국토교통연구기획사업

발 간 등 록 번 호
11-1613000-001477-01

POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합관리시스템 개발 기획 -최종보고서-

2016. 7

주관연구기관 / 한국건설기술연구원
공동연구기관 / 연세대학교 산학협력단

Infrastructure
R&D Report

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합관리시스템 개발 기획 -최종보고서-

2016. 7

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

비매품
93540
9 791195 770885
ISBN 979-11-957708-8-5

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기획연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

국토교통연구기획사업

POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합관리시스템 개발 기획

-최종보고서-

2016. 7

주관연구기관 / 한국건설기술연구원
공동연구기관 / 연세대학교 산학협력단

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

본 보고서를 "POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합관리시스템 개발 (기획)"과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2016. 7. 22.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원
주관연구책임자 : 정영선 수석연구원
연구원 : 이승언, 조동우,
채창우, 이건호,
최경석, 김유민
정해권, 김태형
공동연구기관명 : 연세대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 홍태훈 교수

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>15RDPP-C106387-01</td><td>해당단계 연구기간</td><td>2015.12.23. ~ 2016.07.22</td><td>단계구분</td><td>(해당단계)/(총단계)</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>최상위 과제명</td><td colspan="4">POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합관리시스템 개발 기획</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4">(공동) 건물부문 온실가스 통합관리시스템 개발 기획</td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>정영선</td><td>총연구기간 참여 연구원수</td><td>총 : 15명
내부 : 9명
외부 : 6명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 90,000천원
기업 : 천원
계 : 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속부서명</td><td colspan="2">한국건설기술연구원 건축도시연구소</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>272</td></tr>
</table>

[총괄목표]

POST-2020 건물부문의 온실가스 감축 목표를 달성하기 위한 건물부문 온실가스 감축 모델 및 통합관리시스템 개발에 관한 기획과 건물부문 온실가스 감축관련 핵심 적용기술을 발굴하고 제안함

- 국가수준의 온실가스 감축 모델 개발과 국가 건물부문 온실가스 배출 관리를 위한 통합 정보·관리 시스템 개발 연구를 기획하는 것을 목표로 하며 이를 통해 POST-2020 신기후체제 준비 및 세계 건축시장 리드를 목적으로 함

[세부목표]

1. 시장·기술·정책 동향 분석 및 기술수요 조사
2. 건물부문 온실가스 감축 관련 핵심기술의 정의 및 목표 설정
3. 건물부문 온실가스 감축 관련 연구내용 및 추진전략 도출
   : POST-2020 대응 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축분석 모델 개발
   : POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
   : 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발
4. 본 과제를 위한 연구개발과제 기획 (RFP 작성)

색인어 (각 5개 이상)	한글	온실가스, 감축, 평가모델, 지원시스템, 과제 발굴
	영어	Greenhouse-Gas, Mitigation, Model, Support System, Request for Proposal

요 약 문

Ⅰ. 제 목

POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합관리시스템 개발 기획
(기존 과제명 : 건물부문 온실가스 감축기술 개발 기획)

Ⅱ. 연구개발과제 개요

[연구의 목적]

○ POST-2020 건물부문의 온실가스 감축 목표를 달성하기 위한 ‘건물부문 온실가스 감축 모델 및 통합관리시스템 개발’에 관한 기획과 건물부문 온실가스 감축관련 핵심 적용기술을 발굴하고 제안함

: 국가수준의 건물부문 온실가스 배출 전망 및 감축 모델 개발, 국가 건물부문 온실가스 배출 관리를 위한 통합 정보·관리 시스템 개발 연구를 기획하는 것을 목표로 함

[연구의 내용]

1. 시장·기술·정책 동향 분석 및 기술수요 조사
2. 건물부문 온실가스 감축 관련 핵심기술의 정의 및 목표 설정
3. 건물부문 온실가스 감축 관련 연구내용 및 추진전략 도출
   : POST-2020 대응 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축분석 모델 개발
   : POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
   : 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발
4. 본 과제를 위한 연구개발과제 기획
   : 본 과제 과제제안서(RFP) 작성

Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과

1. 기술의 정의

○ ‘POST-2020 파리협정에 대응하기 위한 건물부문 온실가스 감축기술 개발을 위한 연구’를 기획하는 것으로 “POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모델 및 통합관리시스템”을 다음과 같이 정의할 수 있음

: POST-2020 국가 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 건물부문에서 확보되어야 할 건축물 온실가스 감축 핵심기술과 합리적인 감축목표 설정 및 정책적 대응방안 마련을 위한 국가수준의 건물부문 온실가스 감축모델 기술 및 공적(公的) 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템 개발을 의미함

2. 기술의 배경 및 필요성

○ 프랑스 파리에서 개최된 제21차 기후변화협약 당사국 총회(COP21)에서 新기후체제 합의문인 '파리협정 (Paris Agreement)'이 채택됨. 이는 2020년 이후 출범예정인 신기후체제에 대한 규범으로 29조로 구성

: 모든 국가에 적용되는 새로운 기후변화 대응체제이며 온실가스 감축 의무화

: 장기목표를 설정하고 매 5년마다 상향된 감축목표 제출을 요구

○ 우리나라는 2030년까지 온실가스 배출전망치 (850.6백만톤CO_{2e}) 대비 37%(국내 감축분 25.7% + 해외 감축분 11.3%)를 감축할 계획을 수립하여 선언함. 이에 따라 건물부문의 온실가스 감축 목표 달성을 위한 목표달성 방안 마련 및 대응전략 수립이 요구됨

: 「저탄소 녹색성장 기본법」을 바탕으로, 전 경제 분야에서 지속적으로 기후변화 대응을 위한 노력을 기울여 왔으며, 새로운 2030년 목표달성을 위해 이러한 노력을 더욱 강화해 나갈 예정임

: 2012년에 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」을 제정하고, 2015년부터 아시아 국가 최초로 전국 단위 「온실가스 배출권 거래제」를 시행 중에 있음

○ POST-2020 온실가스 감축목표 설정에 따른 건물부문의 온실가스 감축 기술 정책기반을 마련하고, 건물부문 온실가스 평가 모형 개발을 통해 온실가스 감축 시나리오 도출, 감축 시나리오별 감축 잠재량 분석, 신규 온실가스 감축 실증 등 연구 추진 필요

3. 국내외 동향 및 환경 분석

○ '파리협정'에 따라 주요 선진국은 물론 모든 국가에서 온실가스 감축 목표 설정과 이에 대한 이행계획 수립, 온실가스 감축 현황 보고 및 관리에 관한 실질적인 대응 노력이 가시화될 것으로 전망됨

○ 국제적 온실가스 배출권 시장(현재 35개국 추진) 형성이 예상되며 중국이 배

출권 거래제 시장에 참여할 계획에 있으므로 그 규모는 현재의 약 67.8억톤 수준에서 더 확대될 것으로 보임

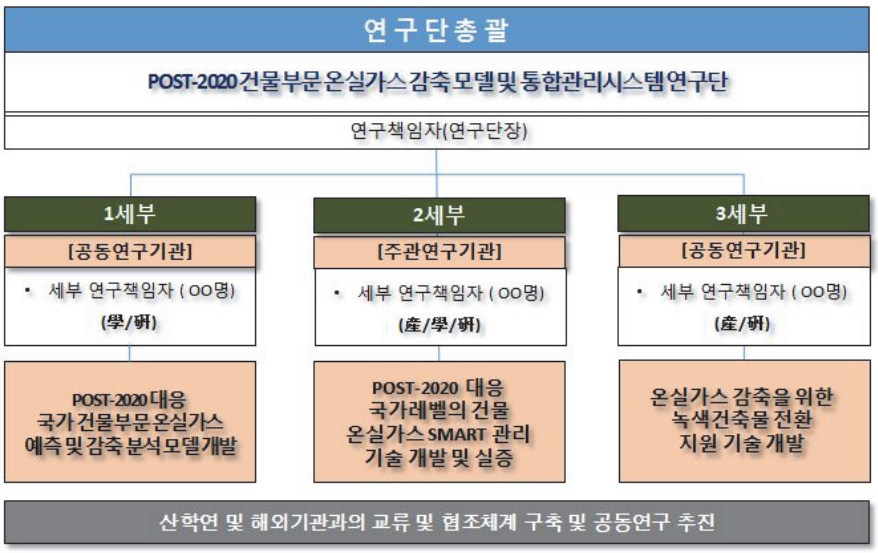
: 건물부문에서 배출하는 온실가스 배출량은 전 세계에서 배출하는 온실가스 배출량의 25%이상에 달하고, 감축 잠재량도 가장 높으면서 온실가스 저감에 투여되는 비용은 가장 낮은 분야로 평가받고 있음

○ 온실가스 예측 및 감축 분석 시뮬레이션 기술 분야에서는 우리나라의 경우 건물부문의 독자적인 중장기 온실가스 배출 전망 및 감축량 분석 모형 구축이 이루어지지 않고 있음. 국가의 에너지 수요 및 공급 측면에서의 온실가스 감축기술 데이터베이스, 감축 모형 작성 등이 진행되고 있으나 활용에 한계가 있음

○ 건물부문 온실가스 통합관리 기술 분야에서는 국가 차원에서 건물부문의 온실가스 배출 현황 파악, 온실가스 감축 정책 효과 검증, 인벤토리 구성에 따른 온실가스 배출 정보 등 대한 분석 및 관리체계가 구축되어야 함

○ 상대적으로 온실가스 감축 잠재량이 높은 기존건물에 대한 온실가스 감축 기술 적용 및 그린리모델링 기술에 대한 개발이 미흡함. 또한 건물 내의 에너지 소비의 20%이상을 차지하는 인간의 행태에 의한 에너지 소비량 절감 가능성에 대한 연구가 요구됨

4. 연구개발과제 구성 및 추진전략



과제명	연구내용
(1 세부과제) POST-2020 대응 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 분석 모델 개발	• 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축
	• 국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 전망 시뮬레이션 기술 개발
	• 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술 개발
	• POST-2020 건물부문 온실가스 감축 방안 의사결정지원 툴(Tool) 개발
(2 세부과제) POST-2020 대응 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발	• 빅데이터 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
	• 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축
	• 건물부문 온실가스 벤치마크 산정 기술 개발
	• 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축
(3 세부과제) POST-2020 건물부문 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환지원 기술	• 6층 이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열 시스템 기술 개발
	• 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술 개발
	• 투습 및 방수기능을 갖는 지붕 축열 방지 보강 기술 개발
	• 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기)공급 패키지시스템 기술 개발

Ⅳ. 연구성과 활용계획

○ 본 과제(실제연구)의 최종 성과물인 ‘POST-2020 국가 건물부문 온실가스 감축 잠재량 분석 모형 및 통합 관리 기술’은 현 시점에서의 국가 건축물의 온실가스 배출 현황 및 특성 데이터 확보, 미래 중장기 건물부물 온실가스 배출 전망 및 감축잠재량 분석을 통해 국가가 新기후변화체제에 대응하고 온실가스 감축 목표 달성 및 관리에 활용할 수 있음

○ **(1세부과제)** 新기후체제에 대응하여 POST-2020의 중장기 국가 온실가스 감축 목표 수립, 이행방안 마련, 감축 로드맵 수립 등을 위해 국가 건물부문 온실가스 배출 특성 및 미래 온실가스 배출 전망, 온실가스 감축 잠재량 분석 등을 수행할 수 있는 기술 ‘한국의 독자적인 건물부문 분석 모형’ 확보 및 기반 구축

○ **(2세부과제)** 최종 성과물인 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 및 실증(시스템 구축)은 건물부문 온실가스 인벤토리 구축을 통해 온실가스 배출 현황

및 특성 파악, 건물 온실가스 배출 표준량 및 특성별 정보를 제공함으로써 국가는 물론 지자체, 공기업 및 민간기업 등에서 온실가스 감축목표, 이행계획 수립 및 검증에 활용할 수 있음

○ **(3세부과제)** 에너지 소비를 효율하고 온실가스 배출을 줄이기 위해 건설시장의 애로기술을 해결하고 이를 통해 제로에너지 건축물 및 녹색건축물의 건설 활성화를 지원하고 기존 건축물을 저비용・고효율로 리모델링하도록 지원할 수 있음. 특히, 6층이상 건축물에 적용 가능한 난연 이상의 단열재 적용 외단열시스템, 열교손실을 최소화하여 고단열 외피시스템, 지붕의 과열 방지 및 장기내구성을 갖는 한국형 외피(지붕/벽/창호 등) 보강 기술, 소형 건축물 대상의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급시스템 패키지 기술 등을 시장 애로기술 개발 및 지원할 수 있음

○ 본 과제(실제연구) 최종 성과물의 수요처는 정책입안자(정부, 지자체), 공공기관, 건설관련 민간기업, 건축설계자 및 건축주, 대학 및 연구기관, 국민이 대상임

: 연구기간동안에 지속적으로 업계, 정부관련 담당자와 협의를 통해 실제 활용처의 니즈(Needs)와 요구(Demands)을 반영. 소프트웨어(S/W) 개발, 빅데이터 분석 방법, 시스템 구축, 녹색건축물 지원 기술 등에 대한 지적재산권(프로그램 등록, 특허 출원·등록 등)을 확보하고 실용화 방안 모색

SUMMARY

Ⅰ. Title

Planning of Greenhouse Gas Reduction Model in Building Sector of POST-2020 and Development of Integrated Management System

(Previous project name: Planning on Development of Greenhouse Gas Reduction in Building Sector)

Ⅱ. Purpose and Contents

[Research Purposes]

○ Planning of "Greenhouse Gas Reduction Model in Building Sector and Development of Integrated Management System" to achieve the goal of greenhouse gas reduction in building sector of POST-2020 and discovery and proposal of core application technologies in greenhouse gas reduction in building sector

: It aims to project greenhouse gas emission in building sector at national level and develop a reduction model as well as plan research on the integrated information management system development for management of greenhouse gas reduction in building sector in Korea.

[Research Contents]

1. Analysis on markets, technologies, and policy trends and investigation on technological demand
2. Definition of core technologies related to greenhouse gas reduction in building sector and setup of the goals
3. Research contents related to greenhouse gas reduction in building sector and identification of driving strategy

: Prediction of greenhouse gas in national building sector and development of reduction analysis model in response to POST-2020

: Development of SMART(Strategy·Monitoring·Analysis·Reporting·Technology) management technology of greenhouse gas in national buildings in

response to POST-2020

: Development of supporting technologies for conversion to green building to reduce greenhouse gas

4. Planning on research development tasks for the project

: Creation of request for proposal (RFP) of the project

Ⅲ. Result

1. Definition of the technology

○ It is planning on “Research on development of greenhouse gas reduction technology in building sector in response to the POST-2020 Paris Agreement” and “Greenhouse Gas Reduction Model in Building Sector of POST-2020 and Integrated Management System” can be defined as follows:

: It refers to core technologies for greenhouse gas reduction in buildings, which will be ensured in building sector to achieve the goal of POST-2020 national greenhouse gas reduction and technologies of greenhouse gas reduction model in building sector at a national level as well as development of greenhouse gas integrated information and management system in public building sector.

2. Technological background and needs

○ The Paris Agreement has been adopted as the new climate accord in the 21st Conference of Parties (COP21) in the United Nations Framework Convention on Climate Change at Paris France in 2015. This agreement refers to the new climate system norm consisting of 29 articles, which will be effective from 2020. The most important thing in the agreement is that it is a new system that responds to climate change, which will be applied to all nations and mandatory target for greenhouse gas reduction. Furthermore, long-term goals of greenhouse gas reduction per nation shall be set up and every nation has been required to submit increasing reduction goal in every five year.

○ South Korea has declared the establishment of reduction plan of greenhouse gas emission (850.6 million tons CO_{2e})by37%(local reduction 25.7% + oversea reduction 11.3%) by 2030. Accordingly, the South Korean Government has been demanded to provide a measure of how to achieve the greenhouse gas reduction goal in building section and establish the response strategy.

: South Korea has made an effort to respond to climate change continuously in all economic areas based on "the Framework Act on Low Carbon and Green Growth" and planned to strengthen the effort further to achieve the new 2030 goal.

: "Act on Allocation and Trading of Greenhouse Gas Emission" was enacted in 2012 and the "Greenhouse Gas Emission Trading System" has been enforced at national level for the first time among Asian countries.

○ A policy framework for greenhouse gas reduction technology in building sector is needed to meet the POST-2020 greenhouse gas goals and research on derivation of greenhouse gas reduction scenarios, analysis on reduction potentials by reduction scenario, and new greenhouse gas demonstration is needed via the development of evaluation model on greenhouse gas in building sector.

3. Local and oversea trend and analysis on environments

○ All nations including major developed countries will be expected to establish the greenhouse gas reduction goal including implementation plan as well as reports of the current status of greenhouse gas reduction and management more visibly than before according to the "Paris Agreement".

○ The international greenhouse gas emission market (currently 35 nations are joined) is expected to emerge and China is planned to participate in the emission trading market, expecting the expansion of the market from the current level (trading of 6.78 billion ton) further.

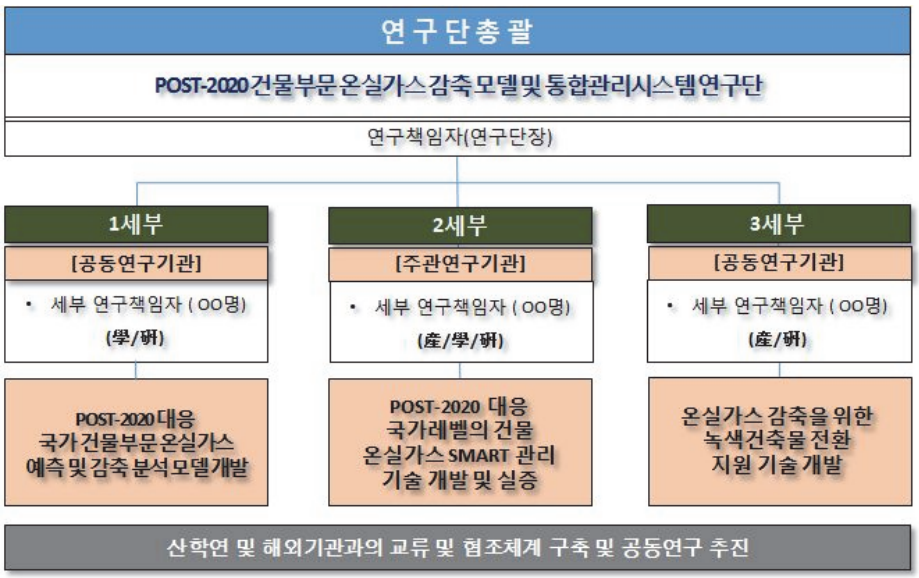
: The greenhouse gas emission in building sector amounts to 25% of all greenhouse gas emission around the world and regarded as high reduction potential as well as the lowest cost for greenhouse gas reduction.

○ South Korea has not developed its own model of mid-to-long term projection of greenhouse gas emission and analysis on reduction yet in the simulation field of prediction and analysis on reduction of greenhouse gas. Although a database of greenhouse gas reduction technologies and reduction model creation have been underway from the national energy demand and supply viewpoints, their utilization has been limited.

○ In the integrated management technology of greenhouse gas in building sector, analysis and management systems on identification of current status of greenhouse gas emission in building sector, verification of effects of policies related to greenhouse gas reduction and information of greenhouse gas emission according to inventory configuration shall be put in place.

○ The development on green remodeling technology and application of greenhouse gas reduction technology on existing buildings whose greenhouse gas reduction potentials are high is not sufficient in a relative sense. In addition, research on potential reduction in energy consumption due to human behaviors that account for 20% of energy consumption inside buildings is needed.

4. Configuration of tasks of research and development and driving strategy



Project name	Study details
(Detailed task 1) Prediction of greenhouse gas in national building sector and development of reduction analysis model in response to POST-2020	• Development of database (DB) to predict greenhouse gas emission in building sector and analyze potentials of reduction
	• Development of simulation technology to project greenhouse gas emission in building sector based on national building information
	• Development of specialized bottom-up type simulations of greenhouse gas reduction in building sector
	• Development of decision making assistance tool for measures of greenhouse gas reduction in POST-2020 building sector
(Detailed task 2) Development of SMART management technology of greenhouse gas in national buildings in response to POST-2020	• Development and demonstration of SMART management technology of greenhouse gas in national buildings based on big data
	• Construction of greenhouse gas inventory in building sector based on the energy-integration management system in national buildings
	• Development of evaluation technology on benchmark about greenhouse gas in building sector
	• Establishment of the system support foundation and development of information supply technology for greenhouse gas management in building sector
(Detailed task 3) Supporting technologies for conversion to green building to reduce greenhouse gas	• Development of external insulation system technology to prevent fire expansion occurred at six-story or higher buildings
	• Technological development of reinforcement in thermal break in joints to change to insulation windows and doors
	• Technological development of reinforcement in roof heat storage prevention with permeable and waterproof functions
	• Development of cooling and heating supply system package technology in existing small size buildings

Ⅳ. Expected Contribution

○ “The analysis model of greenhouse gas reduction potentials in POST-2020 national building sector and integration management technology”, which is the final deliverable of the project (research task), can be utilized to achieve and manage the greenhouse gas reduction goals and respond to the new climate change system through acquisition of the current status of greenhouse gas emission by national buildings and characteristic data and analysis on reduction potentials and long-term emission projection of

greenhouse gas in building sector.

○ **(Detailed Task 1)** In response to the new climate change system, "the custom-tailored analysis model in building sector in Korea", by which characteristics of greenhouse gas emission in national building sector and projection of future greenhouse gas emission as well as analysis on potentials of greenhouse gas reduction can be performed, is secured and developed to establish long-term national greenhouse gas reduction goal and supply of implementation plan as well as road map for gas reduction.

○ **(Detailed Task 2)** The final deliverable, which is the greenhouse gas SMART management technology and demonstration (system implementation) for national buildings, provides the current status of greenhouse gas emission and identification of characteristics as well as standard amount of building greenhouse gas emission and characteristic information thereby being utilized in establishment and verification of the greenhouse gas reduction goals and implementation plan.

○ **(Detailed Task 3)** For efficient energy consumption and reduction in greenhouse gas emission, technical difficulties in construction market are resolved thereby supporting zero-energy buildings and promotion of green building construction as well as remodeling existing buildings with low cost and high efficiency. In particular, technical difficulties in flame retardant insulator-applied external insulation system that can be applicable to six-story or higher buildings, high insulation envelop systems that minimize a thermal bridge loss, overheating prevention in roof and Korean-type roof reinforcement technology with long durability, and cooling and heating package system technology for existing buildings can be overcome and assisted.

○ The consumers of the final deliverable in the present project (research task) are policy makers (central and local governments), public institutions, construction-related private corporations, architectural designers and building

owners, universities and research institutions and citizens.

: The needs and demands of actual consumers are reflected through consultation with company and government-related staff continuously during the research period. Intellectual property rights (program registration and patent application and registration etc.) are secured in relation to software development, big data analysis method, system construction, green building support technology, and measures of utilization and commercialization are searched.

CONTENTS

Chapter 1. Definition and necessity of technologies ····· 1

Section 1 definition of technologies ····· 1

Section 2 research and development background ····· 6

Section 3 necessity for research and development ····· 14

Section 4 objectives and strategies for planning research ····· 20

Chapter 2. Trends and environmental analysis ····· 27

Section 1 domestic and international policy trends ····· 27

Section 2 domestic and international market situation and outlook ····· 55

Section 3 technology trends analysis ····· 64

Section 4 technology level analysis ····· 100

Section 5 similar research analysis ····· 113

Section 6 R&D infrastructure analysis ····· 120

Section 7 technology demand survey ····· 129

Section 8 comprehensive analysis ····· 134

Chapter 3. R&D projects configuration and implementation strategies ··· 143

Section 1 vision and goals ····· 143

Section 2 core technology component selection ····· 150

Section 3 configuration R&D projects ····· 162

Section 4 strategy and highlights of detailed tasks ····· 169

Section 5 associated relationships of detailed tasks ····· 179

Section 6 annual performance & technology roadmap ····· 181

Section 7 application of results ····· 186

Chapter 4 Pre-feasibility Study ····· 191

Section 1 outline for pre-feasibility study ····· 191

Section 2 political feasibility ····· 194

Section 3 technical feasibility ····· 199

Section 4 economical feasibility ····· 204

Chapter 5 Estimation of budget and manpower ····· 211

Section 1 manpower allocation plan ····· 211

Section 2 budget estimation ····· 214

Chapter 6. Requests for proposals ····· 217

Section 1 Requests for proposals ····· 217

Section 2 Evaluation Criteria ····· 265

References ····· 267

목 차

제1장 기술의 정의 및 필요성 ····· 1

제1절 기술의 정의 ····· 1

1. 총괄적인 기술의 정의 ····· 1

2. 세부과제별 기술의 정의 ····· 4

제2절 연구개발 배경 ····· 6

1. POST-2020 파리 협약의 주요 내용 ····· 6

2. POST-2020 국가 온실가스 감축 목표 ····· 9

3. 건물부문 온실가스 배출 현황 ····· 12

제3절 연구개발 필요성 ····· 14

1. 대외적 측면(신(新)기후체제) ····· 14

2. 정부의 정책적 측면 ····· 15

3. 건설 경제 및 산업적 측면 ····· 17

제4절 기획연구의 목표 및 추진전략 ····· 20

1. 기획연구의 목표 및 범위 ····· 20

2. 기획연구의 추진전략 ····· 23

제2장 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 27

제1절 국내외 정책동향 ····· 27

1. 국외 정책동향 ····· 27

2. 국내 정책동향 ····· 42

제2절 국내외 시장현황 및 전망 ····· 55

1. 국외 시장현황 ····· 55

2. 국내 시장현황 ····· 59

제3절 기술동향 분석 ····· 64

1. 관련 기술개발 동향 ····· 64

2. 기존 기술(연구)과의 차별성 및 연계방안 ····· 96

제4절 기술수준 분석 ····· 100

1. 특허동향 분석 ····· 100

2. 논문동향 분석 ····· 106

제5절 유사과제 분석 ····· 113

제6절 연구개발 인프라 분석 ····· 120

1. 건물부문 온실가스 감축 기술 및 예측 모델의 연구개발 인프라 분석 ·· 120

2. 건물부문 온실가스 통합관리 기술의 연구개발 인프라 분석 ····· 126

제7절 기술수요조사 ····· 129

1. 기술수요조사 개요 ····· 129

2. 기술수요조사 결과 ····· 131

제8절 종합분석 ····· 134

1. 동향분석 및 수요조사 시사점 ····· 134

2. 연구역량 분석 및 SWOT 분석 ····· 140

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 143

제1절 비전 및 목표 ····· 143

1. 연구 비전 ····· 143

2. 연구 목표 ····· 144

3. 기술개발에 따른 미래상 ····· 146

제2절 핵심기술 선정 ····· 150

1. 중점분야 및 핵심키워드 도출 ····· 150

2. 기술위원회 검토 및 세부과제 선정 ····· 151

제3절 연구개발과제 구성 ····· 162

1. 연구과제의 전체 구성 ····· 162

2. 세부과제 구성 ····· 164

3. 기술의 정의 ····· 166

제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략 ····· 169

1. 세부과제별 주요내용 ····· 169

2. 추진전략 ····· 176

제5절 세부과제 간 연계관계 ····· 179

제6절 과제별・연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 ····· 181

1. 과제별·연차별 기술로드맵 ····· 181

2. 성과로드맵 ····· 184

제7절 성과의 활용방안 ····· 186

1. 성과물 활용방안 ····· 186

2. 최종 성과물의 수요처별 활용방안 ····· 189

제4장 사전타당성 검토 ····· 191

제1절 개 요 ····· 191

제2절 정책적 타당성 검토 ····· 194

제3절 기술적 타당성 검토 ····· 199

제4절 경제적 타당성 검토 ····· 204

제5장 인력투입 소요예산 산정 ····· 211

제1절 연구일정에 따른 인력투입 계획 ····· 211

1. 전체 과제 인력 투입 계획 ····· 211

2. 세부과제별 상세 인력 투입 계획 ····· 212

제2절 소요예산 산정 ····· 214

1. 예산 산정 방법 ····· 214

2. 전체사업 소요 예산 ····· 214

3. 세부과제별 소요예산 ····· 216

제6장 과제 제안요구서 ····· 217

제1절 과제 제안요구서(RFP) ····· 217

1. 연구단 총괄 과제 제안요구서(RFP) ····· 217

2. 1세부 과제 제안요구서(RFP) ····· 232

3. 2세부 과제 제안요구서(RFP) ····· 242

4. 3세부 과제 제안요구서(RFP) ····· 254

제2절 평가기준 설정 ····· 265

1. 평가항목 ····· 265

2. 평가점수의 가점 및 감점 기준 ····· 266

참 고 문 헌 ····· 267

그림 차례

[그림 1.1] 온실가스의 정의 및 대상 ····· 2
[그림 1.2] 건물부문 온실가스(에너지) 범위 ····· 2
[그림 1.3] 기획연구의 범위 ····· 3
[그림 1.4] 국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템 개발(안) ····· 5
[그림 1.5] Post-2020 우리나라 국가 온실가스 감축 목표(2015년 6월) ····· 10
[그림 1.6] 2020년 부문별-업종별 국가 온실가스 감축 목표(2011년 7월) ····· 10
[그림 1.7] 우리나라 온실가스 배출량(출처: 온실가스종합정보센터, www.gir.go.kr) ····· 12
[그림 1.8] 건물부문 온실가스 배출 현황 및 추이 ····· 13
[그림 1.9] 건물부문 에너지원별 온실가스 배출량 중(2012년 기준) ····· 13
[그림 1.10] 지구온난화에 의한 영향과 위기(출처: 기후 Week 2015 포럼, 2015) ····· 14
[그림 1.11] Post-2020 대응 국외의 온실가스 감축 목표 및 내용 ····· 15
[그림 1.12] 세계 탄소배출권 거래제 현황 (출처: 국제배출권거래협회, 2015) ····· 17
[그림 1.13] 세계 건물에너지효율화에 따른 비용효과 분석 ····· 19
[그림 1.14] 기획연구의 목표 ····· 20
[그림 1.15] 기획연구의 추진 프로세스 ····· 24
[그림 1.16] 기획연구의 추진체계 및 구성 ····· 25
[그림 2.1] 세계 각국의 INDC 국가 감축목표 수립 현황 ····· 27
[그림 2.2] 주요 선진국의 국가차원의 온실가스 감축정책 동향 ····· 28
[그림 2.3] 전 세계 국가별 녹색 건축물 인증제도 현황 ····· 29
[그림 2.4] IEA EBC의 중기 로드맵과 온실가스 감축 기술 과제(Annex 56) ····· 30
[그림 2.5] 일본 지구온난화대책추진법 구조와 역할 ····· 32
[그림 2.6] 일본 지자체 온실가스 배출량 추계에 적용하는 활용량(예시) ····· 33
[그림 2.7] 일본 지자체 온실가스 배출량 추계에 적용하는 활용량(예시) ····· 33
[그림 2.8] 영국 및 런던의 정책 목표와 제로에너지타운 진행상황 ····· 34
[그림 2.9] Calderdale 지역 인벤토리 작성부문 및 배출량 계산 예 ····· 35
[그림 2.10] 영국 Atmospheric Emissions Inventory Toolkit(EMIT) 및 온실가스 총계 ··· 35
[그림 2.11] 영국 온실가스 감량 정책계획(가상 사례) (출처 : 국토연구원, 2008 재인용) 36

[그림 2.12] 국제적 온실가스 감축 방안별 비용효율 분석 결과 (출처: Mckinsey 보고서) 37
[그림 2.13] 국외 배출권 거래제 도입 현황 (출처: 이충국, 2016) ····· 38
[그림 2.14] 국외의 온실가스 배출권 거래제 시행 현황 (출처: 환경부) ····· 39
[그림 2.15] 건축물 에너지효율화 추진 정책 목표(출처: 녹색위 보고자료, 2009) ····· 43
[그림 2.16] 국내 건물부문 온실가스 감축 및 에너지효율화 추진정책 분류 ····· 44
[그림 2.17] 국내 건물부문 온실가스 감축관련 정책 현황 및 전망 ····· 45
[그림 2.18] 온실가스에너지목표관리제도의 제도시행 체계 ····· 46
[그림 2.19] 온실가스에너지목표관리제도의 주요 일정 ····· 46
[그림 2.20] 온실가스 배출권 거래제의 개념(출처: 환경부, www.me.go.kr) ····· 47
[그림 2.21] 배출권 할당 방법 개념 (출처: 한국환경공단) ····· 48
[그림 2.22] 시·도 지역별, 배출·흡수원별 배출량(2005년) ····· 52
[그림 2.23] 강원 온실가스 통합 관리시스템 G-EGMS 화면 (예시) ····· 53
[그림 2.24] 지자체 배출특성에 따른 유형 분류체계 (예시) ····· 53
[그림 2.25] 현존 또는 향후 세계 온실가스 배출권 거래 규모 ····· 55
[그림 2.26] 국가 온실가스 배출 현황 및 추세 ····· 56
[그림 2.27] 우리나라 탄소시장 거래금액(2015년 기준) (출처: 이충국, 2016) ····· 59
[그림 2.28] 신재생에너지 산업 시장 현황 ····· 61
[그림 2.29] 국내 그린빌딩 시장 예측 (출처: 국토교통과학기술진흥원, 2013) ····· 62
[그림 2.30] 국내외 상·하향식 온실가스 감축 모형 시스템의 종류 및 특성 ····· 64
[그림 2.31] 에너지경제연구원의 배출전망 모형 개요 및 건물부문 모듈 ····· 67
[그림 2.32] 국내 상향식 모형의 에너지수요부문 구성 ····· 67
[그림 2.33] GCM모형을 이용한 중국의 건물부문 에너지 분석 모형 구조 사례 ····· 68
[그림 2.34] 미국 캘리포니아 건물부문 온실가스 분석 툴 사례 ····· 68
[그림 2.35] 온실가스 감축 모델을 활용한 감축목표 도출 절차 ····· 71
[그림 2.36] 해외 건물에너지 표준모델 구축 사례 ····· 71
[그림 2.37] 국가 건물에너지 통합관리시스템의 통합 DB 구축 프로세스 ····· 79
[그림 2.38] IPCC(2006)에 따른 국가 온실가스 인벤토리 구축 체계 ····· 84
[그림 2.39] 국내외 고층건물 리모델링 사례 비교 (Willis tower(좌), GS역전타워(우)) ···· 86
[그림 2.40] 온실가스 감축 기술에 대한 정부 R&D 투자 현황 ····· 88
[그림 2.41] 제로카본 그린홈 실증 사업 및 적용 기술 ····· 89

[그림 2.42] 온실가스 배출 최소화를 위한 패시브 및 액티브기술 분류 및 적용기술 ····· 90
[그림 2.43] 에너지기술개발 12대 중점 프로그램과 전략로드맵의 관계 ····· 92
[그림 2.44] IEA EBC의 건물내 인간행태와 연계된 에너지 통합 기술 개념 ····· 93
[그림 2.45] 건축물 온실가스 감축 기술트리(technology tree) 구축 ····· 96
[그림 2.46] 건물부문 온실가스 감축 기술트리(technology tree)별 기술(과제) 동향 조사 97
[그림 2.47] 특허정보분석 시스템 WISDOMAIN의 메인 화면 ····· 100
[그림 2.48] 핵심키워드(건물, 온실가스, 감축)에 의한 특허 맵 ····· 101
[그림 2.49] 대상특허 전체 연도별 특허 출원 현황 ····· 102
[그림 2.50] 국가별 특허 점유율 ····· 103
[그림 2.51] 건물 온실가스 감축 기술 및 모델 특허 맵 ····· 104
[그림 2.52] 기반구축 분야에 대한 특허 분포도 ····· 106
[그림 2.53] 2006-2015년 건물 온실가스(에너지) 감축 기술 및 모델 관련 국내 논문 수 108
[그림 2.54] 2006-2015년 건물 온실가스(에너지) 감축 기술 및 모델 관련 국외 논문 수 108
[그림 2.55] 2006-2015년 건물부문 온실가스 배출에 관한 연구의 논문 수 ····· 109
[그림 2.56] 국가 건물에너지 통합관리시스템과 저에너지 건축물 통합 지원 시스템 ····· 118
[그림 2.57] 기존 국가 건물에너지 통합관리시스템과의 기획연구 제안 시스템 차별화 전략 · 119
[그림 2.58] 설문조사 분석현황 ····· 122
[그림 2.59] 국내 기술수준 분석 ····· 124
[그림 2.60] 국외 기술수준 분석 ····· 124
[그림 2.61] 국외 기술 대비 국내 기술수준 분석 ····· 124
[그림 2.62] 기술별 중요도 분석 ····· 124
[그림 3.1] 기획연구의 비전 및 목표 ····· 143
[그림 3.2] 핵심기술 선정 프로세스 ····· 150
[그림 3.3] 4대 중점분야 및 핵심 키워드 ····· 150
[그림 3.4] 후보과제 선정을 위한 기술수요 조사 프로세스 ····· 151
[그림 3.5] 세부과제 및 기술 제안 ····· 153
[그림 3.6] 현재 건축물 외단열 공법의 문제점 ····· 155
[그림 3.7] 불연 및 준불연 외단열 시스템 적용 ····· 155
[그림 3.8] 건축물 열교현상 사례 및 형태 ····· 157
[그림 3.9] 접합부 열교차단 외단열 시스템 제품 및 시공사례 ····· 158

[그림 3.10] 반사형 지붕에 대한 열적 특성과 온도저감 효과 ····· 159
[그림 3.11] 외피(지붕) 축열 방지 시스템 개념 ····· 160
[그림 3.12] 소형 건축물 열원(냉난방/급탕/환기) 최적 운전 개념 예시 ····· 161
[그림 3.13] 연구개발과제의 구성 및 체계 ····· 162
[그림 3.14] 연구개발과제의 전체 구성 개념도 ····· 162
[그림 3.15] 연구단 연구추진 체계 ····· 178
[그림 3.16] 세부과제 간 연계관계 ····· 180
[그림 3.17] 1세부과제 기술로드맵 ····· 181
[그림 3.18] 2세부과제 기술로드맵 ····· 182
[그림 3.19] 3세부과제 기술로드맵 ····· 183
[그림 3.20] 과제별 · 단계별 산출물(Output) 및 성과물(Outcome) 로드맵 ····· 184
[그림 3.21] 국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템 운영(안) ····· 190
[그림 4.1] 연구개발 사전타당성 검토의 필요성 및 고려사항 ····· 191
[그림 4.2] 국무조정실 보도자료 (2016.02.26.) ····· 195
[그림 4.3] 기존 시스템 구축비용 대비 신규 시스템 구축비용 절감 ····· 204
[그림 4.4] 녹색건축물의 가치산정 상승 개념 ····· 205
[그림 4.5] 환경비용 평가 개념 ····· 207
[그림 4.6] 환경비용 평가 결과 ····· 209
[그림 5.1] 연차별 세부과제 소요예산 ····· 214
[그림 5.2] 비목별 소요예산 구성비 ····· 215

표 차례

<표 2.1> 일본의 건물부문 온실가스 감축 내용 및 목표 ····· 30
<표 2.2> 미국의 국가 에너지 정책 ····· 37
<표 2.3> 에너지 성능 개선을 위한 국가별 정보시스템 현황 (출처 : 김선숙, 2015) ····· 41
<표 2.4> 국내 온실가스 감축 추진 관련 기본계획 및 법령 내용 ····· 42
<표 2.5> 온실가스에너지목표관리제도의 관리업체 지정기준 ····· 46
<표 2.6> 기존 지자체별 온실가스 배출 현황 구축의 특징 (출처: 국토연구원, 2008) ····· 49
<표 2.7> 지역별 온실가스 배출목록 범위, 종류, 지역별 온실가스 배출량 산정방법 ····· 50
<표 2.8> 지역별 온실가스 배출현황 구축 대상기간과 지역 ····· 50
<표 2.9> 연도별, 배출·흡수원별 전국 온실가스 총 배출량 변화 (출처: 국토연구원, 2008) ···· 51
<표 2.10> 지역별 온실가스 배출현황 구축 대상기간과 지역 ····· 51
<표 2.11> 그린리모델링을 활용한 에너지 절감 및 온실가스 감축 기술 ····· 54
<표 2.12> 국내외 일반건축물 및 녹색건축물 시장성장 전망 ····· 57
<표 2.13> 기후변화 적응에 대한 건축 산업의 SWOT분석 ····· 63
<표 2.14> 국내 온실가스 감축모델 현황 분석 ····· 70
<표 2.15> 국외 녹색 건축물 데이터베이스 개발 현황 ····· 72
<표 2.16> 국내외 온실가스 감축 모델 연구 동향 ····· 73
<표 2.17> 국외의 BIG-DATA 시각화 기술 ····· 75
<표 2.18> 온실가스 배출량 산정 및 보고에 관한 기술 ····· 77
<표 2.19> 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템과 기존 시스템(기술)과의 차별성 80
<표 2.20> 국내, BIG-DATA 시각화 기술 ····· 83
<표 2.21> 국외의 지역/용도에 따른 에너지절약형 건축물 사례별 적용 기술 현황 ····· 86
<표 2.22> 에너지 및 온실가스 배출량 비교(현행법상 주택 vs 패시브 주택) ····· 93
<표 2.23> 온실가스 감축을 위한 관련 기술 ····· 95
<표 2.24> 기존 기술(연구)과의 차별성 및 연계방안 ····· 98
<표 2.25> 건물 온실가스 감축 기술 및 모델관련 연구동향 ····· 102
<표 2.26> 온실가스 통합 정보·관리 시스템 구축 및 운영 관련 연구동향 ····· 105
<표 2.27> 건물 온실가스 감축 기술 및 모델관련 국내외 논문 년도별 편수 현황 (년, 편) 107

<표 2.28> 온실가스 통합 정보·관리 시스템 구축 및 운영 관련 연구동향 ····· 109
<표 2.29> 2006-2015년 건물부문 온실가스 배출에 관한 연구의 논문 수 ····· 109
<표 2.30> 국내·외 연구분야별 대표적 연구내용 ····· 111
<표 2.31> 기존 연구와의 비교분석 ····· 113
<표 2.32> 연구개발 인프라 수준 비교 ····· 120
<표 2.33> 건물부문 온실가스 감축기술 개발 관련 국내 연구자 인프라 ····· 125
<표 2.34> 국내 에너지소비량 정보 현황 ····· 128
<표 2.35> 기술수요조사 대상 선정 ····· 129
<표 2.36> 기술수요조사 진행 일정 ····· 131
<표 2.37> 기술수요조사 대상 선정 ····· 131
<표 2.38> 기술수요조사를 통해 제안된 기술명 ····· 133
<표 2.39> 기획과제의 SWOT 분석 ····· 141
<표 2.40> 대응전략 및 기술개발 방향 ····· 141
<표 3.1> 연구결과의 정량적 목표 ····· 145
<표 3.2> 연구개발 목표 ····· 145
<표 3.3> 건물부문 온실가스 전망 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술의 현황 및 미래상 146
<표 3.4> 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술의 현황 및 미래상 ····· 147
<표 3.5> 건물부문 목표달성을 위한 지원 체계의 현황 및 미래상 ····· 148
<표 3.6> 건물부문 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 기술의 현황 및 미래상 ····· 149
<표 3.7> 과제구성 결과(기술트리) ····· 165
<표 3.8> 세부 과제별 기술의 정의 및 성과물 ····· 166
<표 3.9> 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축 ···· 169
<표 3.10> 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술 개발 ····· 170
<표 3.11> 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술 ····· 170
<표 3.12> 온실가스 감축 방안 의사결정지원 툴(Tool) 기술 ····· 171
<표 3.13> 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증 ····· 171
<표 3.14> 건물부문 온실가스 인벤토리 구축 ····· 172
<표 3.15> Benchmark 산정 기술 및 시스템 개발 ····· 172
<표 3.16> 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축 ····· 173
<표 3.17> 6층 이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열시스템 기술 ····· 173

<표 3.18> 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술 ····· 174
<표 3.19> 투습 및 방수기능을 갖는 지붕 축열방지 보강 기술 ····· 174
<표 3.20> 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지시스템 기술 개발 ····· 175
<표 3.21> 과제별 주요 성과물 및 성과물 형태 ····· 185
<표 3.22> 최종 성과물 수요처별 활용방안 ····· 189
<표 4.1> 사전타당성 조사의 주요 내용 ····· 192
<표 4.2> 정책적 타당성 분석항목 및 방법 ····· 192
<표 4.3> 기술적 타당성 분석항목 및 방법 ····· 193
<표 4.4> 경제적 타당성 분석항목 및 방법 ····· 193
<표 4.5> 국내 연구개발 과제와의 중복성 검토 ····· 203
<표 4.6> 보호대상 및 피해지표 ····· 208
<표 4.7> 피해지표별 경제적 가치 ····· 209
<표 5.1> 연차별 투입 연구인력 ····· 212
<표 5.2> 1세부과제 연차별 투입 연구인력 ····· 212
<표 5.3> 2세부과제 연차별 투입 연구인력 ····· 213
<표 5.4> 3세부과제 연차별 투입 연구인력 ····· 213
<표 5.5> 전체 소요예산 ····· 214
<표 5.6> 총괄 비목별 소요예산 ····· 215
<표 5.7> 1세부과제 비목별 소요예산 ····· 216
<표 5.8> 2세부과제 비목별 소요예산 ····· 216
<표 5.9> 3세부과제 비목별 소요예산 ····· 216
<표 6.1> 평가 항목 및 배점 ····· 266

제1장 기술의 정의 및 필요성

제1절 기술의 정의

1. 총괄적인 기술의 정의

본 과제는 ‘POST-2020 파리협정에 대응하기 위한 건물부문 온실가스 감축기술 개발을 위한 연구’를 기획하는 것으로 “POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모델 및 통합관리시스템”을 다음과 같이 정의할 수 있음

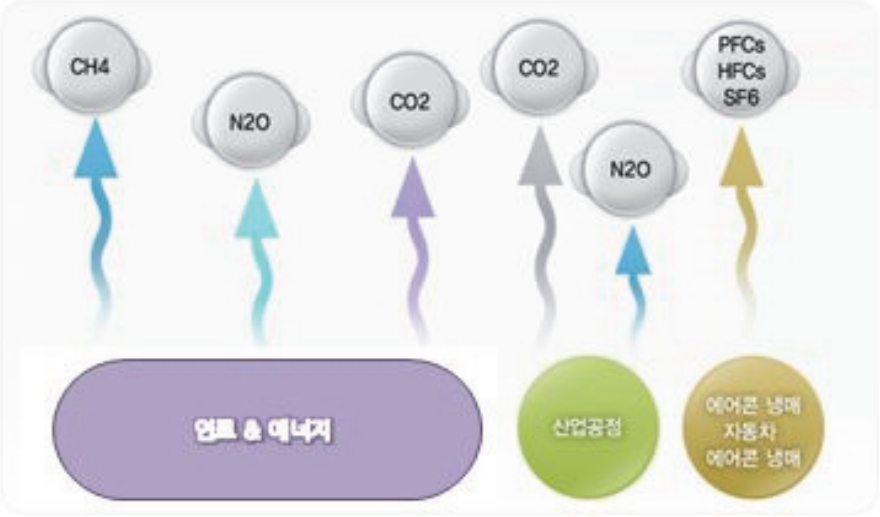
> POST-2020 국가 온실가스 감축목표를 달성하기 위해 국가수준에서 건물부문이 확보하고 개발하여야 하는 건축물의 온실가스 감축 기술로써 “건축물의 온실가스 감축 핵심기술, 예측·평가 기술, 통합관리 기술(시스템), 필수 추진제도”로 정의

보다 상세한 기술의 정의는 **‘POST-2020 국가 온실가스 감축 목표(2030년 중장기 감축 목표)를 달성하기 위해 건물부문에서 확보되어야 할 건축물 온실가스 감축 핵심기술과 합리적인 감축목표 설정 및 정책적 대응방안 마련을 위한 국가수준의 건물부문 온실가스 감축모델 기술 및 공적(公的) 세계최초 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템 개발’**을 의미함

- 「**온실가스(Green-house Gas, GHG)**」란 ‘대기권에서 지표에서 방사되는 적외선 복사열의 일부를 흡수하거나 재방출함으로써 지구에 온실효과를 일으키는 원인이 되는 기체’를 말함. 기체의 범위는 H2O, CO2, CH4, O3, N2O, CFCs, HFCs, PFCs, SF6 등이 포함됨(저탄소 녹색성장 기본법 제2조 9항, 위키백과 사전 등)
  : 본 과제에서 온실가스는 ‘기후변화협약에 따라 배출이 억제되거나 삭감되어야 하는 6대 온실가스’로 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF6)를 말함

- 「**건물에서의 감축되어야 할 온실가스**」는 건축물의 운영상에서 건물 내에서의 연료 연소 및 에너지 사용에 의해 발생하는 온실가스로 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O)를 대상으로 함

: 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF6)는 에어컨의 냉매, 산업공정 상에서 주로 발생하는 온실가스로 대상이 아님



[그림 1.1] 온실가스의 정의 및 대상

- 「**건물부문 온실가스(에너지) 범위**」는 1996년 IPCC[1] (기후변화에 관한 정부간 패널) 가이드라인 상에서 국가 온실가스 인벤토리에 포함된 에너지 분야로 건물 내에서 사용되는 모든 에너지원으로 건물의 "운영단계"에서 직접 소비되는 '석탄, 석유, 도시가스, 전력, 지역난방(열에너지), 신재생에너지'를 대상으로 함

: UN의 국가기여방안(INDC) 상의 국가 감축목표에 따른 건물부문 감축 범위로 고려

: 에너지 소비의 용도는 난방, 냉방, 급탕, 취사, 조명, 가전, 동력 등을 범위로 함



[그림 1.2] 건물부문 온실가스(에너지) 범위

- 「**POST-2020**」이란 2020년 만료예정인 기존의 기후변화협약인 교토의정서 체계를 대체하는 **신기후체계로서 2020년 이후에 발효되는 전지구적인 기후변화협약을 의미**하며 '15년 파리 기후변화 당사국총회(COP 21)에서 제출된 **2030년 국가 감축목표**를 의미함

: Post-2020 신기후체제란 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승폭을 2℃ 이

1) IPCC (기후변화에 관한 정부간 패널), UN의 전문기관인 세계기상기구(WMO)와 국제 연합 환경 계획(UNEP)에 의해 1988년에 설립된 조직으로, 인간 활동에 대한 기후변화의 위험을 평가하는 것이 임무이다. 기후변화에 관한 국제 연합 기본 협약(UNFCCC)의 실행에 관한 보고서를 발행하는 것이 주 임무이다.

내로 억제하기 위하여 선진국, 개도국 모두 참여하여 기후 변화에 대응하는 것을 의미하며, 제20차 리마 기후변화 당사국총회(COP, The Conference of the Parties)에서 각국이 온실가스 감축목표를 스스로 결정하는 자발적 기여(INDC, Intended Nationally Determined Contributions)를 2015년 12월로 예정된 파리총회(COP 21)에 앞서 제출하기로 함

○ 1997년 기후변화협약 교토의정서 체계 이후, 그리고 2015년 파리 기후변화총회(COP 21) 회의에서 "파리 협약 (Paris Agreement)" 이 체결되어 신기후체계가 출범(POST-2020 감축 목표 수립*)함으로써 국제사회의 기후변화대응 노력에 발맞추어 한국도 온실가스 감축 노력이 절실

* 2030년까지 온실가스 감축목표(배출전망치 대비 37%)를 국제사회에 공표('15.6)

- 본 기획연구의 범위는 다음과 같음

: 기후변화대응을 위한 에너지 신산업 활성화 및 건물부문에서 온실가스 감축을 이끌 핵심 감축 기술을 발굴하여 정부가 집중 육성해야 할 핵심기술 개발 분야 및 과제를 도출하여야 함



[그림 1.3] 기획연구의 범위

2. 세부과제별 기술의 정의



- (**예측/평가**) Post-2020 감축목표에 따라 2030년~2050년 중장기 건물부문의 온실가스 배출량 전망 및 감축잠재량 예측, 핵심기술 개발전략 등 목표달성을 위한 계획 및 실행방안 마련을 위해 국가레벨에서의 건물부문의 예측/평가 기술이 확보되어야 함

- (**기반구축**) 건물부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 기반구축으로 배출권 거래제 시행, 감축목표 수립 및 이행 점검 등 관련 정책 추진과 온실가스 배출 특성, 감축 효과 분석 및 통합 관리를 위한 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반(bottom-up 방식)의 지역별/건물특성별/에너지원별 온실가스 인벤토리 구축과 온실가스 배출 현황, 유사용도의 배출량 비교, 데이터 특성별 상관관계 분석 및 대국민 제공 서비스 등 온실가스 통합 정보·관리 시스템 개발



[그림 1.4] 국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템 개발(안)

- (**추진정책**) 건물부문 온실가스 감축 및 에너지 효율화를 위한 혁신적인 기술 및 신공법의 건설시장 적용은 민간주도의 시장에서 자율적인 형태로 적용되는 것에 많은 한계와 시간이 요구됨에 따라 정부는 온실가스 감축 지원 정책 및 에너지효율화 정책을 통해 건설시장에 온실가스 감축 신기술 및 혁신적인 기술이 반영될 수 있도록 단계별·연차별로 건축물 온실가스 통합관리 제도 등을 제·개정 추진하여 재정적·실질적 제도 및 기준 마련이 선행되어야 함

- (**핵심기술**) 기후변화대응을 위한 에너지 신산업 활성화 및 건물부문에서 온실가스 감축을 이끌 핵심 감축 기술을 발굴하여 정부가 집중 육성해야 할 핵심기술 개발 분야 및 과제를 도출하여야 함. 또한 POST-2020 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 활성화 및 기존건축물의 녹색건축물 전환을 의무화하기 위한 공공추진형의 온실가스 저감 기술 또는 건설시장 애로기술에 대한 개발 지원

제2절 연구개발 배경

1. POST-2020 파리 협약의 주요 내용

○ 프랑스 파리에서 개최된 제21차 기후변화협약 당사국 총회(COP21)에서는 신기후체제 합의문인 **'파리 협정 (Paris Agreement)'**이 극적으로 채택됨. 이는 2020년 이후 출범예정인 신기후체제에 대한 규범으로 29조로 구성

: 모든 국가에 적용되는 새로운 기후변화 대응체제의 출범임

: 장기목표를 설정하고 매 5년마다 상향된 감축목표 제출 등에 합의

- (POST-2020) 파리협정은 2020년 만료 예정인 기존의 교토의정서 체제를 대체하는 것으로, 본 협정이 발효되면 선진국의 선도적 역할이 강조되는 가운데 모든 국가가 전지구적인 기후변화 대응에 참여하게 됨



○ 이번 파리협정의 주요 내용은 다음과 같음[2)]

- (장기목표) 국제사회 공동의 장기목표로 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승을 2℃ 보다 상당히 낮은 수준으로 유지하는 것으로 하고, 온도 상승을 1.5℃ 이하로 제한하기 위한 노력 추구 선언 (Article 2.1)

- (감축) 국가별 기여방안(NDC)은 스스로 정하는 방식을 채택하여, **매 5년마다 상향된 목표를 제출**하되 공통의 차별화된 책임 및 국별 여건을 감안할 수 있도록 함 (Article 4, Article 4.9)
  : **래칫 메커니즘(ratchet mechanism) 개념 도입**(후퇴방지, 목표 상향성 유지)
  : 감축목표 유형과 관련, 선진국은 절대량 방식을 유지하며, 개도국에게는 국별 여건을 감안하되, 부문별 감축 목표가 아닌 경제 전반을 포괄하는 감축목표를 점진적으로 채택하도록 함
  : 또한 모든 국가가 장기 저탄소 개발 전략을 마련하고, 이를 2020년까지 제출하는 것을 노력하도록 요청함
  : 국가별 기여방안(INDC) 자체는 부속기관인 공공등록부(public registry)에서 관리하도록 명시

- (탄소시장) 온실가스 감축목표의 효과적 달성을 위해 UN 기후변화협약 중심의 시장 이외에도 당사국 간의 자발적인 협력도 인정하는 등 **다양한 형태의 국제 탄소시장 매커니즘** 설립에 합의 (Article 6.2-6.3)

- (이행점검) 5년 단위로 파리협정 이행 전반에 대한 국제사회 공동 차원의 **종합적인 이행점검(Global Stocktaking)을 도입**하여 2023년에 이를 처음 실시하도록 계획함 (Article 14.2)
  : 이행 점검을 위하여 국가 온실가스 인벤토리, 감축목표 달성 경과 등에 대한 보고가 의무화 함
  : 보고내용에 대한 전문가 검토와 다자협의를 거치도록 하여 각국의 이행을 투명하게 관리하는 절차를 강화하되, 개도국에게는 일정 정도 유연성을 허용함

- (적응) 온실가스 감축뿐만 아니라 기후변화에 대한 적응의 중요성에 주목하고 기후변화의 역효과로 인한 ‘손실과 피해’ 문제를 별도 조항으로 규정

2) 정부 보도자료 정리 및 재편집(2015.12.12., 정부합동 보도자료, 신기후체제 협상 극적 타결.. “파리 협정” 채택)

(Article 7-8)

- (재원) 개도국의 이행지원을 위한 기후재원과 관련하여 선진국의 재원공급 의무를 규정하고 선진국 이외의 국가들은 자발적인 기여를 장려 (Article 9.2-9.3)

: 2020년 이후에도 2025년까지 매년 최소 1,000억 달러의 기후재정을 제공하며, 2025년 이후 새로운 수량적 목표를 재설정하기로 함

- (기술) 신기후체제에서 개도국이 감축의무에 동참하는 것은 이에 필요한 기후기수 지원을 전제하고 있어 **기술의 개발 및 이전에 관한 국가들 간의 협력이 확대, 강화**되도록 규정

- (정보 제공) 모든 당사국은 온실가스 배출과 흡수에 관한 인벤토리 보고서 및 국가 기여 (INDC)의 진전을 추적할 수 있는 **정보를 정기적으로 제공**하여야 함 (Article 13.7)

POST-2020 파리 협정(Paris Agreement) 원칙

- **(국제사회 공동목표) 산업화 이전 대비 지구평균 기온 상승 1.5℃ 이하로 제한하기 위한 노력 추구**
  : 글로벌 차원의 조속한 온실가스 배출정점 도달을 목표로 하고 각국의 책임과 역량 고려

- **(국가 목표)** 국가별기여방안(INDC)는 스스로 정하나 **매 5년마다 상향된 국가 목표를 제출**
  : **목표의 전진원칙 규정**으로 차기 감축목표는 이전 수준보다 진전된 목표를 제시

- **(이행 점검) 5년 단위로 국제사회 공동차원의 이행점검(Global Stocktaking)을 도입, 2023년에 실시**
  : 이행점검 시 국가 온실가스 인벤토리, 감축목표 달성 경과 등 보고가 의무화

- **(탄소 시장)** UN 기후변화협약 중심의 시장 이외에도 **다양한 국제 탄소시장 매커니즘 설립에 합의**
  (기술 협력) 기술의 개발 및 이전에 관한 국가들 간의 협력이 확대, 강화되도록 규정

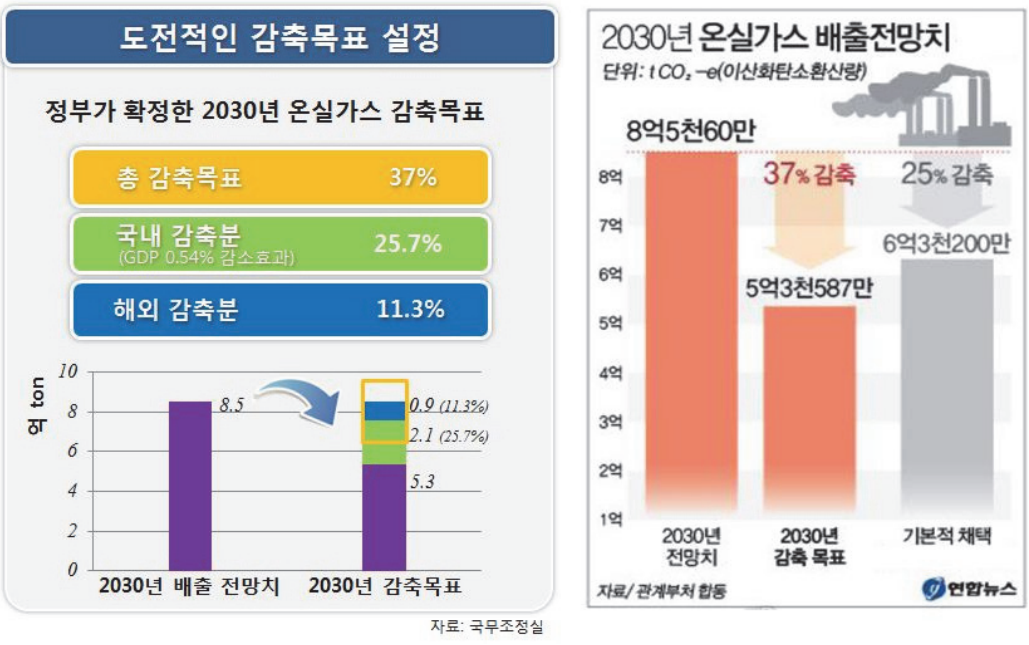
2. POST-2020 국가 온실가스 감축 목표[3)]

○ 한국은 전 경제 분야에서 **"2030년까지 온실가스 배출전망치 (850.6백만톤 CO_{2-eq}) 대비 37%를 감축할 계획을 수립"** 하였음
: 2030년에 315백만톤 CO_{2e} 감축 (국내 감축분 25.7% + 해외 감축분 11.3%)

○ 한국은 「저탄소 녹색성장 기본법」을 바탕으로, 전 경제 분야에서 지속적으로 기후변화 대응을 위한 노력을 기울여 왔으며, 새로운 2030년 목표달성을 위해 이러한 노력을 더욱 강화해 나갈 예정임

배출전망치 Baseline	(단위 : 백만톤CO_2-eq) 연도 / 2020 / 2025 / 2030 BAU / 782.5 / 809.7 / 850.6 ○인구, GDP, 산업구조, 유가 등 주요 경제변수 전망을 토대로 KEEI-EGMS 모형을 운용하여 배출전망치 도출
감축공약목표 Reduction level	○ 2030년 BAU 대비 37% 감축
대상부문 Coverage	○ 국가 전 부문이 대상
섹터 Sectors	○ 부문별로 에너지(energy), 산업공정(industrial process and product use), 농업(agriculture), 폐기물(waste)은 대상에 포함되며 LULUCF(land use, land-use change and forestry) 포함여부는 추후 결정
대상가스 Scope	○ Carbon Dioxide(CO_2), Methane(CH_4), Nitrous Oxide(N_2O), Hydrofluorocarbons(HFCs), Perfluorocarbons(PFCs), Sulphur hexafluoride(SF_6)
온난화지수 Metric	○ 1995년 IPCC 제2차 평가보고서의 지구온난화지수 (GWP) 적용하여 이산화탄소 환산톤 계산
배출량 산정 Inventory methodology	○ 2014년 12월 제출한 "격년갱신보고서"와 동일한 산정방법론을 적용 ○ IPCC 1996 가이드라인을 사용하여 온실가스 배출량과 흡수량을 산정하였으며, 일부 부분은 - 농업분야 벼 재배(4C), 폐기물 분야 기타(6D) - IPCC 2006 가이드라인 사용
국제탄소시장 Int'l Market Mechanism	○ 대한민국은 2030년 감축목표를 이행함에 있어, 관련 규정과 기준에 따라 국제탄소시장을 부분적으로 활용할 계획임
토지부문 포함 Land sector	○ 감축목표 이행을 평가하는데, 토지부문 배출량 및 흡수량을 포함할지 여부와 그 방법을 추후에 결정

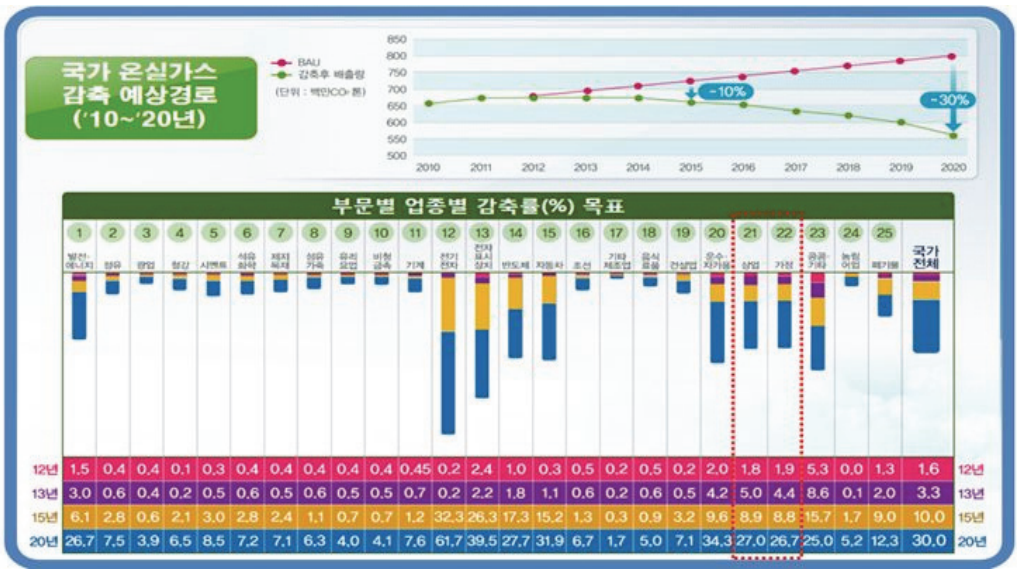
3) UN에 제출된 우리나라 자발적 기여(INDC)의 내용을 발췌하여 정리함.



[그림 1.5] Post-2020 우리나라 국가 온실가스 감축 목표(2015년 6월)

○ 온실가스 감축을 위한 분야별 노력

- 2009년 한국은 2020년 온실가스 배출전망치 대비 30% 감축목표를 발표하고 2010년 4월 「저탄소 녹색성장 기본법」 제정 시 이를 명문화하였음. 부문·업종·연도별 감축목표를 2011년 7월에 결정



[그림 1.6] 2020년 부문별-업종별 국가 온실가스 감축 목표(2011년 7월)

- 부문별 이행계획 수립 및 이행을 위해 **2014년 1월「국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵」**을 마련하는 등 지속적으로 기후변화 대응을 위한 법제화, 유관계획 마련 등의 노력을 해왔음
  : 산업부문에서는 2012년부터「온실가스·에너지 목표관리제」를 시행하여 목표를 초과 달성
  : 2012년에 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」을 제정하고, **'2015년부터 아시아 국가 최초로 전국 단위「온실가스 배출권 거래제」를 시행'**

- 화석연료 사용으로 인한 온실가스 배출을 줄이기 위해 전환 부문에서 신재생에너지 공급을 의무화하고 확대하는 한편, 신재생에너지 발전시설 설치비를 보조하고 있음

- 건물 부문에서는 녹색건축물 설계기준 마련, 친환경주택 성능평가제도 등으로 건물의 설계부터 운영까지 에너지효율 관리를 추진하고 있음

○ 기존 국가 온실가스 감축 목표의 한계

- 2020년 국가 온실가스 감축목표가 높게 설정되었으며 현실성 있고 달성 가능한 수준의 목표 설정에 대한 의문이 전문가 그룹, 산업계, 시민단체 등을 통해 지속적으로 제기됨

- 온실가스 감축 실적(현황)과 년도별 감축 목표 달성 여부 및 감축 또는 증가에 대한 요인 파악을 통해 감축 이행 계획 검토 및 중장기 전략의 수립이 부재함

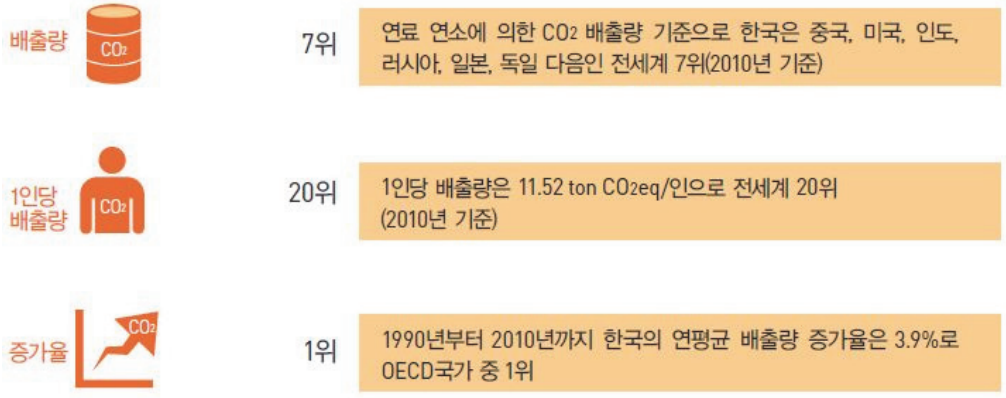
- 국가 차원의 지속적인 중장기 감축목표에 대한 재검토가 요구되고 있으며 향후에도 5년 단위로 감축목표 재설정이 진행되어야 하는 상황임. 또한 감축 이행 방안의 구체화 및 실현, 온실가스 감축과 관련된 신산업 및 신기술 창출의 요구가 증가하고 있음

- 온실가스 감축의 핵심 정책인 탄소배출권 거래제에 대한 준비가 미흡하며, 2020년 신기후체제 및 신탄소 시장 출범으로 탄소시장 급성장이 전망됨

3. 건물부문 온실가스 배출 현황

○ IPCC 온실가스 산출 지침에 따라 산출된 2010년 국가 온실가스 배출량은 669백만톤CO_{2e}로 2009년에 대비하여 약 9.8% 증가함. 증가의 원인은 화력발전과 철강업 등 제조업의 배출량이 증가했기 때문인 것으로 분석됨(환경부, 보도자료, 2013.2).

- 2013년 기준의 국가 온실가스 배출량은 694.5백만톤CO_{2e}임
- 분야별 온실가스 배출량을 살펴보면 에너지부문이 570.7백만톤CO_{2e}로 전체의 약 85.3%의 비중을 차지. 산업공정은 62.7백만톤CO_{2e} (9.4%), 농업부문이 21.3백만톤CO_{2e} (3.2%), 폐기물부문에서 14.2백만톤CO_{2e} (2.1%)를 배출함
- 국가 온실가스 배출량의 큰 비중을 차지하는 에너지부문의 온실가스 배출량을 살펴보면 2010년 에너지부문 온실가스 배출량이 570.7백만톤CO_{2e}이고 2009년에는 516.1백만톤CO_{2e}로 약 10.6% 증가. 에너지부문의 온실가스 배출량은 에너지산업, 제조 및 건설업, 수송, 기타, 탈루로 분류함



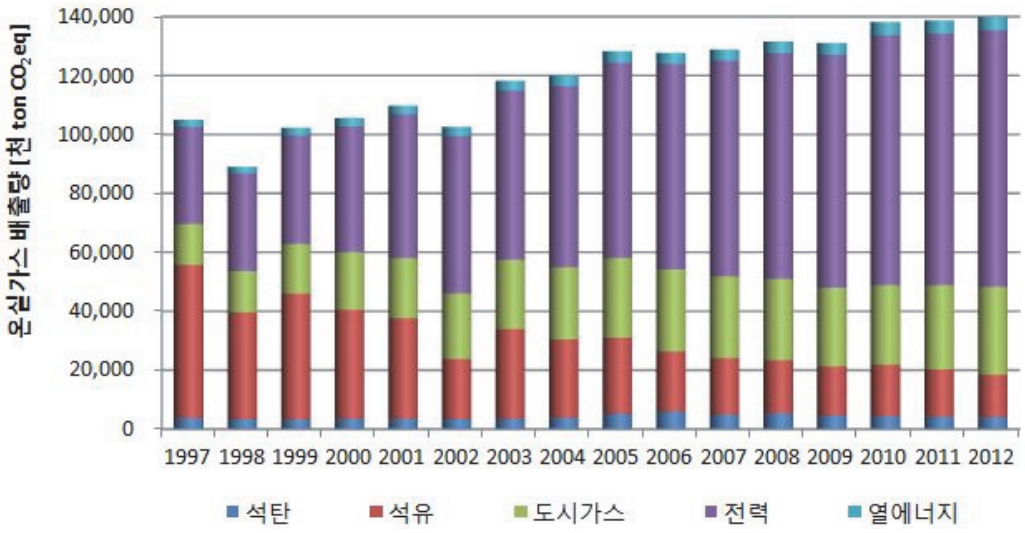
[그림 1.7] 우리나라 온실가스 배출량(출처: 온실가스종합정보센터, www.gir.go.kr)

○ 가정부문과 상업부문을 합한 건물부문의 온실가스 배출량은 2007년에 128.8백만톤CO_{2e}, 2010년에 138.1백만톤CO_{2e}이고 2011년에는 138.7백만톤CO_{2e}, 2012년엔 139.9백만톤CO_{2e}로 산출됨(한국건설기술연구원, 2014)

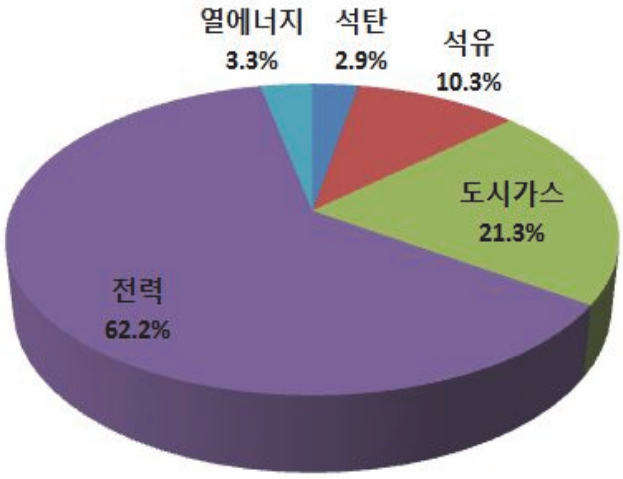
- 건물부문의 온실가스 배출량은 국가 배출량의 약 20.3%이상을 차지함

- 1997년 105.0백만톤CO_{2e}에서 약 34.9백만톤CO_{2e}으로 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 1998년에 다소 감소한 바가 있으나 꾸준히 증가하고 있음.
- 2012년 국가 건물부문 온실가스 배출량의 에너지원별 비중을 살펴보면 전력

이 62.2%, 도시가스 21.3, 석유류 10.3%, 열에너지 3.3%, 석탄 2.9% 순으로 비중을 차지



[그림 1.8] 건물부문 온실가스 배출 현황 및 추이



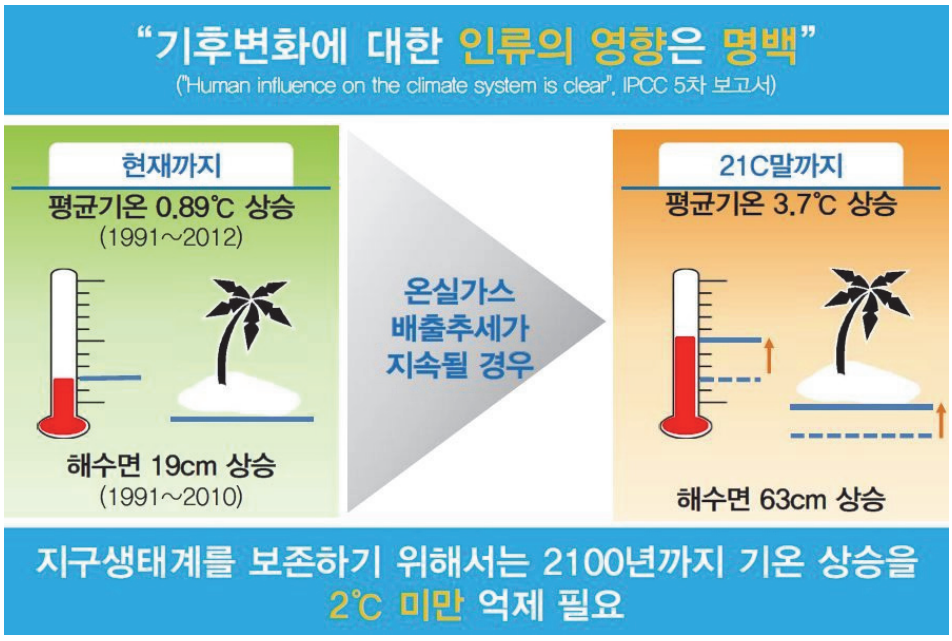
[그림 1.9] 건물부문 에너지원별 온실가스 배출량 중(2012년 기준)

제3절 연구개발 필요성

1. 대외적 측면(신(新)기후체제)

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

- 기후변화는 선진국뿐만 아니라 지구 내 모든 국가, 지역, 도시 등에서 폭염, 폭설, 집중호우 등과 같은 이상기후를 수반하여 심각한 사회적, 경제적인 손실과 위험을 초래하고 인류의 생존까지도 위협할 수 있다고 경고하고 있음



[그림 1.10] 지구온난화에 의한 영향과 위기(출처: 기후 Week 2015 포럼, 2015)

○ 우리나라는 신기후체제를 앞두고 POST-2020을 대비한 국가 온실가스 감축목표를 2030년까지 온실가스 배출전망치(850.6백만톤CO2e) 대비 37%로 결정함(2015년 6월 30일에 UN에 자발적감축목표(INDC) 제출)에 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

○ 건물부문의 중장기적 감축잠재량 예측 및 기술, 정책지원을 위한 국제적 수준의 독자적인 건물부문 온실가스 감축 잠재량 예측 평가 모형 개발이 우선되어야 함

2. 정부의 정책적 측면

○ EU 등 **선진국은 국가 감축 목표를 높게 설정하고 건물부문의 대응전략을 강구**하고 있고 중국, 멕시코, 러시아, 싱가포르 등은 강도 높은 온실가스 감축 목표를 제시하고 있음

- 정부의 적극적인 투자와 정책적 지원이 요구되며 규제보다는 시장을 통한 자발적인 온실가스 감축 환경마련이 시급함. 또한 기존의 에너지절약 및 효율화 기술 개발과 함께 온실가스 저감 핵심 기술의 개발로 목표달성이 가능

국가	주요 내용	목표형태	감축 목표 (2030)
EU	◦ EU 기후변화 종합법(Directives)발효 ('09.4) ◦ 자동차 온실가스 배출규제 도입 ('09)	절대량	1990년 대비 40%
영국	◦ 세계최초 기후변화 법안 도입, 감축목표 명시(2008.12)	절대량	1990년 대비 34 % (2020년 목표)
중국	◦ '20년까지 일차에너지의 비화석연료의 비중을 15%로 상향 ◦ 5개년 계획 ('11-'15년) 수립	원단위	2005년 대비 60-65% (GDP 당)
미국	◦ '20년부터 주거용, '25년부터 비주거용 건축물의 제로 에너지화 목표로 에너지부처(Department of Energy)의 추진사업을 통해 다양한 지원을 실시	절대량	2005년 대비 26-28 % (2025년 목표)
멕시코	◦ MRV 체계 구축을 위한 수단 및 제도적 준비 완료 ◦ 장기적 계획 수립 - '50년 70% 감축 (BAU대비)	BAU	25% (조건부 40%)
일본	◦ '50년까지 주택·건축물 분야에서 평균적으로 CO2 Zero Emission을 목표	절대량	2013년 대비 26%

[그림 1.11] Post-2020 대응 국외의 온실가스 감축 목표 및 내용

○ 이번에 UN에 제출한 우리나라의 감축목표(2030년 배출전망치 대비 37% 감축)는 추후 재조정하기 어려우므로, 2020년 이후 장기감축목표 수립에 있어 평가모형 등 본 연구결과를 활용하여, 종합적인 시각에서 신중히 판단하여야 함

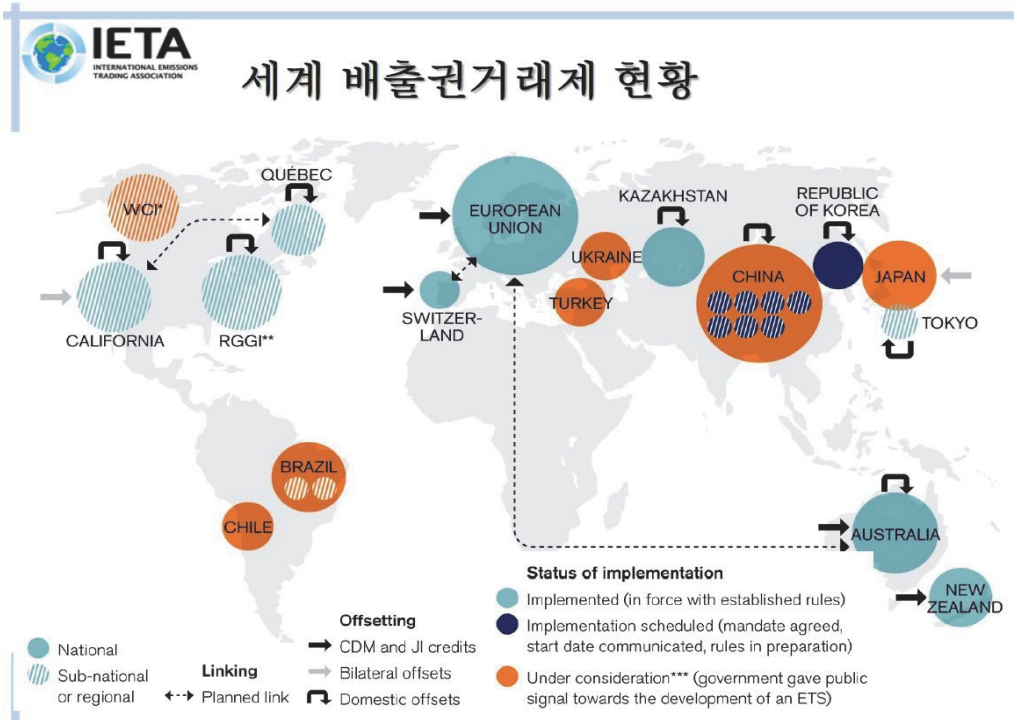
○ 건물부문은 다른 부문에 비하여 온실가스 감축 잠재력이 가장 클 것으로 예상하고 있으나, 신기술 적용이 늦게 이루어지는 특징이 있고 산업, 교통 등의 다른 분야에 비하여 이미 개발된 신기술이 현장에 적용되지 않는 경우가 매우 많음. 이에 따라 정부 정책은 이미 개발된 신기술이 시장에 적용되기 위한 적정 시점 및 기술 범위를 설정하고 정책적·재정적 지원을 해야 함

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

3. 건설 경제 및 산업적 측면

○ 세계적으로 배출권거래제는 40여 개국에서 시행, 그 규모는 약 7억톤CO_{2e}로 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 전망임
- 중국은 2017년부터 전국단위의 배출권 거래제 시행을 확정하여 그 규모가 60억톤 정도로 세계최대의 탄소배출권 거래 시장이 형성될 것으로 전망됨



[그림 1.12] 세계 탄소배출권 거래제 현황 (출처: 국제배출권거래협회, 2015)

○ **국제 기후변화협약 이행을 위한 건물부문 온실가스 감축 기술의 개발이 필요**하며 **감축 기술 및 방법론에 대한 시장수요가 급격히 증가**할 것으로 예상됨

○ 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 시장 규모는 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 건축물의 74.1%는 사용승인일 15년이 경과된 건축물로서, 탄소저감에 대한 큰 잠재력을 가지고 있음

○ **'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 장애요소로 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

Global Building Efficiency Revenue (millions)

Building Efficiency	2011	2012	2013	2014 (estimate)
Building Design	$11,537	$13,039	$13,932	$15,544
Building Envelope	$13,017	$14,006	$15,855	$18,668
Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC)	$44,383	$49,613	$53,923	$57,962
District Energy and Combined Cooling, Heating, and Power (CCHP)	$2,229	$2,787	$3,023	$2,950
Water Heating	$1,467	$1,612	$1,773	$2,090
Lighting	$41,329	$47,212	$52,770	$103,613
Appliance and Electronic Equipment	$266	$613	$1,412	$2,733
Enabling IT/Demand Response	$3,752	$4,829	$5,023	$5,981
Building Efficiency Subtotal	**$117,981**	**$133,710**	**$147,712**	**$209,542**

[그림 1.13] 세계 건물에너지효율화에 따른 비용효과 분석

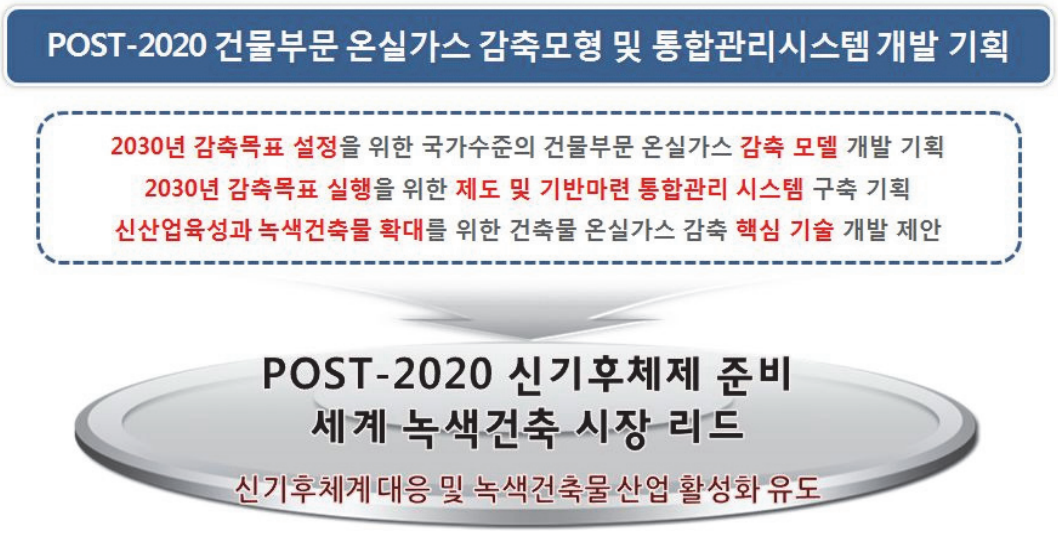
(출처: Navigant Research, 2011)

제4절 기획연구의 목표 및 추진전략

1. 기획연구의 목표 및 범위

가. 기획연구의 목표

○ 본 기획연구에서는 'POST-2020 건물부문의 온실가스 감축 목표를 달성' 하기 위해 건축물 온실가스 감축 핵심기술 개발 및 국가수준의 온실가스 감축 모델 개발, 국가 건물부문 온실가스 배출 관리를 위한 통합 정보·관리 시스템 개발 연구를 기획하는 것을 목표로 하며 이를 통해 POST-2020 신기후체제 준비 및 세계 건축시장 리드를 목적으로 함



[그림 1.14] 기획연구의 목표

○ 신(新)기후체제에서는 중장기 온실가스 배출 전망과 목표는 지속적으로(5년 단위) 리뉴얼 및 재설정되어 사회적으로 중요한 이슈가 되므로 국가차원의 중장기 예측/평가 모델 개발을 통해 실현 가능한 감축전력 및 방법 설정이 필수적임

○ 건물부문의 온실가스 관리 및 감축 목표 달성 등은 건물의 온실가스 배출 특성 및 원인 분석이 선결되어야 함에 따라 건물부문의 온실가스 배출 현황 및 목표 달성도, 현황 리포팅 등을 위한 인벤토리 구축과 통합관리 기술 개발이 선행되어야 함.

