

국토교통연구기획사업

효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지
핵심기술 개발 기획

(신규사업명 : 저탄소 에너지 고효율 건축기술 개발(R&D))

2017. 5.

주관연구기관 / 한국건설기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

국토교통연구기획사업

효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지
핵심 기술 개발 기획

- 기존 건축물 제로에너지화를 위한 수요맞춤형 리모델링
모델 개발 및 실증 -

2017. 05

공동연구기관 / 한국에너지기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 “효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술 개발 기획” 과제 중 2과제 “기존 건축물 제로에너지화를 위한 수요맞춤형 리모델링 모델 개발 및 실증”의 최종 보고서로 제출합니다.

2017. 05. 30.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 최경석 연구위원

연구원 : 이승언, 강재식, 김용기

 : 손병후, 조선희, 류형규

공동연구기관명 : 명지대학교 산학협력단

협동연구책임자 : 이명주 교수

공동연구기관명 : 한국에너지기술연구원

협동연구책임자 : 조 수 책임연구원

목 차

제1장 기술의 정의 및 필요성	01
제1절 기술의 정의	01
제2절 연구개발 배경	04
제3절 연구개발 필요성	10
제2장 국내외 동향 및 환경 분석	22
제1절 국내외 정책동향	22
제2절 국내외 시장현황 및 전망	40
제3절 기술동향 분석	54
제4절 기술수준 분석	80
제5절 유사과제 분석	90
제6절 연구개발 인프라 분석	101
제7절 기술수요조사	104
제8절 종합분석	106
제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략	110
제1절 연구의 비전 및 목표	110
제2절 핵심기술 선정	114
제3절 연구과제 구성	118

제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략	121
제5절 세부과제 간 연계관계	126
제6절 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	127
제7절 성과의 활용방안	129
제4장 사전타당성 검토	133
제1절 정책적 타당성 검토	133
제2절 기술적 타당성 검토	134
제3절 경제적 타당성 검토	137
제4절 기술개발의 필요성	138
제5장 인력투입 소요예산 산정	143
제1절 연구일정에 따른 인력투입 계획	143
제2절 소요예산 산정	145
제6장 과제 제안요구서	148
제1절 과제 제안요구서(RFP)	148
제2절 평가기준 설정	156

그림목차

[그림 1-1] 기존 주거용 건축물의 제로에너지화	1
[그림 1-2] 제로에너지화의 개념	4
[그림 1-3] 지구온난화에 의한 영향과 위기(출처: 기후 Week 2015 포럼, 2015)	5
[그림 1-4] Post-2020 대응 국외의 온실가스 감축 목표 및 내용	6
[그림 1-5] Post-2020 우리나라 온실가스 감축 목표(2015년 6월)	7
[그림 1-6] 국토교통 7대 신산업 중 제로에너지빌딩 사업 개요	8
[그림 1-7] 세계 탄소배출권 거래제 현황(출처: 국제배출권거래협회, 2015)	8
[그림 1-8] 국내 리모델링 시장전망	10
[그림 1-9] 전국 건축물 용도별 현황	11
[그림 1-10] 전국 건축물 노후화 현황	11
[그림 1-11] 전국 주택 중 공동주택 비율(단위 : 세대)	12
[그림 1-12] 전국 공동주택 노후화 현황	12
[그림 1-13] 연도별 전국 가구 형태 변화	13
[그림 1-14] 공동주택의 에너지소비량 현황	13
[그림 1-15] 15년 이상 노후화 공동주택 지역별 현황 및 단열성능 기준 변화	14
[그림 1-16] 공동주택 리모델링 요구 충족의 어려움	15
[그림 1-17] 공동주택 리모델링 의사결정 흐름	15
[그림 1-18] 공공건축물 용도시설별 비율	16
[그림 1-19] 공공건축물 노후화 현황	17
[그림 1-20] 기존 공공건축물 리뉴얼 개선 요구	18
[그림 1-21] 기존 공공건축물 리모델링 개발 개념	18
[그림 1-22] 그린리모델링 사업 개요	19
[그림 1-23] 저소득층 에너지효율개선사업-한국에너지재단	19
[그림 2-1] 국내 건물부문 건물에너지 절감 강화 정책 및 전망	23
[그림 2-2] 부분별 감축율(%) (출처 : 온실가스종합정보센터)	24
[그림 2-3] 2030년 BAU 대비 37% 감축목표 (출처 : 온실가스종합정보센터)	24
[그림 2-4] 국토교통 7대 신산업 육성방안	25
[그림 2-5] 에너지 신산업 생태계 (출처: 산업통상자원부)	25
[그림 2-6] 그린 리모델링 사업의 개요	26
[그림 2-7] 국내 건물부문 온실가스 감축 및 에너지효율화 추진정책 분류	27
[그림 2-8] OECD 가입국 주거건물 예상 에너지 사용 증가율(2016; IEA)	28
[그림 2-9] EU 국가들의 제로에너지 로드맵 현황	29
[그림 2-10] EPBD recast 의 nZEB관련 로드맵	29
[그림 2-11] 유럽연합의 제로에너지 실현을 위한 가이드라인	30
[그림 2-12] 전 세계 국가별 녹색 건축물 인증제도 현황	32
[그림 2-13] 독일의 제로에너지 빌딩 관련 규제	34
[그림 2-14] 연도별 프랑스 BBC 목표 수준	34
[그림 2-15] 일본 재생에너지 설비용량변화 추이	38
[그림 2-16] 국외 리모델링 정책	39
[그림 2-17] 리모델링 시장의 성장	42

[그림 2-18]	전국 건축물 현황	43
[그림 2-19]	전국 건축물 현황	43
[그림 2-20]	글로벌시장 제로에너지빌딩 테크놀로지 기술개발 투자 패턴 및 경향	50
[그림 2-21]	세계 그린빌딩 건축재료시장 규모	50
[그림 2-22]	권역별 그린빌딩 건축재료 시장 규모	51
[그림 2-23]	일본 리모델링 시장규모	52
[그림 2-24]	제로에너지빌딩 적용 패시브&액티브 기술 사례	54
[그림 2-25]	분야별 최고기술 보유국	55
[그림 2-26]	국내 최초 제로에너지주택 실증단지	58
[그림 2-27]	노원구 제로에너지주택 실증단지 연간 에너지 대차대조 예측	58
[그림 2-28]	제로에너지주택 실증단지 목업주택 7월 실내온도와 외기온도 비교	60
[그림 2-29]	요소기술별 비용 분석	61
[그림 2-30]	국내 에너지 건축자재 정보 관련 시스템 특징	62
[그림 2-31]	녹색기술 범위	64
[그림 2-32]	녹색기술 예시	64
[그림 2-33]	친환경건설자재 예시 출처 : 친환경건설자재 Catalog	65
[그림 2-34]	패시브하우스 개념도	66
[그림 2-35]	글로벌시장 제로에너지빌딩 테크놀로지 개발 동향 및 로드맵	68
[그림 2-36]	건물외피 부문별 시장 성숙도 평가	68
[그림 2-37]	Effizienzhaus Plus의 연간 에너지 대차대조	69
[그림 2-38]	요소기술 최대 적용가능성과 payback	71
[그림 2-39]	건축물 비용, 에너지성능 관계	71
[그림 2-40]	국외 에너지 건축자재 정보 관련 시스템 특징	72
[그림 2-41]	미국 그린빌딩협회의회(USGBC) 홈디포(Home Depot)	73
[그림 2-42]	효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술 개발 기획	77
[그림 2-43]	녹색건축 분야의 국가/연도별 출원동향	80
[그림 2-44]	특허분석 개요	81
[그림 2-45]	특허분석 대상	81
[그림 2-46]	특허기술경쟁력: 종합	82
[그림 2-47]	핵심키워드(건물, 제로에너지, 자재 및 기술): 종합	83
[그림 2-48]	핵심키워드(건물, 제로에너지, 자재 및 기술): 건물에너지 운영 및 관리기술	83
[그림 2-49]	대상특허 전체 연도별 특허 출원 현황(한국, 일본, 미국, 유럽)	84
[그림 2-50]	국가별 특허 점유율(한국, 일본, 미국, 유럽)	85
[그림 2-51]	각 부분별 소분류 세부항목	85
[그림 2-52]	출원연도별 특허 수	86
[그림 2-53]	출원인별 특허 수	86
[그림 2-54]	국내외 건물 외피 부문 논문동향 결과	87
[그림 2-55]	국내 건물 외피 부문 상세 논문동향 결과	88
[그림 2-56]	논문 분석 절차 및 체계	89
[그림 2-57]	관련논문 발표 건수	89
[그림 2-58]	약식수요조사 양식	104
[그림 2-59]	전문가 회의	105
[그림 3-1]	연구의 개요 및 내용	110

[그림 3-2] 연구의 개요 및 비전	111
[그림 3-3] 연구의 최종 목표	111
[그림 3-4] 리모델링 비용 최적화 솔루션 개발	112
[그림 3-5] 에너지 품질향상 및 공기단축 기술 패키지화	112
[그림 3-6] 제로에너지 최적 주거모델 개발	113
[그림 3-7] 연구과제의 구성	118
[그림 3-8] 세부과제 간 연계도	126
[그림 3-9] 1세부 과제별·연차별 기술 로드맵	127
[그림 3-10] 2세부 과제별·연차별 기술 로드맵	127
[그림 3-11] 3세부 과제별·연차별 기술 로드맵	127
[그림 3-12] 4세부 과제별·연차별 기술 로드맵	128
[그림 3-13] 세부 과제별·연차별 성과 로드맵	128
[그림 4-1] 현재 향후 공동주택 및 향후 개보수 목적 현황	138
[그림 4-2] 기존공동주택의 개보수 및 리모델링 관련 연구의 적용성	139
[그림 4-3] 공공건물 리모델링 기술요소 적용 분포	142
[그림 5-1] 연구체계도	144
[그림 5-2] 연구설계도 총괄표	145

표목차

[표 1-1] 리모델링과 대수선 정의	2
[표 1-2] 리모델링 용어 정의	2
[표 1-3] 국제법상 공공청사의 유형 및 종류	4
[표 1-4] 용도시설별 공공건축물 현황('15년 7월 기준)	16
[표 1-5] 공공건축물 총수('15년 7월 기준)	17
[표 1-6] 공공건축물 10년 단위 공공건축물 누적 수량	18
[표 1-7] 임대주택 유형별 에너지절감사업 필요성	20
[표 2-1] 2014년 국토교통부의 제로에너지빌딩 조기 활성화 방안	22
[표 2-2] 제로에너지빌딩 인센티브	22
[표 2-3] 제로에너지빌딩 인증 등급(안)	23
[표 2-4] 제로에너지빌딩 사업모델	24
[표 2-5] 유럽연합 각 나라에서 선정한 건물에너지	31
[표 2-6] 미국 단체별 제로에너지 계획	32
[표 2-7] 유럽 국가별 스마트 미터링 도입 계획	36
[표 2-8] 제로에너지빌딩 시범단지	40
[표 2-9] 국내외 일반건축물 및 녹색건축물 시장성장 전망	41
[표 2-10] 국내 리모델링 주요 사례	44
[표 2-11] 영국의 베드제드(Bed-ZED) 개요	47
[표 2-12] 독일의 Freiburg Vauban 프로젝트	47
[표 2-13] 독일의 운데마을	48
[표 2-14] 일본의 펠타운(Pal town)	48
[표 2-15] 주요국가 리모델링 활성화 방안 비교	53

[표 2-16]	국가별 1인당 GDP 대비 리모델링 시장규모	53
[표 2-17]	국내 ZEB 시범사업 지역/용도별 적용 기술 현황	54
[표 2-18]	제로카본 그린홈 적용 요소기술	56
[표 2-19]	제로에너지주택 성능 건축물 부위별 열관류율	57
[표 2-20]	노원구 제로에너지주택 실증단지 적용 기술	59
[표 2-21]	제로에너지주택 실증단지 목업주택과 일반주택 냉난방비 비교	60
[표 2-22]	국내 친환경 건축 자재 기준의 기술 현황	63
[표 2-23]	국내 고성능 건축 자재/설비 기준의 기술 현황2	64
[표 2-24]	BEMS 분석항목 및 주요기능	74
[표 2-25]	국외 BEMS 연구개발 주요기업	75
[표 2-26]	기술트리	76
[표 2-27]	기존 기술(연구)와의 차별성 및 연계방안	78
[표 2-28]	특허동향 분석 검색식	84
[표 2-29]	국내 리모델링 관련 논문	89
[표 2-30]	유사과제 분석 개요	91
[표 2-31]	유사과제 사례 1	92
[표 2-32]	유사과제 사례 2	93
[표 2-33]	유사과제 사례 3	94
[표 2-34]	유사과제 사례 4	95
[표 2-35]	유사과제 사례 5	96
[표 2-36]	유사과제 사례 6	97
[표 2-37]	유사과제 사례 7	98
[표 2-38]	유사과제 사례 8	99
[표 2-39]	기존 기술(연구)와의 차별성 및 연계방안	100
[표 2-40]	중점추진분야별 인프라 수준	101
[표 2-41]	국내 연구 인프라	103
[표 2-42]	기획과제의 SWOT 분석	108
[표 2-43]	대응전략 및 기술개발 방향	109
[표 3-1]	제로에너지 주택 비용 최적화 관련 세부기술	116
[표 3-2]	기존 주택 에너지 품질향상 및 공기단축 기술	116
[표 3-3]	제로에너지 주거모델 개발 기술 관련 세부기술	117
[표 3-4]	세부과제 구성	119
[표 3-5]	세부기술 정의	120
[표 3-6]	제로에너지 주택 비용 최적화 기술 개발(1세부) 연구 목표 및 연구내용	121
[표 3-7]	기존 주택 에너지 효율향상 기술 개발(2세부) 연구 목표 및 연구내용	121
[표 3-8]	기존 주택 경제적 개보수 시공 기술 개발(3세부) 연구 목표 및 연구내용	122
[표 3-9]	제로에너지 최적 주거모델 개발 및 실증(4세부) 연구 목표 및 연구내용	122
[표 3-10]	기획연구 세부과제별 연구 목표 및 연구성과 산출물	123
[표 3-11]	기획연구 세부과제별 연구성과 산출물 평가항목 및 평가방법	124
[표 3-12]	세부과제별 연구성과의 활용방안	130
[표 4-1]	각 세부과제 연구를 통한 정책적 효과	133
[표 4-2]	각 세부과제 연구를 통한 기술 개발 수준	135
[표 4-3]	각 세부과제 연구를 통한 기술적 효과	136

[표 4-4] 건축내외장재 리모델링 시장 규모(단위 : 억원)	137
[표 4-5] 공공건축물 총수 범위별 노후도('15년 7월 기준)	140
[표 4-6] 공공건축물 연면적 범위별 노후도('15년 7월 기준)	141
[표 4-7] 리모델링의 기술 요소	141
[표 5-1] 전체 사업의 총 개발인력 투입계획	143
[표 5-2] 세부과제별 개발인력 투입계획	143
[표 5-3] 전체사업 연차별 소요 예산(단위 : 천원)	146
[표 5-4] 1세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)	146
[표 5-5] 2세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)	146
[표 5-6] 3세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)	147
[표 5-7] 4세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)	147
[표 6-1] 과제 제안요구서(RFP)	148
[표 6-2] 기준 항목 및 세부평가항목	156

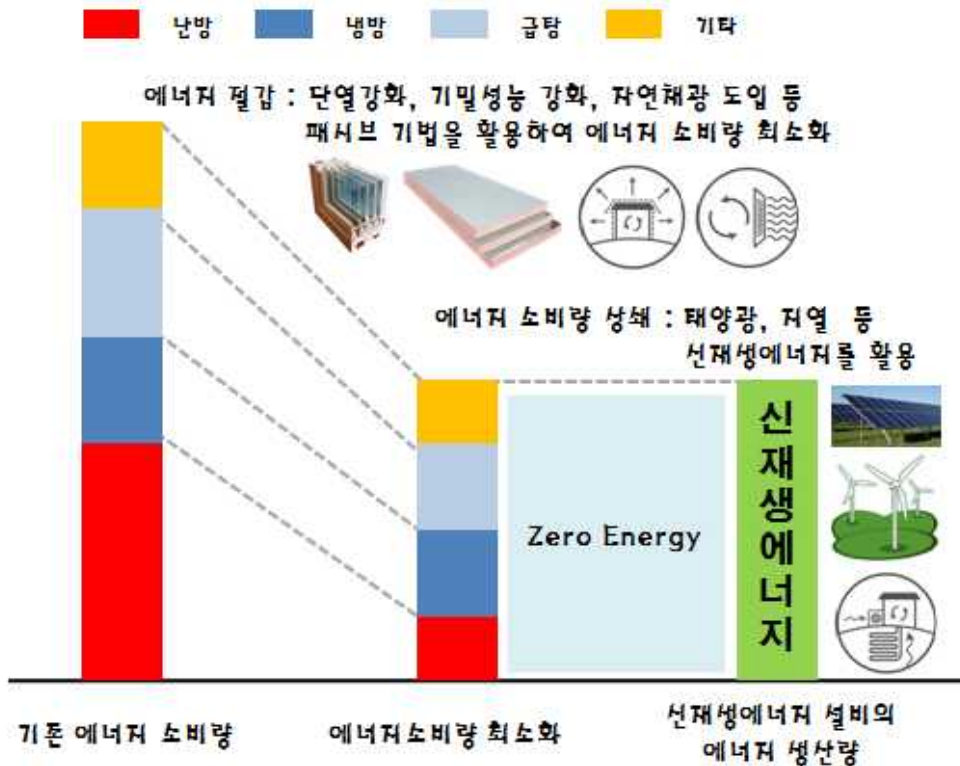
1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의

1. 기술의 정의

가. 기존 공동주택 제로에너지화

- 신규 공동주택의 에너지 절감 설계 및 시공은 다양한 제도의 개선 및 법규 수준의 강화에 따라 원활히 이루어지고 있는 반면, 기존 공동주택의 경우는 의무관리 대상을 지정하여 에너지 소비량을 관리하고 그린리모델링과 같은 건물의 에너지 효율 개선 및 개보수를 통해 이루어져야 함에 따라 건물의 제로에너지화에 대한 관심이 높아지고 있음.
- 건물 제로에너지화는 건축물의 에너지 소비량 중 각 부분별 기존 에너지 소비량을 파악하고 개보수를 통한 건축물 단열성능 강화, 기밀성능 강화 등과 같은 패시브(Passive) 기술의 성능강화를 이루고 건물의 기계설비 효율 개선 및 커미셔닝 등을 통한 액티브(Active) 기술의 성능강화를 통해 소비되는 에너지를 최소화함을 기본으로, 최소의 에너지 소비량을 감당할 수 있는 신재생에너지를 도입하여 필요 에너지 소비량을 충족시킴으로서 건물의 제로에너지화를 이룰 수 있음.



[그림 1-1] 기존 주거용 건축물의 제로에너지화

○ 건축물의 리모델링

- 2001년 건축법 시행령 개정으로 ‘리모델링’ 용어 등장.
- 리모델링이란 건축법 제2조제10호와 주택법 제2조제15호에 규정되어 있으며 ‘건축물의 노후화 억제 또는 기능향상 등을 위한 대수선) 또는 증축’으로 규정
- 리모델링은 신축에 대비되는 개념으로 기존 건축물의 기능 저하 속도를 억제, 향상시킴으로써 건축물의 기능, 구조, 성능, 환경을 개선하고 수명을 연장시키는 활동을 포함하는 포괄적인 개념

[표 1-1] 리모델링과 대수선 정의

리모델링	<ul style="list-style-type: none"> - 건축물의 노후화를 억제하거나 기능향상 등을 위해 대수선하거나 일부 증축하는 행위 - 사용검사일 또는 사용승인일부터 15년 이상 경과한 공동주택을 각 세대의 주거전용면적의 3/10 이내에서 전유부분을 증축하는 행위
대수선	<ul style="list-style-type: none"> - 건축물의 기둥, 보, 내력벽, 주계단 등의 구조나 형태의 수선, 변경 또는 증설 - 내력벽을 증설 또는 해제하거나 벽면적을 30㎡이상 수선 또는 변경 - 기둥, 보를 증설 또는 해제하거나 세 개 이상 수선 또는 변경 - 주계단, 피난계단 또는 특별피난계단을 증설 또는 해제하거나 수선 또는 변경

[표 1-2] 리모델링 용어 정의

용어	정의
개수 (improvement)	열악한 건축물 등의 성능 및 기능을 초기 수준 이상으로 개선하는 것
개량 (modernization, improvement)	건축물, 부품, 기기, 시스템을 현재 요구되는 수준으로 개선, 변경하는 것
개조 (renovation)	부품과 기기 등을 교체하는 것
갱신 (renewal)	낡은 부재, 부품, 기기 등을 새로운 물건으로 교체하는 것
보충 (structural improvement)	건축물의 강도 등을 보강하는 것
증축 (extension)	바닥면적을 증가시키거나 동일부지에 별도로 새로 건축하는 것
사후보전 (maintenance)	고장 등으로 기능, 성능이 저하 또는 정지됐을 때 보전하는 것
개량보전 (improvement)	초기 성능, 기능을 상회하여 개량하기 위한 보전
유지관리 (maintenance&management)	건축물, 설비, 시설물 등의 기능 또는 성능이 항상 적절한 상태를 유지하는 것
점검 (inspection)	대상물이 기능을 수행하는 상태 또는 마모정도를 조사하는 것
보수 (maintenance)	초기 성능 및 기능 유지를 위해 계속적으로 행하는 주유, 소모품 교체 등 경미한 작업
운전 (operation)	설비기기를 가동하고 상황을 감시 및 제어하는 것
수선 (repair)	건축물 및 부대시설 성능의 원상 복귀 또는 실용상 지장 없는 상태로 회복시키는 것 단, 정기적인 소모품 교체는 제외
보수 (amendment)	부분적으로 열화된 성능을 실용상 지장없는 상태로 회복시키는 것
복원 (restoration)	소실 또는 개조된 건축물을 건설 당시 상태로 재현, 수복이라고도 함.
변경 (rearrangement)	칸막이 등 주요구조를 현저히 변경하지 않는 범위내에서의 변화
개축 (reconstruction)	건축물의 전부 또는 일부를 철거하고 구조, 규모, 용도를 현저히 변화시키지 않은 상태에서 원래 장소에 다시 건축하는 것

제거 (elimination)	건축물 또는 일부분을 제거하는 것
신축 (new construction)	부지에 새롭게 건축물을 세우는 것
유연성 (flexibility)	건축물의 개량, 변경 등을 용이하게 하는 것
이축 (removing)	해체복원의 방법으로 건물을 별도 장소로 이전시켜 다시 원형을 만드는 것

- 리모델링은 재건축과는 달리 기반시설에 대한 개선이 포함되지 않으며, 사업범위는 아파트단지의 전체나 주동단위로 일부에 대한 개선이 가능
- 적용법규도 도시정비사업은 도시 및 주거환경정비법인 것에 비해 리모델링은 주택법과 건축법 적용

○ 리모델링의 일반적 유형 구분

- 관련 용어로는 공사범위에 따라 크게 수선과 대수선, 리모델링으로 구분
- 수선의 경우 장기수선계획에 따른 공공설비시설, 내·외장재 등의 개·보수가 주된 공사내용임
- 대수선과 리모델링의 경우 주민동의가 필요하며, 주요 구조물(기둥, 보, 내력벽)의 수선 변경이 발생

○ 녹색건축

- 녹색건축이란 ‘저탄소녹색성장기본법 제54조’에서 에너지이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물을 말함
- 녹색건축물의 주요 구성기술은 신재생에너지 사용, 온실가스 배출 최소화, 에너지이용 효율으로 구성 되어 있음

○ 그린리모델링

- 저비용, 고효율 기술을 적용해서 건물의 에너지 사용량을 줄이는 방향으로 공사(리모델링)를 진행하는 것
- 창호 교체 등 건축물 단열 성능을 개선할 경우 공사 후에 절감되는 에너지 비용으로 공사비용을 분할 상환 하는 정책, 제도

○ 기술분류 및 내용

- 제로에너지주택 비용 최적화 기술 개발 : 건축물의 에너지 수요 및 개보수 비용 예측소프트웨어 개발, 건축물 자재정보 DB 관리를 위한 각종 프로그램 개발, 건축물의 정보(BIM 기반) 및 에너지 통합관리 시스템의 개발
- 기존 주택 에너지 품질향상 및 공기단축 기술 개발 : 에너지 효율 향상 기술 발굴 방안 수립, 개보수용 건축자재 표준화(모듈화) 방안 개발안 수립, 제로에너지주택을 위한 개보수 가이드라인 개발 방안 수립
- 기존 공동주택의 제로에너지 주거모델 개발 및 구축 : 제로에너지 주거 모델 개발안 수립, 제로에너지 주거모델 적용 및 실증을 통한 가이드라인 개발 로드맵 제공

나. 공공건축물

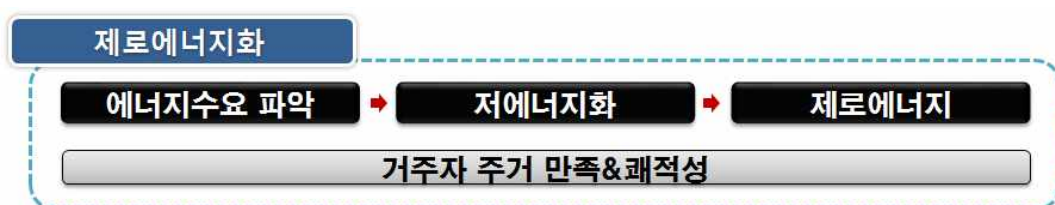
- 국내의 “공공건축”에 대한 법적 근거는 건축서비스산업진흥법 제2조에 의해 “공공건축이란 공공기관이 건축하거나 조성하는 건축물 또는 공간환경을 말한다”로 포괄적으로 정의하고 있음.
- 정부청사관리규정 제 2조에 의해 “청사란 국가가 중앙행정기관 및 그 소속기관의 사무용과 공무원의 주거용으로 사용하거나 사용하기로 결정한 건물·부대시설 및 그 대지를 말한다”.
- 공공청사는 공공업무를 수행하기 위하여 설치·관리하는 국가 또는 지방자치단체의 청사를 말하며, 구체적으로는 정부청사, 도청, 시·군·구청, 지방자치센터, 파출소, 지구대, 소방서, 우체국 등이 이에 속함.
- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에서는 공공청사의 범위를 공공업무를 수행하기 위하여 설치·관리하는 국가 또는 지방자치단체의 청사뿐만 아니라 외교업무수행을 위하여 정부가 설치하여 주한외교관에게 빌려주는 공관 및 교정시설(교도소·구치소·소년원 및 소년분류심사원에 한함)까지 포함하고 있으며, 근린공공시설과 공공업무시설로 구분하고 있음.

[표 1-3] 국제법상 공공청사의 유형 및 종류

유형	종류
근린공공시설	주민센터 / 파출소 / 소방파출소 / 우체분국 / 보건지소
공공업무시설	시·군·구청, 경찰서, 소방서, 우체국, 그 밖에 국가 또는 지방자치단체의 공공업무에 필요한 시설

다. 제로에너지화

- 건축물에서 거주자 주거&쾌적성을 만족하는 기본 전제하에, 기존 건축물의 에너지 소비량 파악이 이루어짐에 따라 이를 저감하기 위한 에너지 절감기술을 적용하고 궁극적으로 건축물의 에너지 소비량의 제로에너지 달성을 위한 과정으로써, ‘에너지수요 파악-저에너지화-제로에너지’ 단계로 구분할 수 있음.

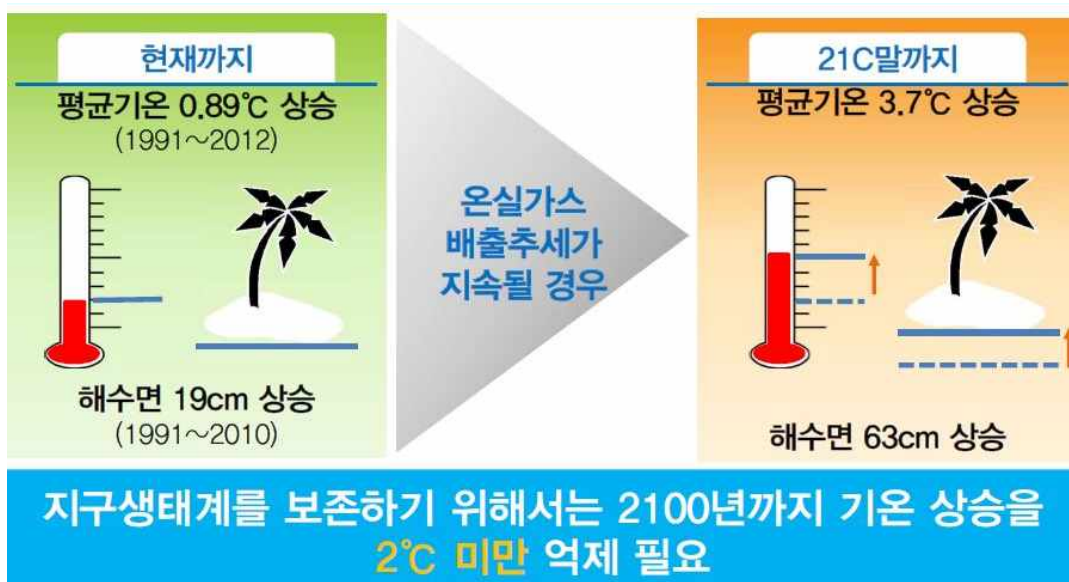


[그림 1-2] 제로에너지화의 개념

2절. 연구개발 배경

1. 대외적 측면(신(新)기후체제)

- 기후변화에 따른 지구 생태계의 변화에 에너지·자원의 고갈 등에 대한 전지구적 대응 노력이 절실하며 기후변화에 적절히 대응하지 않을 경우 그 피해는 매년 전세계 GDP의 20% 까지 치솟을 것으로 예상(출처: Nicholas Stern, 2006)
- Post-2020 신기후체제란 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승폭을 2°C 이내(온도 상승을 1.5°C 이하로 제한하기 위한 노력을 추구)로 억제하기 위하여 선진국, 개도국 모두 참여하여 기후 변화에 대응하는 것을 의미하며, 제20차 리마 기후변화 당사국총회(COP, The Conference of the Parties)에서 각국이 온실가스 감축 목표를 스스로 결정하는 자발적 기여(INDC, Intended Nationally Determined Contributions)를 2015년 12월 파리총회(COP 21)에 앞서 제출함
- 우리나라는 2015년 12월 **POST-2020을 대비한 국가 온실가스 감축목표를 2030년까지 온실가스 배출전망치(850.6백만톤CO2e) 대비 37%로 결정함**
- 파리 당사국 총회(COP21, 2015년 12월) 이후 온실가스 감축목표가 국제적으로 공식화되면 후속작업으로 부문별 세부이행계획 및 정책적 대응방안 마련이 시급하며 국가 온실가스 감축목표 달성 및 제로에너지 건축물 의무화 추진(2025년) 등과 관련하여, **건물부문의 구체적인 기술적, 정책적 대책 마련이 시급한 상황**으로 인식되고 있음



[그림 1-3] 지구온난화에 의한 영향과 위기(출처: 기후 Week 2015 포럼, 2015)

○ 지구 온난화 및 에너지 고갈 등으로 인한 환경문제 해소를 위한 에너지 효율화 및 기후변화 대응 주거단지 기술 개발 필요

- 플러스에너지 공동주택은 에너지요구량 최소화와 고효율설비 및 신재생에너지 시스템을 통해 필요 에너지를 공급하는 등 에너지 소비주체에서 생산주체로 역할 변화 필요
- 에너지플랫폼 내에서 주거단지의 에너지소비량을 줄이고, 신재생에너지시스템을 통한 열·전력 잉여에너지 극대화를 위한 주거모형 개발 및 보급 필요

● **선진국 및 개도국의 중장기 감축목표 수립 추진**

국가	주요 내용	감축 목표 (2030)
 E U	<ul style="list-style-type: none"> ◦ EU 기후변화 종합법(Directives)발효 ('09.4) ◦ 자동차 온실가스 배출규제 도입 ('09) 	1990년 대비 40%
 영국	◦ 세계최초 기후변화 법안 도입, 감축목표 명시(2008.12)	1990년 대비 34% (2020년 목표)
 중국	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '20년까지 일차에너지의 비화석연료의 비중을 15%로 상향 ◦ 5개년 계획 ('11-'15년) 수립 	60-65% ('05 대비 GDP 당)
 미국	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '20년부터 주거용, '25년부터 비주거용 건축물의 제로 에너지화를 목표로 에너지부처(Department of Energy)의 추진사업을 통해 다양한 지원을 실시 	2005년 대비 26-28% (2025년 목표)
 멕시코	<ul style="list-style-type: none"> ◦ MRV 체계 구축을 위한 수단 및 제도적 준비 완료 ◦ 장기적 계획 수립 - '50년 70% 감축 (BAU대비) 	25% (조건부 40%) (2030년 BAU 대비)
 일본	◦ '50년까지 주택·건축물 분야에서 평균적으로 CO2 Zero Emission을 목표	

[그림 1-4] Post-2020 대응 국외의 온실가스 감축 목표 및 내용

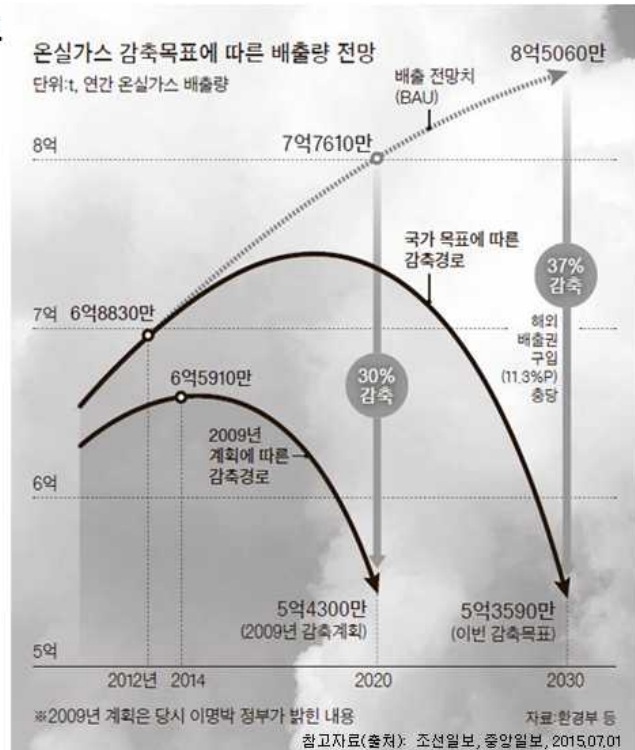
2. 정부의 정책적 측면

○ 건물부문은 다른 부문에 비하여 온실가스 감축 잠재력이 가장 클 것으로 예상하고 있으나, 신기술 적용이 늦게 이루어지는 특징이 있고 산업, 교통 등의 다른 분야에 비하여 이미 개발된 신기술이 현장에 적용되지 않는 경우가 매우 많음. 이에 따라 정부 정책은 이미 개발된 신기술이 시장에 적용되기 위한 적정 시점 및 기술 범위를 설정하고 정책적·재정적 지원을 해야 함

○ 정부에서는 2020년까지 우리나라 건물부문 온실가스 감축목표를 달성하기 위해, 2017년부터 신축주택 대상으로 냉난방에너지 소비량을 60%까지 절감하고, 2025년부터 신축 건축물 대상으로 제로에너지 주택 수준 달성을 의무화 할 것을 발표한다. 국가 온실가스 감축 목표 이행에 있어 “패시브 건축물 및 제로에너지 건축물” 기술요소의 개발은 매우 중요하게 부각되고 있음

- 에너지 위기를 효과적으로 극복하고 안정적인 에너지 수급을 위하여 공급위주 정책에서 수요를 줄이는 수요관리 정책으로 전환을 꾀하고 있으며, 특히 건물 부문은 에너지 사용량의 21%를 차지하며 감축 잠재력이 높아 성능개선을 통한 에너지 수요 감축에 효과적일 것으로 예상됨

● POST-2020 국가 감축목표



[그림 1-5] Post-2020 우리나라 온실가스 감축 목표(2015년 6월)

○ 사회적 수요에 따른 공동주택의 리모델링 관련 법규의 개정

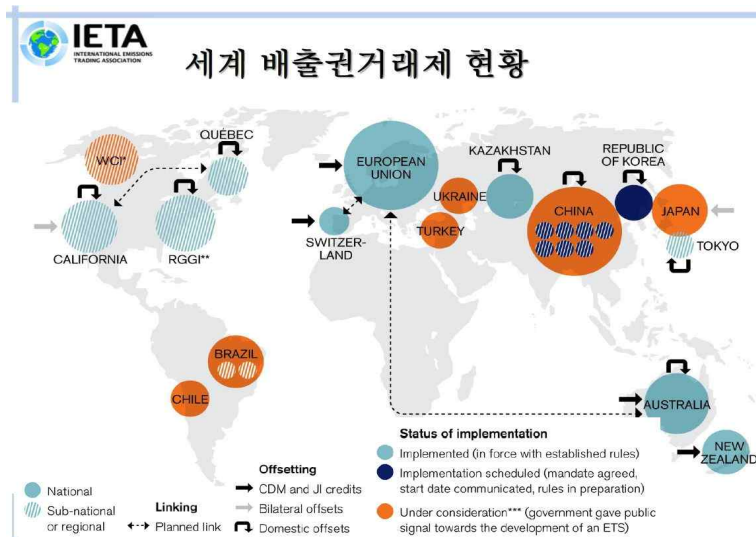
- 2002년 3월 공동주택관리령의 개정을 통하여 준공 후 20년 경과 시 증축 리모델링을 할 수 있도록 허용. 2003년 11월 주택법 및 주택법 시행령의 개정을 통하여 리모델링주택 조합제도를 도입하고 행위허가 시의 기준을 마련
- 2005년 5월 주택법 및 주택법 시행령의 개정을 통하여 주거전용면적의 3/10까지 증축이 가능하도록 허용. 2007년 3월 주택법 시행령의 개정을 통하여 증축 리모델링 허용 연한을 20년에서 15년으로 단축
- 2014년 4월 증축 범위를 14층 이하 건물은 2개 층, 15층 이상 건물은 3개층으로 완화하고 기존 가구 수의 15% 이내로 확대(출처: 이주없는 노후공동주택 리모델링 기술개발 및 실증기획 보고서, 아주대학교)등과 같이 개정되었고 이에 기존 공동주택의 제로에너지화 기술개발을 통한 사회적 수용에 충족할 필요가 있음



[그림 1-6] 국토교통 7대 신산업 중 제로에너지빌딩 사업 개요

3. 건설 경제 및 산업적 측면

- 세계적으로 배출권거래제는 40여 개국에서 시행하고 있으며 그 규모는 약 7억톤 CO2e로 세계 전체 온실가스 배출량의 약 12%를 차지함
- 유럽은 배출권거래제 4기(2021-2030)가 출범 예정이고, 미국은 Clean Power Plan(CPP)를 확정, 캐나다는 배출권 거래제 시행을 확대할 전망이다. 또한 중국은 2017년부터 전국단위의 배출권 거래제 시행을 확정하여 그 규모가 60억톤 정도로 세계최대의 탄소배출권 거래 시장이 형성될 것으로 전망됨
- 국제 기후변화협약 이행을 위한 건물부문 온실가스 감축 기술의 개발이 필요하며 감축 기술 및 방법론에 대한 시장수요가 급격히 증가할 것으로 예상됨



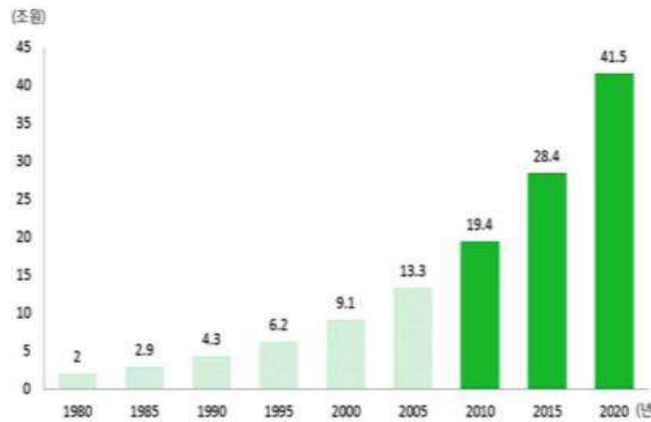
[그림 1-7] 세계 탄소배출권 거래제 현황 (출처: 국제배출권거래협회, 2015)

- 국내 녹색건축물 시장은 약 19%로 성장될 것으로 예상되는 상황으로 녹색건축물분야는 향후 미래의 새로운 신성장 동력으로 평가되고 있음
 - 전국 건축물은 총 6,911천동(34억5천1백만㎡)으로 건물부문의 에너지소비는 약 37.9백만TOE로 국가 전체 에너지의 약 18.2%이상을 소비하고, 온실가스 배출량은 약 20.3%이상을 차지함
- 건설부문에서 건축물 부문의 시장규모 비율은 약 75% 점유. 세계 건축 시장규모는 2006년, 3조4천5백억 달러로 산출되며 2030년 이후에는 제로에너지 그린빌딩과 같은 녹색건축물분야의 시장규모는 전체시장에서 약 60%를 차지할 것으로 판단됨
 - 주요 선진국은 건축 산업구조, 정책/제도 전반의 개혁 및 지원을 통해 제로에너지 건물의 보급 확대를 위한 시장전환 진행 중이며, 빠르게 성장하고 있는 중국, 인도를 포함한 아시아 지역에서도 녹색 건설 시장의 활성화를 주도하고 있음
 - 2013년 기준 국내 건축물 680만동 중, 660만동을 차지하는 기존 건축물 중 74.1%는 사용승인일 15년이 경과된 건축물로서, 에너지 및 탄소저감에 대한 큰 잠재력을 가지고 있음
- 주요 선진국은 기술성숙화 단계인 제로에너지 건축기술을 기반으로 IT융합을 통한 에너지관리 관리 기술 및 신재생에너지 융합을 통해 시장 주도권을 확보하고 있으나, 국내는 요소기술 자립화 단계로 보급 및 상용화가 미흡한 수준이며, 건물 통합 패키지기술을 기반으로 한 상용화 추진전략 필요
- ‘녹색건축물 조성법’에 따라 녹색건축물에 대한 관심 증대 및 리모델링 시장 확대 가능성이 높음
 - 현재 건설산업에서 에너지소비량 및 온실가스 감축을 위한 기술적/정책적 기반은 미진한 상황이며, 이의 기초가 되는 연구개발 및 정부의 제도적 지원이 시급한 상황
 - 신축 건축물에 대한 객관적인 온실가스 성능 평가 기준은 현재 명확히 정립되어 있지 않은 상황이며, 이는 신규 건축물에 대한 건설 산업 참여자의 능동적인 온실가스 저감의 노력을 저해하는 요소로 작용
- 기존 건축물에 대해 정부에서는 ‘에너지사용량 신고제’, ‘에너지 진단 및 건물 자발적 협약’등 제도적 지원을 하는 등 기존 건축물의 에너지 효율 향상에 대한 관심은 높아지고 있는 추세이나, 현재까지는 ‘법적 규제’ 및 ‘인센티브 제공’등 일부 정책적 행동에 국한되어 있으며, 객관적인 성능평가 방법론의 제시 및 기술적 지원은 상당히 부족
- 현재 건설산업에서 ‘패시브 건축물’ 및 ‘제로에너지 건축물’ 등 온실가스 저감을 위한 건축기술의 도입에 관심이 높아지는 추세이나, 이를 뒷받침하는 건축물 구현 요소기술의 발굴이 미진하여 국가 및 우리나라 건설 산업의 경쟁력의 도약에 장애요인으로 작용

- ‘건물부문의 온실가스 감축기술’의 개발은 ㉠현재 장기간 침체되어 있는 건설경제를 활성화에 영향, ㉡건물 에너지 소비량의 감축을 통한 사회적 비용의 감소, ㉢새로운 요소기술의 발굴을 통해 국가 경쟁력의 향상 및 부수적인 경제적 효과를 얻을 수 있을 것으로 예상

○ 리모델링의 수요증가에 따른 시장 규모 증가

- 국내 리모델링 시장규모는 전체 건설시장의 약 10%를 차지하고 있으며 점점 증가하는 추세
- 노후 건축물의 연령은 점차 증가하고 있어 리모델링 시장은 더욱 확대될 것으로 전망되며 2020년 41.5조원 상당 규모로 전망됨
- 해외에서는 체계적인 수행방식 아래 오피스, 주거, 학교 등 다양한 용도의 그린 리모델링 활성화하고 있음



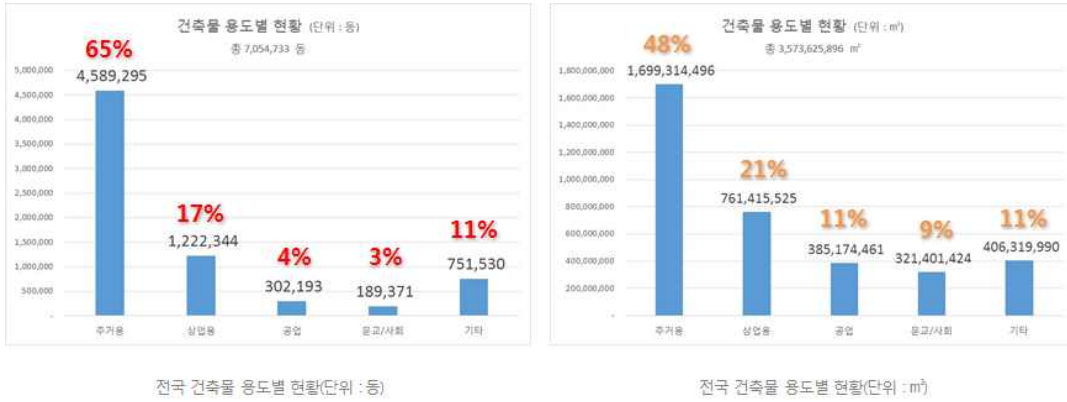
[그림 1-8] 국내 리모델링 시장전망

3절. 연구개발 필요성

1. 연구개발의 필요성

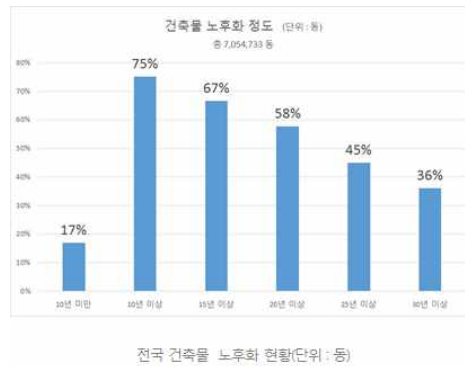
가. 국내 건축물의 현황 및 노후화 현황에 따른 에너지 다소비 문제 인식

- 기존 공동주택의 노후화에 따른 개보수 필요성을 확인하기 위해 전국 건축물의 현황을 확인해본 결과, 전국 건축물 7,054,733동 중 주거용 4,589,295동, 상업용 1,222,344동, 공업용 302,193동, 문교/사회용 189,371동, 기타 751,530동으로 **주거용 건축물은 약 65%에 해당**하고 건축물 면적은 약 35억 7천3백만 m² 중 주거용 16억9천9백만 m², 상업용 7억6천1백만 m², 공업용 3억8천5백만 m², 문교/사회용 3억2천1백만 m², 기타 4천만 m²으로 주거용 건축물 면적은 약 48%에 해당함.



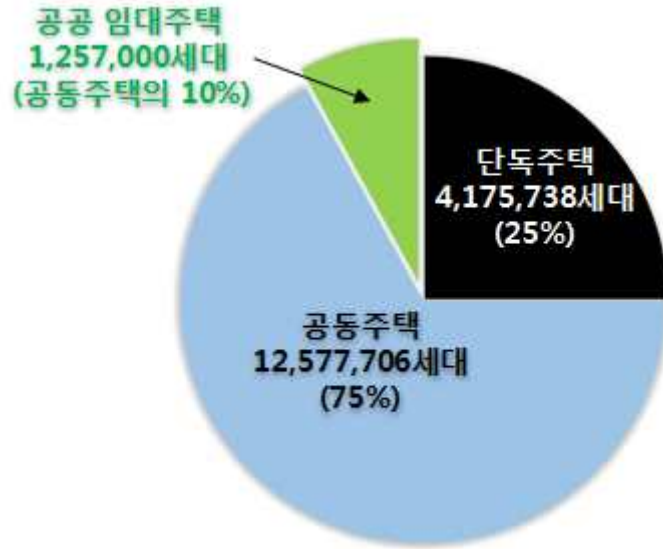
[그림 1-9] 전국 건축물 용도별 현황

- 전국 건축물 中 준공 후 10년 미만 건축물은 1,191,783동, 10년 이상 건축물은 5,307,999동, 15년 이상 건축물은 4,696,885동, 20년 이상 건축물은 4,079,355동, 25년 이상 건축물은 3,172,186동, 30년 이상 건축물은 2,543,217동이며, 이중 주거용 건축물은 10년 미만 건축물이 583,503동, 10년 이상 건축물은 3,577,564동, 15년 이상 건축물은 3,312,496동, 20년 이상 건축물은 3,003,479동, 25년 이상 건축물은 2,485,982동, 30년 이상 건축물은 2,057,449동으로 건축 후 15년 이상 경과되어 에너지성능 개선이 필요한 건축물이 전체 건축물의 약 67%에 달함.

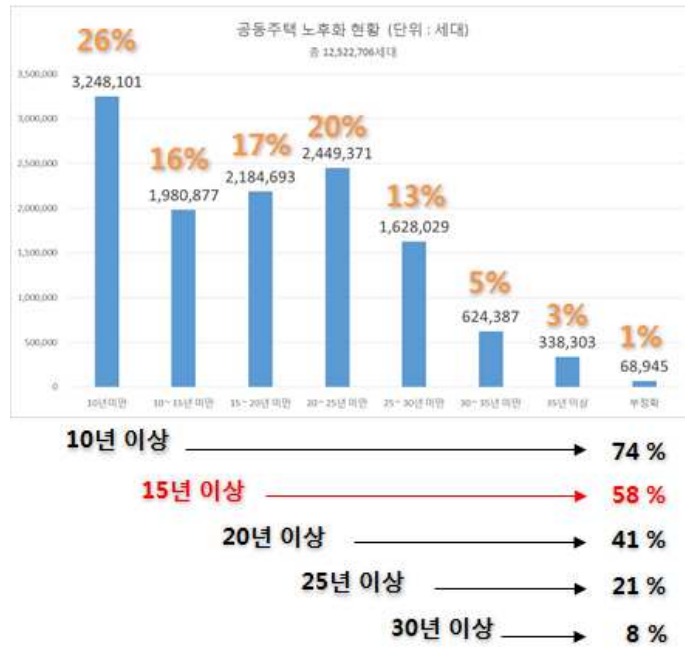


[그림 1-10] 전국 건축물 노후화 현황

- 전국 주택의 가구수 16,698,444세대 중, 공동주택(아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사)은 12,522,706세대로서 약 75%에 해당하고 공동주택의 노후현황을 살펴보면 공동주택 중 10년 미만 건축물은 105,596동, 10년 이상 건축물은 305,412동, 15년 이상 249,092동, 20년 이상 178,501동, 25년 이상 114,560동, 30년 이상 48,974동으로 나타남. LH주택공사 및 지자체에서 보유하고 있는 전국의 공공임대주택은 약 1,257,000 세대로 전체 공동주택의 약 10%에 해당함.



[그림 1-11] 전국 주택 중 공동주택 비율(단위 : 세대)



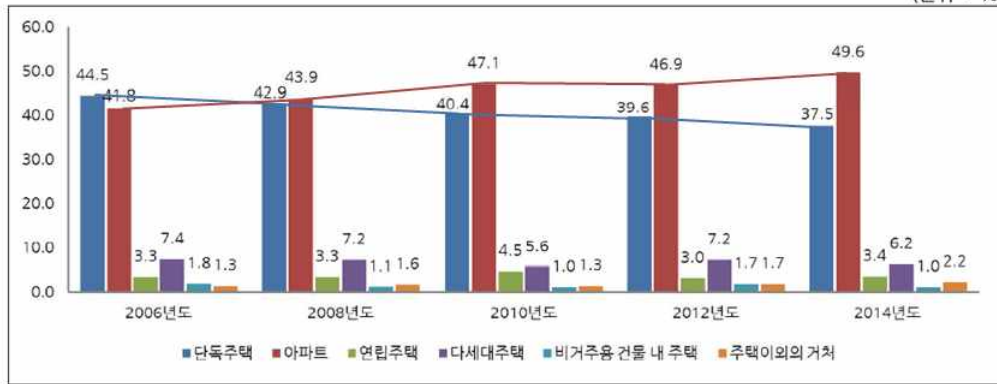
[그림 1-12] 전국 공동주택 노후화 현황

○ 또한 기존 주택뿐만 아니라 향후 노후화가 예정되어 있는 신축건물에 대한 부분을 고려하기 위해 국토교통부의 주거실태조사를 통해 전체가구의 주택유형을 연도별로 살펴본 결과, 단독주택에 거주하는 가구의 비율은 점차 감소하는 반면 아파트에 거주하는 가구 비율은 증가하고 있음.

단독주택 : 2006년 44.5%, 2008년 42.9%, 2010년 40.4%, 2012년 39.6%, 2014년 37.5%

아파트 : 2006년 41.8%, 2008년 43.9%, 2010년 47.1%, 2012년 46.9%, 2014년 49.6%

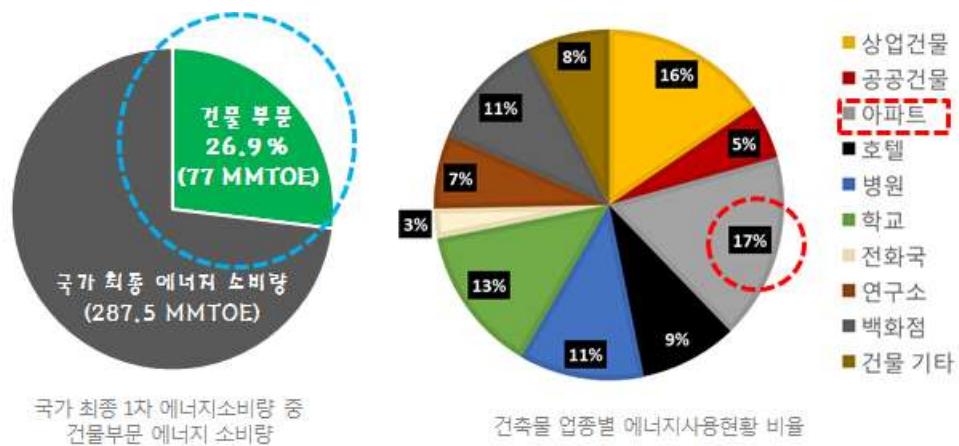
(단위 : %)



자료 : 국토교통부, '주거실태조사', 각년도

[그림 1-13] 연도별 전국 가구 형태 변화

○ 이러한 국내 공동주택의 현황 및 노후화를 바탕으로 개보수 및 리모델링을 통한 제로에너지화를 통해 절감되는 에너지소비량을 확인해본 결과, 국내에서 소비되는 최종 1차 에너지 소비량은 287.5 MMTOE 중 건축물의 에너지 소비량은 약 26.9%(77 MMTOE)에 해당함. 또한 건축물 업종별 에너지 사용현황 비율에 따르면 공동주택에서 사용되는 에너지 소비량이 약 17%(13 MMTOE)에 해당함. 이를 통해 건축 후 15년 이상 경과된 공동주택의 리모델링을 통해 절감할 수 있는 에너지 소비량은 국가 최종 에너지 소비량의 약 2.7%에 해당함.



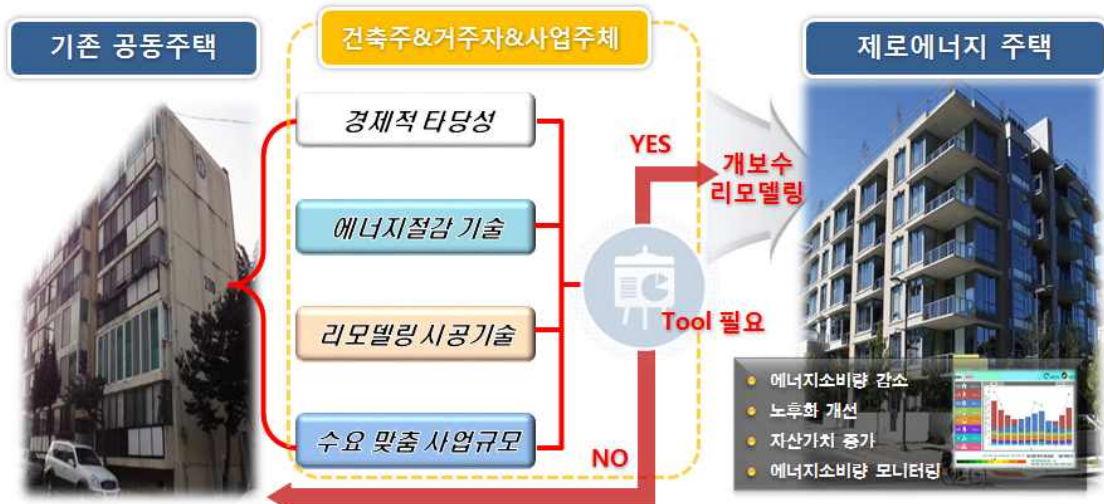
[그림 1-14] 공동주택의 에너지소비량 현황

○ 따라서 효율적인 에너지 운용을 위한 기존 건물의 최적 주거모델의 개발을 통해 에너지 소비량을 효율적으로 관리하고 현황파악 및 개보수에 용이한 자료의 도출을 이루어져함. 특히 15년 이상 경과된 공동주택 249,092동 중 지역별 분포를 살펴본 결과, 서울 68,739동(27.6%), 경기 61,500동(24.7%), 인천 24,761동(9.9%) 순으로 나타나 '건축물 에너지절약 설계기준'에서 제시하는 '중부지역'의 현재 단열기준에 만족하기 어려우므로 리모델링을 통한 단열성능 강화가 필요함.



[그림 1-16] 공동주택 리모델링 요구 충족의 어려움

- 건축주·거주자·사업주체와 같이 실제 리모델링을 수행하고자 하나 의사결정이 어렵고 리모델링을 결절하기 위한 사전 조사 및 효과 분석 등 리모델링 효과 검증이 어렵기 때문에 실제 리모델링의 수행이 어렵고 리모델링의 수준 및 규모를 결정하기 위한 표준기술 및 비용의 산정이 어려움에 따라 수요에 적절한 의사결정이 어려움. 이를 해결하기 위해 경제적타당성 검토가 가능하고 사업주체의 규모에 적합하고 경제적인 리모델링을 수행하기 위한 에너지절감 기술 및 경제적 시공기술을 고려하는 의사결정 시스템 또는 프로세스가 필요함.



[그림 1-17] 공동주택 리모델링 의사결정 흐름

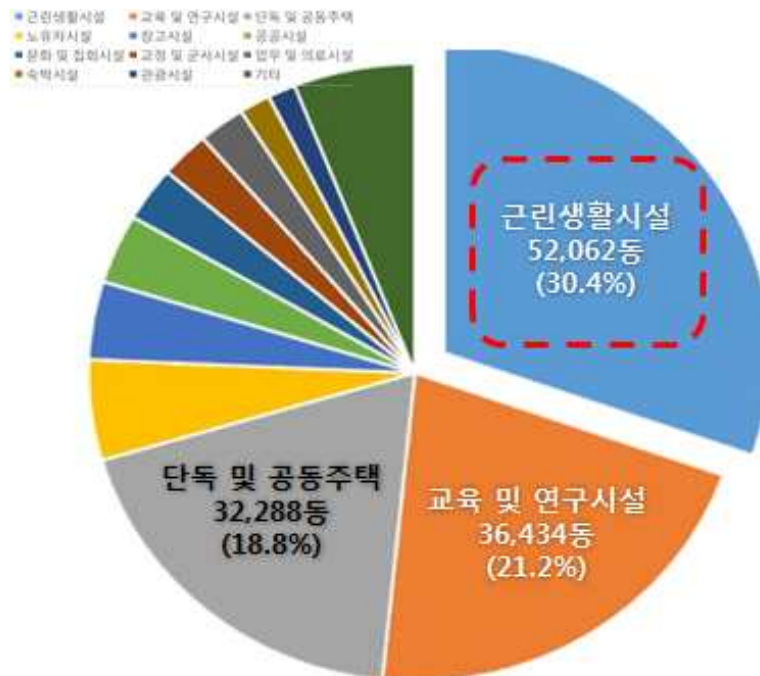
다. 공공건축물의 노후화 및 규모의 다양성

- 공동건축물은 국가의 발주에 의해 건설된 공공청사와 같은 공용재산이며 국가 재산 분류에 따라 ‘건물’에 속함.

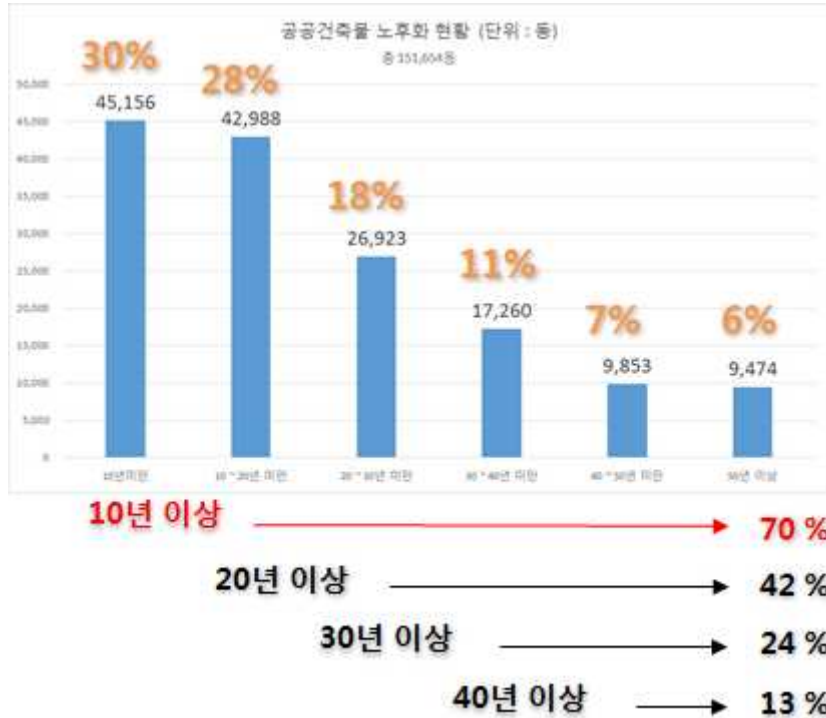
- 국공유 공공건축물의 분류에 따라 근린생활시설(제1,2종 포함)이 52,062개 동 (30.4%)으로 가장 많은 비율을 차지했고 다음으로는 교육연구시설 36,434개 동 (21.2%), 단독 및 공동주택 32,288개 동(18.8%) 노유자시설 9023개동(5.3%) 등으로 나타남에 따라 공공건축물의 다양한 형태를 확인함.

[표 1-4] 용도시설별 공공건축물 현황('15년 7월 기준)

용도시설	동수				비율(%)
	국유	도유	군유	계	
근린생활시설	24,575	5,575	21,912	52,062	30.4
교육 및 연구시설	14,726	19,654	2,054	36,434	21.2
단독 및 공동주택	19,596	4,640	8,052	32,288	18.8
노유자시설	3,176	1,004	4,843	9,023	5.3
창고시설	3,866	1,072	2,068	7,006	4.1
공공시설	2,871	913	2,451	6,235	3.6
문화 및 집회시설	2,504	891	1,506	4,901	2.9
교정 및 군사시설	3,922	10	286	4,218	2.5
업무 및 의료시설	2,492	518	983	3,993	2.3
숙박시설	1,554	310	792	2,656	1.5
관광시설	1,111	326	912	2,349	1.4
기타	6,459	1,439	2,424	10,322	6.0
합계	86,852	36,352	48,283	171,487	100



[그림 1-18] 공공건축물 용도시설별 비율



[그림 1-19] 공공건축물 노후화 현황

- 다양한 형태의 공공건축물의 규모를 확인하기 위해 지상 층수를 확인한 결과 1개 층이 100,790동(50.7%), 2개 층 건물이 37,325동(21.8%)로 2층 이하인 공공건축물 비율이 전체의 80%를 상회함. 균유건축물은 1개 층 건물이 31,605개 동(65.6%), 2층 이하 누적 동수가 42,841개 동(89.0%)로 평균 지상층수는 2개 층으로 나타남.

[표 1-5] 공공건축물 층수('15년 7월 기준)

지상 층수	동수				비율(%)	
	국유	도유	균유	계	비율	누적
1 층	50,765	18,420	31,605	100,790	59.0	59.0
2 층	18,298	7,791	11,236	37,325	21.8	80.8
3~5 층	14,028	9,261	4,736	28,025	16.4	97.2
6층 이상	3,418	716	561	4,695	2.8	100.0
합계	86,509	36,188	48,138	170,835	100	-

- 공공건축물의 평균 노후도(건축물 사용승인일을 기준으로 한 경과 년 수 기준)는 21년 내외이며 20년 미만의 노후도에 해당하는 공공건축물의 비율이 58.1%로 나타남. 30년 이상 노후도를 나타내는 건축물은 36,587개 동으로 전체의 24.1%에 해당하고 40년 이상의 매우 높은 노후 건축물역시 12.7%에 달해, 누적 수량을 감안할 때 향후 30년 이상 노후 공공건축물 수량은 증가하게 될 것이므로 체계적인 활용 방안 마련이 필요함.

[표 1-6] 공공건축물 10년 단위 공공건축물 누적 수량

노후도	동 수	비 율(%)	누적비율(%)
10년 미만	45,156	29.8	29.8
10년~20년	42,988	28.3	58.1
20년~30년	26,923	17.8	75.9
30년~40년	17,260	11.4	87.3
40년~50년	9,853	6.5	93.8
50년 이상	9,474	6.2	100.0
합계	151,654	100	-

- 기존 근린공공시설의 경우, 지역주민 커뮤니티 시설 또는 랜드마크로도 사용될 수 있는 공간임에 반해 노후화에 따른 에너지 多소비 건물인 경우가 많고 2층 미만의 저밀도 건축물임에 따라 노후화에 따른 지역주민불만족도도 상승함. 이를 해결하기 위한 지자체 및 국가기관은 예산부족으로 신축이나 재건축은 쉽게 이루어지지 못함에 따라 소규모/다수의 노후화된 건물에 대한 리뉴얼 방안이 필요함.



[그림 1-20] 기존 공공건축물 리뉴얼 개선 요구

- 다양한 목적/규모/형태 등 리모델링 대상에 대한 다양한 요구사항 및 수요에 맞는 리모델링 모델의 개발을 통해 다양한 리모델링을 신뢰성 있도록 수행이 가능함.



[그림 1-21] 기존 공공건축물 리모델링 개발 개념

2. 정부지원의 필요성

가. 국가온실가스 감축목표를 위한 국가적 리모델링 사업 지원

- 국가차원의 지원으로 현재 수행되고 있는 건물 에너지효율등급 인증 의무화와 같은 지역 기획 및 정책설계는 건물 에너지효율과 관련된 목표 달성을 중요시 하고 있고 신축건물의 에너지모드 채택, 모니터링 및 리모델링 지원 사업과 같은 기존 건물에 대한 개보수에도 영향을 끼치기 위해 공공건물의 에너지 개보수, 민간부분의 에너지 효율 건물을 위한 인센티브 지급 등을 수행중임.



[그림 1-22] 그린리모델링 사업 개요

- 다만 이를 제도적 방안 마련을 통해 의무화하고 있고 이를 실현하기 위한 핵심 요소 기술의 개발 연구까지 국가연구 지원 사업 등을 통해 수행하고 있으나 성과 활용이 눈에 띄게 증가하지 않음. 기술개발과 기술을 필요로 하는 수요처는 존재하나 이러한 기술들이 활용될 수 있는 가교(架橋) 역할의 매개기술 개발이 필요한 실정임. 이러한 기술개발은 활용에 따른 명확한 수익사업이 아니므로 국가적인 차원에서 개발하고 보급하여 국가 전체 에너지 소비량 감소를 통한 온실가스 감축을 이루어야함.



[그림 1-23] 저소득층 에너지효율개선사업-한국에너지재단

나. 공공임대주택의 노후화

- 경제적인 부담감에 의한 민간이 소유주인 공동주택의 리모델링이 어려움이 있긴 하나 이외에도 국가가 보유하고 있는 공공임대주택의 경우 리모델링에 의한 자산 가치 증가 및 주거환경개선에 대한 경제적 부담감을 가지기 때문에 공공기관의 주도하에 리모델링이 이루어져야 함. LH공사는 영구임대주택 140,078세대, 국민임대주택 404,258세대, 50년 임대주택 26,254세대, 30년 이상 장기주택은 약 57만 세대를 운영 및 관리하고 있는데 이중 건축 후 15년 이상 경과된 세대가 약 45%에 달하고 향후 지속적인 노후 주택의 발생이 예상되고 기존 주택의 에너지 성능 개선에 대한 대책 마련이 시급하게 대두되고 있음(노후 임대주택의 에너지 성능 향상을 위한 개선방안 연구, 토지주택연구원, 2013).
- 공공임대주택 거주자를 대상으로 에너지절감 사업의 필요성에 대한 설문에서는 발코니 샷시 교체가 33.3%의 비율로 가장 높게 나타났으며, 난방 시스템 개선(18.0%)과 외부 창호 교체(13.0%) 순으로 나타났음(주거실태조사, 국토해양부, 2012.). 이를 통해 기존 공공임대주택의 경우 거주자가 사용하는 창호의 노후화된 성능에 대한 교체와 난방설비의 효율 개선이 우선적으로 요구되고 있으나 임대주택의 특성상 리모델링에 필요한 재원은 거주자가 부담하기 어려움으로 국가적인 제도 마련 및 합리적 비용 지출 산정 방식이 필요함.

[표 1-7] 임대주택 유형별 에너지절감사업 필요성

구분	사업을 필요하는 가구 비율(%)		
	영구임대	50년임대	전체
발코니 샷시 교체	35.0	27.8	33.3
외부창호 교체	14.0	9.5	13.0
콘덴싱 보일러설치	5.0	5.8	5.2
난방시스템 개선	20.7	9.0	18.0
대기전력 차단장치	2.6	4.3	3.0
옥외 LED 전등 교체	4.3	7.3	5.0

다. 공공건축물의 에너지 성능 개선을 위한 정부정책 부합

- 기존 공공건축물은 공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정 제7조에 따라 건축 연면적이 10,000㎡이상인 공공건축물은 5년마다 에너지진단 전문기관으로부터 에너지 진단결과를 받아야 함. 진단결과 에너지절감효과가 5%이상이고 투자비회수기간이 10년 이하인 경우에는 ESCO사업을 추진토록 함.
- 정부에서 추진 중인 녹색금융 정책은 제조업 요소기술 산업에 집약되어 있는 반면, 저탄소 리모델링 건축사업에 대한 지원은 빈약한 실정임. 이로 인해 그린리모

텔링을 지원하기 위한 금융상품과 금융지원 기준은 거의 없는 상태임. 녹색금융은 민간건축물 그린리모델링시 적극 활용할 수 있도록 관련 기준과 절차를 마련함과 동시에 이를 관리할 수 있는 기관이 필요함.

- “그린리모델링사업”은 기존 건축물의 에너지수급안정 또는 에너지이용합리화를 위하여 에너지 절약 건축기술 및 설비기술을 도입하여 건축물의 에너지 소비를 최소화할 수 있도록 추진하는 제반사업이며, 단열 기준 등 제반 기준은 건축법 제 23조에 따라 관련법령 및 기준에 적합하여야 함.
- 또한 조달청은 2012년 ‘녹색 리모델링 발주 가이드라인’을 마련하고 공공기관에 보급하는 등 다양한 방면으로 건축물 리모델링을 요구 및 진행하고 있음.

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 건물부문 에너지절감 강화 정책

- 건축물 분야는 전 세계적으로 가장 많은 에너지를 소비하며, 건축물과 에너지 사용 설비의 지속적인 증가로 201년 기준 1971년 대비 2배 증가, 2050년까지 약 50% 증가 전망(IEA 2013, IPCC 2014)
- 정부에서는 저탄소 녹색성장 기본법 상에서 녹색건축물을 ‘에너지이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물’로 정의하고 다양한 제도적 장치를 통해 녹색건축물 활성화 유도
- 국가 온실가스 감축목표 달성 및 제로에너지건물 의무화를 위해 2009년 11월 제 6차 녹색성장위원회에서 제로에너지 건축물 도입 로드맵을 발표하였으며, 2014년 제로에너지빌딩 조기 활성화 방안에 기준을 수정 발표 함.

[표 2-1] 2014년 국토교통부의 제로에너지빌딩 조기 활성화 방안

시기	2014~2016	2017~2019	2020~	2025~
내용	기반구축	상용화, 패시브설계 의무화 (주거: 2017~) (비주거: 2020~)	소형 공공건축물 제로에너지 의무화	신축건물 제로에너지 의무화

- 국토교통부는 「녹색건축물 조성 지원법 시행령·시행규칙」 및 「건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙」 일부 개정안을 통해 2017년 제로에너지건축물 인증제 시행(2017년 1월 20일 시행 예정). 인증을 받은 건축물에 대해서는 용적률 완화, 신재생에너지 설치보조금, 기부채납 부담률 완화 등의 인센티브 제공

[표 2-2] 제로에너지빌딩 인센티브

구분	지원방안
건축기준 완화	용적률 및 높이기준 15% 이내 완화
보조금지원	BEMS(건물에너지관리시스템) 설치보조금 우선지원(설치비 50%) 태양광, 지열 등 신재생에너지 설치보조금(설치비 30~50%) 우선지원
세제지원	취득세 및 재산세 감면(15%, 5년간) 소득세 및 법인세 공제(투자금액의 3%)
기타	설계검토 및 컨설팅, 운영단계 모니터링 등 맞춤형 지원 등

- 우리나라는 건물부문의 에너지 절감 및 온실가스 감축 정책들을 시행 중이며, 강화된 정책을 통한 시장 활성화 견인하고 있음. 특히 저에너지 빌딩 및 제로에너지 빌딩의 핵심 기술에 대한 수요가 증가하고 있음
 - 시장선도형 제로에너지빌딩 모델 개발을 위한 단계적 시범사업 추진, 국토교통부
 - ZEB 인센티브 등 법적 기반 마련(2016)
 - 소형 공공 건축물 대상 의무화 추진(2017)



출처: * 온실가스를 직접적으로 감축하기 위한 정책으로 『온실가스·에너지 목표관리제』 도입(2011)

[그림 2-1] 국내 건물부문 건물에너지 절감 강화 정책 및 전망

- 제로에너지건축물 인증은 건축물 에너지효율등급 1++이상을 만족하고 건물에너지관리시스템(EMS) 또는 원격검침전자식계량기 등 에너지 모니터링 시스템이 설치된 건축물에 대해 신재생에너지를 통한 에너지 자립률을 기준으로 5개 등급으로 평가할 예정¹⁾

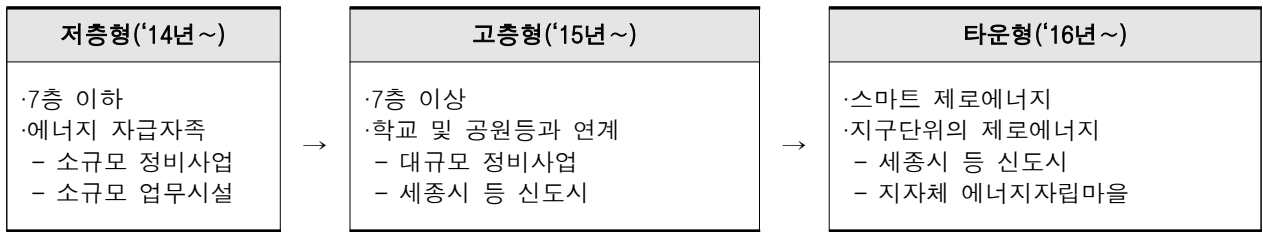
[표 2-3] 제로에너지빌딩 인증 등급(안)

ZEB등급	에너지 자립률
1등급	에너지 자립률이 100% 이상인 건축물
2등급	에너지 자립률이 80 이상 ~ 100% 미만인 건축물
3등급	에너지 자립률이 60 이상 ~ 80% 미만인 건축물
4등급	에너지 자립률이 40 이상 ~ 60% 미만인 건축물
5등급	에너지 자립률이 20 이상 ~ 40% 미만인 건축물

- 정부는 2014년부터 제로에너지빌딩을 추진해왔으며, 올해부터 주택단지 규모인 타운형(지자체 에너지자립마을 등)으로 확대할 계획²⁾

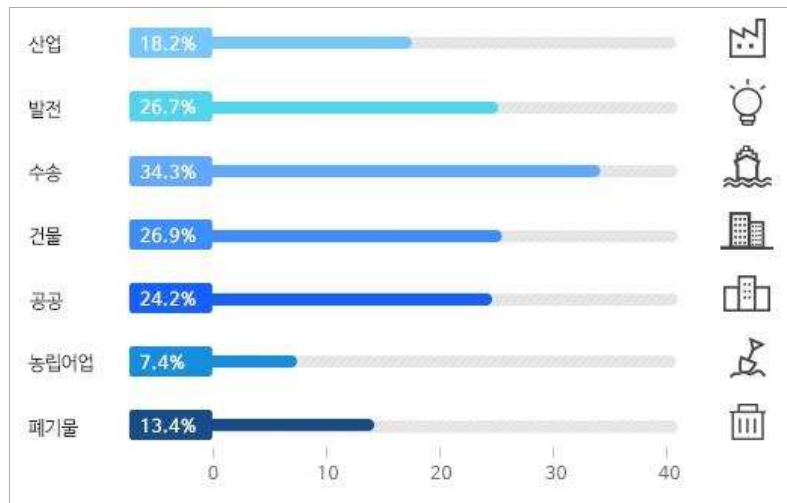
1) 국토교통부, 냉난방비 부담 줄여주는 ‘제로에너지건축물’ 인증제 시행, 2016.10.11

[표 2-4] 제로에너지빌딩 사업모델



나. 상향된 온실가스 감축 목표 대응 관련

- 신기후체제 출범을 위해 2030년 배출전망치(BAU) 대비 37% 온실가스 감축안 발표. 관계부처별 세부시행계획을 수립 중에 있으며, 2020년 전망치 대비 건물부분에서 26.9%(약 4,800만톤) 감축을 목표. COP21 합의에 따른 부문·업종별 냉난방 설비의 효율 향상 등 적극적 감축 방안이 필요



[그림 2-2] 부분별 감축율(%) (출처 : 온실가스종합정보센터)



[그림 2-3] 2030년 BAU 대비 37% 감축목표 (출처 : 온실가스종합정보센터)

2) 국토교통부, 제로에너지빌딩 활성화 방안, 2014.07.17

- 미래창조과학부, 산업통상자원부 및 국토교통부에서는 제로에너지빌딩 보급 활성화를 위한 기술개발, 시범사업, 단열규정 강화 등 정책을 적극 추진 중임.
- 특히, 국토교통부에서는‘2016년 국토교통부 업무계획’을 통해 제로에너지빌딩 등 7대 新산업을 적극 육성하기로 하였음



(2016년 국토교통부 업무계획, 2016.01)

[그림 2-4] 국토교통 7대 신산업 육성방안

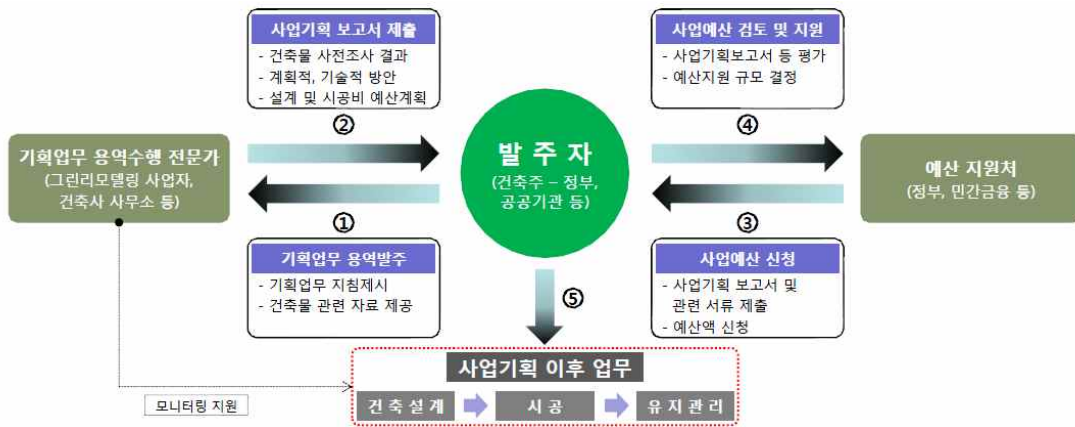
- 기후변화에 의한 상향된 온실가스 감축 목표 대응을 부담이 아니라, 새로운 성장 기회로 활용할 수 있도록 건물부문 에너지신산업(에너지 저장장치(ESS), 친환경 에너지타운, 전기차, 스마트팜) 적극 추진 필요(APEC 정상회담, 2015.11)



[그림 2-5] 에너지 신산업 생태계 (출처: 산업통상자원부)

다. 리모델링

- (기존 건축물의 에너지 성능 향상) 자발적 그린리모델링 유도 및 활성화를 위해 에너지 사용량 정보 공개, 타 사업연계 등 추진. 그린리모델링 이차지원 사업의 단계적 확대 추진으로 민간부문의 자발적 그린모델링 유도를 위한 지원. 기존 건축물 사후관리 및 인증제도를 정비하여, 에너지 성능관리를 위한 정책적 기반을 마련. 건축물 목표관리제 운영지원 확대, 건축물 유지관리 점검제도와 연계하여 기존 건축물 에너지 성능 강화 등 추진.
- “그린리모델링 사업”은 그린리모델링 창조센터에서 운영되며 발주자와 기획업무 용역수행 전문가 및 예산 지원처간의 협력을 통해 사업기획 보고서 제출, 사업예산 검토 및 지원, 기획업무 용역발주, 사업예산 신청은 물론 사업 기획 이후 업무 까지 지원하고 있음.



[그림 2-6] 그린 리모델링 사업의 개요

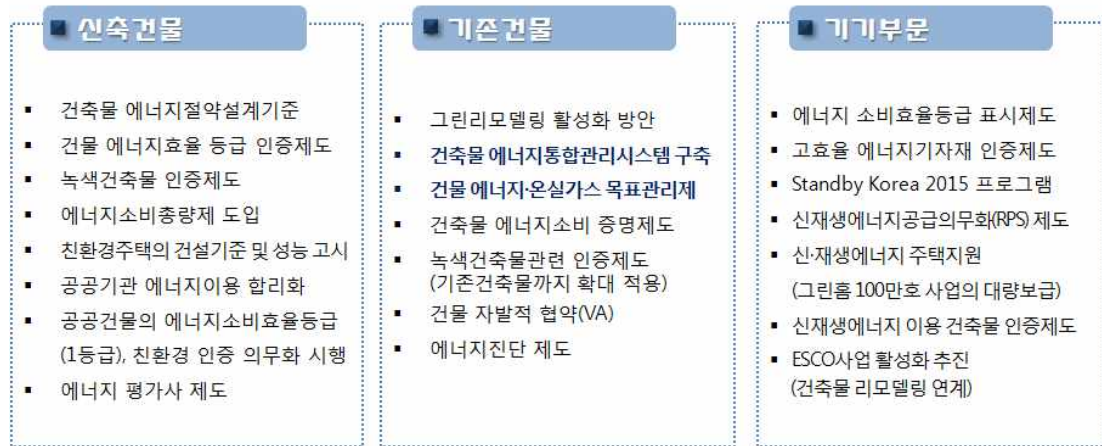
- (녹색건축물 조성지원법) 그린리모델링 활성화를 위한지원센터 설치 및 기금 조성 : 기존 건축물의 에너지 성능향상 및 효율개선 등을 위한 그린리모델링의 활성화를 위해 제도금리수준의 저리용자 및 지자체 기금조성 등의 다양한 금융지원 근거 마련. 공공부문 그린리모델링 활성화를 위한 그린리모델링 창조센터 업무지원 근거 마련 : 국가 및 지방자치단체가 그린리모델링 사업 추진 시 그린리모델링 창조센터가 체계적인 지원을할 수 있도록 업무 지원근거를 신설함
- 리모델링은 주택법, 재건축은 도정법 준용으로 각각 적용 받는 법과 원칙을 구분 하고 있으며 리모델링은 도시계획 변화에 대하여 고려하지 않으므로 건설비율이나 임대주택에 대한 별도의 규정이 없음. 리모델링과 재건축은 세대수 증가 허용 여부에큰 차이가 있으며, 이것은 도시계획에 미치는 영향의 여부와 관련되므로 사업 절차상의 차이가 생기며, 사업을 허용하는 조건에도 큰 차이가 있음.(출처 : 윤영호 등, 공동주택 리모델링 세대증축 등의 타당성 연구, 국토해양부, 2010.12)

라. 국내에서 시행 중인 주요한 정책

- 건축물 에너지절약 설계기준은 신축건물의 에너지효율화를 위한 의무화된 규정으로 2001년부터 지속적으로 강화되고 적용 대상도 확대
- 건축물 에너지 효율등급 인증제도, 녹색건축물 인증제도, 친환경주택 설계기준 등을 통해 친환경 및 에너지효율적인 건축물의 건설을 유도
- 최근 기존건물의 에너지효율화에 대한 중요성이 인식되면서 건물부문의 온실가스 에너지 목표관리제, 건축물 에너지 소비 증명제도 등을 시행하고 있으며 ‘그린 리모델링 활성화 방안(’13.7)’을 통해 건물별 에너지사용량 정보 공개와 건축물 용도별 그린 리모델링 가이드라인 및 매뉴얼을 개발하여 보급하였으며 공공건축물의 그린 리모델링 가이드라인을 마련하여 시범사업을 추진, 주택 개·보수사업의

그린홈화 지원하고 있음

- 기기부문의 에너지효율 3대 제도인 에너지소비 효율등급 표시제도, 고효율 에너지기자재 인증제도, 대기전력저감 프로그램을 적극 시행하고 대상을 확대해 나감



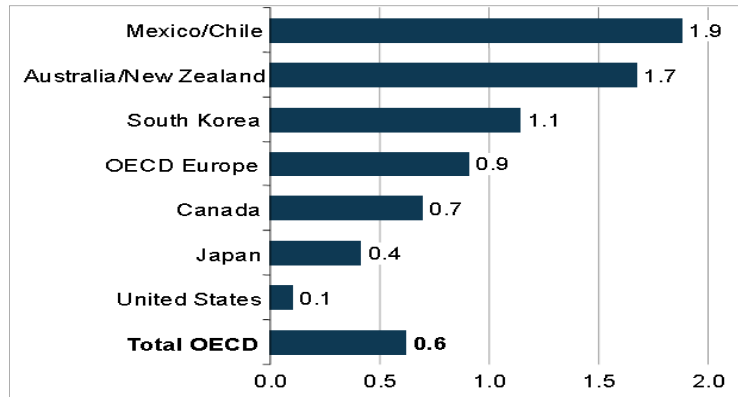
[그림 2-7] 국내 건물부문 온실가스 감축 및 에너지효율화 추진정책 분류

2. 국외 정책동향

가. 건물부문 에너지절감 강화 및 ZEB 관련 정책

- 전 세계적으로 공급되는 전체 에너지 중 주거와 상업건물에서 사용되는 에너지는 20.1%이다. 주거건물은 2040년 전체 에너지 중 13%를 차지할 것으로 예상되며, 매년 1.4% 증가될 것으로 예상됨³⁾
- OECD 가입국들의 주거 건물의 에너지 사용량은 2012년 기준 2040년까지 매년 0.6%씩 증가할 것으로 예상되며, 한국은 1.1%씩 증가할 것으로 예상됨

3) EIA, International Energy Outlook 2016, 101p



[그림 2-8] OECD 가입국 주거건물 예상 에너지 사용 증가율(2016 EA)

- IPCC 2014 5차 보고서에서는 건물단위에서 근린주구의 통합적 에너지 효율화 (Urban Form energy supply infrastructure)로의 전환을 권고하고 이를 통한 온실가스 감축을 강조
- 유럽연합은 회원국이 제로에너지를 실현할 수 있도록 가이드라인을 배포함으로써, 개별국가들이 그들의 실정에 맞게 2020까지 로드맵에 맞추어 제로에너지를 달성할 수 있도록 독려하고 있음. 특히, 연차별 실행과정을 유럽연합 위원회(EC)에 보고할 수 있도록 각 나라의 평가 항목과 기준은 유럽표준(EN)에서 지정한 양식대로 작성하도록 하고 있음
- EU EPBD(Energy Performance of Buildings Directive) 정책
 - 기후변화 관련 문제가 전세계적인 주요 이슈가 됨에 따라, EU는 2020년까지는 건축물 부문에서 1990년 대비 온실가스 배출 20% 감축, 에너지소비 20% 절감 및 신재생에너지 보급을 20%까지 늘리는 것을 목표로, 2050년까지 건축물 부문의 온실가스 배출을 1990년 대비 88~91% 수준으로 줄이는 것을 목표로 삼고 있음
 - EU는 2002년 1월 건축물 에너지 관련 종합로드맵이라 할 수 있는 EPBD를 공포하였고 2010년 EPBD를 개정(EPBD recast), 모든 회원국들의 의무 시행을 규정함
 - 신축 공공 건축물의 경우 2018년 말까지 제로에너지 의무화를 제시하고 있으며, 2020년 말까지 제로에너지 건축물(nZEB, nearly Zero-Energy Buildings)이 되도록 규정함

Country	Roadmap in Place	Roadmap in Progress	No Roadmap Established	Use Passive House Standard	Earliest Target Adoption Year*
Austria		X			2020
Belgium	X			X	2015
Czech Republic	X				2016
Denmark			X		2020
France			X		2020
Finland				X	2015
Germany	X			X	2016
Greece		X			2020
Hungary			X		2020
Italy			X		2020
Netherlands		X			2019
Norway	X			X	2014
Poland			X		2020
Spain		X			2020
Sweden			X		2020
Switzerland	X				2018
United Kingdom			X		2020

(Source: Navigant Research)

*Assumed that countries with no roadmap in place will adopt by 2020, the deadline set by the EU NZEB 2020 policy.

[그림 2-9] EU 국가들의 제로에너지 로드맵 현황

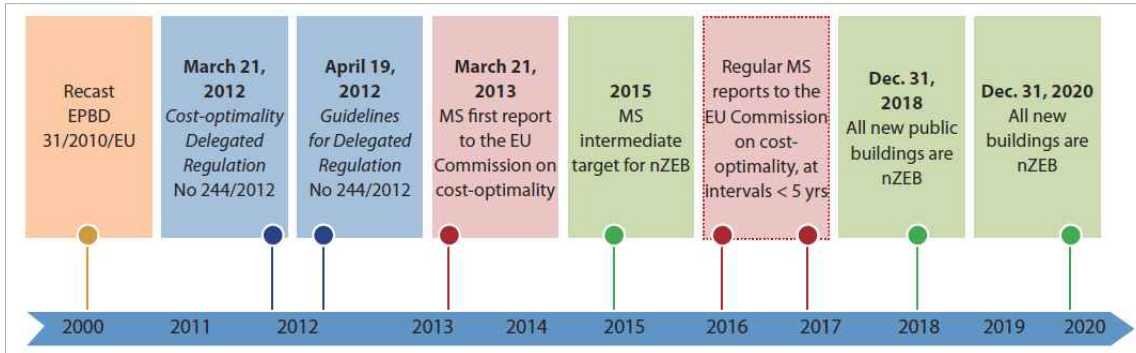


[그림 2-10] EPBD recast 의 nZEB관련 로드맵

(출처: Towards nearly ZEBs “Definition of common principles under the EPBD” final report)

- 유럽연합이 제정한 「기후·에너지통합법」은 2020년까지 이산화탄소 배출을 1990년 대비 20% 수준으로 감축하고, 재생에너지 비율을 20%까지 확대하며 에너지효율을 20%까지 더 향상시키는 전략을 가지고 있음. 2018년까지 신축건물 중 공공기관의 제로에너지 수준 의무화, 2020년까지 모든 신축건물의 제로에너지 수준 의무화를 목표로 하고 있음
- 유럽연합의 제로에너지건물은 준제로에너지건물(Nearly Zero Energy Building)로 정의를 하고 있으나⁴⁾ 에너지망과 연결을 고려한 준넷제로에너지건물도 인정하고 있으며 세부 사항은 각 나라별로 결정 하도록 하고 있음

4) EPBD, DIRECTIVE 2010/31/EU 제2조, 제9조 제3항



[그림 2-11] 유럽연합의 제로에너지 실현을 위한 가이드라인

- 유럽연합의 각 나라는 제로에너지에 포함이 되는 용도별 건물에너지를 선택하여 EC에 보고하도록 하고 있음. prEN1603:2013에는 각 나라 별로 제로에너지 계산에 포함하는 용도별 건물에너지를 밝혀야 함
- 다음 표는 유럽연합은 유럽회원국들이 규제 해야할 건물에너지 중에 나라 실정에 맞게 선택하고 선택한 종류의 총 1차에너지 합이 제로가 되어 제로에너지빌딩으로 실현될 수 있도록 유도 하고 있음⁵⁾
- EPBD에서 규정한 5대 건물 건물에너지는 대부분의 조사국가에서 제로에너지에 포함하고 있음
- 조명은 주거용 건물보다 비주거용 건물에서는 모든 나라가 제로에너지에 포함시키고 있다. 공용부 전력에 해당하는 승강기나 야외조명은 주거용 건물에서는 전혀 포함시키지 않고 비주거용건물에서는 극히 일부의 나라에서 포함하고 있음

5) BPIE, "Principles for nearly zero-energy buildings: final draft", 2011에서 재인용

[표 2-5] 유럽연합 각 나라에서 선정한 건물에너지

구분	난방	온수	기계환기	보조동력	냉방	조명	전기기기
오스트리아	○	×	○	×	×	×	×
벨기에	○	○	○	미적용	○	○	×
덴마크	○	○	○	○	○	×	×
핀란드	×	×	×	×	×	○	×
프랑스	○	○	○	○	○	○	×
독일	○	○	○	×	○	×	×
네덜란드	○	○	○	○	○	○	×
노르웨이	○	○	○	○	○	○	○
폴란드	○	○	미적용	×	○	○	×
스위스	○	○	미적용	미적용	미적용	×	×
스웨덴	○	○	○	○	○	○	○
영국	○	○	○	미적용	미적용	○	미적용

- 대부분의 선진국은 2020년을 전후로 제로에너지 주택 보급 의무화를 선언(EU: 2021년, 영국: 2016년, 미국: 2030년)하고 정책과 기술 및 시장과의 연계를 통한 로드맵 구축 및 이행 계획을 수립 중⁶⁾
 - 유럽연합(EU)은 2006년 1월부터 건축물 및 설비의 부위별 최소 성능기준에서 건물 전체의 종합효율을 관리하는 성능중심 총량개념으로 전환하는 강력한 건축물 에너지 기준 시행
 - 영국은 2016년까지 자국내 주택을 에너지를 전혀 사용하지 않는 ‘Zero Energy 주택’ 보급계획을 수립함
 - 미국 “AIA Architecture 2030 Action Plan”은 건물분야 온실가스 저감 목표를 수립하고 법안 및 성능기준 도입 추진(50% in 2010, 친환경 설계와 자원보존)

6) 건물부문 온실가스 감축기술 개발 보고서, 국토교통과학기술진흥원(2016)



[그림 2-12] 전 세계 국가별 녹색 건축물 인증제도 현황
 (출처: 미래형 친환경 고성능 건설재료 자재개발 및 이를 이용한 구조물 개발 기획 연구)

○ 미국

- 미국 의회는 2007년 에너지 독립 안보 법(EISA 2007)에서 상업용 건축물 대상 제로에너지 빌딩 계획안(Net-Zero Energy Commercial Building Initiative)을 승인하였고, DOE(Department of Energy)가 주도적인 역할을 해오고 있음
- 기후협약 미가입국인 미국도 주거용 건축물은 '20년부터 및 비주거용 건축물은 '25년부터 제로에너지 의무화하는 등 에너지 절감 노력 중. 2005년 대비 2025년 온실가스 26% 감축 목표이며, 2030년 신재생에너지 발전 비중 28% 달성 목표. (당초 목표 대비 6%p 상향 조정)
- 2030년까지 모든 신축 상업용 건축물을 제로에너지빌딩화 하고, 2040년까지 상업용 건축물의 50%를 제로에너지 타겟으로 지정하여, 2050년까지 모든 상업용 건축물을 제로에너지빌딩화 하는 것을 목표로 삼고 있음
- 미국은 마이크로그리드 실증연구 및 세계시장을 주도하고 있으며, 2020년 시장 규모는 약 57억불로 전망(11년 31억불, 14년 50억불)

[표 2-6] 미국 단체별 제로에너지 계획

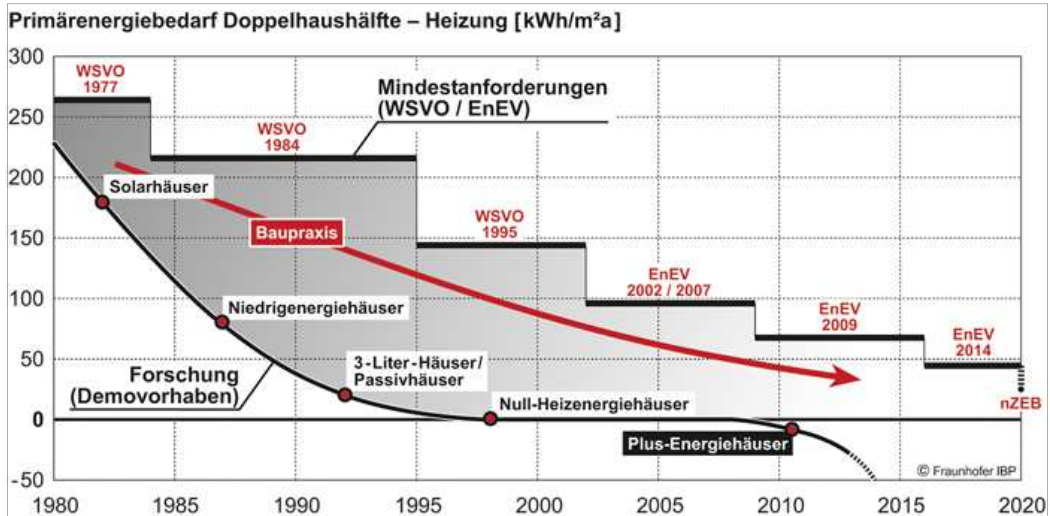
단체	계획안	내용
US DOE	The DOE Net-Zero Energy Commercial Building Initiative	2025년까지 경쟁력 있는 상업용 건물의 제로에너지
ASHRAE	ASHRAE Vision 2020	단지의 건물을 2030년까지 경쟁력 있는 제로에너지건물
AIA	AIA 2030 Challenge	건물에 필요한 화석연료를 줄여나가 2030년에는 이산화탄소 발생 제로
California	California Public Utilities Commission ZEB Action Plan	모든 주거건물은 2020년까지 제로에너지 모든 상용건물은 2030년까지 제로에너지
US Federal	All Federal Buildings ZEB	2009년에 시행령, 2020년부터 모든 연방정부 신축건물은 제로에너지로

- 장래의 “Energy Zero House”를 건설하기 위해 태양전지의 연구개발 및 시장 확대를 촉진하는 계획을 수립. 에너지부(DOE)의 건물기술 프로그램과 태양에너지 기술 프로그램 모두 에너지 효율을 개선하고, 새로운 주택에서 에너지 효율과 신재생에너지 기술을 접합시키는 비율 줄이는 방향으로 연구개발 및 시장 보급 활동에 초점⁷⁾
- 2009년 CBC(The Zero Energy Commercial Buildings Consortium)는 산업계와 정부로 구성되어 상업용 빌딩의 Net-Zero 수준 에너지 목표를 LBNL, NREL, ORNL 등 국가 연구소 주도로 관련 연구를 활발하게 진행 중. 제로에너지 빌딩 확대를 통해 2020년까지 45%, 2050년까지 80%의 온실가스 발생 감축을 목표
- 정확한 건물에너지 계측방안과 데이터분석 기술 등 고성능 BEMS 도입 중

○ 독일

- 독일에서 적용하는 기준은 에너지규정(Energieverordnung EnEV)이며, 에너지 절약법안의 일부임. 해당 법안들은 2002년에 발효된 EU의 건물에너지효율명령(Building Energy Efficient Directive)을 근거로 제정, 기술 변화에 따라 주기적으로 개정
- 유럽연합의 건물에너지 절감 가이드라인(EPBD 2002/91/EG)에 맞추어 에너지 절감 시행령 EnEV 2002부터 에너지 절감 규정
- 독일 연방 정부는 EPBD의 요구 사항을 충족하기 위해 2010년 9월 28일, 국가 에너지 계획과 ‘에너지 및 기후 특별기금’에 관한 법안을 채택하였고, 법안의 핵심 요소는 에너지소비의 감소, 에너지 효율의 증대, 신재생에너지의 개발이며, 2020년까지 온실가스 배출을 1990년 대비 40% 감축하고, 2050년까지 80% 이상 감축하여 탄소 중립 건물에 도달하는 것이 목표임
- ZEB 보급을 위한 신축 및 기존 건물의 에너지성능 목표는 2020년까지 난방 에너지요구량 20% 감소, 2050년까지 1차 에너지요구량 80% 감소
- 독일 정부는 2050년까지 기존 원자력 발전을 완전 폐기를 선언함에 따라, 신재생에너지 중심의 제로에너지 도시로의 개편을 진행 중이며 이를 위한 도시에너지 최적화 모델링 기법을 개발 완료
- [그림 2-14]의 연도별 난방 1차 에너지 소요량 임. 아래의 한계 곡선은 모델하우스를 통한 연구목적의 건물에너지 소요량이며, 위의 계단식 곡선은 국가 에너지 관련 법규를 통한 에너지 소비량의 상한치
- 독일의 에너지절감 계획은 모델하우스를 통한 현 기술 수준에서 절감 가능량 실증 후 법규를 통해 자재와 기술 상황을 반영하여 단계적 규제

7) 한양대학교 에리카 산학협력단, 친환경 제로에너지 빌딩 구축 초기 활성화 방안에 관한 연구, 2015.04

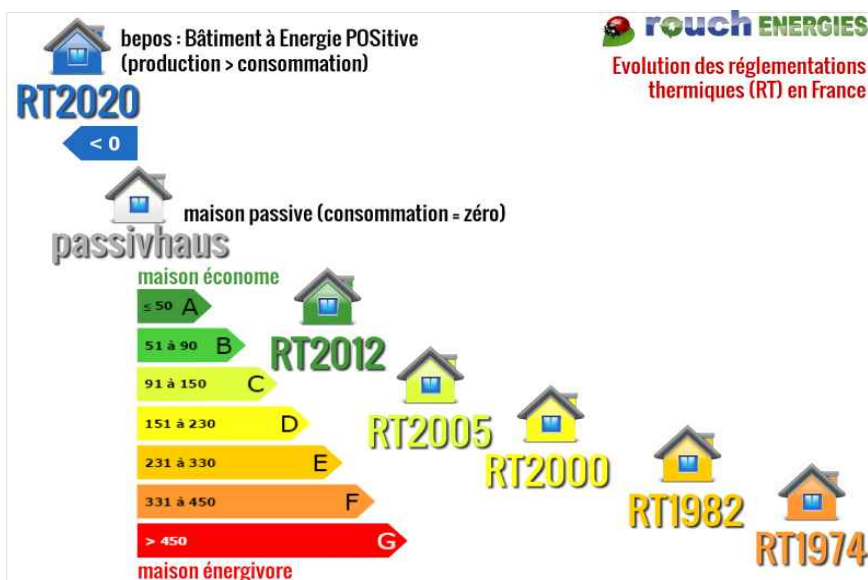


[그림 2-13] 독일의 제로에너지 빌딩 관련 규제

(출처: Hauser, Gerd; SCHMIDT, Dietrich. What has been achieved in energy efficiency, IEA Annex, 2010)

○ 프랑스

- 2012년까지 제로에너지 빌딩, 2020년까지 플러스에너지 건물의 일반화, 2020년까지 2011년 대비 기존 건물의 에너지소비 38%이상 감축을 목표로 패시브하우스 수준을 건물에 초점을 맞춰 설계 및 시공하며, 추후 생태학적 설계와 고성능 건물을 베이스로 신재생 에너지를 추가 설치하여 플러스에너지 건물(BEPOS, batiment a energie positive)을 의무화 하도록 계획 하고 있음
- 프랑스는 ZEB을‘저에너지건물(BBC)’이란 용어로 지칭하고 있으며 BBC는 RT2012를 준수하는 신축 건물로 연간 1차 에너지소요량 및 연간 최종에너지소요량 모두 0이나 음수의 값을 만족하는 건물을 의미하며 2020년부터 플러스에너지 건물화를 목표로 하고 있음



[그림 2-14] 연도별 프랑스 BBC 목표 수준

(출처: www.rouchenergies.fr)

○ 영국

- 영국은 2016년 신축 건축물 탄소제로의무화를 선언하였고, 2020년에는 전체 전력 중 40~50%를 신·재생에너지로 생산하도록 선언

○ 일본

- 일본에서는 제 4차 에너지기본계획에 의해 에너지정책의 기본원칙인 '3E+S'를 전제로 에너지 안보, 경제성확보, 환경 및 안전성 관점에서 글로벌 에너지정책에 부합하여 자국의 국내 경쟁력 강화 및 에너지시스템 혁신을 통한 에너지 시장 정책을 강화하고 있으며, 장기 에너지 수급 전망에서의 부문별 에너지절약 대책을 위해 건축물을 업무부분과 주거용으로 구분하여 정책 추진을 위해 노력하고 있음.
- 업무부문에서 소비되는 약 1,226만KL, 그 중 건축물의 에너지절약을 위해 신축 건물에 대한 에너지절약 기준 적합 의무화 도입, LED 조명·유기 EL의 도입을 통해 LED등 고효율 조명 보급, BEMS 의한 가시화·에너지 관리를 통해 약 50% 건축물에 도입 노력하고 있으며, 가시화에 의한 의식 개혁, 설비 갱신에 따른 효율성과 플랜트 운용 개선을 에너지절약의 구성 요소(BEMS는 이러한 필수적인 시스템)로 보고 BEMS의 효용을 극대화시키기 위해 에너지관리 지원 서비스 활용을 촉진하는 것을 BEMS 보급과 함께 중요히 여기고 있음.

