장동력 선도사업인 스마트시티 관련 기술을 국가전략R&D로 지원하고, 그 밖에도 3차원 설계를 활용한 스마트건설 구현 등 기존 산업의 고부가가치화를 추진

❍ 국토교통과학기술 연구개발 예산 추이와 재원 확보의 타당성

- 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획 상 국가연구개발사업 예산 추이와 국토교통 R&D 투자 규모를 바탕으로 동 사업 추진 기간 동안 신규 R&D 가용 예산을 추정
  - · 2016년~2020년 간 국가연구개발사업 예산은 19조 942억원(2016)에서 24조 2,195억원(2020)으로 연평균 6.1% 증가
  - · 2016년~2020년 간 국토교통과학기술분야 연구개발 투자규모는 4,458억원(2016)에서 5,247억원(2020)으로 연평균 4.2% 증가
  - · 연평균 증가율을 토대로 사업기간 동안의 국가연구개발사업 및 국토교통 R&D 투자규모를 산출한 결과, 동 사업의 사업기간(2023년~2028년) 동안의 국토교통R&D 투자 규모는 3조 9,573억원 수준으로 추정

【 표 8-30 】 국가연구개발사업 및 국토교통분야 R&D 예산 전망

(단위: 억원)

구분	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	합계
국가연구개발사업	289,476	307,205	326,020	345,988	367,178	389,666	2,025,533
국토교통분야	5,936	6,186	6,445	6,716	6,998	7,292	39,573

※ 출처 : 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획

- 직전 3년간 국토교통 R&D 예산 집행내역 중 국토기술분야의 신규과제 비중을 산출하여 사업 추진 기간 신규 R&D 가용 예산을 추정
  - · 2018년~2020년간 국토교통 R&D 예산 집행내역 중 신규과제 대상 집행내역의 비중은 17.8% 수준인 것으로 나타남
  - · 국토교통 R&D 장기계속사업의 일몰제 적용으로 계속과제 수요예산의 단계적 감소가 전망됨에 따라 신규 R&D 사업 추진을 위한 소요예산 반영 또한 충분히 가능할 것으로 판단됨

【 표 8-31 】 국토교통 R&D 과제구분별 예산비중

구분		2018년	2019년	2020년	합계
예산 (억원)	신규과제	566	1,238	948	2,752
	계속과제	3,359	3,170	2,962	9,491
	종료과제	1,133	933	1,154	3,220
	합계	5,058	5,341	5,064	15,463
신규과제 비중(%)		11.2	23.2	18.7	17.8

❍ 민간부담금 조달 가능성

- 동 사업 연구개발비용 중 기업이 부담해야 하는 비중은 전체 사업비의 약 25%인 600억원 수준에 해당하며, 연평균 100억원 규모임
  - · 국가연구개발사업 관리규정 상 참여기업이 중견기업인 경우는 총 연구개발비의 60% 이내, 참여기업이 중소기업인 경우는 75% 이내를 연구개발비에서 출연하도록 규정
    - * 중견 및 중소기업 위주의 신규 사업 참여를 가정, 민간부담금 투입규모를 전체 사업비의 25%, 정부지원금의 1/3 수준으로 설정함
- 건물에너지 관련 기업의 연구개발 투입비용은 연평균 75억원 수준이며, 이를 건설분야까지 확대할 경우 연구개발 투입비용 규모는 더 커질 것으로 예측되는 바, 동 사업의 기업 민간부담금 규모는 기업에서 충분히 감당할 수 있는 부분
- 따라서, 연구개발주체의 민간부담금 부담 문제로 인한 동 사업의 지연 가능성은 매우 적을 것으로 판단됨