○ 건물부문의 목표달성은 적정한 정책적 강화와 지원이 요구되며 정부의 강력한 정책 리더 및 규제, 탄소배출권 거래제와 같은 활성화 방안이 마련되어야 함

○ 건물부문에서는 건물의 운영단계에서의 에너지 소비가 주된 온실가스 배출 요인이 되므로 기존건물의 녹색리모델링 기술, 건물 외피 단열 및 창호 열성능의 개선, 고효율 설비의 이용 등에 의한 저탄소 저에너지형 건물의 구현, 재실자의 행태분석에 의한 에너지소비 저감 기술 등이 가장 중요한 온실가스 감축 기술임

○ 온실가스 감축을 통해 POST-2020 국가 중장기 온실가스 감축목표 달성 및 신기후체제에 대응한 기후변화 대응력을 증진시킬 수 있고, 이는 궁극적으로 국가의 에너지 효율화 및 탈탄소 사회로의 이행, 녹색도시 및 녹색 건축물 조성 활성화에 대한 효과를 기대할 수 있음

○ 아울러 기후변화 대응형 녹색도시 및 녹색건축물과 관련된 신규 건설시장 및 일자리 창출에 기여할 수 있음

나. 기획연구의 범위

○ 본 기획연구는 “건물부문 온실가스 감축기술 개발” 과제를 기획하는 것으로 보다 자세하게는 **‘POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합관리 기술 개발’ 연구를 기획**하는 것임. 기획 내용과 본 연구(실제 연구)의 세부 연구범위는 다음과 같음

○ 기획내용 및 범위 (연구기획의 범위)

① 시장・기술・정책 동향 분석 및 기술수요조사
- 국내외 건물부문 온실가스 감축 관련 정책동향 분석
- 국내외 건물부문 온실가스 감축 관련 시장, 산업 및 기술동향 분석
- 타산업 및 부처에서 추진하고 있는 다양한 분야별 기술과의 중복성 및 차별성 상세 분석
- 기술수요조사 및 추진방향 정립

② 건물부문 온실가스 감축 관련 핵심기술의 정의 및 목표 설정

- 건물부문 온실가스 감축 관련 필요한 핵심기술 정의
- 건물부문 온실가스 감축 관련 비전 목표체계 수립

③ 건물부문 온실가스 감축 관련 연구내용 및 추진전략 도출

- 건물부문 온실가스 감축 관련 세부 연구내용 구성
- 건물부문 온실가스 감축 관련 연구성과 및 성과활용계획 수립
- 건물부문 온실가스 감축 관련 연구개발과제 투입인력 및 소요예산 도출

④ 연구개발과제 기획

- 연구목표 및 범위 설정
- 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립
- 활용방안 및 실용화 추진방안 제시
- 사전 타당성 검토
- 과제 공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

• 본연구의 세부내용 연구목표

1	‘POST-2020 대응을 위한 국가 건물정보기반 온실가스 전망 및 감축 잠재량 분석 모형 개발‘ 기획
2	‘POST-2020 대응 국가수준의 공공개방형 건물부문 온실가스 통합 관리 기술 개발’ 기획
3	‘POST-2020 건물부문 목표달성을 위한 지원 체계 개발’ 기획
4	‘POST-2020 대응 건물부문 온실가스 감축 핵심 기술 개발’ 기획

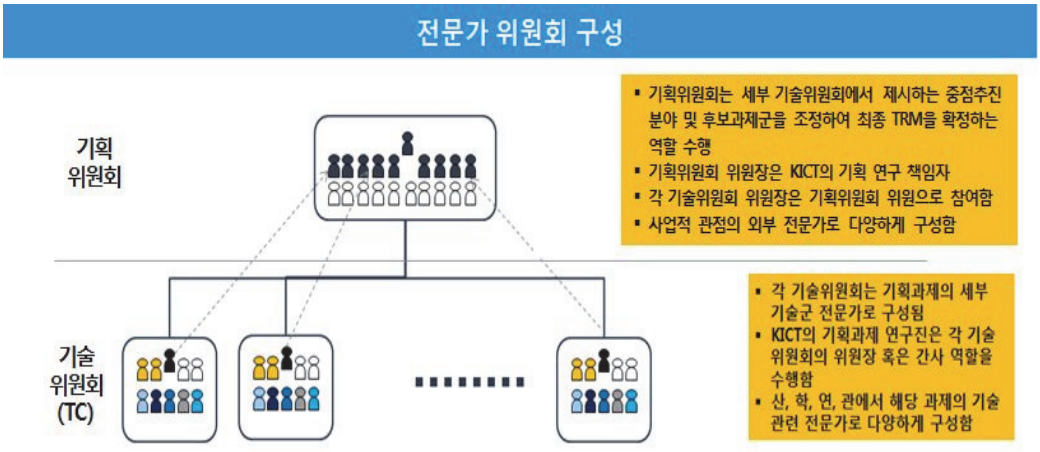
2. 기획연구의 추진전략

가. 추진전략

○ 기획연구과제의 수행 시에 체계적인 연구 수행과 수요자 중심의 전략적 기획을 수립하고 연구개발기획의 역량을 고도화하기 위해 국토교통과학기술진흥원의 “건설교통기술연구개발사업 기획매뉴얼”을 참조하여 추진

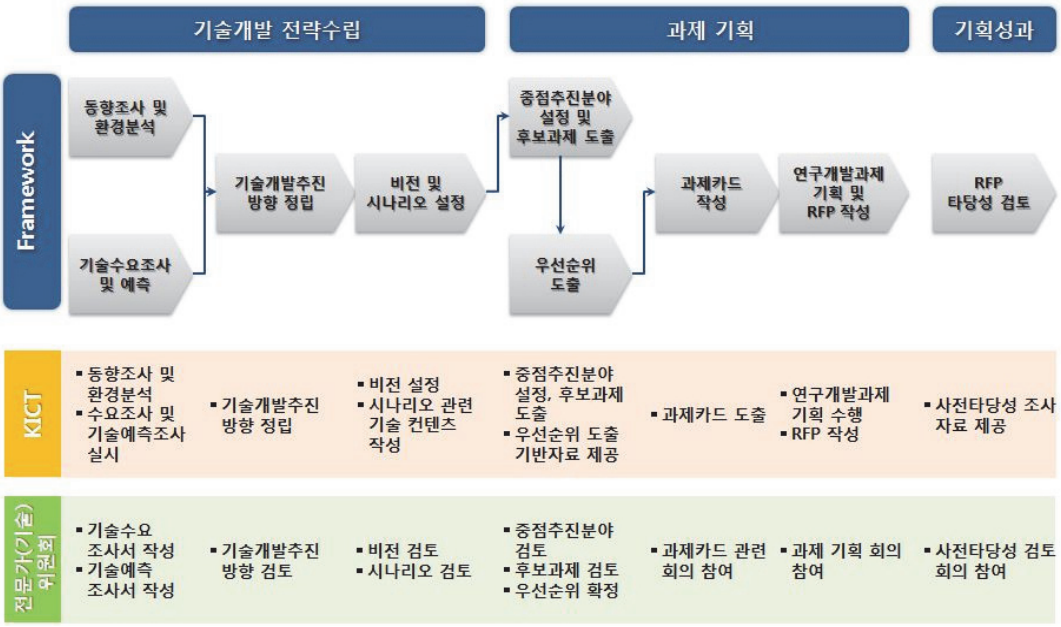
○ 본 기획과제를 다음과 같은 추진전략에 의해 추진함

- 전략 1 : 각 분야별 선도 연구자를 중심으로 전문가 그룹을 구성하고 예측/평가, 감축기반, 추진제도, 핵심기술의 4개의 전문분야별로 기술위원회(TC : Technical Committee)를 구성하고 유기적이고 전문적인 연구수행 체계 구성
- 전략 2 : 연구수행 효율화를 위해 기획연구진(KICT, 연세대학교 산학협력단, 한국감정원), 기술위원회(산학연 전문가)를 중심으로 연구중점분야 기획을 Top-down형태로 추진, 기획위원회 및 기술위원회와 별도로 분야별, 핵심기술별로 다각화된 전문가 및 관련 기관을 연계·활용
- 전략 3 : 국토교통부, 산업통상자원부, 미래창조과학부, 한국건설기술연구원, 한국감정원, R&D연구단 등에서 추진중인 연구과제를 상호연계하는 등 기존 기술 및 인프라 등을 활용한 효율적 연구를 추진
- 전략 4 : 3차에 걸쳐 기획타당성위원회의 중간보고 및 평가를 받고 단계별 추진전략에 부합하는 연구기획 방법으로 연구 추진



나. 기획연구 프로세스 및 추진체계

○ 본 기획연구는 ①기술개발 동향 및 수요조사 실시, ②기술개발 전략수립 및 중점분야별 주요과제 도출, ③연구개발과제 기획, ④ 사전타당성 조사, ⑤최종성과물 도출 및 RFP 작성 단계로 추진함



[그림 1.15] 기획연구의 추진 프로세스

① 기술개발 동향 및 수요조사 단계에서는 국내외 주요국의 정책 및 기술, 시장 동향을 분석하고, 실용적인 연구개발과제 도출을 위하여 정부부처, 자문위원, 전문기관 등을 통한 기술수요 조사를 실시함으로써 중점 추진 핵심 기술의 후보과제 POOL 도출 등과 같은 기획연구의 전략을 수립

② 기술개발 전략 수립 단계에서는 기술개발 동향 조사 결과 및 수요조사 결과를 바탕으로 연구개발과제의 비전 및 중점 분야를 설정하고 중점분야의 세부목표를 달성할 수 있는 중점분야별 연구개발 후보과제를 도출함

③ 연구개발과제 기획 단계에서는 중점분야별 후보과제 중 우선순위를 정하여 연구개발과제의 연구목표, 범위, 세부과제 도출 및 연구내용 설정, 추진방안, 활용 방안 등을 설정함

④ 사전 타당성 조사에서는 기획될 과제의 정책적, 기술적, 경제적 파급효과 및

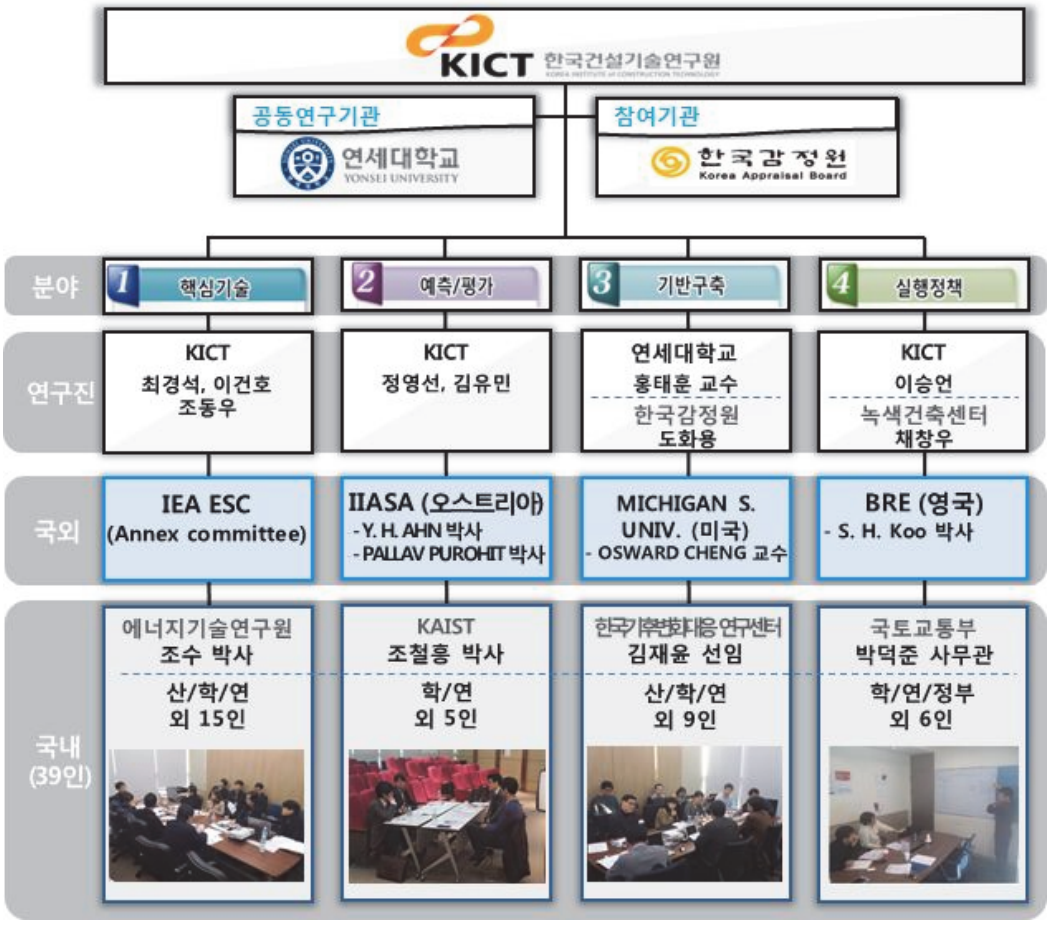
타당성을 검토하고 기존연구와의 중복성 검토 등에 대해 분석을 수행함

⑤ 최종성과물은 기획연구보고서로 작성되며 향후 연구개발과제의 공무를 위한 RFP작성, 연차별 평가를 위한 성과목표, 평가방법 및 기준 등을 설정함

다. 기획연구 추진체계

○ 기획연구 추진을 위해 기획연구를 수행하는 기획위원회와 각 연구내용 별 전문가를 엄선하여 기술위원회 및 자문위원을 구성함

○ 기획 추진체계는 기획연구 내용과 본 연구의 세부 연구내용을 구분하여 각 분야별 전문가를 선임함



[그림 1.16] 기획연구의 추진체계 및 구성

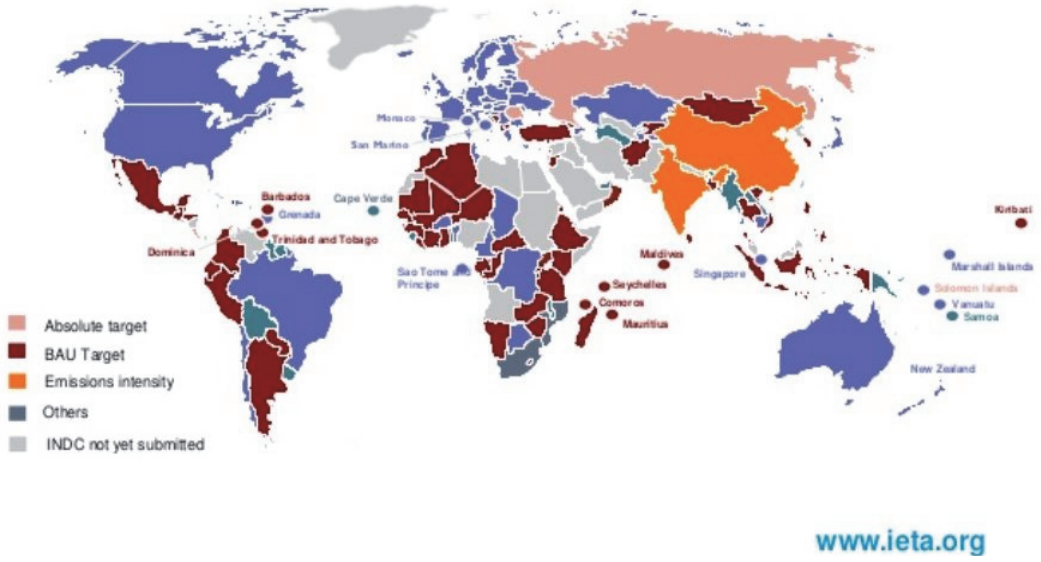
제2장 국내외 동향 및 환경 분석

제1절 국내외 정책동향

1. 국외 정책동향

○ 2016년 2월 11일 기준으로 당사국총회 (COP19, 2013)에 결과[4]에 따라 INDC 국가 감축목표를 제출한 국가는 총 161개 당사국이 UNFCCC에 제출함

○ 세계의 주요 선진국은 온실가스 의무감축 국가로서 '90년 또는 '05년 온실가스 배출량 대비 **온실가스 감축 목표량을 설정하고 이를 이행하는 구조로 전환**



[그림 2.1] 세계 각국의 INDC 국가 감축목표 수립 현황

- 중국, 브라질 등 개도국은 미래시점의 예상배출량 또는 탄소집약도(생산액 단위당 탄소배출량) 대비 자발적 감축목표를 설정(GDP원단위 2005년 대비 60~65% 감축)
- 유럽연합은 2030년 온실가스 배출량을 1990년 대비 40% 목표 설정
- 일본은 2030년까지 2013년 대비 26% 감축 목표 설정

4) 제19차 당사국총회(COP 19)에서는 신기후체제 합의에 따라 각국은 2020년 이후의 국가별 기여방안(INDC, Intended Nationality Determined Contribution)을 2015년까지 제출하도록 합의하였음

- 캐나다는 2030년까지 2005년 대비 30%로 낮추는 것을 국가 목표로 설정
- 미국, 호주, 뉴질랜드는 국가 온실가스 감축 목표를 2020년 배출량을 2005년 대비 26~28% 수준으로 낮추도록 목표를 설정하고 감축이행을 추진 중



[그림 2.2] 주요 선진국의 국가차원의 온실가스 감축정책 동향

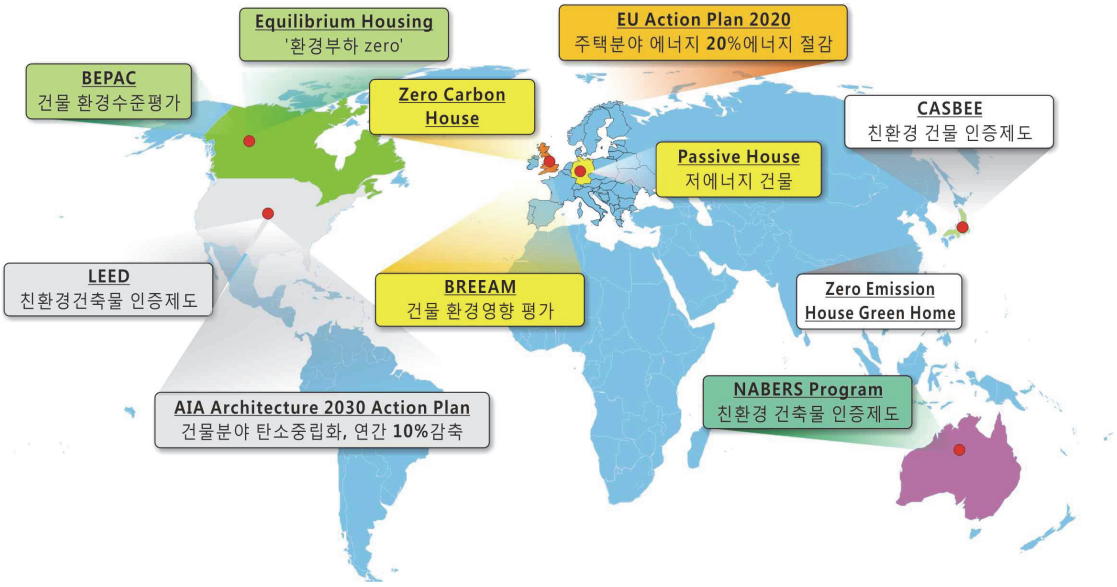
○ 유럽연합, 영국, 일본, 중국, 미국 등 주요국들은 온실가스 감축 정책, 기후변화대응에 있어 그 속도와 강도에 차이는 있지만 모두 온실가스가 지구온난화와 에너지 안보, 경제 등에 부정적인 영향을 초래할 수 있는 문제로서 시급한 대책 마련이 필요한 사안임을 인식하고 국내적으로 혹은 국제적 협력을 통해 다양한 정책과 조치를 아우르는 통합적인 감축 정책 패키지를 채택(한국환경정책평가연구원, 2012)

: 주요 정책으로 신축건물을 설계에서부터 시공, 사용의 단계에서 에너지절약을 실천하도록 하는 에너지절약 기준의 강화 및 제로에너지 건물의 의무화, 친환경 및 지속가능한 건축물로의 유도를 위한 에너지효율등급인증, 친환경 건축물인증제도, 환경라벨 등을 운영하고 각국의 상황에 맞는 평가방법, 기준 등을 활용. 대표적으로 일본의 탑러너 제도, 미국의 Energy Star 제도 등이 있으며 이를 통해 기기설비부문의 에너지효율화를 적극 추진 중임

○ 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 중

- 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 모든 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)



[그림 2.3] 전 세계 국가별 녹색 건축물 인증제도 현황
(출처: 미래형 친환경 고성능 건설재료 자재개발 및 이를 이용한 구조물 개발 기획 연구)

○ 2020년 전후로 예정되어 있는 제로에너지 건물 의무화에 대응한 다양한 기술개발이 추진 중이며, 특히 EU 및 미국은 저에너지 건물에 대한 기술정보의 대중화에 주력하여 인터넷 기반 저에너지 정보와 정책, 그리고 민간과 업계를 연결시키는 정부 주도의 사이트를 개설 운영 중
- 제로에너지빌딩의 정의는 각국에 일임하고 세부내용은 각국의 경제, 기술적 상황에 따라 차이를 보이고 있음
- 제로에너지 범위는 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명으로 한정하고 허용 1차 에너지소요량은 20~160kWh/㎡으로 다양한 수준

○ 국제에너지기구(IEA)의 건물에너지 분과인 EBC는 2014년 발표된 중기 로드맵에서 통합빌딩 디자인(Integrated planning and building design), 건물에너지시스템의 혁신(Building energy systems), 혁신적 건축외피 시스템(Building envelope), 도시단위 에너지 최적화(Community scale methods), 실제 건물 에너지 거동 평가(Real building energy use) 등 5개 주요 테마를 설정하고 관련 프로젝트를 진행 중



[그림 2.4] IEA EBC의 중기 로드맵과 온실가스 감축 기술 과제(Annex 56)

(출처: IEA EBC Website)

○ 온실가스 인벤토리 구축은 IPCC가 제시한 방법론에 따라 각 나라가 자국의 실정에 적합하게 적용 중. 교토의정서에 따른 온실가스 의무감축 대상국인 일본, 유럽연합의 영국, 세계 최대 온실가스 배출국가인 미국 등 3개국을 대상으로 기후변화 주요 대응전략 및 지역의 인벤토리 구축사례를 조사함

가. 일 본

○ 일본은 주택·건축물 분야의 저탄소화, 에너지 절약 실현 가능성을 검토하면서 주택에 있어서는 에너지 절약 주택, 고성능 에너지 절약기기(에어컨, 고효율 급탕기, 태양열 온수기 등) 및 재생가능 에너지의 도입의 확대 등을 도모하고, 건축물에 있어서는 에너지 절약 건축물, 고성능 에너지 절약 기기(조명, 업무용 전기 기기), BEMS 보급 및 재생 가능 에너지 도입 확대를 도모하여 2050년의 목표를 실현하고자 추진

<표 2.1> 일본의 건물부문 온실가스 감축 내용 및 목표

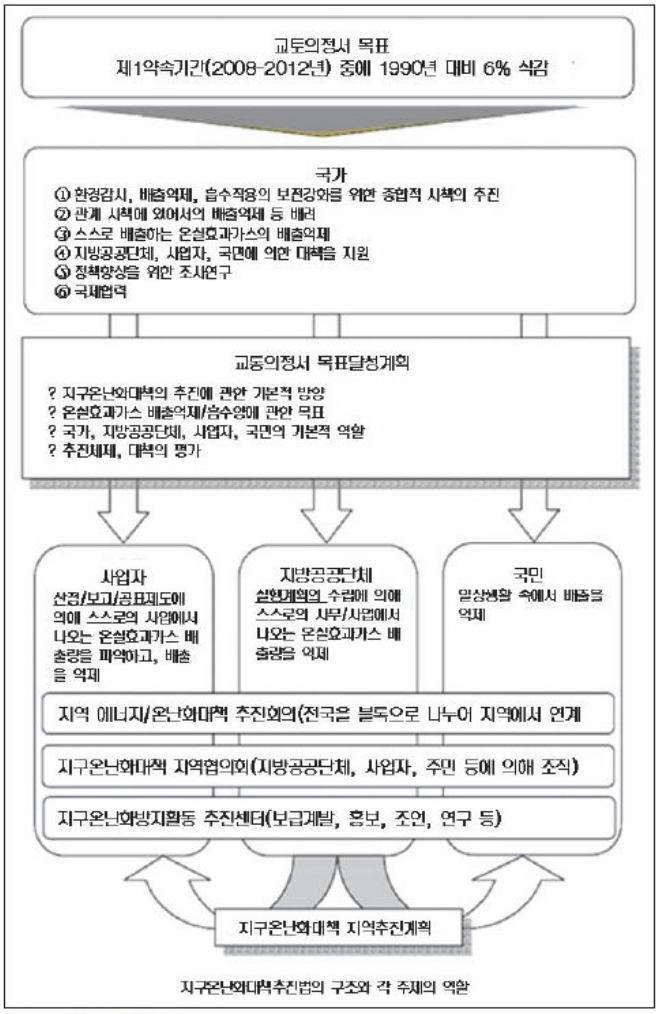
분야	내용	2050년의 목표·장래성
주택 건축물	- 2050년까지 주택·건축물 분야에 대해 기존 건물의 평균 수준을 CO2 제로 에미션까지 끌어올리는 것을 목표로 함 - QOL(Quality of Life)의 향상을 위한 목표 설정 - 단열성, 건강성, 차음성이 높은 주택 및 건축물을 보급하여 실생활의 쾌적성의 향상을 도모 - 에너지를 필요로 하는 경우에 있어서 필요한 만큼만을 이용하는 저탄소적 생활을 실현 - 외피 성능 향상, 자립·분산형의 재생 가능한 에너지 보급	기존 건물의 평균 수준으로 제로 에미션 주택 및 제로 에미션 건축물을 실현

○ 주택 및 건축물 분야의 목표 달성을 위한 시책 로드맵

- 정책 최대 가속 케이스(고위), 정책 가속 케이스(중위), 현황 정책의 연장 케이스(저위) 시나리오에 따른 구체적인 시책 및 로드맵을 제시

○ 일본의 지구온난화 대책 지역추진계획 수립

- 일본의 광역지지체 및 기초지자체의 온실가스 배출량 현황 및 미래추계에 관한 가이드라인과 온실가스 배출량 감축을 위한 정책수립 등을 포함한 내용을 다룸
- 교토의정서 목표 달성계획 수립, 온실가스 1990년 대비 6% 삭감 기본방침에 맞춰, 온실가스 배출삭감과 흡수 등 구체적인 대책과 시책 포함, 지자체 시행할 지구온난화대책 추진에 대한 마스터플랜 수립 촉진
- 주요시책으로 '교토의정서 목표달성계획(2005)' : 온실가스배출량을 1990년 대비 6% 삭감하기 위해 지구온난화대책 추진에 관한 기본방향 설정, 산림흡수원과 교토메커니즘 활용을 통한 탄소배출권 확보 포함
- '온실가스 배출량 산정·보고·공표제도(2006)' 마련 : 사업자 스스로 활용에 의해 배출하는 온실가스 양 산정, PDCA 사이클에 기초한 자주적인 대책 수립 촉진
- '에너지 사용의 합리화에 관한 법률(에너지 절약법)'에 따라 대상사업자와 일정 규모 이상의 온실가스 배출사업자에 대한 배출량 산정과 보고 의무화



자료 : 환경성, 2005, 전게서

[그림 2.5] 일본 지구온난화대책추진법 구조와 역할

(출처 : 국토연구원, 2008 재인용)

○ 일본의 온실가스 인벤토리 구축사례

- 지역추진계획에 의한 온실가스 배출량 현황추계는 장래추계 및 목표설정의 기초자료로 매우 중요
- 자세한 배출량 현황 추계 산정방법 : 에너지원 CO2 배출은 석유류, 전력, 열에너지 부문에 발열량과 배출계수를 곱하여 추계
- 온실가스 배출억제와 관련된 대책 및 시책 강구를 위해 현황 추계와 함께 지자체별로 부문별 배출량 현황의 증감에 관한 요인분석 실시
- 에너지원 CO2 배출량 기본적 구조식을 통한 추계방법

CO_2배출량 = 활동량 × 에너지소비 원단위(에너지소비량/활동량)
× 탄소집약도(CO_2배출량/에너지소비량)

[그림 2.6] 일본 지자체 온실가스 배출량 추계에 적용하는 활용량(예시) (출처 : 국토연구원, 2008 재인용)

- 부문별 상정하는 활동량, 지자체 통계로 파악 가능한 활동량을 추출하여 배출량 추계에 이용함

부 문	활 동 량
산업	경제총생산, 제조업 출하액, 생산량 등
주거	세대수, 인구 등
상업·업무	총생산, 오피스면적 등
교통	인구, 세대수, 주행거리 등

자료 : 환경성. 2005. 지구온난화 대책 지역추진계획 가이드라인

[그림 2.7] 일본 지자체 온실가스 배출량 추계에 적용하는 활용량(예시)
(출처 : 국토연구원, 2008 재인용)

나. 영 국

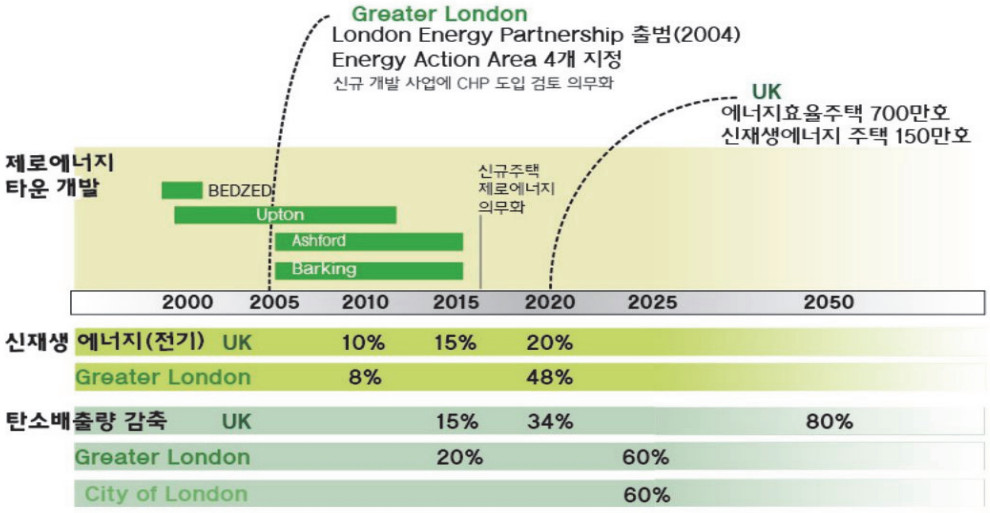
○ 영국은 건축물의 탄소제로화를 위해 법적 근거 『지속가능하고 안전한 건축물법(Sustainable and Secure Buildings Act 2004)』를 마련하고, 다양한 정책 및 인증제와 같은 제도를 통해 온실가스 감축에 노력하고 있음

○ 영국의 주요 건물에너지 절약 정책은 에너지 효율 표준제(Energy Efficiency Commitment), 지속가능 주택규약, 건물 에너지 수행 지침(Energy Performance of Building Directive), 에너지 고지서 및 미터링 제도가 있음

- 재정적 지원으로 태양 패널, 소형 풍력 발전기 등 일정 기간 에너지 절약 재료에 대해서 부가가치세율이 할인 적용되며, 토지 소유자 에너지 절약 할당제(Landlord energy saving allowance)를 도입하여 공기층이 있는 외벽, 천정면 단열 공사, 강형 벽체 단열 공사 등에 드는 비용 중 최대 1,500파운드를 제공하여 건물 에너지 절약이 효과적으로 이루어질 수 있도록 유도

○ 비주거용 건물(상업부문과 공공부문)을 대상으로 하는 탄소배출량 감소를 위한 다양한 정책이 있음

- 탄소 감축 약속(CRS), 에너지 성능 인증서(EPCs), 디스플레이 성능 인증서(DECs), 건축 규정(Building Regulation), 제로 탄소 건물(Zero-Carbon Buildings), 그린 뉴딜(Green New Deal) 정책



[그림 2.8] 영국 및 런던의 정책 목표와 제로에너지타운 진행상황

(출처 : 김민영 (2011) 해외 제로에너지타운 사례를 통해 본 제로에너지 타운 정책 방향, 서울도시연구 12(1))

○ 영국의 온실가스 인벤토리는 에너지, 산업공정, 용제(solvent)와 기타 생산품, 농업, 토지이용변화와 산림, 폐기물, 기타의 7개 부문으로 구분하여 작성됨. 온실가스 인벤토리 작성방법에 따라 사용 목적이 다르므로 사전인식이 중요. 온실가스 배출량이 배출원 기준인지, 최종사용자(end-user)기준인지 파악하여 온실가스 배출량 산정방법인 상향식(Bottom-up) 접근법, 하향식(Top-down) 접근법으로 구분하여 사용함

○ 영국의 온실가스 인벤토리 구축사례:Calderdale 지역(멘체스터 인근)

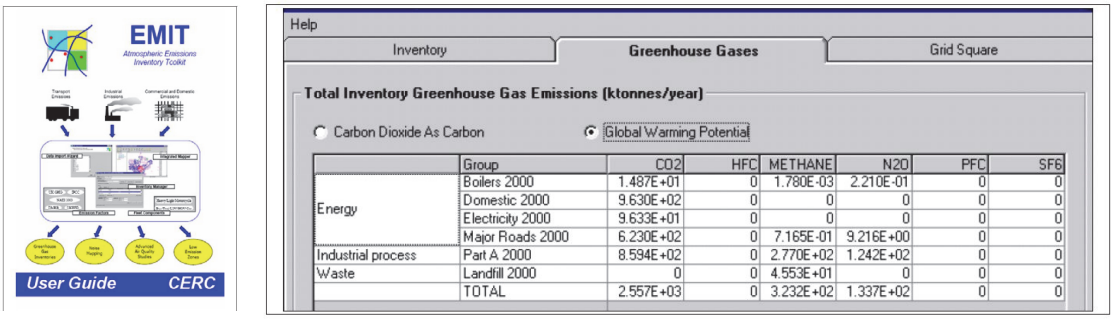
- Calderdale 지역은 2000년부터 도로, Part A 배출원, 보일러, 상업용 전력사용, 쓰레기 매립지, 가구배출원 등 6개 부문에 대해 인벤토리 작성

배출원 부문	배출원	가용자료	배출량 계산	Activity 자료 (예)	인벤토리 범주 혹은 영역
도로	주도로	교통량, 속도, 화물량	배출계수를 적용 계산	EURO SCALED 03	에너지
Part A 배출원	점배출원	배출량 자료	배출량 수작업 입력	n/a	에너지/산업공정
보일러	점배출원	소비연료자료	배출계수를 적용 계산	UKGHG99 Fuels	에너지
상업용 전력사용	CandD	소비된 KWh	배출계수를 적용 계산	전력 최종소비자	에너지
쓰레기 매립지	면배출원	인구수	배출량을 사용 인구수로 나눔	n/a	폐기물
가구 배출원	CandD	가구수	배출계수를 적용 계산	SAP 2001	에너지

자료 : CERC. 2006. EMIT : Atmospheric Emissions Inventory Toolkit, User Guide

[그림 2.9] Calderdale 지역 인벤토리 작성부문 및 배출량 계산 예
(출처 : 국토연구원, 2008 재인용)

- 집계된 온실가스 총량을 지구온난화잠재성지수(GWP)로 나타낸 결과는 아래 그림과 같으며, 주로 '온실가스 배출인벤토리' 에 정의된 7개 부문으로 나누어 표현된 형태의 방법을 주로 사용함. 이유는 온실가스 배출원 정보를 파악하여 그 감축을 위해 중점적으로 관리해야 할 배출원 영역의 파악이 가능

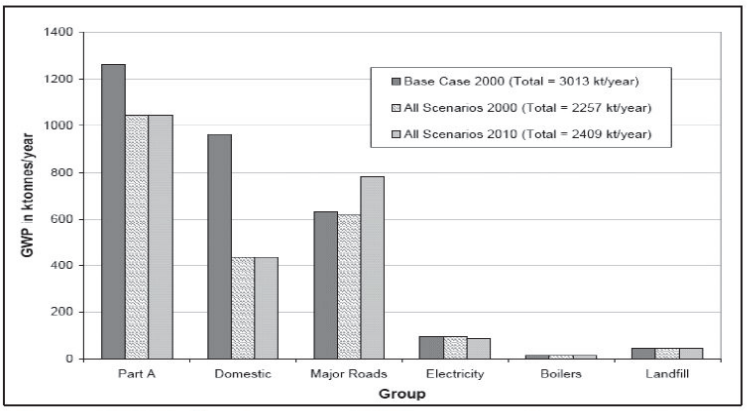


	Group	CO2	HFC	METHANE	N2O	PFC	SF6
Energy	Boilers 2000	1.487E+01	0	1.780E-03	2.210E-01	0	0
	Domestic 2000	9.630E+02	0	0	0	0	0
	Electricity 2000	9.633E+01	0	0	0	0	0
	Major Roads 2000	6.230E+02	0	7.165E-01	9.216E+00	0	0
Industrial process	Part A 2000	8.594E+02	0	2.770E+02	1.242E+02	0	0
Waste	Landfill 2000	0	0	4.553E+01	0	0	0
	TOTAL	2.557E+03	0	3.232E+02	1.337E+02	0	0

자료 : CERC. 2006. EMIT : Atmospheric Emissions Inventory Toolkit, User Guide

[그림 2.10] 영국 Atmospheric Emissions Inventory Toolkit(EMIT) 및 온실가스 총계
(출처 : 국토연구원, 2008 재인용)

○ 온실가스 저감을 위한 가상 시나리오 설정: Calderdale 지역의 다배출원 관리
- 프로세스 :온실가스 인벤토리 취합 → 온실가스 배출량 저감을 위한 시나리오 설정, 구체적 정책 방향 검토 및 시행 → 온실가스 배출 감축량 예측
- 가장 많은 양의 온실가스 배출 Part A 배출원 관리를 통해 배출량 25% 감량



자료 : CERC. 2006. EMIT : Atmospheric Emissions Inventory Toolkit, User Guide

[그림 2.11] 영국 온실가스 감량 정책계획(가상 사례)

(출처 : 국토연구원, 2008 재인용)

다. 미국

○ 미국은 2020년부터 주거용, 2025년부터 비주거용 건축물의 제로 에너지화를 목표로 DOE(Department of Energy) 추진 사업을 통해 다양한 지원을 실시

: 특히, 연구개발을 통하여 건물부문에 있어서 2007년 30% 에너지 절약, 2020년에 70% 에너지 절약 목표를 달성하는 것으로 설정

○ 연방정부 차원에서는 국가에너지정책(NEP, National Energy Policy)을 통해 에너지 효율화와 에너지 절감 정책을 추진하고 있으며, 녹색건축물은 이러한 에너지 정책의 일부로 포함

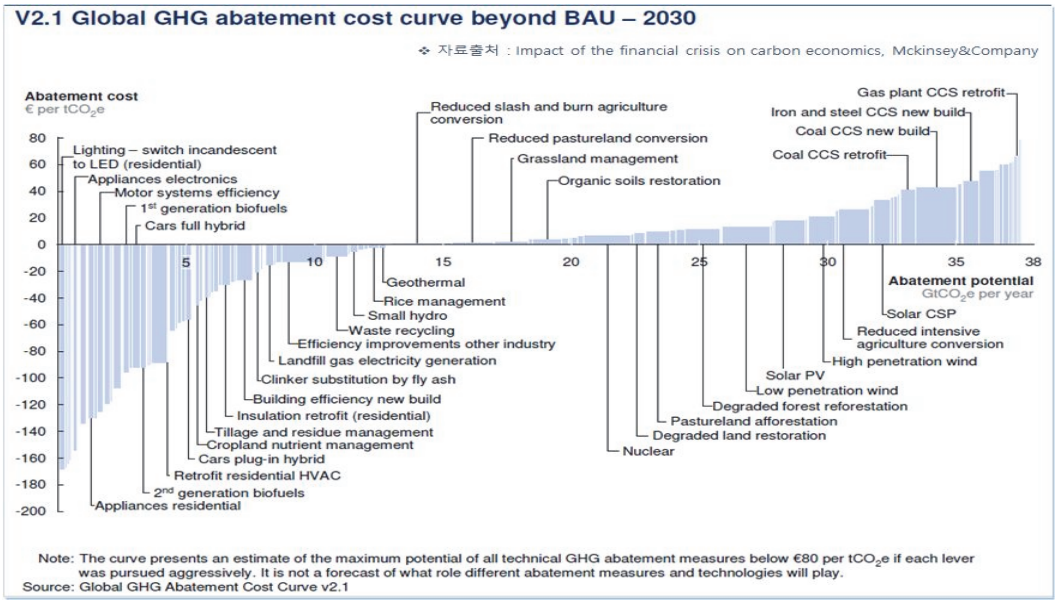
- 신재생 연료 기준 (the Renewable Fuel Standard) : 난방유 관련 규칙
- Federal High Performance and Sustainable Buildings : 연방정부 소속 건축물의 디자인・건설・운영・유지관리 과정에서 고성능 지속가능성 실행 지침
- Green Buildings Action Plan : 고성능 지속가능 건축에 관한 연방정부 대표 MOU
- Building America : 제로에너지 건축 의무화
- Weatherization Assistance Program : 저소득 계층의 주택에너지 효율 향상을 위한 서비스 제공 사업

<표 2.2> 미국의 국가 에너지 정책

목표연도	대상1	대상2	목표
2014	에너지	정부건물	신축 정부건물은 45%, 기존 정부건물은 25%의 에너지 효율 향상을 목표
2015	에너지	건축물	전체 에너지 사용량의 15%감축 계획
2020	에너지	건축물	제로에너지하우스(주거용)의무화
2020	온실가스	국가	2005년 대비17%감축 목표
2025	에너지	건축물	제로에너지하우스(비주거용)의무화

○ IEA에서는 건물에서 에너지효율화의 혁신적인 개선, 탈탄소화된 전력 및 에너지원의 사용, 분산형 고도의 통합 스마트 에너지시스템이 글로벌한 온실가스 감축목표를 달성할 수 있다는 시나리오를 발표함(IEA, IEA’s energy technology perspectives 2012)

- 건물부문에서는 건물의 운영단계에서의 에너지 소비가 주된 온실가스 배출 요인이 되므로 건물 외피 단열 및 창호 열성능의 개선, 고효율 설비의 이용 등에 의한 저탄소 저에너지형 건물의 구현이 가장 중요한 온실가스 감축 기술임



[그림 2.12] 국제적 온실가스 감축 방안별 비용효율 분석 결과 (출처: Mckinsey 보고서)

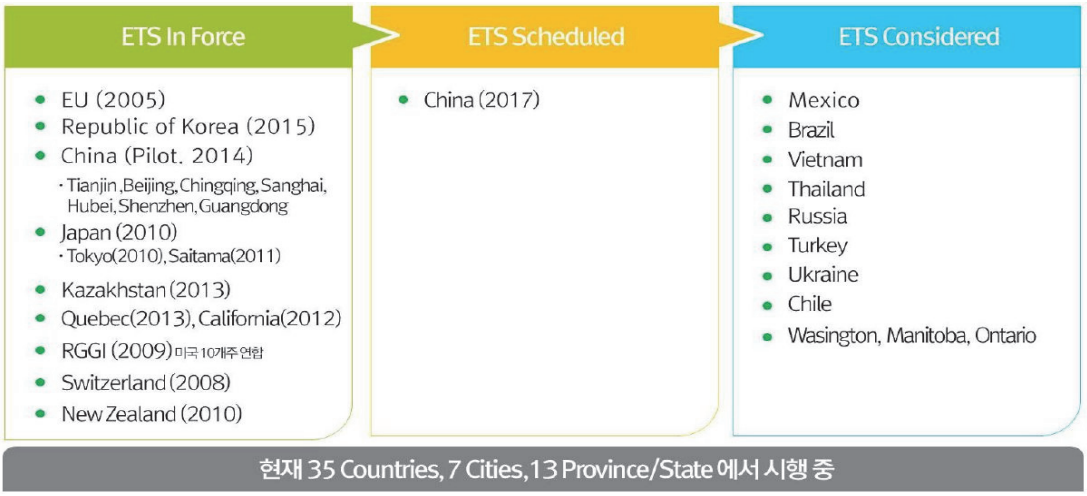
○ 미국은 기후변화 및 온실가스에 대한 미연방 또는 지방정부 차원에서의 공식적인 대응은 비교적 미비한 실정임. 그럼에도 불구하고, 기후변화로 유발되는 대규모 자연재해에 대한 심각성으로, 자발적으로나마 감축노력이 일부 주 또

는 기업 중심으로 전개되고 있음

- 지역 및 도치차원의 정책을 살펴보면, 주 및 지역기후변화프로그램, 기후보호를 위한 도시캠페인(Cities for Climate Protection: CCP), 미국시장들의 기후보호협정 등이 있으며 이 중 캠페인은 '지역적' 차원에서 해결하고자 하는 자발적 노력임. 이 캠페인에 참여하는 모든 회원은 ①기준년(일반적으로 1990년)에 대한 배출량 분석, 지역 온실가스 배출원 확인, 향후 배출량 예상, ②배출량 삭감목표 선정, ③삭감 목표치에 도달하기 위한 수단 확인 및 지역행동계획 개발, ④지역행동계획의 이행, ⑤삭감목표 달성을 위한 모니터링 및 문서화 등 다섯 단계를 거침. 미국의 159개 지자체가 CCP 캠페인에 참여 중

라. 국외 탄소배출권 거래제 동향

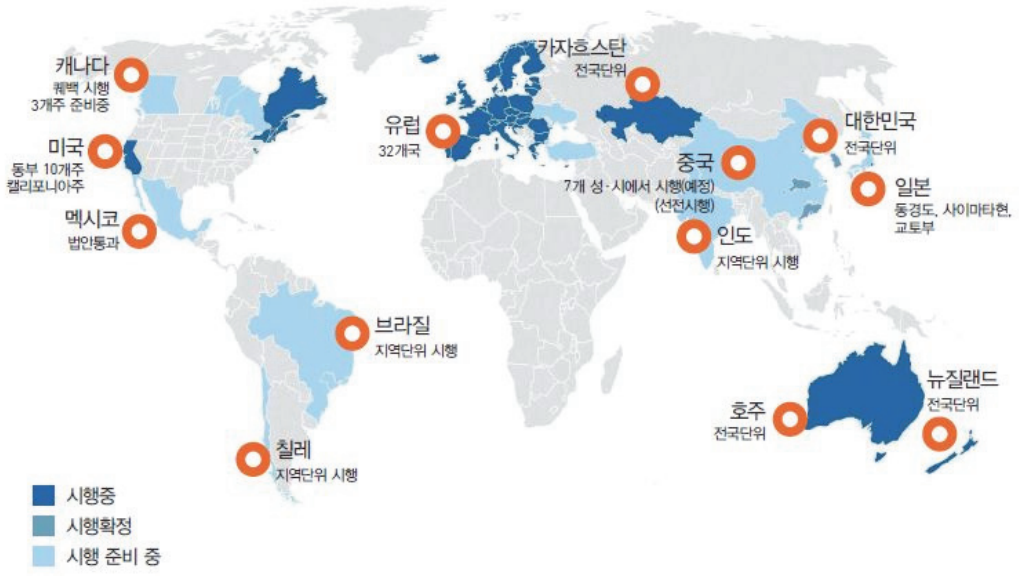
○ 국제적으로 국가단위의 온실가스 감축을 위한 핵심정책으로 탄소배출권 거래제를 시행하거나 준비 중에 있음



[그림 2.13] 국외 배출권 거래제 도입 현황 (출처: 이충국, 2016)

- 현재 35개국 등에서 추진되는 탄소배출권 거래제(ETS)는 향후 전세계적으로 확대 추진 예정임. 배출권 거래제가 시행되는 지역의 전체 배출권 거래 규모는 약 67.8억톤으로 추정됨

- 유럽 및 중앙아시아에서는 유럽연합, 스위스, 카자흐스탄이 배출권 거래제를 시행 중에 있음. 아시아 지역에서는 한국, 일본, 중국이 총 10건의 배출권 거래제를 시행 중에 있으며 이 중 한국만이 국가차원의 배출권 거래제를 시행



[그림 2.14] 국외의 온실가스 배출권 거래제 시행 현황 (출처: 환경부)

○ 또한 온실가스 감축과 에너지 절감요소 분석을 위하여 다음과 같은 단계별 지원시스템을 갖추고 있음

- Database Tool : 각종 건물 에너지 성능 관련 데이터 제공

① High Performance Building DB

- 미국 DOE의 EERE(Energy Efficiency and Renewable Energy) 프로그램의 일환으로 운영되는 데이터베이스로, DOE와 NREL(National Renewable Energy Laboratory)에 의해 개발됨
- 고효율 건물 프로젝트의 에너지성능, 친환경성능, 설계 프로세스 등과 관련된 상세 데이터를 제공하며, 프로젝트명, 건축주, 위치, 건물유형 및 규모 등에 의한 기본 검색 및 지역, Context(도심, 교외 등), Scope, 건물유형, 건물규모, 건물기능 등의 키워드를 활용한 상세 검색 가능
- 실측 또는 시뮬레이션에 근거한 건물에너지 성능기반 DB(용도별 부하, 연간 에너지 소비량, 에너지 생산량 등)를 주로 포함하고 있으며, DB 운영은 홈페이지를 통해 입력양식에 따라 작성된 프로젝트 정보를 온라인으로 제출하면 관리자가 검토 후 등록

② Building America Solution Center

- PNNN(Pacific Northwest National Laboratory)이 개발, DOE 운영
- 전문가를 대상으로 신축 및 기존 주거용 건축물의 고성능 설계 및 시공에 관한 전문적인 정보(단열, HVAC, 창호, 실내공기질 등) 의 DB 제공

- Peer Group/Benchmarking Tool : 개별 건물의 에너지 성능수준을 표준 건물 군과의 비교를 통하여 직관적으로 평가하고, 건물 에너지 관리자가 건물전체 또는 특정 부문에서의 개선 필요 여부를 파악

① Energy IQ

· CEUS(California Commercial End-use Survey), CBECS(Commercial Building Energy Consumption Survey) DB에 근거한 건물 에너지성능 수준 벤치마킹 및 개선 가이드를 제공하는 차세대 Action-Oriented Benchmarking System

· 바닥면적별·준공시기별·위치별·건물용도별로 에너지원별 및 에너지사용 부문별 에너지사용량 원단위 데이터에 근거한 Peer그룹 건물 대비 내 건물의 에너지성능수준 벤치마킹 기능 제공

· 사용자 건물의 정보, 목표 에너지 성능수준, 현재 에너지 성능수준, 비교대상 Peer그룹 건물 유형을 입력하면 Peer그룹 건물과의 비교 및 에너지성능 수준 개선방안 제공

② Building Performance Database & Tool

· 미국 정부의 Energy Data Initiative 기조와 DOE 건물 부문 에너지 정책의 핵심요소

· BPD의 개발 및 유지관리 예산편성 계획

· 온라인 포럼, 사용자 지원 상담 등 사용자로부터의 의견을 수집하여 오픈소스 프로젝트의 향후 개발 방향에 반영

- BPO/Retrofit Analysis Tool : 건물의 신축 및 리트로핏 시 건물에너지 효율화 기법(ECM, EEM 등) 적용에 따른 성능개선효과를 평가하여 건물에너지 관리자가 효과적인 개선방향을 설정할 수 있도록 지원

① Building Performance Optimization

· 설계안(신축) 또는 성능개선(리트로핏, 리모델링) 대안으로부터 일정한 에너지 성능기준(Energy Performance Criteria)에 부합하는 최적안 도출을 목표로 하는 과정

② Building Performance Optimization Tool

· 건축물의 설계, 리트로핏, 리모델링 시 다양한 에너지 절감기법(ECM; Energy Conservation Measure) 대안의 에너지 성능 및 경제성을 표준화된 방법론에 따라 비교·평가·분석하여 최적 방안을 도출해주는 지원프로그램

③ BeOPT

- Zero Net Energy 달성을 위해 주거용 건물의 성능을 평가하고 비용 최적화된 효율화 패키지를 찾을 수 있도록 지원하는 프로그램
- 신축/기축, 단독/공동주택 모두에 적용 가능
- 각 변수에 대한 옵션을 선택하고 사용자가 지정한 비교대상 또는 해당 기후의 국가기준에 대비한 에너지 소요량 절감률 계산 가능
- Design Mode : 사용자가 설계안에 대한 에너지 성능을 분석
- Parametric Mode : 설계안에 대한 기본적인 Parametric study
- Optimization Study : 사용자가 지정한 조건을 고려하여 에너지성능 최적화

④ DeepRetro

- 미 국방부 건축물의 에너지 사용량 평가 및 에너지 절감효과 평가를 통해 Deep Retrofit 기획을 지원하기 위한 방법론 및 소프트웨어 개발
- 개별 건축물의 Deep Energy Analysis 기능과 Building Portfolio Analysis 기능 접목

<표 2.3> 에너지 성능 개선을 위한 국가별 정보시스템 현황

(출처 : 김선숙, 2015)

단계	정보시스템	국가	지원기관
Database Tool	Certification Scheme for Green Building Products	싱가포르	SGBC
	High Performance Building DB	미국	DOE
	National Residential Efficiency Measure Database	미국	DOE
	European High Quality Low Energy Building	유럽	European Commission
Peer Group/ Benchmarking Tool	EIA Commercial Building Energy Consumption Survey	미국	EIA
	California Building Energy Reference Tool	미국	California Energy Commission
	Labs 21 Energy Benchmarking Tool DB	미국	DOE, EPA
	Home Energy Check	영국	Energy Saving Trust
BPO (Building Performance Optimization)/Retrofit Analysis Tool	Multifamily Green Retrofit Toolkit	미국	HUD
	Advanced Energy Retrofit Guide Series	미국	DOE
	BeOPT	미국	DOE, NREL
	Energy Star Building Upgrade Manual	미국	DOE, EPA
	Building Performance Database	미국	DOE
	Energy Concept Advisor/ENERGO	유럽	European Commission
	Commercial Building Analysis Tool for Energy Efficiency Retrofit	중국	DOE(미국) Energy Foundation(중국)

2. 국내 정책동향

가. 녹색건축물 조성 지원법

○ ‘녹색성장 기본법’을 통해 저탄소 기반의 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장동력으로 활용함으로써 국민경제의 발전을 도모하고 저탄소 사회를 구현하고자 하고 있음

- 녹색성장 국가 전략 수립을 통한 ‘녹색 국토-도시 조성’과제 추진

<표 2.4> 국내 온실가스 감축 추진 관련 기본계획 및 법령 내용

주요 규정	주요 관련 내용	R&D 사업/연구와의 연계성
저탄소 녹색성장 기본법	- (제9조) 저탄소 녹색성장 국가 전략 수립 - (제23조) 녹색경제, 녹색산업의 육성 및 지원 - (제26조) 녹색기술의 연구개발 및 사업화 등의 촉진 - (제37조) 국제규범 대응 - (제38조～제42조) 기후변화 대응 - (제43조～제46조) 온실가스 감축 및 종합정보관리체계 구축	- 온실가스를 획기적으로 감축하기 위하여 온실가스 배출 중장기 감축 목표 설정 및 부문별·단계별 대책, 에너지 수요관리 및 안정적 확보대책 등을 포함한 「기후변화 대응 기본계획」과「에너지기본계획」을 수립시행
환경정책기본법	-(제12조) 환경기준의 설정	- 대기환경기준 설정을 통한 국가 대기질 관리
녹색성장 국가전략 및 5개년 계획 (2009)	- 정부의 녹색성장정책에 대한 장기적이고, 구체적인 실천계획 수립, 녹색 기술 및 그린 비즈니스 창출계획 - 국가 중기 온실가스 감축 목표 2020년 BAU 대비 30% 감축 - 자발적 독자적 국내 목표 설정으로 감축 추진	- 온실가스 감축을 위한 감축기술 개발 연구와 연계
지속가능 발전기본계획 (2011-2015)	- 저탄소 녹색 성장법 제50조에 근거하여 수립 - 기후변화 적응 및 대응체계 확립, 경제 및 산업구조의 지속가능성 제고 등을 위한 84개 과제 추진 - 핵심제도인 “온실가스·에너지 목표관리”제도 시행	- 지속가능성장 및 “온실가스·에너지 목표관리”제도에 대응 방안 연구와 연계

○ 국토교통부는 녹색건축물의 활성화를 통한 온실가스 저감의 실질적인 추진을 위해 녹색건축물 조성에 필요한 사항을 정하고, 건축물의 온실가스 감축과 녹색건축물 확대를 통하여 저탄소 녹색성장 실현 및 국민복지 향상에 기여함을 목적으로 ‘녹색건축물 조성지원법’을 2012년 2월 22일 제정하고 2013년 2월 23일에 시행

○ ‘녹색건축물 조성 지원법’은 건축물 부문의 단계별 에너지효율화 및 온실가스 감축목표의 달성을 목표로 설정하고, 녹색건축 활성화를 위한 종합·체계적인 추진기반을 마련을 통해 건물부문의 에너지 수요정책, 에너지효율화 정책을 통합적이고 체계적으로 정비하고 있음

○ 정부에서는 저탄소 녹색성장 기본법 상에서 녹색건축물을 ‘에너지이용 효율 및 신·재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물’로 정의하고 다양한 제도적 장치를 통해 녹색건축물 활성화를 유도하고 있음

○ 하지만 녹색 건축물에 대한 동기 부여가 이루어지고 있는 상황에서, 정작 ‘온실가스 감축’이라는 목표 달성을 위한 방법 및 대안 등이 충분히 제공되고 있지 못해 오히려 실무자들에게 에너지 절감과 탄소배출량 감소에 대한 혼란을 주고 있는 실정임

○ 따라서 녹색 건축물의 건축을 위한 설계, 운영, 리모델링 단계에서의 녹색건축물 통합관리를 통해 건물에너지 소비량 및 탄소배출량을 감소시킬 필요성이 대두됨

- 그러나 제로에너지 활성화를 위한 신재생 연계 시스템 개발 및 금융 지원 시스템에 대한 도입 방안 검토 중이나 구체적 제도 추진 방안이 미흡함

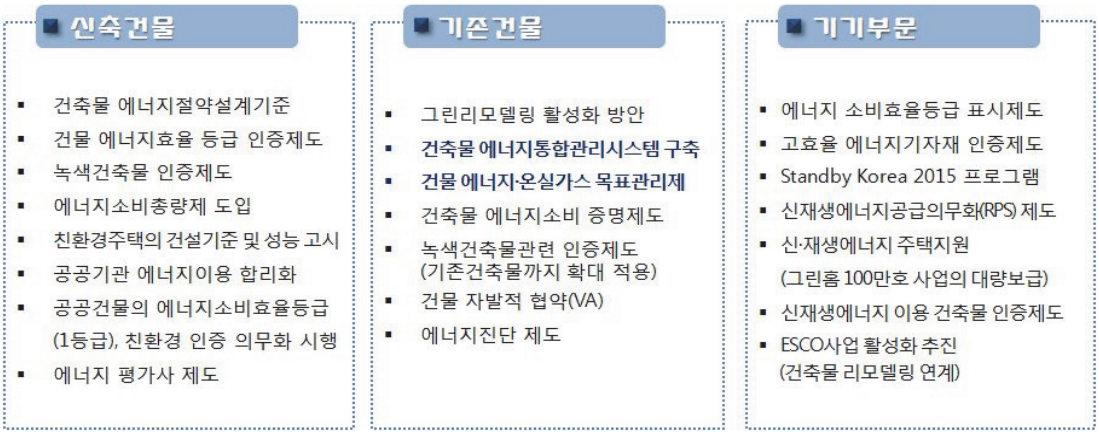


[그림 2.15] 건축물 에너지효율화 추진 정책 목표(출처: 녹색위 보고자료, 2009)

나. 국내 주요 건물부문 온실가스 감축 및 에너지효율화 제도

○ 국내에서 시행 중인 주요한 정책은 다음과 같음

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



[그림 2.16] 국내 건물부문 온실가스 감축 및 에너지효율화 추진정책 분류

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



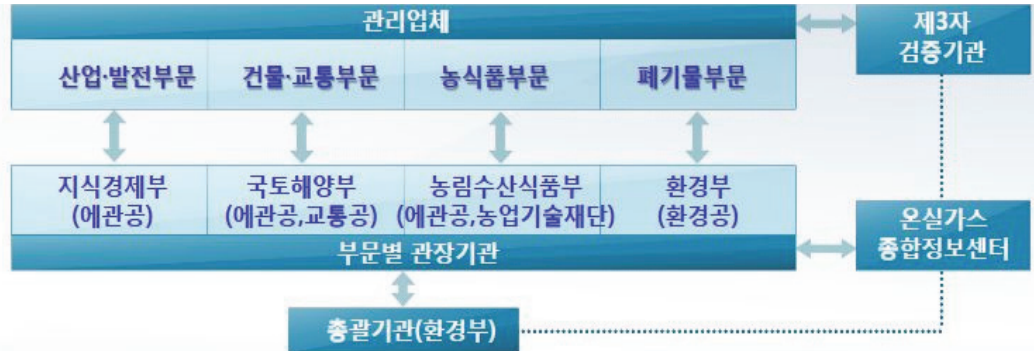
[그림 2.17] 국내 건물부문 온실가스 감축관련 정책 현황 및 전망

* 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)

다. 온실가스 목표관리제

○ '온실가스·에너지 목표관리제'는 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 온실가스 다배출 및 에너지 다소비 업체를 관리업체로 지정하고, 온실가스 및 화석에너지사용량 목표를 부과하여 연차별 명세서 검증 등 이행실적을 정부가 종합적으로 관리하는 것

- 국가 배출량의 69%에 해당하는 다량 배출업체를 대상으로 매년 배출허용량을 부여하고 이의 이행여부를 평가하며 목표 미달성시 최대 1,000만원의 과태료 부과
- 범정부 부처(산업통상자원부/국토해양부/농림축산식품부/환경부)가 협력하여 소관부문별로 관리업체에 대한 목표설정, 이행지원, 실적평가 및 행정처분 등의 업무를 수행
- "온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침"을 제정하여 관리업체 지정, 온실가스 및 에너지의 MRV(측정, 보고, 검증), 목표 설정, 이행계획 및 실적평가 등 관리사항을 규정(환경부 고시, '11.03.16)



[그림 2.18] 온실가스에너지목표관리제도의 제도시행 체계

○ 환경부 지침에 따른 관리업체 지정기준은 해당 연도 1월 1일 기준, 최근 3년간 업체의 모든 사업장에서 배출한 온실가스와 에너지 연평균 소비총량이 일정 규모에 해당하는 업체

<표 2.5> 온실가스에너지목표관리제도의 관리업체 지정기준

구 분	온실가스 배출량	에너지 소비량
관리업체(업 체) 지정기준	50 kilotonnes 이상	200 terajoules 이상
관리업체(사업장) 지정기준	15 kilotonnes 이상	80 terajoules 이상

*'업체'란 동일법인 등이 지배적인 영향력을 미치는 모든 사업장의 집단을 의미함
'사업장'이란 업체에 포함된 각각의 사업장을 의미함

○ 목표설정대상인 관리업체로 선정되면 당해년도 3월 말까지 과거 실적명세서 제출, 당해년도 9월 말까지 목표 설정, 당해연도 12월 말까지 이행계획서 제출, 차년도에 이행을 하여 차차년도 3월 말까지 이행실적을 제출해야 함



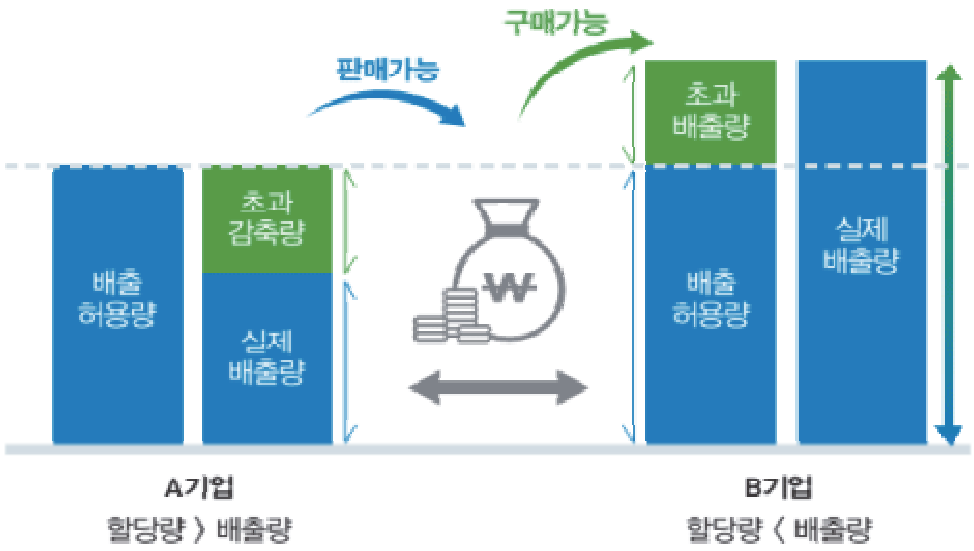
[그림 2.19] 온실가스에너지목표관리제도의 주요 일정

○ 국토교통부는 2014년도 목표관리제 관리업체로 건물부문 29개, 교통부문 26개, 건설업부문 5개를 설정함. 2016년도 업체별 예상감축량에 따른 감축 목표는 약 165.4천톤으로 예상되고 있음

라. 우리나라 탄소배출권 거래제 동향

○ ‘저탄소 녹색성장 기본법’ 제46조에 따라 『온실가스 배출권 거래제』를 도입하고 2012년 5월 ‘온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률’을 제정함

- 2014년 9월 국가 배출권 할당계획을 통해 제1차 계획기간(2015~2017년) 동안 배출권 총 수량은 16억 87백만톤을 확정하고 2015년 1월 1일부터 온실가스 배출권 거래제를 시행하고 있음(환경부, www.me.go.kr)
- “배출권 거래제”란 기업들이 정부로부터 온실가스 배출 허용량을 부여받고, 그 범위 내에서 생산 활동 및 온실가스 감축을 하되, 감축노력에 의해 배출 허용량이 남을 경우 이를 다른 기업 등에게 판매할 수 있고, 부족한 경우 부족한 허용량을 구입할 수 있는 제도임



[그림 2.20] 온실가스 배출권 거래제의 개념(출처: 환경부, www.me.go.kr)

○ 2015년부터 추진된 온실가스 배출권거래제 1차 계획기간에 대한 할당 대상업체별 배출권 할당량은 525개 업체를 대상으로 약 15억 98백만 KAU*임

*KAU(Korean Allowance Unit) : 우리나라 고유의 영문 배출권 명칭으로 1KAU를 온실가스 배출량 단위로 환산하면 1톤CO2-eq(이산화탄소상당량톤)에 해당

: 2017년까지 모든 업종에 배출권 100% 무상할당

: 목표관리제에서 목표를 초과 달성한 배출량에 대하여 조기감축을 인정

: 외부사업으로 발생한 온실가스 감축량을 배출권으로 전환을 인정

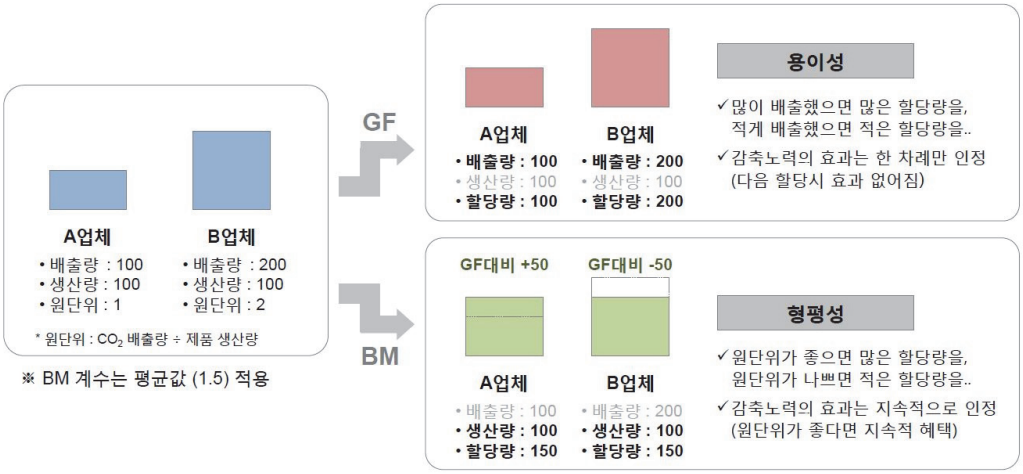
- 배출권 거래제도에 따라 배출권 할당 대상업체인 525개 중 건물은 40개 업체이며 건물부문 통신업체가 6개 포함되어 있음

: 배출권 거래제의 건물부문의 참여현황은 할당대상 업체수는 80여 개이며, 업체이며 주요 건물 용도는 판매시설, 교육시설, 의료시설, 업무시설, 숙박시설임

- 배출권 할당 방법은 벤치마크(BM: Benchmark) 할당 방법과 과거실적기준(GF: Grandfathering) 방식을 활용하고 있음

: 벤치마크(BM), 제품생산량 등 단위활동에서 발생하는 온실가스 양을 기반으로 배출권을 할당하는 방식

: 과거실적기준 방식(GF), 과거 배출량에 기반하여 배출권을 할당하는 방식



[그림 2.21] 배출권 할당 방법 개념 (출처: 한국환경공단)

○ 산업부문(자발적 온실가스 감축제도), 산림부문(산림탄소 상쇄제도), 농업부문(농업농촌 자발적 온실가스 감축제도), 환경부(배출권 거래제 상쇄제도) 등 정부부처별로 부처 특성을 고려한 자발적 감축사업 등록 제도를 추진 중에 있음

마. 국내 지자체 온실가스 인벤토리 구축 및 지역특성 분석 연구 동향

○ 국가차원에서 환경부가 주관하는 온실가스 환경영향평가제도, 온실가스·에너지 목표관리제 등의 방법을 통해 온실가스 감축 대책 수립

- 국가적인 온실가스 인벤토리(inventory) 구축과 함께 지자체를 중심으로 온실가스 인벤토리를 구축하여 배출량 산정이 이루어지고 있음
- 효과적인 지자체 감축정책 수립과 관리를 위해 지자체의 온실가스 배출 특성

파악이 필요하며, 인벤토리를 재분류 및 배출특성을 분석하는 방법과 지자체 온실가스 감축정책 수립을 위해 인벤토리를 재구성하여 제시함

○ 국내 지방자치단체 온실가스 배출현황에 대한 비교와 조사 연구(이승묵, 2008)

- <표 2.5>는 국내 지역별 온실가스 배출 현황에 대한 비교 및 조사 내용을 정리

<표 2.6> 기존 지자체별 온실가스 배출 현황 구축의 특징 (출처: 국토연구원, 2008)

지역	온실가스 분류체계 특징	배출량 산정방법
서울	- 에너지 : 비산업, 에너지 산업, 제조업, 도로, 비도로 - 폐기물 : 매립지, 소각, 하수, 폐수	- 국가통계와 CAPSS 분류체계를 함께 적용함 - 비산업 에너지부문: 국내 및 IPCC 배출계수 사용 - 에너지 부문 : 연료사용량으로 계산 - 소각부문 : 일반연소식 사용 - 생활하수/산업폐수 N2O 는 전 국민 단백질 섭취량 중 질소비율과 배출계수를 사용 - 매립 CH4 : EPA LAEEM 모형 사용 - 하·폐수 부문 : IPCC 추천 공식 적용 - 산업 공정 및 농업부문 산정하지 않음
부산	- 에너지, 산업공정, 환경, 농축산, 임업	- IPCC 가이드라인, 국가온실가스 배출통계, 선행 연구 결과 등 조사분석하여 배출량 산정결과에 대한 감축 잠재력 산정 용이하고, 부차적으로 정확한 배출량 산정이 이루어질 방법 - 활동도 자료가 확보되지 않을 경우, 여건을 고려한 차선의 방법 선택
경기	- 에너지, 산업공정, 농업, 폐기물	- CAPSS 자료 이용방법과 지역 에너지통계연보의 최종 에너지 사용량 자료를 통한 계산방법 병행 - 농축산 부문 CH4 : 가축분뇨 및 장내발효, 벼 농사 담수 배출고려(Tier 1 배출계수 수정 보완 후 적용) - N2O : 비료사용 중심으로 산정(Tier 1 방법) - 벼논의 배출계수 국내 실측자료 사용
충남	- 에너지 부문만 구분 (산업, 교통, 공공, 가정)	- 구체적인 방법 제시되어 있지 않음 - 각 부문별 연료사용량과 IPCC에서 제공하는 배출계수 이용
충북	- 난방, 산업 수송부문만 분류	- 서울시에서 추계한 배출량 산정량을 관련 항목의 충청북도 지역비중을 곱하여 온실가스 배출량 산정
강원	- 에너지 : 가정, 수송, 가정 및 상업 - 환경 기초 부문 : 매립, 소각, 하폐수 처리시설 - 토지이용패턴 : 농업, 축산, 산림 식생	- 에너지 소비 총량 자료를 이용하여 온실가스 배출량 산정
대전	- 연료 연소 부문, 산업공정 농업, 폐기물, 토양이용 임업 부문으로 분류	- 에너지 경제연구원에서 제공하는 우리나라의 온실가스 배출량 실태를 연구의 기초 자료로 사용

○ 기후변화에 대응한 지속가능한 국토관리 전략 연구(국토연구원, 2008)

- 본 연구에서는 지자체 연구의 문제점을 지역적 범위, 온실가스 배출현황 구축 방법과 기초자료에 대한 일관성이 없는 한계점을 보완하여 수행

<표 2.7> 지역별 온실가스 배출목록 범위, 종류, 지역별 온실가스 배출량 산정방법 (출처: 국토연구원, 2008)

구분	내용
지역별 온실가스 배출목록 범위	에너지, 농업, 폐기물, 토지이용변화 및 산림 4개 부문으로 한정
지역별 온실가스 종류	6개 온실가스 종류 중 CO2, CH4, N2O 3개로 한정
지역별 온실가스 배출량 산정방법	국가 온실가스 배출목록을 작성하는 1996 IPCC 가이드 라인을 근간으로 구축

<표 2.8> 지역별 온실가스 배출현황 구축 대상기간과 지역 (출처: 국토연구원, 2008)

구분	내용
지역별 온실가스 현황 구축 대상기간	2000, 2003, 2005, 2006 (4개년)
지역별 온실가스 현황 구축 대상지역	234개 지방자치 단체 (7개 특별·광역시, 74개 군·구, 158개 시·군·구)

- 지역별 온실가스 배출현황 및 특성 분석

: 2000년부터 2006년까지 전국 온실가스 총 배출량 추계 결과, 전체적으로 완만한 증가 추세, 2003년에서 2006년 사이에 3.2% 증가함(총배출량 : 2000년 2억4천1백4십만톤, 2003년 4억4십만톤, 2005년 4억1천1백7십만톤, 2006년 4억1천3백4십만톤)

: 배출원별로 살펴보면 같은 기간 에너지 부문의 온실가스 배출량이 7.8% 증가한 반면 농업과 폐기물은 각각 1.1%, 30.7% 감소, 토지이용·산림에 의한 흡수량은 같은 기간 4.4% 감소하여 총 배출량이 증가하는데 영향 미침

<표 2.9> 연도별, 배출·흡수원별 전국 온실가스 총 배출량 변화 (출처: 국토연구원, 2008)

(단위 : 백만Ton$CO_{2eq.}$, %)

	총배출량 (A+B)	배출량/흡수량 (A/B)	배출량총계 (A)				흡수량 총계 (B)	
				에너지	농업	폐기물		토지이용/산림
2000년	241.4	(7.8)	276.9 100.0	242.5* 87.6	13.9 5.0	20.5 7.4	-36.0 100.0	-36.0 100.0
2003년	400.4	(13.2)	433.2 100.0	399.1 92.1	13.3 3.1	20.7 4.8	-32.7 100.0	-32.7 100.0
2005년	411.7	(16.5)	438.3 100.0	408.3 93.2	13.3 3.0	16.8 3.8	-26.6 100.0	-26.6 100.0
2006년	413.4	(14.6)	457.9 100.0	430.3 94.0	13.2 2.9	14.4 3.1	-31.3 100.0	-31.3 100.0
'03 - '06 증감률	3.2	-	5.7	7.8	-1.1	-30.7	-4.4	-4.4

주) * 2000년 전력자료 포함되지 않은 수치임

- 국가 온실가스 인벤토리와 비교

: 전국 지역별로 추계한 온실가스 배출량을 에너지경제연구원이 발행하는 국가 인벤토리 온실가스 배출량과 비교해 본 결과 지역별 온실가스 배출연구 추계 결과 값이 7천4백6십만톤 적게 산정됨

: 국가 인벤토리와 지역별 인벤토리의 총 배출량 차이는 가장 비중이 큰 에너지부분의 추계 결과 차이에서 비롯됨. 원인은 에너지원별로 전국 단위와 시·군·구 단위 에너지 소비량 자료의 차이 때문

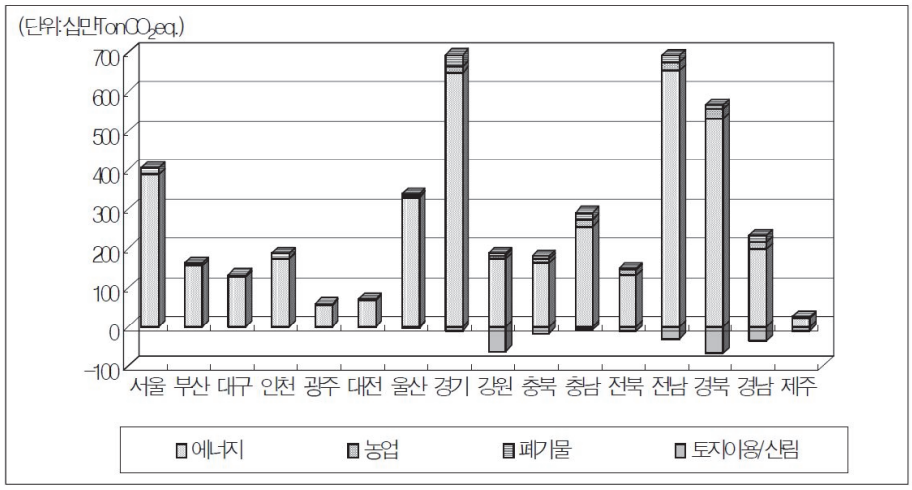
<표 2.10> 지역별 온실가스 배출현황 구축 대상기간과 지역
(출처: 국토연구원, 2008)

구분	국토연구원 지역별 인벤토리(A)	국가 인벤토리(B)	A-B
총배출량	411.7	486.3	-74.6
에너지 소계	408.3	492.7	-84.4
농업	13.3	14.7	-1.4
폐기물	16.8	11.8	5.0
토지이용·산림	-26.6	-32.9	6.3

- 시·도 지역별 배출 현황 및 특성

: 시·도 지역별 총 배출량

전력자료를 포함하지 않은 2000년을 제외하고 2003년부터 2006년까지 시·도 지역 중에서 경기도가 가장 큰 배출량 규모를 나타냄(전국 배출량의 16% 내외). 다음으로 전남, 경북의 온실가스 배출량 규모가 큼. 반면, 배출량이 가장 작은 지역은 제주도로 나타남



[그림 2.22] 시·도 지역별, 배출·흡수원별 배출량(2005년)
(출처: 국토연구원, 2008)

○ 강원도 온실가스 감축목표 정책적 대응방안 연구(한국기후변화대응연구센터, 2015)

- 국제사회의 신기후체제와 2030 국가 온실가스 감축목표에 따라 지자체의 온실가스 감축 및 기후적응 체계 구축 압력 증대 전망
- 정부의 효율적 온실가스 감축정책 대응 및 신규 정책 개발을 위해 온실가스 배출량 통계가 반드시 필요, 온실가스 통계는 기후변화 대응을 위한 가장 기초적이고 필수적 통계임
- 강원도의 경우 2009년 이후 온실가스 배출량 통계 부재, 도내 18개 시·군 중 지속적으로 온실가스 통계관리를 실시하는 지자체 없음
- 강원도의 지속적인 온실가스 통계관리 및 목표관리제도 등 정부정책 대응을 위해 ‘강원 온실가스 통합 관리시스템’ 구축 필요성 제안



[그림 2.23] 강원 온실가스 통합 관리시스템 G-EGMS 화면 (예시)
(출처: 한국기후변화대응연구센터 GREEN ISSUE, 2015)