나. 에너지신산업 관련 정책

○ 미국

- 미국은 금융위기 이후 침체되어 있는 경기를 부양하기 위해 다양한 성장전략을 발표함. 높은 에너지 수입 의존도가 안보와 경제 위협요인으로 판단하여 에너지 자급률을 확대하고 있음
- 스마트 그리드 산업은 '09년 연방정부의 경기부양(안)을 통해 정부지원금으로 스마트미터 구축사업을 본격적으로 진행하고있음. 그들의 궁극적 목표는 첨단화된 수요반응시스템(Demand Response)으로 피크 부하율 및 전력 생산 및 공급 가격에 따라 소비자가 전력 사용량을 조정하는 매커니즘이라고 할 수 있음
- ESS 시장은 크게 캘리포니아 주와 뉴욕 주 그리고 텍사스 주 3개 주에서 활성화되고 있음
 - '14년 이전의 캘리포니아에서 시행된 에너지 저장장치 기술은 크게 배터리 계열 에너지저장장치 기술, 열에너지 저장장치 기술, 플라이휠 기술로 나뉨. 미국의 에너지 저장량은 향후 5년간 크게 성장할 것이며, '19년까지 858MW를 기록할 것으로 전망하고 있음⁸⁾
 - 뉴욕 주는 2014년 10월 9개의 회사와 파트너십을 맺고 에너지수요를 낮추고, 에너지 효율이 높은 자동차와 장비를 이용하며, 재생 가능한 자원을 적극 활용하기 위한 에너지 저장 기술 개발과 상용화에 노력하기로 함. 모두 뉴욕 배터리 에너지 저장 기술 (New York Battery & Storage Technology) 협회의 멤버임

8) 산업통상자원부, 에너지신산업 분야 수출 경쟁력 향상을 위한 무역금융 정책 연구, 2016.02

- 텍사스 주의 경우 주 전기 회사인 온코르는 텍사스의 배전 및 전송 네트워크에 활용할 배터리 저장장치 시스템 총 5GW를 구매하여 설치할 예정임
- 전력수요관리를 위해 초기에는 전력 절감 부분에 대한 전기요금 리베이트 위주로 시행되었으나, 수요반응 제도로 확대
- 수요반응 제도가 가장 활성화된 나라로 다양한 수요반응 프로그램을 운영·시행. 해당지역을 관할하는 독립계통운영자(ISO) 또는 지역계통운영자(RTO)가 수요예측과 계통운영, 그리고 인센티브 기반의 프로그램을 시행 중

○ 유럽국들의 스마트 그리드

- '발전(發電)-송전·배전-판매'의 단계로 이루어지던 기존의 단방향 전력망에 정보기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 '지능형 전력망'을 가리킴. 발전소와 송전·배전 시설과 전력 소비자를 정보통신망으로 연결하고 양방향으로 공유하는 정보를 통하여 전력시스템 전체가 한몸처럼 효율적으로 작동하는 것이 기본 개념⁹⁾
- 스페인은 16년 6월 기준으로 370만대의 스마트 미터를 설치하였으며, 이는 스페인 총 소비자의 30%이상에 해당하는 수치. 영국의 경우 에너지 기후변화부(Department of Energy and Climate Change)에서 '11년 3월 스마트미터 보급 전략 및 계획보도를 통해 '14년에 스마트미터 보급을 시작으로 19년에 보급을 모두 완료할 계획

[표 2-7] 유럽 국가별 스마트 미터링 도입 계획

국가	전망
벨기에	전력회사 중심으로 시범 사업을 진행 중, 하지만 정책 추진력과 기업의 의지가 약함
불가리아	국가적 차원의 계획은 없는 상태로 소규모 시범 사업이 완료된 바 있음. Energo-Pro는 '20년까지 83만 대의스마트 미터를 도입할 계획
체코	완료 또는 진행 중인 시범사업이 일부 있으나, 향후 시범 사업 진행 의의가 없음. 또한, 비용/편익 분석에서도 부정적 결과가 도출, 국가적 차원의 스마트미터 도입은 힘들 전망
덴마크	'13년 4월에 '20년까지 모든 전력소비자에게 스마트미터를 도입하는 스마트그리드 전략 발표
핀란드	전략사들은 '14년까지 전국 고객의 80%를 목표로 스마트 미터 도입 중
프랑스	'14년 도입을 목표로 자금조달과 소비자 문제 관련 작업을 진행 중이나 지연될 가능성 있음
독일	최근 수행된 비용/편익 분석에서 부정적 결과가 도출, 당초 예상했던 '14~'15년 시범 사업 시행 및 향후 사업 확대 가능성이 감소
그리스	'12년 6월 시범 사업 입찰이 진행, 사업 규모가 확대될 가능성이 있음. 현재 국가계획 또는 비용/편익 분석을 수행하고 있지 않으나, 미터링 기능에 관한 최소 사양은 규정한 상황
네덜란드	현재 시범사업이 진행중으로 '14년부터 도입이 확대 시행 전망

9) 두산백과, 스마트 그리드

○ 독일

- 유럽에서 진행되고 있는 FIP(feed-in premium, 이하 FIP) 제도의 최대 특징은 재생에너지 발전사업자가 전력시장 경쟁에 참여하도록 유도하는 수익 구조임
- 2016년 모든 신규 재생에너지 전원에 FIP제도가 적용되었으나 이전 전원에 대해서는 FIT제도와 FIP제도를 발전사업자가 매월 선택할 수 있도록 하였음. 그러나 FIT제도의 매입보증기간인 20년 후에는 FIP제도로 이행하게 됨
- 독일의 프리미엄변동형 FIP는 전원별 입찰로 결정된 '보조금액'으로 도매전력시장가격의 평균금액인 '참조전력가격'을 뺀 금액을 프리미엄으로 하는 시스템임

○ 영국

- 영국은 2050년까지 1990년 대비 온실가스 80% 감축이라는 저탄소화를 위한 목표를 법제화함. 원자력, 재생에너지 등의 저탄소전원을 대상으로 한 FIT-CfD(Feed-in-Tariff with Contracts for Difference, 이하 FIT-Cfd)제도를 2015년부터 실시
- FIT-Cfd제도는 독일의 프리미엄 변동형 FIP제도와 닮아 있으나, FIT-Cfd에서는 참조전력가격이 보조금액을 상회한 경우, 상회한 금액을 재생에너지발전사업자가 정부 기관에 돌려주어야함. 또한, 참조전력가격 결정 요소인 시장가격의 대상기간, 보조금액을 결정하기 위한 입찰대상전원 등의 차이가 있음

○ 중국

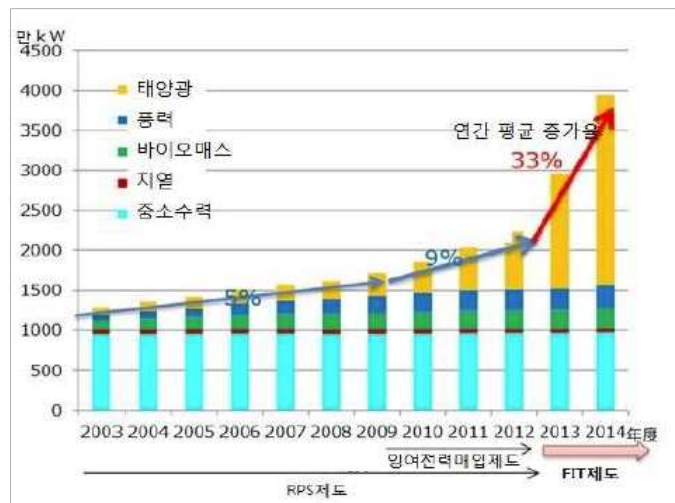
- 시진핑은 14년 11월 G20 정상회의에서 30년을 기점으로 이산화탄소 배출량을 증가시키지 않고, 에너지소비에서의 비화석에너지의 비중을 약 20%까지 늘리겠다고 선언
- 대규모 스마트미터의 배치 계획에 따라 30년까지 총 990억불을 들여 3억 6000만개의 스마트미터를 설치할 계획이고, 이는 전 세계 투자의 25%이상을 차지하는 규모
 - 전력 단절에 대비하고 지역적으로 분산된 전력 그리드의 통합을 위해 중국 정부는 3개의 주요 송전라인 구축을 계획하고 있으며, 각각의 라인은 20년까지 20GW의 송전 용량을 갖추게 됨
 - 중국의 31개성 중에 26개를 관장하는 국가그리드공사(SGCC)는 10년까지 고정 자산에 260억불의 투자를 이미 실행했는데, 이 중에 240억불은 전력 그리드 건설에 투자됨

○ 일본

- 일본 정부는 2011년 후쿠시마원전 사고 이후 재생에너지전원 도입 확대를 위해 2012년 7월 재생에너지발전 보조금제도(Feed-in Tariff:이하 FIT)를 실시. 이에 따라 재생에너지전원 도입은 크게 증가하였으나, 전력 요금 인상, 태양광 발전 편중 확대에 의한 전원간 불균형 심화, 인가를 받은 후 가동을 하지 않는 태양광발전사업자 증가 등 부작용이 발생¹⁰⁾

10) 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트, 제16-39호 2016.10.228

- 이에 2017년 4월 1일부터 FIT제도를 개정하여 시행예정. 개정된 FIT제도 주요 내용은 인가제도 개선, 효율적이고 균형 잡힌 재생에너지 전원 개발 등
 - 당초 예상보다 많은 태양광 발전량의 매입비용을 매년 인하하며, 기타 재생에너지전원의 매입비용은 동결
 - 인가시기를 계통접속을 계약 체결한 후로 미루어 인가 시 토지 및 설비 확보에 더해 계통에 대한 접속계약체결도 조건에 추가
 - FIT제도를 통해 약 4년간 한 자리 수 이내의 재생에너지 설비용량 증가율은 FIT제도 도입 이후 연 평균 33%로 증가



[그림 2-15] 일본 재생에너지 설비용량변화 추이

다. 리모델링 관련 정책

○ 미국

- 미국은 주 정부를 중심으로 거늘 에너지 정책이 추진되고 있으며, 관련한 금융 인센티브가 소개되고 있으며 금융 인센티브는 주로 리베이트와 저리대출 상품이 주를 이루고 있음

○ 영국

- 에너지 성능개선 공사 후 에너지 절감비용으로 사업비를 상환하는 그린딜 사업 추진 중
- 그린딜 프로그램은 기존 주거용 및 상업용 건축물을 대상으로 하여 기업 및 일반 국민의 에너지효율 향상의 적응을 지원하기 위한 단열재 및 리모델링을 지원함
- 그린딜 사업 활성화를 위하여 보조금 지원도 병행하고 있으며, 에너지평가사 등 새로운 일자리 창출에도 기여하고 있음

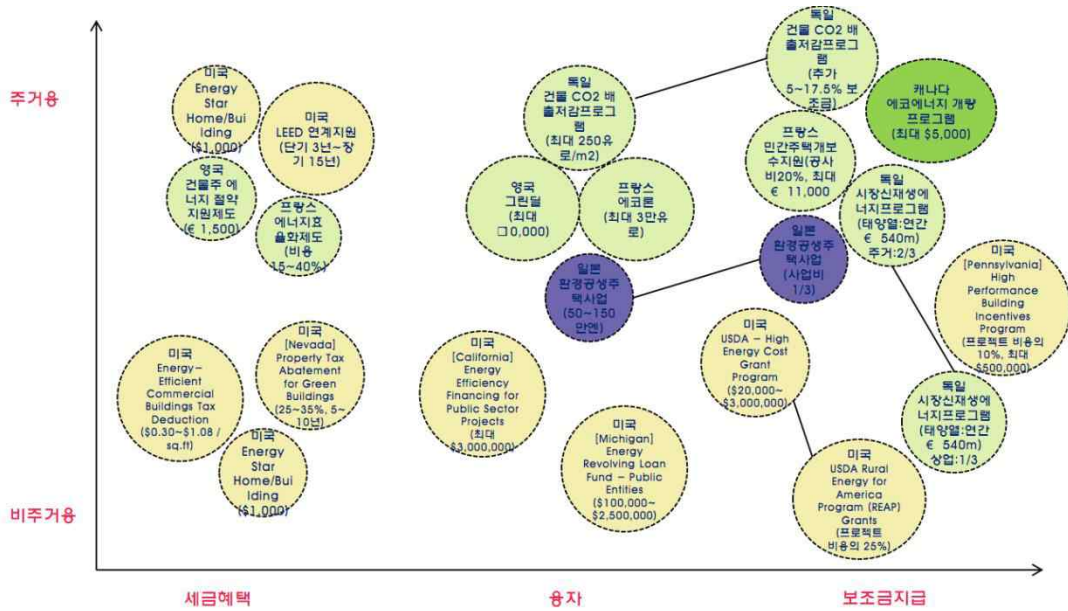
○ 독일

- 건축물을 개보수 할 경우 에너지 절감 정도에 따라 보조금 지급 및 저리융자를 차등 지원하고 있음
- 기존의 주택 및 신축 주택에서 재생가능 에너지에 대한 투자를 할 경우에 지원이 가능하며, 기존 건축물의 경우에는 지붕, 창문, 지하실, 벽면의 단열 조치, 연소보일러의 설치, 저온도 보일러의 설치, 장거리 및 근거리 열공급을 위한 열전

달정류소 설치, 태양 에너지에 의한 근거리 열공급 설비 설치, 열병합발전 설치 등의 사항들에 추가로 지원이 가능함

○ 프랑스

- 에너지 절약 개보수 비용을 무이자로 융자하는 Eco-Loan 도입



[그림 2-16] 국외 리모델링 정책 (출처 : 한국시설안전공단, 그린리모델링의 민간금융 도입을 통한 활성화 방안 마련 연구 용역, 2013)

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

가. 제로에너지 빌딩

- 국내 제로에너지 주택사업은 단독 주택건설에서 주거단지 형태로 확대되는 추세¹¹⁾
 - '15년 12월 일부 재개발지역을 제로에너지 시범사업구역으로 지정하고 보조금 및 세제혜택을 지원

[표 2-8] 제로에너지빌딩 시범단지

대상	사업개요
서울 장위 4구역	-민간주도의 주택재개발사업, 지열을 이용한 냉난방시스템 도입 등 대규모 공동주택단지의 에너지 절감기술 구현 -지하 3층/지하 31층 건설계획(2,840세대), 2017년 상반기 착공예정
서울 천호동 가로정비사업	-소규모 정비사업으로 중저층 건축물의 에너지절감 기술 구현 -지하 1층/지상 7층 건설계획(107세대), 2016년 하반기 착공예정
아산 중앙도서관	-공공건축물 모델로 지자체 주도의 녹색건축물 보급 및 확산기대 -지하 1층/지상 5층의 도서관 건설, 2016년 상반기 착공예정

- 제로에너지 주택의 국내 시장 규모는 2015년에는 8,600억원, 2020년에는 1조 7,200억원 수준으로 성장할 전망 (한국과학기술정보원, Market Report(2012))
- 주택보급률 우리와 유사한 해외 선진국들에서 사업형 Low/Zero 에너지 주택 사례 매우 많음을 감안하면, 국내 주거용 건축시장에서도 조만간 Low/Zero 에너지 주택 시장 커질 것으로 예상되며, 향후 피할 수 없는 추세이자 방향으로 판단됨. 2014년 아태지역 주거용 ZEB 시장은 일부 파일럿 건물 시공으로 5.5 백만불 수준으로 평가되며, 대한민국 정부의 강력한 ZEB 의무화 정책 시행에 따른 아태지역 선도역할을 통하여 2035년 18.6 십억불로 예측됨(연평균 성장률 47.2%)
- 국내 건설사를 중심으로 제로에너지 아파트단지 조성에 대한 관심은 증가하는 추세이며 주거의 편의성 및 질을 중시하는 수요자들을 공략
 - 현대건설은 힐스테이트 레이크 송도(제로에너지 시범단지, 2015년 10월 분양)에 태양광 및 수소연료전지 등 신재생에너지를 활용하고 스마트 BEMS로 에너지 관리
 - 대림산업은 e편한세상 양주신도시(2016.4월) 건설에 층간소음 저감 및 단열효율이 높은 창호시스템을 적용
 - 현대산업개발은 콘크리트와 단열재를 합쳐 단열성능을 40%이상 높인 고단열 외벽시스템을 적용 중

11) KB금융지주 경영연구소, KB 지식 비타민 : 미래형 주거형태, 제로에너지 주택, 2016.05.23

나. 제로에너지 건물 요소기술 및 자재

- 국내외 녹색건축물은 잠재력이 매우 높은 시장으로 세계 친환경 저에너지 녹색 건설시장은 '12년 이후 12%에서 60%까지 지속적으로 성장이 전망됨
- 주요 선진국은 건축 산업구조, 정책/제도 전반의 개혁 및 지원을 통하여 제로에너지 빌딩의 보급 확대를 위한 시장전환(Market transformation)을 착수하여 진행 중임

[표 2-9] 국내외 일반건축물 및 녹색건축물 시장성장 전망

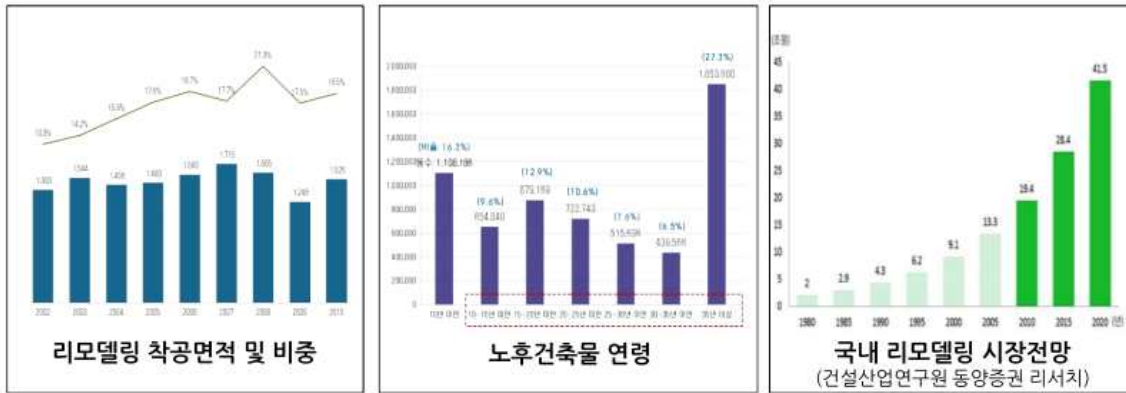
번호	연구내용	2007년	2012년	2020년	2030년	연평균증가율 (2007-2030)
세계 시장	전체건축물	3,608,000	4,561,000	7,054,000	12,164,000	5.4%
	녹색건축물	175,000	769,000	2,067,000	7,109,000	21.2%
국내 시장	전체건축물	60,578	83,779	140,751	269,213	6.7%
	녹색건축물	2,950	14,134	41,247	157,334	19.2%

- 건물부문은 건물에서 사용되는 에너지 절감을 위한 건물 용도별 Low/Zero 에너지 건축 구현을 위한 패시브(단열, 기밀, 창호 등), 액티브(고효율 설비 등), 신재생(태양열, 태양광, 지열, 복합 등) 시스템 등 개별 요소기술 개발에 중점
- 건축물의 외피시스템(외벽, 창호 등)의 모듈화 및 복합시공기술, 지능형 실내환경 시스템, 그린 모듈러 빌딩 공법, Charrette과 BIM 기반의 IDP 시스템 구축 기술 등 에너지 절약형 건축시스템 기술 관련 분야의 수요가 급증
- 에너지 절약형 건축시스템 분야는 3D 가상공간을 구현하고 시공을 현장 기능인력 의존에서 벗어나 공장에서 첨단 기계를 활용하고 현장에서는 건설시공 로봇을 사용하여 공기의 획기적인 단축을 물론 시공의 질을 제고 시킬 수 있는 Charrette과 BIM 기반의 IDP(통합디자인프로세스) 시스템, 액티브 기술 결합형 모듈 생산 및 모듈설계 기술, 액티브 그린모듈러 빌딩의 시공 및 분리해체 기술, Weather responsive 환기설비 시스템, Zero 조명에너지 기술, 열부하 대응형 통합 외피시스템 등의 기술이 개발될 것임

다. 기존건물의 리모델링

- 건물분야의 온실가스 감축 및 에너지 절감을 위해서는 신규주택보다는 680만동에 이르는 기존 건축물에 대해 에너지 절약적 개보수 또는 리모델링이 실현되어야 하며, 이를 통한 그린리모델링 시장은 2030년 이후 주요 건축시장으로 성장 예상, 아태지역의 상업용 건물의 리트로핏 시장은 2014년 전체 335,000불 수준으로 미약하지만, 2035년 17.1 백만불 수준으로 예측됨(연평균성장률 20.6%)

- 국내 리모델링 시장규모는 전체 건설시장의 약 10%를 차지하며 증가하는 추세임

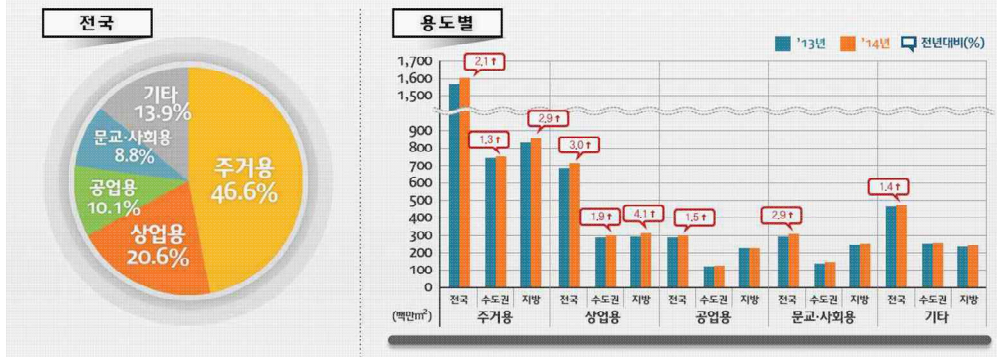


[그림 2-17] 리모델링 시장의 성장

출처 : 그린리모델링 활성화를 위한 2014 공공건축물 그린리모델링 시범사업 백서, 국토교통부 및 한국시설안전공단(2015.9)

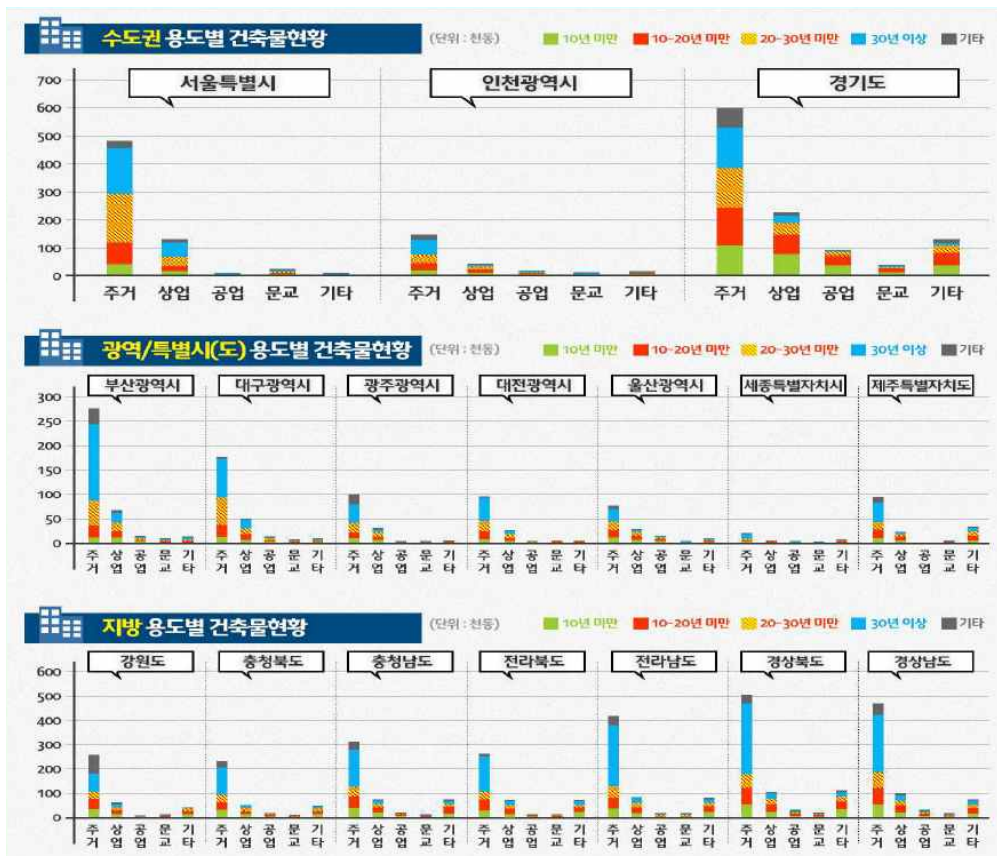
- 국내 주거용 건축물은 1980년대 중반 이후부터 아파트와 같은 공동주택 형태로 대량으로 공급되기 시작함. 그러나 경기침체와 글로벌 금융위기에 따라 신축 주택 시장이 침체되면서 공동주택을 포함한 주거용 건축물의 소형화 및 시장이 축소되고 있음. 그러나 기존에 많이 보급되어 있는 주거용 건축물의 노후화에 따른 리모델링 착공 면적은 2002년과 2003년에는 100만㎡를 상회하였으나 2004년 이후에는 큰 폭으로 하락하여 70만㎡ 내외의 수준을 유지하고 있으며, 2010년도 주거용 리모델링 착공 면적은 71만㎡로 2003년의 63% 수준에 머무르고 있음
- 법규의 개정 등에 따라 증축 리모델링 허용시기가 15년으로 단축됨에 따라 1980년대 중반 이후 건설된 공동주택의 증축 리모델링이 가능해 지고 있으며, 공동주택에 대한 리모델링 시장에 대한 관심이 지속적으로 높아지고 있는 실정임. 현재 15년 이상 아파트는 전국적으로 약 410만호에 이르고 있으며, 경제적 이점 및 기술의 발전 등으로 인해 세대증가와 수직증축의 제도화 등 다양하게 관심이 증대되고 있음
- 1940년도부터 2013년도까지 준공된 주택의 수는 총 8,454,414 (단위 : 호)임. 그 중 건축된 지 20년이 넘는 노후주택의 수(1997년 이전에 준공된 주택의 수)는 3,760,491 (단위 : 호)이며, 이는 2013년까지 준공된 전체 주택의 약 45%를 차지하고 있음. 노후주택의 경우 벽체, 창호 등의 단열 및 기밀성능이 약화되어 건물의 열손실이 많아 건물에너지 요구량이 증가하게 되는데, 이런 노후주택의 단열 및 기밀성능을 향상시켜 건물에 안정적인 열적환경 제공으로 실내 쾌적성과 노후주택 에너지 성능을 개선시킬 필요가 있고 경제적이고 효율적인 그린리모델링 방안을 연구하여 적용할 필요가 있음

전국 건축물 현황 (2014년)



[그림 2-18] 전국 건축물 현황

출처 : 국토교통부 보도자료(2015.01.30.)



[그림 2-19] 전국 건축물 현황

출처 : 국토교통부 보도자료(2015.01.30.)

[표 2-10] 국내 리모델링 주요 사례

구분	프로젝트명	공사개요	주요 중축사항
완료	방배동 삼호 아파트 14동 (2004.8-2005.9)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 규모: 지상 12층, 지하1층, 14개동, 96세대 ○ 시공사: 삼성물산 ○ 건설부문 ○ 설계: (주) 마노 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 방배동 삼호 아파트 3차로 1개동 1개 단지 ○ 민간 주도로 자체 조합을 구성하여증축형 리모델링을 추진하는 국내 최초의리모델링 현장 ○ 52.81평형에서 62.80평형으로 세대 면적확장
완료	오산 외인 임대 아파트 (2000.12.8-2001.6)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 규모: 지상 4층, 1개동, 48세대 ○ 시공: 대한주택공사 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총6개 동이 순환식 방법(RotarySystem)을 도입, 그 중 F동이시범사업대상동으로 지정 리모델링 시행 ○ 세대수평통합(전용26평 2세대□전용 52평 1세대) ○ 2bed, 4bed: 실내 환경개선 위주, 설비 교체 및 벽체 조정, 안전진단 및 건물성능개선(단열성능, 차음성능), ○ 세대통합(2호1호화), 내부공간 및 내외장 마감재 개선, 단지 개수공사 등 전반적인 주거환경 개선과 주택수명의 연장에 역점을 두고 공사를 시행
완료	마포 용강 아파트 (2002-2003)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 규모: 지상 5층, 지하 PIT층, 2개동, 60세대 ○ 시공: 대림건설 ○ 설계: 한길 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전면, 후면 발코니 부가에 따른 발코니 면적 확장 ○ 화장실 위치 변경 및 침실 크기 재조정
완료	압구정 아크로빌 (2002-2004)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 규모: 지상 14층, 지하1층, 1개동 455세대 ○ 시공: 대림건설 ○ 설계: (주) 희림 건축 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소형 평형의 사원 아파트를 대형 평형으로 리모델링 ○ 기존 지하 식당 부분, 1층 및 지하 1층 공용부 계단, 기존 계단실 및 엘리베이터 코어, 외부 비상계단, 복층 일부 세대 발코니 철거 후 리모델링 ○ 지하 1층의 지하 대피소 부분을 부대복리시설로 용도 변경
완료	이촌동 로얄 맨션 (2004-2005)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 규모: 지상 12층, 지하2층, 1개동 82세대 ○ 시공: 대림건설 ○ 설계: (주) 예림 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지하 2개 층 층고에 해당하는 수영장 매입, 두 층의 지하주차장으로 분리
완료	한남동 힐사이드	<ul style="list-style-type: none"> ○ 규모: 지상 5층, 지하 PIT층, 2개동, 60세대 ○ 시공: 삼성물산 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복층형에서 단층형으로 변경후 세대통합(수평통합)
완료	양평동 현대아파트 (2001.8)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 규모: 지상 17층, 1개동,145세대 ○ 시공: 현대산업개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 노후화된 설비부문 교체 실시 ○ 개별난방으로 전환 ○ 내부 인테리어 변경 및 건물 외장 및 내부 도장공사 ○ 주현관 출입구 변경

완료	방배동 궁전아파트 (2004.8-2005.9)	○ 규모: 지상 12층, 지하1층, 3개동, 216세대 ○ 시공사: 쌍용건설	○ 기존발코니 부분을 실내화 및 신설로 면적 확장 ○ 지하주차장 신설 ○ 복도식에서 계단식으로 변경 ○ 기존 발코니 실내화 및 발코니 신설로 면적확장 ○ 지하공간 개별창고 등으로 활용 ○ 국내최초 단지 리모델링
심의 통과1)	둔촌동 현대 아파트(계획안) (2009)	○ 규모: 지상 12층, 2개동, 196세대 ○ 설계: 현종설계	○ 리모델링 연구단 실증단지 ○ 1층 일부 필로티화 ○ 지하 1층 및 데크 주차장 신축 리모델링 ○ 기존시설을 이용한 부대복리시설 확충
완료	이촌동 수정아파트 (두산위브트레지움) (2008)	○ 지하1층 지상12층 ○ RC 라멘구조	○ 지하1층 지상13층 ○ 별도 데크 주차장 2개층(33대*68대) ○ 1층 필로티 1개층 증축, 전후면 증축 ○ RC 라멘+벽식구조
완료	도곡동신아파트 (2011)	○ 지하1층 지상 12층 ○ 5개동 384세대	○ 지하3층 지상12~13층 ○ 전후면 증축/ 축세대 향변경형 ○ 일부 광정형(Void 공간) ○ 주차 181대□430대
완료	당산동 평화아파트 (쌍용에가클래식) (2010)	○ 지상 12층 ○ 3개동 284세대	○ 1층 필로티 1개층 수직증축, 지하1층 지상 13층 ○ 지하주차장 2개층 증축 ○ 향 변경형, 일부 광정형(Void 공간) ○ 주차대수 58대*285대
완료	마포호수아파트 (쌍용에가) (2010)	○ 1개동 지하1층 지상10층 90세대	○ 2개층 증축(2개층 필로티) 지하1층 ○ 지상12층 (수평+수직 증축) ○ 2bay*3bay(기존 주차장 상부 증축) ○ 주차대수 34*99대 ○ 벽식아파트 리모델링
완료	청담 두산 (2014)	○ 1개동 177세대 ○ 지하2층, 지상 12~15층 ○ 철근콘크리트 벽 식구조	○ 1개층 필로티 1개층 수직증축지하 2층, 지상 13 ~16층 ○ 데크주차장 신설, 주차대수 216대 ○ 외단열
완료	청담 청구 (2014)	○ 지하2층 지상18층 ○ 1개동 108세대 ○ 철근콘크리트 벽 식구조	○ 지하3층 지상19층(1개층 필로티 및 지하 ○ 1개층 증축) 지하 탐다운 공법) ○ 전면 2Bay*3Bay ○ 주차대수 82대*129대
완료	대치우성2차 삼성 래미안 (2014)	○ 지상 15층, 5개동 ○ 354세대	○ 지하2층, 지상 16층, 5개동(1개층 필로티) ○ 354세대, 구분소유형 3세대 ○ 수평 증축형
완료	워커힐 일신아파트 (대우 푸르지오) (2014)	○ 지하1층 지상10 층 ○ 2개동 200세대	○ 지하2층, 지상 12층, 복도식□계단식 ○ 일부 3Bay, 지붕층 복층화, 축세대 특화 ○ 지하1,2층 부대복리시설 확충 ○ 주차70대*200대(데크형 주차장+정원)
계획	분당매화마을 (포스코)	○ 지하1층, 지상15 ~20층, ○ 6개동 562세대	○ 3개층 수직증축 세대증가형 646세대 ○ 3bay

2. 국외 시장현황

가. 제로에너지 빌딩

○ 영국

- 영국은 주택 에너지 관련 기준으로 Part L과 지속가능주택 기준(Codes for Sustainable homes)을 채택. Part L은 영국 건축법 중 에너지 관련부분이며, 지속가능한 기준은 Part L을 바탕으로 더욱 강력한 기준을 설정한 것이며 기존의 BREEAM을 개정한 것으로써 지속가능주택 기준은 등급제에 점수제를 결합
- 2030년에는 모든 주택 에너지효율화, 2060년에는 전력생산에서 화석연료 사용제로, 이산화탄소 배출량 최소 60% 저감을 목표로 주택에너지 효율화를 위한 그린딜(Greendal) 사업 추진계획을 발표. 그린딜 추진방식은 다음과 같음.
 - 그린딜 시공업자 등은 주택소유자 등에게 주택단열공사 추진여부, 공사내역, 그린딜 대출 등에 대한 종합 컨설팅 서비스 제공함.
 - 은행 등 금융기관은 그린딜 사업 대출상품 개발함.
 - 총 대출금액은 에너지효율화 공사를 통해 얻게되는 총 에너지 절약금액을 초과하지 않도록 설계
 - 그린딜 대출금액은 향후 25년간 분할 상환 가능하며, 할부금은 에너지소매업체가 발급하는 에너지요금고지서(Energy bill)에 포함하여 청구됨.
 - 에너지소매업체가 에너지요금과 함께 일괄 징수하여 금융기관에 납부하는 방식
 - 에너지법에 따라 그린딜 대출상품에 대한 할부금 납부의무는 실제 주택에 거주하고 있는 자(에너지효율화 사업으로 에너지요금 인하 혜택을 실제 누리고 있는 자)에게 부과됨.
 - 주택소유권 이전, 임대차 계약 등으로 실제 거주자가 변경되는 경우 할부금 납부의무는 매수자, 임차권자 등에게 이전됨.
 - 주택임대차 계약, 매매 계약시 그린딜 시공주택인 사실과 총 대출금액, 잔여금 등에 대한 정보 제공 의무화함.
 - 2011년 에너지법은 실거주자가 임차인(Tenant)인 경우 동 임차인에게 주택소유자(Landlord)에 대해 그린딜 시공을 요청할 수 있는 권한을 부여함.
 - 또한, 지방정부에게도 에너지낭비가 심각하여 주택 단열공사가 시급한 주택소유자에 대해 그린딜 시공을 요청할 수 있는 권한을 부여함.
- 영국 최초의 성공적인 환경친화적 주택단지인 꼽히는 베딩돈 제로에너지 단지(Bed-ZED)는 2002년에 조성, 이를 모델로 점차 확대되는 추세¹²⁾
 - 베드제드는 과거 우물처리장 부지를 친환경 주거단지 조성을 목적으로 저렴한 가격에 매입하여, 환경 컨설턴트 회사가 주축이 되어 민관 합동으로 재개발
 - 태양에너지를 활용해 일반주택 대비 10% 수준의 난방, 빗물과 오수정화 시스템 및 저탄소배출 교통수단 등 저탄소 시스템을 장착

12) KB금융지주 경영연구소, KB 지식 비타민 : 미래형 주거형태, 제로에너지 주택, 2016.05.23

[표 2-11] 영국의 베드제드(Bed-ZED) 개요



사업추진형태	민간주도 사업형 공동주택
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> • 시행 : Peabody Trust(저소득층을 위한 주택 협회) • 설계 : Bill Dunster Architects/친환경 컨설팅 : BioRegional Group, Arup 등
	<ul style="list-style-type: none"> • 2002 완공 • 대지 17,000㎡, 82개 Units, 271개 Habitable Rooms • 사무실, 스튜디오, 상점, 공용시설 2,500㎡
성능 목표치	• CO2 배출 0, 난방 90% 절감, 급탕 33% 절감, 전력 33% 절감, 물사용 33% 절감
주요 적용기술	<ul style="list-style-type: none"> • 자연환기(Wind Cowl), 차양, 슈퍼단열(300mm), 3중유리, 부착온실 • 절수형수전, 재활용자재, 자동차공유(Green Transportation)
복합에너지시스템	• 태양광/태양열/풍력(47W/㎡ Peak), 열병합발전(21W/㎡ 열, 14W/㎡ 전기)
기타	• 모니터링 5년간 시행, 총 개발비용 11,790천 £

○ 독일

- 모든 신축주택에 신재생 에너지 이용을 의무화하고 있으며, 기존 건물의 에너지 합리화 사업도 강력하게 추진
- 프라이부르크시의 보봉은 낙후된 마을을 주민이 직접 참여하여 재생한 주택재 개발사례(약 2,000가구)로 친환경 주거지역의 대표 모델
- 보봉의 주택은 독일의 일반주택에 비해 에너지를 최소 70%정도 절감토록 건설 되었으며, 당시의 신규주택과 비교 시에도 40%정도 절감 가능

[표 2-12] 독일의 Freiburg Vauban 프로젝트



사업추진형태	시민단체 주도, 관협력형
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> • 시행 : 프라이부르크 시, 포럼보봉 • 펀드 출처 : 민출자+프라이부르크 정부 초기지원+연방정부 지원
	<ul style="list-style-type: none"> • 2006 완공 • 약 2,000세대
성능 목표치	• 패시브하우스(독일 일반주택 대비 80% 에너지 절감)
주요 적용기술	• 외단열/고성능창호, 폐열회수환기시스템
복합에너지시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 개별주택: 태양열급탕/태양광발전 • 지역 : 바이오매스열병합발전
기타	-

[표 2-13] 독일의 운데마을



사업추진형태	괴팅엔 대학 제안으로 사업 추진
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> •면적 : 농지-13km², 산림지 8km² •주민협동조합으로 생산된 전력과 열의 일부를 판매하여 연간 약 13억 6천만원 창출
성능 목표치	•열병합발전과 목질보일러를 통해 전력과 열을 70% 공급
주요 적용기술	•농지와 산지의 바이오매스를 연료로 사용
복합에너지시스템	•바이오매스(건초, 가축분뇨 등)
기타	<ul style="list-style-type: none"> •협동조합 방식으로 참여 및 출자 •마을 에너지시설 공사비의 58%(330만 유로)를 지역에서 총당하여 장기적 지역 경제 활성화 및 일자리 창출에 기여

○ 일본

- 일본은 주택에너지 합리화를 위한 건축설계가이드라인을 통해 건물 단열과 냉난방, 유지보수 등을 종합적으로 규제. 가이드라인은 1980년에 제정되어 1992년과 1999년에 개정, 2020년부터 모든 신축주택에 제로에너지 시스템을 의무화

[표 2-14] 일본의 펠타운(Paltown)



사업추진형태	정부주도
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> •20개소 공공시설 등을 에너지절약형으로 리모델링하여 1년간 약 1,000톤의 이산화탄소 배출 감소와 3,500만엔의 경비절감 효과 •인구 : 약 22만의 소도시, 일본 군마현 남동부
성능 목표치	•가정용 전기의 100% 자체 생산
주요 적용기술	•태양광패널 설치
복합에너지시스템	•태양광 + 전력회사 시스템 연계(간덴코, 산요, 미쓰비시 등)
기타	•777호 중 553호에 태양광발전시스템 도입으로 매년 2.1MW 이상 생산, 각 가정 당 평균 3.84kW 시설을 통해 가정용 전기의 100% 총당

- 기존주택단지를 리모델링한 일본의 펠타운은 2002년 가정용 태양광 발전시설을 클러스터화하고 전력망 시스템을 시험하기 위해 조성된 시범단지. 기존주택(약 800세대)에 집합태양광 시설을 설치해 전력망과 연동하여 가정용 전기의 100%를 공급
- 정부 NEDO(신에너지산업기술종합개발지구) 차원의 다양한 연구 개발과 도입 지원이 이루어지고 있음. 2002~2008년까지 1,500억 원을 투입하여 482건의 BEMS 동비지원사업을 진행하였으며, 도입 비용을 보조하고 도입 후 3년간 에너지 절약사항을 의무보고¹³⁾

○ 두바이

- 두바이 정부는 환경친화적 녹색경제를 위한 목표로 그린빌딩을 촉구하면서 2013년 5월 2일 친환경 건축물 인증기준을 발표
- 2014년부터 공공부문뿐만 아니라 민간부분까지 친환경건축물 인증 제도를 시행 중이며, 에너지와 수자원 효율을 강조한 친환경적인 에너지 절약과 환경보전의 기술 수요가 증가할 전망
- 인증서 취득을 위해서는 에너지 효율을 향상시켜 자원 재활용과 환경공해 저감 기술 등을 적용하여 유지 관리 후, 건물이 해체될 때까지 환경에 대한 피해가 최소화 하도록 계획한 건물이어야 함

나. 제로에너지 건물 요소기술 및 자재

- (미국) DOE주관으로 21세기를 향한 HVAC&R의 연구목표로서 대체냉매, 고효율 냉동기, 시스템 통합기술 등의 개발 방향을 설정하여 놓고 점차적으로 추진
 - The Zero Energy Commercial Buildings Consortium(CBC)을 구성하여 국가연구소를 중심으로 활발한 연구가 진행 중이며 ZEB의 확대를 통하여 2020년까지 45%, 2050년까지 80%의 온실가스 감축 목표
- (영국) BRE, BSRIA, CIBSE 등에서는 HVAC시스템의 성능평가 및 진단, 시스템 최적 설계기술, 실내공기 및 열환경 향상기술, Building Commissioning 기술, Free cooling system 설계기술, 환기설비의 생애주기 성능향상기술 등에 대한 연구개발을 수행
- 그린빌딩 건축재료¹⁴⁾
 - 세계 그린빌딩 건축재료 시장은 '11년 890억 달러에서 '18년 2,220억 달러 규모로 성장이 예상
 - 그린빌딩 건축재료는 전통적인 건축재료부터 빌딩의 성능향상을 위한 신소재 건축 재료에 이르기 까지 다양한 재료가 포함
 - '14년도 세계 그린빌딩 건축재료 시장은 유럽권역이 49.3%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, '15년~'18년 연평균 성장률은 아시아-태평양권역이 11.2%로 가장 높은 증가추세

13) 전략품목교육센터, 친환경 에너지산업 R&D전략과 마이크로그리드/ESS 동향분석, 2016.07.27

14) 2015 국토교통 R&D 동향조사: 건축분야, 국토교통과학기술진흥원

- '14년 기준 세계 그린빌딩 건축재료 시장의 권역별 비중은 유럽 49.3%, 북미 26.3%, 아시아-태평양 21.7%, 기타국 1.3%
- '15년부터 '18년까지 권역별 그린빌딩 건축재료 시장 연평균 성장률은 아시아-태평양 11.2%, 북미 6.9%, 유럽 3.3%로 전망
- '15년~'18년 세계 그린빌딩 건축재료 시장 연평균 성장률은 6.8%이며, 아시아, 북미 권역이 세계 평균 이상의 증가추세를 보일 것으로 전망



[그림 2-20] 글로벌시장 제로에너지빌딩 테크놀로지 기술개발 투자 패턴 및 경향
(출처: Frost&Sullivan, Enabling Techs for net ZEBs-Funding Analysis, 2014)



자료 : Green Building Materials *\$254bn Annual Market by 2020, environmental leader, 2013.5 / Navigant Research

[그림 2-21] 세계 그린빌딩 건축재료시장 규모
(출처: 2015 국토교통 R&D 동향조사: 건축분야, 국토교통과학기술진흥원)



자료 : Green Building Materials '\$254bn Annual Market by 2020, environmental leader, 2013.5 / Navigant Research

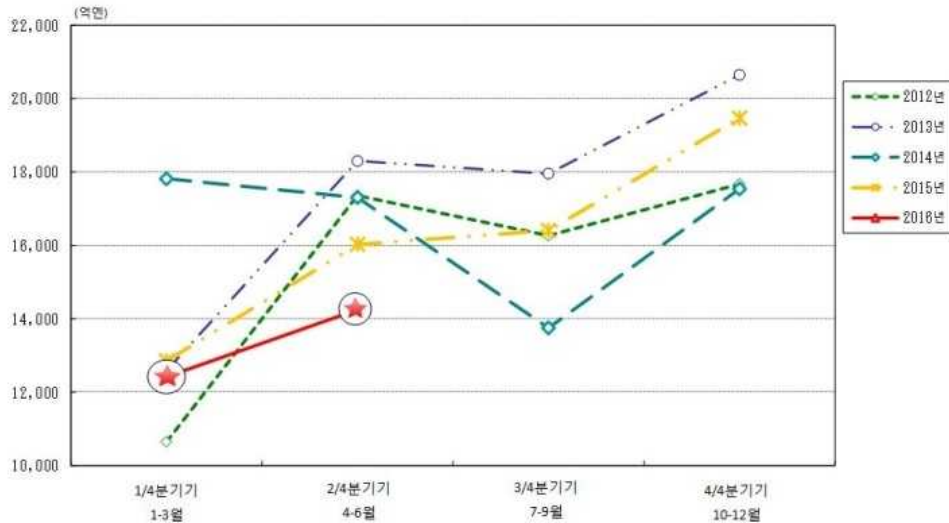
[그림 2-22] 권역별 그린빌딩 건축재료 시장 규모

(출처: 2015 국토교통 R&D 동향조사: 건축분야, 국토교통과학기술진흥원)

- EU등 주요 선진국은 지원을 통한 최적 비용 제로에너지 건축물 구현을 추진 중에 있으며, 의무화를 할 경우 일정 비용 내에서 시장비용이 최저로 되는 방안을 강구중에 있음
- 건축물 에너지 핵심 저감 요소를 분석하고 그 요소에 따른 1차 에너지 감소량 /payback 관계에 대한 분석 및 향후 핵심에너지 감소 요소에 대한 가격 변동모델을 구축하여 단계적 최적 제로에너지 건축물에 대한 연구를 진행 하고 있음. 또한 기술력을 갖춘 대기업을 중심으로 국가가 신기술 요소 단가를 자발적으로 낮추는 목표를 주고 그에 따른 기술 개발 인센티브를 지원하고 있음

다. 기존건물의 리모델링

- 그린 리모델링 사업은 EU, 미국, 일본 등 선진국에서 활발히 진행될 것으로 예상됨
 - 2009년 10월, 오바마 대통령이 서명한 Executive Order 13514에 따르면 모든 신축 연방정부건물은 2020년부터 넷제로 에너지건물 건축설계프로세스를 통해 2030년까지 넷제로 에너지건물을 달성하도록 하였고, 2040년까지는 모든 기존 상업용건물의 50%, 2050년까지는 모든 상업용 건물이 넷제로 에너지건물이 될 수 있도록 상용화기술 개발과 정책들을 추진하여 2050년까지 온실가스 배출의 80%까지 감축하는 것을 목표로 설정하고 있음
 - 일본 주택의 리모델링 시장의 2016년 시장규모를 살펴보면, 1/4분기의 주택 리모델링 시장규모는 1조 2,421 억엔으로 전년동기대비로 3.4% 감소하였으며, 2/4분기의 주택 리모델링 시장규모는 1조 4,247억엔, 전년동기대비로 11.1% 감소로 추계됨. 또한, 2016년 상반기의 주택 리모델링 시장규모는 2조 6,668억엔, 전년동기대비 7.7% 감소로 추계됨



[그림 2-23] 일본 리모델링 시장규모(2012~2016)

- 남미, 중국, 동남아시아, 중동 등 최근 건설붐이 일고 있는 지역보다는 영국, 독일, 프랑스 등의 EU와 일본 한국 등 과거 건설붐이 지나고 신규 건설 사업 보다는 리모델링을 통해 기존 건물의 성능향상을 추구하는 선진국에서 그린리모델링 사업이 활발하게 진행될 것으로 예상됨
- 실제 그린리모델링 관련 정책 및 지원제도를 시행하고 있는 국가는 미국, 프랑스, 영국, 독일, 캐나다, 일본 등의 선진국가임
- 세계 녹색건축 시장의 성장과 함께 그린리모델링 산업도 성장할 것으로 예상
 - 2015년 녹색건축 시장규모는 1,490억 달러로 전체 건축 시장규모의 48%를 차지할 것으로 예상됨
 - 2005년 녹색건축 시장규모는 전체 건축시장규모의 2%에 불과했으나, 2008년에는 12%, 2010년에는 35% 등으로 계속 증가하는 추세임
 - 그린리모델링은 신규 건설보다 단기간에 그 성과를 창출할 수 있으며, 대규모 공사가 아닌 비교적 작은 단위의 공정을 거치기 때문에 녹색건축 산업에서도 그린리모델링 산업은 향후 계속 성장할 것으로 기대됨
 - 세계적인 경제 불황으로 인해 큰 자금이 소요되는 새로운 건설보다는 그린리모델링을 선호하는 소비자의 선호 경향도 그린리모델링 성장의 주요한 원인으로 작용할 것으로 전망됨
- 주요국가별 리모델링 시장규모는 일본 30%, 미국 30%, 영국 45%, 프랑스 45%, 독일 30%로 예측되며, 조사된 주요국가는 국내 시장보다 높은 시장규모를 나타내고 있으며, 각 나라에 따라 규정과 지원형태가 다양하며, 대부분의 경우 보조금 지원, 저금리대출, 세액감면의 형태로 지원하고 있음¹⁵⁾
 - 독일부흥은행(KfW)은 그린 리모델링 및 신축을 확산시키기 위한 자금조달 프

15) 시장수요기반 기존건축물 녹색화 확산 연구 3차년도 최종보고서, 한국건설기술연구원(2014)

로그그램을 운영하고 있음. 에너지 절감 설계 가이드라인을 제정하고, 그린 리모델링 성능개선 효과(에너지 절감률)에 따라 보조금을 차등 지급하고, 주거 건축물의 그린 리모델링에 투자지원을 시작하였으며, 보조금 방식과 보조금+민간금융대출을 지원함¹⁶⁾

- 세계적으로 대도시를 중심으로 노후건물 리모델링 시기가 도래하였고 대규모 물량의 기존건축물의 리모델링을 통한 에너지 소비량 감소로 온실가스 감축 및 에너지 절감 잠재량은 클 것으로 예상됨

[표 2-15] 주요국가 리모델링 활성화 방안 비교

	영국	독일	미국	프랑스	일본
보조금	건물 종류별 보조금 지원	에너지 절감에 따라 10~25% 지원	건축물 용도별, 기기별 보조금 지원	건물 종류에 따라 25~70%지원	건물 종류별 보조금 지원
이자 지원	시세 보다 낮은 금리로 대출	1%의 고정금리지원	시세보다 낮은 금리로 대출	에너지 절약 개보수 비용 무이자로 용자	최장 10년 동안 연 2%의 고정금리
세액 지원	대출금 상환시에 세액 지원	에너지 절감에 따라 소득세 공제	대출금 상환시 세액공제 인증제도 등급별 세액공제	건물 종류별 25%~40% 세액공제	증개축시에 지원
지자체 역할	관련 정책 및 조례 마련	-	에너지절감계획 마련 저리대출 및 보조금 지원, 상담 관련 정책 및 조례 마련	-	보조금 지원 및 상담
금융지원 메커니즘	국가 및 민간 금융 지원	국가 및 민간 금융 지원	국가 금융 지원	국가 금융 지원	민간 금융 지원

○ GDP 대비 리모델링 시장규모

- 각 선진국의 경우 리모델링의 시장 규모적 측면에서는 1인당 국내총생산량(GDP)과 비례하여 리모델링 시장이 증가하는 경향을 보임

[표 2-16] 국가별 1인당 GDP 대비 리모델링 시장규모

(출처 : 신동우 외, 이주없는 노후공동주택 리모델링 기술개발 및 실증기획, 국토교통부, 2014.06)

국가명	1인당 국내총생산량(GDP)	시장규모	사업방향	공공주체
일본	\$34,312	30%	리모델링을 고려한 설계와 자재 표준화	주택 리폼센터, 도시기반 정비공단
싱가포르	\$35,163	20%	노후 공공주택의 업그레이딩 프로그램(Upgrading Program) 실시	주택개발청(HDB)
미국	\$45,845	30%	철거와 재건축 대신 개량 유도	주택도시 개발청(HUD)
영국	\$45,575	45%	공동주택 에너지 소비절감	중앙정부 및 지자체
프랑스	\$41,511	45%	'불량단지' 지정 및 개선	국립주택개량청(ANAH)
독일	\$40,415	30%	노후 주택개량 활성화	중앙정부 및 지자체

16) 2015 국토교통 R&D 동향조사: 건축분야, 국토교통과학기술진흥원(2015년 12월), ISBN 978-89-94071-73-2

3절. 기술동향 분석

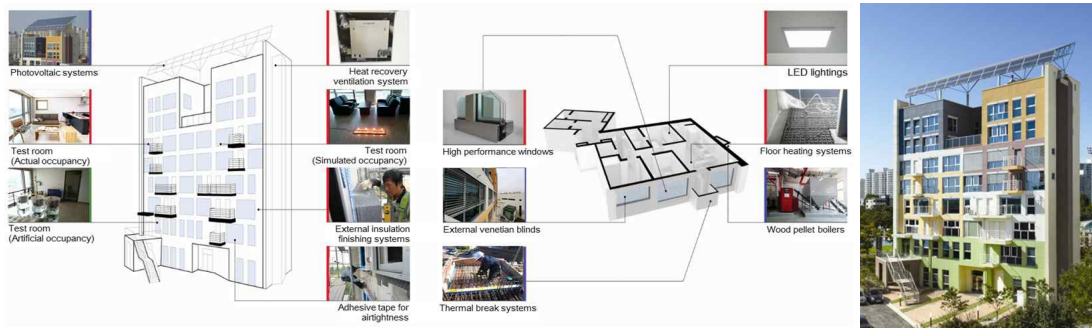
1. 국내 기술동향 분석

가. 제로에너지 건물 요소기술

- 건축물의 에너지 성능향상 요소기술을 통해 건물에서 사용되는 에너지 절감을 구현할 수 있으며, 기존 건물에너지 성능향상 요소기술 연구개발은 공동주택, 오피스, 단독주택, 한옥 대상의 Low/Zero 에너지 건축 구현을 위한 패시브(단열, 기밀, 창호 등), 액티브(고효율 설비 등), 신재생(태양열, 태양광, 지열, 복합 등) 시스템 등 개별 요소기술 개발에 중점됨
- 개발 요소기술을 통합 적용한 실증사업 용도로서의 Test-bed 구축에 중점 되어 있으며, 국가 연구개발과제에서 뿐만 아니라 민간 사례까지 포함한다면 Test-bed 구축을 통한 Low/Zero 에너지 건축물 시범 및 실증은 어느 정도 구현되었으나, 각 Test-bed는 시범사업 및 시범건물 단위의 실증사업 성격에 국한됨

[표 2-17] 국내 ZEB 시범사업 지역/용도별 적용 기술 현황

프로젝트명	지역			건물 용도	적용기술														
	중부	남부	제주도		고성능단열	고성능창호	일사조절장치	자연채광	자연환기	고기밀	고효율설비	열회수환기장치	고효율조명	BEMS	PV	태양열집열	지열	풍력발전	바이오매스
KCC 서초 사옥	√			비주거	○	○				○	○	○	○	○	○				
아산 중앙도서관	√			비주거	○	○		○	○		○	○			○		○		
진천군 제로에너지 시범단지	√			주거	○	○	○			○	○	○			○		○		
행복도시 1-1 생활권		√		주거															
천호동 가로주택 정비사업	√			주거	○	○				○	○	○	○	○	○				
송도 힐스테이트 레이크	√			주거	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
장위 4구역 주택재개발 사업	√			주거	○	○				○	○	○	○		○		○		



[그림 2-24] 제로에너지빌딩 적용 패시브&액티브 기술 사례
출처: 제로카본 그린홈 기술개발, 한국건설기술연구원, 2014

- 국토교통과학기술진흥원에서 수행한 “국토교통 기술수준분석 총괄보고서”는 건축분야에 대한 국가별 기술수준을 판단하는데 참고가 될 수 있도록 계량정보(특허 및 논문)를 통한 기술경쟁력 및 7개 국가(한국, 미국, 일본, 중국, 독일, 프랑스 영국 등)에 대한 기술수준을 제공함¹⁷⁾
- 건축분야의 경우 미국이 기술수준 및 기술경쟁력 측면에서 우위를 점하고 있으며, 한국은 건축물 에너지 성능향상 요소기술에 관련된 녹색건축, ICT 융복합건축, 건축물 에너지 성능, 건축 재료성능 등 대부분 주요 지표에서 경쟁력을 확보하지 못하는 현실임



[그림 2-25] 분야별 최고기술 보유국

출처: 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술수준분석 총괄보고서, 국토교통과학기술진흥원

- 제로에너지 건물 구현의 핵심기술로 고효율 외피 및 공조기술, 신재생 에너지 건물 융합기술, 친환경/저에너지 건축자재 기술, 건물에너지 제어 및 관리 IT 융복합 기술 등이 개발되고 있으나, 대부분 선진국에 의존하고 있으며, 일부 국내 확보하고 있는 원천기술의 경우, 원천기술을 보유한 이를 활용하여 제품으로 상용화 할 수 있는 기관과의 네트워크 구축 미흡으로 사실상 상용화가 이루어지지 못하고 있음
- 고효율 외피 및 공조기술은 국내 대기업 및 중소기업을 중심으로 국가 R&D와 연계하여 기술개발이 이루어지고 있으며, 고효율 환기설비 및 하이브리드 환기설비 분야의 최고 선진국은 독일 등의 유럽국가임
- 친환경/저에너지 건축자재 핵심기술은 대부분 선진국에 의존. 에어로젤, 폼실리카 등 신소재 단열재는 원천기술을 포함하여 현저히 기술 수준 차이가 발생. 건축자재는 제조시 대량의 에너지 소모와 탄소를 배출하는 산업(시멘트제조시 발생 CO2량은 국내 CO2 배출량의 중 2위 차지)

17) 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술수준분석 총괄보고서, 국토교통과학기술진흥원(2015년 12월), ISBN 978-89-94071-82-4

- 건축물 에너지 성능향상을 위한 제로에너지빌딩에 적용되는 주요 기술로 고기밀 3중 유리, 로이복층 유리, 외부차양, 외부 단열, 고기밀 테이프, 열교 차단 장치 등이 있음
- 한국건설기술연구원 제로카본 그린홈을 통해 개발된 요소기술은 아래 표와 같이 진공유리창호, 진공단열외피모듈을 이용한 외단열시스템, 고성능/고기밀 창호시스템, PV융합형 창호 및 환기시스템 등이 있음

[표 2-18] 제로카본 그린홈 적용 요소기술(출처: 한국건설기술연구원)

번호	명 칭	주요내용	비고
1	진공유리창호	-열관류율(Uw value) 1.0 W/㎡K급 초단열 창시스템	
2	진공단열외피모듈	- 열관류율(U value) 0.15 W/㎡K급 초단열 외피모듈 (EPS 복합단열)	
4	한국형 외단열 EIFS-1 (습식공법)	-VIP융합 열관류율(U value) 0.15W/㎡K급 초단열외피모듈(VIP+EPS)	
5	한국형 외단열 EIFS-2 (습식공법)	-VIP융합 열관류율(U value) 0.15W/㎡K급 초단열외피모듈(PUR)	
6	한국형 외단열 HIP시스템(건식공법)	-VIP융합 열관류율(U value) 0.15W/㎡K급 초단열외피모듈(VIP+EPS)	
7	LS 외동형 고효율 창호시스템	-열관류율(U value) 1.0 W/㎡K급 단열 창호시스템	
8	PV 융합 고효율 창호시스템	-PV 일체형 창호시스템 -복층유리내 PV & 차양 일체형 시스템 -열관류율(U value) 1.0 W/㎡K급 단열 창호시스템	
9	PV 융합 하이브리드 환기시스템	-환기회수 0.7회 하이브리드 환기 -PV 연계 에너지자립형 환기시스템	

나. 제로에너지 건물 성능기준

- 국토교통부는 국가 온실가스 감축 및 국민 주거비 경감을 위하여 신축 공동주택의 에너지 의무 절감률을 상향 조정(30~40%→50~60%)하겠다는 내용을 주로 하는 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」 개정안을 발표하였음.¹⁸⁾
- 이번 개정을 통해 에너지 의무 절감률 상향 조정과 함께 난방, 급탕, 조명의 최종에너지로 평가하던 방식을 1차에너지로 평가 방식을 변경. 또한 환기에너지를 평가에 추가하였으며, 고효율조명제도를 폐지하고 조명밀도를 도입하였음

18) 국토교통부, 신축 공동주택 에너지절감률, '패시브하우스' 수준으로 강화, 2016.11.16

- 벽체, 창, 문, 최상층 거실지붕 및 최하층 거실바닥 등의 단열을 강화하여 에너지 성능이 독일 패시브하우스 수준으로 향상. 실제 기후에 맞게 에너지 설계기준이 적용될 수 있도록 최신 기상 데이터를 반영하여 평가지역을 3개에서 4개로 조정하였음

[표 2-19] 제로에너지주택 성능 건축물 부위별 열관류율 (단위:W/m²·K)

구 분		현 행			개 선				제로에너지주택 성능 (중부1기준)	
		중부	남부	제주	중부1	중부2	남부	제주		
벽체단열	외기에 직접면함	0.21	0.28	0.46	0.15	0.17	0.22	0.29	0.15	
	외기에 간접면함	0.28	0.43	0.58	0.21	0.24	0.31	0.41	0.21	
최상층에 있는 거실의 반자·지붕	외기에 직접 면하는 경우	0.18	0.22	0.28	0.15	0.15	0.18	0.25	0.15	
	외기에 간접 면하는 경우	0.26	0.31	0.40	0.21	0.21	0.26	0.35	0.21	
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.23	0.28	0.33	0.15	0.17	0.22	0.29	0.15
		바닥난방이 아닌 경우	0.29	0.33	0.39					
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.35	0.40	0.47	0.21	0.24	0.31	0.41	0.21
		바닥난방이 아닌 경우	0.41	0.47	0.55					
창 (balcony 내측창포함)	외기에 직접면함	1.0	1.2	1.6	0.8	1.0	1.2	1.6	0.8	
	외기에 간접면함	1.9	2.1	2.5	1.0	1.25	1.5	2.0	1.0	
세대 내 강재문	외기에 직접면함	1.4			1.4(현행유지)				0.8	
	외기에 간접면함	1.8			1.8(현행유지)				1.0	
보일러효율(%)		91%			91%(현행유지)				92.3%	
조명밀도(W/m ²)		13 (평가 미반영)			10				7	
신재생에너지 설비		제7조제1항 성능평가에만 반영			난방·급탕·조명 신재생비율에 따라 에너지절감 인정				3kWp (태양광)	
열교차단공법		-			외단열 등 공법 단열성능에 따라 인정				외단열 의무	
환기장치		-			폐열회수 환기장치 설치비율에 따라 인정				효율강화 (70%→80%)	

다. 국내 최초 노원구 121가구 규모의 단지형 제로에너지주택 시범단지 건설

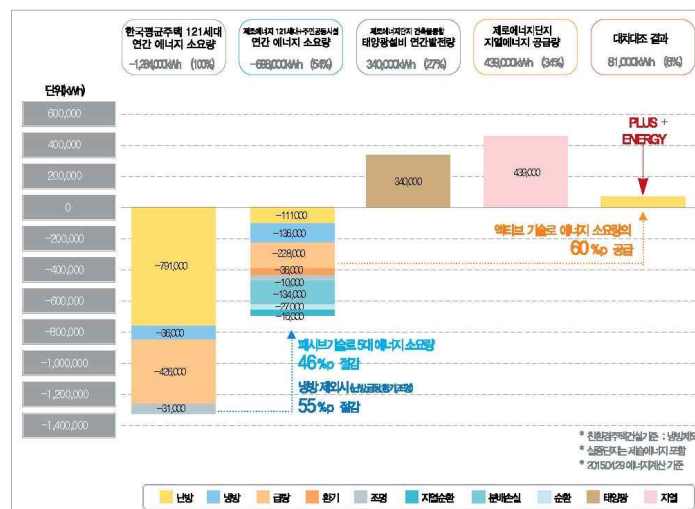
- 2017년 가을 서울시 노원구 하계동에 건립될 제로에너지주택 실증단지는 기술, 경제, 그리고 정책적 측면에서 대한민국을 새로운 21세기 주택패러다임의 한 부분을 제시하고 있음
- 기술적 측면에서, 주택단지의 기 개발된 기술을 바탕으로 에너지요구량을 최소화 하고, 적절한 신재생에너지를 공급하여, 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명의 1차에너지 소요량을 제로로 하는 최적화 모델을 개발하고 구현하는 것을 목표로 함

- 제로에너지 주택실증단지의 임대 후 거주과정에서 에너지 및 쾌적성 모니터링을 통해 제로에너지 주택단지 성과를 장기적으로 검증하는 것을 목표로 함
- 경제적 측면에서는 제로에너지 주택실증단지 모델의 비용효용효과분석을 통해 최적화 비즈니스 모델을 개발하며, 건축물의 특정 에너지성능 기준에 도달하기 위한 재정지원의 필요 규모를 도출하고자 함.
- 국민임대주택의 에너지 복지실현을 위한 국민주택 또는 그와 유사한 정부재정 등의 지원규모 도출을 통해, 제로에너지 주택실증단지의 보급에 있어 경제적 측면의 전략을 수립하고자 함



[그림 2-26] 국내 최초 제로에너지주택 실증단지(서울시 노원구)

- 패시브 설계기술만 적용하여 기존 공동주택 대비 에너지 소요량(냉방에너지 제외)을 55% 절감, 냉방과 제습에너지를 포함한 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명분야 소요량 절감효과는 46%임. (단, 에너지사용분야별 정량적 수치를 계산하기 위해 PHPP 에너지시뮬레이션 프로그램을 사용함)



[그림 2-27] 노원구 제로에너지주택 실증단지 연간 에너지 대차대조 예측

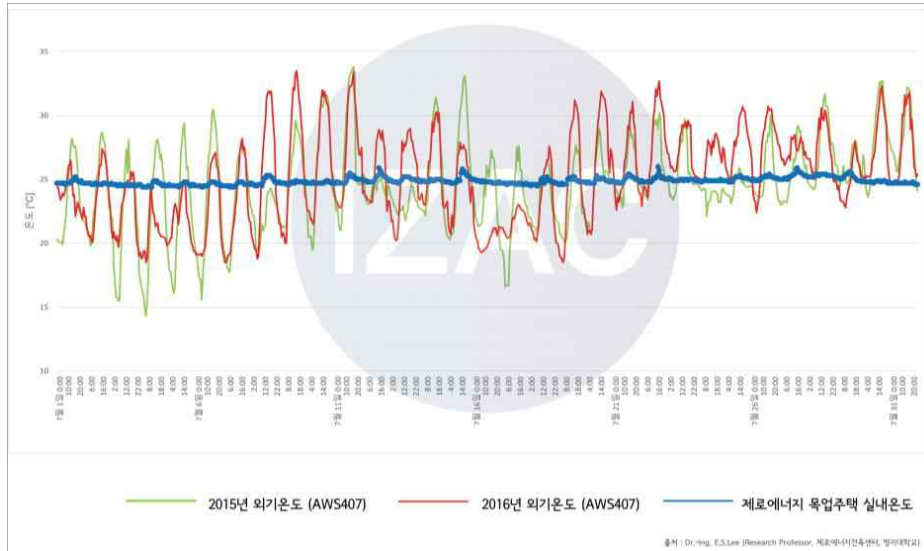
- 제로에너지주택 실증단지는 넷제로 1차 에너지 단지를 구현하기 위해 아래와 같은 수준의 에너지절약기술, 고효율 설비기술, 신재생에너지 기술을 적용

[표 2-20] 노원구 제로에너지주택 실증단지 적용 기술

구분		내용		
성능목표		넷-제로 1차에너지 주택		
에너지절약기술	기본계획		남향배치	
	외피단열 성능	열관류율	남·북측 외벽	0.153 (W/㎡K)
			동·서측 외벽	0.097 (W/㎡K)
			바닥(외기간접)	0.130 (W/㎡K)
			지붕(외기직접)	0.090 (W/㎡K)
		열교	부위별 열교방지설계적용	
	창호성능	열관류율	유리	0.7 (W/㎡K)
			프레임	1.5 (W/㎡K)
		투과율	g-value 0.35 이상	
		기밀성능	100Pa 압력시 통기량(전체면적) 3.0㎡/(h㎡) 이하 Tilt&Turn 개폐방식 창호 적용	
	기밀성능	주동 기밀성능 n50=0.6 1/h 이하 목표		
	차양	외부블라인드 적용 (외부환경센서 적용 및 무선·일괄제어 가능)		
고효율 설비기술	난방	열원	지열	
		분배	세대 내 열교환기 설치로 난방 온도 조절	
			난방·급탕 통합배관 적용 저온바닥난방 적용	
	냉방	열원	지열(중앙환기)/EHP(개별환기)	
		분배	열회수형 환기장치 급기와 냉수코일 연계	
	급탕	열원	지열	
		분배	세대 내 열교환기 설치로 급탕온도 조절 난방·급탕 통합배관 적용	
	환기	에너지원	태양광 발전	
		환기설비	열회수형 환기장치 전열교환효율 87% 이상	
		부속설비	프리히터	
	제트디퓨저 소음기			
	조명	에너지원	태양광 발전	
		기기	LED 조명	
		모니터링	난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명분야 분리계측 실내 온습도, 이산화탄소 농도계측	
신재생에너지적용 기술	태양광	용량	417kWp	
		연간발전량	340,000kWh	
		위치	지붕, 주동 남·동·서측	
	지열	용량	105 RT	
		열 생산량	439,000kWh	
	연간 잉여전력	81,000kWh		

○ 제로에너지 자재적용기술에 따른 냉방에너지 절감률 분석

- 노원구 제로에너지주택 실증단지 목업주택의 2016년 7월 실내온도는 외기온도의 변화와 상관없이 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내에서 쾌적성을 유지하고 있음



[그림 2-28] 제로에너지주택 실증단지 목업주택 7월 실내온도와 외기온도 비교

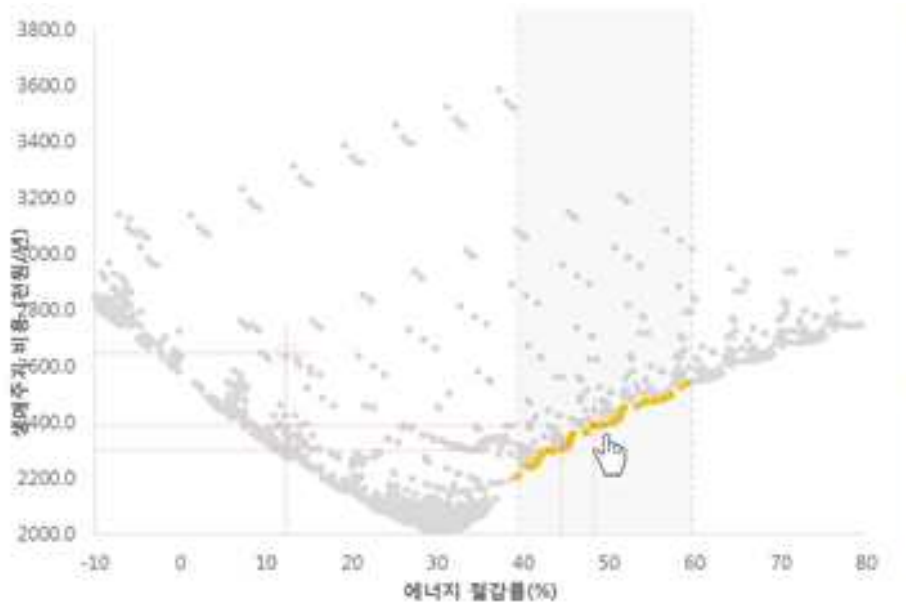
- 24시간 쾌적한 실내환경(25°C)을 유지하는 목업주택에 경우 7월 전력사용량이 311 kWh로 예측되었으며, 일반주택을 동일한 환경으로 유지하기 위해서는 789 kWh가 사용될 것으로 예측되어 478 kWh의 전기에너지를 절감한 것으로 분석됨

[표 2-21] 제로에너지주택 실증단지 목업주택과 일반주택 냉난방비 비교 (59㎡ 가정기준 단위:원)

구분	목업주택	일반주택	절감율
여름철 냉방에너지	233 kWh (2016년 7월-실측)	700 kWh (예상)	일반주택대비 67% 절감
	비용 50천원/월	374천원/월	일반주택대비 87% 절감
	동일조건: 59㎡, 실내온도 25도 유지, 24시간/31일 에어컨 가동		
	지열사용시	129 kWh	일반주택대비 81.5% 절감
	태양광 7.5 kW 설치시 (SMP 65원/kWh)	지열 냉방: 550-129=421 kWh 7월 27,365원 수익 에어컨 냉방: 550-233=317kWh 7월 26,000원 수익	냉방 COP 4.5일 때 냉방 COP 2.5일 때
겨울철 난방에너지	360 kWh (2015년 12월-실측) (판매시 SMP 65월/kWh)	2800 kWh (실측)	88% 절감
	비용 25천원/월 (도시가스비용으로 환산, 급탕과 취사 제외)	200천원/월 (도시가스비용으로 환산, 급탕과 취사 제외)	88% 절감
	동일조건: 59㎡, 실내온도 20도 유지, 24시간/31일 바닥난방		
	지열사용시	134 kWh	일반주택대비 95% 절감
	7.5 kW 설치시 (SMP 65월/kWh)	생산량 380 kWh(2015.12) 남는량 236 kWh 12월 15,340원 수익	12월 15,340원 수익

라. 건물 요소 기술/비용 최적화 시스템

- 현재 제로에너지 건축물 구현 비용은 현행 건축공사비 대비 30~40% 이상 추가 투입되는 것으로 업계는 전망하고 있으며, 제로에너지 건축물 의무 이행화하기 위해서는 추가 공사비 20% 이내에서 구현하는 기술, 정책 및 지원 방안에 대한 포괄적인 방안 개발이 필요. 이를 체계적으로 관리하고 적용하기 위한 시스템은 부재
- 또한 제로에너지빌딩의 요소기술인 패시브디자인과 신재생에너지시스템을 포함한 액티브시스템, 그리고 이들을 유기적으로 제어하기 위한 제어 기술들이 논의되고 있으나, LCC(Life Cycle Cost)관점에서의 제로에너지건축물 구축을 위한 요소 및 시스템에 대한 최적화 연구가 선행되지 않았음
- 현재로서는 경제성을 고려한 제로에너지 구현기술에 대한 종합적 분석이 이루어지지 못하고 있으며, 제로에너지 성능의 목표 수준에 따른 적용 가능한 경제적 기술에 대한 자료구축과 분석이 필요
- 그러나 건물 요소 기술들이 에너지 저감에 미치는 민감도와 관련하여 에너지시뮬레이션을 통한 검증은 활발하게 진행되고 있음
- 현재 제로에너지 건축물 비용 감축을 위하여 자재, 설비 시스템, 공사비 등 제로에너지 구성요소 DB 및 비용 산정모델, 건축시장 내 비용저감 유형 개발, 제로에너지 최적 분석모형을 개발 및 중장기 비용모델에 근거한 시장비용 및 지원방안 구축을 중심으로 제로에너지 건축물 비용을 최적화하는 연구가 진행 중임



[그림 2-29] 요소기술별 비용 분석

출처 : 한국건설기술연구원 외, 저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발 연차실적계획서, 2015

마. 자재/기술 인증 및 시스템 구축 현황

- 제로에너지 건축물 구축을 위한 건물 에너지 핵심 자재 및 시스템 구축 현황은 녹색제품 정보 제공, 제품 구매를 위한 통합정보망 제공 등 구축 목적에 따라 정보 제공 범위와 깊이가 상이하며, 기술별 성능 및 가격 간 로직은 개발된 바 없음

구분	시스템 명	시스템 화면	특징
국내	건설산업지식정보시스템		<ul style="list-style-type: none"> ● 자재정보를 제공하는 업체에 대한 정보내용을 정리 ● 자재에 대한 가격 등 상세정보가 부족하고, 건설업체정보, 건설관련 행정정보 등 건설공사 위주의 정보 제공
	건축정보센터		<ul style="list-style-type: none"> ● 건축 설비정보 보다는 자재위주의 정보제공 ● 자재정보 등록 건수가 많지 않아 검색조건 입력 화면이 없으며, 로그인 후 시방서, 가격정보, 물성표 등 정보 열람 가능
	녹색제품정보시스템		<ul style="list-style-type: none"> ● 녹색제품 구매촉진을 위해 환경표지제품, 우수재활용제품을 녹색제품으로 정의하고, 관련 제품 정보 제공하며 자재정보 위주임 ● 조달청등록번호를 기재함으로써 조달청과의 연계 통한 구매 가능 - 지역별/용도별/직업별/장소별로 분류하여 녹색제품 정보 제공
	친환경건설자재 정보시스템		<ul style="list-style-type: none"> ● 자재의 환경마크, GR인증 등 인증정보 등이 포함된 자재 및 업체 세부정보 구축 ● 수집하기 어려운 성능정보의 구축건수는 많지 않음
	공공녹색구매통합정보망		<ul style="list-style-type: none"> ● 조달청 계약관련 제품 위주로 조달청 구축 정보 범위 내에서 제품정보를 제공하고 실제 계약은 나라장터에서 이루어짐 ● 한국에너지공단에서 관리하는 3대효율관리기자재 제품정보는 한국에너지공단 홈페이지로 링크됨







[그림 2-30] 국내 에너지 건축자재 정보 관련 시스템 특징

출처 : 저비용 제로에너지건축물 이행촉진을 위한 기술/비용 최적화 시뮬레이터 개발, 한국건설기술연구원

- 국내 친환경 건축자재 및 고성능 건축자재 기준¹⁹⁾
 - 국내에서는 유해화학물질이 저 방산되는 건축자재를 통해 쾌적한 실내공기질을 확보하고자 친환경 기능성 건축자재에 대한 규제 및 인증제도가 활성화 되어 있음.
 - 환경부는 “다중이용시설 등의 실내공기질관리법”에서 유해화학물질이 일정량 이상 방산되는 건축자재의 사용을 금지하기 위해 “실내공기질공정시험기준”을 고시하고 있음.
 - KS규격에서는 건축 내장재의 폼알데하이드와 휘발성유기화합물의 방산량 측정을 위한 소형챔버법과, 방산셀법을 규정하고 있으나, 기준 및 등급에 대해 별도로 정하고 있지 않음
 - 국내에서도 기존에 운영되던 환경표지(환경마크)제도와 HB마크제도 이외에 흡착 및 흡방습 기능성 건축자재에 대한 기능성 건축자재 단체품질인증제도(FBM)가 시행될 예정임
 - 환경부의 기준은 사용할 수 없는 유해한 건축 자재에 대한 정보를 제공하고자 하지만, 현재 시행되고 있는 건축자재 관련 인증제도의 경우, 환경부의 사용금지 기준이 최저등급에 해당하거나, 그 이상의 기준에 적합할 경우에 인증이 이루어지고 있어, 사실상 건축자재의 사용은 인증 여부보다는 인증을 받은 최고 등급제품에 집중되고 있는 실정임
 - 국내에서는 고성능 건축 자재 및 설비 등에 대한 평가 및 인증은 에너지관리공단에서 주도적으로 진행하고 있음.




19) 저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발, 한국건설기술연구원(2015)

[표 2-22] 국내 친환경 건축 자재 기준의 기술 현황

제도	대상제품	시험항목	법적근거	적용기준	담당 기관	인증 마크
실내공기질 규제	실내공기질 및 건축자재	TVOC 및 HCHO 방출량	다중이용시설 등의 실내공기질 관리법	실내공기질 공정시험기준	환경부	
KS	공산품	품질 및 환경시험	산업표준화법	KS M 1998 - 1, 2, 3	기술표준원	
환경표지제도	공산품 및 서비스	품질 및 환경시험	환경기술 및 환경산업 지원법	환경표지인증에 관한 업무규정	한국환경 산업기술원	
순환자원산업 제품 인증제도 (GR인증)	공산품	품질 및 환경시험	자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률	우수재활용제조제품 인증요령	기술표준원/자원순환산업진흥협회	
순환자원산업 제품 인증제도 (재제조인증)	공산품	품질 및 환경시험	자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률	우수재활용제조제품 인증요령	기술표준원/자원순환산업진흥협회	
친환경건축자재 단체품질인증제도 (HB마크)	생산업체 및 건축자재	TVOC 및 HCHO 방출량	민간단체 품질인증기준	SPS-KACA008-0138 (KS M 1998-1, 2)	한국 공기청정 협회	
기능성건축자재 단체품질인증 제도	기능성 건축자재	흡착 및 흡방습		SPS-KACA0020 -1867 (KS F 2611)		

- 에너지소비효율등급표시제도는 소비자들이 효율이 높은 에너지절약형 제품을 쉽게 구입할 수 있도록 하고 제조(수입)업자들이 생산(수입)단계에서부터 원천적으로 에너지절약형 제품을 생산하고 판매하도록 하기 위한 의무적인 신고제도임. 이 제도에서는 에너지소비효율 또는 에너지사용량에 따라 효율등급을 1~5 등급으로 나누어 표시하도록 하고, 에너지소비효율의 하한치인 최저소비효율기준(MEPS : Minimum Energy Performance Standard)을 적용함. 적용 범위는 전 기온수기, 전기냉난방기, 삼상유도전동기 등 35개 품목임.
 - 고효율에너지기자재인증제도는 에너지사용기자재 중 에너지효율 및 품질시험 검사 결과가 정부가 고시한 일정기준 이상 만족하는 제품을 고효율에너지기자재로 인증하는 자발적 제도임. 이 인증제도는 고효율제품의 보급 활성화와 초기시장 형성을 위한 것이며, 제조업자 또는 수입업자의 자발적 신청에 따라 에너지관리공단에서 고효율에너지기자재 인증서를 발급. 적용 범위는 열회수형 환기장치, 인버터, 펌프 등 41개 품목임.
 - 대기전력저감프로그램은 전자제품을 사용하지 않을 때 소모되는 대기전력(Standby Power)을 저감시킨 대기전력저감우수제품의 보급을 확대하고 관련 기술의 개발을 촉진하기 위한 의무적인 신고제도임. 적용 범위는 자동전절제어장치, 텔레비전 수상기 등 22개 품목임.
- “녹색기술”은 온실가스 감축기술, 에너지 이용 효율화 기술, 청정생산기술, 청정 에너지 기술, 자원순화 및 친환경 기술(관련 융합기술을 포함한다)등 사회·경제 활동의 전 과정에 걸쳐 에너지와 자원을 절약하고 효율적으로 사용하여 온실가스 및 오염물질의 배출을 최소화하는 기술을 의미함

[표 2-23] 국내 고성능 건축 자재/설비 기준의 기술 현황

제도	대상제품	시험항목	법적근거	적용기준	담당기관	인증마크
효율등급제도	전기 이용 설비 기기	기기 효율 및 CO2 발생량	에너지이용합리화법 제 15조 및 제 16조 등	효율관리기자재 운용규정	에너지관리공단	
고효율인증제도	설비 기기 등	효율 및 성능	에너지이용합리화법 제 22조 및 제 23조 등	고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정		
대기전력저감프로그램	가전제품	대기전력저감량 평가	에너지이용합리화법 제 18조, 19조, 20조, 21조 등	대기전력저감프로그램 운용규정		
단열재의 등급 분류	건축 단열재	열전도율	에너지절약설계기준	KS L 9016 또는 KS F 2277		

분류명	중분류	소분류	핵심(요소)기술
스마트에너지	9	51	238
탄소저감	10	69	263
실내수자원	9	36	152
그린 IT	15	71	424
그린채광상각	8	24	205
실내공기질 개선	4	19	100
신소재	14	52	185
환경영향	4	11	116
친환경농수산식품	6	23	113
환경보호 및 보건	8	38	121



[그림 2-31] 녹색기술 범위

출처 : <http://www.greencertif.or.kr/pt/tClassificationC/form.do>(2016.11.07.)



녹색기술

실시간으로 에너지 사용량 모니터링하여 에너지 소비 절감



최근 국내 전력수요관리에 적신호로 인하여 정부·산업계 전력수요에 관리가 강화 되었다. 이에 따라 금호이엔지는 IT 기술을 이용해 빌딩 내 에너지 소비를 통합 관리하여 최적의 에너지 사용환경을 구축하는 시스템을 개발하였다.

◎ BEMS(Building ENERGY Management System) (2010.01 기술인증)

실시간으로 에너지의 사용량을 모니터링 하여 불필요한 에너지의 사용처를 찾아내어 낭비를 최소화하는 SYSTEM

◎ BEMS 시스템의 개요

- 건물내의 쾌적한 실내환경을 유지하면서 에너지 성능을 높이기 위해 개발된 건물에너지 관리 시스템
- 건물 내 설비 시스템의 상태 감시와 자동제어를 수행하여 에너지 절감 도모
- 빌딩의 공조, 위생설비, 전기 및 조명설비, 방재설비, 안전설비 등의 건축설비를 대상으로 각종센서, 미터계를 통해 실내 환경이나 설비상황을 모니터링



〈BEMS 시스템의 모니터링 흐름〉

[그림 2-32] 녹색기술 예시

출처 : <http://www.greencertif.or.kr/pt/sHallC/form.do>(2016.11.07.)

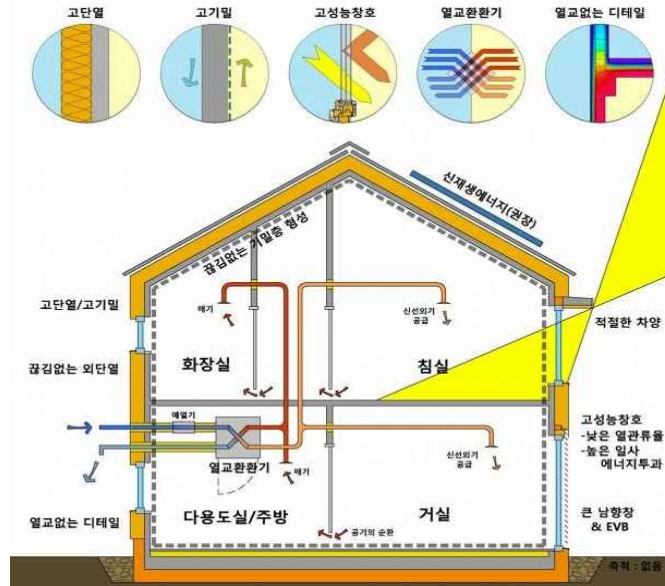
- “친환경건설자재”는 ‘환경기술 및 환경산업 지원법’ 제17조제1항에 따른 환경표지의 인증을 위한 대상 제품으로서 인증을 받은 상품과 ‘자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률’ 제33조 및 ‘산업기술혁신 촉진법’ 제15조에 따라 산업통상자원부장관이 정하여 고시하는 재활용제품의 품질인증 대상품목으로서 인증을 받은 상품을 의미함. 이는 거주자의 삶의 질 개선을 위해 건축물 초기 계획단계부터 녹색건축을 고려한 자재선택이 이루어지고 시공으로 연계되어 녹색건축물 조성 확산 유도



[그림 2-33] 친환경건설자재 예시 출처 : 친환경건설자재 Catalog

바. 에너지 성능향상을 위한 리모델링 기술

- 단열/기밀성능 개선 기술
 - 건축물의 냉난방 에너지 소비량 감소에 대한 많은 기술개발이 이루어지는 가운데 건축 내외장제를 새롭게 설치하여 건축물의 단열/기밀성능을 강화하는 방법이 많이 적용되고 있음.



[그림 2-34] 패시브하우스 개념도

출처 : 한국패시브하우스협회, www.phiko.kr

- 특히 패시브하우스와 같이 건축물의 에너지 절감에 대한 건축계와 수요자의 관심이 증가하고 있고 핵심 기술인 단열/기밀 성능 개선을 위해 국외 기술의 도입 및 인증제도의 도입 등 많은 노력이 이루어지고 있음. 패시브하우스의 경우 건축자재의 성능 향상 뿐만 아니라 내부 환기장치에 열회수 장치를 적용하는 등 패시브적인 방법 뿐만 아니라 액티브적인 방법을 도입하고 있음.

- 대표적인 단열/기밀 성능 개선을 위한 방법으로 창호의 교체 및 개보수가 이루어지고 있는데 창호는 현재 그 성능을 구분 짓기 위해 ‘창세트’ 품목으로 규정하여 물리적 시험(KS 규격 및 효율관리기자재운용 규정)을 통해 열관류율(U-value, W/m²·K)과 기밀성(통기량, m³/h·m²)을 확인하고 결과 값을 비교하여 성능을 구분 짓고 있음. 이에 따라 관련 연구 및 제품의 개발이 이루어지면서 에너지 효율을 증대시키기 위한 효율관리기자재의 창세트 등급제의 강화가 고려되고 있음.

○ 설비성능 개선 기술

- 냉난방에 필요한 열원의 이송 및 기기 효율의 증가를 위해 노후 배관의 교체 및 샤프트 점검 등의 설비성능 개선 기술이 이슈화되고 있음. 특히 공동주택의 경우 온돌구조체를 활용하여 난방이 이루어지고 있으며, 난방을 위한 난방배관의 교체를 위해서는 거주자의 불편이 동반됨에 따라 거주자가 생활을 유지하면서 유지 보수가 가능하도록 하는 ‘거주중 시공기술’이 주목받고 있으며 다양한 기술이 활발하게 개발되고 있음.

- 에너지 성능 개선을 위해세대 단위의 에너지모니터링시스템(HEMS)의 도입이 이루어지고 있으며 최근 IoT를 이용한 주거자가 관리하고 모니터링 할 수 있는 시스템이 적용되고 있음. 또한 국가적인 저에너지정책과 명쾌한 비용부과를 위해 다양한 분야의 기술이 통합되어 그린통합 스위치, 스마트 분전반, 대기 전력

차단 장치 및 지능형 조명 등이 적용되고 있음.

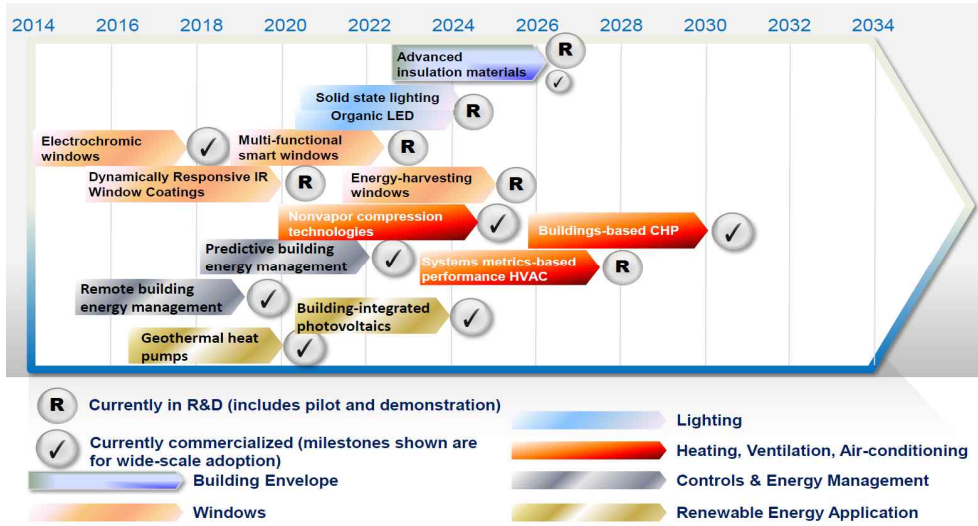
- 경제적 리모델링 공법 및 공업화를 위한 기술
 - 이주 없는 리모델링을 위해 공사기간을 최소화하거나 거주 공간을 추가적으로 제 공하면서 기존 공간에 공사를 진행하는 방법이 고려되고 있는 가운데 ‘모듈러 건축’ 과 같은 실질적으로 적용 가능한 기술이 개발되고 있음. 특히 국내에서는 2000 년대 초반 이후로 개발되어 현재는 공동주택 뿐만 아니라 특수성 및 수요가 있는 군부대 막사 교체 공사 및 학교 교사에 적용되는 등 실질적인 적용사례가 증가하 고 있음. 또한 수직증축에 용이한 기술로서 다양한 평면, 내화성능 확보, 구조적 안정성과 같은 기술보완이 이루어진다면 보다 공동주택의 경제적 리모델링에 적용이 가능할 것으로 보임

2. 국외 기술동향 분석

가. 제로에너지 건물 요소기술

- 국외 건축물 에너지 성능향상 요소기술은 선진국, 특히 유럽 국가가 기술개발 및 시장을 선도하고 있음. 특히 패시브 기술인 건물 외피 부분에서 외단열 시스템이 나 로이 코팅된 이중유리의 시장 성숙도가 매우 높은 것을 알 수 있음
- 선진국의 창호, 커튼월은 U-value 1.3W/m²K급이 시장 주력 상품이나 이미 다중 격막(7~8챔버) 프레임과 삼중로이코팅을 포함한 3중 유리 및 특수가스 충전형 제품 기술을 확보한 상태임. 최근 진공유리를 포함한 초단열 유리기술을 차세대 기술로 개발 추진 중이며, 향후 2~3년 이내에 U-value 0.6W/m²K급 창호 커튼월 제품까지 기술개발 될 것으로 예상됨
- 벽체, 지붕, 바닥을 포함한 외피제품은 U-value 1.5W/m²K급이 주력 상품이며, 최근 핵심소재로서 λ 0.008W/mK급 진공단열재의 건축자재 제품화 급격히 추진 중
- 해외의 고성능 단열재 및 외피시스템 시장은 건축물에 사용하는 단열재는 λ 0.03~0.04 W/mK급으로 형성되어 있으나 λ 0.003 W/mK 이하의 고성능 단열재 는 핵심기술을 대부분 선진국에 의존하고 있음
- (미국) DOE주관으로 21세기를 향한 HVAC&R의 연구목표로서 대체냉매, 고효율 냉동기, 시스템 통합기술 등의 개발 방향을 설정하여 놓고 점차적으로 추진
- (영국) BRE, BSRIA, CIBSE 등에서는 HVAC시스템의 성능평가 및 진단, 시스템 최적 설계기술, 실내공기 및 열환경 향상기술, Building Commissioning 기술, Free cooling system 설계기술, 환기설비의 생애주기 성능향상기술 등에 대한 연

구개발을 수행



[그림 2-35] 글로벌시장 제로에너지빌딩 테크놀로지 개발 동향 및 로드맵
출처: Frost&Sullivan, Enabling Techs for net ZEBs-Funding Analysis, 2014

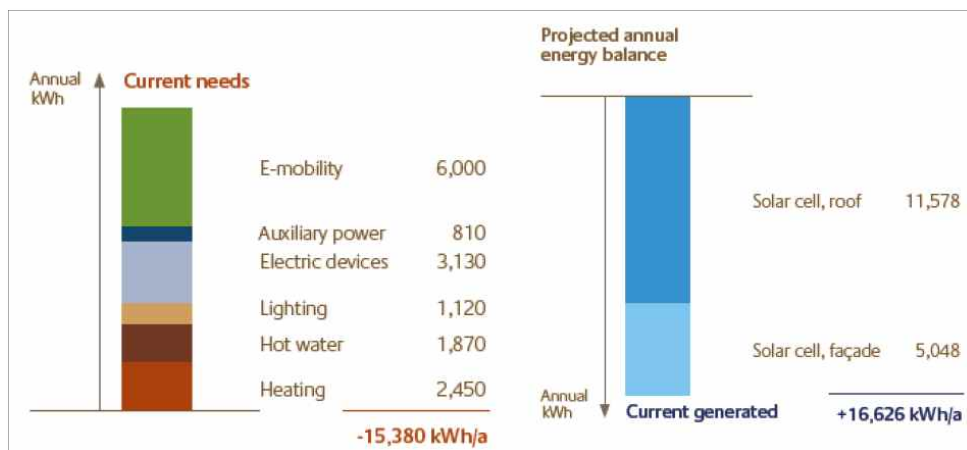
Market maturity/saturation	ASEAN	Brazil	China	European Union	India	Japan/Korea	Mexico	Middle East	Australia/New Zealand	Russia	South Africa	United States/Canada
Double-glazed low-e glass	●	▲	▲	★	▲	●	●	▲	●	●	●	★
Window films	▲	▲	▲	●	▲	●	▲	▲	●	▲	▲	●
Window attachments (e.g. shutters, shades, storm panel)	●	▲	●	★	▲	●	▲	●	●	▲	●	●
Highly insulating windows (e.g. triple-glazed)		▲	▲	●		▲		▲	▲	▲	▲	▲
Typical insulation	★	●	★	★	●	★	●	★	★	★	●	★
Exterior insulation	●	▲	●	★	●	●	▲	●		▲	▲	★
Advanced insulation (e.g. aerogel, VIPs)				▲		▲				▲	▲	▲
Air sealing	●	▲	▲	★	▲	●		▲	▲	▲		●
Cool roofs	▲	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲			★
BIPV/ advanced roofs	▲	▲		▲	▲	▲			▲	▲	▲	▲

★ Mature market ● Established market ▲ Initial market

[그림 2-36] 건물외피 부문별 시장 성숙도 평가
출처: Technology Road map Energy Efficient Building Envelopes(IEA, 2013)

나. 플러스에너지빌딩(Plus Energy Building)

- 유럽연합은 장기적으로 화석에너지 제로건물을 구현하는 것뿐만 아니라, 건물분야에서 발생하는 CO2를 제로로 만드는 것을 목적으로 하고 있음
- 현재 전 세계 대부분의 국가차원에서 규제하고 있는 건물에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명)이외에도 가전제품이나 공용부 등 모든 건물에너지까지 1차에너지와 최종에너지 제로로 만들고자 함
- 1차에너지와 최종에너지를 제로로 만들기 위한 실현방안으로는 건물에너지성능을 독일 패시브하우스 수준까지 올리고, 부족한 에너지는 신재생에너지로 공급하는 것을 원칙으로 함
- 부지 내에 신재생에너지를 통해 에너지를 생산하여 에너지 계통망으로부터의 의존도를 최소화하고자 함. CO2제로까지 실현함에 있어서 스마트그리드, 계통연계, 그리고 에너지저장장치와 같은 기술을 추가하여 제로에너지빌딩과 차별화를 두고자 함
- 독일 베를린의 Effizienzhaus Plus 하우스의 신재생에너지 발전은 주로 지붕의 태양광을 이용하며, 생산된 전기는 에너지 저장장치에 축전하고 자동제어시스템을 통해 연간 대차대조를 계산하고 있음. 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명, 보조동력, 전기자동차 등에 연간 15,380 kWh/a를 소비하였으며, 지붕의 태양광 및 전창의 태양열을 통해 연간 16,626 kWh/a를 생산하고 있음. 여분의 전기는 계통망을 통해 전송함 20)



[그림 2-37] Effizienzhaus Plus의 연간 에너지 대차대조

- 제로에너지 이상의 건물에너지성능 구현을 위한 기술 개발 방향
 - EU 일부 국가의 신축 주택용 히트펌프 보급률은 스웨덴 95%, 스위스 87%, 오스트리아 36% 그리고 독일 25%에 이룸. 국제에너지기구(IEA)는 지열시스템의

20) Elaborated, Baseline study for the Plus Energy Building Market, 2014.05

초기 설치비는 다소 높지만 장기간 운영비용이 적게 들기 때문에, 지열시스템이 제로에너지 건물에 적합한 기술로 인정하고 있음

- 기존 건물과 제로에너지 건물에 다양한 종류의 시스템을 설치할 수 있는 이유는 시스템의 크기를 줄이면서 동시에 성능을 높이는 기술을 개발하였기 때문임. 또한 시스템 최적 설계 기술과 건물에너지관리시스템(BEMS) 연계 기술 등을 개발하고 여기에 친환경 대체냉매를 적용한 다양한 용량의 히트 펌프를 개발한 것도 크게 작용되고 있음

- 최근에는 기존 건물용 지열 시스템 개발과 함께 제로에너지 건물용 시스템에 대한 상용화 기술개발에 많은 투자를 하고 있음. 독일 프라운호퍼 연구소는 저에너지 건물 (200m²) 에 지열 시스템을 설치한 후, 장기간 2006~2010년에 걸친 실증연구를 수행하였음. 지열시스템은 연간 23,428kWh의 에너지를 건물에 공급하였으며, 이 중 80%(18,646kWh 또는 93kWh/m²·year)가 난방에 필요한 에너지인 것으로 분석하고 있음

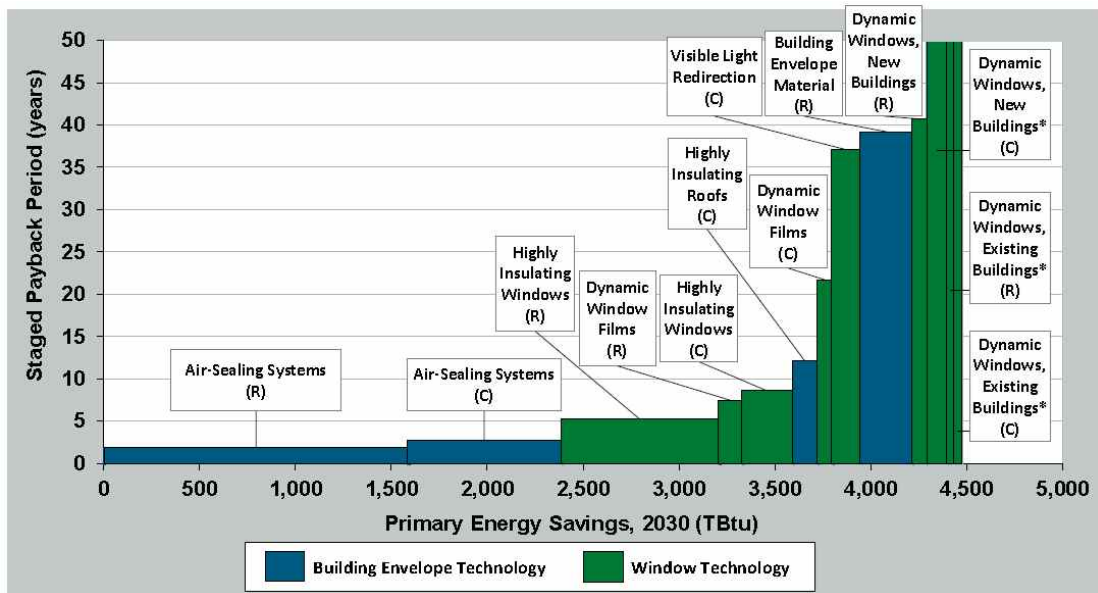
- 국내에서는 지열 시스템이 2000년경 처음 도입된 이후, 정부의 보급 정책과 관련전문가들의 노력에 힘입어 보급률과 시장규모가 지속적으로 성장하고 있음. 현재 국내에서 지열 히트펌프 시스템은 공공기관 신축건물이나 상업용 건물·복지시설·학교 등 중대형 건물에 주로 설치되고 있음.