- 기업 참여의향조사 결과 등을 종합적으로 반영한 결과, 민간부담금 조달 문제로 인한 동 사업의 연구개발 지연 가능성은 매우 낮은 것으로 판단됨

  · '20년 9월 기준, 총 142개 기업 및 기관이 참여 의향을 밝혔으며, 총 885.1억원(182건)의 민간 투자 의사 확인

【 표 8-32 】 중점분야별 기업 참여의향 수 및 민간부담금 투자 기업 수

구분	1중점	2중점	3중점	4중점	합계
참여의향 기업 수	31	52	80	36	199건
민간부담금 투자 기업 수	28	46	74	34	182건
민간부담 금액	135.1	231.5	363.1	155.4	885.1억원

* 참여의향(민간부담금 투자의향) 조사 결과 총 기업 수는 중점분야 간 중복을 포함

❑ 법·제도적 위험요인

❍ 타 부처·법령과의 관계

- 에너지 공급 및 수요 통계는『에너지이용합리화법』에 따라 산업통상자원부가 총괄하고 있으며, 온실가스 감축은 환경부 및 기획재정부 등이 총괄하는『온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률』에 따라 관리됨

- 국토교통부는『녹색건축물 조성 지원법』및 동법 시행령 등에 따라 건축물 에너지효율등급 인증, 제로에너지건축물 인증, 건축물 에너지절약설계기준 규정 등의 정책 수단을 통해 건축물 에너지 정책 및 건물분야 온실가스 감축 목표 이행을 지원

  · 녹색건축정보포털 그린투게더를 통해 녹색건축 관련 제도, 인증기관, 녹색정책·정보 등 관련 정책 및 지원사업 정보 제공

【 표 8-33 】 타 부처 법령과의 관계

부처	소관업무	관련 법령	부처별 주요사업
국무조정실	<정책총괄> ▪ 정책 조정 및 총괄, 녹색성장위원회 구성 및 운영	저탄소녹색성장 기본법	▪ 국가 온실가스 감축 이행 정책
국토교통부	<건물 에너지 및 건물분야 온실가스 감축 이행 총괄> ▪ 건축물 에너지·온실가스 정보체계 ▪ 지역별 건축물 에너지총량 관리 ▪ 개별 건축물 에너지 소비 총량 제한 ▪ 기존 건축물 에너지성능 개선 기준 ▪ 공공건축물 에너지 소비량 공개 ▪ 녹색건축물 인증 ▪ 그린리모델링 활성화	녹색건축물 조성 지원법	▪ 건물 에너지 절약설계 기준 ▪ 녹색건축정보포털 ▪ 국가 건물에너지 통합관리 시스템 ▪ 제로에너지건축물인증제도

부처	소관업무	관련 법령	부처별 주요사업
산업통상 자원부	<에너지 공급 및 수요관리 총괄> ▪ 에너지 공급 및 수요 통계 ▪ 에너지 사용·관련 기자재 보급·인증 ▪ 에너지 합리화 관련 기술개발 등	에너지이용합리화법	▪ I-Smart 구축사업 ▪ 스마트그리드 ▪ 에너지 프로슈머
환경부	<온실가스 감축 총괄> ▪ 국가온실가스종합관리시스템	온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률	▪ 녹색건축인증

- 그린리모델링 활성화, 에너지 목표 관리, 건물분야 신·재생에너지 공급 의무화 등 동 사업에서 추진하고자 하는 사업 범위 또한 부처 간 소관 법령, 목표가 명확한 바, 동 사업 추진에 있어 부처 간 상충이나 법령 간 충돌로 인한 위험요인은 없는 것으로 판단됨

  · 건물분야 온실가스 감축목표 이행과 신축·기축 건물 간 커뮤니티 단위의 통합 관리를 위해 국토교통부, 산업통상자원부, 환경부 간 역할분담 및 연계 필요

  · 에너지 정책 등 타부처와 협업이 필요한 경우 사업 추진 중 협업 수행

❍ 민원·분쟁 가능성 및 지자체 협의 사항 검토

- 민원·분쟁 가능성

  · 동 사업 추진 간 실증 소요는 기축·신축 건물의 에너지 고효율화 및 에너지 그리드 연계, 공공건물 및 부지 등을 활용한 에너지스테이션 실증사업 등임