○ 지자체 온실가스 감축정책 수립을 위한 인벤토리 재구성(한국환경공단, 2012)

- 온실가스 배출특성 분류

: 카테고리별 온실가스 배출 비중에 따라 분류가능하며 도시형과 비도시형으로 분류, 도시형 중 소비형 지자체는 상대적으로 가정, 상업, 공공, 수송부문의 배출 비중이 높고, 산업형은 에너지산업, 제조 및 건설업, 산업공정의 배출량 비중이 높음



[그림 2.24] 지자체 배출특성에 따른 유형 분류체계 (예시)
(출처: 한국환경공단, 2012)

○ 기존 건축물의 온실가스 감축 대상기술 도출

- 온실가스 감축기술 도출을 위한 기술요소

① 그린리모델링 기술요소

· 그린리모델링을 통해 기존 건축물에서 온실가스를 감축할 수 있는데, 이와 관련된 기술요소는 다음과 같음

<표 2.11> 그린리모델링을 활용한 에너지 절감 및 온실가스 감축 기술
(출처 : 한국기후변화대응연구센터, 2015)

기술	개요
단열	열전도율이 낮은 재료를 단열재로 사용하는 기술
기밀	건물표면 내·외부에서 원하지 않는 공기의 흐름이 생기는 것을 기밀층으로 막는 기술
창호	고성능의 열관류율, 기밀성, 가시광선 투과율, 일사획득계수를 지닌 창호 적용기술
차양장치	창호를 통해 유입되는 태양열 또는 태양광 획득량을 조절할 수 있는 장치 적용기술
열획득	내부발열 및 일사에 의한 열 획득을 통해 겨울철 건축물의 난방부하를 저감하는 기술
고효율설비	고효율의 설비시스템 도입기술
재생에너지	태양열, 태양광, 풍력, 지열 등의 재생에너지원으로 건축물 내 에너지를 자체 생산하여 이용하는 기술
자연채광	태양광을 적극적으로 활용하여 실내 시환경을 개선하는 기술
환기	탁한 실내공기를 실외로 배출하고 신선한 공기를 실내로 받아들인 후 내부순환이 되도록 하여 쾌적한 실내 공기환경을 만드는 기술
열교방지	열교 단열을 통한 건축물의 열손실을 방지하는 기술
실내마감	건강한 실내공기질의 유지를 위해 유해물질의 방출을 최소화하는 실내 마감자재와 공법 적용기술
건축물녹화	건축물로 인해 파괴된 녹지 및 토양 생태계를 복원하는 기술
자원순환	건축물을 하용하면서 발생하는 자원의 낭비를 줄이는 기술
폐기물재활용	그린리모델링 공사과정에서 발생된 폐기물을 친환경적으로 적절하게 처리하고 재활용하는 기술

② 온실가스 감축 기술요소

· 연료전환과 같이 동일한 에너지를 사용하면서 온실가스를 감축하는 방법, 온실가스를 배출하는 냉매의 사용량을 줄이거나 종류를 바꾸는 방법 등을 들 수 있음

· 연료전환 : 저탄소 화석연료로의 전환, 목재바이오매스로의 연료전환

· 냉매전환 : 냉각·냉동설비 및 소화설비의 냉매 변경

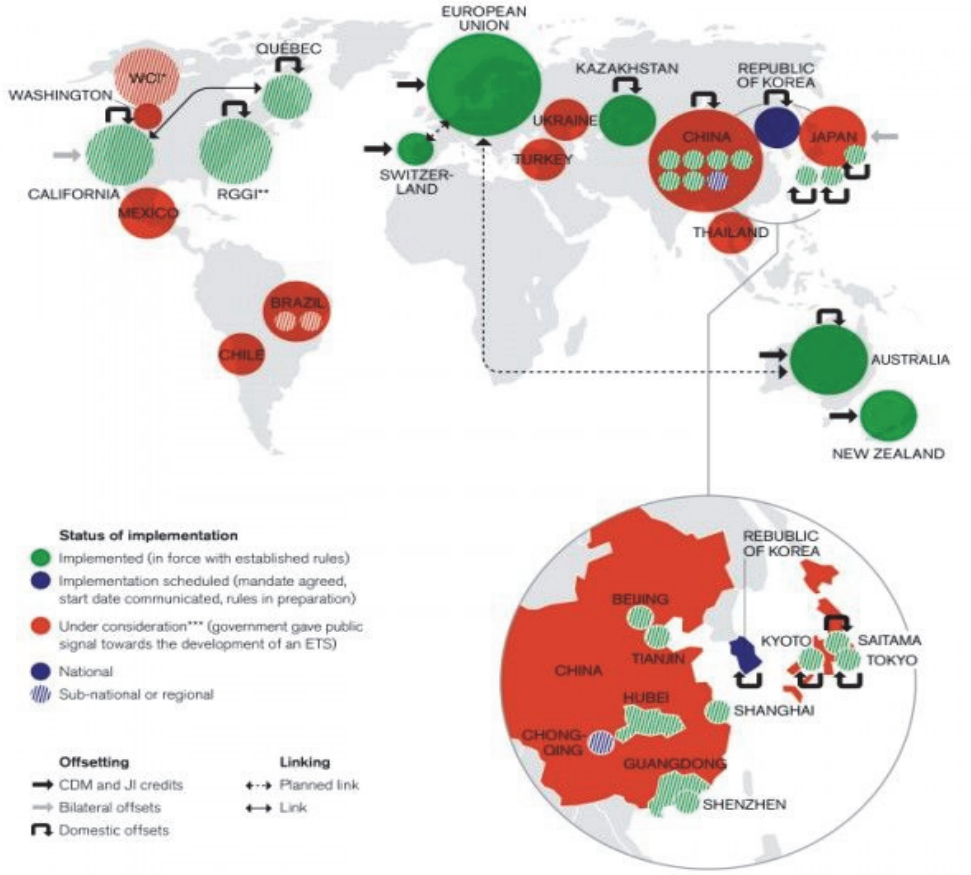
제2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국외 시장현황

가. 온실가스 배출권 시장

○ 세계의 온실가스 배출권 거래제 시장은 빠르게 증가하고 있음. 2013년에만 75%의 시장이 형성되었고 2015년 이후 중국이 배출권 거래제 시장에 참여하게 되면 그 규모는 더욱 커질 것으로 전망됨

- The World Bank에 따르면 이미 40개 국가, 20개 이상의 지역단위에서 시장이 형성되어 있으며 이는 6Giga-ton의 온실가스 배출량, 전세계 온실가스 배출량의 12%를 차지함
- 현재 세계의 배출권 거래제 규모는 67.8억톤으로 톤당 10,000만원으로 가정하면 **세계의 온실가스 감축량 거래액은 약 68조원 규모**임



[그림 2.25] 현존 또는 향후 세계 온실가스 배출권 거래 규모

(출처: The World Bank Group, 2014)

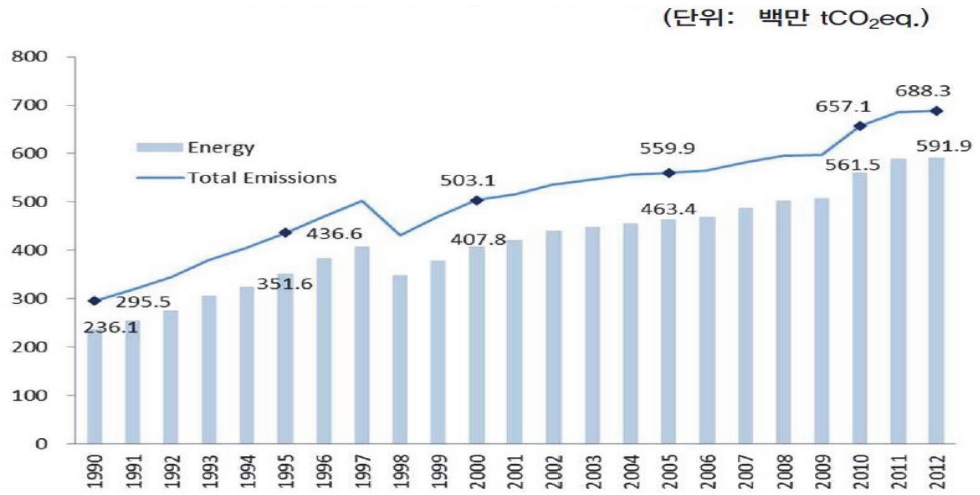
나. 온실가스 배출 현황 및 규모

○ IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 보고서(2007)에 의하면 **건물 부문에서 배출하는 온실가스 배출량은 전 세계에서 배출하는 온실가스 배출량의 25% 이상**에 달하며 감축 잠재량도 가장 높으면서 온실가스 저감에 투여되는 비용은 가장 낮은 분야로 평가하고 있음

○ IEA 보고서(2012)에 따르면 전세계의 온실가스 배출량 중 건물부문이 차지하는 비중은 약 19%로 보고되고 있으며 이중 블랙카본 배출은 1/3수준으로 보고 됨

: 전세계의 건물부문의 온실가스 배출량은 2010년기준 9.2 Giga-ton CO2e이며 화석연료에 의한 직접배출량은 3.2 Giga-ton CO2e, 전력소비 등 간접배출량은 6.02Giga-ton CO2e로 급격히 증가하는 추세로 보고됨

○ 국내 온실가스 배출 추이 및 현황을 살펴보면 2012년 기준 온실가스 배출량은 688.3백만톤CO2e이고 연평균 3.9%수준으로 급격히 증가하고 있음. 대부분의 배출량이 에너지(연료 연소)부문에서 발생(약 87%)하고 있음



[그림 2.26] 국가 온실가스 배출 현황 및 추세

다. 온실가스 데이터 관리 시장현황

○ 최근, 정보의 활용, 특히 빅 데이터의 활용은 각종 산업분야에서 산업을 활성화하거나 효율적인 의사결정을 위한 방법으로 전 세계적인 주목 받고 있음. 특히, 글로벌 리서치 기관들은 빅 데이터를 활용한 분석을 통하여 사회적 편익의 증가,

생산성 향상, 에너지 소비 절감 등의 효과를 기대할 수 있다고 전망하고 있음

- 2012년 World Economic Forum (세계경제포럼)에서는 국제 개발의 새로운 가능성을 열어줄 수 있는 신흥 10대 기술 중 첫 번째를 빅 데이터 기술로 지목하였음

라. 녹색건축물 성장 전망을 통한 시장현황 및 전망

○ 국내외 녹색건축물은 잠재력이 매우 높은 시장으로 세계 친환경 저에너지 녹색 건설시장은 '12년 이후 12%에서 60%까지 지속적 성장이 전망됨

- 주요 선진국은 건축 산업구조, 정책/제도 전반의 개혁 및 지원을 통하여 제로에너지 건축물의 보급 확대를 위한 시장전환(market transformation)을 착수하여 진행 중임

<표 2.12> 국내외 일반건축물 및 녹색건축물 시장성장 전망

(출처 Global Trend in Sustainable Energy, UNEP)

		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%

○ 국내외적으로 녹색건축시장은 지속적으로 성장이 전망되며, 매 3년동안 녹색건축물 건설시장은 두배로 증가하고 있음

- 전세계 녹색빌딩 시장 규모는 2005년 30억불이었고, 2008년에는 290억불에 이를 정도로 연평균 성장률은 56.1%를 보였으며, 2010년 기준으로는 540억불로 전체 건설시장의 35.1%를 차지한다고 볼 수 있으나, 2015년에는 1450억불로 나타났으며, 전체 건설 시장의 48%를 차지한 것으로 나타남

- 녹색건축물시장에 관한 다양한 예측 자료가 있지만, 통계 조사의 기준이 각각 달라, 정확한 수치를 통한 녹색건축물 시장 예측에는 상당한 어려움이 있음

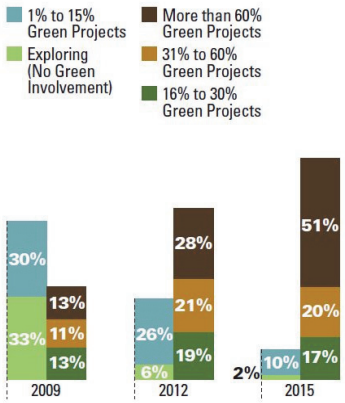


○ 국외 보고서(McGraw-Hill Construction, 2013)에 따르면 미국, 싱가포르, 영국, 아랍에미레이트, 오스트리아에서 그린빌딩 시장은 기존 33%에서 최대 68%까지 성장하고 있는 것으로 보고함. 향후 세계의 그린빌딩 시장은 지속적으로 증가할 것으로 전망하고 있음

- 전체적으로 건축가, 엔지니어, 건설업자, 건물 소유자 등 건설관련 종사자의 94%가 녹색건축물의 정의, 녹색건축물 등급제도 등에 대해 인지하고 있음
- 2012년 기준 건축물 관련 프로젝트 활동에서 62%가 그린 빌딩관련 프로젝트로 구성됨
- 그린빌딩에 대한 투자로 기대되는 사업의 이익에 대해서도 높게 나타나고 있으며 신축 그린빌딩을 통해 피드백 기간을 8년, 그린 리모델링 또는 개보수를 통해서 7년의 피드백 기간을 기대. 그린빌딩 프로젝트를 통해 건물에서 5년이후 기대되는 수익은 신축에서 15%, 리모델링에서 13%로 나타남
- 미래의 그린빌딩 사업을 이끄는 주체는 미국, 오스트리아, 유럽의 경우 공공/민간발주자 및 시장에 의해 선도될 것으로 보고 있으며, UAE, 싱가포르, 남아프리카 등 개도국은 제도가 선도하여 진행되고 있음

Levels of Green Building Activity by Firms Around the World (2009–2015 Expected)

Source: McGraw-Hill Construction, 2013



Business Benefits Expected From Green Building Investments (Median Reported by All Respondents)

Source: McGraw-Hill Construction, 2013

Benefit	New Green Building	Green Retrofit
Decreased Operating Costs Over One Year	8%	9%
Decreased Operating Costs Over Five Years	15%	13%
Increased Building Value for Green versus Non-Green Projects (According to AEC Firms)	7%	5%
Increased Asset Value for Green versus Non-Green Projects (According to Owners)	5%	4%
Payback Time for Green Investments	8 Years	7 Years

Top Three Triggers Driving Future Green Building Activity (By Respondent Location)

Source: McGraw-Hill Construction, 2013

	US	Australia	Europe	UAE	Singapore	Brazil	South Africa
Top Reason	Client Demand	Market Demand	Client Demand	Regulations	Regulations	Market Demand	Right Thing to Do
	41%	37%	39%	55%	41%	52%	44%
Second	Corporate Commitments	Client Demand and Lower Operating Costs	Market Demand	Client Demand	Client Demand and Corporate Commitments	Client Demand; Lower Operating Costs; Market Transformation; and Higher Building Value	Lower Operating Costs
	32%	35%	37%	50%	35%		42%
Third	Market Demand and Lower Operating Costs	Corporate Commitments	Branding/Public Relations	Market Demand	Lower Operating Costs		Regulations
	30%	31%	34%	32%	31%	26%	34%

(출처: World Green Building Trends, SmartMarket Report, McGraw-Hill Construction, 2013)

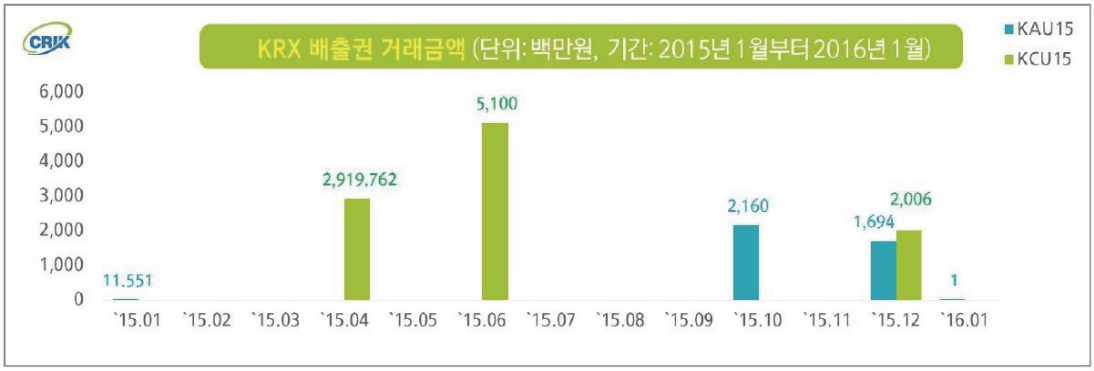
2. 국내 시장현황

가. 온실가스 배출권 거래 시장현황

○ 우리나라도 온실가스 배출권 거래제 도입을 통해 기존의 온실가스 목표관리제에 의한 온실가스 감축비용이 44~68% 절감 될 것으로 보고 있음

- EU도 배출권거래제 도입으로 온실가스 감축 한계비용이 온실가스 톤당 20~655달러에서 14~135달러로 감소함 (IPCC, Climate Change 2010 Synthesis report)

○ 우리나라 탄소시장은 한국거래소(KRX)를 통해 2015년 기준으로 거래량이 321천톤, 거래금액은 약 38억원의 시장이 형성되고 있음



구분	2015 1월	2015 2월	2015 3월	2015 4월	2015 5월	2015 6월	2015 7월	2015 8월	2015 9월	2015 10월	2015 11월	2015 12월	2016 1월	합계
KAU 15	11.55	-	-	-	-	-	-	-	-	2,160	-	1,694	1	3,867
KCU 15	-	-	-	2,919.76	-	5,100	-	-	-	-	-	2,006		10,026

[그림 2.27] 우리나라 탄소시장 거래금액(2015년 기준) (출처: 이충국, 2016)

나. 온실가스 데이터 관리 시장현황

○ 국제적 흐름과 함께, 우리나라에서도 빅 데이터를 활용하고자 하는 다양한 노력들이 시도되고 있음

- 대한민국 지식경제부 R&D 전략기획단은 IT 10대 핵심기술 중 하나로 빅 데이터를 선정하였음
- 대한민국 정부는 2013년부터 '정부 3.0'을 통하여, 정부기관이나 지방자치단체가 보유한 공공정보를 누구나 손쉽게 활용하고 이를 통해 새로운 가치를 창조하자는 공공정보 개방 운동을 실천하고 있음

○ 이에 따라, 건설 및 건물 분야에서도 빅 데이터 활용에 대한 관심과 논의가 본격화되고 있으며, 공간 빅 데이터에 대한 수요도 증가하고 있는 추세임

- 2014년 9월 29일 '건설산업의 빅 데이터 미래전략 세미나'가 개최됨. 건설산업에서의 빅 데이터는 전통적인 프로젝트 성과 지표인 비용, 품질, 일정, 안전 등과 함께, 새롭게 떠오르고 있는 이슈들인 환경, 소통 등 건설산업 전반에 걸쳐서 효율적인 의사결정을 할 수 있도록 지원할 것으로 전망됨
- 국토교통부는 건축데이터 민간개방 서비스를 통하여 건축행정정보를 민간에 개방함으로써, 건축데이터 기반의 새로운 비즈니스 창출과 관련 산업 활성화를 지원하고 있음
- 국토교통부는 국가 공간정보 오픈 플랫폼을 통하여 국가 지리 정보를 공유 및 개방함으로써, 공간 빅 데이터를 활용하고 신산업 및 일자리 창출을 할 수 있도록 적극적으로 지원하고 있음
- 한국감정원은 국가 건물에너지 통합관리시스템을 운영함으로써, 전국 약 690만동 건축물 전체를 대상으로 에너지 사용 정보 (전기, 가스, 난방 등)를 수집하여 건축물 에너지·온실가스 정보체계를 구축하고 있음

다. 녹색건축을 통한 건물부문 온실가스 시장현황

○ 에너지 절약형 건축시스템 시장 전망

- 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 거주자 행태분석과 사물인터넷(IOT)을 결합한 에너지 절감 기술, 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
- 국내 건물자동화시스템(BAS)의 국내시장 규모는 IBS시장 규모의 1/3 정도이나 국내외적으로 시장규모는 점진적으로 확대가 예상됨. BAS 국내 시장규모는 0.27조 원/년(2007년)에서 1조 원/년(2030년)에 달하는 거대한 시장임.
- 국내 정책의 흐름 상 건물에너지관리시스템(BEMS) KS규격 개발, 인증제 도입, 전문인력 양성, 군관리시스템 도입, 관련 기술 개발, 인센티브 확대, 단계적 의무화 등 추진이 진행되고 있어 BEMS 시장은 지속적으로 확장될 것으로 보임

○ 기존건물에 대한 그린리모델링 시장 현황

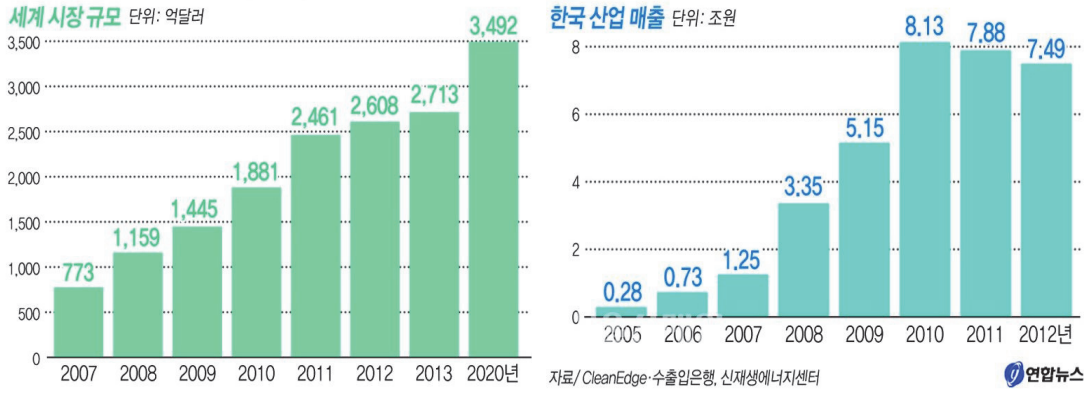
- 건물분야의 온실가스 감축을 위해서는 신규주택보다는 680만동에 이르는 기존 건축물에 대해 에너지 절약적 개보수 또는 리모델링이 실현되어야 하며, 이를 통한 그린리모델링 시장은 2030년 이후 주요 건축시장으로 성장 예상
- 한편, 2000년대 성장 추이를 토대로 전망한 향후 건축물 리모델링 시장은 2015년에 9조원, 그리고 2020년에는 10.4조원으로 추정됨.

  : 그린리모델링 시장의 규모는 건축시장에서 차지하는 비중이 2015년 8.5%, 그리고 2020년에는 9~10%대로 추정됨. 주거용 건축물은 2015년 0.7조원, 2020년 0.8조원으로 극히 미미한 성장세를 이어가는 반면, 비주거용 건축물은 2015년 8.3조원, 2020년 9.6조원으로 성장세가 예상됨(출처: 건축물 리모델링 시장의 부문별 성장 추이와 전망, 건설이슈포커스, 2011.9)
- 세계 친환경 저에너지 녹색건설시장은 '12년 이후 12%에서 60%까지 지속적 성장 전망

○ 고효율 설비 및 신재생에너지 시장 전망

- 화석연료 고갈 및 유가급등으로 신·재생에너지 대체 노력과 예산증액, 정책 마련에 의한 시장은 지속적으로 확대될 것으로 예상됨
- 정책 및 예산이 신·재생에너지 단위기술 개발에 집중되어 있었으며, 향후 투자도 단위기술 개발에 집중될 것으로 예상됨

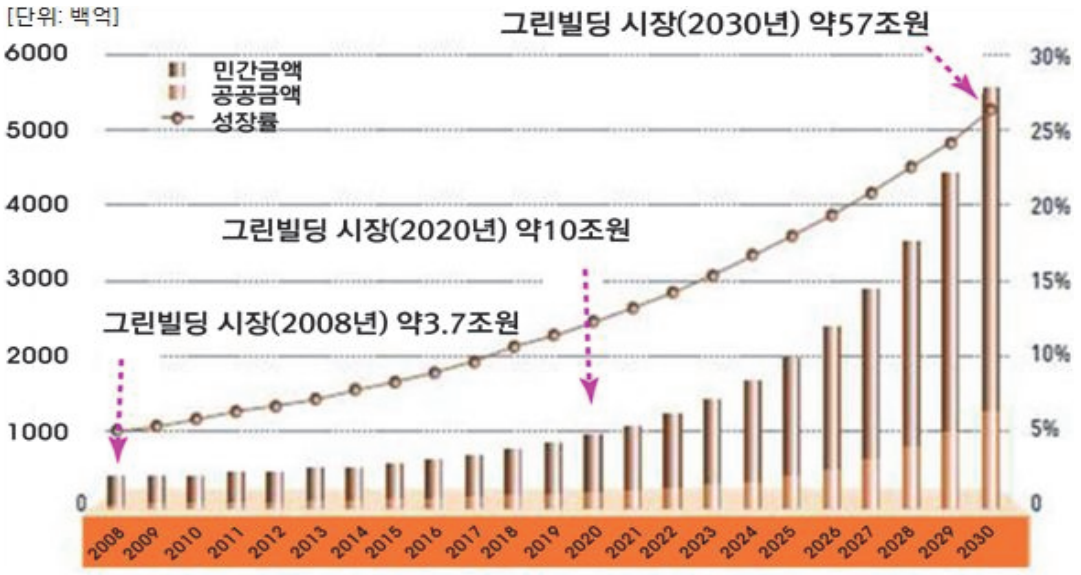
  : 금융투자업계와 한국수출입은행, 에너지전문 조사업체인 크린에지(CleanEdge) 등에 따르면 2012년 세계 신재생에너지 시장규모는 2천6백억달러로 추정되고 2020년까지 3억5백억달러로 증가 전망(연합뉴스, 2013.2)



[그림 2.28] 신재생에너지 산업 시장 현황

○ 그린빌딩 시장 전망

- 국내 그린 빌딩 시장에 대한 대상 설정에 대한 정확한 통계가 부족한 것이 현실, 에너지 소비에 대한 용도별/규모별 시장 분류를 통한 그린 빌딩 시장 분석 필요
- 국내 건설 시장(당해 연도 건설공사 계약금액 기준)은 연평균 6.7%의 성장 전망을 보이고 있는 가운데, 그린 빌딩 시장은 2008년까지 전체 건설시장의 5% 비중을 차지하였으며, 2007년 약 3%의 성장률을, 2008년에는 4.9%로 집계되었음
- 2030년까지 장기적인 기간을 예측하였을 경우, 건설시장의 규모가 선형으로 비례하여 증가한다고 가정할 경우 2020년에 약 119.7조원 규모, 2030년에는 167.6조원 규모로 전망됨(아주대학교 산학협력단, 2011)
  : **그린빌딩 시장이 약 5%의 성장률로 증가할 것으로 가정하며, 2020년에는 전체 건설시장 대비 약 8.4% 비중을 차지하고 2030년에는 약 34% 비중을 차지할 것으로 예상됨** (기존의 시장전망을 재검토하여 조정)



[그림 2.29] 국내 그린빌딩 시장 예측 (출처: 국토교통과학기술진흥원, 2013)

라. 기후변화 적응에 대한 건축산업의 SWOT 분석[5)]

○ 건축부문이 녹색건축물의 확산과 같은 온실가스 감축 중심의 기후변화 완화 대책과 연계가 용이하고 건축물의 수명연장과 유지관리와도 연계가 가능한 강점이 있음

○ 기후변화에 대한 건축업계와 대중의 인식이 미비하고 수요가 저조하다는 약점이 있음

- 점차 친환경 건축에 대한 국민적 관심이 증대하고 기후변화 적응형 건축물에 대한 수요가 높아질 것으로 예상

<표 2.13> 기후변화 적응에 대한 건축 산업의 SWOT분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
① 건축물의 기후변화 적응에 기 개발된 관련 기술을 활용 ② 기후변화적응기술 개발이 용이	① 건축물의 기후변화 적응에 대한 인식 부족 ② 기후변화 적응 관련 제도화 및 인센티브 미흡
기회(Opportunity)	**위협(Threat)**
① 취약계층 주거개선 지원과 연계 가능 ② 친환경 건축에 대한 관심과 삶의 질에 대한 소비자의 수요 증가	① 건물 설계 및 자재 분야의 해외 기술 도입 확대로 경쟁력 저하 ② 기술개발 지원과 관련 자재 시장 확보가 어려움

5) 녹색성장위원회, 2012, 기후변화 적응 관련 유망 산업 발굴 및 경쟁력 강화 방안 연구, 53~54쪽

제3절 기술동향 분석

1. 관련 기술개발 동향

가. (예측/평가) 건물부문 온실가스 감축 모델 기술의 기술현황

① 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 모형 현황

○ 온실가스 감축과 관련하여 가장 기본적인 사항은 과거, 현재, 미래의 온실가스 배출량의 정량적인 파악이고 배출전망치에 대한 감축 계획 및 실행방안 마련, 그리고 합리적인 감축목표의 설정과 이를 달성하기 위한 노력이 요구됨

○ 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석은 거시적 경제상황 및 산업연관 효과 등에 초점을 맞춘 하향식(Top-down) 접근기법과 채택 가능한 에너지기술 및 정책방안 등으로부터 경제적 감축 잠재성을 도출하는 상향식(Bottom-up) 접근 기법이 있음

- 국내외에서 사용되는 에너지수요 및 온실가스 감축 잠재량 분석모형은 주로 일반균형모형(Computable general equilibrium model, CGE), MARKAL모형, ICARUS모형, AIM모형, LEAP모형, MESSAGE모형 등이 있음

구 분	LEAP	MESSAGE	AIM	MARKAL
성 격	• 직관적이며 뛰어난 보고기능	• 중장기 에너지 시스템 최적화 모형 • 선형계획법 기반으로 매우 유연	• 아시아 특성 고려한 최적화 모형	• 중장기 에너지 시스템 최적화 모형 • 선형계획법 기반으로 매우 유연
활용사례	개발 도상국 및 전 세계 160여 국에서 약 5,000명 사용	IPCC, World Energy Council 등 국제기구에서 활용	• 아시아 지역 12개 국가 시나리오 분석 • IPCC 시나리오 분석 시 활용	전세계 70여 개국에서 에너지 수급 계획 및 온실가스 감축 잠재량 분석 사용
개발기관	80년대 SEI 미국 지사에서 개발 및 보급	70년대 오스트리아 IIASA 개발 후 국제원자력기구(IAEA)와 공동 보급	90년대 일본 국립 환경 연구원[6] 개발 및 보급	국제 에너지기구(IEA)
데이터 요구정도	유연함	높음	높음	높음
활용 방향	국내 분석 및 개도국 지원에 활용	국내 분석 및 전세계 모형 협력에 활용	국내 분석 및 아시아 지역 협력에 활용	국내 에너지 시스템 분석

[그림 2.30] 국내외 상·하향식 온실가스 감축 모형 시스템의 종류 및 특성

○ 에너지-경제-환경(E3)의 연계성을 분석하기 위한 방법으로써 상향식 모형과 하향식 모형의 특성을 다음과 같음(KIAST, 2015)

- 상향식 모형 : 상향식 모형이란 개별 에너지 사용의 형태와 관련한 기술을 세부적으로 묘사하여 기술, 사회변화, 정책 등이 이들 변수에 미치는 영향을 분석하는 접근 방법임. 상향식 모형은 세부적인 기술 특성을 반영하기 용이해 재정적 수단 이외의 다양한 정책 수단이 미치는 영향을 분석하는데 유용함. 상향식 모형의 상세한 기술 묘사는, 기술의 발전, 채택, 대체 현상 등 다양한 동태적 요인을 반영한 온실가스 감축 잠재량 분석이 가능
- 하향식 모형 : 하향식 모형은 자본, 노동, 토지, 에너지 등 각종 생산요소를 보다 포괄적으로 고려하고 요소간의 대체 제약을 명시적으로 고려하므로, 온실가스 감축이 각종 재화의 산출 변화와 이에 따른 가계의 후생감소로 귀결되어 상향식 모형에 비해 대체로 감축 비용이 높은 경향을 보임

○ 국외 주요 선진국은 국가수준에서 에너지 전환부문, 산업부문, 교통부문, 건물부문 등을 포함하는 다양한 온실가스 분석모형을 구축하고 있음.

- 미국은 최적선형계획법에 의한 Markal 모형과 시나리오 분석형 LEAP모형이 대표적이고, 일본은 자체 개발한 AIM모형을 구축함
- 국제에너지기구(IEA)는 에너지기술분석 및 에너지 전망 및 감축 시나리오 개발을 위해 Markal모형과 Message 모형을 운영하고 있음
- 세계적 연구기관인 오스트리아의 IIASA는 Message모형을 개발하고 운영함으로써 UN 등에 지구차원 또는 대륙수준의 중장기 온실가스 배출 전망과 감축 잠재량에 대한 보고 및 기술데이터 지원을 하고 있음

○ 국내에서는 산업부와 환경부를 중심으로 산업부문 등의 기후변화대응 온실가스 감축 전략 수립 및 경제모형·온실가스 분석모형 개발과 운영에 국한되어 왔음

- 에너지경제연구원은 온실가스 배출 전망 모형인 KEEI-EGM 모형과 감축 잠재량 분석을 위한 에너지공단의 TIMES-K15모형을 구축하고 국가에너지수급계획 및 산업부문의 온실가스 감축 전략수립에 활용
  : TIMES-K15는 IEA의 TIMES 모형을 이용하여 우리나라 국가에너지시스템 분석에 적합하도록 개발하여 운영되는 모형임
- 환경부 온실가스종합정보센터(GIR)은 국가 온실가스 총괄관리체계를 구축하고 국립환경과학원과 함께 다양한 형태의 온실가스 예측/평가 모형을 구축하여 운영
  : GIR은 IIASA에서 개발한 MESSAGE 모형을 이용하여 우리나라 각 부문별(전

환, 산업, 수송, 건물, 공공기타 등)로 모듈을 구성하여 통합하여 온실가스 감축 모형을 운영함

- 그 외 산업부문을 중심으로 국가 온실가스 감축을 위한 데이터베이스 구축, 감축 모형 작성 등에 관한 연구가 진행되고 있음

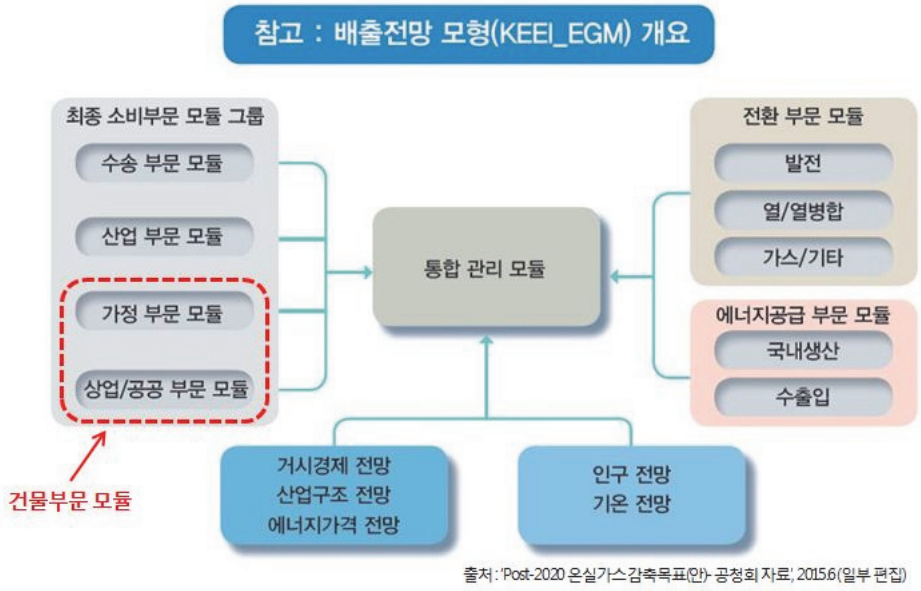
② 건물부문 온실가스 감축 잠재량 분석 모형 현황

○ 건물부문의 독자적인 감축모형 구축 및 활용은 미흡하며, 국가 차원의 에너지 수요 및 공급을 위한 전환 및 산업부문을 중심으로 국가 온실가스 감축을 위한 데이터베이스 구축, 감축 모형 작성 등에 관한 연구가 진행되고 있음

○ 건물부문에 대한 온실가스 감축 모형 연구 및 분석 기술의 주요 국내 현황은 다음과 같음

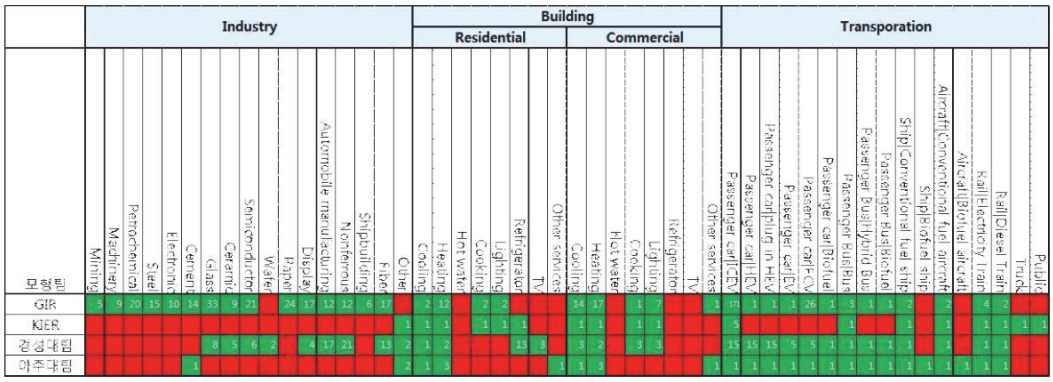
- ‘MESSAGE 모형을 이용한 국내 건물부문 온실가스 감축 시나리오 분석(윤성권 외, 2014)’에서는 효율개선 및 탄소세 시나리오를 통해 건물부문의 온실가스 배출 전망을 산출했고, ‘기후변화 대응 건축물의 온실가스 감축방안 연구(한국건설기술연구원, 2009)’는 건물 설계기준강화, 인증제도 확대, 그린홈 빌딩, 기존건축물 노후개선, 실내온도제한의 5가지 정책별 시나리오를 구성하여 온실가스 배출량을 전망함
- ‘2011 장기 에너지 전망(에너지경제연구원, 2011)’은 고성장, 저성장, 고유가, 저유가 시나리오 등을 통해 타 연구에 비해 다양한 경로로 건물부문의 온실가스 배출을 전망하였고, ‘온실가스 감축 마스터플랜 수립(에너지관리공단, 2011)’에서는 가정, 상업, 공공·기타 부문별, 에너지원별 다양한 온실가스 배출전망을 예측함
- 에너지경제연구원이 국가 에너지 수요 전망 및 국가에너지시스템을 분석하기 위해 구축한 KEEI_EGM 배출전망 모형에서 건물부문은 가정부문 모듈 및 상업/공공부문 모듈로 운영되며 타 부문과 통합관리 모듈을 통해 국가 전제 시스템에 대한 구성 및 배출 전망을 분석하고 있음
- 그 외 건물부문과 관련된 전망 및 분석 모형으로는 국토연구원이 구축한 사회경제적 변화를 반영한 ‘중장기 주택수요전망 모형’[6]이 있음. 모형은 2022년 장기 주택종합계획에 활용되었고, 중장기 주택수급계획 및 주택 수요 행태 변화 전망, 중장기 주택수요 전망을 분석함

6) 국토해양부, 수요변화에 대응한 주택정책 추진방향 연구, 국토연구원, 2011



[그림 2.31] 에너지경제연구원의 배출전망 모형 개요 및 건물부문 모듈

- 국내 건물부문 모형 구축 및 연구는 건물부문(가정, 상업)의 독자적인 모형을 구축하지 않고 국가 전체의 에너지시스템을 구성하여 일 부문으로써 연구 또는 분석되고 있음. 국내 상향식 모형을 구축하고 연구하고 있는 주요 기관은 환경부 온실가스종합정보센터(GIR), MESSAGE모형을 활용한 경성대, TIMES모형을 구축·운영하는 에너지기술연구원(KIER), GCAM모형의 아주대로 조사됨
  : 건물부문은 가정과 상업을 구분하여 서비스별로 상세하게 표현하거나, 가정과 상업을 구분하여 에너지 사용용도를 냉방, 난방, 취사, 조명, 가전기기(상업은 제외)등으로 나누어 구성

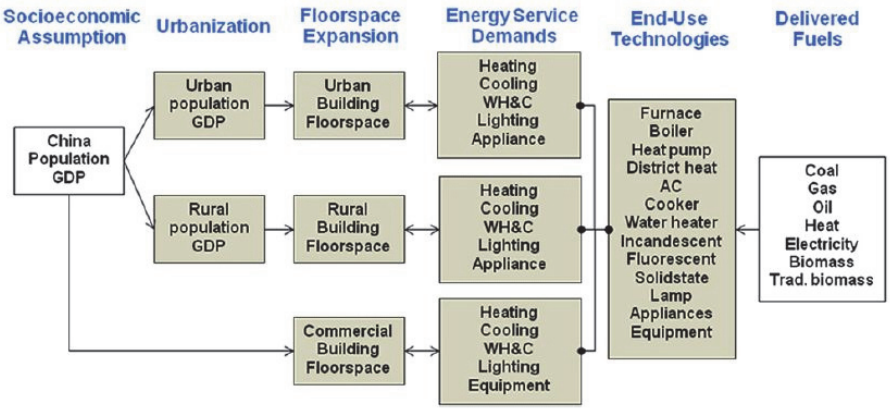


[그림 2.32] 국내 상향식 모형의 에너지수요부문 구성

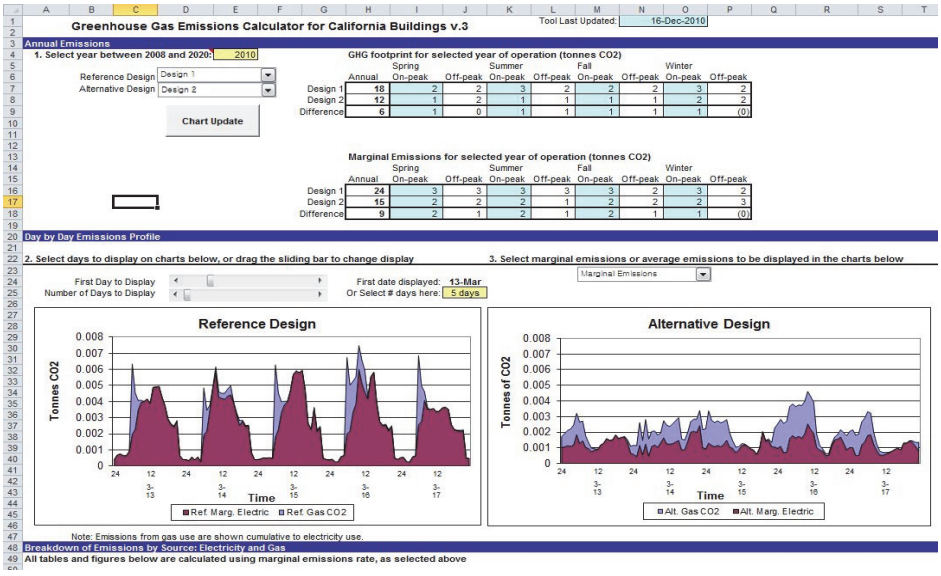
(출처: 감축기술의 메타 DB 구축에 기반한 기술확산/변화 개념 연구 및 모듈 구현 (1차년도) 보고서, KAIST, 2015)

○ 건물부문을 대상으로 한 온실가스 감축 모형의 주요 국외 현황은 다음과 같음

- 건물부문에 대한 연구로는 중국의 건물부문에 대해 건물 스톡 변화를 내재화한 에너지 소비전망 및 정책영향을 제시한 연구(Yu et al. 2014)와 GCM (Global Change Assessment Model)모형을 활용하여 중국의 에너지 정책에 따른 중장기 중국의 건물 에너지수요 전망 및 온실가스 감축 잠재량 분석 연구(Eom et al. 2012)가 있음



[그림 2.33] GCM모형을 이용한 중국의 건물부문 에너지 분석 모형 구조 사례 (출처: Eom et al. 2012. Energy. Vol. 46. pp. 405-419)



[그림 2.34] 미국 캘리포니아 건물부문 온실가스 분석 툴 사례

- 미국의 PIER(the California Public Interest Energy Research)과 E3 (Energy and Environmental Economic) Inc.는 미국 캘리포니아의 건물에서 발생하는

온실가스 발생량을 평가하기 위한 툴을 2008년에 개발하였으며, 현재 버전 3(2010년)이 발표됨. 캘리포니아 건물에서 소비되는 전력과 도시가스의 직접 사용에 따른 온실가스 배출량을 계산하고 2020년까지 전망하는 툴로 엑셀베이스로 작성되어 계산과 가정조건에 대한 접근을 용이하게 함

○ 국토교통부를 중심으로 국가 건물의 현황 및 건물의 에너지·온실가스 배출 특성을 반영한 국가수준의 건물부문 온실가스 감축 모델의 개발은 이루어지지 못함

○ 건물부문만의 특성 및 다양한 에너지소비 행태를 상세히 반영한 상향식 에너지/온실가스 감축평가 모형 개발 필요하고 현재의 기술적 한계는 다음과 같음

- 기존의 모형은 건물부문을 전체 에너지 시스템 중 최종소비부문(end-use sector)의 하나로 인식하고, 축약/추상화하여 표현하는 한계가 있음
- 건물부문은 건물의 유형, 연식, 용도, 사용기기, 거주자의 사회경제적 상황 및 행태, 기후 등에 따라 에너지소비행태의 이질성과 변동성이 큼
- 에너지 소비행태의 비균질성(heterogeneity)을 반영하기 위한 소비자 그룹, 거주지역(도시, 시골), 건물 스톡(stock), 기후 등을 계층화(segmentation)하여 모형화하는 접근법이 필요하며, 이를 위해서는 건물부문의 에너지 소비행태에 대한 상세한 자료와 이를 표현할 수 있는 모형 개발 필요
- 계층화에 기반한 모형은 에너지 소비행태의 비균질성을 충분히 반영함으로써 모형의 신뢰도를 높일 것이며, 관련 정책 입안 및 설계에도 효과적으로 활용 가능

○ 한국형 건물 모형 구축을 위해서는 건물부문에 대한 온실가스 감축 모형에 대해 다음 사항이 제안되고 있음

- 현재 건물부문의 난방, 냉방, 조명, 급탕, 가전, 기타 기기 등에 관한 에너지 소비구조를 이해하고 에너지 서비스 수요가 건물 용도별(단독주택, 아파트, 병원, 관공서, 상업건물 등)에 따라 어떻게 다른지를 파악해야 해야 함
- AIM-Enduse 모형, GCAM 모형, DNE21 모형을 비롯한 주요 상향식 모형은 건물 부문을 주거용 건물 상업용 건물 등으로 구분하고 각 부문의 건물면적 증가 및 서비스 수요 증대, 기술 및 연료선택을 일관성 있게 분석하는 접근을 취하고 있음
- 또한, 건물부문의 에너지 효율화 정책 평가를 위해서는 장기적으로 기존건물의 동태적 특성 및 단열기술(thermal insulation) 채택을 내재화한 형태의 모형을 구축하는 것이 필요함

<표 2.14> 국내 온실가스 감축모델 현황 분석

구분	내 용
현황 정리	① 온실가스 감축 모형은 하향식 접근법과 상향식 접근 기법으로 구분 - 하향식 모델: 거시계량 모형(Macro Econometric Model), CGE 모형 - 상향식 모델: MARKAL, MESSAGE, LEAP, AIM, 등 ② 주요 선진국은 국가수준의 전환, 산업, 교통, 건물부문을 포함하는 온실가스 감축모형을 구축하여 운영 - 미국 : MARKAL, LEAP모형, 일본 : AIM-Enduse모형, IEA : MARKAL, MESSAGE모형, 오스트리아 IIASA : MESSAGE모형 등 ③ 국내 모형 구축 현황 - 산업부와 환경부를 중심으로 에너지수요 전망 및 온실가스 배출 전망, 온실가스 감축 잠재량 분석을 위한 다양한 모형을 구축하여 운영 - 에너지경제연구원은 배출전망 모형인 KEEI_EGM모형, 감축모형인 TIMES-K15모형을 구축하여 운영, 전산업부문을 대상으로 하며 산업, 건물, 교통을 모듈화하여 운영 - 환경부 온실가스종합정보센터는 MESSAGE모형을 기반으로 감축모형 운영 - 그 외 에너지공단 등 감축모형 및 온실가스 감축 기술 DB를 구축하고 관련 연구를 진행 ④ 건물부문 온실가스 감축모형 현황 - 국내에서는 MESSAGE모형을 이용한 감축시나리오 연구(윤성권 외, 2014)와 한국건설기술연구원, 에너지경제연구원, 에너지공단을 중심으로 관련 연구를 수행함. 국가수준의 활용 결과로는 부족 - 건물부문의 독자적인 배출전망 및 감축 잠재량 분석 모형은 존재하지 않음
문제점	• 건축물 현황, 국토정보 등을 활용한 건물부문의 독자적인 배출 전망 및 감축모형 구축이 요구됨 : 국가수준의 건축물 현황 통계, 건물 에너지 및 온실가스 특성, 에너지 소비 행태(용도별) 등을 상세히 반영한 에너지 및 온실가스 감축 모형이 필요 • 기존의 모형은 건물을 에너지시스템 중 하나로 인식하고 축약/추상화하여 표현하는 한계가 있음, 건물부문의 사회경제적 현황, 기존건물의 특성 및 현황 등을 자세히 반영하지 못함 • POST-2020에 대응하여 건물부문의 감축방안 및 기술 특성을 반영할 모형 구축에 대한 접근 및 심도있는 연구가 부재함에 따라 활용에 한계가 있음
시사점	• POST-2020에 대응 가능한 국제 수준의 건물부문의 상향식 감축모형 개발이 요구됨 • 건물의 에너지소비 현황(난방, 냉방, 조명, 가전, 기타 등) 및 용도(단독주택, 아파트, 상업건물 등)에 대한 에너지소비 구조를 이해하고 반영이 가능한 모형 구조에 대한 연구가 필요함 • MARKAL, MESSAGE모형 등 상향식 모형의 특성을 반영하고 기존의 국가 감축모형과 연계 가능한 모형 구축 추진 •건물부문의 온실가스 감축 정책 및 방안에 대한 감축평가가 가능하도록 건물 에너지/온실가스 기술DB에 근거한 상향식의 독자적인 감축 모형 구축

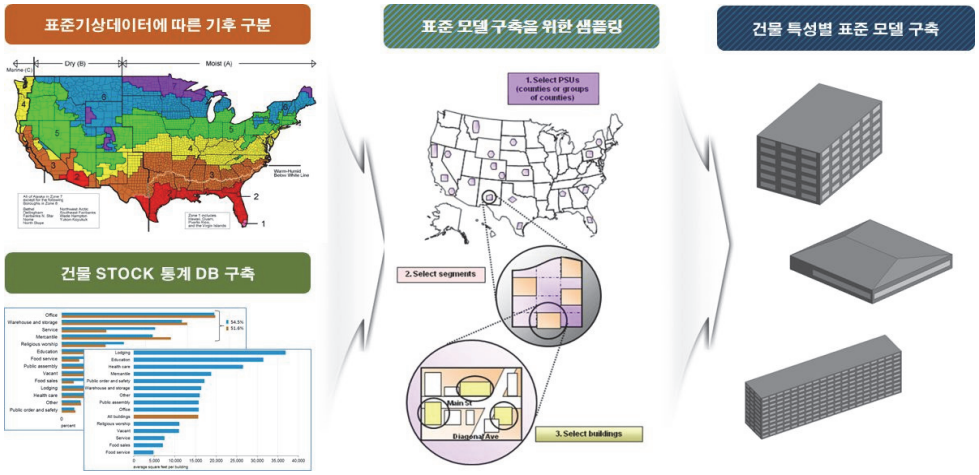
○ 국가 온실가스 감축목표 도출방법 및 절차는 다음과 같음



[그림 2.35] 온실가스 감축 모델을 활용한 감축목표 도출 절차

○ 정책 목표 및 기술 시장 확대를 위해 건물부문의 감축잠재량 분석 모형 개발 및 이를 통한 블루오션 기술을 발굴하고 개발에 투자하고 있음

- 미국의 경우 건물 에너지평가를 위하여 DOE(Department of Energy), NREL(National Renewable Energy Laboratory), PNNL(Pacific Northwest National Laboratory), LBNL(Lawrence Berkely National Laboratory)가 공동으로 15개의 상업건물, 1개의 주거건물을 표준모델(reference model)화 하였으며 이를 이용하여 미국 내 전체 건물의 2/3이상을 평가할 수 있음

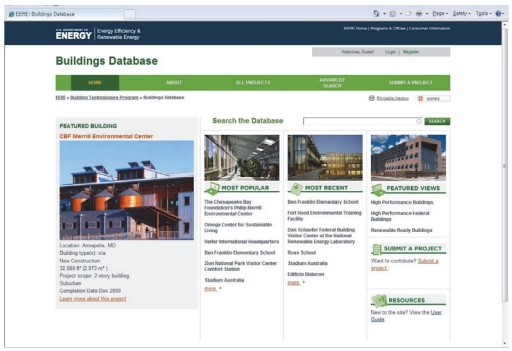


[그림 2.36] 해외 건물에너지 표준모델 구축 사례

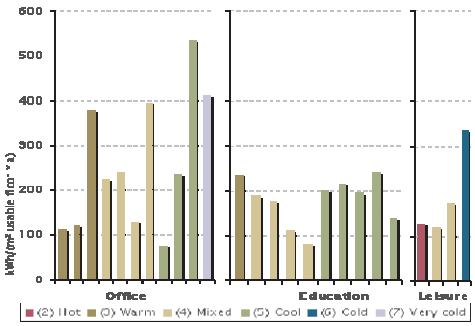
○ 녹색건축물 데이터베이스 시스템은 녹색 건축물의 사례를 데이터베이스화하여, 건물 설계 시 상세 기술의 적용 기법, 비용, 에너지 절감 현황 등을 참조할 수 있도록 하는 정보시스템 유형임

<표 2.15> 국외 녹색 건축물 데이터베이스 개발 현황

정보시스템 명칭	운영기관	검색
High Performance Buildings DB	DOE	면적, 층수, 신축/Retrofit, 위치, 기후, 에너지 소비
North Carolina Green Building TechnologyDB	NC Solar Center	요소기술, 위치, 건물유형, 부지조건, 키워드
Labs 21 Energy Benchmarking Tool DB	EPA	연구공간면적비, 근무시간, 연구 유형, 기후대별
European High Quality Low Energy Buildings	REHVA 외	요소기술, 위치, 건물유형, 키워드
Passive House DB	PASSNET	국가(위치), 건물유형, PH수준, 건물구조, 세대수
Japan Sustainable Building DB	IBEC	연도별



[High Performance Buildings Database]



[EULEB의 건물별 에너지 소요량 비교 화면]

○ 국내 온실가스 저감을 위한 에너지·온실가스 기술 데이터베이스(DB)는 대부분 산업부문의 제조 효율화 기술 및 기술 수준(현황) 파악에 집중되어 연구되고 있으며, 건물에너지 기술 관련 DB 또한 보일러, 냉동기 등 산업통상자원부의 에너지 산업부문에 치중되어 일부 진행되고 있음

- 에너지경제연구원과 에너지기술연구원은 온실가스 감축기술 Database를 마칼(Markal)모형에 적용하여 국가 온실가스 배출량을 전망하고 에너지공급측면의 산업, 수송, 건물, 공공기타 등 주요 경제부문별 온실가스 감축 잠재량을 분석하여 이를 국가전체 온실가스 감축 목표 설정에 반영함(에너지경제연구원, 2009)

○ 기존의 연구로 건물부문 온실가스 저감기술 DB로 사용될 수 있는 자료는 한국에너지공단에서 3년 주기로 작성되고 있는 에너지기술 DB가 가장 활용도가 높으며, 최근에는 온실가스 감축수단 DB로 작성되고 있음

- 기 구축되어 있는 에너지 저감 기술 DB는 기 적용기술과 미래 기술을 나누어 약 50여 종의 기술로 단위기술별 Database형식의 구조를 취하기 때문에 다양한 물리적 현상이 복합적으로 발생하는 건물부문의 특성을 반영하는데 한계가 있음

<표 2.16> 국내외 온실가스 감축 모델 연구 동향

연구수행 기관	연구개발 내용
온실가스종합 정보센터	- MESSAGE, LEAP, AIM을 사용한 산업부문별 온실가스 감축잠재량/감축비용 분석
에너지 경제연구원	- MARKAL을 이용한 정유산업, 철강, 석탄 산업에 대한 감축 잠재량 분석, 수소에너지기술 파급효과 분석 - 노동운, 상향식 모형 MARKAL을 이용한 시멘트 산업의 에너지 절약 및 온실가스 감축 잠재량 추정, 에너지포커스 2006 - 노동운, 정유산업의 온실가스 감축 잠재량, Energy Insight, Vol.2, No.5,2007 - 노동운 등, 산업부문 온실가스 감축 및 에너지절약 잠재량 추정(2)-정유산업, 에너지경제연구원, 2006 - 안윤기 등, MARKAL 모형을 통한 철강산업의 온실가스 감축잠재량 분석, 한국지구시스템공학회지, Vol.47, No.3.2010
한국환경정책 평가연구원	- LEAP을 바탕으로 ROK로 국내 모형 지속적으로 개발 - 김호석, LEAP모델링시스템을 이용한 상향모형 구축 및 에너지부문 기후정책 평가, Journal of Energy & Climate Change, 2007 - Peter Erickson, Charles Heaps, and Michael Lazarus, Greenhouse Gas Mitigation in Developing Countries, SEI working report(http://www.energycommunity.org)
영국	- MARKAL을 기본적으로 분석하고, 하향식 모형 결과를 참조 - Kannan, R. Strachan, N. Pye, S. Anandarajah,G. Balta-Ozkan,N. 2007. UK MARKAL Model Documentation (www.ukerc.ac.uk) - http://www.energycommunity.org
일본	- 상향식,하향식 모형을 통합한 AIM으로 분석 - http://www-iam.nies.go.jp
호주	- CGE를 기본으로 부분적으로 MARKAL로 보완 - Barry Naughten, some MARKAL capabilities in Australian energy policy analysis and modeling the mandated target for renewable electricity in Australian MARKAL, Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics, (http://adl.brs.gov.au/)

나. (기반구축) 건물부문 온실가스 통합관리 시스템의 기술현황

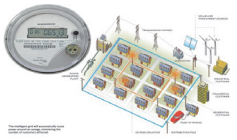
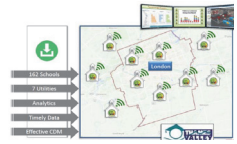
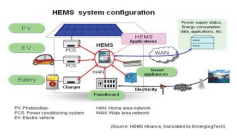
○ 건물부문 에너지・온실가스 통합관리 시스템에 대한, 국외 기술동향은 (1) 영국, (2) 미국, (3) 캐나다의 사례 분석을 수행하였음

- 영국: 제로에너지건물 보급 목표 달성을 위하여 지역별 에너지 소비량을 파악하고 이를 근거로 정부가 국내 에너지 소비를 관리함
  : 에너지기후변화부 (Department of Energy and Climate Change; 이하 DECC)는 2008년 10월에 신설된 기관으로, 지역별 에너지 소비량 통계를 작성 중에 있음
  : 또한, 영국의 주택에너지 효율자료 (Homes Energy Efficiency Database; 이하 DECC)는 에너지절약재단에서 관리하는 자료로, 영국 주택의 에너지효율에 관한 통계로써 태양광발전 및 단열 등을 통해 주택의 에너지 효율 제고 및 에너지효율 인증서관련 정보수집 수단으로 활용되고 있음
- 미국: 주택에너지조사 및 상업건축물에너지조사 등의 건물에너지 조사 활동을 매 4년마다 시행. 건물에너지 인증 등에 평가 기준으로 활용할 수 있도록 조사 결과를 제공하고 있음
  : 에너지정보청 (Energy Information Administration; 이하, EIA)은 미국 에너지부에서 관리하는 단체로, 4년 주기로 에너지 통계자료를 작성하며, 각 건물에서의 에너지 소비량과 지출에 대한 특성을 천연가스, 전기, 석유, LPG, 등 유 별로 조사하여 발표 함.
- 캐나다: CBEEDAC(Canadian Building Energy End-Use Data and Analysis Center)라는 건물 에너지 최종 소비 자료 분석기관을 통해 (1) 건물의 연간 에너지소비량을 집계, (2) 주거, 상업, 공공, 일반용 건물의 에너지통계를 작성, (3) 에너지소비의 경제적, 통계적, 기술적 분석 및 관리 기능을 수행

○ 에너지 BIG-DATA를 이용한 국외 기술은 국내 기술과 유사하게 전기 에너지 소비량을 이용하여, 소비자의 전기 소비 절감 유도하고 안정적인 전력공급을 위한 기술에 활용되고 있음. 하지만 국가단위의 에너지 빅 데이터를 이용한 온실가스 배출 잠재량 분석은 부족하다는 한계점을 가지고 있음

- GIS를 이용한 국외기술로 에너지 소비량을 비교하고 지속 가능성에 대해 평가하는 등 온실가스 관리 시스템이 구축되어 있지만, 건물 단위의 온실가스 배출량에 대한 GIS 구축은 부족하다는 한계점을 가지고 있음. 이와 관련된 국외 빅 데이터 및 GIS 기술동향은 다음과 같음

<표 2.17> 국외의 BIG-DATA 시각화 기술

구분	항목	기술 내용	비고
빅데이터	Centrica사, AMI (Advanced Metering Infrastructure)[1]	• 스마트미터를 이용하여, 30분단위 에너지 소비량 데이터 수집 및 정보 제공 • 수집된 빅 데이터를 분석하여, 실시간 전력수요 분석 • 시간대와 전력수요에 따라 변하는 전기요금 설계	
	Oncor Electric사, AMI[2]	• 스마트미터를 이용하여, 15분단위 전기 소비량 데이터를 수집 및 정보 제공 • 수집된 정보를 활용하여, 실시간 수요 관리/정전 관리	
	그린버튼 [3]	• 에너지 사용량 데이터를 개별 소비자에게 제공하고, 에너지 절약을 위한 컨설팅 제공 • 태양광 발전 시스템을 통해 절약 가능한 에너지 소비량 분석 결과 제공	
	HEMS (Home Energy Management System)[4]	• 개별 가전기기의 운전상황에 대한 정보를 확인/수집 • 가구별 전력 소비패턴을 분석하여, 전력 소비 절감 유도 및 라이프 스타일을 파악	
GIS	Urban EcoMap [5]	• 에너지 소비량, 쓰레기, 물, 교통 등의 정보 제공 • 도시내부의 에너지 소비 비교정보 및 도시간 에너지 소비 비교정보 제공	
	City of Miami 3D mash-up map [6]	• 지역별 토지이용, 범람지역 정보를 시각적으로 제시 • 건물 옥상면적 및 태양광 모듈 설치면적 산정 • 3D, 버드아이뷰 제공	
	MetroQuest [7]	• 자치구역-광역지구 대상 건축물, 교통에너지 지속 가능성 요인 평가 • GIS 기반 2D/3D 제공	
	INDEX [8]	• 개별 건축물-광역지구 대상 건축물, 교통에너지 및 탄소배출 지속 가능성 요소 평가 및 대안비교 결과 제시 • GIS 기반 2D/3D 제공	

[1] http://trilliantinc.com/library-files/solution-briefs/Smarter-Energy.pdf
[2] http://www.occeweb.com/pu/SMARTGRID/Navigant%20PUCT%20Final%20Report%207-30.pdf
[3] http://www.greenbuttondata.org/
[4] http://www.nuritelecom.com/products/aimir-home-energy-management-system-hems.html
[5] http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/urbanecomap/factsheet.pdf
[6] http://maps.miamigov.com/portal/
[7] http://metroquest.com/
[8] http://www.esri.com/

○ 건물부문 온실가스 벤치마크 산정기술에 대한, 국외 기술동향 분석을 위해 (1) EU (2) 미국의 사례 분석을 수행하였음

- EU: 2005년 실행된 온실가스 거래 허용 제도 (Emission Trading scheme; 이하 ETS)를 기반으로 온실가스 벤치마크를 추진하고 있으며, 생산되는 제품 단위의 벤치마크 산정을 기본으로 하고 있음

  : EU-ETS의 3차 거래기간 (2013~2020년)에는 경매제도와 벤치마킹에 기초하여 산업부분에 대한 할당 규칙을 결정하였음. 벤치마크 산정은 다음의 3단계로 진행됨. 첫째, 데이터 수집 및 원단위 분석을 진행함. 둘째, 상위 10%에 해당하는 원단위 기준을 선정함. 셋째, 상위 10%를 기준으로 온실가스 배출량을 저감함. 배출시설의 성격에 따라 생산품 벤치마크, 열 (에너지) 벤치마크, 연료 벤치마크, 공정배출접근법의 4가지 종류로 구분하고 있음

- 미국: 업종별로 직접배출과 간접배출의 비율 차이를 고려하고 있으며, 이를 구분한 각각의 벤치마크 계수를 개발함. 산업 및 전력부문에서는 각각 생산량과 열 (에너지) 소비량에 벤치마크를 적용하여 약 90%를 무상할당 함

  : WCI (Western Climate Initiative)는 2007년 미국 서부지역의 5개 주가 연합하여 온실가스 저감을 목표로 구축한 프로그램으로, 할당방식은 2단계로 구분됨. 첫째, 1단계 할당방식은 2015년까지 대형배출원에 대한 초기할당을 시행하고 삭감율을 적용함. 둘째, 2단계 할당방식은 자동차 연료공급자들을 포함한 추가적인 시설들에 대한 초기할당과 삭감율을 적용함

  : RGGI (Regional Greenhouse Gas Initiative)는 2009년 이후, 미국 북동부 지역의 발전소로부터 배출되는 온실가스를 저감하기 위해 시작되었음. 이는 배출권거래제를 기반으로 25MW 이상의 화석연료 발전시설을 대상으로 함. 이산화탄소 배출량과 열 (에너지) 사용량 모니터링을 통하여 배출량을 산정하며, 기본적인 할당은 무상할당이 아닌 경매방식을 따름

○ 건물부문 온실가스 통합관리 시스템 구축 및 운영을 위한 기술은 크게 3가지로 분류됨

(1) 온실가스 인벤토리 구축을 위한 온실가스 배출량 산정 및 보고에 관한 기술, (2) 에너지·온실가스 관리시스템 구축에 관한 기술, (3) GIS 기반의 BIG-DATA 시각화 기술

- 첫째, 온실가스 인벤토리 구축을 위한 온실가스 배출량 산정 및 보고에 관한 기술은 대표적으로 3가지로 분류됨 (아래 표 참조): (1) 온실가스 프로토콜, (2) IPCC 가이드라인, (3) 지자체 온실가스 배출량 산정지침 Ver. 3.0. 각 항목

별 세부적인 내용은 아래와 같음

: 세계자원연구소/지속가능발전 국제기업협의회 (World Resource Institute/World Business Council for Sustainable Development; 이하, WRI/WBCSD)의 온실가스 프로토콜 (Green Houses Gas Protocol; 이하, GHGP): 온실가스 산정범위를 구별하기 위한, 경계영역 설정 가이드라인

: 세계기상기구 (Intergovernmental Panel on Climate Change; 이하, IPCC)의 가이드라인(2006): 온실가스 인벤토리 구축과 관련하여, 국제사회의 일관된 기준을 제시하기 위한, 온실가스 배출량 산정 가이드라인

: 지자체 온실가스 배출량 산정지침 Ver.3.0: 한국환경공단에서 제공하는 '지자체 온실가스 배출량 산정지침 Ver. 3.0'은 저탄소 녹색성장기본법을 근간으로, 신뢰도 높은 온실가스 인벤토리 구축을 지원하기 위한 것으로, 국내의 온실가스 배출량 산정에 적합하도록 작성됨

<표 2.18> 온실가스 배출량 산정 및 보고에 관한 기술

구 분	온실가스 프로토콜	IPCC 가이드라인 (2006)	지자체 온실가스 배출량 산정지침 Ver. 3.0
목적	기업의 온실가스 인벤토리 구축	국가의 온실가스 인벤토리 구축	지방자치단체의 온실가스 인벤토리 구축
개발기관	WRI/WBCSD	IPCC	한국환경공단
개발년도	2004년,2013년	2006년	2012년

- 둘째, 국내에서는, 에너지・온실가스 정보를 관리하고 관련 제도를 지원하기 위하여, 부처별 에너지・온실가스 관리시스템 구축・운영하고 있음

(1) 국가온실가스종합관리시스템 (환경부)
(2) 국가에너지통계종합정보시스템 (산업통상자원부)
(3) 공동주택관리정보시스템 (국토교통부)
(4) 국가 건물에너지 통합관리시스템 (국토교통부)
(5) 저에너지 건축물 통합 지원 시스템 (국가 R&D, 개발단계)

① 국가온실가스종합관리시스템 (환경부): 환경부는 국가 온실가스 통계자료를 관리하기 위한 목적으로, 국가 온실가스 종합정보 센터를 환경부 장관 소속으로 신설하고, 국가온실가스종합관리시스템을 운영 중에 있음 (2011 ~ 현재). 유엔기후변화협약에 따른, 국제 기준의 온실가스 통계 및 작성체

계 구축의 필요성이 대두되었음, 이에 따라, 환경부는 국가 온실가스통계 총괄 기관의 업무를 수행하기 위하여, 본 시스템을 구축 및 운영함

② 국가에너지통계종합정보시스템 (산업통상자원부): 산업통상자원부는 에너지 정책수립을 지원하기 위한 수단으로서, 국가 에너지정보 통계를 종합·관리할 수 있는 국가 에너지 통계 종합정보 시스템을 운영 중에 있음 (2009 ~ 현재). 국가단위의 에너지 소비정보를 손쉽게 파악할 수 있도록 지원하는 시스템으로써, 에너지 수급통계 및 에너지 총조사에 의해 수집된 정보를 기반으로 함

◇ 주요 기능: ㉠ 에너지 산업구조와 생산 활동에 관한 주요 지표 개발(예: 에너지 수입액), ㉡ 에너지 산업에 대한 명확한 범위 설정, ㉢ 에너지의 생산·수급·소비에 대한 통계 및 경제지표(국내외 포함) 제공, ㉣ 에너지 정책수립 지원 기능을 수행

◇ 한계점: 국가단위의 에너지 통계만 파악이 가능. 건물부문에 대한 세분화된 정보체계는 구축되어 있지 못함

③ 공동주택관리정보시스템 (국토교통부): 국토교통부는 주택법에 근거하여, 공동주택의 관리비 및 에너지소비량에 대한 대국민 정보제공을 위하여, 공동주택관리정보시스템을 구축·운영함 (2009 ~ 현재).

◇ 주요 기능: ㉠ 공동주택간 비교를 통한 의사결정 지원, ㉡ 공동 관리비의 차이 공지를 통한 투명성 개선, ㉢ 국민의 자발적 에너지 절약 유도 기능을 수행. 구체적으로는, 시·군·구별 관리비, 급탕·난방·가스·전기·수도사용량 및 이에 대한 이산화탄소 발생량 정보 제공

◇ 한계점: 이산화탄소 배출량에 대한 정보제공으로 국한되어 있음. 또한, 공동주택만을 대상으로 구축되어 있어, 국가단위의 모든 건물 정보를 파악하는데 한계가 있음

④ **『국가 건물에너지 통합관리시스템(국토교통부)』**: 국토교통부는 통계기반 건물에너지 정책 실현을 목적으로 국가 건물에너지 통합관리시스템을 구축하고 있음 (2015년 이후, 한국감정원이 위탁운영). 본 정보체계는 전국 690만동의 건축물대장 정보와, 전기, 도시가스, 지역난방 등 건물에서 사용되는 에너지 정보를 통합한 '통합 DB'를 포함하고 있음. 여기서, '통합 DB'는 '세움터'의 건축물대장, 인허가건축물 등을 통칭하는

‘건축물 정보’와 ‘에너지공급기관’에서 자료를 수집한 ‘에너지 정보’를 건축물 주소체계에 따라 매칭하여 DB화 시킨 자료를 의미함

◇ 현황 : 전기, 도시가스, 지역난방 사용량을 87개 에너지 공급기관으로부터 수집하여 2016년 현재 34억 건에 이르는 에너지사용량 데이터(빅데이터)를 보유하여 건물 용도, 구조, 면적별 통계를 통해 다양한 에너지 정보 서비스를 제공 중

◇ 주요 기능: ㉠ 건물에너지 정보공개시스템, ㉡ 에너지소비증명 시스템, ㉢ 목표관리지원시스템 지원, ㉣ 에너지절약계획서검토시스템 지원 등의 기능을 수행함

◇ 주요 특징: ㉠ 실제 건물단위의 에너지사용에 대한 징수 자료를 활용한 수요측면에서의 데이터라는 점, ㉡ 에너지 사용량을 산정 및 추정하는데 있어 실측데이터를 기반으로 한다는 점, ㉢ 건물 및 가가호호 단위의 에너지 소비량 관리가 가능하다는 점에서, 기존 운영 중에 있는 관리시스템들(국가온실가스정보시스템, 국가에너지통계종합정보시스템, 공동주택관리정보시스템)과 차별성이 있음

◇ 범위(한계) : 기존 건축물 690만동을 대상으로 전기, 도시가스, 지역난방 중심으로 사용량을 수집하고 있어 화석연료(LPG, 등유, 연탄 등)에 대한 사용량 데이터는 제외되어 있음. 또한 건물부분의 온실가스 총 배출량, 인벤토리 구축, 건축물의 배출 현황과 각종 특성 정보(지역별, 용도별, 구조별, 면적별 배출량 등)에 대한 서비스는 부재한 한계점을 가짐



[그림 2.37] 국가 건물에너지 통합관리시스템의 통합 DB 구축 프로세스

(출처: 2015 녹색건축한마당, 한국감정원)

<표 2.19> 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템과 기존 시스템(기술)과의 차별성

명칭	국가온실가스종합관리시스템	국가에너지통계종합정보시스템	공동주택관리정보시스템	국가 건물에너지 통합관리시스템	건물부문 온실가스 통합 ·관리 시스템 (본과제 기획)
영문	NGMB (National GHGs Management System)	KESIS (Korea Energy Statistics Information System)	K-apt (Apartment Management Info System)	-	-
목적	국가 온실가스 통계자료 관리	에너지정책수립지원	공동주택의 관리비 및 에너지소비량 대국민 정보 제공	전국 기존건축물 대상 건축물 통합 DB에 기반한 통계결과의 전산화를 통해 정확하고 활용도 높은 데이터로 건물에너지 정책 지원	건물부문 온실가스 배출량 분석 및 관리, 정책 수립 지원 및 대국민 서비스
운영주체	환경부	산업통상자원부	국토교통부	국토교통부	국토교통부
주요기능 및 내용	· 국제 기준의 온실가스 통계 및 작성체계 구축 · 목표관리제 관리업체 및 할당대상업체의 명세서 작성, 검증기관 조회 및 검증요청, 이행계획서, 이행실적서, 모니터링 계획 등을 위한 종합관리시스템 · 총괄기관, 관장기관, 관리업체 및 할당대상업체의 담당자별 접근 권한에 따라 열람, 관리가능	· 국가단위의 에너지 소비정보 파악 · 에너지 수급통계 및 에너지 총조사에 의해 정보 수집 · 에너지 산업구조와 생산활동에 관한 주요 지표 개발 · 에너지 산업에 대한 명확한 범위 설정 · 에너지 생산·수급·소비에 대한 통계 및 경제 지표 제공 · 에너지 정책 수립 지원	· 공동주택간 비교를 통한 의사결정 지원 · 공동관리비의 차이 공지를 통한 투명성 개선 · 국민의 자발적 에너지 절약 유도 가능 · 유지이력관리로 주택품질 강화 및 수명장기화 · 입찰결과 공고로 입찰 투명화	· 에너지 사용량 정보 제공 · 온실가스 감축잠재량 제공 (지역별, 개별 조회) · 에너지 소비증명제도 관리시스템 · 건물에너지 정보공개 시스템 · 에너지절약계획서 온라인 검토 시스템 · 건물부문 목표관리제 지원시스템 · 건물에너지 행정지원 시스템	· 건물부문 온실가스 인벤토리 구축 · 온실가스 배출현황 및 추이 분석 · 계절별/지역별/에너지원별 온실가스 배출 베이스라인 모델 및 배출계수 산정 · 건물부문 온실가스 배출량/감축량 추이 및 특성 분석 · 온실가스 감축 로드맵 지원 · 온실가스 감축 정책 효과 검증 · 국가 온실가스 인벤토리 보고서 작성 지원 · 온실가스 감축 정책 수단별 의사결정 지원 · 지역별 온실가스 관리 및 거래 지원
					
한계점	대상이 건물부문에 있어 全수에 해당하지 않으며, 목표관리제 관리업체에 국한된 온실가스 통계자료만 관리됨	국가 단위의 에너지 통계만을 파악할 수 있으며, 건물부문에 대한 세분화된 정보체계는 미구축	공동주택만을 대상으로 하기 때문에 타 용도 건물의 정보 파악 불가	현재 제공하는 서비스는 그린포커스의 지역별, 개별 에너지사용량, 감축잠재량은 건물의 가스, 전기, 도시가스 사용량에 대한 배출량만 도출가능.	*본 기획연구를 통해 R&D 추진*

⑤ 저에너지 건축물 통합 지원 시스템 (국가 R&D, 개발 중, ‘14.8~19.8) : 총 6차년 R&D사업으로 2014년부터 추진 중인 “저에너지 보급 확산을 위한 건축물 통합지원시스템”은 국가 차원의 저에너지 건축물 핵심포털 및 데이터 베이스로 자리 잡기위해 제반 정보(제품 정보, 정책 정보, 에너지 평가 정보, 실증 정보) 시스템과 시장의 생산 시스템(신축, 리모델링, 자재 생산 피드백)이 유기적으로 연계되도록 하여 저에너지 건축시장의 자생적 생태계를 제공하는 역할을 목표로 연구되고 있음.

◇ 목적 : 저에너지 건물 구축에 필요한 정보 및 의사결정 지원이 가능한 웹베이스 통합 지원 시스템 개발

◇ 주요 연구내용 :

㉠ 건축자재의 제반 정보관리가 가능한 국가 자재 및 정보데이터 베이스 구축, 저에너지 건축물 에너지 성능 해석 및 평가지원시스템 개발, 저에너지 건물 대안 분석 기능을 제공함으로서 합리적인 의사결정을 지원하는 에너지효율화 포트폴리오 지원시스템 개발

㉡ 현재 전력, 도시가스, 지역난방 등에 대한 총량 원단위에 한정되어 있는 건물 에너지 원단위를 난방, 냉방, 급탕, 조명, 가전, 사무기기 등으로 세분화하여 제공하기 위한 상세 에너지 사용량 지속 모니터링 인프라 구축과 이를 통한 국가 건물 에너지 사용량 상세 표준 원단위 도출, 그리고 표준원단위와 비교한 일반 건물의 에너지 사용 수준을 비교(벤치마킹) 할 수 있는 시스템을 개발 중

◇ 주요 기능(서비스) : (1)건축물 종합정보가이드, (2)에너지효율 가이드, (3)계측기반 상세 에너지 정보, (4)외부시스템 연계 서비스 제공 예정

- 셋째, 건물부문 온실가스 통합관리 기술 개발 및 운영과 관련하여, 건물정보・에너지사용량 정보・온실가스 배출량 정보 등 국가단위의 BIG-DATA 및 시각화 기술은 다음과 같음

: 국가단위의 에너지 소비량에 대한 BIG-DATA 관리시스템이, 기관 별 운영중에 있으나, 건물부문에서의 에너지 사용량 및 온실가스 배출량을 관리하는 BIG-DATA 관리시스템은, 한국감정원이 운영 중인, 건축물 에너지・온실가스 정보체계가 유일함

: GIS를 이용한 국내기술은 다양한 정보 (인구, 주택, 교통 등)에 대한 시각화 정보 제공을 위하여 이용되고 있음. 본 건축물 에너지・온실가스 정보체계에도 시각화 기술이 구현되어, 정부 정책입안과정에서 활용되고 있음. 하지만, 전국 건축물 690만동에 대한, BIG-DATA 분석을 통한, 국가수준 건축물

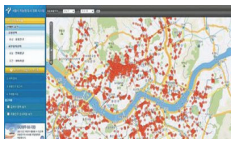
온실가스 인벤토리 구축 및 이행방안 수립 기술은 부족한 실정임

- 넷째, 건물부문 온실가스 벤치마크 산정기술과 관련하여, 과거에는 지역난방(열병합) 부문, 수송부문에 대한 연구가 진행되었으며, 현재는 환경부・한국관경공단의 용역사업으로, 업종별 벤치마크 계수 개발에 관한 연구가 진행되고 있음.