- 제로에너지 건물용 지열 히트펌프 시스템의 핵심은 히트펌프와 지중열교환기에 대한 효율향상임

다. 건물 요소 기술/비용 최적화 시스템

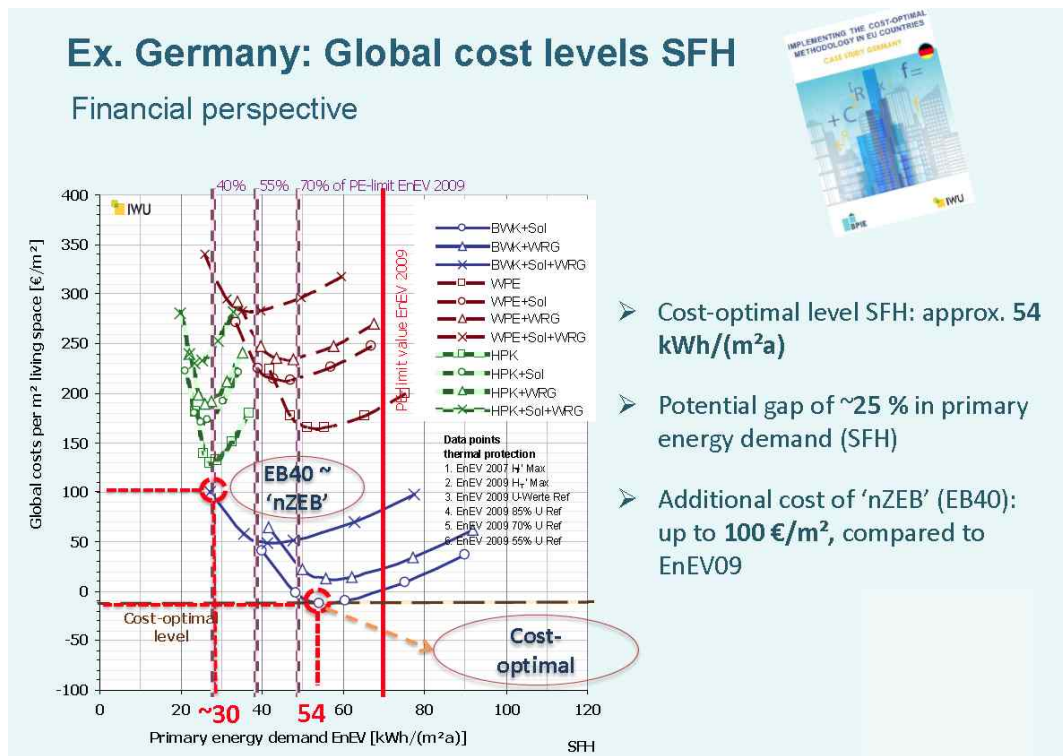
- EU등 주요 선진국은 지원을 통한 최적 비용 제로에너지 건축물 구현을 추진 중에 있으며, 의무화를 할 경우 일정 비용 내에서 시장비용이 최저로 되는 방안을 강구중에 있음

- 건축물 에너지 핵심 저감 요소를 분석하고 그 요소에 따른 1차 에너지 감소량 /payback 관계에 대한 분석 및 향후 핵심에너지 감소 요소에 대한 가격 변동모델을 구축하여 단계적 최적 제로에너지 건축물에 대한 연구를 진행 하고 있음. 또한 기술력을 갖춘 대기업을 중심으로 국가가 신기술 요소 단가를 자발적으로 낮추는 목표를 주고 그에 따른 기술 개발 인센티브를 지원하고 있음



[그림 2-38] 요소기술 최대 적용가능성과 payback
출처 : DOE, Building Technologies office 2014

- BPIE(Buildings Performance Institute Europe), European Commission 등에서는 제로에너지 건물을 위한 비용 최적화에 대한 연구를 진행하고 있고, 건물 에너지 성능 요소기술별로 개발한 최적화 방법론에 대하여 case study 분석을 진행



[그림 2-39] 건축물 비용, 에너지성능 관계
출처 : BPIE, IWU 2013

- 국외 선진국 사례의 지원정책에서는 크게 세금감면 또는 절세 혜택, 열성능을 높이는 패시브 및 액티브적인 요소나 신재생 설치의 우선적 지원금을 통한 제로에너지 빌딩 실현을 위한 초기 투자비 완화 정책과 건축기준을 완화하여 간접적으로 건물주는 건축주로 하여금 이익을 얻을 수 있도록 사업성 확보 정책을 펼치고 있음

라. 자재/기술 인증 및 시스템 구축 현황

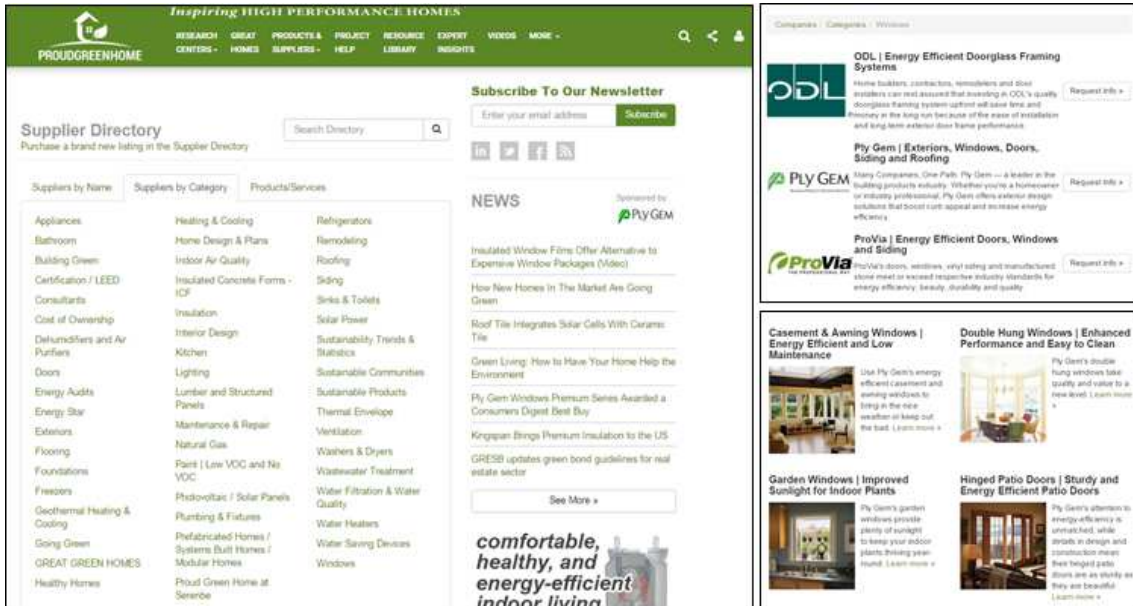
- 자재 및 설비 정보 데이터베이스는 자재 생산업체와 도면, BIM 정보 등 상세 제품 정보 구축되어 있음
- 유럽 및 선진국의 경우, 건축물 에너지 핵심 저감 요소를 분석, 그 요소에 따른 에너지 저감/페이백 관계에 대한 분석 및 향후 핵심에너지 감소 요소에 대한 가격 변동모델을 구축하여 단계적 최적 제로에너지 건축물에 대한 연구를 진행하고 있음

구분	시스템 명	시스템 화면	특징
국외	SWEETS NETWORK SYSTEM		●대체 가능한 건설자재 정보 제공하여 제품별 특성 비교 가능
	SMART BUILDING INDEX SYSTEM		●건물 유형별 카테고리 분류하여 건물 유형에 따른 자재 정보 제공
	GREEN SPEC SYSTEM		●녹색 건설자재로 인증 받은 자재만을 데이터베이스로 구축하여 녹색 건설자재 정보 수집 용이
	Passive House Components Database		●불투명외피(외벽, 바닥 등), 투명외피(유리, 문 등), 그 외 설비 Database 정보를 제공
	National Residential Efficiency Measures Database		●녹색건축 요소기술(Airflow, Ceilings/Roofs, Foundation/Floors, Lighting, Walls, Water Heating, Windows & Doors)의 리프릿 전후 효율 및 Life Cycle Cost를 제공

[그림 2-40] 국외 에너지 건축자재 정보 관련 시스템 특징

출처 : 저비용 제로에너지건축물 이행촉진을 위한 기술/비용 최적화 시뮬레이터 개발, 한국건설기술연구원

- 미국 그린빌딩협의회(USGBC)는 홈디포(Home Depot)와 공동으로 온라인 그린홈 제품 데이터베이스를 개설 및 운영
- 건축 자재 정보, 자재 관련 기술 등을 제공



[그림 2-41] 미국 그린빌딩협회의회(USGBC) 홈디포(Home Depot)

마. BEMS

- 1980년대부터 미국, EU, 일본 등 선진국을 중심으로 초기시장이 형성되었으며, 현재 미국의 하니웰과 존슨컨트롤즈 및 ALC, 독일의 지멘스와 슈나이더, 일본의 아즈빌, 캐나다의 델타컨트롤즈 등 다국적 기업이 세계시장을 주도하고 있음
- 그러나 선진국도 아직은 능동형 자동제어 기능과 에너지 성능 최적화 프로그램을 모두 갖춘 고성능 BEMS는 초기 개발단계에 머물고 있으나 최근 경제여건 악화 및 에너지 위기로 건물에너지를 효율화하여 유지관리 비용을 줄이려는 시장수요가 점차 증가하는 추세에 있음
- 해외 보유 기술은 아래와 같이 정리할 수 있으며, 이를 분석하면 국내 업체에 비해외형적으로는 큰 차이가 없으나, 데이터 분석과 설비의 진단 및 최적 제어 등 운영관리 솔루션의 다양성에서 차이를 보이고 있음
- 외국의 경우도 기존 BAS 기반의 시스템이 개발, 보급되고 있으며, 기존의 기술과는 전혀 다른 새로운 시스템이 제안되는 경우는 없음
- 미국의 경우 자동제어 기술개발은 초기단계이나 정확한 건물에너지 계측 및 데이터 분석기술 등 고성능 BEMS 도입기반은 탄탄한 편이며, BEMS 관련 미국의 시장이 세계시장의 약 50%를 차지하므로 시장수요 증가 및 높은 기초 기술력을 기반으로 급속한 도입활성화 예상됨. 또한 NIST(National Institute Standards and Technology, 국립표준기술연구소)는 관련업계와 협력하여 건축물의 에너지 성능과 유지관리 비용을 최적화하기 위한 기능 통합 지식시스템 구축 연구를 활

발히 진행 중임

[표 2-24] BEMS 분석항목 및 주요기능

분석항목	주요기능
데이터 수집, 처리 및 BAS 인터페이스	<ul style="list-style-type: none"> • 10분 주기 데이터 처리 • 대용량 데이터 처리 • 데이터 원격수집 인프라 • 가상센서 • 표준/비표준 인터페이스 어댑터
데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 성능 분석 • 통계적 데이터 패턴 분석 • 데이터 간 상관관계 분석 • 통계적 모델기반 수요 예측 • 관리도 분석
진단 및 최적 제어	<ul style="list-style-type: none"> • 추론 기능 • 설비 고장검출 및 진단 • 운영가이드 • 운전모드 및 설정값 변경
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 우선순위 기반 이벤트 처리 • 이벤트 분석 • 에너지 베이스라인 설정

- 유럽에서는 BEMS 활용을 통한 건물에너지 절약 및 쾌적도 향상에 대한 검증이나 효율적인 BEMS 운영과 관련한 다양한 연구 진행 중이며, OECD 산하 국제에너지기구(IEA)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 연구 수행 중으로 고성능 BEMS를 실제 건축물에 적용할 수 있는 기술수준에 도달
- 일본은 신에너지산업기술종합개발기구(NEDO, New Energy and Industrial Technology Development Organization)의 다양한 연구 개발 및 도입지원 등으로 지속적 발전 중이며, 2002년부터 BEMS 도입지원사업을 실시하고 있으며, 도입비용을 보조(1/3이내, 최대 5억원)하고 도입 후 3년간 에너지절약 사항 보고를 의무화 하였음. 또한 BEMS 운용 전문인력의 직접고용이 곤란한 중소형 건축물을 대상으로 중앙관제센터에서 다수의 건축물을 네트워크를 통해 통합 관리하는 군(群) 관리 시스템 도입 중임
- 외국의 주요 기업으로는 하니웨, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌, ITron 등이 있으며, 기술 분야별 대표적인 기업은 아래 표에 보인 바와 같음

[표 2-25] 국외 BEMS 연구개발 주요기업

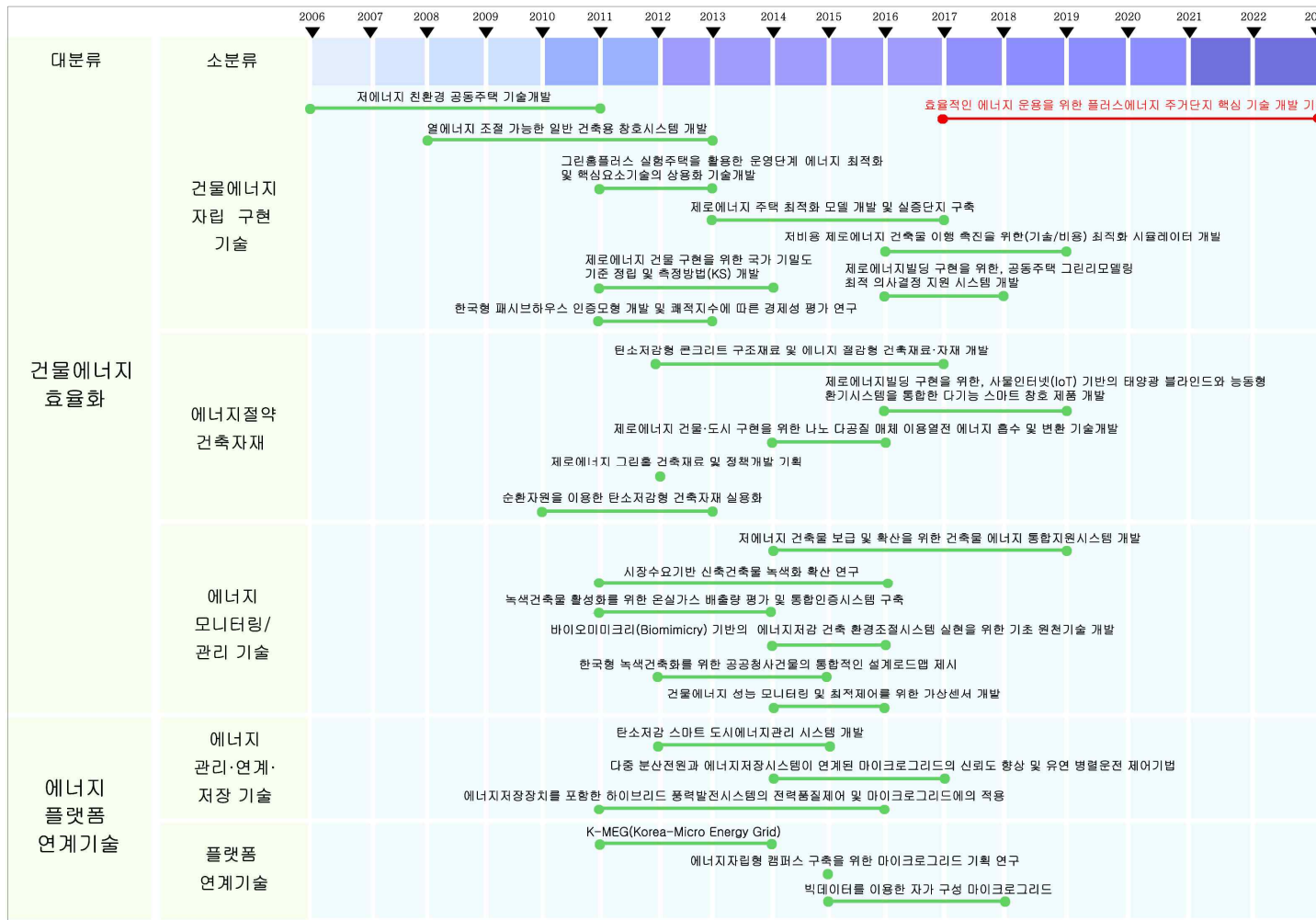
기술분야		기업명
에너지관리 및 분석 SW		하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 아즈빌, ITron, Cellnet, Silver soring, Echenon, Eister, Trilliant Networks
전기, 제어		아즈빌, 하니웰, 지멘스 존슨컨트롤
통신 (PLC, WIFI, Zigbee 등)		하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 아즈빌, ITron, Zensys, Echenon, TI, Ember, Jennic, Amtel, WGN, Telegisis
센서류	전력량계	하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 아즈빌, ITron, Ladis+Gyr
	유량계	Thermo pdysonic, Dwyer, GE, WESS, 후지전자, VZliot, 엔드레스하우저
	온습도, 조도센서	Testo, CASELLA, Fluke, Keller, LNNE SEIKE
	특수센서	RAYTeX, DWYER, EES, SANYO, Testotesm, Gmbn, BACHARACH

3. 기존 기술(연구)과의 차별성 및 연계방안

- 플러스에너지 주거단지를 위한 에너지 플랫폼 기술트리(Technology tree) 구축
 - 현재, LEVEL 3단계까지 기술트리를 구축하였으며, 기술수요 조사를 통하여 LEVEL 4 단계의 핵심기술을 도출 예정임
- 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술(과제) 동향 조사
 - 2006년~2016년까지 수행되었거나 수행 중인 R&D과제를 조사 및 분석하여 동향 조사를 수행함. 이를 통해 기존 기술 및 R&D과제와 중복되지 않고, 혁신적이며 진보된 기술을 도출 예정임

[표 2-26] 기술트리

대분류	중분류	소분류
건물 에너지 부하 최소화 기술 *건축물 용도별, 규모별로 설계기술이 달라질 수 있음	설계기술	에너지 시뮬레이션 기술
		에너지밸런스 최적화를 고려한 창호계획 설계
		단열효과 최적화 설계
		열교 최적화 설계
		배관손실 최적화 설계
		신재생에너지 설비 설치 용량 최적화 설계
		조명 최적화 설계
		그늘요소 최적화 설계
	공동주택 에너지 절감 기술	공동주택 배치 및 디자인
		고단열
		열교방지 적용 기술
		고기밀
		고성능 창호시스템 기술
		결로방지 기술
		난방 기술
		냉방 기술
		급탕 기술
	환기 기술	
	조명 기술	
에너지 생산 기술	신재생 생산설비 시스템	태양광, 태양열, 지열히트펌프, 바이오매스, 가스열병합, 수소연료전지
	고효율설비 시스템	폐열회수 환기장치, 배관시스템, 냉·난방설비
에너지 연계 기술	에너지 관리·연계 기술	에너지 그리드 설계기술, 에너지 그리드 EMS 기술, 에너지 소비원 그룹관리 기술, 건물 에너지 예측 기술
	에너지 분리계측 기술	세대별·건물별 난방, 냉방, 급탕열에너지 소비량 분리계측
	플랫폼 연계기술	에너지유저 스케줄 설정, 최적제어 알고리즘
	마이크로그리드기반 형성	에너지 그리드 구축
	에너지저장 활용 기술	직류배전 전력계통 설계기술
플러스에너지 주거단지 실증	시공기술	공동주택 에너지절감 시공 기술
		부위별 외단열 공법에 최적화된 방수 기술
		플러스에너지 주택 성능검증 기술
	소프트웨어 구축 기술	모니터링 U기술
		제어 기술
		열적 쾌적성 환경 모니터링
		에너지 모니터링



[그림 2-42] 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술 개발 기획

○ 기존의 기술 및 수행된 연구과제와의 차별성 및 본 기획과제와의 연계방안을 정리함

[표 2-27] 기존 기술(연구)와의 차별성 및 연계방안

과제명	기존 연구과제	검토결과	
	주요 연구내용	차별성	연계방안
제로 에너지 주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축	<ul style="list-style-type: none"> 주택 단지의 기 개발된 기술을 바탕으로 에너지요구량을 최소화하고 적절한 신재생에너지를 공급하여 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 1차 에너지소요량을 제로로 하는 최적화 모델을 개발하고 구현 에너지효율을 가장 효과적으로 줄일 수 있으며, 겨울철과 여름철에 에너지공급으로부터 자유로워지고 국가가 온실가스를 감축할 수 있도록 단지 내 전체 주동을 독일전통 방식의 패시브주택 성능을 구현 제로에너지 주택실증단지의 임대 후 거주 과정에서 에너지 및 쾌적성 모니터링을 통해 제로에너지주택단지 성과를 검증 	<ul style="list-style-type: none"> 2025년 제로에너지 의무화 달성을 위해 국·외 기 개발된 기술을 바탕으로 넷제로 1차에너지소요량 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구에서 도출한 제로에너지주택 방법론 및 에너지 모니터링을 검토/보완하여 본 연구와 연계함
K-MEG(Korea - Micro Energy Grid)	<ul style="list-style-type: none"> IT와 스마트그리드 건물에너지기술을 융합해 운영 알고리즘만으로 에너지 사용량의 30%를 절감할 수 있도록 하는 토털 에너지 솔루션을 구축 목표(스마트그리드, 분산전원, 건물에너지(열/전기/가스) 등) 빌딩 부문의 에너지 관리를 위해 BEMS, BAS를 도입해 빌딩 공조 및 냉난방 시스템, 조명을 통합 제어하고 분산형 전력(PV, BIPV, 소형 열병합발전 등)의 최적화를 구현하는 스마트 빌딩을 설계·건축·운영하는 것을 목표 	<ul style="list-style-type: none"> 건물 에너지 시스템을 위한 개방형 통합 플랫폼 구축 에너지 시장 연계기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구에서 도출한 건물별 플랫폼과 시장 연계기술을 검토/보완 하여 본 연구와 연계 함
건물 에너지 관리 시스템 운영체계 및 능동제어 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 국내 실정에 적합한 주거용 건물 에너지관리시스템(BEMS)용 통합 운영프로그램 및 진단기술을 개발 이를 위해 주거용 건물을 위한 통신체계 및 방법(H/W), 에너지관리 통합 운영프로그램(S/W), 유틸리티별 역할분담 및 소비수준 진단기술을 개발을 목표로 함 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 구현을 위한 기반 기술 확보를 지향하고 있으나, 인간행동 기반의 차세대 BEMS 기술 개발에는 한계를 가지고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제 결과물인 진단 및 BEMS 기반기술검토/보완하여 차세대 BEMS 기술과 연계 가능함
스마트 에너지 네트워크 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 일반적으로 적용되고 있는 지역난방의 열에너지 네트워크망의 한계성을 극복하기 위하여 새로운 개념의 열에너지 네트워크를 정의하고, 이를 통하여 에너지 사용과 온실가스 배출을 줄일 수 있는 방안을 모색함 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 에너지네트워크 기술은 모든 에너지 사용 최적화를 지향하는바, 열에너지 네트워크에 국한된 해당 연구와는 차별화가 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구에서 도출한 스마트 에너지네트워크를 특정 모델로 활용하여 본 연구와 연계 가능함

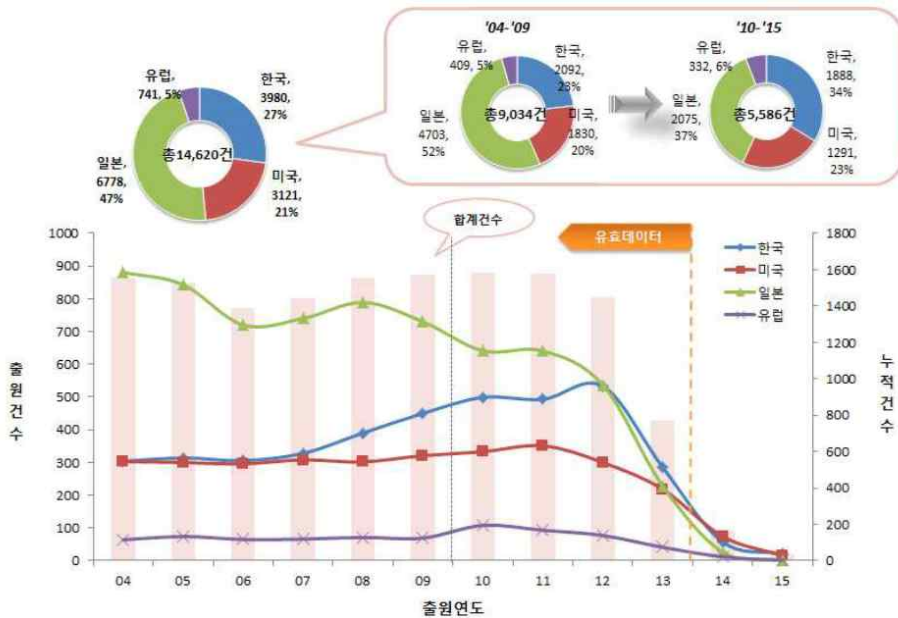
기존 연구과제		검토결과	
과제명	주요 연구내용	차별성	연계방안
시장 수요 기반 신축 및 기존 녹색건축물 확산 연구	<ul style="list-style-type: none"> 녹색건축물 요소기술을 통합적으로 적용하고 시공 및 운영할 수 있는 녹색 건축물 통합프로세스 개발 녹색건축물의 경제적/환경적 가치에 대한 명확한 제시를 통해 시장에서의 능동적 확산을 위한 방안 모색, 개발된 기술이 시장에서 활성화될 수 있도록 정책 및 제도 개선방안 연구 그린 리모델링 확산을 위한 리모델링 프로세스 및 수요자 중심의 비즈니스 모델 개발과 비용편익 관점의 그린리모델링 시범사업을 통해 그린리모델링 확산방안을 도출함 	<ul style="list-style-type: none"> 신축 및 기존 건축물 녹색화를 목표로 건설 프로세스 전반에 대한 기술개발과 더불어 비즈니스 모델 도출이 이루어졌으나, 제로에너지 주택 보급을 위한 건축 자재 및 기술의 성능기준 제시 및 국산화 방안을 보완할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 신축건축물을 대상으로 해당 연구과제에서 제안하는 녹색 건축물 건설 프로세스 및 기술을 검토/보완하여 연계 가능함 기존건축물을 대상으로 해당 연구과제에서 제안하는 녹색 건축물 건설 프로세스 및 기술을 검토/보완하여 연계 가능함
BEMS KS 기반의 설계/시공/운영/관리 기술 개발 및 실증	<ul style="list-style-type: none"> 기존 건물에너지 사용량 대비 20% 절감을 위한 BEMS 설계/시공/운영/관리 기술 개발 및 실증을 통해 BEMS 국산화를 목표로 함 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제에서는 기존 폐쇄형 BEMS의 문제점을 인식하고 개방형 플랫폼 기반 BEMS 기술이 개발되고 있으나, 플러스에너지 주거단지를 위한 근린주구 단위 에너지 플랫폼 연계기술에는 한계가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제를 통한 BEMS는 개방형 플랫폼을 지향함에 따라 본 연구와 연계 가능함
제로에너지 기술 적용을 통한 실증단지 구축 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지건축물을 실현하기 위하여 설계, 엔지니어링, 시공, 유지관리 전단계에 걸쳐 종합적인 기술개발을 목표로 함 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제는 제로에너지빌딩을 실증적으로 수행하고 있으나, 지속적인 검증작업을 통하여 기술보완이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제는 대규모로 수행되고 있는 제로에너지 실증 연구로 국내 제로에너지 빌딩 연구의 기반으로 역할을 담당함에 따라 제로에너지를 넘어 플러스에너지 기술개발을 위하여 필수적으로 연계가 필요함

4절. 기술수준 분석

1. 특허동향 분석

가. 녹색건축 분야 특허동향 분석(중소기업 전략기술로드맵)21)

- 기존 문헌인 “중소기업 전략기술로드맵 2016-2018: 에코건축” 특허동향 분석
 - 에코건축은 환경친화적 생산과정과 운영, 소멸에 이르기까지 건축 전반에 걸쳐 적용 가능한 친환경 건축자재와 에너지 효율적인 건축 기술 및 설비시스템 도입을 통하여 건물에서 발생하는 환경부하의 요인과 에너지 소비를 최소화하는 기술로 정의
 - 에코건축의 범위는 친환경 건축자재 분야와 녹색건축물 실현을 위한 시스템 기술 분야로 구분
 - 친환경 건축자재 분야는 친환경 건축 마감재(친환경 도료, 벽지, 내/외장재), 에너지 절감 자재(구조재, 단열재, 마감재, 신소재) 기술 등을 포함
 - 녹색 건축물 구현 시스템 기술은 건축물의 에너지 절감을 위한 건축물 외피 조성기술(고효율 외피 시스템 등)과 설비관련 기술(고효율 설비 시스템 및 신재생에너지 통합 시스템 등), 운영단계의 에너지 절감기술(BEMS) 등을 포함
 - 웹텔립스 DB를 활용하여 최근 10년(2004년 1월 ~ 2015년 6월) 출원된 국내특허와 해외특허(미국, 일본, 유럽 특허)를 분석하여 에코건축분야의 산업 기술개발 동향 및 기술개발 역량을 파악
 - 녹색건축 분야 특허동향 분석 결과
 - 2012년 이후 최근 감소 추세를 보이고 있으며, 일본이 47%의 점유율로 가장 많은 특허 보유
 - 분석 초기구간인 2004년부터 2012년까지 일정 수준의 출원건수를 꾸준히 유지하고 있다가, 2012년도 후반부터 점진적으로 감소하는 추세를 나타냄



[그림 2-43] 녹색건축 분야의 국가/연도별 출원동향
(출처: 중소기업 전략기술로드맵 2016-2018)

21) 중소기업 전략기술로드맵 2016-2018 녹색제조: 02 에코조명·건축, 중소기업청(2015)

나. 국토교통분야 특허 기술경쟁력 동향 분석

- 기존 문헌인 “국토교통분야 특허 기술경쟁력” 동향 분석
 - 국토교통분야 기술을 대상으로 특허 정보를 분석하여 주요경쟁국(미국, 일본, 중국, 독일, 프랑스, 영국) 대비 우리나라의 특허기술경쟁력 수준을 파악하기 위해 기술경쟁력 분석을 수행
 - 국토교통 관련 113개 소분류 기술에 대하여 한국, 일본, 미국, 유럽, 중국의 5개국 특허청에 '05년 1월 1일 이후 출원된 공개, 공고/등록된 특허 중 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 프랑스, 영국) 출원인 국적을 분석 대상으로 함
 - 사용 DB는 FOCUST 특허검색시스템을 이용하여 소분류별, 출원인 국적별 특허정보를 수집하고, 유효특허를 대상으로 특허활동도, 특허집중도, 특허시장력, 특허영향력의 4개 항목을 분석/평가
 - 본 보고서에서는 소분류 중 녹색건축, ICT 융복합 건축, 건축물 설계/시공성능, 건축물 에너지 성능, 건축 재료성능에 대한 특허 기술경쟁력 분석을 수행

분석대상	내용
기술	국토교통분야(9개 대분류, 32개 중분류, 113개 소분류)
국가	한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 프랑스, 영국(7개국)
DATA	공개, 공고/등록 특허
적용기간	출원일 기준 최근 10년(2005. 01. 01. ~ 2014. 12. 31.)
평가지표	특허활동도, 특허집중도, 특허시장력, 특허영향력
활용DB	FOCUST DB(focust.wisdomain.net)

[그림 2-44] 특허분석 개요

(출처: 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술경쟁력분석 보고서)

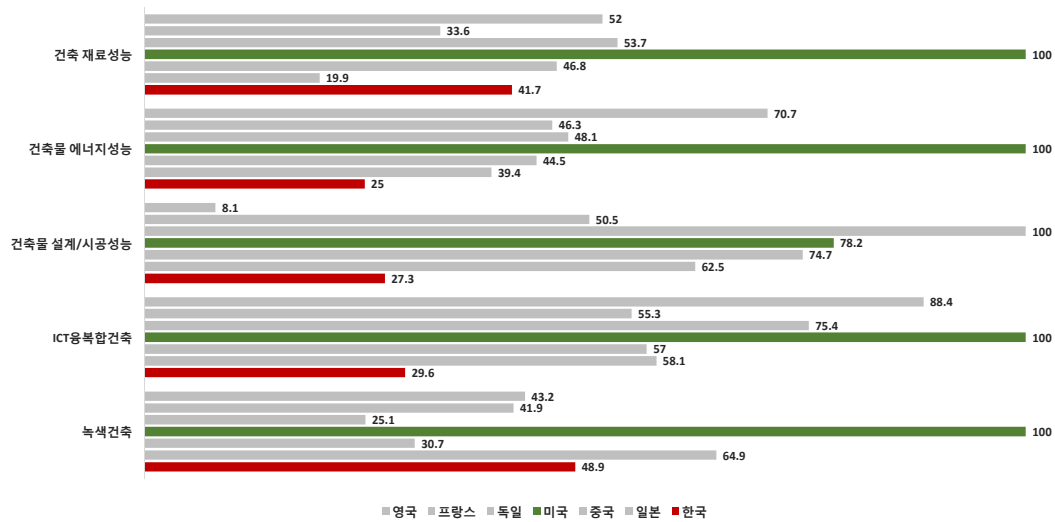
대분류	중분류	소분류	
A. 건축	A1. 주거 및 단지건축	A11. 주거건축	
		A12. 단지건축	
	A2. 첨단/융복합건축	A21. 녹색건축	
		A22. ICT융복합건축	
	A3. 초대형/특수건축	A31. 초고층(복합)건축	
		A32. 대공간 건축	
		A33. 특수환경 건축	
		A34. 전통건축	
	A4. 건축물 성능향상	A41. 건축물 리모델링	
		A42. 건축물구조/안전/보안성능	
		A43. 건축물 유지관리	
		A44. 건축물설계/시공성능	
		A45. 건축물 에너지 성능	
		A46. 건축 재료성능	
	B. 도시	B1. 도시 인프라 구축·관리 및 운영	B11. 도시 인프라 의사결정 지원모델
			B12. 도시 재난·재해 대응
B13. ICT 융복합 도시구축 및 관리			
B2. 도시재생		B21. 도시공개공지 및 녹지조성 기술	
		B22. 커뮤니티기반 도시 재생기술	
B3. 공간정보		B31. 3차원도시공간정보	
		B32. 지리정보체계/원격탐사	

[그림 2-45] 특허분석 대상

(출처: 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술경쟁력분석 보고서)

- 특허동향 분석 결과

- 미국은 각 분야의 특허기술경쟁력에서 건축물 설계/시공성능(2위)을 제외하고 모두 1위로 최상위 수준
- 한국의 특허경쟁력은 건축재료성능 5위, 건축물 에너지성능 7위, 건축물 설계/시공성능 6위, ICT 융복합 건축 7위, 녹색건축 3위로 전반적으로 하위 수준

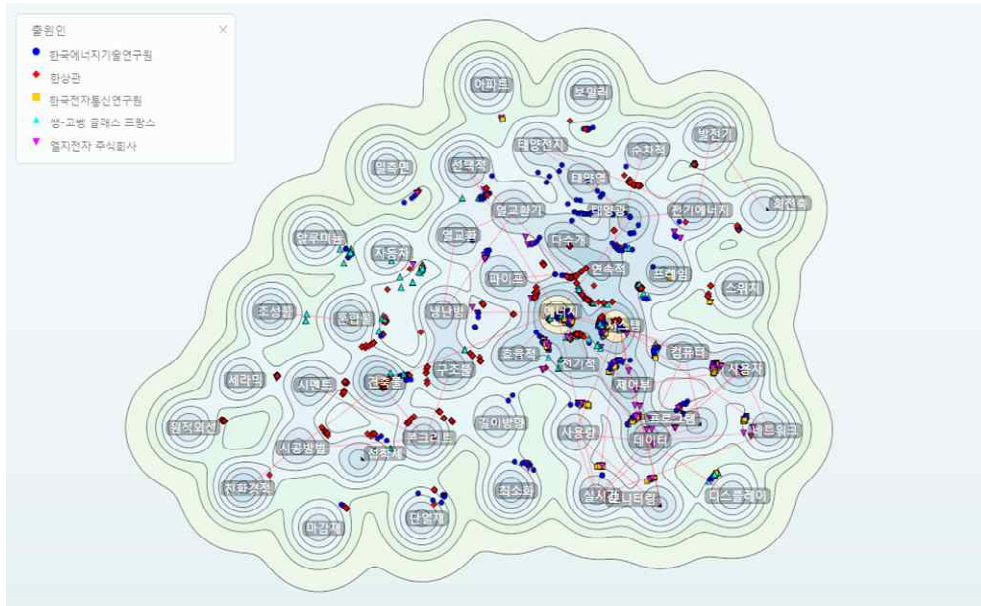


[그림 2-46] 특허기술경쟁력: 종합

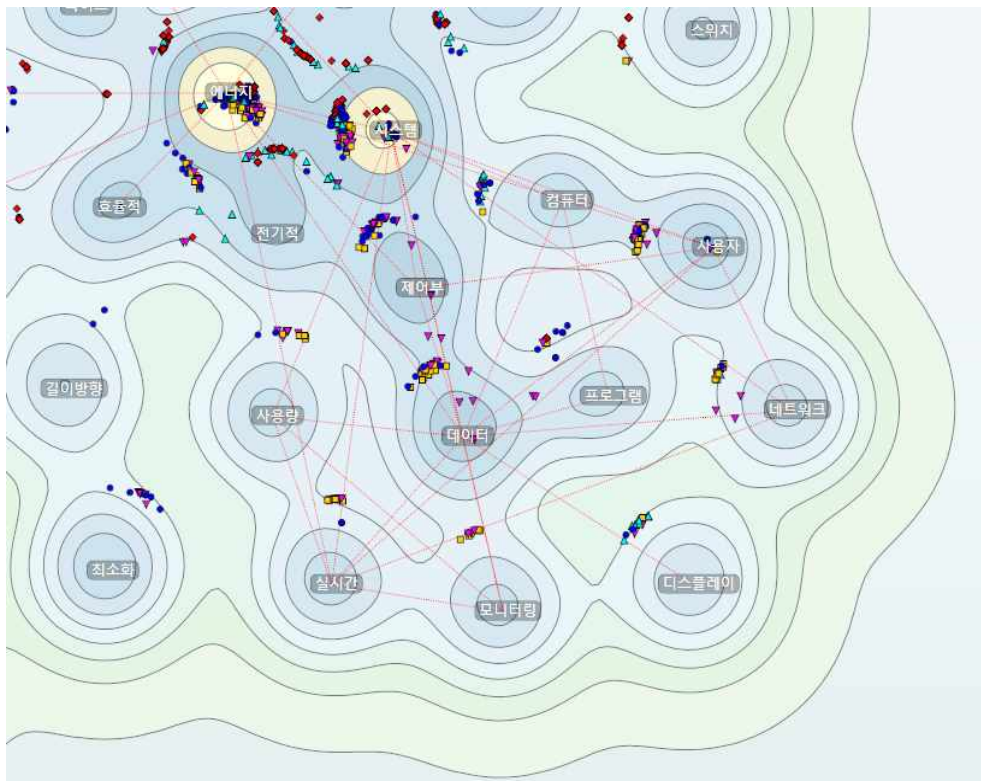
(출처: 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술경쟁력분석 보고서, 재구성)

다. '제로에너지 주택 보급을 위한 건축자재 및 기술' 관련 특허 동향 분석

- 제로에너지 주택 보급을 위한 건축자재 및 기술과 관련된 특허동향을 분석하기 위하여 특허 검색·분석 시스템 [WISDOMAIM]을 활용하였음
- 본 특허동향 검색에서는 현재까지 공개+등록된 특허정보를 대상으로 핵심 키워드 [건물], [제로에너지], [자재], [기술] 에 대해 키워드 맵 분석을 수행함
- 맵 구성 특허 수는 총 3,973개로 분석 대상 기술 용어는 에너지, 시스템, 프로그램, 네트워크, 모니터링, 사용량, 콘크리트, 접착제, 혼합물, 냉난방, 단열재, 태양전지, 보일러 등임
- 제로에너지 건축 자재 및 기술 부분은 크게 자재(알루미늄, 시멘트, 콘크리트, 접착제, 혼합물) 부분과 건물에너지 운영 및 관리기술(모니터링, 네트워크, 프로그램, 사용자 등) 및 에너지절약 요소기술(단열재, 보일러, 열교환기 등), 신재생에너지(태양광, 태양열 등) 다양한 제품군에서 특허 도출이 이루어지고 있음



[그림 2-47] 핵심키워드(건물, 제로에너지, 자재 및 기술): 종합



[그림 2-48] 핵심키워드(건물, 제로에너지, 자재 및 기술): 건물에너지 운영 및 관리기술

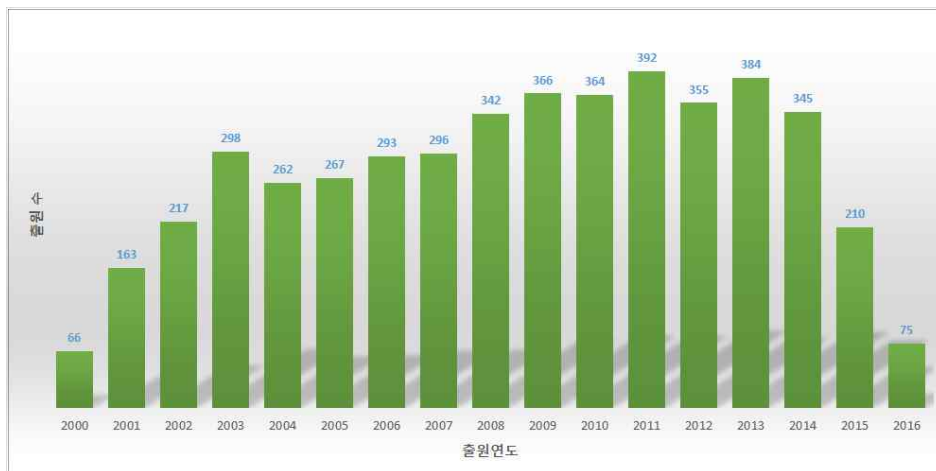
○ 본 특허동향 검색에서는 2000년 1월부터 2016년 11월까지 공개+등록된 한국, 미국, 일본, 유럽의 특허를 대상으로 검색함. 아래 표에서 기재된 대상 건수는 확정된 검색식에 의한 순수 검색 건수에 대해 중복특허 제거와 노이즈 제거 작업을 통해 얻은 것으로 실질적인 분석대상이 되는 건수를 의미함

[표 2-28] 특허동향 분석 검색식

특허 검색·분석 시스템: WISDOMAIN		
검색기간	검색범위	검색도메인
2000.01~2016.11	명칭, 요약, 청구범위	공개+등록 모두검색
기술분류	검색키워드	검색건수
제로에너지 건물 건축자재 및 기술	(건물 or 건축물 or 빌딩 or 주거 or building) and (친환경 or 저탄소 or Green or 저에너지 or 제로에너지 or zero energy or 에너지 or energy or 패시브 or 액티브 or passive or active) and (자재 or 기술 or material* or tech*)	5,054건

○ 특허동향 분석 결과

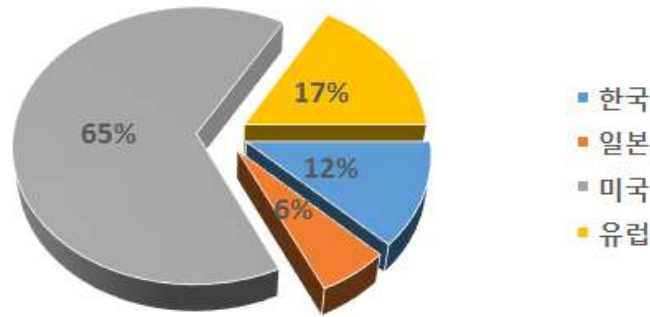
- 연도별 전체 출원동향을 살펴보면, 2000년부터 2011년 까지 특허출원 건수가 지속적으로 증가함을 알 수 있음. 이는 2000년대에 접어들면서 친환경/제로에너지 건물에 대해 커진 관심이 특허출원으로 이어진 것으로 판단됨
- 2011년에 가장 많은 특허가 출원된 이후 특허출원 건수가 조금씩 감소하는 경향을 보임



[그림 2-49] 대상특허 전체 연도별 특허 출원 현황(한국, 일본, 미국, 유럽)

- 국가별 특허 점유율을 살펴보면, 총 5054 건 중 미국이 3302건(65%)을 차지하여 가장 높은 점유율을 보이고 있고, 그 뒤를 이어서 유럽이 843건(17%)으로 두 번째로 높은 점유율을 보이고 있음
- 한국과 일본은 각각 619건(12%)과 290건(6%)으로 유럽과 미국에 비해 점유율이 상대적으로 저조한 것으로 나타남

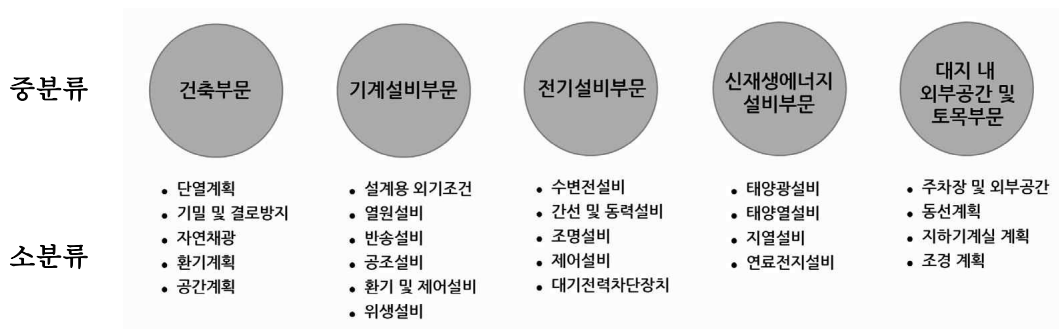
국가별 특허현황



[그림 2-50] 국가별 특허 점유율(한국, 일본, 미국, 유럽)

라. ‘기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델’ 관련 특허 동향 분석

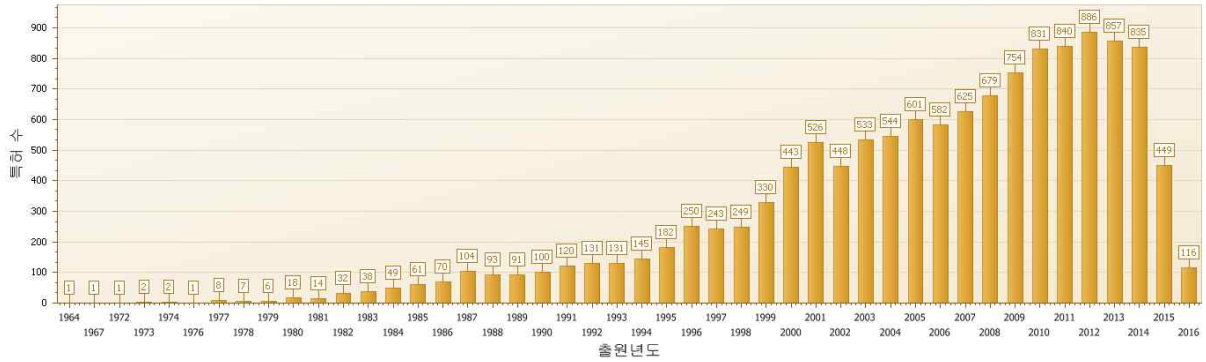
- 특허분석은 ‘기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증’의 범위를 설정하고 비용최적화기술(세부 요소기술 포함), 품질향상(공정 및 품질관리 포함), 개보수용 건축자재 표준화(건축자재, 관리 프로세스 포함) 및 리모델링(공동주택)에 대한 범위를 포함하도록 고려 함
- 각 부분별 소분류의 세부항목은 「건축물 에너지절약을 위한 설계기준」, 「녹색 건축물 인증 기준」에 근거하여 분류하였으며, 검색 결과중 노이즈를 제거하고 13,030건을 최종 선별하여 LandScope 프로그램을 활용하여 분석함



[그림 2-51] 각 부분별 소분류 세부항목

- 연도별 특허출원 동향 : 건물의 리모델링, 건물의 에너지관리 및 평가기술, 건물 에너지 저감기술과 관련된 특허를 분석한 결과, 연도별 특허 출원 경향의 변화를 보면, 2000년부터 2010년에 걸쳐 많은 특허출원이 이루어 졌음을 알 수 있으며, 최근 10년간 출원/등록된 특허가 전체 조사 특허의 84%를 차지함

년도별 특허 수



[그림 2-52] 출원년도별 특허 수

- 출원인별 특허출원 동향 : 주요 출원인은 삼성전자, 포스코, 산업과학기술연구소, 에너지기술연구원, 엘지하우시스, 엘지전자, 한국건설기술연구원 등이며 전자, 건축, 화학 등 다양한 분야에서 관련 기술을 개발한 것으로 나타남
- 국내기업이 그룹에서 가장 많은 출원을 한 것으로 조사되었으나, 에어컨 또는 공기정화기가 대부분임
- 국내특허출원 수 상위 10인 검색결과 대기업 및 국책연구기관의 특허가 많은 부분을 차지함

출원인별 특허 수

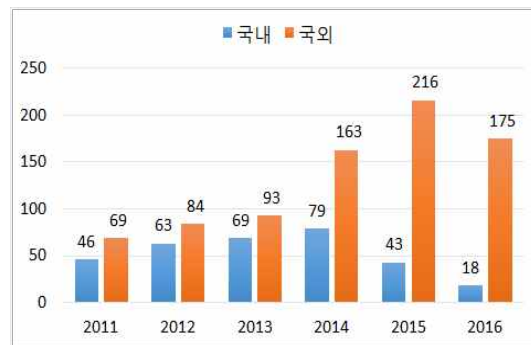
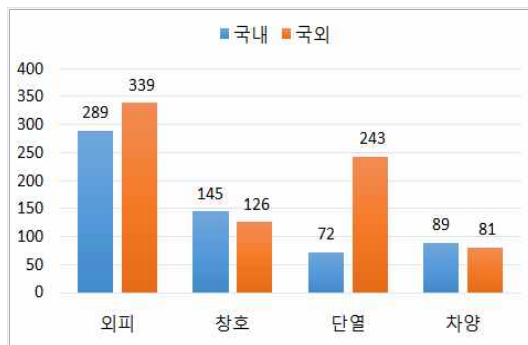


[그림 2-53] 출원인별 특허 수

2. 논문동향 분석

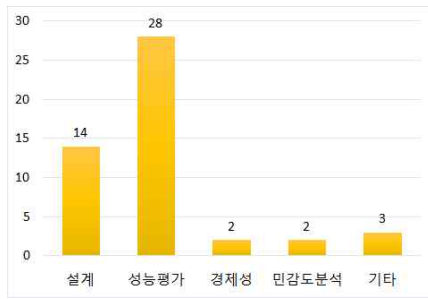
가. ‘제로에너지 주택 보급을 위한 건축자재 및 기술’ 관련 논문 동향 분석

- 제로에너지 주택 보급을 위한 건축자재 및 기술 관련하여, 기술분야 중 외피 부문에 대한 1차 국내외 논문동향 분석을 수행함
- 외피 부문은 크게 외피, 창호, 단열, 차양 데이터베이스로 분류
- 본 보고서에서는 2011년부터 2016년까지 4가지 기술 분야에 대하여 최근 5년간의 논문 동향 분석
- 논문 분석 방법: 논문 정보는 NDSL에서 검색하여 논문분석 수행
- 논문동향 분석 결과
 - 건물 외피 기술에 대한 국내외 논문 출판율은 국내 43%, 국외 57%로 수치상으로 해외 논문 게재가 많음
 - 국내 논문 수는 2011년부터 2014년까지 미비한 상승폭을 나타내며, 2015년부터 다소 저감 되는 추세를 나타냄
 - 이에 반하여 국외 논문 수는 2011년부터 2015년까지 상승하였으며, 2016년에 다소 저감되는 추세를 나타냄
 - 국외논문이 국내 연구자의 게재 및 주요 국가들의 학회논문들도 포함되어진 점을 고려해보면 국내 연구 활동이 매우 활발하게 이루어지고 있음

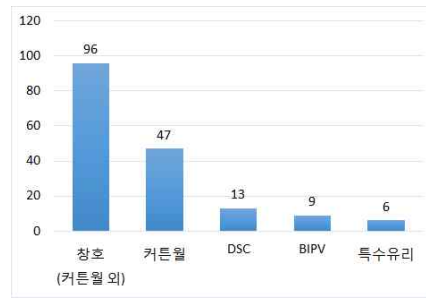


[그림 2-54] 국내외 건물 외피 부문 논문동향 결과

- 건물 외피 부문 중 외피, 창호, 단열, 차양에 대한 세부 분석을 수행함. 각 항목별 주요 키워드 분석 수행
 - 외피분야는 성능평가 및 설계, 창호분야는 창호 및 커튼월, 단열분야는 시스템 및 성능평가, 차양분야는 시스템 및 운영방법이 주요 키워드로 나타남



<외피>



<창호>



<단열>



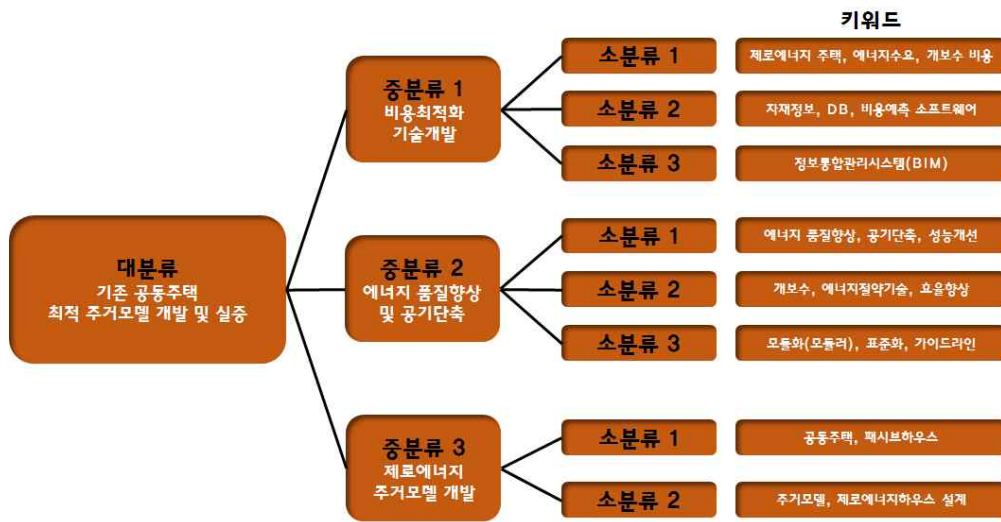
<차양>

[그림 2-55] 국내 건물 외피 부문 상세 논문동향 결과

나. ‘기존 공동주택의 제로에너지화를 위한 주거모델 개발’ 관련 논문 동향 분석

- 범위 : 논문동향 조사는 논문 문헌정보를 기술 분야별로 조사, 분류, 가공, 분석함으로써 현재까지의 기술동향 및 기술수준, 연구개발 주체의 연구개발 동향 등을 파악하여 연구분야 설정을 위한 객관적인 근거를 제시함. 기존 공동주택의 제로에너지화를 위한 다양한 기술 및 연구의 개발 동향을 파악하기 위해 최적 주거모델 개발 및 실증에 관한 연구 논문을 확인하였고 그 세부 항목으로 제로에너지 주택 비용최적화 기술 개발, 기존 주택 에너지 품질 향상 및 공기단축 기술개발 및 제로에너지 주거모델 개발에 관한 연구내용을 포함함
- 논문 분석 절차 : 연구기획에서는 조사항목, 대상, 기간, 검색범위를 설정하고 분석 대상 관련 키워드 도출 및 검색식 설정, 논문 DB 검색 및 노이즈 제거를 거쳐 분석대상을 확정하여 분석하는 절차에 따름. 기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증을 위해 대분류 중분류 소분류로 구분하여 각 연구 주제별 키워드를 통해 논문 수를 확인함
- 논문동향 분석 결과
 - 키워드 분석을 통한 기존 공동주택의 제로에너지화를 위한 주거모델 개발(대분류) 관련 최근 7년간의 357편의 논문 중 본 연구의 세부 주제별(중분류) 논문은 각각 79편, 41편, 120편으로 본 연구 기획의 최종 목표인 제로에너지 주거모델 개발에 있어 다양하게 연구되고 있는 것을 확인함

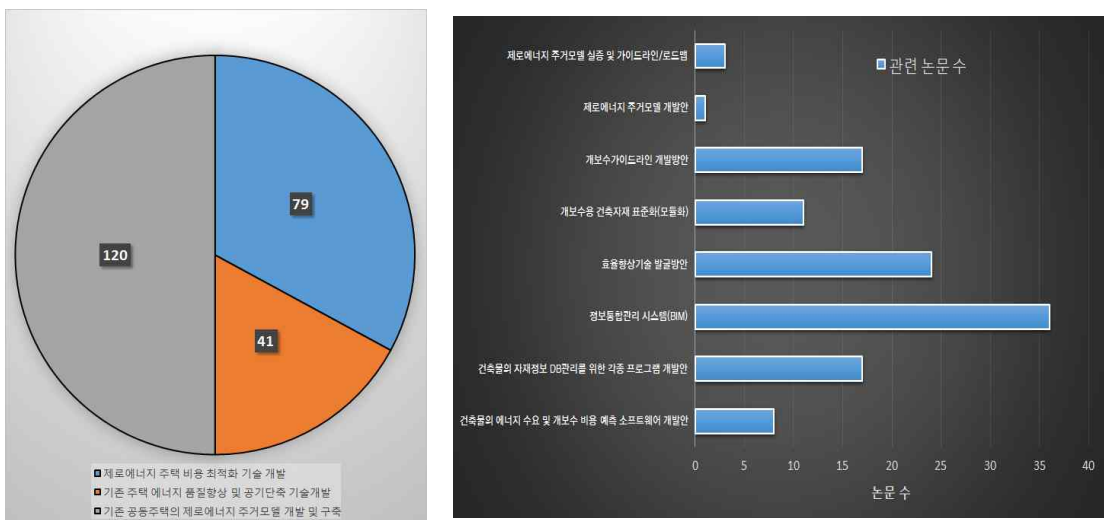
- 또한 각 세세부주제별(소분류) 관련 논문의 경우도 각각 다양하게 진행되고 있으나 최종 목표인 제로에너지 주거모델의 개발안에 대한 연구는 부족한 실정임



[그림 2-56] 논문 분석 절차 및 체계

[표 2-29] 국내 리모델링 관련 논문

대분류	중분류	논문수	소분류	논문 수
기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증	제로에너지 주택 비용 최적화 기술 개발	79	건축물의 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발안	8
			건축물의 자재정보 DB관리를 위한 각종 프로그램 개발안	17
			정보통합관리 시스템(BIM)	36
	기존 주택 에너지 품질향상 및 공기단축 기술개발	41	효율향상기술 발굴방안	24
			개보수용 건축자재 표준화(모듈화)	11
			개보수가이드라인 개발방안	17
	기존 공동주택의 제로에너지 주거모델 개발 및 구축	120	제로에너지 주거모델 개발안	1
			제로에너지 주거모델 실증 및 가이드라인/로드맵	3



[그림 2-57] 관련논문 발표 건수

5절. 유사과제 분석

- 기존에 수행된 제로에너지 건축물 및 리모델링 관련 과제는 에너지 절감, 경제성 제고 및 온실가스 감축을 공통된 목표로 지향하고 있으며, 제로에너지 건축 및 리모델링 관련 기술개발, 모델 및 시스템 구축, 실증 등에 대하여 다양한 연구가 다수 수행되어 왔음
 - 하지만 현재까지의 R&D 과제는 건축물의 에너지절약 및 온실가스 저감을 위한 한정적 재료 및 요소기술에 국한되었으며, 특정한 사례에 대한 연구가 주를 이루고 이를 보급화하기 위한 모델화는 이루어지지 않은 것으로 확인됨.
 - 본 연구과제는 기 수행된 연구개발과제 활용 및 신규 연구개발과제 발굴을 종합적으로 수행하여 종합적이고 체계화된 공동주택 및 공공청사에 대한 실증을 수행하고 이를 모델화 및 제품화 하여 차별성을 확보함.

[표 2-30] 유사과제 분석 개요

	시장수요기반 신축건축물 녹색화 확산 연구	저비용 고효율의 노후 공동주택 수직 증축 리모델링 기술개발 및 실증	저에너지 건축물 보급확산을 위한 건축물 에너지통합지원 시스템 개발	개방형 BIM기반 건축설계 핵심기술 고도화 및 실증 기획
연구 목표	정부 시책에 부합하는 보급형 녹색건축물 유형별 모델개발(에너지 60%,80% 저감모델) 및 이를 구현할 수 있는 설계/시공/운영 과정의 핵심역량 개발 보급형 녹색건축물의 모델을 검증할 수 있는 실증사업(Test-bed)의 수행 보급형 녹색건축물을 확산시킬 수 있는 사업화 전략 및 활성화 기법 개발	신축대비 건설비용 15% 이상 저감 및 90% 이상의 주거만족도 향상 3개층 수직증축 리모델링 구조안전성 확보 기술 개발 사업성 개선을 위한 리모델링 지원제도 개발	건축물 에너지 통합지원 시스템 개발 녹색건축 지원 통합정보 DB 및 에너지성능 평가 표준모델 개발 건축물 에너지 효율화 포트폴리오 지원시스템 구축 건축물 상세 에너지 사용량 표준 원단위 DB 구축	개방형 BIM 기반 건축설계 정보 실무활용 기술의 고도화를 통한 설계 생산성 향상 차세대 정보 환경 구현을 위한 기반 조성
연구 대상	공동주택 오피스 모듈러주택	공동주택	공동주택 비주거 건축물	건축물 전체
기술	통합프로세스(IPD) 평가시스템 건물에너지 분석 시스템 통합가치평가시스템 요소기술/시공 매뉴얼	수직증축 공법 리모델링 건축조세 인센티브 및 금융지원 제도 저비용·고효율 리모델링 요소기술 설계 프로그램	건축물 에너지 통합지원시스템 통합정보 DB 에너지성능 평가 표준 모델 개발	BIM 정보표준 규격 설계 효율 핵심기술 설계품질 검토 및 협업체계 고도화 BIM 기반 유지관리 기반 기술 개발
연구 결과	녹색건축물 실증사업 녹색건축물 통합설계 프로세스 및 엔지니어링 녹색건축물 품질확보를 위한 시공기술 개발 녹색건축물의 효율적 운영 및 관리 기술 개발 신축건축물의 녹색화 활성화를 위한 사업화 방안 제시	프로세스 매뉴얼	건축물 에너지 통합지원시스템 통합정보 DB 에너지성능 평가 표준 모델 건축물 상세 에너지사용량 표준 원단위 DB 구축	국가 정보 BIM 활용 모듈 공공기관의 시설관리 시스템의 BIM 모듈 활용 표준기술 제공 민간 소프트웨어 표준 응용 제품 개발 유도

[표 2-31] 유사과제 사례 1

<p>과제명</p>	<p>제로에너지 주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축</p>
<p>수행기간</p>	<p>2013.10 ~ 2017.10</p>
<p>최종목표</p>	<p> ■ 주택 단지의 기 개발된 기술을 바탕으로 에너지요구량을 최소화하고 적절한 신재생에너지를 공급하여 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 1차 에너지소요량을 제로로 하는 최적화 모델을 개발 ■ 제로에너지 주택실증단지의 임대 후 거주 과정에서 에너지 및 쾌적성 모니터링을 통해 제로에너지주택단지 성과를 검증 </p> <p style="text-align: center;">제로에너지주택 실증단지 에너지 밸런스</p>
<p>Keyword</p>	<p>패시브하우스, 공동주택, 단독주택, 에너지 효율주택, 신재생에너지</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 녹색성장 국가 전략 및 국토교통부 녹색성장 추진 전략의 가이드라인으로 활용 가능 2) 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜은 국내 가이드라인 제시 3) 물의 부위별 특성을 반영한 패시브 디테일 데이터를 활용하여 최소한의 자재만으로 최적 설계가능 4) 국가적으로 건축자재의 에너지 성능기준 개발을 통한 프로젝트별 최적합 자재 사용 가능 5) 다양한 시공 주체(시공,전기,기계,소방,통신등)간의 커뮤니케이션 활성화를 통해 실증단지의 효율적 구축 6) 주택 에너지 사용량 DB의 활용으로 건물의 에너지 수요에 대한 예측 가능성 증대로 관련 법규 개정, 에너지 사용 절감 계획 수립 가능
<p>기타사항</p>	<p>-</p>

[표 2-32] 유사과제 사례 2

<p>과제명</p>	<p>K-MEG(Korea-Micro Energy Grid)</p>
<p>수행기간</p>	<p>2011.07 ~ 2014.16</p>
<p>최종목표</p>	<p> ■ 에너지 생산과 사용을 효율적으로 운영하여 제로에너지 건물, 에너지 자급자족 도시를 구현할 수 있는 에너지 토탈 솔루션 구축 ■ 플랫폼 구축으로 단기에 에너지 블록 상용화 </p>
<p>Keyword</p>	<p>마이크로 에너지 그리드, 분산전원, 운영관리시스템, 에너지 블록 플랫폼</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 그린빌딩, 산업단지, 그린빌리지 등의 에너지 생산/사용의 최적화를 달성할 수 있는 통합 마이크로 에너지그리드(k-meg)시스템 개발 2) 고효율 운영관리 시스템과 통합된 체계적 솔루션 개발 3) 건물 에너지 사용 효율 30% 향상(2015년, 외피기술 적용 제외) 4) 에너지 소비, 에너지 공급을 IT 운영체계 기반으로 특성별 에너지 블록화하여 자유롭게 모델링 5) 마이크로 그리드의 에너지원(전기, 열, 가스 등)
<p>기타사항</p>	<p>-</p>

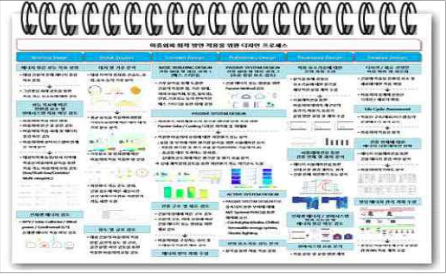
[표 2-33] 유사과제 사례 3

<p>과제명</p>	<p>저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발</p>
<p>수행기간</p>	<p>2014.09 ~ 2019.11</p>
<p>최종목표</p>	<p> ■ 저에너지 건물 구축에 필요한 정보 및 의사결정 지원이 가능한 웹기반 통합 지원 시스템을 개발을 목표로 하며, 이를 통한 저에너지 건축시장의 자생적 생태계 제공 및 저에너지 건축물 보급 및 확산 유도 ■ 건축물 운영 단계의 일부 지원에 국한된 포털의 서비스 제공 영역을 건축물 설계, 시공, 운영, 리모델링, 재건축 등 건축 행위의 모든 단계에서 건축물 에너지 통합화 지원(통합DB, TOOL, GUIDE 개발)이 가능한 시스템으로 개선/확대 </p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>보편적 건물 의료시장의 확대 (Care & Treatment Service for Average Buildings)</p> </div> <p style="text-align: center;">전국 건물 대상 에너지 진료 시스템의 구축 및 개선 가이드 제공</p>
<p>Keyword</p>	<p>건축물 에너지 통합지원시스템, 저에너지 건축 통합 DB, 건축물 에너지 효율화 포트폴리오 지원시스템, 대표 원단위, 에너지성능 비교분석(벤치마킹) 프로그램</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 국가녹색건축포털인 그린투게더의 고도화를 통해 대국민 대상 녹색건축 에너지 통합지원시스템의 다양한 콘텐츠 및 서비스 제공 2) 세계 최고의 저에너지 건물 통합지원 서비스 시스템 구축 3) 사용량 정보와 신축 건물의 설계 및 사용 정보 연동 분석 등 건물에너지 빅데이터 구축 4) 건물에너지 사용 이상 경보 제공 등 고도화 서비스 제공 5) 국가 에너지정책 및 제도와 연계되는 시스템 구축
<p>기타사항</p>	<p style="text-align: center;">-</p>

[표 2-34] 유사과제 사례 4

<p>과제명</p>	<p>BEMS KS 기반의 설계/시공/운영/관리기술 개발 및 실증</p>												
<p>수행기간</p>	<p>2015.08 ~ 2020.10</p>												
<p>최종목표</p>	<p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 기존 건물 에너지 사용량 대비 20% 절감을 위한 BEMS 설계/시공/운영/관리 기술 개발 및 실증 ■ KS 및 개방형 플랫폼 기반의 운영관리 소프트웨어의 개발, 실증을 통해 제도개선(안) 마련 및 보급 기반 구축 </p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px;">BEMS KS 및 개방형 플랫폼 기반 건물 운영관리 도구 개발, 실증 및 보급기반 조성</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 제1세부과제 : BEMS 활성화를 위한 기반 구축 ➢ 제2세부과제 : BEMS 적용을 위한 핵심기술 개발 ➢ 제3세부과제 : BEMS 보급활성화 연구 (분리공모) <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">전략목표 1</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 사용자 중심의 BEMS용 완전 개방형 플랫폼 개발 및 평가체계 구축</p> </td> <td style="width: 25%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #009688; color: white; padding: 2px;">전략목표 2</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발</p> </td> <td style="width: 25%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #00796B; color: white; padding: 2px;">전략목표 3</p> <p style="font-size: x-small;">✓ BEMS KS 기본규격의 적극적 활용 및 개발된 연계규격 완성도 제고 ✓ BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련</p> </td> <td style="width: 25%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #004D40; color: white; padding: 2px;">전략목표 4</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과 분석</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">↓</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">↓</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">↓</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">↓</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4CAF50; color: white; text-align: center; padding: 5px;">개방형 통합 플랫폼 개발</td> <td style="background-color: #009688; color: white; text-align: center; padding: 5px;">운영관리 핵심기술 개발</td> <td style="background-color: #00796B; color: white; text-align: center; padding: 5px;">표준화, 제도개선(안) 마련</td> <td style="background-color: #004D40; color: white; text-align: center; padding: 5px;">현장적용, 실증 및 효과 분석</td> </tr> </table> </div>	<p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">전략목표 1</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 사용자 중심의 BEMS용 완전 개방형 플랫폼 개발 및 평가체계 구축</p>	<p style="background-color: #009688; color: white; padding: 2px;">전략목표 2</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발</p>	<p style="background-color: #00796B; color: white; padding: 2px;">전략목표 3</p> <p style="font-size: x-small;">✓ BEMS KS 기본규격의 적극적 활용 및 개발된 연계규격 완성도 제고 ✓ BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련</p>	<p style="background-color: #004D40; color: white; padding: 2px;">전략목표 4</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과 분석</p>	↓	↓	↓	↓	개방형 통합 플랫폼 개발	운영관리 핵심기술 개발	표준화, 제도개선(안) 마련	현장적용, 실증 및 효과 분석
<p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">전략목표 1</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 사용자 중심의 BEMS용 완전 개방형 플랫폼 개발 및 평가체계 구축</p>	<p style="background-color: #009688; color: white; padding: 2px;">전략목표 2</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발</p>	<p style="background-color: #00796B; color: white; padding: 2px;">전략목표 3</p> <p style="font-size: x-small;">✓ BEMS KS 기본규격의 적극적 활용 및 개발된 연계규격 완성도 제고 ✓ BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련</p>	<p style="background-color: #004D40; color: white; padding: 2px;">전략목표 4</p> <p style="font-size: x-small;">✓ 기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과 분석</p>										
↓	↓	↓	↓										
개방형 통합 플랫폼 개발	운영관리 핵심기술 개발	표준화, 제도개선(안) 마련	현장적용, 실증 및 효과 분석										
<p>Keyword</p>	<p>온실가스 감축, BEMS, KS 기반, 개방형 플랫폼, 설계/시공/운영/관리 기술</p>												
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<p>1) BEMS KS 표준기술 개발 및 실증을 통한 독자기술 개발 및 국제경쟁력 확보 2) BEMS 운영관리 핵심 S/W 개발을 통한 시장점유율 확대 3) BEMS 시장 안정화 및 건물부문 온실가스 저감</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px;">“BEMS KS 기반의 설계·시공·운영·관리기술 개발 및 실증” 활용</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">사회적</p> <p style="font-size: x-small;">에너지 및 온실가스 감축 대응</p> </td> <td style="width: 33%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #009688; color: white; padding: 2px;">기술적</p> <p style="font-size: x-small;">관련 기술 육성·고도화</p> </td> <td style="width: 33%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #00796B; color: white; padding: 2px;">정책적</p> <p style="font-size: x-small;">정책적 의사결정 기초자료로 활용</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">↓ 적용 확대</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">↓ 기술 고도화</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">↓ 지속적 모니터링</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 하·동절기 전력 대란 등 에너지 수급 불균형에 대비하여 절약 및 수요관리에 활용 ✓ 국제규범에 부합하는 온실가스 감축을 위한 실천방안으로 건물분야 에너지 관리도구 보급 확대 지원 </td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS 기반 기술 및 핵심 운영관리 S/W 개발로 지식정보 서비스 분야 신성장산업 발굴, 육성 ✓ ICT 융복합 고부가가치 기술의 접목에 의한 Biz-Model 창출로 국내 건설산업의 해외진출 지원 </td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 합리적인 건물에너지 이용을 위한 계획 수립 및 운영관리 관련 제도개선(안)으로 활용 ✓ 국가 에너지 수급체계 개선을 위한 에너지 유틸리티별 역할 분담 체계 구축 및 운영체계 확립 지원 </td> </tr> </table> </div>	<p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">사회적</p> <p style="font-size: x-small;">에너지 및 온실가스 감축 대응</p>	<p style="background-color: #009688; color: white; padding: 2px;">기술적</p> <p style="font-size: x-small;">관련 기술 육성·고도화</p>	<p style="background-color: #00796B; color: white; padding: 2px;">정책적</p> <p style="font-size: x-small;">정책적 의사결정 기초자료로 활용</p>	↓ 적용 확대	↓ 기술 고도화	↓ 지속적 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 하·동절기 전력 대란 등 에너지 수급 불균형에 대비하여 절약 및 수요관리에 활용 ✓ 국제규범에 부합하는 온실가스 감축을 위한 실천방안으로 건물분야 에너지 관리도구 보급 확대 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS 기반 기술 및 핵심 운영관리 S/W 개발로 지식정보 서비스 분야 신성장산업 발굴, 육성 ✓ ICT 융복합 고부가가치 기술의 접목에 의한 Biz-Model 창출로 국내 건설산업의 해외진출 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 합리적인 건물에너지 이용을 위한 계획 수립 및 운영관리 관련 제도개선(안)으로 활용 ✓ 국가 에너지 수급체계 개선을 위한 에너지 유틸리티별 역할 분담 체계 구축 및 운영체계 확립 지원 			
<p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">사회적</p> <p style="font-size: x-small;">에너지 및 온실가스 감축 대응</p>	<p style="background-color: #009688; color: white; padding: 2px;">기술적</p> <p style="font-size: x-small;">관련 기술 육성·고도화</p>	<p style="background-color: #00796B; color: white; padding: 2px;">정책적</p> <p style="font-size: x-small;">정책적 의사결정 기초자료로 활용</p>											
↓ 적용 확대	↓ 기술 고도화	↓ 지속적 모니터링											
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 하·동절기 전력 대란 등 에너지 수급 불균형에 대비하여 절약 및 수요관리에 활용 ✓ 국제규범에 부합하는 온실가스 감축을 위한 실천방안으로 건물분야 에너지 관리도구 보급 확대 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS 기반 기술 및 핵심 운영관리 S/W 개발로 지식정보 서비스 분야 신성장산업 발굴, 육성 ✓ ICT 융복합 고부가가치 기술의 접목에 의한 Biz-Model 창출로 국내 건설산업의 해외진출 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 합리적인 건물에너지 이용을 위한 계획 수립 및 운영관리 관련 제도개선(안)으로 활용 ✓ 국가 에너지 수급체계 개선을 위한 에너지 유틸리티별 역할 분담 체계 구축 및 운영체계 확립 지원 											
<p>기타사항</p>	<p style="text-align: center;">-</p>												


[표 2-35] 유사과제 사례 5

<p>과제명</p>	<p>시장수요기반 신축건축물 녹색화 확산 연구</p>
<p>수행기간</p>	<p>2011.12 ~2016.06</p>
<p>최종목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 정부 시책에 부합하는 보급형 녹색건축물 유형별 모델개발(에너지 60%,80% 저감모델) 및 이를 구현할 수 있는 설계/시공/운영 과정의 핵심역량 개발 ■ 보급형 녹색건축물의 모델을 검증할 수 있는 실증사업(Test-bed)의 수행 ■ 보급형 녹색건축물을 확산시킬 수 있는 사업화 전략 및 활성화 기법 개발 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>□ IPD(Integrated Project Delivery) 프로세스 개발</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>□ Test-bed 구축</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>□ BEAT(Building Energy Analysis Tool) 개발</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>□ 녹색건축물 요소기술 매뉴얼, 시공 매뉴얼</p> </div> </div>
<p>Keyword</p>	<p>녹색건축물, 시장, 녹색설계, 녹색시공, 녹색운영</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 통합설계 엔지니어링: 통합설계 프로세스 가이드라인은 설계 프로세스를 세분화하여 각 분야의 전문가들이 초기단계부터 설계에 참여할 수 있도록 설계 프로세스의 내용을 구축함 2) 녹색시공: 녹색건축물 통합시공프로세스를 IPD Planner 및 Platform와 연계 개발하여 공개 프로그램으로서의 건축분야 실무자 활용을 촉진 3) 녹색운영: 기축 건물 에너지 효율 향상 및 에너지 소비량 감소 전략으로의 연구 추진 4) 사업화: 건축물 녹색화를 위해 추가로 투입되는 비용, 에너지 절감 비용, 환경비용을 고려함으로써, 건축물 녹색화에 대한 타당성 평가에 활용 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>녹색기술 분류 체계</p>  </div>
<p>기타사항</p>	<p>-</p>

[표 2-36] 유사과제 사례 6

<p>과제명</p>	<p>시장수요기반 기존건축물 녹색화 확산연구</p>
<p>수행기간</p>	<p>2011.12 ~ 2016.06</p>
<p>최종목표</p>	<p>■ 그린리모델링 비즈니스 확산에 의한 건축분야 CO2저감 목표 실현 및 강한 중소기업 육성을 통한 고용창출</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 그린리모델링 비즈니스 확산에 의한 건축분야 CO2저감 목표 실현 및 강한 중소기업 육성을 통한 고용창출 2) 그린리모델링 프로세스 및 종합정보시스템 구축 3) 신뢰도 높은 기존건축물 성능평가 및 유지보수 Tool 개발 4) 민간 주도형 그린리모델링 수익형 금융 비즈니스 모델 제시 5) 공급자 중심이 아닌 수요자 중심의 정부지원 모델 개발 
<p>Keyword</p>	<p>그린리모델링 프로세스/가이드라인, M&V/유지관리, 비즈니스모델,</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) E-scope 및 E-ray 등을 통해 지자체·사업체·건물유형별 에너지다소비 건물의 파악으로 CO2 저감을 위한 중장기 전략 수립에 기여 가능 2) 비용편의 기반 Impact Table 구축으로 그린리모델링 기획·계획·설계 단계 시, 민간사업자의 그린리모델링 실시에 따른 기술별 에너지 저감효과 및 공사비 예측을 통해 사업성 평가가 용이한 가이드라인 구축 3) 운영시간 단축 및 실내온도 규제 등 연간 에너지소비량이 작아 비즈니스 모델화가 어려운 공공건물 분야의 수익형 비즈니스 모델 도출 및 확산 4) 그린리모델링 종합정보시스템 구축 및 운영으로 개별 주체별(투자자·건축주·시공사·컨설팅기업·정부) 그린리모델링 전과정(프로세스·기술·정책·사례 등)에 대한 정보 공유 및 용이한 그린리모델링의 추진 기반 구축
<p>기타사항</p>	<p>-</p>

[표 2-37] 유사과제 사례 7

<p>과제명</p>	<p>저비용 제로에너지건물 이행촉진을 위한 기술/비용 최적화 시뮬레이터 개발</p>
<p>수행기간</p>	<p>2016.06 ~ 2019.06</p>
<p>최종목표</p>	<p>■ 제로에너지 건축물 기술-비용 최적화 시뮬레이터 개발을 통한 건물부문 제로에너지 건축물 활성화 지원 및 합리적 이행 수단으로 활용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 제로에너지건축물 투입자재 및 설비 시스템 가격 데이터베이스 및 저비용화 방안 구축 2) 저비용 제로에너지 건축물 유형화 및 유형별 최적 의무화 기술 수준 설정 3) 라이프사이클코스트 관점에서의 최적비용 최대 효과 산정 분석 모델 및 시뮬레이터 개발 4) 비용 최적화 제로에너지 건축물 보급 기술 요구 조건 및 정책 추진 로드맵 구축 
<p>Keyword</p>	<p>제로에너지 건축물, 온실가스, 비용최적화, 자원방안, 정책</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) ZEB 기술 요소 데이터베이스 구축에 의한 제로에너지 기술DB 등 ZEB 비용 관리 플랫폼 구축에 활용 2) ZEB에 사용되는 고효율 저비용 자재들이나 시스템 기술 발전 3) 선진형 ZEB 촉진 정책의 도입을 통한 시장 활성화 및 비용-최적화 방식에 의한 ZEB 시장의 합리적 견인 4) 고비용 제로에너지건축물에 대한 시장 기피 문제 해소를 위한 합리적 의무화 수준 설정으로 차질 없는 건물부문 온실가스 정책 견인 5) 국가온실가스 감축 목표 달성을 위한 제로에너지 보급 추진의 합리적 정책 지원 모델로 활용되어 기술과 비용을 동시에 고려하는 통합의사결정 체계 구축
<p>기타사항</p>	<p>-</p>

[표 2-38] 유사과제 사례 8

<p>과제명</p>	<p>공공건물 에너지효율 극대화를 위한 최적화 기술개발</p>
<p>수행기간</p>	<p>2015.06 ~ 2019.05</p>
<p>최종목표</p>	<p>■ 공공건물 에너지효율 극대화를 위한 최적화 지원 패키지 개발</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 웹베이스 공공건물 에너지 관리 및 지원시스템 개발 2) 공공건물 정책 지원 통합 서비스 구축 3) 공공건물 에너지효율 최적화 리트로핏 기술 및 모듈 개발 4) 공공건물 리모델링 보급 확대를 위한 BM 모델 개발 및 실증 5) 공공건물 에너지진단 평가 표준화 <div style="text-align: center;"> <p>비 전</p> <p>공공건물 에너지 효율 극대화를 통한 국가 에너지 감축 목표 달성 및 민간시장 확대 촉진</p> <p>목 표</p> <p>기축 공공건물 에너지효율 극대화 지원을 위한 최적 리모델링 패키지 개발</p> <p>주요 내용</p> </div>
<p>Keyword</p>	<p>공공건물, 에너지효율, 커미셔닝, 리트로핏, 건물진단 표준화</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 그린리모델링 대상 사전 예측시스템 개발로 정확하고 편리한 리모델링 사업계획 수행 2) ESCO(에너지절약전문기업) 및 온실가스 저감 CDM(청정개발체제)사업 정량적 평가에 적극적 활용 3) 다양한 건물의 유형 및 크기가 존재하는 공공건물의 경우 BIPV 등 다양한 외피 관련 응용기술을 적용하여 많은 에너지 절약 효과 기대 <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>BM 01 공공건물 실시간 통합 관리 시스템</p> <p>공공건물 에너지 관리 일원화</p> <p>BM 02 리모델링 최적 의사결정 지원 틀</p> <p>건물 에너지 광상 요소기술 최적화</p> <p>BM 03 최적 비용 투자 분석 모델</p> <p>공공건물을 위한 (맞춤형 or 최적) 그린리모델링 Energy Optimization 모델</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Package1. 도달솔루션</p> <p>BM 01 공공건물 에너지 통합 관리 시스템</p> <p>BM 02 리모델링 최적 의사결정 지원 틀</p> <p>BM 03 최적 비용 투자 분석 모델</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공공건물 상시 통합 관리 시스템을 통한 공공 건물 에너지 효율 정책 수립 • 도달솔루션을 활용한 리모델링 경제적 이익 창출 및 활용방안 제안 • 분석된 데이터를 기반으로한 맞춤형 리모델링 솔루션 제공 <p>Package2. 기술+비용 솔루션</p> <p>BM 02 리모델링 최적 의사결정 지원 틀</p> <p>BM 03 최적 비용 투자 분석 모델</p> <ul style="list-style-type: none"> • 에너지 분석 틀을 활용한 성능대비 경제적 효과 의사결정 지원 • 기술대비 비용 투자 분석을 통한 그린리모델링 효율성 향상 방안 제안 </div> </div>
<p>기타사항</p>	<p>-</p>

[표 2-39] 기존 기술(연구)와의 차별성 및 연계방안

기존 연구과제		검토결과	
과제명	주요 연구내용	차별성	연계방안
1. 저비용 고 효율 의 노후 공동주택 수직증축 리모델링 기술 개발 및 실증	<ul style="list-style-type: none"> 리모델링 요소기술 개발, 구조안정성 확보, 최적화된 사업모델 개발을 통해 1기 신도시를 중심으로 노후 공동주택이 급증하여 사회문제를 야기하는 것에 대해 적극적으로 대응하고자 리모델링 요소기술 통합안 및 설계/시공관리, 수직증축 리모델링 구조 안정성확보를 위한 핵심기술개발, 사업성 개선 및 활성화 정책 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 수직증축을 통한 사업성 개선 및 리모델링 수행임에 따라 수직증축이 불가능한 경우는 사업성의 유효성 확보 어려움 비용 및 사업성 개선을 위한 리모델링의 범위에 한정되지 않고 에너지 절감을 위한 공사 비용 대비 효율적인 에너지 절감방안이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구에서 도출한 리모델링 관련 법/제도 개선 방안 고려 개발된 리모델링 현장 적용 방안을 활용하여 요소기술간의 현장 적용성 활용 국내 공동주택 리모델링을 위한 기존 공동주택 주동계획 및 주호평면 등 기존 모델 DB 활용
2. 개방형 BIM기반 건축설계 핵심기술 고도화 및 실증 기획	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 BIM기반 건축설계 정보 실무활용 기술의 고도화를 통한 설계 생산성향상을 위해 품질 검증, 평가, 인증 시스템 구축 건축계획, 설계, 관리의 목표 설정 및 중장기 연구개발 방향성 도출 차세대 정보환경 구현을 위한 기반조성을 위해 개방형 BIM 표준 인프라 확충 및 국가 관리 공공 건축물에 대한 설계, 시공관리, 유지관리 	<ul style="list-style-type: none"> BIM기반 구축을 위해 기존 건축물 정보 DB 및 표준 라이브러리 구축은 가능하나 관련한 리모델링 적용 방안의 활용이 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제에서 제공되는 DB 및 기존 건축물 역설계 방안에 대한 관련 기술 요소 적용 및 향후 건축물 관리를 위한 BIM 인프라 활용이 가능함
3. 시장수요기반 신축 및 기존 녹색건축물 확산 연구	<ul style="list-style-type: none"> 녹색건축물 요소기술을 통합적으로 적용하고 시공 및 운영할 수 있는 녹색 건축물 통합프로세스 개발 녹색건축물의 경제적/환경적 가치에 대한 명확한 제시를 통해 시장에서의 능동적 확산을 위한 방안 모색, 개발된 기술이 시장에서 활성화될 수 있도록 정책 및 제도 개선방안 연구 그린 리모델링 확산을 위한 리모델링 프로세스 및 수요자 중심의 비즈니스 모델 개발과 비용편익 관점의 그린리모델링 시범사업을 통해 그린리모델링 확산방안을 도출함 	<ul style="list-style-type: none"> 신축 및 기존 건축물 녹색화를 목표로 건설 프로세스 전반에 대한 기술개발과 더불어 비즈니스 모델 도출이 이루어졌으나, 제로에너지 주택 보급을 위한 건축 자재 및 기술의 성능기준 제시 및 국산화 방안을 보완할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 신축건축물을 대상으로 해당 연구과제에서 제안하는 녹색 건축물 건설 프로세스 및 기술을 검토/보완하여 연계 가능함 기존건축물을 대상으로 해당 연구과제에서 제안하는 녹색 건축물 건설 프로세스 및 기술을 검토/보완하여 연계 가능함
4. 저에너지 건축물 보급 확산을 위한 건축물 에너지	<ul style="list-style-type: none"> 저에너지 건축물 보급 및 확산을 위해 건축물 에너지 통합지원 시스템 개발을 통하여 건축 활용 주체들에게 필요한 최적 정보 제 	<ul style="list-style-type: none"> 공공건축물 및 기존 건축물의 신뢰성 있는 정보 DB 구축 및 개방형 	<ul style="list-style-type: none"> 표준 DB 구축 및 공개형 의사결정 지원체계 활용 가능함 건축물 에너지 통합

기존 연구과제		검토결과	
과제명	주요 연구내용	차별성	연계방안
지 통합지원 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 공 및 효과 분석 등을 제공하여 의사결정을 돕는 공적 종합 지원 체계 및 시스템 구축 건축물 에너지 통합지원을 위한 공공형 빅데이터 구축 및 신뢰성 있는 데이터 제공 표준건물 구축 및 상세 에너지정보 DB 서비스 데이터 및 시스템 구축 	DB 제공 등에 의한 자료제공이 가능하나 실제 리모델링에 적용하기 위한 요소기술간의 결합 예측은 어려움	지원 시스템관련 데이터 활용을 통한 기존 연구 파악 시간 감소
민간시설유치를 통한 시민진화형 공공건축 리모델 활성화 방안 연구	<ul style="list-style-type: none"> 민간 투자를 촉진하기 위한 사업주체 다변화 등 제도 개선을 통한 공공건축물 리모델링 방안 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 수익사업을 포함하지 않아도 제로에너지화가 될 수 있는 방안 마련이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 민간 투자를 촉진 방안을 고려한 그린리모델링 활성화 방안 연구 내용 포함
공공건축물 에너지성능 개선을 위한 지원사업	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 절감 효과 극대화를 위한 사업선정 및 지원사업을 통해 그린리모델링의 홍보 및 효과에 대한 안내 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 한정된 사업분야가 아닌 자발적인 리모델링이 가능할 수 있도록 유도 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 기 사용된 기술내용을 확인하여 기술 적용성능 파악 시간 감소
공공건물 에너지효율 극대화를 위한 최적화 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 웹베이스 공공건물 에너지 관리 및 지원시스템 개발 공공건물 정책지원 통합서비스 및 공공건물 리모델링 BM모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 리모델링을 통한 성능 증가 뿐 아니라 경제적이고 실질적인 BM모델 마련 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 공공건물 리모델링 보급확대를 위한 BM 모델을 참고하여 모델 개발 시간 감소

6절. 연구개발 인프라 분석

- 효율적인 에너지 운용을 위한 기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증 관련 중점추진분야별 인프라 수준을 분석함
 - 중점추진분야별로 전문인력, 기자재, 산학연 공동연구기관, 기술이전 및 거래, 국제기술협력 기반, 업계현황에 대한 인프라 수준을 분석함

[표 2-40] 중점추진분야별 인프라 수준

대분류	중분류	인프라 항목	인프라 수준				
			부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증	제로에너지 주택 비용 최적화 기술 개발	전문인력		○			
		기자재		○			
		산학연		○			

대분류	중분류	인프라 항목	인프라 수준				
			부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
		공동연구기관					
		기술이전 및 거래	○				
		국제기술협력 기반	○				
		업계현황		○			
	기존 주택 에너지 품질향상 및 공기단축 기술개발	전문인력		○			
		기자재		○			
		산학연	○				
		공동연구기관	○				
		기술이전 및 거래	○				
		국제기술협력 기반		○			
	기존 공동주택의 제로에너지 주거모델 개발 및 구축	업계현황		○			
		전문인력	○				
		기자재	○				
		산학연	○				
		공동연구기관	○				
		기술이전 및 거래	○				
	국제기술협력 기반	○					
	업계현황	○					

- 기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증 관련 국내 연구 인프라
 - 건물에너지 효율화, 에너지플랫폼 연계기술, 건축물 리모델링 관련된 국내 연구자 인프라 및 연구자별 연구영역은 아래 [표 2-49]과 같음
 - 건물에너지 효율화, 에너지플랫폼 연계기술, 건축물 리모델링 관련하여 산/학/연 기관에 다양한 연구자들이 포진해 있음

[표 2-41] 국내 연구 인프라

추진분야	세부분야	관련기관	대표 연구자	연구영역 및 방향	
건물에너지 효율화	건물에너지 자립 구현 기술	명지대학교	이명주	제로에너지주택 실증단지구현	
		연세대학교	이승복	건물 친환경 기술 개발	
		인하대학교	조재훈	건물 에너지 측정법 개발	
	에너지절약 건축자재	전자부품연구원	장세홍	고효율 창호	
		한국건설기술연구원	이세현	건축물 에너지 절감 자재 개발	
		한양대학교	박대효	건축물 에너지 절감 자재 개발	
		한국건설기술연구원	최경석	건축물 에너지 절감 자재 개발	
		한국건설기술연구원	이승연	탄소저감형 건축자재 개발	
		한국판유리협회	이정로	유리 건축자재 개발	
		그린포럼건축사사무소	이규환	건축자재 DB 개발	
		LG하우시스	김지현	건축용 신소재 개발	
		이건창호	안정혁	고성능 창호 개발	
		한국외단열협회	김양규	건축물 외단열 기술	
	효율향상 기술	대한기계설비산업연구원	류형규	건축 기계설비 설계	
		나우설비	김용인	건축 기계설비 설계 및 진단 기술	
		한일MEC	성노천	건축 기계설비 설계 및 진단 기술	
		한국건설생활환경시험연구원	성욱주	제로에너지 시스템 패키지화	
		이화여자대학교	송승영	건축물 외단열 및 결로방지 성능 향상 기술	
		이화여자대학교	임재한	건축물 열교 방지 및 외벽 단열성능 향상 기술	
		한양대학교	정재원	건축물 공조설비 에너지 소비량 저감기술	
		한국에너지공단	김인택	에너지목록관리제 관련 기술	
	에너지 모니터링/관리 기술	연세대학교	홍태훈	에너지 모니터링	
		한양대학교 에리카	신성우	녹색건축물 온실가스 배출량 평가	
		충남대학교	이정원	건축 환경조절 시스템 개발	
		동아대학교	이정재	건축물 재실자 및 에너지 관리 시스템 기술	
		단국대학교	문현준	BIM 기반 건물에너지 성능 평가 시스템 기술	
		대전대학교	신우철	건물에너지 관리 시스템 및 에너지 시뮬레이션	
	에너지 플랫폼 연계기술	에너지 관리·연계·저장 기술	명지대학교	이명주	단지 내 5대에너지분리계측 및 신재생에너지생산량 계측
			제에스건설(주)	박시삼	도시에너지 관리 시스템 개발
			서울과학기술대학	김경화	분산전원 제어기법 연구
제주대학			김호찬	마이크로그리드 제어	
플랫폼 연계기술		삼성물산	김공환	마이크로그리드 제어	
건축물 리모델링	서울대학교	여명석	기존 건축물 에너지 진단 및 평가 기술		
	인하대학교	조재훈	기존 건축물 에너지 진단 및 평가 기술		
	영남대학교	조영흠	기존 건축물 에너지 진단 및 평가 기술		
	아주대학교	김선숙	녹색 리모델링/재건축 기술		
	경희대학교	윤근영	녹색 리모델링/재건축 기술		
	대림산업	배상환	리모델링/ECSSO		

7절. 기술수요조사

1. 기술수요조사 방법 및 대상

가. 기술수요조사 방법

- 기존 공동주택의 제로에너지화를 위한 기술수요조사는 해당 관련 분야의 산·학·연의 전문가를 대상으로 제로에너지주택 비용 최적화 기술, 기존 주택 에너지 품질향상 및 공기단축 기술개발 및 기존 공동주택의 제로에너지 주거모델 개발 및 구축에 대한 기획과제의 의의를 알리고 이에 필요한 기술 수요조사를 요청함
- 본 연구의 기술 수요조사는 약식 수조조사를 통한 연구개발 필요성, 연구개발의 목표 및 연구내용을 제안 받아 취합 후 기획연구 전문가단체에 통보하여 내용의 중요성을 검토하고 전문가 회의를 통해 기술 개발의 우선순위를 선정함

공동주택 제로에너지화 기술개발 기획을 위한 기술수요조사

안녕하십니까? 한국에너지기술연구원 책임연구원 趙 秀입니다.
 우리 연구원은 POST-2020 신기후체계에 대응하여 국가 온실가스 감축목표를 달성 및 제로에너지 건축물 의무화 추진(2025년)을 위한 건물부문의 감축목표 이행의 일환으로 국토교통과학기술진흥원에서 발주한 "효율적인 에너지 운송을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심기술 개발 기획과제"를 수행 중에 있습니다.
 본 기획연구를 수행하기 위한 기술수요조사를 통해 보다 다양한 전문가들의 의견이 반영된 "기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증기획 과제"를 수행하고자 하며, 이를 통해 국가적으로 필요한 유망과제를 도출하고자 합니다.
 본 조사내용은 이 기획과제와 관련된 니즈를 파악하는데 사용되며, 이러한 목적 이외에는 사용되지 않음을 약속드립니다. 비프시더라도 전문가 여러분의 많은 참여를 부탁드립니다. 답변 내용은 2016년 12월 19일까지 회신을 부탁드립니다. 간략하게 작성하셔도 무관합니다. 자료 수집 후 상세한 기술의 설명이 필요한 경우, 별도의 연락을 드리도록 하겠습니다.

[연구분야 기획 내용]

연구목표	주요 연구내용
기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증 기획	A. 제로에너지주택 비용최적화 기술개발 기획 1. 건축물의 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발 (예시) 2. 건축물의 자재 정보 DB 관리를 위한 각종 프로그램 개발 3. 건축물의 정보(BIM)기반 및 에너지 플랫폼시스템 개발
	B. 기존공동주택 에너지 플랫폼 및 공기단축 기술 개발 기획 1. 에너지 효율 향상 기술 발굴 방안 (예시) 2. 개보수용 건축자재 표준화/모듈화/경량 개발 3. 제로에너지 주택을 위한 개보수 가이드라인 개발
	C. 기존 공동주택의 제로에너지 주거모델 개발 및 유류 기획 1. 제로에너지 주거 모델 개발안 수립 (예시) 2. 제로에너지 주거 모델 적용 및 실험을 통한 가이드라인 개발/문드림 검증

기술명	분류	(A, B, C 표기)
제안기관	대기업□, 중견기업□, 중소기업□, 대학교□, 정부기관□, 연구소□, 협회□, 기타□	
연구개발 필요성	(기술개발 시급성, 정부 정책과의 부합성 등)	
연구개발의 목표	(성과물 및 기술수준 등)	
연구내용	(간략하게 서술, 필요한 경우 별지 및 참고자료 첨부)	

2016. 12. 13.
 한국에너지기술연구원 에너지전략연구소
 책임연구원 趙 秀
 *자료회수 및 연락처: 김석현 연구원/042-860-3057/ksh7000@kierre.kr

[그림 2-58] 약식수요조사 양식

나. 기술수요조사 대상 및 결과

- 기술수요조사의 대상은 전국 지역을 대상으로 건축계획, 건축환경, 건축설비, 건설정책, 건설관리 등 관련 산업계 379명, 학계 33명으로 총 412명을 대상으로 수행
- 기술 수요조사를 통해 제로에너지 공동주택을 구현을 위한 난방에너지 절감기술 및 실증 사례를 바탕으로 실제 적용이 가능한 기술개발의 필요성 확인. 또한 실제 데이터 기반의 기존 공동주택 리모델링 신뢰성 분석의 중요성과 고효율 단열기술의 복합 적용 필요성을 확인함

2. 기술위원회 전문가 기술 수요조사

가. 전문가 회의

- 약식수요조사를 통한 기존 공동주택 리모델링의 개발 기술을 조사한 결과를 바탕으로 각 세부분야별 전문가 회의를 통한 주요 세부 기술별 우선순위를 도출
- 제로에너지 주택 비용 최적화 기술과 관련하여 건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어, 건축물 자재 정보 DB관리를 위한 프로그램 개발을 통해 타당성 검토가 필요하며 BIM을 통한 에너지 수요 통합관리가 필요한 것을 확인
- 기존 공동주택 에너지 효율향상을 위한 세부기술 간의 접합기술 및 시공기간 감축을 위한 건축자재 표준화 등의 기술 중요성이 우선시 됨
- 기존 공동주택의 제로에너지 주거모델 개발을 위하여 공동주택 리모델링의 요소 기술을 통합 할 수 있는 주거모델 및 통합 설계안 도출이 필요하고 이주형/비이주형 주거모델의 적용방안 가이드라인의 개발이 필요함



[그림 2-59] 전문가 회의

8절. 종합분석

1. 동향분석 시사점

가. 국내외 정책동향 시사점

- 프랑스 파리에서 개최된 제21차 기후변화협약 당사국 총회(COP21)는 신기후체제 합의문인 ‘파리협정 (Paris Agreement)’이 극적으로 채택됨
 - POST-2020은 모든 국가에 적용되는 새로운 기후변화 대응체제의 출범으로 2020년 이후의 장기 감축 목표를 설정하고 매 5년마다 상향된 감축목표, 이행확인 등 제출에 합의

- 기후변화에 따른 지구 생태계의 변화와 에너지·자원의 고갈 등에 대한 전지구적 대응 노력이 절실하고 이에 대한 전세계적, 국가적 온실가스 감축 의무 확정
 - 기후변화협약 파리협정(‘15.12, cop 21)에 따라 모든 국가는 2020년 이후의 국가별 온실가스 감축의 자발적 기여방안(INDC)을 설정
 - 우리나라는 신기후체제를 앞두고 POST-2020을 대비한 국가 온실가스 감축목표를 2030년까지 온실가스 배출전망치(850.6백만톤CO₂e) 대비 37%로 결정함에 따라 국가 전체 및 부문별 대응전략 마련 및 목표 달성 가능성 타진이 요구됨
 - 파리 당사국 총회(COP21, 2015년 12월) 이후 온실가스 감축목표가 국제적으로 공식화되면 후속작업으로 부문별 세부이행계획 및 정책적 대응방안 마련이 시급하며 국가 온실가스 감축목표 달성 및 제로에너지 건축물 의무화 추진 (2025년) 등과 관련하여, 건물부문의 구체적인 기술적, 정책적 대책 마련이 시급한 상황으로 인식되고 있음

- 건물부문은 다른 부문에 비하여 에너지 저감 및 온실가스 감축 잠재력이 가장 클 것으로 예상되고 있으나, 신기술 적용이 늦게 이루어지는 특징이 있고 산업, 교통 등의 다른 분야에 비하여 이미 개발된 신기술이 현장에 적용되지 않는 경우가 매우 많음. 이에 따라 정부 정책은 이미 개발된 신기술이 시장에 적용되기 위한 적정 시점 및 기술 범위를 설정하고 정책적·재정적 지원을 해야 함
 - 녹색성장 국가 전략수립을 통한 ‘녹색 국토-도시 조성’ 과제를 추진하고 제로에너지건축물 의무화 추진, 기존건물의 그린리모델링 지원사업 등을 추진하고 있으며 에너지절약설계기준 강화, 녹색건축물 인증제도, 에너지소비효율제도를 시행하고 있음

나. 시장 및 산업동향 시사점(HERE)

- 기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증
 - 기존 건축물의 리모델링 사업은 국내는 물론 EU, 미국 일본 등 선진국에서 많

은 수요가 있으며 향후 시장규모도 점점 증가할 것으로 보임. 따라서 노후화 개선과 더불어 기존 건축물의 에너지절감을 통한 리모델링 비용 회수와 같은 경제적 타당성에 대한 지원 기술이 도출된다면 폭 넓은 시장 수요에 대응할 수 있으며 이에 따른 관련 분야 산업의 성장이 가능함

- 리모델링 시장의 수요는 큰 반면 관련 산업의 규모는 건축 자재 및 단종 분야에 한정되어 있음. 이러한 산업구조는 건축물의 개보수 및 리모델링을 통한 체계적인 에너지 절감이 어려우며 종합적인 에너지 분석 및 시공기간의 절감이 이루어지지 않아서 일회성에 그치는 경우가 많으며 최적의 리모델링이 어려움. 따라서 단순 노후화 개선이 아닌, 향후 건물의 유지관리까지 가능한 에너지 절감 기술 및 모니터링 시스템의 연계가 필요하고 이를 적용 시킬 수 있는 합리적인 시공기술의 패키지화가 필요할 것으로 보임

다. 국내외 기술동향 시사점

○ 기존 공동주택 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 개발 및 실증

- 기존 건축물의 개보수와 관련된 다양한 연구를 통해 건축물의 외피/기밀성능/설비효율 등 건물의 에너지 절감 기술은 개발되고 있으나 이를 적용하기 위한 시공기술과의 연계에 대한 고려가 되지 않고 있으며, 동시에 시공 비용 등 현실적인 공사비용의 고려 없이 개선효과만 확인하고 있음. 따라서 에너지절감 요소기술들과 시공기술이 효율적이고 경제적으로 적용될 수 있는 패키지화 기술의 개발이 필요할 것으로 보임
- 기존 리모델링 연구결과에 의한 리모델링 사례의 경우 실증을 통한 일회성 기술 요소의 효율성을 확인하고 연구가 종료되는 경우가 많음. 이러한 결과는 일반화를 통한 다양한 형태의 건물의 리모델링에 사용되기에 한정적이며 이러한 다양한 경우에 적용되기 위한 타당성 검증 프로그램의 부재로 인해 우수한 리모델링 기술임에도 불구하고 보급화가 이루어지지 못하고 있음. 이를 해결하기 위한 기술 패키지화 및 수준별 주거모델 개발이 필요함

라. 국내외 기술수준 분석 시사점

○ 특허동향 분석 결과 시사점

- 미국의 경우 각 분야(녹색건축, ICT융복합건축, 건축물설계/시공성능, 건축물에너지성능, 건축 재료성능)의 특허기술경쟁력에서 모두 최상위 수준을 확보하고 있으며, 한국의 특허경쟁력은 건축재료성능 5위, 건축물 에너지성능 7위, 건축물 설계/시공성능 6위, ICT 융복합 건축 7위, 녹색건축 3위로 전반적으로 하위 수준임
- 특허 검색을 통해, [건물], [제로에너지], [자재], [기술] 에 대한 분석 결과 총 3,973건의 특허가 산업 부문 전반에 분포되어 도출되었고, 크게 건물에너지 운영 및 관리기술 및 에너지절약 요소기술 군으로 특허가 도출되고 있음

- 건물 에너지 분야의 특허건수가 2012년을 기점으로 감소하는 추세를 보이고 있으며, POST-2020 등 기후변화협약에 대한 최근 국제 동향 및 관심의 증대, 배출권 거래제 시장의 도입, 제로에너지 의무화 정책 등의 도입에도 불구하고 특허활동이 상대적으로 낮게 나타나 향후 기술개발의 여지가 높은 것으로 판단됨

○ 논문 및 기존연구 동향 결과 시사점

- 기존에 수행된 제로에너지 건물 과제는 에너지 절감, 경제성 제고 및 온실가스 감축을 공통된 목표로 지향하고 있으며, 제로에너지 건축 관련 기술개발, 모델 및 시스템 구축, 실증 등에 대하여 다양한 연구가 다수 수행되어 왔음
- 하지만 현재까지의 R&D 과제는 건축물의 에너지절약 및 온실가스 저감을 위한 한정적 재료 및 요소기술에 국한되었으며, 신축 및 기존 건물에 대한 제로 에너지를 넘어 선 근린주구 단위의 플러스에너지 주거단지 연구로 진행된 경우는 전무한 것으로 확인됨
- 각 기술분야별로 국내 논문은 2014년 이후로 감소하는 경향을 보이나, 국외의 경우 매년 증가하는 추세로 연구 활동이 매우 활발하게 이루어짐. 제로에너지 관련 기술의 국산화 및 고도화를 위해서는 기술 개발에 대한 연구가 더욱 필요한 것으로 판단됨

2. SWOT 분석

- 국내외 정책동향, 시장현황 및 전망, 관련 기술의 동향 및 수준 분석 등의 결과와 전문가 및 기획위원회의 기획 방향 설정을 바탕으로 SWOR 분석을 실시함. 외부 및 내부의 환경분석 및 동향 파악에서 도출된 ‘기회’ 와 ‘위험’ 요인을 정리하고 내부역량 분석에서 파악된 국내 기술의 ‘강점’ 과 ‘약점’ 요인을 연관시켜 본 과제 의 기술개발 방향을 설정하였음

[표 2-42] 기획과제의 SWOT 분석

기회(Opportunity)	위험(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 정부 온실가스 감축 및 제로에너지 의무화 정책 추진 ▪ 정부차원의 기술개발 지원 ▪ 기후변화에 따른 냉·난방 부하 급증 ▪ 미성숙된 건축 건물 리트로핏 시장 ▪ 수요자원 거래시장 활성화를 통해 수요자원 간 경쟁으로 전력공급비용 절감 기대 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 투자대비 회수기간 장기화로 인해 기술적용 회피 ▪ 실제 적용현장의 부족으로 에너지저감효과 검증 난이 ▪ 기후변화협약 목표 가중 ▪ 기존 제도의 실효성 미흡
강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기존 공공 건물 노후화 지속 및 에너지사용량 증가 ▪ 에너지 저감에 대한 국가적 관심 증대 ▪ 건설산업 분야의 신 성장동력으로서의 기대 ▪ 건축분야 기술 및 인력/장비/생산인프라 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유럽, 미국, 일본 등 주변국 대비 원천 기술 부족(기술 수준 50-70%) ▪ 개발기술의 실증사례 및 시장의 경험 부족 ▪ 초기 투자비 편차가 높아 투자자 설득 어려움 ▪ 해외 수입 위주의 부품 및 소재 산업

- SWOT 분석 결과에 기초하여 다음과 같이 대응 전략 및 기술개발 방향을 설정하였음

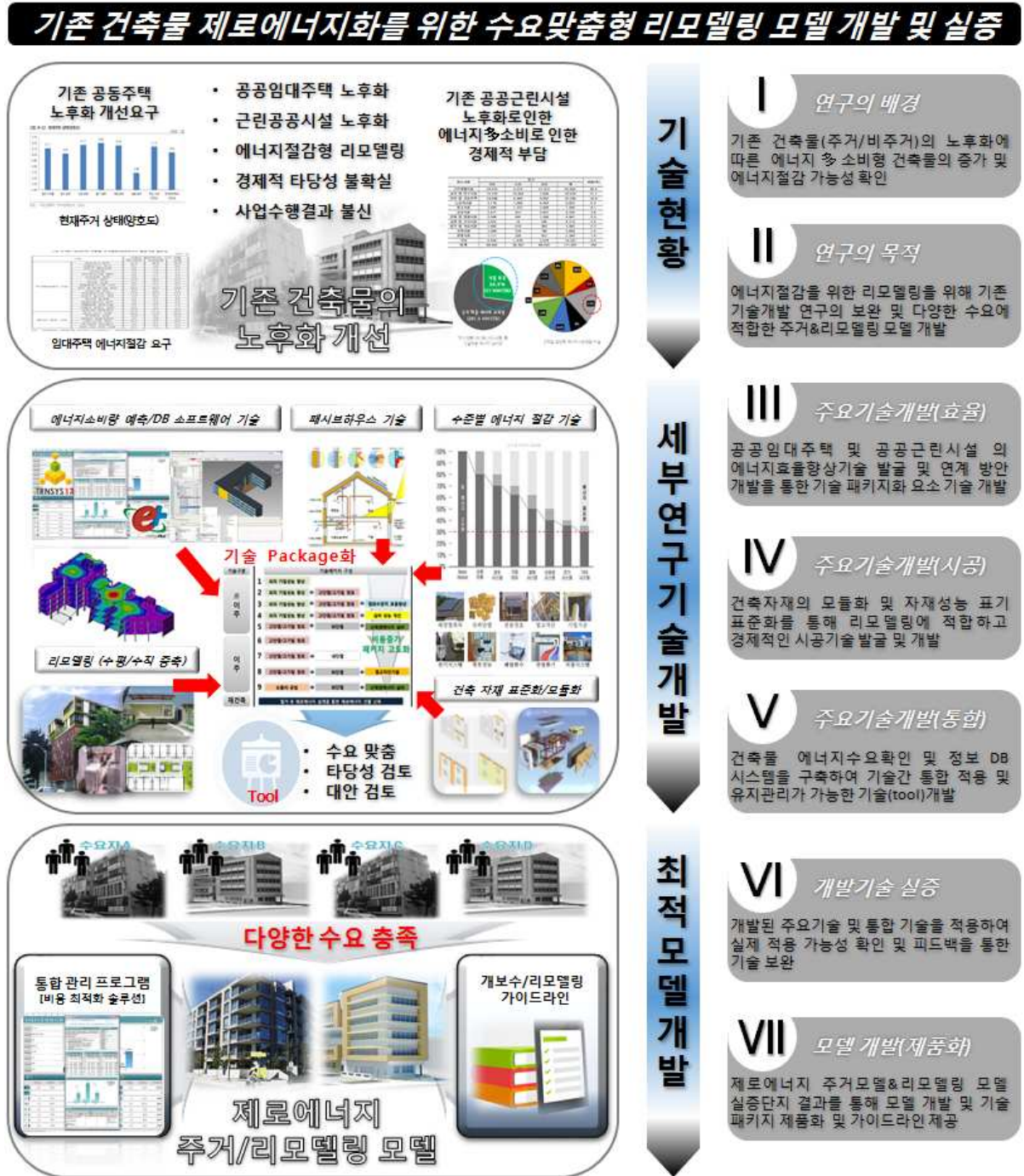
[표 2-43] 대응전략 및 기술개발 방향

구분	대응전략 및 기술개발 방향
SO 전략	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제로에너지 의무화의 당위성을 바탕으로 한 강력 정책 추진 ▪ 정부차원 기술개발 지원으로 신기후체제 대응 및 세계 건설시장 선점 위치 확보 ▪ 기존 사업 실적기반 기술개발전력 수립 및 국가간 기술 협력 기반 마련
ST 전략	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 에너지신산업육성, 에너지 감축 지원 정책 마련 ▪ 고도화된 기술 및 인프라, 전문인력 활용을 통한 맞춤형 원천기술 개발 ▪ 국가수준 인프라 및 대응체계 조기 구축 ▪ 에너지 효율화에 대한 기술/비용 연계 비즈니스 모델 구축
WO 전략	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국민적 관심에 부응한 체계적 기술개발 및 선진국과의 기술격차 해소 ▪ 기 개발된 제로에너지 건축자재 및 기술 활용 및 연계 ▪ 기술 수준이 낮은 중소기업 중심의 기술 지원 패키지 제공
WT 전략	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 적정비용 고성능의 집약형 원천 기술 개발 ▪ 선진국과의 교류를 통한 원천기술 확보 및 국산화 ▪ 정부차원의 인프라 구축, 기술확보

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 연구의 비전 및 목표

1. 연구의 개요



[그림 3-1] 연구의 개요 및 내용

2. 연구의 비전

- 본 기획연구의 수행에 따라 기존 공동주택의 제로에너지화를 이루고 이를 일반화 및 세분화하여 최적의 주거모델을 개발하고, 기존 공공건축물의 제로에너지화를 위해 근린공공시설의 리모델링 모델을 개발하고자 함. 따라서 이러한 기존 공동주택 및 공공건축물의 제로에너지화를 통해 주거단지 및 공공건축물의 에너지 소비량을 감소시키고 효율적인 기술개발을 통해 에너지 플랫폼을 가능하게 할 수 있음. 더 나아가 POST-2020 신기후체계 준비, 국내 건축산업 및 녹색기술 성장을 이룰 수 있음.



[그림 3-2] 연구의 개요 및 비전

3. 연구의 목표



[그림 3-3] 연구의 최종 목표

- 기존 건축물의 노후화로 인한 향후 리모델링 시장은 지속적으로 증가할 것으로 예상되고 있으나 실제 리모델링 수요가 확산되기에는 경제성 및 사업의 타당성

검토가 이루어지지 않고 있음. 이를 해소하기 위하여 리모델링의 적정 규모 및 사업비 부담의 완화가 가능한 정량적이고 신뢰성을 가질 수 있는 프로세스(또는 프로그램)이 필요함. 본 연구에서는 기존 건축물의 제로에너지화를 위한 에너지 수요 및 개보수 비용을 예측하는 소프트웨어 개발하고 건축물의 자재 정보 및 도면정보(BIM 기반) DB 관리 시스템을 개발하여 이를 바탕으로 건축물 정보·에너지 통합 관리시스템을 도출하여 비용 최적화 솔루션을 제시



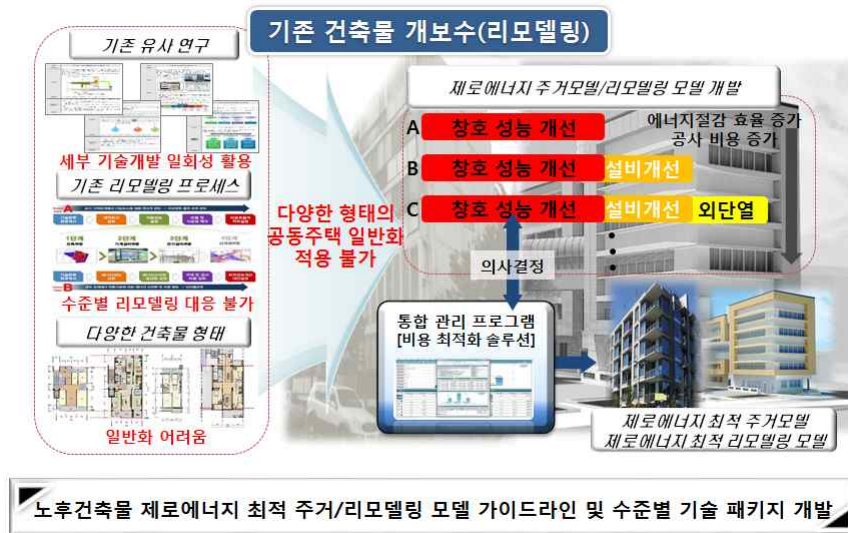
[그림 3-4] 리모델링 비용 최적화 솔루션 개발

- 기존 건축물은 설계 및 착공 당시의 단열 설계기준 등 설계 기준을 만족하고 있으나 국가의 에너지 소비량 절감을 위한 설계 기준의 강화에 대응하지 못함에 따라 상대적으로 에너지 다소비 건축물이 되고 있음. 이에 따라 신축건축물의 적용 기술과는 달리 기존 공동주택 및 근린공공시설의 에너지 효율 향상을 위한 다양한 기술의 개발이 필요함. 본 연구에서는 기존 건축물의 에너지 효율향상 기술을 발굴해내고 이를 적용하기 위한 부대비용 절감 및 개보수 공기절감을 이룰 수 있는 건축자재 표준화안과 가이드라인을 개발하여 기존 공동주택 및 근린공공시설의 에너지 품질향상 및 공기 단축 기술 도출



[그림 3-5] 에너지 품질향상 및 공기단축 기술 패키지화

- 선행 유사연구들과 같이 본 연구에서 개발된 프로그램 및 기술들은 실증을 통해 그 적용성 및 활용성을 검증할 필요가 있음. 다만 이러한 실증 및 피드백을 통해 이루어진 기술의 활용이 단순 연구개발의 결과물로 종료되는 경우가 많음. 따라서 본 연구에서는 최종적으로 기존 건축물의 제로에너지화를 이룩할 수 있는 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델을 개발하기 위해 기술 패키지화 및 통합 관리 프로그램을 도출하고 이를 실제 기존 공동주택 및 근린공공시설에 적용하여 검증을 위한 실증 후, 이를 다른 기존 공동주택에서 활용할 수 있는 최적 주거모델의 가이드라인 및 수준별 기술 패키지 제공



[그림 3-6] 제로에너지 최적 주거모델 개발

- 현재 노후화 공동주택 및 근린공공시설의 증가에도 불구하고 사업성이 불확실함에 따라 리모델링 사업이 원활하게 추진되고 있지 않음. 리모델링 사업을 용이하게 추진하기 위하여 리모델링 관련 로드맵을 정립하고, 리모델링 사업에 관한 제도 및 정책의 개선을 체계화할 뿐만 아니라, 리모델링 사업을 위한 국가지원면에서의 인센티브 제도의 조세지출과 리모델링을 통한 에너지절약 간의 가치평가를 볼 때, 금융지원 제도를 도입하여 리모델링 시장을 활성화 시킬 필요가 있음.
- 연구대상은 앞선 기존 건축물의 현황 및 연구결과의 민간 보급 확대를 위해 주거용 건물(준공 후 15년 이상, 10층 이하 공공임대주택)과 비주거용 (1,000㎡이하, 1,000㎡ 이상 ~ 2,000㎡ 이하 공공근린시설)로 선정하여 기술 개발 및 실증이 이루어질 필요성이 있음.