  · 기축·신축 건물의 에너지 고효율화 기술 실증 사업 간 공공·민간 대상 부지 확보, 공사 등이 수반되어 민원 및 분쟁 우려가 있으나, 에너지비용 절감, 잉여에너지 매전을 통한 수익모델 창출 등 부수적 편익이 민원·분쟁 소요를 일부 상쇄할 것으로 판단됨

  · 또한 LH·SH 등 공공임대주택 자산을 보유한 기관 및 지자체 등이 참여의향서를 제출하여 공공임대주택(공공임대 아파트 및 매입형·장기전세형 연립·다세대 등) 등 공공자산 위주의 사업이 추진될 것으로 전망되는 바, 민원·분쟁 가능성이 낮다고 볼 수 있음

- **실증단지 시 애로사항 여부**

  · 본 사업 4중점 2핵심의 유형별 실증 사업과 관련하여 실증사이트 제공을 위해 LH, SH 등 협력이 필요하에 참여 의향서 협의 완료

  · 정부는 학교 건물의 에너지 고효율화 및 스마트화를 골자로 하는 '스마트 그린 스쿨' 사업을 한국판 그린 뉴딜의 핵심사업으로 추진하고자 하며, 동 사업의 기술개발 성과 창출이 완료되는 `26년 스마트 그린 스쿨 사업의 2단계 사업 추진이 기획되어 향후 동 기술의 개발이 완료될 경 경우 활용 가능성이 높을 것으로 판단됨

❍ 연구개발사업 추진결과의 분쟁 가능성

- 동 사업을 통해 얻어지는 산출물이 WTO 협정에 의한 보조금 규제대상인지 여부를 판단하기 위한 검토 실시

  · 사업을 통해 도출되는 산출물이 국제 교역재에 해당하는 경우 고려해야 할 사항으로써 국가연구개발사업의 지원이 금지보조금에 해당하는지, 이로 인해 타 국가와 분쟁 및 마찰이 발생할 수 있는지 등에 대한 여부를 평가

  · 보조금이란 정책당국이 특정한 정책목표를 달성하기 위해 산업 및 기업 활동에 제공하는 각종 지원을 의미

  · 동 사업은 R&D 사업으로 동 사업의 수혜를 받는 산업분야에 수출 보조금을 지원하거나 수입 대체 보조금을 지원하는 사례로 보기는 어려움

【 표 8-34 】 WTO 보조금의 유형

구분	내용
금지 보조금	▪ 그 자체로 특정성이 있는 것으로 간주되어 특정성 존재 여부와 관계 없이 WTO 차원에서의 신속하고 직접적인 제재의 대상이 되거나, 수입국이 자국법에 의해 상계관세를 부과할 수 있음 ▪ WTO 보조금협정 상 금지보조금의 운용은 회원국의 경제개발 정도에 따라 적용시점이 달리 규정되어 있으나, 일부 예외를 제외하면 유예기간이 종료되어 거의 모든 회원국의 수출 보조금과 수입 대체 보조금이 예외없이 금지되고 있음 - 수출 보조금 : 법률상 또는 사실상 수출실적에 따라 공여되는 보조금 - 수입 대체 보조금 : 수입품 대신 국산품의 사용을 조건으로 하여 공여되는 보조금
조치 가능 보조금	▪ ①정부 또는 공적 기관에 의한 재정적 기여로 인해, ②혜택이 부여되고, ③특정성이 있을 경우의 3가지 요건이 모두 충족되는 경우 그러한 재정적 기여는 조치가능보조금에 해당 ▪ 다른 회원국의 이익에 부정적인 효과를 초래하였을 경우에는 WTO 제소 또는 피해국으로부터의 직접적인 상계조치를 받을 수 있음 ▪ 다른 회원국의 국내 산업에 대한 피해, 1994년 GATT 협정에 의한 양허혜택의 무효화 또는 침해, 다른 회원국의 이익에 대한 심각한 손상 등