(1) 지역난방 (열병합) 부문 온실가스 벤치마크 및 목표 설정 방법론 개발 (한국지역난방공사)
(2) 수송부문 온실가스 감축모형 관련 정보기반 구축 (환경부)
(3) 배출권거래제 업종별 벤치마크 할당 타당성평가 (환경부/한국환경공단)

① 지역난방 (열병합) 부문 온실가스 벤치마크 및 목표 설정 방법론 개발 (한국지역난방공사): 온실가스・에너지 목표관리제도의 효과적인 이행을 위한 벤치마크 계수 개발 과정에서, 열병합 발전설비의 고효율 특성을 반영하기 위한 기반마련을 목적으로 함. 해외 열병합 발전설비의 벤치마크 계수 활용 사례 분석을 통해, 국내 지역난방 부문의 벤치마크 계수 개발을 수행함
② 수송부문 온실가스 감축모형 관련 정보기반 구축 (환경부): 수송부문의 기술 특성을 반영한 온실가스 감축 관련 기술 목록 구축과 상향식 감축모형에 적용 가능한 DB 구조 설계 및 시스템 개발을 목표로 함. 수송부문 최신 연구동향을 반영한 온실가스 감축 신기술 데이터베이스 구축과, 이를 활용한 벤치마크 계수 및 최적 가용 기술을 도출함
③ 배출권거래제 업종별 벤치마크 할당 타당성평가 (환경부/한국환경공단): 국가온실가스종합정보시스템 (Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea; 이하 GIR)에 입력된 할당대상 업체의 사업장 단위 배출량을 기준으로 누적 배출량 기준 80% 이상을 차지하는 주요업종을 대상으로 벤치마크 계수 개발을 추진 중임. 주요 업종으로 선정된 곳을 판매시설, 업무시설, 교육시설, 의료시설 4개의 업종임. 건물부문은 전기, 고정연소, 외부스팀의 경우 벤치마크 방식으로 추진되나, 이동연소, 폐기물, 공정배출의 경우 기존의 그랜드파더링(Grandfathering) 방식으로 할당을 부여하는 2중 구조를 가짐

<표 2.20> 국내, BIG-DATA 시각화 기술

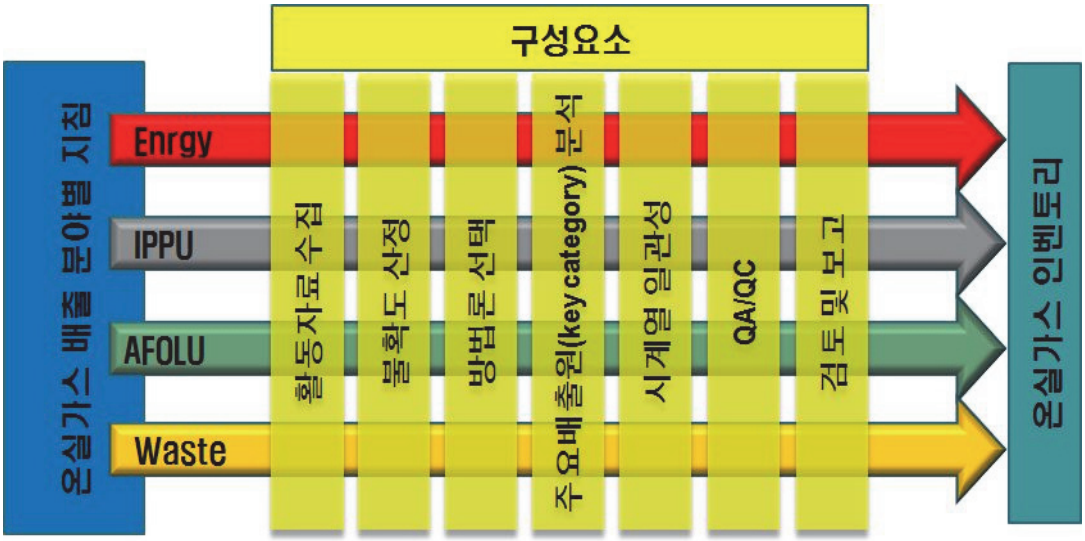
구분	항목	기술 내용	비고
빅데이터	한국전력, 에너지 컨설팅 [1]	• 스마트 미터를 이용하여, 전력 사용 데이터를 수집 • 소비자에게 전기소비패턴 분석 결과를 제공하여 전기소비 절감 유도	
	한국전력, SG 종합운영시스템 [2]	• 한국전력에서 사용하는 모든 정보를 통합적으로 관리/분석하여, 최적의 운영방안(전력품질 관리, 과부하 예측 등)을 제시	
	한국전력거래소, 전력시장 종합분석시스템 [3]	• 대규모 전력계통 정보 및 전력시장 정보를 통합하고, 전력수급상황을 실시간으로 모니터링하여, 단기 및 중장기 전력수요 예측	
	기상청, 에너지감축 스마트웨더서비스 [4]	• 한국에너지공단, 통계청 Open API, 기상청 예보 등을 종합적으로 분석하여, 지역별·일별 전력 사용량 및 예측량, 발전량 정보 등을 제공	
GIS	서울시 지능형 도시정보 시스템 [5]	• 시내 1만개 주요 지점의 유동인구 조사정보 제공 • 상주인구, 주택, 사업체, 시설정보, 교통인구 등의 정보 제공	
	서울특별시 3차원 공간정보시스템 [6]	• 생활, 관광, 도시계획, 환경, 부동산정보 제공 • 3D map과 연계하여 정보 제공	
	브이월드 [7]	• 3D map과 연계하여, 국토/토지, 생활/안전, 문화/관광, 교통/항공, 산업, 환경, 농림/산림, 해양관련 정보 제공	
	저탄소에너지계획 및 운영시스템 (EnerISS) [8]	• GIS DB를 기반으로, 도시계획 초기단계에서 도시 미기후 및 에너지 수요예측, 저탄소 에너지원 선정, 최적 입지결정 및 도시에너지 공급 시나리오 제시	

[1]https://kbig.kr/?q=news_clipping/15476
[2]http://cyber.kepco.co.kr/kepco/PR/ntcob/ntcobView.do?boardCd=BRD_000117&menuCd=FN060301 03&pageIndex=1&boardSeq=21007325
[3]http://www.sas.com/ko_kr/customers/power_exchange.html
[4]http://web.kma.go.kr/notify/press/kma_list.jsp;jsessionid=tYbdZrxUq71kLV1X3jPh9uBpK3A8T v6l0kKuZYWH7f4Xa5JhX1uRQQpD0Y09Sq1E?printable=true&mode=view&bid=press&num=1192655
[5]http://stat.seoul.go.kr/initinfo/
[6]http://3dgis.seoul.go.kr/SearchMap_3D/
[7]http://map.vworld.kr/map/maps.do
[8]이정재 (2013). "EnerISS에 의한 도시 미기후 예측 및 적용가능성 검토" 한국건축친환경설비학회 논문집, 7(4), pp 281-288.

○ 건물부문의 온실가스 관련 자료를 체계적이고 시스템적으로 관리하기 위해서는 국제적 기준에 부합하고 건물의 특성을 반영한 인벤토리 구축이 필요함

- 건물의 온실가스 배출량 산출 및 감축 정책에 따른 효과 검증을 위한 기반연구로 건물의 온실가스 배출 특성을 반영한 인벤토리 산정방법론 마련과 온실가스·에너지 목표관리제에 대응하기 위한 건물분야 인벤토리 구축 연구 및 검증 방법론 마련이 필요함
- 건물부문의 온실가스는 대부분 에너지 사용(연료 연소 및 전력·열 소비)으로부터 발생하며 에너지분야 주관부처는 산업통산자원부로 관장기관 및 전문성, 배출원에 관계없이 모두 산업통상부가 주관하고 환경부가 관리함
- 건물 및 수송 분야는 국토교통부가 업무소관 부처이므로 동 분야에 대한 온실가스 배출통계도 국토교통부가 구축·관리하는 것이 바람직함

○ 온실가스 인벤토리는 온실가스 배출과 배출원에 대한 정량화된 리스트의 집합으로 온실가스 배출을 관리하고 감축 기회를 규명하기 위한 목적으로 작성됨



[그림 2.38] IPCC(2006)에 따른 국가 온실가스 인벤토리 구축 체계

다. (핵심기술) 건물부문 온실가스 감축 핵심기술의 기술현황

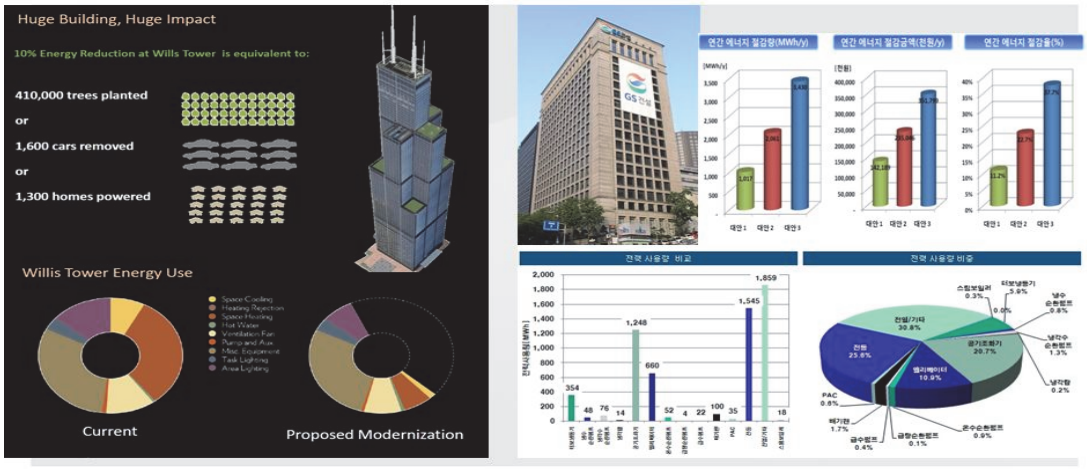
○ 건물이 설계, 시공, 운영되는 생애주기에서 환경에 미치는 영향과 소비하는 에너지는 막대하며, 건물 부문이 세계 에너지 소비량의 30~40%, CO2 배출의 45%를 차지하는 것을 고려할 때, 지구환경부하와 에너지 소비 저감 차원에서 건축물의 '제로 에너지화(Zero energy)'를 위한 설계 기법 및 기술 개발은 매우 중요함

○ 해외에서는 건물의 에너지 소비 저감을 위한 다양한 기술개발이 이루어져 왔고 그 개념 및 추구하는 목표에 따라서 Passive House, Self-sufficient House, Zero Energy House 등의 개념으로 발전되고 있으며, 제로에너지 건물 구현을 위해서는 고성능 외피 적용, 신·재생에너지 이용 등이 필수적인 기술로 건물부문에 적용되고 있음

- 1990년대 후반부터 현재까지 시공된 미국/유럽/일본 제로에너지 건물의 에너지절약 기술 및 적용사례 분석결과, 단열성능이 우수한 고성능 단열 및 창호 시스템의 적용이 가장 일반적이며, 신재생에너지의 이용도 활발하여 조사대상 중 94%가 BIPV(태양광전지발전) 또는 태양열 집열시스템을 적용, 지중열을 이용한 사례도 전체의 29%에 달하였음. 또한 유럽의 주거용 건물을 중심으로 열회수 환기장치의 적용이 활발한 것으로 분석됨
- 연간 건물에너지소비량 분석 결과, 사례 건물의 용도 및 위치에 따라 최소 7 kWh/㎡부터 214.5 kWh/㎡까지 다양한 범위로 나타났으며, 주거용 건물의 경우 연간 건물에너지는 평균 50.4 kWh/㎡, 난방에너지는 평균 16.6 kWh/㎡인 것으로 조사됨

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

- 세계적으로 대형건물을 중심으로 에너지절감 및 온실가스 저감 잠재력 매우 높은 것으로 판단하지만, 초기투자비 회수기간이 매우 높은 것이 한계임
- 이미 독일의 경우 90년대에도 교육시설 리모델링시 passive house 수준의 에너지저감을 고려하였지만, 최근까지 국내의 경우는 에너지저감보다는 인테리어 및 장비교체와 같은 노후시설 개선이 주요 주제로 다루어짐
- 특히 향후 리모델링 시장을 통한 온실가스 저감은 경제성 문제의 극복에 초점이 맞추어 져야 시장에서의 확산이 가능할 것임



[그림 2.39] 국내외 고층건물 리모델링 사례 비교 (Willis tower(좌), GS역전타워(우))

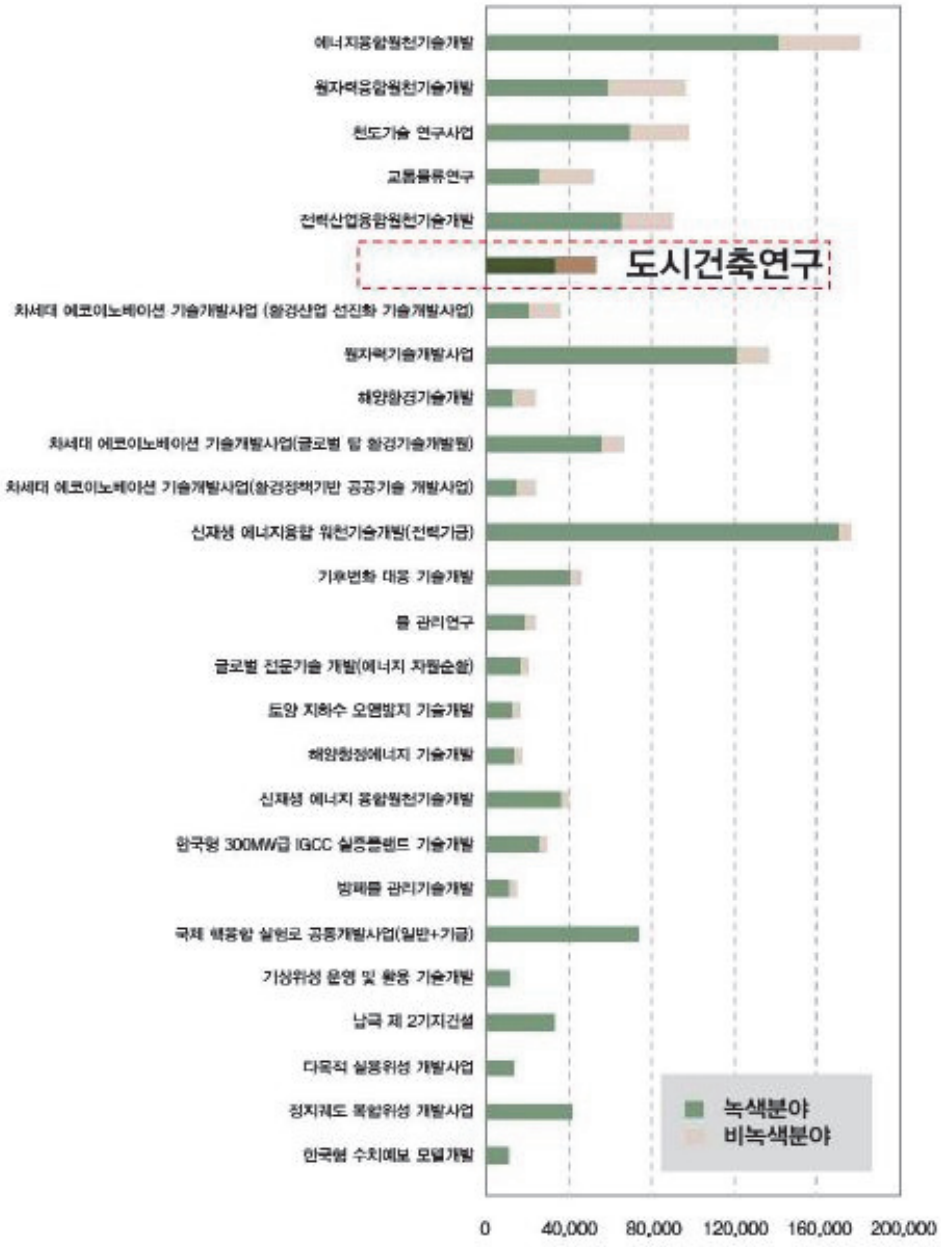
<표 2.21> 국외의 지역/용도에 따른 에너지절약형 건축물 사례별 적용 기술 현황

프로젝트명	지역			건물 용도	적용기술															
	유럽	일본	미국		고성능단열	고성능창호	일사조절장치	열회수환기장치	모션센서	구체축열	BIPV	태양열집열	지중열	풍력발전	바이오매스	우수/중수이용	재활용자재	재사용자재	지역자재	재생가능자재
3 Litre Twin Houses 	√			주거	○	○		○				○								
Buttisholz 	√			주거	○	○	○	○				○	○			○				
Chinolo House	√			주거	○	○	○	○			○									
Goteborg	√			주거	○	○	○	○				○								
Hannover-Kronsberg	√			주거	○	○	○	○		○		○								
Hockerton Housing	√			주거	○	○	○	○		○	○			○		○	○			
Horbranz House	√			주거	○	○		○				○	○							
House W	√			주거	○	○		○				○	○							
Husby Amfi	√			주거	○	○	○	○												
ISIS Solar Passive Apartment	√			주거	○	○		○			○	○								
Kassel House	√			주거	○	○	○	○			○									
Konstanz	√			주거	○	○	○	○				○	○							
Kuchl House	√			주거	○	○		○			○	○								
Nebikon House	√			주거	○	○		○					○							
Passivehouse in Gaspoltshofen	√			주거	○	○					○	○	○		○	○				
Plus-energy Settlement	√			주거	○	○	○	○		○	○				○					
Riverdijk	√			주거	○	○	○	○				○								
Steinhude Sea Recreation Facility	√			오락	○	○					○	○			○	○				○
Sunny Woods	√			주거	○	○	○	○			○	○	○							

프로젝트명	지역			건물 용도	적용기술															
	유럽	일본	미국		고성능단열	고성능창호	일사조절장치	열회수환기장치	모션센서	구체축열	BIPV	태양열집열	지중열	풍력발전	바이오매스	우수/중수이용	재활용자재	재사용자재	지역자재	재생가능자재
Ultra Low Energy House 	√			주거	○	○	○	○			○	○								
Okamoto Solar House 		√		주거	○	○				○		○								
Okayama House		√		주거	○	○	○			○		○								
Sunny Eco House		√		주거	○	○	○				○	○				○				
Sustainable Solar House		√		주거	○	○				○		○								
Zero Energy House in Kanagawa		√		주거	○	○					○	○								
Adam Joseph Lewis Center			√	교육	○	○	○		○		○						○	○	○	○
Aldo Leopold Legacy Center			√	업무	○	○	○				○		○		○		○		○	○
Audubon Center			√	교육	○	○	○		○	○	○	○				○	○		○	○
Challengers Tennis Club			√	오락	○	○	○		○	○	○						○		○	
Demonstration House in Kansas City			√	주거	○	○		○				○					○			○
Environmental Technology Center			√	교육	○	○	○		○	○	○						○		○	○
Home Depot Smart Home			√	기숙	○	○	○	○	○		○	○				○	○			○
Ideas Z2 Squared Design Facility			√	업무	○	○			○		○		○				○	○	○	
Nueva School			√	교육	○	○	○		○		○					○	○		○	
Science House 			√	교육	○	○	○	○	○	○	○		○				○	○	○	
World Headquaters for IFAW 			√	업무	○	○	○										○			○

○ 현재까지의 R&D 과제는 건축물의 에너지절약 및 온실가스 저감을 위한 재료 및 요소기술에 국한되어 국가 전반의 건물부문에 대한 통합 연구 및 기술 탐색 연구가 이루어지지 못함

○ 온실가스 감축에 대한 도시건축분야의 중요성을 고려할 경우, 상대적으로 R&D투자가 부족한 것으로 판단되는바, 차세대 핵심기술 개발을 위하여 보다 적극적인 정부 R&D투자가 필요할 것으로 사료됨



[그림 2.40] 온실가스 감축 기술에 대한 정부 R&D 투자 현황
(출처: 녹색건축물 활성화를 위한 온실가스 배출량 평가 및 통합인증시스템 구축, 한양대학교, 2014)

○ 건물부문 온실가스 감축은 건물에서 사용되는 에너지 절감을 통하여 구현할 수 있으며, 기존 건물에너지 저감 관련 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 용도로써의 Test-bed 구축에 중점되어 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



[그림 2.41] 제로카본 그린홈 실증 사업 및 적용 기술
(출처: 한국건설기술연구원, 2012)

○ 온실가스 저감을 위하여 제로에너지 기술을 융복합하여 에너지사용 최소화 건물 구현을 위하여 다음의 기술을 활용하여 에너지사용량 및 온실가스 배출을 최소화할 수 있음

① 고단열·고기능 외피, 기밀설계, 일조확보 및 친환경자재 사용 등 저에너지 건물 조성기술

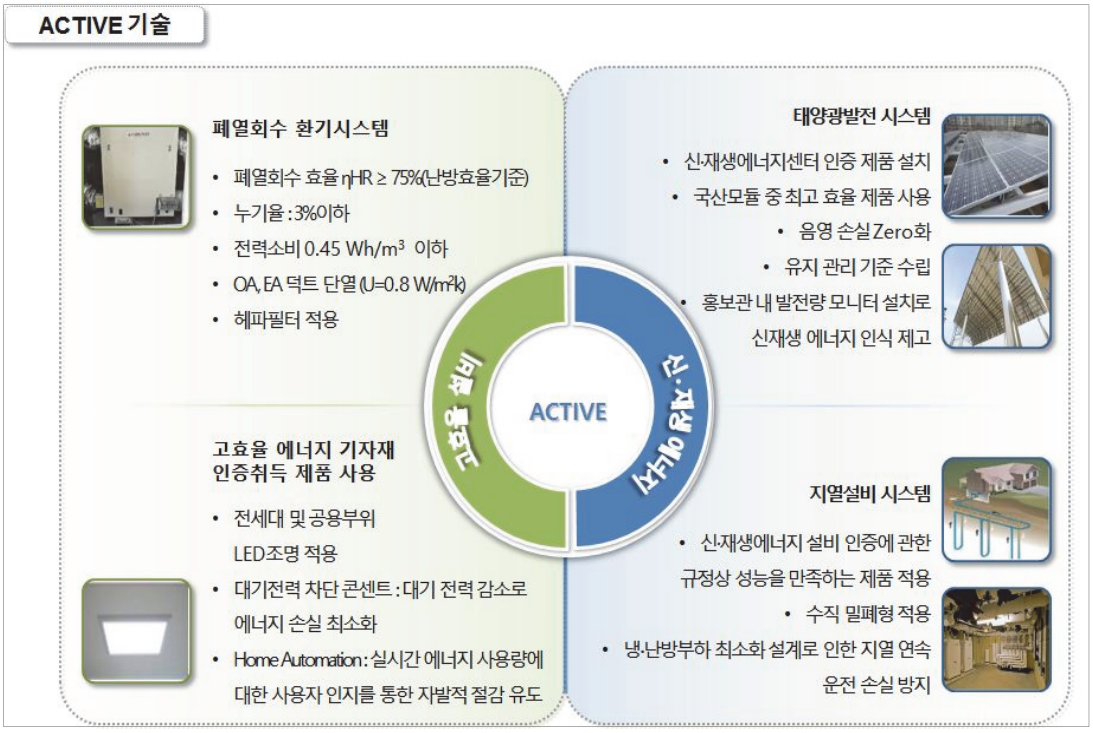
② 고효율 열원설비, 제어설비 및 고효율 환기설비 등 에너지 고효율 설비기술

③ 태양열, 태양광, 지열 등 신·재생에너지 이용기술

④ 자연지반의 보존, 생태면적률의 확보 및 빗물의 순환 등 생태적 순환기능 확보를 위한 외부환경 조성기술

⑤ 건물에너지 정보화 기술 및 자동제어장치 등 에너지절감 정보기술





[그림 2.42] 온실가스 배출 최소화를 위한 패시브 및 액티브기술 분류 및 적용기술

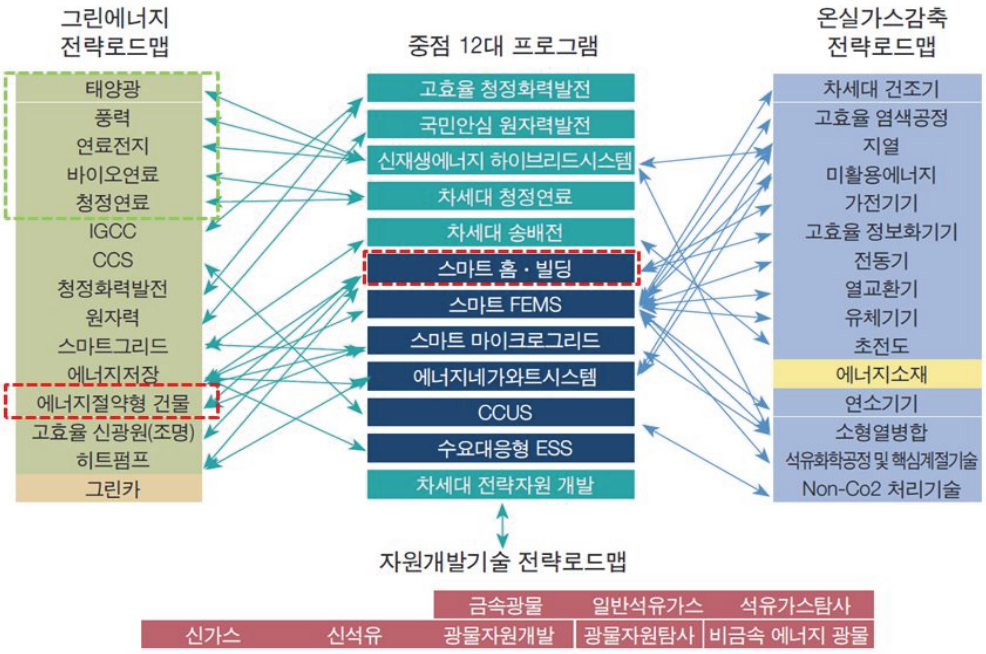
○ 기존 건물에 대한 그린리모델링 기술 동향

- 그린리모델링 창조센터는 2013년 그린리모델링 활성화를 위한 기술요소 가이드라인을 발간
- 그린리모델링 활성화를 위한 기술요소 가이드라인에서는 건축물 에너지소비 저감을 위한 단열, 기밀성능 개선(창호 개선, 차양설치, 외단열), 에너지효율 향상 및 생산을 위한 고효율 설비 및 재생에너지의 적용, 건축물 실내환경 개선을 위한 실내마감재 개선, 건축물의 환경부하 저감을 위한 건축물 녹화 기술, 폐기물 재활용 기술 등을 소개하고 있음
- 특히 창호의 경우, 기존 창호를 철거하지 않고 공사할 수 있는 고효율 기술을 적용하는 것을 고려하고 있으며, 에너지절감 효과가 큰 외단열 기술에 대해 최적의 기술개발을 추진 중임
- 기존 건축물의 녹색화를 위한 지금까지의 국내의 연구개발은 정부의 녹색 건축물 보급을 위한 정책을 수립하기 위해 요소기술에의 접근과 단기적인 연구개발이 주를 이루고 있으나, 외국의 경우는 이미 요소기술별로 최소기준을 설정하여 개보수시 기준을 따르도록 하고 있으며, 에너지절감량 달성목표(에너지 총량 기준)를 정하여 리모델링을 하기도 함
- 현재 기존 건축물 대상의 다양한 그린 리모델링 기술이 개발되어 있으나 실용화 및 실증사업에 적용된 사례는 시범사업에 국한되어 있으며 활성화 되지 못한 상황임. 건물의 단열 및 기밀성능 개선 필요에 따라 건물의 투습•방수기능 향상 및 열교손실을 저감할 수 있는 건축물 외피 기술 요구되고 있으며, 기존 6층 이상 건축물에 외단열 시공에 따른 난연 단열재를 적용할 수 있는 시공법 및 시스템 기술이 필요함

○ 고효율 설비 및 신재생에너지

- 신·재생에너지 분야의 선진기술을 따라잡고 기술 상용화를 이루기 위해서는 지속적인R&D 투자 증대가 필요하다는 판단 아래 정부는 에너지 및 자원사업 특별회계를 통해 신·재생에너지 기술개발사업 규모를 증대하고 있음.
- 지리적, 기후적, 환경적 영향을 많이 받는 신·재생에너지의 특성상 단위기술 개발로 안정적인 에너지원 확보에는 한계가 있어 이를 보완할 기술 개발이 필요함. 이는 산업의 부흥을 유도하고, 시장원리에 따라 세계시장을 선점할 수 있는 관건으로 파악됨
- 정부는 에너지기술 개발과 관련하여 2014년 10월 “에너지기술 이노베이션 로드맵” 수립을 통해 기존에 추진 중인 그린에너지 전략 로드맵과 온실가스 감축 전략 로드맵을 연계시켜 중점 12대 프로그램을 수립함

: 신재생에너지 기술개발에 대한 정부지원액의 부처별 규모는 산업통상자원부(태양광, 풍력, 연료전지 분야)가 약 60%, 미래부(태양광, 수소 및 바이오 분야)가 약 15%, 중소기업청 약 6%, 환경부(폐기물 분야)가 약 5.5% 등으로 나타남



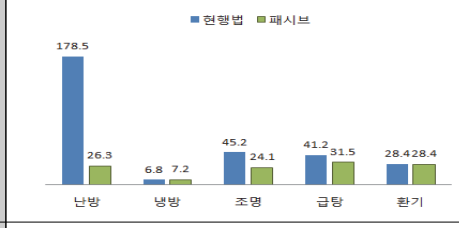
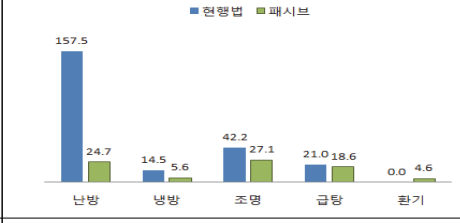
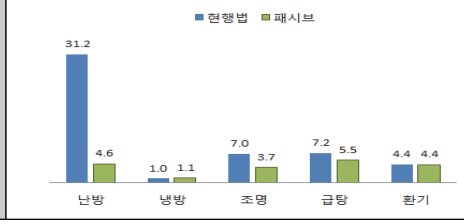
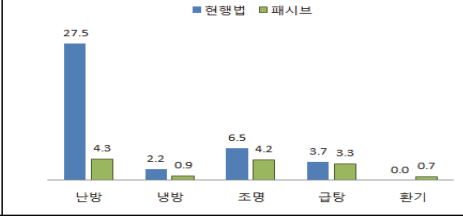
자료 : 산업통상자원부·KETEP(2014), 「2014 에너지기술 이노베이션 로드맵 Energy Innovation Architecture 2025」, 2014. 10. 8.

[그림 2.43] 에너지기술개발 12대 중점 프로그램과 전략로드맵의 관계

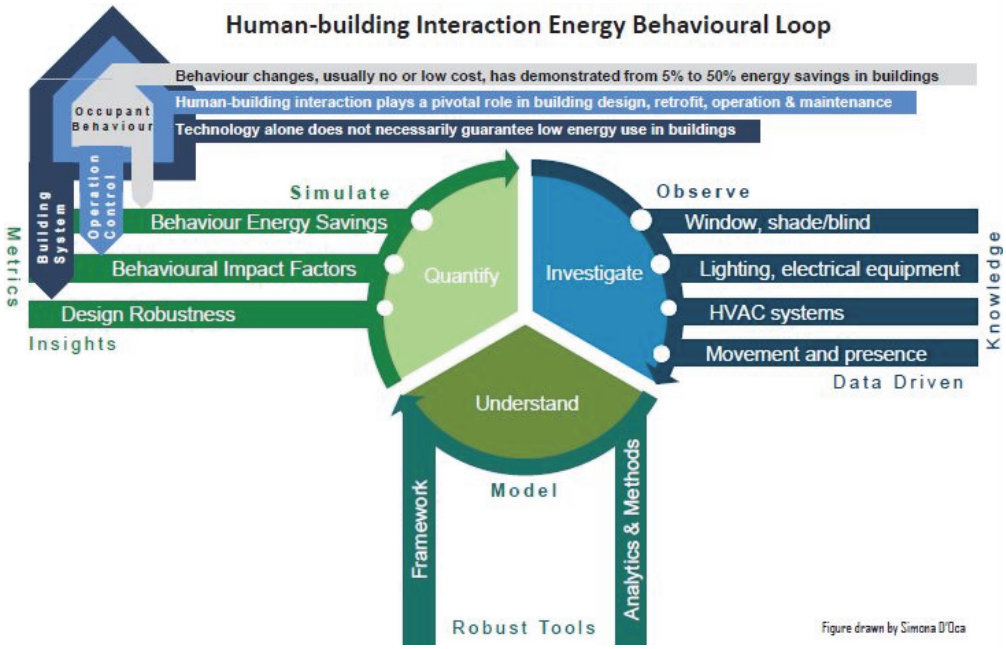
○ 에너지 절약형 건축시스템

- 건물 에너지효율화를 위해 개발되고 있는 기술로는 인공지반녹화 기술, 자연형 냉난방기술 및 지능형 외피 시스템 기술, 고기밀·고단열 창호 및 기능성 창호시스템 개발, 복사 냉난방시스템 기술, 하이브리드 환기시스템 개발 등이 있으며, 태양광, 태양열, 지열 등의 신재생 에너지 시스템의 개발 등이 급속히 진행되고 있음

<표 2.22> 에너지 및 온실가스 배출량 비교(현행법상 주택 vs 패시브 주택)

	단독주택	공동주택
1차 에너지 소요량		
C02 배출량		

○ 기존 건물 에너지 및 온실가스 관련 연구는 단위 요소기술에 집중되어 전체적 감축량 산정이 힘들 뿐 아니라 각 기술이 함께 적용되었을 때의 에너지 소비 및 온실가스 배출량 감축을 산출하기가 매우 어려움



[그림 2.44] IEA EBC의 건물내 인간행태와 연계된 에너지 통합 기술 개념
(출처: IEA EBC Annex66)

○ 하퍼(2003)에 의하면 스마트빌딩이란 “쾌적도, 편리성, 비용절감, 호환성을 바탕으로 거주자의 만족도를 향상하기 위하여 건물 및 시스템에 대한 통신,

제어 및 정보의 상호교환을 용이하게 할 수 있는 건물" 을 의미함. 또한, 스마트빌딩은 신재생에너지의 이용 및 거주자의 역할 변화를 통하여 에너지 절감 및 온실가스 감축에 기여할 수 있으며, 건물 및 각종 시스템의 통합을 통하여 비용절감, 기능의 확장, 및 기술의 진보 등을 기대할 수 있음

○ 최근 스마트홈과 관련하여 지능형 IoT(사물인터넷;Internet of Things)를 통해 빅데이터를 획득하고, 머신러닝/시뮬레이션 기술을 통해, 의사결정에 필요한 정보를 지능적으로 제공할 수 있는 기술에 대한 관심이 증대되고 있으며, 스마트홈 또는 Connected Home 등 새로운 시장을 개척하기 위한 다양한 기술개발이 시도되고 있음

- 국내의 경우에는 주택의 일부 가전제품(TV 등)을 스마트폰과 연동하여 제어하는 기술이 개발되고 있으나 아직까지 냉·난방 및 전기에너지 절약을 위한 IoT기반 스마트홈 융합기술은 초보적인 단계임

○ 온실가스 감축기술 활용을 통한 감축잠재량 분석

- 감축기술조사

· 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발을 위하여 환경 친화적인 건물의 기술개발과 보급의 중요성이 전세계적으로 증가하고 있음

· 따라서 국내에서도 건축물의 다양한 기술이 도입되고 있으며, 이를 바탕으로 건물에너지 정책 및 기술개발이 더욱 활발히 진행되고 있음

· 건물효율 및 성능을 향상시키기 위해 도입되어 상용화되고 있는 기술은 다음과 같음

<표 2.23> 온실가스 감축을 위한 관련 기술

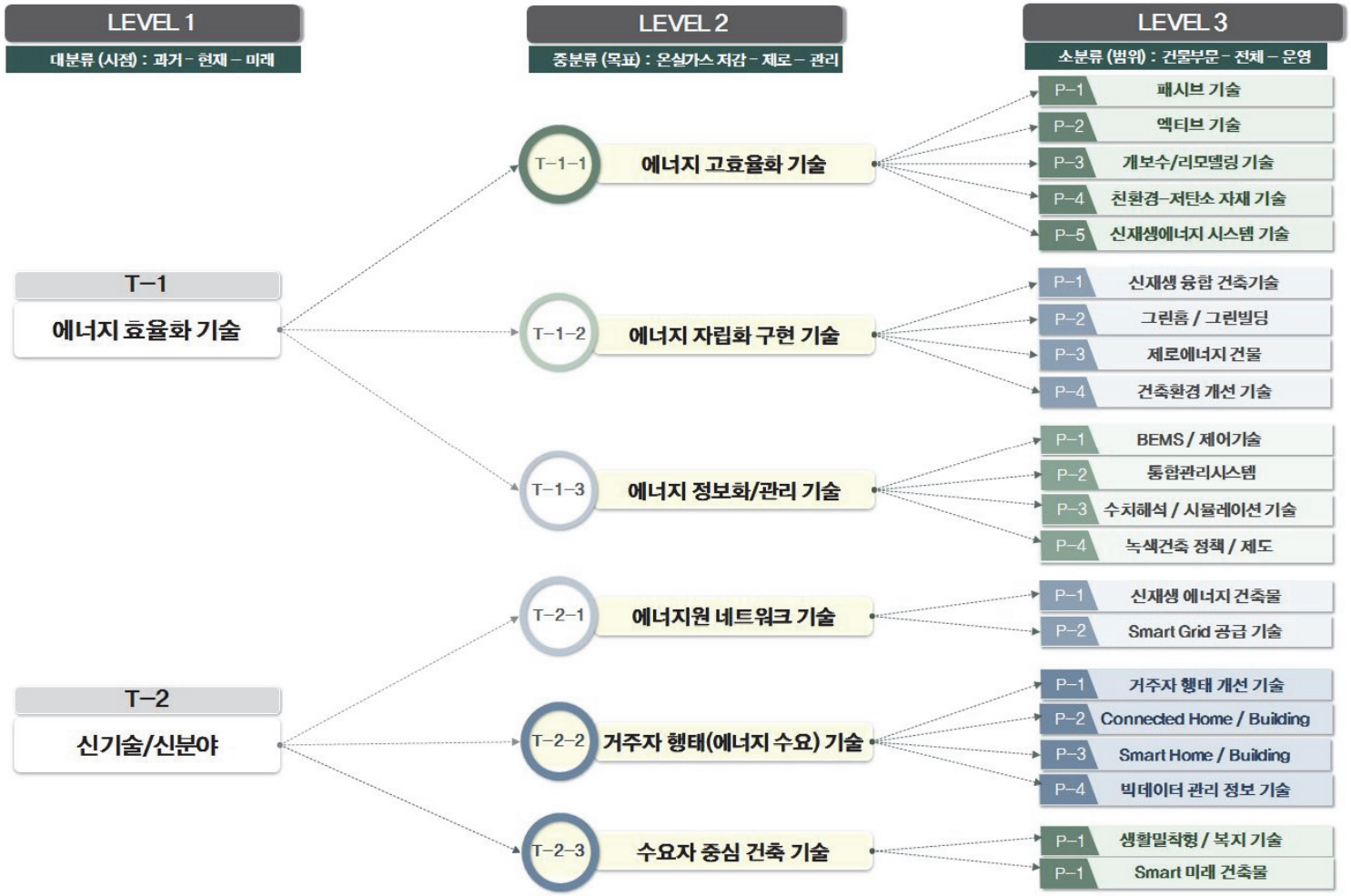
(출처 : 삼성SDS, 2015)

기술구분	세부기술
단열시스템	합성연결재를 활용한 현장 타설형 중단열 벽체
	산업부산물 활용 무시멘트 콘크리트 제조기술
	진공단열재를 내장하는 단열블록
	열차단 효과가 우수한 단열재의 제조방법
	패널 방식 방열기
	Pre-fab Module 바닥시스템
	상전이 물질을 이용한 다공성 매체
	셀룰로오스/리그닌이 포함된 PLA 친환경 벽지
	다기능성 벽체
공조시스템	냉난방 환기 복합시스템
	건축물 내 연돌 효과 저감기술
	건물 환경조절 환기시스템
	전외기 공조 시스템
	건물 환기시스템
신재생에너지	통합형 태양열 난방/급탕시스템
	지열 및 태양열 이용 급탕 및 냉난방 시스템
	자연채광시스템
	지열이용시스템
	압전 하베스팅 시스템
	태양에너지 활용장치
창호시스템	열에너지 조절이 가능한 다기능성 창호시스템
	열차단성이 개선된 필름
	차양겸용 셔터를 가지는 창호 시스템
조명시스템	LED 조명장치
	조명용 하드싱크

2. 기존 기술(연구)과의 차별성 및 연계방안

○ 건축물 온실가스 감축 기술트리(technology tree) 구축

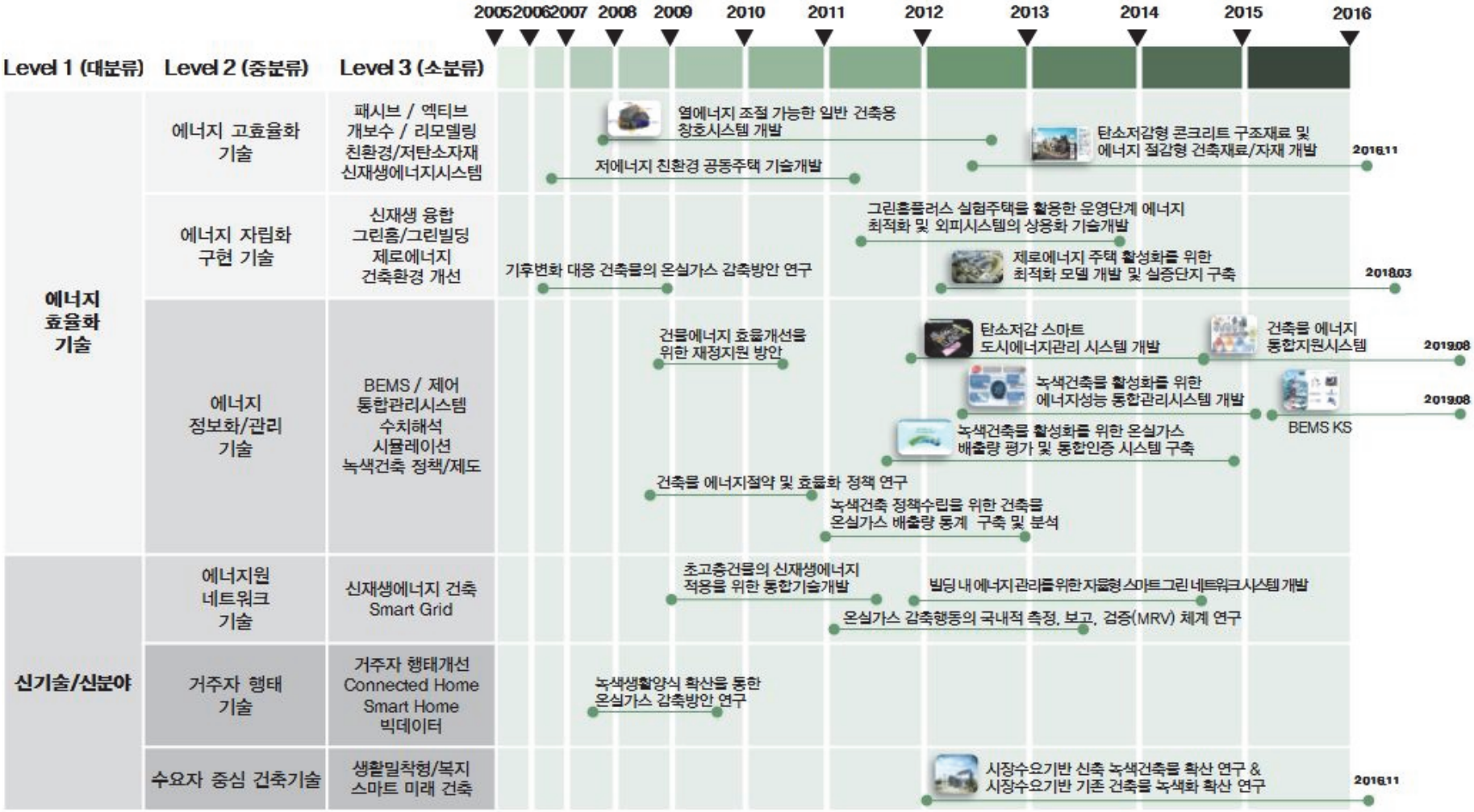
- 현재, LEVEL 3단계까지 건축물 온실가스 감축 기술트리를 구축하였으며, 기술수요 조사를 통하여 LEVEL 4 단계의 핵심기술을 도출



[그림 2.45] 건축물 온실가스 감축 기술트리(technology tree) 구축

○ 건물부문 온실가스 감축 기술트리(technology tree)별 기술(과제) 동향 조사

- 앞서 구축한 건물부문 온실가스 감축 기술트리(technology tree)를 대상으로 2006년~2015년까지 수행되었거나 수행 중인 R&D과제를 조사 및 분석하여 기술트리와 매칭 하였음. 이를 통해 기존 기술(R&D)과제와 중복되지 않고, 혁신적이며 진보된 기술을 도출 예정임



[그림 2.46] 건물부문 온실가스 감축 기술트리(technology tree)별 기술(과제) 동향 조사

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

<표 2.24> 기존 기술(연구)과의 차별성 및 연계방안

기존 연구과제		검토결과	
과제명	주요 연구내용	차별성	연계방안
국가 건물부문 온실가스 감축 전략 분석 연구	• 건물부문의 온실가스 감축목표 달성을 위한 구체적인 전략 및 이행계획, 정량적인 감축효과 제시를 검토. • 녹색건축물조성지원법 제6조 '녹색건축물 기본계획의 수립' 2항의 "녹색건축물의 온실가스 감축, 에너지절약 등의 달성 목표 설정 및 추진방향"의 설정 및 반영을 목표로 함.	• 2030년 국가 온실가스 감축목표로 조정되면서 온실가스 감축전략 및 목표 설정의 수정이 필요함.	• 해당 연구에서 도출한 온실가스 감축량 산정 방법론 및 감축잠재량 분석 모형을 검토/보완하여 본 연구와 연계함.
녹색건축물 활성화를 위한 온실가스 배출량 평가 및 통합인증 시스템 구축	• 빌딩 전과정(Life cycle)을 통하여 발생하는 「에너지」 또는 「온실가스」 DB와 지원시스템을 구축하고 이를 「통합 인증시스템」 개발.	• 본 연구는 전방위에 걸친 제도적 연구가 필요한 바, 인증제도 개선을 중심으로 한 해당 연구보다 연구범위가 광범위함.	• 녹색건축물 상세 인벤토리, 온실가스 배출량 산정 방법론, 녹색건축물 인증제도 등을 본 연구와 연계함.
건물에너지 관리시스템 운영체계 및 능동제어 기술 개발	• 국내 실정에 적합한 주거용 건물 에너지관리시스템(REMS)용 통합 운영 프로그램 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.	• BEMS 구현을 위한 기반 기술을 확보를 지향하고 있으나, 인간행동 기반의 차세대 BEMS 기술 개발에는 한계를 가지고 있음.	• 해당 연구과제 결과물인 진단 및 BEMS 기반 기술검토 / 보완하여 차세대 BEMS 기술과 연계 가능함.
스마트 에너지네트워크 기술개발	• 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.	• 본 연구과제를 통해 제안하고자 스마트 에너지네트워크 기술은 모든 에너지 사용 최적화를 지향하는바, 열에너지 네트워크에 국한된 해당 연구와는 차별화가 가능함.	• 해당 연구에서 도출한 스마트 에너지 네트워크를 특정 모듈로 활용하여 본 연구와 연계 가능함.
제로에너지 대응 주거용 건물의 복합 외피시스템 실증사업	• 세계 최고 수준의 저에너지 주택, 건물을 위한 한국형 외단열시스템을 개발하는 것으로 목적으로 함.	• 다양한 핵심기술 중 외피시스템에 국한하여 연구가 진행됨.	• 해당 연구에서 도출한 복합 외피시스템을 검토/보완하여 본 연구와 연계함.

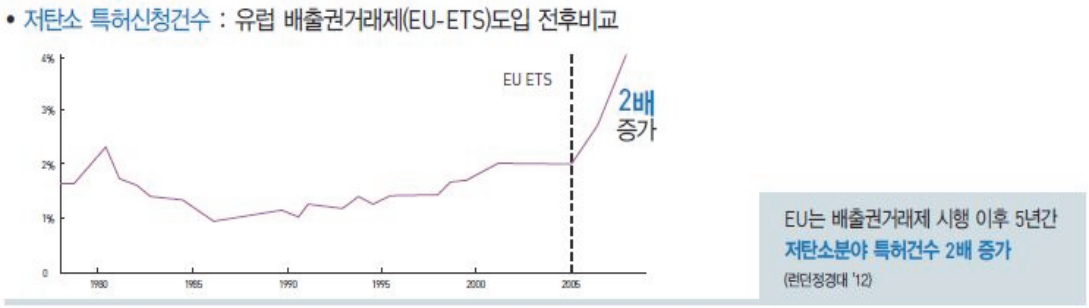
기존 연구과제		검토결과	
과제명	주요 연구내용	차별성	연계방안
시장수요기반 신축 및 기존 녹색건축물 확산 연구	• 녹색건축물 요소기술을 통합적으로 적용하고 시공 및 운영할 수 있는 녹색건축물 통합프로세스를 개발. • 녹색건축물의 경제적/환경적 가치에 대한 명확한 제시를 통해 시장에서의 능동적 확산을 위한 방안 모색, 개발된 기술이 시장에서 활성화될 수 있도록 정책 및 제도 개선방안 연구함. • 그린리모델링 확산을 위한 리모델링 프로세스 및 수요자 중심의 비즈니스 모델 개발과 비용편익 관점의 그린리모델링 시범사업을 통해 그린리모델링 확산방안을 도출함.	• 신축건축물 녹색화를 목표로 건설 프로세스 전반에 대한 기술개발과 더불어 비즈니스 모델 도출이 이루어졌으나, 향후 수립될 국가 온실가스 감축목표 및 장기 전략과의 연계성을 보완할 필요가 있음. • 기존건축물 녹색화를 목표로 시장지향적 비즈니스 모델을 개발하고 이에 적합한 기술개발이 이루어졌으나, 향후 수립될 국가 온실가스 감축목표 및 장기 전략과의 연계성을 보완할 필요가 있음.	• 신축건축물을 대상으로 해당 연구과제에서 제안하는 녹색건축물 건설 프로세스 및 기술을 검토/보완하여 연계 가능함. • 기존건축물을 대상으로 해당 연구과제에서 제안하는 녹색건축물 건설 프로세스 및 기술을 검토/보완하여 연계 가능함.
BEMS KS 기반의 설계·시공·운영·관리 기술개발 및 실증	• 기존 건물 에너지 사용량 대비 20% 절감을 위한 BEMS 설계·시공·운영·관리 기술 개발 및 실증을 통해 BEMS 국산화를 목표로 함.	• 해당 연구과제에서는 기존 폐쇄형 BEMS의 문제점을 인식하고 개방형 플랫폼 기반 BEMS 기술이 개발되고 있으나, 인간행동 빅데이터 기반 차세대 BEMS 개발부분에는 한계가 있음.	• 인간행동 기반 빅데이터 처리 기술을 활용한 차세대 BEMS 역시 개방형 플랫폼을 지향함에 따라 본 연구와 연계 가능함.
제로에너지 기술적용을 통한 실증단지 구축 및 운영	• 제로에너지건축물을 실현하기 위하여 설계, 엔지니어링, 시공, 유지관리 전 단계에 걸쳐 종합적인 기술개발을 목표로 함.	• 해당 연구과제는 제로에너지빌딩을 실증적으로 수행하고 있으나, 지속적인 검증작업을 통하여 기술보완이 필요하며, 국가 온실가스 감축 전략 및 제도적 기반 구축에도 한계가 있음.	• 해당 연구과제는 대규모로 수행되고 있는 제로에너지 실증연구로 국내 제로에너지 빌딩 연구의 기반으로 역할을 담당함에 따라 차세대 제로에너지빌딩 기술 개발을 위하여 필수적으로 연계가 필요함.
저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원 시스템 개발	• 녹색건축 시장이 자생할 수 있는 원동력이 될 수 있도록 제품·서비스, 에너지 관리·운영, 성능진단·개선 등에 대한 국가적 차원의 체계적인 검증 및 지원시스템 마련을 목표로 함.	• 해당 연구과제는 녹색건축물을 지원하기 위한 통합시스템 개발에 초점을 맞추고 있는바, 상위 마스터 플랜 레벨의 국가 온실가스 감축 전략과의 연계 및 제도/정책적 결과물 도출에는 한계가 있음.	• 녹색건축물 통합지원 시스템 내에 구축된 각종 DB 및 정책적 지원체계를 확장하여 연계 가능함.

제4절 기술수준 분석

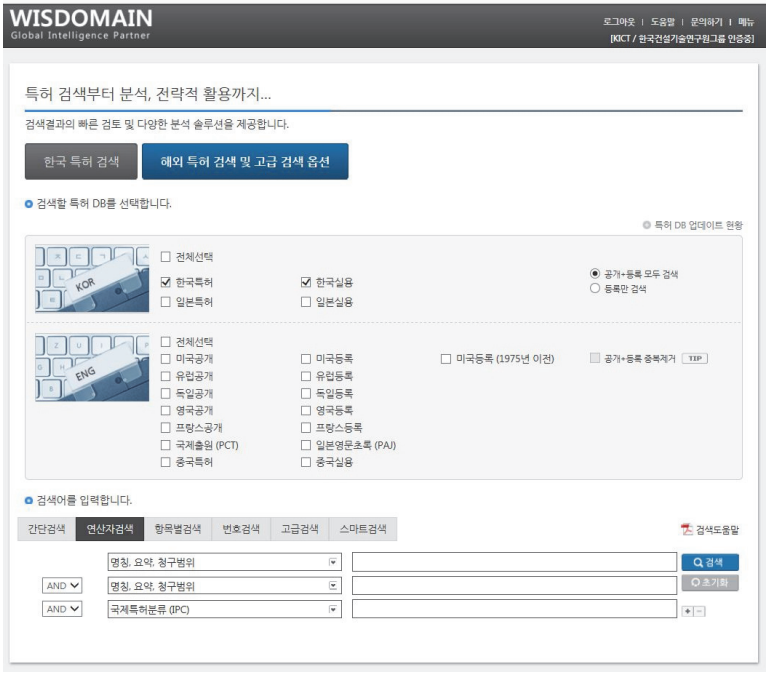
1. 특허동향 분석

가. 건물부문 온실가스 감축 기술 및 감축 모형의 특허동향 분석

○ 기존 문헌(런던정경대, 2012년)에 의하면 유럽의 배출권 거래제가 시행된 이후에 5년간 저탄소 관련 특허 신청건수는 2배가 증가된 것으로 분석됨



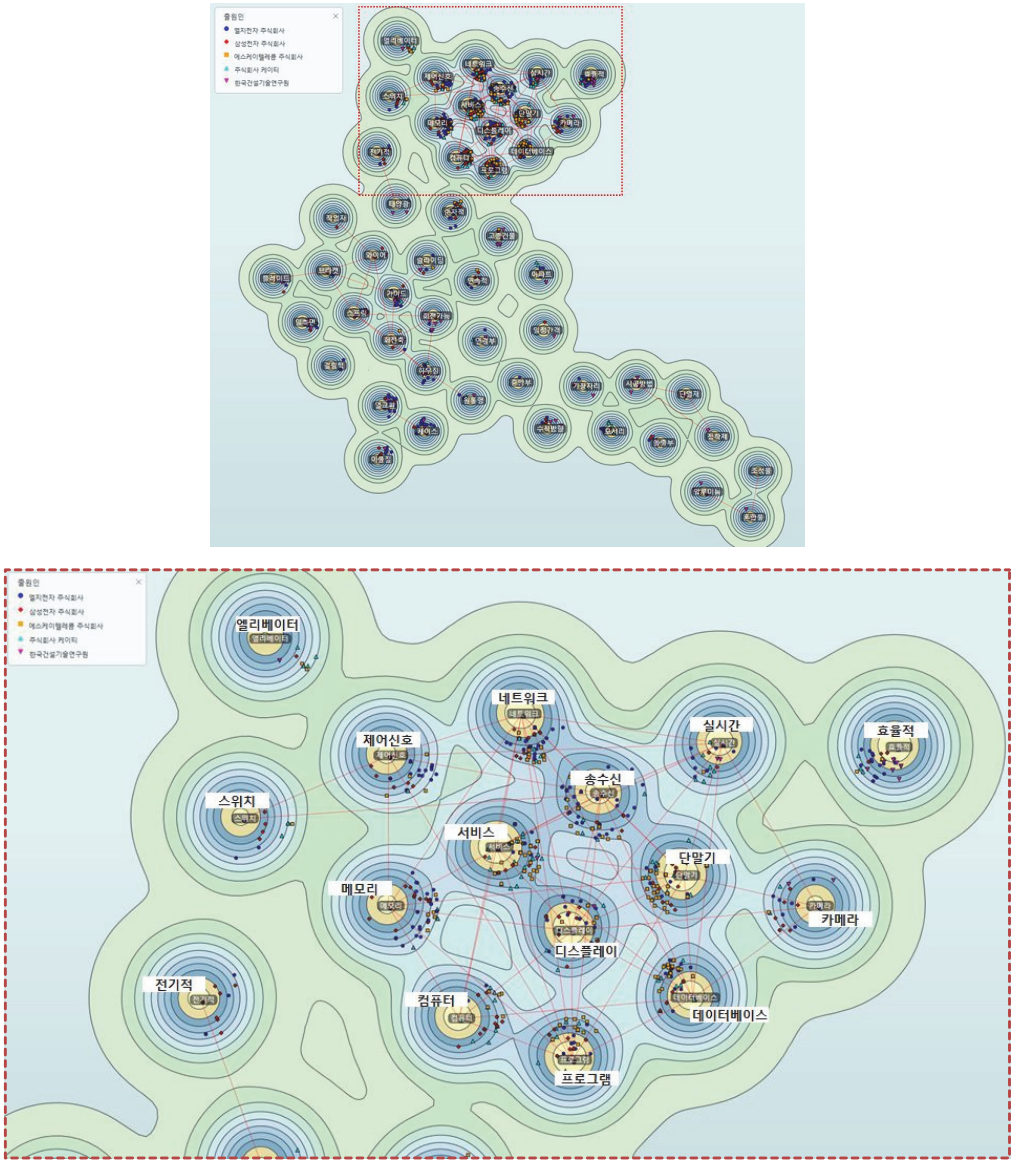
○ 건물부문 온실가스 감축과 관련된 특허동향을 위하여 건축물 온실가스 감축 기술 및 건물 온실가스 모델(모형) 기술로 구분. 특허 검색·분석 시스템 [WISDOMAIN]을 활용하였음



[그림 2.47] 특허정보분석 시스템 WISDOMAIN의 메인 화면

○ 본 특허동향 검색에서는 2015년 12월까지 공개+등록된 특허정보를 대상으로 핵심 키워드는 [건물], [온실가스], [감축] 에 대해 키워드 맵 분석을 수행함

- 맵 구성 특허 수는 총 7,884개로 분석 대상 기술 용어는 네트워크, 단말기, 단열재, 디스플레이, 고층건물, 아파트, 엘리베이터, 열교환, 메모리, 제어, 효율적, 컴퓨터, 하우징, 태양광 등임
- 온실가스 감축 특허는 주택, 고층건물 등의 일반 건축물 보다 네트워크, 전기·전자, 디스플레이, 데이터베이스 및 다양한 제품군에서 특허 도출이 이루어지고 있음



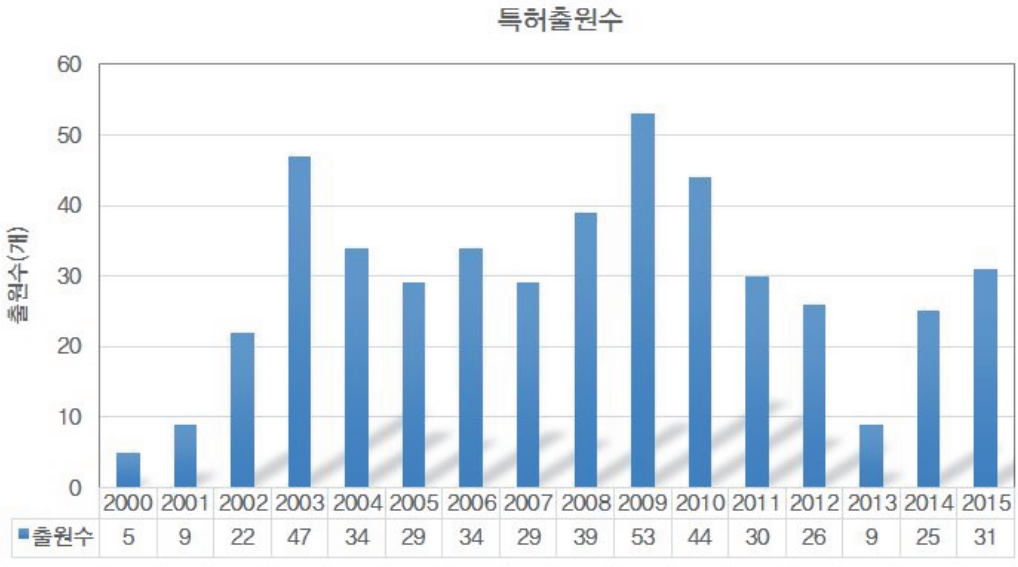
[그림 2.48] 핵심키워드(건물, 온실가스, 감축)에 의한 특허 맵

○ 본 특허동향 검색에서는 2015년 12월까지 공개+등록된 **한국, 미국, 일본, 유럽의 특허를 대상으로 검색**함. 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 2.25> 건물 온실가스 감축 기술 및 모델관련 연구동향

특허 검색·분석 시스템: WISDOMAIN			
검색기간	검색범위	검색도메인	
2000. 01.01 - 2015. 12.31	명칭, 요약, 청구범위	공개+등록 모두검색	
워킹그룹명	기술분류	검색키워드	검색건수 총: 466 건
건물부문 온실가스 감축기술 시스템	건물 온실가스 감축 기술	(건물 OR 건축물 OR 빌딩 OR 주거 OR building) and (온실가스 OR 에너지) and (감축 OR 저감 OR 평가 OR 예측 OR reduction)	401
	건물 온실가스 감축 모델 기술	(건물 OR 건축물 OR 빌딩 OR 주거 OR building) and (온실가스 OR 에너지)and (감축 OR reduction 모델 OR model)	65

○ 선정된 분석대상의 연도별 특허동향 분석



[그림 2.49] 대상특허 전체 연도별 특허 출원 현황

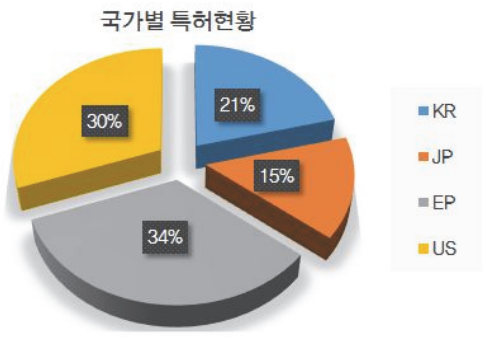
- 연도별 전체 출원동향을 살펴보면, 2000년~2002년 까지 특허출원이 저조하다가 2003년에 진입하면서 특허출원 건수가 급격히 증가함을 알 수 있는데, 이

는 2000년대에 접어들면서 건물부문 온실가스에 대해 커진 관심이 특허출원으로 이어진 것으로 판단됨

- 2009년에 가장 많은 특허가 출원된 이후 특허출원 건수가 약간 감소하는 경향을 보임

○ 선정된 분석대상의 국가별 특허동향 분석

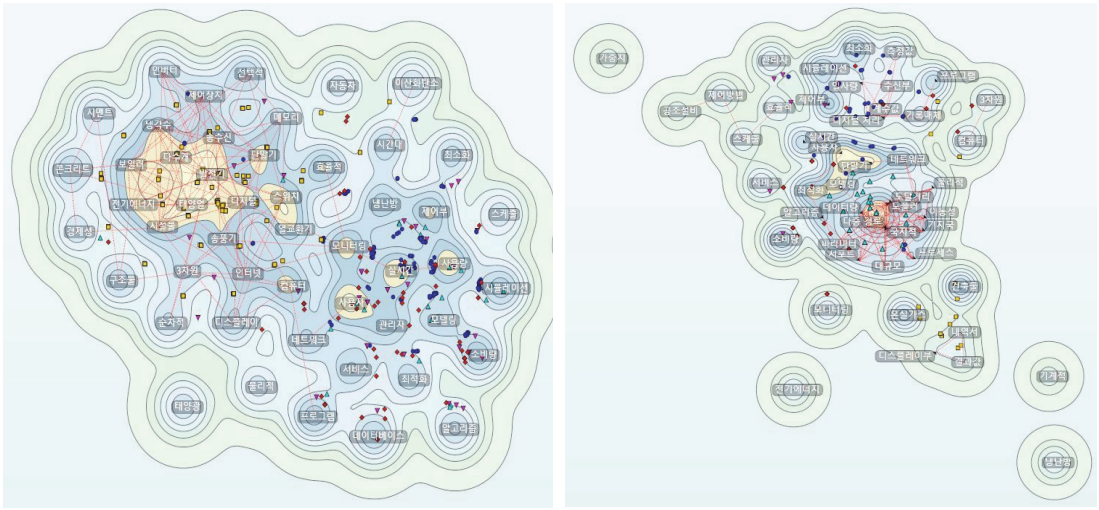
- 국가별 특허 점유율을 살펴보면, 총 466건 중 유럽이 158건(34%)을 차지하여 가장 높은 점유율을 보이고 있고, 그 뒤를 이어서 미국이 142건(30%)으로 두 번째로 높은 점유율을 보이고 있음
- 한국과 일본은 각각 98건(21%)과 68건(15%)으로 유럽과 미국에 비해 점유율이 상대적으로 저조한 것으로 나타남



[그림 2.50] 국가별 특허 점유율

○ 건축물 온실가스 감축 기술 특허 맵

- 표 2.14와 같이 '건축물 온실가스(에너지) 감축 기술' 및 '건축물 온실가스(에너지) 감축 모델' 키워드를 통하여 특허 맵을 작성함 (특허 맵 작성 tool : WISDOMAIN)
- 온실가스 감축기술 관련 특허 맵 분석 결과 대부분 냉난방 및 태양열, 모니터링, 전력발전 등에 집중되어 있으며, 온실가스 감축모델 관련 특허 맵 분석 결과 대부분 모델링 및 제어, 네트워크, 최적 등에 집중되어 있는 것으로 나타남
- 이를 통해 구체적인 건물부문 온실가스 감축 기술 개발 및 모델 정립 기술 개발이 요구됨



<건축물온실가스(에너지) 감축기술 특허맵> <건축물온실가스(에너지) 감축모델 특허맵>

[그림 2.51] 건물 온실가스 감축 기술 및 모델 특허 맵

나. 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템의 특허동향 분석

○ 건물부문 온실가스 통합관리 시스템의 구축 및 운영에 관한, 특허동향을 분석하기 위하여, 특허 검색・분석 시스템 [WISDOMAIN]을 활용하였음

○ 2006 ~ 2015년 기간(10년) 동안의 국내 출원・등록 특허를 기준으로 조사를 수행함. 명칭-요약-청구범위를 검색범위로 설정하였음

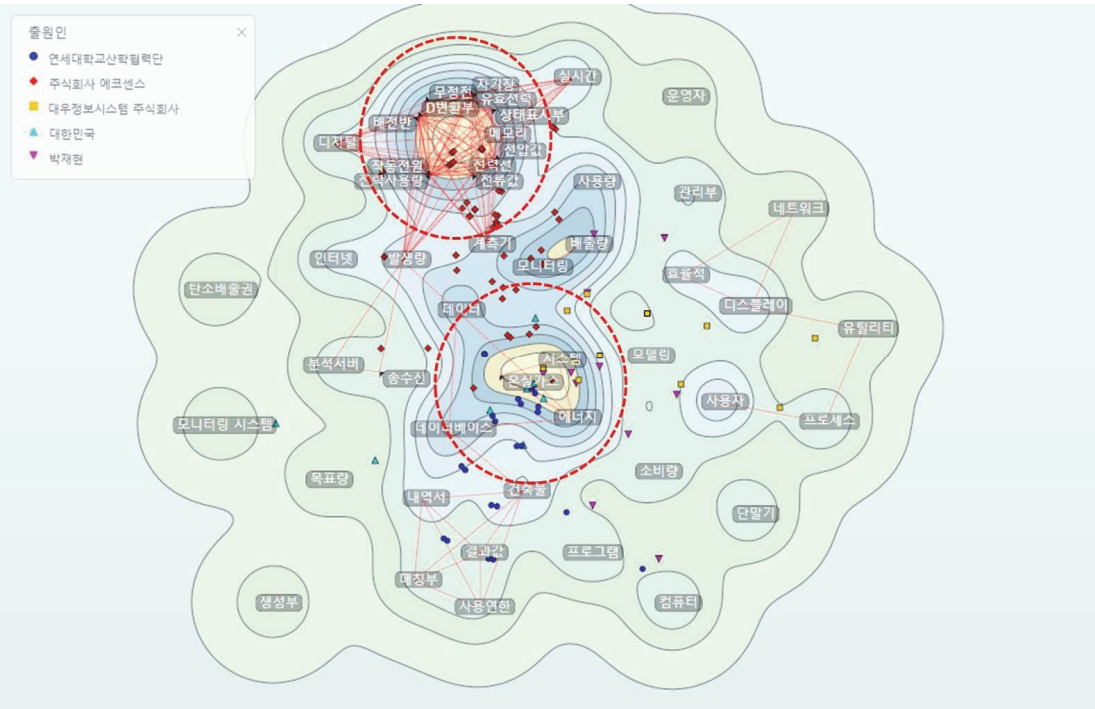
○ 세부동향을 파악하기 위해, 건물부문 온실가스 통합관리 시스템과 관련한, 총 3가지 세부 기술을 중심으로 파악: (1) 건물 온실가스 측정기술, (2) 건물 온실가스 데이터베이스 기술, (3) 건물 온실가스 인벤토리 기술

<표 2.26> 온실가스 통합 정보·관리 시스템 구축 및 운영 관련 연구동향

특허 검색·분석 시스템: WISDOMAIN			
검색기간	검색범위		검색도메인
2006. 01.01 - 2015. 12.31	명칭, 요약, 청구범위		공개+등록 모두검색
워킹그룹명	기술분류	검색키워드	검색건수 총: 31 건
건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템	건물 온실가스 측정기술	(건물 OR 건축물 OR 빌딩 OR 주거 OR 아파트) and 온실가스 and (측량 OR 측정 OR 예측 OR 산출)	13
	건물 온실가스 데이터베이스 기술	(건물 OR 건축물 OR 빌딩 OR 주거 OR 아파트) and 온실가스 and (데이터 OR 데이터베이스 OR 정보)	16
	건물 온실가스 인벤토리 기술	(건물 OR 건축물 OR 빌딩 OR 주거 OR 아파트) and 온실가스 and 인벤토리	2

○ 검색된 총 31건의 특허를 중심으로, 특허맵(특허등고선)을 작성한 결과, 원격지/전압/전류/자기장/메모리 분야에서, 타 기술보다 상대적으로 특허의 분포가 집중되어 있음을 확인할 수 있음.

○ 따라서 건물에서 발생하는 온실가스의 측정기술·데이터베이스기술·인벤토리기술에 관한 구체적인 기술개발이 수행되어야 함.



[그림 2.52] 기반구축 분야에 대한 특허 분포도

2. 논문동향 분석

○ 논문 분석 기술 분야는 ①건축물 온실가스 기술, ②건축물 온실가스 모델, ③ 건축물 온실가스 관리로 구분

가. 건물부문 온실가스 감축 기술 및 감축 모형의 논문동향 분석

○ 건축물 온실가스 기술과 모델은 3가지 분류로 온실가스 감축, 온실가스 평가, 온실가스 예측으로 분류하며, 건축물 온실가스 관리는 온실가스 관리시스템, 온실가스 인벤토리, 온실가스 데이터베이스로 분류

○ 본 보고서에서는 특허정보 분석과 동일하게 2006년부터 2015년까지 3가지의 기술 분야에 대하여 최근 15년간의 논문 동향 분석

○ 논문 분석 방법 : 특허 및 논문 정보 등은 NDSL에서 검색하여 논문분석 수행

기술 분야별 전문 DB 검색(NDSL)	
공통	(건축물; CO2; 에너지; 저감; building; greenhouse gas; reduction; energy)
기술분야-1	(건축물; 온실가스; 저감; 평가; 예측; 기술; building; greenhouse gas; reduction; energy)
기술분야-2	(건축물; 온실가스; 저감; 평가; 예측; 모델; building; greenhouse gas; reduction; evaluation; forecast; model)
기술분야-3	(건축물; 온실가스; 관리; 시스템; 인벤토리; 데이터베이스; building; greenhouse gas; management; inventory; database)

○ 건축물 온실가스 감축 기술 및 모델 개발에 속한 분야에서 국내외 논문 출판율은 국내 29.8%, 국외 70.2%로 수치상으로 해외 논문 게재가 많음

○ 국내 논문 수는 2006년부터 2012년 까지 상승하다가 이후 2015년 까지 다소 저감되는 경향이 나타남

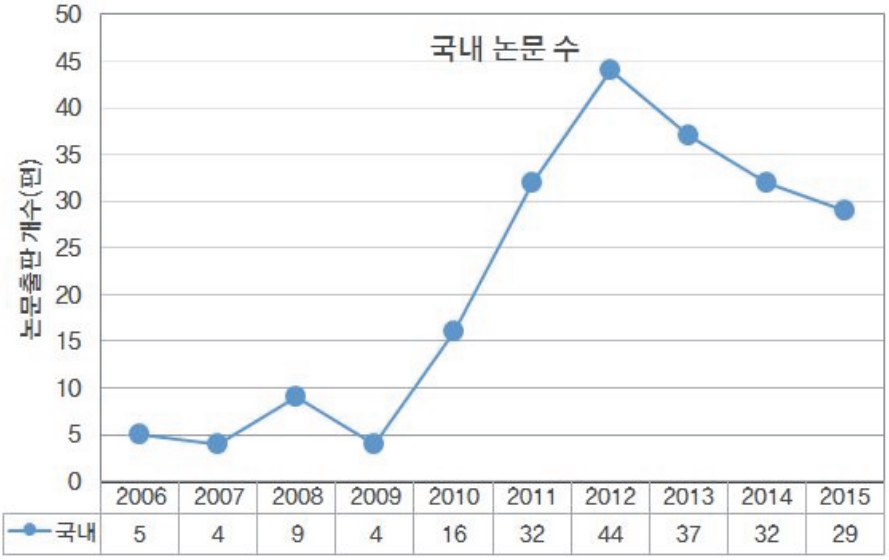
○ 이에 반하여 국외 논문 수는 2006년부터 2014년까지 상승하였으나, 2015년에 다소 저감되는 추세를 나타냄

○ 국외논문이 국내 연구자의 게재 및 주요 국가들의 학회논문들도 포함되어진 점을 고려해보면 국내 연구 활동이 매우 활발하게 이루어지고 있음

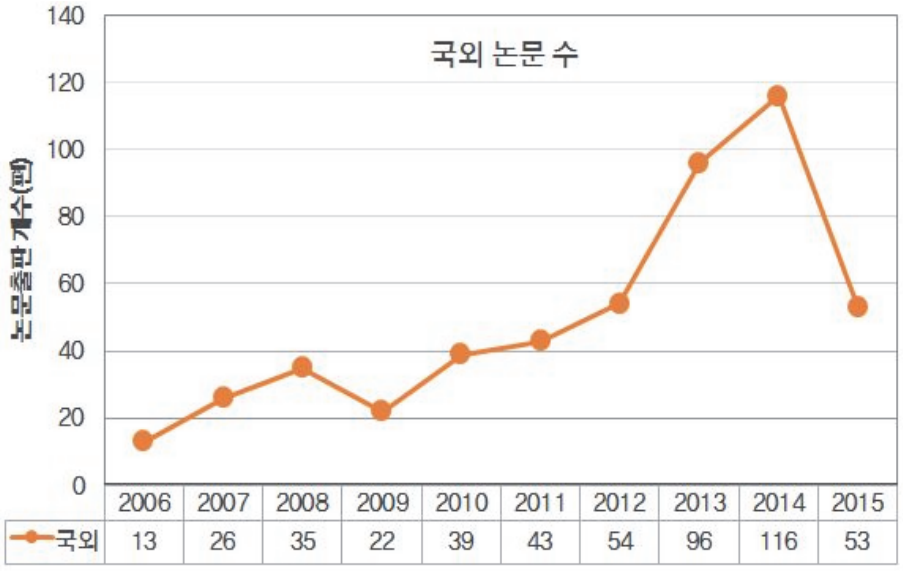
○ 기존 건축물 온실가스 감축 기술 및 감축 모형과 관련하여 이루어진 연구로 **온실가스 감축 목표(시나리오) 및 건물 에너지 성능평가를 위한 예측 전망 모델 및 방법론 연구가 필요함**

<표 2.27> 건물 온실가스 감축 기술 및 모델관련 국내외 논문 년도별 편수 현황 (년, 편)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	합계
국내	5	4	9	4	16	32	44	37	32	29	212
국외	13	26	35	22	39	43	54	96	116	53	499
소계	18	30	44	26	55	75	98	133	148	82	711



[그림 2.53] 2006-2015년 건물 온실가스(에너지) 감축 기술 및 모델 관련 국내 논문 수



[그림 2.54] 2006-2015년 건물 온실가스(에너지) 감축 기술 및 모델 관련 국외 논문 수

나. 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템의 논문동향 분석

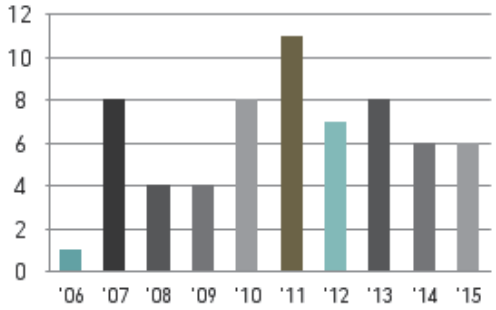
○ 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템 구축 및 운영과 관한 연구동향을 분석하기 위하여, (1) DBPIA(www.dbpia.co.kr) 검색DB, (2) SCOPUS(www.scopus.com) 검색DB을 활용하여, 국내외 논문동향을 분석하였음

<표 2.28> 온실가스 통합 정보·관리 시스템 구축 및 운영 관련 연구동향

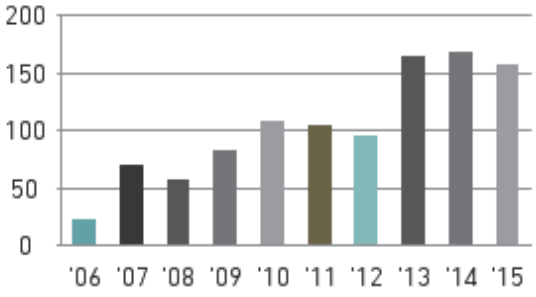
구 분	검색 시스템	검색 기간	검색범위	검색분야	문서형태	총 논문수
국내	DBPIA	2006 - 2015	Title, Abstract, Key-word	Greenhouse gas emission, Buildings	Article (KCI 급)	59
국외	SCOPUS				Article (SCI급)	1,022

- 첫째, 2006년부터 2015년까지 발표된 KCI급 국내 논문들을 대상으로 DBPIA 검색 DB를 통해, 건물분야의 온실가스배출에 대한 논문 경향을 파악함
- 둘째, 국외의 경우, 2006년부터 2015년까지 발표된 SCI급 논문들을 대상으로 SCOPUS검색DB를 통해, 건물분야의 온실가스배출에 대한 논문 경향을 파악함

○ 연도별 연구 추이를 살펴보면, 국내의 경우 2006년 이후, 건물부분 온실가스 배출량과 관련한 연구의 관심이 높아지긴 하였으나, 아직까지, 타 분야 대비 건물부분에 집중한 연구는 많지 않은 것으로 나타남. 국외의 경우 2006년 이후, 건물부분 온실가스 배출량과 관련한 연구가 꾸준한 증가추세를 보이며, 2015년 발표된 논문의 수는 10년 전보다 7.2배 증가함



<국내 논문 수>



<국외 논문 수>

[그림 2.55] 2006-2015년 건물부문 온실가스 배출에 관한 연구의 논문 수

<표 2.29> 2006-2015년 건물부문 온실가스 배출에 관한 연구의 논문 수

연 도	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
국내	1	8	4	4	8	11	7	8	6	6
국외	23	70	56	82	107	104	95	163	168	157

○ 위 분석결과를 바탕으로, 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템 구축 및 운영을 위한 연구는 크게 다음의 3 그룹으로 분류할 수 있다: (1) 건물부문에서 발생하는 온실가스의 측량에 관한 연구, (2) 건물부문 온실가스 평가/진단/분석과 관련된 BIG-DATA 구축에 관한 연구, (3) 건물부문 온실가스 배출원에 대한, 인벤토리 구축에 관한 연구. 본 그룹별 대표적 연구내용은 다음과 같음

- 첫째, '건물부문에서 발생하는 온실가스의 측량에 관한 연구'는 (1) 건물에서 발생하는 온실가스를 직접 측정하는 방법, (2) 건물에서 발생하는 에너지원 별 소비량에 따른 온실가스 배출량 환산 방법 등으로 구분됨. 또한, 본 대부분의 연구들은, (1) 데이터베이스 구축, (2) 인벤토리 구축, (3) 비용환산 등을 위한 기초연구로 수행되었음.
- 둘째, '건물부문 온실가스 배출원에 대한 BIG-DATA 구축에 관한 연구'는, (1) 건물의 특성정보 데이터베이스 구축, (2) 건물의 원별 에너지 소비량 데이터베이스 구축, (3) 건물의 유형에 따른 온실가스 배출량과 데이터베이스 구축 등으로 구분됨. 본 연구들은, 누적된 데이터베이스를 가공 및 시스템화 하여, (1) 온실가스 인벤토리 작성, (2) 건물의 유형에 따른, 온실가스 배출량 측정, (3) 시간, 날짜 및 지역별 에너지 소비량 예측 등을 목적으로 함.
- 셋째, '건물부문 온실가스 배출원에 대한 인벤토리 구축에 관한 연구'에서는, 건물부분 온실가스 배출량 인벤토리와 운영방안과의 연계성을 강조하는 추세임. 건물부문 온실가스 인벤토리는 건물의 유형, 크기, 재료의 특성 등에 따라 배출되는 온실가스의 양을 분석한 것으로서, (1) 건물의 온실가스 배출량 예측 및 검증, (2) 온실가스 절감량 할당 및 배분, (3) 건물 간 비교를 통한 전략수립의 근거가 됨.

○ 한편, 현재, 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템(Web/App)과 관련된 연구는 아직 미비한 것으로 사료 됨. 특히, 우리나라 한국감정원의 '에너지·온실가스 정보체계', 미국 DOE(Department of energy)의 'High Performance Buildings DB' 등의 시스템을 통한 실용적인 서비스가 진행 중임에도 불구하고, 건물부문의 중점이 된 연구 수행은 부족한 실정임. 반면, 타 분야의 온실가스 통합 관리 시스템의 경우 많은 연구가 진행됨. 때문에 타 분야의 사례를 기반으로, **건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템의 연구 및 이에 대한 활용방안 수립이 필요한 실정임**

<표 2.30> 국내·외 연구분야별 대표적 연구내용

구 분	연 구 분 야	연 구 명	연 구 내 용
국내	건물부문에서 발생하는 온실가스의 측량에 관한 연구	에너지시스템 분석 모형을 통한 국내 건물부문 온실가스 감축시나리오 분석 [1]	• 목적: 건축 부문 온실가스 감축잠재량 분석 • 방법론: 건물에너지 기기효율 개선 정책방향과 탄소세정책 제시 • 결론: 전력 2,303TOE의 에너지 저감효과 발생 및 104MtCO_{2eq}감축
		에너지 총 조사 보고서를 활용한 건물 부문별 온실가스 배출량 산정 및 분석 [2]	• 목적: 건물의 용도별, 업종별, 연도별, 에너지원별 특성파악 • 방법론: 건물의 에너지 사용량을 토대로 온실가스 배출량 산정 • 결론: 주거·상업·공공부문·대형건물 유형별 온실가스 배출 비산정
	건물부문 온실가스 배출원에 대한 BIG-DATA, 데이터베이스 구축에 관한 연구	Mesh Data를 활용한 도시 중심지역 에너지소비 유형분석 [3]	• 목적: 건물의 용도별 에너지 사용량 및 환경 부하량 구분 • 방법론: 전국 건물의 에너지소비량, 에너지 부하량 Database 활용 • 결론: 우리나라 지역별/시간별/날짜별 에너지 소비 및 환경부하량 분석
		토지·주택 건설부문 공공기관의 온실가스 배출량 관리방안 고찰 [4]	• 목적: 온실가스 감축 잠재량 산정 절차 설정 • 방법론: LH사옥들에 대한 온실가스 배출량 인벤토리 작성 및 시스템 구축 • 결론: 온실가스 인벤토리 기반, 에너지 소비량에 의한 자동 배출량 기록
		건축물 온실가스 배출량 평가 시스템의 데이터베이스 관리 구조 제안에 관한 연구 [5]	• 목적: 건축물 온실가스 배출 DB관리 시스템 제안 • 방법론: 온실가스 배출량 평가 시점./데이터를 활용한 평가 개선사항 도출 • 결론: 수집된 인벤토리에 대한 평가요소/의사결정지원으로 관리항목 구분
	건설부문 온실가스 배출원에 대한 인벤토리 구축에 관한 연구	건설부문 온실가스 배출분석연구 [6]	• 목적: 건설부문 온실가스 배출 인벤토리 제시 • 방법론: 건설부문 배출/계약실적 통계 • 결론: 건물기본 정보 및 온실가스 배출부문의 인벤토리 목록 작성
		건설부문 온실가스 인벤토리 구축 및 목표관리제 도입방안 연구 [7]	• 목적: 연도별 온실가스 인벤토리 구축에 대한 계획 수립 • 방법론: 해외 온실가스 배출 통계 분석 • 결론: 온실가스 인벤토리 구축을 위한 연도별 계획 수립 및 해외사례 제시
국외	건물부문에서 발생하는 온실가스의 측량에 관한 연구	Developing a simplified methodology to calculate CO_2/m^2 emissions per year in the use phase of newly-built, single-family houses [8]	• 목적: 일인가구 신축 건물에서 발생하는 평당 CO_2 발생량 계산 • 방법론: 국가별 온실가스 발생량 측정법 및, 계산법 별 비교 • 결론: 방출비율을 등급으로 나누었을 때, 37%의 신축 건축물이 E등급을 받았고, 오직 5%만이 A등급을 획득함
		Incorporation of electricity GHG emissions intensity variability into building environmental assessment [9]	• 목적: 건물부분 에너지소비에 관련한 온실가스 방출량 계산방법 • 방법론: 건물 총 에너지 소비량 및 다양한 방면에서 온실가스 방출량 예측 • 결론: 기존의 예측 방법과 비교하였을 경우 총 소비량 5-15%가량 차이

구 분	연 구 분 야	연 구 명	연 구 내 용
	건물부문 온실가스 배출원에 대한 BIG-DATA, 데이터베이스 구축에 관한 연구	Big Data from the Built Environment [10]	• 목적: 방대한 자료들에 대한 체계적 정리 및 데이터화 • 방법론: 대상건물을 정한 뒤 센서, 모델링, 설계도서 등을 통한 자료수집 • 결론: 수집된 자료의 집계화, 가시화를 통한 표현
		Inventory analysis of LCA on steel- and concrete-construction office buildings [11]	• 목적: 사무 건물의 전생애주기 관점 Inventory작성 • 방법론: 건물 골조별 온실가스 배출량을 검토하고, 비교함 • 결론: 철골구조물의 경우 콘크리트구조물보다 24.9% 더 에너지를 소비함
	건설부문 온실가스 배출원에 대한 인벤토리 구축에 관한 연구	Greenhouse gas emissions in building construction: A case study of One Peking in Hong Kong [12]	• 목적: 건축물에서의 온실가스 배출원 선정 및 계산방법 설립 • 방법론: 건물 온실가스 배출원을 제조, 수송, 가전기기, 해체단계로 나눔 • 결론: 배출된 온실가스 82-27%가 재료, 6-8%수송, 6-9%전자기기사용
		A Demand-Centered, Hybrid Life-Cycle Methodology for City-Scale Greenhouse Gas Inventories [13]	• 목적: 수요중심의, 도시 범위 온실가스 배출 Inventory 작성 • 방법론: 기존연구, 에너지소비량을 통한 측정, Embodied energy 고려 • 결론: 배출된 온실가스가 발생원별 주거/상업/공공시설물 52%, 차량 30%, 재료 및 처리 18% 로 측정
		The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design [14]	• 목적: 유기체적 도시를 위한 계획 수립 • 방법론: 도시 전반에 대한 재료, 거주, 지역에 따른 온실가스 배출량 측정 • 결론: 수집된 자료를 통해 도시전체가 관리, 발전될 수 있는 방향 제시

[1] 윤성권, 정영선, 조철흥, 전의찬 (2014). "에너지시스템 분석 모형을 통한 국내 건물부문 온실가스 감축시나리오 분석" 한국기후변화학회지, 5(2), pp 153-163.