4. 기술개발에 따른 미래상

가. 기존 공동주택 에너지 소비량 감소에 따른 온실가스 감축

- 전 세계적인 온실가스 감축에 따른 우리나라 정부의 중장기 에너지 분야의 정책 목표인 온실가스(CO₂)감축을 위해, 기존 공공주택의 다양한 개보수 및 리모델링이 우선시 되고 있으므로 본 연구개발로 인한 에너지효율 개선을 통해 현재 에너지 다소비 건축물의 많은 부분은 차지하고 있는 기존 공동주택의 에너지 소비량을 줄일 수 있을 것으로 예상됨.

나. 공공건축물 노후화 개선에 따른 제로에너지화

- 다양한 형태의 공공건축물의 에너지소비량 감소 및 제로에너지화를 위한 리모델링을 수행하여 공공건축물에서 소비되는 에너지를 최소화 또는 제로화시킴으로 인해 정부차원의 에너지 소비량 감소를 통한 온실가스 감축까지 이룰 수 있음.

다. 건축물 에너지 사용량 평가 및 경제성/타당성 검토 종합 프로그램 개발

- 기존의 다양한 건물 에너지 소비량 평가프로그램을 통한 에너지 수요를 예측할 뿐만 아니라 건물주 및 설계자들이 활용 할 수 있는 사업 진행 여부를 평가할 수 있는 종합평가 프로그램의 개발로 인해 현재 개보수 및 리모델링의 문제점인 경제적 회수기간 등 경제적 타당성 검토가 이루어지고, 이를 바탕으로 합리적인 리모델링이 가능함.

라. 건축시장의 그린리모델링 확산에 기여

- 개별 주체별(투자자·건축주·시공사·건설탕기업·정부) 수요자의 기호에 적합한 수준별 개보수/리모델링이 가능한 주거모델의 개발로 인해 다양한 수익형 비즈니스 모델 도출이 쉬워지고 건축물의 자산 가치를 높이기 위한 그린리모델링의 수요가 증가할 것으로 예상됨.

2절. 핵심기술 선정

1. 중점분야 및 핵심키워드 도출

가. 기획연구의 중점분야 확인을 통한 핵심 키워드 도출

- 본 기획연구의 주요 목표는 기존 공동주택 및 근린공공시설의 에너지 소비량 감소를 위해 수행되는 개보수 및 리모델링의 적절한 규모 및 최적의 방안을 도출하여 적용할 수 있는 제로에너지 최적 주거모델 및 리모델링 모델을 개발하는데 있으며, 이를 위해 기존 공동 주택 및 근린공공시설의 에너지 소비를 파악하고 수준별 개보수 계획이 가능한 프로그램을 바탕으로 사업성 검토 및 경제성 검토가 가능한 최적화 기술개발이 핵심임.

- 경제적이고 합리적인 기존 공동주택 및 근린공공시설 개보수를 위해 **에너지 효율을 향상 시킬 수 있는 기술과 경제적 시공기술의 패키지화**를 통해 다양한 기술들의 적용이 가능하고 수요자의 요구에 적합한 **수준별 개보수 방안**의 도출이 가능한 기술개발이 요구됨.
- 앞서 개발된 기술 및 프로그램은 **실증**을 통해 적용성 및 현실성을 검증하고 이를 바탕으로 **일반화** 시킬 수 있는 **최적 주거모델 및 리모델링 모델 개발**이 이루어져야함.
- 본 연구과제의 핵심기술(대표기술)은 ‘**수요 맞춤형 제로에너지화 리모델링 기술**’임에 따라 핵심 키워드를 통한 세부기술 선정 함.

2. 기술위원회 검토 및 세부과제 선정

가. 제로에너지 건축물 비용 최적화 기술

- 건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발 : 제로에너지 주택 및 근린공공시설을 달성하기 위해 필요한 기술 및 부대비용에 대한 회수기간 및 비용 대비 절감정도를 확인하기 위한 다양한 기술이 필요함. 기존 공동주택 및 근린공공시설의 개보수 및 리모델링을 위해 기존 공동주택 및 근린공공시설의 에너지 소비량을 예측 및 측정하고 이를 바탕으로 개선을 통한 에너지 절감량 예측을 이룰 수 있는 프로그램(또는 tool)이 필요하고 현재 개보수 및 리모델링의 문제점인 사업성(또는 타당성)에 대한 검증을 위한 프로그램(또는 tool)이 필요함. 특히 건축물 정보와 에너지수요 관리가 동시에 가능한 통합 관리 기술이 필요하며 이를 지원할 수 있는 정책 또는 지원제도의 프로세스 개발이 필요함.
- 건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발 : 기존 공동주택 및 근린공공시설의 개보수를 위한 건축자재에 대한 성능 및 비용 등의 DB화를 통해 비교 분석이 가능한 소프트웨어에 제공하기 위한 기초자료로서, 설계부터 유지관리에 이르기까지 건축재료 선정, 교환 및 관리가 이루어질 수 있는 시스템 구축이 필요하고 이를 지원하기 위해 건축물에 사용되는 자재 정보가 호환성을 가질 수 있도록 표준화하는 기법(또는 프로그램)이 필요함.
- BIM 기반 에너지 통합관리시스템 개발 : 2009년 국가건축정책위원회의 건축정책 기본계획에 BIM이 반영되고 2012년 조달청 BIM의무화 등 국가 공공 BIM 도입이 본격화 되고 있으므로 BIM을 바탕으로 설계부터 유지관리에 이르기까지 건축물 정보 관리가 이루어질 수 있는 시스템 구축이 필요하고 기존 공동주택 및 근린공공시설의 다양한 DB구축이 필요함. 또한 이를 통해 에너지 소비/예측이 가능한 통합 관리 시스템이 필요함.

[표 3-1] 제로에너지 건축물 비용 최적화 관련 세부기술

대분류	중분류	세부기술
제로에너지 건축물 비용 최적화 기술	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발	▪ 건축물 에너지 수요 평가 소프트웨어 개발
		▪ 건축물 개보수 타당성/사업성 검토 프로그램(프로세스) 개발
		▪ IoT 기반 에너지 정보서비스 시스템 개발
		▪ 건물 개보수 지원사업 타당성 검토 프로세스 개발(국가지원용)
	건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발	▪ 웹 기반 BIM 건축자재 정보 구축 및 교환 시스템 구축
		▪ 자재정보 DB화를 위한 자재정보 표준안 개발
	BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발	▪ 노후 공동주택 및 근린공공시설 사례 및 유형 DB 구축
		▪ 노후 공동주택 및 근린공공시설 리모델링 유형 DB 구축
		▪ 기존 공동주택 및 근린공공시설 주동계획·주호평면 DB 구축
		▪ 건축물 정보/에너지수요 통합 모니터링 시스템 구축

나. 기존 건축물 에너지 품질향상 및 공기단축 기술

- 에너지 효율 향상 기술 : 건축물의 에너지 소비량 감소를 위해 건축물 외피의 개선 및 각종 열교 차단기술의 적용이 필요함. 또한 실내 환경 유지 에너지 비용을 줄이기 위한 각종 기계설비 효율 향상이 필요하며 에너지 생산을 위한 신재생에너지 설비 적용 기술이 필요함.
- 개보수용 건축자재 표준화 기술 : 기존 주택 및 근린공공시설의 개보수 및 리모델링을 위한 시공기술 중 건축자재의 표준화를 위해 모듈러 기술 및 자재성능 표준화 방안의 구축이 필요함. 또한 기존 공동주택 및 근린공공시설의 개보수 및 리모델링 시 기존 거주자의 이주가 필요한 경우, 주거 및 근로대책이 필요하며 비이주형 개보수 및 리모델링 기술이 필요함.
- 제로에너지 개보수 가이드라인 : 건축물의 제로에너지화를 위한 기존 공동주택 및 근린공공시설의 개보수 가이드라인이 필요함. 이러한 가이드라인은 다양한 건축물의 형태/수요자/예산 등에 따라 수준별 구성이 필요함. 따라서 앞선 에너지 효율향상기술 및 시공 기술에 따라 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지화 및 가이드라인의 개발이 필요함.

[표 3-2] 기존 건축물 에너지 품질향상 및 공기단축 기술

대분류	중분류	세부기술
기존 건축물 에너지	에너지효율 향상 기술	▪ 고단열/고기밀(고효율) 창호 기술
		▪ 외단열 기술

품질향상 및 공기단축 기술		▪ 열교 차단 기술
		▪ 기밀 성능 향상 기술
		▪ 수자원 절약 계획
		▪ 열회수 효율향상 기술
		▪ 저에너지 실내공기 개선 기술
		▪ 설비성능 개선/커미셔닝 기술
		▪ 신재생에너지 활용 기술
	개보수용 건축자재 표준화 기술	▪ 모듈러 건축 자재 기술
		▪ 건축자재 모듈화
		▪ 자재 성능 표기 표준화
		▪ 공기단축을 위한 이주형/비이주형 개보수 방안 구축
		▪ 외피 리모델링 프로토타입 및 표준상세 도출
	제로에너지 개보수 가이드라인	▪ 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지화
▪ 수준별 개보수/리모델링 가이드라인 개발		

다. 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델 개발 기술

- 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델 개발 : 다양한 형태의 기존 공동주택 근린공공시설 및 다양한 수준별 개보수 및 리모델링을 수행하기 위하여 다양한 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델의 개발이 필요함. 이를 위해 기존 공동주택 및 근린공공시설을 리모델링하기 위한 요소기술의 통합안이 필요하고 실증을 통한 활용성 검증을 위한 프로토타입(prototype)의 도출이 필요함.
- 제로에너지 주거모델&리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발 : 제로에너지 주거모델 및 리모델링의 적용성 검토를 위한 실증단지 구축과 더불어 설계자 및 거주자의 의사결정에 따라 적용 가능하고 이주형/비이주형 구분에 따른 리모델링 디자인 가이드라인 및 최적화 주거모델&리모델링 모델 개발 방안이 필요함.

[표 3-3] 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델 개발 기술 관련 세부기술

대분류	중분류	세부기술
제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델 개발 기술	제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델 개발	▪ 공동주택 리모델링 요소기술 통합 설계안 도출
		▪ 근린공공시설 리모델링 요소기술 통합 설계안 도출
	제로에너지 주거모델&리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발	▪ 공동주택 리모델링 프로토타입 통합 설계안 도출
		▪ 근린공공시설 리모델링 프로토타입 통합 설계안 도출
		▪ 제로에너지 주거모델 실증단지 적용 및 검토
		▪ 제로에너지 리모델링 실증 건물 적용 및 검토
		▪ 이주형/비이주형 제로에너지 주거모델&리모델링 모델 적용방안 가이드라인 개발

3절. 연구과제 구성

1. 연구과제의 전체 구성



[그림 3-7] 연구과제의 구성

- 기존 공동주택 및 근린공공시설의 제로에너지화를 위한 최적 주거모델 및 리모델링 개발은 기존 건축물의 개보수 및 리모델링의 비용 산출을 위해 기존 에너지 소비량예측 및 건물의 정보 및 통합관리 시스템개발로 이루어진 ‘제로에너지 건축물 비용 최적화 기술 개발(1세부)’과 건물의 외피 성능 개선 및 기계설비 효율 증가 등 건물의 에너지 소비량 감소를 위한 각 에너지 효율기술들 발굴로 이루어진 ‘기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발(2세부)’, 건축자재의 표준화 및 공기 단축 기술을 통한 기존 공동주택 및 근린공공시설의 수준별 리모델링을 위한 ‘기존 건축물 경제적 개보수 시공기술 개발(3세부)’을 통해 설계자 및 건물주의 요구 사항에 적합한 수준별 기존 공동주택 리모델링 및 근린공공시설의 리모델링이 가능한 ‘제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발(4세부)’ 으로 구성함.

2. 세부과제 구성

가. 제로에너지 건축물 비용 최적화 기술 개발(1세부)

- 건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발
- 건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발
- BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발

나. 기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발(2세부)

- 에너지 효율향상 기술 개발(창호/외단열/열회수환기장치/설비효율/신재생에너지)

다. 기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발(3세부)

- 개보수용 건축자재 표준화 기술 개발
- 제로에너지 개보수 가이드라인

라. 제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증(4세부)

- 제로에너지 주거모델&리모델링 모델 개발
- 제로에너지 주거모델& 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발

[표 3-4] 세부과제 구성

구분	세부 과제명	세부과제 연구 구성
1세부	제로에너지 주택 비용 최적화 기술 개발	▪ 건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발
		▪ 건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발
		▪ BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발
2세부	기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 에너지 효율 향상 기술 개발 ▪ (창호/외단열/열회수환기장치/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 실증 및 가이드라인 개발

3. 기술의 정의

가. 세부 기술 정의

- 기존 공공임대주택(준공 후 15년 이상, 10층 이하 공공임대주택) 및 근린공공시설(1,000㎡이하, 1,000㎡ 이상 ~ 2,000㎡ 이하 공공근린시설)의 리모델링을 통한 제로에너지화를 위한 외피 기술 등 ‘수요 맞춤형 제로에너지화 리모델링 기술’의 세부 핵심 기술 12종을 선정.

[표 3-5] 세부기술 정의

세부	세부기술 명	기술 정의
1 세 부	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어	▪ 건축물의 에너지 소비량 측정 및 절감기술 적용을 통한 사업비 회수기간 등을 산출 할 수 있는 소프트웨어
	건축물 자재 정보 DB 관리 프로그램	▪ 건축 자재 정보 및 성능의 DB화를 통해 카테고리별 비교가 가능한 관리 프로그램
	BIM 기반 에너지 통합관리 시스템	▪ 건축물 정보 및 에너지 소비량 분석이 모두 가능한 일체형 관리 시스템
2 세 부	고단열/고기밀(고효율) 창호 기술	▪ 창호의 단열성능 및 기밀성능 개선 기술 및 방법
	외단열/열교 차단 기술	▪ 외단열 적용을 통한 건축물 단열성능 향상 기술 및 열교 방지를 통한 열손실 방지 기술
	기밀 성능 향상 기술	▪ 건축물 외피 기밀성능 개선 기술 및 방법
	열회수 환기장치 효율 증가 기술	▪ 열회수 환기장치의 효율증가 방안 및 운영방안
	설비성능 개선/커미셔닝	▪ 노후 설비 개선 및 커미셔닝을 통한 진단 및 유지관리 방안
신재생에너지 활용 기술	▪ 기존 공동주택 및 근린공공시설 에서 활용 가능한 신재생에너지 활용 기술	
3 세 부	개보수용 건축자재 표준화	▪ 모듈화를 통한 건축자재 표준화
	제로에너지 개보수 가이드라인 개발	▪ 수준별 기존 공동주택 및 공공근린시설의 에너지 소비량 저감을 위한 개보수 기술 적용방안
4 세 부	제로에너지 주거모델&리모델링 모델 개발	▪ 기존 공동주택 및 공공근린시설의 에너지 소비량 저감을 위한 수준별 최적 주거모델 개발 및 리모델링 모델 개발

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 세부과제별 주요내용

가. 제로에너지 건축물 비용 최적화 기술

[표 3-6] 제로에너지 건축물 비용 최적화 기술 개발(1세부) 연구 목표 및 연구내용

세부 과제명	세부 목표	연구 내용
제로에너지 건축물 비용 최적화 기술	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건축물 에너지 수요 평가 소프트웨어 개발 ▪ 건축물 개보수 타당성/사업성 검토 프로그램(프로세스) 개발 ▪ IoT 기반 에너지 정보서비스 시스템 개발 ▪ 건축물 개보수 지원사업 타당성 검토 프로세스 개발(국가지원용)
	건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 웹 기반 BIM 건축자재 정보 구축 및 교환 시스템 구축 ▪ 자재정보 DB화를 위한 자재정보 표준안 개발
	BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 노후 공동주택 사례 및 유형 DB 구축 ▪ 노후 공동주택 리모델링 유형 DB 구축 ▪ 기존 공동주택 주동계획·주호평면 DB 구축 ▪ 노후 근린공공시설 사례 및 유형 DB 구축 ▪ 노후 근린공공시설 리모델링 유형 DB 구축 ▪ 건축물 정보/에너지수요 통합 모니터링 시스템 구축

나. 기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발

[표 3-7] 기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발(2세부) 연구 목표 및 연구내용

세부 과제명	세부 목표	연구 내용
기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발	공공임대주택 에너지효율 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고단열/고기밀(고효율) 창호 기술 ▪ 외단열 기술 ▪ 열교 차단 기술 ▪ 기밀 성능 향상 기술 ▪ 수자원 절약 계획 ▪ 열회수 효율향상 기술 ▪ 저에너지 실내공기 개선 기술 ▪ 설비성능 개선/커미셔닝 기술 ▪ 신재생에너지 활용 기술
	근린공공시설 에너지효율 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고단열/고기밀(고효율) 창호 기술 ▪ 외단열 기술 ▪ 열교 차단 기술 ▪ 기밀 성능 향상 기술 ▪ 수자원 절약 계획 ▪ 열회수 효율향상 기술 ▪ 저에너지 실내공기 개선 기술

		<ul style="list-style-type: none"> 설비성능 개선/커미셔닝 기술 신재생에너지 활용 기술
--	--	---

다. 기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발

[표 3-8] 기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발(3세부) 연구 목표 및 연구내용

세부 과제명	세부 목표	연구 내용
기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발	공공임대주택 개보수용 건축자재 표준화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 모듈러 건축 자재 기술 건축자재 모듈화 자재 성능 표기 표준화 공기단축을 위한 이주형/비이주형 개보수 방안 구축
	공공임대주택 제로에너지 개보수 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지화 수준별 개보수/리모델링 가이드라인 개발
	근린공공시설 개보수용 건축자재 표준화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 모듈러 건축 자재 기술 건축자재 모듈화 자재 성능 표기 표준화 공기단축을 위한 이주형/비이주형 개보수 방안 구축 외피 리모델링 프로토타입 및 표준상세 도출
	근린공공시설 제로에너지 개보수 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지화 수준별 개보수/리모델링 가이드라인 개발

라. 제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증

[표 3-9] 제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증(4세부) 연구 목표 및 연구내용

세부 과제명	세부 목표	연구 내용
제로에너지 최적 주거모델& 리모델링 모델 개발 및 실증	제로에너지 주거모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> 공동주택 리모델링 요소기술 통합 설계안 도출 공동주택 리모델링 프로토타입 통합 설계안 도출 공동주택 리모델링 요소기술 패키지 도출
	제로에너지 주거모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지 주거모델 실증단지 적용 및 검토 재실형/비재실형 제로에너지 주거모델 적용방안 가이드라인 개발 재실형/비재실형 리모델링 기술요소 패키지 제품화
	제로에너지 리모델링 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> 근린공공시설 리모델링 요소기술 통합 설계안 도출 근린공공시설 리모델링 프로토타입 통합 설계안 도출 근린공공시설 리모델링 요소기술 패키지 도출
	제로에너지 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지 리모델링 모델 실증단지 적용 및 검토 재실형/비재실형 제로에너지 리모델링 모델 적용방안 가이드라인 개발 재실형/비재실형 리모델링 기술요소 패키지 제품화

[표 3-10] 기획연구 세부과제별 연구 목표 및 연구성과 산출물

세부 과제명	세부 목표	기술 수준				연구성과 산출물
		미파악	기술 전문	기술 의존	기술 자립	
제로에너지 건축물 비용 최적화 기술	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발					<ul style="list-style-type: none"> 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어
	건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발					<ul style="list-style-type: none"> DB관리 소프트웨어
	BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발					<ul style="list-style-type: none"> 통합 소프트웨어(시스템)
기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발	공공임대주택 에너지효율 향상 기술					<ul style="list-style-type: none"> 고단열/고기밀(고효율) 창호 기술 DB 외단열 기술 DB 열교 차단 기술 DB 기밀 성능 향상 기술 DB 열회수 효율향상 기술 DB
	근린공공시설 에너지효율 향상 기술					<ul style="list-style-type: none"> 저에너지 실내공기 개선 기술 DB 설비성능 개선/커미셔닝 기술 DB 신재생에너지 활용 기술 DB 에너지효율향상 기술 패키지 DB
기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발	공공임대주택 개보수용 건축자재 표준화 기술					<ul style="list-style-type: none"> 모듈러 건축 자재 및 시공기술 DB 건축자재 모듈화 리스트 자재 성능 표기 표준안(KS 규격)
	근린공공시설 개보수용 건축자재 표준화 기술					<ul style="list-style-type: none"> 공기단축을 위한 재실형/비재실형 개보수 기술 DB 외피 리모델링 프루트타입 및 표준상세도
	공공임대주택 제로에너지 개보수 가이드라인					<ul style="list-style-type: none"> 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지 DB
	근린공공시설 제로에너지 개보수 가이드라인					<ul style="list-style-type: none"> 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지 가이드라인
제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증	제로에너지 주거모델 개발					<ul style="list-style-type: none"> 공동주택 제로에너지 주거모델 유형 DB 공동주택 제로에너지 리모델링 요소기술 패키지 DB
	제로에너지 리모델링 모델 개발					<ul style="list-style-type: none"> 근린공공시설 제로에너지 리모델링 모델 유형 DB 근린공공시설 제로에너지 리모델링 요소기술 패키지 DB
	제로에너지 주거모델 실증 및 가이드라인 개발					<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델 실증 보고서 재실형/비재실형 리모델링 기술 패키지 비즈니스 모델
	제로에너지 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발					<ul style="list-style-type: none"> 재실형/비재실형 제로에너지 주거모델&리모델링 모델 적용방안 가이드라인

[표 3-11] 기획연구 세부과제별 연구성과 산출물 평가항목 및 평가방법

세부 과제명	연구성과 산출물	평가항목	평가 방법 및 환경
제로에너지 건축물 비용 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 	<ul style="list-style-type: none"> 소프트웨어 접근성 및 신뢰도 평가 	<ul style="list-style-type: none"> 각 파라미터(종속, 독립) 구현 결과 소프트웨어를 활용하기 위한 매뉴얼(기술문서를 작성 여부) 최종 개발 완료 후 정식 소프트웨어 등록 Windows OS 기반 운용 환경에서의 소프트웨어 작동 여부
	<ul style="list-style-type: none"> DB관리 소프트웨어 	<ul style="list-style-type: none"> DB 정확성 및 유지관리 	<ul style="list-style-type: none"> 각 파라미터(종속, 독립) 구현 결과 DB 업데이트 구현 방안
	<ul style="list-style-type: none"> 통합 소프트웨어(시스템) 	<ul style="list-style-type: none"> 소프트웨어 접근성 및 신뢰도 평가 	<ul style="list-style-type: none"> 각 파라미터(종속, 독립) 구현 결과 소프트웨어를 활용하기 위한 매뉴얼(기술문서를 작성 여부) 최종 개발 완료 후 정식 소프트웨어 등록 Windows OS 기반 운용 환경에서의 소프트웨어 작동 여부 BIM 기반 프로그램 호환 여부
기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 고단열/고기밀(고효율) 창호 기술 DB 외단열 기술 DB 열교 차단 기술 DB 기밀 성능 향상 기술 DB 열회수 효율향상 기술 DB 저에너지 실내공기 개선 기술 DB 설비성능 개선/커미셔닝 기술 DB 신재생에너지 활용 기술 DB 에너지효율향상 기술 패키지 DB 	<ul style="list-style-type: none"> 제품 성능 시험성적서 기술사양서 요소기술 성능 검증 보고서 DB 정확도 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 15099, 10077-1,2 등 전열해석을 통한 최적 외피 모듈 구성(안) 도출 여부 KS F 2277, KS F 2278, ISO 8990, ISO 12567 등에 의한 외피(벽체, 창호 등) 모듈 시험성적서 확보 실증건물 지역별, 용도별 외피 태양열 취득율(SHGC) 평가 창호의 일사확득성은 정 및 실내영향 평가 여부 고단열 성능 평가: KS F 2278(단열), 2294(구조성능), KS C IEC 61215 등에 의한 평가 결과 제시 설비성능 환경 구성에 의한 실측 및 제어 평가 실시 여부
기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 모듈러 건축 자재 및 시공기술 DB 건축자재 모듈화 리스트 자재 성능 표기 표준안(KS 규격) 공기단축을 위한 재실형/비재실형 개보수 기술 DB 외피 리모델링 프로토타입 및 표준상세도 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지 DB 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지 가이드라인 	<ul style="list-style-type: none"> 표준안(ex. KS 규격) DB 정확도 제품 사양서 제품 성능 시험성적서 기술패키지 DB 정확성 및 유지관리 	<ul style="list-style-type: none"> 표준화(ex. KS규격) 개발 여부 기존 DB와 호환 가능성 여부 신규 제품화 및 기존 기술 복합 적용 가능성 여부
제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증	<ul style="list-style-type: none"> 공동주택 제로에너지 주거모델 유형 DB 공동주택 제로에너지 리모델링 요소기술 패키지 DB 근린공공시설 제로에너지 리모델링 모델 유형 DB 근린공공시설 제로에너지 리모델링 요소기술 패키지 DB 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델 실증 보고서 재실형/비재실형 리모델링 기술 패키지 비즈니스 모델 재실형/비재실형 제로에너지 주거모델&리모델링 모델 적용방안 가이드라인 	<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지 주거모델 유형 DB 리모델링 요소기술 패키지 DB 실증 보고서 주거모델 적용 가이드라인 	<ul style="list-style-type: none"> 수요기업(리모델링 사업자 등) 평가 및 실증 적용 보고서 공공기관 건물 유형별에 따라 제반 공공/민간 편드를 고려한 경제성 분석 틀 제시 여부 리모델링 공공건물을 대상으로 경제성 평가 수행 사례 분석 제시 거주자 만족도 조사 설문 보고서 대상건물에 적용 가능한 전범위 요소기술의 항목별 에너지절감량 평가 및 통합적 에너지 절감량 평가

2. 추진전략

가. 제로에너지 건축물 비용 최적화 기술

- 건축물 에너지 수요 평가 프로그램과 건축물 정보 프로그램의 개발을 통해 사업성 검토가 가능한 통합 프로그램 개발을 추진
- 2, 3세부의 패키지화된 기술을 통합 프로그램에 도입하기 위해 2, 3세부와의 긴밀한 연계를 통한 업무추진
- 기술 간 경제성 및 영향력 분석을 통해 의미 있는 분석결과가 나올 수 있도록 하고 실제 프로그램 개발 전문가와의 협업을 통한 편리함을 접목시켜 접근성이 뛰어난 프로그램 개발을 추진

나. 기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발

- 건축물 외피 개선/설비효율 증가/신재생 에너지 활용을 기존 공동주택에 적합하도록 재조정하고 3세부와 연계하여 수준별 패키지화가 가능하도록 해당 분야별 전문가의 협업 및 도면 적용성을 위해 설계자와의 협업을 추진
- 개발된 기술들의 DB화를 통한 1세부와의 연계 추진
- 실증단지 적용 후 피드백을 통한 최종 제품화/패키지화 추진

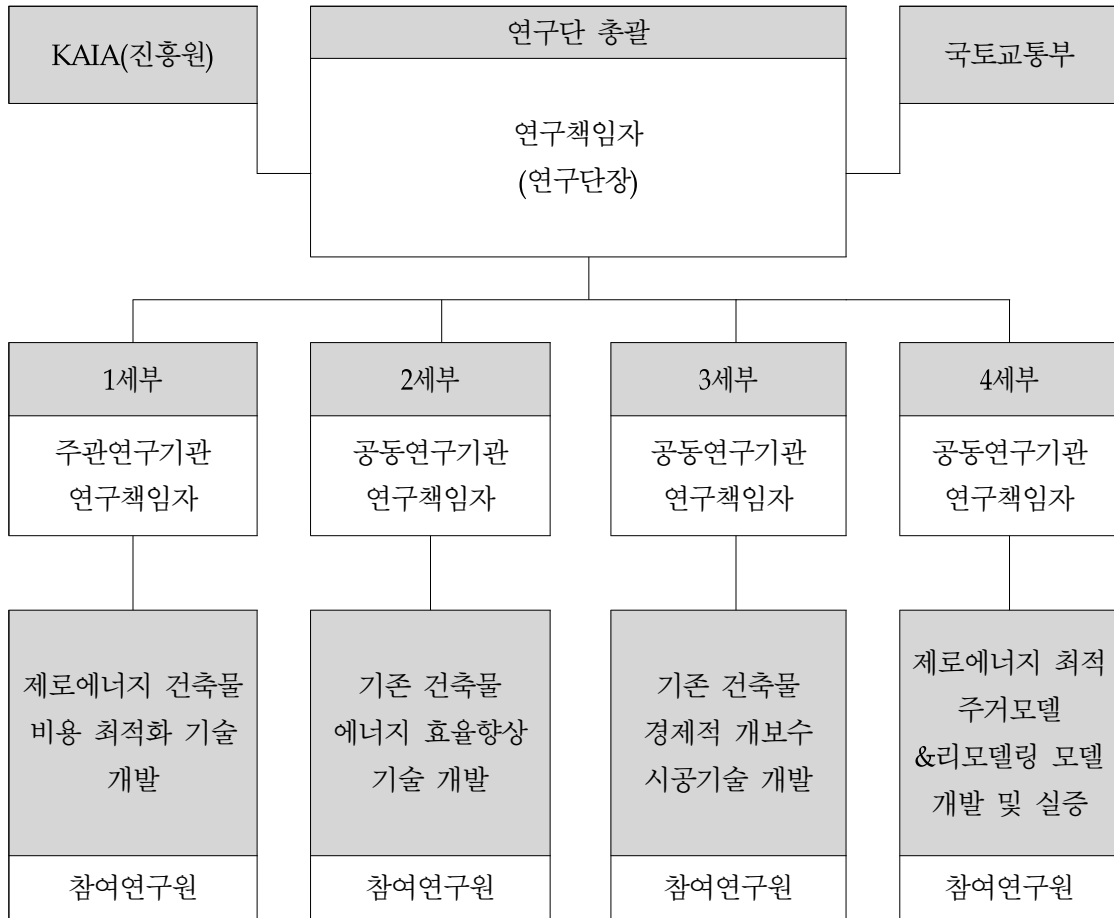
다. 기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발

- 개보수(또는 리모델링)을 위한 건축자재 표준화 및 공기단축을 통해 경제성을 확보하고 2세부와 연계하여 수준별 패키지화가 가능하도록 해당 분야별 전문가의 협업 및 현장성 확보를 위한 실무경험자와의 협업을 추진
- 개발된 기술들의 DB화를 통한 1세부와의 연계 추진
- 실증단지 적용 후 피드백을 통한 최종 제품화/패키지화를 추진하고 가이드라인 도출

라. 제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증

- 제로에너지 주거모델&리모델링 모델 개발을 위해 공동주택의 통합 설계안을 도출할 수 있는 실증단지 마련 및 1, 2, 3세부와의 연계를 통한 최적 주거모델&리모델링 모델 도출을 추진
- 실증단지 운영을 통한 각 세부별 도출 기술의 피드백 전달을 추진
- 실증을 통해 검증한 최적 주거모델&리모델링 모델을 보급할 수 있는 가이드라인 개발을 추진
- 제로에너지 주거모델&리모델링 모델의 사업화 모델 개발을 통해 실제 리모델링 사업자 또는 거주자가 쉽게 결정할 수 있도록 개발

5절. 세부과제 간 연계관계

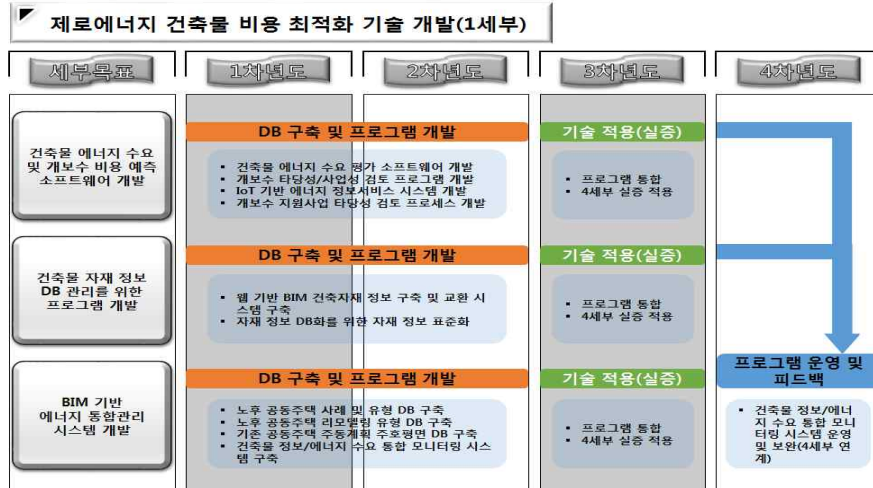


[그림 3-8] 세부과제 간 연계도

6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

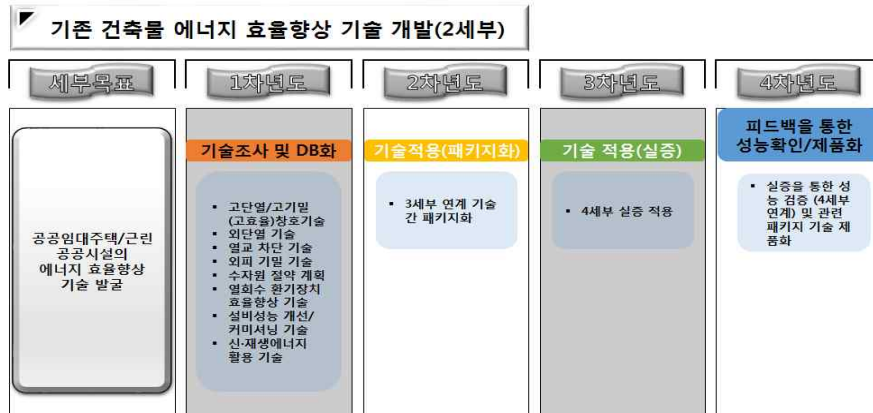
1. 과제별·연차별 기술 로드맵

가. 제로에너지 건축물 비용 최적화 기술 개발(1세부)



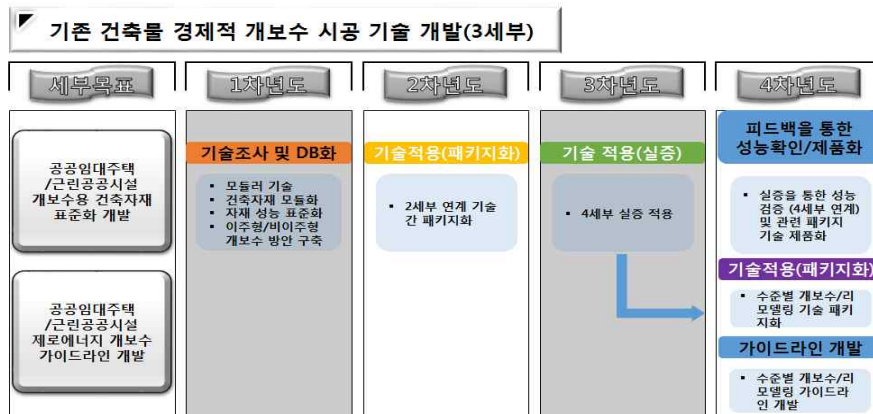
[그림 3-9] 1세부 과제별·연차별 기술 로드맵

나. 기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발(2세부)



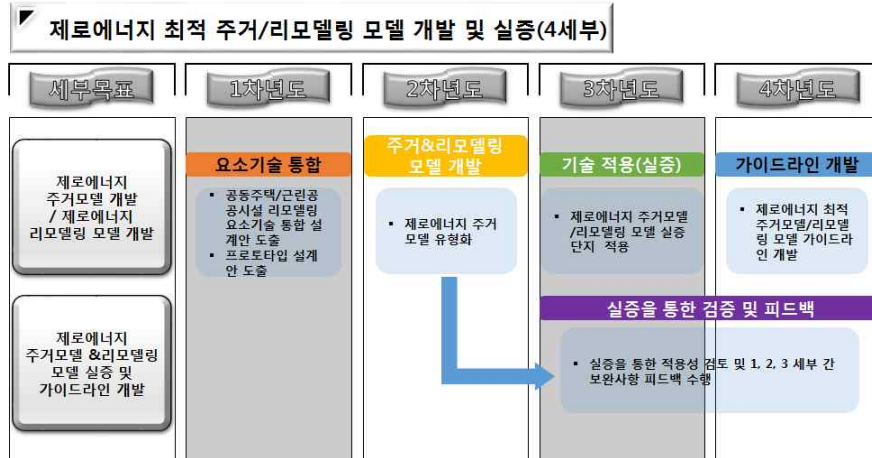
[그림 3-10] 2세부 과제별·연차별 기술 로드맵

다. 기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발(3세부)



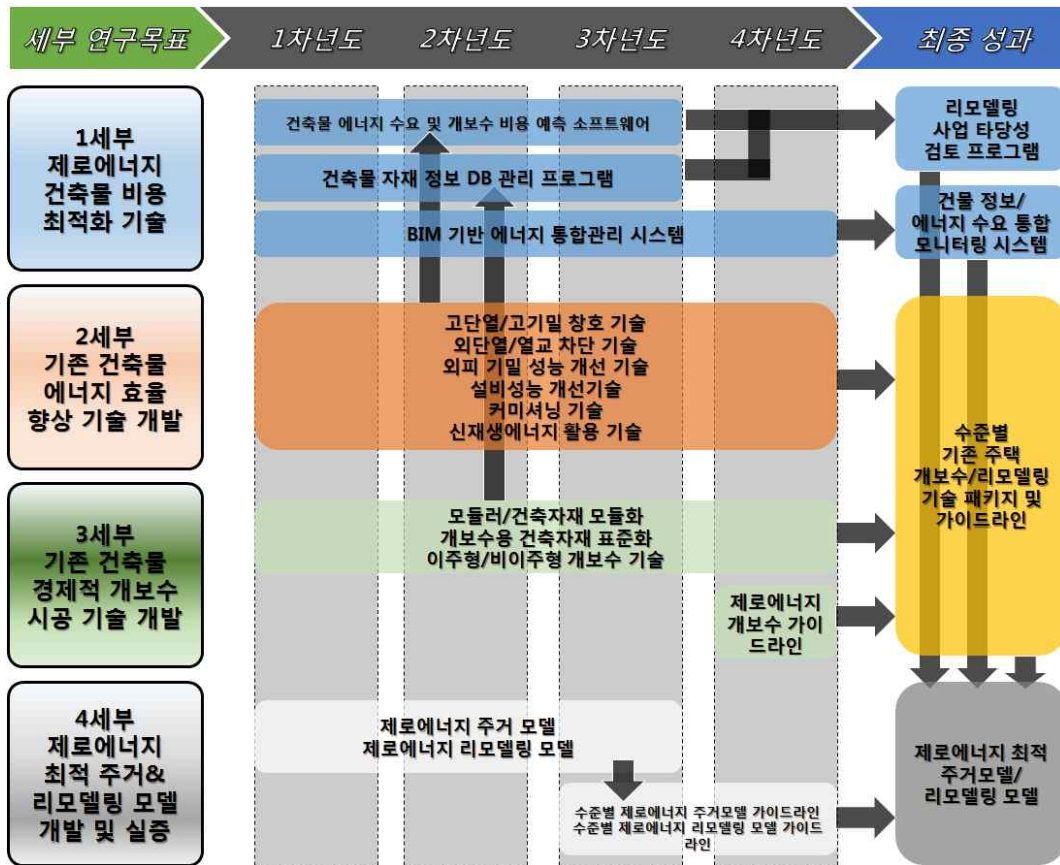
[그림 3-11] 3세부 과제별·연차별 기술 로드맵

라. 제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증(4세부)



[그림 3-12] 4세부 과제별·연차별 기술 로드맵

2. 성과로드맵



[그림 3-13] 세부 과제별·연차별 성과 로드맵

7절. 성과의 활용방안

1. 연구개발 성과의 활용방안

가. 제로에너지 주거모델 개발을 통한 제로에너지 공동주택 국가 표준으로 활용

- 연구개발을 통해 기존 공동주택의 에너지소비량 제로화를 위한 기술 요소 적용을 위한 주거모델을 개발하여 이를 보급하고 국가 제로에너지 주택의 국가 표준으로서 활용 가능

나. 리모델링 관련 설계자 및 시공자의 실무 지침으로 활용

- 리모델링을 위한 설계자 및 시공자의 실제 업무에 활용할 수 있도록 세부 기술별 기술패키지 및 시공방법에 대한 가이드라인을 바탕으로 실무지침으로 활용 가능

다. 통합설계 및 통합관리 프로세스를 통해 리모델링 품질 기술 확보를 위한 근거자료로 활용

- 리모델링 및 개보수를 위한 설계안 제공 및 시공 방법의 통합 프로세스 적용을 통해 동일한 기술 적용에 따른 균일한 품질 제공이 가능하므로 품질 기술 확보를 위한 기초 자료로 활용 가능

라. 공공임대주택 경제적 리모델링을 위한 공공기관의 사업계획 수립에 기초자료로 활용

- 공공주택의 특성상 의사결정이 어렵고 재원확보가 어려움에 따라 경제적인 리모델링을 수행하기 위해 공공기관에서 신뢰할 수 있는 제로에너지 주거모델을 활용하여 리모델링 사업 계획 수립의 기초자료로 활용 가능

마. 리모델링 기술 패키지화를 통한 시공기술자 및 관리자들의 기술 요소 적용 최적화 가이드라인으로 활용

- 리모델링 기술 요소간의 패키지화를 통해 시공 기술자간의 정보 교환 및 기술 요소간의 결합 기술들의 표준화로 인해 리모델링 기술요소 적용 최적화 가이드라인으로 활용 가능

바. 근린공공시설의 제로에너지 리모델링 모델 개발을 통한 유사 규모 기존 노후 건축물 리모델링의 신뢰성 확보

- 근린공공시설의 리모델링 모델을 개발하고 실증을 통해 적용성을 검증하고 이를 통한 유사 규모의 리모델링에 활성화가 이루어질 수 있도록 다양한 형태의 기존 건축물의 리모델링 사업 계획의 기초자료 및 사례로 활용 가능

[표 3-12] 세부과제별 연구성과의 활용방안

세부 과제명	세부 목표	연구성과 활용방안
제로에너지 건축물 비용 최적화 기술	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 에너지 수요 평가 소프트웨어를 활용한 에너지 수요관리 활용 건축물 개보수 타당성/사업성 검토 프로그램(프로세스)를 통한 사업성 검토 활용 국가 기관의 건축물 개보수 지원사업 타당성 검토 프로세스 활용
	건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> 국가기관의 자재정보 표준안을 통한 산업계 기술 표준화 방안 활용 국가 정보 관리를 위한 노후 공동주택 사례 및 유형 DB, 노후 공동주택 리모델링 유형 DB 및 기존 공동주택 주동계획·주호평면 DB 활용
	BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 기존 공동주택 건축물 정보/에너지수요 통합 모니터링 시스템 활용 노후 근린공공시설 사례 및 유형 DB, 노후 근린공공시설 리모델링 유형 DB 활용 노후 근린공공시설 건축물 정보/에너지수요 통합 모니터링 시스템 활용
기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발	공공임대주택 에너지효율 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> 고단열/고기밀(고효율) 창호 산업계 표준 제공 외단열 산업계 표준 제공 열교 차단 자재 산업계 표준 제공 기밀 성능 향상 기술 관련 부속자재 산업계 표준 제공
	근린공공시설 에너지효율 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> 열회수 효율 장치 산업계 표준 제공 설비성능 개선/커미셔닝 산업계 표준 제공 신재생에너지 활용 기술 산업계 표준 제공
기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발	공공임대주택 개보수용 건축자재 표준화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 모듈러 건축 자재 기술 표준화 건축자재 모듈화 산업계 표준 제공
	공공임대주택 제로에너지 개보수 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> 자재 성능 표기 표준화 공기단축을 위한 재실형/비재실형 개보수 방안을 통한 관련 업계 기초자료 제공
	근린공공시설 개보수용 건축자재 표준화 기술	<ul style="list-style-type: none"> Mock-up을 이용한 외피 리모델링 프로토타입 및 표준상세를 통한 설계자/시공자 가이드라인 제공
	근린공공시설 제로에너지 개보수 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지화의 제품화 국가 표준 수준별 개보수/리모델링 가이드라인 제공
제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 기술	제로에너지 주거모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> 국내 공동주택 리모델링 요소기술 통합 설계안 및 프로토타입 기초 모델을 통한 해외 수출 제품화
	제로에너지 주거모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> 세계 최초 기존 공동주택 제로에너지 주거모델 실증단지 사례 국가 기관의 재실형/비재실형 제로에너지 주거모델 적용방안 가이드라인 개발을 통한 산업계 표준안 제공
	제로에너지 리모델링 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> 근린공공시설 리모델링 요소기술 통합 설계안 및 프로토타입 기초 모델을 통한 해외 수출 제품화
	제로에너지 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> 국가 기관의 재실형/비재실형 제로에너지 리모델링 모델 적용방안 가이드라인 개발을 통한 산업계 표준안 제공

2. 기대효과

가. 정책적 기대효과

- 국내 녹색건축인증제도를 뒷받침 할 수 있으며, 신규건축물에 대한 고려 뿐만 아니라 기존 건축물의 그린리모델링 제도 지원에 적합함
- 설계자와 시공업체의 리모델링 기획 및 설계 초기부터 협력이 가능하게 통합 프로세스를 구성함으로써 정책적으로 지원할 수 있는 근거 자료로서 활용 가능
- 국내외 리모델링의 단순 사례에 비해 주거모델과 같은 일반화가 가능함으로서 국내 건축법상의 리모델링에 대한 지원제도를 뒷받침 할 수 있음
- 선진화된 기술개발 및 요소기술의 활용안으로서 국내 관련 산업체 및 교육기관을 장려하는 정책지원제도의 기초자료로 활용 할 수 있음
- 에너지절약설계기준의 개정안에 따른 상대적인 기존 공동주택의 성능 저하에 도움이 될 수 있는 리모델링 관련 법 조항 추가 및 보완자료로 활용 할 수 있음
- 국내 리모델링 관련 인프라 성장을 위한 지원제도의 합리적인 근거로서 기술 기초자료 및 응용 자료로서 가치를 가질 수 있음
- 기존 건축물의 녹색화(또는 제로에너지화)를 위한 인센티브 정책 또는 지원제도 정책과 연계하여 건축물 에너지소비량의 제로에너지화에 기여할 수 있음

나. 기술적 기대효과

- 기존 건축물 제로에너지화를 위한 리모델링 기술요소 분류/체계 정립을 통한 에너지 소비량 감소 및 제로에너지화 관련 기술 패키지 개발
- 통합관리시스템을 통해 신축 건축물뿐만 아니라 기존 건축물의 남은 생애 주기 비용 고려 및 향후 환경영향을 고려한 건축물 환경적 성능 향상이 가능
- 기존 건축물의 리모델링을 위해 제시되는 다양한 설계안에 대한 합리적인 의사결정을 지원 가능
- 신축 공동주택뿐만 아니라 기존 공동주택의 향후 에너지 제로화를 위한 최적화 기술로서의 활용 가능 또한 기존 근린공공시설의 에너지 제로화를 위한 최적화 기술로서의 활용 또한 가능

- 다양한 상황 및 대상에 대한 리모델링을 일원화 할 수 있는 제로에너지 주거모델을 통해 설계/엔지니어들의 기초 설계안으로 활용할 수 있음
- 건물에너지 사용현황 파악 및 개선된 리모델링 기술요소 적용으로 인해 건물에너지 소비량 운영 효율 향상이 가능
- 국내 설계사무소의 리모델링 관련 요소기술 적용 설계 역량 강화가 가능
- 다양한 기존 건축물의 리모델링을 통해 유사한 노후 건축물의 성능 예측이 가능하고 노후화 이전 조기 예측 및 에너지 절약 계획 수립이 가능
- 시공단계별로 필요 수행업무가 명확하며 통합 프로세스를 통해 실무자의 업무수행을 위한 상세 지침서로 활용 가능
- 각종 설비 및 제어시스템 등 복합적 시스템에 대한 검증 기준 및 문제 해결을 위한 지침으로 활용 가능

다. 경제적 기대효과

- 기존 공동주택/근린공공시설의 에너지소비량 감축, 에너지유지관리 비용의 감축
- 기존 노후 공동주택 및 근린공공시설의 자산가치 확보를 통한 선순환 고리 확보
- 보급형 제로에너지 건축물의 모델 개발로 인해 관련 시장의 활성화
- 건축산업 활성화 및 국가 성장동력 창출 가능
- 국내 리모델링 관련 설계사무소 및 시공사의 역량강화를 통해 국외 수출 및 국내 기업의 국외 진출의 기회를 마련함
- 리모델링을 통한 건축물의 가치 상승, 유지/보수 비용 절감, 투자회수 기간 감소로 인해 리모델링에 대한 투자 확대 및 성장에 관심이 증대될 수 있음
- 국제적으로 리모델링의 시장 확대가 이루어지고 있으므로 대기업은 물론 중소기업의 참여가 활발해질 것으로 예상
- 건축물의 제로에너지화에 대한 가치가 명확해짐에 따라 리모델링 사업검토가 활발해질 것으로 예상
- 의사결정 지원 tool을 통해 시장의 의사결정자가 성능수준에 따른 리모델링 사업진행 여부 타당성 검토를 수행 할 수 있음에 따라 건물의 리모델링 촉진에 기여

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성 검토

1. 정부정책과의 부합성

- 국토교통부의 7대 신산업을 통한 국가 온실가스 감축목표를 달성하고 관련분야의 시장활성화를 통한 일자리 창출을 주도하고 있으며, 이중 제로에너지빌딩 사업을 통해 2030년 신축 건축물의 70%를 제로에너지화 하여 1천 7백만 TCO₂eq의 온실가스 감축, 5천3백만 TOE 에너지절감을 이루고 연간 10조원의 추가투자유발 및 연간 10만명의 고용유발을 기대하고 있음. 따라서 신규건축물 뿐만 아니라 기존 건축물의 제로에너지화가 이루어진다면 기존 건축물 개보수에 대한 에너지 절감량 기대효과 뿐만 아니라 관련 사업의 일자리 창출의 효과를 얻을 수 있으므로 본 연구 과제를 통한 기존 공동주택의 에너지절감은 국가 정책적 목표를 초과달성할 수 있는 계기가 될 수 있음.
- 국내 공동주택 리모델링과 관련하여 주택법의 개정이 2002년 이후 꾸준히 이루어짐.(2002년 3월 공동주택관리령의 개정을 통하여 준공 후 20년 경과 시 증축 리모델링이 가능하도록 허용하였고 2003년 11월 리모델링 주택조합제도를 도입하였으며 2005년 5월 주거전용면적의 3/10까지 증축이 가능하도록하고 2007년 3월 주택법의 시행령 개정으로 증축 리모델링 연한을 15년으로 단축하였음. 또한 2014년 3월 증축 범위를 14층 이하 건물은 2개층, 15층 이상 건물은 3개층으로 완화하고 기존 가구 수의 15% 이내로 확대하였음) 이러한 정부의 리모델링 장려 정책은 본 연구 과제를 통한 기존 공동주택 리모델링 및 개보수내용을 통해 부합할 수 있음.
- 녹색건축물 조성지원법에 의하여 환경 친화적인 건축물을 만들기 위해 에너지 성능향상 및 효율개선이 필요한 기존 건축물의 성능 개선을 하기 위한 그린리모델링이 이루어지고 있으며, 그린리모델링은 정책, 제도 금융 등의 지원책을 통해 공공사업 및 민간이자지원사업을 통한 민간부문의 자발적 그린리모델링을 유도하고 있음. 본 연구 과제를 통해 정부에서 지원하는 그린리모델링의 확산을 위한 기술 개발 및 의사결정 시스템을 제공하여 정부의 지원정책을 보완할 수 있음.

[표 4-1] 각 세부과제 연구를 통한 정책적 효과

세부 과제명	세부 목표	정책적 효과
제로에너지 건축물 비용 최적화 기술 개발	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 그린리모델링 지원사업 지원 프로그램 제공 가능 ▪ 최근 개정된 리모델링 법규를 지원하여 기존 공동주택 리모델링 사업 확산 효과 ▪ 국가 온실가스 감축을 위한 에너지 소비량 예측 및 관리 가능

(1세부)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 비용 편익 기반 프로그램 구축을 통한 그린리모델링정책 추진 보완
	건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 자재업체 등 관련 주체의 참여여건 개선으로 관련 산업분야 지원 ▪ 정보 공유 환경의 개선으로 건축주/설계자/시공사/정부기관 간의 원활한 업무 수행 가능 ▪ 관련 산업분야 정책결정의 기준 성능/단위 제안 가능 ▪ 건축물 정보 관리를 통한 국가 통계 정책 조사 수행에 도움 ▪ 정보공공-민간-연구 간의 정보 공유 구심점 확보 가능
	BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건설과 비건설 분야간의 정보공유 및 융합 추진 가능 ▪ 국가적 건축물 에너지 소비량 관리 및 사용량 기록/관리 가능 ▪ 라이브러리 및 콘텐츠에 대한 중복 투자 방지 ▪ BIM도입으로 인해 관련 분야의 정부지원 중복을 방지하고 국가적 관리 시스템 구성 가능
기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발 (2세부)	공공임대주택 에너지 효율 향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 녹색성장 국가 전략 및 국토교통부 녹색성장 추진 전략의 주요기술로 활용 가능
	근린공공시설 에너지 효율 향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 다양한 국가 지방자치단체의 활용 가능한 기술 개발 ▪ 국가 에너지정책 및 제도의 표준기술 제공 가능
기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발 (3세부)	공공임대주택 개보수용 건축자재 표준화 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건축물 건축자재 관리를 위한 국가 DB 관리시스템의 표준화 가능 ▪ 지자체/사업체/건물유형별 종합관리시스템의 표준화 기술 제공
	근린공공시설 개보수용 건축자재 표준화 개발	
	공공임대주택 제로에너지 개보수 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가 제로에너지화 정책의 기준 가이드라인 제공 ▪ 국가 온실가스 감축을 위한 제로에너지 건축물 기준 제공
	근린공공시설 제로에너지 개보수 가이드라인 개발	
제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증 (4세부)	제로에너지 주거모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 다양한 기존 공동주택의 리모델링 및 개보수 정책지원제도의 기준 제공
	제로에너지 주거모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기존 공동주택 리모델링 지원제도의 타당성 근거자료 제공
	제로에너지 리모델링 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 다양한 기존 근린공공시설에 대한 중앙정부의 리모델링 및 개보수 정책지원제도의 기준 제공
	제로에너지 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기존 근린공공시설 리모델링 지원제도의 타당성 근거자료 제공

2절. 기술적 타당성 검토

1. 세부과제별 기술 수준

- 본 연구과제의 기술개발은 현안해결형 개발방향을 지향하고 있음에 따라 기존 보유 기술 간의 복합 적용 및 유기적 활용 안에 중점. 따라서 세부과제별 제시한 기술 수준의 달성이 쉬울 것으로 예상 됨.

[표 4-2] 각 세부과제 연구를 통한 기술 개발 수준

세부 과제명	세부 목표	기술 개발 수준
제로에너지 건축물 비용 최적화 기술 개발 (1세부)	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> 기존 건축물 에너지 수요 프로그램 통합형/호환형 프로그램 개발 IoT 기반 에너지 정보시스템 구축 개보수 및 리모델링 지원사업 타당성 검토 프로세스(국가정책 검토용) 포함
	건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> 표준 DB구축을 위한 웹기반 양방향 정보 시스템 구축 자재 정보 DB화를 위한 자재정보 표준안 포함
	BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 노후 공동주택 분류 및 정보 DB 포함 노후 공동주택 리모델링 분류 및 정보 DB 포함 공동주택 유형 별 계획/평면 DB 포함 노후 근린공공시설 분류 및 정보 DB 포함 노후 근린공공시설 리모델링 분류 및 정보 DB 포함 근린공공시설 유형 별 계획/평면 DB 포함 선진국 대등수준의 BIM 표준 정보프레임워크
기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발 (2세부)	공공임대주택 에너지 효율 향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 효율등급 1등급 창호 적용 기술 패시브하우스 수준 열교차단/외단열 기술 선진국 수준의 커미셔닝 활용 기술 열회수율 95%이상 열회수환기장치 개발 기술 지속가능형 신재생에너지 설비기술
	근린공공시설 에너지 효율 향상 기술 개발	
기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발 (3세부)	공공임대주택 개보수용 건축자재 표준화 개발	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 DB 자재 정보 표준화 웹 기반 양방향 소통형 지원시스템 자재 성능 표기 표준화를 위한 표준화규격 제공
	근린공공시설 개보수용 건축자재 표준화 개발	
	공공임대주택 제로에너지 개보수 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지화 수준별 개보수/리모델링 가이드라인
	근린공공시설 제로에너지 개보수 가이드라인 개발	
제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및	제로에너지 주거모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> 수요맞춤형 리모델링 요소기술 패키지화(주거모델화) 경제적 리모델링 요소기술/시공기술 패키지화(주거모델화)
	제로에너지 리모델링 모델 개발	

실증 (4세부)	제로에너지 주거모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> 지역별/규모별 주거모델 적용을 통한 개별적 맞춤형 Pilot T/B
	제로에너지 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발	

2. 세부과제별 기술적 효과

[표 4-3] 각 세부과제 연구를 통한 기술적 효과

세부 과제명	세부 목표	기술적 효과
제로에너지 건축물 비용 최적화 기술 개발 (1세부)	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 에너지소비량 측정 및 질감기술 적용을 통한 사업비 회수기간 등을 산출할 수 있는 타당성 평가 프로그램 개발로 인해 비용절감 및 관련 산업분야 기술의 발전 가능성 제공
	건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 자재 정보 및 성능 DB화를 통해 기술 수준별 나열로 인한 개별 성능 발전의 계기가 될 수 있음 개별 기술 간의 카테고리화에 따른 기술 종류간의 분류가 용이함
	BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 선진국 수준의 BIM활용 기술개발 및 유지관리 기능을 포함하여 향후 건축물 정보 관리 기술의 개발 가능성 제공 IoT 기반 BIM 적용을 통해 관련 분야 세부 기술 발전 가능
기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발 (2세부)	공공임대주택 에너지 효율 향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 각 세부 핵심기술요소 기술개발 가능성 제공 단열/기밀/에너지효율 기술간 경쟁력 확보 고효율기자재/효율관리 기자재 성능 향상 기준 확보 리모델링 적용 기술 수준 강화
	근린공공시설 에너지 효율 향상 기술 개발	
기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발 (3세부)	공공임대주택 개보수용 건축자재 표준화 개발	<ul style="list-style-type: none"> 모듈형 건축자재 기술력 향상 자재 성능 표기 규격화 공기단축을 위한 재실형형/非재실형 기술력 향상 세부 핵심 요소 기술력 강화
	근린공공시설 개보수용 건축자재 표준화 개발	
	공공임대주택 제로에너지 개보수 가이드라인 개발	
	근린공공시설 제로에너지 개보수 가이드라인 개발	
제로에너지 최적 주거모델&리 모델링 모델 개발 및 실증 (4세부)	제로에너지 주거모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> 수준별 기술 패키지 제공 및 가이드라인 제공으로 관련 요소 기술 성능 향상
	제로에너지 주거모델 실증 및 가이드라인 개발	
	제로에너지 리모델링 모델 개발	
	제로에너지 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발	

3절. 경제적 타당성 검토

1. 정성적 효과

- 본 연구의 결과를 통해 건축주/사업주체등의 리모델링 결정에 낭비적인 시행착오를 방지하고 시간비용을 절감할 수 있음. 또한 리모델링 사업 규모 대비 적절한 기술 및 경제적 시공기술을 결정할 수 있음에 따라 별도의 컨설팅 비용 및 기술개발 비용의 낭비가 방지됨.
- 본 연구를 통해 리모델링 핵심 기술요소를 포함한 기술 패키지화는 각종 리모델링 R&D 및 유사 사업 중복개발을 방지할 수 있으며, 기술 요소간의 집합기술 사전 조율을 통해 기술 규격간의 차이로 인한 시간적/비용적 낭비를 막을 수 있음. 이러한 기술 표준화 및 DB화를 통해 정보 분류체계 개발 부담이 저감되고 관련 산업의 인프라 구축 비용 감소 효과가 있음.
- 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델의 개발에 따라 리모델링 및 개보수 사업에 필요한 초기 도입비용을 최소화할 수 있으며 관련 산업 창출로 인해 일자리 창출 및 관련 기존 산업 강화 및 정책수립에 활용이 용이함.

2. 정량적 효과

- 향후 국내 제로에너지 빌딩 시장에서 기축 건물 시장은 약 200조 수준(2030년 기준)으로 전망되고 있으며, 현재 가장 수요가 많은 창호 및 단열재 시장은 2016년 기준으로 6조 3천억 원으로 추정 중. 이를 통해 본 연구 과제를 통해 개발된 기술 요소의 시장전망은 밝을 것으로 예상됨.

[표 4-4] 건축내외장재 리모델링 시장 규모(단위 : 억원)

항목	연도			
	2013	2014	2015	2016
진공창호	-	4	6	60
PVC창호	6,930	7,060	7,920	8,390
단열재	49,200	50,700	52,224	54,835
저방사유리	86	112	110	113
계	56,216	57,876	60,260	63,398

- 국내의 제로에너지 시장규모가 2020년에는 1조 7,200억 원으로 예상되고 있으며, 현재 국내 리모델링 시장규모는 전체 건설 시장의 약 10%를 차지하며 증가하는 추세임에 따라 본 연구를 통해 개발되는 기술 패키지화를 통한 리모델링 시장 규모 성장과 함께 시장규모 성장의 가능성이 있을 것으로 예상됨.

- 본 연구결과를 활용할 수 있는 그린리모델링의 경우 거주환경개선/냉난방 비용절감/건축물 가치상승으로 인해 산업활성화 및 고용창출 기여할 것으로 예상되며 향후 30년간 160조의 에너지 비용절감이 이루어질 것으로 예상되며 산업부문에서는 연 12만 6천명의 고용유발 효과가 예상된다.

4절. 기술개발 필요성

1. 기존 공동주택 노후화 개선을 위한 개보수 및 리모델링 기술 개발

가. 기존 공동주택의 노후화에 따른 개보수 및 리모델링의 필요성 증대

- 현재·향후 주택 개보수에 대한 목적으로 창호 및 문과 같은 건물 외피 단열 성능에 영향을 미치는 개보수 수요가 가장 높게 조사됨. 또한 각각의 건축기술 분야에서 개보수 비용 및 에너지 품질향상 기술 적용 등을 통해 단기간에 에너지 소비량의 감소로 이루어질 수 있는 기술 개발 및 적용방법의 개발 및 실증이 필요함.

현재주택 개보수 목적(1순위 기준) (단위: %)											
구분	도배, 페인트, 바닥, 창문 교체 및 보수공사	주방, 목욕탕, 화장실 보수공사	보일러, 교체 및 단열공사	전기 (누전), 누수공사	상하수도 공사	지붕·담장 교체 및 보수공사	고형기와 장애인을 위한 주택개선	대수선	기타	계	
전체	61.7	14.1	9.4	2.9	1.1	4.9	0.1	5.4	0.4	100.0	
지역	수도권	62.9	12.7	10.2	4.0	1.4	2.9	0.1	3.2	0.7	100.0
	광역시	70.8	12.7	6.3	1.6	1.1	1.8	0.0	5.6	0.1	100.0
	도지역	55.2	16.6	10.3	2.4	0.7	8.9	0.1	5.5	0.3	100.0
소득 계층	저소득층	55.0	15.9	11.1	2.8	1.4	8.5	0.2	4.8	0.4	100.0
	중소득층	63.9	13.5	9.9	3.1	0.7	3.0	0.0	5.6	0.4	100.0
	고소득층	70.1	12.2	5.6	2.4	1.0	1.7	0.1	6.4	0.5	100.0
가구	61.5	14.0	9.0	2.4	0.7	5.4	0.1	6.3	0.5	100.0	
전세	64.2	12.8	11.6	4.4	2.9	1.7	0.3	2.1	0.0	100.0	
경유 형태	보유권 있는 월세	65.4	13.7	10.1	6.6	1.7	0.9	-	1.3	0.3	100.0
	보유권 없는 월세	51.7	25.0	12.4	2.7	-	8.2	-	-	-	100.0
	무상	52.3	19.1	10.6	1.3	2.2	8.8	0.4	5.3	0.1	100.0

주1 : 현재주택 개보수 경향이 있는 가구를 대상으로 분석함
주2 : 월세, 사금융 또는 연세는 보유권 없는 월세에 포함하여 분석함
자료 : 국토교통부, '주거실태조사', 2018년

향후 2년 내 현재주택 개보수 목적(1순위 기준) (단위: %)											
구분	도배, 페인트, 바닥, 창문 교체 및 보수공사	주방, 목욕탕, 화장실 보수공사	보일러, 교체 및 단열공사	전기 (누전), 누수공사	상하수도 공사	지붕·담장 교체 및 보수공사	고형기와 장애인을 위한 주택개선	대수선	기타	계	
전체	46.8	19.3	10.5	6.7	2.3	8.5	0.4	4.4	1.2	100.0	
지역	수도권	48.2	19.2	12.3	7.4	3.3	4.4	0.2	3.3	1.6	100.0
	광역시	53.3	19.0	8.3	5.8	1.9	6.1	0.2	5.2	0.0	100.0
	도지역	42.3	19.6	8.9	6.1	0.9	15.1	0.7	5.4	1.0	100.0
소득 계층	저소득층	43.3	17.5	10.6	7.2	2.1	13.6	0.4	4.8	0.6	100.0
	중소득층	48.5	19.4	11.1	7.2	2.8	5.5	0.3	3.8	1.5	100.0
	고소득층	50.8	24.1	9.1	4.8	1.5	2.6	0.5	4.8	1.9	100.0
가구	46.2	18.3	9.9	5.9	2.3	10.5	0.4	5.2	1.4	100.0	
전세	46.3	21.9	13.6	9.6	3.2	2.6	0.6	1.2	0.9	100.0	
경유 형태	보유권 있는 월세	53.3	21.3	10.0	7.9	1.4	1.4	0.1	3.9	0.7	100.0
	보유권 없는 월세	49.9	28.8	13.3	2.3	1.5	2.5	-	1.7	-	100.0
	무상	36.0	18.3	9.4	9.0	0.5	21.6	0.9	4.1	0.2	100.0

주1 : 향후 2년 내 현재주택 개보수 필요성이 있는 가구를 대상으로 분석함
주2 : 월세, 사금융 또는 연세는 보유권 없는 월세에 포함하여 분석함
자료 : 국토교통부, '주거실태조사', 2018년

[그림 4-1] 현재·향후 공동주택 및 향후 개보수 목적 현황

나. 기존 유사연구개발 사업 결과물의 활용성 증대

- 공동주택의 노후화에 따른 다양한 요구사항을 충족시키기 위한 기존 유사 연구가 국가 연구사업의 지원을 받아 다양하게 진행되었으나 개별 기술의 개발에 따른 적절한 활용이 어려워 다양한 리모델링 수요처에 적용되고 있지 않음. 이를 해결하기 위해 개발된 기술의 적절한 적용과 수요자의 요구에 적합한 경제적/효율적이고 공신력 있는 리모델링 의사결정 프로세스의 개발이 필요함.



[그림 4-2] 기존공동주택의 개보수 및 리모델링 관련 연구의 적용성

다. 국가 연구개발을 통한 연구 주도의 개발 및 지원 필요성

- 기존 공동주택의 노후화 개선을 통한 에너지 소비량 감소 기술은 특정 건물 주 및 세대주의 경제적 이익에 국한된 것이 아닌 국가 온실가스 감축을 위한 국가 주요 당면 과제에 활용 가능한 현안해결형 기술이므로 정부차원의 주도적인 역할이 필요함.
- 단순히 노후 공동주택의 개선을 위한 연구개발과제로 이루어진 기존 유사과제와 달리 본 연구과제는 기술의 수요에 따라 혹은 경제적 규모에 따라 대응하는 유동적인 기술의 특성에 따라 수준별/수요별 적용이 가능하도록 개발하여 그 지원성을 공공건물 뿐만 아니라 민간에서도 활용하기 쉽도록 권장할 수 있으며 이를 통해 국가적인 에너지 다소비 건물의 에너지 절감이 가능하므로 국가적인 지원이 필요함.
- 정부 주도로 만들어진 타당성 검토 프로그램 및 DB를 통해 사용자의 신뢰성을 확보할 수 있으며 이를 통해 리모델링 시장의 확산을 도모할 수 있음.
- 현재 정부의 신축건축물에 대한 규제 및 관리 노력에 따라 기축 건물의 관리 및 개선이 요구되고 있으나 실제 경제적 부담 및 수혜자의 사업 참여 저조로 인해 기축건물의 에너지개선 사업이 어려움을 겪고 있음. 이를 해결 하기 위해 신축건물에 대한 에너지 개선 기술개발 결과를 활용 할 수 있도록 국가적인 차원에서 기술의 적용성을 높일 필요가 있음.

라. 정부 미지원 시 문제점

- 세계의 각 선진국에서는 이미 기축 건물의 리모델링 시장의 가능성을 확인하고

리모델링 개선 정책 뿐만 아니라 관련 핵심 기술 요소 등의 지원이 이루어져 관련산업과 함께 에너지 절감효과를 예상하고 있으나 국내에서는 관련 산업 성장 가능성에 비해 실제 리모델링 수행의 어려움으로 소규모 성장이 이루어지고 있음. 이러한 상황에서 국가 주도가 아닌 민간 주도의 관련 산업 성장을 기대하기에는 상당한 시간과 비용이 예상됨.

- 민간 중심의 개발로 인한 개별적/중복적/의도적 기술개발은 경제적 손실과 함께 개발된 기술결과의 신뢰성에 문제가 생겨 관련 산업(또는 리모델링)의 자연적 확산이 어려우며, 개발 기술간의 연계성 저하로 인해 기술간의 집합 문제 및 비용산출의 어려움이 발생함.

2. 기존 근린공공시설 노후화 개선을 위한 개보수 및 리모델링 기술 개발

가. 기존 근린공공시설의 노후화에 따른 개보수 및 리모델링의 필요성 증대

- 국·공유 공공건축물 규모 확인을 위해 면적을 확인한 결과, 대부분은 연면적 1,000㎡ 미만으로 전체의 78.8%를 차지하였으며, 5,000㎡ 이상인 건축물은 6.7%로 나타남. 소유구분별 분석 결과 특히 균유건축물의 경우 연면적 1,000㎡ 미만인 건물이 39,703개 동으로 89.8%에 해당하여 전체 평균 78.5% 대비 높은 비율을 차지하고 있음.
- 지역별 분석 결과 전국 시, 도 17 곳 가운데 국·공유건축물 동수가 가장 많은 경기도의 경우 공공건축물 총 21,384개 동 중 15,678개 동(73.3%)이 연면적 1,000㎡ 미만이었으며 서울시는 8,442개 동 중 5,167개 동(61.2%), 부산의 경우 7,352개 동 중 5,481개 동(73.8%)이 연면적 1,000㎡ 미만인 것으로 나타났음.
- 1개 층 건물이면서 30년 이상의 노후도를 보이는 건물의 개수는 총 26,043개 동(17.3%)이다. 범위를 2개 층 이하 건물로 확대할 경우 32,598개 동(21.6%)이 30년 이상의 노후도를 보이고 있음.

[표 4-5] 공공건축물 층수 범위별 노후도('15년 7월 기준)

노후도	1층	2층	3~5층	5층 이상	합 계
10년 미만	25,840 (17.1%)	10,113 (6.7%)	7,533 (5.0%)	1,387 (0.9%)	44,873 (29.7%)
10년~20년	21,810 (14.5%)	9,891 (6.6%)	9,057 (6.0%)	2,067 (1.4%)	42,825 (28.4%)
20년~30년	13,287 (8.8%)	7,430 (4.9%)	5,043 (3.3%)	1,023 (0.7%)	26,783 (17.7%)
30년~40년	10,596 (7.0%)	3,852 (2.6%)	2,609 (1.7%)	101 (0.1%)	17,158 (11.4%)
40년~50년	7,019 (4.7%)	1,881 (1.2%)	886 (0.6%)	27 (0.0%)	9,813 (6.5%)
50년 이상	8,428	822	189	5	9,444

	(5.6%)	(0.5%)	(0.1%)	(0.0%)	(6.3%)
합계	86,980 (57.6%)	33,989 (22.5%)	25,317 (16.8%)	4,610 (3.1%)	150,896 (100.0%)

- 연면적 1,000㎡ 미만인 건물로 30년 이상의 노후도를 보이는 건물의 개수는 26,803개 동(18.9%)인 반면 5개 층 이상 건축물은 30년 이상의 노후도를 보이는 공공건축물이 137개 동(0.1%)에 불과함. 이는 연면적이 커질수록 평균 노후도는 감소하는 경향을 보이는 것으로 추측할 수 있음. 즉 노후도가 높을수록 건물 규모를 나타내는 변수인 연면적은 줄어드는 것으로 확인.

[표 4-6] 공공건축물 연면적 범위별 노후도('15년 7월 기준)

노후도	1,000㎡	1,000~5,000㎡	5,000~10,000㎡	10,000㎡	합 계
10년 미만	35,064 (24.7%)	6,663 (4.7%)	1,850 (1.3%)	1,236 (0.9%)	44,813 (31.6%)
10년~20년	30,450 (21.5%)	6,867 (4.8%)	2,975 (2.1%)	1,446 (1.0%)	41,738 (29.4%)
20년~30년	19,320 (13.6%)	3,189 (2.2%)	1,089 (0.8%)	518 (0.4%)	24,116 (17.0%)
30년~40년	12,351 (8.7%)	1,811 (1.3%)	428 (0.3%)	106 (0.1%)	14,696 (10.4%)
40년~50년	6,918 (4.9%)	1,365 (1.0%)	134 (0.1%)	19 (0.0%)	8,436 (5.9%)
50년 이상	7,534 (5.3%)	408 (0.3%)	49 (0.0%)	9 (0.0%)	8,000 (5.6%)
합계	111,637 (78.7%)	20,303 (14.3%)	6,525 (4.6%)	3,334 (2.4%)	141,799 (100.0%)

나. 공공건축물 리모델링 기술의 제한적 적용

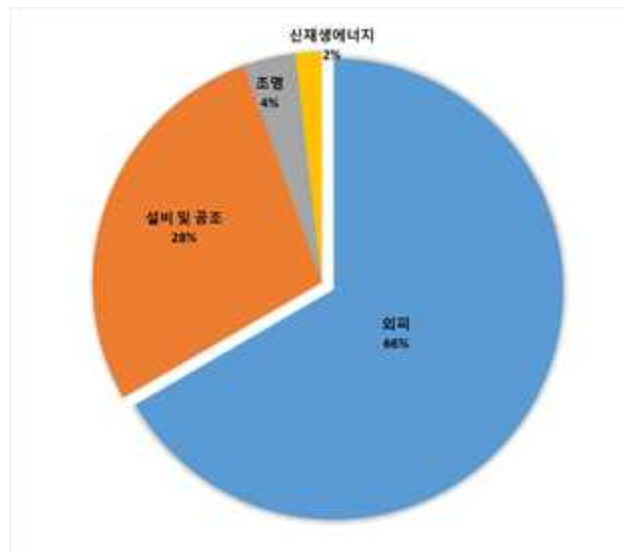
- 최근 기존 공공건축물을 리모델링 또는 개보수를 진행한 사례(2016 공공건축물 에너지성능 개선을 위한 지원사업)를 확인한 결과, 외피 기술, 설비 및 공조, 조명 및 전기, 신재생 에너지 분야로 요소기술을 나누어 분류할 수 있음.

[표 4-7] 리모델링의 기술 요소

분류	기술
외피기술	내단열 / 중단열 / 외단열 / 고성능 단열재 / 고단열 창호 / 고기밀 창호 / 기밀테이프 시공 / 고단열 문 / 고기밀 문 / 개보수용 내외측 발코니 / 가변형 차양장치 / 고성능 복합창호 / 수동개폐식 선블라이드 / 일사조절용 처마 / 축열벽 / 투명단열 / 개보수용 복도 새시
설비 및 공조	증기열원 흡수식 냉동기 / 압축식 냉동기 / 지역냉방 / 저온수 2단 흡수식 냉동기 / 빙축열 시스템 / 수축열 시스템 / 흡수식 냉온수기 / 증기보일러 / 온수보일러 / 지역난방 / 열병합발전 / 터보냉동기 / 스크류냉동기 / 히트펌프 / 진공온수보일러 / 정풍량 공조 / 변풍량 공조 / UFAD / 복사냉난방 / CHILLED BEAM / EHP / FCU /

	고효율 보일러 / 부착 온실 / 주택용 실별온도조절형 온수분배기
조명 및 전기	태양광 채광장치 / 기어리스 엘리베이터 / LED 조명기구 / 인버터제어 / 통합기계설비 및 제어 / 태양전지 / 대기전력차단장치 / 일괄소등스위치 / 실별온도조절시스템 / 전자식안정기 및 슬림형 형광램프 / 고조도 반사갓 / 고효율변압기 / 고효율 유도전동기 / 고효율폐열회수환기시스템 / 환기배열회수 / 냉각탑 하이브리드 / 지중덕트 이용 공기 공급
신재생에너지	지열히트펌프(GHP) / 태양광 발전(PV) / 태양열 급탕조

- 이 중 최근 적용된 기술 요소 총 54가지 요소 중 외피 기술 36건(67%) 설비 및 공조기술 15건(28%), 조명 및 전기 2건(4%), 신재생에너지 1건(2%)으로 외피에 대한 개보수가 상대적으로 리모델링에 적용됨. 이를 통해 외피 요소 기술뿐만 아니라 근린공공시설에 적합한 다양한 기술요소의 적용이 필요함.



[그림 4-3] 공공건물 리모델링 기술요소 적용 분포

다. 정부 미지원 시 문제점

- 기존 근린공공시설은 노후화에 따른 개보수를 위해 리모델링이 필요하고 이를 수행하기 위한 각 지자체의 예산 반영 및 사업수행이 어려움에 따라 이를 해결하기 위한 지원제도가 필요하나 다양한 규모 및 형태의 공공근린시설의 리모델링에 대한 신뢰할만한 자료가 부족하여 실제 지원제도 및 관련 법규의 개발이 어려움. 따라서 정부의 주도하에 소규모 근린공공시설의 리모델링의 요소기술 개발 및 실증이 필요함.
- 근린공공시설은 실제 지역 주민이 상시로 방문하는 곳으로 노후화에 따른 불편 및 문제들은 직접적인 지역 주민의 민원으로 표출되므로 노후화 개선과 함께 국가적인 목표인 에너지절감이 이루어질 수 있도록 정부 주도하의 연구개발 및 실증이 이루어져야 함.

5장. 인력투입 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입 계획

1. 전체 과제 인력 투입 계획

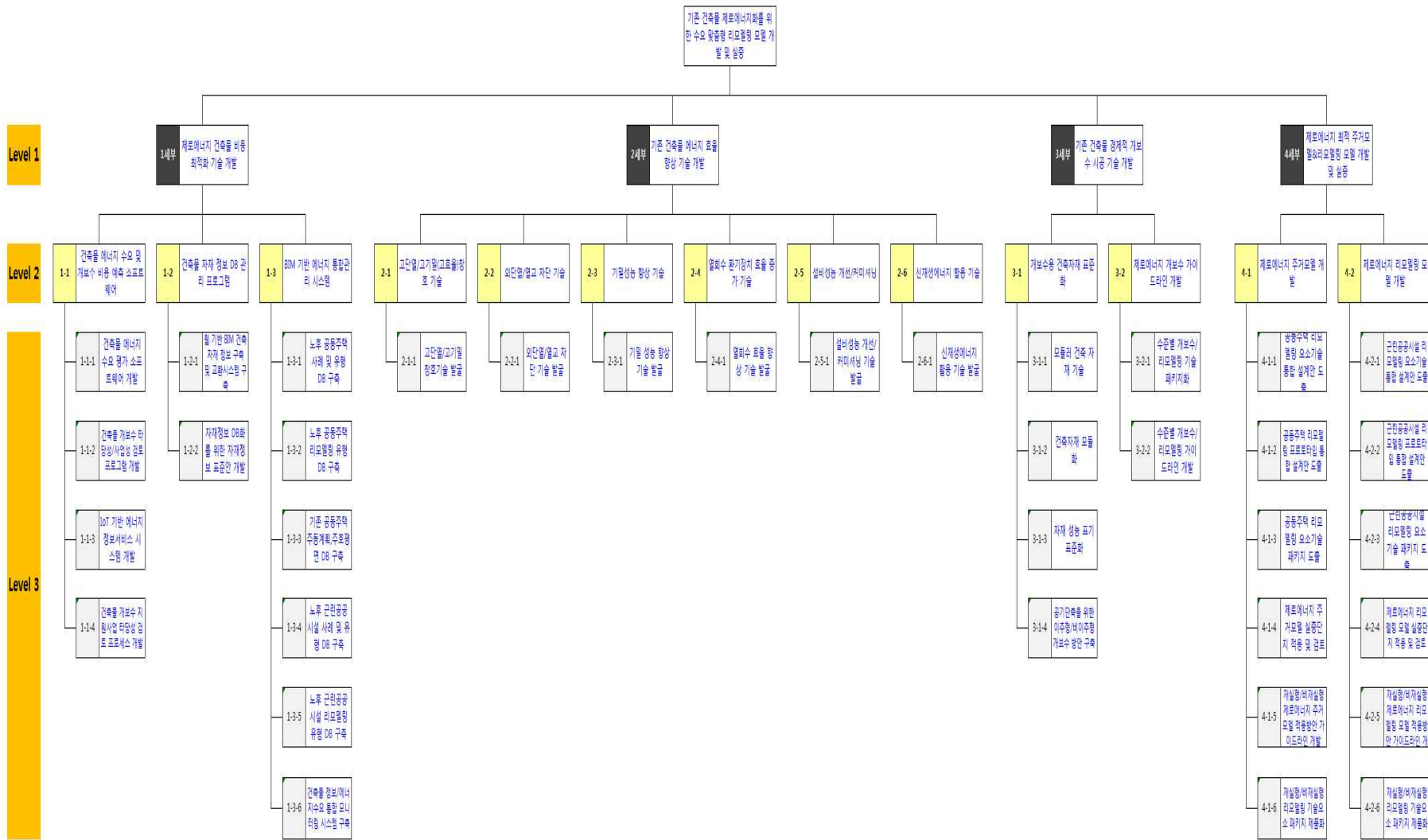
[표 5-1] 전체 사업의 총 개발인력 투입계획

구분	총 개발인력(명, 참여율 30% 기준)				
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계
책임연구원	112	110	118	118	458

2. 세부과제별 상세 인력 투입 계획

[표 5-2] 세부과제별 개발인력 투입계획

구분		투입 인력계획(명)				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계
1세부	1-1	16	16	4	4	40
	1-2	8	8	0	0	16
	1-3	18	18	6	6	48
소계		42	42	10	10	104
2세부	2-1	5	5	5	5	20
	2-2	5	5	5	5	20
	2-3	5	5	5	5	20
	2-4	5	5	5	5	20
	2-5	5	5	5	5	20
	2-6	5	5	5	5	20
소계		30	30	30	30	120
3세부	3-1	20	20	20	20	80
	3-2	10	10	10	10	40
소계		30	30	30	30	120
4세부	4-1	5	4	24	24	57
	4-2	5	4	24	24	57
소계		10	8	48	48	114
총계		112	110	118	118	458



[그림 5-1] 연구체계도

2. 전체사업 소요 예산

[표 5-3] 전체사업 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

분류	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
1세부	125,000	32,000	425,000	107,000	900,000	225,000	700,000	175,000	500,000	125,000	2,650,000	664,000
2세부	125,000	31,000	425,000	106,000	800,000	200,000	600,000	150,000	500,000	125,000	2,450,000	612,000
3세부	125,000	31,000	425,000	106,000	800,000	200,000	600,000	150,000	500,000	125,000	2,450,000	612,000
4세부	125,000	31,000	425,000	106,000	800,000	200,000	600,000	150,000	500,000	125,000	2,450,000	612,000
합계	500,000	125,000	1,700,000	425,000	3,300,000	825,000	2,500,000	625,000	2,000,000	500,000	10,000,000	2,500,000

3. 세부과제별 소요 예산

가. 1세부 연차별 소요 예산

[표 5-4] 1세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임 연구원	74,640	30	51,810	175,560	371,250	288,750	206,250	1,093,620	33
연구장비·재료비				86,350	292,600	618,750	481,250	343,750	1,822,700	55
기타경비 및 간접비				18,840	63,840	135,000	105,000	75,000	397,680	12
합계				157,000	532,000	1,125,000	875,000	625,000	3,314,000	100

나. 2세부 연차별 소요 예산

[표 5-5] 2세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임 연구원	74,640	30	51,480	175,230	330,000	247,500	206,250	1,010,460	33
연구장비·재료비				85,800	292,050	550,000	412,500	343,750	1,684,100	55
기타경비 및 간접비				18,720	63,720	120,000	90,000	75,000	367,440	12
합계				156,000	531,000	1,000,000	750,000	625,000	3,062,000	100

다. 3세부 연차별 소요 예산

[표 5-6] 3세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임 연구원	74,640	30	51,480	175,230	330,000	247,500	206,250	1,010,460	33
연구장비·재료비				85,800	292,050	550,000	412,500	343,750	1,684,100	55
기타경비 및 간접비				18,720	63,720	120,000	90,000	75,000	367,440	12
합계				156,000	531,000	1,000,000	750,000	625,000	3,062,000	100

라. 4세부 연차별 소요 예산

[표 5-7] 4세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균 인원/참 여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임 연구원	74,640	30	51,480	175,230	330,000	247,500	206,250	1,010,460	33
	연구장비·재료비			85,800	292,050	550,000	412,500	343,750	1,684,100	55
	기타경비 및 간접비			18,720	63,720	120,000	90,000	75,000	367,440	12
	합계			156,000	531,000	1,000,000	750,000	625,000	3,062,000	100

6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

[표 6-1] 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	기존 건축물 제로에너지화를 위한 수요맞춤형 리모델링 모델 개발 및 실증
1. 연구개발 목표	<p>○ 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 건축물의 노후화 개선을 위한 개보수 및 리모델링의 수요가 증가하고 이를 위한 다양한 기술개발은 이루어지고 있으나 실제 건물의 형태 및 성격 등이 다양함에 따라 리모델링 기술의 효율적인 적용을 위해 공동주택의 주거 모델 및 근린공공시설의 리모델링 모델을 개발하여 향후 건축물 노후화 개선을 통한 에너지절감이 가능한 기술 보급을 목적으로 함.(주거용 : 준공 후 15년 이상, 10층 이하 공공임대주택, 비주거용 : 1,000㎡이하, 2,000㎡ 이하 공공근린시설) <p>○ 세부목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1세부 : 제로에너지 건축물 비용 최적화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어개발 · 건축물 자재정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발 · BIM 기반 에너지 통합관리 시스템 개발 - 2세부 : 기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공공임대주택 에너지효율향상 기술 개발 · 근린공공시설 에너지효율향상 기술 개발 - 3세부 : 기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공공임대주택 개보수용 건축자재 표준화 기술 개발 · 공공임대주택 제로에너지 개보수 가이드라인 개발 · 근린공공시설 개보수용 건축자재 표준화 기술 개발 · 근린공공시설 제로에너지 개보수 가이드라인 개발 - 4세부 : 제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증 <ul style="list-style-type: none"> · 제로에너지 주거모델 개발 · 제로에너지 주거모델 개발 실증 및 가이드라인 개발 · 제로에너지 리모델링 모델 개발 · 제로에너지 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	<p>○ 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 공동주택 및 근린공공시설의 개보수 및 리모델링을 위해 기존 공동주택 및 근린공공시설의 에너지 소비량을 예측 및 측정하고 이를 바탕으로 개선을 통한 에너지 절감량 예측을 이룰 수 있는 프로그램(또는 tool)이 필요하고 현재 개보수 및 리모델링의 문제점인 사업성(또는 타당성)에 대한 검증을 위한 프로그램(또는 tool)이 필요함. 특히 건축물 정보와 에너지수요 관리가 동시에 가능한 통합 관리 기술이 필요하며 이를 지원할 수 있는 정책 또는 지원제도의 프로세스 개발이 필요함. - 기존 공동주택 및 근린공공시설의 개보수를 위한 건축자재에 대한 성능 및 비용 등의 DB화를 통해 비교 분석이 가능한 소프트웨어에 제공하기 위한

기초자료로서, 설계부터 유지관리에 이르기까지 건축재료 선정, 교환 및 관리가 이루어질 수 있는 시스템 구축이 필요하고 이를 지원하기 위해 건축물에 사용되는 자재 정보가 호환성을 가질 수 있도록 표준화하는 기법(또는 프로그램)이 필요함.

- 2009년 국자건축정책위원회의 건축정책기본계획에 BIM이 반영되고 2012년 조달청 BIM의무화 등 국가 공공 BIM 도입이 본격화 되고 있으므로 BIM을 바탕으로 설계부터 유지관리에 이르기까지 건축물 정보 관리가 이루어질 수 있는 시스템 구축이 필요하고 기존 공동주택 및 근린공공시설의 다양한 DB 구축이 필요함. 또한 이를 통해 에너지 소비/예측이 가능한 통합 관리 시스템이 필요함.
- 건축물의 에너지 소비량 감소를 위해 건축물 외피의 개선 및 각종 열교 차단기술의 적용이 필요함. 또한 실내 환경 유지 에너지 비용을 줄이기 위한 각종 기계설비 효율 향상이 필요하며 에너지 생산을 위한 신재생에너지 설비 적용 기술이 필요함.
- 기존 주택 및 근린공공시설의 개보수 및 리모델링을 위한 시공기술 중 건축자재의 표준화를 위해 모듈러 기술 및 자재성능 표준화 방안의 구축이 필요함. 또한 기존 공동주택 및 근린공공시설의 개보수 및 리모델링 시 기존 거주자의 이주가 필요한 경우, 주거 및 근로대책이 필요하며 비이주형 개보수 및 리모델링 기술이 필요함.
- 건축물의 제로에너지화를 위한 기존 공동주택 및 근린공공시설의 개보수 가이드라인이 필요함. 이러한 가이드라인은 다양한 건축물의 형태/수요자/예산 등에 따라 수준별 구성이 필요함.
- 다양한 형태의 기존 공동주택 근린공공시설 및 다양한 수준별 개보수 및 리모델링을 수행하기 위하여 다양한 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델의 개발이 필요함.
- 제로에너지 주거모델 및 리모델링의 적용성 검토를 위한 실증단지 구축과 더불어 설계자 및 거주자의 의사결정에 따라 적용 가능하고 이주형/비이주형 구분에 따른 리모델링 디자인 가이드라인 및 최적화 주거모델&리모델링 모델 개발 방안이 필요함.

○ 기술동향

- 건축물의 에너지 성능향상 요소기술을 통해 건물에서 사용되는 에너지 절감을 구현할 수 있으며, 기존 건물에너지 성능향상 요소기술 연구개발은 공동주택, 오피스, 단독주택, 한옥 대상의 Low/Zero 에너지 건축 구현을 위한 패시브(단열, 기밀, 창호 등), 액티브(고효율 설비 등), 신재생(태양열, 태양광, 지열, 복합 등) 시스템 등 개별 요소기술 개발에 중점됨.
- 건축분야의 경우 미국이 기술수준 및 기술경쟁력 측면에서 우위를 점하고 있으며, 한국은 건축물 에너지 성능향상 요소기술에 관련된 녹색건축, ICT 융복합건축, 건축물 에너지 성능, 건축 재료성능 등 대부분 주요 지표에서 경쟁력을 확보하지 못하는 현실임.
- 제로에너지 건물 구현의 핵심기술로 고효율 외피 및 공조기술, 신재생 에너지 건물 융합기술, 친환경/저에너지 건축자재 기술, 건물에너지 제어 및 관리 IT 융복합 기술 등이 개발되고 있으나, 대부분 선진국에 의존하고 있으

며, 일부 국내 확보하고 있는 원천기술의 경우, 원천기술을 보유한 이를 활용하여 제품으로 상용화 할 수 있는 기관과의 네트워크 구축 미흡으로 사실상 상용화가 이루어지지 못하고 있음.

- 현재 제로에너지 건축물 구현 비용은 현행 건축공사비 대비 30~40% 이상 추가 투입되는 것으로 업계는 전망하고 있으며, 제로에너지 건축물 의무 이행화하기 위해서는 추가 공사비 20% 이내에서 구현하는 기술, 정책 및 지원 방안에 대한 포괄적인 방안 개발이 필요. 이를 체계적으로 관리하고 적용하기 위한 시스템은 부재.
- 패시브하우스와 같이 건축물의 에너지 절감에 대한 건축계와 수요자의 관심이 증가하고 있고 핵심 기술인 단열/기밀 성능 개선을 위해 국외 기술의 도입 및 인증제도의 도입 등 많은 노력이 이루어지고 있음.
- 난방에 필요한 열원의 이송 및 기기 효율의 증가를 위해 노후 배관의 교체 및 샤프트 점검 등의 설비성능 개선 기술이 이슈화되고 있음. 특히 공동주택의 경우 온돌구조체를 활용하여 난방이 이루어지고 있으며, 난방을 위한 난방배관의 교체를 위해서는 거주자의 불편이 동반됨에 따라 거주자가 생활을 유지하면서 유지 보수가 가능하도록 하는 '거주중 시공기술'이 주목받고 있으며 다양한 기술이 활발하게 개발되고 있음.
- 에너지 성능 개선을 위해세대 단위의 에너지모니터링시스템(HEMS)의 도입이 이루어지고 있으며 최근 IoT를 이용한 주거자가 관리하고 모니터링 할 수 있는 시스템이 적용되고 있음. 또한 국가적인 저에너지정책과 명쾌한 비용부과를 위해 다양한 분야의 기술이 통합되어 그린통합 스위치, 스마트 분전반, 대기 전력 차단 장치 및 지능형 조명 등이 적용되고 있음.
- 이주 없는 리모델링을 위해 공사기간을 최소화하거나 거주 공간을 추가적으로 제공하면서 기존 공간에 공사를 진행하는 방법이 고려되고 있는 가운데 '모듈러 건축' 과 같은 실질적으로 적용 가능한 기술이 개발되고 있음. 특히 국내에서는 2000년대 초반 이후로 개발되어 현재는 공동주택 뿐만 아니라 특수성 및 수요가 있는 군부대 막사 교체 공사 및 학교 교사에 적용되는 등 실질적인 적용사례가 증가하고 있음. 또한 수직증축에 용이한 기술로서 다양한 평면, 내화성능 확보, 구조적 안정성과 같은 기술보완이 이루어진다면 보다 공동주택의 경제적 리모델링에 적용이 가능할 것으로 보임.

3.연구개발 내용	<p>○ 1세부과제 : 제로에너지 건축물 비용 최적화 기술</p> <table border="1" data-bbox="470 1574 1335 2031"> <thead> <tr> <th data-bbox="470 1574 662 1619">세부 목표</th> <th data-bbox="662 1574 1335 1619">연구 내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="470 1619 662 1792">건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발</td> <td data-bbox="662 1619 1335 1792"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 건축물 에너지 수요 평가 소프트웨어 개발 ▪ 건축물 개보수 타당성/사업성 검토 프로그램(프로세스) 개발 ▪ IoT 기반 에너지 정보서비스 시스템 개발 ▪ 건축물 개보수 지원사업 타당성 검토 프로세스 개발(국가지원용) </td> </tr> <tr> <td data-bbox="470 1792 662 1915">건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발</td> <td data-bbox="662 1792 1335 1915"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 웹 기반 BIM 건축자재 정보 구축 및 교환 시스템 구축 ▪ 자재정보 DB화를 위한 자재정보 표준안 개발 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="470 1915 662 2031">BIM 기반 에너지 통합관리</td> <td data-bbox="662 1915 1335 2031"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 노후 공동주택 사례 및 유형 DB 구축 ▪ 노후 공동주택 리모델링 유형 DB 구축 ▪ 기존 공동주택 주동계획·주호평면 DB 구축 </td> </tr> </tbody> </table>	세부 목표	연구 내용	건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건축물 에너지 수요 평가 소프트웨어 개발 ▪ 건축물 개보수 타당성/사업성 검토 프로그램(프로세스) 개발 ▪ IoT 기반 에너지 정보서비스 시스템 개발 ▪ 건축물 개보수 지원사업 타당성 검토 프로세스 개발(국가지원용) 	건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 웹 기반 BIM 건축자재 정보 구축 및 교환 시스템 구축 ▪ 자재정보 DB화를 위한 자재정보 표준안 개발 	BIM 기반 에너지 통합관리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 노후 공동주택 사례 및 유형 DB 구축 ▪ 노후 공동주택 리모델링 유형 DB 구축 ▪ 기존 공동주택 주동계획·주호평면 DB 구축
세부 목표	연구 내용								
건축물 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건축물 에너지 수요 평가 소프트웨어 개발 ▪ 건축물 개보수 타당성/사업성 검토 프로그램(프로세스) 개발 ▪ IoT 기반 에너지 정보서비스 시스템 개발 ▪ 건축물 개보수 지원사업 타당성 검토 프로세스 개발(국가지원용) 								
건축물 자재 정보 DB 관리를 위한 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 웹 기반 BIM 건축자재 정보 구축 및 교환 시스템 구축 ▪ 자재정보 DB화를 위한 자재정보 표준안 개발 								
BIM 기반 에너지 통합관리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 노후 공동주택 사례 및 유형 DB 구축 ▪ 노후 공동주택 리모델링 유형 DB 구축 ▪ 기존 공동주택 주동계획·주호평면 DB 구축 								

시스템 개발	▪ 노후 근린공공시설 사례 및 유형 DB 구축
	▪ 노후 근린공공시설 리모델링 유형 DB 구축
	▪ 건축물 정보/에너지수요 통합 모니터링 시스템 구축

○ 2세부과제 : 기존 건축물 에너지 효율 향상 기술 개발

세부 목표	연구 내용
공공임대주택 에너지효율 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고단열/고기밀(고효율) 창호 기술 ▪ 외단열 기술 ▪ 열교 차단 기술 ▪ 기밀 성능 향상 기술 ▪ 수자원 절약 계획 ▪ 열회수 효율향상 기술 ▪ 저에너지 실내공기 개선 기술 ▪ 설비성능 개선/커미셔닝 기술 ▪ 신재생에너지 활용 기술
근린공공시설 에너지효율 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고단열/고기밀(고효율) 창호 기술 ▪ 외단열 기술 ▪ 열교 차단 기술 ▪ 기밀 성능 향상 기술 ▪ 수자원 절약 계획 ▪ 열회수 효율향상 기술 ▪ 저에너지 실내공기 개선 기술 ▪ 설비성능 개선/커미셔닝 기술 ▪ 신재생에너지 활용 기술

○ 3세부과제 : 기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발

세부 목표	연구 내용
공공임대주택 개보수용 건축자재 표준화 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 모듈러 건축 자재 기술 ▪ 건축자재 모듈화 ▪ 자재 성능 표기 표준화 ▪ 공기단축을 위한 이주형/비이주형 개보수 방안 구축
공공임대주택 제로에너지 개보수 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지화 ▪ 수준별 개보수/리모델링 가이드라인 개발
근린공공시설 개보수용 건축자재 표준화 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 모듈러 건축 자재 기술 ▪ 건축자재 모듈화 ▪ 자재 성능 표기 표준화 ▪ 공기단축을 위한 이주형/비이주형 개보수 방안 구축 ▪ 외피 리모델링 프로토타입 및 표준상세 도출
근린공공시설 제로에너지 개보수 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지화 ▪ 수준별 개보수/리모델링 가이드라인 개발

○ 4세부과제 : 제로에너지 최적 주거모델&리모델링 모델 개발 및 실증

세부 목표	연구 내용
제로에너지 주거모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공동주택 리모델링 요소기술 통합 설계안 도출 ▪ 공동주택 리모델링 프로토타입 통합 설계안 도출 ▪ 공동주택 리모델링 요소기술 패키지 도출
제로에너지 주거모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제로에너지 주거모델 실증단지 적용 및 검토 ▪ 이주형/비이주형 제로에너지 주거모델 적용방안 가이드라인 개발 ▪ 이주형/비이주형 리모델링 기술요소 패키지 제품화
제로에너지 리모델링 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 근린공공시설 리모델링 요소기술 통합 설계안 도출 ▪ 근린공공시설 리모델링 프로토타입 통합 설계안 도출 ▪ 근린공공시설 리모델링 요소기술 패키지 도출
제로에너지 리모델링 모델 실증 및 가이드라인 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제로에너지 리모델링 모델 실증단지 적용 및 검토 ▪ 이주형/비이주형 제로에너지 리모델링 모델 적용방안 가이드라인 개발 ▪ 이주형/비이주형 리모델링 기술요소 패키지 제품화

4. 연구개발 추진방법

○ 추진전략

- 건축물 에너지 수요 평가 프로그램과 건축물 정보 프로그램의 개발을 통해 사업성 검토가 가능한 통합 프로그램 개발을 추진
- 2, 3세부의 패키지화된 기술을 통합 프로그램에 도입하기 위해 2, 3세부와의 긴밀한 연계를 통한 업무추진
- 기술 간 경제성 및 영향력 분석을 통해 의미 있는 분석결과가 나올 수 있도록 하고 실제 프로그램 개발 전문가와의 협업을 통한 편리함을 접목시켜 접근성이 뛰어난 프로그램 개발을 추진
- 건축물 외피 개선/설비효율 증가/신재생 에너지 활용을 기존 공동주택에 적합하도록 재조정하고 3세부와 연계하여 수준별 패키지화가 가능하도록 해당 분야별 전문가의 협업 및 도면 적용성을 위해 설계자와의 협업을 추진
- 개발된 기술들의 DB화를 통한 1세부와의 연계 추진
- 실증단지 적용 후 피드백을 통한 최종 제품화/패키지화 추진
- 개보수(또는 리모델링)을 위한 건축자재 표준화 및 공기단축을 통해 경제성을 확보하고 2세부와 연계하여 수준별 패키지화가 가능하도록 해당 분야별 전문가의 협업 및 현장성 확보를 위한 실무경험자와의 협업을 추진
- 개발된 기술들의 DB화를 통한 1세부와의 연계 추진
- 실증단지 적용 후 피드백을 통한 최종 제품화/패키지화를 추진하고 가이드라인 도출

- 제로에너지 주거모델&리모델링 모델 개발을 위해 공동주택의 통합 설계안을 도출 할 수 있는 실증단지 마련 및 1, 2, 3세부와의 연계를 통한 최적 주거모델&리모델링 모델 도출을 추진
- 실증단지 운영을 통한 각 세부별 도출 기술의 피드백 전달을 추진
- 실증을 통해 검증한 최적 주거모델&리모델링 모델을 보급할 수 있는 가이드라인 개발을 추진

○ 추진체계

- 본 연구는 현안해결형 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 함.
- 각 세부는 독립적으로 운영하되 성과물간의 연계성 확보를 위하여 각 세부간의 수평적 공동협의체를 구성하여 긴밀한 연계가 이루어 질 수 있도록 정기적은 의견 수렴 절차를 가져야 함.
- 기술개발은 기존 공공임대주택 및 근린공공시설의 실증을 중심으로 적용 및 제품화가 이루어져야 함으로 관련 분야의 전문가 및 T/B 관리자간의 피드백이 필요함.
- 가장 비중 있는 성과물의 수요자는 T/B를 제공하는 세부 및 리모델링 수요자이므로 연구진행과정에서 T/B 제공자와 리모델링 수요자의 의견이 반영될 수 있는 추진체계 구성이 필요함.
- 연구성과 보급효과의 극대화를 위해서 개발된 기술의 독점이 이루어지지 않도록 공공기관 및 산업계의 보급화가 가능하도록 추진체계의 구성이 필요함.
- 필요시 외부의 협력 및 위탁기관을 정하여 효율적인 사업을 수행하여야 하며, 이때 협력 및 위탁기관은 국내외 전문 조직의 활용이 가능함.