※ 출처 : 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침 제2-1판, 한국과학기술기획평가원(2018)

3. 경제적 타당성 분석

3.1. 비용편익 분석

3.1.1. 비용 추정

❑ **동 사업의 총 비용을 명목가치 2,400억원(국고 1,800억원, 민간 출자 600억 원), 현재가치 1,897억원으로 추정**

❍ 비용 항목

- 동 사업 결과물을 사업 목적에 따라 활용하기 위해서는 연구개발에 투입되는 사업비 외의 별도의 연구개발 투자가 필요하지 않음
  - 따라서, 민간·정부 투자금액을 합한 총 사업비를 총 비용으로 갈음할 수 있음

❍ 사회적 할인율

- 연구개발사업의 비용과 편익은 미래의 단일 시점 또는 여러 시점에 걸쳐 발생하지만, 이에 대한 경제성분석은 분석을 수행하는 현재 시점에서 이루어지므로 현재가치로의 환산 필요
  - 예비타당성조사 수행 총괄지침 상에 제시된 사회적 할인율 값인 4.5%를 적용

❍ 현재가치 산정 기준년도

- 현재가치 산정 기준년도는 동 사업의 예비타당성조사 신청 연도인 2020년을 기준으로 계산

❍ 비용 추정

- 동 사업의 총 비용은 다음과 같음
- 연평균 300억원(현재가치 237억원)의 국고가 투입될 예정이며, 정부출연금의 연도별 예산은 과제 추진현황에 따라 약 184억원(2028년)에서 약 710억원(2026년)까지 차등 지원될 예정

【 표 8-35 】 총 비용

(단위: 억원)

구분		2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	합계
정부		210	302	344	510	302	132	1,800
민간		70	101	115	170	101	44	600
기획평가비		13	18	21	31	18	8	108
합계	명목가치	293	421	480	710	420	184	2,508
	현재가치	257	353	385	545	309	133	1,982

3.2. 비용편익 분석 결과

3.2.1. 사업 전체

❑ **동 사업의 총 비용과 총 편익을 기준으로 산정한 B/C는 1.2로 사업의 경제적 타당성은 충분한 것으로 나타남**

【 표 8-36 】 사업의 B/C 분석 결과

(단위: 억원)

구분	편익	비용	B/C ratio
에너지 디지털 진단 및 설계	689	373	-
건축물 제로에너지 그린리모델링	825	430	
커뮤니티 에너지 스테이션	539	448	
제로에너지 커뮤니티 운영 및 확산 모델 (실증 포함)	262	646	
합계	**2,315**	**1,897**	**1.2**

4. 파급효과

❑ 기술적 기대효과

- ❍ 커뮤니티 에너지 성능 진단 및 최적 설계 기술 개발을 통해, 신도시 개발 및 도시재생 시 활용할 수 있는 지구단위 에너지계획 기술 확보
- ❍ 기축건물 에너지 리모델링을 위한 비용효율적이고 신속 시공 가능한 기술 개발을 통해 국내 건축물 리모델링 기업의 기술역량 강화
- ❍ 커뮤니티 단위 전기-열에너지 관리를 위한 섹터커플링 기술 확보를 통해 분산 에너지원의 도시 확대 기반 마련

❑ 정책적 기대효과

- ❍ 커뮤니티 단위에서의 에너지/온실가스 감축을 통해 건물 부문 온실가스 감축 목표 달성에 기여 가능
- ❍ 기축건물 에너지 리모델링 산업 생태계 기반 조성을 통해 녹색건축 분야 신산업 육성 및 중소 건설기업의 신성장 동력 확보

❑ 산업적 기대효과

- ❍ 동 사업을 통해 개발된 성과의 사업화를 통해 4,583명의 고용 창출, 8,088억 원의 생산유발 및 3,360억 원의 부가가치 유발효과 기대



주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.