[2] 김동규, 이정환, 박현신, 이주봉, 정재수 (2013). "에너지 총 조사 보고서를 활용한 건물 부문별 온실가스 배출량 산정 및 분석" 에너지기후변화학회지, 8(1), pp 30-44.

[3] 이강국, 홍원화 (2006). "Mesh data를 활용한 도시 중심지역 에너지소비 유형분석" 대한건축학회지, 22(7), pp 223-232.

[4] 이기훈, 유정현, 임주호, 전선정 (2011). "토지·주택 건설부문 공공기관의 온실가스 배출량 관리방안 고찰" LHI journal of land, housing, and urban affairs, 2(3) pp 307-313.

[5] 노승준, 태성호, 김태형, 금원석, 방준식, 박정훈 (2012). "건축물 온실가스 배출량 평가 시스템의 데이터베이스 관리 구조 제안에 관한 연구" 대한건축학회 학술발표대회논문집, 32(2), pp 509-510.

[6] 한국건설기술연구원 (2006). "건설부문 온실가스 배출분석연구" 국토교통부.

[7] 이승언 (2009). "건물부문 온실가스 인벤토리 구축 및 목표관리제 도입방안 연구" 국토교통부.

[8] Castellano, J., Castellano, D., Ribera, A., Ciurana, J.Castellano, J., Castellano, D., Ribera, A. and [9] Ciurana, J. (2015). "Developing a simplified methodology to calculate CO2/m2 emissions per year in the use phase of newly-built, single-family houses" Energy and Buildings, 109, 90-107.

[9] Qubi, E., Doluweera, G. and Bergerson, J. (2015). "Incorporation of electricity GHG emissions intensity variability into building environmental assessment" Applied Energy, 159, 62-69.

[10] Khan, A. and Hornbaek, K. (2011, September). "Big data from the built environment" In Proceedings of the 2nd international workshop on Research in the large (pp. 29-32). ACM.

[11] Xing, S., Xu, Z. and Jun, G. (2008). "Inventory analysis of LCA on steel-and concrete-construction office buildings" Energy and Buildings, 40(7), 1188-1193.

[12] Yan, H., Shen, Q., Fan, L. C., Wang, Y. and Zhang, L. (2010). "Greenhouse gas emissions in building construction: A case study of One Peking in Hong Kong" Building and Environment, 45(4), 949-955.

[13] Ramaswami, A., Hillman, T., Janson, B., Reiner, M. and Thomas, G. (2008). "A demand-centered, hybrid life-cycle methodology for city-scale greenhouse gas inventories" Environmental science and technology, 42(17), 6455-6461.

[14] Kennedy, C., Pincetl, S. and Bunje, P. (2011). "The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design" Environmental pollution, 159(8), 1965-1973.

제5절 유사과제 분석

○ 기존에 수행된 녹색건축물 관련 과제는 에너지 절감 및 온실가스 감축을 공통된 목표로 지향하고 있으며, 감축모델, 온실가스 통합 정보·관리 시스템, 핵심 에너지절감기술에 대하여 다양한 연구가 다수 수행되어 왔음

- 하지만 국가 온실가스 감축 전략부터 정책, 기술, 시장 관점의 각종 연구가 통합적으로 상호 연계하여 일원화된 연구로 진행된 경우는 전무한 것으로 확인됨

○ Post-2020에 대응하기 위하여 새롭게 설정된 국가 온실가스 감축목표 37%를 달성하기 위하여 건축물 부분 온실가스 감축은 매우 중요함에 따라 본 연구과제는 기 수행된 연구개발과제 활용 및 신규 연구개발과제 발굴을 종합적으로 수행하여 종합적이고 체계화된 건물부문 온실가스 감축 연구를 지향하는 바, 중요한 차별성을 확보함

○ 본 연구의 효율적 추진을 위해서 우선적으로 다음 <표 2.28>과 같이 선행 연구 과제와 비교 분석을 실시하였음

<표 2.31> 기존 연구와의 비교분석

건물부문 온실가스 감축기술 개발 RFP / 선행과제명	건물부문 온실가스 감축 모델			건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템			건물부문 온실가스 감축 관련 핵심기술						
	기술 DB	감축 평가 모형	감축 방법론	감축 목표 및 전략	DBMS 및 인벤토리	제도/지침	제로 에너지	외피		고효율 기자재	신재생	에너지 분석 및 관리	에너지 네트워크
								단열 향상	창호				
공공청사건물의 에너지절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안						△							
건축물 에너지 효율등급인증제도의 온실가스 감축효과 산정 및 국가적정감축행동(NAMA) 등록		○				△							
국가 건물부문 온실가스 감축 전략 분석 연구		◉	◉										

건물부문 온실가스 감축기술 개발 RFP / 선행과제명	건물부문 온실가스 감축 모델			건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템			건물부문 온실가스 감축 관련 핵심기술						
	기술 DB	감축 평가 모형	감축 방법론	감축 목표 및 전략	DBMS 및 인벤토리	제도/지침	제로 에너지	외피		고효율 기자재	신재생	에너지분석 및 관리	에너지 네트워크
								단열 향상	창호				
미래 저탄소사회 생활상에 따른 온실가스 감축효과 정량화 연구		△	△	○									
녹색건축물 활성화를 위한 온실가스 배출량 평가 및 통합인증 시스템 구축		○			◉	○							
녹색건축물 활성화를 위한 에너지성능 통합관리시스템 개발					△	△							
건축물 에너지 절감을 위한 태양에너지 투과율(G-value)시험장비 국산화 개발											△		
건물에너지관리시스템 운영체계 및 능동제어 기술 개발												◉	
스마트 에너지네트워크 기술개발													◉
에너지관리시스템(EMS) 산업 육성 방안												△	
제로에너지 대응 주거용 건물의 복합 외피시스템 실증사업								◉	◉				
표준건물에서의 온실가스배출총량 데이터베이스 구축 및 프로그램 개발					○								
온실가스 저감을 위한 공공아파트 시설물 유지관리 프로세스 개발						△							
온실가스 감축행동의 국내적 측정·보고·검증(MRV) 체계 연구		△											
에너지절감 및 친환경.친건강 바닥재 및 벽재 제조기술								○					

건물부문 온실가스 감축기술 개발 RFP / 선행과제명	건물부문 온실가스 감축 모델			건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템			건물부문 온실가스 감축 관련 핵심기술						
	기술 DB	감축 평가 모형	감축 방법론	감축 목표 및 전략	DBMS 및 인벤토리	제도/지침	제로에너지	외피		고효율 기자재	신재생	에너지분석 및 관리	에너지 네트워크
								단열 향상	창호				
초고층건물의 신.재생에너지적용을 위한 통합기술 개발											△		
도시 주거지 단위의 온실가스관리공간정보시스템 개발에 관한 연구		△											
시장수요기반 신축 및 기존 녹색건축물 확산 연구		△			△	△		◉	◉	◉	◉		
그린홈플러스 실험주택을 활용한 운영단계 에너지 최적화 및 외피시스템의 상용화 기술개발							○	○	○	○	○	○	
빌딩 내 에너지 관리를 위한 자율형 스마트 그린 네트워크 시스템 개발												○	
탄소저감 도시전략, 녹색지수 및 비즈니스 모델 개발						○							
Eco-Space 녹색기술 개발					△								
녹색건축물 활성화를 위한 에너지성능 통합관리시스템 개발					△	○							
BEMS KS 기반의 설계 · 시공 · 운영 · 관리 기술개발 및 실증												◉	
제로에너지 건물 · 도시 구현을 위한 나노다공질 매체 이용열전 에너지 흡수 및 변환 기술개발							○						
제로에너지 건물 구현을 위한 국가 기밀도 기준 정립 및 측정방법(KS) 개발							○						

건물부문 온실가스 감축기술 개발 RFP / 선행과제명	건물부문 온실가스 감축 모델			건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템			건물부문 온실가스 감축 관련 핵심기술						
	기술 DB	감축 평가 모형	감축 방법론	감축 목표 및 전략	DBMS 및 인벤토리	제도/지침	제로에너지	외피		고효율 기자재	신재생	에너지분석 및 관리	에너지 네트워크
								단열 향상	창호				
건물에너지 절약·관리를 위한 모니터링 및 제어시스템 개발												△	
중소형 건물 내 에너지 절약 시스템 개발												○	
제로에너지 기술적용을 통한 실증단지 구축 및 운영							◉						
저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발	◉				○	◉							
탄소저감 스마트 도시에너지관리 시스템 개발					△							△	○
제로에너지 주택 및 단지 최적화모델 개발							○						
저에너지형 패시브하우스(Passive House) 시공용 양면 단열 일체형 거푸집 개발							○						
신재생에너지와 스마트그리드 구축을 위한 서지보호기 개발													○
스마트그리드 연계 고효율 에너지 저장시스템 개발													○

◉ : 중복과제 ○ : 일부 중복과제 △ : 유사과제

○ 국토교통부 사업으로 추진 중인 기존 “국가 건물에너지 통합관리시스템”은 크게 서비스, 데이터 추출 및 정보제공, 정책지원으로 구분 될 수 있음.

- 7대 서비스

① 그린투게더
② 에너지소비증명
③ 건물에너지 정보공개
④ 에너지절약계획 지원
⑤ 목표관리제지원
⑥ 녹색건축인증지원
⑦ 행정지원시스템

- 데이터 추출 및 분석·활용으로 추출용 마트를 구축 중
- 정책과제 지원으로 녹색건축물 기본계획을 지원

○ ‘17년 이후 고도화 단계에서 국토교통부 사업은 크게 4가지로 시스템 개발, 정보제공, 사용량 관리, 정책지원이 있음.

- 시스템 개발

① 지역별 건물에너지 활용시스템 ② 건축물 에너지 총량제 지원시스템

- 정보제공

① 에너지사용량 벤치마크 ② BEMS 연계 에너지 사용량 특성 분석

- 사용량 관리

① 그린리모델링 사업지원 ② 개별건축물 성능개선

- 정책지원은 건물부문 에너지 효율화 정책평가 계획

○ 현재 R&D사업으로 추진 중인 “저에너지 보급 확산을 위한 건축물 통합지원 시스템”은 시스템 서비스는 크게 4가지로 건축물 종합정보가이드, 에너지효율 가이드, 계측기반 상세 에너지정보, 외부시스템 연계 방안을 연구 중

- 건축물 종합정보가이드

① 건축물 에너지사용량 조회
② 건축물 기본정보 조회
③ 건축자재/설비 정보 검색
④ 건축물 에너지 정보 검색
⑤ 저에너지 기술 검색

- 에너지 효율 가이드

① 건축물 에너지 소요량 평가
② 건축물에너지 성능수준 비교
③ 건축물에너지 효율화 지원

- 계측기반 상세에너지 정보는

① 계측건축물 정보조회 ③ 상세에너지사용 패턴 조회 지원

② 상세에너지사용량 원단위 조회

- 외부시스템 연계

① 현장조사표 관리 ② 상세 계측설치 사업관리

○ 본 기획연구의 제안 및 차별화 전략

- 기존의 건축물 에너지·온실가스 통합 정보·관리 시스템 연구들과의 차별점은 본 기획연구의 대상은 '온실가스' 이며, 따라서 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템의 결과물은 온실가스 감축 및 관리를 위한 통합적이고 일원화된 서비스 및 정책을 위한 정보에 해당



[그림 2.56] 국가 건물에너지 통합관리시스템과 저에너지 건축물 통합 지원 시스템 (기존 연구 중인 R&D 과제) 및 제안 과제 시스템 비교

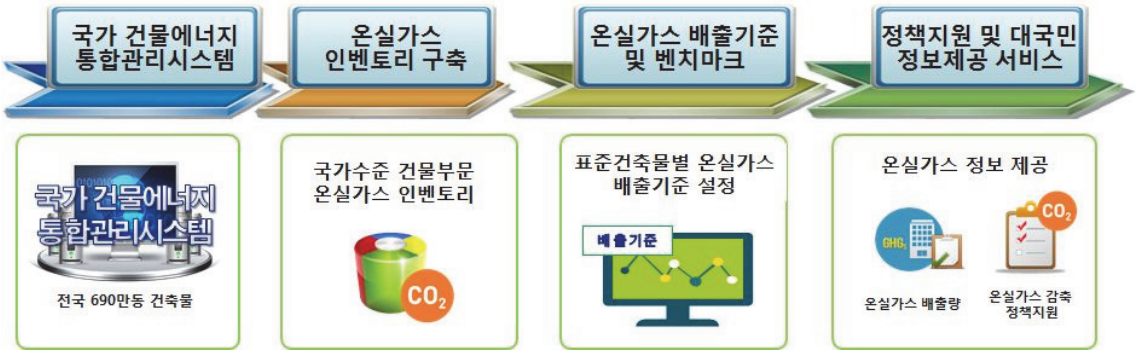
- 본 기획연구에서 개발 및 제공하고자 하는 시스템의 차별화 내용은 다음과 같음

① '국가 건물에너지 통합관리시스템' 과 연계한 건축물 정보 및 에너지소비량 정보 기반의 건물부문 온실가스 통합 관리기술 및 시스템 개발

② 건물부문 인벤토리 구축 및 건축물의 온실가스 배출 현황과 특성 정보 제공

③ 표준 건축물별 온실가스 배출기준 설정, 온실가스 배출 영향요인을 고려한 보정계수 개발 등을 통한 온실가스 벤치마크 개발

④ 건물부문 온실가스 감축 정책을 지원하는 정부 및 대국민 서비스 제공



[그림 2.57] 기존 국가 건물에너지 통합관리시스템과의 기획연구 제안 시스템 차별화 전략

제6절 연구개발 인프라 분석

1. 건물부문 온실가스 감축 기술 및 예측 모델의 연구개발 인프라 분석

○ 건물부문 온실가스 및 에너지 감축 기술 개발 수준은 아직 선진국에 비해 다소 부족한 편임

○ 한편, 최근 개발하고 있는 기술들은 주거용, 또는 초고층형 복합 건물에 한정적으로 수행하고 있기 때문에, 일반 사무용 건축물에 적용할 수 있는 저에너지 기술 스펙트럼에 있어 공백이 발생함. 따라서 관련된 기술 개발과, 인프라 구축이 시급한 상황임

- 특히, 녹색건축물의 국내연구 인프라 및 기술개발 수준은 다음과 같이 모든 인프라 항목이 부족한 상황임

<표 2.32> 연구개발 인프라 수준 비교

기술 분야	인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
		부족	다소부족	동등	우월	보다우월
자원 (자재, 물 등) 재활용 및 환경 친화형 폐기물 처리기술	전문인력 구축정도(%)		○			
	인프라 구축정도(%)		○			
	현재기술수준(%)		○			
기존 건축물에 대한 녹색 빌딩화 방안	전문인력 구축정도(%)		○			
	인프라 구축정도(%)		○			
	현재기술수준(%)		○			
IDP를 위한 수행 지침 및 체크리스트개발	전문인력 구축정도(%)		○			
	인프라 구축정도(%)		○			
	현재기술수준(%)		○			
에너지원 통합 설계 기술	전문인력 구축정도(%)	○				
	인프라 구축정도(%)	○				
	현재기술수준(%)		○			
녹색건축물 시방서 개발	전문인력 구축정도(%)	○				
	인프라 구축정도(%)	○				
	현재기술수준(%)	○				
건설 프로세스별 커미셔닝 기법개발	전문인력 구축정도(%)	○				
	인프라 구축정도(%)	○				
	현재기술수준(%)		○			
그린빌딩 기술 통합적용 모델 개발	전문인력 구축정도(%)		○			
	인프라 구축정도(%)		○			
	현재기술수준(%)			○		
제로에너지주택	전문인력 구축정도(%)	○				
	인프라 구축정도(%)	○				
	현재기술수준(%)	○				

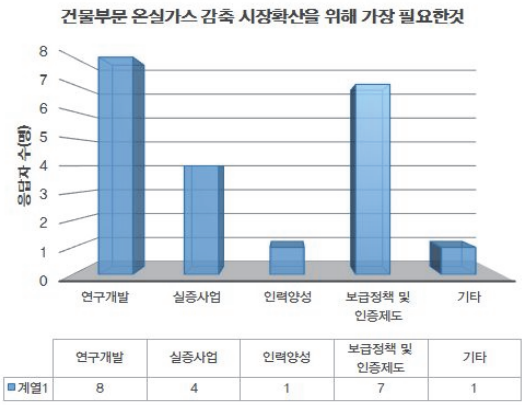
○ 건물부문 온실가스 감축관련 인프라 수준

- 국내 건물부문 온실가스 감축 시장 확산을 위해 **가장 필요한 것은 연구개발**로 선택됨
- 또한, 시장확산을 위하여 연구개발 뿐 만 아니라 보급정책 및 인증제도가 요구되고 있음
- 설문 응답자의 약 60%정도가 국내 건물부분 **온실가스 감축기술 수준이 선진국의 50% 수준**을 선택하였으며, 약 20% 정도는 온실가스 감축기술 수준이 선진국의 70%를 선택함
- 건물부문 온실가스 감축기술 개발을 위하여 가장 시급한 R&D 개발 기술은 온실가스 통합관리시스템이었으며, 설문 응답자의 50% 이상이 선택함

○ 또한, 통합관리시스템 뿐만 아니라 건물부문 온실가스 감축 기술 및 모델부문은 설문 응답자 중 40%가 선택함

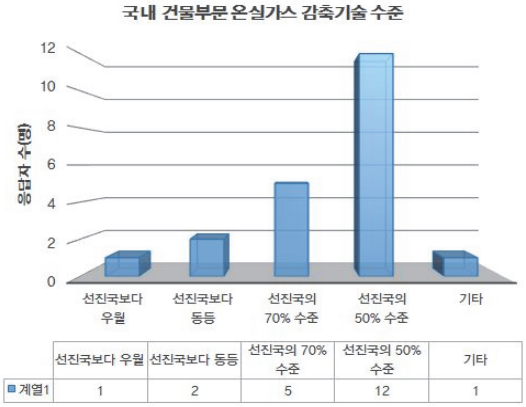
- 설문 응답자의 50% 이상이 건물부문 온실가스 감축기술 중 가장 시급한 기술은 기존건물 그린리모델링 지원 기술, 거주자 행태 개선 기술을 선택
- 또한, 에너지 고효율화 기술 및 에너지 정보화/관리기술이 요구되고 있음

※ 분과위원회(감축기술/감축모형/관리시스템/정책제도 분과) 30명 대상으로 설문조사하여 21명 회신



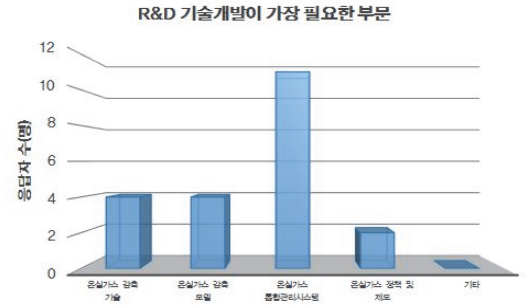
	연구개발	실증사업	인력양성	보급정책 및 인증제도	기타
계열1	8	4	1	7	1

(1)온실가스 감축 시장확산을 위해 가장 필요 요소



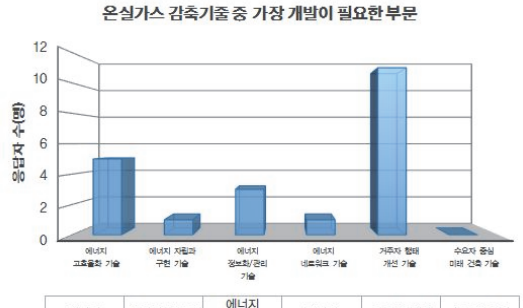
	선진국보다 우월	선진국보다 동등	선진국의 70% 수준	선진국의 50% 수준	기타
계열1	1	2	5	12	1

(2)온실가스 감축기술 수준 현황



	온실가스 감축 기술	온실가스 감축 모델	온실가스 통합관리시스템	온실가스 정책 및 제도	기타
계열1	4	4	11	2	0

(3)R&D 기술 개발이 필요한 부문 현황



	에너지 고효율화 기술	에너지 자립과 구현 기술	에너지 정보화/관리 기술	에너지 네트워크 기술	거주자 행태 개선 기술	수요자 중심 미래 건축 기술
계열1	5	1	3	1	11	0

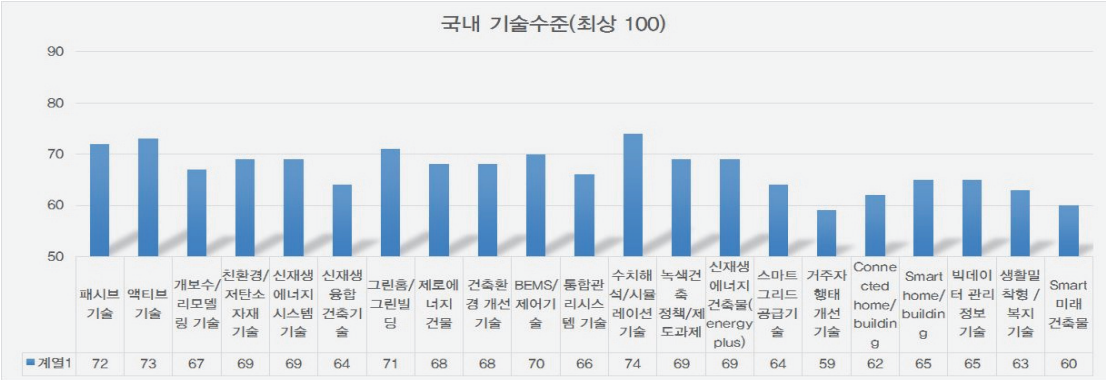
(4)온실가스 감축기술 중 가장 필요한 부문 현황

[그림 2.58] 설문조사 분석현황

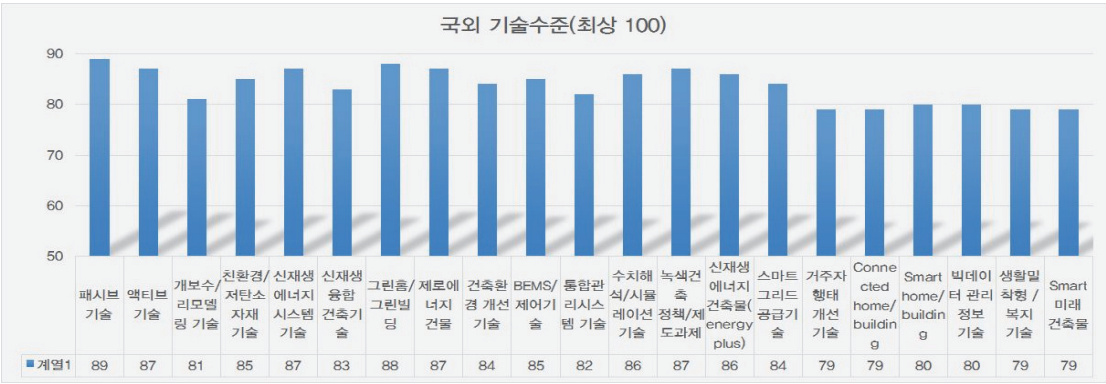
○ 국내 건물부문 온실가스 감축 기술 수준

- 건물부문 온실가스(에너지) 감축과 관련해서 국내 기술 중 수준이 높은 것은 패시브 및 엑티브, 그린홈/그린빌딩, BEMS/제어기술, 수치해석/시뮬레이션 기술로 나타났으며, **기술수준은 100 중 약 70~74 정도**로 나타남
- 현재 국외 기술 중 수준이 높은 기술로는 패시브 및 엑티브, 신재생 에너지 시스템, 그린홈/그린빌딩, 제로에너지, 녹색건축 정책/제도로 나타났으며, 기술수준은 100 중 약 87~89 정도로 나타남
- 국내 기술 중 국외 기술수준에 가장 근접한 4가지 기술은 액티브 및 개보수/리모델링, BEMS/제어, 수치해석/시뮬레이션 기술로 나타남
- 조사된 상위 5가지 기술 분야 중 **중요도가 높은 것은 개보수/리모델링, 통합관리시스템, 녹색건축 정책/제도**였음

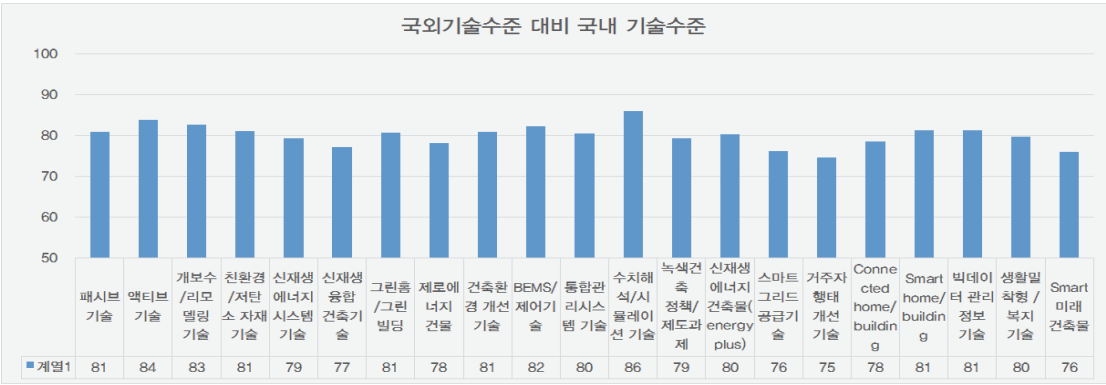
기술트리	Level 1 (시점)	Level 2 (목표)	Level 3 (범위)	기술수준 (최상 100)			중요도 (최상 5)
				국내	국외	국외 기술수준 대비 국내기술 수준(%)	
기술	에너지효율화 기술 (과거/현재)	에너지 고효율화 기술	패시브 기술	**72**	**89**	81	3.8
			액티브 기술	**73**	**87**	**84**	3.8
			개보수/리모델링 기술	67	81	**83**	**4.0**
			친환경/저탄소 자재 기술	69	85	81	3.2
			신재생 에너지시스템 기술	69	**87**	79	3.6
		에너지 자립화구현 기술	신재생 융합 건축기술	64	83	77	3.7
			그린홈/그린빌딩	**71**	**88**	81	3.3
			제로에너지 건물	68	**87**	78	3.2
			건축환경 개선 기술	68	84	81	3.3
		에너지 정보화/관리 기술	BEMS/제어기술	**70**	85	**82**	3.8
			통합관리시스템 기술	66	82	80	**4.3**
			수치해석/시뮬레이션 기술	**74**	86	**86**	3.2
			녹색건축 정책/제도과제	69	**87**	79	**4.0**
	신기술/신분야 (미래)	에너지원 네트워크 기술	신재생에너지 건축물(energy plus)	69	86	80	3.5
			스마트그리드 공급기술	64	84	76	3.6
		거주자 행태(에너지수요)기술	**거주자 행태 개선 기술**	59	79	75	**3.8**
			Connected home/building	62	79	78	3.5
			Smart home/building	65	80	81	3.6
			빅데이터 관리 정보 기술	65	80	81	**3.8**
		수요자 중심 건축 기술	생활밀착형 / 복지 기술	63	79	80	3.5
			Smart 미래 건축물	60	79	76	3.4



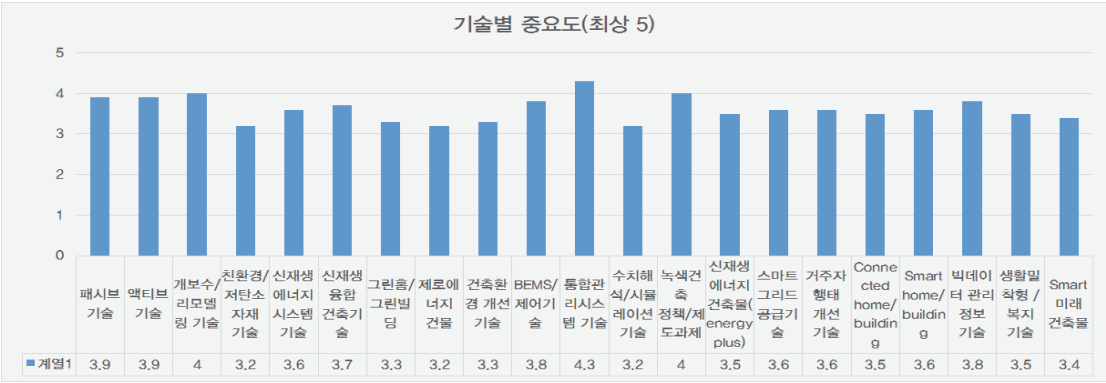
[그림 2.59] 국내 기술수준 분석



[그림 2.60] 국외 기술수준 분석



[그림 2.61] 국외 기술 대비 국내 기술수준 분석



[그림 2.62] 기술별 중요도 분석

○ 건물부문 온실가스 감축 기술 관련 국내 연구 인프라

- 건물부문 온실가스 감축 기술 및 감축모델, 통합관리시스템, 감축추진 정책과 관련된 국내연구자 인프라 및 연구자별 연구영역 아래 <표 2.22>와 같음
- 건물부문 온실가스 감축 핵심기술 및 감축모델, 통합 정보·관리 시스템과 관련하여 산/학/연 기관에 다양한 연구자들이 포진해 있음.
- 또한, 건물부문 온실가스 감축 추진 정책개발과 관련하여 정부기관 및 연구기관, 대학교에 다양한 연구자들이 포진해 있음.

<표 2.33> 건물부문 온실가스 감축기술 개발 관련 국내 연구자 인프라

추진분야	세부분야	관련기관	대표연구자	연구영역 및 방향
건물부분 온실가스 감축기술	온실가스 감축 핵심기술	경희대학교	윤근형	건물 고효율 설비 성능 분석
		토지주택공사연구소	유정현	건축물 에너지시뮬레이션 해석
		연세대학교 주거환경학과	전정윤	에너지 저감 기술 성능평가
		한국건설기술연구원	송수원	에너지 성능 향상 평가
		한국건설생활환경시험연구원	성윤복	건물 고효율 설비 성능 분석
		한양대학교	안용한	건축물 에너지 경제성 분석
		판유리협회	이정로	고효율 창호
		자림	최정만	건축물 에너지시뮬레이션 해석
		에너지기술연구원	조수	에너지 저감 기술 성능평가
		미래환경플랜	박창영	온실가스 저감 기술 성능평가
		대우건설	김지현	건물 온실가스 저감 기술 개발
		현대건설	정홍구	건물 온실가스 저감 기술 개발
		EAN tech	김경록	온실가스 저감 기술 성능평가
		대림산업	원종서	건물 온실가스 저감 기술 개발
		이건창호	안정혁	스마트 고효율 창호
	온실가스 감축 모델 개발	KAIST	조철홍	온실가스 감축 모형 구현
		에너지경제연구원	최도영	에너지 감축 모델 구현
		GIR(온실가스정보센터)	방종철	건물 온실가스 정보 기술
		부산외대	정용주	건물 온실가스 저감 기술
		한국건설기술연구원	김유민	건물 에너지 저감 모델링
		한양대학교	태성호	건물 온실가스 저감 기술
		안동대학교	이강희	건물 온실가스 평가 기술
	온실가스 통합 정보·관리 시스템 개발	스마트에코㈜	김익	온실가스 인벤토리 구축
		에코앤파트너스	이한경	국가 온실가스 목표 관리제
		한국기후변화대응연구센터	김재윤	국가 온실가스 배출 관리
		온실가스종합정보센터	하성균	국가 온실가스 정보 관리
		한국환경공단	오승환	국가 온실가스 정보 관리
		연세대학교	김태연	건물 온실가스 통합 관리
		서울시립대학교	강영철	건물 온실가스 통합시스템 개발
		조선대학교	조규만	건물 온실가스 통합시스템 개발
		중앙대학교	문진우	건물 온실가스 통합 관리
		연세대학교	구충완	건물 온실가스 통합시스템 개발

추진분야	세부분야	관련기관	대표연구자	연구영역 및 방향
건물부분 온실가스 감축기술	온실가스 감축 추진 정책(제도) 개발	국토교통부	박덕준	건축물 에너지 효율등급 운영
		아주대학교	김선숙	건물 온실가스 정책 및 제도
		한국시설공단	문현석	시설물별 온실가스 가이드라인
		AURI	조상규	건설구조물 온실가스 평가지침
		LH 주택도시연구원	김종엽	건물 온실가스 정책 및 제도
		한국에너지공단	김의경	에너지 효율등급 체계 구축
		한국건설기술연구원	채창우	녹색건축물 인증
		한국건설기술연구원	이세현	녹색건축자재 개발 및 인증

2. 건물부문 온실가스 통합관리 기술의 연구개발 인프라 분석

○ 건물부문 온실가스 배출량 산정의 기본적인 근거가 되는 건물부문 에너지소비량 정보는, 향후 건물부문 온실가스 통합 정보·관리 시스템 구축 및 운영을 위한 데이터베이스의 원천으로서 주요 인프라 역할을 할 것으로 기대됨

○ **국내 건물부문에서의 에너지소비량에 대한 가장 고도화·집약화 된 데이터베이스는 국토교통부에서 구축한 국가 건물에너지 통합·관리시스템임**

- 국가 건물에너지 통합관리시스템 : 저탄소 녹색성장 기본법에 근간하여 (1) 국가 온실가스 감축목표 설정 지원, (2) 목표관리제 및 에너지소비증명제도에 대한 행정 지원, (3) 건물에너지 통계구축에 따른 의사결정지원, (4) 대국민 정보제공 등을 목적으로 한, 건축물 에너지 사용량 통합 정보체계
- 본 데이터베이스는, 건물 가가호호 단위의 에너지사용에 대한 월별 징수 자료를 기반으로 한, 수요측면에서의 데이터로서, 건물에 대한 에너지사용량 데이터를 망라한 상향식 데이터베이스임. 이를 통해 (1) 건물의 유형별, (2) 에너지소비특성별 분석을 가능
- 즉, 건물유형(예: 면적, 용도, 등)에 따른 (1) 온실가스 절감 목표 설정, (2) 이행전략 수립, (3) 기술효과 분석, (4) 국가 온실가스 종합관리시스템의 건물부문 보고 및 지원 시스템으로 활용 등을 수행하고자 건물부문 온실가스 통합 관리기술의 핵심 데이터베이스로서 활용 가능
- 본 데이터베이스는 1개의 전기업체(한국전력), 33개의 도시가스업체, 26개의 지역난방업체, 6개의 회계전산업체로부터, 제공받은 월별 에너지 사용에 대한 징수 자료를 기반으로 운영됨
- 전국 690만 동의 건축물 대장정보와의 매칭을 통한, 건축정보-에너지정보 통합데이터베이스 임

○ 이 외에도, 타 기관 (한국에너지공단, 에너지경제연구원 등)에서는 다양한 관

점에서의 에너지소비량 정보를 공개하고 있음: (1) 에너지통계 핸드북(한국에너지공단), (2) 에너지 수급통계(에너지경제원구원), (3) 에너지 총조사(에너지경제원구원) 등 (표 2.31 참조)

- 에너지통계 핸드북(한국에너지공단): 한국에너지공단은; 에너지 정책・연구 및 추진 활동에 기초자료 제공을 목표로; 매년 에너지통계 핸드북을 발간 중임. 본 통계자료는 책자 형태 배포와 더불어 정부3.0 시책에 적합하도록 e-Book(on-line) 형태로도 공개 되고 있음. 통계자료는 (1) 에너지수급 총괄, (2) 부문별 에너지소비, (3) 에너지원별 소비 및 가격, (4) 지역별 에너지 소비 현황, (5) 신재생에너지 보급현황, (6) 에너지이용합리화시책 등의 내용을 다루고 있음
- 에너지수급통계 (에너지경제연구원): 에너지경제연구원은 에너지공급회사로부터 매월 에너지 생산 및 판매 실적정보를 제공받아 에너지수급통계를 작성(1982 ~ 현재) 중에 있음. 본 수급통계는 (1) 에너지 통계연보/월보, (2) 지역에너지 통계연보 등으로 작성되며, 홈페이지를 통하여 손쉽게 접근이 가능함. 에너지 수요 및 공급에 영향을 미치는 요인분석을 통한 (1) 에너지 수급전망, (2) 에너지 절약효과 분석, (3) 정부의 에너지 정책수립 등의 기능을 지원
- 에너지총조사 (에너지경제원구원): 에너지경제연구원은 에너지법 제 19조에 근간하여, 3년마다 에너지총조사를 수행하고 있음 (1981 ~ 현재). 인구주택 총조사 및 사업체 기초통계조사 결과를 기반으로 표본조사 방식으로 수행. (1) 홈페이지, 이메일, 팩스 등을 이용한 자계식-타계식 조사를 병행, (2) 가구조사의 경우; 전력 및 도시가스에 한하여; 에너지 공급사 조사를 통해 작성. 에너지수급통계에 비하여 건물단위의 에너지소비량에 대한 가장 근접한 분류 체계를 취하고 있음

<표 2.34> 국내 에너지소비량 정보 현황

기관	공개 자료	작성 주기	분류				용도				특징
			가정 상업	산업	수송	공공 기타	가정	업무	상업 공공	대형 건물	
에너지관리 공단	에너지통계 핸드북	1년	○	○	○	○	-	-	-	-	• 석탄, 석유, 도시가스, 전력, 열, 재생 에너지 집계
에너지경제 연구원	에너지 총조사 보고서	3년	-	○	○	-	○	-	○	○	• 석탄, 석유, 도시가스, 전력, 열, 온수 집계 • 대형건물: 월별, 용도, 연면적, 난방면적에 따라 세분
	Energy info. Korea	1년	○	○	○	○	-	-	-	-	• 석탄, 석유, 도시가스, 전력, 열, 재생 에너지 집계 • 이산화탄소 배출량도 집계
	에너지통계연보 및 월보	월/년	○	○	○	○	-	-	-	-	• 석탄, 석유, 도시가스, 전력, 재생 에너 지 집계
집단에너지 정보넷	센서스 통계	3년	-	○	-	-	○	-	○	○	• 석탄, 석유, 전력 집계 • 대형건물: 용도에 따라 세분 (업무, 상업, 교육, 호텔, 병원, 아파트 등)
	집단에너지통계	1년	-	-	-	-	○	○	○	-	• 열에너지(지역난방) 집계
한국전력공사	한국전력통계	1년	-	○	-	○	○	-	-	-	• 사외 전력 공급회사와 본사의 실적 집계
대한전기협회	전력통계	1년	-	○	-	○	○	-	-	-	• 한전+전력거래소 자료 집계
한국도시가스 협회	도시가스 사업통계월보	1년	-	○	○	○	○	○	-	-	• LNG+LPG 공급량 집계
한국지역난방 공사	열 판매량	1년	-	-	-	○	○	○	-	-	• 열 판매량 집계

제7절 기술수요조사

1. 기술수요조사 개요

○ 신규 기술을 발굴하고, 최종 연구성과물에 대한 수요를 파악하기 위하여 기술위원회(TC)를 중심으로 기술수요조사를 실시함

○ 기술수요 조사 절차



○ 기술수요조사 대상 선정

- 기술수요조사는 예상되는 연구성과물이 활용될 수 있는 최종 수요처 및 관련 연구·과제·사업을 수행하고 있는 공공부문, 산업계, 학계/연구계로 구분하여 총 41여명의 기술위원회(TC)를 구성하고 주요 조사 대상자로 선정함

<표 2.35> 기술수요조사 대상 선정

구분	기술수요조사 대상
공공부문	한국환경공단, 한국토지주택공사 등 건축환경 및 에너지 분야 관련 업무 담당자
산업계	건설회사, 건축 내·외장재업체, 건축사사무소, 건축환경 컨설팅 등 관련 업체 실무자
학계/연구계	건축환경, 도시설계, 주거환경계획 등 관련 학과 교수 온실가스 및 에너지 관련 국책연구원, 주요 지자체 소속 연구원의 선임연구원급 이상

- 공기업은 특성상 공공부문으로 분류하여 한국토지주택공사와 한국환경공단, 한국에너지공단에서 건축환경 및 에너지 관련 업무를 담당하고 있는 전문가를 기술수요조사 대상으로 선정함

- 민간산업계는 건축환경(에너지 관련) 계획 및 설계, 개발, 시공 등의 업무를 담당하는 주요 기업들과 건축물의 에너지 관리 및 환경분석 등에 대한 컨설팅 업체를 조사 대상으로 선정함
- 학계/연구계 중 학계의 경우, 국내 주요 대학의 건축환경공학 또는 주거환경계획과 등 관련학과에서 건축환경(에너지 및 온실가스 등) 계획 및 설계 등을 전문분야로 하는 교수들을 대상으로 선정함. 또한 연구계는 한국건설기술연구원, 한국에너지기술연구원, 한국건설생활환경시험연구원 등을 포함하는 국책연구기관과 한국토지주택공사 토지주택연구원 등의 공기업 산하의 연구원, 온실가스정보센터, 한국기후변화대응연구센터 등 주요 지자체의 연구원에서 관련 업무를 담당하고 있는 전문가를 대상으로 선정함

○ 기술수요 조사방법

- 기술수요조사를 위하여 전문가 집단을 건물부문 온실가스 감축을 위한 (1)기술개발 부문(TC-1)과 (2)모형개발 부문(TC-2), (3)통합관리 기술 개발 부문(TC-3), (4)정책/제도 개발 부문(TC-4)으로 분류하였음
  이후 공공부문, 산업계, 그리고 학계·연구계로 구분하여 실무에 필요한 기술발굴을 위한 조사를 진행함

- 설문지 구성
  (1) 제안 기술명
  (2) 제안 기술의 연구분야, 기술분류, 기술수준(TRL: Technology Readiness Level)
  (3) 제안 기술의 필요성, 연구목표, 기술정의, 선행연구 동향
  (4) 제안 기술의 중요성 및 정부지원 필요성
  (5) 제안 기술의 주요 연구내용 및 최종 성과물

2. 기술수요조사 결과

○ 기술수요 조사 일정

- 기술수요조사서를 e-mail로 발송하여 회신하는 방식 및 기술위원회 회의, 워크샵 등을 통해 기술수요조사를 실시함

<표 2.36> 기술수요조사 진행 일정

일시	기술수요조사 진행사항
2016. 01. 04 ~ 01.25	기술수요조사 대상 선정
2016. 01. 28 ~ 02.01	기술수요조사서 양식 작성 및 구성
2016. 02. 04 ~ 02.05	기술수요조사서 배포 및 작성
2016. 02. 15 ~ 02.29	기술수요 조사 (회신 및 수집) 온실가스 감축 관련 국내외 환경 및 동향 조사
2016. 03. 02 ~ 03.10	기술수요조사서 정리 · 분석
2016. 03. 03	기술위원회 전체 워크샵 개최
2016. 03. 12 ~ 03.28	신규 기술수요조사 대상 선정
2016. 04. 01 ~ 04.11	기술수요조사서 결과 정리 및 종합의견 도출

○ 기술수요서 회신 결과

- 약 40부의 기술수요조사서를 배포한 후, 약 75%에 달하는 총 31부의 기술수요조사서가 회신됨
- 회신된 기술수요조사서의 구성비율을 살펴보면, 학계/연구계에서 회신된 기술수요조사서의 비율이 85%로 가장 높게 나타났으며, 산업계(민간기업)과 공공부문(공공기관)에서 회신된 기술수요조사서는 각각 80%, 55%를 차지하였음

<표 2.37> 기술수요조사 대상 선정

구분	발송부수 (EA)	회신부수(EA)	회신율 (%)
공공부문	11	6	55
산업계	10	8	80
학계/연구계	20	17	85

○ 기술수요서 회신 결과

- 기술수요조사를 통해 총 31개의 기술이 제안되었음
- 공공부문에서는 공공 의무화를 위한 보급형 그린 리모델링 기술 및 건물부문 온실가스 벤치마크 개발, 건물의 온실가스 감축실적 모니터링 및 검증 기술 등에 수요가 높게 나타났음. 그 외에 건축물일체형 신재생에너지 시설물 설계·시공·유지관리기술 기준 제도화 및 수요자관점의 건물부문 온실가스 에너지 통합인증 제도의 필요성이 제기됨
- 민간기업의 경우 건물부문 온실가스 배출 베이스라인(baseline) 산정 시스템 및 온실가스 감축효과 분석 시스템, 그리고 온실가스 감축 의사결정 지원 시스템에 대한 수요가 있는 것으로 나타남
- 학계 및 연구계의 경우 거주자 행태를 고려한 커넥티드 빌딩 기술 및 그리고 IoT(Internet of Things) 기술을 이용한 재실자 에너지 사용 특성 분석 모델, 에너지 절감을 위한 IoT 기반 재실자 행태 개선 시스템의 구축/실증, 재실자 위치정보 등을 이용한 스마트 외피시스템 개발, 에너지 절약형 IoT 융합 외피 시스템에 대한 필요성이 제기됨

<표 2.38> 기술수요조사를 통해 제안된 기술명

NO.	기술명
1	에너지 절감을 위한 IOT기반 재실자 행태 개선 시스템의 구축 및 실증
2	가구형태별 에너지 소비행위 및 절약행위 실천 수준분석을 통한 효율적 에너지 사용 방법 도출
3	IoT 기술을 이용한 재실자 에너지 사용 특성 분석 모델 개발
4	주택용 소규모 냉난방 Package 시스템 개발
5	건물부하 저감을 위한 첨단소재 활용 Hybrid 에너지 건축자재 및 시스템 개발
6	건물 에너지관리 시스템 도입 효과 및 에너지 성능평가를 위한 성능지표 개발
7	기존건물의 HVAC 시스템 효율 향상을 위한 설비통합 커미셔닝 기술 및 체계 개발
8	공공건축물 그린리모델링 포트폴리오 의사결정시스템
9	그린리모델링 활성화를 위한 탄소배출권 기반 보증제도 개발
10	난방에너지 절감을 위한 로이유리 성능향상 연구
11	네트워크를 활용한 실시간 실내외 온습도 모니터링 시스템
12	에너지 절약형 IoT 융합 외피 시스템 개발
13	재실자 위치정보 인식 기반 스마트외피
14	자동제어 블라인드 내장형 삼중유리 스마트창호
15	난연EPS를 활용한 준불연 외단열시스템 기술
16	건축용 유리의 단열 및 태양광 차폐성능 향상을 위한 스퍼터링 방식 로이코팅 기술
17	도시열섬 완화를 위한 cool roof system 개발
18	계층화된 자료 기반의 건물부문 에너지/온실가스 감축 평가 모형 개발
19	건물부문 온실가스 감축 잠재량 분석 기반 마련
20	건물부문 온실가스 감축 잠재량 분석을 위한 한국형 상향식 S/W 시스템 개발
21	국토정보기반 상향식 건물부문 온실가스 예측 및 분석 모형 개발
22	건축물 온실가스 자발적 감축사업 제도기반 구축 및 배출권거래제 연계방안 마련
23	온실가스 데이터 통합관리 시스템 구축
24	Street Canyon의 미기후과 도시열섬 영향 평가모델 개발
25	온실가스 감축 통합 데이터베이스 체계 구축 및 지표 개발
26	건축방법(신축, 리모델링)별 온실가스 배출량 평가 및 감축 전략 개발
27	건물부문 태양광 발전 잠재성 평가를 위한 웹 기반 데이터통합관리 시스템 개발
28	건축물일체형 신재생에너지 시설물 설계·시공·유지관리기술 기준 제도화
29	수요자관점의 건물부문 온실가스 에너지 통합인증 제도
30	POST-2020 건물 온실가스 지원 정책 수단 개발
31	건물부문 온실가스 목표관리제 및 배출권 거래제 지원 방안

제8절 종합분석

1. 동향분석 및 수요조사 시사점

가. 국내외 정책동향 시사점

○ 프랑스 파리에서 개최된 제21차 기후변화협약 당사국 총회(COP21)는 **신기후체제 합의문인 '파리 협정 (Paris Agreement)'이 극적으로 채택**됨

- 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 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

○ ‘파리협정’에 따라 주요 선진국은 물론 모든 국가에서 온실가스 감축 목표 설정과 이에 대한 이행계획 수립, 온실가스 감축 현황 보고 및 관리에 관한 실질적인 대응 노력이 가시화될 것으로 전망됨

- 우리나라는 선진국과 개도국 간의 교량자 역할로 선도적 대응을 준비하고 있음. 건물부문에서의 정확한 온실가스 배출량 관리와 특성 파악, 구체적인 대책 마련을 위한 중장기 온실가스 전망 및 합리적인 감축잠재량 분석 등이 요구되며 이를 위한 분석 및 대응체계가 구축되어야 함

나. 시장 및 산업동향 시사점

○ 기후변화협약에 따른 국제적 온실가스 배출권 시장(현재 35개국 추진) 형성이 예상되며 중국이 배출권 거래제 시장에 참여할 계획에 있어 **시장 그 규모는 현재 약 67.8억톤에서 더 확대될 것으로 보임**

- 건물 부문에서 배출하는 온실가스 배출량은 전 세계에서 배출하는 온실가스 배출량의 25% 이상에 달하며 감축 잠재량도 가장 높으면서 온실가스 저감에 투여되는 비용은 가장 낮은 분야로 평가하고 있음
- 우리나라는 2015년에 온실가스 배출권 거래제를 국가차원에서 시행되고 있으며 한국거래소를 통해 약 321천톤의 온실가스 거래량과 약 38억원의 거래시장이 형성되었음

○ 녹색건축물 시장 및 산업동향을 통해 온실가스 감축 시장 및 산업동향을 검토할 수 있음. 국내외 녹색건축물은 잠재력이 매우 높은 시장으로 세계 친환경 저에너지 녹색 건설시장은 ‘12년 이후 12%에서 60%까지 지속적 성장 전망됨

- 국내외적으로 녹색건축시장은 지속적으로 성장이 전망되며, 매 3년동안 녹색건축물 건설시장은 두배로 증가하고 있어 2015년이후 1,450억불 수준의 건설시장에서 녹색건축물 시장은 약 48%이상을 차지
- 그린빌딩 시장 전망 결과에 따르면 2030년에는 국내 건설시장 규모 중 약 57조원 규모의 시장이 형성될 것으로 예상됨
- 따라서, 건물부문의 온실가스 감축을 위한 시장은 지속적으로 성장하고 그 요구는 증대될 것으로 예측됨

○ ‘POST-2020 건물부문 온실가스 감축 기술’은 POST-2020 온실가스 감축 목표 달성을 위한 건물부문의 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석 기술, 온실가스 배출량 관리를 위한 감축 기반 구축, 목표달성을 위한 지원 체계 개

발, 공공 의무화 기술 등으로 구성될 수 있음.

- 본 대상 기술은 공공재(公共財)로서의 성격이 매우 강하며 국가 주도의 기술 개발이 요구됨. 이러한 이유로 관련 시장이 직접적으로 형성되지 않으나, 온실가스 목표관리제, 배출권 거래제, 국가 온실가스 감축 의무에 따른 기후변화대응 시장 등에 크게 영향을 줄 것으로 예상됨

다. 국내외 기술동향 시사점

○ ‘POST-2020 신기후체제’는 2020년 만료 예정인 기존의 교통의정서 체계를 대체하고 2020년 이후 전지구적 기후변화협약으로 선진국의 선도적 역할이 강조되고 모든 국가가 기후변화 대응에 참여하여야 함

- POST-2020 온실가스 감축목표에 따른 감축대상 온실가스는 기후변화협약에 따라 배출이 억제되거나 삭감되어야 하는 6대 온실가스(이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF6))를 대상으로 함
- 건물부문의 온실가스 감축은 가정부문(주거건물)과 상업부문(비주거건물)에서 소비되는 연료 및 에너지원에 의한 발생하는 온실가스를 감축하는 것으로 냉난방, 급탕, 취사, 조명, 가전, 동력 등의 범위에 속함

○ 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술

- 국외 주요 선진국은 국가수준에서 에너지 전환부문, 산업부문, 교통부문, 건물부문 등을 포함하는 다양한 온실가스 분석모형을 구축하고 있음
- 국내에서는 산업부와 환경부를 중심으로 산업부문 등의 기후변화대응 온실가스 감축 전략 수립 및 경제모형·온실가스 분석모형 개발과 운영에 국한되어 왔음. 대표적인 모형으로 국가수준의 전 분야를 대상으로 하는 KEEI-EGM 모형과 TIMES-K15모형이 있으며 온실가스종합정보센터의 MESSAGE모형이 있음
- **우리나라의 경우 온실가스 감축 잠재량이 높은 건물부문의 독자적인 중장기 온실가스 배출 전망(예측) 및 감축량 분석 모형 구축이 이루어지지 않고 있으며** 국가의 에너지 수요 및 공급 측면에서의 온실가스 감축기술 데이터베이스, 감축 모형 작성 등이 진행되고 있어 한계가 있음
- 지구온난화에 대응하고 세계적인 기후변화협약에 보다 적극적으로 대처하고 실제적인 감축 목표 설정 및 달성을 위해서는 국가의 건물 정보(건설현황, 에너지특성, 온실가스 배출특성 등)에 기반한 중장기의 미래 온실가스 배출 시나리오에 기초한 예측 시뮬레이션이 수반되어야 하고, 배출 전망 기준으

로 감축 이행 계획 및 감축 방안별 감축 잠재량 분석에 관한 시뮬레이션 기술 개발이 필요함

○ 온실가스 통합관리 기술

- 우리나라는 건물부문에서의 온실가스 감축목표 수립 및 달성을 위한 정책 수립 등을 지원하기 위해 전국 690만동의 건축물대장 정보와 전기, 도시가스, 지역난방 등 건물에서 사용되는 에너지 정보를 통합한 '통합 DB'를 구축한 '국가 건물에너지 통합관리시스템'을 구축하고 있음
- 건물부문 온실가스 통합관리 기술은 (1) 온실가스 인벤토리 구축을 위한 온실가스 배출량 산정 및 보고에 관한 기술, (2) 에너지·온실가스 관리시스템 구축에 관한 기술, (3) 오픈형의 국가 건물정보 및 에너지 정보의 활용·관리를 위한 BIG-DATA 체계 및 플랫폼 기술임
- **국가 차원에서 건물에서의 온실가스 배출 현황 파악, 온실가스 배출량 보고, 온실가스 감축 정책 효과 검증, 인벤토리 구성에 따른 온실가스 배출 정보 등 대한 분석 및 관리체계가 구축되어야 함**

○ 온실가스 감축 핵심 기술

- 해외에서는 건물의 에너지 소비 저감을 위한 다양한 기술개발이 이루어져 왔고 Passive House, Self-sufficient House, Zero Energy House 등의 개념으로 발전되고 있음. 최근에는 제로에너지 건물 구현을 위해서는 고성능 외피 적용, 신·재생에너지 이용 등이 필수적인 기술로 건물부문에 적용되고 있음
- 세계적으로 대도시를 중심으로 노후건물 리모델링 시기가 도래하였고 대규모 물량의 기존건축물 리모델링을 통한 에너지 소비량 감소로 온실가스 감축 잠재량은 클 것으로 예상됨. 특히 향후 리모델링 시장을 통한 온실가스 저감은 경제성 문제의 극복에 초점이 맞추어 져야 시장에서의 확산이 가능할 것임
- 온실가스 감축에 대한 도시건축분야의 중요성을 고려할 경우, 상대적으로 R&D투자가 부족한 것으로 판단되는바, 차세대 핵심기술 개발을 위하여 보다 적극적인 정부 R&D투자가 필요할 것으로 사료됨. 정부는 "에너지기술 미션 이노베이션 로드맵" 수립을 통해 기존에 추진 중인 그린에너지 전략 로드맵과 온실가스 감축 전략 로드맵을 연계시켜 중점 기술개발 프로그램을 수립하여 추진 중임
- 신축 건물은 제로에너지 건축물 실증 및 적용 기술 개발에 대한 활발한 기술개발 연구가 수행되고 있으나 **상대적으로 온실가스 감축 잠재량이 높은**

기존건물에 대한 온실가스 감축 기술 적용 및 그린리모델링 기술에 대한 개발이 미흡함. 또한 건물 내의 에너지 소비의 20%이상을 차지하는 인간의 행태에 의한 에너지 소비량 절감 가능성에 대한 연구가 요구됨

○ 이상의 기술분야별 기술동향 분석을 통해 본 과제에서 다음과 같은 기술개발이 필요한 것으로 판단됨

- 국가수준에서 건물부문에서 발생하는 온실가스 배출량의 미래 전망 및 감축 잠재량 분석을 위한 과학적 의사결정지원 도구 개발
- 건물부문에서 발생하는 온실가스 배출량을 관리하고 그 현황 및 특성을 분석하기 위한 국가수준의 공공개방형 온실가스 통합 정보·관리 시스템 및 분석 기술 개발
- 국가수준에서 소비되는 에너지 및 이로 인해 발생되는 온실가스의 상호관계를 고려한 종합적인 접근과 공공형의 빅데이터 관리를 위한 플랫폼 기술
- 기존건축물에서의 에너지 효율화 및 온실가스 감축이 이루어 질 수 있는 국가주도의 녹색건축물 전환 기술의 개발과 보급

라. 국내외 기술수준 분석 시사점

(1) 특허동향 분석 결과 시사점

○ 유럽의 경우 온실가스 배출권 거래제(EU-ETS)가 도입된 이후, 5년간 저탄소 관련 특허 신청건수가 2배가 증가되고 있으며 **선진국 중심으로 관련 기술의 특허 확보에 대한 요구가 증대하고 있음**

- 특허 검색을 통해 ‘건물’, ‘온실가스’, ‘감축’ 기술에 대한 분석 결과 총 7,884건의 특허가 산업 부문 전반에 분포되어 도출되었고, 건물의 직접적인 에너지 절감 및 온실가스 감축관련 기술은 상대적으로 낮게 나타났음

○ 건물에서의 온실가스 저감과 관련된 기술 특허는 다른 기술분야에 비해 적은 건수로 POST-2020 등 기후변화협약에 대한 최근 국제 동향 및 관심의 증대, 배출권 거래제 시장의 도입에도 불구하고 특허활동이 상대적으로 낮게 나타나 향후 기술개발의 여지가 높은 것으로 판단됨

(2) 논문 및 기존연구 동향 분석 결과 시사점

○ 기후변화 및 POST-2020 감축 목표 달성과 관련하여 건물부문의 온실가스 배

출 현황 및 특성, 온실가스 배출량을 모니터링하여 건물부문의 온실가스를 분석하고 관리하는 기술에 관한 연구는 이루어진 바가 없음

○ 지구온난화 및 기후변화협약의 세계적인 관심으로 집중되어 이와 관련된 국내·외 관련 논문의 건수는 지속적으로 증가하고 있음
- 각 기술분야별로 국내외 논문이 지속적으로 증가하고 있음
- 건축물 온실가스 감축 기술과 모델 개발에 속하는 국내외 논문을 분석한 결과, 국내 연구 활동이 매우 활발하게 이루어지고 있으나 기존 건축물 온실가스 감축 기술 및 감축 모형과 관련하여 이루어진 연구로 온실가스 감축 목표(시나리오) 및 건물 에너지 성능평가를 위한 예측 전망 모델 및 방법론 연구가 필요함
- 국내의 경우 2006년 이후, 건물부분 온실가스 배출량과 관련한 연구의 관심이 높아지긴 하였으나, 아직까지, 타 분야 대비 건물부분에 집중한 연구는 많지 않은 것으로 나타남. 국외의 경우 2006년 이후, 건물부분 온실가스 배출량과 관련한 연구가 꾸준한 증가추세를 보이며, 2015년 발표된 논문의 수는 10년 전보다 7.2배 증가함

○ 하지만 국가 온실가스 감축 전략부터 정책, 기술, 시장 관점의 각종 연구가 통합적으로 상호 연계하여 일원화된 연구로 진행된 경우는 전무한 것으로 확인됨. 건축물의 온실가스 감축 목표 시나리오 분석, 중장기 예측·전망 방법론, 건물 온실가스 데이터 통합 정보·관리 관련 연구는 부족한 실정
- Post-2020에 대응하기 위하여 새롭게 설정된 국가 온실가스 감축목표 37%를 달성하기 위하여(또는 건물부문의 국가 목표를 달성하기 위하여) 본 연구과제는 기 수행된 연구개발과제 활용 및 신규 연구개발과제 발굴을 종합적이고 체계화된 건물부문 온실가스 감축 연구, 우리나라 건축물의 온실가스 배출 특성 연구, 온실가스 관리시스템을 통한 모니터링 기법, 중장기 전망 및 감축 잠재량 분석을 위한 시뮬레이션 기법, 온실가스 감축 기술에 따른 감축 효과에 관한 연구가 본 연구를 통해 예상됨

2. 연구역량 분석 및 SWOT 분석

가. 기술분류별 기술수준 및 인프라 분석 시사점

○ 기술수준 및 인프라 수준에 대한 평가는 기획위원회 및 기술위원회(TC)의 전문가 자문과 기술수요 조사 설문을 통해 실시함. 건물부문에서 에너지 소비 절약뿐만 아니라 온실가스 감축을 위한 관련 기술의 세계 선도 기술을 이끌어가는 유럽, 영국, 독일, 미국, 일본 등 선진국 대비 국내 기술 수준을 조사함

- 국내 건물부문의 온실가스 감축 시장 확산을 위해 가장 필요한 것은 '연구개발'로 평가됨. 연구개발 내용 중 시급한 기술은 '거주자 행태 개선에 따른 절감 기술'로 도출되었음
- 기술 개발 분야 중 중요도가 높은 분야는 '온실가스 통합 정보·관리 시스템(4.3점/5점)', '개보수 및 리모델링 기술(4.0점/5점)', '녹색건축 제도(4.0점/5점)'로 도출되었음
- 국내 건물부문의 온실가스 감축관련 기술 및 인프라 수준은 선진국의 50% 수준으로 평가
- 건물부문 온실가스 배출량 산정의 기본적인 근거가 되는, 건물부문 에너지 소비량 정보는 향후 건물부문 온실가스 통합관리 시스템 구축 및 운영을 위한 데이터베이스의 원천으로서 주요 인프라 역할을 할 것으로 기대됨. 국내 건물부문에서의 에너지소비량에 대한 가장 고도화·집약화 된 데이터베이스는 한국감정원이 운영 중인 건축물 에너지 통합 정보시스템임에 따라 이를 활용한 온실가스 통합 정보·관리 시스템 구축이 비용-절약적이며 활용도가 높고 공공재적 대국민 서비스 기술 개발이 가능함

나. SWOT 분석 및 기술개발 방향 설정

○ 국내외 정책동향, 시장현황 및 전망, 관련 기술의 동향 및 수준 분석 등의 결과와 전문가 중심의 수요조사 결과, 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 과제의 기술개발 방향을 설정하였음

<표 2.39> 기획과제의 SWOT 분석

기회(Opportunity)	위험(Threat)
- 중진 또는 후발 개발국과의 협력 추진방안 협의 (기술협력 및 교류 기회 확대) - 정부차원의 기술개발 지원 - 탄소배출권 시장에 대한 국민적 기대감	- 기후변화협약 성공 여부와 목표 달성에 대한 부담 가중 - 신기후체제에 따른 수출입 장벽 예상 - 2020년 이후의 미래 전망에 대한 불확실성 증대
강점(Strength)	**약점(Weakness)**
- 국내는 온실가스 목표관리제, 배출권 거래제 등 인프라에 대한 조기 구축 추진 중 - 선진국과 개도국간의 연계 및 국제활동에 따른 연대 - 건축분야 기술 및 인력/장비/생산인프라 확보	- 유럽, 미국, 일본 등 주변국 대비 원천 기술의 충족(기술수준 50~70%) - 건축물 신기술 등 개발 기술의 실증사례 부족 - 도전적인 국가 감축목표 설정에 대한 부담감 - 국가 중장기 감축 로드맵 및 지원 체제 부재

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

<표 2.40> 대응전략 및 기술개발 방향

구분	대응전략 및 기술개발 방향
SO 전략	- 중앙정부 차원 및 지자체 지원의 건물부문 온실가스 감축 정책을 지원할 수 있는 시스템 개발 - 정부차원의 기술개발 지원으로 신기후체제 대응 및 세계 건설시장 선점 위치 확보 가능 - 보유 인력 및 인프라, 제도적 기반에 따른 기술개발 기간 단축 - 기존 사업 실적기반 기술개발 전략 수립 및 국가 간 기술 협력 기반 마련
ST 전략	- 에너지신산업 육성, 온실가스 감축 지원 정책 마련 - 기후변화와 국제협약을 종합적으로 고려한 연구 수행 및 관련 제도 개선안 제시 - 고도화된 기술 및 인프라, 전문 인력 활용을 통한 맞춤형 원천기술 개발 - 국가수준의 인프라를 조기 구축 가능하고 국제적 대응 체계 구축
WO 전략	- 국민적 관심에 부응한 체계적 기술개발 및 선진국과의 기술 격차 해소 - POST-2020 대응 감축목표 재설정, 이행계획 수립, 배출 현황 보고 등 실질적으로 적용 가능한 관리시스템 구축 및 의사결정 지원시스템 개발 - 기 개발된 ‘국가 건물에너지 통합관리시스템’, ‘제로에너지 건축기술’ 등 활용 및 추가적 신기술 개발 도입 착수 가능 - 관련 산업 및 시장이 형성되도록 사업화 모델 개발 및 활성화 지원
WT 전략	- 저비용 고효율의 집약형 원천 기술 개발 - 선진국과 교류를 통한 원천기술 조기 습득 및 확보 - 정부차원의 인프라 구축 및 기술 확보 - 온실가스 감축 목표 달성을 위해 구체적인 정책 수립이 가능하도록 과학적 근거 제시 및 지원 - 정부, 공공기관 뿐만 아니라 민간 기업, 학계에서도 활용 가능한 컨텐츠 개발

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제1절 비전 및 목표

1. 연구 비전

○ 2020년 이후의 온실가스 감축을 위한 기후변화협약 ‘파리협정’이 체결되면서 新기후체제가 도래하였음. 우리나라는 POST-2020 온실가스 감축목표로 2030년까지 배출전망치 대비 37% 감축을 목표로 설정하였음. 이러한 국가 목표를 달성하기 위해서 정부는 건물부문에서의 온실가스 배출 현황 관리, 중장기 미래의 합리적인 배출전망 및 감축목표 설정, 건물부문에서의 대응전략 마련과 목표 달성을 위한 통합관리 기술 개발이 요구됨

* 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵, 2014.1
** 2030년까지 국가 온실가스 감축 목표(국가별기여방안, INDC)를 국제사회에 공포, 2015.6

○ 본 연구과제는 건물부문의 POST-2020 대응에 필요한 “건물부문의 온실가스 배출 현황 관리와 과학적인 미래 전망 및 감축 잠재량 분석, 합리적인 정책 결정 지원체계 마련”을 위한 것으로 「**POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모델 및 통합관리 기술 개발**」을 비전으로 제시함



[그림 3.1] 기획연구의 비전 및 목표

2. 연구 목표

○ 비전을 달성하기 위한 목표는 '파리협약' 으로 도래한 신기후체제(POST-2020)에 대응하고, 2030년 국가 온실가스 배출 전망치 대비 37%의 감축목표를 달성하기 위해 과학적인 근거에 따른 건물부문 **중장기 미래 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석 모델** 및 이러한 감축 목표를 달성하기 위해 건축물에 의해 발생하는 온실가스의 종합적·입체적인 온실가스 배출량 현황 파악 및 평가, 관리할 수 있는 **국가 건물 온실가스 SMART(Strategy·Monitoring·Analysis·Reporting·Technology) 관리 기술 개발**로 설정

- POST-2020 대응 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축분석 모델 개발
- POST-2020 대응 국가레벨 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
- 온실가스 감축 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발

○ 본 연구의 최종 성과물이 POST-2020 대응 건물부문 온실가스 감축 목표 달성을 위한 건물부문 온실가스 감축 모델 및 통합 관리 기술 개발이므로 정량적 목표는 1차적으로 전망/감축 잠재량 분석모델 개발, 관리 기술 개발 및 지원체계 마련, 감축 핵심기술 개발에 있음

- 이러한 연구의 최종결과물에 따라 정량적인 목표는 건물부문의 온실가스 감축량은 700만톤CO_{2e}, 기술수준은 선진국대비 50%에서 80%로 상향, 신기후체제 대응체계 구축을 위한 인프라 확보 및 고도화로 설정

<표 3.1> 연구결과의 정량적 목표

정량적 목표치	설정 내용 및 근거
온실가스 감축량 700 만톤CO_{2e}	- 2030년 건물부문 온실가스 배출전망치는 약 197백만톤 CO_{2e}로 전망[1)] - 2030년 건물부문 온실가스 감축목표가 약 20%로 설정될 것으로 예측 이중 건축물의 온실가스 감축기술에 따른 감축의 기여도는 15~20%[2)] **= 197백만톤×20%×(15~20%) = 5.9 ~ 7.9백만톤 ≒ 7백만톤 설정**
기술수준 선진국 대비 (15년) 50% → (20년)80%	- 본 기획연구의 제2장 기술동향 및 기술수준 분석 결과, 국내 건물부문의 온실가스 감축 기술의 수준은 선진국 대비 50% 수준으로 파악 - 국외 벤치마크 국가의 기술수준별 발전정도는 87~89정도로 분석됨 **= 2015년 기술수준 50% → 80% 수준으로 기술력 강화**
인프라 확보 고도화	- POST-2020 온실가스 감축목표 달성을 위해 선제적 대응체계 구축 필요 **= 新시장 창출 및 기반 조성, 690만동의 건축물에 대한 관리 기술 개발**

1) 정부합동, POST-2020 온실가스 감축목표 설정 추진계획, 공청회 자료, 2015.6
2) 정부합동, 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵, 2014.1, 84쪽에서 재산정

<표 3.2> 연구개발 목표

< 목 표 > POST-2020 건물부문 온실가스 감축목표 달성 및 대응체계 구축	
정성적 목표(연구개발)	**정량적 목표**
POST-2020 대응 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축분석 모델 개발	- 국가 온실가스 배출량 및 배출전망치와의 일치도 **±5% 이내** 확보 - 개별 모듈별 시뮬레이션의 **정확도 90%이상** 확보 - 2030~2050년까지의 온실가스 감축 잠재량 분석 가능성 및 활용성
POST-2020 대응 국가레벨 건물 온실가스 SMART (Strategy·Monitoring·Analysis·Reporting·Technology) 관리 기술 개발 및 실증	- 화석연료를 추가한 건물부문 국가 온실가스 인벤토리 구축 - 국가 건물부문 온실가스 관리기술 및 DBMS 구축 - 국가 건물 온실가스 관리를 위한 **6대 서비스 제공** - 기존 국가 건물에너지 통합관리시스템과의 **DB 매칭 및 변환율 90% 이상 확보** - 지역별·건물특성별 **벤치마크 산정기술** - 건물부문 온실가스 **관련 기술기반 법령 및 제도 개선안 제시**
온실가스 감축 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발	- 6층 이상 대상 난연 2등급 이상 및 화재확산 방지 기준 달성 외단열 기술 - 선형 열교 0.1~0.3 W/m·K이하 달성 접합부 열교 차단 보강 기술 - 일사반사지수(SRI) 0.65 (3년 내구성 0.50)이상의 지붕 축열방지 보강 기술 - 비용 20%, 에너지 30% 저감 소형 냉난방설비 패키지 기술

3. 기술개발에 따른 미래상

○ 각 세부별 현황(As-Is) 및 미래상(To-Be)은 아래와 같이 설정하였음

<표 3.3> 건물부문 온실가스 전망 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술의 현황 및 미래상

세부과제	현황(As-Is)	미래상(To-Be)
POST-2020 대응을 위한 국가 건물정보 기반 상향식 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 모델 개발	**• 현행은 국내 건물부문 독자적인 모델이 부재함** **• 국가 전체의 전망 모델의 하위 모듈로 전망/분석되며 국토정보, 건설정보, 에너지수요 등 건물 특성에 대한 반영이 미흡하고 거시적 분석에 제한됨**	**• 건물부문의 독자적인 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석 모형 구축** **• 건물 세부적인 분류 및 국가 건축정보가 반영된 보다 과학적이고 공학적인 전망/분석이 가능** **• 감축 시나리오(방안)에 따른 현시점-근미래-중장기적(~2050년) 미래 예측 분석이 가능한 건물부문 특화 모델 확보**
	- Top-down 방식은 거시적인 온실가스 배출량 전망 및 감축 잠재량 모형 - 현시점-근미래 에너지/온실가스 배출 분석 - 국가전체 온실가스 및 에너지 수요전망 모형에 세부 모듈화하여 반영되어, 국가 전반의 온실가스 배출 특성 및 에너지 수요관리 측면에서 유리 - 세부적인 분류 및 국가 건설정보 및 건축물 정보에 대한 반영에 한계가 있으며, 현실적인 모형 입증과 공학적인 접근이 다소 부족함 - 세부적인 건축물 특성으로 미분류되고 국가 전체 에너지흐름에 영향을 받으므로 다양한 배출량 산정이 어려움	- Bottom-up(상향식) 방식은 미시적인 온실가스 배출량 전망 및 감축 잠재량 모형 - 다양한 기후변화 시나리오 기반 현시점-근미래-중장기적(~2050년) 미래 예측 분석 - 국가 건물정보기반으로 건물부문의 온실가스 배출 특성을 모사하고 미래의 특성을 전망 가능 - 에너지원별 소요량 뿐만아니라 용도별, 에너지용도별 등의 기술 데이터 특성을 다양한 측면에서 반영하여 산정 - Bottom-up방식은 기술개발에 더 많은 에너지 시스템의 세부사항과 전망/분석으로 넓은 정책 분야 적용 및 평가가 가능 - LEAP 프로그램, MESSSAGE 프로그램 등 시나리오 기반 및 선형 최적화 알고리즘의 국제수준에 맞은 시뮬레이션 분석 기법 도입 - 과학적, 공학적 접근의 국가 건물부문 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석이 가능

<표 3.4> 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술의 현황 및 미래상

세부과제	현황(As-Is)	미래상(To-Be)
POST-2020 대응 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발	**• 현행은 국가 건물에너지 통합관리시스템 구축('15년)하여 운영** **• 국가 전체의 온실가스 배출량, 섹터별 온실가스 배출량만 산정(확인)되고 부문별 온실가스 배출량 관리 및 정보는 부재** **• 에너지 효율화, 절약 및 녹색건축물 조성 중심의 제도 및 정책 추진**	**• 국가 건물에너지 통합관리시스템을 기반으로 저비용을 투자하여 국가 건물 온실가스 SMART(Strategy·Monitoring·Analysis·Reporting·Technology) 관리 기술 개발** **• 건물부문의 온실가스 배출량 확인 및 보고, 특성 파악이 가능하며 사용자의 편리성 제고와 공공데이터 제공을 위한 기반 구축** **• 온실가스 감축 기반의 지원 체계 및 비즈니스 모델 개발**
	- 국가 건축물 에너지 소비량 및 정보체계가 구축됨(국가 건물에너지 통합관리시스템) - 국가 전체의 온실가스 배출량 산정 및 현황 관리(건물은 전환(발전), 산업, 수송과 함께 에너지 섹터에 포함) - 건축물 및 도시, 지역 수준에 대한 개별적-부분적 분석이 미비 - 신기후체제 하에서는 섹터별, 부문별, 분야별 등 다양한 온실가스 배출 현황 및 특성 보고가 요구됨 - 에너지 공급관리 측면의 에너지 소비량 관리 및 국가 정보체계에서 통계 중심의 국가 통계 기반이므로 공공데이터 공개 및 관리가 요구됨 - 관련 산업의 발전과 창조경제 실현에 부합하는 오픈 플랫폼 형태의 건물 온실가스 배출량 데이터가 구축되지 못함 - 중장기적인 측면에서 국민, 업계, 공공, 정부가 함께 참여하는 상방향 데이터 교환 및 DB 구축의 정보서비스의 제공이 요구됨	- 국가 건물부문 온실가스 통합정보 관리체계 구축 및 정보 서비스 마련 - 데이터 구축 및 관리에 있어서 기존의 시스템에 연계 및 기반함으로써 사회적 비용 경감 - 건물부문 전체뿐만 아니라, 지역별, 용도별, 건물특성별 온실가스 현황 및 배출 특성 데이터 관리 및 제공 - 중장기 미래 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석에 과거 및 현재의 실제적인 데이터를 제공함으로써 전망 및 분석의 불확실성을 낮추고 보다 과학적이고 현실성을 반영한 시뮬레이션 가능 - 건물부문 온실가스 발생원별 감축요소 분석 - 신기후체계 대응하여 건물부문의 온실가스 정보체계를 선제적으로 마련하고 국가 중장기 계획 등의 기술정보로 활용 - UN보고,IPCC 등 국제사회의 온실가스 배출 현황 및 감축 현황 보고를 위한 기술적 데이터 제공 및 리포팅 가능 - 공공형의 오픈 플랫폼의 데이터 소스 및 관리 시스템 구성으로 개방형 정보서비스 - 건물부문의 다양한 온실가스 배출 특성 분석 및 예측 결과에 대한 정부 정책 서비스, 대국민 서비스를 통해 정보 공개 및 활용에 대한 전략 모색 - 국가 온실가스 종합관리시스템(GIR)의 건물부문 보고 및 지원 시스템으로 활용

<표 3.5> 건물부문 목표달성을 위한 지원 체계의 현황 및 미래상

세부과제	현황(As-Is)	미래상(To-Be)
	• 현행은 에너지 효율화 및 절감, 녹색건축물 조성에 맞춰진 제도 및 정책 추진 • POST-2020대응을 위한 국가 온실가스 감축 마스터플랜(로드맵) 부재 및 정부의 체계 미흡 • 도전적 감축 목표 달성을 위한 정부의 강력한 리더쉽과 지원 필요	• 건물부문 온실가스 관련 제도 개선을 추진하여 온실가스 감축목표의 효과적 달성 기반 확보 • '기후변화 대응 기본계획'에 따른 건물부문 온실가스 중·장기 제도·정책 제·개정 • 저탄소 경제체제로 전환에 따라 '에너지 신산업 육성 특별법' 등의 제도적 연계를 통한 일자리 및 산업 육성
POST-2020 대응 건물부문 목표달성을 위한 지원 체계 개발	- 다양한 에너지 수요 관리 및 에너지 효율화 제도 및 법령 운영 - 녹색건축물 조성 지원법을 중심으로 녹색건축물 조성에 필요한 사항과 온실가스 배출량 저감 등에 관한 사항을 정비 중에 있음 - 건물부문에 포커싱된 온실가스 관리 및 감축을 위한 제도 미비 - 국가 온실가스 배출 현황 및 정보에 대한 데이터를 산업부 및 환경부의 국가 에너지 통계 연보 및 인벤토리 보고서에 의존하여 현황 파악에 한계가 있음 - 빅데이터 관리 및 정보 수집 및 관리에 관한 법령 정리 및 제도 마련 필요 - 건물부문의 온실가스 감축 목표의 달성은 적정한 정부의 정책 강화와 지원 없이는 실현 불가	- 현행의 다양한 관련 제도 및 법령 등을 POST-2020 대응하여 건물에서의 온실가스 감축을 위한 기술기반 제도로 고도화 - 국가 건물부문 온실가스 통합정보 관리체계 구축 및 정보 서비스 마련 - 온실가스 관리 및 목표 달성을 위한 건물부문의 이행 주체, 정부 지원/보고 등의 추진체계 구축 - 분산된 건물부문 온실가스 관련 제도 및 법 정비 - 대외적인 대응은 정부 및 공공기관의 역할이며 국가 리더로서 방향설정이 매우 중요 - 저탄소 경제체제로의 경제구조 전환에 따라 에너지신산업 및 일자리 육성 기반 구축

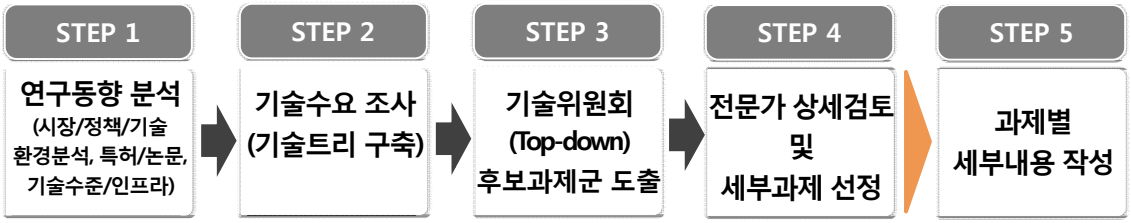
<표 3.6> 건물부문 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 기술의 현황 및 미래상