5. 최종성과물	세부 과제명	연구 성과물
	제로에너지 건축물 비용 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 수요 및 개보수 비용 예측 소프트웨어 DB관리 소프트웨어
기존 건축물 에너지 효율향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 통합 소프트웨어(시스템) 고단열/고기밀(고효율) 창호 기술 DB 외단열 기술 DB 열교 차단 기술 DB 기밀 성능 향상 기술 DB 열회수 효율향상 기술 DB 저에너지 실내공기 개선 기술 DB 설비성능 개선/커미셔닝 기술 DB 신재생에너지 활용 기술 DB 에너지효율향상 기술 패키지 DB 	
기존 건축물 경제적 개보수 시공 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 모듈러 건축 자재 및 시공기술 DB 건축자재 모듈화 리스트 자재 성능 표기 표준안(KS 규격) 공기단축을 위한 이주형/비이주형 개보수 기술 DB 	

세부 과제명	연구 성과물
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 외피 리모델링 프로트타입 및 표준상세도 ▪ 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지 DB ▪ 수준별 개보수/리모델링 기술 패키지 가이드라인
제로에너지 최적 주거모델&리모 델링 모델 개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공동주택 제로에너지 주거모델 유형 DB ▪ 공동주택 제로에너지 리모델링 요소기술 패키지 DB ▪ 근린공공시설 제로에너지 리모델링 모델 유형 DB ▪ 근린공공시설 제로에너지 리모델링 요소기술 패키지 DB
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제로에너지 주거모델 및 리모델링 모델 실증 보고서 ▪ 이주형/비이주형 리모델링 기술 패키지 비즈니스 모델 ▪ 이주형/비이주형 제로에너지 주거모델&리모델링 모델 적용방안 가이드라인

**6. 기대효과 및
파급효과**

○ 정책적 기대효과

- 국내 녹색건축인증제도를 뒷받침 할 수 있으며, 신규건축물에 대한 고려 뿐만 아니라 기존 건축물의 그린리모델링 제도 지원에 적합함
- 국내외 리모델링의 단순 사례에 비해 주거모델과 같은 일반화가 가능함으로서 국내 건축법상의 리모델링에 대한 지원제도를 뒷받침 할 수 있음
- 선진화된 기술개발 및 요소기술의 활용안으로서 국내 관련 산업체 및 교육기관을 장려하는 정책지원제도의 기초자료로 활용 할 수 있음
- 에너지절약설계기준의 개정안에 따른 상대적인 기존 건축물 성능 저하에 도움이 되는리모델링 관련 법 조항 추가 및 보완자료로 활용 할 수 있음
- 국내 리모델링 관련 인프라 성장을 위한 지원제도의 합리적인 근거로서 기술 기초자료 및 응용 자료로서 가치를 가질 수 있음
- 기존 건축물의 녹색화(또는 제로에너지화)를 위한 인센티브 정책 또는 지원제도 정책과 연계하여 건축물 에너지소비량의 제로에너지화에 기여

○ 기술적 기대효과

- 기존 건축물 제로에너지화를 위한 리모델링 기술요소 분류/체계 정립을 통한 에너지 소비량 감소 및 제로에너지화 관련 기술 패키지 개발
- 기존 건축물의 리모델링을 위해 제시되는 다양한 설계안에 대한 합리적인 의사결정을 지원 가능
- 신축 공동주택뿐만 아니라 기존 공동주택의 향후 에너지 제로화를 위한 최적화 기술로서의 활용 가능 또한 기존 근린공공시설의 에너지 제로화를 위한 최적화 기술로서의 활용 또한 가능
- 다양한 상황 및 대상에 대한 리모델링을 일원화 할 수 있는 제로에너지 주거모델을 통해 설계/엔지니어들의 기초 설계안으로 활용할 수 있음
- 건물에너지 사용현황 파악 및 개선된 리모델링 기술요소 적용으로 인해 건물에너지 소비량 운영 효율 향상이 가능

- 국내 설계사무소의 리모델링 관련 요소기술 적용 설계 역량 강화가 가능
- 다양한 기존 건축물의 리모델링을 통해 유사한 노후 건축물의 성능 예측이 가능하고 노후화 이전 조기 예측 및 에너지 절약 계획 수립이 가능
- 시공단계별로 필요 수행업무가 명확하며 통합 프로세스를 통해 실무자의 업무 수행을 위한 상세 지침서로 활용 가능
- 각종 설비 및 제어시스템 등 복합적 시스템에 대한 검증 기준 및 문제 해결을 위한 지침으로 활용 가능

○ 경제적 기대효과

- 기존 공동주택 및 근린공공시설의 에너지소비량 감축, 에너지비용 및 유지관리 비용의 감축
- 기존 노후 공동주택 및 근린공공시설의 자산가치 확보를 통한 선순환 고리 확보 및 보급형 제로에너지 건축물의 모델 개발로 인해 관련 시장의 활성화
- 건축산업 활성화 및 국가 성장동력 창출 가능
- 국내 리모델링 관련 설계사무소 및 시공사의 역량강화를 통해 국외 수출 및 국내 기업의 국외 진출의 기회를 마련함
- 리모델링을 통한 건축물의 가치 상승, 유지/보수 비용 절감, 투자회수 기간 감소로 인해 리모델링에 대한 투자 확대 및 성장에 관심이 증대될 수 있음
- 국제적으로 리모델링의 시장 확대가 이루어지고 있음으로 대기업은 물론 중소기업의 참여가 활발해질 것으로 예상
- 건축물의 제로에너지화에 대한 가치가 명확해짐에 따라 리모델링 사업검토가 활발해질 것으로 예상
- 의사결정 지원 tool을 통해 시장의 의사결정자가 성능수준에 따른 리모델링 사업 진행 여부 타당성 검토를 수행 할 수 있음에 따라 건물의 리모델링 촉진에 기여

<p>7. 연구기간 및 지원예산</p>	<p>○ 연구기간</p> <ul style="list-style-type: none"> - 총 연구기간 : 2019.4 ~ 2023.12 (5년) - 1차년도 연구기간 : 2019.4 ~ 2019.12 (9월)
	<p>○ 정부출연금 규모</p> <ul style="list-style-type: none"> - 총 정부출연금 10,000 백만원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 500 백만원 이내
<p>8. 기타</p>	

2절. 평가기준 설정

[표 6-2] 기준 항목 및 세부평가항목

기준항목	세부평가항목
연구컨소시엄의 주요실적 (10점)	관련 프로젝트 수행실적 건수 (10점)
연구진 구성의 적정성 (10점)	참여 연구인력 투입의 적정성 및 전문성(5점)
	기존 건축물 리모델링 설계 실무 등 전문분야별 수행조직 구성의 적정성 및 참여기관의 기술개발 역량 (5점)
연구제안의 충실도 (25점)	제안 기술 및 전략의 RFP 부합성 (5점)
	연구수행을 위한 국내 및 국제표준현황 파악의 충실도 (5점)
	연구범위 및 목표설정의 타당성 (5점)
	성과목표·지표 설정의 명확성 및 적정성 (5점)
	세부과제 추진의 독립성 및 과제간 상호연계성 (5점)
추진전략의 구체성 (25점)	연구수행, 지원체계 및 인프라 구축의 합리성 (5점)
	연구성과의 실무보급 및 세움터 활용 등 실용화 전략의 구체성 (5점)
	국가표준, 국제 개방형BIM표준 연계전략의 구체성 (5점)
	목표달성을 위한 1단계와의 연계 및 연구 파급효과의 전략제시 (5점)
	독창적인 과제제안 및 등 추진전략의 차별성 (5점)
연구성과 활용방안 및 실용화의 구체성 (20점)	연구성과의 정량적 제시 및 활용방안의 구체성 (5점)
	개발 기술의 기대성과(기술적, 경제적) 및 파급효과(5점)
	연구성과물의 실용성 및 실무계 지원효과의 구체성 (5점)
	연구성과의 세움터 등 국가공공시스템 연계활용의 구체성 (5점)
연구책임자의 수행역량 (10점)	본 과제의 핵심 주제에 관한 연구책임자의 전문성 및 관련 주요업적 (5점)
	연구개발과제 관리 및 운영능력 (5점)

국토교통연구기획사업

효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지
핵심 기술 개발 기획

- 플러스에너지 커뮤니티를 위한 에너지 플랫폼 개발 및
실증 기술 -

2017. 5.

공동연구기관 / 명지대학교 산학협력단

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 "효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술 개발 기획" 과제 중 1과제 "플러스에너지 커뮤니티를 위한 에너지 플랫폼 개발 및 실증 기술"의 최종 보고서로 제출합니다.

2017. 05. 30.

공동연구기관명 : 명지대학교 산학협력단

공동연구책임자 : 이명주 교수

연구원 : 임인혁, 김정운, 손은정,

" : 허다운, 김현아

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성	01
1절. 기술의 정의	01
2절. 연구개발 배경	03
1. 대외적 측면(신(新)기후체제)	03
2. 정부의 정책적 측면	05
3. 건설 경제 및 산업적 측면	07
3절. 연구개발 필요성	09
2장. 국내외 동향 및 환경 분석	11
1절. 국내외 정책동향	11
1. 국내 정책동향	11
2. 해외 정책동향	20
2절. 국내외 시장현황 및 전망	33
1. 국내 시장현황	33
2. 해외 시장현황	40
3절. 기술동향 분석	46
1. 관련 기술개발 동향	46
2. 기존 기술(연구)과의 차별성 및 연계방안	62
4절. 기술수준 분석	67
1. 특허동향 분석	67
2. 논문동향 분석	70

5절. 유사과제 분석	72
6절. 연구개발 인프라 분석	77
7절. 종합분석	79
1. 동향분석 시사점	79
2. SWOT 분석	81
3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	82
1절. 비전 및 목표	82
1. 국내·외 현황을 고려한 건축물 에너지성능 정의 및 연구 범위 설정	82
2. 연구 비전	92
2. 연구 목표	93
3. 기술개발에 따른 미래상	94
3절. 연구개발과제 구성	96
1. 연구과제의 전체 구성	96
2. 세부과제 구성	97
3. 기술의 정의	103
4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략	104
1. 세부과제별 주요내용	104
2. 추진전략	107
5절. 세부과제 간 연계 관계	109
6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	111
1. 과제별·연차별 기술로드맵	111
2. 성과로드맵	112

4장. 사전 타당성 검토 113

1절. 정부적 타당성 113

- 1. 국가정책과의 부합성 113
- 2. 상위계획과의 부합성 115
- 3. 관련 정책과의 연계성 115

2절. 기술적 타당성 117

- 1. 관련이슈 117
- 2. 기술개발의 성공 가능성 117
- 3. 기존 기술 및 과제와의 차별성·우수성 118

3절. 경제적 타당성 120

- 1. 연구개발 투자의 효율성 120
- 2. 경제적 파급효과 120

4절. 기술개발 필요성 및 정부지원 타당성 121

- 1. 기술개발 필요성 121
- 2. 정부지원 타당성 123

5절. 테스트베드 계획안 제안(안) 124

- 1. 기존 노원구 제로에너지 주택단지 확장(안) - 노원구 중심형 124
- 2. 신축 주택단지 테스트베드(안) - 타지체 중심형 128

5장. 성과활용 방안 137

1절. 최종성과물 및 활용계획 137

- 1. 1세부과제 : 플러스에너지 주택단지 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증 137
- 2. 2세부과제 : 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용 137
- 3. 3세부과제 : 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발 138

2절. 연구수행을 위한 연구 수행 체계(안) 138

6장. 인력투입 소요예산 산정 140

1절. 연구과제 제안별 소요예산 141

1. 신축 주택단지 + 공공건축물 신축 141

2. 신축 주택단지 + 공공건축물 리모델링 142

3. 노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 신축 143

4. 노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 리모델링 144

2절. 연구일정에 따른 인력투입 계획 145

1. 전체 과제 인력 투입 계획 145

2. 세부과제별 상세 인력 투입 계획 146

3절. 소요예산 산정 148

1. 예산 산정 방법 148

2. 전체사업 소요 예산 148

3. 세부과제별 소요예산 149

7장. 과제 제안요구서 151

1절. 과제 제안요구서(RFP) 151

2절. 평가기준 설정 160

〈표 차례〉

[표 1-1] 넷 제로에너지 건물의 종류	2
[표 2-1] 2014년 국토교통부의 제로에너지빌딩 조기 활성화 방안	11
[표 2-2] 제로에너지빌딩 인센티브	12
[표 2-3] 제로에너지빌딩 인증 등급(안)	13
[표 2-4] 제로에너지빌딩 사업모델	13
[표 2-5] 에너지기본계획 비교	16
[표 2-6] E-프로슈머 정책 방향	17
[표 2-7] 수요자원 거래시장 개요	18
[표 2-8] 유형별 ESS 확산 방안	18
[표 2-9] 에너지기본계획 비교	19
[표 2-10] 대규모 전력망과 마이크로그리드 비교	19
[표 2-11] 유럽연합 각 나라에서 선정한 건물에너지	23
[표 2-12] 미국 단체별 제로에너지 계획	25
[표 2-13] 미국 연방/지자체 주체 건물에너지 저감사업	29
[표 2-14] 유럽 국가별 스마트 미터링 도입 계획	31
[표 2-15] 제로에너지빌딩 시범단지	33
[표 2-16] 노원 제로에너지 주택단지	34
[표 2-17] 홍천 친환경에너지타운 (강원도 홍천군)	35
[표 2-18] 국내 마이크로그리드 주요 연구 및 실증사업 현황	37
[표 2-19] 글로벌 에코플랫폼 (제주도)	39
[표 2-20] 영국의 베드제드(Bed-ZED) 개요	41
[표 2-21] 독일의 Freiburg Vauban 프로젝트	42
[표 2-22] 독일의 운데마을	42
[표 2-23] 일본의 펠타운(Paltown)	43
[표 2-24] EU 마이크로그리드 프로젝트 현황	45
[표 2-25] 국내 ZEB 시범사업 지역/용도별 적용 기술 현황	46
[표 2-26] 제로카본 그린홈 적용 요소기술(출처: 한국건설기술연구원)	48
[표 2-27] 제로에너지주택 성능 건축물 부위별 열관류율 (단위:W/m ² ·K)	49
[표 2-28] 노원구 제로에너지주택 실증단지 적용 기술	51
[표 2-29] 제로에너지주택 실증단지 목업주택과 일반주택 냉난방비 비교	53
[표 2-30] Energy Plus Community 적용 기술	56
[표 2-31] 마이크로그리드 분야별 기술수준 분석	58
[표 2-32] 에너지 자립형 마이크로그리드의 운영시스템 기술	59
[표 2-33] BEMS 분석항목 및 주요기능	60
[표 2-34] 국외 BEMS 연구개발 주요기업	61
[표 2-35] 기술트리	62
[표 2-36] 기존 기술(연구)와의 차별성 및 연계방안	64
[표 2-37] 기존연구와의 비교 분석	65

[표 2-38] 유사과제 사례 1	73
[표 2-39] 유사과제 사례 2	74
[표 2-40] 유사과제 사례 3	75
[표 2-41] 유사과제 사례 4	76
[표 2-42] 중점추진분야별 인프라 수준	77
[표 2-43] 국내 연구 인프라	78
[표 2-44] 기획과제의 SWOT 분석	81
[표 3-1] 제로에너지빌딩 정의(국토교통부)	82
[표 3-2] 넷 제로에너지 공동주택 개념	82
[표 3-3] 노원구 제로에너지주택 실증단지가 추구하는 넷 제로에너지 개념	82
[표 3-4] 준 제로에너지빌딩 정의(EPBD 2010/31/EU)	83
[표 3-5] 제로에너지건축물 정의 (미국 국립건축물과학연구소)	83
[표 3-6] 플러스에너지 커뮤니티 정의 제안(안)	83
[표 3-7] 플러스에너지 커뮤니티 정의 제안별 차이	84
[표 3-8] 노원 제로에너지 주택단지와 플러스에너지 커뮤니티(4안) 비교	84
[표 3-9] 페리의 커뮤니티 시스템 6가지 원칙	87
[표 3-10] 커뮤니티의 지역적 범위 정의	90
[표 3-11] 용도별 토지이용계획	90
[표 3-12] 커뮤니티 별 규모	91
[표 3-13] 연구개발 목표 (플러스에너지 4안 정의 기준)	93
[표 3-14] 플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발 현황 및 미래상	94
[표 3-15] 10대 대표 핵심기술 개발	97
[표 3-16] 과제구성(기술트리)	97
[표 3-17] 세부 과제별 기술의 정의 및 성과물	103
[표 3-18] 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증	104
[표 3-19] 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용	105
[표 3-20] 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발	106
[표 4-1] 저탄소 녹색성장 기본법	116
[표 4-2] 녹색건축물 조성지원법	116
[표 4-3] 기 추진 중인 과제(기술)의 실태 및 차별성	119
[표 4-4] 노원 제로에너지 주택단지 주변 공공건축물 및 교육시설	126
[표 4-5] 2010년 주택총조사에 따른 주택유형별 비율	129
[표 4-6] 아파트 유형별 주택 호수 분포	129
[표 4-7] 공공건설임대주택 표준건축비-지상층기준	131
[표 4-8] 분양가상한제 적용주택의 기본형건축비 및 가상비용-지상층기준	131
[표 4-9] ‘분양가상한제 적용주택의 기본형건축비 및 가상비용’의 면적별 지하층건축비	132
[표 4-10] 신규 주택단지 예상 전체 공급면적	132
[표 4-11] 주택단지별 예상 표준건축비 (전용면적 85㎡ 기준)	133
[표 4-12] 서울특별시 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례 제9조의 건축범위	134
[표 4-13] 서울시 공공건축물 건립 공사비 책정 가이드라인 용도 및 공사종별 분류	135
[표 4-14] 주민센터 공사비 책정 가이드라인	135
[표 4-15] 주민센터 예상 건축비	135
[표 4-16] 커뮤니티 건축범위 건축물별 예상 건축비	136

[표 5-1] 연구 수행 체계(안)에 따른 역할	138
[표 6-1] 공공건축물(주민센터, 노인복지센터, 보건소)의 신축과 리모델링 건축비 비교 ..	140
[표 6-2] 연구과제 제안별 소요예산	140
[표 6-3] ALT 1. 신축 주택단지 + 공공건축물 신축 소요예산	141
[표 6-4] ALT 2. 신축 주택단지 + 공공건축물 리모델링 소요예산	142
[표 6-5] ALT 3. 노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 신축 소요예산	143
[표 6-6] ALT 4. 노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 리모델링 소요예산	144
[표 6-7] 연차별 투입 연구인력	145
[표 6-8] 1세부과제 연차별 투입 연구인력	146
[표 6-9] 2세부과제 연차별 투입 연구인력	146
[표 6-10] 3세부과제 연차별 투입 연구인력	147
[표 6-11] 전체 소요예산	148
[표 6-12] 총괄 비목별 소요예산	148
[표 6-13] 1세부과제 비목별 소요예산	149
[표 6-14] 2세부과제 비목별 소요예산	149
[표 6-15] 3세부과제 비목별 소요예산	149

<그림 차례>

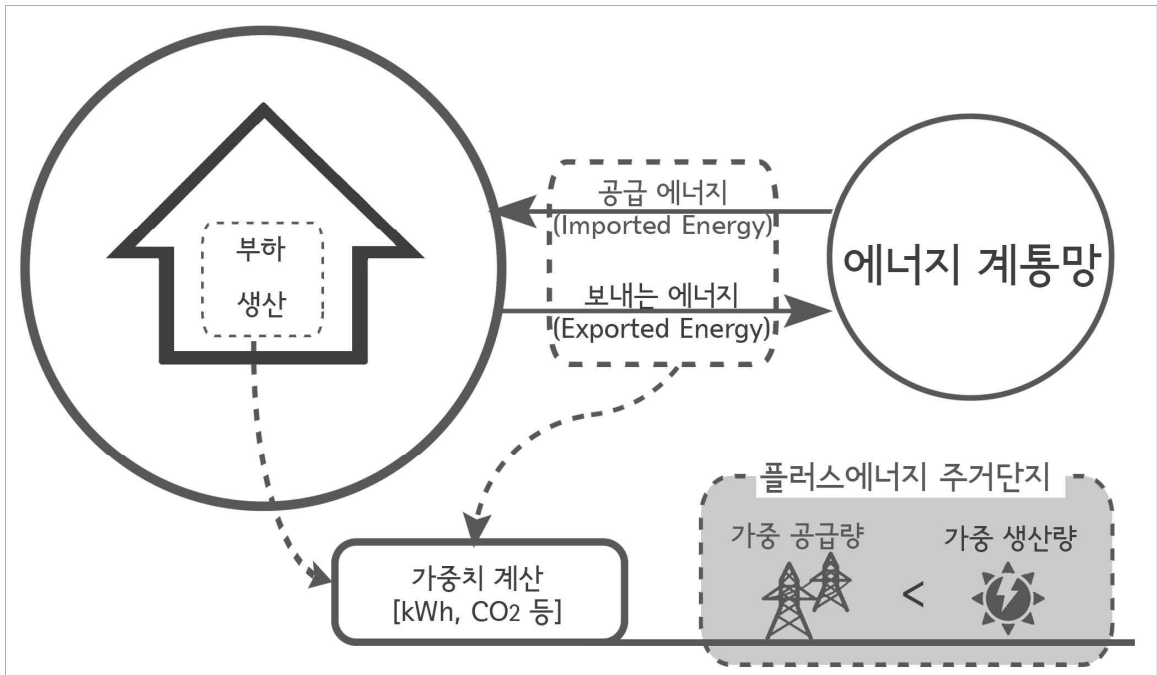
[그림 1-1] 플러스에너지 주거단지 개념	1
[그림 1-2] 에너지량에 따른 제로에너지와 플러스에너지 구분 예시	2
[그림 1-3] 지구온난화에 의한 영향과 위기	3
[그림 1-4] Post-2020 우리나라 온실가스 감축 목표(2015년 6월)	4
[그림 1-5] Post-2020 대응 국외의 온실가스 감축 목표 및 내용	5
[그림 1-6] 국토교통 7대 신산업 중 제로에너지빌딩 사업 개요	6
[그림 1-7] 세계 탄소배출권 거래제 현황	7
[그림 2-1] 국내 건물부문 건물에너지 절감 강화 정책 및 전망	12
[그림 2-2] 부분별 감축율(%) (출처 : 온실가스종합정보센터)	14
[그림 2-3] 2030년 BAU 대비 37% 감축목표 (출처 : 온실가스종합정보센터)	14
[그림 2-4] 국토교통 7대 신산업 육성방안 (2016년 국토교통부 업무계획, 2016.01)	15
[그림 2-5] 에너지 신산업 생태계 (출처: 산업통상자원부)	15
[그림 2-6] 2030 에너지 신산업 정책방향	16
[그림 2-7] OECD 가입국 주거건물 예상 에너지 사용 증가율(2016; IEA)	20
[그림 2-8] EU 국가들의 제로에너지 로드맵 현황	21
[그림 2-9] EPBD recast 의 nZEB관련 로드맵	21
[그림 2-10] 유럽연합의 제로에너지 실현을 위한 가이드라인	22
[그림 2-11] 전 세계 국가별 녹색 건축물 인증제도 현황	24
[그림 2-12] 독일의 제로에너지 빌딩 관련 규제	26
[그림 2-13] 연도별 프랑스 BBC 목표 수준 (출처: www.rouchennergies.fr)	27
[그림 2-14] 건물에너지 저감 정책 및 사업 유형	28
[그림 2-15] 일본 재생에너지 설비용량변화 추이	32
[그림 2-16] 기업형 E-프로슈머 개념	36
[그림 2-17] 2011-2020년 한국의 마이크로그리드 시장 수익 및 연간 수용량 증대 전망	37
[그림 2-18] 가사도 에너지 자립성 구성도	38
[그림 2-19] 마이크로그리드 글로벌 시장 성장 전망 (Navigant Research, 2013, 4Q)	44
[그림 2-20] 2011-2020년 아시아태평양 지역의 전체 마이크로그리드 시장 수익률 예측	45
[그림 2-21] 제로에너지빌딩 적용 패시브&액티브 기술 사례	46
[그림 2-22] 분야별 최고기술 보유국	47
[그림 2-23] 국내 최초 제로에너지주택 실증단지(서울시 노원구)	50
[그림 2-24] 노원구 제로에너지주택 실증단지 연간 에너지 대차대조 예측	51
[그림 2-25] 제로에너지주택 실증단지 목업주택 7월 실내온도와 외기온도 비교	52
[그림 2-26] Effizienzhaus Plus의 연간 에너지 대차대조	54
[그림 2-27] 유럽최초 에너지 플러스 주택단지(Weiz Gleisdorf)	55
[그림 2-28] 에너지 플러스 주택단지 에너지 공급 계통도	55
[그림 2-29] 마이크로그리드 해석 모델 및 제어 모델 개발을 위한 개념도	57
[그림 2-30] 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술 개발 기획	63

[그림 2-31] 녹색건축 분야의 국가/연도별 출원동향	67
[그림 2-32] 특허분석 개요	69
[그림 2-33] 특허분석 대상	69
[그림 2-34] 특허기술경쟁력: 종합	70
[그림 2-35] 국내외 건물 외피 부문 논문동향 결과	71
[그림 2-36] 국내 건물 외피 부문 상세 논문동향 결과	71
[그림 3-1] BMUB의 플러스에너지 디자인 피라미드	85
[그림 3-2] 신규 주택단지와 연계되는 주변 기존 주택단지 및 근린생활시설 간의 연계	86
[그림 3-3] 페리의 커뮤니티	87
[그림 3-4] 아파트지구개발 관련 법령 변천	88
[그림 3-5] 도시계획시설기준 법령 변천	89
[그림 3-6] 플러스에너지 커뮤니티 지역적 범위	91
[그림 3-7] 기획연구의 비전 및 목표	92
[그림 3-8] 연구개발과제의 구성 및 체계	96
[그림 3-9] 연구단 연구추진 체계	108
[그림 3-10] 세부과제 간 연계관계	110
[그림 3-11] 1세부과제 기술로드맵	111
[그림 3-12] 2세부과제 기술로드맵	111
[그림 3-13] 3세부과제 기술로드맵	112
[그림 3-14] 과제별·단계별 산출물(Output) 및 성과물(Outcome) 로드맵	112
[그림 4-1] 국토교통부 7대 신산업 중 제로에너지빌딩	113
[그림 4-2] 국토교통부 보도자료 (2017.01.20.)	114
[그림 4-3] 노원 제로에너지 주택단지 주변 공공건축물 및 교육시설 위치	127
[그림 5-1] 연구 수행 체계(안)	139
[그림 6-1] ALT 1의 소요예산	141
[그림 6-2] ALT 2의 소요예산	142
[그림 6-3] ALT 3의 소요예산	143
[그림 6-4] ALT 4의 소요예산	144

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의

- 제로에너지와 플러스에너지 주거단지는 에너지 계통망과의 접속 여부에 따라 독립건물(Off Grid)과 넷제로에너지건물(Net Zero Energy Building)로 구분
 - 건물은 생산하는 신재생에너지와 소비하는 에너지의 사용시간 차이로 인해 에너지망 자체를 저장장치로 이용하는 넷제로에너지건물을 보통 제로에너지를 의미함
- 플러스에너지 주거단지를 통해 에너지사용자인 커뮤니티가 에너지 수요·공급의 주체로 변환되어 국가 에너지망의 밸런스를 맞추는 완충장치 역할 수행



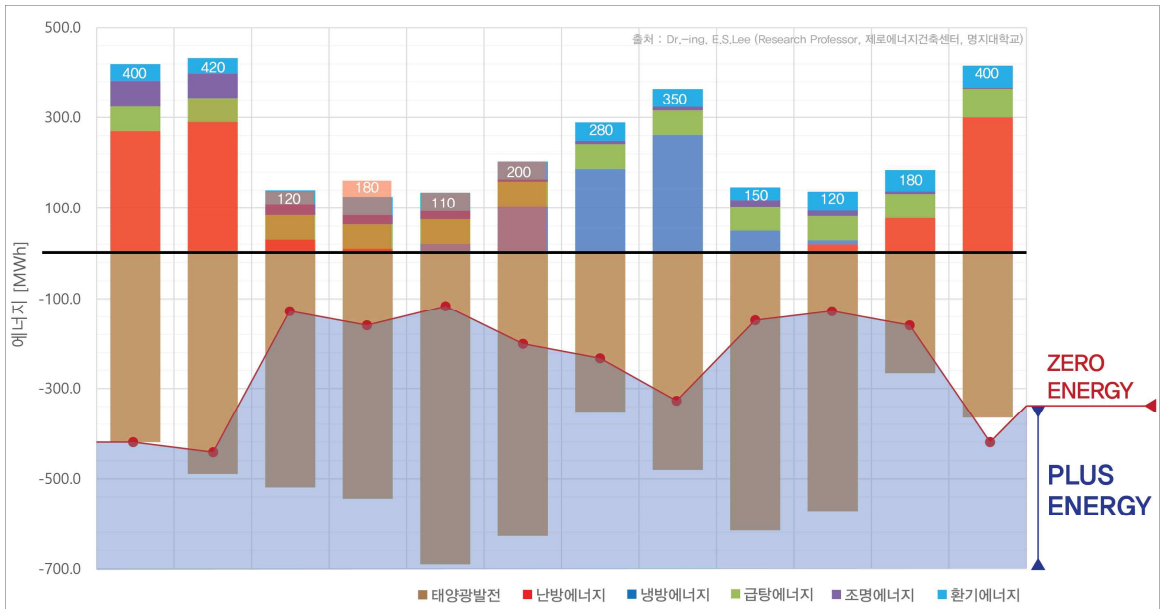
[그림 1-1] 플러스에너지 주거단지 개념

- 제로에너지 주거단지는 세대 내 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명부문의 에너지 소요량을 공급하기 위해 에너지 공급망에서 부지로 들어온 에너지 양과 주택단지 내 신재생에너지 시스템에서 생산하여 기존 에너지 공급망에 보낸 에너지양을 각각 1차에너지로 환산 비교하여 1년간 서로 같은 양을 주고 받은 주택을 의미한다. 플러스에너지 주거단지는 제로에너지 주거단지와 동일하게 연간 대차대조가 플러스되는 단지를 말함. Torecellini(2006)에 따르면 제로에너지 건물의 정의를 4가지로 구분할 수 있음

[표 1-1] 넷 제로에너지 건물의 종류

제로에너지 건물 종류	영문명	내 용
넷 제로 사이트에너지	Net-Zero Site Energy	제로에너지 경계를 기준으로 건물이 소비하는 에너지를 공급하기 위해 외부전력망으로부터 들어오는 에너지량과 부지 내에서 신재생에너지를 통해 생산되어 외부로 내보내는 에너지와의 연간 대차대조가 제로인 상태
넷 제로 일차에너지	Net-Zero Source Energy	제로에너지 경계를 통해 들어오고 나가는 에너지의 1차에너지 환산량의 대차대조 제로
넷 제로 이산화탄소 발생	Net-Zero Energy Emission	제로에너지 경계를 통해 들어오고 나가는 1차에너지의 이산화탄소 환산량의 대차대조 제로
넷 제로 비용	Net-Zero Energy Cost	제로에너지 경계를 통해 지불하는 연간 에너지비용과 에너지 판매수익의 대차대조 제로

- 플러스에너지 주거단지는 내에서 일별, 월별 생산과 소비의 불일치로 인한 잉여 생산 전력량을 인근 건축물 또는 시설물에 공급할 수 있는 도심 분산형 전원 주거단지를 의미한다. 장소적 범위로는 에너지 저장기술 및 도심 마이크로 그리드 기반 에너지 플랫폼 구축으로 단지 규모를 넘는 커뮤니티임

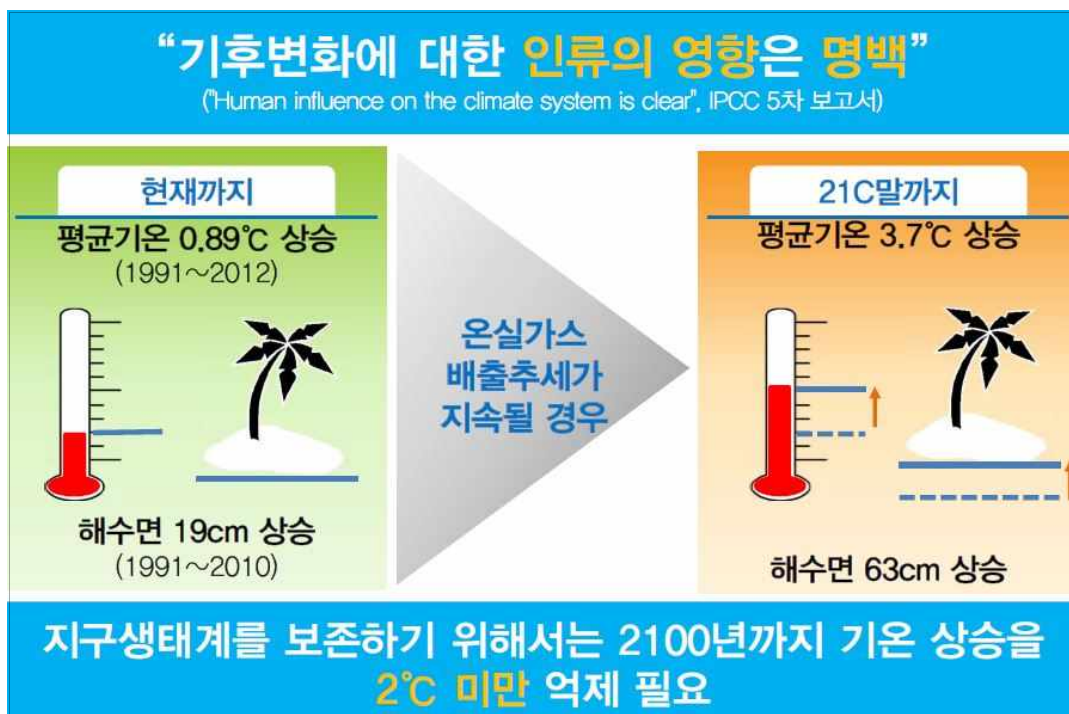


[그림 1-2] 에너지량에 따른 제로에너지와 플러스에너지 구분 예시

2절. 연구개발 배경

1. 대외적 측면(신(新)기후체제)

- 기후변화에 따른 지구 생태계의 변화에 에너지·자원의 고갈 등에 대한 전지구적 대응 노력이 절실하며 기후변화에 적절히 대응하지 않을 경우 그 피해는 매년 전 세계 GDP의 20% 까지 치솟을 것으로 예상(출처: Nicholas Stern, 2006)

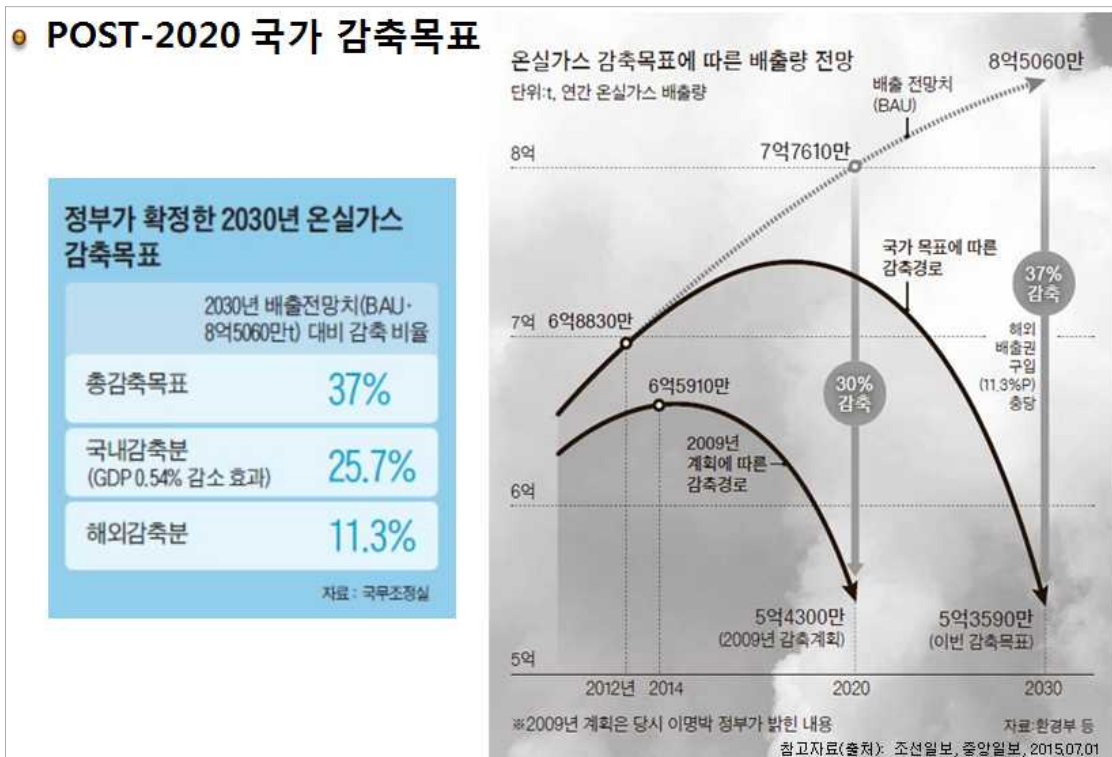


[그림 1-3] 지구온난화에 의한 영향과 위기(출처: 기후 Week 2015 포럼, 2015)

- Post-2020 신기후체제란 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승폭을 2°C 이내(온도 상승을 1.5°C 이하로 제한하기 위한 노력을 추구)로 억제하기 위하여 선진국, 개도국 모두 참여하여 기후 변화에 대응하는 것을 의미하며, 제20차 리마 기후변화 당사국총회(COP, The Conference of the Parties)에서 각국이 온실가스 감축 목표를 스스로 결정하는 자발적 기여(INDC, Intended Nationally Determined Contributions)를 2015년 12월 파리총회(COP 21)에 앞서 제출함
- 우리나라는 2015년 12월 POST-2020을 대비한 국가 온실가스 감축목표를 2030년까지 온실가스 배출전망치(850.6백만톤CO₂e) 대비 37%로 결정함
- 파리 당사국 총회(COP21, 2015년 12월) 이후 온실가스 감축목표가 국제적으로 공식화되면 후속작업으로 부문별 세부이행계획 및 정책적 대응방안 마련이 시급하며 국가 온실가스 감축목표 달성 및 제로에너지 건축물 의무화 추진(2025년) 등과 관련하여, 건물부문의 구체적인 기술적, 정책적 대책 마련이 시급한 상황으로

인식되고 있음

- 지구 온난화 및 에너지 고갈 등으로 인한 환경문제 해소를 위한 에너지 효율화 및 기후변화 대응 주거단지 기술 개발 필요
 - 플러스에너지 공동주택은 에너지요구량 최소화와 고효율설비 및 신재생에너지시스템을 통해 필요 에너지를 공급하는 등 에너지 소비주체에서 생산주체로 역할 변화 필요
 - 에너지 플랫폼 내에서 주거단지의 에너지소비량을 줄이고, 신재생에너지시스템을 통한 열·전력 잉여에너지 극대화를 위한 주거모형 개발 및 보급 필요



[그림 1-4] Post-2020 우리나라 온실가스 감축 목표(2015년 6월)

2. 정부의 정책적 측면

- 건물부문은 다른 부문에 비하여 온실가스 감축 잠재력이 가장 클 것으로 예상하고 있으나, 신기술 적용이 늦게 이루어지는 특징이 있고 산업, 교통 등의 다른 분야에 비하여 이미 개발된 신기술이 현장에 적용되지 않는 경우가 매우 많음. 이에 따라 정부 정책은 이미 개발된 신기술이 시장에 적용되기 위한 적정 시점 및 기술 범위를 설정하고 정책적·재정적 지원을 해야 함

● 선진국 및 개도국의 중장기 감축목표 수립 추진

국가	주요 내용	감축 목표 (2030)
 E U	<ul style="list-style-type: none"> ◦ EU 기후변화 종합법(Directives) 발효 ('09.4) ◦ 자동차 온실가스 배출규제 도입 ('09) 	1990년 대비 40%
 영국	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계최초 기후변화 법안 도입, 감축목표 명시(2008.12) 	1990년 대비 34% (2020년 목표)
 중국	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '20년까지 일차에너지의 비화석연료의 비중을 15%로 상향 ◦ 5개년 계획 ('11-'15년) 수립 	60-65% ('05 대비 GDP 당)
 미국	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '20년부터 주거용, '25년부터 비주거용 건축물의 제로에너지화를 목표로 에너지부처(Department of Energy)의 추진사업을 통해 다양한 지원을 실시 	2005년 대비 26-28% (2025년 목표)
 멕시코	<ul style="list-style-type: none"> ◦ MRV 체계 구축을 위한 수단 및 제도적 준비 완료 ◦ 장기적 계획 수립 - '50년 70% 감축 (BAU 대비) 	25% (조건부 40%) (2030년 BAU 대비)
 일본	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '50년까지 주택·건축물 분야에서 평균적으로 CO2 Zero Emission을 목표 	

[그림 1-5] Post-2020 대응 국외의 온실가스 감축 목표 및 내용

- 정부에서는 2020년까지 우리나라 건물부문 온실가스 감축목표를 달성하기 위해, 2017년부터 신축주택 대상으로 냉난방에너지 소비량을 60%까지 절감하고, 2025년부터 신축 건축물 대상으로 제로에너지 주택 수준 달성을 의무화 할 것을 발표한 바 있음. 국가 온실가스 감축 목표 이행에 있어 “패시브 건축물 및 제로에너지 건축물” 기술요소의 개발은 매우 중요하게 부각되고 있음
- 에너지 위기를 효과적으로 극복하고 안정적인 에너지 수급을 위하여 공급위주 정책에서 수요를 줄이는 수요관리 정책으로 전환을 꾀하고 있으며, 특히 건물 부문은 에너지 사용량의 21%를 차지하며 감축 잠재력이 높아 성능개선을 통한 에너지 수요 감축에 효과적일 것으로 예상됨



[그림 1-6] 국토교통 7대 신산업 중 제로에너지빌딩 사업 개요

○ 정부지원의 필요성

- 대외적 측면

- 국가전체의 효율적인 에너지 운용을 위한 주거단지 핵심 기술 개발 및 추진 방안, 정책지원 마련 등은 국가차원에서 추진해야하는 것으로 국가의 역할과 리더로서의 방향설정이 매우 중요함
- 건설-환경-경제적인 측면의 효과분석과 이를 통한 핵심 기술 개발 전략 마련은 정부 또는 공공기관의 역할이며 이를 통해 산업, 특히 건축산업 및 녹색 건설기술의 활성화와 유도는 정부의 역할
- IEA 보고서(IEA ETP, 2014)에 따르면 건물부문의 에너지 소비 증가는 년 1.5%수준으로 예상보다 크며, 아직 수요 감축을 위한 정책 및 기술 적용이 본 궤도에 진입하지 못한 것(Not on track)으로 평가하고 있음. 정부의 정책 추진과 재원 지원이 절실히 요구됨

- 정책적 측면

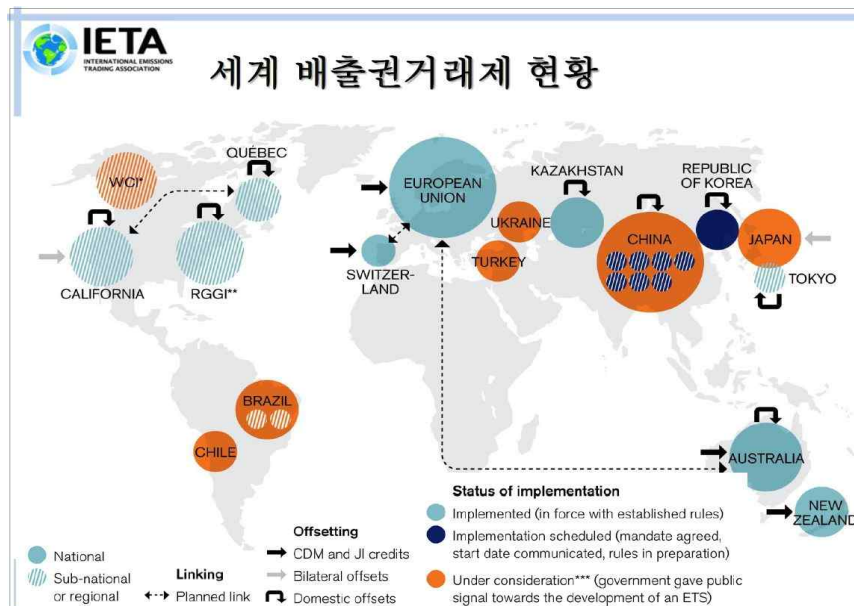
- 건물부문의 효율적인 에너지 운용을 통한 에너지 저감 기술은 국가 에너지 소비량 및 온실가스 발생량의 저감에 직접적인 영향을 미칠 것으로 사료되며 이는 정부주도의 제도적/정책적 지원과 재정적 지원이 수반되어야 하는 사항임
- 건물부문의 에너지절약 기술 및 온실가스 감축 기술은 비용-효용적 신기술의 시장진입 장벽이 높아 적절한 정책강화 및 지원 없이는 실현이 불가능할 수 있음(IPCC, IPCC AR5(WG3)- Mitigation of climate change-Chapter 9 Buildings)
- 건물부문의 온실가스 감축의 실효성 있는 실천을 위해서는 시장의 자율적 전환을 통해서 기대하기 어려우며 강력한 정책 관여가 요구됨
- 플러스에너지 주택의 보급 및 커뮤니티 기반시설물의 에너지자립을 통한 개선으로 국민 주거안정으로 에너지복지 실현 가능
- 주거단지와 커뮤니티에 대한 에너지 사용 목적별 분리계측을 통하여 수집된 데이터는 향후 국가 정책 및 에너지 분야의 지표 설정 시 활용 가능

- 경제 및 산업적 측면

- 플러스에너지 주거단지 핵심기술 개발과 관련하여 새로운 기술을 상용화하고 보급하기 위해서는 커뮤니티 단위의 실증 사업 추진이 필수적이며, 이에 대한 대단지 투자가 추진될 필요가 있으나 국내에서 시도는 전무하며, 실증 사업과 함께 각각의 요소기술 및 융복합 기술에 대한 신뢰성 및 안전성 입증을 위한 국가차원의 지원이 선행될 필요가 있음
- 에너지사용자인 커뮤니티가 에너지 수요·공급의 주체로 변환되어 국가 에너지망의 밸런스를 맞추는 완충장치 역할로 피크부하를 절감하고, 이에 따라 국가차원의 전력기반시설 비용 절감 및 에너지시스템 안정화 가능
- 플러스에너지 주택/공공기반시설 등 통합 에너지 플랫폼 구축으로 정부 및 산업간 연계 및 공동개발 추진으로 산업간 융합을 통한 시너지 효과 창출 가능

3. 건설 경제 및 산업적 측면

- 세계적으로 배출권거래제는 40여 개국에서 시행하고 있으며 그 규모는 약 7억톤 CO2e로 세계 전체 온실가스 배출량의 약 12%를 차지함
- 유럽은 배출권거래제 4기(2021-2030)가 출범 예정이고, 미국은 Clean Power Plan(CPP)를 확정, 캐나다는 배출권 거래제 시행을 확대할 전망이다. 또한 중국은 2017년부터 전국단위의 배출권 거래제 시행을 확정하여 그 규모가 60억톤 정도로 세계최대의 탄소배출권 거래 시장이 형성될 것으로 전망됨
- 국제 기후변화협약 이행을 위한 건물부문 온실가스 감축 기술의 개발이 필요하며 감축 기술 및 방법론에 대한 시장수요가 급격히 증가할 것으로 예상됨



[그림 1-7] 세계 탄소배출권 거래제 현황 (출처: 국제배출권거래협회, 2015)

- 국내 녹색건축물 시장은 약 19%로 성장될 것으로 예상되는 상황으로 녹색건축물 분야는 향후 미래의 새로운 신성장 동력으로 평가되고 있음
 - 전국 건축물은 총 6,911천동(34억5천1백만㎡)으로 건물부문의 에너지소비는 약 37.9백만TOE로 국가 전체 에너지의 약 18.2%이상을 소비하고, 온실가스 배출량은 약 20.3%이상을 차지함

- 건설부문에서 건축물 부문의 시장규모 비율은 약 75% 점유. 세계 건축 시장규모는 2006년, 3조4천5백억 달러로 산출되며 2030년 이후에는 제로에너지 그린빌딩과 같은 녹색건축물분야의 시장규모는 전체시장에서 약 60%를 차지할 것으로 판단됨
 - 주요 선진국은 건축 산업구조, 정책/제도 전반의 개혁 및 지원을 통해 제로에너지 건물의 보급 확대를 위한 시장전환 진행 중이며, 빠르게 성장하고 있는 중국, 인도를 포함한 아시아 지역에서도 녹색 건설 시장의 활성화를 주도하고 있음
 - 2013년 기준 국내 건축물 680만동 중, 660만동을 차지하는 기존 건축물 중 74.1%는 사용승인일 15년이 경과된 건축물로서, 에너지 및 탄소 저감에 대한 큰 잠재력을 가지고 있음

- 주요 선진국은 기술성숙화 단계인 제로에너지 건축기술을 기반으로 IT융합을 통한 에너지관리 관리 기술 및 신재생에너지 융합을 통해 시장 주도권을 확보하고 있으나, 국내는 요소기술 자립화 단계로 보급 및 상용화가 미흡한 수준이며, 건물 통합 패키지기술을 기반으로 한 상용화 추진전략 필요

- 현재 건설산업에서 ‘패시브 건축물’ 및 ‘제로에너지 건축물’ 등 온실가스 저감을 위한 건축기술의 도입에 관심이 높아지는 추세이나, 이를 뒷받침하는 건축물 구현 요소기술의 발굴이 미진하여 국가 및 우리나라 건설 산업의 경쟁력의 도약에 장애요인으로 작용
 - ‘건물부문의 온실가스 감축기술’의 개발은 ㉠현재 장기간 침체되어 있는 건설경제를 활성화에 영향, ㉡건물 에너지 소비량의 감축을 통한 사회적 비용의 감소, ㉢새로운 요소기술의 발굴을 통해 국가 경쟁력의 향상 및 부수적인 경제적 효과를 얻을 수 있을 것으로 예상

3절. 연구개발 필요성

- 국가차원의 에너지 생산·저장 활용 기술과 관리 및 교환 연계 시스템에 대한 추진 계획에 따른 에너지 플랫폼 기술 융합 및 적용 모델 개발 필요
 - 제2차 에너지 기본계획에 따르면 분산형 전원의 보급을 6대 중점과제 중 하나로 설정하여 전체 발전량 중 분산형 전원의 비중을 15% 이상 확대 계획 발표
 - 2018년까지 EMS, 분산전원 등 핵심인프라 보급확산 지원 정책에 부합하는 지역 조건별 신재생에너지 하이브리드 시스템 개발 필요
- 플러스에너지 주거단지를 통한 에너지 효율화 및 기후변화 대응 주거단지 기술개발과 에너지복지와 주거복지 실현
 - 플러스에너지 공동주택은 에너지요구량 최소화와 고효율설비 및 신재생에너지 시스템을 통해 필요 에너지를 공급하는 등 에너지 소비주체에서 생산주체로 역할 변화 필요
 - 에너지 플랫폼 내에서 주거단지의 에너지소비량을 줄이고, 신재생에너지시스템을 통한 열·전력 잉여에너지 극대화를 위한 주거모형 개발 및 보급 필요
 - 산업 및 수송부분 대비 감축잠재량이 높은 건축물 분야의 온실가스 감축 및 건물 에너지 효율화를 통해 건축부문 신산업 창출과 선순환 필요
- 에너지 절약 및 송전망 건설 회피, 온실가스 저감, 수도권 계통 안정도에 대한 사회적 요구 증대에 대응할 수 있으며 전력 수요에 적시 대응하며 수급 불안정을 제거 할 수 있는 지역조건별 신재생 에너지 생산설비 및 에너지 저장 활용기술 적용 확대와 에너지 효율을 극대화 하는 마이크로 그리드 기반 에너지 플랫폼 구축 필요
- 주택단지와 커뮤니티 기반시설간의 상이한 에너지 사용시간을 에너지 플랫폼화 하여 중앙공급방식의 에너지 정책에서 분산전원을 활용한 기저부하 용량 감소 가능
- 현재 해외 시장은 주로 독립형 마이크로 그리드 중심으로 구성되어 있고, 국내는 가사도·가파도 등 독립형 에너지자립섬 중심으로 진행 중이나 급증하는 에너지소비량에 따른 에너지 보완을 위해서는 계통연계형 마이크로그리드를 통한 커뮤니티 내 자체적인 에너지 생산·소비 소규모 플랫폼 구축 필요
- 에너지 플랫폼 인프라 부족으로 국내 에너지 연계기술에 대한 수준이 낮기 때문에, 국가적 기술 수준 향상 및 인프라 확대를 위한 실증 사업 지원 필요
- 정부의 지속적 정책보급, 지원을 토대로 플러스에너지 주거단지 관련 기술 개발·관련 규제완화 및 실증사업은 국내 주택 시장 및 기술시장에 보급가능성과 지역경제, 산업경제 파급 효과 창출 가능

- 에너지 공급·수요의 주체가 되는 커뮤니티(공공기반시설, 공동주택) 차원의 모델을 구축하여 에너지망의 밸런스를 맞추며 국가 차원의 에너지시스템 안정화 실현
- 다양한 지역조건별 에너지 생산·저장 활용 기술과 관리 및 교환 연계 시스템을 검토하여, 위험요소 발굴 및 적합한 실증 모델 기획 가능

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 건물부문 에너지절감 강화 정책

- 건축물 분야는 전 세계적으로 가장 많은 에너지를 소비하며, 건축물과 에너지 사용 설비의 지속적인 증가로 201년 기준 1971년 대비 2배 증가, 2050년까지 약 50% 증가 전망(IEA 2013, IPCC 2014)
- 정부에서는 저탄소 녹색성장 기본법 상에서 녹색건축물을 ‘에너지이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물’로 정의하고 다양한 제도적 장치를 통해 녹색건축물 활성화 유도
- 국가 온실가스 감축목표 달성 및 제로에너지건물 의무화를 위해 2009년 11월 제6차 녹색성장위원회에서 제로에너지 건축물 도입 로드맵을 발표하였으며, 2014년 제로에너지빌딩 조기 활성화 방안에 기준을 수정 발표 함. 관계부처합동은 패시브 설계 의무화를 통한 에너지 설계기준 강화와 신재생에너지 기술개발을 통해 시장성 확보 필요. 2017년 패시브하우스 설계 의무화, 소형 공공 건축물 2020년 제로에너지 의무화 및 2025년부터 신축건물 제로에너지 의무화

[표 2-1] 2014년 국토교통부의 제로에너지빌딩 조기 활성화 방안

시기	2014~2016	2017~2019	2020 ~	2025 ~
내용	기반구축	상용화, 패시브설계 의무화 (주거: 2017~) (비주거: 2020~)	소형 공공건축물 제로에너지 의무화	신축건물 제로에너지 의무화

- 우리나라는 건물부문의 에너지 절감 및 온실가스 감축 정책들을 시행 중이며, 강화된 정책을 통한 시장 활성화 견인하고 있음. 특히 저에너지 빌딩 및 제로에너지 빌딩의 핵심 기술에 대한 수요가 증가하고 있음
 - (시범사업) 시장선도형 제로에너지빌딩 모델 개발을 위한 단계적 시범사업 추진, 국토교통부
 - (제도기반) ZEB 인센티브 등 법적 기반 마련(2016)
 - (공공 수요 창출) 소형 공공 건축물 대상 의무화 추진(2017)



[그림 2-1] 국내 건물부문 건물에너지 절감 강화 정책 및 전망

- 출처: * 온실가스를 직접적으로 감축하기 위한 정책으로 『온실가스·에너지 목표관리제』 도입(2011)
 * 『배출거래제』 도입을 위한 시행령과 시행규칙 마련 및 착수(2015)
 * 신재생에너지 시장 확대정책이었던 발전차액지원제도(Feed-in Tariff, FIT)를 『신·재생에너지연료공급의무화제도(Renewable Fuel Standard, RFS)』로 전환 시행(2012)
 * 건물부문은 에너지절약설계기준의 단계적 강화(2017년 패시브 수준으로 강화)
 * 2025년 제로에너지 의무화를 위한 사전 조치로 제로에너지 건물 활성화 대책 추진(2015)
 * 제로에너지 건물을 포함한 에너지 12대 신산업 도출 및 추진(2015)

- 국토교통부는 「녹색건축물 조성 지원법 시행령·시행규칙」 및 「건축물 에너지효율 등급 인증에 관한 규칙」 일부 개정안을 통해 2017년 제로에너지건축물 인증제 시행(2017년 1월 20일 시행 예정). 인증을 받은 건축물에 대해서는 용적률 완화, 신재생에너지 설치보조금, 기부채납 부담률 완화 등의 인센티브 제공

[표 2-2] 제로에너지빌딩 인센티브

구분	지원방안
건축기준 완화	용적률 및 높이기준 15% 이내 완화
보조금지원	BEMS(건물에너지관리시스템) 설치보조금 우선지원(설치비 50%) 태양광, 지열 등 신재생에너지 설치보조금(설치비 30~50%) 우선지원
세제지원	취득세 및 재산세 감면(15%, 5년간) 소득세 및 법인세 공제(투자금액의 3%)
기타	설계검토 및 컨설팅, 운영단계 모니터링 등 맞춤형 지원 등

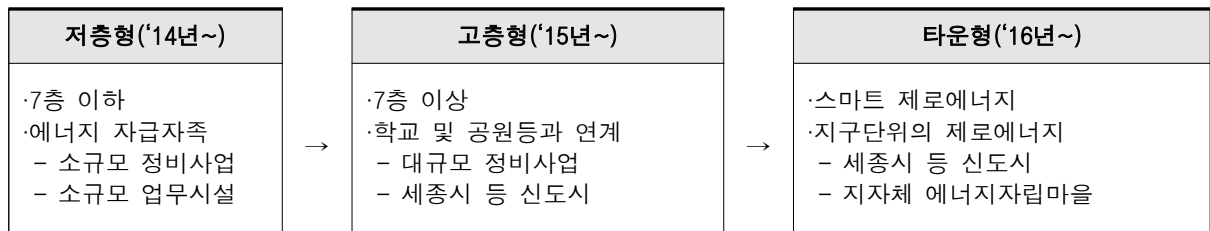
- 제로에너지건축물 인증은 건축물 에너지효율등급 1++이상을 만족하고 건물에너지관리 시스템(EMS) 또는 원격검침전자식계량기 등 에너지 모니터링 시스템이 설치된 건축물에 대해 신재생에너지를 통한 에너지 자립률을 기준으로 5개 등급으로 평가할 예정¹⁾

[표 2-3] 제로에너지빌딩 인증 등급(안)

ZEB등급	에너지 자립률
1등급	에너지 자립률이 100% 이상인 건축물
2등급	에너지 자립률이 80 이상 ~ 100% 미만인 건축물
3등급	에너지 자립률이 60 이상 ~ 80% 미만인 건축물
4등급	에너지 자립률이 40 이상 ~ 60% 미만인 건축물
5등급	에너지 자립률이 20 이상 ~ 40% 미만인 건축물

- 정부는 2014년부터 제로에너지빌딩을 추진해왔으며, 올해부터 주택단지 규모인 타운형(지자체 에너지자립마을 등)으로 확대할 계획²⁾

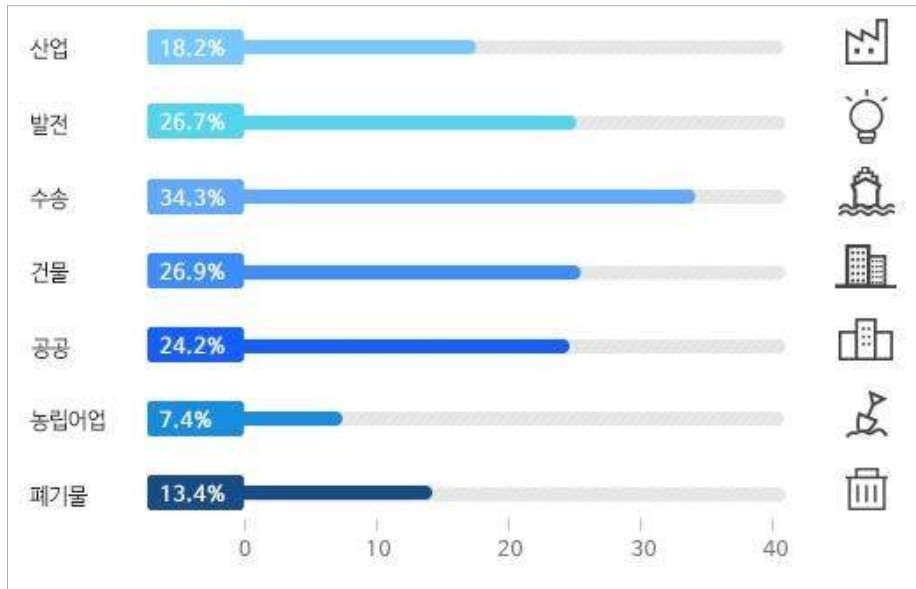
[표 2-4] 제로에너지빌딩 사업모델



나. 상향된 온실가스 감축 목표 대응 관련

- 신기후체제 출범을 위해 2030년 배출전망치(BAU) 대비 37% 온실가스 감축안 발표. 관계부처별 세부시행계획을 수립 중에 있으며, 2020년 전망치 대비 건물부분에서 26.9%(약 4,800만톤) 감축을 목표
- COP21 합의에 따른 부문·업종별 냉난방 설비의 효율 향상 등 적극적 감축 방안이 필요

1) 국토교통부, 냉난방비 부담 줄여주는 '제로에너지건축물' 인증제 시행, 2016.10.11
 2) 국토교통부, 제로에너지빌딩 활성화 방안, 2014.07.17



[그림 2-2] 부분별 감축율(%) (출처 : 온실가스종합정보센터)



[그림 2-3] 2030년 BAU 대비 37% 감축목표 (출처 : 온실가스종합정보센터)

- 미래창조과학부, 산업통상자원부 및 국토교통부에서는 제로에너지빌딩 보급 활성화를 위한 기술개발, 시범사업, 단열규정 강화 등 정책을 적극 추진 중임.
- 특히, 국토교통부에서는 '2016년 국토교통부 업무계획'을 통해 제로에너지빌딩 등 7대 新산업을 적극 육성하기로 하였음



[그림 2-4] 국토교통 7대 신산업 육성방안 (2016년 국토교통부 업무계획, 2016.01)

- 기후변화에 의한 상향된 온실가스 감축 목표 대응을 부담이 아니라, 새로운 성장 기회로 활용할 수 있도록 건물부문 에너지신산업(에너지 저장장치(ESS), 친환경 에너지타운, 전기차, 스마트팜) 적극 추진 필요(APEC 정상회담, 2015.11)



[그림 2-5] 에너지 신산업 생태계 (출처: 산업통상자원부)

다. ICT와 시장기반을 통한 수요 관리형 에너지 수급

- 2차 계획에서는 1차 계획과 달리 수요관리 중심의 에너지정책을 설정, 이에 따라 에너지세율조정, 전기요금 체계 개선, ICT 수요관리 시스템 구축 등 시장 기반의 정책 방향을 설정
- 대규모 집중형 발전으로 공급하던 시스템을 '35년 발전량의 15% 이상 분산형으로 공급하기 위한 발전시스템 구축과 원전비중 감축으로 목표 변경(기존 분산형 발전 비중 5%)

[표 2-5] 에너지기본계획 비교

구분	제1차 계획(08)	제2차 계획(14)
계획기간	08~30년	14년~35년
수립과정	정부주도로 계획수립 (정부초안 마련 후 의견 수렴)	개방형 프로세스 구조 (민관 거버넌스가 초안작성)
수급기조	공급 중심형	수요 관리형
수요관리	규제 중심	ICT + 시장 기반
발전소 배치	대규모 집중형 발전소	분산형 발전 시스템
원전비중	41%	29%
신·재생 보급	11%	11%

라. ICT기반 에너지 수요관리 新시장 창출 전략

- ‘2030 에너지 신산업 확산전략’을 통해 2030년까지 E-프로슈머 시장을 전국으로 확대(총 발전량 12.8% 규모). ‘누구나 에너지를 생산·판매하는 시장 활성화’를 전략으로 ‘E-프로슈머 전력거래 시장’ 개설(분산자원 중개시장) 추진
- 저가용 태양광의 연간 생산전력의 50%만을 전력거래소에 판매 가능하였으나, 100%까지 판매할 수 있도록 허용³⁾



[그림 2-6] 2030 에너지 신산업 정책방향

- 늘어나는 수요에 따라 공급을 확대하는 공급중심 정책에서 합리적으로 수요를 줄인 후 공급을 확대하는 수요관리 중심의 정책으로 전환 추진
- 전력수급 위기를 새로운 시장창출의 기회로 만드는 발상의 전환을 통해 창조경제

3) 산업자원통상부, 2020년까지 에너지신산업에 총 42조원 투자, 2016.07.05

시대의 신성장 동력과 일자리 창출을 선도하기 위해 수립 (산업통상자원부, 2013년 8월)

- 에너지저장장치(ESS) 도입, 설치, 활용 촉진
 - 건물·공장 EMS 설치 확대, 수요관리서비스 기업 육성, EMS 제작·공급 기반강화
 - ICT활용 고효율 기기(LED조명, 스마트 플러그) 보급 및 확산
 - 수요관리자원 시장 활성화(전력거래시장 전환, 에너지효율 시장 도입)
- ‘ESS 활용촉진요금제’를 기존 1년에서 10년으로 연장하여 기업의 ESS 투자회수 기간을 10년에서 6년으로 단축. 또한 태양광과 ESS를 연계할 경우 공급인증서(REC)에 가중치를 부여하여 태양광 발전사업자에 ESS 설치유인을 제공해 ESS 신규투자 유발
- E-프로슈머 기반의 전력거래 시장제도를 신설 및 대상별 맞춤형 사업 발굴을 확대. 2030년 총 발전량의 12.8%로 확대

[표 2-6] E-프로슈머 정책 방향

구 분	정책 방향
중대형 E-프로슈머, 공통 기반	⇒ ① 마이크로그리드 활성화 기반 강화 ② 친환경에너지타운 확산
소규모 E-프로슈머,	⇒ ③ 제로에너지빌딩 확산
가상의 E-프로슈머	④ 수요자원 거래시장의 국민 참여

- 마이크로그리드 활성화 기반 강화⁴⁾
- 소규모 지역을 중심으로 지능형 전력망 구축, 신재생 에너지 발전 등을 통해 전력을 자체 생산·공급하는 시스템
 - 2017년 제로에너지빌딩, 캠퍼스 마이크로그리드 등 E-프로슈머가 생산한 소규모 전력 또는 남는 전력을 팔 수 있는 시장 개설
- 공장·빌딩·아파트 등의 전기소비자가 절약한 전기를 수요관리사업자를 통해 전력 시장에서 되팔아 수익을 창출
- 발전자원과 수요자원의 가격경쟁을 통한 전력공급 비용 절감 및 국가 전력수급 위기 발생시 가장 신속한 예비자원으로 활용
 - 소규모 전기 사용자가 시장 참여가 가능한 프로그램을 운영하고, ICT 융합을 단계적으로 적용(‘16~’20)
 - 수요자원으로 잠재력이 높은 고객(전기요금 과다, 계통혼잡지역 등)의 정보를 제공하여 시장 참여 유도(‘16)
 - 플랫폼 내에서 ESS, 전기차 등을 활용해 다양한 수요반응 서비스 개발·실시
 - 실시간 감축이 가능한 자동제어 기술 개발 및 설비 보급

4) 관계부처 합동, 신기후체제 대응을 위한 2030 에너지 신산업 확산전략, 2015.11.23

[표 2-7] 수요자원 거래시장 개요

수요자원 개요		최대수요 감축	
발전자원과 가격경쟁을 통한 비용 절감		국가 전력수급 위기시 최대수요 감축	
생태계	▶구성 : 수요관리사업자, 참여고객(전기사용자), 시스템(DMS, Auto-DR 등) ▶현황 : 선도적 시장개설 및 초기 시장 활성화로 안정적인 시장 운영 중		

- 다양한 용도로 사용이 가능한 ESS 특성(빠른 응답, 전기저장)을 고려하여, 신재생 에너지 등 국내 전력 산업 전반으로 활용 범위를 확대
 - 태양광 보급 전망 : ('14) 1.8GW → ('26) 16.6GW, 약 9배 이상의 시장 확대

[표 2-8] 유형별 ESS 확산 방안

	신재생 에너지	국내 배전망	발전기 예비력	대규모 수용가
용도	▶안정적인 출력, 계통 불안정 대응	▶배전선 증설회피 전력 품질 제고	▶전력 피크시간의 예비력으로 활용	▶비상전원 대체, 전기요금 절감
지원방안	▶태양광 연계 ESS 인센티브 제공 * 일정규모 이상 태양광 설비에 부착시 REC 가중치 부여	▶전력과밀지역의 배전망 ESS 구축	▶예비력 참여를 위한 세부 요건마련	▶건물별 비상전원 관련 규정 개정 ▶공공기관 신규 건축물 ESS 구축 의무화

마. 기존 전력망 문제 해결을 위한 분산전원 부상

- 2차 계획에서는 1차 계획과 달리 수요관리 중심의 에너지정책을 설정, 이에 따라 에너지세율조정, 전기요금 체계 개선, ICT 수요관리 시스템 구축 등 시장 기반의 정책 방향을 설정
- 대규모 집중형 발전으로 공급하던 시스템을 '35년 발전량의 15% 이상 분산형으로 공급하기 위한 발전시스템 구축과 원전비중 감축으로 목표 변경(기존 분산형 발전 비중 5%)

[표 2-9] 에너지기본계획 비교

구분	제1차 계획(08)	제2차 계획(14)
계획기간	08~30년	14년~35년
수립과정	정부주도로 계획수립 (정부초안 마련 후 의견 수렴)	개방형 프로세스 구조 (민관 거버넌스가 초안작성)
수급기조	공급 중심형	수요 관리형
수요관리	규제 중심	ICT + 시장 기반
발전소 배치	대규모 집중형 발전소	분산형 발전 시스템
원전비중	41%	29%
신·재생 보급	11%	11%

- 1990년대 중반에는 산업화가 활발히 진행됨에 따라 대규모 발전소와 송전망이 건설되어 전력을 공급. 그러나 대규모 발전 시설들이 대개 수용가와 멀리 떨어져 건설된 탓에 전력공급 과정에서 많은 에너지 손실이 발생하였으며, 최근에는 여러 사회적 분위기로 인해 이들 설비를 확충하는 일마저도 어렵게 되었음. 이러한 문제를 해결하기 위해 등장한 것이 ‘작은전력망’이라는 뜻의 ‘마이크로그리드(MG: Micro Grid)’임⁵⁾
- 신재생, ESS 등을 이용하여 소규모 지역별로 전력을 자급자족하고, 에너지효율을 극대화하는 마이크로그리드의 중요성이 대두

[표 2-10] 대규모 전력망과 마이크로그리드 비교

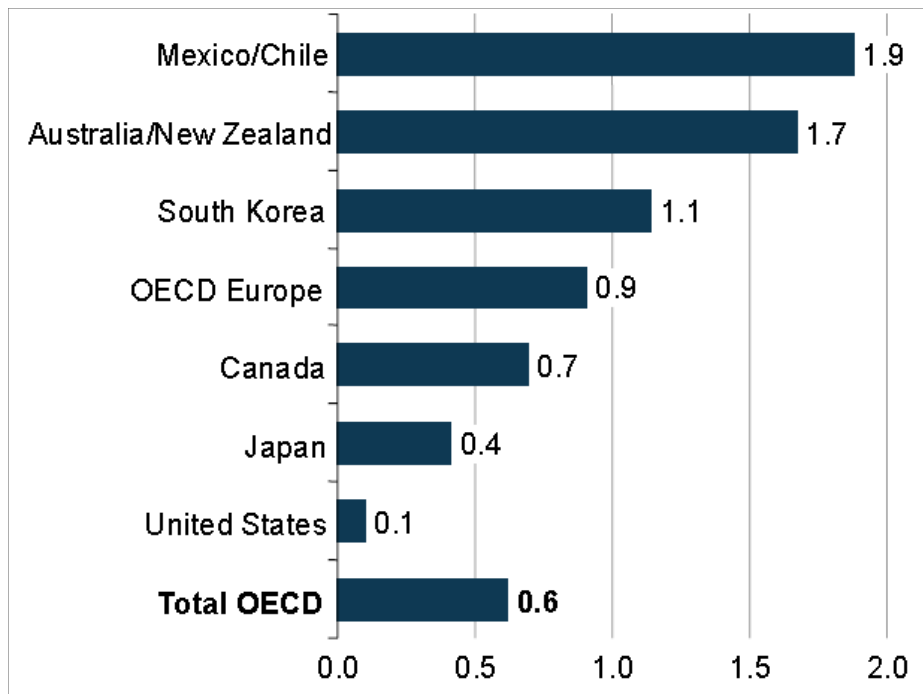
구분	대규모 전력망	마이크로그리드
전력생산지	원거리	수요지내
주 에너지원	화석연료(석탄, 가스 등)	디젤, 신재생(태양광, 풍력 등)
에너지 효율	낮음(30~50%)	높음(60~80%)
전력손실	큼(20~30%)	작음(10~20%)

5) 국무조정실, 마이크로그리드 해외진출 활성화 전략, 2015.12.22

2. 국외 정책동향

가. 건물부문 에너지절감 강화 및 ZEB 관련 정책

- 전 세계적으로 공급되는 전체 에너지 중 주거와 상업건물에서 사용되는 에너지는 20.1%이다. 주거건물은 2040년 전체 에너지 중 13%를 차지할 것으로 예상되며, 매년 1.4% 증가될 것으로 예상됨⁶⁾
- OECD 가입국들의 주거 건물의 에너지 사용량은 2012년 기준 2040년까지 매년 0.6%씩 증가할 것으로 예상되며, 한국은 1.1%씩 증가할 것으로 예상됨



[그림 2-7] OECD 가입국 주거건물 예상 에너지 사용 증가율(2016; IEA)

- IPCC 2014 5차 보고서에서는 건물단위에서 커뮤니티의 통합적 에너지 효율화 (Urban Form energy supply infrastructure)로의 전환을 권고하고 이를 통한 온실가스 감축을 강조
- EU EPBD(Energy Performance of Buildings Directive) 정책
 - 기후변화 관련 문제가 전세계적인 주요 이슈가 됨에 따라, EU는 2020년까지는 건축물 부문에서 1990년 대비 온실가스 배출 20% 감축, 에너지소비 20% 절감 및 신재생에너지 보급을 20%까지 늘리는 것을 목표로, 2050년까지 건축물 부문의 온실가스 배출을 1990년 대비 88~91% 수준으로 줄이는 것을 목표로 삼고 있음
 - EU는 2002년 1월 건축물 에너지 관련 종합로드맵이라 할 수 있는 EPBD를 공포하였고 2010년 EPBD를 개정(EPBD recast), 모든 회원국들의 의무 시행을 규정

6) EIA, International Energy Outlook 2016, 101p

- 함
- 신축 공공 건축물의 경우 2018년 말까지 제로에너지 의무화를 제시하고 있으며, 2020년 말까지 제로에너지 건축물(nZEB, nearly Zero-Energy Buildings)이 되도록 규정함

Country	Roadmap in Place	Roadmap in Progress	No Roadmap Established	Use Passive House Standard	Earliest Target Adoption Year*
Austria		X			2020
Belgium	X			X	2015
Czech Republic	X				2016
Denmark			X		2020
France			X		2020
Finland				X	2015
Germany	X			X	2016
Greece		X			2020
Hungary			X		2020
Italy			X		2020
Netherlands		X			2019
Norway	X			X	2014
Poland			X		2020
Spain		X			2020
Sweden			X		2020
Switzerland	X				2018
United Kingdom			X		2020

(Source: Navigant Research)

*Assumed that countries with no roadmap in place will adopt by 2020, the deadline set by the EU NZEB 2020 policy.

[그림 2-8] EU 국가들의 제로에너지 로드맵 현황



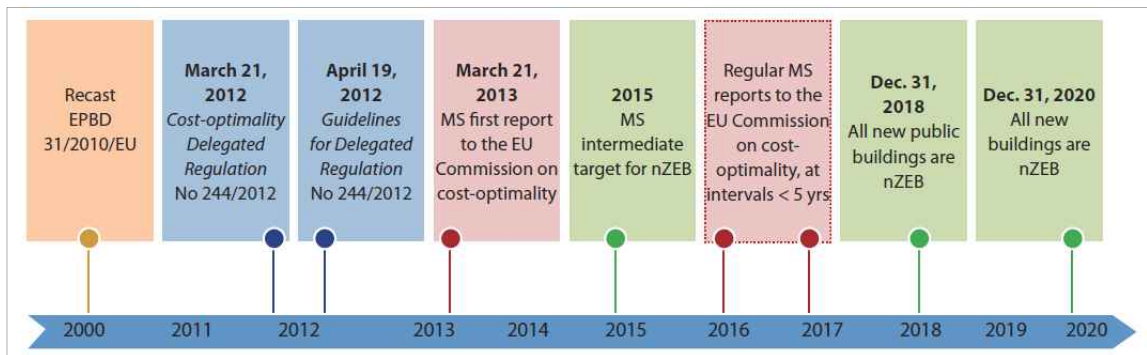
[그림 2-9] EPBD recast 의 nZEB관련 로드맵

(출처: Towards nearly ZEBs “Definition of common principles under the EPBD” final report)

- 유럽연합은 회원국이 제로에너지를 실현할 수 있도록 가이드라인을 배포함으로써, 개별국가들이 그들의 실정에 맞게 2020까지 로드맵에 맞추어 제로에너지를

달성할 수 있도록 독려하고 있음. 특히, 연차별 실행과정을 유럽연합 위원회(EC)에 보고할 수 있도록 각 나라의 평가 항목과 기준은 유럽표준(EN)에서 지정한 양식대로 작성하도록 하고 있음

- 유럽연합이 제정한 「기후·에너지통합법」은 2020년까지 이산화탄소 배출을 1990년 대비 20% 수준으로 감축하고, 재생에너지 비율을 20%까지 확대하며 에너지 효율을 20%까지 더 향상시키는 전략을 가지고 있음. 2018년까지 신축건물 중 공공기관의 제로에너지 수준 의무화, 2020년까지 모든 신축건물의 제로에너지 수준 의무화를 목표로 하고 있음
- 유럽연합의 제로에너지건물은 준제로에너지건물(Nearly Zero Energy Building)로 정의를 하고 있으나⁷⁾ 에너지망과 연결을 고려한 준넷제로에너지건물도 인정하고 있으며 세부 사항은 각 나라별로 결정 하도록 하고 있음



[그림 2-10] 유럽연합의 제로에너지 실현을 위한 가이드라인

- 유럽연합의 각 나라는 제로에너지에 포함이 되는 용도별 건물에너지를 선택하여 EC에 보고하도록 하고 있음. prEN1603:2013에는 각 나라 별로 제로에너지 계산에 포함하는 용도별 건물에너지를 밝혀야 함
- 다음 표는 유럽연합은 유럽회원국들이 규제 해야할 건물에너지 중에 나라 실정에 맞게 선택하고 선택한 종류의 총 1차에너지 합이 제로가 되어 제로에너지빌딩으로 실현될 수 있도록 유도 하고 있음⁸⁾

7) EPBD, DIRECTIVE 2010/31/EU 제2조, 제9조 제3항

8) BPIE, "Principles for nearly zero-energy buildings: final draft", 2011에서 재인용

[표 2-11] 유럽연합 각 나라에서 선정한 건물에너지

구분	난방	온수	기계환기	보조동력	냉방	조명	전기기기
오스트리아	○	×	○	×	×	×	×
벨기에	○	○	○	미적용	○	○	×
덴마크	○	○	○	○	○	×	×
핀란드	×	×	×	×	×	○	×
프랑스	○	○	○	○	○	○	×
독일	○	○	○	×	○	×	×
네덜란드	○	○	○	○	○	○	×
노르웨이	○	○	○	○	○	○	○
폴란드	○	○	미적용	×	○	○	×
스위스	○	○	미적용	미적용	미적용	×	×
스웨덴	○	○	○	○	○	○	○
영국	○	○	○	미적용	미적용	○	미적용

- EPBD에서 규정한 5대 건물 건물에너지는 대부분의 조사국가에서 제로에너지에 포함하고 있음
- 조명은 주거용 건물보다 비주거용 건물에서는 모든 나라가 제로에너지에 포함시키고 있다. 공용부 전력에 해당하는 승강기나 야외조명은 주거용 건물에서는 전혀 포함시키지 않고 비주거용건물에서는 극히 일부의 나라에서 포함하고 있음
- 대부분의 선진국은 2020년을 전후로 제로에너지 주택 보급 의무화를 선언(EU: 2021년, 영국: 2016년, 미국: 2030년)하고 정책과 기술 및 시장과의 연계를 통한 로드맵 구축 및 이행 계획을 수립 중⁹⁾
 - 유럽연합(EU)은 2006년 1월부터 건축물 및 설비의 부위별 최소 성능기준에서 건물 전체의 종합효율을 관리하는 성능중심 총량개념으로 전환하는 강력한 건축물 에너지 기준 시행
 - 영국은 2016년까지 자국내 주택을 에너지를 전혀 사용하지 않는 ‘Zero Energy 주택’ 보급계획을 수립함
 - 미국 “AIA Architecture 2030 Action Plan”은 건물분야 온실가스 저감 목표를 수립하고 법안 및 성능기준 도입 추진(50% in 2010, 친환경 설계와 자원보존)

9) 건물부문 온실가스 감축기술 개발 보고서, 국토교통과학기술진흥원(2016)



[그림 2-11] 전 세계 국가별 녹색 건축물 인증제도 현황
 (출처: 미래형 친환경 고성능 건설재료 자재개발 및 이를 이용한 구조물 개발 기획 연구)

○ 미국

- 미국 의회는 2007년 에너지 독립 안보 법(EISA 2007)에서 상업용 건축물 대상 제로에너지 빌딩 계획안(Net-Zero Energy Commercial Building Initiative)을 승인하였고, DOE(Department of Energy)가 주도적인 역할을 해오고 있음
- 기후협약 미가입국인 미국도 주거용 건축물은 '20년부터 및 비주거용 건축물은 '25년부터 제로에너지 의무화하는 등 에너지 절감 노력 중. 2005년 대비 2025년 온실가스 26~26% 감축 목표이며, 2030년 신재생에너지 발전 비중 28% 달성 목표.(당초 목표 대비 6%p 상향 조정)
- 2030년까지 모든 신축 상업용 건축물을 제로에너지빌딩화 하고, 2040년까지 상업용 건축물의 50%를 제로에너지 타겟으로 지정하여, 2050년까지 모든 상업용 건축물을 제로에너지빌딩화 하는 것을 목표로 삼고 있음
- 미국은 마이크로그리드 실증연구 및 세계시장을 주도하고 있으며, 2020년 시장 규모는 약 57억불로 전망(11년 31억불, 14년 50억불)

[표 2-12] 미국 단체별 제로에너지 계획

단체	계획안	내용
US DOE	The DOE Net-Zero Energy Commercial Building Initiative	2025년까지 경쟁력 있는 상업용 건물의 제로에너지
ASHRAE	ASHRAE Vision 2020	단지의 건물을 2030년까지 경쟁력 있는 제로에너지건물
AIA	AIA 2030 Challenge	건물에 필요한 화석연료를 줄여나가 2030년에는 이산화탄소 발생 제로
California	California Public Utilities Commission ZEB Action Plan	모든 주거건물은 2020년까지 제로에너지 모든 상용건물은 2030년까지 제로에너지
US Federal	All Federal Buildings ZEB	2009년에 시행령, 2020년부터 모든 연방정부 신축건물은 제로에너지로

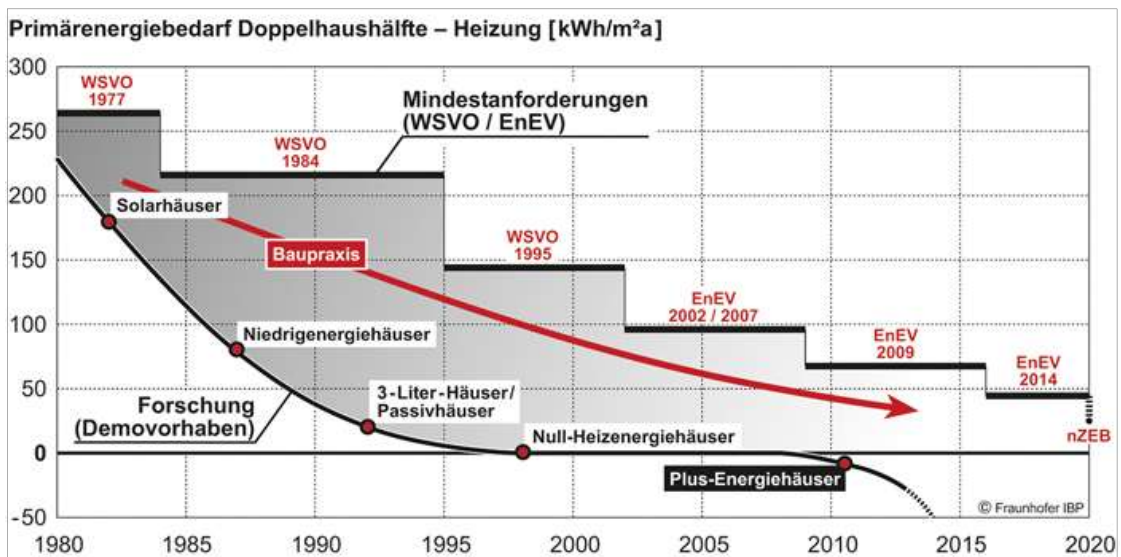
- 장래의 “Energy Zero House”를 건설하기 위해 태양전지의 연구개발 및 시장 확대를 촉진하는 계획을 수립. 에너지부(DOE)의 건물기술 프로그램과 태양에너지 기술 프로그램 모두 에너지 효율을 개선하고, 새로운 주택에서 에너지 효율과 신재생에너지 기술을 접합시키는 비율 줄이는 방향으로 연구개발 및 시장 보급 활동에 초점¹⁰⁾
- 2009년 CBC(The Zero Energy Commercial Buildings Consortium)는 산업계와 정부로 구성되어 상업용 빌딩의 Net-Zero 수준 에너지 목표를 LBNL, NREL, ORNL 등 국가 연구소 주도로 관련 연구를 활발하게 진행 중. 제로에너지 빌딩 확대를 통해 2020년까지 45%, 2050년까지 80%의 온실가스 발생 감축을 목표
- 정확한 건물에너지 예측방안과 데이터분석 기술 등 고성능 BEMS 도입 중

○ 독일

- 독일에서 적용하는 기준은 에너지규정(Energieverordnung EnEV)이며, 에너지 절약법안의 일부임. 해당 법안들은 2002년에 발효된 EU의 건물에너지효율명령 (Building Energy Efficient Directive)을 근거로 제정, 기술 변화에 따라 주기적으로 개정
- 유럽연합의 건물에너지 절감 가이드라인(EPBD 2002/91/EG)에 맞추어 에너지 절감 시행령 EnEV 2002부터 에너지 절감 규정
- 독일 연방 정부는 EPBD의 요구 사항을 충족하기 위해 2010년 9월 28일, 국가 에너지 계획과 ‘에너지 및 기후 특별기금’에 관한 법안을 채택하였고, 법안의 핵심 요소는 에너지소비의 감소, 에너지 효율의 증대, 신재생에너지의 개발이며, 2020년까지 온실가스 배출을 1990년 대비 40% 감축하고, 2050년까지 80% 이상 감축하여 탄소 중립 건물에 도달하는 것이 목표임
- ZEB 보급을 위한 신축 및 기존 건물의 에너지성능 목표는 2020년까지 난방 에너지요구량 20% 감소, 2050년까지 1차 에너지요구량 80% 감소

10) 한양대학교 에리카 산학협력단, 친환경 제로에너지 빌딩 구축 조기 활성화 방안에 관한 연구, 2015.04

- 독일 정부는 2050년까지 기존 원자력 발전을 완전 폐기를 선언함에 따라, 신재생에너지 중심의 제로에너지 도시로의 개편을 진행 중이며 이를 위한 도시에너지 최적화 모델링 기법을 개발 완료
- [그림 2-1]의 연도별 난방 1차 에너지 소요량 임. 아래의 한계 곡선은 모델하우스를 통한 연구목적의 건물에너지 소요량이며, 위의 계단식 곡선은 국가 에너지 관련 법규를 통한 에너지 소비량의 상한치
- 독일의 에너지절감 계획은 모델하우스를 통한 현 기술 수준에서 절감 가능량 실증 후 법규를 통해 자재와 기술 상황을 반영하여 단계적 규제

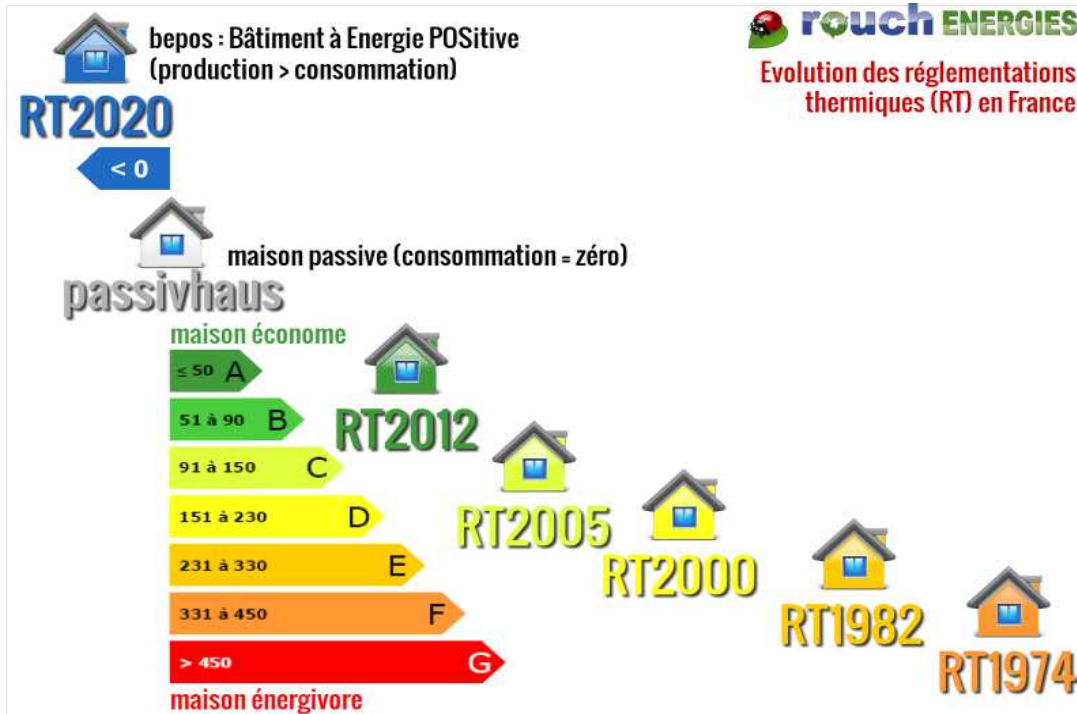


[그림 2-12] 독일의 제로에너지 빌딩 관련 규제

(출처: Hauser, Gerd; SCHMIDT, Dietrich. What has been achieved in energy efficiency, IEA Annex, 2010)

○ 프랑스

- 2012년까지 제로에너지 빌딩, 2020년까지 플러스에너지 건물의 일반화, 2020년까지 2011년 대비 기존 건물의 에너지소비 38%이상 감축을 목표로 패시브하우스 수준을 건물에 초점을 맞춰 설계 및 시공하며, 추후 생태학적 설계와 고성능 건물을 베이스로 신재생 에너지를 추가 설치하여 플러스에너지 건물(BEPOS, batiment a energie positive)을 의무화 하도록 계획 하고 있음
- 프랑스는 ZEB을'저에너지건물(BBC)'이란 용어로 지칭하고 있으며 BBC는 RT2012를 준수하는 신축 건물로 연간 1차 에너지소요량 및 연간 최종에너지소요량 모두 0이나 음수의 값을 만족하는 건물을 의미하며 2020년부터 플러스에너지 건물화를 목표로 하고 있음



[그림 2-13] 연도별 프랑스 BBC 목표 수준 (출처: www.rouchenergies.fr)

○ 영국

- 영국은 2016년 신축 건축물 탄소제로의무화를 선언하였고, 2020년에는 전체 전력 중 40~50%를 신·재생에너지로 생산하도록 선언

○ 일본

- 일본에서는 제 4차 에너지기본계획에 의해 에너지정책의 기본원칙인 ‘3E+S’를 전제로 에너지 안보, 경제성확보, 환경 및 안전성 관점에서 글로벌 에너지정책에 부합하여 자국의 국내 경쟁력 강화 및 에너지시스템 혁신을 통한 에너지 시장 정책을 강화하고 있으며, 장기 에너지 수급 전망에서의 부문별 에너지절약 대책을 위해 건축물을 업무부분과 주거용으로 구분하여 정책 추진을 위해 노력하고 있음.
- 업무부문에서 소비되는 약 1,226만KL, 그 중 건축물의 에너지절약을 위해 신축 건물에 대한 에너지절약 기준 적합 의무화 도입, LED 조명·유기 EL의 도입을 통해 LED등 고효율 조명 보급, BEMS 의한 가시화·에너지 관리를 통해 약 50% 건축물에 도입 노력하고 있으며, 가시화에 의한 의식 개혁, 설비 갱신에 따른 효율성과 플랜트 운용 개선을 에너지절약의 구성 요소(BEMS는 이러한 필수적인 시스템)로 보고 BEMS의 효율을 극대화시키기 위해 에너지관리 지원 서비스 활용을 촉진하는 것을 BEMS 보급과 함께 중요히 여기고 있음.

○ 주요 선진국 에너지 정책¹¹⁾

- 미국과 독일의 건물에너지 소비저감사업은 그림 [2-15] 와 같이 시행주체 및 성격에 따라 규제와 정보 및 지원으로 나눌 수 있음
- 미국의 그린빌딩 활성화 정책은 에너지 효율성, 재활용에너지, 공기 질, 수자원 보호, 재활용 콘텐츠, 기타 건설에 관련된 환경 친화적 방안을 포함하며, 거주자, 건축가, 사업가, 커뮤니티 등을 대상으로 함
- 독일의 건물에너지 소비저감사업은 베를린 주정부와 지방자치단체의 기후보호 프로그램의 실현을 위한 협력 체제를 기반으로 이루어짐. 또한 정부의 법령들은 각 지자체의 실정에 맞게 변형되어 적용됨. 독일의 주정부 에너지 프로그램은 이산화탄소 배출 감소, 에너지 절약 협력관계, 태양에너지 분야, 천연가스 및 지역난방과 같은 주요 에너지 분야의 성과를 기반으로 진행됨

시행 주체	정책(Policy)	시책/수단	시행 주체	정책(Policy)	시책/수단
연방 정부	규제 (Regulation)	<ul style="list-style-type: none"> 연방정부 에너지관리 사업 (FEMP) 건설기술 사업(BTP) 그린빌딩 사업 	독일 연방 정부	규제 (Regulation)	<ul style="list-style-type: none"> 국가적 기후보호 프로그램 에너지절약 시행법령 (EnEV)
	정보 및 지원 (Support)	<ul style="list-style-type: none"> LeeD Energy Star 건물환경적 경제적 지속성 사업 등 		정보 및 지원 (Support)	<ul style="list-style-type: none"> 250억 유로 경제법안 KfW 건물에너지소비저감 재정보조 사업
지자체	규제 (Regulation)	<ul style="list-style-type: none"> 캘리포니아 에너지효율 기준 	베를린 주정부	정보 및 지원 (Support)	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 절약 파트너십 ImpulsE 베를린 에너지효율등급인 증제 Fifty-fifty 태양에너지 리모델링 사업
	정보 및 지원 (Support)	<ul style="list-style-type: none"> Green Building Built Green Clean Energy Works 			
[미국]			[독일]		

[그림 2-14] 건물에너지 저감 정책 및 사업 유형
(출처: 서울시 건물에너지 소비저감사업의 평가방안)

11) 2010 서울시 건물에너지 소비저감사업의 평가방안, 서울시정개발연구원(2010)

[표 2-13] 미국 연방/지자체 주체 건물에너지 저감사업

시행주체	사업명	구분	목표	방법	기간
연방정부					
DOE	Federal Energy Management Program	규제	그린빌딩 건설 및 에너지 절약을 위한 정부기관 지원	- 주정부 법 및 에너지 효율성을 위한 기준 제시	-
	Building Technologies Program	규제	Zero-energy 빌딩 건설을 위한 기술 및 연구개발	- Zero-energy 건물을 위한 건설장비 및 제품 기준, 건물에너지 제도 마련	2015 - 2012
EPA	Green Building Program	규제	건물의 총 생애주기 동안의 건물성능 향상 및 에너지 효율성을 높이기 위한 그린빌딩 건설	- 그린빌딩 전략 마련, 정부기관 친환경 건물 기준 제시	1989 -
	Water Efficiency Program	정보	주거, 상업, 공공건물의 물 절약 지원	- WaterSense certification 및 label제공	2004 -
DOE/EPA	EnergyStar	정보	환경보호 및 에너지 효율성을 높이기 위한 주거환경 개선	- 에너지 절약을 위한 캠페인 및 label 제공	1992 -
NIST	BEES	정보	건물의 환경적 경제적 성능 평가	- 건물의 환경적, 경제적 성능 평가하는 웹기반 소프트웨어 제공	2002 -
US GBC	LEEDTM	정보	상업용 주거용 건물의 전 생애주기 동안의 친환경 건설화	- 국제rating system 및 building certification 제공	2005 -
지자체					
City of Santa Monica	Green Building Program	정보	환경친화 주택 보급	- 그린빌딩 설계 가이드라인, LEED Certification 제공	1999
City of Seattle	Built Green	정보	경제적, 환경적, 사회적 효율성이 높은 건물 보급	- 설계도구 및 전략 제공 - 세금감면, 에너지 절충량만큼의 캐쉬백 등의 인센티브 제도	2000
City of Portland	Clean Energy Works	정보	에너지 효율성을 높이는 주거환경 개선사업	- 개선이 완료된 후 유틸리티로 사업비를 분담, 용자지원	2009
City of Scottsdale	Green Building Program	정보	에너지소비를 줄이고 거주자의 건강을 높이는 설계방안과 기술 지원	- 그린빌딩 체크리스트, Green Certificate of Occupancy 제공, 교육 프로그램 지원	2003
City of Chicago	The Chicago Green Homes Program(CGHP)	정보	지속가능한 도시를 위한 인증프로그램	- U.S.Green Building Council의 가이드라인에 따라 rating 시스템 제공, 건설 프레임워크 제공	-
City of Berkeley	Green Building Program	정보 규제	그린정책의 활성화를 위한 그린 건설 프로그램	- 그린 리모델링 가이드라인 제공 - 캘리포니아 에너지효율 기준에 따른 요구사항 제시	-

나. 에너지신산업 관련 정책

○ 미국

- 미국은 금융위기 이후 침체되어 있는 경기를 부양하기 위해 다양한 성장전략을 발표함. 높은 에너지 수입 의존도가 안보와 경제 위협요인으로 판단하여 에너지 자급률을 확대하고 있음
- 스마트 그리드 산업은 '09년 연방정부의 경기부양(안)을 통해 정부지원금으로 스마트미터 구축사업을 본격적으로 진행하고있음. 그들의 궁극적 목표는 첨단화된 수요반응시스템(Demand Response)으로 피크 부하율 및 전력 생산 및 공급가격에 따라 소비자가 전력 사용량을 조정하는 매커니즘이라고 할 수 있음
- ESS 시장은 크게 캘리포니아 주와 뉴욕 주 그리고 텍사스 주 3개 주에서 활성화되고 있음
 - '14년 이전의 캘리포니아에서 시행된 에너지 저장장치 기술은 크게 배터리 계열 에너지저장장치 기술, 열에너지 저장장치 기술, 플라이휠 기술로 나뉨. 미국의 에너지 저장량은 향후 5년간 크게 성장할 것이며, '19년까지 858MW를 기록할 것으로 전망하고 있음¹²⁾
 - 뉴욕 주는 2014년 10월 9개의 회사와 파트너십을 맺고 에너지수요를 낮추고, 에너지 효율이 높은 자동차와 장비를 이용하며, 재생 가능한 자원을 적극 활용하기 위한 에너지 저장 기술 개발과 상용화에 노력하기로 함. 모두 뉴욕 배터리 에너지 저장 기술 (New York Battery & Storage Technology) 협회의 멤버임
 - 텍사스 주의 경우 주 전기 회사인 온코르는 텍사스의 배전 및 전송 네트워크에 활용할 배터리 저장장치 시스템 총 5GW를 구매하여 설치할 예정임
- 전력수요관리를 위해 초기에는 전력 절감 부분에 대한 전기요금 리베이트 위주로 시행되었으나, 수요반응 제도로 확대
 - 수요반응 제도가 가장 활성화된 나라로 다양한 수요반응 프로그램을 운영·시행. 해당지역을 관할하는 독립계통운영자(ISO) 또는 지역계통운영자(RTO)가 수요예측과 계통운영, 그리고 인센티브 기반의 프로그램을 시행 중

○ 유럽국들의 스마트 그리드

- '발전(發電)-송전·배전-판매'의 단계로 이루어지던 기존의 단방향 전력망에 정보기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 '지능형 전력망'을 가리킴. 발전소와 송전·배전 시설과 전력 소비자를 정보통신망으로 연결하고 양방향으로 공유하는 정보를 통하여 전력시스템 전체가 한몸처럼 효율적으로 작동하는 것이 기본 개념¹³⁾
- 스페인은 16년 6월 기준으로 370만대의 스마트 미터를 설치하였으며, 이는 스페인 총 소비자의 30%이상에 해당하는 수치. 영국의 경우 에너지 기후변화부 (Department of Energy and Climate Change)에서 '11년 3월 스마트미터 보급

12) 산업통상자원부, 에너지신산업 분야 수출 경쟁력 향상을 위한 무역금융 정책 연구, 2016.02

13) 두산백과, 스마트 그리드

전략 및 계획보도를 통해 '14년에 스마트미터 보급을 시작으로 19년에 보급을 모두 완료할 계획

[표 2-14] 유럽 국가별 스마트 미터링 도입 계획

국가	전망
벨기에	전력회사 중심으로 시범 사업을 진행 중, 하지만 정책 추진력과 기업의 의지가 약함
불가리아	국가적 차원의 계획은 없는 상태로 소규모 시범 사업이 완료된 바 있음. Energo-Pro는 '20년까지 83만 대의스마트 미터를 도입할 계획
체코	완료 또는 진행 중인 시범사업이 일부 있으나, 향후 시범 사업 진해 의의가 없음. 또한, 비용/편익 분석에서도 부정적 결과가 도출, 국가적 차원의 스마트미터 도입은 힘들 전망
덴마크	'13년 4월에 '20년까지 모든 전력소비자에게 스마트미터를 도입하는 스마트그리드 전략 발표
핀란드	전략사들은 '14년까지 전국 고객의 80%를 목표로 스마트 미터 도입 중
프랑스	'14년 도입을 목표로 자금조달과 소비자 문제 관련 작업을 진행 중이나 지연될 가능성 있음
독일	최근 수행된 비용/편익 분석에서 부정적 결과가 도출, 당초 예상했던 '14~'15년 시범사업 시행 및 향후 사업 확대 가능성이 감소
그리스	'12년 6월 시범 사업 입찰이 진행, 사업 규모가 확대될 가능성이 있음. 현재 국가계획 또는 비용/편익 분석을 수행하고 있지 않으나, 미터링 기능에 관한 최소 사양은 규정한 상황
네덜란드	현재 시범사업이 진행중으로 '14년부터 도입이 확대 시행 전망

○ 독일

- 유럽에서 진행되고 있는 FIP(feed-in premium, 이하 FIP) 제도의 최대 특징은 재생에너지 발전사업자가 전력시장 경쟁에 참여하도록 유도하는 수익 구조임
- 2016년 모든 신규 재생에너지 전원에 FIP제도가 적용되었으나 이전 전원에 대해서는 FIT제도와 FIP제도를 발전사업자가 매월 선택할 수 있도록 하였음. 그러나 FIT제도의 매입보증기간인 20년 후에는 FIP제도로 이행하게 됨
- 독일의 프리미엄변동형 FIP는 전원별 입찰로 결정된 '보조금액'으로 도매전력시장가격의 평균금액인 '참조전력가격'을 뺀 금액을 프리미엄으로 하는 시스템임

○ 영국

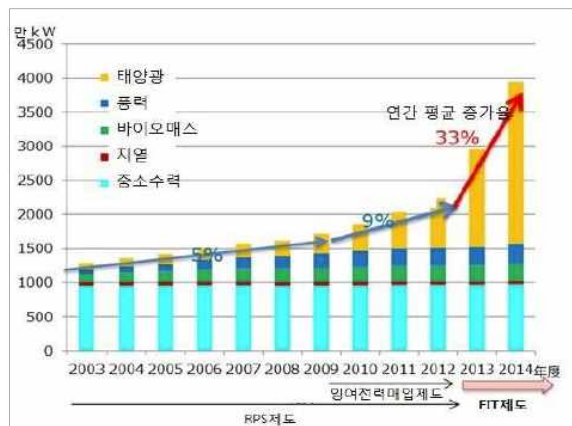
- 영국은 2050년까지 1990년 대비 온실가스 80% 감축이라는 저탄소화를 위한 목표를 법제화함. 원자력, 재생에너지 등의 저탄소전원을 대상으로 한 FIT-CfD(Feed-in-Tariff with Contracts for Difference, 이하 FIT-Cfd)제도를 2015년부터 실시
- FIT-Cfd제도는 독일의 프리미엄 변동형 FIP제도와 닮아 있으나, FIT-Cfd에서는 참조전력가격이 보조금액을 상회한 경우, 상회한 금액을 재생에너지발전사업자가 정부 기관에 돌려주어야함. 또한, 참조전력가격 결정 요소인 시장가격의 대상기간, 보조금액을 결정하기 위한 입찰대상전원 등의 차이가 있음

○ 중국

- 시진핑은 14년 11월 G20 정상회의에서 30년을 기점으로 이산화탄소 배출량을 증가시키지 않고, 에너지소비에서의 비화석에너지의 비중을 약 20%까지 늘리겠다고 선언
- 대규모 스마트미터의 배치 계획에 따라 30년까지 총 990억불을 들여 3억 6000만개의 스마트미터를 설치할 계획이고, 이는 전 세계 투자의 25%이상을 차지하는 규모
 - 전력 단절에 대비하고 지역적으로 분산된 전력 그리드의 통합을 위해 중국 정부는 3개의 주요 송전라인 구축을 계획하고 있으며, 각각의 라인은 20년까지 20GW의 송전 용량을 갖추게 됨
 - 중국의 31개성 중에 26개를 관장하는 국가그리드공사(SGCC)는 10년까지 고정 자산에 260억불의 투자를 이미 실행했는데, 이 중에 240억불은 전력 그리드 건설에 투자됨

○ 일본

- 일본 정부는 2011년 후쿠시마원전 사고 이후 재생에너지전원 도입 확대를 위해 2012년 7월 재생에너지발전 보조금제도(Feed-in Tariff:이하 FIT)를 실시. 이에 따라 재생에너지전원 도입은 크게 증가하였으나, 전력 요금 인상, 태양광 발전 편중 확대로 인한 전원간 불균형 심화, 인가를 받은 후 가동을 하지 않는 태양광발전사업자 증가 등 부작용이 발생¹⁴⁾
- 이에 2017년 4월 1일부터 FIT제도를 개정하여 시행예정. 개정된 FIT제도 주요 내용은 인가제도 개선, 효율적이고 균형 잡힌 재생에너지 전원 개발 등
 - 당초 예상보다 많은 태양광 발전량의 매입비용을 매년 인하하며, 기타 재생에너지전원의 매입비용은 동결
 - 인가시기를 계통접속을 계약 체결한 후로 미루어 인가 시 토지 및 설비 확보에 더해 계통에 대한 접속계약체결도 조건에 추가
- FIT제도를 통해 약 4년간 한 자리 수 이내의 재생에너지 설비용량 증가율은 FIT제도 도입 이후 연 평균 33%로 증가



[그림 2-15] 일본 재생에너지 설비용량변화 추이

14) 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트, 제16-39호 2016.10.228

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

가. 제로에너지 빌딩

- 국내 제로에너지 주택사업은 단독 주택건설에서 주거단지 형태로 확대되는 추세¹⁵⁾
 - '15년 12월 일부 재개발지역을 제로에너지 시범사업구역으로 지정하고 보조금 및 세제혜택을 지원

[표 2-15] 제로에너지빌딩 시범단지

대상	사업개요
서울 장위 4구역	-민간주도의 주택재개발사업, 지열을 이용한 냉난방시스템 도입 등 대규모 공동주택단지의 에너지 절감기술 구현 -지하 3층/지하 31층 건설계획(2,840세대), 2017년 상반기 착공예정
서울 천호동 가로정비사업	-소규모 정비사업으로 중저층 건축물의 에너지절감 기술 구현 -지하 1층/지상 7층 건설계획(107세대), 2016년 하반기 착공예정
아산 중앙도서관	-공공건축물 모델로 지자체 주도의 녹색건축물 보급 및 확산기대 -지하 1층/지상 5층의 도서관 건설, 2016년 상반기 착공예정
동탄 제2신도시 금호어울림 레이크2차	-유치원, 초등학교 중심의 근린주구 규모 -에너지효율등급 1등급 단지로 고효율 조명기기, 로이 복층유리, 태양광발전설비, 지역난방시스템, 전열교환 환기시스템, 홈네트워크시스템 등 에너지 절약형 친환경 단지(681세대)

- 제로에너지 주택의 국내 시장 규모는 2015년에는 8,600억원, 2020년에는 1조 7,200억원 수준으로 성장할 전망 (한국과학기술정보원, Market Report(2012))
- 주택보급률 우리와 유사한 해외 선진국들에서 사업형 Low/Zero 에너지 주택 사례 매우 많음을 감안하면, 국내 주거용 건축시장에서도 조만간 Low/Zero 에너지 주택 시장 커질 것으로 예상되며, 향후 피할 수 없는 추세이자 방향으로 판단됨. 2014년 아태지역 주거용 ZEB 시장은 일부 파일럿 건물 시공으로 5.5 백만불 수준으로 평가되며, 대한민국 정부의 강력한 ZEB 의무화 정책 시행에 따른 아태지역 선도역할을 통하여 2035년 18.6 십억불로 예측됨(연평균 성장률 47.2%)
- 국내 건설사를 중심으로 제로에너지 아파트단지 구성에 대한 관심은 증가하는 추세이며 주거의 편의성 및 질을 중시하는 수요자들을 공략
 - 현대건설은 힐스테이트 레이크 송도(제로에너지 시범단지, 2015년 10월 분양)에 태양광 및 수소연료전지 등 신재생에너지를 활용하고 스마트 BEMS로 에너지 관리

15) KB금융지주 경영연구소, KB 지식 비타민 : 미래형 주거형태, 제로에너지 주택, 2016.05.23

- 대림산업은 e편한세상 양주신도시(2016.4월) 건설에 층간소음 저감 및 단열효율이 높은 창호시스템을 적용
- 현대산업개발은 콘크리트와 단열재를 합쳐 단열성능을 40%이상 높인 고단열 외벽시스템을 적용 중

[표 2-16] 노원 제로에너지 주택단지



사업추진형태	국토교통부 연구사업
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> • 7층 아파트형 3개동 106가구, 연립주택형 9가구, 합벽주택형 4가구, 단독주택형 2가구 등 총 121가구
성능 목표치	<ul style="list-style-type: none"> • 독일 패시브하우스 연구소(PHI) 인증취득(102동에 한함), 국내 녹색건축인증 최우수등급, 건축물 에너지효율 1+++등급
주요 적용기술	<ul style="list-style-type: none"> • 외단열+고기밀 창호, 고기밀 단열문, • 폐열회수환기시스템, 고효율 히트펌프, LED 조명, 분배손실 최소화 덕트·배관
복합에너지시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광발전(417kWp) + 지열시스템(105RT)
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 기존주택 대비 패시브기술로 55%p 에너지 절감, 신재생에너지를 이용 60%p 에너지를 공급하여 에너지 성능 제로 달성 예측 • 신재생에너지를 통한 에너지 생산량에 대한 활용이 단지내에 한정되어 있음

[표 2-17] 홍천 친환경에너지타운 (강원도 홍천군)



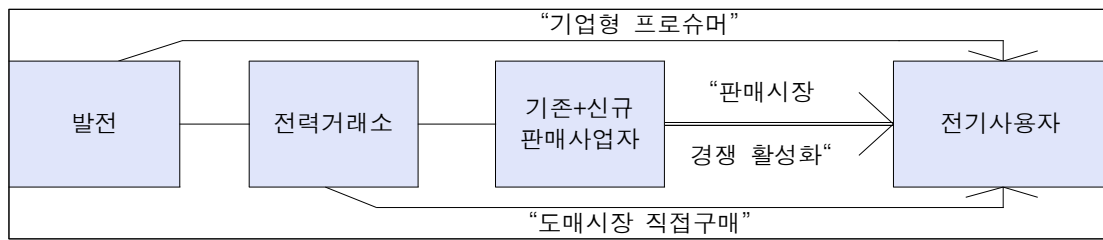
사업추진형태	청와대와 정부 주도 ‘친환경에너지타운 시범사업’
사업추진형태	<ul style="list-style-type: none"> • 관협력형
	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물을 자원화함으로써 친환경에너지 신산업 창출 모델 • 태양광발전과 소수력발전을 통해 주민들의 직접적 수익 창출
	<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지(태양광, 소수력 발전) 연간 9천만원의 수익 창출 및 공유 예상
성능 목표치	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오가스를 생산하여 도시가스로 정제해 인근 주민과 군부대 공급(국내최초)
주요 적용기술	<ul style="list-style-type: none"> • 님비시설인 혐오시설을 에너지친환경으로 사용
복합에너지시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오가스, 태양광발전, 소수력발전
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 주민 수익 향상을 통해 환경시설의 자발적 설치 유인 • 바이오가스 정제, 도시가스 공급을 통해 가구당 연료비 91만원 절감 효과