세부과제	현황(As-Is)	미래상(To-Be)
	• 패시브-액티브 기술 등 건축 개별요소 기술 개발에 중점 • 현행은 제로에너지 주택 및 단지 실증, 시장수요기반 신축 및 기존 녹색건축물 확산 연구 개발 중 • 민간 주도형의 녹색건축 시장을 대상으로 기술 개발 및 보급 노력	• 감축 잠재량이 높은 기존건축물에 대한 녹색건축물 전환에 대한 온실가스 감축 효과 가시화 • 민간 건축시장에서 개발되지 못한 에로 기술 및 공공기술의 개발을 통해 녹색건축 기술의 활성화 • 新시장 창출 및 기반 조성
POST-2020 건물부문 온실가스 감축을 위한 공공의무화 기술 개발	- 유럽, 미국, 일본 등 주변국 대비 원천 기술의 부족(기술수준 50~70%) - 국외 선진국의 기술수준은 87~89%로 국내 기술수준 50%보다 매우 높음 - 건축물 신기술 등 개발 기술의 실증사례 부족 - 한국기후에 적합하고 -30~+50℃의 외벽축열 방지를 위해 건물외피에 투습·방수기능을 부여한 신개념 외피 기술 요구 - 외피 시스템의 경우 제품이 고단열화 됨에 따라 제품 간의 열교손실이 극대화 될 것으로 예상되며 이를 최소화하기 위한 기술개발이 필요한 실정 - 기존 6층 이상 건축물의 경우 외단열 시스템을 적용하기 위해서는 난연 이상의 단열재 적용이 필요한 사항임	- 저비용 고효율의 집약형 원천 기술 개발 - 선진국과 교류를 통한 원천기술 조기 습득 및 확보 - 정부차원의 인프라 구축 및 기술 확보 - 국가주도의 녹색건축물 전환 기술의 개발과 보급 - 건물부문의 온실가스 감축을 위한 시장은 지속적으로 성장하고 그 요구는 증대될 것으로 예측 - 도시온도 2 K 저감을 위한 열섬완화기술로 활용 - 최상층 냉방에너지 절감을 위한 지붕 일사차단기술로 활용 또는 장기 내구성을 갖는 옥상방수시스템으로 활용 - 현재 사용되고 있는 창호의 효율 등급제와 병형하여 다영한 고단열 창호적용 기술 제공 - 6층 이상 건축물의 화재확산방지를 위한 난연 유기질 단열재의 의무사용 및 장기적 내구성을 보증하는 외단열시스템 도입

제2절 핵심기술 선정

○ 세부과제의 핵심기술 선정을 위하여 [그림 3.2]와 같은 프로세스로 진행함

○ 핵심기술 선정 절차는 5단계로 STEP.1 연구동향 분석, STEP.2 기술수요조사(기술트리 작성), STEP.3 기술위원회(Top-down) 후보과제군 도출, STEP.4 전문가 검토, STEP.5 후보과제의 핵심기술별 세부내용 작성으로 진행하였음

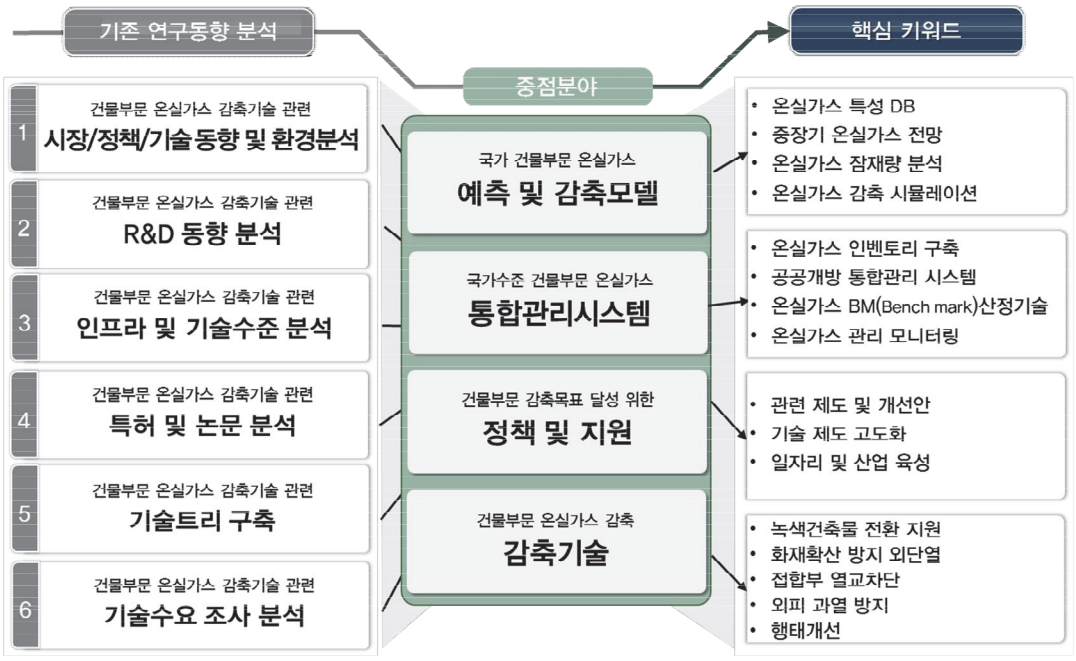


[그림 3.2] 핵심기술 선정 프로세스

1. 중점분야 및 핵심키워드 도출

○ 연구동향 분석(시장/정책/기술동향 및 환경, R&D 동향, 인프라 및 기술수준, 특허 및 논문), 온실가스 감축 기술트리 및 기술수요 조사 등을 토대로 4대 중점분야(예측 및 감축모델, 통합관리시스템, 정책 및 지원, 핵심기술) 도출함

○ 또한, 4대 중점분야에 해당되는 핵심 키워드를 [그림 3.3]과 같이 도출함



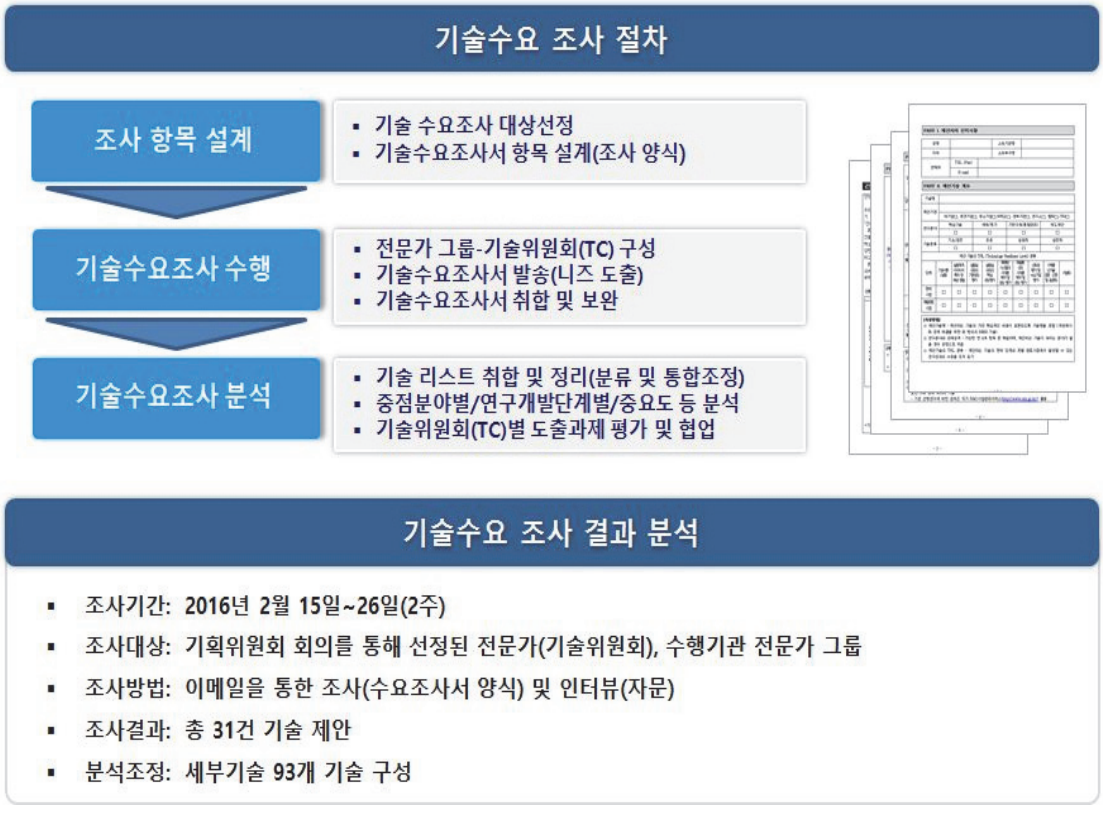
[그림 3.3] 4대 중점분야 및 핵심 키워드

2. 기술위원회 검토 및 세부과제 선정

가. 후보과제 대상 선정

○ 후보과제군 대상 선정방법

- 전문가 집단을 대상으로 기획과제의 목표 달성을 위해 중점 분야별 기술수요 조사 및 기술트리 분류를 실시함
- 기술트리를 대상으로 기술위원회(Top-down 방식) 검토 후 중점분야 분류에 따라 (1)핵심기술(TC-1) (2)예측/평가(TC-2), (3)기반구축(TC-3), (4)실행정책(TC-4)로 분류하였음
- 기획과제 연구기획 내용을 기술위원회(Top-down 방식)를 통해 보다 심화하여 분야별 핵심 키워드와 기술 후보과제를 도출함. 핵심 감축 기술 제안을 위해 기술수요 조사의 결과를 종합하여 기술위원회(Top-down 방식) 검토 후 후보과제군 및 핵심기술명을 도출함
- 이후 전문가 자문회의 및 분야별 기술위원회를 통해 주요 핵심 기술을 선정하고 자세한 세부과제별 후보과제 카드로 작성하여 세부과제를 선정함



[그림 3.4] 후보과제 선정을 위한 기술수요 조사 프로세스

○ 후보과제군 대상 선정결과

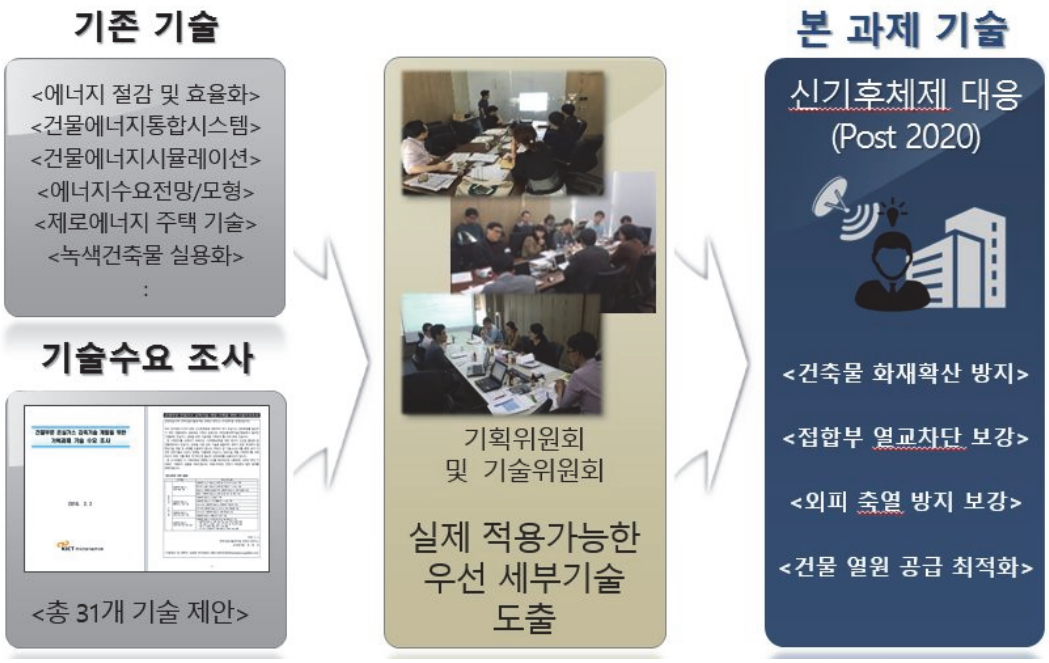
- 예측 및 감축모델 분야(TC-2)는 건물부문 온실가스 감축 특성 데이터베이스(DB), 중장기 온실가스 전망 기술, 온실가스 감축 잠재량 분석 기술, 온실가스 감축 분석을 위한 시뮬레이션 기술로 선정됨
- 통합관리시스템 분야(TC-3)는 건물부문 국가수준에서의 온실가스 인벤토리 구축, 공공개방형의 통합관리 시스템의 실증 및 운영, 온실가스 벤치마크 및 표준 배출량 산정 기술, 온실가스 관리 모니터링 기술, 정보제공 기술로 선정하였음. 건물부문 온실가스 배출 감축효과 분석 시스템, 그리고 온실가스 감축 의사결정 지원 시스템에 대한 수요가 있는 것으로 나타남
- 실행 정책 및 지원 분야(TC-4)는 건물의 온실가스 배출 관리 및 감축과 관련된 제도 및 법령의 제·개정안 제시, 건축물 온실가스 통합 인증제도, 에너지 소비 총량 기준, 패시브 및 제로에너지 성능 평가 등 기술 제도의 고도화, 건물 온실가스 감축과 관련한 산업 육성 방안 및 일자리 창출 등이 선정되었음. 그 외에 신재생에너지 시설물 설계・시공・유지관리기술 기준 제도화 및 건물부문 온실가스 에너지 통합인증 제도의 필요성이 제기됨
- 감축 핵심기술 분야(TC-1)는 녹색건축물 전환 지원 기술, 화재확산 방지 외단열 기술, 접합부 열교 차단 기술, 외피 과열방지 기술, 행태 개선 기술 등이 제안되었음
- 특히, 감축 핵심 기술의 경우 공공 의무화를 위한 보급형 그린 리모델링 기술 및 건물부문 온실가스 벤치마크 개발, 건물의 온실가스 감축실적 모니터링 및 검증 기술 등에 수요가 높게 나타났음. 거주자 행태를 고려한 커넥티드 빌딩 기술 및 그리고 IoT(Internet of Things) 기술을 이용한 재실자 에너지 사용 특성 분석 모델, 에너지 절감을 위한 IoT 기반 재실자 행태 개선 시스템의 구축/실증, 재실자 위치정보 등을 이용한 스마트 외피시스템 개발에 대한 필요성이 제기됨
- 기존 및 신축 건축물의 온실가스 및 에너지를 저감하기 위하여 다양한 패시브・엑티브 기술, 제로에너지 기술, BEMS, 고효율 기기 등 다양한 기술이 개발/보급/적용되었음. 하지만, 현재 접합부 열교차단 및 외단열시스템, 외피 축열방지 등과 같이 미 해결된 시장애로 기술들이 개발 및 적용됨으로 인하여 더욱 효과적으로 온실가스(에너지)를 저감 할 수 있을 것으로 예상됨.

나. 중점분야의 세부 핵심기술 선정

- 기획과제 연구기획 내용을 Top-down 방식으로 기술위원회 운영을 통해 지속적으로 심화하여 중점분야별 핵심기술을 보완하여 도출함. 또한 3차에 걸친 기획연구타당성검토위원회에 보고 및 검토의견을 받아 구체화 및 보완하여 진행하였음

○ ‘감축기술’ 중점분야의 세부 핵심기술 선정

- 후보과제군별 기술의 애로기술 및 시장 문제점, 제도 문제점 등에 관한 전문가 검토를 통하여 최종적으로 ① 6층 이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열시스템 기술 개발, ② 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술 개발, ③ 투습 및 방수기능을 갖는 외피 축열방지 보강 기술 개발, ④ 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키기 시스템 개발 등과 같이 4개 핵심기술을 선정하고 세부분야 ‘온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술’로 세부과제를 선정함
- 거주자 행태와 관련된 IoT 분야도 시급히 개발되어야 하는 기술로 도출되었으나, 방대한 연구범위 확대 방지 및 과제추진 시기, 예산 확보 등을 검토하여 본 과제에서는 행태기술(IoT)은 제외하는 것으로 결정함



[그림 3.5] 세부과제 및 기술 제안

① 후보과제의 핵심기술 중 「6층 이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열 시스템 기술 개발」에 관한 세부내용은 아래와 같음.

- 2016년 4월 시행된 ‘건축물 마감재료의 난연성능 및 화재 확산 방지구조 기준(고시)’의 내용을 충족하기 위한 확보 기술 미비

[건축물 마감재료의 난연성능 및 화재 확산 방지구조 기준]

제1조(목적) 이 기준은 건축물의 화재발생시 재료에서의 유독가스 발생 및 화재 확산 등을 방지하여 인명 및 재산을 보호하기 위한 마감재료의 난연성능 시험방법 및 성능기준, 화재 확산 방지구조 기준을 정함을 목적으로 한다.

제4조(난연재료) 난연재료는 다음 각호에 적합하여야 한다. 다만 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 의한 규칙」 제24조의2의 규정에 의한 복합자재로서 건축물의 실내에 접하는 부분에 12.5mm이상의 방화석고보드로 마감하거나, 한국산업규격 KS F 2257-1(건축 부재의 내화 시험 방법)에 따라 내화성능 시험한 결과 15분의 차염성능 및 이면온도가 120K 이상 상승하지 않는 재료로 마감하는 경우 그러하지 아니하다.

제7조(화재 확산 방지구조) 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」제24조제5항에서 "국토해양부장관이 정하여 고시하는 화재 확산 방지구조"는 수직 화재확산 방지를 위하여 외벽마감재와 외벽마감재 지지구조 사이의 공간([별표1]에서 "화재확산방지재료" 부분)을 다음 각 호 중 하나에 해당하는 재료로 매 층마다 최소 높이 400㎜ 이상 밀실하게 채운 것을 말한다.

1. 한국산업표준 KS F 3504(석고 보드 제품)에서 정하는 12.5mm 이상의 방화 석고 보드
2. 한국산업표준 KS L 5509(석고 시멘트판)에서 정하는 석고 시멘트판 6mm 이상인 것 또는 KS L 5114(섬유강화 시멘트판)에서 정하는 6mm 이상의 평형 시멘트판인 것
3. 한국산업표준 KS L 9102(인조 광물섬유 단열재)에서 정하는 미네랄울 보온판 2호 이상인 것
4. 한국산업표준 KS F 2257-8(건축 부재의 내화 시험 방법-수직 비내력 구획 부재의 성능 조건)에 따라 내화성능 시험한 결과 15분의 차염성능 및 이면온도가 120K 이상 상승하지 않는 재료

- 기존 건축물의 냉난방에너지 저감을 위해서는 외단열시스템 적용 및 외단열 시스템으로 전환이 요구되고 있으며 이를 위한 시장 애로기술 해결이 요구됨
- 건축물의 온실가스배출 저감 기술요소 중 외단열시스템의 경우 가성비가 가장 우수하나, 6층 이상 건축물의 경우 외단열시스템을 적용하기 위해서는 준불연 이상의 단열재적용이 필요한 사항이나 이에 따른 단열재의 성능기준이 전무한 상황임.



[그림 3.6] 현재 건축물 외단열 공법의 문제점

(출처: (사)한국패시브건축협회 (http://www.phiko.kr/), 2015)

- 최종 성과물은 난연유기질 단열재 시제품 및 외단열 시스템 설계도서임
- 난연유기질 단열재와 준불연 외단열 시스템의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 독일에 비하여 약 10%, 20% 수준이며, 본 기술들의 최종 목표는 시제품 설치 및 성능시험 (TRL 8) 단계로 설정
- 이와 같이 난연 유·무기질 단열재에 따른 6층 이상 건축물의 화재확산을 방지하여 장기적 내구성 확보 및 저비용·고효율 에너지 저감 기술을 적용하여 기존 건축물을 리모델링 시 활용



[그림 3.7] 불연 및 준불연 외단열 시스템 적용

(출처: 도시형생활주택 안전대책 관리방안, 서울 중구청, 2015)

② 후보과제의 핵심기술 중 「단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술」에 관한 세부내용은 아래와 같음.

- 기존 건축물의 녹색건축물 전환 시 가장 먼저 고려되는 부분은 기존창호 등을 고단열 고기밀 창호로의 교체 및 보수임
- 건축물의 요소 기술 개발은 특정 건자재(단열, 창호, 설비 등)의 성능향상 및 고효율화에 목적을 두고 있음, 이렇게 개발된 고효율 건자재를 통합적으로 적용, 관리 및 설치하는 기술은 검토 되고 있지 않고 있음
- 2016년 11월 시행된 '공동주택 결로 방지를 위한 설계기준'의 내용을 충족하기 위한 확보 기술 미비

[공동주택 결로 방지를 위한 설계 기준]

제2조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "온도차이비율(TDR:Temperature Difference Ratio)"이란 '실내와 외기의 온도차이에 대한 실내와 적용 대상부위의 실내표면의 온도차이'를 표현하는 상대적인 비율을 말하는 것으로, 제2호의 "실내외 온습도 기준" 하에서 제4조에 따른 해당부위의 "결로 방지 성능"을 평가하기 위한 단위가 없는 지표로써 아래의 계산식에 따라 그 범위는 0에서 1사이의 값으로 산정된다.

$$\text{온도차이비율(TDR)} = \frac{\text{실내온도 - 적용 대상부위의 실내표면온도}}{\text{실내온도 - 외기온도}}$$

2. "실내외 온습도 기준"이란 공동주택 설계시 결로 방지 성능을 판단하기 위해 사용하는 표준적인 실내외 환경조건으로, 온도 25℃, 상대습도 50%의 실내조건과 별표1의 구분에 따른 외기온도(지역Ⅰ은 −20℃, 지역Ⅱ는 −15℃, 지역Ⅲ는 −10℃를 말한다.) 조건을 기준으로 한다.
3. "외기에 직접 접하는 부위"란 바깥쪽이 외기이거나 외기가 직접 통하는 공간에 접한 부위를 말한다.

제4조(성능기준) 공동주택 세대 내의 다음 각 호에 해당하는 부위는 별표1에서 정하는 온도차이비율 이하의 결로 방지 성능을 갖추도록 설계하여야 한다.

1. 출입문 : 현관문 및 대피공간 방화문(발코니에 면하지 않고 거실과 침실 등 난방설비가 설치된 공간에 면한 경우에 한함)
2. 벽체접합부 : 외기에 직접 접하는 부위의 벽체와 세대 내의 천정 및 바닥이 동시에 만나는 접합부(발코니, 대피공간 등 난방설비가 설치되지 않는 공간의 벽체는 제외)
3. 창 : 난방설비가 설치되는 공간에 설치되는 외기에 직접 접하는 창(비확장 발코니 등 난방설비가 설치되지 않은 공간에 설치하는 창은 제외한다)

제5조(성능평가) ① 제4조에 따른 결로 방지 성능을 평가하기 위한 온도차이비율 값은 제2조제2호의 실내외 온습도 기준 하에서 별표3에 따라 KS F 2295 등의 시험방법으로 국가공인기관(KOLAS)에서 측정을 하거나, ISO 15099에 적합한 컴퓨터 프로그램을 활용한 시뮬레이션을 통해 산정한다.

② 제1항에 따른 온도차이비율 값을 산정하는 위치와 방법 등은 별표2에 따른다.

③ 제4조에도 불구하고 제4조제2호에 따른 벽체접합부를제9조에 따른 「공동주택 결로 방지 상세도 가이드라인」의 벽체접합부의 상세에 따라 설계하는 경우에는 성능평가를 하지 않을 수 있다.

[건축물의 에너지절약 설계 기준]

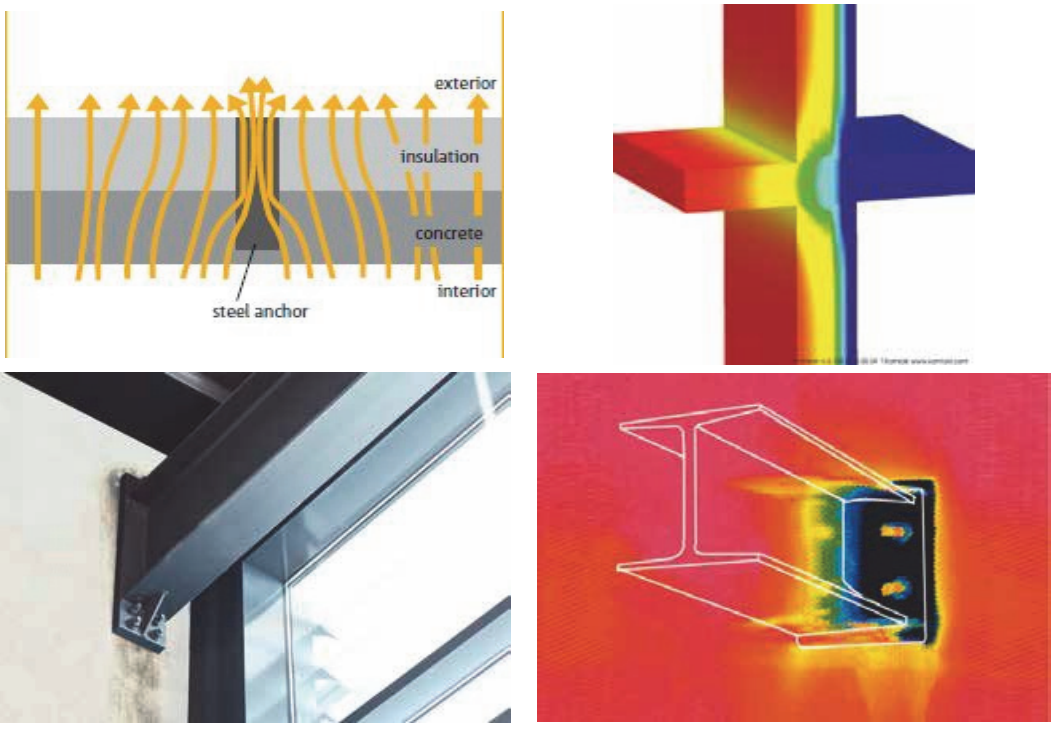
제2조(건축물의 열손실방지 등) ① 건축물을 건축하거나 대수선, 용도변경 및 건축물대장의 기재내용을 변경하는 경우에는 다음 각 호의 기준에 의한 열손실방지 등의 에너지이용합리화를 위한 조치를 하여야 한다.

1. 거실의 외벽, 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕, 최하층에 있는 거실의 바닥, 바닥난방을 하는 층간 바닥, 거실의 창 및 문 등은 별표1의 열관류율 기준 또는 별표3의 단열재 두께 기준을 준수하여야 하고, 단열조치 일반사항 등은 제6조의 건축부문 의무사항을 따른다.
2. 건축물의 배치·구조 및 설비 등의 설계를 하는 경우에는 에너지가 합리적으로 이용될 수 있도록 한다.

② 제1항에도 불구하고 열손실의 변동이 없는 증축, 대수선, 용도변경, 건축물대장의 기재내용 변경의 경우에는 관련 조치를 하지 아니할 수 있다. 다만 종전에 제3항에 따른 열손실방지 등의 조치 예외대상이었으나 조치대상으로 용도변경 또는 건축물대장의 기재내용 변경의 경우에는 관련 조치를 하여야 한다.

③ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물 또는 공간에 대해서는 제1항제1호를 적용하지 아니할 수 있다. 다만, 냉·난방 설비를 설치할 계획이 있는 건축물 또는 공간은 제1항제1호를 적용하여야 한다.

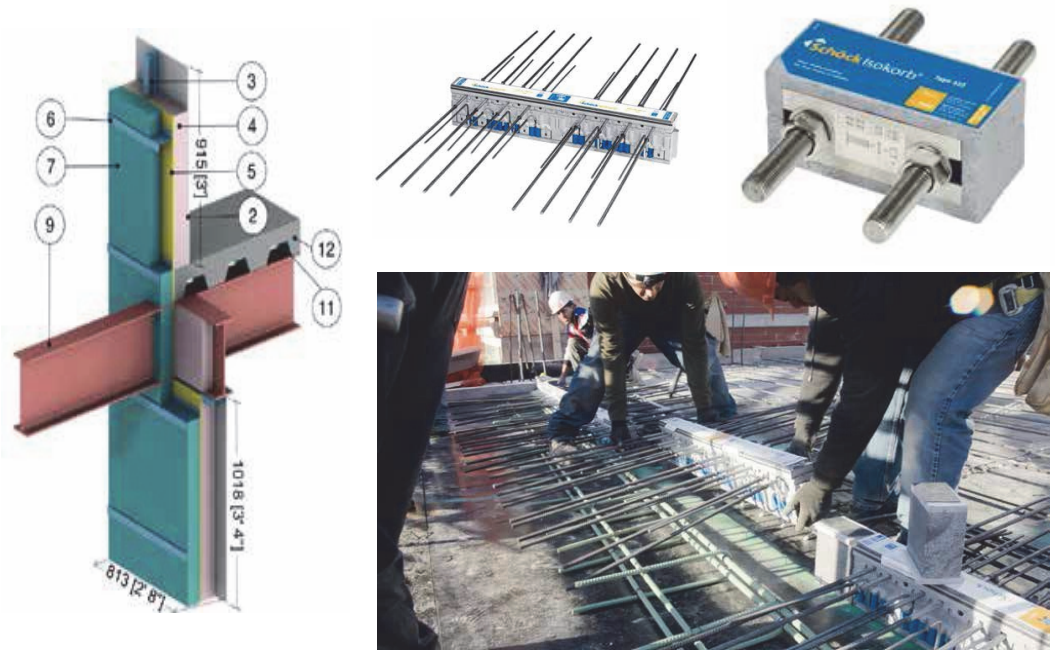
- 특히, 창호의 경우 제품이 고성능화됨에 따라 고효율 창호로 교체 시 설계 성능 확보를 위해 접합부 열교 차단 확보가 필수적임



[그림 3.8] 건축물 열교현상 사례 및 형태

(출처: Design Guide Solutions to Prevent Thermal Bridging, Schock Isokorb, 2014)

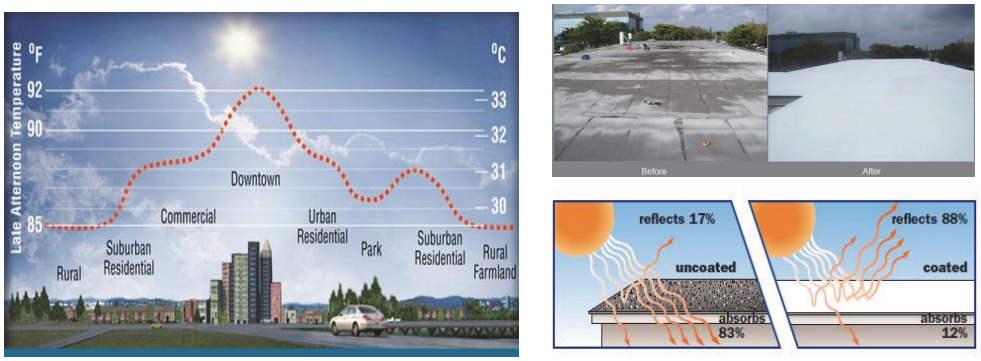
- 최종 성과물은 창호유형 및 건물 형태별 표준시공도서 및 시제품임
- 외벽 및 커튼월과 창호사이의 선형 열교 분석의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 독일에 비하여 약 40% 수준이며, 본 기술들의 최종 목표는 현장적용 및 사업화 (TRL 9) 단계로 설정
- 외벽 및 창호 사이의 선형 열교(psi)는 0.3W/m・k, 커튼월 및 창호사이의 선형 열교는 0.1W/m・k을 목표로 설정
- 이와 같이 단열창호 접합부 열교차단 보강에 따른 녹색건축물로 전환 시 고단열・고기밀 창호로 전환을 위해 접합부의 열교차단이 가능하고 단열 및 기밀, 구조성능을 보강 할 수 있음



[그림 3.9] 접합부 열교차단 외단열 시스템 제품 및 시공사례
(출처: 저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발 (2차년도) 보고서, KICT, 2015)

③ 후보과제의 핵심기술 중 「투습 및 방수기능을 갖는 외피 축열방지 보강 기술 개발」에 관한 세부내용은 아래와 같음.

- 현재의 건축물은 시멘트 콘크리트 위주로 되어있어 열이 반사되기보다는 축열되어 도시 열섬현상의 원인이 되며, 특히 옥상 면은 낮에는 태양의 직사광을 받아 축열되어 온도가 올라가고, 밤에는 열을 방사하기 때문에 열섬현상의 심각한 원인임
- 외피(지붕/벽/창호)의 유지보수를 위한 방수하자는 국내 건설시장에 발생하는 전체 하자 건수 중 30% 이상이며 대량의 폐기물 발생
- 외피(지붕/벽/창호) 부분은 외부 자연현상으로부터 받는 부정적인 영향의 강도가 타부분에 비하여 훨씬 크므로 이를 완화시켜 장기내구성을 보장되게 하는 별도의 조치가 필요함
- 한국기후에 적합하고 50℃ 이상 상승하는 외피(지붕/벽/창호)의 과열 방지 및 장기내구성을 갖는 옥상(지붕) 보강 기술 요구



[그림 3.10] 반사형 지붕에 대한 열적 특성과 온도저감 효과
(출처: The Heat Island Group at Lawrence Berkeley National Laboratory (http://heatisland.lbl.gov/), 2016)

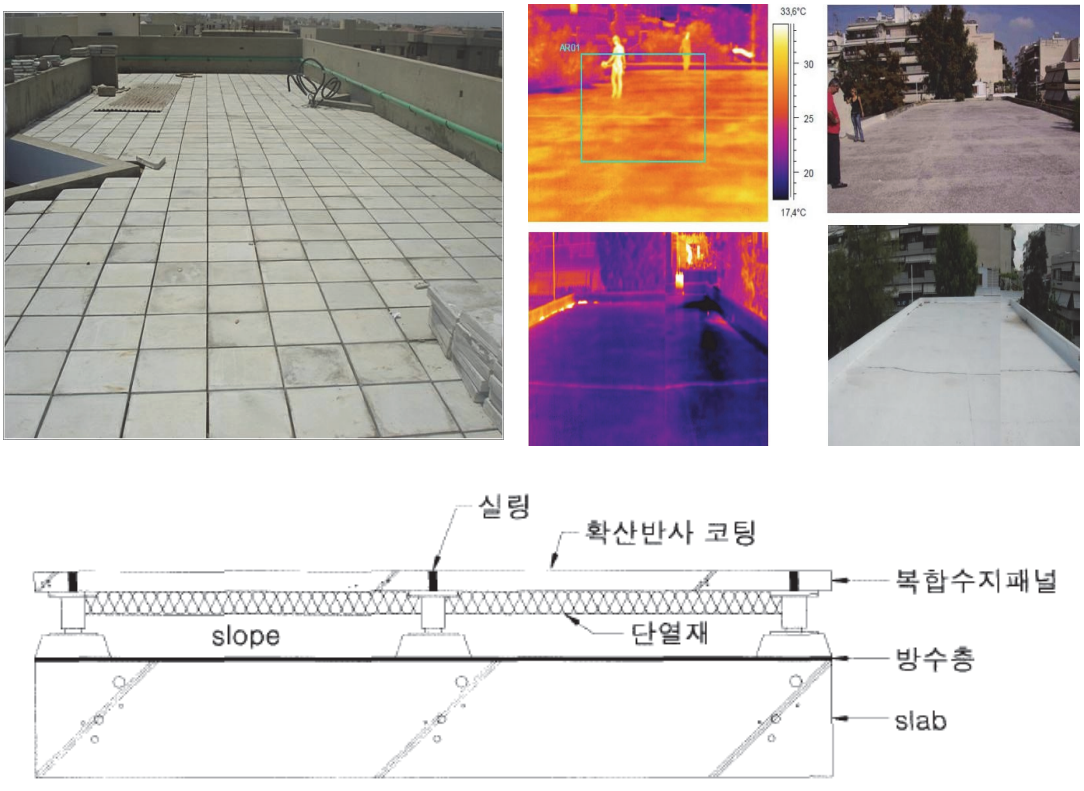
- 최종 성과물은 방수기능이 포함된 외단열 시스템 및 외피과열방지 시스템 시제품임
- 투습 및 방수기능을 갖는 지붕 측열방지 보강 기술의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 미국에 비하여 약 60% 수준이며, 본 기술의 최종 목표는 방수성 150% 향상 및 시제품 설치/성능시험 (TRL 8) 단계로 설정
- 외피과열방지 기술의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 미국에 비하여 약 60% 수준이며, 본 기술의 최종 목표는 내구성 120% 향상 및 시제품 설치/성능시험 (TRL 8) 단계로 설정

- 이와 같이 SRI 0.65 이상의 보급형 외피 과열방지 방수시스템에 따라 최상층 냉방부하 저감 및 장기내구특성에 따른 기존 공사비 대비 30% 절감 할 수 있을 것으로 예상되며, 신축건물의 에너지절약설계 및 기존건물 그린리모델링 지원사업에 활용할 수 있음

  ※ *SRI : solar reflectance Index (일사반사지수)*

[일사반사지수 (SRI) 기준]

- 미국의 환경보호국(Environmental Protection Agency)와 에너지국(Department of Energy)가 공동으로 부여하고 있는 Energy Star Roof 인증제도는 지붕을 통해 손실되거나 취득되는 막대한 에너지를 줄이기 위한 정부차원의 인증제도임.
- Energy Star 인증제도는 에너지절약 뿐 아니라 도시의 열섬현상을 막기 위한 정책으로 활용되고 있으며, 인증을 받기위해서는 SRI(일사반사지수) 0.65이상을 확보하도록 하고 있음.

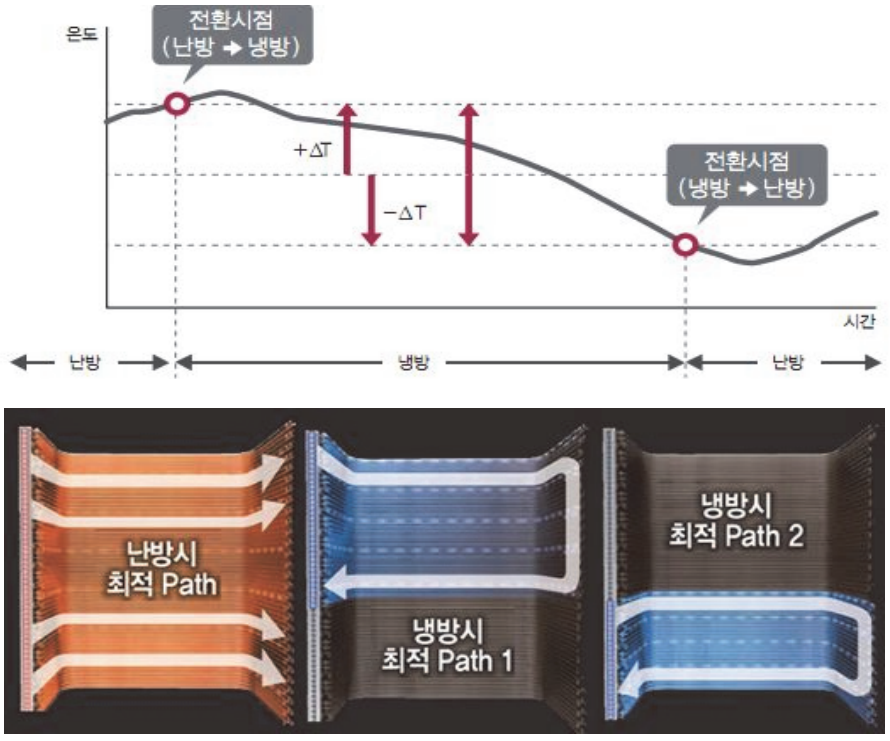


[그림 3.11] 외피(지붕) 축열 방지 시스템 개념

(출처: 확산반사형 옥상방수 초단열 이중바닥시스템 개발 연구보고서, KICT)

④ 후보과제의 핵심기술 중 「소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지 시스템 개발」에 관한 세부내용은 아래와 같음.

- 주택용 소규모 건물의 경우 대부분 실제 건물 부하보다 과다용량 설계되어 시스템의 효율 저하 및 운영비 상승의 결과로 이어짐
- '25년 제로에너지 건물의 의무화 대응 및 시장의 보급/활성화를 위해서는 비용 경제적인 요소기술의 패키지 기술에 대한 연구 필요
- 정부는 건물에너지 소비에 대한 중요성이 증가함에 따라 건물 에너지의 많은 부분을 차지하는 절약대상을 대규모 건물에서 중소규모 건물까지 확대함.
- 최종 성과물은 저비용·고성능의 소규모 건축물 냉난방 최적 운전/제어 및 관리 시스템임
- 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 최적 운전/제어 및 관리 시스템의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 독일에 비하여 약 40% 수준이며, 본 기술들의 최종 목표는 시제품 설치 및 성능시험 (TRL 8) 단계로 설정
- 이와 같이 저비용·고효율 에너지 저감 기술을 적용하여 기존의 소규모 및 주거용 건축물을 최적의 에너지 효율로 제어할 수 있는 한국형 건축물 그린 리모델링 기술로 활용



[그림 3.12] 소형 건축물 열원(냉난방/급탕/환기) 최적 운전 개념 예시
(출처: http://lgsupply.co.kr/n_products/, LG전자, 2015)

제3절 연구개발과제 구성

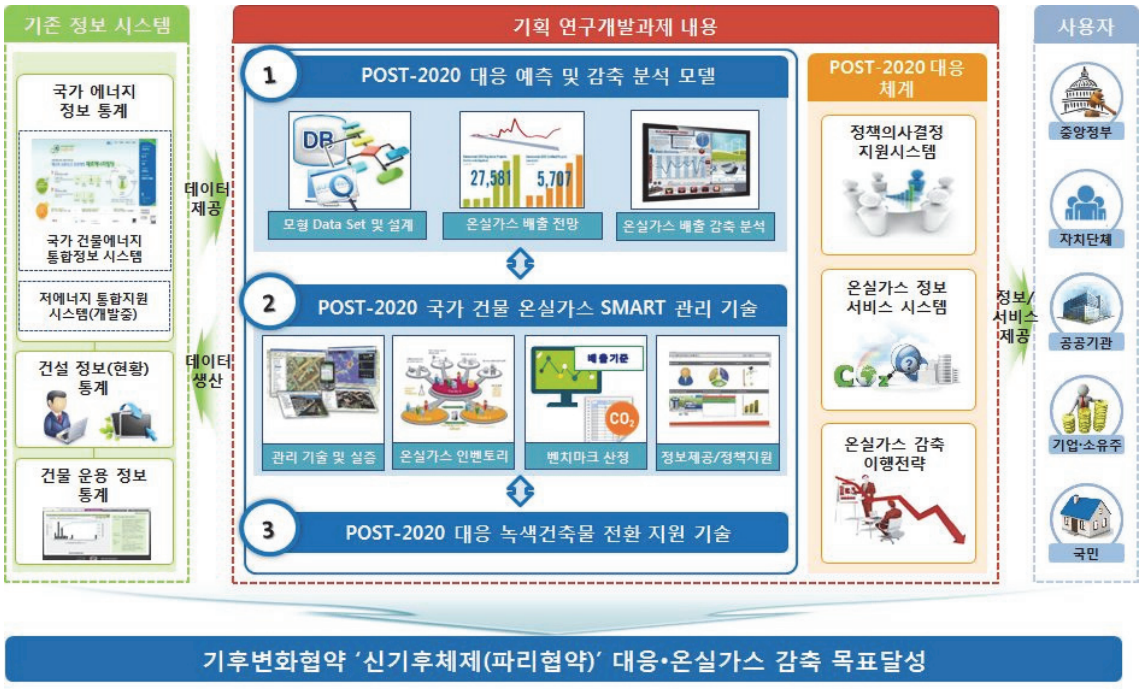
1. 연구과제의 전체 구성

○ “건물부문 온실가스 감축기술 개발 (**POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모델 및 통합관리시스템 개발**)” 연구개발 과제는 다음과 같이 전체연구를 구성함



[그림 3.13] 연구개발과제의 구성 및 체계

○ 본 연구개발의 세부연구내용 및 전체 구성에 대한 개념도는 다음과 같음



[그림 3.14] 연구개발과제의 전체 구성 개념도

○ 세부과제별 목표 및 구성

- **1세부과제 “POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 모델 개발”**로 2세부와 연계하여 모델 구축의 기초자료 확보 및 DB화와 분석-예측 기술에 초점을 맞추어 연구함. 2030년~2050년의 중장기 건물부문의 온실가스 배출량 전망 및 감축 잠재량 분석을 위한 시뮬레이션 기술을 개발하여 국가 수준에서 활용 가능한 모델 확보를 목표로 함

- **2세부과제 “POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증”**과제로 ‘국가 건물에너지 통합관리시스템’과 연계하여 화석연료 정보를 추가 구축한 건축물 정보 및 에너지소비량 정보 기반의 과거 및 현재의 건축물의 온실가스 배출 현황과 그 특성을 확보하고 정부기관 및 대국민 서비스를 하는 것을 목표로 함. 이를 위해 관련 기관 및 일반 국민으로부터 데이터를 공유하고 확보하는 공공개방형 빅데이터 연동 플랫폼을 구축하고 데이터베이스 관리시스템(DBMS) 구축을 통해 건축물 온실가스 배출량 관리 및 정보제공, 법령·제도 개선안 도출 및 산업육성 방안 마련을 목표로 함

- **3세부과제 “POST-2020 건물부문 온실가스 감축을 위한 공공추진형 녹색건축물 전환을 위한 지원 기술”** 과제로 2세부과제의 현황 정보를 활용하여 690만동의 건축물 중에서 개발 기술 대상, 적용 범위 등을 분석하고, 정부 또는 공공의 주체가 에너지 효율화 및 온실가스 감축 기술을 적용토록 지원하는 것에 목표가 있음. 기존기술 분야는 정부가 온실가스 감축 의무화 추진을 위해 확보해야 하는 ‘공공 추진형 녹색건축물 전환 지원 기술’을 개발하는 것에 세부과제의 목표가 있음

2. 세부과제 구성

가. 세부과제 도출

○ 세부 과제를 도출하기 위하여 이전에 수집한 기술 수요 조사과제들을 대상으로 기술 중요도, 기술수준 등을 고려하여 기획위원회 및 전문 기술위원회를 대상으로 과제를 도출하였음

- 각각 1~3 세부과제별 기술위원회를 대상으로 기술 수요 조사과제들의 기술적 중요도를 분석한 후, 분석결과를 종합하여 최종 세부 과제를 도출함
- 최종적으로 도출된 세부 과제들은 과제 추진체계 및 세부 연구내용을 구성하는 기초자료로 활용됨

나. 기술 중요도 분석

○ 기술의 중요도 분석은 본 기획과제의 방향설정 및 성과제고를 위한 중요한 절차로서, 전체 연구의 가치가 극대화 될 수 있도록 사회적 요구와 필요성이 높은 유망 기술에 자원을 배분하기 위한 도구임

○ 기술의 중요도 분석은 기존 연구동향 및 관련 기술위원(전문가)들과 자문회의를 통해 도출된 결과를 활용함

다. 세부과제 도출 및 연구내용

○ 2장의 국내·외 동향분석 결과와 전문가 자문회의, 기술위원회 결과에 기초하여 본연구(실제연구) 추진을 위한 과제를 도출함

○ 최종적으로 총 12개의 과제가 도출됨

<표 3.7> 과제구성 결과(기술트리)

과제명		연구내용
1 세부과제 Post-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 모델 개발	(세부과제 1-1) 국가 건물정보기반의 독자적인 상향식 온실가스 전망 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술 개발	• 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축
		• 국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 전망 시뮬레이션 기술 개발
		• 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술 개발
		• POST-2020 건물부문 온실가스 감축 방안 의사결정지원 툴(Tool) 개발
2 세부과제 Post-2020 대응 국가 레벨의 건물 온실가스 SMART관리 기술 개발 및 실증	(세부과제 2-1) 빅데이터 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발·실증 및 건물부문 온실가스 인벤토리 구축	• 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
		• 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축
	(세부과제 2-2) 건물부문 온실가스 벤치마크 산정 기술 및 정보제공 기술 개발	• 건물부문 온실가스 벤치마크 산정 기술 개발
		• 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축
3 세부과제 Post 2020 건물부문 온실가스 감축을 위한 공공추진형 녹색건축물 전환 지원 기술 개발	(세부과제 3-1) 공공 추진형 녹색건축물 전환 의무화 지원을 위한 기술 개발	• 6층 이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열 시스템 기술 개발
		• 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술 개발
		• 투습 및 방수기능을 갖는 지붕 축열 방지 보강 기술 개발
		• 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지시스템 기술 개발

3. 기술의 정의

○ 도출된 세부 과제별로 기술의 정의 및 성과물, 성과지표를 아래와 같이 정립하였음

<표 3.8> 세부 과제별 기술의 정의 및 성과물

과제명	기술 키워드	기술의 정의	성과물 및 성과지표
건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축	건물정보기반, 데이터베이스(DB), 모형 Data Set	국가 수준의 건물부문 온실가스 전망 및 분석 시뮬레이션 기술에 기초자료로 제공되어야 하는 데이터베이스(DB)를 구축하는 것으로 국가 통계의 건물정보(통계청, 건설통계, 에너지통계 등)기반의 데이터베이스 구축이 핵심 과제임. 과거실측 및 국가통계기반의 건물정보 및 에너지특성 정보를 모형 구성을 위한 데이터 세트(Data Set)을 구성하고 추가자료의 수집과 필요시 요구데이터 구축이 요구됨.	• 사회·경제적 전제조건 과거실적 및 전망 • 모형 입력 모듈 데이터베이스(DB) 구축 • 필요 에너지기술 데이터 DB • 기술특성 데이터(DB) • 온실가스 감축 방안 비용 데이터(Cost DB)
국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술 개발	예측 모형 설계, 건물특성 구조화(RES), 배출 전망 시뮬레이션 기술	건물 정보기반의 데이터베이스로부터 과거 확산 형태분석 및 미래 양상 예측 모형을 개발하고 건물 특성 구조화(RES, Reference Energy System) 설계 및 모듈화, 온실가스 배출 전망 시뮬레이션 기술(상향식 시나리오 예측 모형, 최적화 선형예측 모형)을 통한 전망 모델 개발하여 2030년~2050년 중장기 온실가스 배출 전망치 도출	• 예측모형 설계 및 RES • 분석엔진 및 알고리즘 • 온실가스 배출 전망 시뮬레이션 기술(S/W) • 중장기 온실가스 배출 전망
건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술	감축 잠재량 분석, 감축 시나리오, 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술	건물부문 온실가스 예측 시뮬레이션 기술과 연계하여 감축잠재량 분석 모형 설계 및 data set를 구성하고, 시나리오 분석형 상향식 온실가스 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술 개발, 최적화 선형예측 모형을 이용한 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술 개발을 통해 건물부문에서의 POST-2020 온실가스 감축 잠재량	• 분석 모형 엔진 및 알고리즘 • 온실가스 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술(S/W) • 유효성 평가 및 신뢰성 검증

과제명	기술 키워드	기술의 정의	성과물 및 성과지표
		파악 및 목표 설정의 합리적인 의사결정을 위해 온실가스 감축 잠재량 분석 수행, 분석결과에 대한 신뢰성 확보를 위해 분석 모형의 유효성 평가 및 신뢰성 검증 연구	
POST-2020 건물부문 온실가스 감축 방안 의사결정지원 기술	의사결정, 감축효과 분석, 이행점검 지표	건물부문에서의 POST-2020 온실가스 감축 목표 및 감축잠재량에 대한 사회경제적, 비용효과적인 감축방안에 대한 의사결정을 지원할 수 있는 시스템 및 툴 개발. 시나리오 기반의 최적 의사결정 지원시스템을 개발하고 감축목표 이행에 따른 감축 달성 수준 및 비용 최적 방안 연구	• 사회경제적, 비용효과적 감축잠재량 및 방안 분석 • 의사결정 지원 툴(Tool)
빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발	빅데이터(Big Data), 온실가스 SMART 관리 기술	건물부문 온실가스SMART(Strategy·Monitoring· Analysis·Reporting·Technology) 관리 기술의 Framework 설계, 기존 정보 사이트와의 연동 플랫폼, 그리고 국가 건물 온실가스 빅데이터(Big Data) 분석 도구를 통한 웹기반 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술	• 국가 건물 온실가스 SMART 관리시스템의 Framework • 기존 정보와의 연동 플랫폼 • 국가 건물 온실가스 빅데이터(Big Data) 분석 도구
국가건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축	국가 건물에너지 통합관리시스템, 온실가스 인벤토리	국가 건물에너지 통합관리시스템 Data 분석, 화석연료 DB 추가 구축 및 DB 변환을 통해 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 배출량 산정방법 개발하고 온실가스 배출원단위를 도출, 온실가스 배출 현황 및 특성을 감안한 건물부문 온실가스 인벤토리 구축	• 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 인벤토리 • 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 배출량 DB
건물부문 온실가스 벤치마크 산정 기술 개발	온실가스 배출량, 벤치마크 산정기술	건축물 및 온실가스 배출량 특성 기반의 건축물 분류체계에 따른 건축물 온실가스 배출기준과 보정계수를 개발하여 건물부문 온실가스 벤치마크를 산정하는 기술	• 건축물 및 온실가스 배출량 특성 기반의 건축물 분류체계 • 건축물 온실가스 배출기준 및 보정계수 • 건축물 온실가스 벤치마크

과제명	기술 키워드	기술의 정의	성과물 및 성과지표
건물부문 온실가스 배출 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축	건물부문 온실가스 관리, 모니터링, 정보 제공, 정책 지원	건물부문 온실가스 정보를 활용한 개별 특성 및 상관관계 분석, 변화 추이 등 대국민 제공 컨텐츠를 개발하고, 정보 제공을 위한 사용자 친화형 인터페이스의 구축, 국가 건물에너지 및 온실가스 통합관리시스템의 빅데이터 분석을 통한 신규 통계 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축	• 온실가스 정보를 통한 컨텐츠 제공 • 건물용도별 배출량 및 배출 원단위 제공 • 배출특성별 상관관계 제공 • 지역별 온실가스 배출 경보 정보제공 서비스 • 유사용도 배출량 비교 • 녹색건축물 전환을 위한 지원 기술 • 건물부문 온실가스 관련 기술기반 법령 및 제도 개선안 제안 • 국가 건물부문 온실가스 감축 관련 일자리 창출 및 산업 육성 방안 제안
6층이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열 시스템 기술	외단열, 난연기술개발, 에너지 저감	화재확산 방지 차원에 일환으로 내화기준에 적합한 자재 개발 및 기존 단열재(EPS, XPS, GW 등)를 적용한 화재 확산 방지를 위한 한국형 외단열시스템 개발	• 화재확산 방지 외단열 시스템(시제품) 및 자재 개발 • 외단열시스템 시공지침 • 외단열시스템 표준 시방서 및 설계도서
단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술	고달연, 고기밀, 공법개발, 에너지 저감	제품 간의 열교손실을 최소화할 수 있도록 하기 위하여 건물형태 및 외피 시스템에 따른 접합부 열교차단 공법이 융합된 고단열 고기밀 단열창호 기술 개발	• 창호유형 및 건물 형태별 표준시공도서 • 설치 최적화를 위한 부자재(시제품)
투습 및 방수기능을 갖는 지붕 축열방지 보강 기술	방수, 외피, 축열, 에너지 저감	도시의 열섬현상 심각함에 따라 한국기후에 적합하고 -30~+50℃의 외벽축열 방지를 위해 기존 건물에 활용할 수 있는 건물 외피(외벽,지붕) 축열방지 시스템 및 일사반사율을 고려한 투습기능의 융합 방수 시스템 개발	• 외피과열방지 시스템 • 외피과열방지 시스템 기술기준 및 가이드라인 • 현장 설치된 외피과열방지 시스템 시제품
기존 소규모 건축물의 냉난방 공급시스템 패키지 기술 개발	기존 건축물, 고효율, 저비용, 에너지 저감	주택용 소규모 건물의 경우 실제 건물 부하보다 과다용량 설계되어 시스템의 효율 저하 및 운영비가 상승함에 따라 기존 건축물을 대상으로 초기 설비 투자비/운영비 20% 절감 및 에너지 사용량 30%를 저감 할 수 있는 냉난방 시스템 개발	• 소규모 기존 건축물 냉난방 최적 운전 및 제어시스템 • 최적 운전 알고리즘과 연동되는 범용적 관리 시스템

제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 세부과제별 주요내용

- 1 세부과제 : POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 모델 개발

<표 3.9> 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축

과제명	• 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축
연구목표	• 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 건물정보기반 데이터베이스(DB) 구축
연구 필요성	• 미래 중장기 상황에 대한 예측 및 분석을 위해 과거 및 국가 통계기반의 건물정보(건설현황, 에너지소비특성, 용도특성, 에너지DB 등) 데이터베이스 구축
기술유형/성과유형	• 기초/DB
주요 구성기술	• 건물부문 온실가스 배출 현황 분석(TC-3 연계) : 인벤토리(TC-3)로 도출된 에너지원별, 용도별, 규모별 온실가스 또는 에너지 • 실측 및 국가 통계기반의 건물정보 Data Set 구축 • 건물정보 외 추가자료 수집 및 Data 구축 : 필요 에너지기술 데이터, 시뮬레이션 기술을 통한 특성 데이터 등 • 건물 에너지효율화 기술 및 온실가스 감축 방안의 비용데이터 구축
기술확보전략	• 기존 에너지 효율화, 탄소저감 도시조성 기술 관련 국가 R&D 과제에서 구축한 DB 또는 기 구축된 에너지 기술 DB를 최대한 활용하되 필요한 자료는 추가로 수집하여 확보 • TC-3의 국가 건물에너지 통합관리시스템 또는 건물부문 온실가스 통합정보·관리 시스템을 통해 얻어지는 온실가스 배출 특성 DB 활용하여 Data Set 구축 • 통계청 통계정보시스템, 국토해양 건설통계, 에너지총조사, 기술특성조사 보고서 등 국가 통계기반의 건물정보를 수집하고 재편집하여 수집 : 관련 DB 및 통계를 보유하고 구축하고 있는 국가 기관, 공공기관과 긴밀한 협조체계 마련
기존기술 활용방안	• 기존 에너지 효율화, 탄소저감 도시조성 기술 관련 국가 R&D 과제에서 구축한 DB 또는 기 구축된 에너지 기술 DB를 최대한 활용
최종성과물 활용방안	• 건물부문 미래 중장기 온실가스 배출량 전망(예측) 기술의 기초데이터로 활용 • 건물부문 온실가스 배출량 및 감축 잠재량 분석 기술을 위한 기초알고리즘 제공 • 국가 건물부문의 온실가스 배출 특성을 파악하고 지원 체계 개발을 위한 기초적인 기술 자료로 활용

<표 3.10> 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술 개발

과제명	• 국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술 개발
연구목표	• 국가 건물정보 기반의 중장기 미래 건물부문 온실가스 예측 시뮬레인션 기술 개발 및 실증
연구 필요성	• POST-2020 온실가스 감축목표 달성을 위해 국가 건물부문의 2030년 또는 2050년까지의 온실가스 배출 전망(배출 전망치, BAU)이 선제적으로 이루어져야 함
기술유형/성과유형	• 기초/분석엔진
주요 구성기술	• 국가 건물정보 기반의 온실가스 구조 분석 및 입력데이터/변수 DB 구축 • DB에 근거한 과거 확산 형태분석 및 미래 양상 예측 모형 개발 • 건물 특성 구조화 RES(Reference Energy System) 설계 및 모듈 개발 : 건물부문 에너지수요를 계측별, 서비스별로 상세화하여 RES 구조 확장 • Baseline 중장기 온실가스 배출 전망 시뮬레이션 기술 개발 : 상향식의 시나리오 예측 분석 모형 및 최적화 선형예측 모형 개발 • 국내 온실가스 배출 실적 및 전망치와 부합화 연계 분석
기술확보전략	• 중장기 건물부문 온실가스 예측 모형의 정확성을 확보할 수 있는 전문 인력 확보 • 주요선진국 및 국제연구기관(IIASA, IEA 등)과의 학술적 교류, 인적 네트워크를 활용한 시뮬레이션 기술의 정합성 확보
기존기술 활용방안	• 기존 시뮬레이션 기술(에경연 에너지전망, 국가 통합모형 등)과의 비교검증을 통한 불확실성 개선
최종성과물 활용방안	• POST-2020 건물부문 미래 중장기 온실가스 배출 전망치(BAU)의 데이터로 활용 • 건물부문 온실가스 감축 잠재량 분석 기술을 위한 기초알고리즘 제공

<표 3.11> 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술

과제명	• 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술
연구목표	• POST-2020 온실가스 감축 잠재량 분석 및 목표 달성을 위한 건물부문 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술 및 실증
연구 필요성	• 건물부문에서의 POST-2020 온실가스 감축 잠재량 파악 및 목표 설정의 합리적인 의사결정을 위해 온실가스 감축 잠재량 분석이 필요
기술유형/성과유형	• 기초/분석엔진
주요 구성기술	• 건물부문 온실가스 예측 시뮬레이션 기술과 연계하여 Baseline에 근거한 감축잠재량 분석 모형 설계 및 data set 구성 • 본 연구에 적용 가능한 온실가스 감축 시나리오 개발 • 시나리오 분석형 상향식 온실가스 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술 개발 • 최적화 선형예측 모형을 이용한 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술 개발 • 분석 모형의 유효성 평가 및 신뢰성 검증
기술확보전략	• 중장기 건물부문 온실가스 예측/분석 모형을 정확하게 개발할 수 있는 전문 인력 확보 • 주요선진국 및 국제연구기관(IIASA, IEA 등)과의 학술적 교류, 인적 네트워크를 활용한 시뮬레이션 기술의 정합성 확보
기존기술 활용방안	• 기존 시뮬레이션 기술(에경연 에너지전망, 국가 통합모형 등)과의 비교검증을 통한 불확실성 개선
최종성과물 활용방안	• POST-2020 건물부문 온실가스 감축 잠재량 설정 및 목표 설정의 기초알고리즘 제공 • 건물부문 온실가스 감축 및 이행계획 수립을 위한 기초자료 제공

<표 3.12> 온실가스 감축 방안 의사결정지원 툴(Tool) 기술

과제명	• POST-2020 건물부문 온실가스 감축 방안 의사결정지원 기술
연구목표	• POST-2020 온실가스 감축 잠재량 설정 및 감축방안 검토를 위한 의사결정지원 기술 개발
연구 필요성	• 건물부문에서의 POST-2020 온실가스 감축목표 설정의 합리적인 • 의사결정을 위한 과학적 준거 마련 필요
기술유형/성과유형	• 응용/이용기술
주요 구성기술	• 건물부문의 온실가스 감축 목표 달성을 위한 적정 감축방안 선정방법 개발 • 선정 감축방안의 감축잠재량 및 감축비용 평가 기술 개발 • 시나리오 기반 최적 의사결정지원시스템 기술 개발
기술확보전략	• 건축물에서의 에너지 절감 및 온실가스 감축 방안 관련 전문가 확보 • 온실가스 예측 및 감축 시뮬레이션 기술과 연계 확보 • 가치평가, 감축효과 평가 등 기존 평가 방법론 검토
기존기술 활용방안	• 해당 기술은 개발되어 있지 않은 신기술임
최종성과물 활용방안	• POST-2020 건물부문 온실가스 감축 목표 설정 및 이행방안 마련을 위한 과학적 준거 제시 • 중장기 건물부문 온실가스 감축 이행 확인 및 관리를 위한 기초알고리즘 제공

- 2 세부과제 : POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

<표 3.13> 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

과제명	• 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
연구목표	• 국가 건물부문 온실가스 빅데이터(Big Data) 통합관리를 통한 SMART 관리시스템 구축
연구 필요성	• POST-2020 국가 온실가스 감축 목표(2030년까지 BAU 대비 37% 감축)에 달성을 위하여 건물부문 온실가스 감축을 위한 효과적인 정부 정책 개발 필요 • '정부 3.0' 정책에 대응하고, 공공·민간 건물부문 온실가스 배출량 절감 의식 향상 필요 • 이를 위해, 온실가스 빅데이터(Big Data) 기반의 "국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증" 필요
기술유형/성과유형	• 응용 / 이용기술, 시스템(S/W) 개발
주요 구성기술	• 국가 건물부문 온실가스 SMART 관리 기술 및 시스템 Framework 설계 • 기존 정보와의 연동 플랫폼 개발 • 국가 건물 온실가스 빅데이터(Big Data) 분석 도구 개발 • 웹기반 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
기술확보전략	• 빅데이터(Big Data) 기반의 통합관리시스템 개발 사례 (국가온실가스 종합정보시스템(사업체 단위)) 벤치마킹 • 빅데이터(Big Data) 기반 통합관리시스템 개발 관련 전문가 확보
기존기술 활용방안	• 국가 건물에너지 통합관리시스템의 DB 활용 • 기존 국가 빅데이터(Big Data) 관리 및 분석 체계에 대한 비교 검증
최종성과물 활용방안	• 건물부문 온실가스 정보를 공공에 개방함으로써 건축물별/지역별 온실가스 배출량 현황 파악 • 건물부문 온실가스 감축목표 달성을 위한 국가 정책 개발 지원

<표 3.14> 건물부문 온실가스 인벤토리 구축

과제명	• 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축
연구목표	• 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 배출 특성 및 관리를 위한 인벤토리 구축
연구 필요성	• 온실가스 배출권거래제 시행, 감축목표 수립 및 이행 점검 등 관련 정책 추진과 온실가스 배출 특성, 감축 효과 분석 및 통합 관리를 위하여 bottom-up 방식의 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 인벤토리 구축 필요
기술유형/성과유형	• 응용 / DB, 정책제안, 시스템(S/W) 개발
주요 구성기술	• 국가 건물에너지 통합관리시스템 Data 분석 및 인벤토리 연계 방안 수립 • 화석연료 DB 구축 및 건물부문 온실가스 DB 변환 • 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 배출량 산정방법 개발 • 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 배출량 DB 구축 및 DBMS 개발 • 온실가스 배출 현황 및 특성을 감안한 온실가스 인벤토리 구축
기술확보전략	• 온실가스 배출량과 지역·용도·규모와의 상관관계 분석 • 지역별/건물특성별/에너지원별 온실가스 배출량 산정 • 국가별 온실가스 인벤토리 구축사례 벤치마킹
기존기술 활용방안	• IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change; 기후변화에 관한 정부간 협의체) 가이드라인 방법론 활용 • 국가 건물에너지 통합관리시스템 DB 활용
최종성과물 활용방안	• 온실가스 인벤토리를 활용한 관리특성별 온실가스 배출특성 분석 • 온실가스 인벤토리를 활용한 온실가스 배출량 감축정책 수립 • 감축 수단의 이행 점검 및 수요관리 방안 수립

<표 3.15> Benchmark 산정 기술 및 시스템 개발

과제명	• 건물부문 온실가스 배출량 벤치마크 산정 기술 개발
연구목표	• 건물부문 온실가스 배출량 벤치마크 산정
연구 필요성	• 온실가스 배출량의 중·장기적 절감목표 수립을 위한 세대별/건물별/지역별 합리적인 평가기준 필요 • 건물부문 온실가스 목표관리제 및 배출권 거래제 시행에 대비하기 위한 건물부문 온실가스 배출량 비교·평가 기준 필요
기술유형/성과유형	• 응용 / 기준(지침), 이용기술 개발
주요 구성기술	• 건축물 온실가스 배출량 DB 연계 기술 개발 • 건축물 및 온실가스 배출량 특성 기반의 건축물 분류체계 개발 • 건축물 온실가스 배출기준 및 보정계수 개발 • 건축물 온실가스 벤치마크 개발
기술확보전략	• 지역별/건물특성별 건축물 특성 정보 및 온실가스 배출량 정보 수집 • 국내·외 온실가스 벤치마크 산정 사례 벤치마킹 • 국내·외 온실가스 벤치마크 산정 관련 전문가 확보
기존기술 활용방안	• 국가 건물에너지 통합관리시스템의 DB 활용 • 기존 시뮬레이션 분석 기술과의 비교검증을 통한 정확성 확보 • 타 부문 온실가스 벤치마크 산정 기술과의 비교·분석
최종성과물 활용방안	• 지역별/건물특성별 온실가스 배출량 감축목표 수립을 통한 온실가스 목표관리제 및 배출권 거래제 활용 • 건물부문 온실가스 배출 현황 파악을 통한 중점 관리대상 및 그린리모델링 대상 건물 파악 • 건물부문 온실가스 감축목표 달성 계획 수립을 위한 정보제공 및 의사결정 지원

<표 3.16> 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축

과제명	• 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축
연구목표	• 건물부문 온실가스 배출량 및 감축실적 관련 다양한 온실가스 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축
연구 필요성	• 온실가스 감축 목표를 달성하기 위한 배출 현황, 유사건물의 배출량 비교, 감축 목표, 이행 계획 및 검증 등 건물부문 온실가스 통합 관리 정보 필요
기술유형/성과유형	• 기초 / 정책제안, 기준(지침), 이용기술, 시스템(S/W) 개발
주요 구성기술	• 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 정보를 통한 컨텐츠 개발 (개별 특성 및 상관관계 분석, 변화 추이, 온실가스 배출 현황 등) • 유사건물의 배출량 비교, 감축 목표, 감축 이행 계획 및 검증, 녹색건축물 전환을 위한 지원 기술 등 건물부문 온실가스 통합 관리 정보 기술 개발 • 건물부문 온실가스 정보 제공 및 지원을 위한 사용자 친화형 인터페이스 구축 • 건물부문 온실가스 관련 기술기반 법령 및 제도 개선안 제시 • 국가 건물부문 온실가스 감축 관련 일자리 창출 및 산업 육성 방안 제시
기술확보전략	• 빅데이터 분석 및 통계 전문가 확보 • 국내·외 선진사례 벤치마킹 • 국가 중점 관리 건축물 및 녹색건축물에 적용된 데이터베이스 구축
기존기술 활용방안	• 국가 건물에너지 통합관리시스템 및 국내 에너지 관련 통계 데이터 활용 • 국가 녹색건축물 에너지 정책 로드맵 활용 • 지자체별 온실가스 감축 이행계획 수립 자료 분석
최종성과물 활용방안	• 건물부문 온실가스 배출량 관리 및 감축 목표 설정 • 감축 목표 달성을 위한 단계별 이행 계획 수립 지원 • 이행 계획 수립을 위한 의사결정 지원 • 건설 및 기후변화대응 등 온실가스 감축 신기술 시장 활성화

- 3 세부과제 : 온실가스 감축을 위한 공공추진형 녹색건축물 전환을 위한 지원 기술 개발

<표 3.17> 6층이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열시스템 기술

과제명	• 6층이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열시스템 기술
연구목표	• 난연 유기계 단열재를 적용한 화재 확산 방지 위한 한국형 외단열시스템 개발
연구 필요성	• 2016년 4월 시행된 '건축물 마감재료의 난연성능 및 화재 확산 방지구조 기준(고시)'의 내용을 충족하기 위한 확보 기술 미비 • 건축물의 온실가스배출 저감 기술요소 중 외단열시스템의 경우 가성비가 가장 우수하나, 6층이상 건축물의 경우 외단열시스템을 적용하기 위해서는 난연이상의 단열재적용이 필요한 사항 • 현재 대부분의 외단열시스템에 적용되는 단열재의 경우 EPS가 사용되고 있으며, EPS를 적용하여 내화기준에 적합한 외단열시스템은 현재 없는 상황
기술유형/성과유형	• 기술유형 : 응용 • 성과유형 : 시스템, 자재
주요 구성기술	• 화재 확산 방지를 위한 외단열시스템 기준 정립 • 난연 유기계 단열재 생산 및 시공 기술 개발 • 준불연 외단열 시스템 및 외벽 보강 기술개발
기술확보전략	• 외단열 미장마감 시스템 전문가 확보 • 고층건축물의 외단열을 주도하는 선도국의 선진사례 벤치마킹
기존기술 활용방안	• 기존 외단열시스템 시공 방식 활용 • ETAG004, 014 기준을 활용한 시스템의 신뢰성 확보
최종성과물 활용방안	• 6층이상 건축물의 화재확산방지를 위한 난연 유기질단열재의 사용 • 장기적 내구성을 보증하는 외단열시스템 도입

<표 3.18> 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술

과제명	• 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술
연구목표	• 건물형태 및 외피 시스템에 따른 적용 및 설치 방법 개발
연구 필요성	• 건물에 있어서 현재 연구되고 있는 온실가스 배출 저감 기술은 각각의 요소기술 개발을 통한 특정 건자재의 성능향상 및 고효율화에 목적을 두고 있음 • 이렇게 개발된 고효율 건자재를 통합적으로 적용, 관리 및 설치하는 기술은 검토 되고 있지 않고 있음 • 특히, 외피 시스템의 경우 제품이 고단열화 됨에 따라 제품 간의 열교손실이 극대화 될 것으로 예상되며 이를 최소화 하기 위한 기술개발이 필요한 실정임.
기술유형/성과유형	• 기술유형 : 상용화 기술 • 성과유형 : DB 및 적용 기준
주요 구성기술	• 접합부 열교차단공법 설계 및 시공가이드 라인 • 열교차단 소재 및 융합형 설치 제품 개발 • 건물 및 외피 시스템에 따른 열교회피 설치 기술 • 이종간 접합부 열교차단공법 단열창호 기술
기술확보전략	• 해외 창호 및 시공 방법 벤치마킹 • 국내 창호 설치에 관련된 데이터베이스 구축 및 선형 열교 분석 • 국내 건축환경에 적합한(내단열 및 기타) 설치 기법 최적화
기존기술 활용방안	• 현재 사용 되고 있는 3D 차원 열교 해석 기법 적용 • 외피 시스템에서 사용되고 있는 열교 방지제품을 기반으로 한 설치 기법 도출
최종성과물 활용방안	• 건물 유형에 따른 창호 시스템 및 커튼월 시스템 설치 방법 • 현재 사용되고 있는 창호의 효율 등급제와 병형하여 다영한 고단열 창호 적용 기술 제공

<표 3.19> 투습 및 방수기능을 갖는 지붕 축열방지 보강 기술

과제명	• 투습 및 방수기능을 갖는 지붕 축열방지 보강 기술
연구목표	• 도시온도 2K 완화를 위한 SRI 0.65 이상의 보급형 옥상 과열방지 방수시스템 개발
연구 필요성	• 한국기후에 적합하고 -30~+50℃의 외벽축열 방지를 위해 건물외피에 투습·방수기능을 부여한 신개념 외피 기술 요구
기술유형/성과유형	• 응용/ 이용기술
주요 구성기술	• 옥상(지붕) 과열방지 시스템 확산을 위한 기준 및 가이드 개발 • 옥상(지붕) 과열방지 성능 평가 및 시험법의 표준화 개발 • 열반사율을 고려한 SRI 0.65 이상 및 투습기능의 융합 방수 시스템 개발 • (SRI : solar reflectance Index (일사반사지수)) • 옥상(지붕) 과열방지 보강기술 적용을 위한 시범사업
기술확보전략	• 도시열환경 시뮬레이션 전문가 확보 • 미국 뉴욕, 시카고 등 해외 선도국의 적용사례 벤치마킹
기존기술 활용방안	• 옥상 방수기술에 대한 기존 기술 활용방안 검토 • 일사 반사에 의한 도시열섬완화효과에 대한 기존 시뮬레이션 비교를 통한 정확성 확보
최종성과물 활용방안	• 도시온도 2 K 저감을 위한 열섬완화기술로 활용 • 최상층 냉방에너지 절감을 위한 지붕 일사차단기술로 활용 • 장기 내구성을 갖는 옥상방수시스템으로 활용

<표 3.20> 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지시스템 기술 개발

과제명	• 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지시스템 기술 개발
연구목표	• 저층(5층 이하) 기존 건축물을 대상으로 초기 설비 투자비/운영비 20% 절감 및 에너지 사용량 30%를 저감 할 수 있는 소형 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지 시스템 개발
연구 필요성	• 주택용 소규모 건물의 경우 대부분 실제 건물 부하보다 과다용량 설계되어 시스템의 효율 저하 및 운영비 상승의 결과로 이어짐 • '25년 제로에너지 건물의 의무화 대응 및 시장의 보급/활성화를 위해서는 비용 경제적인 요소기술의 패키지 기술에 대한 연구 필요
기술유형/성과유형	• 기술유형 : 상용화 기술 • 성과유형 : 적용 기준 및 적용 기술
주요 구성기술	• 소규모 주택 단위 열원 부하 기준 및 설계 가이드라인 개발 • 저비용 고성능 주택용 소규모 열원 시스템 최적 패키지 기술 – 소규모 주택 단위 열원 부하 기준에 부합하는 보일러 및 에어컨 기술 – 소규모 주택 및 건축물에 적용 가능한 고효율 환기시스템 기술 – 지역기후/규모/에너지사용패턴을 고려한 시스템 package 기술 • 주택용 소규모 열원 package 시스템 실용화 및 실증 – 모니터링 및 성능검증 방안 제시 – 개발 기술에 대한 실제 규모 기반 성능 검증
기술확보전략	• 기존 에너지효율기자재 보일러 및 에어컨 기술의 보완 • 기존의 소규모 건축물의 최적 운전 기술 및 연동 기술 적용
기존기술 활용방안	• 건물에너지 통합관리시스템의 DB 활용 • 기존 시뮬레이션 분석 기술과의 비교검증을 통한 정확성 확보
최종성과물 활용방안	• 기존의 소규모 및 주거용 건축물의 비용 최적화 에너지 개보수 기술로 활용 • 기존의 소규모 및 주거용 건축물을 최적의 에너지 효율로 제어할 수 있는 시스템으로 활용

2. 추진전략

가. 연구추진 체계

○ 본 기획에서 수립하는 “건물부문 온실가스 감축기술 개발 (POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합 관리 기술 개발 기획)” 과제는 건물부문 온실가스를 체계적이고 과학적으로 관리하기 위한 핵심요소기술을 개발하고 이를 유기적으로 연계한 패키지화된 통합관리기술을 개발하는 과제로 연구의 목적과 최종결과물의 성격상 **“연구단 수준”의 추진체계 구성 추진 또는 세부과제별 과제 추진**이 적합할 것으로 판단됨

나. 추진조직

○ “건물부문 온실가스 감축기술 개발 (POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합 관리 기술 개발 기획)” 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 “POST-2020 대응을 위한 국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 감축모델 개발” 및 “POST-2020 대응 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 국가 건물 온실가스 통합 관리 기술”을 개발하고 완성도를 제고하기 위해서는 온실가스 관련 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 연구성과물을 도출하고, 이의 활용이 이루어질 수 있도록 연구 추진체계를 구성

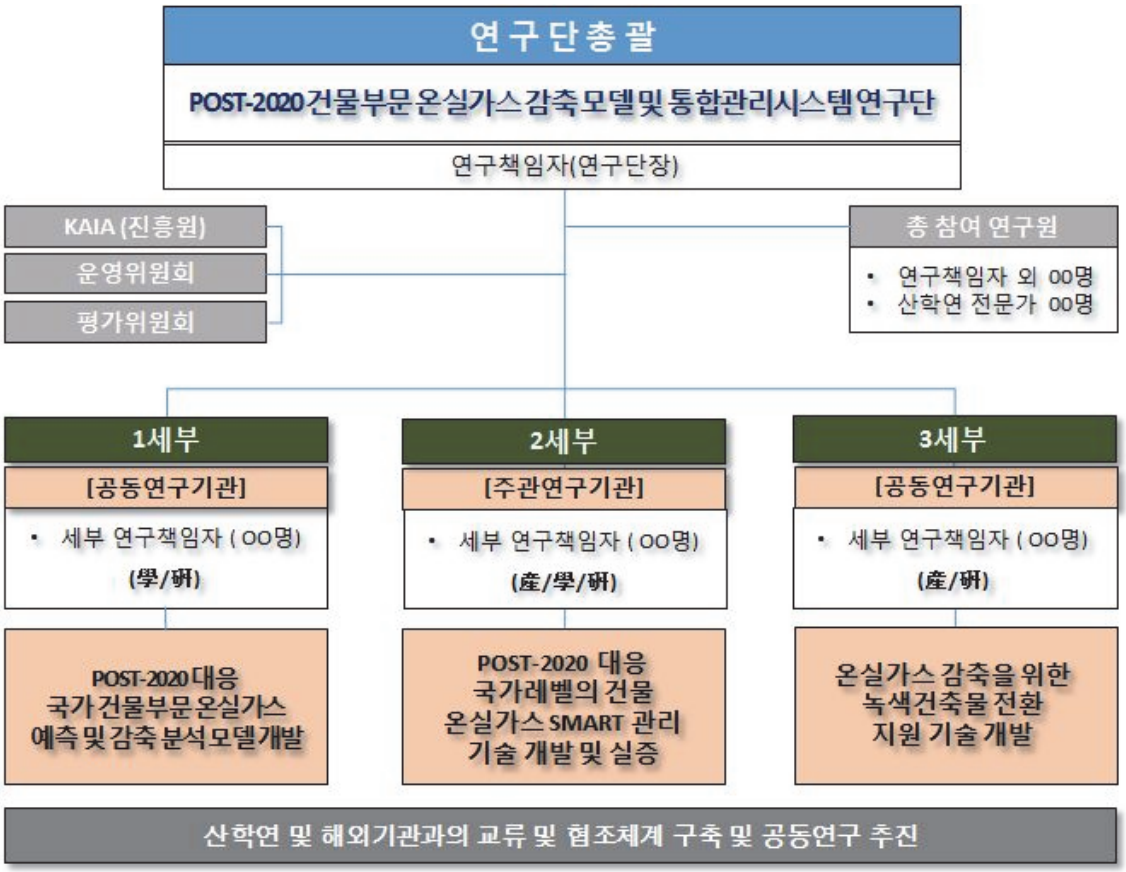
- 연구의 계획단계에서부터 연구를 성공적으로 달성 할 수 있는 수준의 성과목표 및 성과지표를 제안·유도하고, 연구수행 중 지속적인 성과목표의 달성 및 관리가 가능하도록 연구를 추진함
- 전문기관에 의한 검증을 통해 연구성과를 검증하고 실용화를 모색할 수 있도록 연구를 추진함

○ 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 기획연구를 통해 도출되는 본연구의 내용은 3가지 세부과제로 구성됨

- (1 세부과제) Post-2020 대응을 위한 국가 건물정보기반 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 모델 개발: (세부과제 1) “국가 건물정보기반의 독자적인 상향식 온실가스 전망 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션기술 개발”로 구성됨
- (2 세부과제) Post-2020 대응 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 : (세부과제 2-1) “빅데이터 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발ㆍ실증 및 건물부문 온실가스 인벤토리 구축”과 (세부과제 2-2) “건물부문 온실가스 배출량 벤치마크 산정 기술 및 정보 제공 기술 개발”로 구성됨
- (3 세부과제) Post 2020 건물부문 온실가스 감축을 위한 공공의무화 기술 개발: (세부과제 1) “공공 추진형 녹색건축물 전환 의무화 지원을 위한 기술 개발”



[그림 3.15] 연구단 연구추진 체계

제5절 세부과제 간 연계관계

○ 세부과제 간 연계관계는 다음 그림과 같이 도식화하여 표현하였음

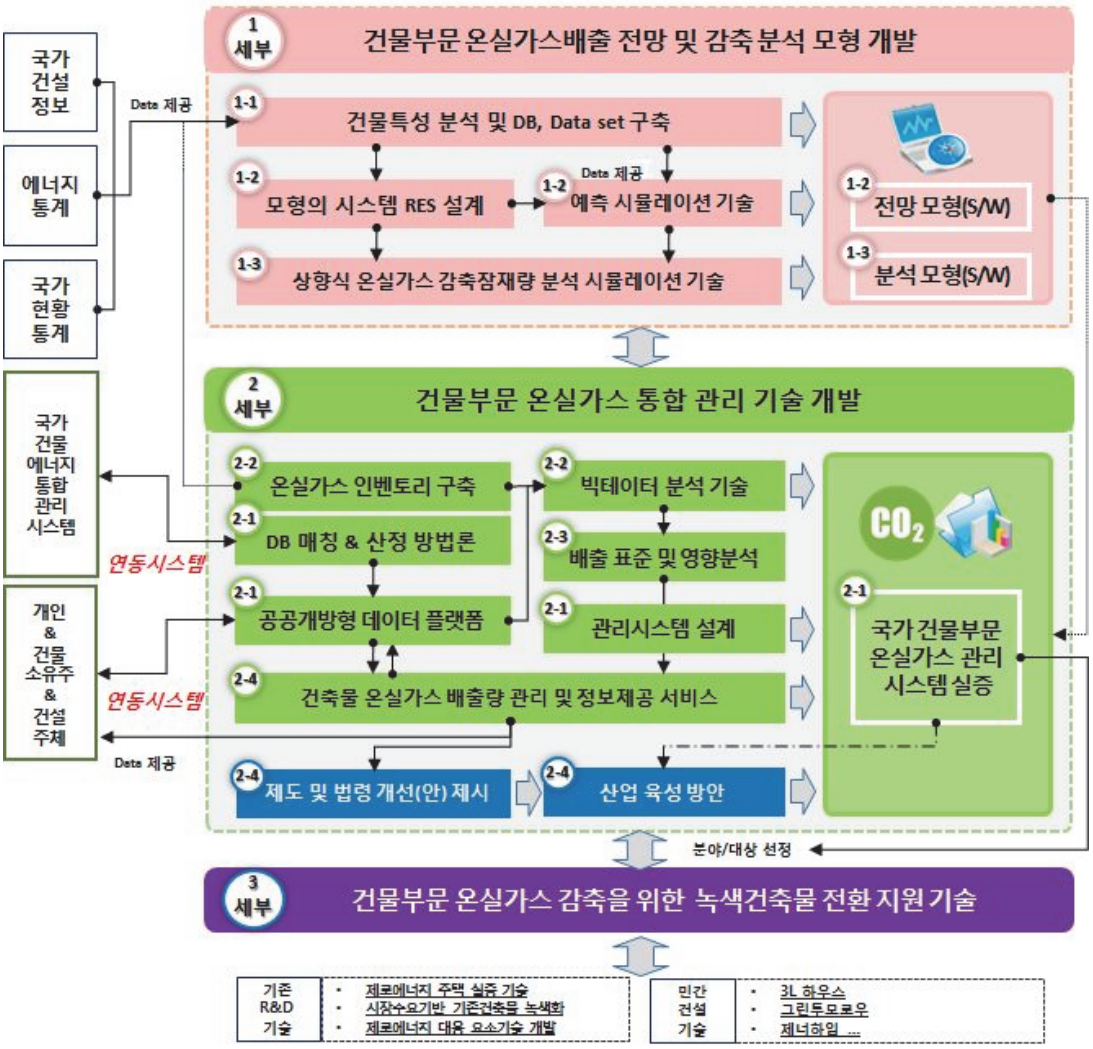
○ 세부과제는 다음과 같이 1세부과제 “POST-2020 대응을 위한 국가 건물정보 기반 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 모델 개발”과 2세부과제 “POST-2020 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발”, 3세부과제는 “POST-2020 건물부문 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 기술”로 제안함