나. E-프로슈머, 마이크로그리드

- 산업부와 한전은 “프로슈머 이웃간 전력거래” 실증사업 실시. 스스로 전기를 생산하고 소비하는 프로슈머는 에너지 패러다임 변화의 주역이 될 전망
 - 한국전력은 1단계 프로슈머 거래로 16년 3월부터 ‘프로슈머 이웃간 전력거래’ 실증사업을 실시하여 수원 솔대마을, 홍천 친환경에너지 타운 2개 지역을 선정. 솔대마을은 생산한 전력을 직접 사용하고도 평균 240kWh를 전력거래 함¹⁶⁾.
 - 주택 단위의 프로슈머뿐만이 아니라 학교, 빌딩, 상가 등의 대형 프로슈머도 쓰고 남는 전기를 이웃에게 판매가 가능하여 2단계 프로슈머 거래로 대형 프로슈머와 대형 소비자간의 거래

16) 산업통상자원부, 프로슈머 이웃간 전력거래 실증사업 실시, 2016.03.11

- 3단계 프로슈머 거래로 태양광 발전을 통해 생산한 전력을 일반소비자 또는 기업에게 바로 판매하는 ‘기업형 프로슈머’허용¹⁷⁾



[그림 2-16] 기업형 E-프로슈머 개념

○ E-프로슈머 인프라¹⁸⁾

- 기존의 중앙 집중에너지 공급방식의 경우 선진국대비 최우수 등급의 인프라를 보유하고 있으나, 새로운 에너지
- 패러다임인 E-프로슈머의 확산에 필요한 인프라는 국지적인 실증사업형태로 추진되고 있어 E-프로슈머 시장 생태계조성을 위한 인프라 구축이 필요함
- 수원 솔대마을의 4가구에 대하여 1:1 에너지 거래 인프라를 구축하고 E-prosumer 실증사업을 실시하고 있으며, 강원도 홍천 친환경에너지 타운에 대한 실증을 추진 중
- 2008년 제주에 6,500만 달러를 투자하여 전기자동차 ‘Pilot programme’을 진행하고 있으며, 2030년까지 전국적으로 확대할 계획임 (초기에는 대중교통, 택시, 랜터카 등을 대상으로 보급하고 이후 공공기관과 민간까지 확대할 예정임)

○ 수요자원 거래플랫폼

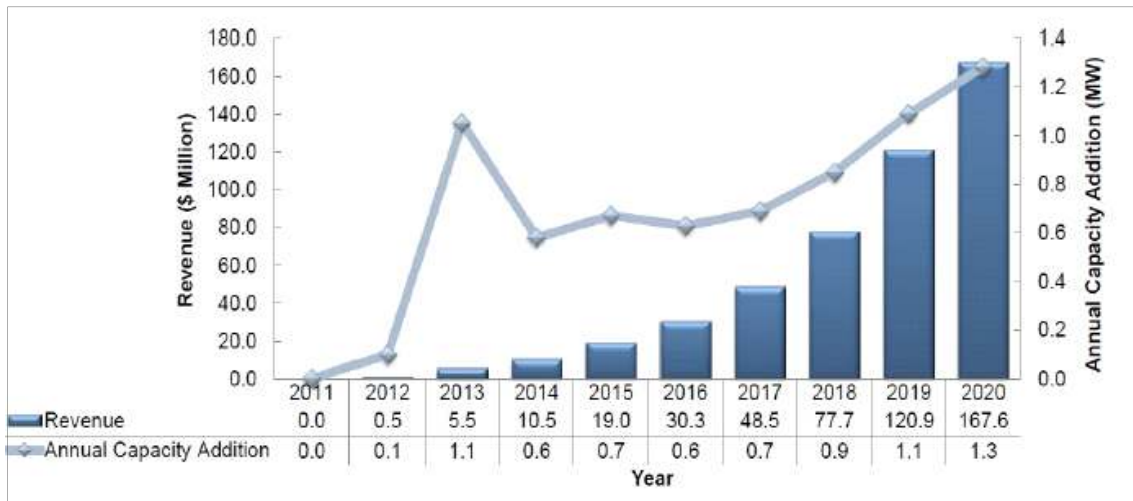
- 전력의 경우 전력거래소의 Open ADR1.0 기반의 지능형수요관리 시스템이 구축되어 있으나, 2.0버전으로 업그레이드를 계획 중임
- 또한 정부의 실시간 수요관리과제를 통해 개발된 대표적 기술로 볼 수 있는 지능형 DR 시스템이 시범운영 중에 있으며, 점차 보완되어 부하관리 사업자들의 활발한 참여 속에 향후 자동수요 반응대상부하 확대와 DR 활용범위 다각화가 예상됨
- 빌딩·주거 단지의 Auto DR 기술은 아직까지 일부 분야에서 정부 주도 하에 설치 및 보급되고 있는 실정으로, 실질적인 에너지 절감을 위한 연구는 시작단계

- 독립형 마이크로그리드는 전력망이 연계되지 않은 국내 도서지역에 신재생에너지를 중심으로 하는 계통독립형 마이크로그리드를 보급하는 사업(에너지자립 섬)으로서, 기존의 디젤발전기에 의한 전력공급 비용과 디젤발전기 교체 수요를 신재생에너지와 ESS의 융합 시스템 구축에 선투자하여 경제성을 확보하고 해외시장 진출을 추진하는 것을 골자로 하는 계획으로서, 탄소제로 모델(신재생에너지원과 ESS), 융합형 모델(디젤발전 최소화)임¹⁹⁾

17) 산업통상자원부, 2020년까지 에너지신산업에 총 42조원 투자, 2016.07.05

18) 한국에너지기술평가원, 청정에너지기술 로드맵(e-프로슈머), 2016.08

○ Frost & Sullivan의 데이터에 따르면 한국의 마이크로그리드 시장 수익 및 연간 수용량은 2020년까지 꾸준히 상승세를 이어갈 것으로 전망. 정부의 민간 주도 스마트그리드 확산 사업이 시행되고 여기에 민간 기업의 참여가 더해진다면 관련 산업 또한 더욱 활발해질 것이다. 2021년 국내 및 해외 매출 전망은 190억 수준으로 추정. 국내에서는 내연발전소 위주의 독립형 마이크로그리드 시장이 확대되는 가운데, 도서지역은 연료비, 환경오염 등의 문제로 인해 신재생에너지 중심의 독립형 마이크로그리드 시장이 보다 확대될 것²⁰⁾



[그림 2-17] 2011-2020년 한국의 마이크로그리드 시장 수익 및 연간 수용량 증대 전망(Frost & Sullivan)

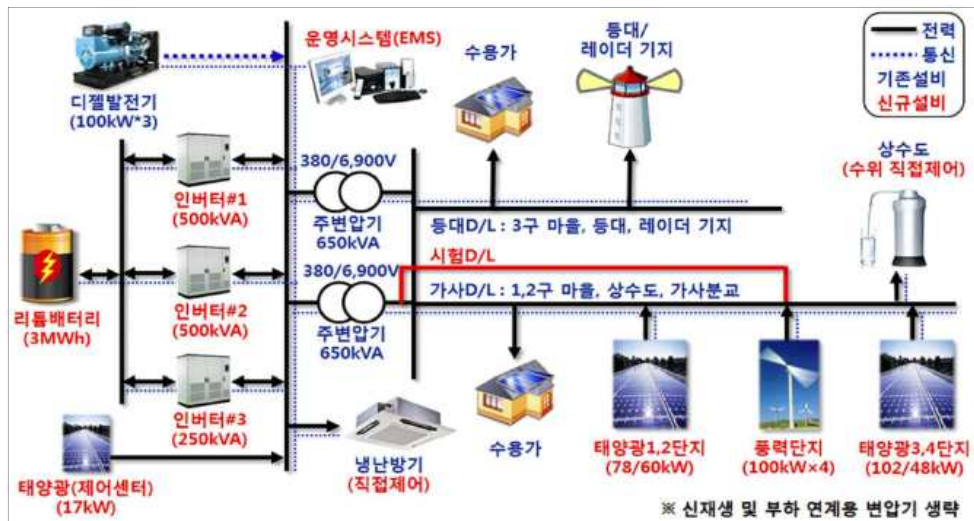
[표 2-18] 국내 마이크로그리드 주요 연구 및 실증사업 현황

도서명	주관기관	발전원			인버터 (kVA)	저장장치		EMS풍력 기능
		풍력 기능(kW)	태양광 (kW)	디젤 (kW)		형식	용량 (kWh)	
가사도	전력연구원	100×4	314	100×3	500×2 250×1	리튬	3,000	○
가파도	한전	250×2	114	150×3	350×1 1,000×1	납, 리튬	860 1,000	△
마라도	전기연구원	-	150	250×1 375×1	50×3	납 슈퍼 캐	1,200 0.069	○
삼마도	녹색에너지 연구원	3×10	122	80×3	200×2	리튬	1,200	△
백야도	인천TP	10×4	250	80×3	120×2	리튬	1,125	△
혈도	한전	3×2	60	80×2	100×2	납	960	△
거차도	전력연구원	100×1	110	150×3	250×1	리튬	500	△

19) 한국전기공업협동조합, 마이크로그리드 시장과 기술 동향, 2015.06

20) 국무조정실 녹색성장지원단, 기후변화 대응을 위한 에너지 자립형 마이크로그리드 글로벌 확산 지원모델 개발 연구, 2015.12

- 가사도는 '14 년10월 2일 준공식을 개최하고 이후 상업운전 중. 가사도의 기상정보 및 부하정보 조사, 부지조사 및계약, 선재생에너지조합, 설계, 조달, 구축 등 일련의 과정은 한전 전력연구원에서 주관하고 있다. 가사도 에너지 자립섬 구축으로 한국은 선재생에너지/배터리 용량 최적 설계 기술, 국제표준EMS 플랫폼 기술, 자동전원제어 Application 등 총 14종(독립형 MG: 3 종, 배전급MG: 11 종)의 응용 프로그램 데이터를 확보21)



[그림 2-18] 가사도 에너지 자립섬 구성도

21) 국무조정실 녹색성장지원단, 기후변화 대응을 위한 에너지 자립형 마이크로그리드 글로벌 확산 지원모델 개발 연구, 2015.12

[표 2-19] 글로벌 에코플랫폼 (제주도)



사업추진형태	주민주도형
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> ESS설치를 통해 풍력, 태양광 발전으로 생산된 전력 저장 신재생에너지의 변동성 보안을 위해 연료전지 도입 실시간 전력수요 분석 및 사용관리, 분산발전원 자동제어를 통해 신재생 발전 전력의 생산과 소비를 실시간 통합운영관리
성능 목표치	2030년까지 85~100%에 이르는 단계별 신재생 발전원 도입계획
주요 적용기술	스마트빌딩, 전기차 인프라, 차세대 뉴 그리드, 스마트 홈, 통합운영센터, ESS
복합에너지시스템	태양광 발전, 육상 풍력발전, 해상 풍력발전, 연료전지
기타	<ul style="list-style-type: none"> 풍력발전과 태양광발전을 통해 2350MW의 전력생산 인프라 구축 및 스마트그리드 기술 상용화 테스트베드라는 점에 의의 테스트베드 실증을 넘어 전국적으로 표준화 보급 가능한 로드맵 및 기술개발 필요

다. ESS 에너지 저장장치

- 에너지저장시스템은 저장이 불가능한 교류전력을 직류로 전환 하여 잉여 전력을 저장매체에 저장하며, 수요가 발생할 때 방전하여 전력 계통운영에서 발생하는 에너지손실을 최소화하여 비효율을 개선하는 데 활용되는 장치
- 에너지 저장장치(ESS) 투자조건부 전력시장 직접구매 허용²²⁾
 - ESS를 활용해 전기요금을 절감한 만큼 추가로 더 할인해주는 'ESS 활용촉진 요금제' 적용기간을 기존 1년에서 10년으로 연장
 - 태양광과 ESS를 연계할 경우 공급인증서(REC)에 가중치 4 내지 5를 부여함으로써 태양광 발전사업자에 ESS 설치유인을 제공해 ESS 신규투자 유발

22) 산업통상자원부, 프로슈머 이웃간 전력거래 실증사업 실시, 2016.03.11

- 다양한 지원제도가 시행될 경우 국내 ESS시장은 현재 3,000억원 규모에서 2020년까지 현재보다 2배인 6,000억원 규모로 커질 것으로 예상. 또한, 선진국의 송배전망 시장, 개도국의 신재생연계 시장 등에 대한 수출도 올해 4.3억불 규모에서 2020년까지 32억불 수준으로 확대될 것으로 전망
- ESS 등 에너지 신산업 투자를 조건으로 한 일정조건을 충족할 경우 전력시장에서 저장된 전력을 직접 일반 소비자에게 판매 허용

2. 국외 시장현황

가. 제로에너지 빌딩

○ 영국

- 영국은 주택 에너지 관련 기준으로 Part L과 지속가능주택 기준(Codes for Sustainable homes)을 채택. Part L은 영국 건축법 중 에너지 관련부분이며, 지속가능한 기준은 Part L을 바탕으로 더욱 강력한 기준을 설정한 것이며 기존의 BREEAM을 개정함으로써 지속가능주택 기준은 등급제에 점수제를 결합
- 2030년에는 모든 주택 에너지효율화, 2060년에는 전력생산에서 화석연료 사용제로, 이산화탄소 배출량 최소 60% 저감을 목표로 주택에너지 효율화를 위한 그린딜(Greendial) 사업 추진계획을 발표. 그린딜 추진방식은 다음과 같음.
 - 그린딜 시공업자 등은 주택소유자 등에게 주택단열공사 추진여부, 공사내역, 그린딜 대출 등에 대한 종합 컨설팅 서비스 제공함.
 - 은행 등 금융기관은 그린딜 사업 대출상품 개발함.
 - 총 대출금액은 에너지효율화 공사를 통해 얻게되는 총 에너지 절약금액을 초과하지 않도록 설계
 - 그린딜 대출금액은 향후 25년간 분할 상환 가능하며, 할부금은 에너지소매업체가 발급하는 에너지요금고지서(Energy bill)에 포함하여 청구됨.
 - 에너지소매업체가 에너지요금과 함께 일괄 징수하여 금융기관에 납부하는 방식
 - 에너지법에 따라 그린딜 대출상품에 대한 할부금 납부의무는 실제 주택에 거주하고 있는 자(에너지효율화 사업으로 에너지요금 인하 혜택을 실제 누리고 있는 자)에게 부과됨.
 - 주택소유권 이전, 임대차 계약 등으로 실제 거주자가 변경되는 경우 할부금 납부의무는 매수자, 임차권자 등에게 이전됨.
 - 주택임대차 계약, 매매 계약시 그린딜 시공주택인 사실과 총 대출금액, 잔여금 등에 대한 정보 제공 의무화함.
 - 2011년 에너지법은 실거주자가 임차인(Tenant)인 경우 동 임차인에게 주택소유자(Landlord)에 대해 그린딜 시공을 요청할 수 있는 권한을 부여함.
 - 또한, 지방정부에게도 에너지낭비가 심각하여 주택 단열공사가 시급한 주택소유자에 대해 그린딜 시공을 요청할 수 있는 권한을 부여함.
- 영국 최초의 성공적인 환경친화적 주택단지인 베딩돈 제로에너지 단지(Bed-ZED)는 2002년에 조성, 이를 모델로 점차 확대되는 추세²³⁾

- 베드제드는 과거 우물처리장 부지를 친환경 주거단지 조성을 목적으로 저렴하게 매입하여, 환경 컨설턴트 회사가 주축이 되어 민관 합동으로 재개발
- 태양에너지를 활용해 일반주택 대비 10% 수준의 난방, 빗물과 오수정화 시스템 및 저탄소배출 교통수단 등 저탄소 시스템을 장착

[표 2-20] 영국의 베드제드(Bed-ZED) 개요



사업추진형태	민간주도 사업형 공동주택
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> • 시행 : Peabody Trust(저소득층을 위한 주택 협회) • 설계 : Bill Dunster Architects/친환경 컨설팅 : BioRegional Group, Arup 등 • 2002 완공 • 대지 17,000㎡, 82개 Units, 271개 Habitable Rooms • 사무실, 스튜디오, 상점, 공용시설 2,500㎡
성능 목표치	• CO2 배출 0, 난방 90% 절감, 급탕 33% 절감, 전력 33% 절감, 물사용 33% 절감
주요 적용기술	<ul style="list-style-type: none"> • 자연환기(Wind Cowl), 차양, 슈퍼단열(300mm), 3중유리, 부착온실 • 절수형수전, 재활용자재, 자동차공유(Green Transportation)
복합에너지시스템	• 태양광/태양열/풍력(47W/㎡ Peak), 열병합발전(21W/㎡ 열, 14W/㎡ 전기)
기타	• 모니터링 5년간 시행, 총 개발비용 11,790천 £

○ 독일

- 모든 신축주택에 신재생 에너지 이용을 의무화하고 있으며, 기존 건물의 에너지 합리화 사업도 강력하게 추진
- 프라이부르크시의 보봉은 낙후된 마을을 주민이 직접 참여하여 재생한 주택재개발사례(약 2,000가구)로 친환경 주거지역의 대표 모델
- 보봉의 주택은 독일의 일반주택에 비해 에너지를 최소 70%정도 절감토록 건설되었으며, 당시의 신규주택과 비교 시에도 40%정도 절감 가능

23) KB금융지주 경영연구소, KB 지식 비타민 : 미래형 주거형태, 제로에너지 주택, 2016.05.23

[표 2-21] 독일의 Freiburg Vauban 프로젝트



사업추진형태	시민단체 주도, 협력형
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> • 시행 : 프라이부르크 시, 포럼보봉 • 펀드 출처 : 민출자+프라이부르크 정부 초기지원+연방정부 지원
	<ul style="list-style-type: none"> • 2006 완공 • 약 2,000세대
	<ul style="list-style-type: none"> • 패시브하우스(독일 일반주택 대비 80% 에너지 절감)
성능 목표치	<ul style="list-style-type: none"> • 외단열/고성능창호, 폐열회수환기시스템
주요 적용기술	<ul style="list-style-type: none"> • 개별주택: 태양열급탕/태양광발전 • 지역 : 바이오매스열병합발전
복합에너지시스템	-
기타	-

[표 2-22] 독일의 운데마을



사업추진형태	괴팅엔 대학 제안으로 사업 추진
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> •면적 : 농지-13km², 산림지 8km² •주민협동조합으로 생산된 전력과 열의 일부를 판매하여 연간 약 13억 6천만원 창출
성능 목표치	<ul style="list-style-type: none"> •열병합발전과 목질보일러를 통해 전력과 열을 70% 공급
주요 적용기술	<ul style="list-style-type: none"> •농지와 산지의 바이오매스를 연료로 사용
복합에너지시스템	<ul style="list-style-type: none"> •바이오매스(건초, 가축분뇨 등)
기타	<ul style="list-style-type: none"> •협동조합 방식으로 참여 및 출자 •마을 에너지시설 공사비의 58%(330만 유로)를 지역에서 충당하여 장기적 지역 경제 활성화 및 일자리 창출에 기여

○ 일본

- 일본은 주택에너지 합리화를 위한 건축설계가이드라인을 통해 건물 단열과 냉난방, 유지보수 등을 종합적으로 규제. 가이드라인은 1980년에 제정되어 1992년과 1999년에 개정, 2020년부터 모든 신축주택에 제로에너지 시스템을 의무화

- 정부 NEDO(신에너지산업기술종합개발지구) 차원의 다양한 연구 개발과 도입 지원이 이루어지고 있음. 2002~2008년까지 1,500억 원을 투입하여 482건의 BEMS 동비지원사업을 진행하였으며, 도입 비용을 보조하고 도입 후 3년간 에너지 절약사항을 의무보고²⁴⁾
- 기존주택단지를 리모델링한 일본의 펠타운은 2002년 가정용 태양광 발전시설을 클러스터화하고 전력망 시스템을 시험하기 위해 조성된 시범단지. 기존주택(약 800세대)에 집합태양광 시설을 설치해 전력망과 연동하여 가정용 전기의 100%를 공급

[표 2-23] 일본의 펠타운(Paltown)



사업추진형태	정부주도
사업개요	<ul style="list-style-type: none"> ●20개소 공공시설 등을 에너지절약형으로 리모델링하여 1년간 약 1,000톤의 이산화탄소 배출 감소와 3,500만엔의 경비절감 효과 ●인구 : 약 22만의 소도시, 일본 군마현 남동부
성능 목표치	●가정용 전기의 100% 자체 생산
주요 적용기술	●태양광패널 설치
복합에너지시스템	●태양광 + 전력회사 시스템 연계(간덴코, 산요, 미쓰비시 등)
기타	●777호 중 553호에 태양광발전시스템 도입으로 매년 2.1MW 이상 생산, 각 가정 당 평균 3.84kW 시설을 통해 가정용 전기의 100% 충당

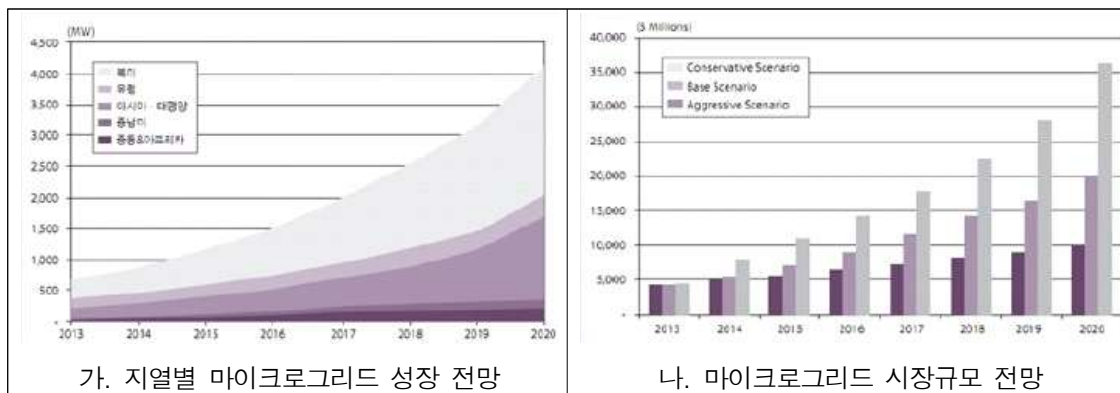
○ 두바이

- 두바이 정부는 환경친화적 녹색경제를 위한 목표로 그린빌딩을 촉구하면서 2013년 5월 2일 친환경 건축물 인증기준을 발표
- 2014년부터 공공부문뿐만 아니라 민간부분까지 친환경건축물 인증 제도를 시행 중이며, 에너지와 수자원 효율을 강조한 친환경적인 에너지 절약과 환경보전의 기술 수요가 증가할 전망
- 인증서 취득을 위해서는 에너지 효율을 향상시켜 자원 재활용과 환경공해 저감 기술 등을 적용하여 유지 관리 후, 건물이 해체될 때까지 환경에 대한 피해가 최소화 하도록 계획한 건물이여야 함

24) 전략품목교육센터, 친환경 에너지산업 R&D전략과 마이크로그리드/ESS 동향분석, 2016.07.27

나. E-프로슈머, 마이크로그리드

- 전 세계적으로 온실가스 및 환경오염에 의한 자연재해 증가 및 생태계 교란에 따른 규제가 강화되는 가운데 저탄소 에너지를 지향하는 에너지 믹스를 활용한 신재생 발전 및 분산 발전원의 보급은 점차 확대되는 추세이다. 경제 성장 및 사회 고도화에 따라 에너지 수요는 크게 늘어난 데 비해 발전소 및 송배전 설비를 위한 입지는 사회적 장벽으로 크게 제약되고 있어 분산전력 공급체계로의 전환은 가속화 할 것으로 보인다²⁵⁾
- 변화하는 전력 환경에 발맞추어 마이크로그리드는 미국, 유럽, 일본 등 선진국을 중심으로 다양한 연구개발을 통해 상업화 초기 단계로 접어들고 있음. 시장 조사 기관인 Navigant에 따르면 2020년 글로벌 마이크로그리드 시장 규모는 약 200억 달러, 4,000MW로 연평균 30%씩 성장할 것으로 전망

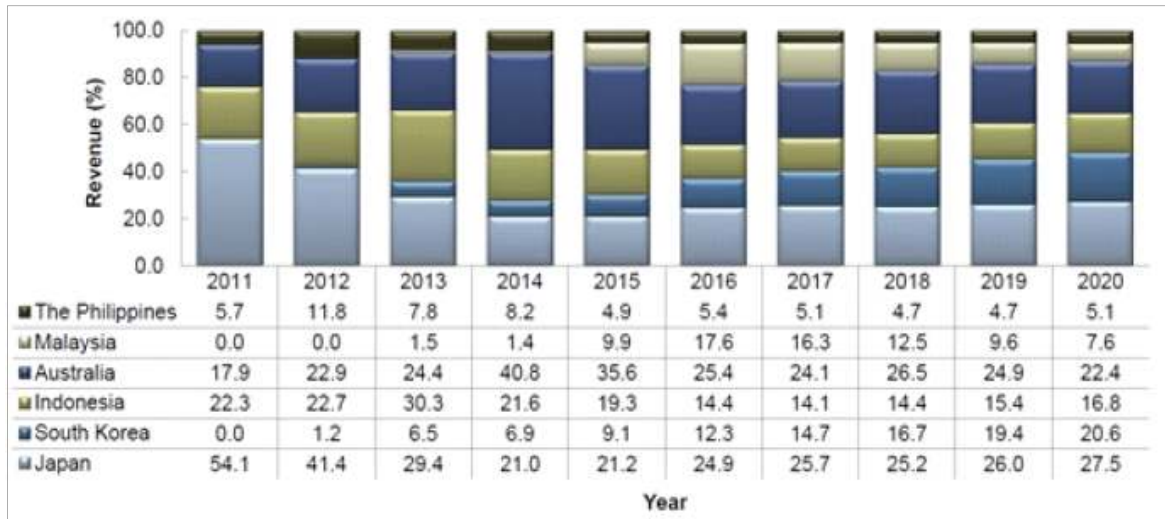


[그림 2-19] 마이크로그리드 글로벌 시장 성장 전망 (Navigant Research, 2013, 4Q)

- 미국 마이크로그리드 시장 규모는 2011년 31억 달러, 2014년 50억 달러를 기록했고, 향후 2017년에는 82억 달러, 2020년에는 57억 달러에 달할 것으로 전망. GTM Research는 2020년 미국의 총 마이크로그리드 설비용량이 2015년 대비 127% 증가한 2.8GW에 달할 것으로 전망.
- 지리적·경제적인 여건으로 인해 대규모 전력설비 건설이 쉽지 않은 아시아 태평양 지역의 국가들은 안정적인 전력 공급 시스템의 구축이 절실
- 아시아 태평양 지역의 전력피크 수요는 2013년 약 461GW에서 2017년에는 약 530GW까지 증가할 것으로 예상되며, 동시에 점점 커지는 연료비 부담은 이들 국가들이 새로운 대체 에너지를 모색²⁶⁾
- Frost&Sullivan의 데이터를 토대로 아시아 태평양 지역 마이크로그리드 시장수입 규모는 2013-2020년사이 연평균 38.3%의 성장률을 기록할 것으로 예상

25) 지식산업정보원, 스마트/마이크로그리드-EMS 정책방향과 국내외 R&D 현황 및 산업동향 실태분석, 2015.02.03

26) 국무조정실 녹색성장지원단, 기후변화 대응을 위한 에너지 자립형 마이크로그리드 글로벌 확산 지원모델 개발 연구, 2015.12



[그림 2-20] 2011-2020년 아시아태평양 지역의 전체 마이크로그리드 시장 수익을 예측 (Frost & Sullivan)

- EU는 분산 자원을 시의 인프라 구조에 통합하여 높은 경제성과 신뢰성을 바탕으로 하는 에코 도시로 거듭나기 위한 마이크로그리드 시스템의 구축을 추진하고 있다. 탄소중립도시 구축을 위한 사물인터넷(IoT: Internet of things) 기술 적용, EV(전기자동차) 등 물류와 교통망 통합 시도

[표 2-24] EU 마이크로그리드 프로젝트 현황

구분	프로젝트 현황
Grid4EU	12개 EU 국가의 27개사가 참여하는 대규모 스마트그리드 데모 프로젝트로서 5천만 유로의 예산으로 수행
NiceGrid 마이크로그리드 프로젝트 (Utility microgrid)	Grid4EU가 지원하는 6개의 스마트 그리드 프로젝트 중 하나로 태양광과 ESS가 집중된 1,500가구를 대상으로 한 저압-특고압 마이크로그리드 전력망 설계를 목표로 하고 있다. 전력망 운영의 최적화, 독립운전으로의 전환, 송전망에서의 잠재적인 제한 조건에 따른 공급 연속성의 보장, 수요반응 등을 구현하기 위한 프로젝트
IssyGrid (City Microgrid)	시민 만여 명이 거주하는 파리 인근의 Issy-les-Moulineaux시에 구현된 프랑스 최초의 도시형 마이크로그리드로, 그 목적은 분산자원의 통합과 최적 이용, 수요반응 등의 구현하고 에너지와 수송 분야에서 최적화를 통한 온난화 가스 배출을 최소화
Reflexe (Industrial VPP and Microgrid)	다수의 산업단지에 신재생전원, ESS, 수요반응을 결합한 가상 발전소(VPP)로서 프랑스 Provence-Alpes-pCoted' Azur 지역에 약 3년 반에 걸쳐 구축되었다. 목적은 신재생전원에 의한 탄소 배출 억제, VPP 프레임워크의 DR을 통한 전체 운영비의 최적화, 개방화된 시장과의 통합을 통한 부가적인 자산 흐름의 실현

3절. 기술동향 분석

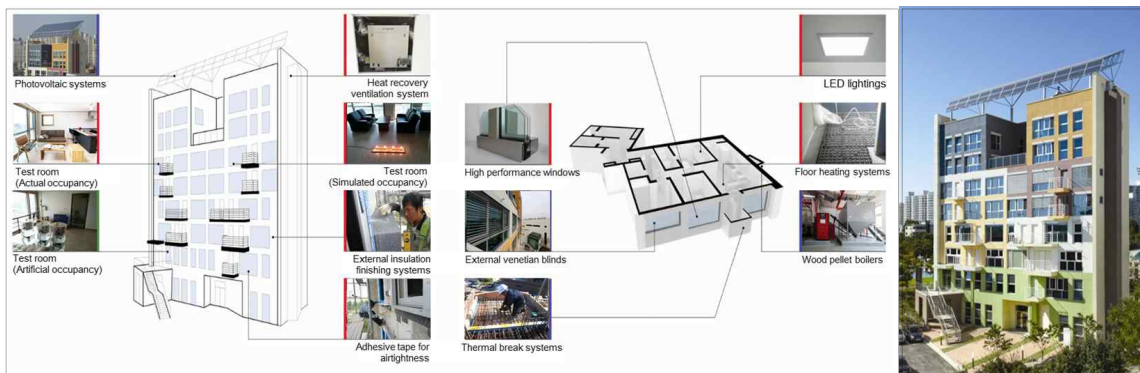
1. 관련 기술개발 동향

가. 제로에너지 건물 요소기술

- 건축물의 에너지 성능향상 요소기술을 통해 건물에서 사용되는 에너지 절감을 구현할 수 있으며, 기존 건물에너지 성능향상 요소기술 연구개발은 공동주택, 오피스, 단독주택, 한옥 대상의 Low/Zero 에너지 건축 구현을 위한 패시브(단열, 기밀, 창호 등), 액티브(고효율 설비 등), 신재생(태양열, 태양광, 지열, 복합 등) 시스템 등 개별 요소기술 개발에 중점됨
- 개발 요소기술을 통합 적용한 실증사업 용도로서의 Test-bed 구축에 중점 되어 있으며, 국가 연구개발과제에서 뿐만 아니라 민간 사례까지 포함한다면 Test-bed 구축을 통한 Low/Zero 에너지 건축물 시범 및 실증은 어느 정도 구현되었으나, 각 Test-bed는 시범사업 및 시범건물 단위의 실증사업 성격에 국한됨

[표 2-25] 국내 ZEB 시범사업 지역/용도별 적용 기술 현황

프로젝트명	지역			건물 용도	적용기술														
	중부	남부	제주도		고성능단열	고성능창호	일사조절장치	자연채광	자연환기	고기밀	고효율설비	열회수환기장치	고효율조명	BEMS	PV	태양열집열	지열	풍력발전	바이오매스
KCC 서초 사옥	√			비주거	○	○				○	○	○	○	○	○		○		
아산 중앙도서관	√			비주거	○	○		○	○		○	○		○	○		○		
진천군 제로에너지 시범단지	√			주거	○	○	○			○	○	○	○		○		○		
행복도시 1-1 생활권		√		주거															
천호동 가로주택 정비사업	√			주거	○	○				○	○	○	○	○	○				
송도 힐스테이트 레이크	√			주거	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
장위 4구역 주택재개발 사업	√			주거	○	○			○	○	○	○	○		○		○		



[그림 2-21] 제로에너지빌딩 적용 패시브&액티브 기술 사례
출처: 제로카본 그린홈 기술개발, 한국건설기술연구원, 2014

- 국토교통과학기술진흥원에서 수행한 “국토교통 기술수준분석 총괄보고서”는 건축분야에 대한 국가별 기술수준을 판단하는데 참고가 될 수 있도록 계량정보(특허 및 논문)를 통한 기술경쟁력 및 7개 국가(한국, 미국, 일본, 중국, 독일, 프랑스 영국 등)에 대한 기술수준을 제공함²⁷⁾
- 건축분야의 경우 미국이 기술수준 및 기술경쟁력 측면에서 우위를 점하고 있으며, 한국은 건축물 에너지 성능향상 요소기술에 관련된 녹색건축, ICT 융복합건축, 건축물 에너지 성능, 건축 재료성능 등 대부분 주요 지표에서 경쟁력을 확보하지 못하는 현실임

		● 기술수준 ● 특허기술경쟁력 ● 논문기술경쟁력						
중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	프랑스	영국
A1. 주거 및 단지 건축	A11. 주거건축			● ●				●
	A12. 단지건축		● ●					
A2. 첨단/ 융복합건축	A21. 녹색건축			● ●		●		
	A22. ICT 융복합건축			● ● ●				
A3. 초대형/ 특수건축	A31. 초고층(복합)건축			● ● ●				
	A32. 대공간 건축			● ●				●
	A33. 특수환경 건축			● ●				●
	A34. 전통건축		●		●		●	
A4. 건축물 성능향상	A41. 건축물 리모델링			● ●				●
	A42. 건축물 구조/안전/보안성능			● ● ●				
	A43. 건축물 유지관리	●	●	●				
	A44. 건축물 설계/시공성능			●		● ●		
	A45. 건축물 에너지 성능			●		●		●
	A46. 건축 재료성능			● ●			●	

[그림 2-22] 분야별 최고기술 보유국

출처: 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술수준분석 총괄보고서, 국토교통과학기술진흥원







- 제로에너지 건물 구현의 핵심기술로 고효율 외피 및 공조기술, 신재생 에너지 건물 융합기술, 친환경/저에너지 건축자재 기술, 건물에너지 제어 및 관리 IT 융복합 기술 등이 개발되고 있으나, 대부분 선진국에 의존하고 있으며, 일부 국내 확보하고 있는 원천기술의 경우, 원천기술을 보유한 이를 활용하여 제품으로 상용화 할 수 있는 기관과의 네트워크 구축 미흡으로 사실상 상용화가 이루어지지 못하고 있음
- 고효율 외피 및 공조기술은 국내 대기업 및 중소기업을 중심으로 국가 R&D와 연계하여 기술개발이 이루어지고 있으며, 고효율 환기설비 및 하이브리드 환기설비 분야의 최고 선진국은 독일 등의 유럽국가임
- 친환경/저에너지 건축자재 핵심기술은 대부분 선진국에 의존. 에어로젤, 폼실리카

27) 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술수준분석 총괄보고서, 국토교통과학기술진흥원(2015년 12월), ISBN 978-89-94071-82-4

등 신소재 단열재는 원천기술을 포함하여 현저히 기술 수준 차이가 발생. 건축자재는 제조시 대량의 에너지 소모와 탄소를 배출하는 산업(시멘트제조시 발생 CO2량은 국내 CO2 배출량의 중 2위 차지)

- 건축물 에너지 성능향상을 위한 제로에너지빌딩에 적용되는 주요 기술로 고기밀 3중 유리, 로이복층 유리, 외부차양, 외부 단열, 고기밀 테이프, 열교 차단 장치 등이 있음
- 한국건설기술연구원 제로카본 그린홈을 통해 개발된 요소기술은 아래 표와 같이 진공유리창호, 진공단열외피모듈을 이용한 외단열시스템, 고성능/고기밀 창호시스템, PV융합형 창호 및 환기시스템 등이 있음

[표 2-26] 제로카본 그린홈 적용 요소기술(출처: 한국건설기술연구원)

번호	명 칭	주요내용	비고
1	진공유리창호	-열관류율(Uw value) 1.0 W/㎡K급 초단열 창시스템	
2	진공단열외피모듈	- 열관류율(U value) 0.15 W/㎡K급 초단열 외피모듈 (EPS 복합단열)	
4	한국형 외단열 EIFS-1 (습식공법)	-VIP융합 열관류율(U value) 0.15W/㎡K급 초단열외피모듈(VIP+EPS)	
5	한국형 외단열 EIFS-2 (습식공법)	-VIP융합 열관류율(U value) 0.15W/㎡K급 초단열외피모듈(PUR)	
6	한국형 외단열 HIP시스템(건식공법)	-VIP융합 열관류율(U value) 0.15W/㎡K급 초단열외피모듈(VIP+EPS)	
7	LS 외동형 고효율 창호시스템	-열관류율(U value) 1.0 W/㎡K급 단열 창호시스템	
8	PV 융합 고효율 창호시스템	-PV 일체형 창호시스템 -복층유리내 PV & 차양 일체형 시스템 -열관류율(U value) 1.0 W/㎡K급 단열 창호시스템	
9	PV 융합 하이브리드 환기시스템	-환기회수 0.7회 하이브리드 환기 -PV 연계 에너지자립형 환기시스템	

나. 제로에너지 건물 성능기준

- 국토교통부는 국가 온실가스 감축 및 국민 주거비 경감을 위하여 신축 공동주택의 에너지 의무 절감률을 상향 조정(30~40%→50~60%)하겠다는 내용을 주로 하는 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」 개정안을 발표하였음.²⁸⁾

28) 국토교통부, 신축 공동주택 에너지절감률, '패시브하우스' 수준으로 강화, 2016.11.16

- 이번 개정을 통해 에너지 의무 절감률 상향 조정과 함께 난방, 급탕, 조명의 최종 에너지로 평가하던 방식을 1차에너지로 평가 방식을 변경. 또한 환기에너지를 평가에 추가하였으며, 고효율조명제도를 폐지하고 조명밀도를 도입하였음
- 벽체, 창, 문, 최상층 거실지붕 및 최하층 거실바닥 등의 단열을 강화하여 에너지 성능이 독일 패시브하우스 수준으로 향상. 실제 기후에 맞게 에너지 설계기준이 적용될 수 있도록 최신 기상 데이터를 반영하여 평가지역을 3개에서 4개로 조정하였음

[표 2-27] 제로에너지주택 성능 건축물 부위별 열관류율 (단위:W/m²·K)

구 분		현 행			개 선				제로에너지주택 성능 (중부1기 준)	
		중부	남부	제주	중부1	중부2	남부	제주		
벽체단열	외기에 직접면함	0.21	0.28	0.46	0.15	0.17	0.22	0.29	0.15	
	외기에 간접면함	0.28	0.43	0.58	0.21	0.24	0.31	0.41	0.21	
최상층에 있는 거실의 반자·지붕	외기에 직접 면하는 경우	0.18	0.22	0.28	0.15	0.15	0.18	0.25	0.15	
	외기에 간접 면하는 경우	0.26	0.31	0.40	0.21	0.21	0.26	0.35	0.21	
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.23	0.28	0.33	0.15	0.17	0.22	0.29	0.15
		바닥난방이 아닌 경우	0.29	0.33	0.39					
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.35	0.40	0.47	0.21	0.24	0.31	0.41	0.21
		바닥난방이 아닌 경우	0.41	0.47	0.55					
창 (발코니 내측창포함)	외기에 직접면함	1.0	1.2	1.6	0.8	1.0	1.2	1.6	0.8	
	외기에 간접면함	1.9	2.1	2.5	1.0	1.25	1.5	2.0	1.0	
세대 내 강재문	외기에 직접면함	1.4			1.4(현행유지)				0.8	
	외기에 간접면함	1.8			1.8(현행유지)				1.0	
보일러효율(%)		91%			91%(현행유지)				92.3%	
조명밀도(W/㎡)		13 (평가 미반영)			10				7	
신재생에너지 설비		제7조제1항 성능평가에만 반영			난방·급탕·조명 신재생비율에 따라 에너지절감 인정				3kWp (태양광)	
열교차단공법		-			외단열 등 공법 단열성능에 따라 인정				외단열 의무	
환기장치		-			폐열회수 환기장치 설치비율에 따라 인정				효율강화 (70%→80 %)	

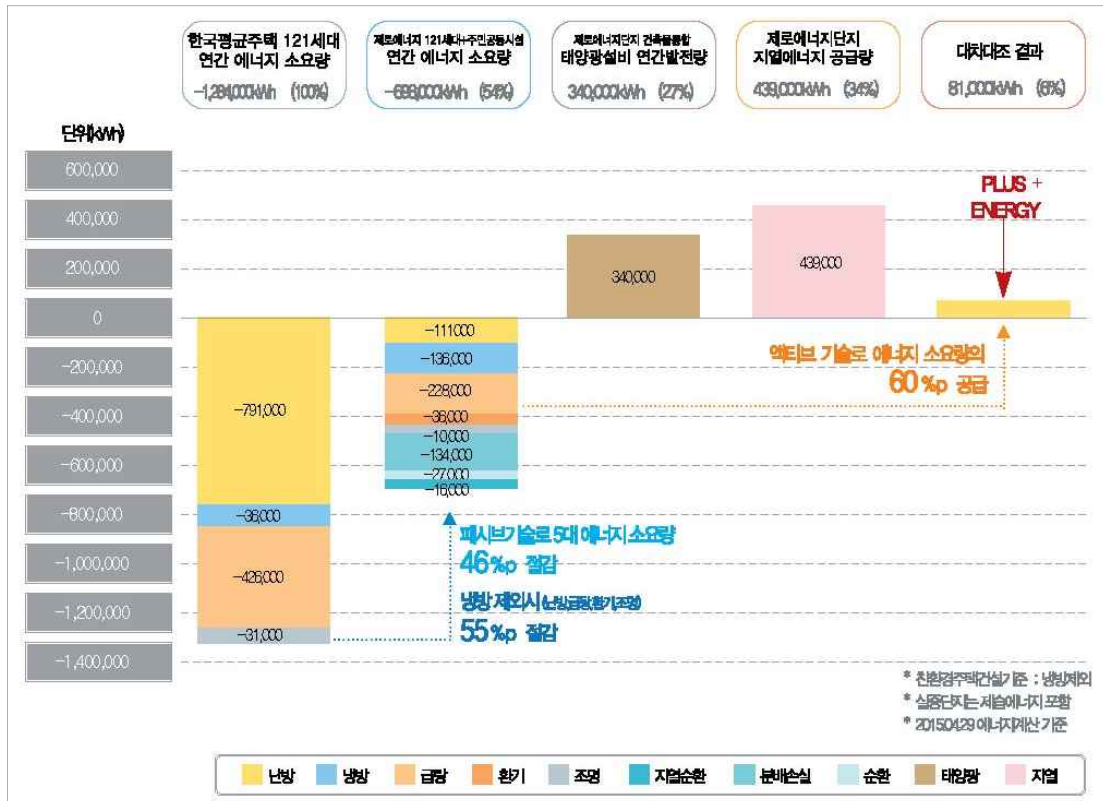
다. 국내 최초 노원구 121가구 규모의 단지형 제로에너지주택 시범단지 건설

- 2017년 가을 서울시 노원구 하계동에 건립될 제로에너지주택 실증단지는 기술, 경제, 그리고 정책적 측면에서 대한민국을 새로운 21세기 주택패러다임의 한 부분을 제시하고 있음
- 기술적 측면에서, 주택단지의 기 개발된 기술을 바탕으로 에너지요구량을 최소화 하고, 적정한 신재생에너지를 공급하여, 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명의 1차에너지 소요량을 제로로 하는 최적화 모델을 개발하고 구현하는 것을 목표로 함
- 제로에너지 주택실증단지의 임대 후 거주과정에서 에너지 및 쾌적성 모니터링을 통해 제로에너지 주택단지 성과를 장기적으로 검증하는 것을 목표로 함
- 경제적 측면에서는 제로에너지 주택실증단지 모델의 비용효용효과분석을 통해 최적화 비즈니스 모델을 개발하며, 건축물의 특정 에너지성능 기준에 도달하기 위한 재정지원의 필요 규모를 도출하고자 함
- 국민임대주택의 에너지 복지실현을 위한 국민주택 또는 그와 유사한 정부재정 등의 지원규모 도출을 통해, 제로에너지 주택실증단지의 보급에 있어 경제적 측면의 전략을 수립하고자 함



[그림 2-23] 국내 최초 제로에너지주택 실증단지(서울시 노원구)

- 패시브 설계기술만 적용하여 기존 공동주택 대비 에너지 소요량(냉방에너지 제외)을 55% 절감, 냉방과 제습에너지를 포함한 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명분야 소요량 절감효과는 46%임. (단, 에너지사용분야별 정량적 수치를 계산하기 위해 PHPP 에너지시뮬레이션 프로그램을 사용함)



[그림 2-24] 노원구 제로에너지주택 실증단지 연간 에너지 대차대조 예측

- 제로에너지주택 실증단지는 넷제로 1차 에너지 단지를 구현하기 위해 아래와 같은 수준의 에너지절약기술, 고효율 설비기술, 신재생에너지 기술을 적용

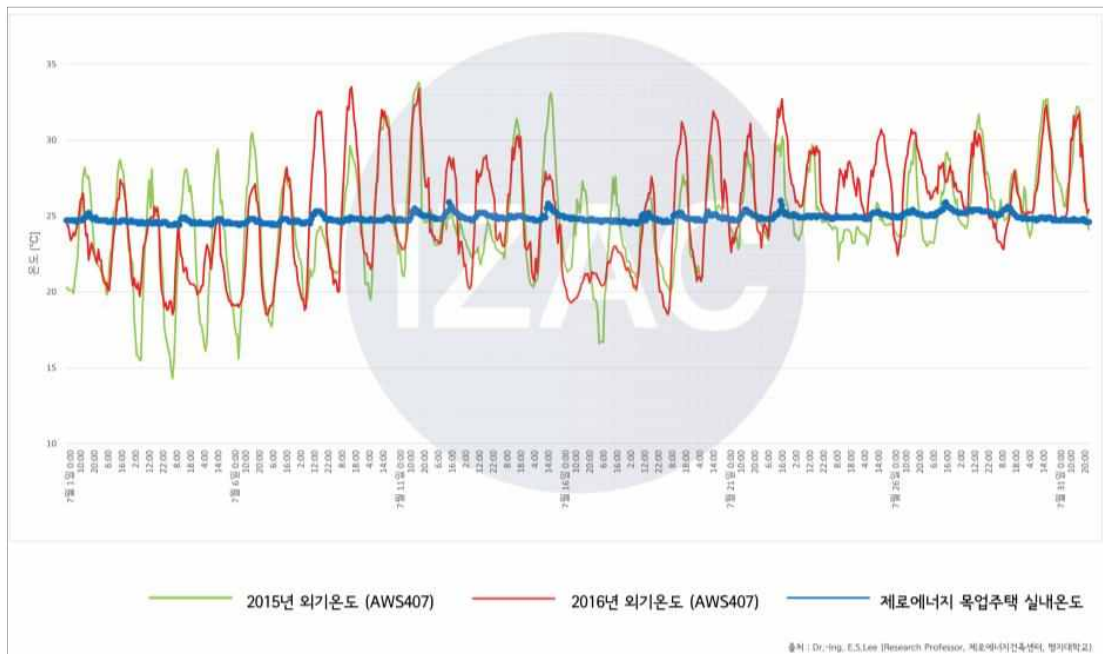
[표 2-28] 노원구 제로에너지주택 실증단지 적용 기술

구분		내용		
성능목표		넷-제로 1차에너지 주택		
에너지절약기술	기본계획		남향배치	
	외피단열 성능	열관류율	남·북측 외벽	0.153 (W/㎡K)
			동·서측 외벽	0.097 (W/㎡K)
			바닥(외기간접)	0.130 (W/㎡K)
			지붕(외기직접)	0.090 (W/㎡K)
	창호성능	투과율	부위별 열교방지설계적용	
			유리	0.7 (W/㎡K)
			프레임	1.5 (W/㎡K)
기밀성능	기밀성능	g-value 0.35 이상		
		100Pa 압력시 통기량(전체면적) 3.0㎡/(h㎡) 이하 Tilt&Turn 개폐방식 창호 적용		
기밀성능		주동 기밀성능 n50=0.6 1/h 이하 목표		
차양		외부블라인드 적용 (외부환경센서 적용 및 무선·일괄제어 가능)		
고효율 설비기술	난방	열원	지열	
		분배	세대 내 열교환기 설치로 난방 온도 조절	
			난방·급탕 통합배관 적용	
	저온바닥난방 적용			
냉방	열원	지열(중앙환기)/EHP(개별환기)		

	급탕	분배 열원	열회수형 환기장치 급기와 냉수코일 연계 지열	
		분배	세대 내 열교환기 설치로 급탕온도 조절 난방·급탕 통합배관 적용	
	환기	에너지원	태양광 발전	
		환기설비	열회수형 환기장치 전열교환효율 87% 이상 프리히터	
		부속설비	제트디퓨저 소음기	
	조명	에너지원	태양광 발전	
		기기	LED 조명	
	모니터링			난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명분야 분리계측 실내 온습도, 이산화탄소 농도계측
	신재생에너지적용 기술	태양광	용량	417kWp
			연간발전량	340,000kWh
위치			지붕, 주동 남·동·서측	
지열		용량	105 RT	
		열 생산량	439,000kWh	
연간 잉여전력			81,000kWh	

○ 제로에너지 자재적용기술에 따른 냉방에너지 절감률 분석

- 노원구 제로에너지주택 실증단지 목업주택의 2016년 7월 실내온도는 외기온도의 변화와 상관없이 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내에서 쾌적성을 유지하고 있음



[그림 2-25] 제로에너지주택 실증단지 목업주택 7월 실내온도와 외기온도 비교

- 24시간 쾌적한 실내환경(25°C)을 유지하는 목업주택에 경우 7월 전력사용량이 311 kWh로 예측되었으며, 일반주택을 동일한 환경으로 유지하기 위해서는 789 kWh가 사용될 것으로 예측되어 478 kWh의 전기에너지를 절감한 것으로 분석됨

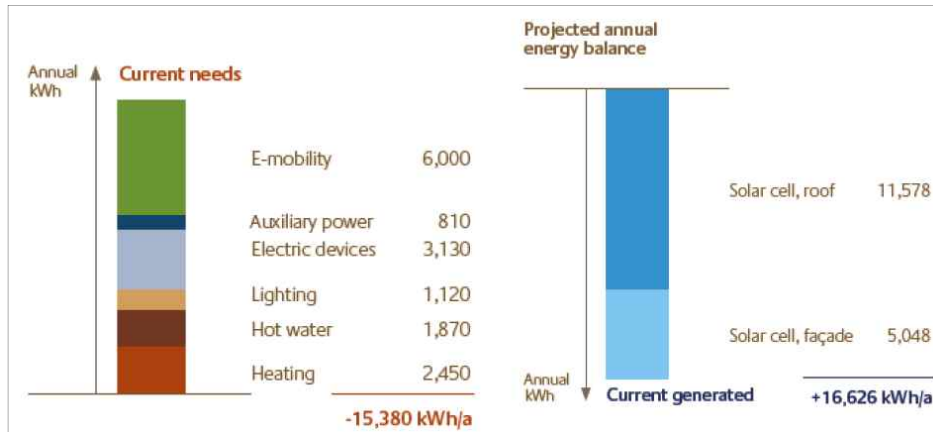
[표 2-29] 제로에너지주택 실증단지 목업주택과 일반주택 냉난방비 비교 (59㎡ 가정기준 단위:원)

구분	목업주택	일반주택		절감율
여름철 냉방에너지	233 kWh (2016년 7월-실측)	700 kWh (예상)		일반주택대비 67% 절감
	비용 50천원/월	374천원/월		일반주택대비 87% 절감
	동일조건: 59㎡, 실내온도 25도 유지, 24시간/31일 에어컨 가동			
	지열사용시	129 kWh		일반주택대비 81.5% 절감
	태양광 7.5 kW 설치시 (SMP 65원/kWh)	지열 냉방	550-129=421 kWh 7월 27,365원 수익	
에어컨 냉방		550-233=317kWh 7월 26,000원 수익		냉방 COP 2.5일 때
겨울철 난방에너지	360 kWh (2015년 12월-실측) (판매시 SMP 65월/kWh)	2800 kWh (실측)		88% 절감
	비용 25천원/월 (도시가스비용으로 환산, 급탕과 취사 제외)	200천원/월 (도시가스비용으로 환산, 급탕과 취사 제외)		88% 절감
	동일조건: 59㎡, 실내온도 20도 유지, 24시간/31일 바닥난방			
	지열사용시	134 kWh		일반주택대비 95% 절감
	7.5 kW 설치시 (SMP 65월/kWh)	생산량 380 kWh(2015.12) 남는량 236 kWh 12월 15,340원 수익		12월 15,340원 수익

라. 플러스에너지빌딩(Plus Energy Building)

- 유럽연합은 장기적으로 화석에너지 제로건물을 구현하는 것뿐만 아니라, 건물분야에서 발생하는 CO2를 제로로 만드는 것을 목적으로 하고 있음
- 현재 전 세계 대부분의 국가차원에서 규제하고 있는 건물에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명)이외에도 가전제품이나 공용부 등 모든 건물에너지까지 1차 에너지와 최종에너지 제로로 만들고자 함
- 1차에너지와 최종에너지를 제로로 만들기 위한 실현방안으로는 건물에너지성능을 독일 패시브하우스 수준까지 올리고, 부족한 에너지는 신재생에너지로 공급하는 것을 원칙으로 함
- 부지 내에 신재생에너지를 통해 에너지를 생산하여 에너지 계통망으로 부터 의존도를 최소화하고자 함. CO2제로까지 실현함에 있어서 스마트그리드, 계통연계, 그리고 에너지저장장치와 같은 기술을 추가하여 제로에너지빌딩과 차별화를 두고자 함
- 독일 베를린의 Effizienzhaus Plus 하우스의 신재생에너지 발전은 주로 지붕의 태양광을 이용하며, 생산된 전기는 에너지 저장장치에 축전하고 자동제어시스템을

통해 연간 대차대조를 계산하고 있음. 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명, 보조동력, 전 기자동차 등에 연간 15,380 kWh/a를 소비하였으며, 지붕의 태양광 및 전창의 태양열을 통해 연간 16,626 kWh/a를 생산하고 있음. 여분의 전기는 계통망을 통해 전송함 29)



[그림 2-26] Effizienzhaus Plus의 연간 에너지 대차대조

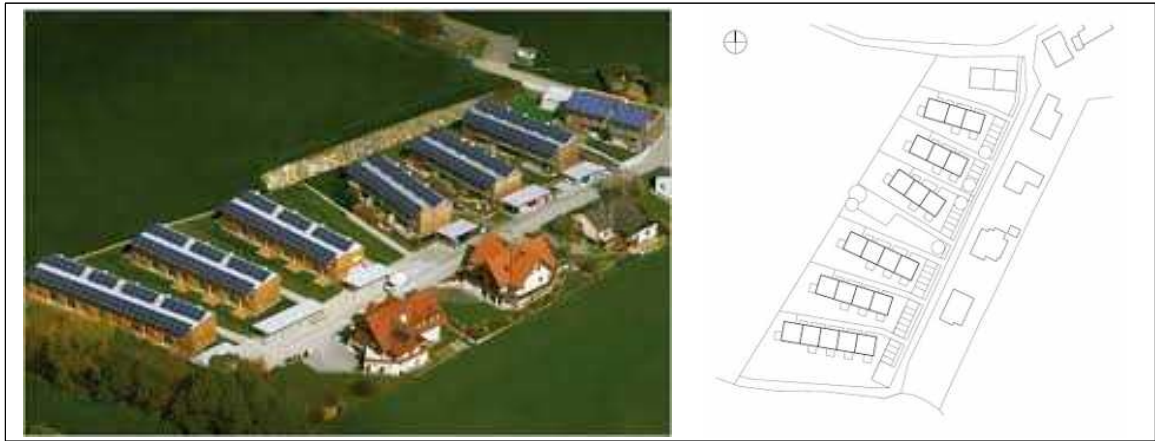
○ 제로에너지 이상의 건물에너지성능 구현을 위한 기술 개발 방향

- EU 일부 국가의 신축 주택용 히트펌프 보급률은 스웨덴 95%, 스위스 87%, 오스트리아 36% 그리고 독일 25%에 이릅니다. 국제에너지기구(IEA)는 지열시스템의 초기 설치비는 다소 높지만 장기간 운영비용이 적게 들기 때문에, 지열시스템이 제로에너지 건물에 적합한 기술로 인정하고 있음
- 기존 건물과 제로에너지 건물에 다양한 종류의 시스템을 설치할 수 있는 이유는 시스템의 크기를 줄이면서 동시에 성능을 높이는 기술을 개발하였기 때문입니다. 또한 시스템 최적 설계 기술과 건물에너지관리시스템(BEMS) 연계 기술을 개발하고 여기에 친환경 대체냉매를 적용한 다양한 용량의 히트 펌프를 개발한 것도 크게 작용되고 있음
- 최근에는 기존 건물용 지열 시스템 개발과 함께 제로에너지 건물용 시스템에 대한 상용화 기술개발에 많은 투자를 하고 있음. 독일 프라운호퍼 연구소는 저에너지 건물 (200 m²) 에 지열 시스템을 설치한 후, 장기간 2006~2010년에 걸친 실증연구를 수행하였음. 지열시스템은 연간 23,428 kWh의 에너지를 건물에 공급하였으며, 이중 80%(18,646 kWh 또는 93 kWh/m²·year)가 난방에 필요한 에너지인 것으로 분석하고 있음
- 국내에서는 지열 시스템이 2000년경 처음 도입된 이후, 정부의 보급 정책과 관련전문가들의 노력에 힘입어 보급률과 시장규모가 지속적으로 성장하고 있음. 현재 국내에서 지열 히트펌프 시스템은 공공기관 신축건물이나 상업용 건물·복지시설·학교 등 중대형 건물에 주로 설치되고 있음.
- 제로에너지 건물용 지열 히트펌프 시스템의 핵심은 히트펌프와 지중열교환기에 대한 효율향상임

29) Elaborated, Baseline study for the Plus Energy Building Market, 2014.05

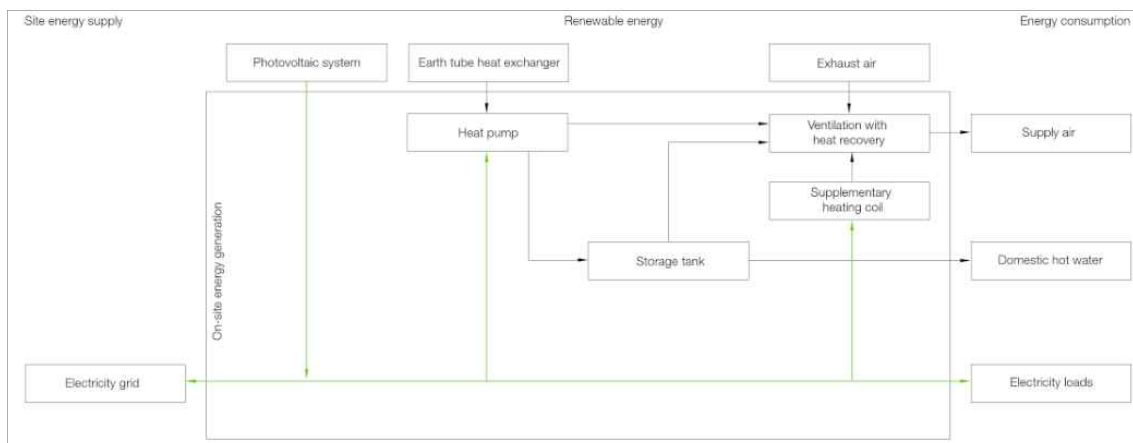
○ ENERGY PLUS COMMUNITY³⁰⁾

- 유럽의 최초 플러스 에너지 주택단지로 오스트리아 남부의 주 슈타이어마르크 (Styria)의 동쪽 에너지 지역(Energy region)에 위치 함



[그림 2-27] 유럽최초 에너지 플러스 주택단지(Weiz Gleisdorf)

- 기술적 측면으로, 주택단지는 패시브 하우스로 각 건물은 1 kW_{th} 용량의 히트 펌프가 설치되어 있으며, 저탕조 용량은 185L로 열원을 이용하여 급탕과 환기 시스템을 운영하여 난방에너지 요구량이 13~15 kWh/m²a 임
- 플러스 주택단지는 난방, 급탕, 환기, 조명, 콘센트 전력의 1차에너지 소요량을 기준으로 주택단지에서 사용하는 1차 에너지 소요량은 79 kWh/m²a이며 태양광 발전을 통해 82 kWh/m²a 생산량으로 플러스 주택단지 임. 에너지 그리드 망을 주택단지 내 구축하여 기반시설과 연계하여 에너지를 전송하며, 계통전력망과 주택단지 에너지 그리드 망 연결을 통해 잉여 전력을 1 kWh 당 0.49 ~ 0.60 € (약 600~750 원)에 판매 함



[그림 2-28] 에너지 플러스 주택단지 에너지 공급 계통도

30) DETAIL, NET ZERO ENERGY BUILDINGS, 2012

- 에너지 플러스 주택단지 에너지 공급 계통도는 위 그림과 같으며, 신재생에너지는 태양광 발전을 통해 전력을 생산하여 건물에서 사용하는 전기에너지와 히트펌프를 통해 열원을 공급 함.

[표 2- 30] Energy Plus Community 적용 기술

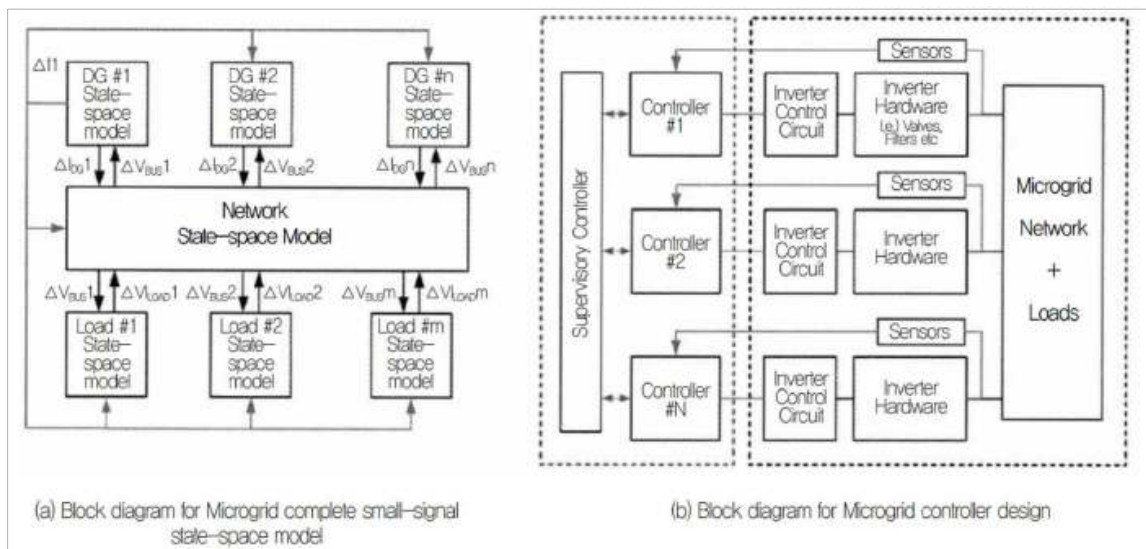
구분		내용		
성능목표		패시브 하우스, Surplus Energy Living		
기본계획		남서배치(12°~34°)		
에너지절약기술	외피단열 성능	열관류율	단열재 두께	350 (mm)
			외벽	0.090 (W/㎡K)
			바닥	0.110 (W/㎡K)
			지붕	0.110 (W/㎡K)
	창호성능	열관류율	유리(프레임 포함)	0.800 (W/㎡K)
기밀성능		n50=0.37~0.50 1/h		
신재생에너지적용 기술	태양광	면적	880 ㎡	
		용량	110 kWp	
		연간발전량	120,000 kWh/a	
		위치	지붕	
	1차 에너지 소요량	1차 에너지 소요량	79 kWh/㎡a	
		1차 에너지 생산량	82 kWh/㎡a	
		잉여전력	3 kWh/㎡a	
에너지 프로슈머	판매금	1 kWh 당 0.49 ~ 0.60 € (약 600~750 원)		
에너지 그리드	기반시설 및 계통 전력망 연계	전기		

마. 마이크로그리드

- 과거에 전력공급은 주로 원자력발전, 화력발전, 수력발전 및 가타 발전으로 전력을 공급해왔으며, 이러한 발전시스템의 대부분은 회전기를 이용한 교류발전 형태임. 하지만 국제적인 에너지 환경 문제가 대두되면서 그린에너지 전원의 개발 및 보급이 확대되기 시작하였고, 선진국을 비롯한 우리나라 역시 1990년대부터 태양광, 풍력, 연료전지 및 전력저장시스템 등 분산형 전원의 보급이 확대됨에 따라 독립형 및 연계형으로 마이크로그리드 형태로 전원공급이 변화되고 있음
- 국내에서는 1990년대는 국가기술표준원 주관 하에 에너지관리공단(현 한국에너지공단)이 주도적으로 추진하여 왔고, 최근에는 스마트그리드가 대두되면서 한국스마트그리드협회 산하 표준포럼에서 분산전원 도메인 위원회 위주로 상기 업무를 주관하여 왔으며, 전력저장시스템의 전지 분야는 전지협회를 중심으로 전지에 대한 표준작업이 수행되고 있음
- 마이크로그리드는 평상시에는 전력계통에 연계되어 운전하며, 전력계통에 사고가 발생하였을 경우에는 계통연계 스위치를 차단하고 단독으로 운전하여 신뢰도와

전기 품질을 개선. 마이크로그리드가 전력계통과 연계 운전할 때에는 부하의 변동은 크게 문제가 되지 않음. 반면, 마이크로그리드가 단독으로 운전될 경우에는 마이크로그리드 내의 각 분산전원이 부하변동을 감지하여 각자 출력을 변동하도록 하고 있음

- 다음 그림의 (a)는 마이크로그리드 전체의 수신호모델을 개발하기 위한 블록다이어그램. (b)는 마이크로그리드의 시스템 레벨 제어기 설계를 위한 블록다이어그램³¹⁾



[그림 2-29] 마이크로그리드 해석 모델 및 제어 모델 개발을 위한 개념도

- 국내는 전력 IT 사업이나 K-MEG 사업, 제주실증단지 등을 통해 부분적인 실증단지 구축이 되었으나, 실 수요자를 대상으로 한 본격적인 의미의 마이크로그리드 구축 실적은 아직 나오고 있지 않음. 또 EMS, 설계 및 해석 툴 등 기반기술에 대한 연구는 지속되고 있지만, 전문 엔지니어링 회사나 이러한 툴의 상업화 등의 진행도 지연되고 있음
- 마이크로그리드 관련 표준화는 전력 IT 표준화 사업 (2006~2010)의 일환이었던 “마이크로그리드용 통합 에너지관리시스템 개발 및 실 사이트 적용기술 개발”을 통하여 일부 개발되었으나, End - device 일부 표준만 개발되고 있음
- 국내 현재 기술수준은 정부 주도의 실증기술 개발 단계로 전력연구원이 연구소 내에 설치한 200kW급 마이크로그리드 실증사이트, 한국전기연구원이 연구소 건물을 대상으로 자체적으로 구축한 120kW급 마이크로그리드를 실증사업으로 진행하고 있음³²⁾

31) 한국전기연구원 스마트배전연구센터, 계장기술, 2015.09

32) 국무조정실, 마이크로그리드 해외진출 활성화 전략, 2015.12

[표 2-31] 마이크로그리드 분야별 기술수준 분석

기술 분야		선진국 대비 기술격차	
아키텍처	최적설계	60%	5년
	Active Device	50%	5년
운영시스템	운영 플랫폼	15%	3년
	응용 어플리케이션	10%	3년
	보안	10%	3년
실증기술	off-grid	20%	2년
	캠퍼스, 군사용	50%	4년
	표준화, 인증 등	50%	4년

- 마이크로그리드 표준화는 주로 한국스마트그리드협회의 표준화 포럼을 통해 꾸준히 논의되고 있음. 이로써 전기에너지저장시스템, 전력변환시스템, DER 등 15종의 표준 개발이 완료되었으며, 일부 DER과 전력계통 인터페이스는 표준 개발단계임³³⁾
- 해외 마이크로그리드 표준화와 관련한 연구는 국제전기기술포럼(IEC), 국제전기전자기술자협회(IEEE) 및 미국 상호운용성패널(SGIP) 등에서 가장 활발하게 이루어지고 있음
- 에너지 자립형 마이크로그리드의 중점 기술은 크게 아키텍처 기술과 운영시스템 기술, 실증 기술, 배전망 통합기술로 나뉨
- 그 중 에너지 플랫폼과 연계성이 높은 마이크로그리드는 에너지 자립형 마이크로그리드 임. 마이크로그리드 운영시스템은 MG 내에 존재하는 발전, 판매, 수요 시장 등 다양한 영역의 시스템의 통합운영을 지원하기 위한 통합 플랫폼과 마이크로그리드 환경 내 장치 및 시스템 간과 마이크로그리드 간 상호운영성 확보를 위한 국제표준 인터페이스 기술을 개발 중에 있음

[표 2-32] 에너지 자립형 마이크로그리드의 운영시스템 기술

종류	핵심기술명	현재기술수준	목표	해외기관과의 기술수준비교
운영 플랫폼 기술	MG M/W & SCADA / 연계 (인터페이스) 프로그램	- DAS, SDMS를 통해 기본기술은 확보되었으나 국제표준 기반은 부재 - 연계(인터페이스) 프로그램은 단말과 응용 프로그램, 통신 방식에 따라 특정사 별로는 구현되어 있음	- MG 미들웨어(M/W), 원방 감시 제어(SCADA) 기능 - MG 응용프로그램, 통신방식별 인터페이스용 프로그램	기술격차 3년, 기술수준 15% 추정
	공통정보모델링	- IEC 61970 기반 유사모델은 개	- 국제표준 기반 공통정보모델	

33) 국무조정실 녹색성장지원단, 기후변화 대응을 위한 에너지 자립형 마이크로그리드 글로벌 확산 지원모델 개발 연구, 2015.12

	/개방형 API	발되어 있으나, 국제표준 기반은 부재 - MG 공통플랫폼 연구를 통해서 CIM 및 API에 대한 연구가 일부 진행되고 있음	(CIM) - 개방형 API	
	MG Test-bed 구축 시뮬레이터	- 소규모의 MG Test-bed 연구는 진행되었으나, 중규모 이상은 없음 - MG 시뮬레이터 또한 없는 실정임	- 기기와 시스템 시험 및 인증용 MG Test-bed 구축 - 가상환경에서 시험 및 훈련용 MG 시뮬레이터	
응용 Application S/W 기술	MG O/S 및 DCP	- DR O/S, IoT O/S, PQ 거래 O/S 부재 -DCP는 DNP 처리기술이 상용화되어 있으며, IEC 61850/ IEC 61970 처리기술의 상용호는 거의 부재	- DR O/S, IoT O/S, PQ 거래 O/S IEC 61850 기반의 DCP 기술	기술격차 3년, 기술수준 10% 추정
	MG 운영서버 프로그램	- DAS, SDMS에 배전계통 운영 서버프로그램의 기능은 개발되어 있으나, MG용 운영서버 프로그램은 부재	- CIM 기반 Topology 처리기술 고정처리, 계통해석 및 보조협조 등의 운영서버 프로그램 기술 - 시스템 연계 및 개방형 API 응용 기술	
	Big Data 처리	- 데이터 수립 및 처리 활용계획 수립 중	- Big Data 분석 및 처리 알고리즘 기술	
	MG 관리시스템	- 기존의 NDIS, NCIS, ERP 기술을 바탕으로 MG의 자산, 고객 등의 관리시스템 개발이 필요	- MG 자산·고객 관리시스템	
보안기술	MG 암호·인증기술	- 일부 암호·인증기술에 대한 기초 기술은 개발되어 있으나, MG 기기나 시스템에 대한 기술은 부재	- MG 내에서 정보보호, 프라이버시 보호를 위한 안전한 통신과 내부자 위협 대응 - MG 암호인증 프로토콜, 라이브러리, 인증 프레임워크 개발	기술격차 3년, 기술수준 10% 추정
	MG 사이버 공격전이 차단기술	- 기존 DDos 기술을 응용하여 MG 사이버 공격전이 차단기술 개발 필요	- 외부로부터 MG로의 침입 경로에서의 사이버 공격 차단 - NAN 구간 및 신재생에너지 구간 공격전이 차단기술 개발 - MG 간 연계구간 공격전이 차단기술 개발	
	MG Cyber Physical 공격대응 기술	- MG Cyber Physical 공격대응 기술은 부재	- MG Cyber Physical 공격 탐지 및 대응 - MG Cyber Physical 공격 탐지, 관제 및 대응기술 개발	
	MG 기기 악성코드 감염 대응기술	- MG 기기 악성코드 감염 대응 기술은 부재	- MG 운영체제, 디바이스, 네트워크 및 응용프로그램에 악성코드 감염을 탐지 및 치유 - MG 기기 악성코드 감염 탐지, 자가 치유 및 관제 기술 개발	

바. BEMS

- 1980년대부터 미국, EU, 일본 등 선진국을 중심으로 초기시장이 형성되었으며, 현재 미국의 하니웰과 존슨컨트롤즈 및 ALC, 독일의 지멘스와 슈나이더, 일본의 야즈빌, 캐나다의 델타컨트롤즈 등 다국적 기업이 세계시장을 주도하고 있음
- 그러나 선진국도 아직은 능동형 자동제어 기능과 에너지 성능 최적화 프로그램을

모두 갖춘 고성능 BEMS는 초기 개발단계에 머물고 있으나 최근 경제여건 악화 및 에너지 위기로 건물에너지를 효율화하여 유지관리 비용을 줄이려는 시장수요가 점차 증가하는 추세에 있음

- 해외 보유 기술은 아래와 같이 정리할 수 있으며, 이를 분석하면 국내 업체에 비해외형적으로는 큰 차이가 없으나, 데이터 분석과 설비의 진단 및 최적 제어 등 운영관리 솔루션의 다양성에서 차이를 보이고 있음
- 외국의 경우도 기존 BAS 기반의 시스템이 개발, 보급되고 있으며, 기존의 기술과는 전혀 다른 새로운 시스템이 제안되는 경우는 없음

[표 2-33] BEMS 분석항목 및 주요기능

분석항목	주요기능
데이터 수집, 처리 및 BAS 인터페이스	<ul style="list-style-type: none"> • 10분 주기 데이터 처리 • 대용량 데이터 처리 • 데이터 원격수집 인프라 • 가상센서 • 표준/비표준 인터페이스 어댑터
데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 성능 분석 • 통계적 데이터 패턴 분석 • 데이터 간 상관관계 분석 • 통계적 모델기반 수요 예측 • 관리도 분석
진단 및 최적 제어	<ul style="list-style-type: none"> • 추론 기능 • 설비 고장검출 및 진단 • 운영가이드 • 운전모드 및 설정값 변경
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 우선순위 기반 이벤트 처리 • 이벤트 분석 • 에너지 베이스라인 설정

- 미국의 경우 자동제어 기술개발은 초기단계이나 정확한 건물에너지 계측 및 데이터 분석기술 등 고성능 BEMS 도입기반은 탄탄한 편이며, BEMS 관련 미국의 시장이 세계시장의 약 50%를 차지하므로 시장수요 증가 및 높은 기초 기술력을 기반으로 급속한 도입활성화 예상됨. 또한 NIST(National Institute Standards and Technology, 국립표준기술연구소)는 관련업체와 협력하여 건축물의 에너지 성능과 유지관리 비용을 최적화하기 위한 '기능 통합 지식시스템 구축 연구'를 활발히 진행 중임
- 유럽에서는 BEMS 활용을 통한 건물에너지 절약 및 쾌적도 향상에 대한 검증이나 효율적인 BEMS 운영과 관련한 다양한 연구 진행 중이며, OECD 산하 국제에너지기구(IEA)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 연구 수행 중으로 고성능 BEMS를 실제 건축물에 적용할 수 있는 기술수준에 도달

- 일본은 신에너지산업기술종합개발기구(NEDO, New Energy and Industrial Technology Development Organization)의 다양한 연구 개발 및 도입지원 등으로 지속적 발전 중이며, 2002년부터 BEMS 도입지원사업을 실시하고 있으며, 도입비용을 보조(1/3이내, 최대 5억원)하고 도입 후 3년간 에너지절약 사항 보고를 의무화 하였음. 또한 BEMS 운용 전문인력의 직접고용이 곤란한 중소형 건축물을 대상으로 중앙관제센터에서 다수의 건축물을 네트워크를 통해 통합 관리하는 군(群) 관리 시스템 도입 중임
- 외국의 주요 기업으로는 하니웰, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌, ITron 등이 있으며, 기술 분야별 대표적인 기업은 아래 표에 보인 바와 같음

[표 2-34] 국외 BEMS 연구개발 주요기업

기술분야		기업명
에너지관리 및 분석 SW		하니웰, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌, ITron, Cellnet, Silver spring, Echenon, Eister, Trilliant Networks
전기, 제어		아즈빌, 하니웰, 지멘스, 존슨콘트롤
통신 (PLC, WIFI, Zigbee 등)		하니웰, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌, ITron, Zensys, Echenon, TI, Ember, Jennic, Amtel, WGN, Telegisis
센서류	전력량계	하니웰, 지멘스, 존슨콘트롤, 아즈빌, ITron, Ladis+Gyr
	유량계	Thermo pdysonic, Dwyer, GE, WESS, 후지전자, VZliot, 엔드레스하우저
	온습도, 조도센서	Testo, CASELLA, Fluke, Keller, LNNE SEIKE
	특수센서	RAYTeX, DWYER, EES, SANYO, Testotesm, Gmbn, BACHARACH

2. 기존 기술(연구)과의 차별성 및 연계방안

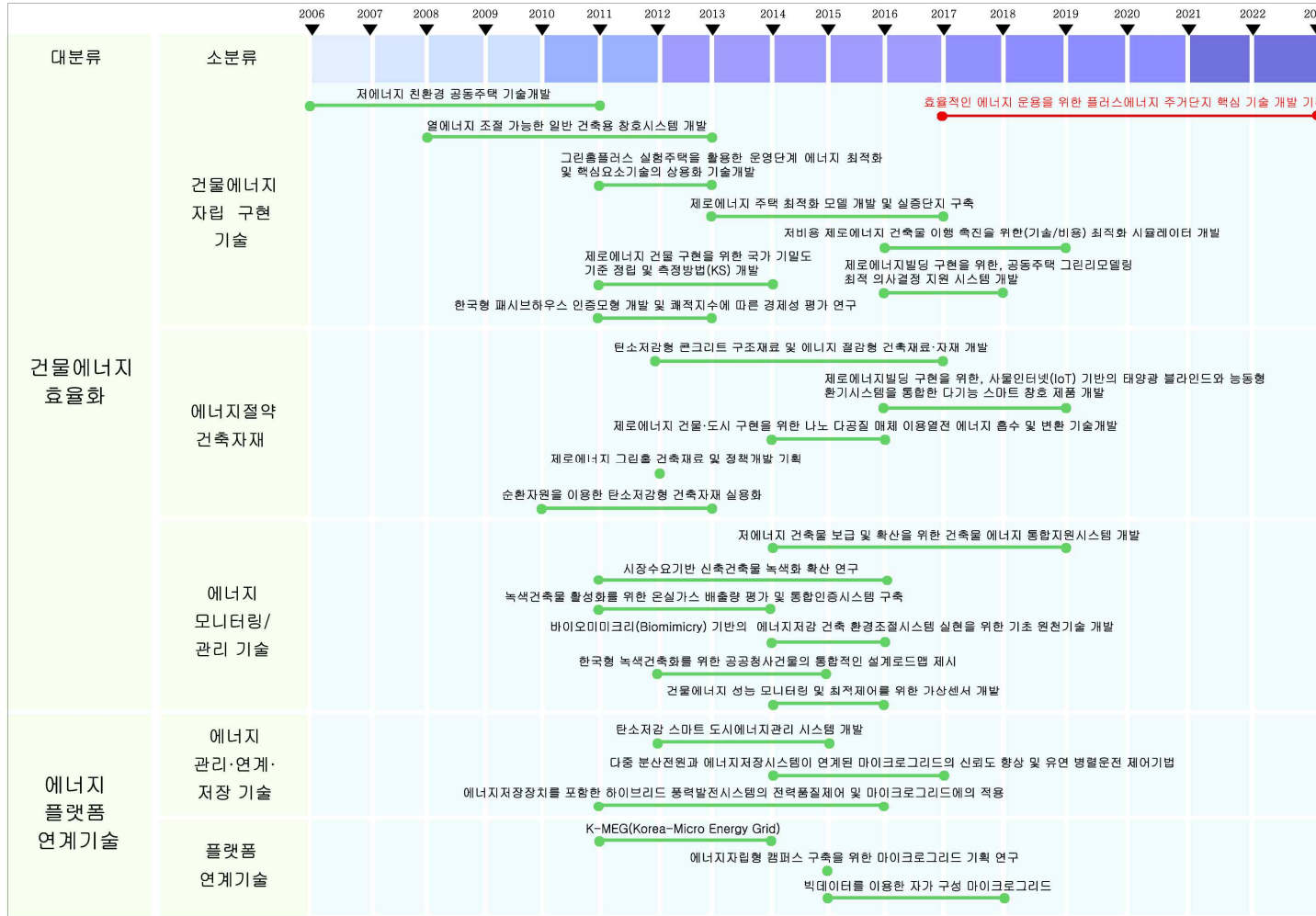
- 플러스에너지 주거단지를 위한 에너지 플랫폼 기술트리(Technology tree) 구축
 - 현재, LEVEL 3단계까지 기술트리를 구축하였으며, 기술수요 조사를 통하여 LEVEL 4 단계의 핵심기술을 도출 예정임

[표 2-35] 기술트리

대분류	중분류	소분류
건물 에너지 부하 최소화 기술 *건축물 용도별, 규모별로 설계기술이 달라질 수 있음	설계기술	에너지 시뮬레이션 기술
		에너지밸런스 최적화를 고려한 창호계획 설계
		단열효과 최적화 설계
		열교 최적화 설계
		배관손실 최적화 설계
		신재생에너지 설비 설치 용량 최적화 설계
		조명 최적화 설계
	공동주택 에너지 절감 기술	그늘요소 최적화 설계
		공동주택 배치 및 디자인
		고단열
		열교방지 적용 기술
		고기밀
		고성능 창호시스템 기술
		결로방지 기술
		난방 기술
		냉방 기술
		급탕 기술
		환기 기술
		조명 기술
에너지 생산 기술	신재생 생산설비 시스템	태양광, 태양열, 지열히트펌프, 바이오매스, 가스열병합, 수소연료전지
	고효율설비 시스템	폐열회수 환기장치, 배관시스템, 냉·난방설비
에너지 연계 기술	에너지 관리·연계 기술	에너지 그리드 설계기술, 에너지 그리드 EMS 기술, 에너지 소비원 그룹관리 기술, 건물 에너지 예측 기술
	에너지 분리계측 기술	세대별·건물별 난방, 냉방, 급탕열에너지 소비량 분리계측
	플랫폼 연계기술	에너지유저 스케줄 설정, 최적제어 알고리즘
	마이크로그리드기반 형성	에너지 그리드 구축
	에너지저장 활용 기술	직류배전 전력계통 설계기술
플러스에너지 주거단지 실증	시공기술	공동주택 에너지절감 시공 기술
		부위별 외단열 공법에 최적화된 방수 기술
		플러스에너지 주택 성능검증 기술
	소프트웨어 구축 기술	모니터링 미기술
		제어 기술
		열적 쾌적성 환경 모니터링
		에너지 모니터링

○ 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술(과제) 동향 조사

- 2006년~2016년까지 수행되었거나 수행 중인 R&D과제를 조사 및 분석하여 동향 조사를 수행함. 이를 통해 기존 기술 및 R&D 과제와 중복되지 않고, 혁신적이며 진보된 기술을 도출 예정임



[그림 2-30] 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술 개발 기획

○ 기존의 기술 및 수행된 연구과제와의 차별성 및 본 기획과제와의 연계방안을 정리함

[표 2-36] 기존 기술(연구)와의 차별성 및 연계방안

과제명	기존 연구과제		검토결과	
	주요 연구내용	차별성	연계방안	
제로에너지주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축	<ul style="list-style-type: none"> 주택 단지의 기 개발된 기술을 바탕으로 에너지요구량을 최소화하고 적절한 신재생에너지를 공급하여 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 1차 에너지소요량을 제로로 하는 최적화 모델을 개발하고 구현 에너지효율을 가장 효과적으로 줄일 수 있으며, 겨울철과 여름철에 에너지공급으로부터 자유로워지고 국가가 온실가스를 감축할 수 있도록 단지 내 전체 주동을 독일전통 방식의 패시브주택 성능을 구현 제로에너지 주택실증단지의 임대 후 거주 과정에서 에너지 및 쾌적성 모니터링을 통해 제로에너지주택단지 성과를 검증 	<ul style="list-style-type: none"> 2025년 제로에너지 의무화 달성을 위해 국·외 기 개발된 기술을 바탕으로 넷제로 1차에너지소요량 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구에서 도출한 제로에너지주택 방법론 및 에너지 모니터링을 검토/보완하여 본 연구와 연계함 	
K-MEG(Korea - Micro Energy Grid)	<ul style="list-style-type: none"> IT와 스마트그리드 건물에너지기술을 융합해 운영 알고리즘만으로 에너지 사용량의 30%를 절감할 수 있도록 하는 토털 에너지 솔루션을 구축 목표(스마트그리드, 분산전원, 건물에너지(열/전기/가스) 등) 빌딩 부문의 에너지 관리를 위해 BEMS, BAS를 도입해 빌딩 공조 및 냉난방 시스템, 조명을 통합 제어하고 분산형 전력(PV, BIPV, 소형 열병합발전 등)의 최적화를 구현하는 스마트 빌딩을 설계·건축·운영하는 것을 목표 	<ul style="list-style-type: none"> 건물 에너지 시스템을 위한 개방형 통합 플랫폼 구축 에너지 시장 연계기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구에서 도출한 건물별 플랫폼과 시장 연계기술을 검토/보완하여 본 연구와 연계 함 	
건물 에너지 관리 시스템 운영체계 및 능동제어 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 국내 실정에 적합한 주거용 건물 에너지관리시스템(BEMS)용 통합 운영프로그램 및 진단기술을 개발 이를 위해 주거용 건물을 위한 통신체계 및 방법(H/W), 에너지관리 통합 운영프로그램(S/W), 유틸리티 별 역할분담 및 소비수준 진단기술을 개발을 목표로 함 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 구현을 위한 기반 기술 확보를 지향하고 있으나, 인간행동 기반의 차세대 BEMS 기술 개발에는 한계를 가지고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제 결과물인 진단 및 BEMS 기반기술검토/보완하여 차세대 BEMS 기술과 연계 가능함 	
스마트 에너지 네트워크 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 일반적으로 적용되고 있는 지역난방의 열에너지 네트워크망의 한계성을 극복하기 위하여 새로운 개념의 열에너지 네트워크를 정의하고, 이를 통하여 에너지 사용과 온실가스 배출을 줄일 수 있는 방안을 모 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 에너지네트워크 기술은 모든 에너지 사용 최적화를 지향하는바, 열에너지 네트워크에 국한된 해당 연구와 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구에서 도출한 스마트 에너지네트워크를 특정 모듈로 활용하여 본 연구와 연계 가능함 	

	색함	는 차별화가 가능함	
BEMS KS 기반의 설계/시공/운영/관리 기술 개발 및 실증	<ul style="list-style-type: none"> 기존 건물에너지 사용량 대비 20% 절감을 위한 BEMS 설계/시공/운영/관리 기술 개발 및 실증을 통해 BEMS 국산화를 목표로 함 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제에서는 기존 폐쇄형 BEMS의 문제점을 인식하고 개방형 플랫폼 기반 BEMS 기술이 개발되고 있으나, 플러스에너지 주거단지를 위한 커뮤니티 단위 에너지 플랫폼 연계기술에는 한계가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제를 통한 BEMS는 개방형 플랫폼을 지향함에 따라 본 연구와 연계 가능함
제로에너지 기술 적용을 통한 실증단지 구축 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지건축물을 실현하기 위하여 설계, 엔지니어링, 시공, 유지관리 전단계에 걸쳐 종합적인 기술개발을 목표로 함 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제는 제로에너지빌딩을 실증적으로 수행하고 있으나, 지속적인 검증작업을 통하여 기술보완이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 연구과제는 대규모로 수행되고 있는 제로에너지 실증 연구로 국내 제로에너지 빌딩 연구의 기반으로 역할을 담당함에 따라 제로에너지를 넘어 플러스에너지 기술개발을 위하여 필수적으로 연계가 필요함

[표 2-37] 기존연구와의 비교 분석

본 기획과제 RFP 선행과제명	플러스에너지 주거단지를 위한 에너지 플랫폼 개발 및 실증		
	마이크로그리드	에너지프로슈머	플러스에너지
제로에너지 주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축			△
K-MEG(Korea-Micro Energy Grid)	△		
건물에너지관리 시스템 운영체계 및 능동제어 기술개발			△
스마트 에너지 네트워크 기술 개발			△
BEMS KS 기반의 설계/시공/운영/관리 기술 개발 및 실증			△
제로에너지 기술적용을 통한 실증단지 구축 및 운영		△	
저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발			△
건물에너지관리시스템 운영체계 및 능동제어 기술 개발			△
스마트 에너지네트워크 기술개발			△
에너지관리시스템(EMS) 산업 육성 방안			△
제로에너지 대응 주거용 건물의 복합 외피시스템 실증 사업			△
그린홈플러스 실험주택을 활용한 운영단계 에너지 최적화 및 외피시스템의 상용화 기술개발			△
빌딩 내 에너지 관리를 위한 자율형 스마트 그린 네트워크 시스템 개발			△
녹색건축물 활성화를 위한 에너지성능 통합관리시스템 개발			△
건물에너지 절약·관리를 위한 모니터링 및 제어시스템 개발			△
중소형 건물 내 에너지 절약 시스템 개발			△
제로에너지 기술적용을 통한 실증단지 구축 및 운영			△
제로에너지 주택 및 단지 최적화모델 개발			△
신재생에너지와 스마트그리드 구축을 위한 서지보호기 개발			△
스마트그리드 연계 고효율 에너지 저장시스템 개발			△

● : 중복과제 ○ : 일부 중복과제 △ : 유사과제

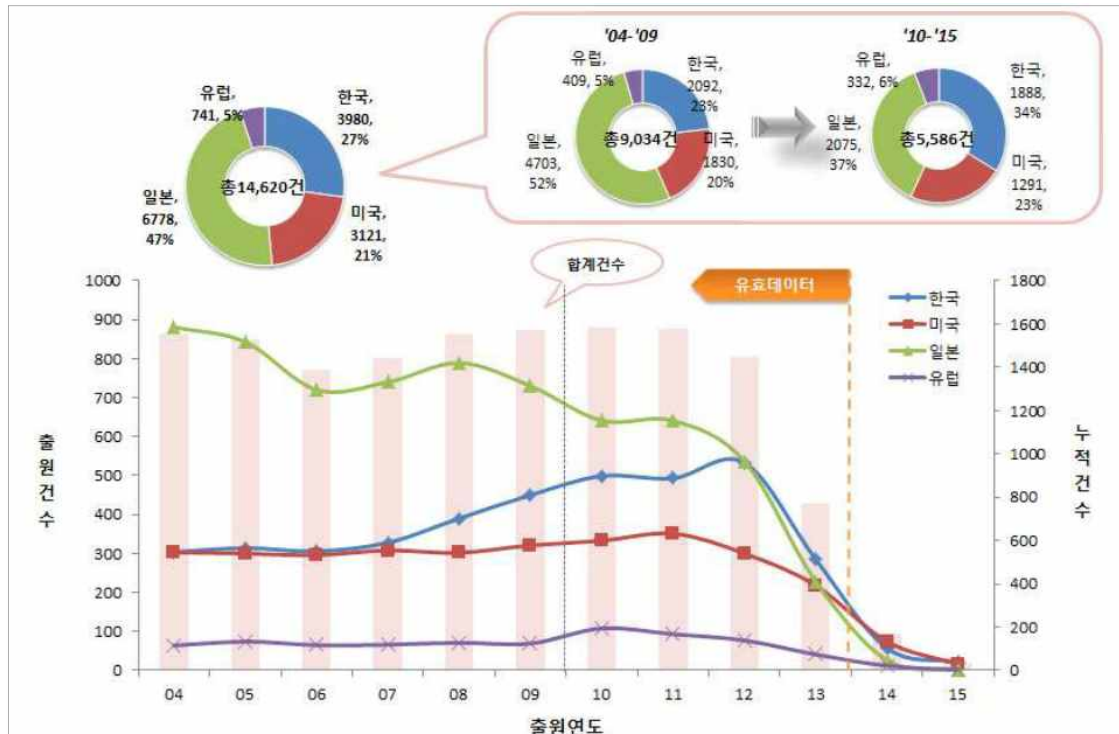
4절. 기술수준 분석

1. 특허동향 분석

가. 녹색건축 분야 특허동향 분석(중소기업 전략기술로드맵)³⁴⁾

- 기존 문헌인 “중소기업 전략기술로드맵 2016-2018: 에코건축” 특허동향 분석
 - 에코건축은 환경친화적 생산과정과 운영, 소멸에 이르기까지 건축 전반에 걸쳐 적용 가능한 친환경 건축자재와 에너지 효율적인 건축 기술 및 설비시스템 도입을 통하여 건물에서 발생하는 환경부하의 요인과 에너지 소비를 최소화하는 기술로 정의
 - 에코건축의 범위는 친환경 건축자재 분야와 녹색건축물 실현을 위한 시스템 기술 분야로 구분
 - 친환경 건축자재 분야는 친환경 건축 마감재(친환경 도료, 벽지, 내/외장재), 에너지 절감 자재(구조재, 단열재, 마감재, 신소재) 기술 등을 포함
 - 녹색 건축물 구현 시스템 기술은 건축물의 에너지 절감을 위한 건축물 외피 조성기술(고효율 외피 시스템 등)과 설비관련 기술(고효율 설비 시스템 및 신재생에너지 통합 시스템 등), 운영단계의 에너지 절감기술(BEMS) 등을 포함
 - 웹텔립스 DB를 활용하여 최근 10년(2004년 1월 ~ 2015년 6월) 출원된 국내특허와 해외특허(미국, 일본, 유럽 특허)를 분석하여 에코건축분야의 산업 기술개발 동향 및 기술개발 역량을 파악
 - 녹색건축 분야 특허동향 분석 결과
 - 2012년 이후 최근 감소 추세를 보이고 있으며, 일본이 47%의 점유율로 가장 많은 특허 보유
 - 분석 초기구간인 2004년부터 2012년까지 일정 수준의 출원건수를 꾸준히 유지하고 있다가, 2012년도 후반부터 점진적으로 감소하는 추세를 나타냄

34) 중소기업 전략기술로드맵 2016-2018 녹색제조: 02 에코조명.건축, 중소기업청(2015)



[그림 2-31] 녹색건축 분야의 국가/연도별 출원동향
(출처: 중소기업 전략기술로드맵 2016-2018 녹색제조: 02 에코조명·건축, 중소기업청(2015))

나. 국토교통분야 특허 기술경쟁력 동향 분석

○ 기존 문헌인 “국토교통분야 특허 기술경쟁력” 동향 분석

- 국토교통분야 기술을 대상으로 특허 정보를 분석하여 주요경쟁국(미국, 일본, 중국, 독일, 프랑스, 영국) 대비 우리나라의 특허기술경쟁력 수준을 파악하기 위해 기술경쟁력 분석을 수행
- 국토교통 관련 113개 소분류 기술에 대하여 한국, 일본, 미국, 유럽, 중국의 5개국 특허청에 '05년 1월 1일 이후 출원된 공개, 공고/등록된 특허 중 7개국(한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 프랑스, 영국) 출원인 국적을 분석 대상으로 함
- 사용 DB는 FOCUST 특허검색시스템을 이용하여 소분류별, 출원인 국적별 특허정보를 수집하고, 유효특허를 대상으로 특허활동도, 특허집중도, 특허시장력, 특허영향력의 4개 항목을 분석/평가
- 본 보고서에서는 소분류 중 녹색건축, ICT 융복합 건축, 건축물 설계/시공성능, 건축물 에너지 성능, 건축 재료성능에 대한 특허 기술경쟁력 분석을 수행

분석대상	내용
기술	국토교통분야(9개 대분류, 32개 중분류, 113개 소분류)
국가	한국, 일본, 미국, 중국, 독일, 프랑스, 영국(7개국)
DATA	공개, 공고/등록 특허
적용기간	출원일 기준 최근 10년(2005. 01. 01. ~ 2014. 12. 31.)
평가지표	특허활동도, 특허집중도, 특허시장력, 특허영향력
활용DB	FOCUST DB(focust.wisdomain.net)

[그림 2-32] 특허분석 개요

(출처: 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술경쟁력분석 보고서)

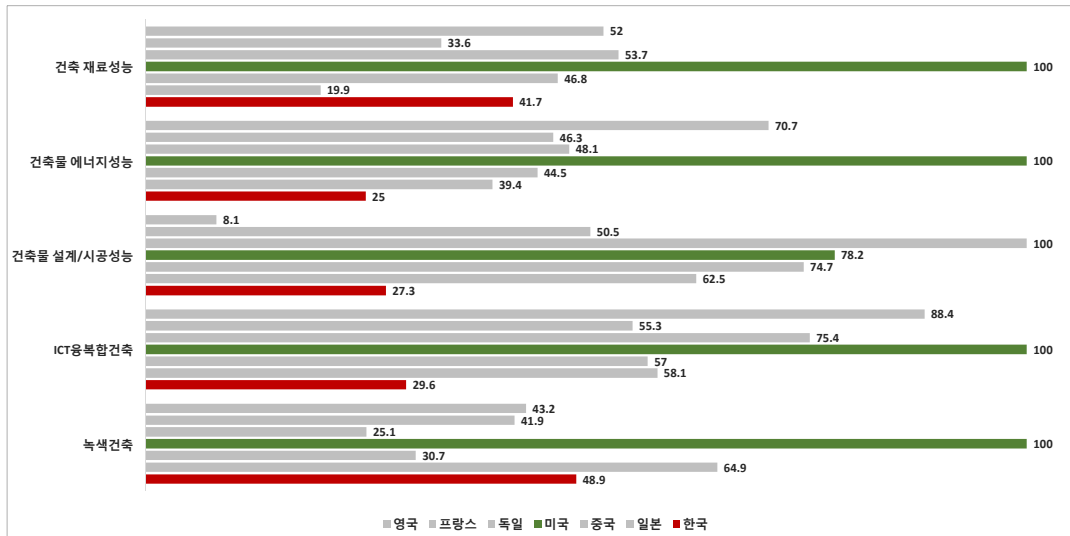
대분류	중분류	소분류	
A. 건축	A1. 주거 및 단지건축	A11. 주거건축	
		A12. 단지건축	
	A2. 첨단/융복합건축	A21. 녹색건축	
		A22. ICT융복합건축	
	A3. 초대형/특수건축	A31. 초고층(복합)건축	
		A32. 대공간 건축	
		A33. 특수환경 건축	
		A34. 전통건축	
	A4. 건축물 성능향상	A41. 건축물 리모델링	
		A42. 건축물구조/안전/보안성능	
		A43. 건축물 유지관리	
		A44. 건축물설계/시공성능	
		A45. 건축물 에너지 성능	
		A46. 건축 재료성능	
	B. 도시	B1. 도시 인프라 구축·관리 및 운영	B11. 도시 인프라 의사결정 지원모델
			B12. 도시 재난·재해 대응
B13. ICT 융복합 도시구축 및 관리			
B2. 도시재생		B21. 도시공개공지 및 녹지조성 기술	
		B22. 커뮤니티기반 도시 재생기술	
B3. 공간정보		B31. 3차원도시공간정보	
		B32. 지리정보체계/원격탐사	

[그림 2-33] 특허분석 대상

(출처: 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술경쟁력분석 보고서)

- 특허동향 분석 결과

- 미국은 각 분야의 특허기술경쟁력에서 건축물 설계/시공성능(2위)을 제외하고 모두 1위로 최상위 수준
- 한국의 특허경쟁력은 건축재료성능 5위, 건축물 에너지성능 7위, 건축물 설계/시공성능 6위, ICT 융복합 건축 7위, 녹색건축 3위로 전반적으로 하위 수준

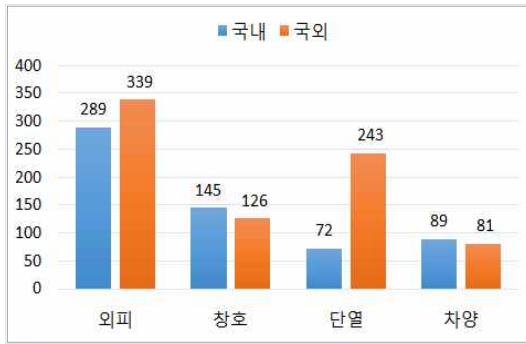


[그림 2-34] 특허기술경쟁력: 종합

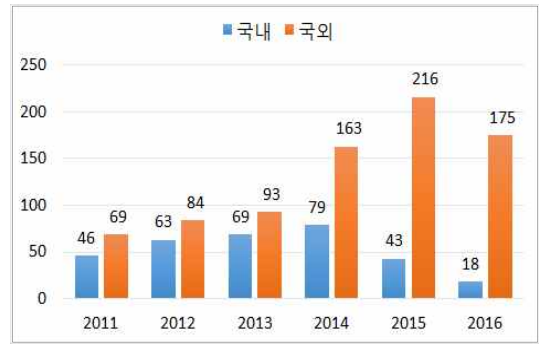
(출처: 2015 국토교통기술수준분석: 국토교통 기술경쟁력분석 보고서, 재구성)

2. 논문동향 분석

- 제로에너지 주택 보급을 위한 건축자재 및 기술 관련하여, 기술분야 중 외피 부문에 대한 1차 국내외 논문동향 분석을 수행함
- 외피 부문은 크게 외피, 창호, 단열, 차양 데이터베이스로 분류
- 본 보고서에서는 2011년부터 2016년까지 4가지 기술 분야에 대하여 최근 5년간의 논문 동향 분석
- 논문 분석 방법: 논문 정보는 NDSL에서 검색하여 논문분석 수행
- 논문동향 분석 결과
 - 건물 외피 기술에 대한 국내외 논문 출판율은 국내 43%, 국외 57%로 수치상으로 해외 논문 게재가 많음
 - 국내 논문 수는 2011년부터 2014년까지 미비한 상승폭을 나타내며, 2015년부터 다소 저감 되는 추세를 나타냄
 - 이에 반하여 국외 논문 수는 2011년부터 2015년까지 상승하였으며, 2016년에 다소 저감되는 추세를 나타냄
 - 국외논문이 국내 연구자의 게재 및 주요 국가들의 학회논문들도 포함되어진 점을 고려해보면 국내 연구 활동이 매우 활발하게 이루어지고 있음



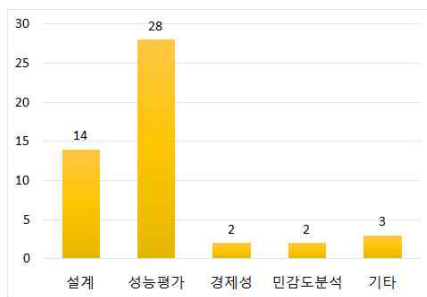
<주요 기술별 논문 수>



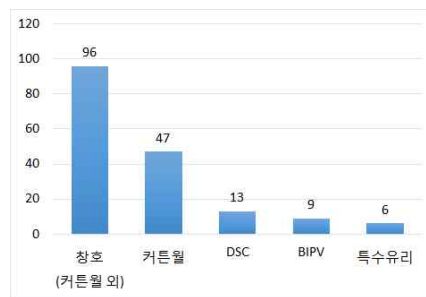
<연도별 논문 수>

[그림 2-35] 국내외 건물 외피 부문 논문동향 결과

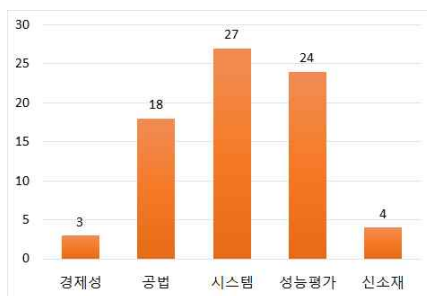
- 건물 외피 부문 중 외피, 창호, 단열, 차양에 대한 세부 분석을 수행함. 각 항목별 주요 키워드 분석 수행
 - 외피분야는 성능평가 및 설계, 창호분야는 창호 및 커튼월, 단열분야는 시스템 및 성능평가, 차양분야는 시스템 및 운영방법이 주요 키워드로 나타남



<외피>



<창호>



<단열>



<차양>

[그림 2-36] 국내 건물 외피 부문 상세 논문동향 결과

5절. 유사과제 분석

- 기존에 수행된 제로에너지 건축물 관련 과제는 에너지 절감, 경제성 제고 및 온실가스 감축을 공통된 목표로 지향하고 있으며, 제로에너지 건축 및 리모델링 관련 기술개발, 모델 및 시스템 구축, 실증 등에 대하여 다양한 연구가 다수 수행되어 왔음
 - 하지만 현재까지의 R&D 과제는 건축물의 에너지절약 및 온실가스 저감을 위한 한정적 재료 및 요소기술에 국한되었으며, 신축 및 기존 건물에 대한 제로에너지를 넘어 선 커뮤니티 단위의 플러스에너지 주거단지 연구로 진행된 경우는 전무한 것으로 확인됨
 - 본 연구과제는 기 수행된 연구개발과제 활용 및 신규 연구개발과제 발굴을 종합적으로 수행하여 종합적이고 체계화된 플러스에너지 주거단지 핵심 기술 개발 연구를 지향하는 바, 중요한 차별성을 확보함
 - 본 연구의 효율적 추진을 위해서 우선으로 다음과 같이 선행 연구 과제에 대한 분석을 실시하였음

[표 2-38] 유사과제 사례 1

<p>과제명</p>	<p>제로에너지 주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축</p>
<p>수행기간</p>	<p>2013.10 ~ 2017.10</p>
<p>최종목표</p>	<p> ■ 주택 단지의 기 개발된 기술을 바탕으로 에너지요구량을 최소화하고 적절한 신재생에너지를 공급하여 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 1차 에너지소요량을 제로로 하는 최적화 모델을 개발 ■ 제로에너지 주택실증단지의 임대 후 거주 과정에서 에너지 및 쾌적성 모니터링을 통해 제로에너지주택단지 성과를 검증 </p> <p style="text-align: center;">제로에너지주택 실증단지 에너지 밸런스</p>
<p>Keyword</p>	<p>패시브하우스, 공동주택, 단독주택, 에너지 효율주택, 신재생에너지</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 녹색성장 국가 전략 및 국토교통부 녹색성장 추진 전략의 가이드라인으로 활용 가능 2) 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜은 국내 가이드라인 제시 3) 물의 부위별 특성을 반영한 패시브 디테일 데이터를 활용하여 최소한의 자재만으로 최적 설계가능 4) 국가적으로 건축자재의 에너지 성능기준 개발을 통한 프로젝트별 최적합 자재 사용 가능 5) 다양한 시공 주체(시공,전기,기계,소방,통신등)간의 커뮤니케이션 활성화를 통해 실증단지의 효율적 구축 6) 주택 에너지 사용량 DB의 활용으로 건물의 에너지 수요에 대한 예측 가능성 증대로 관련 법규 개정, 에너지 사용 절감 계획 수립 가능
<p>기타사항</p>	<p style="text-align: center;">-</p>

[표 2-39] 유사과제 사례 2

<p>과제명</p>	<p>K-MEG(Korea-Micro Energy Grid)</p>
<p>수행기간</p>	<p>2011.07 ~ 2014.16</p>
<p>최종목표</p>	<p> ■ 에너지 생산과 사용을 효율적으로 운영하여 제로에너지 건물, 에너지 자급자족 도시를 구현할 수 있는 에너지 토털 솔루션 구축 ■ 플랫폼 구축으로 단기에 에너지 블록 상용화 </p>
<p>Keyword</p>	<p>마이크로 에너지 그리드, 분산전원, 운영관리시스템, 에너지 블록 플랫폼</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 그린빌딩, 산업단지, 그린빌리지 등의 에너지 생산/사용의 최적화를 달성할 수 있는 통합 마이크로 에너지그리드(k-meg)시스템 개발 2) 고효율 운영관리 시스템과 통합된 체계적 솔루션 개발 3) 건물 에너지 사용 효율 30% 향상(2015년, 외피기술 적용 제외) 4) 에너지 소비, 에너지 공급을 IT 운영체계 기반으로 특성별 에너지 블록화하여 자유롭게 모델링 5) 마이크로 그리드의 에너지원(전기, 열, 가스 등)
<p>기타사항</p>	<p>-</p>

[표 2-40] 유사과제 사례 3

<p>과제명</p>	<p>저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발</p>
<p>수행기간</p>	<p>2014.09 ~ 2019.11</p>
<p>최종목표</p>	<p> ■ 저에너지 건물 구축에 필요한 정보 및 의사결정 지원이 가능한 웹기반 통합 지원 시스템을 개발을 목표로 하며, 이를 통한 저에너지 건축시장의 자생적 생태계 제공 및 저에너지 건축물 보급 및 확산 유도 ■ 건축물 운영 단계의 일부 지원에 국한된 포털의 서비스 제공 영역을 건축물 설계, 시공, 운영, 리모델링, 재건축 등 건축 행위의 모든 단계에서 건축물 에너지 통합화 지원(통합DB, TOOL, GUIDE 개발)이 가능한 시스템으로 개선/확대 </p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>보편적 건물 의료시장의 확대 (Care & Treatment Service for Average Buildings)</p> </div> <p style="text-align: center;">전국 건물 대상 에너지 진료 시스템의 구축 및 개선 가이드 제공</p>
<p>Keyword</p>	<p>건축물 에너지 통합지원시스템, 저에너지 건축 통합 DB, 건축물 에너지 효율화 포트폴리오 지원시스템, 대표 원단위, 에너지성능 비교분석(벤치마킹) 프로그램</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 국가녹색건축포털인 그린투게더의 고도화를 통해 대국민 대상 녹색건축 에너지 통합지원시스템의 다양한 콘텐츠 및 서비스 제공 2) 세계 최고의 저에너지 건물 통합지원 서비스 시스템 구축 3) 사용량 정보와 신축 건물의 설계 및 사용 정보 연동 분석 등 건물에너지 빅데이터 구축 4) 건물에너지 사용 이상 경보 제공 등 고도화 서비스 제공 5) 국가 에너지정책 및 제도와 연계되는 시스템 구축
<p>기타사항</p>	<p style="text-align: center;">-</p>

[표 2-41] 유사과제 사례 4

<p>과제명</p>	<p>BEMS KS 기반의 설계/시공/운영/관리기술 개발 및 실증</p>												
<p>수행기간</p>	<p>2015.08 ~ 2020.10</p>												
<p>최종목표</p>	<p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 기존 건물 에너지 사용량 대비 20% 절감을 위한 BEMS 설계/시공/운영/관리 기술 개발 및 실증 ■ KS 및 개방형 플랫폼 기반의 운영관리 소프트웨어의 개발, 실증을 통해 제도개선(안) 마련 및 보급 기반 구축 </p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px;">BEMS KS 및 개방형 플랫폼 기반 건물 운영관리 도구 개발, 실증 및 보급기반 조성</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 제1세부과제: BEMS 활성화를 위한 기반 구축 ➢ 제2세부과제: BEMS 적용을 위한 핵심기술 개발 ➢ 제3세부과제: BEMS 보급활성화 연구 (분리공모) <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px;">전략목표 1</td> <td style="width: 25%; background-color: #009688; color: white; padding: 5px;">전략목표 2</td> <td style="width: 25%; background-color: #3949AB; color: white; padding: 5px;">전략목표 3</td> <td style="width: 25%; background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">전략목표 4</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e8f5e9; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 사용자 중심의 BEMS용 완전 개방형 플랫폼 개발 및 평가체계 구축 </td> <td style="background-color: #e8f5e9; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발 </td> <td style="background-color: #e8f5e9; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS KS 기본규격의 적극적 활용 및 개발된 연계규격 완성도 제고 ✓ BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련 </td> <td style="background-color: #e8f5e9; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과 분석 </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px;">개방형 통합 플랫폼 개발</td> <td style="background-color: #009688; color: white; padding: 5px;">운영관리 핵심기술 개발</td> <td style="background-color: #3949AB; color: white; padding: 5px;">표준화, 제도개선(안) 마련</td> <td style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">현장적용, 실증 및 효과 분석</td> </tr> </table> </div>	전략목표 1	전략목표 2	전략목표 3	전략목표 4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 사용자 중심의 BEMS용 완전 개방형 플랫폼 개발 및 평가체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS KS 기본규격의 적극적 활용 및 개발된 연계규격 완성도 제고 ✓ BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과 분석 	개방형 통합 플랫폼 개발	운영관리 핵심기술 개발	표준화, 제도개선(안) 마련	현장적용, 실증 및 효과 분석
전략목표 1	전략목표 2	전략목표 3	전략목표 4										
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 사용자 중심의 BEMS용 완전 개방형 플랫폼 개발 및 평가체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS KS 기본규격의 적극적 활용 및 개발된 연계규격 완성도 제고 ✓ BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과 분석 										
개방형 통합 플랫폼 개발	운영관리 핵심기술 개발	표준화, 제도개선(안) 마련	현장적용, 실증 및 효과 분석										
<p>Keyword</p>	<p>온실가스 감축, BEMS, KS 기반, 개방형 플랫폼, 설계/시공/운영/관리 기술</p>												
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<p>1) BEMS KS 표준기술 개발 및 실증을 통한 독자기술 개발 및 국제경쟁력 확보 2) BEMS 운영관리 핵심 S/W 개발을 통한 시장점유율 확대 3) BEMS 시장 안정화 및 건물부문 온실가스 저감</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px;">“BEMS KS 기반의 설계·시공·운영·관리기술 개발 및 실증” 활용</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px;"> 사회적 에너지 및 온실가스 감축 대응 </td> <td style="width: 33%; background-color: #009688; color: white; padding: 5px;"> 기술적 관련 기술 육성·고도화 </td> <td style="width: 33%; background-color: #3949AB; color: white; padding: 5px;"> 정책적 정책적 의사결정 기초자료로 활용 </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px;"> 적용 확대 </td> <td style="background-color: #009688; color: white; padding: 5px;"> 기술 고도화 </td> <td style="background-color: #3949AB; color: white; padding: 5px;"> 지속적 모니터링 </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e8f5e9; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 하·동절기 전력 대란 등 에너지 수급 불균형에 대비하여 절약 및 수요관리에 활용 ✓ 국제규범에 부합하는 온실가스 감축을 위한 실천방안으로 건물분야 에너지 관리도구 보급 확대 지원 </td> <td style="background-color: #e8f5e9; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS 기반 기술 및 핵심 운영관리 S/W 개발로 지식정보 서비스 분야 신성장산업 발굴, 육성 ✓ ICT 융복합 고부가가치 기술의 접목에 의한 Biz-Model 창출로 국내 건설산업의 해외진출 지원 </td> <td style="background-color: #e8f5e9; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 합리적인 건물에너지 이용을 위한 계획 수립 및 운영관리 관련 제도개선(안)으로 활용 ✓ 국가 에너지 수급체계 개선을 위한 에너지 유틸리티별 역할 분담 체계 구축 및 운영체계 확립 지원 </td> </tr> </table> </div>	사회적 에너지 및 온실가스 감축 대응	기술적 관련 기술 육성·고도화	정책적 정책적 의사결정 기초자료로 활용	적용 확대	기술 고도화	지속적 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 하·동절기 전력 대란 등 에너지 수급 불균형에 대비하여 절약 및 수요관리에 활용 ✓ 국제규범에 부합하는 온실가스 감축을 위한 실천방안으로 건물분야 에너지 관리도구 보급 확대 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS 기반 기술 및 핵심 운영관리 S/W 개발로 지식정보 서비스 분야 신성장산업 발굴, 육성 ✓ ICT 융복합 고부가가치 기술의 접목에 의한 Biz-Model 창출로 국내 건설산업의 해외진출 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 합리적인 건물에너지 이용을 위한 계획 수립 및 운영관리 관련 제도개선(안)으로 활용 ✓ 국가 에너지 수급체계 개선을 위한 에너지 유틸리티별 역할 분담 체계 구축 및 운영체계 확립 지원 			
사회적 에너지 및 온실가스 감축 대응	기술적 관련 기술 육성·고도화	정책적 정책적 의사결정 기초자료로 활용											
적용 확대	기술 고도화	지속적 모니터링											
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 하·동절기 전력 대란 등 에너지 수급 불균형에 대비하여 절약 및 수요관리에 활용 ✓ 국제규범에 부합하는 온실가스 감축을 위한 실천방안으로 건물분야 에너지 관리도구 보급 확대 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BEMS 기반 기술 및 핵심 운영관리 S/W 개발로 지식정보 서비스 분야 신성장산업 발굴, 육성 ✓ ICT 융복합 고부가가치 기술의 접목에 의한 Biz-Model 창출로 국내 건설산업의 해외진출 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 합리적인 건물에너지 이용을 위한 계획 수립 및 운영관리 관련 제도개선(안)으로 활용 ✓ 국가 에너지 수급체계 개선을 위한 에너지 유틸리티별 역할 분담 체계 구축 및 운영체계 확립 지원 											
<p>기타사항</p>	<p style="text-align: center;">-</p>												

6절. 연구개발 인프라 분석

- 플러스에너지 주거단지를 위한 에너지 플랫폼 개발 및 실증 핵심 기술 관련 중점 추진분야별 인프라 수준을 분석함
 - 중점추진분야별로 전문인력, 기자재, 산학연 공동연구기관, 기술이전 및 거래, 국제기술협력 기반, 업계현황에 대한 인프라 수준을 분석함

[표 2-42] 중점추진분야별 인프라 수준

대분류	중분류	인프라 항목	인프라 수준				
			부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
플러스에너지 커뮤니티를 위한 에너지 플랫폼 개발 및 실증	플러스에너지 공동주택 기술 개발	전문인력		○			
		기자재		○			
		산학연 공동연구기관		○			
		기술이전 및 거래	○				
		국제기술협력 기반	○				
		업계현황		○			
	커뮤니티 에너지 플랫폼 연계기술 개발	전문인력		○			
		기자재		○			
		산학연 공동연구기관	○				
		기술이전 및 거래	○				
		국제기술협력 기반		○			
		업계현황		○			
	플러스에너지 주거단지 실증	전문인력	○				
		기자재	○				
		산학연 공동연구기관	○				
		기술이전 및 거래	○				
		국제기술협력 기반	○				
		업계현황	○				

- 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주거단지 핵심 기술 관련 국내 연구 인프라
 - 건물에너지 효율화, 에너지 플랫폼 연계기술, 건축물 리모델링 관련된 국내 연구자 인프라 및 연구자별 연구영역은 아래 <표 2-49>과 같음
 - 건물에너지 효율화, 에너지 플랫폼 연계기술, 건축물 리모델링 관련하여 산/학/연 기관에 다양한 연구자들이 포진해 있음

[표 2-43] 국내 연구 인프라

추진분야	세부분야	관련기관	대표 연구자	연구영역 및 방향	
건물에너지 효율화	건물에너지 자립 구현 기술	명지대학교	이명주	제로에너지주택 실증단지구현	
		연세대학교	이승복	건물 친환경 기술 개발	
		인하대학교	조재훈	건물 에너지 측정법 개발	
	에너지절약 건축자재	전자부품연구원	장세홍	고효율 창호	
		한국건설기술연구원	이세현	건축물 에너지 절감 자재 개발	
		한양대학교	박대효	건축물 에너지 절감 자재 개발	
		한국건설기술연구원	최경석	건축물 에너지 절감 자재 개발	
		한국건설기술연구원	이승연	탄소저감형 건축자재 개발	
		한국판유리협회	이정로	유리 건축자재 개발	
		그린포럼건축사사무소	이규환	건축자재 DB 개발	
		LG하우시스	김지현	건축용 신소재 개발	
		이건창호	안정혁	고성능 창호 개발	
		한국외단열협회	김양규	건축물 외단열 기술	
	효율향상 기술	대한기계설비산업연구원	류형규	건축 기계설비 설계	
		나우설비	김용인	건축 기계설비 설계 및 진단 기술	
		한일MEC	성노천	건축 기계설비 설계 및 진단 기술	
		한국건설생활환경시험연구원	성욱주	제로에너지 시스템 패키지화	
		이화여자대학교	송승영	건축물 외단열 및 결로방지 성능 향상 기술	
		이화여자대학교	임재한	건축물 열교 방지 및 외벽 단열성능 향상 기술	
		한양대학교	정재원	건축물 공조설비 에너지 소비량 저감기술	
		한국에너지공단	김인택	에너지목록관리제 관련 기술	
	에너지 모니터링/관리 기술	연세대학교	홍태훈	에너지 모니터링	
		한양대학교 에리카	신성우	녹색건축물 온실가스 배출량 평가	
		충남대학교	이정원	건축 환경조절 시스템 개발	
		동아대학교	이정재	건축물 재실자 및 에너지 관리 시스템 기술	
		단국대학교	문현준	BIM 기반 건물에너지 성능 평가 시스템 기술	
		대전대학교	신우철	건물에너지 관리 시스템 및 에너지 시뮬레이션	
	에너지 플랫폼 연계기술	에너지 관리·연계·저장 기술	명지대학교	이명주	단지 내 5대에너지분리계측 및 신재생에너지생산량 계측
			제에스건설(주)	박시삼	도시에너지 관리 시스템 개발
			서울과학기술대학	김경화	분산전원 제어기법 연구
제주대학			김호찬	마이크로그리드 제어	
플랫폼 연계기술		삼성물산	김공환	마이크로그리드 제어	

7절. 종합분석

1. 동향분석 시사점

가. 국내외 정책동향 시사점

- 프랑스 파리에서 개최된 제21차 기후변화협약 당사국 총회(COP21)는 신기후체제 합의문인 ‘파리협정 (Paris Agreement)’이 극적으로 채택됨
 - POST-2020은 모든 국가에 적용되는 새로운 기후변화 대응체제의 출범으로 2020년 이후의 장기 감축 목표를 설정하고 매 5년마다 상향된 감축목표, 이행 확인 등 제출에 합의

- 기후변화에 따른 지구 생태계의 변화와 에너지·자원의 고갈 등에 대한 전지구적 대응 노력이 절실하고 이에 대한 전세계적, 국가적 온실가스 감축 의무 확정
 - 기후변화협약 파리협정(‘15.12, cop 21)에 따라 모든 국가는 2020년 이후의 국가별 온실가스 감축의 자발적 기여방안(INDC)을 설정
 - 우리나라는 신기후체제를 앞두고 POST-2020을 대비한 국가 온실가스 감축목표를 2030년까지 온실가스 배출전망치(850.6백만톤CO₂e) 대비 37%로 결정함에 따라 국가 전체 및 부문별 대응전략 마련 및 목표 달성 가능성 타진이 요구됨
 - 파리 당사국 총회(COP21, 2015년 12월) 이후 온실가스 감축목표가 국제적으로 공식화되면 후속작업으로 부문별 세부이행계획 및 정책적 대응방안 마련이 시급하며 국가 온실가스 감축목표 달성 및 제로에너지 건축물 의무화 추진(2025년) 등과 관련하여, 건물부문의 구체적인 기술적, 정책적 대책 마련이 시급한 상황으로 인식되고 있음

- 건물부문은 다른 부문에 비하여 에너지 저감 및 온실가스 감축 잠재력이 가장 클 것으로 예상되고 있으나, 신기술 적용이 늦게 이루어지는 특징이 있고 산업, 교통 등의 다른 분야에 비하여 이미 개발된 신기술이 현장에 적용되지 않는 경우가 매우 많음. 이에 따라 정부 정책은 이미 개발된 신기술이 시장에 적용되기 위한 적정 시점 및 기술 범위를 설정하고 정책적·재정적 지원을 해야 함
 - 녹색성장 국가 전략수립을 통한 ‘녹색 국토-도시 조성’ 과제를 추진하고 제로에너지건축물 의무화 추진, 기존건물의 그린리모델링 지원사업 등을 추진하고 있으며 에너지절약설계기준 강화, 녹색건축물 인증제도, 에너지소비효율제도를 시행하고 있음

나. 시장 및 산업동향 시사점(HERE)

- 신축 제로에너지 주택사업은 단독 주택건설에서 주거단지 형태로 확대되는 추세임. 제로에너지 의무화 로드맵에 따라 2025년 모든 신축건물 제로에너지 의

무화로 인해 제로에너지 주택의 국내 시장 규모는 2015년에는 8,600억원, 2020년에는 1조 7,200억원 수준으로 성장할 것으로 보임.

- 현재 한국전력의 “프로슈머 이웃간 전력거래”실증사업 등 전기 판매의 에너지 프로슈머 실증 및 연구과제가 진행되고 있음. 대형 프로슈머 거래로 대형 프로슈머 시장 형성이 진행중이며, 전기 외에도 여러 에너지원에 대한 프로슈머 기반 연구가 진행되고 있음. 기존의 중앙 집중에너지 공급방식의 경우 선진국대비 최우수 등급의 인프라를 보유하고 있으나, 새로운 에너지 패러다임인 E-프로슈머의 확산에 필요한 인프라는 국지적인 실증사업형태로 추진되고 있어 E-프로슈머 시장 생태계조성을 위한 인프라 구축이 필요함

다. 국내외 기술동향 시사점

- 국토교통부는 국가 온실가스 감축 및 국민 주거비 경감을 위하여 신축 공동주택의 에너지 의무 절감률을 상향 조정(30~40%→50~60%)하겠다는 내용을 주로 하는 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」 개정안을 발표하였음. 단일 건축물에 대한 제로에너지 의무화 강화에 따라 건축물 규모를 넘어 주택단지 규모의 기술의 개발이 필요할 것으로 보임
- 과거에 전력공급은 주로 원자력발전, 화력발전, 수력발전 및 가타 발전으로 전력을 공급되어짐. 국제적인 에너지 환경 문제가 대두되면서 그린에너지 전원의 개발 및 보급이 확대되기 시작하였고, 선진국을 비롯한 우리나라 역시 1990년대부터 태양광, 풍력, 연료전지 및 전력저장시스템 등 분산형 전원의 보급이 확대됨에 따라 독립형 및 연계형으로 마이크로그리드 형태로 전원공급이 변화되고 있음. 커뮤니티 규모 독립 마이크로그리드 기술 개발을 통해 분산전원 확대 및 국가 발전설비 증설 최소화에 기여할 것으로 보임

라. 국내외 기술수준 분석 시사점

○ 특허동향 분석 결과 시사점

- 미국의 경우 각 분야(녹색건축, ICT융복합건축, 건축물설계/시공성능, 건축물에너지성능, 건축 재료성능)의 특허기술경쟁력에서 모두 최상위 수준을 확보하고 있으며, 한국의 특허경쟁력은 건축재료성능 5위, 건축물 에너지성능 7위, 건축물 설계/시공성능 6위, ICT 융복합 건축 7위, 녹색건축 3위로 전반적으로 하위수준임
- 특허 검색을 통해, [건물], [제로에너지], [자재], [기술] 에 대한 분석 결과 총 3,973건의 특허가 산업 부문 전반에 분포되어 도출되었고, 크게 건물에너지 운영 및 관리기술 및 에너지절약 요소기술 군으로 특허가 도출되고 있음
- 건물 에너지 분야의 특허건수가 2012년을 기점으로 감소하는 추세를 보이고 있으며, POST-2020 등 기후변화협약에 대한 최근 국제 동향 및 관심의 증대, 배출권 거래제 시장의 도입, 제로에너지 의무화 정책 등의 도입에도 불구하고 특

허활동이 상대적으로 낮게 나타나 향후 기술개발의 여지가 높은 것으로 판단됨

2. SWOT 분석

- 국내외 정책동향, 시장현황 및 전망, 관련 기술의 동향 및 수준 분석 등의 결과와 전문가 및 기획위원회의 기획 방향 설정을 바탕으로 SWOT 분석을 실시함. 외부 및 내부의 환경분석 및 동향 파악에서 도출된 ‘기회’와 ‘위험’ 요인을 정리하고 내부역량 분석에서 파악된 국내 기술의 ‘강점’과 ‘약점’ 요인을 연관시켜 본 과제 의 기술개발 방향을 설정하였음

[표 2-44] 기획과제의 SWOT 분석

구분	Strengths (강점)	Weaknesses (약점)
Opportunities (기회)	<p>[공격적 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 플러스에너지 주거단지 보급 확산을 위한 정책적 기반 마련 필요 • 국내 단지를 대상으로 실증사업을 실시하여 플러스에너지 관련 개발된 기술 및 적용으로 국내 주택시장의 보급 가능 사업성 확보 • 플러스에너지 주거단지 실증시 주변의 부가가치 상승을 통한 주변지역 경쟁력 확보 가능 • 신재생에너지와 ESS, 축열조 등 에너지 저장 활용기술을 연계하여 건물 에너지 공급/수요/관리 기술 개발 기회 • 플러스에너지 건물 실증 인프라 형성 및 상용화 	<p>[방향전환 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국가차원의 플러스에너지주거단지 및 에너지 플랫폼 연계 기술 지원 확대 • 플러스에너지 주거단지 성능 기준 마련 및 기준 달성 보급화 • 신재생에너지 중심 에너지 공급/수요 최적화 융합 시스템 개발 및 적용 • 해외 기업에서 선도적으로 시행하고 있는 에너지 플랫폼 관련하여 국내에서 개발된 에너지 연계 기술 및 개발 실용화로 해외 시장 진출 가능
Threats (위험)	<p>[다양화 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 플러스에너지, 에너지 플랫폼 등 핵심 기술에 대한 개발이 이미 광범위하게 진행되고 있음 • 실증사업을 통해 최적화 모델 도출로 글로벌 경쟁력 확보 가능 • 플러스에너지 주거단지는 신재생, ESS, 에너지 플랫폼 등 주요 신산업 핵심기술의 활용처로 적용 가능 • 다양한 대안별 타당성을 분석하여 최적의 플러스에너지 주거단지 모델 도출을 통한 보급확산 기반 추진 	<p>[방어적 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국내 기술수준은 현재 발전하고 있으나, 기술간의 연계 또는 기술의 실용화 부족 • 에너지 중심의 기술적 해법만으로는 주거단지, 커뮤니티 차원의 에너지 최적화 이행이 어려워 국가적 통합 차원의 추진 필요 • 해외의 에너지 정책 및 기술에 대한 벤치마킹 및 대응 역량 향상 필요

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 국내·외 현황을 고려한 건축물 에너지성능 정의 및 연구 범위 설정

가. 제로에너지 건축물 정의³⁵⁾

- 국토교통부는 「저탄소녹색성장기본법」에 근거하여 2012년 제정된 「녹색건축물 조성지원법」의 일부개정 법률(법률 제 13790호, 2016.1.19. 공포, 2017.1.20. 시행) 제2조 4호에서 제로에너지빌딩에 대한 개념을 다음과 같이 정의 함

[표 3-1] 제로에너지빌딩 정의(국토교통부)

제로에너지빌딩을 “건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물

- 제로에너지빌딩 관련 개별법이 마련되거나 관련법령이 보완되는 경우 제로에너지 빌딩에 대한 명확한 정의를 토대로 측정기준, 에너지계산범주, 1차에너지 및 CO₂ 등의 환산계수, 측정단위, 대차대조기간 등에 대한 구체적인 반영이 요구됨. 단지 차원의 넷 제로 1차에너지 정의는 건축물 5대에너지, 에너지 계산 범주, 1차에너지, 대차대조 기간 등을 구체적으로 명시하고 있음.³⁶⁾

[표 3-2] 넷 제로에너지 공동주택 개념

“단위세대가 필요로 하는 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명에너지를 외부 에너지 공급 망으로부터 받아오는 양과 단지 내 신재생에너지 시스템에서 생산하여 외부 에너지 공급 망으로 돌려주는 에너지양을 각각 1차에너지로 환산하였을 때, 연간 대차대조하여 제로가 되는 주택”

- 국토교통부의 연구개발과제인 ‘제로에너지주택 활성화를 위한 최적화모델 개발 및 실증단지 구축’ 3차년도 성과보고서에서는 제로에너지주택단지에 대해 다음과 같이 정의 함

[표 3-3] 노원구 제로에너지주택 실증단지가 추구하는 넷 제로에너지 개념

“단지 내 전체 세대가 필요로 하는 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명에너지를 단지 내에서 생산하는 신재생에너지로 충당하고, 신재생에너지 생산이 모자랄 때는 외부 에너지 공급 망으로부터 받고 남을 때는 외부 에너지 공급 망으로 돌려주는 에너지양을 각각 1차 에너지로 환산하였을 때, 연간 대차대조하여 제로가 되는 주택단지”

35) 이명주, 한국형 제로에너지 공동주택의 최적화 모형 연구, 세종대학교 기후변화협동과정, 박사학위논문, 2017.02

36) 명지대학교 산학협력단 산하 제로에너지건축센터, 제로에너지 공동주택 기술가이드라인 (안), 국토교통부, 2016.06

- 유럽연합의 건축물 에너지절감 가이드라인(EPBD 2010/31/EU)에서는 준 제로에너지건축물(Nearly Zero Energy Building)에 대해 다음과 같이 정의 함

[표 3-4] 준 제로에너지빌딩 정의(EPBD 2010/31/EU)

“Annex1에 부합되는 매우 높은 에너지성능을 가진 건물로서, 제로에 가깝거나 매우 적은 에너지요구량은 부지 내 또는 인근에서 생산된 신재생에너지로 상당부분 공급되어야 한다”
--

- 미국 국립건축물과학연구소(National Institute of Building Science)의 ‘제로에너지 건축물에 대한 일반적 정의’ 보고서는³⁷⁾ 제로에너지건축물 정의 원칙으로서(Guiding Principles) 산업부문에서 사용될 수 있도록 표준화된 기반제공, 엄격하고 투명하게 측정·입증되며, 건축물 운영에너지가 실질적으로 감소할 수 있도록 디자인과 운영에 영향을 미치고, 지속성이 유지될 수 있는 장기의 목표설정이 있어야 함을 제시함

[표 3-5] 제로에너지건축물 정의 (미국 국립건축물과학연구소)

제로에너지건축물은 1차 에너지 소요량을 기반(Source Energy)으로 건축물 경계 내로 연간 공급된 모든 종류의 에너지(Delivered Energy)가 건축물 경계 내(On-Site)에서 생산되어 경계 외로 송전된 신재생에너지(Exported Energy) 보다 적거나 같은 에너지 효율적인 건축물임

나. 플러스에너지 건축물 정의

- 국내·외 현황을 고려한 제로에너지 정의를 참고하여 플러스에너지 정의를 다음과 같이 4가지 안으로 제안 함

[표 3-6] 플러스에너지 커뮤니티 정의 제안(안)

제안	정의
1안	국내·외 기존기술을 이용하여 건축물 5대 에너지 넷 제로 1차에너지 주택단지가 주체가 되어 커뮤니티의 건축물, 교통, 도시공간과 상호 에너지 교류(Outlet&Inlet)를 통해 시간대별, 요일별, 계절별로 에너지를 충족시킬 수(connect and disconnect) 있는 커뮤니티를 의미함
2안	국내·외 신기술을 이용하여 콘센트 전력을 포함한 건축물 6대 에너지를 넷 제로 1차에너지로 달성하는 주택단지가 주체가 되어 커뮤니티의 건축물, 교통, 도시공간과 상호 에너지 교류(Outlet&Inlet)를 통해 시간대별, 요일별, 계절별로 에너지를 충족시킬 수(connect and disconnect) 주거지역을 의미함
3안	국내·외 신기술을 이용하여 콘센트 전력을 포함한 건축물 6대 에너지를 넷 제로 최종에너지, 넷 제로 1차 에너지, 넷 제로 이산화탄소 배출, 넷 제로 에너지비용을 충족시키는 4대 넷 제로 주택단지가 주체가 되어 커뮤니티의 건축물, 교통, 도시공간과 상호 에너지 교류(Outlet&Inlet)를 통해 시간대별, 요일별, 계절별로 에너지를 충족시킬 수(connect and disconnect) 주거지역을 의미함
4안	국내·외 신기술을 이용하여 넷 제로 최종에너지, 넷 제로 1차 에너지, 넷 제로 이산화탄소 배출, 넷 제로 에너지비용을 충족시키는 4대 넷 제로 주택단지가 주체가 되어 커뮤니티의 건축물, 교통, 도시공간과 상호 에너지 교류(Outlet&Inlet)를 통해 시간대별, 요일별, 계절별로 에너지를 충족시킬 수(connect and disconnect) 주거지역을 의미함

37) National Institute of Building Science, A Common Definition for Zero Energy Buildings. 2015.9, page.6

[표 3-7] 플러스에너지 커뮤니티 정의 제안별 차이

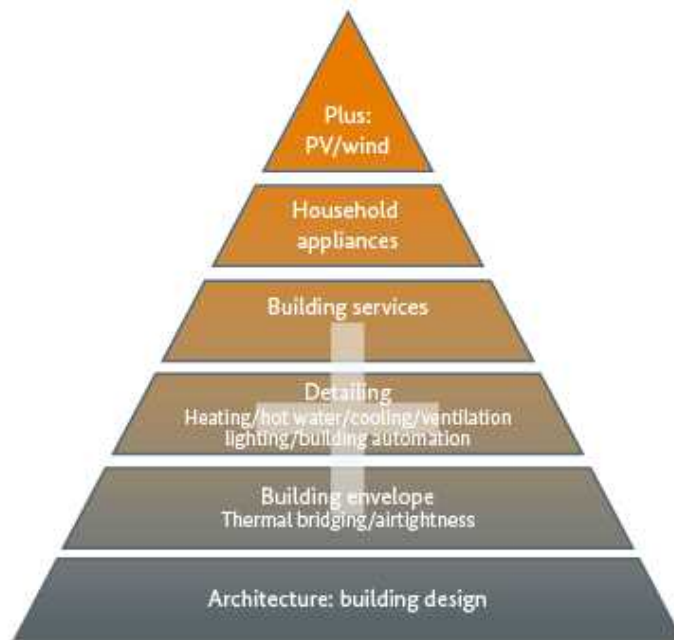
		1안	2안	3안	4안
넷 제로 1차에너지		√	√	√	√
넷 제로 이산화탄소			√	√	√
넷 제로 에너지비용				√	√
넷 제로 최종에너지				√	√
건축물	난방에너지	√	√	√	√
	냉방에너지	√	√	√	√
	급탕에너지	√	√	√	√
	환기에너지	√	√	√	√
	조명에너지	√	√	√	√
	공용부 전력				√
	콘센트 전력		√	√	√

[표 3-8] 노원 제로에너지 주택단지와 플러스에너지 커뮤니티(4안) 비교

	노원 제로에너지 주택단지	플러스에너지 커뮤니티(3안)
규모	단지규모	커뮤니티
에너지성능	넷 제로 1 차에너지 (5대 에너지)	4대 넷 제로에너지 (6대 에너지)
건축물에너지	5 대에너지 (난방 ,냉방 ,급탕 ,환기 , 조명)	6 대에너지 (난방 ,냉방 ,급탕 ,환기 ,조명 ,콘센트)
주변시설 /건축물	연관 관계없음	연계 (마이크로그리드)
정의	단지 내 전체 세대가 필요로 하는 난방 , 냉방 , 급탕 , 환기 , 조명에너지를 단지 내에서 생산하는 신재생에너지로 충당하고 , 신재생에너지 생산이 모자랄 때는 외부 에너지 공급 망으로부터 받고 남은 때는 외부 에너지 공급 망으로 돌려주는 에너지양을 각각 1 차에너지로 환산하였을 때 , 연간 대차대조하여 제로가 되는 주택단지	커뮤니티 내 넷 제로에너지 주택단지(6대 에너지)와 근린생활시설(5대 에너지)을 마이크로그리드로 연계하며 , 통합 에너지관리시스템을 이용하여 상호간 에너지 교류하며 잉여 에너지는 에너지 프로슈머를 통해 기존 에너지망과 연계하는 플랫폼 구축
신재생에너지 위치	단지 내	단지 내 또는 단지 주변
EMS	단지 내 5 대에너지 분리계측	커뮤니티 내 마이크로그리드 소프트웨어 에너지 플랫폼 에너지관리 / 제어 / 모니터링
ESS	X	O

■ 건축물 6대 에너지에 콘센트 전력 포함 필요성 제시

- 유럽연합은 유럽회원국들이 각 나라 실정에 맞게 제로에너지에 포함하는 용도별 건물에너지를 선택하여 총 1차 에너지 합이 제로가 되는 것으로 유도하고 있음. BPIE(Buildings Performance Institute Europe)는 2011년 ‘Principles for Nearly Zero-Energy Buildings’³⁸⁾에서 유럽연합의 각 나라가 제로에너지에 포함하는 용도별 건물에너지를 요약하였음
- 이후 유럽연합은 제로에너지보다 상위 개념인 플러스에너지 달성을 위한 기준을 2014년 ‘Baseline study for the Plus Energy Building Market’³⁹⁾에서 제시하고 있음. 건물에서 소비되는 총 에너지소비량을 120 kWh/m²a 이하로 규정하고 있으며, 분리계측을 통해 콘센트전력 소비량을 측정하도록 하고 있음. 또한 BINE(2015)의 ‘Net Zero Energy and Net Energy Plus Buildings’⁴⁰⁾에서도 건물에서 사용되는 콘센트전력을 포함한 모든 전자기기의 계측을 규정하고 있음



[그림 3-1] BMUB의 플러스에너지 디자인 피라미드

- BMUB(2014)의 ‘What makes an Efficiency House Plus?’⁴¹⁾에서는 플러스에너지 평가방식을 DIN V 18599를 기반으로 하여 콘센트전력의 에너지요구량을 10 kWh/m²a이하를 기준으로 하며, [그림 3-1]과 같이 디자인 피라미드 중 콘센트전력을 상위개념으로 규정하고 있음

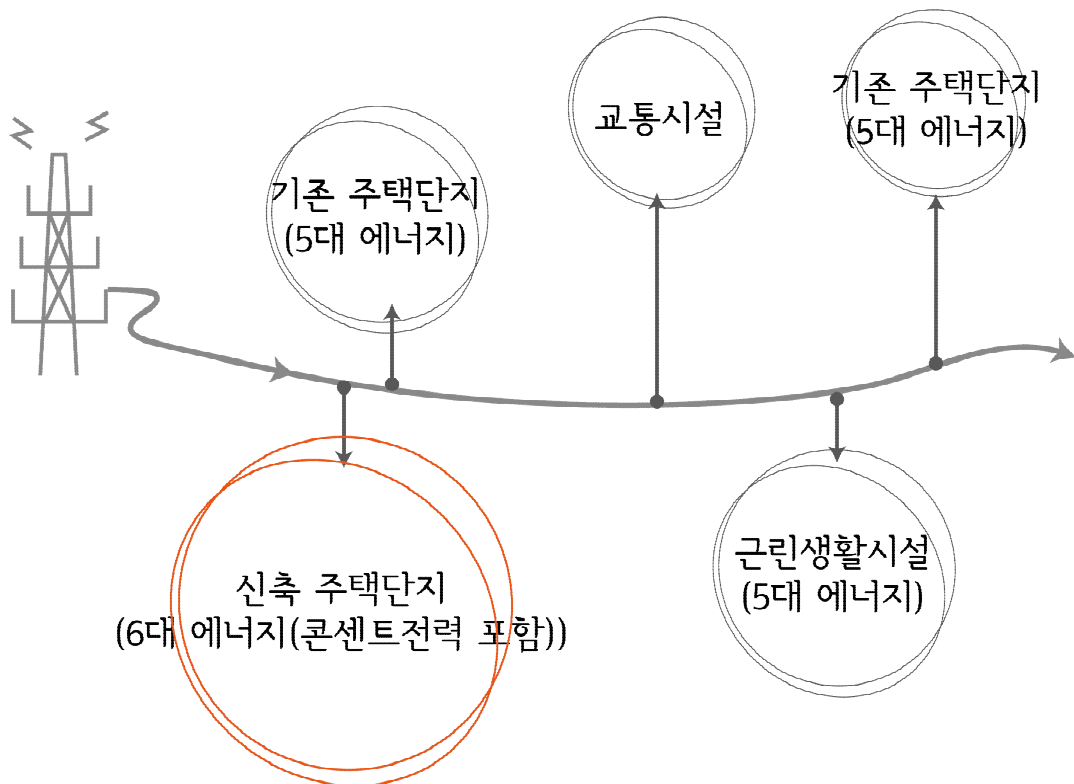
38) BPIE, “Principles for nearly zero-energy buildings: final draft”, 2011

39) EU, “Baseline study for the Plus Energy Building Market”, 2014

40) BINE, “Net Zero Energy and Net Energy Plus Buildings”, 2015

41) BMUB, “What makes an Efficiency House Plus?”, 2014

- 국내는 POST-2020 온실가스 감축목표 달성을 위해 건물분야는 2025년 제로에너지 의무화 로드맵 제시 등 온실가스 감축 정책들을 시행중에 있음. 건물분야의 온실가스 감축의 궁극적 목표는 주거 및 비주거 건축물의 총 1차 에너지소요량 제로가 목표이며, 이에 5대 에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명)에 콘센트 전력을 포함한 6대 제로에너지 연구 및 실증이 필요함
- 또한 가정 내 콘센트전력 기기(세탁기, 냉장고, 오븐, 전자렌즈, 식기세척기 등)의 사물인터넷 IOT 시대가 본격화 되고 있는 시점으로, 현재 에너지소비량 계측을 위해 시행되고 있는 분리계측 시스템의 간결화 및 자동화 시스템 구축이 필요함. 또한 분리계측을 통해 콘센트전력에 대한 요금부과가 가능함
- 본 기획과제에서는 **소규모 주택단지(약 200세대 내·외)가 콘센트전력을 포함한 건축물 6대 에너지를 넷 제로 최종에너지, 넷 제로 1차 에너지, 넷 제로 이산화탄소 배출, 넷 제로 에너지비용으로 만족시키는 4대 넷 제로 주택단지 구축을 통해 주체가 되고 연계되는 주변 기존 주택단지 및 근린생활시설은 5대 에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명) 제로로 구축하여 커뮤니티를 기준으로 플러스에너지를 목표로 함**



[그림 3-2] 신규 주택단지와 연계되는 주변 기존 주택단지 및 근린생활시설 간의 연계

다. 커뮤니티의 지역적 범위

1) 페리(C. A. Perry)의 근린주구 이론

- 근린주구의 개념은 주구 내 도보 통학이 가능한 초등학교를 중심으로 공공시설을 적절히 배치함으로써, 주민생활의 안전성과 편리성, 쾌적성을 확보함은 물론 주민들 상호간의 사회적 교류를 촉진시키기 위한 목적으로 1920년대 미국의 페리(C. A. Perry)에 의해 제시됨⁴²⁾. 페리가 제시한 근린주구 시스템 6가지 원칙은 다음과 같음

[표 3-9] 페리의 근린주구 시스템 6가지 원칙

구분	구분	원칙
1	규모 (Size)	• 주구는 하나의 초등학교를 유치시키기에 필요한 인구 규모로 면적은 규모에 따라 달라진다.
2	경계 (Boundary)	• 주구 내 통과교통을 방지하고 차량을 위회시킬 수 있는 충분한 폭원의 간선도로로 계획한다.
3	오픈스페이스 (Open Space)	• 주민의 욕구를 충족시킬 수 있도록 계획된 소공원과 레크레이션 체계를 갖춘다.
4	공공시설 (Institute Site)	• 학교와 공공시설은 주구 중심부에 절절히 통합 배치한다.
5	상업시설 (Shopping District)	• 주구 내 인구를 서비스할 수 있는 적당한 상업시설을 1개소 이상 설치하되, 인접 근린주구와 면해 있는 주구외곽의 교통결절부에 배치한다.
6	내부도로체계 (Interior Streets)	• 순환교통을 촉진하고 통과교통을 배제하도록 일체적인 가로망으로 계획한다.



[그림 3-3] 페리의 근린주구

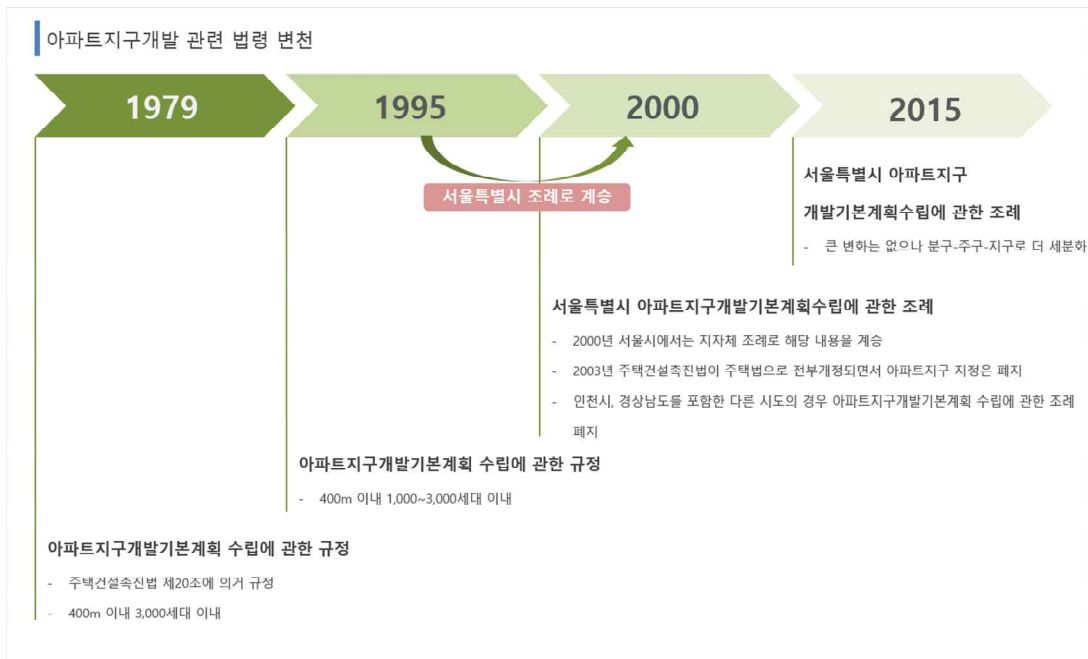
42) 네이버 지식백과, 서울특별시 알기 쉬운 도시계획 용어, 2012.1.

2) 근린주구관련 법령 검토

- 국내 주거지 개발에 영향을 미치는 택지개발 법령은 주택건설 촉진법 시행령에 따른 아파트지구개발 관련 법령, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따른 도시계획시설기준 관련 법령이 있음⁴³⁾

1. 아파트지구개발 관련 법령

- 아파트지구개발 기본계획 수립은 주택건설촉진법 제 20조에 의거하여 아파트지구개발 기본계획수립에 관한 규정으로 규정되고 있었으나, 2003년 주택건설촉진법이 주택법으로 전부 개정 되면서 아파트지구 지정은 폐지됨. 인천시, 경상남도를 포함한 다른 시도의 경우 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례가 폐지됨
- 서울시에서는 2000년 지자체 조례로 해당 내용을 계승한 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례를 개정하였고, 이를 통해 아파트지구개발 기본계획에 따라 아파트 건설 사업이 이루어지고 있음
- 아파트지구개발 관련 법령은 1979년 제정당시부터 근린주구 규모에 대해 제시하고 있음. 초기 제정당시 근린주구 규모가 400M 이내, 3,000세대 이내로 규정하고 있으며, 2015년까지의 개정을 통해 400M 이내, 1,000세대 내지 3,000세대로 변화하였음

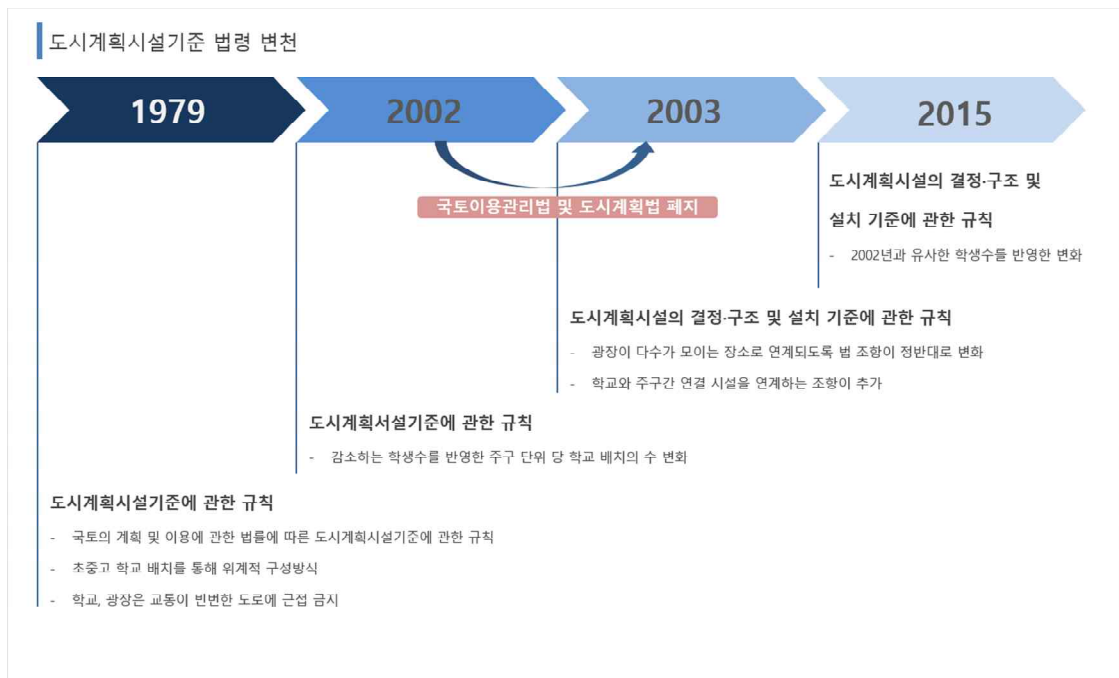


[그림 3-4] 아파트지구개발 관련 법령 변천

43) 도광훈, “근린주구 계획개념의 한국적 적용과 변용에 관한 연구” 서울대학교 대학원, 협동과정 도시설계학 전공, 2015

2. 도시계획시설기준 관련 법령

- 1979년 제정된 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따른 도시계획시설기준에 관한 규칙부터 현재 도시계획시설의 결정·구조 및 설치 기준에 관한 규칙까지에 포함되어 있는 근린주구 계획개념 관련 요소들은 광장의 배치, 시장(상업시설), 학교의 배치가 있음
- 1979년 제정 초기에는 초중고 학교 배치를 통해 위계적 구성 방식을 보이며, 학교가 교통이 빈번한 도로에 근접하는 것을 금지하여 폐리의 근린주구 원칙과 차이가 있음. 이 조항은 2002년 개정에서 학생 수의 변화로 주구 단위 당 학교 배치의 수를 변화하는 쪽으로 변화하지만, 주구중심에 학교 배치를 유도하는 것은 그대로임. 2003년 개정을 통해 학교와 주구간 연결 시설을 연계하는 조항을 추가하여 법적으로 주구의 독립적인 구성방식을 피하는 쪽으로 유도되었으며, 2015년 개정을 통해 학교 부분에 있어서 2002년과 유사한 학생 수를 반영한 내용이 개정되었음
- 도시계획의 결정·구조 및 설치 기준에 관한 규칙은 개정을 통해 근린주구 내 요소들의 연계성의 변화를 보여주고 있음. 이는 근린주구 요소들의 인식 변화를 보이는 것임



[그림 3-5] 도시계획시설기준 법령 변천

- 본 기획과제에서 제시하는 커뮤니티의 지역적 범위설정에는 근린주구 요소들의 배치를 규정하는 도시계획의 결정·구조 및 설치 기준에 관한 규칙보다는 근린주구의 규모를 제시하는 서울특별시 아파트지구 개발기본계획 수립에 관한 조례를

기준으로 연구의 범위를 설정함

- 서울특별시 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례에서는 지역적 범위 용어에 대한 정의를 내리고 있음. 제2조는 용어에 대한 정의임

[표 3-10] 근린주구의 지역적 범위 정의

제2조(정의) 이 조례에 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.

1. "근린주구"란 해당 주민의 주거 또는 일상생활에 필요한 도보 공간 안에 설치되도록 구획된 일단의 범위를 말한다.
2. "주구중심"이란 근린주구 안에 거주하는 주민이 편리하게 이용할 수 있는 장소에 부대시설 및 복리시설과 그 밖의 기반시설을 집합적으로 설치하기 위하여 구획된 일단의 범위를 말한다.
3. "지구중심"이란 아파트지구(이하 "지구"라 한다)안에 거주하는 주민이 편리하게 이용할 수 있는 장소에 기반시설을 집합적으로 설치하기 위하여 구획된 일단의 범위를 말한다.
4. "분구중심"이란 근린주구 안에서 주구중심 이외에 일용품의 소매점 등을 설치할 필요가 있다고 인정되는 경우에 이를 집합적으로 설치하기 위하여 구획된 일단의 범위를 말한다.
5. "저층아파트"란 5층 이상 7층 이하의 아파트를 말한다.
6. "중층아파트"란 8층 이상 12층 이하의 아파트를 말한다.
7. "고층아파트"란 13층 이상의 아파트를 말한다.

- 동법령 제7조에서는 용어별 토지이용계획의 기준 내용임

[표 3-11] 용도별 토지이용계획

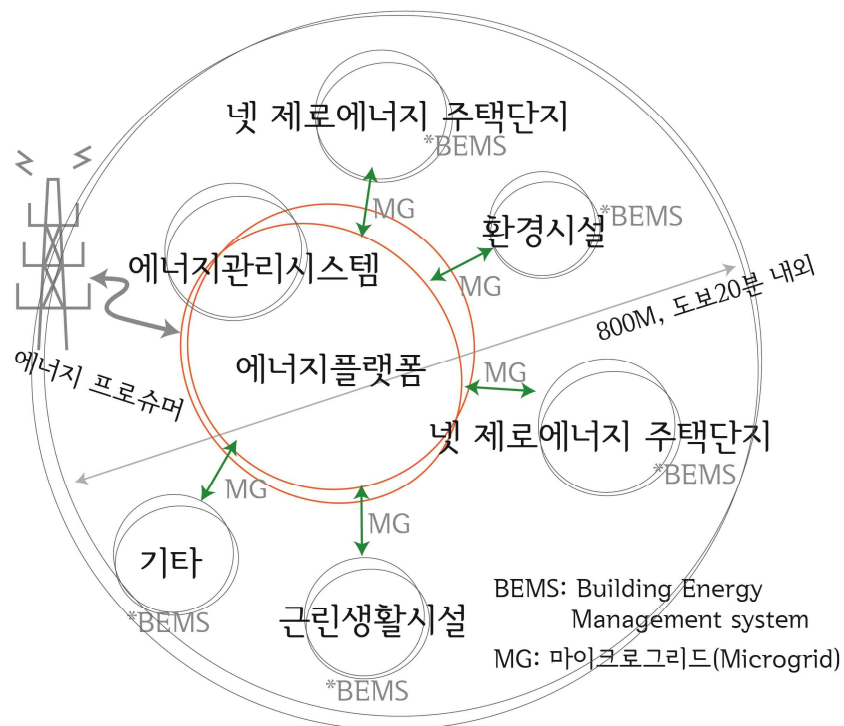
- ① 근린주구는 반지름이 400미터 이내이고 공동주택의 계획건설세대수는 1,000세대 이상 3,000세대를 기준으로 구획하여야 한다. 다만, 지역특수성이나 주변여건(도로구획, 생활권역, 행정구역) 등을 고려하여 조정할 수 있다.
- ② 근린주구 안에는 주민이 편리하게 이용할 수 있는 위치에 주구중심을 설치하여야 하며, 그 면적은 근린주구면적의 100분의 1 이상 100분의 5 미만이어야 한다.
- ③ 근린주구가 3개소 이상 되는 지구에는 주민이 편리하게 이용할 수 있는 지구의 중심에 1개소의 지구중심을 설치하여야 하며, 그 면적은 해당 지구면적이 100분의 1 이상 100분의 3 미만이어야 한다.
- ④ 주구중심의 경계로부터 200미터 이상 떨어져 있어서 주구중심시설의 이용이 불편한 단지에는 분구중심을 설치할 수 있으며, 해당 근린주구 내의 분구중심을 합한 면적은 근린주구면적의 100분의 3 미만이어야 한다.
- ⑤ 시장은 지구개발계획 수립 이전에 준공되어 사용 중인 단지 내에 복리시설 및 주거복합건축물이 있는 지구의 개발계획을 수립(변경)하는 때에는 제1항부터 제4항까지의 규정에도 불구하고 기존 복리시설 및 주거복합건축물의 위치를 분구중심 또는 주구중심으로 지정할 수 있다.

- 국내 근린주구 계획개념이 처음으로 나타난 이촌동 한강 아파트지구 개발(1970)부터 택지개발 관련 법령에 따른 근린주구 계획개념을 10가지 사례를 통해 분석을 통해 근린주구의 규모를 확인 함

[표 3-12] 근린주구 별 규모

대상지	계획연도	규모(반경)
한강 아파트	1970	800~1,200 m
반포 아파트	1971	800~1,200 m
잠실 지구	1975	500~800 m
과천 신도시	1979	1,000 m 이내
둔촌 지구	1979	800 m 이내
고덕 지구	1982	800 m 이내
목동 신시가지	1985	800~1,200 m
상계 신시가지	1985	800 m 이내
은평 뉴타운	2002	800~1,200 m
왕십리 뉴타운	2002	800 m 이내

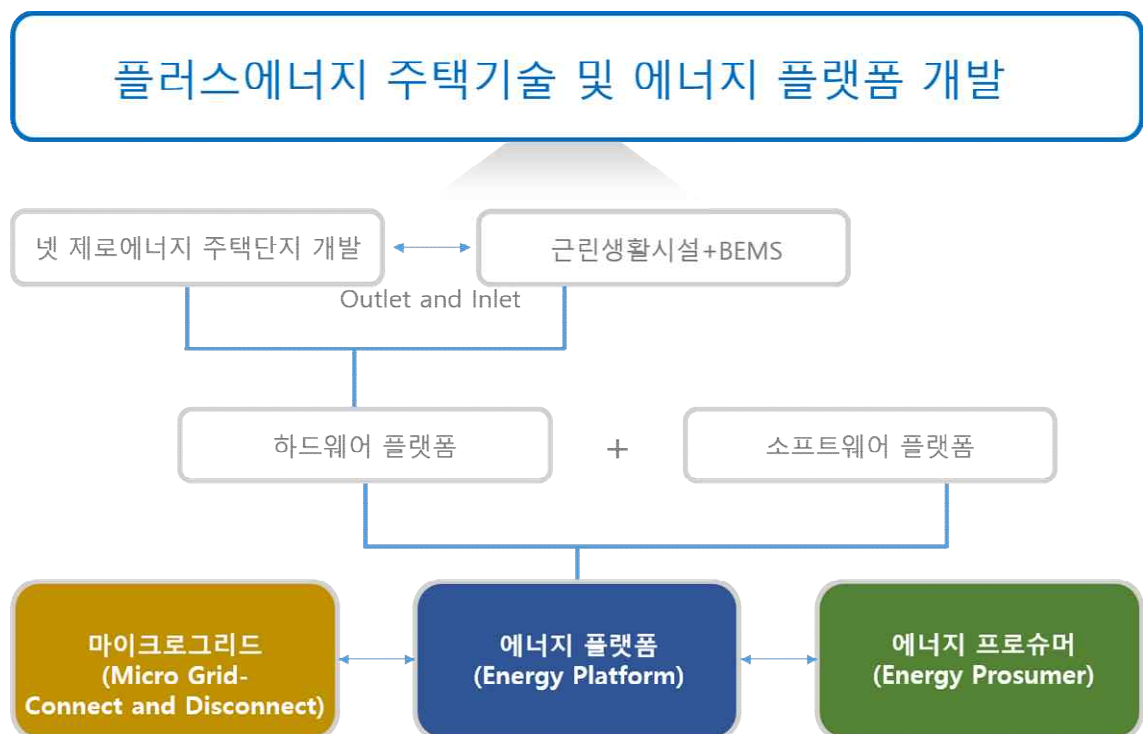
- 1970년대 이후 도입되고 변화과정을 거친 국내 근린주구 개념으로 개발된 서울 신시가지 설계 보고서와 계획도면은 구성 방식의 차이점 및 변화를 보이나, 규모적 측면에서는 서울특별시 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례에서 제시하는 반지름 400m이내 기준으로 반경 800~1,200m 이내 임
- 서울특별시 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례와 국내 대표 근린주구 사례를 참고하여 본 기획과제의 넷 제로에너지 주택단지 구축을 위한 커뮤니티의 지역적 범위를 도보 20분 이내의 반경 400m 이내로 설정 함. 플러스에너지 커뮤니티 내 넷 제로에너지 주택단지와 근린생활시설을 마이크로그리드로 연계하며, 통합 에너지관리시스템을 이용하여 상호간 에너지 교류하며 잉여 에너지는 에너지 프로슈머를 통해 기존 에너지망과 거래하는 개념을 플러스에너지 커뮤니티로 함



[그림 3-6] 플러스에너지 커뮤니티 지역적 범위

2. 연구 비전

- 국가 온실가스 감축목표 달성 및 제로에너지건물 의무화를 위해 2017년 패시브하우스 설계 의무화, 2020년 소형 공공건축물 제로에너지 의무화와 2025년 제로에너지 의무화 로드맵을 설정하였음. 또한 2017년부터 주택건설사업계획 승인을 얻어 건설하는 공동주택의 경우 친환경주택으로 건설 의무화로 강화되었음. 국가 건물부문 온실가스 감축 및 국민 주거비 경감을 위해서 정부는 단일 건물뿐만 아닌 커뮤니티로 규모를 확장한 주택기술과 에너지 연계를 통한 에너지 플랫폼 기술 개발이 요구됨
- 에너지 플랫폼 구축을 위해서는 커뮤니티의 독립 마이크로그리드를 통한 분산전원 연계가 요구됨. 에너지저장장치(ESS)는 변동적인 신재생에너지의 출력 변동보완이 가능하며, 건축물 용도별 상이한 부하 보완을 통해 피크부하 감소가 기대됨. 에너지 통합 관리시스템을 통해 커뮤니티 모니터링·제어 기술과 에너지 프로슈머 기술 개발이 요구됨
- 본 기획과제는 플러스에너지 커뮤니티에 필요한 “플러스에너지 구축 기술 개발과 에너지 플랫폼을 통한 복합에너지시스템 및 마이크로그리드 기술 개발”을 위한 것으로 「플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발」을 비전으로 제시함



[그림 3-7] 기획연구의 비전 및 목표

3. 연구 목표

- 비전을 달성하기 위한 목표는 제로에너지 건축물 도입 로드맵에 따른 2025년 신축건물 제로에너지 의무화 및 제2차 에너지 기본계획의 분산형 전원보급 확대를 달성하기 위해 과학적인 근거에 따른 **플러스에너지 커뮤니티 실증** 및 이러한 에너지성능을 달성하기 위한 **건축물 및 주택단지 융합 기술과 에너지 플랫폼 구축 기술 개발**로 설정
 - 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증
 - 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용
 - 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발
- 본 1과제의 최종 성과물이 플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발이므로 연구개발 목표는 1차적으로 에너지요구량을 최소화 할 수 있는 차세대 패시브 설계 요소 기술 및 초고효율 설비 기술 개발에 있음
 - 이러한 연구의 최종결과물에 따라 세부 과제의 정량적인 목표는 다음과 같음

[표 3-13] 연구개발 목표 (플러스에너지 3안 정의 기준)

<목표> 플러스에너지 주택기술을 활용한 에너지 플랫폼 구축	
정성적 목표(연구개발)	정량적 목표
1세부과제 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 최초 주택단지 내 건축물 6대 제로에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명, 콘센트 전력)와 기반 시설의 상호 에너지 교류를 통해 필요한 에너지량을 단지 내부와 인근에서 자체적으로 공급할 수 있는 미래형 주택단지 모형을 개발 • 4대 넷 제로 주택단지(넷 제로 최종에너지, 넷 제로 1차 에너지, 넷 제로 이산화탄소 배출, 넷 제로 에너지비용) 달성 • 에너지요구량을 최소화할 수 있는 차세대 패시브 설계 요소 기술 개발하고, 필요한 에너지를 효과적으로 공급할 수 있는 초고효율 설비를 개발함 (Next-Generation Passive & Active Technology) • 플러스에너지 커뮤니티 규모 테스트베드 구축 <p>= 콘센트 전력을 포함한 건축물 6대 제로에너지 및 시뮬레이션 정확도 90% 이상 확보</p> <p>= 2030년 플러스에너지 주택단지 달성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연간 난방에너지요구량 1리터(10 kWh/m²a) 이하 달성(패시브하우스 성능 : 1.5리터(15 kWh/m²a)) - 추가 공사비 상승률 30% 미만 넷 제로 에너지비용 주택단지 달성(2016년 기준) - 온실가스 감축안 목표 달성을 위한 넷 제로 이산화탄소 주택단지 달성 - 제로에너지빌딩 인증 1등급 주택단지 달성(에너지

<목표> 플러스에너지 주택기술을 활용한 에너지 플랫폼 구축	
정성적 목표(연구개발)	정량적 목표
	<p>지 자립률이 100% 이상인 건축물)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 외산자재(발코니열교차단재, 창호기밀테이프, 압출폴리우레탄, 열회수형 환기장치, 잡철물(고정철물) 등)의 국내(생산) 자재 100% 달성 : 노원 제로에너지 주택단지 외산자재 비율 1.7%
<p style="text-align: center;">2세부과제</p> <p style="text-align: center;">커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 대규모 단지에 적합한 복합에너지시스템 모델을 개발하고, 소형열병합발전 및 차세대 신재생에너지를 융합하여, 주택단지 내 다양한 시설에 대한 종합 에너지계획을 수립함 • 기존 전력망 연계와 공동주택을 중심으로 전기 마이크로그리드를 구성함 <p>= 2030년 분산자원 거래 시스템 구축 및 실증을 통한 에너지 플랫폼 상용화</p> <p>= AMI 기반 IoT 플랫폼 구축</p> <p>= 2035년 발전량의 분산전원 15% 이상 분산형 달성을 위한 주택단지 중심 인프라 기반기술 개발</p> <p>= 마이크로그리드 운영시스템 2015년 기술수준 10~15% → 50% 수준으로 기술력 강화</p>
<p style="text-align: center;">3세부과제</p> <p style="text-align: center;">에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 커뮤니티 내 다용도 건축물을 통합적으로 모니터링 및 제어관리 가능한 통합 에너지관리시스템 개발 • 마이크로 그리드 운영SW 및 에너지프로슈머 제도 연계를 위한 금융SW 개발 <p>= 에너지 생산과 공급 수요 최적화 및 비용분석 관리 시스템 기술</p> <p>= 빅데이터 기반 에너지 수요별 예측기술</p> <p>= ESS, EMS 등을 활용한 수익성 확보 기술</p>

4. 기술개발에 따른 미래상

○ 1과제 현황(As-Is) 및 미래상(To-Be)은 아래와 같이 설정하였음

[표 3-14] 플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발 현황 및 미래상

현황(As-Is)	미래상(To-Be)
건설기술(CT)	
<ul style="list-style-type: none"> • 현행은 주택건설사업계획 승인을 얻어 건설하는 공동주택의 경우 친환경주택으로 건설 의무화 • 에너지절약형 주택 건설 및 단지 규모 제로 에너지 공동주택 실증·연구 진행 중 • 건축물 5대에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명)의 넷 제로1차 에너지 • 제로에너지주택 공급 의무화 로드맵으로 단계별 에너지 의무절감률 및 평가방법 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 건축물의 제로에너지를 넘어 플러스에너지 커뮤니티 구축 • 콘센트 전력을 포함한 건축물 6대에너지 넷 제로 1차에너지 • 온실가스 감축 달성을 위한 넷 제로 이산화탄소 및 넷 제로 에너지비용 커뮤니티 구축을 위한 융합 기술 개발 • 제로에너지 및 플러스에너지 커뮤니티 달성을 위한 건축자재 정보, 설치 가이드라인 등

현황(As-Is)	미래상(To-Be)
<ul style="list-style-type: none"> • 제로에너지 건축물의 제도 및 법령 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 제시 및 국산화를 통한 관련 산업 육성 필요 • 현행의 다양한 관련 제도 및 법령 등을 단일 법령으로 통합하며 법령 강화 및 제도 고도화

에너지기술(ET)

<ul style="list-style-type: none"> • 친환경적 에너지 생산 및 소비 시스템을 구축을 통한 지속가능한 에너지시스템 형성 • 자체 생산한 전기에너지를 전력계통에 연계하여 에너지 효율화 • 낮은 경제성으로 인한 ESS 도입미비 	<ul style="list-style-type: none"> • 대규모 단지형 복합에너지시스템 및 계통망 연계 복합에너지시스템 개발 • 독립 마이크로그리드를 통한 에너지 상호교류로 에너지 효율화 및 설비 최적화 기술 개발 • 주택단지 및 근린생활시설 맞춤형 복합에너지시스템을 통한 분산전원 도시 개발 • ESS 기술 개발 및 경제성 확보를 통한 에너지효율화
--	--

정보통신기술(ICT)

<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 관리 시스템(BEMS)을 통한 모니터링 및 건물에너지절감 • 모든 전력의 판매 및 구매 등 시장의 운용은 전력거래소(KPX)를 통해 진행되며, 에너지 프로슈머를 위한 실증이 진행 중 • 에너지요금 부과를 위한 에너지원별 분리계측, 관리사무소의 요금부과 체계 및 투명성에 대한 민원 증가 • 건물에너지 관리 시스템을 통한 분리계측 실시. 자동 제어시스템 기술확보 및 국가 데이터 활용방안 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 통합 건물에너지 관리 시스템 개발을 통한 건축물 및 기반시설 실시간 모니터링과 빅데이터 기반 자동 에너지 연계기술 개발 • 커뮤니티와 기존 계통망과의 에너지 프로슈머 구축망 개발 • 커뮤니티 주택단지 및 근린생활시설의 에너지 생산·소비·저장·모니터링·제어 등 통합 에너지관리 네트워크 기술 개발 • 커뮤니티 통합 에너지관리시스템 관리를 통해 에너지 및 쾌적성 실시간 측정 및 제어 가능 • 커뮤니티 마이크로그리드 연계를 통한 에너지 상호연결 및 잉여 에너지 판매 시스템 구축 및 개발 필요
---	---

3절. 연구개발과제 구성

1. 연구과제의 전체 구성

- 효율적인 에너지 운용을 위한 플러스에너지 주택단지 핵심 기술 개발 기획과제의 1과제인 “플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발” 연구개발 과제는 다음과 같이 전체연구를 구성함



[그림 3-8] 연구개발과제의 구성 및 체계

- 1과제 목표 및 구성
 - 1과제 “플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발”은 플러스에너지 건축물/단지 조성 및 운영을 위한 개발전략을 수립하여 최종적으로 실증하는 것을 목표로 연구함. 2과제의 제로에너지 주거모델 개발 결과물과 검증 및 운영 연구를 1과제의 플러스에너지 커뮤니티 설계과정과 에너지 플랫폼 구축에 각각 적용하여 독립 마이크로그리드 기반 플러스에너지 플랫폼 실증을 목표로 함

2. 세부과제 구성

- 1장의 기술에 대한 배경과 2장의 국내·외 동향분석결과를 반영하여 본 1과제 ‘플러스에너지 커뮤니티를 위한 에너지 플랫폼 개발 및 실증’의 세부과제를 구성하였음.
- ‘플러스에너지 커뮤니티를 위한 에너지 플랫폼 개발 및 실증’ 과제를 통해 개발해야 하는 세부과제별 대표 핵심기술은 다음과 같음

□ 1세부과제 : 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증

- 에너지요구량 최소화 기술을 바탕으로 한 플러스에너지 커뮤니티 설계 기술 개발
- 플러스에너지 기술 개발을 통한 플러스에너지 커뮤니티 실증 기술 개발

□ 2세부과제 : 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용

- 신재생에너지 기술 개발 및 연계를 통한 커뮤니티 복합에너지시스템 기술 개발
- 에너지 저장장치 기반 마이크로그리드 연계를 통한 독립형 커뮤니티 기술 개발

□ 3세부과제 : 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발

- 커뮤니티 에너지 프로슈머를 통한 에너지 거래시스템 기술 개발
- 통합 에너지 관제센터 기술 개발을 통한 건물별·커뮤니티 에너지 제어 기술 개발

[표 3-15] 과제구성(기술트리)

과제명	연구내용	미파악	기술전무	기술의존	기술자립	성과물	산출물	본과제 이후 기술수준 예상
1세부 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증	1-1 에너지요구량 최소화 기술					·신설계기술 및 패시브 자재 개발	·가이드라인 or 특허 출원 ·시제품 출시 ·사업화 계약	·난방에너지요구량 제로 달성을 위한 에너지 절약 신설계기술 확보
						·급탕에너지 최소화 생산/제어 및 관리 시스템	·연구개발 DB 구축/등록/활용 ·해외수출 상품 제안	·에너지관리공단에서 제시하는 연간 급탕에너지 요구량 30.7 kWh/(m ² ·a) 이하 달성
						·조명부하 최소화를 위한 주택단지 다중 센서 활용안 제시	·가이드라인 ·현장적용 건수	·계절별 에너지밸런스를 고려한 채광계획을 반영한 창호 설계가이드라인 개발
						·단열, 기밀 및 열교차단 국내기술 확보	·제품성능 목표 달성도 ·시제품 제작 ·특허 등록	·주거 및 상업 건축물의 단열, 기밀 및 열교차단 국내기술 확보 ·침기부위(창호, 창호주변, 배관·전선·외피 관통부위 등)별 기밀 성능 확보를 위한 디테일 및 자재 국산화 가능 (외벽 단열 외벽 단열 0.21W/m ² K이하, 결로방지 TDR 0.2 이하)
					·플러스에너지 성능 기준 및 지침 개발	·플러스에너지 표준/기준의 규정/지침/편람/시방서화	·플러스에너지 성능 건축물 부위별 열관류율 및 가이드라인 지침 개발을 통한 국가 로드맵 제시 가능	
1-2 초고효율 설비 기술	차세대 소형열병합발전, 중앙영 열회수환기장치, 난방 및 급탕 설비, 배					·소형열병합발전 첨두부하 감축을 통한 효율 개선	·산학연 기술지원 ·기술이전 건수 ·산학연 기술지원	·VPN 및 RRC 통신을 활용한 첨두부하 감축 기술 확보 ·전열교환효율(온도와 습도 회수)

과제명	연구내용	미파악	기술전무	기술의존	기술자립	성과물	산출물	본과제 이후 기술수준 예상
	관설투비 등 초고효율 개선 기술					·공동주택 중앙형 열회수환기장치 전열교환효율 개선 등	·기술이전 건수	80% 이상 열회수형 환기장치 개발 등
1-3 전기차 대응기술	전기차 자동충전 및 인터페이스 기술					·전기차 차량인식 및 자동충전 인터페이스 개발	·인프라 실증/보급	·완속 전기차 충전인프라 자동화 및 대용량 급속 충전 기술확보를 통해 기술 수출 가능
	전기차 충전장치 설치에 따른 전기설계 기술					·초고속 충전시스템 실증을 위한 시스템 개발	·충전장치 설치/보급	·전기자동차 충전 시간 10분 이내의 획기적 단축을 위한 전지소재, 설계 기술 개발을 통해 안정성 확보
1-4 플러스에너지 커뮤니티 설계기술	플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 적정 용적률 계획 기술					·커뮤니티 에너지 적정 용적률 기준 제시	·정책제안 ·학술지 논문게재	·커뮤니티 통합 에너지 절감 산출이 가능한 용적률(높이) 대비 일사량 및 인동간격 등의 타당성 평가기술 신뢰성 확보
	커뮤니티 토지이용계획에 따른 용도별 에너지부하 패턴 및 종합 에너지밸런스 분석 기술					·토지이용계획에 따른 용도별 건축물 에너지밸런스 기준 제시	·보고서 ·소프트웨어(S/W)	·다용도 건축물의 에너지부하 분석을 통한 에너지밸런스 예측 및 규모별 연계형 설비 최소화 기술 개발
	커뮤니티 온실가스 인벤토리 작성 및 감축량 검증 기술					·주택단지 온실가스 인벤토리	·커뮤니티 온실가스 배출량 DB 및 예측 시뮬레이션 ·환경개선 효과	·커뮤니티 LCC에서의 온실가스 감축량 시뮬레이션 및 신뢰성 확보
1-5 플러스에너지 커뮤니티 실증	플러스에너지 커뮤니티 (주택단지, 근린생활시설, 교통시설 등) 실증					·플러스에너지 커뮤니티 실증을 위한 기술 패키지	·플러스에너지 주택 단지 설계도서 ·플러스에너지 커뮤니티 구축	·세계 최초 제로에너지 주택단지 (6대 에너지) 중심 커뮤니티 기술 확보

과제명		연구내용	미파악	기술전무	기술의존	기술자립	성과물	산출물	본과제 이후 기술수준 예상
2세부 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용	2-1 신재생에너지 및 복합에너지 시스템 기술	커뮤니티 복합에너지시스템 기술					·커뮤니티 내 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 에너지 총당	·보고서	·도시형/국가형 복합 에너지시스템 기술 개발
		차세대(2세대·3세대) 태양광 기술					·도심환경 고출력 BIPV 20%, 창호용 BIPV 20%, 초경량 BIPV 17% 효율 달성	·세계최고 성능 태양광 패널 제작 및 현장 적용	·태양광 발전을 통한 국가 분산전원 확대 및 국제적 태양광 기술 선점
		복합에너지시스템 방안에 대한 1차 에너지 환산계수 적정성 연구					·커뮤니티 내 생산되는 신재생에너지 사용에 따른 손실률을 고려한 1차 에너지 환산계수 산정	·커뮤니티 내 신재생 에너지 소비에 따른 손실률 고려한 1차 에너지 환산계수	·기존 에너지망 연계시의 1차 에너지 환산계수 및 지역적 특성을 반영한 1차 에너지 환산계수 산정
	2-2 에너지저장장치	복합에너지시스템과 연계한 에너지 저장장치 활용 기술					·커뮤니티 통합 에너지관리시스템 활용을 위한 에너지 저장장치 활용 기술 개발	·에너지 저장장치 구축	·에너지 저장장치 활용을 통한 국내 분산전원 확대 가능
		전기차 연계 ESS 기술					·고에너지밀도 이차전지 개발	·설비와 전기차 이차전지 연계한 단독주택 테스트베드	·전기차 소형 리튬이차전지를 활용한 건축물 온도제어 시스템과 S/W 연계 기술 개발
	2-3 마이크로그리드	기존 전력망에 대한 전환 및 연계효율 개선 기술					·신재생에너지 수용성 향상 및 신 전력기기 운영 기술 확보	·차세대 전력망 구축	·HVDC, FACTS 대용량 ESS, 대규모 신재생에너지 단지의 설비 계획 및 운영 기술 확보
		에너지 플랫폼 및 인프라 연계 기술(독립형 마이크로그리드 표준화) 및 구축					·커뮤니티 마이크로그리드 보급모델 개발	·마이크로그리드 하드웨어 구축 ·커뮤니티 에너지 플랫폼 모형	·운영 플랫폼 인터페이스 표준 및 하위 디바이스 연계 기술 확보
		주택단지 피크부하 관리 및 연계 기술					·에너지 저장장치 및 마이크로그리드 연계 기술을 통한 피크부하 조절 기술 확보	·인프라 실증/보급 소프트웨어(S/W) ·주택단지 피크부하 관리용 DB	·PV 시스템 및 스마트 미터 기술 활용을 통한 피크부하 절감 및 관리 기술 확보

과제명	연구내용	미과 약	기술 전무	기술 의존	기술 자립	성과물	산출물	본과제 이후 기술수준 예상
3세부 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발	3-1 에너지관리 시스템	건축물 및 기반시설의 에너지 생산, 소비, 저 장, 모니터링, 제어 등 통합 에너지관리 네트 워크 기술				·커뮤니티 내 에너지 생산/소비 관리 알고 리즘 개발	·에너지관리 매뉴얼 제작 ·시제품 제작 ·통합 에너지관리 툴	·AMI 네트워크 기반 관련정도 수집 및 에너지관리 네트워크 기술 확보
		6대 에너지 및 공용부, 전기차 충전 등 용도별 분리계측 기술				·커뮤니티 내 에너지 생산/소비 시설의 마 이크로그리드 분리 계측 인터페이스 개발	·분리계측 데이터 통 신 툴 ·주택단지 및 근린생 활시설 용도별 EMS	·플러스에너지 커뮤니티 모든 시 설의 분리계측 기술 확보 및 연계 엔지니어링 개발
	3-2 에너지 프로슈머	세대별 종합(계통전력 망·태양광발전)사용량 비용부과 기술				·분리계측 인터페이 스 기반 에너지 프 로슈머 알고리즘 개 발	·에너지 프로슈머 기 반 전력시장 모델 제시	·커뮤니티 근린생활시설 다중 에 너지 거래시스템을 위한 사용량 계측 기술 개발
		전기차 충전에 따른 비 용부과 및 판매수익분배 기술				·전기차 충전 비용 부과 및 판매수익에 따른 경제성 검증 및 비즈니스모델 개발	·학술지 논문게재 ·경제성 분석 ·비즈니스모델	·에너지플랫폼 연계형 에너지 프 로슈머 표준화 및 전기차 연계 시스템 개발
		에너지 플랫폼을 통한 커뮤니티 에너지 비즈 니스모델 개발				·에너지 플랫폼 기반 에너지 프로슈머 비 즈니스모델 개발	·학술지 논문게재 ·비즈니스모델 ·커뮤니티 에너지 프 로슈머 소프트웨어 (S/W) 개발	·보급확산 가능한 플러스에너지 플랫폼 비즈니스모델 개발
	3-3 통합 에너지 관제센터	커뮤니티 내 공동주택 및 근린생활시설 등 다 양한 용도의 건축물이 사용하는 에너지 모니 터링/제어 기술 개발 및 구축				·커뮤니티 내 시설간 에너지 제어 빅데이터 및 인공지능 기반 알고리즘 개발	·자동 에너지 관리 툴 개발 ·특허 등록	·주거 및 근린생활시설 에너지부하 분석 및 에너지기술 확보

과제명		연구내용	미과 약	기술 전무	기술 의존	기술 자립	성과물	산출물	본과제 이후 기술수준 예상
		에너지 플랫폼 운영·관리시스템 개발					·마이크로그리드 및 에너지 저장장치를 활용한 운영·관리 기술 개발	·에너지 관제센터 구축	·마이크로그리드 기반 에너지플랫폼 운영 관리시스템 표준화
		에너지 프로슈머를 통한 에너지 비용 감소 대비 관리주체, 운영비 등의 경제성 연구					·통합 에너지관제센터 운영 경제성 방안	·통합 에너지관제센터 운영	·신규 플러스에너지 커뮤니티 비용효용성 있는 통합 에너지관제센터 운영 방안 확보

3. 기술의 정의

- 도출된 1과제의 세부 과제별로 기술의 정의 및 성과물, 성과지표를 아래와 같이 정립하였음

[표 3-16] 세부 과제별 기술의 정의 및 성과물

과제명	기술 키워드	기술의 정의	성과물 및 성과지표
1세부과제 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증	냉난방에너지 요구량 제로, 에너지소요량, 플러스에너지, 초고효율 설비, 실증	플러스에너지 커뮤니티 구축을 위한 공동주택과 주변 근린생활시설(교통, 공간, 유통공급, 방재설비, 환경 기초 시설 등)을 구축하는 핵심 과제임. 플러스에너지 커뮤니티를 구축할 수 있는 기술을 융합 및 개발하고 다양한 건물 유형별/세대별/특성별/지역별 에너지 패턴 분석이 요구됨	<ul style="list-style-type: none"> • 플러스에너지 커뮤니티 설계·성능 지침 • 용도별 에너지부하 데이터(DB) • 차세대 건축기술 데이터(DB) • 초고효율 설비 기술 분류체계 • 주택단지 온실가스 배출 전망
2세부과제 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용	복합에너지, 신재생에너지 마이크로그리드, ESS, 피크부하, 에너지 플랫폼	플러스에너지 커뮤니티 적용 가능한 복합에너지시스템 모형을 개발과 프로세스 계획 및 에너지 플랫폼 구축을 위한 ESS·계절간 축열조 기술을 활용한 마이크로그리드 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 복합에너지시스템 기술별 기술특성 데이터(DB) • 차세대 신재생에너지 지원 융합 기술 • 단지 연계를 통한 설비최적화 방안 • 다양한 에너지원 복합 마이크로그리드
3세부과제 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발	에너지관리시스템, 에너지 프로슈머, 분리계측	커뮤니티 건축물 및 기반시설의 에너지 생산·소비·저장·모니터링·제어 등 통합에너지관리시스템 구축을 통해 에너지 네트워크 및 에너지 프로슈머 시장 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 통합 에너지관리시스템 개발 • 에너지원별 에너지 프로슈머 보정계수

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 세부과제별 주요내용

- 1세부과제 : 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증

[표 3-17] 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증

세부과제명	<ul style="list-style-type: none"> 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> 국제적 선도 기술에 해당하는 설계기술 개발 및 발굴 개별 아파트 주동을 넘어 커뮤니티 규모의 적정기술 개발
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위해 기 개발된 기술과 추가 신기술 융합을 통한 다양한 건축물 유형별/세대별/특성별/지역별 플러스에너지 기술 개발 필요 커뮤니티 내 건축물·공공시설·기반시설의 상호 에너지 교류를 위해 용도별 에너지부하 패턴 및 영향 분석을 통한 에너지 최소화 및 연계 기술개발 필요 공동주택의 효율적인 에너지 절감을 위해 동별, 세대 위치특성에 따른 열손실 및 열획득 유형파악이 필요하며, 동일 용적률의 주동배치 따른 에너지 성능 및 도시 열환경 연구 필요
기술유형/성과유형	<ul style="list-style-type: none"> 기술유형 : 응용/이용기술 성과유형 : 기초/정책제안, 기준(지침), 자재
주요 구성기술	<ul style="list-style-type: none"> 플러스에너지 건축물 및 주택단지 융합 기술 개발 : 건축물(열원, 조명, 건축자재, 공조, 외피 등)과 기반시설(교통, 공간, 유통서비스, 방재설비, 환경 기초시설 등)의 기술 개발 및 실증 주택 유형별/세대별/특성별 플러스에너지 성능 기준 및 지침 개발 주택단지 범위에 따른 에너지소요량 및 용적률 연계 시뮬레이션 기술 플러스에너지 성능 달성을 위한 건축자재 성능분석 및 신자재 개발 플러스에너지 건축물 및 주택단지 경제성 분석기술 개발 주거 및 상업시설 온수사용량 실시간 모니터링 및 저온 급탕 기술을 통한 온수사용 최소화 기술 개발 주택단지 내 주행 및 정차중인 전기차 자동·무선충전시스템 개발
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> 기존 저에너지 친환경 공동주택 기술, 제로에너지주택 기술, 제로에너지 구현을 위한 자재 및 성능 개발 관련 등 국가 R&D 과제에서 성과물을 최대한 활용하되 필요한 자료는 추가로 수집·개발하여 확보 플러스에너지 건축물 및 주택단지 구축 기술을 확보할 수 있는 전문인력 확보 해외에서 구축 및 시행 예정인 플러스에너지 구축 방법 벤치마킹 주택단지의 열환경 관점에서 도심부의 다양한 건물용도와 지역특성을 반영 할 수 있는 전문인력 확보
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 저에너지 친환경 공동주택 기술, 제로에너지주택 기술, 제로에너지 구현을 위한 자재 및 성능 개발 관련 등 국가 R&D 과제 연구성과물을 최대한 활용
최종성과물 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 플러스에너지 건축물 및 주택단지 수립을 위한 기초자료 제공 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위해 강화되어 지고 있는 건물 관련 법령(녹색건축물 조성 지원법, 에너지절약형 친환경주택의 건설기준 등)의 표준화된 근거로 사용가능 균일한 플러스에너지 성능구현을 위해 국내 건설사에 시공방법 제시함으로써 국내 플러스에너지 건축물 및 주택단지 보급 확대 가능 건물부문 온실가스 목표달성을 위한 로드맵 수립에 활용

- 2세부과제 : 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용

[표 3-18] 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용

세부과제명	<ul style="list-style-type: none"> 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> 플러스에너지 커뮤니티에 적용 가능한 복합에너지시스템 대안 특성과 복합에너지시스템 계획 프로세스 개발 및 구축 주택단지 중심 마이크로그리드 상호 에너지 교류(Give & Take) 시스템 개발 및 구축
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 용도별 에너지부하 패턴 및 영향 분석을 반영한 복합에너지 시스템 방안 연구를 통해 부하설비 최소화 및 효율성 극대화 필요 신재생에너지 기반 분산전원 보급 확대 및 수용률 증가를 위해 커뮤니티 규모의 ESS 활용방안 연구 및 실증 필요 전기, 열, 수자원 등 다양한 자원 연계를 통해 대규모 에너지망 의존도 감소 커뮤니티 개발 필요 커뮤니티 내 건축물과 시설물 에너지 연계를 통해 중복되는 설비 최소화 연구 필요 마이크로그리드 시스템 표준화를 통해 비용 절감 및 성능/신뢰도 향상 기술 개발 필요 (분산전원(DER)부터 운영 및 서비스 단계)
기술유형/성과유형	<ul style="list-style-type: none"> 기술유형 : 응용/이용기술, 상용화기술 성과유형 : 시스템(SW) 개발
주요 구성기술	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 유형별 및 기반시설 에너지 부하 기준 에너지원별 패키지 기술 건축물 유형별 및 기반시설 적용 가능 복합에너지시스템 개발 분산전원 활용을 통한 에너지 안정화시스템 개발 EMS(Energy Management System) 분야 최적화 운전 알고리즘 기술 개발 ESS 주파수 조정 기술 직류송배전 시스템을 통한 송배전 효율 향상 기술 개발 피크부하 저감 및 에너지 신뢰도 향상 마이크로그리드 기술 제로에너지 주택단지(6대 에너지 제로) 중심 커뮤니티 마이크로그리드 신기술 테스트베드 구축
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> 기존 제로에너지 주택단지 복합에너지최적화 시스템 도출, 한국형 마이크로 에너지 그리드(K-MEG), IOT기반 캠퍼스 마이크로그리드 구축 및 실증과제, 차세대 마이크로그리드 핵심기술 개발 등 국가 R&D 과제에서 성과물을 최대한 활용하되 필요한 자료는 추가로 수집·개발하여 확보 에너지저장장치 기반 마이크로그리드 기술을 확보할 수 있는 전문인력 확보 및 국내·외 MOU체결 해외에서 구축 및 시행 예정인 마이크로그리드 구축 방법 벤치마킹
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 제로에너지 주택단지 복합에너지최적화 시스템 도출, 한국형 마이크로 에너지 그리드(K-MEG), IOT기반 캠퍼스 마이크로그리드 구축 및 실증과제, 차세대 마이크로그리드 핵심기술 개발 등 국가 R&D 과제물을 최대한 활용
최종성과물 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 주택단지 내 에너지 마이크로그리드로 효율적인 에너지 생산·공급 및 에너지 공유시스템을 통해 국가 발전설비 증설 최소화에 기여 마이크로그리드 기반 주택단지를 통해 스마트시티 구축 가능

- 3세부과제 : 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발

[표 3-19] 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발

세부과제명	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> 플러스에너지 커뮤니티 에너지관리시스템 구축을 위한 하드웨어/소프트웨어/데이터센터 기술 개발 플러스에너지 커뮤니티의 에너지 생산 및 소비특성에 맞는 에너지 프로슈머 기술 개발 커뮤니티 내 다양한 용도 건축물 에너지사용을 통합 관리하고 에너지 프로슈머 기술 지원을 위한 에너지 플랫폼 구성 기술 개발
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 커뮤니티 건축물 및 기반시설의 에너지 생산, 소비, 저장, 모니터링, 제어 등 통합 에너지관리 네트워크 기술 커뮤니티 내 모든 용도별 건물 및 시설의 실시간 분리계측 기술 커뮤니티 내 모든 용도별 건물 및 시설의 쾌적성 모니터링 성능 분석 기술 커뮤니티 용도별 건축물 및 기반시설의 자동 에너지 분석과 실시간 모니터링을 통해 빅데이터 기반 자동 에너지 연계기술 개발 필요 에너지 프로슈머 정책적 개선(민간 사업자 판매, 시간제요금제 등)을 통한 ESS연계 비즈니스모델 개발 필요
기술유형/성과유형	<ul style="list-style-type: none"> 기술유형 : 응용/이용기술, 상용화기술 성과유형 : 시스템(SW) 개발
주요 구성기술	<ul style="list-style-type: none"> 커뮤니티 건축물 및 기반시설의 에너지 생산, 소비, 저장, 모니터링, 제어 등 통합 에너지관리 네트워크 기술 커뮤니티 내 건축물 및 기반시설 등 용도별 분리계측 기술 건축물 에너지 모니터링 및 실시간 에너지 연계 모니터링의 빅데이터를 활용한 에너지 수요예측 자동 에너지관리시스템 개발 커뮤니티 에너지 생산·소비 주체 간의 에너지 프로슈머기반 금융 소프트웨어 개발 커뮤니티 시설간 에너지부하 모니터링 시스템을 통해 효율적인 에너지 분배 시스템 개발 에너지원별 에너지 프로슈머 비용부과 기술 단지 내 공동주택단지 및 주민편익시설 등 다양한 용도의 건축물이 사용하는 에너지를 모니터링 및 제어 기술 에너지 프로슈머 제도를 위한 에너지 사용량 검증 및 비용부과 업무 지원 기술
기술확보전략	<ul style="list-style-type: none"> 기존 공동주택 에너지 및 쾌적성 성능평가 모니터링 기준 및 분석방법 도출, 진천 친환경 에너지타운 시범사업, 한국전력 에너지 프로슈머 거래소 등 국가 R&D 과제에서 성과물을 최대한 활용하되 필요한 자료는 추가로 수집·개발하여 확보 에너지관리기술 및 에너지 프로슈머 기술을 확보할 수 있는 전문인력 확보 및 국내·외 MOU체결 해외에서 구축 및 시행 예정인 에너지 프로슈머 구축 방법 벤치마킹
기존기술 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 공동주택 에너지 및 쾌적성 성능평가 모니터링 기준 및 분석방법 도출, 진천 친환경 에너지타운 시범사업, 한국전력 에너지 프로슈머 거래소 등 국가 R&D 과제를 최대한 활용
최종성과물 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 프로슈머 중개사업자를 통해 전력시장 P2P거래, 전력시장 거래 등 기반시스템 및 제도 구축 활용 수요자원 거래시장 활성화를 통해 수요자원과 발전자원 간 경쟁으로 전력공급비용 절감 가능

2. 추진전략

가. 연구추진 체계

- 본 기획에서 수립하는 “플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발” 과제는 플러스에너지 커뮤니티 구축을 위하여 기존 제로에너지 건축물 기술과 에너지 요구량을 획기적으로 줄일 수 있는 패시브 설계 요소 기술을 개발하고, 최종 연구 목적을 커뮤니티 규모의 넷 제로 에너지로 확대 및 에너지 플랫폼을 구축하는 과제로 연구의 목적과 최종결과물의 성격상 **“연구단 수준”의 추진체계 구성 추진 또는 세부과제별 과제 추진**이 적합할 것으로 판단됨

나. 추진조직

- “플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발” 연구단은 기초·원천기술의 개발, 실용화, 관리 정책 제안 등을 포함하는 다양한 성격의 연구를 총괄해야하므로, 산·학·연간의 유연한 연계가 가능한 추진조직이 필요함
- 연구과제의 최종 연구성과물인 “플러스에너지 커뮤니티를 위한 주택·기반시설 건설기술 개발 및 실증”, “플러스에너지 커뮤니티를 위한 복합에너지시스템·마이크로그리드 기술 개발 및 실증” 및 “플러스에너지 커뮤니티를 위한 에너지관리시스템 및 에너지 프로슈머 기술 개발”을 개발하고 완성도를 제고하기 위해서는 건물 에너지성능관련 전문 인벤토리 업체 및 시스템 개발, 관리가 가능한 산업계의 참여가 필요함. 또한 이를 통해 시스템의 지속적인 유지보수가 가능함
- 성공적인 연구수행을 위해서는 개별적인 기초·원천기술의 개발 및 성과물 도출과 더불어, 각 연구성과를 체계적으로 연계·종합하여 최종 성과물을 도출해야함
- 전체 연구조직은 산, 학, 연이 연계되고 상호보완 및 지원이 이루어지도록 구성하고 해외기관과의 교류 및 협조체계 구축 또는 공동연구 추진이 요구됨

다. 추진체계

- 목표달성을 위한 연구추진체계
- 연구추진 시 주관 및 협동기관은 각자 담당하는 연구내용에 부합하는 연구 성과를 도출하고, 이의 활용이 이루어질 수 있도록 연구 추진체계를 구성
- 연구의 계획단계에서부터 연구를 성공적으로 달성 할 수 있는 수준의 성과목표 및 성과지표를 제안·유도하고, 연구수행 중 지속적인 성과목표의 달성 및 관리가 가능하도록 연구를 추진함
- 전문기관에 의한 검증을 통해 연구 성과를 검증하고 실용화를 모색할 수 있도록 연구를 추진함

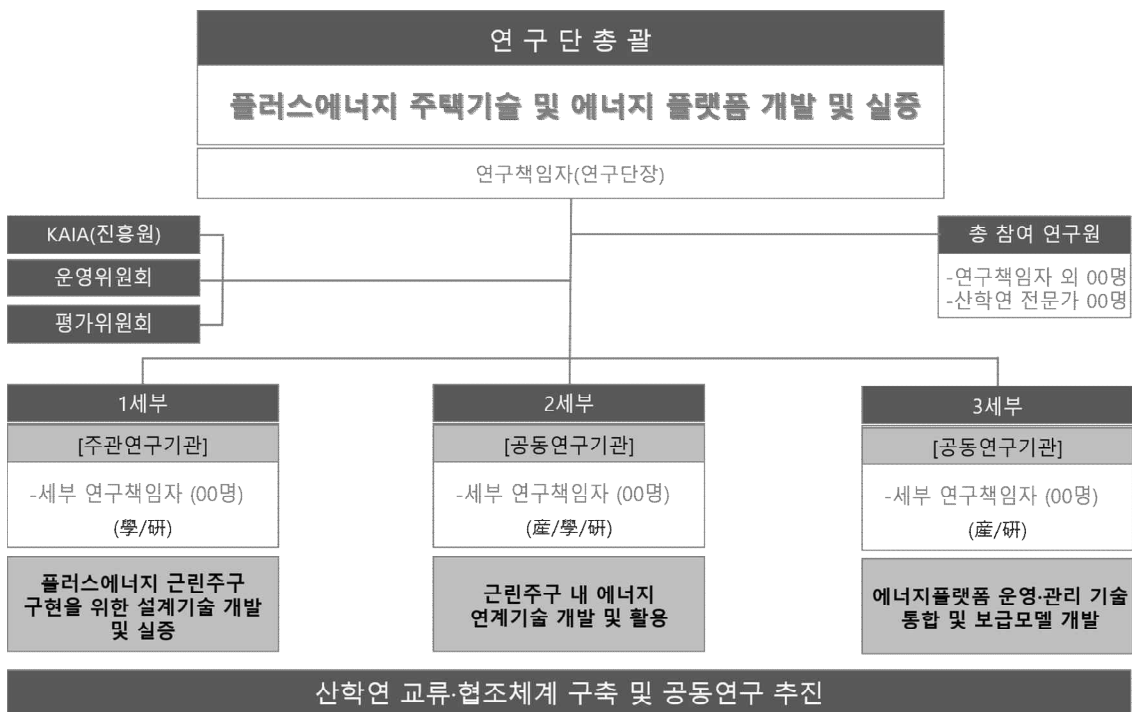
○ 종합적인 과제 관리체계

- 연구기간 중 환경 및 여건의 변화를 지속적으로 모니터링하면서 유연하게 대처할 수 있도록 조직을 구성하여 연구를 추진함
- 연구추진 시 세부과제별 연계성 확보를 통한 최종 목표 도출 추진체계 수립
- 추후 전체 예산규모에 따라 과제별 성과를 고려한 예산배정 및 연구수행기간 조정을 통해 우수한 과제지원이 가능하도록 함

라. 과제추진체계 설정

○ 본 “플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발” 기획연구를 통해 도출되는 본 연구의 내용은 3가지 세부과제로 구성됨

- (1세부과제) “플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증”으로 구성됨
- (2세부과제) “커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용”로 구성됨
- (3세부과제) “에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발”로 구성됨



[그림 3-9] 연구단 연구추진 체계

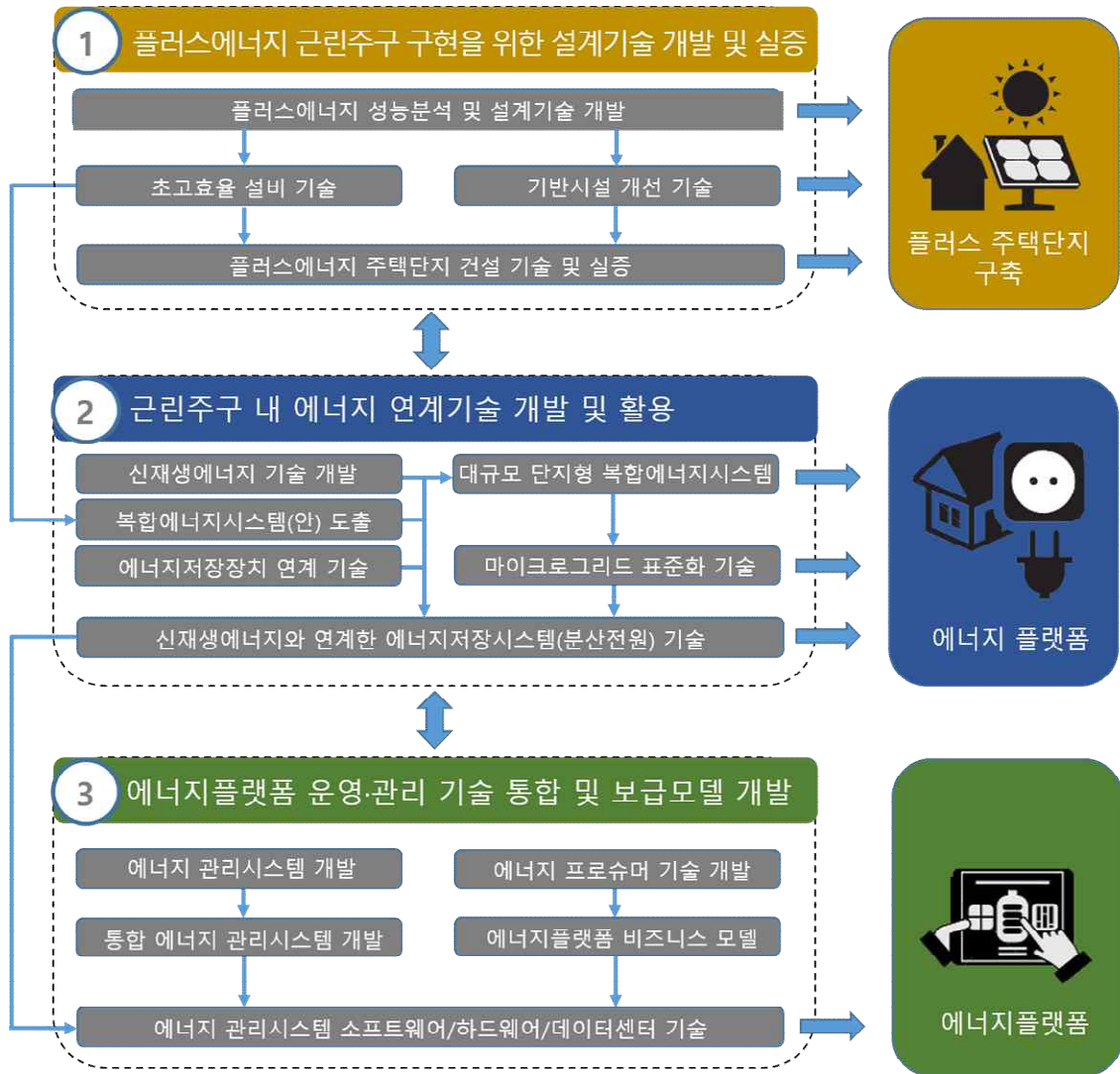
5절. 세부과제 간 연계관계

- 세부과제 간 연계관계는 다음 그림과 같이 도식화하여 표현하였음

- 세부과제는 다음과 같이 1세부과제 “플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증”, 2세부과제 “커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용”과 3세부과제 “에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발”로 제안함
 - 1세부 과제는 패시브 신기술 개발을 통한 냉·난방에너지 제로 기술, 온수사용량 최소화 기술, 채광계획, 기밀 및 열교차단 기술 표준화, 초고효율 설비 기술(차세대 소형열병합발전 시스템, 지열히트펌프 효율 안정화, 열회수환기장치 효율개선) 등을 활용하여 플러스에너지 성능분석 및 설계기술 개발을 통해 플러스에너지 단지 설계·성능 지침을 개발함. 주택단지와 교통, 공간, 유통공급, 방재설비, 환경 시초시설 등 기반시설 개선(전기자동차, 자전거 충전소, 주차장, 버스정류장 등) 대응 기술을 활용하여 플러스 주택단지를 구축 함

 - 2세부 과제는 기존 에너지원과 차세대 신재생에너지원 및 소형열병합발전 등을 융합하여 대규모 단지에 적합한 복합에너지시스템 모델을 개발하고, 주택단지 내 잉여에너지를 활용하여 인근 건축물의 설비를 최적화함. 1세부 과제의 도출결과인 초고효율 설비 기술을 반영하며, 신재생에너지 기반 분산전원 보급확대를 위해 ESS 설치로 전력 에너지연계 마이크로그리드를 구현함. 주거중심 에너지 인프라 구축을 통해 국가 발전설비 증설 최소화에 기여하며, 마이크로그리드 기반 주택단지를 통해 스마트시티 구축 방안을 모색하고자 함

 - 3세부 과제는 커뮤니티 건축물 및 기반시설의 에너지 생산·소비·저장·모니터링·제어 등 통합에너지관리시스템 구축을 통해 에너지 네트워크 및 에너지 프로슈머 시장 구축함. 단지 및 커뮤니티의 에너지 모니터링을 위해 에너지 플랫폼 설치를 통해 커뮤니티 에너지 상호 교류시스템을 구축하며, 모든 에너지원 프로슈머 활용을 위해 각 에너지원별 에너지 프로슈머 보정계수를 제안함. 수요자원 거래시장 활성화를 통해 수요자원과 발전자원 간 경쟁으로 전력공급비용 절감 방안을 모색하고자 함

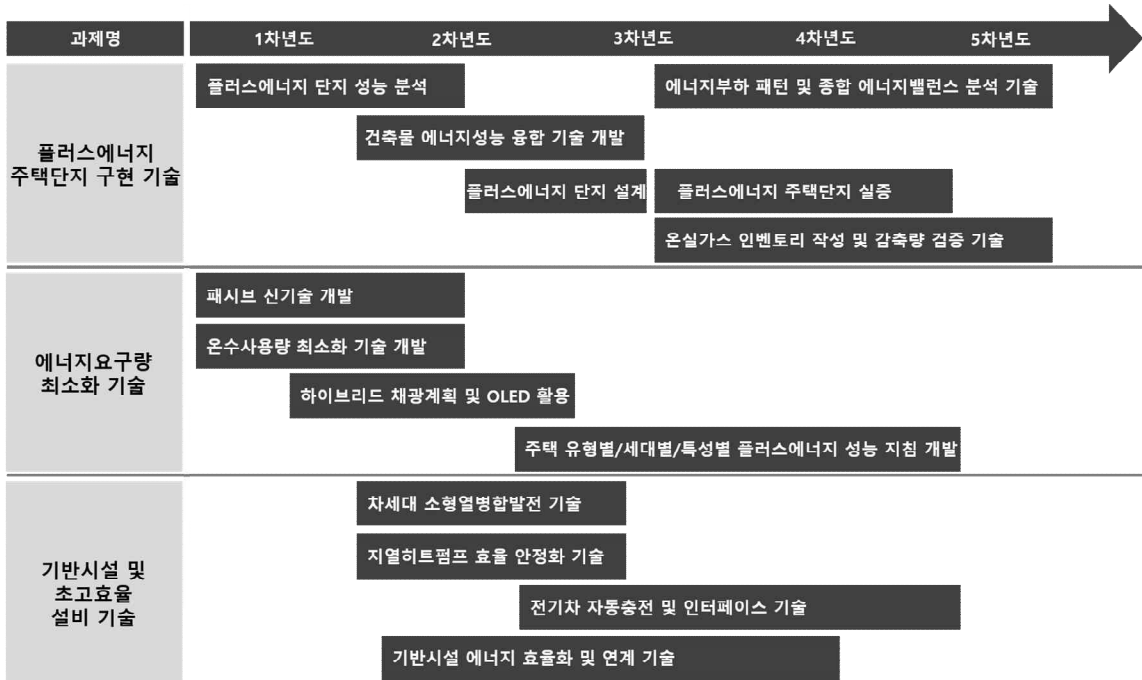


[그림 3-10] 세부과제 간 연계관계

6절. 세부과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

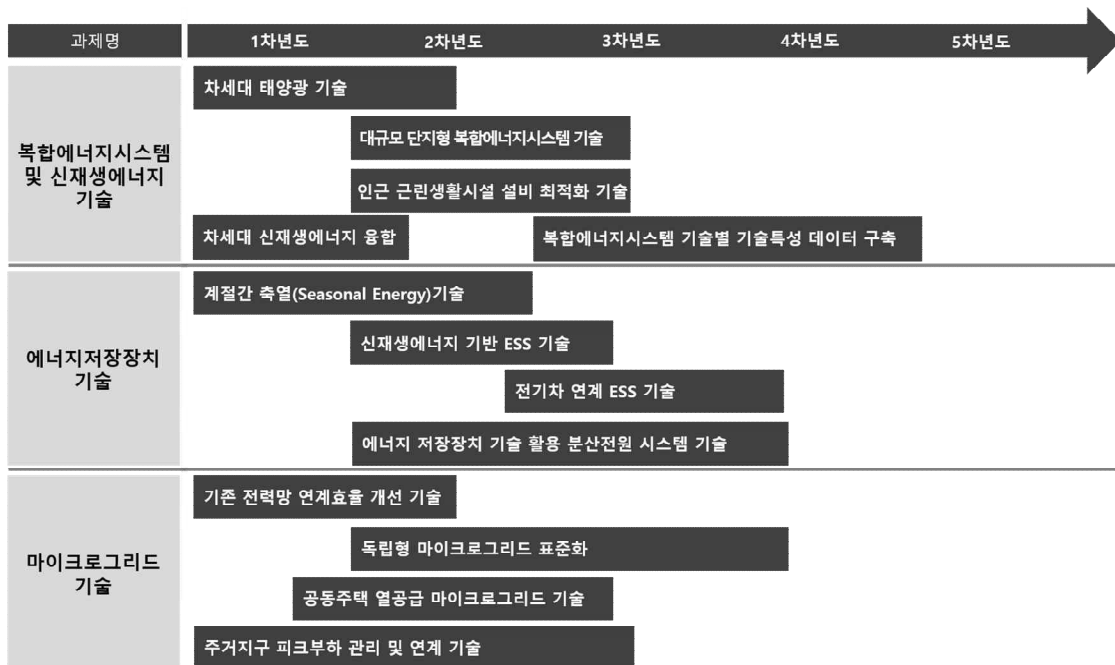
1. 과제별·연차별 기술로드맵

○ 1 세부과제 : 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증



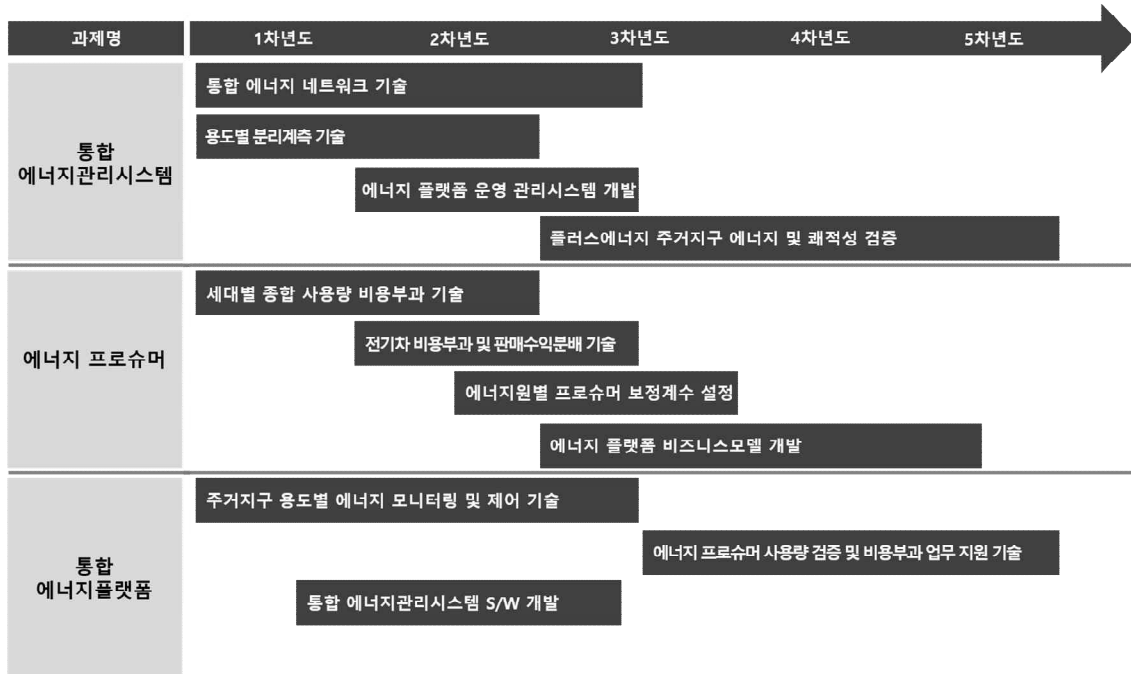
[그림 3-11] 1세부과제 기술로드맵

○ 2 세부과제 : 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용



[그림 3-12] 2세부과제 기술로드맵

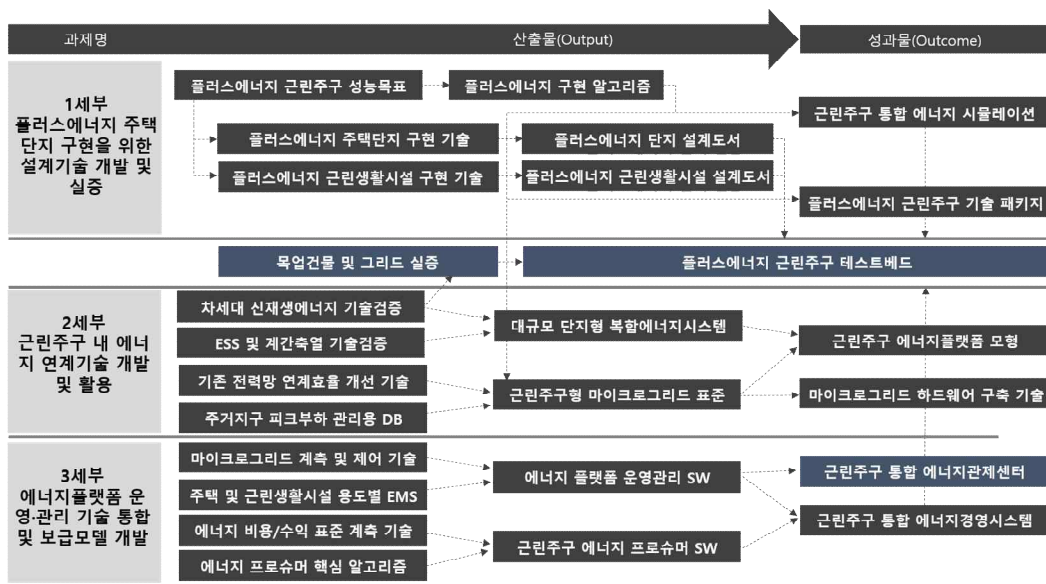
○ 3 세부과제 : 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발



[그림 3-13] 3세부과제 기술로드맵

2. 성과로드맵

- 연구 성과물은 필수적으로 도출되어야 할 산출물(Output)과 최종적으로 도출되는 최종성과물(Outcome)을 세부과제별로 선정함
- 성과물은 세부과제별로 제시되며, 각 세부과제별 주요 성과물은 다음 그림과 같이 나타내었음. 각 세부과제별 성과물이 각각 연계되어 최종적인 연구성과를 달성할 수 있음
- 세부 연구목표별 성과물과 세부과제별 성과물은 다음과 같이 연계됨



[그림 3-14] 과제별·단계별 산출물(Output) 및 성과물(Outcome) 로드맵

4장. 사전 타당성 검토

1절. 정책적 타당성

- 연구개발과제 및 세부과제별 주요 내용의 정책적 타당성 검토기준은 ①국가정책과의 부합성, ②상위계획과의 부합성, ③관련 정책과의 연계성으로 설정하여 정책적 타당성을 확보하고 연구개발사업의 추진 상의 위험요소를 최소화하고 국가 R&D로써 정부 지원의 필요성을 확인하고자 함

1. 국가정책과의 부합성

- 국가 건물부문 에너지절감 강화 정책 방안 마련
 - 국가 온실가스 감축목표 달성 및 제로에너지건물 의무화를 위해 2009년 11월 제6차 녹색성장위원회에서 제로에너지 건축물 도입 로드맵을 발표
 - 2014년 제로에너지빌딩 조기 활성화 방안에 기준을 수정 발표 함. 관계부처합동은 패시브 설계 의무화를 통한 에너지 설계기준 강화와 신재생에너지 기술개발을 통해 시장성 확보 제시
 - 2017년 패시브하우스 설계 의무화, 소형 공공 건축물 2020년 제로에너지 의무화 및 2025년부터 신축건물 제로에너지 의무화 제시
- 국토교통부 7대 신산업(자율주행차, 드론, 공간정보, 해수담수화, 제로에너지빌딩, 스마트 시티, 리즈) 중 하나인 제로에너지빌딩 사업 선정



[그림 4-1] 국토교통부 7대 신산업 중 제로에너지빌딩

- 우리나라는 건물부문의 에너지 절감 및 온실가스 감축 정책들을 시행 중이며, 강화된 정책을 통한 시장 활성화 견인하고 있음. 특히 저에너지 빌딩 및 제로에너지 빌딩의 핵심 기술에 대한 수요가 증가하고 있음

- (시범사업) 시장선도형 제로에너지빌딩 모델 개발을 위한 단계적 시범사업 추진, 국토교통부
 - (제도기반) ZEB 인센티브 등 법적 기반 마련(2016), 제로에너지빌딩 인증 등급(2017)
 - (공공 수요 창출) 소형 공공 건축물 대상 의무화 추진(2017)
- 국토교통부는 「녹색건축물 조성 지원법 시행령·시행규칙」 및 「건축물 에너지효율 등급 인증에 관한 규칙」 일부 개정안을 통해 2017년 제로에너지건축물 인증제 시행(2017년 1월 20일 시행 예정). 인증을 받은 건축물에 대해서는 용적률 완화, 신재생에너지 설치보조금, 기부채납 부담률 완화 등의 인센티브 제공

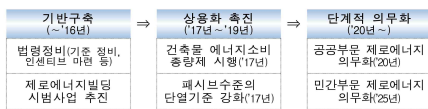
국토교통부		보도자료	
담당 부서	국토교통부 녹색건축과	담당 자	• 과장 송시화, 사무관 육인수, 주무관 전태숙 • 안 (044)201-3768, 3769, 3774
보도 일시	2017. 1. 20.(금) 총 4건(문4, 발인3)	보도 일시	2017년 1월 20일(금) 오전부터 보도하여 주시기 바랍니다. * 통신방송인턴넷은 1.19(목) 18:00 이후 보도 가능

제로에너지건축물 인증제 시행, 녹색건축시대 앞당겨

- 인증제 시행으로 제로에너지건축물 보급확산 나서 -

- 국토교통부(장관 강호인, 이하 국토부)는 **신기후체제 출범**에 따라 건물부분의 에너지절약 및 국가 온실가스 감축목표 달성에 앞장서기 위해 제로에너지건축물 인증제(이하 '제로인증제')를 1월 20일부터 시행한다고 밝혔다.
- '제로인증제'는 제로에너지건축물 국가 로드맵(14.7월, 국가과학기술자문회의)에 따라 '16년 1월 '녹색건축물 조성 지원법'을 개정하여 제도적 기반을 마련하였으며,
- '20년부터 공공부문을 시작으로 '25년에는 민간부문까지 단계적으로 제로에너지건축물 확산하기 위한 핵심제도가 될 전망이다.