- 1세부 과제에서는 2세부 과제에서 산출되는 건물의 에너지 소비 및 온실가스 배출 특성 및 현황 정보의 Data Set과 국가 건축물 정보 통계(건설현황, 국토해양 정보 통계, 에너지총조사, 에너지통계연보, 국가정보포털 등)를 조합하여 건물부문 예측 모형 구축을 위한 데이터베이스(DB)를 구축함(1-1과제). 이러한 데이터베이스는 Bottom-up 방식의 모형구축의 주요 입력변수 및 전제조건, 모형의 모듈화 시스템 설계에 반영함으로써 중장기 미래 건물부문의 온실가스 배출 전망(1-2과제) 및 잠재량 분석 모형(1-3과제)을 수립하고 결과를 산출

- 2세부 과제에서는 1세부과제의 산출 결과물인 DB 및 소프트웨어 구성요소를 검증하고, 이를 바탕으로 대민용 및 정부 정책 입안자 등을 위한 건축물 온실가스 인벤토리 구축(2-2과제), 벤치마크 산정(2-3과제), 온실가스 정보 제공 및 정책 지원 기반 구축(2-4과제)과 이들의 종합적인 운영 관리 전략 및 통합관리 Framework 설계(2-1과제)를 수립하여 온실가스 SMART 통합 관리 기술 개발 및 시스템 구축, 실증(2세부 과제)을 구현함. POST-2020 목표 달성 추진을 위해 정부의 지원체계 마련과 관련 제도 및 법령의 제·개정(안) 제안, 이를 통한 국가의 온실가스 감축 목표달성 지원 및 일자리 창출, 산업육성방안을 모색하고자 함

- 3세부 과제에서는 온실가스 정보서비스 제공(2-4과제)과 연계하여 기존 건축물 중 녹색건축물 전환을 지원할 수 있는 공공 추진형 시장애로 기술로서 화재확산 외단열 기술(3-1세부), 단열창호 접합부 열교차단 보강 기술(3-1세부), 투수/방수기능을 갖는 외피 축열방지 보강 기술(3-3세부), 소형

건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키기 시스템 개발(3-4세부)을 제안함. 위 기술들의 결과를 바탕으로 기존의 R&D 기술 및 민간 제로에너지 건축 기술 등을 통한 녹색건축물 건설 활성화가 가능할 함. 2세부과제 중 온실가스 정보서비스 제공(2-4과제)을 통해 녹색건축물로 전환할 대상 건축물을 검토하고 기술적, 정책적 지원 방안을 마련하고 온실가스 감축이 가능한 녹색건축물로 전환을 유도함. 또한 건물부문 온실가스 시뮬레이션 기술 모델(1세부)을 통한 녹색건축물 전환에 따른 미래 배출 전망 및 감축 잠재량을 도출 시 활용 가능함



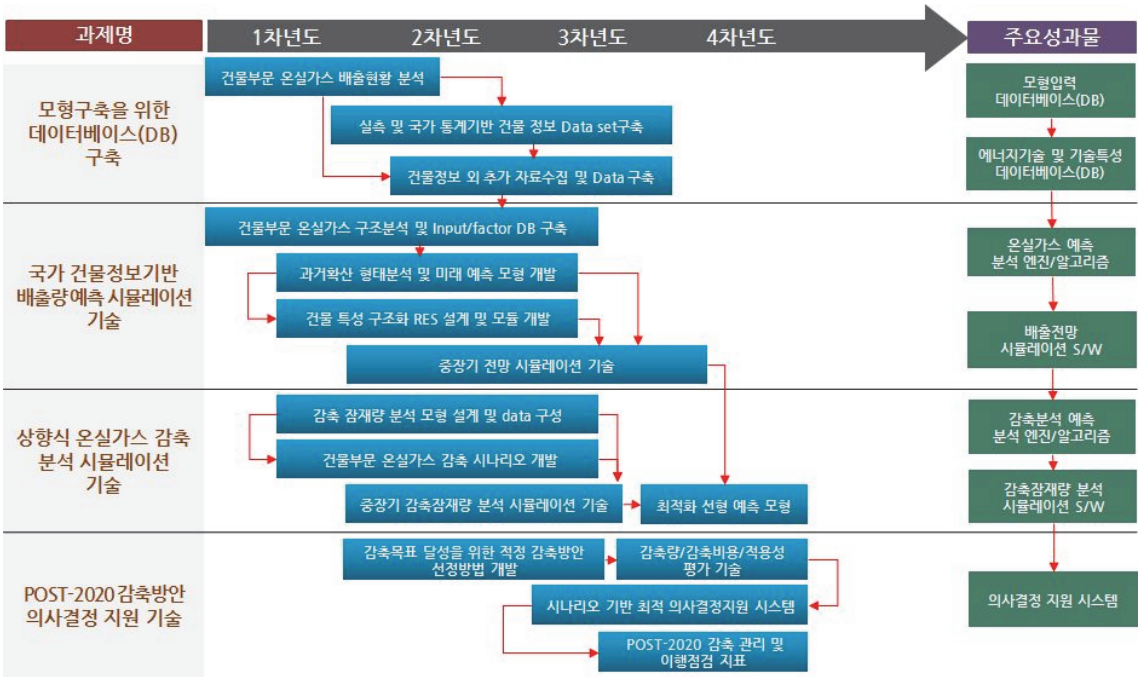
[그림 3.16] 세부과제 간 연계관계

제6절 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

1. 과제별·연차별 기술로드맵

○ 1 세부과제 : POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석 모델 개발

- (세부과제): 국가 건물정보기반의 독자적인 상향식 온실가스 전망 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션기술 개발

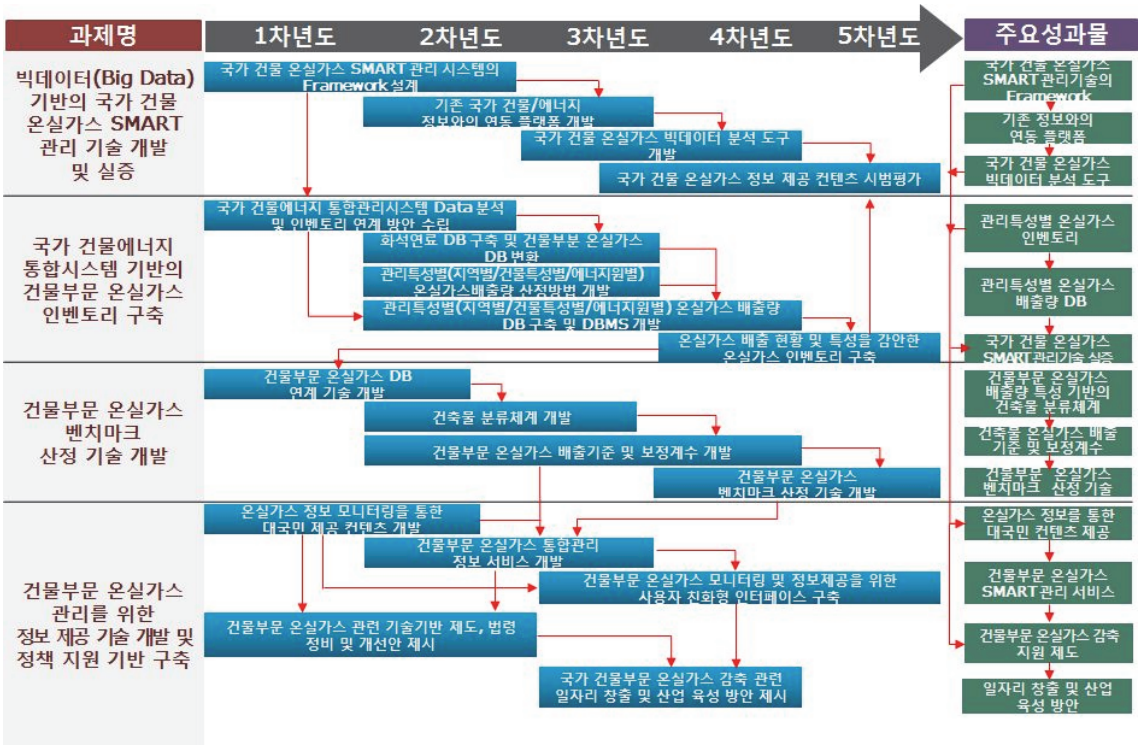


[그림 3.17] 1세부과제 기술로드맵

○ 2 세부과제 : POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

- (세부과제 2-1): 빅데이터 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발·실증 및 건물부문 온실가스 인벤토리 구축

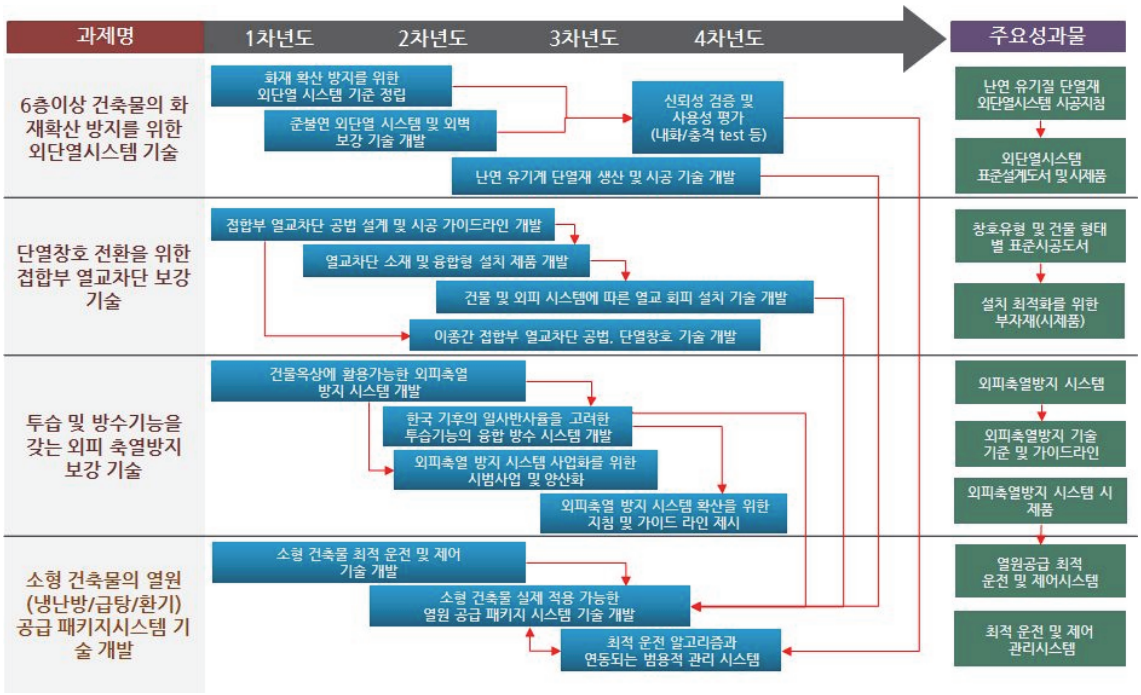
- (세부과제 2-2): 건물부문 온실가스 벤치마크 산정 기술 및 정보 제공 기술 개발



[그림 3.18] 2세부과제 기술로드맵

○ 3 세부과제 : 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환을 위한 지원 기술 개발

- (세부과제): 공공 추진형 녹색건축물 전환 의무화 지원을 위한 기술 개발



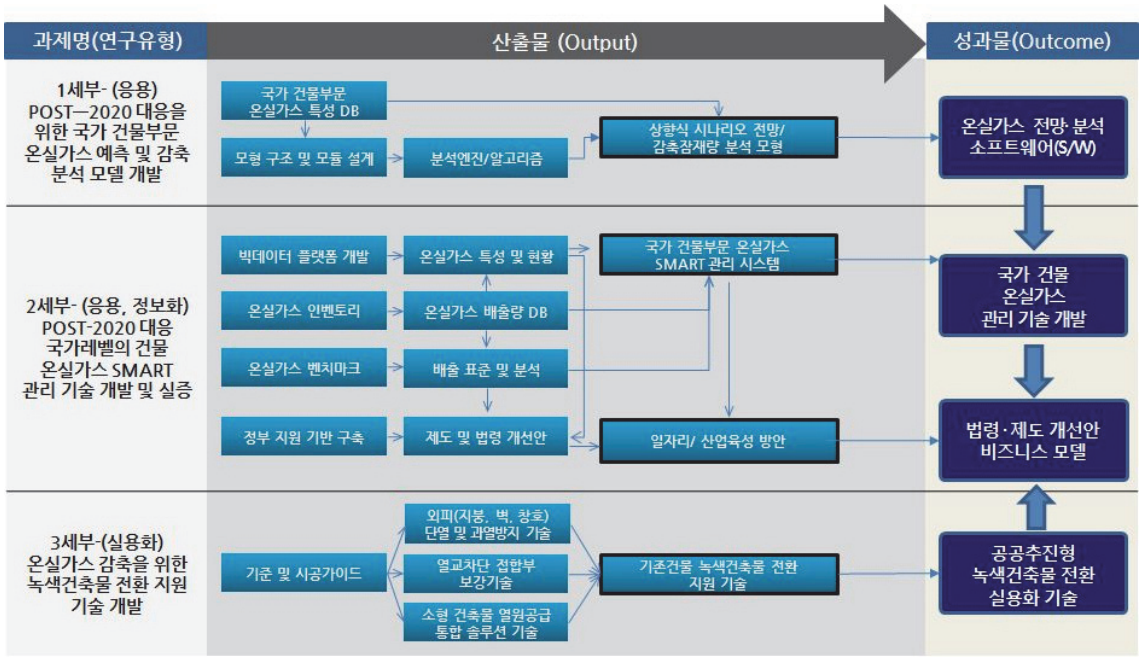
[그림 3.19] 3세부과제 기술로드맵

2. 성과로드맵

○ 연구 성과물은 필수적으로 도출되어야 할 산출물(Output)과 최종적으로 도출되는 최종성과물(Outcome)을 세부과제별로 선정함

○ 성과물은 세부과제별로 제시되며, 각 세부과제별 주요 성과물을 <표 3.21>과 같이 나타내었음. 각 세부과제별 성과물이 각각 연계되어 최종적인 연구성과를 달성할 수 있음

○ 세부 연구목표별 산출물과 세부과제별 성과물은 다음과 같이 연계됨



[그림 3.20] 과제별 · 단계별 산출물(Output) 및 성과물(Outcome) 로드맵

○ 성과물 형태별로 살펴보면 건물부문 온실가스 감축을 위한 알고리즘과 분석결과를 정리한 **데이터베이스(DB)**, 미래 전망을 위한 시뮬레이션 분석**(분석엔진)** 및 감축 잠재량 분석 모형 **소프트웨어(S/W)**, 건물부문의 온실가스 배출 특성 및 현황을 정보를 제공하는 **관리 기술 개발 및 실증(관리시스템)** 그리고 실증사업 활용을 위한 가이드라인 및 **제도·정책 개선안** 등이 있음. 녹색건축물 전환 지원기술은 녹색건축물 활성화를 위해 해결해야 하는 시장애로기술에 대한 솔루션으로 개발 기술의 **시제품**, 설계기준 및 가이드라인, 주요기술별 실용화에 의한 **지적재산권(특허, S/W) 및 학술논문** 등이 있음

<표 3.21> 과제별 주요 성과물 및 성과물 형태

과제명		주요 성과물	성과물 형태
1세부 과제	국가 건물 정보기반의 독자적인 상향식 온실가스 전망 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술 개발	• 과거실측 및 국가 통계기반의 건물정보 Data Set	• DB
		• 상향식의 시나리오 예측 분석 모형(분석엔진) • 최적화 선형예측 모형(분석엔진)	• S/W
		• 상향식 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 알고리즘	• S/W
		• 시나리오 기반 최적 의사결정지원시스템	• 시스템
2세부 과제	빅데이터 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 · 실증 및 건물부문 온실가스 인벤토리 구축	• 국가 건물 온실가스 SMART 관리시스템의 Framework • 기존 정보와의 연동 플랫폼 • 국가 건물 온실가스 빅데이터 분석 도구	• 개방형 플랫폼 • 시스템 • 특허
		• 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 인벤토리 • 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 배출량 DB	• 인벤토리 • DB
	건물부문 온실가스 벤치마크 산정 기술 및 정보 제공 기술 개발	• 건축물 및 온실가스 배출량 특성 기반의 건축물 분류체계 • 건축물 온실가스 배출 기준 및 보정계수 • 건축물 온실가스 벤치마크	• 현황 정보 • 시스템 • 알고리즘
		• 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 온실가스 정보 모니터링을 통한 대국민 제공 컨텐츠 서비스 • 온실가스 배출량, 감축실적, 유사건물의 배출량 비교, 감축목표, 이행계획 및 검증을 위한 건물부문 온실가스 SMART 관리 서비스 • 건물부문 온실가스 관련 법령 및 제도 개선안 • 국가 온실가스 감축 관련 일자리 창출 및 산업 육성 방안	• 정보서비스 6건 • 알고리즘 • S/W • 제도 개선안 • 비즈니스모델
3세부 과제	POST-2020 건물부문 온실가스 감축을 위한 공공 추진형 녹색건축물 전환 지원 기술	• 난연유기질 단열재 시제품 • 외단열 시스템 시공지침 • 외단열 시스템 표준 시방서 및 설계도서	• 시제품 • 지적재산권 • 시방서
		• 창호유형 및 건물 형태별 표준시공도서 • 설치 최적화를 위한 부자재(시제품) • 창호유형 및 건물 형태별 표준시공도서 • 설치 최적화를 위한 부자재(시제품)	• 시제품 • 지적재산권 • 시방서
		• 외피(지붕,벽,창호 등) 과열방지 시스템 • 외피과열방지 시스템 기술기준 및 가이드라인 • 방수기능의 외피과열방지 시스템 • 현장설치된 외피과열방지 시스템 시제품	• 시제품 • 지적재산권 • 가이드라인
		• 소규모 주택 등 냉난방 부하 기준 및 설계 가이드라인 • 냉난방 최적 운전 및 제어 시스템 • 소규모 주택 등 부하에 따른 보일러 및 에어컨 기술 • 소규모 주택 및 건축물의 고효율 환기시스템 기술 • 소규모 건축물의 냉난방 패키지 기술	• 시제품 • 지적재산권 • 가이드라인 • 알고리즘

제7절 성과의 활용방안

1. 성과물 활용방안

○ 본 과제(실제연구)의 최종 성과물인 ‘POST-2020 국가 건물부문 온실가스 감축 잠재량 분석 모형 및 통합 관리 기술’은 현 시점의 국가 건축물의 온실가스 배출 현황 및 특성 데이터 확보, 미래 중장기 건물부물 온실가스 배출 전망 및 감축잠재량 분석을 통해 국가가 POST-2020 新기후변화체제에 대응하고 온실가스 감축 목표 달성 및 관리에 활용할 수 있음

○ 1세부과제 : POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 분석 모델 개발

- 국제 기후변화협약관련 기후변화당사국총회(COP) 등 파리협약에 의한 新기후체제에 대응하여 POST-2020의 중장기 국가 온실가스 감축 목표 수립, 이행방안 마련, 감축 로드맵 수립 등을 위해 국가 건물부문 온실가스 배출 특성 및 미래 온실가스 배출 전망, 온실가스 감축 잠재량 분석 등을 수행할 수 있는 기술 ‘한국의 독자적인 건물부문 분석 모형’ 확보 및 기반 구축

- 국가수준 독자적인 상향식 온실가스 전망 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술
  - 국가 건물부문의 온실가스 배출 특성 파악
  - 2030~2050년의 중장기 미래의 건물부문 온실가스 배출 전망치에 대해 보다 과학적·공학적인 추정 및 결과 분석
  - POST-2020에 대응한 건물부문 온실가스 감축 방안 분석 및 감축 잠재량 도출을 통해 국가 온실가스 감축 로드맵 수립의 분석 도구로 활용
  - 신규 또는 기존의 온실가스 감축, 에너지 효율화 방안에 대한 온실가스 감축 효과 분석 및 비용대비 감축 효과 파악

○ 2세부과제 : POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

- 본 연구(실제연구)의 최종 성과물인 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술은 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리기술 개발 및 실증, 건물부문 온실가스 인벤토리 구축을 통해 건물 온실가스 배출 표준량 및 특성별 정보를 제공함으로써 국가는 물론 지자체, 공기업 및 민간기업 등에

서 온실가스 감축목표, 이행계획 수립 및 검증에 활용할 수 있음

- 국가수준 건물부문 온실가스 인벤토리 구축 및 배출정보 관리
  - 건물특성별 온실가스 배출원 및 배출활동 규명, 배출정보 관리
  - 개별건물 에너지 사용량 기준의 Bottom-up 방식 온실가스 배출량 산정
  - 관리특성별(지역별/건물특성별/에너지원별) 배출정보 제공, 배출원단위 도출
  - 국가수준 년도별 건물부문의 온실가스 배출량 추이 및 모니터링 제공
  - 국가 인벤토리 보고서 (NIR) 및 검증보고서의 건물부문 보고서 제공(저탄소 녹색성장기본법, 제42조(온실가스 종합정보관리체계의 구축), 제63조(국가보고서의 작성)
  - 기존 건축물 대상 그린리모델링 제도 지원, 녹색건축물 전환 대상 건축물 파악(「녹색건축물 조성 지원법」 제13조, 제27조) 및 온실가스 감축 효과 모니터링

- 건물부문 온실가스 Benchmark 기술 개발 시스템
  - 건물부문 지역별 · 건물특성별 온실가스 Benchmark 및 계수 제공
  - 지역별 건축물의 에너지 총량 관리(「녹색건축물 조성 지원법」 제11조)지원
  - 개별건축물의 에너지소비 총량 제한(「녹색건축물 조성 지원법」 제12조) 지원
  - 국가 온실가스 감축 제도(건축물 온실가스·에너지 목표관리제, 온실가스 배출권거래제)의 기술 데이터 제공 및 운영 지원

- 건물부문 온실가스 정보 제공 기술 개발
  - 국토교통부, 환경부 등의 온실가스 관련 정부 정책 지원 서비스 제공
    : 건물용도별 배출량 및 배출 원단위, 배출 특성 등 다양한 온실가스 정보 제공
    : 온실가스 배출권 거래제의 벤치마크 계수 등 기술 특성 데이터 도출
    : 정책수단별 온실가스 감축효과 평가 및 정책 수립·이행을 위한 정보 제공 (저탄소녹색성장기본법, 제40조(기후변화대응 기본계획), 제42조(기후변화대응 및 에너지의 목표관리))
  - 학계/연구기관/공공기관 등 전문가 정보 제공 서비스
    : 건물 용도별 배출량 및 원단위, 배출량 변화 추이 등 세부 정보 제공
    : 온실가스 배출 특성별 상관관계 및 변화 추이 분석
    : 빅데이터 분석 및 대용량 데이터 분석 기술 개발
    : 연구, 기술개발, 사업 시행 등을 위한 기반데이터 및 정보 제공 및 협조
  - 대국민 정보 제공 서비스

: 개별 건축물의 에너지 및 온실가스 배출 정보 제공
: 유사용도 건축물에 대한 온실가스 배출량 비교
: 지역별 온실가스 배출량 및 경보제공 서비스 가능
: 개방형 정보 플랫폼을 통한 관리시스템과 연계하여 자발적 참여 유도
: 다양한 대국민 교육 및 홍보, 온실가스 감축 가이드라인 서비스 제공

- 건물부문 온실가스 정책 지원 기반 구축
  - 건물부문 온실가스 관련 법령 및 제도 개정안
    : 건축물 온실가스 감축 및 에너지 관련 통합인증제도 마련
    : 온실가스 목표관리제 및 배출권 거래제 지원 방안
    : POST-2020 건물 온실가스 감축 지원을 위한 다양한 정책 수단 도출

○ 3세부과제 : 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발
- 기존 건축물에 대한 에너지 성능의 효율적 관리 방안이 부재함에 따라 에너지 사용량을 체계적으로 관리하고, 저비용・고효율으로 리모델링을 지원할 수 있음. 특히, 6층이상 건축물에 적용 가능한 난연 이상의 단열재 적용 외단열시스템, 열교손실을 최소화하여 고단열 외피시스템, 지붕의 과열 방지 및 장기내구성을 갖는 한국형 옥상(지붕) 보강 기술, 기존 건축물 대상의 냉난방 공급시스템 패키지 기술 등을 개발

- 공공 추진형 녹색건축물 전환 지원 기술
  - 기존 건축물 대상 저비용・고효율의 건축물 리모델링 시 적용
  - 기존 건축물을 대상으로 국가가 제시하는 녹색건축물 전환을 위한 최적 지원 프로세스 및 관리방안 제공 시 기초데이터베이스로 활용 가능
  - 건축물 외피 시공 시 난연 유기질 단열재 적용을 통한 6층 이상 건축물의 화재확산 저감 효과
  - 건물 유형별 창호 및 커튼월 시스템 설치 시 표준 시공 가이드라인으로 활용
  - 현재 사용되고 있는 창호의 효율 등급제와 병행하여 다양한 고단열 창호적용 기술 제공
  - 장기적 내구성을 보증하는 외단열 시스템 도입
  - 최상층 냉방에너지 절감 가능한 지붕 일사 차단기술로 활용
  - 도시온도 2 K 저감을 위한 열섬완화기술로 활용

- 장기 내구성 보유한 옥상방수시스템으로 활용
- 기존의 소규모 및 주거용 건축물의 비용 최적화 에너지 개보수 기술로 활용
- 기존 건축물의 초기/유지비용 절감 가능한 최적 냉난방 운전 기술로 활용

2. 최종 성과물의 수요처별 활용방안

○ 본 과제(실제연구) 최종 성과물의 수요처는 정책입안자(정부, 지자체), 공공기관, 건설관련 민간기업, 건축설계자 및 건축주, 대학 및 연구기관, 국민을 대상으로 구분할 수 있음

<표 3.22> 최종 성과물 수요처별 활용방안

수요처	활용방안	세부 수요처
정책입안자 (정부 및 지자체)	• 국가 온실가스 배출 현황 및 특성 관리 • POST-2020 국가 건물부문 온실가스 목표 달성 및 이행방안 수립을 위한 지원 도구 • 국가 온실가스 감축 제도 지원 : 지역별, 개별건축물 에너지소비 총량제 활성화 기반활용 : 목표관리제,배출권 거래제 기술지원, 정보제공 등 : 기존건축물 녹색건축물 전환관련 지원 • 관리시스템, 지원시스템 등의 활용을 통한 국가 건물부문 온실가스 정보 시스템의 선진화 • 정책수단별 온실가스 감축효과 평가 및 정책 수립·이행을 위한 정보 제공 • POST-2020 온실가스 로드맵 및 감축방안 수립 • 건물 온실가스 감축관련 법률 및 제도 개선안 제시	• 국토교통부, 환경부, 국무조정실 등 • 주요 지자체 건축 관련 부서
건설관련 민간기업 및 건축설계자	• 저탄소, 온실가스 감축을 위한 건축물 계획 및 설계 지원 • 건축물의 온실가스 감축을 위한 관리 및 운영 지원 • 건축물 온실가스·에너지 목표관리제, 건축물 온실가스 배출권거래제 등 대상 관리 및 데이터 제공 • 배출권거래제 건축물 외부감축사업 발굴 및 상쇄제도 등 기술 지원 및 근거자료	• 건설관련 공기업(LH공사, 지자체 도시공사 등) • 민간건설회사, 컨설팅 회사 • 건축설계 사무소
대학 및 연구기관	• 마이크로, 매크로 건축물 온실가스 배출 특성 및 인과관계 등 연구 분석 지원 • 과거 온실가스 배출 추이 및 미래 온실가스 배출 전망 등 연구 분석 지원 및 근거 자료 • 온실가스 감축을 위한 건축물 계획 및 설계 • 온실가스 감축 기술의 효과 및 분석 지원	• 도시, 건축 등 관련 학과 • 정부출연 연구기관, 지자체 법인 연구기관
국민	• 개별 세대, 건축물의 온실가스 배출량 정보 제공 및 관리 • 건물관련 온실가스관련 다양한 정보 제공 및 참여 유도 • POST-2020 국가 온실가스 감축을 위한 기반 마련	• 개별 건축물 건축주, 건물관리업체 담당자, 세대주 등 • 일반 국민

○ 본 연구(실제연구)의 최종 성과물인 'POST-2020 국가 건물부문 온실가스 감축 잠재량 분석 모형 및 통합 관리 시스템'의 실용화를 위해서는 분석 모형 및 관리 기술의 개발을 완료하고 연구기간 내에 시작품을 통해 수차례의 적용성 검토과정을 통해 시스템의 오류를 최소화하고, 기존의 온실가스 감축 전망 및 분석 결과, 국가 온실가스 관리시스템(NGMS)와의 연동성 확보를 통해 활용성을 확인하고 전문가를 중심으로 시범 운영을 통해 범용성을 확보함

○ 본 연구(실제연구)의 최종 성과물 중 '국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템'은 연구종료 후 국토교통부에서 유관기관으로 위탁하여 효율적으로 운영가능

- 개발완료 된 '국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템'은 서버 및 서비스 운영의 효율성을 고려하여 국토교통부는 위탁기관을 지정할 수 있음
- 위탁기관은 시스템 운영조직을 구성하여 하드웨어 운영 및 유지보수, 웹운영 및 콘텐츠 관리를 수행함
- '국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템'의 인수 후 운영비용은 온실가스배출권 거래제의 대상이 되는 기업체에게 정보 제공 및 온실가스 감축을 위한 컨설팅을 제공하는 등 Business Model 개발을 통한 수익금으로 운영



[그림 3.21] 국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템 운영(안)

○ 본 연구(실제연구)의 연구기간동안에 지속적으로 업계, 정부관련 담당자와 협의를 통해 실제 활용처의 니즈(Needs)와 요구(Demands)을 반영하고, 소프트웨어(S/W), 빅데이터 분석 방법, 시스템 구축, 녹색건축물 지원 기술 등에 대한 지적재산권(프로그램 등록, 특허 출원·등록 등)을 확보하고 실용화 방안 모색

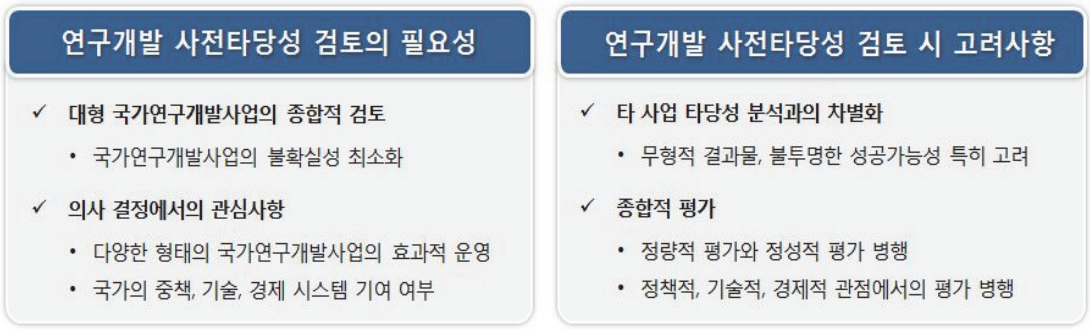
○ 본 연구(실제연구)의 최종 성과물 중 '국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템'을 활용하여 소규모 건물의 외부사업 방법론을 개발한 후 배출권거래제 참여(온실가스 감축에 대하여 현금 거래 가능) 유도 방안 모색

제4장 사전타당성 검토

제1절 개 요

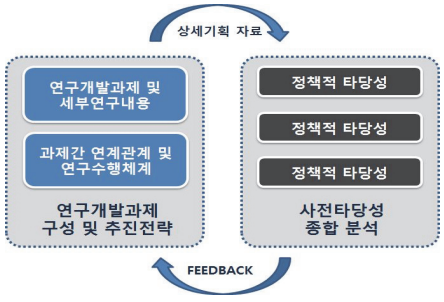
○ 사전타당성 조사 및 검토는 국가연구개발사업의 불확실성을 최소화하기 위해 과제 추진 사전에 수행하는 것으로 다양한 형태의 국가연구개발사업을 효과적으로 운영하기 위한 의사결정의 기초자료를 제공하며 연구개발사업 수행에 따른 국가의 정책적, 기술적, 경제적 시스템에 대한 기여도를 판단하는 것임

○ 연구개발사업에 대한 사전타당성 조사는 결과물이 무형적인 것이 많고 성공가능성의 판단이 불투명하기 때문에 다른 사업의 타당성 조사와 차별화되어야 함. 또한 정량적/정성적 평가, 정책적/기술적 관점 및 경제적 관점에서의 평가가 종합적으로 이루어져야 함



[그림 4.1] 연구개발 사전타당성 검토의 필요성 및 고려사항

목 표	기획사업을 통해 **연구개발사업에 대한 가치평가**와 사업 주체의 의지 확보, 연구 성과물의 실용화/사업화 추진전략의 **공학적·사회적 실현성 제고**에 기여
방 법	1) 방법 및 개요 2) 정책적 타당성 검토 3) 기술적 타당성 검토 4) 경제적 타당성 (파급효과) 검토



○ 본 기획과제에서의 사전타당성 검토는 3장에서 도출된 연구개발과제 및 세부과제별 주요 내용에 대해 정책적, 기술적, 경제적 타당성을 분석하였으며, 이를 종합하여 본 연구과제 추진의 타당성 정도를 종합적으로 판단함

1) 사전타당성 조사의 개요

<표 4.1> 사전타당성 조사의 주요 내용

연구목표		주요 연구내용
[1단계] 기본 타당성 조사	기술적, 정책적, 경제적 조사, 분석	- 분야별 가치평가 항목 및 평가기준 수립 - 분야별 사전타당성 조사, 분석 - 분야별 중점 추진전략 및 사업타당성 평가방안 도출
[2단계] 사전 타당성 분석 및 소요예산 분석	사전타당성 분석 및 사업단 적정 소요예산 분석	- 사전타당성 조사결과 작성 및 평가 - 사업단 소요예산의 적정성 상세 검토 - 비용편익분석에 의한 최적 소요예산 산정 - 산정 및 산출근거 제시

2) 정책적 타당성 검토

○ 국가 전략적 중요성, 국가의 과학기술 상위계획(Total Roadmap, 과학기술기본계획 등)과의 부합성, 중장기 재정운용계획상의 투자우선순위와의 부합성 검토

○ 관계부처 과학기술정책과의 일관성 및 추진의지, 관련 기관과의 협조체계, 사업 추진상의 위험요인 및 대응방안 등을 사업의 특수성을 반영

<표 4.2> 정책적 타당성 분석항목 및 방법

분석항목		분석방법
국가 전략·정책적 중요성	산업정책적 중요성	정성분석 및 선진사례 비교 등
	국토개발 정책적 중요성	
	사회문화적 기여도	
상위 및 관련 R&D 계획과의 부합성	과학기술기본계획 부합성	기존 자료 확인 및 비교
	건설기술진흥기본계획 부합성	
	재정계획 및 투자우선순위 부합성	

3) 기술적 타당성 검토

○ 연구계획 · 기술개발 로드맵 등 기술개발계획의 우수성, 기술수준 · 기술개발역량 · 기술위험성 등 기술적 성공가능성 분석

○ 기존 사업과의 중복성, 기타 사업업의 특성을 반영한 특수항목 등에 대하여 기술적 타당성을 정량적 또는 정성적으로 분석

<표 4.3> 기술적 타당성 분석항목 및 방법

분석항목		분석방법
기술개발 계획의 우수성	요소기술의 적정성	전문가 설문, 문헌분석, 특허분석
	핵심과제의 적정성	국내 기술, R&D 잠재력 분석 등
	기술개발 로드맵의 우수성	요소기술·핵심과제 연계 분석
성공 가능성	보유기술 수준	성능시험, 사례조사 등
	기술개발 역량 및 잠재력	전문가 및 연구기관 현황 조사
	기술적, 위험요인	건설, 수요분석, SWOT 분석
중복성과 연계효과	기존 기술개발 사업과의 중복성	문헌조사, 전문가 자문 등
	향후 기술개발 중복성 및 위험 요인	
	기술개발의 전후방 연계효과	

4) 경제적 타당성 (파급효과) 검토

○ 과학기술적 파급효과(특허분석, 논문영향분석, 인력양성 · 활용계획 등), 경제사회적 파급효과(산업기술분야에 대한 시장전망, 고용창출효과 등)와 추진체계의 일관성 및 추진력 해외시장 효과 등 사업의 특수성을 반영하여 정량적 또는 정성적으로 분석

<표 4.4> 경제적 타당성 분석항목 및 방법

분석 항목		분석방법
과학기술 파급효과	학술적 및 기술적 파급효과	선행 R&D 활용가능성 평가, 기대성과물의 파급효과 분석
	전문인력 양성 및 교육 증진	국내건설 전문인력 분석, 사업단운영의 기대성과 분석
	기존 기술개발 사업과의 시너지효과 및 잠재적 과학기술 파급효과 종합	
경제적 파급효과	R&D투자의 경제적 효과	건설산업의 생산성 분석
	사회적(간접적) 파급효과	경제·산업적 파급효과 분석, 지역개발 효과 사례조사
	경제적 파급효과 종합	
추진체계의 일관성 및 추진력	정부·산학연 추진체계 능률성	정성분석 (유관기관 설문조사 등)
	추진기관별 관계부처 의지	
	사업추진상의 위험요인 및 대응체계	

제2절 정책적 타당성 검토

정책적 타당성	• 국정과제 92번 “온실가스 감축 등 기후변화에 적극 대응” 중 **국가 중기 온실가스 감축목표 달성의 실효성 제고를 위해 관련 제도적 기반 및 역량 강화**(박근혜 정부 국정과제, 관계부처합동, 2016.04 수정) • 파리협정의 효과적 이행을 위한 **기후변화 대응체계 강화**(보도자료, 국무조정실, 2016.02) • 제1차 녹색건축물 기본계획(`14~`18), 제2차 녹색성장 5개년 계획(`14~`18), 제3차 지속가능발전 기본계획(`16~`35) 등 **정부정책과의 부합성이 높은 과제**로 지속적 연구추진 필요

1. 정책적 타당성 검토기준

○ 연구개발과제 및 세부과제별 주요 내용의 정책적 타당성 검토기준은 ①국가정책과의 부합성, ②상위계획과의 부합성, ③관련 정책 및 법률과의 연계성, ④정부지원의 타당성으로 설정하여 정책적 타당성을 확보하고 연구개발사업의 추진 상의 리스크를 최소화하고 국가 R&D로써 정부 지원의 필요성을 확인하고자 함

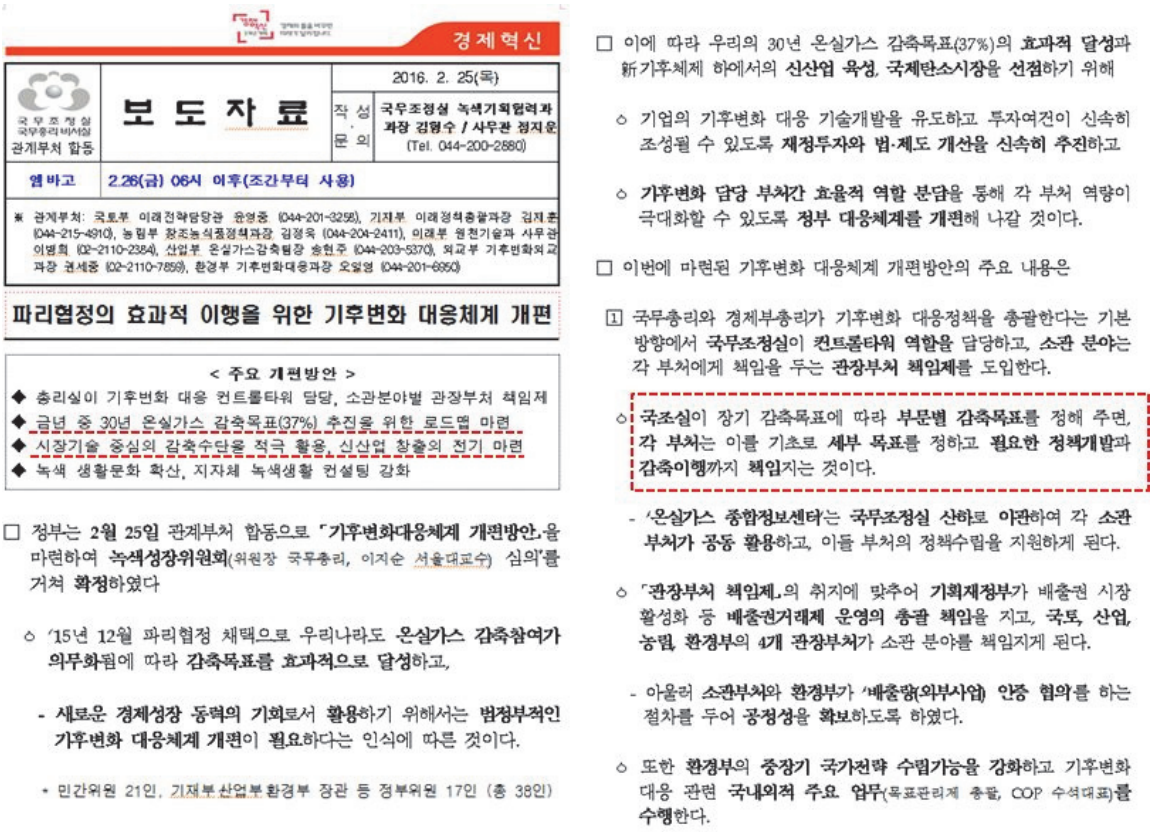
2. 국가 정책과의 부합성

○ 국정과제 92번 “온실가스 감축 등 기후변화에 적극 대응” 방안 수립

- 국가 중기 온실가스 감축목표 달성의 실효성 제고를 위한 제도적 기반 및 역량 강화
- 건물부문 온실가스 배출량 및 감축여력 등을 감안한 협상전력 수립 및 대응

○ 국무조정실, “파리협정의 효과적 이행을 위한 기후변화 대응체계 강화(국무조정실 보도자료, 2016.4)” 방안 마련

- 관장부처의 책임제에 따른 온실가스 감축의 효과적 이행을 위한 건물부문 온실가스 정책 수립 지원
- 건물부문 온실가스 배출량 분석 및 관리, 감축 정책 수립 및 이행 점검 등을 위한 공정한 할당량 제공
- 투명한 할당량 제공에 따른 효과적인 온실가스 감축 이행계획 수립



경제혁신

국무조정실 국무총리비서실 관계부처 합동

보 도 자 료

2016. 2. 25(목)

작성·문의: 국무조정실 녹색기획협력과 과장 김형수 / 사무관 정지운 (Tel. 044-200-2880)

열 바고: 2.26(금) 06시 이후(조간부터 사용)

※ 관계부처: 국토부 이래전략담당관 윤영중 (044-201-3258), 기재부 이래정책총괄과장 김지훈 (044-215-4910), 농림부 창조농식품정책과장 김정욱 (044-204-2411), 이래부 원천기술과 사무관 이병희 (02-2110-2384), 산업부 온실가스감축팀장 송현주 (044-203-5370), 외교부 기후변화외교과장 권세중 (02-2110-7859), 환경부 기후변화대응과장 오일영 (044-201-6950)

파리협정의 효과적 이행을 위한 기후변화 대응체계 개편

< 주요 개편방안 >

◆ 총리실이 기후변화 대응 컨트롤타워 담당, 소관분야별 관장부처 책임제
◆ 금년 중 30년 온실가스 감축목표(37%) 추진을 위한 로드맵 마련
◆ 시장기술 중심의 감축수단을 적극 활용, 신산업 창출의 전기 마련
◆ 녹색 생활문화 확산, 지자체 녹색생활 컨설팅 강화

□ 정부는 **2월 25일** 관계부처 합동으로 「**기후변화대응체계 개편방안**」을 마련하여 **녹색성장위원회**(위원장 국무총리, 이지순 서울대교수) 심의를 거쳐 **확정**하였다

○ '15년 12월 파리협정 채택으로 우리나라도 **온실가스 감축참여가 의무화**됨에 따라 **감축목표를 효과적으로 달성**하고,

- **새로운 경제성장 동력의 기회**로서 **활용**하기 위해서는 **범정부적인 기후변화 대응체계 개편**이 **필요**하다는 인식에 따른 것이다.

* 민간위원 21인, 기재부·산업부·환경부 장관 등 정부위원 17인 (총 38인)

□ 이에 따라 우리의 30년 온실가스 감축목표(37%)의 **효과적 달성**과 新기후체제 하에서의 **신산업 육성, 국제탄소시장**을 **선점**하기 위해

○ 기업의 기후변화 대응 기술개발을 유도하고 투자여건이 신속히 조성될 수 있도록 **재정투자와 법·제도 개선을 신속히 추진**하고

○ **기후변화 담당 부처간 효율적 역할 분담**을 통해 각 부처 역량이 극대화할 수 있도록 **정부 대응체계를 개편**해 나갈 것이다.

□ 이번에 마련된 기후변화 대응체계 개편방안의 주요 내용은

1 국무총리와 경제부총리가 기후변화 대응정책을 총괄한다는 기본 방향에서 **국무조정실**이 **컨트롤타워 역할을** 담당하고, **소관 분야**는 각 부처에게 책임을 두는 **관장부처 책임제**를 도입한다.

○ **국조실**이 장기 감축목표에 따라 **부문별 감축목표**를 정해 주면, **각 부처**는 이를 기초로 **세부 목표**를 정하고 **필요한 정책개발**과 **감축이행**까지 **책임**지는 것이다.

- '**온실가스 종합정보센터**'는 **국무조정실 산하**로 **이관**하여 각 **소관 부처가 공동 활용**하고, 이들 부처의 정책수립을 지원하게 된다.

○ '**관장부처 책임제**'의 취지에 맞추어 **기획재정부**가 배출권 시장 활성화 등 **배출권거래제 운영의 총괄 책임**을 지고, **국토, 산업, 농림, 환경부**의 **4개 관장부처**가 소관 분야를 책임지게 된다.

- 아울러 **소관부처**와 **환경부**가 '**배출량(외부사업) 인증 협의**'를 하는 절차를 두어 **공정성을 확보**하도록 하였다.

○ 또한 **환경부**의 **중장기 국가전략 수립가능을 강화**하고 기후변화 대응 관련 **국내외적 주요 업무**(목표관리제 총괄, COP 수석대표)**를 수행**한다.

[그림 4.2] 국무조정실 보도자료 (2016.02.26.)

○ 국토교통부, “제1차 녹색건축물 기본계획”을 통한 온실가스 감축 목표 이행 및 달성을 위한 종합계획 마련

- 건물부문의 에너지 절감을 통해 온실가스 감축의무를 이행하기 위한 다양한 녹색건축물 정책 시행에 따른 녹색건축 산업 육성 및 지원 필요

○ 관계부처 합동, “제2차 녹색성장 5개년 계획”, “제3차 지속가능발전 기본계획”을 통한 신(新)기후체제 대응 방안 수립·시행

- 감축목표 이행계획 수립에 따른 건물무문 온실가스 감축 잠재량, 감축기술 분석 등을 통해 중·장기 감축목표 설정 및 이행 지원

3. 상위계획과의 부합성

○ 본 과제는 현 정부에서 제시한 ‘제1차 녹색건축물 기본계획’, ‘제2차 녹색성장 5개년 계획’ 및 ‘제3차 지속가능발전 기본계획’과 다음과 같은 정합성을 확보하고 있음.

- 녹색건축물 활성화를 위한 제도적·기술적 기반구축

- 녹색건축물 시장 확대 및 일자리 창출
- 국가 감축목표 수립에 따른 부문별 세부이행 계획 수립 및 이행 계획에 따른 평가 체계 마련
- 기후변화 적응산업 육성을 위한 제도적 기반 구축
- 신기후체제 온실가스 감축목표 이행계획 수립

4. 관련 정책과의 연계성

○ ‘저탄소 녹색성장 기본법’, ‘녹색건축물 조성 지원법’ 및 이하 시행령, 시행규칙과의 정책적 연관성은 다음과 같음

(1) 저탄소 녹색성장 기본법

○ 저탄소 녹색성장에 필요한 기반을 조상하고 녹색기술과 녹색산업을 신(新)성장 동력으로 활용을 위해 ‘저탄소 녹색성장 기본법’이 2010년 4월 14일부터 시행

○ 본 기획과제를 통해 도출된 세부연구과제는 ‘저탄소 녹색성장 기본법’의 다음 각 항과 직접적인 관련이 있으며, 해당 법률의 시행에 뒷받침 가능

[저탄소 녹색성장 기본법]

제40조(기후변화대응 기본계획) ③ 기후변화대응 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
1. 국내외 기후변화 경향 및 미래 전망과 대기 중의 온실가스 농도변화
2. 온실가스 배출·흡수 현황 및 전망
3. 온실가스 배출 중장기 감축목표 설정 및 부문별·단계별 대책
4. 기후변화대응을 위한 국제협력에 관한 사항
5. 기후변화대응을 위한 국가와 지방자치단체의 협력에 관한 사항
6. 기후변화대응 연구개발에 관한 사항
7. 기후변화대응 인력양성에 관한 사항
8. 기후변화의 감시·예측·영향·취약성평가 및 재난방지 등 적응대책에 관한 사항
9. 기후변화대응을 위한 교육·홍보에 관한 사항
10. 그 밖에 기후변화대응 추진을 위하여 필요한 사항

제42조(기후변화대응 및 에너지의 목표관리) ① 정부는 범지구적인 온실가스 감축에 적극 대응하고 저탄소 녹색성장을 효율적·체계적으로 추진하기 위하여 다음 각 호의 사항에 대한 중장기 및 단계별 목표를 설정하고 그 달성을 위하여 필요한 조치를 강구하여야 한다.
1. 온실가스 감축 목표
2. 에너지 절약 목표 및 에너지 이용효율 목표
3. 에너지 자립 목표
4. 신·재생에너지 보급 목표

(2) 녹색건축물 조성지원법

○ 건물 부문의 2020년 온실가스 감축목표를 달성하고 녹색건축물 조성을 촉진하는 ‘녹색건축물 조성지원법’이 2013년 2월 22일부터 시행

○ 본 기획과제를 통해 도출된 세부연구과제는 ‘녹색건축물 조성지원법’의 다음 각 항과 직접적인 관련이 있으며, 해당 법률의 시행에 뒷받침 가능

[녹색건축물 조성 지원법]

제3조(기본원칙) 녹색건축물 조성은 다음 각 호의 기본원칙에 따라 추진되어야 한다.
1. 온실가스 배출량 감축을 통한 녹색건축물 조성
2. 환경 친화적이고 지속가능한 녹색건축물 조성
3. 신·재생에너지 활용 및 자원 절약적인 녹색건축물 조성
4. 기존 건축물에 대한 에너지효율화 추진
5. 녹색건축물의 조성에 대한 계층 간, 지역 간 균형성 확보

제10조(건축물 에너지·온실가스 정보체계 구축 등) ① 국토교통부장관은 건축물의 온실가스 배출량 및 에너지 사용량과 관련된 정보 및 통계를 개발·검증·관리하기 위하여 건축물 에너지·온실가스 정보체계를 구축하여야 한다.
④ 국토교통부장관은 건축물의 에너지 사용량을 저감하고 온실가스 감축을 장려하기 위하여 건축물 에너지·온실가스 정보를 제1항에 따라 구축한 건축물 에너지·온실가스 정보체계를 통하여 공개할 수 있다.

5. 정부지원의 타당성

○ 온실가스 인벤토리 구축을 통한 구체적인 온실가스 감축 정책 마련

- 하향식(Top-down)이 아닌 상향식(Bottom-up)방식의 지역별/건물특성별/에너지원별 온실가스 인벤토리 구축을 통하여 획일적인 기후변화 정책의 다양성·정밀성 제고
- 지역별·건물특성별·에너지원별 온실가스 인벤토리 구축을 통하여 신(新)기후체제에 부합하는 정책 수립 가능

○ POST-2020 국가 온실가스 감축목표 설정 및 정책 추진 효과 평가

- 온실가스 인벤토리 구축 및 전망·감축 잠재량 분석 모델을 통하여 분야별 배출 현황 분석, 표준 배출량 기준 수립 및 감축목표 설정
- 온실가스 배출량의 중·장기적 절감목표 수립을 위한 합리적인 이행방안 제시 및 정책 추진 효과 평가

○ 건물부문 온실가스 지원체계를 구성하고 정책 일원화, 기술 고도화, 시장 활성화의 전략적 목표를 성공적으로 달성한다면 다음과 같은 결과를 창출 할 수 있음.

- 건물부문 온실가스 감축을 위한 추진주체 및 원동력을 마련할 수 있음
- 「POST-2020 온실가스 감축목표인 2030년 BAU 대비 37%」 달성, 국가 건물부문(가정 및 상업) 온실가스 감축 목표 달성하는데 주요한 역할을 담당할 수 있음
- 정책적 파급효과와 같이 대한민국의 국제적 위상이 한 단계 도약하는데 일익을 담당할 수 있음

○ 건물부문 온실가스 감축의 일원화된 컨트롤타워로써 업무의 효율성 증대
- 건물부문 온실가스 체계적인 단계적 전략을 추진하고, 정책/기술/시장 부문을 총괄 관리하여 업무의 효율성을 높임으로서 미래의 온실가스 감축의 중추적 역할을 담당할 수 있음

○ 건축물 온실가스 감축을 위한 통합 제도 제정으로 산업구조 개선
- 건축물 온실가스 감축을 위한 통합 제도를 마련하여 저탄소 건축물 수요자들에게 온실가스 감축을 위한 기준을 제공하고, 무분별한 온실가스 전문업체 난립을 선제적으로 대응하여 건전한 저탄소 건축시장 구조를 도모할 수 있음

○ 글로벌 신기후체제에 적극적으로 대응하여 국가이미지 제고
- 건물부문 온실가스를 능동적으로 감축하여 글로벌 신기후체제에 적극적으로 대응함으로써 국가이미지 제고에 기여함
- 기후변화협약에 있어 선진국과 개도국사이의 교량자 역할 및 개도국 선도

○ 에너지 신산업 분야 비즈니스 모델 창출
- 온실가스 감축 및 기후변화 대응 관련 전문인력 양성 및 제도 도입을 통한 일자리 창출(온실가스 검증심사원, 온실가스 관리기사, 그린리더, 온실가스 컨설턴트 등)
- 온실가스 감축 기술에 대한 제도 연계를 통한 시장 활성화 및 산업 경쟁력 강화

제3절 기술적 타당성 검토

기술적 타당성	• 국가 건물부문 온실가스 배출 특성 및 배출량 관리, 미래 배출 전망 및 감축 전략 수립, 정부 지원체계 마련, 온실가스 감축 기술 발굴 등 **기존 연구개발사업과의 차별화 및 중복성 최소화** • 정책 추진, 온실가스 배출 특성 및 효과분석 등의 정보 제공으로 **건물부문 온실가스 통합관리 및 대국민 정보 서비스 제공** • **신기후체제 상의 온실가스 국가 보고서 대응 및 배출 현황 관리** • **온실가스 배출권거래제 등 정부정책 지원** • 저탄소 건축분야, 녹색건축물 전환 시장에서의 기술경쟁력 강화 • 타 산업분야와 융합하여 **새로운 기술발전 및 시장 개척**

1. 기술적 타당성 검토기준

○ 연구개발과제 및 세부과제별 주요 내용의 기술적 타당성 검토기준은 ①관련 이슈, ②기술개발의 성공가능성, ③기존 기술과의 차별성으로 설정하여 불필요하거나 중복되는 연구과제 및 내용을 배제하고 기술개발계획의 체계성 및 구체성을 확보하여 목표 달성의 성공률을 높이고자 함

2. 관련 이슈

○ 기후변화 대응 및 에너지·자원의 고갈 등에 대한 전지구적 노력이 요구되고 이를 위해 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 설정하고 추진
- 세계 모든 국가에서 온실가스 감축 목표 설정과 이행계획 수립, 온실가스 배출 현황 및 관리에 관한 실질적인 대응 노력이 가시화될 것으로 전망됨
- 국가 건물부문의 현재의 온실가스 배출 현황 및 특성 파악, 미래의 중장기 온실가스 배출 전망 및 감축전략 수립, 정부의 역할 및 지원 체계 마련, 온실가스 감축을 위한 신기술 및 신산업 창출 등 전략적 대응이 요구됨

○ 국제적 온실가스 배출권 시장(현재 35개국 추진) 형성이 예상되며 그 규모는 현재 약 67.8억톤에서 더욱 커질 것으로 보임

- 우리나라도 배출권거래제를 시행하고 있으며 시행하고 있으며, 다양한 이슈와 문제점이 도출되어 해결이 요구됨

○ 상대적으로 온실가스 감축 잠재량이 높은 기존건물에 대한 온실가스 감축 기

술 적용 및 그린 리모델링 기술에 대한 개발이 미흡함

3. 기술개발의 성공 가능성

○ POST-2020 온실가스 감축목표 달성 및 선제적인 대응을 위해 도출된 건물부문의 온실가스 감축 기술들(감축모형, 통합 관리 기술, 기존건축물의 녹색건축물 전환 기술)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 반영하였음

○ 기술개발 목표를 달성하기 위하여 기획위원회 및 기획 기술분야별 기술위원회를 통해 국내 전문가들의 의견을 수렴하고 필요 기술의 현황 분석을 통해 기술개발 가능성을 판단함

- 기술개발 추진 시 연구개발 주체와 성과물의 활용처 및 수요처와의 유기적 연계확보, 실용화 방안을 구축하여 실제 적용 가능한 기술 내용을 도출함

○ 기술개발을 위한 국내의 전문인력 보유 정도, 산학연 공동연구기반, 에너지정보체계의 구축, 국제기술협력 기반, 업계 현황 및 기존 R&D 기술개발 현황 등에 대해 국내와 선진국의 현황을 분석하였으며, 분석결과 본 연구 개발을 위한 新기후체제관련 국제동향, 기술개발 인프라, 전문 인력 보유, 관련 업계의 인프라(정보시스템 등)는 연구를 추진할 만한 수준을 갖추었다고 판단됨

- 新기후체제는 2020년 이후 2030년 또는 2050년까지의 미래의 지구환경개선, 온실가스 저감을 위해 국제적인 공동 노력을 구체적으로 요구하고 있음. 이에 미래에 대한 전망 및 대응 전략 마련은 필요하며 이를 위해 중장기 에너지 수요관리, 국가 온실가스 감축 로드맵 수립, 에너지신산업 발굴 등에 다양한 에너지시스템 전망 모형 구축 및 활용이 이루어지고 있어 건물부문에서도 국제적인 방법론 도입, 다양한 에너지수요 및 온실가스 분석 모형을 벤치마킹하여 우리 실정에 맞는 중장기 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석 모형 개발이 가능함
- 선진국에서는 기술 개발 및 실증 단계에서 한발 더 나아가, 연구 프로젝트에서 얻어진 모든 결과물들을 인터넷 기반 정보지원시스템으로 구현하여 이해관계자 및 수요처, 타 연구자 및 일반 국민들이 참조·활용하도록 하고 사

회적 공감대를 마련하는 방식으로 진행되는 추세에 있음

- 국내 IT기술, 정보처리 기술이 세계적으로 우수한 수준이고, 빅데이터 분석 기술 및 정보 제공 플랫폼 기술이 급속히 발전하고 있음을 감안한다면, 국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템의 구축과 활용은 선진국 추월 예상
- 고성능 건축 자재 및 설비, 에너지 효율등급 우수 건축물 및 친환경 건축물 구현 기술, 제로에너지 건축물 실증 및 시범 사업 추진 등 이미 신축 건축물에 대한 기술 개발이 이루어지고 있으며 시장수요 기반의 그린리모델링 기술 및 리모델링 기술 구현이 가능한 수준임. 제로에너지 건축물 기술 및 그린리모델링 기술이 국내 건설시장 및 일반 건축물에 보급 활성화되기 위해 시장애로기술을 파악하고 대상 건물에 대한 지원을 체계화한다면 단기간에 상당한 기술 수준에 오를 수 있는 잠재력이 존재할 것으로 보이며 이를 토해 국가 건물부문에서의 에너지 효율화 및 온실가스 감축은 더욱 가시화 될 것으로 보임

4. 기존 기술 및 과제와의 차별성 · 우수성

○ 신기후체제에 대응하고 2030년이후의 온실가스 감축목표 달성을 위해서는 국가수준의 건물부문 온실가스 배출 특성 분석 및 배출량 관리, 현위치에서 도전적이나 달성 가능한 미래의 온실가스 감축 잠재량 목표 및 전략 수립, 정부정책 부합 및 정부 역할과 지원체계 마련, 건축물 온실가스 감축 기술의 발굴 등 종합적이고 입체적인 기술개발 계획 수립 및 기존 연구개발 사업과의 차별화 전략 제시

○ 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 온실가스 통합 관리 기술 개발

- 빅데이터(Big data)를 이용한 건물부문 온실가스 배출 관련 정보를 제공하고, 공공개방형 통합 관리 기술 개발 필요
- 데이터마이닝(Data mining) 및 통계분석을 통한 건물 온실가스 배출량 특성 파악 및 과거추이, 현재의 국가 건물부문 온실가스 배출량 현황 및 관리
- 녹색건축포털 ‘그린투게더’, ‘국가 건물에너지 통합관리시스템’, 연계 온실가스 정보 제공

○ 정책 추진, 온실가스 배출 특성 및 효과분석 등의 정보를 활용한 건물부문 온실가스 통합 관리 및 시뮬레이션 기술 확보

- 건물부문 온실가스 배출 현황, 유사건물의 배출량 비교, 감축 목표, 이행 계

획 및 검증 등 종합적인 온실가스 정보 제공으로 통합 관리 가능
- 미래의 중장기 온실가스 배출량 전망, 배출 특성 예측, 감축 잠재량 파악 등 미래 시뮬레이션 기술 확보 및 합리적인 목표 설정과 이행계획 마련 지원

○ 건물부문 온실가스 감축기술 개발을 통해 기술경쟁력 강화
- 본 기획에서 제안된 건물부문 온실가스 감축 기술들은 기존의 연구 R&D와의 중복성을 검토하고 기술개발의 향상, 기술개발계획 등 도출기술의 성공가능성을 검토하여 기술적 타당성을 분석함
- 최고기술보유국 대비 국내 기술수준 및 현황을 정량, 정석적으로 파악하여 기술개발 방향을 설정하여 반영함
- 건물부문의 효율적인 온실가스 감축량 증대를 위해 해결되지 않은 애로기술들은 신속한 기술개발 및 기존 기술향상을 통한 기술적용으로 나타냄
- 화재확산 방지 외단열 기술 및 접합부 열교차단 보강 기술, 외피 축열 방지 기술, 소형 건축물 열원 공급 최적 기술 등은 개발기술의 상호적 연계성을 토대로 도출되었으며, 도출 기술의 개념, 범위 등의 관계를 구체적으로 나타냄
- 기술개발을 달성하기 위하여 국내 전문가들의 의견 및 분석을 통해 기술개발 가능성을 판단하고 기술개발 추진 시 연구개발추진주체와 연구결과 기술의 수요처와의 유기적 연계확보, 실용화방안을 구축하여 실제 적용 가능한 기술내용을 도출함

○ 저탄소 건축시장 활성화를 통해 기술경쟁력 강화
- 민간 건설시장에서 제로에너지 건축물, 친환경 녹색건축물 조성, 기존 건축물의 녹색건축물 전환을 위한 애로기술에 대해 정부가 기술개발 및 제공
- 온실가스 감축기술 및 저탄소 건축기술 개발은 해외 업체들과의 기술경쟁력을 강화하는데 중요한 역할을 담당할 수 있음

○ 타 산업분야와 융합하여 새로운 기술개발 및 신시장 개척
- 첨단 IT 기술 및 에너지 기술 등과 융합하여 기존 하드웨어 기술 발전과 더불어 소프트웨어 기술 역시 경쟁적으로 발전할 수 있음

<표 4.5> 국내 연구개발 과제와의 중복성 검토

기존 기술(과제)	본 과제의 차별성· 우수성
건축물 에너지 절감 및 효율화 기술	POST-2020 대응, 온실가스 감축 기술
국가 건물에너지 통합관리시스템 구축	기존시스템 기반(연계) 온실가스 배출특성 및 현황 관리
건축물 에너지 통합지원 시스템 개발	국가 건물부문 인벤토리 구축 및 온실가스 정보 제공
온실가스 배출량 평가 및 통합인증시스템	공공개방형의 오픈 플랫폼 구축 및 빅데이터 분석
건축물 에너지 시뮬레이션 기술	개별건축물이 아닌 국가수준의 건물 전체대상 분석
국가 에너지수요 전망 및 온실가스 감축 모형	건물부문에 특화된 독자적인 상향식 분석 모형
제로에너지 주택 및 구현 기술	국가차원의 온실가스 관리 및 감축을 위한 모형 및 통합 관리 기술 개발
시장수요기반 녹색건축물 실용화 연구	기존기술 및 민간기술의 구현 및 보급화를 위한 시장애로 기술의 해결형 과제 제안

제4절 경제적 타당성 검토

경제적 파급효과	• **기존 시스템 소요비용의 30% 투입**으로 구현가능 • 구축될 시스템을 활용할 경우 **전체비용 중 약 73% 절감** 가능함 • 온실가스 700만톤 저감 시 **약 1,100억원의 환경비용 절감** 가능함 • 지역별·건물특성별·에너지원별 온실가스 배출량 평가기준 마련을 통한 배출권 거래제 시장 모색 및 대응(세계 거래: 68조원 규모) • 사업타당성 분석의 정확도 향상을 통한 저탄소 건축물 투자시장 확대(그린빌딩 시장 2030년 약 57조원 규모 예상) • 에너지·온실가스 감축을 통한 건축물 유지관리 및 사회적 비용 절감

1. 경제적 타당성 검토기준

○ 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

2. 연구개발 투자의 효율성

○ 온실가스 배출량 감축을 위한 정책 및 기술개발비용 절감

- 건물부문 온실가스 인벤토리 및 온실가스 SMART 관리 시스템을 기반으로 구체적인 사업타당성 분석이 가능해짐에 따라 비용효과적인 정책도입 가능
- 기존 국가 건물에너지 통합관리시스템은 5년간 약 300억원이 투입되었으나 기존 시스템 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 시스템 구축은 총 비용의 30% 투입으로 구현 가능



[그림 4.3] 기존 시스템 구축비용 대비 신규 시스템 구축비용 절감

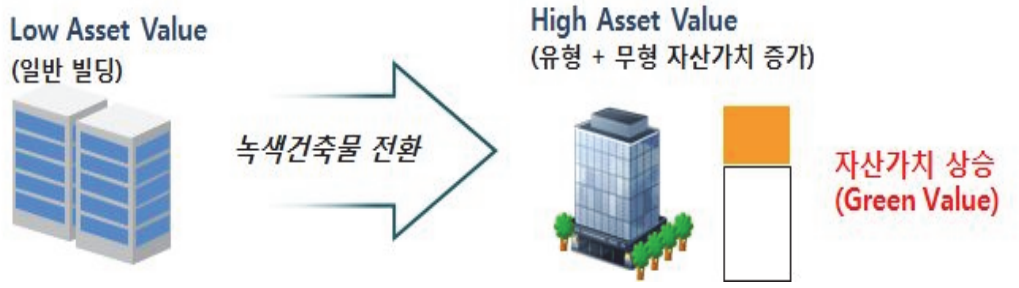
○ 건물 에너지 사용량 및 온실가스 배출량 감축을 통한 사회적 비용 절감

- 온실가스 SMART 관리 시스템을 활용한 효율적인 정책 수립을 통해 건물 에너지 사용량 절감
- 분야별로 구축된 인벤토리 및 온실가스 SMART 관리 시스템을 활용하여 온

실가스 배출량 감축목표를 달성을 위한 컨설팅 비용 지출을 절감함으로써 사회적 비용 절감 가능

○ 온실가스 감축결과의 건축물 가치산정 반영에 따른 참여 활성화

- 베이스라인 배출량 대비 온실가스 감축량이 자산가치 산정에 반영함으로써 자발적 감축노력이 사회적으로 활성화 될 수 있도록 건축물 감정평가 중 비교방식, 수익방식에 반영하는 방법 제안



[그림 4.4] 녹색건축물의 가치산정 상승 개념

3. 경제적 파급효과

○ 온실가스 목표관리제 및 배출권거래제 활성화에 기여

- 배출권거래제 행정 업무에 소요되는 대행 수수료는 10년 간 약 7,500만원이 예상되나, 구축될 시스템을 활용할 경우 대행 업무의 간소화로 인하여 같은 기간 동안에 약 2,000만원의 소요비용이 예상되므로 약 73% 절감 가능
- 절차 간소화 및 서류비용의 절감효과, 분야별 온실가스 감축 정책을 통하여 온실가스 목표관리제 및 배출권거래제 활성화에 기여
- 상쇄제도 및 외부감축사업 활성화에 따른 해외 배출권거래시장 진출

○ 건물부문 온실가스 정보 개방을 통한 온실가스 감축에 대한 국민 의식 개선 및 참여 유도

- 사용자 친화형 인터페이스를 통한 정보 개방으로 국민 의식 개선 및 자발적인 감축 사업 참여 유도
- 자발적인 감축 사업 참여를 통한 온실가스 감축 시장 성장 효과 기대

○ 사업타당성 분석의 정확도 향상을 통한 저탄소 건축물 투자시장 확대

- 건물부문 온실가스 인벤토리 및 온실가스 SMART 관리 시스템을 기반으로

객관적인 사업타당성 의사결정이 가능함에 따라 저탄소 건축물 투자시장 확대에 기여할 수 있음

○ 저탄소 건축물 에너지 절감을 통한 수입대체효과 극대화
- 해외 에너지 의존도가 높은 국내 실정을 감안할 경우, 저탄소 건축물 활성화를 통한 에너지 절감은 에너지 수입비중을 줄여 수입대체효과를 기대할 수 있음

○ 건물부문 온실가스 감축 기술 개발에 따른 파급효과 증대
- 본 기획과제를 통해 도출된 건물부문 온실가스 감축 기술들의 사회적 기술적 파급효과를 가지고 R&D 연구의 투자효과를 극대화 함
- 연구개발 투자비용 대비 연구결과 적용효과를 경제적 가치 등으로 분석하여 세부과제별 연구내용의 경제적 타당성 여부를 검토함
- 현재 주요 애로기술의 개발을 통하여 건물부문 온실가스 감축을 증대하고 이러한 효과를 경제적 비용으로 분석하여 타당성 여부를 검토함
  - 개발기술의 투자비용 저감 및 기술효과 극대화 도출
  - 상황 및 조건에 부합되는 적정 기술적용으로 기술적용 비용저감을 통한 경제성확보
- 화재확산 방지 외단열 기술 및 접합부 열교차단 보강 기술, 외피 축열 방지 기술, 소형 건축물 열원 공급 최적 기술 등의 성능효과가 접목된 기술을 도출하여 단일 문제에 대한 효과보다는 다기능적 효과를 발휘할 수 있는 기술개발을 통한 경제성 확보

4. 온실가스 배출량 저감에 따른 환경비용 평가

○ 환경비용 평가 방법
- 건물부문 온실가스 배출량 감축(700만톤)에 따라 인간 및 생태계에 미치는 긍정적인 영향을 비용(환경비용, 단위:원)으로 환산하였음
- 환경비용 평가는 전과정 평가(LCA, Life Cycle Assessment) 방법론 중 피해산정형(end-point) 방식을 적용하여 이용하였음
- 기 구축된 국·내외 연구자료(한국:환경부/일본:LIME 등)의 Database를 적용하여 비용을 산출하였음

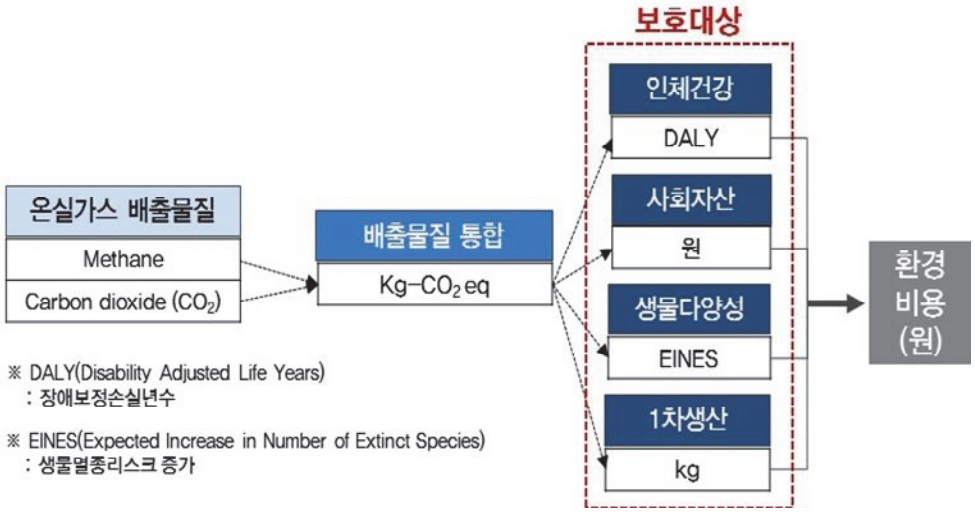
** 환경영향이 인간 및 생태계의 미치는 피해에 대하여 경제적인 가치비용으로 환산한 것을 환경비용이라 함*

○ 환경비용 평가 프로세스

- 환경비용은 온실가스(CO_2 및 메탄 등)에 대하여 보호대상별 피해계수 및 피해지표별 경제가치액을 곱하여 최종적으로 비용으로 산출할 수 있음

$$D_k = \sum_i \sum_j (Load_{i,j} \times DF_{k,i,j} \times K_c) \qquad \text{(식 3-3)}$$

여기서, $Load_{i,j}$는 i 라는 온실가스 배출물질, $DF_{k,i,j}$는 i 라는 온실가스 배출물질 j 가 보호대상 k 에 미치는 피해계수, Kc는 보호대상 k에 해당되는 경제가치액(원)임.



[그림 4.5] 환경비용 평가 개념

(1) 보호대상(Safeguard)

- 환경윤리 사상의 시각에서는 환경을 크게 인간과 생태계로 구분하고 있음
- 인간의 구성요소는 인체건강과 더불어 농작물과 자원 등 인간사회를 지탱하는 사회자산 으로 세분화할 수 있음
- 동식물 등의 생태계에 대해서도 인간과 동등한 권한을 부여해야 한다는 주장에 따라 생태계 역시 구성요소를 생물다양성과 더불어 생물 다양성 유지하는데 필수조건인 일차생산으로 세분화할 수 있음
- 이에 따라 인체건강, 생물다양성, 사회자산, 일차생산의 4가지를 보호대상(safeguard subject)으로 선정함

(2) 피해지표

- 앞에서 도출된 4가지 보호대상이 환경부하에 따라 받게되는 피해량을 정량화하는데 필요한 보호대상별 피해지표, 피해지표별 단위 및 평가 범위 등을 <표 4.5>에 나타냄
- 인체건강의 경우 특정 질병 또는 물리적 요인에 의한 인체건강 손상 정도를 정량화한 값으로 인체건강 손상 정도를 생존년수 손실 개념으로 나타낸 값인 장애보정 생존년수(DALY, Disability Adjusted Life Year)를 사용하였음
- 사회자산은 생태계 생산능력에 해당되는 삼림자원, 수산자원, 농작물과 비생물계 요소에 해당되는 화석연료, 광물자원 등이 평가범위에 포함되었음. 결정된 각 항목별 피해량을 측정하는 지표로는 실제 시장 거래가격을 이용하는 화폐가치 평가방법을 적용함
- 생물다양성을 평가 시 미국의 멸종위기종 보호법(Endangered Species Act), 야생동식물종의 국제거래를 제한한 워싱턴 조약(CITES, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna), 국제자연보호연합(IUCN, International Union for Conservation of Nature)이 발행하는 레드데이터북(RDB, Red Data Book) 등에서와 같이 생물종을 구분하고 구분된 생물종별 수준에서 평가하였음
- 일차생산에 미치는 영향을 평가하기 위한 피해지표로서는 총일차생산력(GPP, Gross Primary Production), 순일차생산력(NPP, Net Primary Production), 현재량(plant biomass)을 적용함

<표 4.6> 보호대상 및 피해지표

보호대상			피해지표
보호대상	인간계	인체건강	DALY*
		사회자산	monetary value(KRW)
	생태계	생물다양성	EINES**
		1차 생산	NPP***
최종 평가 결과			원(KRW)

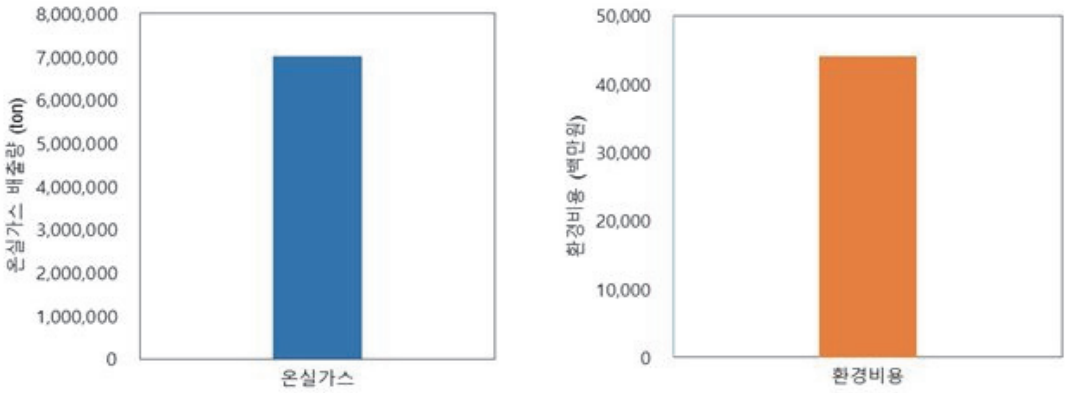
* DALY : Disability Adjusted Life Year
** EINES : Expected Increase in Number of Extinct Species
*** NPP : Net Primary Production

- 본 평가에서 적용된 4가지 피해지표 단위별 경제적 가치 DB를 표 4-6에 나타내었음.