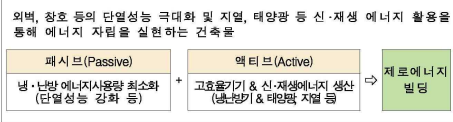
< 제로에너지건축물 국가 로드맵 >



- 1 -

- '제로에너지건축물'이란 건축물에서 사용되는 에너지 소비를 최소화하고 신·재생에너지를 적극 활용하여 건축물 자체의 에너지 자립도를 높인 건축물로서,
- 유럽과 미국 등 선진국에서는 이미 제로에너지건축물 의무화 목표를 수립하여 재정적·정책적 지원을 통해 시장 확대를 유도하고 있으며,
- 우리나라도 '제로인증제' 시행을 시작으로 '25년부터 또는 신축 건물에 대한 제로에너지화 목표를 이를 기반이 마련되었다.

< 제로에너지빌딩의 개념 >



- '제로인증제'는 건축물의 에너지성능을 정량적으로 평가하여 제로에너지 실현 정도에 따라 5개 등급으로 구분하여 인증하는 제도로,
- 건축물 에너지효율 1++등급 이상의 에너지성능 수준을 만족하는 건축물을 대상으로 에너지자립률 및 건물에너지관리시스템 설치 여부에 따라 평가된다.
- 에너지자립률이란 건축물에서 소비하는 에너지량 대비 생산하는 에너지량의 비율로서 에너지자립률 20% 이상인 경우 제로에너지 건축물 5등급을 시작으로 100% 이상인 완전 자립인 경우 최고 등급인 1등급을 부여받게 된다.
- 또한, 제로에너지건축물은 준공 후 지속적인 에너지성능 관리를 위해 건물에너지관리시스템(BEMS, Building Energy Management System) 또는 원격검침전자식 계량기를 설치하여야 한다.

- 2 -

[그림 4-2] 국토교통부 보도자료 (2017.01.20.)

- 산업통상자원부, “제2차 에너지기본계획”을 통해 ICT와 시장기반 수요 관리형 에너지 수립·시행
 - “제2차 에너지기본계획”은 1차 계획과 달리 수요관리 중심의 에너지정책을 설정, 이에 따라 에너지세율조정, 전기요금 체계 개선, ICT 수요관리 시스템 구축 등 시장 기반의 정책 방향을 설정
 - 대규모 집중형 발전으로 공급하던 시스템을 '35년 발전량의 15% 이상 분산형으로 공급하기 위한 발전시스템 구축과 원전비중 감축으로 목표 변경
- 관계부처 합동, “2030 에너지 신산업 확산전략”을 통한 ICT기반 에너지 수요관리 신시장 창출 전략

- '2030 에너지 신산업 확산전략'을 통해 2030년까지 E-프로슈머 시장을 전국으로 확대(총 발전량 12.8% 규모). '누구나 에너지를 생산·판매하는 시장 활성화'를 전략으로 'E-프로슈머 전력거래 시장'개설(분산자원 중개시장) 추진

2. 상위계획과의 부합성

- 본 과제는 '제로에너지빌딩 조기 활성화 방안', '국토교통부 7대 신산업', '제2차 에너지기본계획', '2030 에너지 신산업 확산전략'과 다음과 같은 정합성을 확보하고 있음
 - 제로에너지빌딩 활성화를 위한 제도적·기술적 기반 구축
 - 제로에너지빌딩 시장 확대 및 일자리 창출
 - 국가 온실가스 감축목표 수립 달성을 위한 이행계획 및 마스터플랜 마련
 - 커뮤니티 규모 플러스에너지 플랫폼을 통한 분산전원 기반 마련
 - 에너지프로슈머 전력거래 시장제도를 통해 제도적 기반 및 시장 창출

3. 관련 정책과의 연계성

- '저탄소 녹색성장 기본법', '녹색건축물 조성 지원법'의 이하 시행령, 시행규칙과의 정책적 연광성은 다음과 같음

가. 저탄소 녹색성장 기본법

- 2010년 제정된 저탄소 녹색성장 기본법은 제54조에서 온실가스 감축에 적극 대응하고 저탄소 녹색성장을 효율적·체계적으로 추진하기 위하여 녹색건축물의 확대를 제안하고 있음
- 본 기획과제를 통해 도출된 세부연구과제는 '저탄소 녹색성장 기본법'의 다음 각항과 직접적인 관련이 있으며, 해당 법률의 시행에 뒷받침 가능

[표 4-1] 저탄소 녹색성장 기본법

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.
- ③ 정부는 건축물의 설계·건설·유지관리·해체 등의 전 과정에서 에너지·자원 소비를 최소화하고 온실가스 배출을 줄이기 위하여 설계기준 및 허가·심의를 강화하는 등 설계·건설·유지관리·해체 등의 단계별 대책 및 기준을 마련하여 시행하여야 한다.
- ④ 정부는 기존 건축물이 녹색건축물로 전환되도록 에너지 진단 및 「에너지이용 합리화법」 제25조에 따른 에너지절약사업과 이를 통한 온실가스 배출을 줄이는 사업을 지속적으로 추진하여야 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.

나. 녹색건축물 조성지원법

- 2013년 건축물의 에너지 효율화를 위해 녹색건축물 조성을 촉진하는 ‘녹색건축물 조성지원법’ 시행
- ‘녹색건축물 조성지원법’ 제2조에서 제로에너지건축물에 대해 정의 하고 있으며, 제로에너지건축물 인증제는 16년 1월 개정을 통해 제도적 기반을 마련하였음
- 본 기획과제를 통해 도출된 세부연구과제는 ‘녹색건축물 조성 지원법’의 다음 각항과 직접적인 관련이 있으며, 해당 법률의 시행에 뒷받침 가능

[표 4-2] 녹색건축물 조성지원법

제11조(지역별 건축물의 에너지총량 관리)

- ① 시·도지사는 대통령령으로 정하는 바에 따라 관할 지역의 건축물에 대하여 에너지 소비 총량을 설정하고 관리할 수 있다.
- ② 시·도지사는 제1항에 따라 관할 지역의 건축물에 대하여 에너지 소비 총량을 설정하려면 미리 대통령령으로 정하는 바에 따라 해당 지역주민 및 지방의회의 의견을 들어야 한다.
- ③ 시·도지사는 관할 지역의 건축물 에너지총량을 달성하기 위한 계획을 수립하여 국토교통부장관과 협약을 체결할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 협약을 체결한 지방자치단체의 장에게 협약의 이행에 필요한 행정적·재정적 지원을 할 수 있다.
- ④ 제3항에 따른 협약의 체결 및 이행 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.

제12조(개별 건축물의 에너지 소비 총량 제한)

- ① 국토교통부장관은 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조에 따른 건축물 부문의 중장기 및 단계별 온실가스 감축 목표의 달성을 위하여 신축 건축물 및 기존 건축물의 에너지 소비 총량을 제한할 수 있다.
- ② 국토교통부장관은 연차별로 건축물 용도에 따른 에너지 소비량 허용기준을 제시하여야 한다.
- ③ 건축물을 건축하려고 하는 건축주는 해당 건축물의 에너지 소비 총량이 제2항에 따른 허용기준의 이하가 되도록 설계하여야 하며, 건축 허가를 신청할 때에 관련 근거자료를 제출하여야 한다.
- ④ 기존 건축물의 에너지 소비 총량 관리는 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조에 따른 온실가스·에너지목표관리에 따른다.
- ⑤ 신축 건축물의 에너지 소비 총량 제한과 기존 건축물의 온실가스·에너지목표관리에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

2절. 기술적 타당성

- 연구개발과제 및 세부과제별 주요 내용의 기술적 타당성 검토기준은 ①관련이슈, ②기술개발의 성공가능성, ③기존 기술 및 과제와의 차별성·우수성으로 설정하여 불필요하거나 중복되는 연구과제 및 내용을 배제하고 기술개발계획의 체계성 및 구체성을 확보하여 목표 달성의 성공률을 높이고자 함

1. 관련이슈

- Post-2020 신기후체제란 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승폭을 2℃ 이내(온도 상승을 1.5℃ 이하로 제한하기 위한 노력을 추구)로 억제하기 위하여 선진국, 개도국 모두 참여하여 기후 변화에 대응하는 것을 의미하며, 제20차 페루 리마 기후 변화 당사국총회(COP, The Conference of the Parties)에서 각국이 온실가스 감축 목표를 스스로 결정하는 자발적 기여(INDC, Intended Nationally Determined Contributions)를 2015년 12월 파리총회(COP 21)에 앞서 제출함
- 지구 온난화 및 에너지 고갈 등으로 인한 환경문제 해소를 위한 에너지 효율화 및 기후변화 대응 주거단지 기술 개발 필요
 - 플러스에너지 공동주택은 에너지요구량 최소화와 고효율설비 및 신재생에너지시스템을 통해 필요 에너지를 공급하는 등 에너지 소비주체에서 생산주체로 역할 변화 필요
 - 에너지 플랫폼 내에서 주택단지의 에너지소비량을 줄이고, 신재생에너지시스템을 통한 열·전력 잉여에너지 극대화를 위한 주거모형 개발 및 보급 필요

2. 기술개발의 성공 가능성

- 플러스에너지 커뮤니티를 위한 에너지 플랫폼 개발 및 실증을 위한 기술들(플러스에너지 커뮤니티 설계기술 및 실증 기술, 에너지요구량 최소화 기술, 초고효율 설비 기술, 전기차 대응기술, 복합에너지시스템 및 신재생에너지 기술, 에너지저장장치, 마이크로그리드, 통합 에너지관리시스템, 에너지 프로슈머, 통합 에너지 관제센터)은 기존의 연구개발(R&D) 과제와의 중복성 및 차별성을 검토하고 기술개발의 향상, 기술개발 계획 등 도출기술의 성공 가능성을 검토하여 기술적 타당성을 분석함
 - 국외 선진국의 기술수준 대비 국내 기술수준 및 현황을 정량적, 정성적으로 파악하여 기술 개발 방향을 설정하여 추후 보완하겠음

3. 기존 기술 및 과제와의 차별성·우수성

- “플러스에너지 주택기술 및 에너지 플랫폼 개발” 과제는 ‘플러스에너지 커뮤니티’, ‘주택단지를 연계하는 에너지 플랫폼’, ‘잉여 에너지를 판매하는 에너지 프로슈머’로 크게 3개의 세부과제로 나뉜다. 플러스에너지 커뮤니티 과제는 현재 진행 중인 “제로에너지주택 활성화를 위한 최적화모델 개발 및 실증단지 구축”의 연장선상이며, 에너지 플랫폼 과제는 “한국형 마이크로 에너지 그리드(K-MEG)”, 에너지 프로슈머 과제 “진천 친환경 에너지타운 시범사업”의 실태 분석을 통해 본과제의 차별성을 도출하고자 함
- “한국형 마이크로 에너지 그리드(K-MEG)”는 지식경제부(現 산업통상자원부) 5대 미래기술선도기술개발 과제 중 에너지 분야 선정과제로 스마트 그리드, 분산전원, 최종 에너지(열, 전기, 가스, 공기, 물 등) 사용 기술을 융합한 차세대 에너지 기술 개발 및 세계 최초의 에너지 효율 종합기술 상용화 과제 임. 2011년 7월부터 3년간 과제 진행 후 2년(2014년 7월~2016년 6월)간 검증하였음⁴⁴⁾
- “제로에너지주택 활성화를 위한 최적화모델 개발 및 실증단지 구축”은 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원이 발주한 연구개발(R&D) 사업으로 주택 단지의 기 개발된 기술을 바탕으로 에너지요구량을 최소화하고 적정한 신재생에너지를 공급하여 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 1차 에너지소요량을 제로를 목표로 2013년 10월부터 진행되고 있음⁴⁵⁾
- “진천 친환경 에너지타운 시범사업”은 미래창조과학부 연구개발 사업으로 도심지역에 적용 가능한 모델로써, 72,000㎡ 규모의 부지에 태양광, 태양열, 지열, 하수폐열 등 다양한 신재생에너지들을 융·복합적으로 활용하여 인근 시설에 필요한 에너지를 공급하는 미래형 에너지 커뮤니티로 2015년 6월부터 구축이 진행되고 있음⁴⁶⁾

44) 삼성물산(주), K-MEG 국문 브로셔, 2016.

45) 명지대학교 산학협력단, “제로에너지주택 활성화를 위한 최적화모델 개발 및 실증단지 구축 실증단지 구축 계획서”, 2015.04.

46) 미래창조과학부, 진천에 미래형 친환경에너지타운 준공, 2016.11.21.

[표 4-3] 기 추진 중인 과제(기술)의 실태 및 차별성

구분	한국형 마이크로 에너지 그리드:K-MEG (Micro Grid)	노원구 제로에너지주택 실증단지 (Zero Energy)	진천 친환경 에너지타운 시범사업 (Energy Prosumer)	플러스에너지 커뮤니티 (Plus Energy)	
연구목표	스마트 그리드, 분산전원, 최종 에너지 사용기술을 융합한 차세대 에너지 기술 개발	기 개발된 기술을 바탕으로 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 1차 에너지소요량 제로	여러 신재생에너지원 간의 융복합을 통해 일정규모 타운에서 필요로 하는 에너지를 자체 생산 및 거래할 수 있는 실증단지 구축	-플러스에너지 3안- 세계 최초 커뮤니티 내 주택단지 6대 제로에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명, 콘센트 전력)와 기반시설(5대 제로에너지)의 상호 에너지 교류를 통해 플러스에너지 커뮤니티 구축	
규모	최대 100여개동	단지	단지	커뮤니티	
건물 유형 및 용도	학교, 상업시설, 공공시설 등	공동주택, 단독주택, 합벽주택, 근린생활시설	보건소, 체육공원, 도서관, 청소년문화의집, 학교 등	공동주택, 단독주택, 합벽주택, 근린생활시설, 도시 지원 시설, 공공시설, 주택 및 공용, 부대복리, 전기차충전소 등	
주택	세대 수	-	121세대	-	약 300세대 이상
	층수	-	아파트형 7층 연립형 3층	-	아파트 15층 이상
	유형	-	공동주택, 단독주택, 합벽주택, 연립주택	-	공동주택, 연립(다세대)주택
에너지	신재생 에너지	태양광, 태양열, 지열, 풍력, 연료전지, 폐기물에너지	태양광, 지열	태양광, 태양열, 연료전지	태양광, 태양열, 지열, 연료전지, 폐기물에너지, 소형 열병합 등
	에너지 그리드	마이크로 그리드	기존 전력망	스마트그리드	마이크로그리드
	에너지 저장	ESS	-	계간축열조	ESS 축열조(일간/계절간)
	EMS	Active BEMS	5대에너지 분리계측	-	개별 건물 BEMS와 커뮤니티 내 모든 건물·시설 분리계측 및 연계
	에너지 프로슈머	-	-	1,224MWh/년 판매를 통해 연간 440백만원 예상	전기 프로슈머
추가연구 항목	근린주구 마이크로그리드	에너지프로슈머	주택단지 넷 제로에너지 성능	-	

3절. 경제적 타당성

- 연구개발과제 및 세부과제별 주요 내용의 경제적 타당성 검토기준은 ①연구개발 투자의 효율성, ②경제적 파급효과, ③환경비용 평가로 설정하여 국가 R&D 투자의 파급효과 및 경제성을 확보하고자 함

1. 연구개발 투자의 효율성

- 현재 건설 산업에서 ‘패시브 건축물’ 및 ‘제로에너지 건축물’ 등 온실가스 저감을 위한 건축기술의 도입에 관심이 높아지는 추세이며, 이를 뒷받침하기 위해 건설 산업의 경쟁력의 도약 가능
 - ‘건물부문의 온실가스 감축기술’의 개발은 ㉠현재 장기간 침체되어 있는 건설경제를 활성화에 영향, ㉡건물 에너지 소비량의 감축을 통한 사회적 비용의 감소, ㉢새로운 요소기술의 발굴을 통해 국가 경쟁력의 향상 및 부수적인 경제적 효과를 얻을 수 있을 것으로 예상
- 국가차원의 에너지 생산·저장·활용 기술과 관리 및 교환 연계 시스템에 대한 추진 계획 달성을 위해 플러스에너지 커뮤니티를 중심으로 에너지 발전원을 신재생에너지로 대체 및 분산전원 핵심인프라 보급 확산을 통해 국가 분산전원 15% 달성 가능

2. 경제적 파급효과

- 건축물 에너지성능 강화에 따른 경제적 파급효과
 - 2017~2025년 3,026천 호의 공동주택이 에너지성능 강화 정책에 의거 제로에너지 주택(1+++등급)으로 신축될 경우 2등급(2016년 법적최소기준 적용)으로 산출될 경우에 비해 생산유발 261.5조, 부가가치유발 76.8조, 고용유발 82.1만명으로 추정⁴⁷⁾
 - ※ '13년 전체 산업 기준으로 총생산은 0.21-0.81%, 부가가치 (GDP)는 0.17~0.65%, 고용자수는 0.15-0.56% 상승 가능

47) 최명섭, 김준형, 임인혁, 이상영, 건축물 에너지 효율등급 강화에 따른 주택건설의 파급효과 분석, 국토계획, 2016.10

4절. 기술개발 필요성 및 정부지원 타당성

1. 기술개발 필요성

- 국민 체감형 플러스에너지 커뮤니티 실증을 통해 국제사회에서 기술보유국이라는 선도적 지위 확보 및 블루오션 해외수출 사업자로 부상 필요
 - 신기후체제 하에서 CT, ET 그리고 ICT를 융·복합화한 건축·도시분야의 에너지 정책을 통해 대한민국 기술의 신뢰성 확보 필요
 - 플러스에너지 기술개발을 통해 해외 가정·사업분야 플러스에너지 도시 선점 필요
 - 제로에너지성능을 넘는 플러스에너지 기술 개발 및 국산화를 통한 기술 선진국 지위 확보와 기술 수출국으로의 도약 필요
 - 에너지요구량 제로 기술, 초고효율 설비 기술, 전기차 대응기술, 독립형 마이크로그리드, 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 등 국산화를 통한 4차산업혁명 선도국 지위 필요
 - 국내 제로에너지빌딩 시범단지, 노원구 제로에너지 주택단지, 홍천 친환경에너지타운 등과 국외 베드체드, 운데마을, 펠타운 등의 건물/단지규모의 실증을 넘어 온실가스 감축, ESS, 분산전원 역할 수행이 가능한 세계최초 커뮤니티 규모 실증을 통한 기술개발 필요
- 기술중속국이 아닌 국산기술개발을 통한 기술수출국으로써의 가능성 실천 필요
 - 주요 선진국은 기술 성숙화 단계인 제로에너지 건축기술을 기반으로 IT융합을 추가한 에너지 관리기술 및 신재생에너지 융합기술을 통해 시장 주도권을 확보하고 있으나, 국내는 요소기술 자립화 단계로 보급 및 상용화가 미흡한 수준이므로 건물 통합 패키지 기술개발과 상용화 추진전략 필요⁴⁸⁾
 - 국내 제로에너지주택 관련 설계 및 시공기술을 바탕으로 소프트웨어 기술 개발과 적용을 통해 고부가가치의 데이터 모델링과 예측 원천기술 확보 필요
- 국가차원의 에너지 절약·생산·저장 기술과 관리 및 교환 시스템에 대한 추진 계획에 따라 에너지 플랫폼 기술 및 적용 모델 개발 그리고 모니터링 필요
 - 연구 개발을 통해 만들어진 기술과 자재에 대한 실효성 검토 기회 마련 필요
 - 커뮤니티 규모 내에서 여러 기업의 기술 비교 및 검증 필요
 - 선진국 대비 낮은 기술의 핵심기술 개발 및 실용성 향상을 통해 기술격차 해소 필요

48) 미국, 유럽, 중국, 일본은 제로에너지 도시, 스마트 시티 연구개발 및 실증사업을 통해 에너지, 안전, 교통, 건강 등을 망라한 국가차원의 프로그램을 추진 중에 있음

- 건설, 환경, 경제적인 측면의 효과분석과 이를 통한 핵심 기술 개발 전략 마련을 통해 건축산업 및 녹색건설기술의 활성화 유도 필요
 - 국가의 지원을 통한 시범 사업의 구체성과 안전성 확보 필요
 - 기업 및 민간에 의한 연구 개발 확대를 통해 국가 녹색산업 경쟁력 확보 필요
 - 기업 보유 기술의 발굴 및 비교를 통한 국가 표준 기술 선정 필요
 - 연구과제의 경제성 검토를 통한 초기 투자비용의 적절성과 회수가능성에 대한 검토 기회 마련 필요
 - 국내 에너지절약형 건축 시장 활성화에 따른 기술 및 자재(국산화)의 가격 감소로 인한 초기 투자비용의 감소 필요

2. 정부지원 타당성

- 세계 최초이자 최고 수준의 주택단지 중심 스마트건축도시 구현 필요
 - 주택단지를 넘어 커뮤니티 내 효율적인 에너지 생산·공급·저장 및 에너지 공유 시스템을 통해 스마트건축과 스마트도시를 연계한 세계최초 스마트건축도시 구현
 - 주택단지가 제로에너지를 넘어 플러스에너지 커뮤니티로 거듭날 경우, 스마트 도시 내에서 주택 및 건축 중심 기술 집약 도시로써의 역할 수행 가능

- ‘포스트(Post)2020 국가 온실가스 감축 목표’ 수립에 따른 건물부문 목표 달성을 위한 핵심방안
 - 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위해 강화되어 지고 있는 건물 관련 법령(녹색 건축물 조성 지원법, 에너지절약형 친환경주택의 건설기준 등)의 보급모델 근거로 사용가능
 - 2030년까지 신축 건축물의 70%를 제로에너지화 한다면 1,300만톤의 온실가스 감축 예상. 이는 500MW급 화력발전소 10개 대체로 연간 약 1조의 에너지 수입비용 절약 및 인력창출 10만명 전망⁴⁹⁾

- 주택단지가 커뮤니티 내 핵심 분산전원의 역할을 감당하도록 함으로써, 국가적으로 발전설비 및 송전망 건설을 최소화하도록 유도하고, ‘제2차 에너지기본계획(‘14)’ 목표 달성 가능
 - ‘제2차 에너지기본계획(‘14)’을 통해 ‘35년 발전량의 15%이상을 소규모 분산형 전원을 통해 공급한다는 정부의 목표 달성에 있어 핵심역할 수행 가능
 - 에너지 프로슈머 중개사업자를 통해 전력시장 P2P거래, 전력시장 거래 등 기반 시스템과 관련 제도 실증 가능

- 커뮤니티 내의 에너지 취약계층을 위한 에너지복지와 주거복지 실현 가능
 - 에너지복지 1차 계획에서 제시한 ‘30년 에너지 빈곤층 ‘Zero’ 달성을 위해 주택단지 에너지 플랫폼을 실증하고 플러스에너지 근린주거를 실현함으로써 주택단지 주변의 에너지복지 사각지대 ‘Zero’ 달성 가능

49) 국토교통부, 스마트함 더한 제로에너지 건축, 2017.1.12

5절. 테스트베드 계획안 제안(안)

1. 기존 노원구 제로에너지 주택단지 확장(안) - 노원구 중심형

가. 기존 노원 제로에너지 주택단지 활용의 장·단점

○ 장점 :

1. 기존 국가 R&D 테스트베드 활용을 통한 대한민국 R&D과제의 ‘발전하는 랜드마크’ 구현
 - 노원구 제로에너지 주택단지 연구 및 실증에 소요되는 4년 6개월 시간 절약 가능
 - 신축 주택단지 건설을 위한 일반 건설시행 업무기간 단축 효과
 - 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 추가 기술을 이미 구현된 제로에너지주택단지에 적용함으로써 국가 R&D 추가비용 최소화
2. 커뮤니티 규모로 확대 시, 노원구 하계동의 ‘공공 건축물’과 에너지 플랫폼 구축 가능
 - 노원구 제로에너지 주택단지 주변 공공시설물 연계를 통한 주택단지 중심 공공 플러스에너지 플랫폼 구축 가능
 - * 노원소방서, 하계 1동 주민센터, 중계 2동 3동 주민센터, 노원 경찰서, 하계중학교, 혜성여자고등학교, 대진고등학교, 골마을 근린공원 등
3. 국토교통부 R&D 연구 성과물과의 연계를 통한 시대 맞춤형 랜드마크로 확대 가능
 - 영국의 BEDZED가 현 시대의 수준을 반영하지 못하는 성과물로 지금은 존치되고 있음
 - 노원 제로에너지 주택단지가 시대 맞춤형 연구개발 실증단지로 확대될 때, 국가 예산의 효율화와 기술집약의 가치가 더 높아질 수 있음
 - 국내 최초 제로에너지 주택단지를 넘어 세계 최초의 주택단지 중심 공공 플러스에너지 플랫폼 구현을 통한 ‘국토교통부 R&D 랜드마크’로서의 지속적인 상징성 부여 가능
 - 기 구축된 제로에너지 주택단지와 도시차원의 IT&ICT 기술 접목을 통한 세계 최초 플러스에너지 플랫폼 구현 가능
 - 국토교통부 건설교통 관련 전체 R&D 성과물을 본 플러스에너지 플랫폼 사업에 도입함으로써 국토교통부 연구 성과물 집약체로 실증 가능 (모든 연구는 실증으로 검증할 수 있도록 유도 가능)
4. 지자체의 에너지절약형 건축물에 대한 강한 의지를 바탕으로 명확한 운영주체로서의 역할(주택사업과 내 제로에너지팀) 가능
 - 노원에코센터, 공릉보건지소, 중랑천 생태학습체험관, 노원 도암경로당 그린리모델

링, 솔라 스테이션, 노원 제로에너지 주택단지 등 실증과 운영을 바탕으로 국가 R&D과제 수행 가능한 행정인력 확보 가능

- 제로에너지 주택단지 실거주자의 경험을 통해 노원 플러스에너지 플랫폼으로의 전환으로의 국가 과제에 대한 긍정적 호응 및 민원사항 예측 가능

○ 단점 :

1. 기존 제로에너지 주택단지 활용에 따른 한계성

- 기존 제로에너지 주택단지에서 사용한 기술외 최신 패시브 기술의 적용 불가
- 고층형 공동주택에 대한 연구 불가
- 플러스에너지 실증 공사과정에서의 기존 입주자 민원 발생 가능
- 플러스에너지 주택단지 신축과정에서 발생하는 시행오차까지 도출하는데 한계가 있음
- 일반적인 순차적 공정표와 달리 기존에 구축된 주택단지에 에너지 플랫폼 구축 기술을 접목함에 따른 추가 공사비 발생 가능

2. 다양한 국내 기후와 지역적 특성 반영 한계

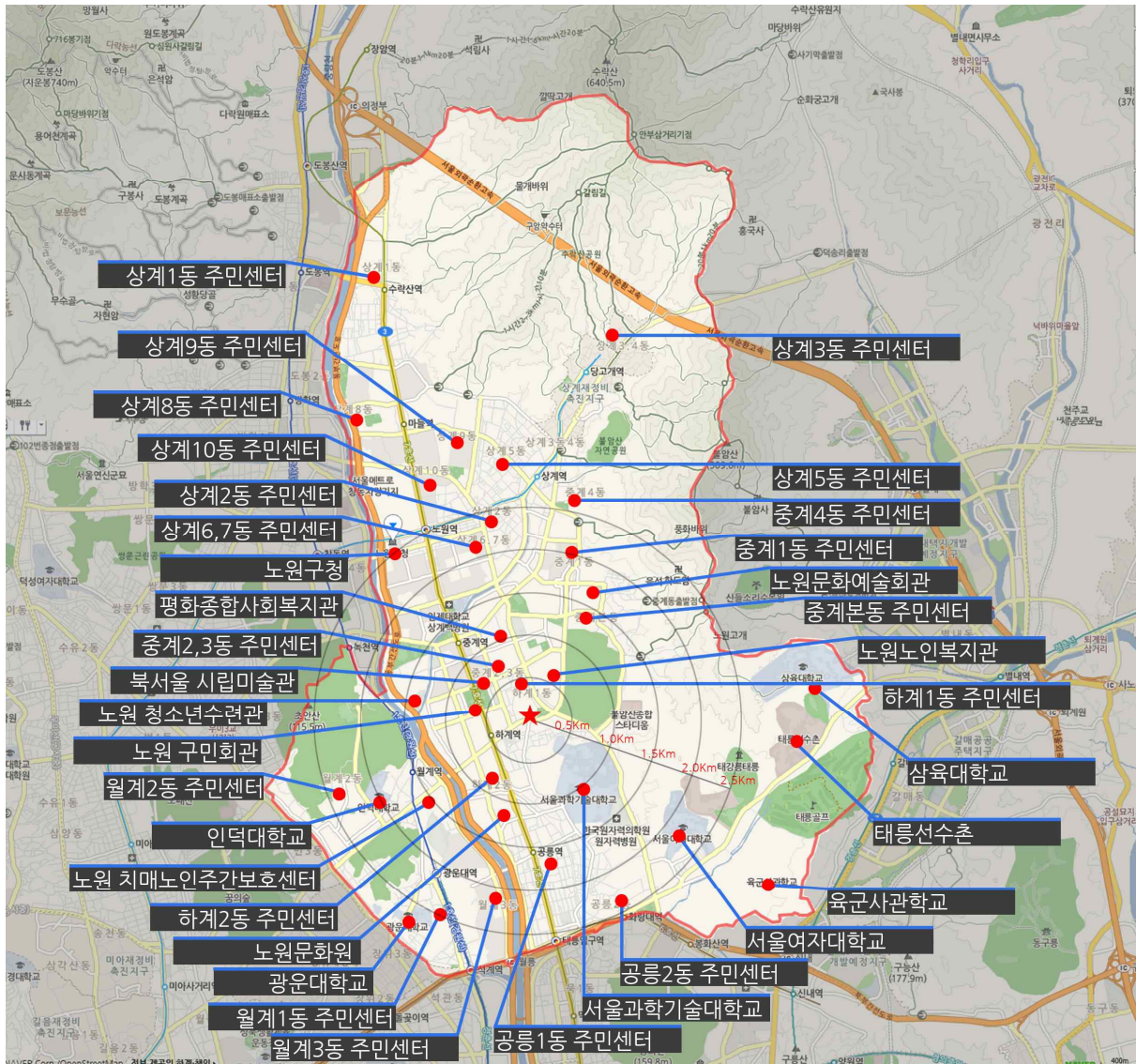
- 중부지역 기후에 집중된 연구 및 실증을 통해 타 지역 특성 반영 한계
- 다양한 주동유형 선정 및 주동별 신재생에너지 보급을 위한 데이터 부재

나. 노원 제로에너지 주택단지 방향성 검토

○ 노원 제로에너지 주택단지 주변 노원구 통제완결형 공공건축물 및 교육시설은 다음과 같음

[표 4-4] 노원 제로에너지 주택단지 주변 공공건축물 및 교육시설

분류		시설
1	구청 및 주민센터	노원구청
2		월계1동 주민센터
3		월계2동 주민센터
4		월계3동 주민센터
5		공릉1동 주민센터
6		공릉2동 주민센터
7		하계1동 주민센터
8		하계2동 주민센터
9		중계본동 주민센터
10		중계1동 주민센터
11		중계2,3동 주민센터
12		중계4동 주민센터
13		상계1동 주민센터
14		상계2동 주민센터
15		상계3,4동 주민센터
16		상계5동 주민센터
17		상계6,7동 주민센터
18		상계8동 주민센터
19		상계9동 주민센터
20		상계10동 주민센터
21	문화 및 복지시설	평화종합사회복지관
22		북서울시립미술관
23		노원구민회관
24		노원치매노인주간보호센터
25		노원문화원
26		노원노인복지관
27		노원문화예술회관
28	교육시설	인덕대학교
29		광운대학교
30		서울과학기술대학교
31		서울여자대학교
32		육군사관학교
33		삼육대학교
34		태릉선수촌



[그림 4-3] 노원 제로에너지 주택단지 주변 공공건축물 및 교육시설 위치

■ 제안 : 커뮤니티 정의와 무관하게 노원구 기존 공공건축물과 연계할 수 있도록 물리적 범위를 제한하지 않는 것이 필요함

2. 신축 주택단지 테스트베드(안) - 타 지자체 중심형

가. 신축 주택단지 테스트베드(안)의 장·단점

○ 장점 :

1. 신규 테스트베드 실증을 통한 다양한 유형 및 대안 고려 가능
 - 기존 국가 R&D 성과물 활용 초기 기획단계에서부터 적용하여 보급화 및 개선안 도출 가능
 - 새로운 주동 유형과 고층형 공동주택 테스트베드 구축을 통한 최신 패시브 및 액티브 요소 적용 가능
 - 노원구 제로에너지 주택단지 실증 및 관련 연구의 한계성 보완 가능

○ 단점 :

1. 새로운 테스트베드 실증으로 인해 기 구축된 제로에너지 주택단지에 투입된 기간 및 비용을 중복 투자함으로써 국가적 손실 발생
 - 기존 제로에너지주택단지 확장 대비 부지선정, 설계, 인허가, 시공 및 완공까지 최소 4년 이상 실증지연 예상
 - 플러스에너지 주택단지 실증에 추가적인 정부지원금 및 기업부담금 발생
 - * 노원구 제로에너지주택 실증단지 연구기간 4년 6개월, 기업부담금 포함 약 240억 기준
2. 신축 주택단지 건립에서 플러스 에너지 플랫폼 실증까지의 시간적 여유 부족
 - 2025년 신축주택 제로에너지 의무화 로드맵달성 및 2030년 온실가스 감축 목표 달성을 위한 새로운 테스트베드 실증 및 검증까지의 과정에서 시간적 여유 부족
 - 발전 속도가 빠른 IT&ICT 분야의 늦어지는 건축물 접목 시기로 인해 플러스에너지 플랫폼 기술의 시장 선점 어려움 예상
3. 국가 R&D 테스트베드 분산 구축으로 인한 국제사회에서의 대한민국을 대표할 심도 깊은 실증과제의 상징성 약화

나. 신축 주택단지 테스트베드(안) 방향성 검토

- 전국 주택 전체를 대상으로 2010년 통계청에서 실시한 주택총조사에 근거하면 다음과 같음. 주택총조사 자료에 의하면 60~85㎡ 면적이 가장 많은 비중으로 아파트 전체 거주자의 39.9%를 차지하고 있음. 주택건설촉진법시행령 제30조 제1항 규정은 ‘주택기금에 의한 자금을 지원받아 건설되거나 개량되는 국민주택에 대해 1세대 당 85㎡ 이하로 한다’라고 정하고 있어 분석대상의 정책적 활용을 극대화하기 위해 표준공동주택 전용면적 계획기준을 60~85㎡ 사이에 있으면서 국민주택규모인 85㎡로 설정 함⁵⁰⁾

[표 4-5] 2010년 주택총조사에 따른 주택유형별 비율

규모 구분 (전국, 2010년)	단독주택		다세대주택		아파트	
	주택(호)	비율	주택(호)	비율	주택(호)	비율
20㎡ 이하	14,811	0.4%	2,908	0.2%	1,806	0.0%
20㎡ ~ 40㎡	217,240	5.7%	256,224	20.6%	711,469	8.7%
40㎡ ~ 60㎡	549,722	14.5%	466,654	37.4%	2,870,901	35.1%
60㎡ ~ 85㎡	1,054,729	27.8%	350,574	28.1%	3,267,484	39.9%
85㎡ ~ 100㎡	661,558	17.4%	99,368	8.0%	180,901	2.2%
100㎡ ~ 130㎡	363,637	9.6%	62,940	5.0%	716,290	8.8%
130㎡ ~ 165㎡	419,745	11.1%	6,418	0.5%	371,212	4.5%
165㎡ ~ 230㎡	279,646	7.4%	1,126	0.1%	59,861	0.7%
230㎡ 초과	236,024	6.2%	274	0.0%	5,139	0.1%
합계	3,797,112	100.0%	1,246,486	100.0%	8,185,063	100.0%

- 아파트는 대부분의 경우에 단위세대가 적층되어 전체 동을 구성하게 되므로 세부 공간구성 기준으로 아파트의 층수를 결정하는 것이 중요함. 2010년 국토 교통부 주거환경 통계에 따른 전국의 아파트 유형별 층수에 대한 주택 호수 분포는 다음과 같음

50) 이명주, 한국형 제로에너지 공동주택의 최적화모형 연구, 세종대학교 박사학위논문, 2017.02

[표 4-6] 아파트 유형별 주택 호수 분포

아파트 (전국, 2010년)	계단식 (호)	비율	복도식 (호)	비율	합계 (호)	비율
4층 이하	48,096	0.8%	7,147	0.4%	55,243	0.7%
5층	906,889	14.8%	38,153	2.1%	945,042	11.8%
6층	134,250	2.2%	25,356	1.4%	159,606	2.0%
7층	22,308	0.4%	8,566	0.5%	30,874	0.4%
8층	20,744	0.3%	8,624	0.5%	29,368	0.4%
9층	32,543	0.5%	21,122	1.1%	53,665	0.7%
10층	118,841	1.9%	65,665	3.5%	184,506	2.3%
11층	59,350	1.0%	31,780	1.7%	91,130	1.1%
12층	192,495	3.1%	145,145	7.8%	337,640	4.2%
13층	164,041	2.7%	74,193	4.0%	238,234	3.0%
14층	181,160	2.9%	119,670	6.5%	300,830	3.8%
15층	1,579,085	25.7%	876,087	47.3%	2,455,172	30.7%
16층	103,908	1.7%	17,862	1.0%	121,770	1.5%
17층	154,038	2.5%	29,957	1.6%	183,995	2.3%
18층	333,054	5.4%	67,797	3.7%	400,851	5.0%
19층	226,265	3.7%	33,076	1.8%	259,341	3.2%
20층	715,820	11.6%	119,441	6.5%	835,261	10.4%
21층	108,023	1.8%	22,449	1.2%	130,472	1.6%
22층	156,118	2.5%	25,541	1.4%	181,659	2.3%
23층	163,189	2.7%	16,587	0.9%	179,776	2.2%
24층	139,738	2.3%	48,868	2.6%	188,606	2.4%
25층 이상	586,705	9.5%	47,942	2.6%	634,647	7.9%
총계	6,146,660	100.0%	1,851,028	100.0%	7,997,688	100.0%

- 신축 주택단지가 임대주택일 경우, 국토교통부고시 제2016-339호 ‘공공건설임대주택 표준건축비’를 기준으로 하며, 분양주택단지일 경우, 국토교통부고시 제2017-122호 ‘분양가상한제 적용주택의 기본형건축비 및 가산비용’을 기준으로 함
- 한국형 표준공동주택의 ‘공공건설임대주택 표준건축비’에 해당하는 내용은 다음과 같음

[표 4-7] 공공건설임대주택 표준건축비-지상층기준

구 분 (주거전용면적기준)		건축비 상한가격 (단위:천원) (주택공급면적에 적용)
5층 이하	40㎡ 이하	1,026.1
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,043.0
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,010.5
	60㎡ 초과	1,020.8
6~10층 이하	40㎡ 이하	1,101.8
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,116.7
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,082.4
	60㎡ 초과	1,085.9
11~20층 이하	40㎡ 이하	1,041.0
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,051.1
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,019.4
	60㎡ 초과	1,018.9
21층 이상	40㎡ 이하	1,058.8
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,069.0
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,037.5
	60㎡ 초과	1,036.8

- 한국형 표준공동주택의 ‘분양가상한제 적용주택의 기본형건축비 및 가산비용’의 층수별, 면적별 지상층 건축비는 다음과 같음

[표 4-8] 분양가상한제 적용주택의 기본형건축비 및 가산비용-지상층기준

구 분 (주거전용면적기준)		지상층건축비 (단위:천원) (주택공급면적기준)
5층 이하	40㎡ 이하	1,530
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,556
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,507
	60㎡ 초과 ~ 85㎡ 이하	1,522
	85㎡ 초과 ~ 105㎡ 이하	1,575
	105㎡ 초과 ~ 125㎡ 이하	1,552
	125㎡ 초과	1,523
6~10층 이하	40㎡ 이하	1,643
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,666
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,614
	60㎡ 초과 ~ 85㎡ 이하	1,620

	85㎡ 초과 ~ 105㎡ 이하	1,683
	105㎡ 초과 ~ 125㎡ 이하	1,657
	125㎡ 초과	1,628
11 ~ 20층 이하	40㎡ 이하	1,553
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,568
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,521
	60㎡ 초과 ~ 85㎡ 이하	1,520
	85㎡ 초과 ~ 105㎡ 이하	1,573
	105㎡ 초과 ~ 125㎡ 이하	1,549
	125㎡ 초과	1,521
21 ~ 30층 이하	40㎡ 이하	1,580
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,595
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,548
	60㎡ 초과 ~ 85㎡ 이하	1,546
	85㎡ 초과 ~ 105㎡ 이하	1,603
	105㎡ 초과 ~ 125㎡ 이하	1,577
	125㎡ 초과	1,550
31층 이상	40㎡ 이하	1,630
	40㎡ 초과 ~ 50㎡ 이하	1,646
	50㎡ 초과 ~ 60㎡ 이하	1,597
	60㎡ 초과 ~ 85㎡ 이하	1,596
	85㎡ 초과 ~ 105㎡ 이하	1,651
	105㎡ 초과 ~ 125㎡ 이하	1,626
	125㎡ 초과	1,597

- ‘분양가상한제 적용주택의 기본형건축비 및 가상비용’의 면적별 지하층건축비는 다음과 같음

[표 4-9] ‘분양가상한제 적용주택의 기본형건축비 및 가상비용’의 면적별 지하층건축비

구 분 (주거전용면적기준)	지하층건축비 (단위:천원) (지하층면적기준)
85㎡이하	827
85㎡초과	865

- ‘서울특별시 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례’에서는 계획건설세대수를 1,000~3,000세대를 기준으로 하나, 신축하는 주택단지를 200세대부터 1,000세대까지 나누어 예상 표준건축비를 도출하고자 함

[표 4-10] 신규 주택단지 예상 전체 공급면적

구 분	1세대 면적	세대 수	전체 공급면적
주택단지	85㎡	200 세대	17,000㎡
		400 세대	34,000㎡
		600 세대	51,000㎡
		800 세대	68,000㎡
		1,000 세대	85,000㎡

○ 세대 수 별 주택단지 공급면적을 기준으로 임대주택, 분양주택과 노원 제로에너지 주택단지의 표준건축비는 다음과 같음

[표 4-11] 주택단지별 예상 표준건축비 (전용면적 85㎡ 기준)

구 분	세대 수 (수)	전용면적 (㎡)	계약면적						일반 건축비 (천원)	20%상승분 (천원) ⁵¹⁾	30%상승분 (천원) ⁵²⁾	
			지상층 (주택공급면적기준)			지하층 (지하층면적기준)						
			㎡당 표준건축비 (천원)	공급면적 (㎡) ⁵³⁾	건축비 (천원)	㎡당 표준건축비 (천원)	지하층면적 (㎡) ⁵⁴⁾	건축비 (천원)				
신규 주택단지	임대주택	200	17,000	1,018.9	22,950	23,383,755	641.9 ⁵⁵⁾	9,180	5,892,642	29,276,397	5,855,279	8,782,919
		400	34,000		45,900	46,767,510		18,360	11,785,284	58,552,794	11,710,559	17,565,838
		600	51,000		68,850	70,151,265		27,540	17,677,926	87,829,191	17,565,838	26,348,757
		800	68,000		91,800	93,535,020		36,720	23,570,568	117,105,588	23,421,118	35,131,676
		1,000	85,000		114,750	116,918,775		45,900	29,463,210	146,381,985	29,276,397	43,914,596
	분양주택	200	17,000	1,520.0	22,950	34,884,000	827.0	9,180	7,591,860	42,475,860	8,495,172	12,742,758
		400	34,000		45,900	69,768,000		18,360	15,183,720	84,951,720	16,990,344	25,485,516
		600	51,000		68,850	104,652,000		27,540	22,775,580	127,427,580	25,485,516	38,228,274
		800	68,000		91,800	139,536,000		36,720	30,367,440	169,903,440	33,980,688	50,971,032
		1,000	85,000		114,750	174,420,000		45,900	37,959,300	212,379,300	42,475,860	63,713,790
노원 제로에너지 주택단지	102동 일반주택 성능수준	200	17,000	1,970.0	27,200	53,584,000	1,285.2	8,160	10,487,232	64,071,232	12,814,246	19,221,370
		400	34,000		54,400	107,168,000		16,320	20,974,464	128,142,464	25,628,493	38,442,739
		600	51,000		81,600	160,752,000		24,480	31,461,696	192,213,696	38,442,739	57,664,109
		800	68,000		108,800	214,336,000		32,640	41,948,928	256,284,928	51,256,986	76,885,478
		1,000	85,000		136,000	267,920,000		40,800	52,436,160	320,356,160	64,071,232	96,106,848

51) 건축물에너지효율등급 1++ 수준

52) 노원 제로에너지 주택단지 수준 (패시브 61%절감, 신재생 20% 생산)

53) 임대주택, 분양주택 - 하왕십리동 OO아파트 신축공사 기준에 의한 100분의 135

54) 임대주택, 분양주택 - 하왕십리동 OO아파트 신축공사 기준에 의한 100분의 40

55) 「공동주택 특별법 시행규칙」의 별표7 '공공건설임대주택 분양전환가격의 산정기준' 제2호 '라'목에 의한 표준건축비의 100분의 63에 상당하는 금액(2016.12.30.)

- ‘서울특별시 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례’ 제9조(지구안의 건축물 및 도시계획시설 설치범위)에서 지구 내 건축하는 건축물 범위를 제한하고 있음

[표 4-12] 서울특별시 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례 제9조의 건축범위

구 분	건 축 범 위
지구중심	<ul style="list-style-type: none"> ·제1, 2종근린생활시설(안마시술소, 단란주점 제외) ·복지시설(아동관련시설, 노인복지시설에 한함) ·의료시설(병원, 치과병원, 한방병원에 한함) ·교육연구시설(학교제외) ·문화 및 집회시설(종교집회장, 공연장, 집회장, 전시장에 한함) ·숙박시설(일반숙박시설에 한함) ·판매시설 ·위락시설(지구경계선으로부터 500m이내에 상업지역이 있는 경우에는 제외) ·운동시설(옥외골프연습장 제외) ·업무시설(금융업소 및 사무소, 국가 또는 지방자치단체의 청사에 한함) ·기타 이와 유사한 용도의 시설로서 당해 지구의 규모·계획내용 및 주변도시계획 현황과 주거 및 교통상황 등을 감안하여 특히 필요하다고 인정하는 시설
주구중심	<ul style="list-style-type: none"> ·제1, 2종 근린생활시설(안마시술소, 단란주점 제외) ·복지시설(아동관련시설, 노인복지시설에 한함) ·의료시설(병원, 치과병원, 한방병원에 한함) ·교육연구시설(학교제외) ·문화 및 집회시설(종교집회장, 공연장, 집회장, 전시장에 한함) ·판매시설 ·운동시설(옥외골프연습장 제외) ·업무시설(금융업소 및 사무소, 국가 또는 지방자치단체의 청사에 한함) ·생활권수련시설(청소년수련관, 청소년 문화의 집에 한함)
분구중심	<ul style="list-style-type: none"> ·수퍼마켓과 일용품 등의 소매점 ·공동주택의 부대시설 및 복리시설 ·사회복지관 ·생활권수련시설(청소년수련관, 청소년 문화의 집에 한함)
주택용지	<ul style="list-style-type: none"> ·공동주택 ·어린이놀이터 ·운동시설(건축물을 수반하는 운동시설은 제외함) ·유치원, 탁아소, 경로당 ·공동주택관리용시설 ·공급처리시설 ·사회복지관 ·생활권수련시설(청소년수련관, 청소년 문화의 집에 한함)
학교용지	·학교
공원용지	·공원에 부수되는 시설
도로용지	·도로에 부수되는 시설

■ 제안 : 테스트베드 지역에 따라 건축범위 시설이 다르므로 지역적 특성과 본 과제 제안자의 의견에 따라 필요 시설 제안 필요

- 공공건축물 건축비는 서울시(2015) ‘공공건축물 건립 공사비 책정 가이드라인(안)’에서 용도별 건축비를 제시하고 있으며, 분류는 다음과 같음

[표 4-13] 서울시 공공건축물 건립 공사비 책정 가이드라인 용도 및 공사종별 분류

용도	공사종별	용도	공사종별
업무시설	119안전센터, 공공업무사무소, 소방서, 복지지원센터, 복합청사, 동청사, 의회청사	문화 및 집회시설	전시·박물관, 문화예술회관·문화집회시설
복지시설	종합사회복지관, 장애인복지관, 노인복지센터, 노인요양, 장애인·노인지활작업장	의료 및 교육연구시설	병원, 보건소, 산모건강증진센터, 대학교·교육센터, 도서관, 연구시설
노유자시설	육아·보육, 키즈센터, 경로당, 노인정, 주민공동이용시설, 어린이집, 청소년·문화수련시설	운동시설	체육관, 배드민턴장
기타	공주화장실, 환승센터·주차장전용, 자재보관창고, 친환경전용건축, 공영주차장, 폐기물증간처리	리모델링·개보수	리모델링, 개보수

- 주민센터의 공사비 책정은 서울시(2015) ‘공공건축물 건립 공사비 책정 가이드라인(안)’ 건축비는 다음과 같음

[표 4-14] 주민센터 공사비 책정 가이드라인

단위 : 천원

구분	규모(연면적)	㎡당 신축	㎡당 증축(수평)	㎡당 증축(수직)
	1,500㎡	2,462	2,364	2,165
	1,500㎡~2,000㎡	2,432	2,335	-
	2,000㎡초과	2,352	2,258	-
	평균	2,384	2,289	-

- 주민센터 건축비 산정을 위해서 전무연(2010)⁵⁶⁾의 논문을 참고하였음. 경기도 군포시 사례를 중심으로 주민센터의 평균 건축면적은 356.28㎡이고, 평균 연면적은 1,273.63㎡임

[표 4-15] 주민센터 예상 건축비

단위 : 천원

구분	평균 연면적	㎡당 건축비	총 건축비 (연면적X㎡당 건축비)	20%상승분	30%상승분
주민센터	1,273㎡	2,462	3,135,677	627,135	940,703

56) 전무연 외1명, 주민센터의 ‘기능전환’에 따른 공간구성과 면적배분에 관한 연구-경기도 군포시 사례를 중심으로-, 한국실내디자인학회, 2010.04

- 주민센터 사례조사를 통해 평균 연면적이 서울시 ‘공공건축물건립 공사비 책정 가이드라인(안)’에서 제시하는 최소 면적에 해당하는 것을 알 수 있음. 커뮤니티 지역적 특성과 본 과제 제안자의 의견에 따라 건축범위 시설별 규모 차이는 있을 수 있으나, 본 기획과제에서는 최소 건축비 산정을 위해 ‘공공건축물 건립 공사비 책정 가이드라인(안)’의 소규모 기준으로 건축비를 산정함

[표 4-16] 커뮤니티 건축범위 건축물별 예상 건축비

단위 : 천원

구분	규모(연면적)	m ² 당 건축비	총 건축비 (연면적×m ² 당 건축비)	20%상승분	30%상승분	
업무시설	119안전센터	800 m ² 미만	2,189	1,751,200	350,240	525,360
	공공업무사무소	500 m ²	2,407	1,203,500	240,700	361,050
	소방서	3,000 m ²	2,190	6,570,000	1,314,000	1,971,000
	복지지원센터	5,000 m ² 미만	2,544	12,720,000	2,544,000	3,816,000
	복합청사(대형청사)	3,000 m ² 미만	2,474	7,422,000	1,484,400	2,226,600
	동청사(주민센터)	1,500 m ²	2,462	3,693,000	738,600	1,107,900
	의회청사	1,500 m ² 미만	3,002	4,503,000	900,600	1,350,900
문화 및 집회시설	전시·박물관	3,000 m ² 미만	3,145	9,435,000	1,887,000	2,830,500
	문화예술회관·문화 집회시설	3,000 m ²	2,849	8,547,000	1,709,400	2,564,100
복지시설	종합사회복지관	1,000 m ² 미만	2,549	2,549,000	509,800	764,700
	장애인복지관	1,000 m ² 미만	2,653	2,653,000	530,600	795,900
	노인복지센터	1,000 m ² 미만	2,416	2,416,000	483,200	724,800
	노인요양	2,000 m ² 미만	2,604	5,208,000	1,041,600	1,562,400
	장애인·노인 자활작업장	2,000 m ² 미만	2,366	4,732,000	946,400	1,419,600
의료 및 교육연구 시설	병원	10,000 m ² 미만	2,590	25,900,000	5,180,000	7,770,000
	보건소	1,000 m ² 미만	2,553	2,553,000	510,600	765,900
	산모건강 증진센터	1,000 m ² 미만	2,977	2,977,000	595,400	893,100
	대학교·교육센터	5,000 m ²	2,253	11,265,000	2,253,000	3,379,500
	도서관	1,500 m ²	2,575	3,862,500	772,500	1,158,750
	연구시설	10,000 m ² 미만	3,536	35,360,000	7,072,000	10,608,000
노유자 시설	육아·보육, 키즈센터	5,000 m ²	2,737	13,685,000	2,737,000	4,105,500
	경로당, 노인정	200 m ²	2,231	446,200	89,240	133,860
	주민공동이용시설	200 m ²	2,947	589,400	117,880	176,820
	어린이집	500 m ²	2,750	1,375,000	275,000	412,500
	청소년·문화수련시설	1,500 m ²	2,563	3,844,500	768,900	1,153,350
운동시설	체육관(체육센터)	3,500 m ²	2,899	10,146,500	2,029,300	3,043,950
	배드민턴장	500 m ²	1,801	900,500	180,100	270,150
기타	공중화장실	50 m ²	3,003	150,150	30,030	45,045
	환승센터, 주차장 전용	2,000 m ² 미만	1,955	3,910,000	782,000	1,173,000
	자재보관 창고(차량 정비고)	1,000 m ² 미만	1,461	1,461,000	292,200	438,300
	친환경 전용건축(에너지 제로하우스)	1,000 m ² 미만	5,706	5,706,000	1,141,200	1,711,800
	공영주차장	1,000 m ²	1,825	1,825,000	365,000	547,500
	폐기물 중간처리시설	1,000 m ² 미만	3,195	3,195,000	639,000	958,500

5장. 성과활용 방안

1절. 최종성과물 및 활용계획

- 본 과제의 최종 성과물인 ‘플러스에너지 커뮤니티를 위한 에너지 플랫폼’은 현 시점의 플러스에너지 커뮤니티 설계기술 및 실증 기술, 에너지요구량 최소화 기술, 초고효율 설비 기술, 전기차 대응기술, 복합에너지시스템 및 신재생에너지 기술, 에너지저장장치, 마이크로그리드, 통합 에너지관리시스템, 에너지 프로슈머 기술 분석을 통해 플러스에너지 커뮤니티 구현에 활용할 수 있음

1. 1세부과제 : 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증

- 세계 최초 커뮤니티 내 주택단지 6대 제로에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명, 콘센트 전력)와 기반시설의 상호 에너지 교류를 통해 필요한 에너지량을 단지 내부와 인근에서 자체적으로 공급할 수 있는 미래형 주택단지 모형을 개발
- 4대 넷 제로 주택단지(넷 제로 최종에너지, 넷 제로 1차 에너지, 넷 제로 이산화탄소 배출, 넷 제로 에너지비용) 달성
- 에너지요구량을 최소화할 수 있는 차세대 패시브 설계 요소 기술 개발하고, 필요한 에너지를 효과적으로 공급할 수 있는 초고효율 설비를 개발함
- 플러스에너지 커뮤니티 규모 테스트베드 구축
- 연간 난방에너지요구량 1리터(10 kWh/m²a) 이하 달성 (패시브하우스 성능 : 1.5리터 (15 kWh/m²a))
- 추가 공사비 상승률 30% 미만 넷 제로 에너지비용 주택단지 달성(2016년 기준)
- 온실가스 감축안 목표 달성을 위한 넷 제로 이산화탄소 주택단지 달성
- 제로에너지빌딩 인증 1등급 주택단지 달성(에너지 자립률이 100% 이상인 건축물)
- 플러스에너지 건축물 및 주택단지 수립을 위한 기초자료 제공
- 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위해 강화되어 지고 있는 건물 관련 법령(녹색건축물 조성 지원법, 에너지절약형 친환경주택의 건설기준 등)의 표준화된 근거로 사용가능
- 균일한 플러스에너지 성능구현을 위해 국내 건설사에 시공방법 제시함으로써 국내 플러스에너지 건축물 및 주택단지 보급 확대 가능
- 건물부문 온실가스 목표달성을 위한 로드맵 수립에 활용

2. 2세부과제 : 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용

- 대규모 단지에 적합한 복합에너지시스템 모델을 개발하고, 소형열병합발전 및 차세대 신재생에너지를 융합하여, 주택단지 내 다양한 시설에 대한 종합 에너지계획을 수립

- 기존 전력망 연계와 공동주택을 중심으로 독립형 마이크로그리드 구성
- 2030년 분산자원 거래 시스템 구축 및 실증을 통한 에너지 플랫폼 상용화
- AMI 기반 IoT 플랫폼 구축
- 2035년 발전량의 분산전원 15% 이상 분산형 달성을 위한 주택단지 중심 인프라 기반기술 개발
- 주택단지 내 에너지 마이크로그리드로 효율적인 에너지 생산·공급 및 에너지 공유 시스템을 통해 국가 발전설비 증설 최소화에 기여
- 마이크로그리드 기반 주택단지를 통해 스마트시티 구축 가능

3. 3세부과제 : 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발

- 커뮤니티 내 다용도 건축물을 통합적으로 모니터링 및 제어관리 가능한 통합 에너지관리시스템 개발
- 커뮤니티 내 에너지 생산/소비 관리 알고리즘 개발
- 커뮤니티 내 에너지 생산/소비 시설의 마이크로그리드 분리계측 인터페이스 개발
- 분리계측 인터페이스 기반 에너지 프로슈머 알고리즘 개발
- 마이크로 그리드 운영SW 및 에너지프로슈머 제0.도 연계를 위한 금융SW 개발
- 에너지 생산과 공급 수요 최적화 및 비용분석 관리 시스템 기술
- 빅데이터 기반 에너지 수요별 예측기술
- 전기차 충전 비용 부과 및 판매수익에 따른 경제성 검증 및 비즈니스모델 개발
- ESS, EMS 등을 활용한 수익성 확보 기술
- 에너지 프로슈머 중개사업자를 통해 전력시장 P2P거래, 전력시장 거래 등 기반시스템 및 제도 구축 활용
- 수요자원 거래시장 활성화를 통해 수요자원과 발전자원 간 경쟁으로 전력공급비용 절감 가능

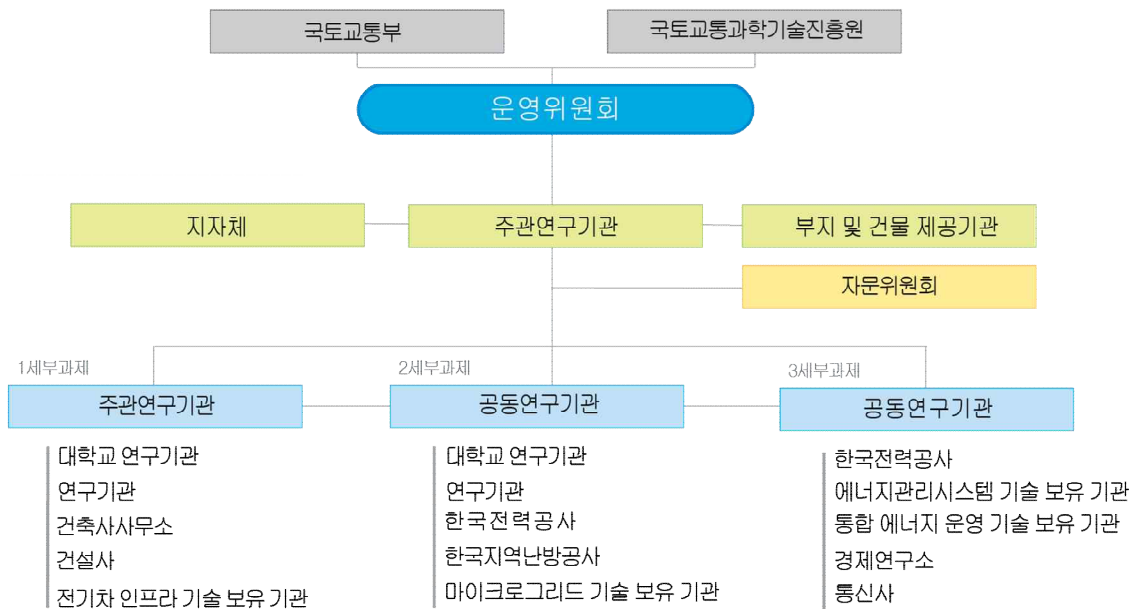
2절. 연구수행을 위한 연구 수행 체계(안)

- 본 과제 수행에 필요한 연구 수행 체계(안) 및 각 기관의 역할 제안

[표 5-1] 연구 수행 체계(안)에 따른 역할

과제명		수행 기관	역할
1세부 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증	1-1 플러스에너지 커뮤니티 설계기술 및 실증 기술	건축사사무소	·플러스에너지 커뮤니티 설계기술 개발
		건설사	·플러스에너지 커뮤니티 시공 기술 개발 및 실증
	1-2 에너지요구량 최소화 기술	대학교 연구기관	·新설계기술, 에너지 최소화 연구 및 기준/지침 개발
	1-3 초고효율 설비 기술	연구기관	·세계최고 수준 효율 및 국산화 개발

과제명		수행 기관	역할
	1-4 전기차 대응기술	전기차 인프라 기술 보유 기관	·전기차 충전인프라 연구 및 구축
2세부 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용	2-1 신재생에너지 및 복합에너지시스템 기술	대학교 연구기관	·커뮤니티 규모 복합에너지 시스템 개발
		연구기관	·세계최고 수준 효율 달성 및 기술이전 수행
	2-2 에너지저장장치	한국전력공사	·커뮤니티 대응 ESS종합계획 및 실증
		한국지역난방공사	·계절간 축열 종합계획 및 실증
2-3 마이크로그리드	마이크로그리드 기술 보유 기관	·독립형 커뮤니티 마이크로그리드 연계방안 개발 및 구축	
3세부 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발	3-1 에너지관리시스템	에너지관리시스템 기술 보유 기관	·커뮤니티 내 주택단지, 근린생활시설, 전기차 등 통합 ICT 개발 및 구축
	3-2 에너지 프로슈머	한국전력공사	·기존 전력망 연계한 에너지 프로슈머 계획 수립 및 시장선도
		통신사	·에너지 프로슈머 기반 신 전력 시장 창출 및 제반 시설 구축
		경제연구소	·에너지 프로슈머 경제성 및 비즈니스모델 개발
3-3 통합 에너지 관제센터	통합 에너지 운영 기술 보유 기관	·전력송배전, 모니터링 시스템 개발 및 에너지 관제센터 구축	



[그림 5-1] 연구 수행 체계(안)

6장. 인력투입 소요예산 산정

1절. 연구과제 제안별 소요예산

- 4장 5절에서 제안한 기존 노원구 제로에너지 주택단지 확장(안)과 신축 주택단지 테스트베드(안)의 소요예산은 다음과 같음
- 신규 주택단지는 200세대 분양주택의 추가건축비 30%를 가정함
- 주택단지 건축비는 <표 4-11>과 같으며, 공공건축물 건축비는 <표 4-16>과 같음
- 커뮤니티 테스트베드 내에 포함할 공공건축물 시설 범위는 <표 4-12>에서 제시한 아파트지구개발기본계획 수립에 관한 조례의 건축범위 중 지자체가 통제 가능한 공공시설을 기준으로 주민센터, 문화예술회관, 노인복지센터, 보건소, 도서관, 경로당과 어린이집을 최소 포함할 시설로 제안함
- 리모델링 건축비는 서울시 공공건축물 건립 건축비 책정 가이드라인(안)의 리모델링을 기준으로 추가건축비 30%를 가정함

[표 6-1] 공공건축물(주민센터, 노인복지센터, 보건소)의 신축과 리모델링 건축비 비교

구 분		규모 (연면적)	㎡당 건 축비 (천원)	총 건축비 (연면적×㎡당 건축비)(천원)	20%상승분 (천원)	30%상승분 (천원)
주민센터	신축	1,500 ㎡	2,462.0	3,693,000	738,600	1,107,900
	리모델링	1,500 ㎡	1,864.4	2,796,600	559,320	838,980
문화예술회관	신축	3,000 ㎡	2,849.0	8,547,000	1,709,400	2,564,100
	리모델링	3,000 ㎡	1,864.4	5,593,200	1,118,640	1,677,960
노인복지센터	신축	1,000 ㎡	2,334.0	2,334,000	466,800	700,200
	리모델링	1,000 ㎡	1,821.3	1,821,300	364,260	546,390
보건소	신축	1,000 ㎡	2,553.0	2,553,000	510,600	765,900
	리모델링	1,000 ㎡	1,864.4	1,864,400	372,880	559,320
도서관	신축	1,500 ㎡	2,575.0	3,862,500	772,500	1,158,750
	리모델링	1,500 ㎡	1,864.4	2,796,600	559,320	838,980
경로당	신축	200 ㎡	2,231.0	446,200	89,240	133,860
	리모델링	200 ㎡	1,864.4	372,880	74,576	111,864
어린이집	신축	500 ㎡	2,750.0	1,375,000	275,000	412,500
	리모델링	500 ㎡	2,025.4	1,012,700	202,540	303,810

○ 소요예산 산정은 3장에서 도출한 과제구성(기술트리)과 기 수행된 연구과제의 소요예산을 참고함

- 제로에너지주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축 (국토교통부, '13~) 과제의 공사비를 제외 연구비 기준
- 차세대 마이크로그리드 핵심기술 개발 (미래창조과학부, '13~'15) 기준
- IOT기반 캠퍼스 마이크로 그리드 구축 및 실증과제 (산업부, '15~'19) 기준
- K-MEG 세종시 실증 비용 기준
- 국내 거주형태에 적합한 충전인프라구축을 위한 보급형 50kW급속/3.3kW완속충전기 및 인프라사업모델 개발 (산업부, '11~'13) 기준
- 수요반응시장 참여가 가능한 중소형 태양광/ESS 기반 에너지 관리 시스템 개발 (산업부, '13~) 기준

○ 소요예산에는 커뮤니티 부지비와 일반건축비를 제외한 연구비임

[표 6-2] 연구과제 제안별 소요예산

구분	분류	소요예산
ALT.1	주택단지 신축 + 공공건축물 신축	642 억
ALT.2	주택단지 신축 + 공공건축물 리모델링	622 억
ALT.3	노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 신축	421 억
ALT.4	노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 리모델링	402 억
ALT.5	기존 주택단지 연계 + 공공건축물 리모델링	180 억

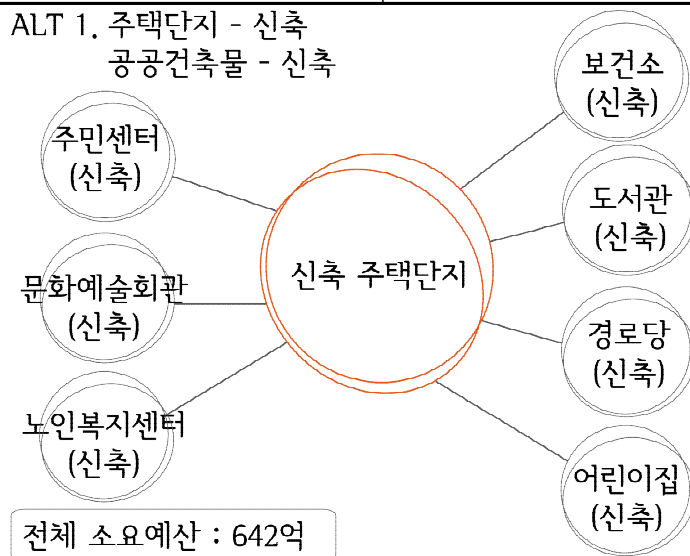
* 본 연구비는 2017년 기준으로 시공 시기에 따라 공사비와 연구비는 변경될 수 있음

1. 신축 주택단지 + 공공건축물 신축

[표 6-3] ALT 1. 신축 주택단지 + 공공건축물 신축 소요예산

단위 : 백만원

구 분			연구비	
1세부	주택단지 + 공공건축물	200세대 기준	분양주택	12,742
		공공건축물 (신축)	주민센터	1,107
			문화예술회관	2,564
			노인복지센터	700
			보건소	765
			도서관	1,158
			경로당	133
			어린이집	412
	실증비 합계		19,581	
	인건비			7,568
연구활동비			5,262	
연구과제추진비			1,858	
간접비			929	
1세부 합계			35,200	
2세부	인건비		3,430	
	실증비(마이크로그리드 실증, 플러스 커뮤니티 ESS)		9,030	
	연구활동비		462	
	연구과제추진비		714	
	간접비		364	
2세부 합계			14,000	
3세부	인건비		3,675	
	실증비(통합 에너지관제센터 실증)		9,675	
	연구활동비		495	
	연구과제추진비		765	
	간접비		390	
3세부 합계			15,000	
합 계			약 64,198 (642억)	



[그림 6-1] ALT 1의 소요예산

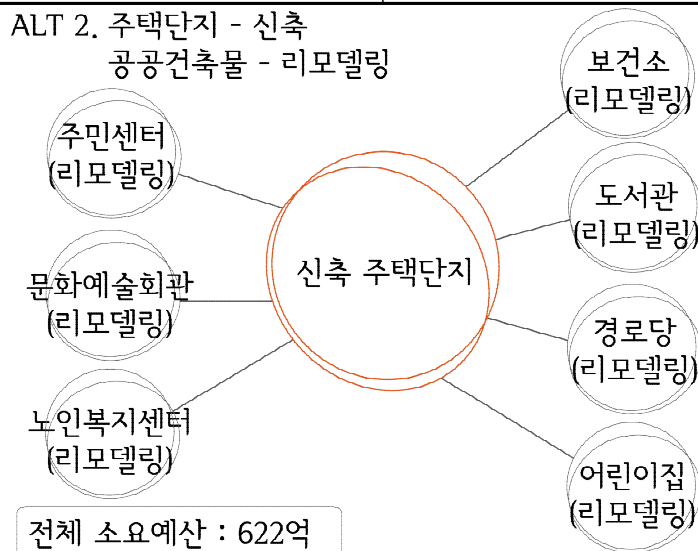
* 본 연구비는 2017년 기준으로 시공 시기에 따라 공사비와 연구비는 변경될 수 있음

2. 신축 주택단지 + 공공건축물 리모델링

[표 6-4] ALT 2. 신축 주택단지 + 공공건축물 리모델링 소요예산

단위 : 백만원

구 분			연구비	
1세부	주택단지 + 공공건축물	200세대 기준	분양주택	12,742
		공공건축물 (리모델링)	주민센터	838
			문화예술회관	1,677
			노인복지센터	546
			보건소	559
			도서관	838
			경로당	111
			어린이집	303
	실증비 합계		17,614	
	인건비		7,568	
연구활동비		5,262		
연구과제추진비		1,858		
간접비		929		
1세부 합계		33,231		
2세부	인건비		3,430	
	실증비(마이크로그리드 실증, 플러스 커뮤니티 ESS)		9,030	
	연구활동비		462	
	연구과제추진비		714	
	간접비		364	
2세부 합계		14,000		
3세부	인건비		3,675	
	실증비(통합 에너지관제센터 실증)		9,675	
	연구활동비		495	
	연구과제추진비		765	
	간접비		390	
3세부 합계		15,000		
합 계			약 62,231 (622억)	



[그림 6-2] ALT 2의 소요예산

* 본 연구비는 2017년 기준으로 시공 시기에 따라 공사비와 연구비는 변경될 수 있음

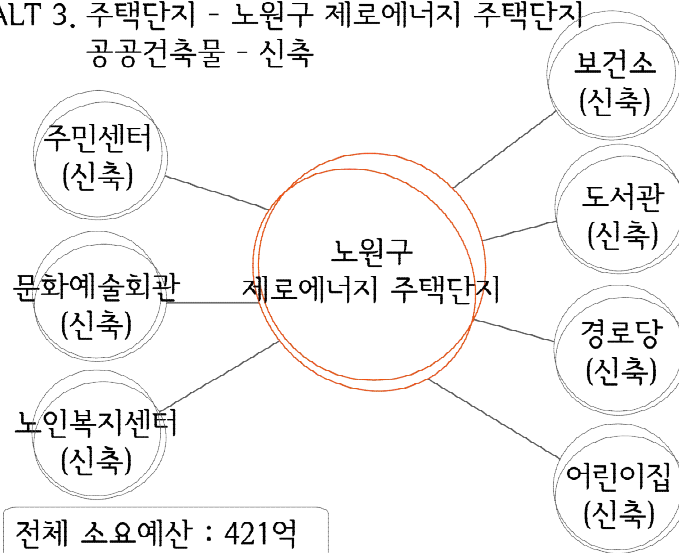
3. 노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 신축

[표 6-5] ALT 3. 노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 신축 소요예산

단위 : 백만원

구 분		연구비	
1세부	주택단지 + 공공건축물 (신축)	노원구 제로에너지 주택단지	-
		주민센터	1,107
		문화예술회관	2,564
		노인복지센터	700
		보건소	765
		도서관	1,158
		경로당	133
		어린이집	412
	실증비 합계	6,839	
	인건비	1,592	
연구활동비	3,211		
연구과제추진비	1,111		
간접비	390		
1세부 합계	13,143		
2세부	인건비	3,430	
	실증비(마이크로그리드 실증, 플러스 커뮤니티 ESS)	9,030	
	연구활동비	462	
	연구과제추진비	714	
	간접비	364	
2세부 합계	14,000		
3세부	인건비	3,675	
	실증비(통합 에너지관제센터 실증)	9,675	
	연구활동비	495	
	연구과제추진비	765	
	간접비	390	
3세부 합계	15,000		
합 계		약 42,143 (421억)	

ALT 3. 주택단지 - 노원구 제로에너지 주택단지
공공건축물 - 신축



[그림 6-3] ALT 3의 소요예산

* 본 연구비는 2017년 기준으로 시공 시기에 따라 공사비와 연구비는 변경될 수 있음

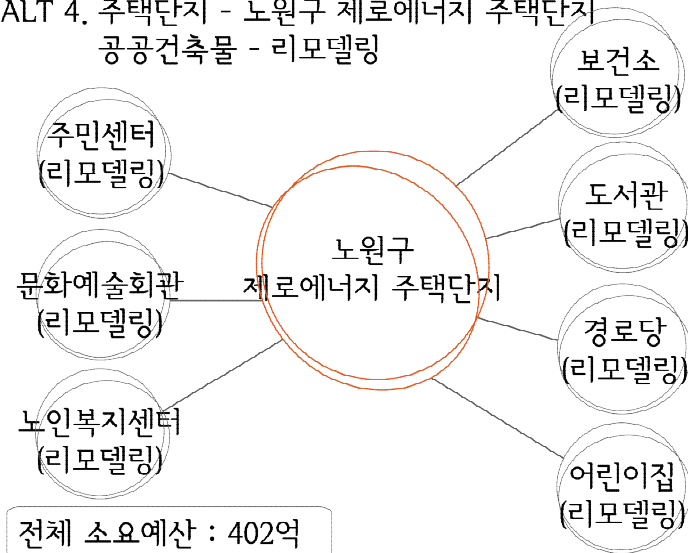
4. 노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 리모델링

[표 6-6] ALT 4. 노원구 제로에너지 주택단지 + 공공건축물 리모델링 소요예산

단위 : 백만원

구 분		연구비	
1세부	주택단지 + 공공건축물 (리모델링)	노원구 제로에너지 주택단지	-
		주민센터	838
		문화예술회관	1,677
		노인복지센터	546
		보건소	559
		도서관	838
		경로당	111
		어린이집	303
	실증비 합계	4,872	
	인건비	1,592	
연구활동비	3,211		
연구과제추진비	1,111		
간접비	390		
1세부 합계	11,176		
2세부	인건비	3,430	
	실증비(마이크로그리드 실증, 플러스 커뮤니티 ESS)	9,030	
	연구활동비	462	
	연구과제추진비	714	
	간접비	364	
2세부 합계	14,000		
3세부	인건비	3,675	
	실증비(통합 에너지관제센터 실증)	9,675	
	연구활동비	495	
	연구과제추진비	765	
	간접비	390	
3세부 합계	15,000		
합 계		약 40,176 (402억)	

ALT 4. 주택단지 - 노원구 제로에너지 주택단지
공공건축물 - 리모델링



[그림 6-4] ALT 4의 소요예산

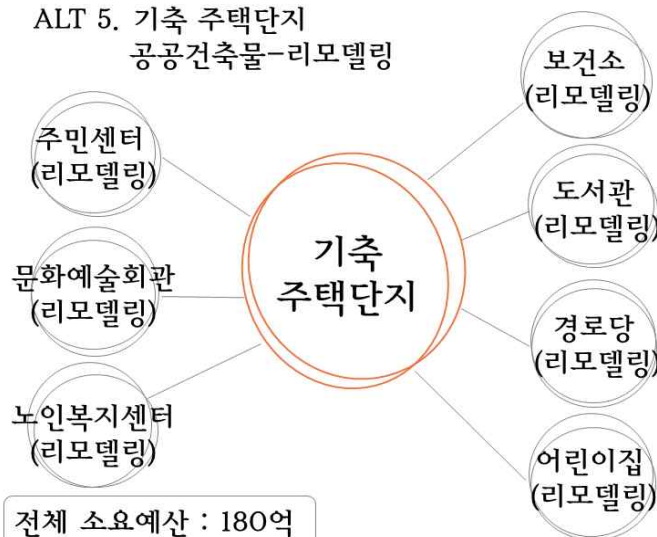
* 본 연구비는 2017년 기준으로 시공 시기에 따라 공사비와 연구비는 변경될 수 있음

5. 기축 주택단지 연계 + 공공건축물 리모델링

[표 6-7] ALT 4. 기축 주택단지 + 공공건축물 리모델링 소요예산 단위 : 백만원

구분		연구비	
1세부	주택단지 + 공공건축물 (리모델링)	기축 주택단지	
		주민센터	495
		문화예술회관	990
		노인복지센터	322
		보건소	330
		도서관	495
		경로당	66
		어린이집	180
	실증비 합계	2,878	
	인건비	940	
	연구활동비	1,896	
연구과제 추진비	656		
간접비	230		
1세부 합계	6,600		
2세부	인건비	1,397	
	실증비(마이크로그리드 실증, 플러스 커뮤니티 ESS)	3,677	
	연구활동비	188	
	연구과제 추진비	290	
	간접비	148	
	2세부 합계	5,700	
3세부	인건비	1,397	
	실증비(통합 에너지관제센터 실증)	3,677	
	연구활동비	188	
	연구과제 추진비	290	
	간접비	148	
	3세부 합계	5,700	
합계	18,000		

ALT 5. 기축 주택단지
공공건축물-리모델링



[그림 6-5] ALT 5의 소요예산

* 본 연구비는 2017년 기준으로 시공 시기에 따라 공사비와 연구비는 변경될 수 있음

2절. 연구일정에 따른 인력투입 계획

- 소요인력 및 소요예산은 신축 주택단지 테스트베드(안)를 기준으로 공동주택 및 공공시설(주민센터, 노인복지센터, 보건소)의 신축을 기준으로 함
- 최소 연구단위인 세부구성기술과제를 수행하는데 소요되는 적정 투입인력을 산정하고, 이를 토대로 세부과제의 투입인력을 산정하여 총 소요 인력 규모를 확정함

1. 전체 과제 인력 투입 계획

- 소요인력 규모추정
 - 세부과제별 연구내용을 근거로 과제 수행에 필요한 연구 인력을 직급별, 기술 분야별, 과제내용별 등의 기준에 따라 추정하여 산정하고, 소요인력을 취합·분석함
 - 각 세부과제 기술개발 완료 목표시점 동안의 총 소요인력 규모를 산정하고, 각 세부 과제별로 사업초기-중기-후반기의 단계별, 1년 단위의 연차별로 소요인력을 산정하여 안정적인 연구인력 계획을 수립함
 - 국내 산업체 및 연구소의 기존 연구원, 대학의 전문인력 현황 등을 유기적으로 활용하여 산·학·연간 유기적인 협동연구가 가능하도록 연차별로 인원을 적절히 추정함
 - 참여율은 최소 참여기준을 20%로 설정하였으며, 참여기간은 연단위로 12개월을 기준으로 총 5년간의 인력을 추정함
- 세부과제 인력투입(안)
 - 상기 기준에 의거하여 투입인력을 추정한 결과 5년의 연구기간동안 총 605인의 인력이 투입되는 것으로 추정되었음
 - 예상되는 소요예산안을 기반으로 1차년도는 총 125인으로 투입인력을 추정하였으며, 연구개발 활동이 집중되는 3~4차년도에 투입되는 인력이 증가하고, 연구를 마무리하는 5차년도에는 감소하도록 계획됨

[표 6-8] 연차별 투입 연구인력

(단위 : 명)

구 분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1세부과제	책임연구원	5	5	5	5	5	25
	연구원	50	37.5	62.5	62.5	37.5	250
	소계	55	42.5	67.5	67.5	42.5	275
2세부과제	책임연구원	3	3	3	3	3	15
	연구원	30	22.5	37.5	37.5	22.5	150
	소계	35	27.5	42.5	42.5	27.5	165
3세부과제	책임연구원	3	3	3	3	3	15
	연구원	30	22.5	22.5	45	30	150
	소계	35	27.5	27.5	50	35	165
합계		121	93.5	133.5	156	101	605

2. 세부과제별 상세 인력 투입 계획

가. 1세부과제

[표 6-9] 1세부과제 연차별 투입 연구인력

(단위 : 명)

구 분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
에너지요구량 최소화 기술	책임연구원	1	1	1	1	1	5.0
	연구원	12.5	9.4	15.6	15.6	9.4	62.5
	소계	13.5	10.4	16.6	16.6	10.4	67.5
초고효율 설비 기술	책임연구원	1	1	1			3.0
	연구원	12.5	10.6	16.4			39.5
	소계	13.5	11.6	17.4			42.5
전기차 대응기술	책임연구원	1	1	1			3.0
	연구원	8.3	7	11.5			26.8
	소계	9.3	8	12.5			29.8
플러스에너지 커뮤니티 설계기술	책임연구원	1	1			1	3.0
	연구원	18	15.5			18.5	52.0
	소계	19	16.5			19.5	55.0
플러스에너지 커뮤니티 실증	책임연구원			1	1	1	3.0
	연구원			27.8	27.8	21.6	77.2
	소계			28.8	28.8	22.6	80.2
합계		55.3	46.5	75.3	45.4	52.5	275

나. 2세부과제

[표 6-10] 2세부과제 연차별 투입 연구인력

(단위 : 명)

구 분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
신재생에너지 및 복합에너지시스템 기술	책임연구원	1	1	1	1	1	5
	연구원	10.5	7.9	13.1	13.1	7.9	52.5
	소계	11.5	8.9	14.1	14.1	8.9	57.5
에너지저장장치	책임연구원	1	1	1	1	1	5
	연구원	7.5	5.6	9.4	9.4	5.6	37.5
	소계	8.5	6.6	10.4	10.4	6.6	42.5
마이크로그리드	책임연구원	1	1	1	1	1	5
	연구원	12	9	15	15	9	60
	소계	13	10	16	16	10	65
합계		33	25.5	40.5	40.5	25.5	165

나. 3세부과제

[표 6-11] 3세부과제 연차별 투입 연구인력

(단위 : 명)

구 분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
에너지관리시스템	책임연구원	1	1	1			3
	연구원	17	14.8	15.3			45.1
	소계	18	15.8	16.3			50.1
에너지프로슈머	책임연구원	1	1	1	1	1	5
	연구원	6	4.4	4.4	9	6	29.8
	소계	7	5.4	5.4	10	7	34.8
통합 에너지관제센터	책임연구원	1	1	1	1	1	5
	연구원	15	11.3	11.3	22.5	15	75.1
	소계	16	12.3	12.3	23.5	16	80.1
합계		33	25.5	25.5	48	33	165

3절. 소요예산 산정

1. 예산 산정 방법

- 세부과제별 최소 연구단위인 세부구성 기술과제를 수행하는데 소요되는 필요비용을 산정함. 이를 토대로 세부과제와 총괄과제의 연구비를 산정하여 총사업 예산 규모를 산출함
- 과제별 예산은 정부출연과 민간부담을 구분하지 않고 연구성과 달성을 위해 필요한 소요 예산을 작성함
- 인건비와 직접비는 각 세부구성기술과제 단위별 연구내용, 연구 성과물을 기초로 예산을 산출하고, '플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증', '커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용', '에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발' 과제별 최종성과물 도출을 고려하여 예산을 배분함

2. 전체사업 소요예산

[표 6-6] 전체사업 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

분류	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
1세부	200,000	50,000	1,500,000	375,000	2,000,000	500,000	2,000,000	500,000	1,000,000	250,000	6,700,000	1,675,000
2세부	150,000	37,500	1,400,000	350,000	1,600,000	400,000	1,500,000	375,000	1,000,000	250,000	5,650,000	1,412,500
3세부	150,000	37,500	1,400,000	350,000	1,600,000	400,000	1,500,000	375,000	1,000,000	250,000	5,650,000	1,412,500
합계	500,000	125,000	4,300,000	1,075,000	5,200,000	1,300,000	5,000,000	1,250,000	3,000,000	750,000	18,000,000	4,500,000

3. 세부과제별 소요 예산

가. 1세부 연차별 소요 예산

[표 6-7] 1세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임 연구원	74,640	30	82,500	618,750	825,000	825,000	412,500	2,763,750	33
연구장비·재료비				137,500	1,031,250	1,375,000	1,375,000	687,500	4,606,250	55
기타경비 및 간접비				30,000	225,000	300,000	300,000	150,000	1,005,000	12
합계				250,000	1,875,000	2,500,000	2,500,000	1,250,000	8,375,000	100

나. 2세부 연차별 소요 예산

[표 6-8] 2세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임 연구원	74,640	30	61,875	577,500	660,000	618,750	412,500	2,330,625	33
연구장비·재료비				103,125	962,500	1,100,000	1,031,250	687,500	3,884,375	55
기타경비 및 간접비				22,500	210,000	240,000	225,000	150,000	847,500	12
합계				187,500	1,750,000	2,000,000	1,875,000	1,250,000	7,062,500	100

다. 3세부 연차별 소요 예산

[표 6-9] 3세부 연차별 소요 예산(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임 연구원	74,640	30	61,875	577,500	660,000	618,750	412,500	2,330,625	33
연구장비·재료비				103,125	962,500	1,100,000	1,031,250	687,500	3,884,375	55
기타경비 및 간접비				22,500	210,000	240,000	225,000	150,000	847,500	12
합계				187,500	1,750,000	2,000,000	1,875,000	1,250,000	7,062,500	100

7장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	플러스에너지 커뮤니티 실현을 위한 에너지 플랫폼 개발 및 실증 기술 개발
1. 연구개발 목표	<p>○ 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 제로에너지 건축물 로드맵과 제2차 에너지 기본계획의 분산형 전원보급 확대·달성을 위한 플러스에너지 커뮤니티의 에너지 플랫폼 구축 기술 개발 및 실증 - 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증 - 커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용 - 에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발
2. 연구개발의 필요성	<p>○ 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 플러스에너지 주거단지를 통한 에너지 효율화 및 기후변화 대응 주거단지 기술개발과 에너지복지와 주거복지 실현 <ul style="list-style-type: none"> - 플러스에너지 공동주택은 에너지요구량 최소화와 고효율설비 및 신재생에너지시스템을 통해 필요 에너지를 공급하는 등 에너지 소비주체에서 생산주체로 역할 변화 필요 - 에너지 플랫폼 내에서 주거단지의 에너지소비량을 줄이고, 신재생에너지시스템을 통한 열·전력 잉여에너지 극대화를 위한 주거모형 개발 및 보급 필요 - 산업 및 수송부분 대비 감축잠재량이 높은 건축물 분야의 온실가스 감축 및 건물 에너지 효율화를 통해 건축부문 신산업 창출과 선순환 필요 ◦ 국가차원의 에너지 생산·저장 활용 기술과 관리 및 교환 연계 시스템에 대한 추진 계획에 따른 에너지 플랫폼 기술 융합 및 적용 모델 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 제2차 에너지 기본계획에 따르면 분산형 전원의 보급을 6대 중점과제 중 하나로 설정하여 전체 발전량 중 분산형 전원의 비중을 15% 이상 확대 계획 발표 - 2018년까지 EMS, 분산전원 등 핵심인프라 보급확산 지원 정책에 부합하는 지역조건별 신재생에너지 하이브리드 시스템 개발 필요 ◦ 에너지 절약 및 송전망 건설 회피, 온실가스 저감, 수도권 계통

안정도에 대한 사회적 요구 증대에 대응할 수 있으며 전력 수요에 적시 대응하며 수급 불안정을 제거 할 수 있는 지역조건별 신재생 에너지 생산설비 및 에너지 저장 활용기술 적용 확대와 에너지 효율을 극대화 하는 마이크로 그리드 기반 에너지 플랫폼 구축 필요

- 주택단지와 커뮤니티 기반시설간의 상이한 에너지 사용시간을 에너지 플랫폼화 하여 중앙공급방식의 에너지 정책에서 분산전원을 활용한 기저부하 용량 감소 가능
- 현재 해외 시장은 주로 독립형 마이크로 그리드 중심으로 구성되어 있고, 국내 는 가사도·가파도 등 독립형 에너지자립섬 중심으로 진행 중이나 급증하는 에너지소비량에 따른 에너지 보안을 위해서는 계통연계형 마이크로그리드를 통한 커뮤니티 내 자체적인 에너지 생산·소비 소규모 플랫폼 구축 필요
- 에너지 플랫폼 인프라 부족으로 국내 에너지 연계기술에 대한 수준이 낮기 때문에, 국가적 기술 수준 향상 및 인프라 확대를 위한 실증 사업 지원 필요
- 정부의 지속적 정책보급, 지원을 토대로 플러스에너지 주거단지 관련 기술 개발·관련 규제완화 및 실증사업은 국내 주택 시장 및 기술시장에 보급가능성과 지역경제, 산업경제 파급 효과 창출 가능
- 에너지 공급·수요의 주체가 되는 커뮤니티(공공기반시설, 공동주택) 차원의 모델을 구축하여 에너지망의 밸런스를 맞추며 국가 차원의 에너지시스템 안정화 실현
- 다양한 지역조건별 에너지 생산·저장 활용 기술과 관리 및 교환 연계 시스템을 검토하여, 위험요소 발굴 및 적합한 실증 모델 기획 가능

3.연구개발 내용

○ 세부과제별 연구내용

[1세부과제]

플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증

- 에너지요구량 최소화 기술
 - 냉·난방에너지 제로기술(패시브 설계 요소 신기술 개발)
 - 급탕에너지 최소화 기술 (실시간 모니터링 / 저온 급탕)
 - 다중센서 하이브리드 채광계획 및 OLED 활용 조명계획
 - 단열, 기밀 및 열교차단 기술 표준화
 - 유형별/세대별/ 특성별 플러스에너지 성능 기준 및 지침 개발

- 초고효율 설비 기술
 - 차세대 소형열병합발전, 중앙영 열회수환기장치, 난방 및 급탕 설비, 배관설비 등 초고효율 개선 기술
- 전기차 대응기술
 - 전기차 자동충전 및 인터페이스 기술
 - 전기차 충전장치 설치에 따른 전기설계 기술
- 플러스에너지 커뮤니티 설계기술
 - 플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 적정 용적률 계획 기술
 - 커뮤니티 토지이용계획에 따른 용도별 에너지부하 패턴 및 종합 에너지밸런스 분석 기술
 - 커뮤니티 온실가스 인벤토리 작성 및 감축량 검증 기술
- 플러스에너지 커뮤니티 실증
 - 플러스에너지 커뮤니티 (주택단지, 근린생활시설, 교통시설 등) 실증

[2세부과제]

커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용

- 신재생에너지 및 복합에너지시스템 기술
 - 커뮤니티 복합에너지시스템 기술
 - 차세대(2세대·3세대) 태양광 기술
 - 복합에너지시스템 방안들에 대한 1차 에너지 환산계수 적정성 연구
- 에너지저장장치
 - 복합에너지시스템과 연계한 에너지 저장장치 활용 기술
 - 전기차 연계 ESS 기술
- 마이크로그리드
 - 기존 전력망에 대한 전환 및 연계효율 개선 기술
 - 에너지 플랫폼 및 인프라 연계 기술(독립형 마이크로그리드 표준화)
 - 주택단지 피크부하 관리 및 연계 기술

[3세부과제]

에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발

- 에너지관리시스템
 - 건축물 및 기반시설의 에너지 생산, 소비, 저장, 모니터링, 제어 등 통합 에너지관리 네트워크 기술
 - 6대 에너지 및 공용부, 전기차 충전 등 용도별 분리계측 기술

- 에너지 프로슈머
 - 세대별 종합(계통전력망·태양광발전)사용량 비용부과 기술
 - 전기차 충전에 따른 비용부과 및 판매수익분배 기술
 - 에너지 플랫폼을 통한 커뮤니티 에너지 비즈니스모델 개발
- 통합 에너지 관제센터
 - 커뮤니티 내 공동주택 및 근린생활시설 등 다양한 용도의 건축물이 사용하는 에너지 모니터링 및 제어 기술
 - 에너지 플랫폼 운영·관리시스템 개발
 - 에너지 프로슈머를 통한 에너지 비용 감소 대비 관리주체, 운영비 등의 경제성 연구

4. 연구개발 추진방법

- 추진체계
- 본 연구는 세계최초이자 최고 수준의 주택단지 중심 플러스에너지 플랫폼 개발 및 실증의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 함
 - 또한 본 연구개발사업의 최종 성과물인 플러스에너지 플랫폼 실증을 위해 6장에서 제시한 대안별 연구과제 수행에 필요한 토지를 소요한 지자체와 컨소시엄을 구성하여야 함
 - 각 세부는 독립적으로 운영하되 성과물간의 연계성 확보를 위하여 각 세부간의 수평적 공동협의체를 구성하여 긴밀한 연계가 이루어 질 수 있도록 정기적은 의견 수렴 절차를 가져야 함
 - 과제 내 컨소시엄 구성 시 주관연구기관은 과제시점부터 종료까지 동일 기관이 연구를 수행하여야 하며, 컨소시엄 구성 시 과제 수행 역할을 고려하여 구성
 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구내용에 대해서는 부처간의 협력방안 또는 공동 활용방안 등 제시
 - 연구목표 및 범위 설정
 - 세부과제 (핵심요소기술) 도출 및 연구내용 설정
 - ※ 핵심 요소기술별 기술유형 및 기술성숙도(TRL)를 제시하고, 세계 최고, 국내 최초·최고 등 괄목할 만한 성과가 기대될 경우 "TopBrand"로 구분
 - ※ 전체 및 세부과제 단위 기술트리를 작성하고 개발완료된 국토교통 연구 성과 활용을 함께 고려
 - 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 제시
 - 세부과제 연차별·단계별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수 지표 포함) 설정 및 성과로드맵 제시
 - ※ 핵심성과는 연구개발과정에서 도출되는 산출물(Output)과 연구개발 종료 후 최종 달성되는 성과물(Outcome)로 구분하여 제시

- 연구개발성격(기초, 원천, 응용 등) 제시
- o 각계 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문
- o 연구신청자는 과도한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것
- o 연구진의 연구참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 최종성과물

[1세부과제]

플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증

- o 플러스에너지 커뮤니티 실증
- o 플러스에너지 커뮤니티 설계·성능 지침
- o 용도별 에너지부하 데이터(DB)
- o 차세대 건축기술 데이터(DB)
- o 초고효율 설비 기술 분류체계
- o 주택단지 온실가스 배출 전망 알고리즘

[2세부과제]

커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용

- o 복합에너지시스템 기술별 기술특성 데이터(DB)
- o 차세대 신재생에너지원 융합 기술
- o 단지 연계를 통한 설비 최적화 방안 및 지침
- o 다양한 에너지원 대응 가능한 복합 마이크로그리드 구축(에너지 저장장치 활용)
- o 커뮤니티 내 생산되는 신재생에너지의 1차 에너지 환산계수 도출

[3세부과제]

에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발

- o 통합 에너지관리시스템 개발
- o 통합 에너지 관제센터 구축
- o 에너지원별 에너지 프로슈머 보정계수
- o 에너지 플랫폼을 통한 커뮤니티 에너지 비즈니스모델 제시

6. 활용방안 및 기대효과

○ 활용방안

[1세부과제]

플러스에너지 커뮤니티 구현을 위한 설계기술 개발 및 실증

- 플러스에너지 건축물 및 주택단지 수립을 위한 기초자료 제공
- 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위해 강화되어 지고 있는 건물 관련 법령(녹색건축물 조성 지원법, 에너지절약형 친환경주택의 건설기준 등)의 표준화된 근거로 사용가능
- 균일한 플러스에너지 성능구현을 위해 국내 건설사에 시공방법 제시함으로써 국내 플러스에너지 건축물 및 주택단지 보급 확대 가능
- 건물부문 온실가스 목표달성을 위한 로드맵 수립에 활용

[2세부과제]

커뮤니티 내 에너지 연계기술 개발 및 활용

- 주택단지 내 에너지 마이크로그리드로 효율적인 에너지 생산·공급 및 에너지 공유시스템을 통해 국가 발전설비 증설 최소화에 기여
- 마이크로그리드 기반 주택단지를 통해 스마트시티 구축 가능

[3세부과제]

에너지 플랫폼 운영·관리 기술 통합 및 보급모델 개발

- 에너지 프로슈머 중개사업자를 통해 전력시장 P2P거래, 전력시장 거래 등 기반시스템 및 제도 구축 활용
- 수요자원 거래시장 활성화를 통해 수요자원과 발전자원 간 경쟁으로 전력공급비용 절감 가능

○ 정책적 기대효과

- 본 과제는 ‘제로에너지빌딩 조기 활성화 방안’, ‘국토교통부 7대 신산업’, ‘제2차 에너지기본계획’, ‘2030 에너지 신산업 확산전략’의 정책적 기대효과는 다음과 같음
 - 제로에너지빌딩 활성화를 위한 제도적·기술적 기반 구축
 - 제로에너지빌딩 시장 확대 및 일자리 창출
 - 국가 온실가스 감축목표 수립 달성을 위한 이행계획 및 마스터플랜 마련
 - 커뮤니티 규모 플러스에너지 플랫폼을 통한 분산전원 기반 마련
 - 에너지프로슈머 전력거래 시장제도를 통해 제도적 기반 및 시장 창출

○ 기술적 기대효과

- 플러스에너지 커뮤니티 기술요소 분류/체계 정립을 통한 가이드라인 제시 및 분산전원 확대에 기여
- 플러스에너지 플랫폼 관련 기술 패키지 개발
- 플러스에너지 커뮤니티를 위해 제시되는 다양한 설계안에 대한 합리적인 의사결정을 지원 가능

- 플러스에너지 커뮤니티는 에너지요구량 최소화와 고효율설비 및 신재생에너지시스템을 통해 필요 에너지를 공급하는 등 에너지 소비주체에서 생산주체로 역할 변화 가능
- 에너지 플랫폼 내에서 주택단지의 에너지소비량을 줄이고, 신재생에너지시스템을 통한 열·전력 잉여에너지 극대화를 위한 주거 모형 개발 및 보급 가능
- 국내 설계사무소 및 시공사의 플러스에너지 플랫폼 관련 요소기술 적용 설계·시공 역량 강화가 가능
- 각종 설비 및 제어시스템 등 복합적 시스템에 대한 검증 기준 및 문제 해결을 위한 지침으로 활용 가능

○ 경제적 기대효과

- 2017~2025년 3,026천 호의 공동주택이 에너지성능 강화 정책에 의거 제로에너지주택(1+++등급)으로 신축될 경우 2등급(2016년 법적최소기준 적용)으로 산출될 경우에 비해 생산유발 261.5조, 부가가치유발 76.8조, 고용유발 82.1만명으로 추정
- 플러스에너지 커뮤니티 및 근린공공시설의 에너지소비량 감축, 에너지비용 및 유지관리 비용의 감축
- 구축된 플러스에너지 플랫폼을 통해 온실가스 절감량 및 방안 도출이 가능하며, 감축된 온실가스 발생량의 사회적 비용 절감 가능
- 건축산업 활성화 및 국가 성장동력 창출 가능
- 국내 플러스에너지 관련 설계사무소 및 시공사의 역량강화를 통해 국내 기업의 해외 진출의 기회 및 시제품 수출기회 가능

7. 연구기간 및 지원예산

○ 연구기간

- 총 연구기간 : 2019.4 ~ 2023.12 (5년)
- 1차년도 연구기간 : 2019.4 ~ 2019.12 (9월)

○ 정부출연금 규모

- 총 정부출연금 18,000 백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 500 백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

	<p>※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수</p> <p>※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능</p> <p>※ 6장에서 제시한 4가지 대안에 따라 정부출연금 규모는 조정될 수 있음</p>
<p>8. 기타</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ◦ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 <ul style="list-style-type: none"> ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함 ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음 ◦ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시 ◦ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시 <ul style="list-style-type: none"> ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시 ◦ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함 ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능 ◦ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시

공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자하는 기업에 한함

- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

2절. 평가기준 설정

[표 6-16] 기준 항목 및 세부평가항목

기준항목	세부평가항목
연구컨소시엄의 주요실적 (10점)	관련 프로젝트 수행실적 건수 (10점)
연구진 구성의 적정성 (10점)	참여 연구인력 투입의 적정성 및 전문성(5점)
	기존 건축물 리모델링 설계 실무 등 전문분야별 수행조직 구성의 적정성 및 참여기관의 기술개발 역량 (5점)
연구제안의 충실도 (25점)	제안 기술 및 전략의 RFP 부합성 (5점)
	연구수행을 위한 국내 및 국제표준현황 파악의 충실도 (5점)
	연구범위 및 목표설정의 타당성 (5점)
	성과목표·지표 설정의 명확성 및 적정성 (5점)
	세부과제 추진의 독립성 및 과제간 상호연계성 (5점)
추진전략의 구체성 (25점)	연구수행, 지원체계 및 인프라 구축의 합리성 (5점)
	연구성과의 실무보급 및 세움터 활용 등 실용화 전략의 구체성 (5점)
	국가표준, 국제 개방형BIM표준 연계전략의 구체성 (5점)
	목표달성을 위한 1단계와의 연계 및 연구 파급효과의 전략제시 (5점)
	독창적인 과제제안 및 등 추진전략의 차별성 (5점)
연구성과 활용방안 및 실용화의 구체성 (20점)	연구성과의 정량적 제시 및 활용방안의 구체성 (5점)
	개발 기술의 기대성과(기술적, 경제적) 및 파급효과(5점)
	연구성과물의 실용성 및 실무계 지원효과의 구체성 (5점)
	연구성과의 세움터 등 국가공공시스템 연계활용의 구체성 (5점)
연구책임자의 수행역량 (10점)	본 과제의 핵심 주제에 관한 연구책임자의 전문성 및 관련 주요업적 (5점)
	연구개발과제 관리 및 운영능력 (5점)