<표 4.7> 피해지표별 경제적 가치

보호대상	피해지표	경제적 가치 (원/피해지표)
인체건강	DALY	2.82 E+07
사회자산	one thousand won	1.00 E+03
생물다양성	species	5.69 E+05
1차 생산	ton	4.93 E+04

- 건물부문의 온실가스 배출량을 약 700만톤 저감 시킬 수 있다면, 이를 통해 인간 및 생태계 파괴로 인해 소요되는 비용 약 433억 원을 절감할 수 있으며, 건물부문 온실가스의 탄소배출권 거래비용으로 환산할 경우 700억 원(1톤당 10,000원/1TOE)을 감한하면 총 약 1,100억 원의 비용 감소효과 발생



(a) 온실가스 배출량 (b) 환경비용 평가

[그림 4.6] 환경비용 평가 결과

제5장 인력투입 소요예산 산정

제1절 연구일정에 따른 인력투입 계획

○ 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 연구인력을 직급별, 기술분야별, 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 4~5년간의 인력을 추정함

○ 세부과제 인력투입(안)

- 상기 기준에 의거하여 투입인력을 추정한 결과 5년의 연구기간동안 총 418.5인의 인력이 투입되는 것으로 추정되었음
- 예상되는 소요예산안을 기반으로 1차년도는 총 72인으로 투입인력을 추정하였으며, 연구개발 활동이 집중되는 2~3차년도에 투입되는 인력이 증가하고, 연구를 마무리하는 4~5차년도에는 감소하도록 계획됨

<표 5.1> 연차별 투입 연구인력

(단위: 명)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1세부과제	책임연구원	6.5	9.5	8.5	6.5	0	31
	연구원	15.5	21	18.5	15.5	0	70.5
	소계	22	30.5	27	22	0	101.5
2세부과제	책임연구원	6.5	19.5	14.5	10.5	4.5	55.5
	연구원	14.5	45	33	24.5	8.5	125.5
	소계	21	64.5	47.5	35	13	181
3세부과제	책임연구원	8.5	13	12	7.5	0	41
	연구원	20.5	28	29	17.5	0	95
	소계	29	41	41	25	0	136
합계		72	136	115.5	82	13	418.5

2. 세부과제별 상세 인력 투입 계획

가. 1세부과제

<표 5.2> 1세부과제 연차별 투입 연구인력

(단위: 명)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스 (DB)	책임연구원	0.5	1.5	1	0	0	3
	연구원	1.5	3	2	0	0	6.5
	소계	2	4.5	3	0	0	9.5
국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술	책임연구원	3.5	4	2.5	2	0	12
	연구원	8.5	9	5.5	4	0	27
	소계	12	13	8	6	0	39
건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술	책임연구원	2.5	3.5	3	2.5		11.5
	연구원	5.5	7.5	7	6		26
	소계	8	11	10	8.5	0	37.5
POST-2020 건물부문 감축 방안의 의사결정지원 기술	책임연구원		0.5	2	2		4.5
	연구원		1.5	4	5.5		11
	소계	0	2	6	7.5	0	15.5
합계		22	30.5	27	22	0	101.5

나. 2세부과제

<표 5.3> 2세부과제 연차별 투입 연구인력

(단위: 명)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증	책임연구원	1	4	5	3.5	1.5	15
	연구원	3	8.5	11.5	7.5	3.5	34
	소계	4	12.5	16.5	11	5	49
국가건물에너지 통합시스템 기반의 건물부분 온실가스 인벤토리	책임연구원	3.5	9	4	3.5	1.5	21.5
	연구원	8.5	21	9.5	8.5	3	50.5
	소계	12	30	13.5	12	4.5	72
건물부문 온실가스 배출량 벤치마크 산정 기술	책임연구원	1	4	3	2.5	1	11.5
	연구원	1.5	10	7	5.5	1.5	25.5
	소계	2.5	14	10	8	2.5	37
건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축	책임연구원	1	2.5	2.5	1	0.5	7.5
	연구원	1.5	5.5	5	3	0.5	15.5
	소계	2.5	8	7.5	4	1	23
합계		21	64.5	47.5	35	13	181

라. 3세부과제

<표 5.4> 3세부과제 연차별 투입 연구인력

(단위: 명)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
6층이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열 시스템 기술	책임연구원	2	3.5	2.5	2	0	10
	연구원	5	7.5	6.5	4	0	23
	소계	7	11	9	6	0	33
단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술	책임연구원	2.5	4	3	2	0	11.5
	연구원	5.5	9	6	4	0	24.5
	소계	8	13	9	6	0	36
투습 및 방수기능을 갖는 외피 (지붕, 벽, 창호) 축열방지 보강 기술	책임연구원	2	3	4	2.5	0	11.5
	연구원	5	6	10	6.5	0	27.5
	소계	7	9	14	9	0	39
소형 건축물의 열원 (냉난방/급탕/환기) 공급 패키지 시스템 기술 개발	책임연구원	2	2.5	2.5	1	0	8
	연구원	5	5.5	6.5	3	0	20
	소계	7	8	9	4	0	28
합계		29	41	41	25	0	136

제2절 소요예산 산정

1. 예산 산정 방법

○ 세부과제별 최소 연구단위인 세부구성 기술과제를 수행하는데 소요되는 필요 비용을 산정함. 이를 토대로 세부과제와 총괄과제의 연구비를 산정하여 총 사업 예산 규모를 산출함

○ 과제별 예산은 정부출연과 민간부담을 구분하지 않고 연구성과 달성을 위해 필요한 소요 예산을 작성함

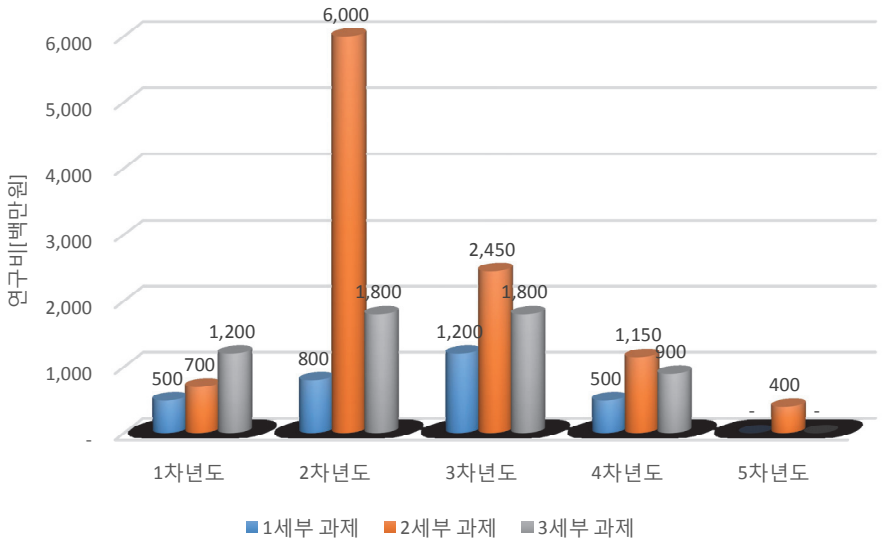
○ 인건비와 직접비는 각 세부구성기술과제 단위별 연구내용, 연구 성과물을 기초로 예산을 산출하고, 과제별 최종성과물 도출을 고려하여 예산을 배분함

2. 전체사업 소요 예산

<표 5.5> 전체 소요예산

(단위: 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1세부과제	500	800	1,200	500	-	3,000
2세부과제	700	6,000	2,450	1,150	400	10,700
3세부과제	1,200	1,800	1,800	900	-	5,700
합계	2,400	8,600	5,450	2,550	400	19,400



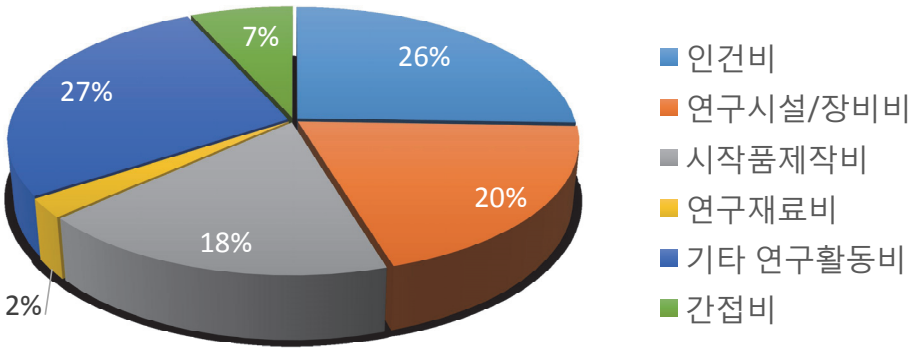
[그림 5.1] 연차별 세부과제 소요예산

나. 전체 비목별 소요예산 검토

<표 5.6> 총괄 비목별 소요예산

(단위: 백만원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
직접비	인건비	732	1,607	1,494	946	175	4,953
	연구시설/장비비	42	3,533	258	0	0	3,832
	시작품제작비	130	1,100	1,775	518	0	3,523
	연구재료비	300	69	69	13	0	451
	기타 연구활동비	957	1,833	1,484	859	180	5,313
간접비		239	458	371	215	45	1,328
합계		2,400	8,600	5,450	2,550	400	19,400



[그림 5.2] 비목별 소요예산 구성비

3. 세부과제별 소요예산

가. 1세부과제

<표 5.7> 1세부과제 비목별 소요예산

(단위: 백만원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
직접비	인건비	256.8	339.9	299.3	258.3	0	1,154.3
	연구시설/장비비	31.7	0	0	0	0	31.7
	시작품제작비	0	50	130	103	0	283
	연구재료비	0	0	0	0	0	0.0
	기타 연구활동비	169.2	328.1	616.6	111	0	1,224.9
간접비		42.3	82	154.1	27.7	0	306.1
합계		500	800	1,200	500	0	3,000

나. 2세부과제

<표 5.8> 2세부과제 비목별 소요예산

(단위: 백만원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
직접비	인건비	153.3	812.7	739.9	410.1	174.8	2,290.8
	연구시설/장비비	10	3,442.8	142.8	0	0	3,595.6
	시작품제작비	130	390	1,040	190	0	1,750
	연구재료비	0	0	0	0	0	0
	기타 연구활동비	325.3	1,083.6	421.9	439.9	180.2	2,450.9
간접비		81.3	270.9	105.5	110.0	45	612.7
합계		699.9	6,000	2,450.1	1,150	400	10,700

라. 3세부과제

<표 5.9> 3세부과제 비목별 소요예산

(단위: 백만원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
직접비	인건비	321.4	454.5	454.5	277.1	0	1,507.5
	연구시설/장비비	0	90	115	0	0	205
	시작품제작비	0	660	605	225	0	1,490
	연구재료비	300	69	69	13	0	451
	기타 연구활동비	462.9	421.2	445.2	307.9	0	1,637.2
간접비		115.7	105.3	111.3	77	0	409.3
합계		1,200	1,800	1,800	900	0	5,700

제6장 과제 제안요구서

제1절 과제 제안요구서(RFP)

1. 연구단 총괄 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	POST-2020 건물부문 온실가스 감축 모형 및 통합관리 시스템 개발
1. 연구개발 목표	
	○ POST-2020 신기후체제 대응을 위한 국가레벨의 건물부문 온실가스 감축 모형 및 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증 - POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 분석 모델 개발 - POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증 - 온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 2015년 12월 기후변화협약 제21차 총회(COP 21)에서 2020년 이후의 온실가스 감축을 위한 기후변화협약(POST-2020) ‘파리협정’이 체결되고 新기후체제 도래 - 모든 당사국(196개국)의 감축 의무화 및 법적 구속력을 갖는 감축체제 이행 *※ 2015년이후 매 5년마다 후퇴없는 감축목표 재설정 및 5년단위의 이행점검 실시* ○ 우리나라는 2030년까지 국가 전체 온실가스 감축 목표를 37%로 설정하여 공포하고 향후 대응체계를 추진하고 있음 - 정부 기후변화대응체계에 따라 감축 목표 달성을 위한 건물부문의 합리적이고 실천적인 감축목표 설정 및 이행 방안 마련이 시급하며, 이는 국가의 당면과제임 - 정부의 기후변화대응 관장부처 책임제에 따라 온실가스 감축의 효과적인 이행을 위해 국토교통부는 건물부문의 온실가스 감축 계획 및 전략 수립이 요구됨 - POST-2020 국가 온실가스 감축 목표(2030년까지 BAU 대비 37% 감

	축) 달성을 위하여 건물부문 온실가스 감축을 위한 종합적·입체적인 온실가스 통합 관리 기술 개발 시급 ※ *국무조정실, 파리협정의 효과적 이행을 위한 기후변화 대응체계 강화(보도자료, 2016.04)* ○ 신축 건물은 제로에너지 건축물 실증 및 적용 기술 개발에 대한 활발한 기술개발 연구가 수행되고 있으나, 상대적으로 온실가스 감축 잠재량이 높은 기존건물에 대한 에너지 효율화 기술 적용 및 그린리모델링 기술에 대한 개발이 미흡함 - 전체 온실가스 배출량의 약 25%를 차지하는 건축물은 온실가스 감축 잠재량이 높은 분야로 평가됨. 건물부문의 온실가스 배출량의 95%이상을 차지하는 기존 건축물의 온실가스 배출량 저감은 온실가스 감축목표 달성을 위해 필수적으로 고려되어야 함
□ 기술동향	○ 국내에서는 에너지·온실가스 정보 관리 및 관련 제도 지원을 위한 부처별 에너지·온실가스 관리시스템을 구축 및 운영 중 - 국가 온실가스 종합관리시스템(NGMS), 국가 에너지 통계 종합정보시스템(KESIS), 공동주택관리정보시스템(K-apt), 국가 건물에너지 통합관리시스템 구축 및 운영 - 국토교통부는 전국 690만동의 건축물대장 정보와 전기, 도시가스, 지역난방 등 건물에서 사용되는 에너지 정보를 통합하여 구축한 ‘국가 건물에너지 통합관리시스템’을 구축 후 운영 중임 ○ 국내에서는 산업부와 환경부를 중심으로 산업부문 등의 기후변화대응 온실가스 감축 전략 수립 및 경제모형·온실가스 분석모형 개발과 운영에 국한되어 왔음 - 대표적인 모형으로 국가수준의 전 분야를 대상으로 하는 KEEI-EGM 모형과 TIMES-K15모형이 있으며 온실가스종합정보센터의 MESSAGE 모형이 있음. 최적화모형으로 TIMES, Markal, AIM 모형 등을 활용함 ○ 국외 주요 선진국은 국가수준에서 에너지 전환부문, 산업부문, 교통부문, 건물부문 등을 포함하는 다양한 온실가스 분석모형을 구축하고 있음 - 미국: MARKAL, LEAP, GCM모형, 일본: AIM-Enduse모형, IEA: MARKAL, MESSAGE모형, 오스트리아 IIASA: MESSAGE모형 활용 및 구축

○ 민간 건축시장에서 개발되지 못한 시장 애로 기술 및 공공(公共) 기술의 개발을 통해 녹색건축 기술의 활성화 추진 필요

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

[1세부과제]

POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 분석 모델 개발

○ 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축

- 건물부문 온실가스 배출 현황 분석
- 실측 및 국가 통계기반의 건물정보 Data Set 구축
- 건물정보 외 추가자료 수집 및 Data 구축
- 건물 에너지효율화 기술 및 온실가스 감축 방안의 비용데이터 구축

○ 국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술 개발

- 국가 건물정보기반의 온실가스 구조 분석 및 입력데이터/변수 DB 구축
- 구축 DB에 근거한 과거 확산 형태분석 및 미래 양상 예측 모형 개발
- 건물 특성 구조화 RES(Reference Energy System) 설계 및 모듈 개발
- Baseline 중장기 온실가스 배출 전망 시뮬레이션 기술(S/W) 개발
- 국내 온실가스 배출 실적 및 전망치와 부합화 · 연계 분석

○ 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술 개발

- Baseline에 근거한 감축 잠재량 분석 모형 설계 및 data set 구성
- 건물부문에 적용 가능한 온실가스 감축 시나리오 개발
- 시나리오 분석형 상향식 온실가스 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술(S/W) 개발
- 최적화 선형예측 모형을 이용한 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술(Model) 개발
- 분석 모형의 유효성 평가 및 신뢰성 검증
- 건물부문 감축 시나리오별/감축수단별 감축 효과 분석

○ POST-2020 건물부문 온실가스 감축 방안 의사결정 지원 툴 개발

- 건물부문의 온실가스 감축 목표 달성을 위한 적정 감축방안 선정방법 개발
- 감축방안의 감축 잠재량 및 감축비용 평가 기술 개발

- 시나리오 기반 최적 의사결정지원 툴 개발

[2세부과제]

POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

○ 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

- 국가 건물부문 온실가스 SMART 관리 기술 및 시스템 실증을 위한 Framework 설계
- 기존 국가 건축물 정보 및 에너지 데이터와의 연동 플랫폼 개발
- 국가 건물 온실가스 빅데이터(Big Data) 분석 도구 개발
- 웹기반 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

○ 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축

- 국가 건물에너지 통합관리시스템 Data 분석 및 인벤토리 연계방안 수립
- 화석연료 DB 구축 및 건물부문 온실가스 DB 변환
- 관리특성별(지역별 · 건물특성별 · 에너지원별) 온실가스 배출량 산정 방법 개발
- 관리특성별 온실가스 배출량 DB 구축 및 DBMS 개발
- 온실가스 배출 현황 및 특성을 고려한 온실가스 인벤토리 구축

○ 건물부문 온실가스 배출량 벤치마크 산정 기술 개발

- 건축물 온실가스 배출량 DB 연계 기술 개발
- 건축물 및 온실가스 배출량 특성 기반의 건축물 분류체계 개발
- 건축물 온실가스 배출기준 및 보정계수 개발
- 건축물 온실가스 벤치마크 개발

○ 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축

- 관리특성별 온실가스 정보를 통한 컨텐츠 개발
- 온실가스 통합 관리 정보 기술 개발
- 건물부문 온실가스 정보제공 및 지원을 위한 사용자 친화형 인터페이스 구축
- 건물부문 온실가스 관련 기술기반 법령 및 제도 개선안 제시

[3세부과제]

온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발

○ 6층 이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열시스템 기술
- 화재 확산 방지를 위한 외단열 시스템 기준 정립
- 난연 유기계 외단열재 시스템 시공 기술 개발
- 준불연 외단열 시스템 및 외벽 보강 기술개발

○ 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술
- 접합부 열교차단공법 설계 및 시공가이드 라인 개발
- 열교차단 소재 및 융합형 설치 제품 개발
- 이종간 접합부 열교차단공법 단열창호 기술

○ 한국기후에 적합하고 투습 및 방수기능을 갖는 외피 축열방지 보강 기술
- SRI 0.65(3년 내구성 0.50) 이상의 건물 외피(외벽,지붕) 축열방지 시스템 개발
- SRI 0.65 이상 및 투습기능의 융합 방수 시스템 개발
- 외피축열방지 시스템 사업화를 위한 시범사업 및 사업화를 위한 양산화
- 외피축열방지 시스템 확산을 위한 지침 및 가이드 라인 제시

○ 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지시스템 기술
- 소규모 주택 단위 냉난방 부하 기준 및 설계 가이드라인 개발
- 저비용 고성능 주택용 소규모 건축기술의 최적 패키지 기술
- 주택용 소규모 열원공급 패키지(package) 시스템 실용화 및 실증

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 국가 건축물 현황 및 에너지 소비량 정보를 수집하는 ‘국가 건물 에너지 통합관리시스템(국토교통부 운영)’과의 연계 방안을 반드시 제안서에 제시

** 본 과제의 연구결과물은 국토교통부의 국가 건물 에너지 통합관리시스템 연계를 통해 활용 예정*

○ 본 과제의 연구결과물(국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술)의 실증 및 운영 계획을 반드시 제시
- 본 과제 수행을 위해 요구되는 국가 건물 현황 및 온실가스 Big Data 구축 방안 및 신뢰성 검증방안 제시

	- 본 과제 연구성과물의 실증 계획과 관련한 성과목표 및 지표를 연차별로 구체적으로 제시 : 달성 가능한 연구 목표를 정량적으로 제시(예: 기존 대비 00% 비용 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등) ○ 기존의 온실가스 배출 전망 및 분석모형 기술수준과 비교하여, 본 연구를 통해 개발되는 기술 및 선정근거, 우수성, 차별성 및 독창성 등을 연구개발계획서에 제시 ○ 연구예산 등을 고려하여 기존의 건물현황 데이터 및 에너지 · 온실가스 감축기술 데이터베이스의 활용 및 개선방안 도출 ○ 각 단위과제별 연구성과의 연계 및 시나리오(연구개발-개발기술-성과-적용-적용방안-기대효과, 각 연구성과간 연계/활용 전략 등) 제시 ○ 정부 및 관련 기관 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 다양한 수요처가 활용할 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 유관기관(에너지경제연구원, 에너지공단, 한국감정원, 온실가스종합정보센터 등)의 의견을 연구개발에 반영 ○ 기존에 수행되었거나 국외 및 국내에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구계획에 포함 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 공동 활용방안 등 제시 ○ 본 과제의 연구성과물은 향후 시스템으로 개발되어, 정부/학계/연구기관/공공기관/국민이 사용할 수 있도록 계획하여야 함
□ 추진체계	○ 3개의 세부과제로 구성된 연구단 과제로 추진 또는 각 세부별로 일반과제 형태로 추진 ○ 본 과제는 기획이 완료된 과제이므로 현황조사, 사례조사, 문헌조사, 국내・외 기술동향조사 등 조사 연구는 3개월 이내로 제한 - 단, 과제특성상 현황조사 등이 필요한 경우에는 신청기관에서 조사

내용, 조사기간, 소요예산에 대한 타당한 사유를 연구개발계획서상에 명확히 제시하기 바람

○ 연구단 과제로 구성 시 각 세부과제의 연계성 검토하고 데이터 및 개발 시스템 등 연구 결과물에 대한 활용방안 제시

- 2세부과제의 건물부문 인벤토리 구축 및 통합관리 기술의 실증 시스템은 국가 온실가스 통합관리 시스템 연계 및 국가 인벤토리 보고에 활용될 수 있는 방안으로 추진
- 1세부과제에서 구축이 필요한 '건물부문 온실가스 배출 현황 및 건물정보 기반 데이터베이스(DB)'의 구축은 2세부과제의 '건축부문 인벤토리 구축'을 통한 데이터베이스(DB)와 연동하고, 통합하여 구축될 수 있도록 연구 추진 및 구축 데이터베이스를 각 세부에서 공동 활용하여 인력활용 및 소요예산 산정을 효율적으로 추진
- 2세부의 '관리특성별 온실가스 정보를 통한 컨텐츠 개발' 및 '관리기술 실증을 통한 시스템을 활용하여 3세부과제의 녹색건축물 전환 지원 기술 개발을 통한 효과 검증 및 온실가스 배출 특성 제공 등 연계하여 추진토록 과제 구성

○ 과제 내 컨소시엄 구성 시 주관연구기관은 과제시점부터 종료까지 동일 기관이 연구를 수행하여야 하며, 컨소시엄 구성 시 과제수행 역할을 고려하여 구성

- 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 공동 활용방안 등 제시
- 산학연 컨소시엄 구성시 해당분야(건축물 온실가스 Big Data 관리, 온실가스 배출량 관리 등) 전문가 참여
  : 특히 국무조정실 산하 '온실가스종합정보센터(GIR)' 및 국가 통계 관리 및 에너지 정보 관리 기관(에너지경제연구원) 등의 전문가 그룹을 통한 자문 및 참여
- 컨소시엄 구성 시 국토교통부의 '국가 건물에너지 통합관리시스템'의 운영기관을 포함하여 구성하는 것을 우선으로 함

○ 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 "Top

Brand“로 구분

※ 전체 및 세부과제 단위 기술트리를 작성하고 개발완료된 국토교통 연구성과 활용을 함께 고려

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 제시
- 세부과제 연차별·단계별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 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

○ 각계 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것

○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 최종성과물

□ 주요 최종 성과물

[1세부과제]

POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 분석 모델 개발

○ 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축

- 건물부문 온실가스 배출 현황 분석 이론 및 사례 연구 보고서
- 과거실측 및 국가 통계기반의 건물정보 Data set (DB)
- 추가 구축된 에너지 · 온실가스 감축 기술 데이터베이스(DB)

○ 국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술 개발

- 상향식의 시나리오 예측 분석 모형(분석엔진)
- 중장기 온실가스 배출 전망 시뮬레이션 모형(S/W)
- 국가 온실가스 배출량 및 배출전망치와 일치도 ±5%이내의 예측 시뮬레이션 모형(S/W)

○ 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술 개발

- 건물부문에 적용 가능한 온실가스 감축 시나리오 보고서
- 상향식 온실가스 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 모형(S/W)
- 감축 잠재량 분석 최적화 선형예측 모형(Model)
  : 2030년 또는 2050년까지 1년 단위의 감축 잠재량 분석 가능

[2세부과제]

POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

○ 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
- 국가 건물부문 온실가스 SMART 관리시스템의 Framework
- 기존 국가 건물・에너지 정보와의 연동 플랫폼
- 국가 건물 온실가스 빅데이터(Big Data) 분석 도구
- 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리시스템 실증

○ 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축
- Bottom-up 방식 온실가스 인벤토리
- 관리특성별 배출 정보 제공, 배출원단위

○ 건물부문 온실가스 벤치마크 산정기술 개발
- 건축물 및 온실가스 배출량 특성 기반의 건축물 분류체계
- 건축물 온실가스 배출기준 및 보정계수
- 건축물 온실가스 벤치마크

○ 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발
- 국토교통부, 환경부 등의 온실가스 관련 정부정책 지원서비스 제공
- 학계/연구기관/공공기관 등 전문가 정보 제공 서비스
- 대국민 정보 제공 서비스

○ 건물부문 온실가스 정책 지원 체계
- 정책 지원 기반 체계 구축
- 건물부문 온실가스 감축 법령 및 제도 개선안 제시
- 국가 건물 온실가스 관련 일자리 창출 및 산업 육성 방안 도출

[3세부과제]

온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발

○ 6층 이상 건축물 대상의 난연 유기계 외단열시스템 및 시공 기술

- 화재 확산 방지를 위한 외단열시스템 기준(가이드라인) 개발
- 화재 확산 방지를 위한 외단열시스템 기준(시공 가이드라인) 개발
- 준불연 외단열 시스템 및 외벽 보강 기술 개발

○ 외피 시공에 따른 열교 감소 50% (기존 설치 방법 대비) 및 에너지 소비량 10% 감축 (기존 건물 대비)

- 접합부 열교차단공법 설계 및 시공가이드 라인 개발
- 열교차단 소재 및 융합형 설치 제품 개발
- 건물 및 외피 시스템에 따른 열교회피 설치 기술
- 이종간 접합부 열교차단공법 단열창호 기술

** 외벽 및 창호 사이의 선형 열교(psi)는 0.3W/m·k, 커튼월 및 창호사이의 선형 열교는 0.1W/m·k을 목표로 설정*

○ 도시온도 2K 완화를 위한 SRI 0.65 (3년 내구성 0.50)이상의 보급형 외피 축열방지 기술 개발

※ SRI: solar reflectance Index (일사반사지수)

- 외피(지붕/벽/창호) 과열방지 시스템 확산을 위한 기준 및 가이드 개발
- 외피(지붕/벽/창호) 과열방지 성능 평가 및 시험법의 표준화 개발
- 열반사율을 고려한 SRI 0.65 이상(3년 내구성 0.50) 및 투습기능의 융합 방수 시스템 개발
- 외피(지붕/벽/창호) 과열방지 보강기술 적용을 위한 시범사업

** 외피과열방지 기술의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 미국에 비하여 약 60% 수준이며, 본 기술의 최종 목표는 내구성 120% 향상 및 및 시제품 설치/성능시험 (TRL 8) 단계로 설정*

○ 건축물의 에너지 소비량 30% 감축 (기존 설치 시스템 대비) 및 초기 투자비용/유지비용 20% 감축 (기존 설치 방법 대비)

- 소규모 주택 단위 열원 부하 기준 및 설계 가이드라인
- 저비용 고성능 주택용 소규모 건축기술의 최적화 알고리즘
- 열원(냉난방/급탕/환기) 최적 운전 및 제어 시스템 시제품
- 최적 운전 및 제어 관리 시스템 시제품
- 주택용 소규모 열원(냉난방/급탕/환기) package 시스템 현장적용 및 실용화

6. 활용방안 및 기대효과	

□ 활용방안

[1세부과제]

POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 분석 모델 개발

○ 국가 건물부문의 온실가스 배출 특성 파악

○ 2030~2050년의 중장기 미래의 건물부문 온실가스 배출 전망치에 대해 보다 과학적·공학적인 추정 및 결과 분석

○ POST-2020에 대응한 건물부문 온실가스 감축 방안 분석 및 감축 잠재량 도출을 통해 국가 온실가스 감축 로드맵 수립의 분석 도구로 활용

○ 신규 또는 기존의 온실가스 감축, 에너지 효율화 방안에 대한 온실가스 감축 효과 분석 및 비용대비 감축 효과 파악

○ 예상 수요처 : 파리협정의 효과적 이행을 위한 기후변화 대응체계 강화(국무조정실, 보도자료, 2016.04)에 따라 정부부처(국토교통부, 국무조정실 등), 주요 지자체 건축 관련 부서 및 연구기관•학계(대학, 학회)

[2세부과제]

POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

○ 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술

- 기존 국가 건물에너지 통합정보시스템(국토교통부)을 통한 온실가스 인벤토리 DB를 지속적으로 구축 및 분석 지원
- 건물부문 온실가스 인벤토리 구축을 통해 건물온실가스 배출 표준량 및 관리특성별 정보를 제공함으로써 국가는 물론 지자체, 공기업 및 민간기업 등에서 온실가스 감축목표 및 이행계획 수립 및 검증에 활용 가능
- 건물부문 온실가스 정보를 공공에 개방함으로써 관리특성별 온실가스 배출량 현황 파악 가능
- 국가 온실가스 통합관리시스템(환경부)과의 연계, 기초 통계 및 분석 데이터 제공

○ 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축

- 건물특성별 온실가스 배출원 및 배출활동 규명, 배출정보 DB관리
- 국가수준 년도별 건물부문의 온실가스 배출량 추이 및 모니터링 제공
- 국가 인벤토리보고서(NIR) 및 검증보고서의 건물부문 보고서 제공
- 기존 건축물 대상 그린리모델링 제도 지원, 녹색건축물 전환 대상 건축물 파악 및 온실가스 감축효과 모니터링

	- 인벤토리 구축을 통해 도출된 DB 등 건축물 온실가스 정보를 1세부과제 및 3세부과제의 연구수행과제에서 활용하여 과제 연계 ○ 건물부문 온실가스 벤치마크 산정기술 개발 - 건물부문 지역별 · 건물특성별 등 온실가스 Benchmark 및 계수 제공 - 지역별 건축물의 에너지 총량 관리(「녹색건축물 조성 지원법」 제11조)지원 - 개별건축물의 에너지소비 총량 제한(「녹색건축물 조성 지원법」 제12조) 지원 - 국가 온실가스 감축 제도(건물 온실가스·에너지 목표관리제, 온실가스 배출권거래제)의 기술 데이터 제공 및 운영 지원 ○ 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축 - 건물부문 온실가스 배출량 관리 및 감축 목표 설정 - 감축 목표 달성을 위한 단계별 이행 계획 수립 지원 - 이행 계획 수립을 위한 의사결정 지원 - 건설 및 기후변화대응 등 온실가스 감축 신기술 시장 활성화 - 건물부문 온실가스 배출 현황 파악을 통한 중점 관리대상 및 그린리모델링 대상 건물 파악 **[3세부과제]** **온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발** ○ 6층 이상 건축물의 화재확산방지를 위해 의무적으로 난연 유기질단열재의 사용 ○ 장기적 내구성을 보증하는 외단열시스템 도입 ○ 건물 유형에 따른 창호 시스템 및 커튼월 시스템 설치 방법 제공 ○ 현재 사용되고 있는 창호의 효율 등급제와 병행하여 다양한 고단열 창호적용 기술 제공 ○ 최상층 냉방에너지 절감을 위한 지붕 일사차단기술로 활용 ○ 장기 내구성을 갖는 옥상방수시스템으로 활용 ○ 기존의 소규모 및 주거용 건축물의 비용 최적화 에너지 개보수 기술로 활용 ○ 기존의 소규모 및 주거용 건축물을 최적의 에너지 효율로 제어할 수 있는 시스템으로 활용
□ 기대효과	○ 경제적 효과 - 구축된 인벤토리 및 온실가스 SMART 관리시스템을 활용하여 온실

가스 배출량 감축목표 달성을 위한 컨설팅 비용을 절감함으로써 사회적 비용 절감 가능

- 상쇄제도 및 외부감축사업 활성화에 따른 해외 배출권거래시장 진출
- 건물부문 온실가스 인벤토리 및 SMART 관리 시스템을 기반으로 객관적인 사업타당성 의사결정이 가능함에 따라 저탄소 건축물 투자시장 확대에 기여할 수 있음
- 해외 에너지 의존도가 높은 국내 실정을 감안할 경우, 저탄소 건축물의 활성화를 통한 에너지 절감은 에너지 수입비중을 줄이는 효과를 기대할 수 있음

○ 기술적 효과

- 사용자 친화형 인터페이스를 통한 정보 개방으로 국민들의 의식 개선 및 자발적인 감축 사업 참여 유도
- 건물부문 온실가스 배출 현황, 유사건물의 배출량 비교, 감축 목표, 이행 방안 검토 등 종합적인 온실가스 정보 제공으로 통합 관리 가능
- 건물부문의 에너지 절감을 통해 온실가스 감축의무를 이행하기 위한 다양한 녹색건축물 정책 시행에 따른 녹색건축 산업 육성 및 지원 가능
- “제2차 녹색성장 5개년 계획”, “제3차 지속가능발전 기본계획”, “제2차 녹색건축물기본계획”등의 신(新)기후체제 대응 방안 수립 지원 가능
- 하향식(Top-down)이 아닌 상향식(Bottom-up)방식의 지역별/건물특성별/에너지원별 온실가스 인벤토리 구축을 통하여 획일적인 기후변화 정책의 다양성·정밀성 제고
- 국제 기후변화협약관련 기후변화당사국총회(COP) 등 파리협약에 의한 新기후체제에 대응하여 POST-2020의 중장기 국가 온실가스 감축 목표 수립, 이행방안 마련, 감축 로드맵 수립 등을 위해 국가 건물부문 온실가스 배출 특성 및 미래 온실가스 배출 전망, 온실가스 감축 잠재량 분석 등을 수행할 수 있는 기술 ‘한국의 독자적인 건물부문 분석 모형’ 확보 및 기반 구축
- 과학적, 기술적 데이터 및 전망방법에 따른 POST-2020 온실가스 감축 목표 설정 및 로드맵 설정 가능
- 건물부문 온실가스 감축관련 의사결정시 시나리오 기반의 분석 결과에 따라 정량화된 효과분석을 활용하여 보다 정확한 의사결정

- 시장애로기술에 대한 대안 및 해결방안 제시로 녹색건축물 활성화 및

에너지효율화를 통한 온실가스 저감 효과 기대

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2017.03～ 2022.02 (5년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2017.03～ 2018.02 (12개월)

○ 총 정부출연금 : 19,400백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 2,400백만원 이내

※ *정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음*

※ *기업참여시 기업부담금은 연차별로 "국토교통부소관 연구개발사업 운영규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능*

※ *연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수*

※ *연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능*

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 "일반 과제"임

○ 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

※ *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
- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (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
- 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 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 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 과제내 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

2. 1세부 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	POST-2020 대응을 위한 국가 건물부문 온실가스 예측 및 감축 분석 모델 개발
1. 연구개발 목표	
	○ POST-2020 신기후체제 대응을 위한 국가 건물부문 특화된 상향식 온실가스 배출 전망 및 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술 개발 : 국가 온실가스 배출량 및 배출전망치와의 일치도 ±5% 이내 확보 : 배출 전망 및 감축 분석 결과의 1년 단위 정밀도 확보 : 분석 대상기간은 2015년~2050년까지 확보
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 2015년 12월 기후변화협약 제21차 총회(COP 21)에서 2020년 이후의 온실가스 감축을 위한 기후변화협약(POST-2020) '파리협정'이 체결되고 新기후체제 도래 - 모든 당사국(196개국)의 감축 의무화 및 법적 구속력을 갖는 감축체제 이행 ※ *2015년이후 매 5년마다 후퇴없는 감축목표 재설정 및 5년단위의 이행점검 실시* ○ 우리나라는 2030년까지 국가 전체 온실가스 감축 목표를 37%로 설정하여 공포하고 향후 대응체계를 추진하고 있음 - 정부 기후변화대응체계에 따라 감축 목표 달성을 위한 건물부문의 합리적이고 실천적인 감축목표 설정 및 이행 방안 마련이 시급하며, 이는 국가의 당면과제임 - 정부의 기후변화대응 관장부처 책임제에 따라 온실가스 감축의 효과적인 이행을 위해 국토교통부는 건물부문의 온실가스 감축 계획 및 전략 수립이 요구됨 ※ *국무조정실, 파리협정의 효과적 이행을 위한 기후변화 대응체계 강화(보도자료, 2016.04)* ○ 건물부문(가정/상업) 특화된 온실가스 배출전망 및 감축잠재량 분석 모형 부재 - 가정/상업으로 대구분된 국가 온실가스 배출전망은 존재하나, 건물 용도별 온실가스 배출전망 및 감축잠재량 분석 툴 부재 - 5년마다 강화된 감축목표 설정제출 의무의 효율적 이행을 위해 장기적인(2030년 또는 2050년) 온실가스 배출전망 및 감축량 분석 요구가

	점차 증가할 것으로 예상 - 다양한 정책적·기술적 감축수단의 잠재량을 중복없이 산정해 낼 수 있는 효과적인 분석 모형(시뮬레이션 S/W) 필요
□ 기술동향	○ 건물부문의 온실가스 감축은 가정부문(주거건물)과 상업부문(비주거건물)에서 소비되는 연료 및 에너지원에 의한 발생하는 온실가스를 감축하는 것으로 냉난방, 급탕, 취사, 조명, 가전, 동력 등의 범위에 속함 - POST-2020 온실가스 감축목표에 따른 감축대상 온실가스는 기후변화협약에 따라 배출이 억제되거나 삭감되어야 하는 6대 온실가스(이산화탄소(CO2), 메탄(CH4), 아산화질소(N2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF6))를 대상으로 함 ○ 국내외 온실가스 감축 모형은 하향식(Top-down) 접근법과 상향식(Bottom-up)접근법이 있으며, 모형 구축을 위한 데이터베이스로 에너지 · 온실가스 기술 데이터베이스(DB)를 활용하고 있으나 제한적으로 활용되고 있음 ○ 국외 주요 선진국은 국가수준에서 에너지 전환부문, 산업부문, 교통부문, 건물부문 등을 포함하는 다양한 온실가스 분석모형을 구축하고 있음 - 미국: MARKAL, LEAP, GCM모형, 일본: AIM-Enduse모형, IEA: MARKAL, MESSAGE모형, 오스트리아 IIASA: MESSAGE모형 활용 및 구축 ○ 국내에서는 산업부와 환경부를 중심으로 산업부문 등의 기후변화대응 온실가스 감축 전략 수립 및 경제모형·온실가스 분석모형 개발과 운영에 국한되어 왔음 - 대표적인 모형으로 국가수준의 전 분야를 대상으로 하는 KEEI-EGM 모형과 TIMES-K15모형이 있으며 온실가스종합정보센터의 MESSAGE 모형이 있음. 최적화모형으로 TIMES, Markal, AIM 모형 등을 활용함 ○ 우리나라의 경우 온실가스 감축 잠재량이 높은 건물부문의 독자적인 중장기 온실가스 배출 전망(예측) 및 감축량 분석 모형 구축이 이루어지지 않고 있으며 국가의 에너지 수요 및 공급 측면에서의 에너지 · 온실가스 감축기술 데이터베이스(DB), 감축 모형 작성 등이 진행되고 있어 한계가 있음

○ 국가의 건물 정보(건설현황, 에너지특성, 온실가스 배출특성 등)에 기반하고, 중장기의 미래 온실가스 배출 시나리오에 기초한 배출량 전망이 가능하며, 배출 전망 기준(BAU)으로 감축 계획 및 감축 방안별 감축 잠재량 분석이 가능한 시뮬레이션 기술(S/W) 개발이 필요함

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

○ 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축

- 건물부문 온실가스 배출 현황 분석

** 건물정보기반의 에너지원별, 용도별, 규모별 에너지 또는 온실가스*

- 실측 및 국가 통계기반의 건물정보 Data Set 구축
- 건물정보 외 추가자료 수집 및 Data 구축

** 필요 에너지기술 데이터(DB), 시뮬레이션 기술을 통한 특성 데이터 등*

- 건물 에너지효율화 기술 및 온실가스 감축 방안의 비용데이터 구축

○ 국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술 개발

- 국가 건물정보기반의 온실가스 구조 분석 및 입력데이터/변수 DB 구축
- 구축 DB에 근거한 과거 확산 형태분석 및 미래 양상 예측 모형 개발
- 건물 특성 구조화 RES(Reference Energy System) 설계 및 모듈 개발

** 건물부문 에너지수요를 계측별, 서비스(용도)별로 상세화하여 RES 구조 확장*

- Baseline 중장기 온실가스 배출 전망 시뮬레이션 기술(S/W) 개발

** 온실가스 감축 잠재량 분석 모형과 연계한 상향식의 시나리오 예측 분석 모형(S/W)*

- 국내 온실가스 배출 실적 및 전망치와 부합화 · 연계 분석

○ 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술 개발

- Baseline에 근거한 감축 잠재량 분석 모형 설계 및 data set 구성
- 건물부문에 적용 가능한 온실가스 감축 시나리오 개발
- 시나리오 분석형 상향식 온실가스 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술(S/W) 개발
- 최적화 선형예측 모형을 이용한 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 기술(Model) 개발

** 기존의 최적화선형예측 모형(TIMES, Markal, MESSAGE 등)을 활용한 분석 모델 도출*

- 분석 모형의 유효성 평가 및 신뢰성 검증
- 건물부문 감축 시나리오별/감축수단별 감축 효과 분석

** 시나리오별 감축량 및 특성(에너지·온실가스 감축잠재량, 비용효과 등) 분석*

○ POST-2020 건물부문 온실가스 감축 방안 의사결정 지원 툴 개발
- 건물부문의 온실가스 감축 목표 달성을 위한 적정 감축방안 선정방법 개발
- 감축방안의 감축 잠재량 및 감축비용 평가 기술 개발
- 시나리오 기반 최적 의사결정지원 툴 개발
- 구축 데이터베이스 및 시뮬레이션 기술(S/W)의 지속적인 업데이트 및 활용 관리 방안 제시

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 기존의 온실가스 배출 전망 및 분석모형 기술수준과 비교하여, 본 연구를 통해 개발되는 기술 및 선정근거, 우수성, 차별성 및 독창성 등을 연구개발계획서에 제시

○ 연구예산 등을 고려하여 기존의 건물현황 데이터 및 에너지·온실가스 감축기술 데이터베이스(DB)의 활용 및 개선방안 도출
- 활용 가능한 범위에서 기존의 국가통계포털(통계청), 건물건설현황(국토부, 세움터), 건물 에너지통계 DB(산업부), 온실가스 통계 및 인벤토리 DB(환경부, 온실가스 종합정보센터) 등 활용
- 건물부문의 에너지 기술 DB, 온실가스 감축기술 DB 등 활용 가능한 범위에서 기존 기술 DB를 활용하여 연구 추진

** 기존의 일부 기술DB는 산업경쟁력, 기업정보, 개인정보 등의 문제로 매우 제한적으로 활용되고 있음에 따라 활용가능한 수준에서 DB 확보 및 활용*

- 연구단 과제로 추진 시 2세부과제 '건물부문 온실가스 인벤토리 구축' 세부과제와 연계하여 데이터베이스를 구축하고 구축 DB가 연계되도록 연구 추진

○ 각 단위과제별 연구성과의 연계 및 시나리오(연구개발-개발기술-성과-적용-적용방안-기대효과, 각 연구성과간 연계/활용 전략 등) 제시

○ 정부 및 관련 기관 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
- 연구성과를 다양한 수요처가 활용할 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
- 유관기관(에너지경제연구원, 에너지공단, 한국감정원, 온실가스종합정보센터 등)의 의견을 연구개발에 반영

	○ 기존에 수행되었거나 국외 및 국내에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구계획에 포함 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 공동 활용방안 등 제시 ○ 지속적인 국가 INDC(자발적 국가기여)의 배출 전망 및 감축 목표 설정에 대응이 가능하고, COP21 회의에 따른 '파리협약'의 협약내용에 대응가능 한 수준의 기술 확보 - (분석기간) 배출 전망 및 감축 목표 검토 결과가 매 5년 단위 이하, 2015년~2030년(1단계), 2030년~2050년(2단계)기간의 배출 경로 및 감축량 산정이 가능한 수준 기술 확보 추진 - (분석결과) 2030년 감축 잠재량 및 2050년 감축 잠재량 등 감축목표는 온실가스 배출전망치 대비 감축율(%) 및 감축 잠재량(절대량, ton CO_{2e}) 제시가 가능한 기술 확보 - 신기후체제의 국제수준 대응을 위한 방안(5년 단위의 목표 재설정, 감축이행 점검 등)에 대응 가능한 기술 확보
□ 추진체계	○ 과제 내 컨소시엄 구성 시 주관연구기관은 과제시점부터 종료까지 동일 기관이 연구를 수행하여야 하며, 컨소시엄 구성 시 과제수행 역할을 고려하여 구성 ○ 기술개발 전략 수립 - 데이터 확보 방안 및 시뮬레이션 S/W 구축 시나리오 제시 - 지향하는 성과 목표와 지표를 구체적으로 제시 - 과제완료 후 활용방안에 대한 구체적인 계획 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 "Top Brand"로 구분 *※ 전체 및 세부과제 단위 기술트리를 작성하고 개발완료된 국토교통 연구성과 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

○ 각계 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것

○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 최종성과물

□ 주요 최종 성과물

○ 건물부문 온실가스 예측 및 감축 잠재량 분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축

- 건물부문 온실가스 배출 현황 분석 이론 및 사례 연구 보고서
- 과거실측 및 국가 통계기반의 건물정보 Data set (DB)
- 추가 구축된 에너지ㆍ온실가스 감축 기술 데이터베이스(DB)
  - •확장이 가능한 전자파일 형태(excel, txt, csv 등)의 데이터베이스

○ 국가 건물정보기반의 건물부문 온실가스 배출량 예측 시뮬레이션 기술 개발

- 상향식의 시나리오 예측 분석 모형(분석엔진)
- 중장기 온실가스 배출 전망 시뮬레이션 모형(S/W)
- 국가 온실가스 배출량 및 배출전망치와 일치도 ±5%이내의 예측 시뮬레이션 모형(S/W)
  - •국가 온실가스 배출량 및 배출전망치와 일치도 ±5%이내의 예측 시뮬레이션 모형
  - •2030년 또는 2050년까지 1년단위의 중장기 온실가스 배출량 전망 및 배출 특성 분석 가능

○ 건물부문의 독자적인 상향식 온실가스 감축 시뮬레이션 기술 개발

- 건물부문에 적용 가능한 온실가스 감축 시나리오 보고서

	- 상향식 온실가스 감축 잠재량 분석 시뮬레이션 모형(S/W) - 감축 잠재량 분석 최적화 선형예측 모형(Model) •2030년 또는 2050년까지 1년 단위의 중장기 온실가스 감축 잠재량 분석 가능 ○ POST-2020 건물부문 온실가스 감축 방안 의사결정 지원 툴 개발 - 시나리오 기반 최적 의사결정지원 툴(Tool)
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 국가 건물부문의 온실가스 배출 특성 파악 ○ 2030~2050년의 중장기 미래의 건물부문 온실가스 배출 전망치에 대해 보다 과학적·공학적인 추정 및 결과 분석 ○ POST-2020에 대응한 건물부문 온실가스 감축 방안 분석 및 감축 잠재량 도출을 통해 국가 온실가스 감축 로드맵 수립의 분석 도구로 활용 ○ 신규 또는 기존의 온실가스 감축, 에너지 효율화 방안에 대한 온실가스 감축 효과 분석 및 비용대비 감축 효과 파악 ○ 예상 수요처 : 파리협정의 효과적 이행을 위한 기후변화 대응체계 강화(국무조정실, 보도자료, 2016.04)에 따라 정부부처(국토교통부, 국무조정실 등), 주요 지자체 건축 관련 부서 및 연구기관•학계(대학, 학회)
□ 기대효과	○ 국제 기후변화협약관련 기후변화당사국총회(COP) 등 파리협약에 의한 新기후체제에 대응하여 POST-2020의 중장기 국가 온실가스 감축 목표 수립, 이행방안 마련, 감축 로드맵 수립 등을 위해 국가 건물부문 온실가스 배출 특성 및 미래 온실가스 배출 전망, 온실가스 감축 잠재량 분석 등을 수행할 수 있는 기술 ‘한국의 독자적인 건물부문 분석 모형’ 확보 및 기반 구축 - 건물부문의 온실가스 배출 특성 및 미래 양상 변화 분석을 통한 변동 원인 파악 등 정부(국토교통부)의 건물부문 온실가스 배출 진단을 제고 - 시간적 영향력(시계열) 분석을 통한 선제적 정책 대응 및 기술 개발•

보급 방향 제시

- 과학적, 기술적 데이터 및 전망방법에 따른 POST-2020 온실가스 감축 목표 설정 및 로드맵 설정 가능
- 건물부문 온실가스 감축관련 의사결정시 시나리오 기반의 분석 결과에 따라 정량화된 효과분석을 활용하여 보다 정확한 의사결정

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2017.03～ 2021.02 (4년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2017.03～ 2018.02 (12개월)

○ 총 정부출연금 : 3,000백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 500백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 "국토교통부소관 연구개발사업 운영규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 "일반 과제"임

○ 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

※ 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 차별

화되는 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

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ *(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

- 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, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 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 과제내 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

3. 2세부 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	POST-2020 대응 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증

1. 연구개발 목표

○ POST-2020 대응 온실가스 감축기반 마련을 위한 국가레벨의 건물 온실가스 SMART(Strategy·Monitoring·Analysis·Reporting·Technology) 관리 기술 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 대외적 측면(신기후체제)

- POST-2020 국가 온실가스 감축 목표(2030년까지 BAU 대비 37% 감축) 달성을 위하여 건물부문 온실가스 감축을 위한 종합적·입체적인 온실가스 통합 관리 기술 개발 시급
- '정부 3.0' 정책에 대응하고, 공공·민간 건물부문 온실가스 배출량 저감 의식 향상 필요
- 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증 필요

○ 정책적 측면

- POST-2020에 대응하기 위하여 정부는「녹색건축물 조성 지원법」및「저탄소 녹색성장 기본법」등을 제정하고, 건물부문 온실가스 감축 및 에너지효율화 제도 및 온실가스 목표관리제 도입
- 건물부문 온실가스 목표관리제 및 배출권 거래제 시행에 대비하기 위한 건물부문 온실가스 배출량 비교·평가 기준 필요

○ 기술적 측면

- 빅데이터(Big data)를 이용한 건물부문 온실가스 배출 관련 정보를 제공하고, 공공개방형 통합 관리 기술 개발 필요
- 데이터마이닝(Data mining) 및 통계분석을 통한 건물 온실가스 배출량 특성 파악 및 과거추이, 국가 건물부문 온실가스 배출량 현황 및 관리 기술 개발 필요
- POST-2020 대응을 위하여 온실가스 배출권거래의 기술 데이터 제공을 위한 건물부문 온실가스 벤치마크 산정기술 개발 필요

□ 기술동향	○ 국내 기술동향 - 국내에서는 에너지·온실가스 정보 관리 및 관련 제도 지원을 위한 부처별 에너지·온실가스 관리시스템을 구축 및 운영 중 ** 국가 온실가스 종합관리시스템(NGMS), 국가 에너지 통계 종합정보시스템(KESIS), 공동주택관리정보시스템(K-apt), 국가 건물에너지 통합관리시스템 구축 및 운영* - 국토교통부는 전국 690만동의 건축물대장 정보와 전기, 도시가스, 지역난방 등 건물에서 사용되는 에너지 정보를 통합하여 구축한 '국가 건물에너지 통합관리시스템'을 구축 후 운영 중임 ○ 국외 기술동향 - 해외 선진국(영국, 미국, 캐나다 등) 또한 국가차원의 건물부문 에너지·온실가스 관리를 위한 정보 수집 등을 진행하고 있음. - 영국은 에너지기후변화부(DECC)에서 제로에너지 건물 보급 목표 달성을 위하여 지역별 에너지 소비량을 파악하고 이를 근거로 정부가 국내 에너지 소비 관리 - 미국은 에너지정보청(EIA)에서 주택에너지 조사 및 상업건축물 에너지조사 등의 건물 에너지 조사 활용을 4년마다 시행, 건물에너지 인증 등에 평가 기준으로 활용할 수 있도록 조사결과를 제공하고 있음 - 캐나다는 CBEEDAC에서 건물 에너지 최종 소비 자료 분석기관을 통해 건물의 연간 에너지소비량을 집계, 주거·상업·공공·일반용 건물의 에너지통계를 작성하고, 에너지소비의 경제적, 통계적, 기술적 분석 및 관리기능을 수행함 - 에너지 BIG-DATA를 이용한 국외 기술은 국내 기술과 유사하게 전기 에너지 소비량을 이용하여, 소비자의 전기소비 절감을 유도하고 안정적인 전력공급을 위한 기술에 활용되고 있음
3. 연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	**[1세부과제] 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증** ○ 국가 건물부문 온실가스 SMART 관리 기술 및 시스템 실증을 위한 Framework 설계 ○ 기존 국가 건축물 정보 및 에너지 데이터와의 연동 플랫폼 개발 - 기존 건축물 정보 연동 플랫폼 - 화석연료 DB 및 BEMS 데이터 연동 플랫폼

○ 국가 건물 온실가스 빅데이터(Big Data) 분석 도구 개발
○ 웹기반 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
- 최종 성과물의 지속적 운영 및 비즈니스 모델 창출 방안 제시

[2세부과제] 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축

○ 국가 건물에너지 통합관리시스템 Data 분석 및 인벤토리 연계방안 수립
- 국내·외 온실가스 인벤토리 구축사례 벤치마킹
- 인벤토리 분류체계 개발 및 연계
- 국가 건물에너지 통합관리시스템 DB와 인벤토리 연계
- BEMS 데이터 연계 방안
○ 화석연료 DB 구축 및 건물부문 온실가스 DB 변환
- 도시가스, 전기, 지역난방 이외 화석연료(등유, 연탄, LPG 등) DB 구축 및 온실가스 변환 방법 개발
○ 관리특성별(지역별 · 건물특성별 · 에너지원별) 온실가스 배출량 산정방법 개발
- ‘국가 건물 에너지 통합관리시스템(국토교통부)’ 활용·연계를 통한 관리특성별 온실가스 산정
○ 관리특성별 온실가스 배출량 DB 구축 및 DBMS 개발
- 관리특성별 국가레벨의 온실가스 DBMS
○ 온실가스 배출 현황 및 특성을 고려한 온실가스 인벤토리 구축
- 관리특성별 배출 과거 추이 및 배출현황 도출
- 관리특성별 온실가스 인벤토리 도출
- 온실가스 발생원인 및 에너지 절감 요소를 고려한 인벤토리 구축

[3세부과제] 건물부문 온실가스 배출량 벤치마크 산정 기술 개발

○ 건축물 온실가스 배출량 DB 연계 기술 개발
- 기존 국가 건축물 온실가스 데이터와 건물부문 온실가스 인벤토리 DB 연계
○ 건축물 및 온실가스 배출량 특성 기반의 건축물 분류체계 개발
- 건물정보기반의 지역별 · 건물특성별 온실가스 배출량 정보 연계
○ 건축물 온실가스 배출기준 및 보정계수 개발
- 지역별 · 건물특성별 표준 건축물 정의
- 표준 건축물별 온실가스 배출기준 개발
- 국가 건축물 온실가스 배출량 빅데이터 (Big Data) 기반 보정계수

	개발 ○ 건축물 온실가스 벤치마크 개발 - 지역별 · 건물특성별 온실가스 벤치마크 개발 - 온실가스 발생원인 및 에너지 절감 요소를 고려한 벤치마크 개발 **[4세부과제] 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축** ○ 관리특성별 온실가스 정보를 통한 컨텐츠 개발 - 개별 건축물의 온실가스 배출 특성 및 상관관계 분석 - 과거 중장기 에너지 및 온실가스 변화 추이 분석 및 정보 제공 - 국가수준, 지역수준, 단위 건물 등 온실가스 배출 현황 분석 등 ○ 온실가스 통합 관리 정보 기술 개발 - 관리특성별 유사 건물의 배출량 비교 및 특성 분석 - 건축주 및 실거주자 대상 온실가스 배출 특성 분석을 통한 절감 방안 제공 - 기존 건축물 대상 녹색건축물 전환을 위한 정보 및 기술 지원 등 ○ 건물부문 온실가스 정보제공 및 지원을 위한 사용자 친화형 인터페이스 구축 - 사용자(정부, 전문가, 국민 등) 친화형 온실가스 정보제공 인터페이스 개발 - 국가 온실가스통합관리시스템과 DB 연동 및 통합 인벤토리 지원 방안 도출 ○ 건물부문 온실가스 관련 기술기반 법령 및 제도 개선안 제시 - 건물부문 온실가스 및 에너지 관련 통합인증제도 등 기술기반 정책 개선안 제시 - 온실가스 목표관리제 및 배출권 거래제 지원 방안 제안 - 관리특성별 온실가스 감축을 위한 기술적 · 제도적 해결방안 제시 - 중소형 건축물 온실가스 감축 지원을 위한 정책 수단 도출 - 국가 건물부문 온실가스 감축 관련 일자리 및 산업 육성 방안 제시
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 국가 건축물 현황 및 에너지 소비량 정보를 수집하는 ‘국가 건물 에너지 통합관리시스템(국토교통부)’과의 연계 방안을 반드시 제안서에 제시. ** 본 과제의 연구결과물은 국토교통부의 국가 건물 에너지 통합관리시스템 연계를 통해 활용 예정*

○ 화석연료 DB 구축 관련 추진 전략 및 방안을 구체적으로 제시
- DB 구축 및 자료 수집 시 수집 방법과 체계 등 제시
- 온실가스 DB 변환 방안 제시
- 구축된 DB의 성과물 평가 방안 제시
- ‘국가 건물 에너지 통합관리시스템(국토교통부)’ 과의 연계방안 제시

○ 본 과제의 연구결과물(국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술)의 실증 및 운영 계획을 반드시 제시.
- 본 과제 수행을 위해 요구되는 국가 건물 현황 및 온실가스 Big Data 구축 방안 및 신뢰성 검증방안 제시
- 본 과제 연구성과물의 실증 계획과 관련한 성과목표 및 지표를 연차별로 구체적으로 제시

○ 연구개발 성과목표·지표・활용방안 등을 연구개발계획서에 구체적으로 제시
- 달성 가능한 연구 목표를 정량적으로 제시(예: 기존 대비 00% 비용절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등)
- 국가 건물 현황・에너지・온실가스 DB 구축 방안 및 목표수준 달성을 위한 객관적인 방안 제시.
- 본 과제의 연구성과물(국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술)의 실용화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 활용방안 및 파급 효과에 대한 산출근거 제시.

○ 본 과제의 연구성과물(국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술)은 향후 시스템으로 개발되어, 정부/학계/연구기관/공공기관/국민이 사용할 수 있도록 계획하여야 함

○ 연구기간내에 연구목표 및 성과 달성 가능하도록 추진계획 수립
- 연구 착수 3년 이내 국가 건물 온실가스 SMART 관리기술 구축이 되도록 연구일정 및 추진계획 수립
- 연구 착수 4년 이내 국가 건물 온실가스 SMART 관리기술의 모니터링 등을 추진

○ 각 단위과제별 성과의 연계 및 적용 시나리오(연구개발-개발기술-성과물-적용처-적용방안-기대효과, 각 성과간 연계/활용 전략 등) 제시

	○ 연구내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되는 기술개발・성과 로드맵 제시 ○ 기존에 수행되었거나 국외 및 국내에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구계획에 포함시켜 추진 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구내용에 대해서는 부처간의 협력방안 또는 공동 활용방안 등 제시 ○ 시스템 구축 사전 테스트 방법 제시 ○ 시스템 구축 후 운영방안 및 비즈니스 모델 제시 ○ 연구성과물의 시범 적용 및 운영 등을 통한 사용자 의견 수렴 및 반영 계획 제시 ○ 프로그램 개발 후, 일반인에게 개방되어 실제로 사용될 수 있도록 사용자 친화적 프로그램 인터페이스를 계획해야 함 ** 연구성과물의 활용을 위한 운영 및 유지관리 매뉴얼과 지침 고시(안) 마련* ○ 지속적인 국가 INDC(자발적 국가기여)의 배출 전망 및 감축 목표 설정에 대응이 가능하고, COP21 회의에 따른 '파리협약'의 협약내용에 대응가능 한 수준의 기술 확보 - 신기후체제의 국제수준 대응을 위한 방안 및 2023년 국가 온실가스 감축이행 점검(2020년 기준 배출량 현황 및 특성 보고, 국가 INDC에 따른 2020년 온실가스 감축량 실적 산정)에 대응 가능한 인벤토리 구축 및 관리 기술(시스템) 확보 - 국가 인벤토리 보고서 및 NC(National Community) 리포트를 통한 온실가스 배출 실적에 부합하는 온실가스 배출량 현황 도출 : 국가의 온실가스 배출 Tier 수준 및 직・간접 배출량 구분 등 배출 현황 및 감축 실적에 대한 객관적 근거 마련 ** 2020년기준 국가 건물부문 온실가스 감축량 이행실적 보고를 위한 객관적인 근거 제시 가능*
□ 추진체계	○ 본 과제는 기획이 완료된 과제이므로 현황조사, 사례조사, 문헌조사, 국내・외 기술동향조사 등 조사 연구는 3개월 이내로 제한

- 단, 과제특성상 현황조사 등이 필요한 경우에는 신청기관에서 조사내용, 조사기간, 소요예산에 대한 타당한 사유를 연구개발계획서상에 명확히 제시

○ 과제내 컨소시엄 구성시 수행 연구기관(주관·협동·공동연구기관)을 계획서에 반드시 명시하고 주관연구기관은 과제시점부터 종료까지 동일 기관이 연구를 수행하여야 함
- 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 공동 활용방안 등 제시
- 산학연 컨소시엄 구성시 해당분야(건축물 온실가스 Big Data 관리, 온실가스 배출량 관리 등) 전문가 참여
- 컨소시엄 구성 시 국토교통부의 '국가 건물에너지 통합관리 시스템'의 운영기관을 포함하여 구성하는 것을 우선으로 함

○ 연구내용의 특수성을 고려하여 정부 및 민간기관, 정부 부설 연구기관 등과의 긴밀한 연계 속에서 연구진행
- 민간사업시행자, 지자체, 대학 등 연구결과의 파급효과를 극대화할 수 있도록 전략 구성
- 방법론 및 적용 기술개발은 국내·외 전문가 자문단을 구성하고 자문회의를 통하여 개발 후 국내·외 세미나 개최를 통하여 그 실효성을 확보하도록 함

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

○ 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 개발 및 실증
- 국가 건물부문 온실가스 SMART 관리시스템의 Framework
- 기존 국가 건물·에너지 정보와의 연동 플랫폼
- 국가 건물 온실가스 빅데이터(Big Data) 분석 도구
- 국가레벨의 건물 온실가스 SMART 관리시스템 실증

○ 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축
- Bottom-up 방식 온실가스 인벤토리
- 관리특성별 배출 정보 제공, 배출원단위

○ 건물부문 온실가스 벤치마크 산정기술 개발

	- 건축물 및 온실가스 배출량 특성 기반의 건축물 분류체계 - 건축물 온실가스 배출기준 및 보정계수 - 건축물 온실가스 벤치마크 ○ 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 - 국토교통부, 환경부 등의 온실가스 관련 정부정책 지원서비스 제공 ** 관리특성별 배출량 및 배출 원단위, 배출 특성 등 다양한 온실가스 정보 제공* ** 온실가스 배출권 거래재의 벤치마크 계수 등 기술 특성 데이터 도출* ** 정책수단별 온실가스 감축효과 평가 및 정책 수립·이행을 위한 정보 제공* - 학계/연구기관/공공기관 등 전문가 정보 제공 서비스 ** 관리특성별 배출량 및 원단위, 배출량 변화 추이 등 세부 정보 제공* ** 온실가스 배출 특성별 상관관계 및 변화 추이 분석* ** 빅데이터 분석 및 대용량 분석 기술 개발* ** 연구, 기술개발, 사업 시행 등을 위한 기반데이터 및 정보제공 및 협조* - 대국민 정보 제공 서비스 ** 개별 건축물의 에너지 및 온실가스 배출 정보 제공* ** 유사용도 건축물에 대한 온실가스 배출량 비교* ** 지역별 온실가스 배출량 및 경보제공 서비스 가능* ** 개방형 정보 플랫폼을 통한 관리시스템과 연계하여 자발적 참여 유도* ** 다양한 대국민 교육 및 홍보, 온실가스 감축 가이드라인 서비스 제공* ○ 건물부문 온실가스 정책 지원 체계 - 정책 지원 기반 체계 구축 ** 건물부문 온실가스 감축 법령 및 제도 개선안 제시* ** 건물부문 온실가스 통합인증제도 등 기술 제도 마련* ** 국가 건물 온실가스 관련 일자리 창출 및 산업 육성 방안 도출 (비즈니스 모델 제안)*
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 빅데이터(Big Data) 기반의 국가 건물 온실가스 SMART 관리 기술 - 기존 국가 건물에너지 통합정보시스템(국토교통부)을 통한 온실가스 인벤토리 DB를 지속적으로 구축 및 분석 지원 - 건물부문 온실가스 인벤토리 구축을 통해 건물온실가스 배출 표준량 및 관리특성별 정보를 제공함으로써 국가는 물론 지자체, 공기업 및 민간기업 등에서 온실가스 감축목표 및 이행계획 수립 및 검증에 활용 가능 - 건물부문 온실가스 정보를 공공에 개방함으로써 관리특성별 온실

	가스 배출량 현황 파악 가능 - 국가 온실가스 통합관리시스템(환경부)과의 연계, 기초 통계 및 분석 데이터 제공 ○ 국가 건물에너지 통합관리시스템 기반의 건물부문 온실가스 인벤토리 구축 - 관리특성별 온실가스 배출원 및 배출활동 규명, 배출정보 DB관리 - 국가수준 년도별 건물부문의 온실가스 배출량 추이 및 모니터링 제공 - 국가 인벤토리보고서(NIR) 및 검증보고서의 건물부문 보고서 제공 - 기존 건축물 대상 그린리모델링 제도 지원, 녹색건축물 전환 대상 건축물 파악 및 온실가스 감축효과 모니터링 ○ 건물부문 온실가스 벤치마크 산정기술 개발 - 건물부문 지역별 · 건물특성별 등 온실가스 Benchmark 및 계수 제공 - 지역별 건축물의 에너지 총량 관리(「녹색건축물 조성 지원법」 제11조)지원 - 개별건축물의 에너지소비 총량 제한(「녹색건축물 조성 지원법」 제12조) 지원 - 국가 온실가스 감축 제도(건물 온실가스·에너지 목표관리제, 배출권거래제)의 기술 데이터 제공 및 운영 지원 - 벤치마크 계수를 활용한 온실가스 감축잠재량 분석 및 비교 - 온실가스 감축기술별 감축잠재량 분석 및 정책수립 - 벤치마크 계수를 활용한 지역별 · 건물특성별 건축물 에너지 총량관리 ○ 건물부문 온실가스 관리를 위한 정보 제공 기술 개발 및 정책 지원 기반 구축 - 건물부문 온실가스 배출량 관리 및 감축 목표 설정 - 감축 목표 달성을 위한 단계별 이행 계획 수립 지원 - 이행 계획 수립을 위한 의사결정 지원 - 건설 및 기후변화대응 등 온실가스 감축 신기술 시장 활성화 - 건물부문 온실가스 배출 현황 파악을 통한 중점 관리대상 및 그린리모델링 대상 건물 파악 - 온실가스 감축기술 효과에 따른 합리적인 감축정책 수립
□ 기대효과	○ 경제적 효과

- 구축된 인벤토리 및 온실가스 SMART 관리시스템을 활용하여 온실가스 배출량 감축목표 달성을 위한 컨설팅 비용을 절감함으로써 사회적 비용 절감 가능
- 상쇄제도 및 외부감축사업 활성화에 따른 해외 배출권거래시장 진출
- 건물부문 온실가스 인벤토리 및 SMART 관리 시스템을 기반으로 객관적인 사업타당성 의사결정이 가능함에 따라 저탄소 건축물 투자시장 확대에 기여할 수 있음
- 해외 에너지 의존도가 높은 국내 실정을 감안할 경우, 저탄소 건축물의 활성화를 통한 에너지 절감은 에너지 수입비중을 줄이는 효과를 기대할 수 있음

○ 기술적 효과
- 사용자 친화형 인터페이스를 통한 정보 개방으로 국민들의 의식 개선 및 자발적인 감축 사업 참여 유도
- 건물부문 온실가스 배출 현황, 유사건물의 배출량 비교, 감축 목표, 이행 방안 검토 등 종합적인 온실가스 정보 제공으로 통합 관리 가능
- 건물부문의 에너지 절감을 통해 온실가스 감축의무를 이행하기 위한 다양한 녹색건축물 정책 시행에 따른 녹색건축 산업 육성 및 지원 가능
- “제2차 녹색성장 5개년 계획”, “제3차 지속가능발전 기본계획”, “제2차 녹색건축물기본계획”등의 신(新)기후체제 대응 방안 수립 지원 가능
- 하향식(Top-down)이 아닌 상향식(Bottom-up)방식의 지역별/건물특성별/에너지원별 온실가스 인벤토리 구축을 통하여 획일적인 기후변화 정책의 다양성·정밀성 제고

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2017. 8. ~ 2022. 7. (5년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2017. 8. ~ 2018. 7. (12개월)

○ 총 정부출연금 : 10,700백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 700백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운

영 규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 "일반 과제"임

○ 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

※ 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

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (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

- 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, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 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

4. 3세부 과제 제안요구서(RFP)

3세부 과제	온실가스 감축을 위한 녹색건축물 전환 지원 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ POST-2020 대응 건물부문 온실가스 감축목표 달성을 위한 공공(公共) 추진형 녹색건축물 전환 의무화 지원 기술 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 신축 건물은 제로에너지 건축물 실증 및 적용 기술 개발에 대한 활발한 기술개발 연구가 수행되고 있으나, 상대적으로 온실가스 감축 잠재량이 높은 기존건물에 대한 에너지 효율화 기술 적용 및 그린리모델링 기술에 대한 개발이 미흡함 - 감축 잠재량이 높은 기존건축물에 대한 녹색건축물 전환에 대한 온실가스 감축 효과 가시화 - 기준년도 기준 건물부문의 온실가스 배출량의 95%이상을 차지하는 기존 건축물의 온실가스 배출량 저감은 온실가스 감축목표 달성을 위해 필수적으로 고려되어야 하는 상황임 ○ 따라서, 기존 건축물에 대한 에너지 성능의 효율적 관리 방안이 부재함에 따라 에너지 사용량을 체계적으로 관리하고, 저비용・고효율으로 리모델링을 지원할 수 있는 기술 개발이 요구됨 ○ 민간 건축시장에서 개발되지 못한 시장 애로 기술 및 공공(公共) 기술의 개발을 통해 녹색건축 기술의 활성화 추진 필요 - 건물에 있어서 현재 연구되고 있는 온실가스 배출 저감 기술은 각각의 요소기술 개발을 통한 특정 건자재의 성능향상 및 고효율화에 목적을 두고 있음. 이렇게 개발된 고효율 건자재를 통합적으로 적용, 관리 및 설치하는 기술은 검토 되고 있지 않고 있음 - 2016년 4월 시행된 ‘건축물 마감재료의 난연성능 및 화재 확산 방지구조 기준(고시)’의 내용을 충족하기 위한 확보 기술 미비 - 건축물 외피 시스템(외벽, 창호, 지붕 등)의 경우 제품이 고단열화 됨에 따라 건축요소 간 접합부의 열교손실이 극대화될 것으로 예상되며 이를 최소화하기 위한 기술개발이 필요한 실정임 - 높은 일사에 노출되어 축열에 의한 과열 및 건물 전체 하자의

	30%이상을 차지하는 건축물 지붕 및 외피에 대한 장기내구성 보강 기술 및 축열방지를 통한 냉방부하 및 난방부하 저감 지붕층 보강 기술에 대한 연구가 미흡함 - 주택용 소규모 건물(5층 이하)의 경우 대부분 실제 건물 부하보다 과다용량 설계되어 시스템의 효율 저하 및 운영비 상승의 결과로 이어짐. '25년 제로에너지 건물의 의무화 대응 및 시장의 보급/활성화를 위해서는 비용 경제적인 냉난방 공급 시스템의 패키지 기술에 대한 연구 필요
□ 기술동향	○ 기존 건축물의 냉난방에너지 저감을 위해서는 외단열시스템 적용 및 외단열 시스템으로 전환이 요구되고 있으며 이를 위한 시장 애로기술 해결이 요구됨 ○ 2016년 4월 시행된 '건축물 마감재료의 난연성능 및 화재 확산 방지구조 기준(고시)'의 내용을 충족하기 위한 확보 기술 미비 - 건축물의 온실가스배출 저감 기술요소 중 외단열시스템의 경우 가성비가 가장 우수하나, 6층 이상 건축물의 경우 외단열시스템을 적용하기 위해서는 준불연 이상의 단열재적용이 필요한 사항이나 이에 따른 단열재의 성능기준 및 관련기술이 전무한 상황임. - 현재 대부분의 외단열시스템에 적용되는 단열재의 경우 EPS가 사용되고 있으며, EPS를 적용하여 내화기준에 적합한 외단열시스템은 현재 없는 상황 ○ 국내 대다수 현장에서 적용하고 있는 내단열이 일반적인 공법이나 구조체를 통한 열손실과 결로 등 문제점이 발생하고 있어 외단열 기술이 대안으로 적용되고 있음. - 외단열 공법 구현을 위한 단열 패널 관련 기술로서, 소재 및 외부 단열 시공 기술, 열교 차단 기술 등이 주로 개발되어지고 있음. ○ 2016년 11월 시행된 '공동주택 결로 방지를 위한 설계기준'의 내용을 충족하기 위한 확보 기술 미비 - 기존 건축물의 녹색건축물 전환 시 가장 먼저 고려되는 기술부분은 기존 창호를 고단열·고기밀 창호로의 교체 및 보수임 - 현재 건축물의 요소 기술 개발은 특정 건자재(단열, 창호, 설비 등)의 성능향상 및 고효율화에 목적을 두고 있음. 하지만 개발된 고효율 건자재를 통합적으로 적용, 관리 및 설치하

	는 기술은 검토 되고 있지 않고 있음 - 상대적으로 단열 프레임 설계 기술이 우수한 유럽의 경우 복층유리 기술의 향상, 다층 복층유리 구현 방법 및 진공 복층유리 상용화에 초점을 맞춰 기술이 개발 중임 - 현재 국내의 창세트 에너지소비효율등급 표시제도를 운영하여 1등급 제품의 경우 열관류율 1.0 W/㎡k 이하, 기밀성 1등급을 만족해야 하는 높은 수준을 요구하고 있으며, 이중 창호 제품을 중심으로 기준을 충족시키고 있음. - 향후 2017년부터 패시브하우스 수준의 단열성능을 요구 할 것으로 예상됨에 따라 창호의 단열 기준은 더욱 강화될 것으로 예상 ○ 최근 건물에너지 소비에 대한 중요성이 증가함에 따라 건물 에너지의 많은 부분을 차지하는 절약대상을 대규모 건물에서 중소규모 건물까지 확대하고 있으나, 소규모 건축물을 대상으로 하는 냉난방 최적 운전/제어에 관한 기술은 개발되어 있지 않음
3. 연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 6층 이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열시스템 기술 - 화재 확산 방지를 위한 외단열 시스템 기준 정립 : simulation code 등을 활용한 설치 방법 및 선진국 사례 분석 : 국내 실정에 적합한 평가 기준 도출 - 난연 유기계 외단열재 시스템 시공 기술 개발 : 투습/함습성이 낮은 외단열시스템 시공 가이드라인 개발 : 준불연성능의 EPS 및 XPS 외단열시스템 시공 가이드라인 개발 : 기존 EPS 및 XPS 대비 단열성능 저하율 15% 이내 외단열 시스템 개발 - 준불연 외단열 시스템 및 외벽 보강 기술개발 : 개발된 난연 유기계 단열재와 시스템 구성 : 탈락하자 방지를 위한 접착력 확보 및 사용성 평가(내화, 충격테스트) : 불연 마감재 적용한 시스템 개발 ○ 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술 - 접합부 열교차단공법 설계 및 시공가이드 라인 개발 : 현재 건물 접합부 열교차단과 관련한 기준 및 정책 검토 : 접합부 열교차단 공법 설계 및 시공 방법론 제안

: 접합부 열교차단 시공 가이드라인 개발

- 열교차단 소재 및 융합형 설치 제품 개발

: 국내외 열교차단 소재 및 제품 분석

: 성능 및 시공성 기반열교차단 소재 및 설치 시작품 제작

: 시작품 mock-up 테스트

- 이종간 접합부 열교차단공법 단열창호 기술

: 열교차단 단열창호 프레임 설계 및 구성안 도출

: 열교차단공법 단열창호 시작품 제작

: 시뮬레이션 분석 및 성능 시험

○ 한국기후에 적합하고 투습 및 방수기능을 갖는 외피 축열방지 보강 기술

- SRI 0.65(3년 내구성 0.50) 이상의 건물 외피(외벽,지붕) 축열방지 시스템 개발

: 국내외 건물 외피 축열방지 시스템 분석

: 성능 및 시공성 기반 건물 외피 축열방지 시스템 모듈 시작품 제작

: 시작품 mock-up 테스트

- SRI 0.65 이상 및 투습기능의 융합 방수 시스템 개발

: 국내외 투습기능의 융합 방수 시스템 분석

: 성능 및 시공성 기반 방수시스템 모듈 시작품 제작

: 시작품 mock-up 테스트

- 외피축열방지 시스템 사업화를 위한 시범사업 및 사업화를 위한 양산화

: 핵심 요소기술이 용합된 시작품 개발

: 신축 및 기존 건축물 대상 시범사업 실시

: 수요기업 평가를 통한 사업화

- 외피축열방지 시스템 확산을 위한 지침 및 가이드 라인 제시

: 외피축열방지 시스템 설계 및 시공 방법론 제안

: 외피축열방지 시스템 시공 가이드라인 개발

○ 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지시스템 기술

- 소규모 주택 단위 냉난방 부하 기준 및 설계 가이드라인 개발

- 저비용 고성능 주택용 소규모 건축기술의 최적 패키지 기술

: 소규모 주택 단위 열원(냉난방/급탕/환기) 부하 기준에 부합하는 보일러 및 에어컨 기술

: 소규모 주택 및 건축물에 적용 가능한 고효율 환기시스템 기술
: 지역기후/규모/에너지사용패턴을 고려한 시스템 package 기술
: 시제품 개발 및 기존 건축물 대상 시범사업 실시
- 주택용 소규모 열원공급 패키지(package) 시스템 실용화 및 실증
: 모니터링 및 성능검증 방안 제시
: 개발 기술에 대한 실제 규모 기반 성능 검증
: 시제품 개발 및 기존 건축물 대상 시범사업 실증

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략 및 추진체계

○ 본과제의 기획연구 '기획보고서'를 참고하고, 조사 수행된 기술 트리에 따른 '기존 R&D기술'을 연계하여 수행과제의 도출결과물이 실제 현장에 실용 가능한 수준으로 개발될 수 있는 추진 전략 마련 및 연구 수행

- 관련 R&D 과제 및 실증과제

'건축물의 성능위주 화재안전 설계기준 및 화재안전성 향상 기술 개발', '초경량 세라믹 불연 단열재를 이용한 건· 습식 벽체시스템 기술 상용화', '건축물 내 화재 확산 방지 설비의 화재안전성 확보를 위한 관련제도 개선 방안 연구', '주거복지 구현을 위한 정책기반 구축 및 주거환경 개선 기술개발', '제로에너지 주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축', '저비용·고효율의 노후 공동주택 수직증축 리모델링 기술개발 및 실증' 과제 참조 및 성과물 연계

○ 건설 시공사, 고효율 창호 제조사, 외단열 시공사 및 엔지니어링사, 외장재 제조사, 단열 및 난연재 제조사, 냉난방 기기 제조사 등 녹색건축물 건설기술 관련 산업체가 참여하는 연구 컴소시엄 구성이 필요함

- 과제가 기존의 에너지절약 및 온실가스 감축 기술과 연계된 시장 애로형 해결 기술로써 기존의 기술과 접목되어 개발되거나 관련 내용이 보완되도록 연구 추진 체계 구성

○ 6층이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열시스템 기술

- 화재 확산 방지를 위한 외단열시스템 기준(시공 가이드라인) 개발
- 난연 유기계 단열재 생산 및 시공 기술 개발

	○ 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술 - 건물 및 외피 시스템에 따른 열교회피 설치 기술 개발 - 이종간 접합부 열교차단공법 단열창호 기술 개발 ○ 한국기후에 적합하고 투습 및 방수기능을 갖는 외피 축열방지 보강 기술 - 외피(지붕/벽/창호) 과열방지 시스템 확산을 위한 기준 및 가이드 개발 - 외피(지붕/벽/창호) 과열방지 성능 평가 및 시험법의 표준화 제정 ○ 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급시스템 패키지 기술 - 저비용 고성능 주택용 소규모 열원공급 시스템 최적 패키지 기술 - 주택용 소규모 열원공급 패키지(package) 시스템 실용화 및 실증
□ 추진체계	○ 과제 내 컨소시엄 구성 시 주관연구기관은 과제시점부터 종료까지 동일 기관이 연구를 수행하여야 하며, 컨소시엄 구성 시 과제 수행 역할을 고려하여 구성 ○ 기술개발 전략 수립 - 요소기술별 연구성과 공유 및 연계를 통한 최종 성과물 도출 - Pilot Test를 통한 연구성과물 검증 및 실용화 방안 마련 - 지향하는 성과 목표와 지표를 구체적으로 제시 - 과제완료 후 활용방안에 대한 구체적인 계획 제시 ○ 연구목표 및 범위 설정 - 세부과제 (핵심요소기술) 도출 및 연구내용 설정 - 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 제시 - 세부과제 연차별·단계별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정 및 성과로드맵 제시 - 연구개발성격(기초, 원천, 응용 등) 제시 ○ 관련 기술 전문가 자문단을 구성하여 심층 자문 및 예상 수요처의 의견수렴을 통한 활용성 높은 기술 개발
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 6층 이상 건축물의 화재확산 방지를 위한 외단열시스템 기술 : 6층 이상 건축물 대상의 난연 유기계 외단열시스템 및 시공 기술

- 화재 확산 방지를 위한 외단열시스템 기준(가이드라인) 개발
- 화재 확산 방지를 위한 외단열시스템 기준(시공 가이드라인) 개발
- 준불연 외단열 시스템 및 외벽 보강 기술 개발

** 난연유기질 단열재와 준불연 외단열 시스템의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 독일에 비하여 약 10%, 20% 수준이며, 본 기술들의 최종 목표는 시제품 설치 및 성능시험 (TRL 8) 단계로 설정*

○ 단열창호 전환을 위한 접합부 열교차단 보강 기술

: 외피 시공에 따른 열교 감소 50% (기존 설치 방법 대비) 및 에너지 소비량 10% 감축 (기존 건물 대비)

- 접합부 열교차단공법 설계 및 시공가이드 라인 개발
- 열교차단 소재 및 융합형 설치 제품 개발
- 건물 및 외피 시스템에 따른 열교회피 설치 기술
- 이종간 접합부 열교차단공법 단열창호 기술

** 외벽 및 커튼월과 창호사이의 선형 열교 분석의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 독일에 비하여 약 40% 수준이며, 본 기술들의 최종 목표는 현장적용 및 사업화 (TRL 9) 단계로 설정*

** 외벽 및 창호 사이의 선형 열교(psi)는 0.3W/m・k, 커튼월 및 창호사이의 선형 열교는 0.1W/m・k을 목표로 설정*

○ 한국기후에 적합하고 투습 및 방수기능을 갖는 지붕 축열방지 보강 기술

: 도시온도 2K 완화를 위한 SRI 0.65 (3년 내구성 0.50)이상의 보급형 외피축열방지 기술 개발

※ SRI: solar reflectance Index (일사반사지수)

- 외피(지붕/벽/창호) 과열방지 시스템 확산을 위한 기준 및 가이드 개발
- 외피(지붕/벽/창호) 과열방지 성능 평가 및 시험법의 표준화 개발
- 열반사율을 고려한 SRI 0.65 이상(3년 내구성 0.50) 및 투습기능의 융합 방수 시스템 개발
- 외피(지붕/벽/창호) 과열방지 보강기술 적용을 위한 시범사업

** 투습 및 방수기능을 갖는 외피 측열방지 보강 기술의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 미국에 비하여 약 60% 수준이며, 본 기술의 최종 목표는 방수성 150% 향상 및 시제품 설치/성능시험 (TRL 8) 단계로 설정*

** 외피과열방지 기술의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 미국에 비하여 약 60% 수준이며, 본 기술의 최종 목표는 내구성 120% 향상 및 및 시제품 설치/성능시험 (TRL 8) 단계로 설정*

	○ 소형 건축물의 열원(냉난방/급탕/환기) 공급 패키지시스템 기술 : 건축물의 에너지 소비량 30% 감축 (기존 설치 시스템 대비) 및 초기투자비용/유지비용 20% 감축 (기존 설치 방법 대비) - 소규모 주택 단위 열원 부하 기준 및 설계 가이드라인 - 저비용 고성능 주택용 소규모 건축기술의 최적화 알고리즘 - 열원(냉난방/급탕/환기) 최적 운전 및 제어 시스템 시제품 - 최적 운전 및 제어 관리 시스템 시제품 - 주택용 소규모 열원(냉난방/급탕/환기) package 시스템 현장적용 및 실용화 ** 소규모 건축물 열원 시스템의 국내 기술수준은 현재 최상위 기술국인 독일에 비하여 약 40% 수준이며, 본 기술들의 최종 목표는 현장적용 및 사업화 (TRL 9) 단계로 설정* ※ 최종성과물의 형태를 구체적으로 명시 - 성과물의 성능목표 수준 등 계량화 지표 제시
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	- 6층 이상 건축물의 화재확산방지를 위해 의무적으로 난연 유기질 단열재의 사용 - 장기적 내구성을 보증하는 외단열시스템 도입 - 건물 유형에 따른 창호 시스템 및 커튼월 시스템 설치 방법 제공 - 현재 사용되고 있는 창호의 효율 등급제와 병행하여 다양한 고단열 창호적용 기술 제공 - 도시온도 2 K 저감을 위한 열섬완화기술로 활용 - 최상층 냉방에너지 절감을 위한 지붕 일사차단기술로 활용 - 장기 내구성을 갖는 옥상방수시스템으로 활용 - 기존의 소규모 및 주거용 건축물의 비용 최적화 에너지 개보수 기술로 활용 - 기존의 소규모 및 주거용 건축물을 최적의 에너지 효율로 제어할 수 있는 시스템으로 활용 *※ 최종 성과물의 예상 수요처(수요자) 제시 및 구체적인 활용방안 기술 (현장적용계획이 있는 경우에는 추진계획 등 제시)*
□ 기대효과	○ 기술적 파급효과 - 시장애로기술에 대한 대안 및 해결방안 제시로 녹색건축물 활성화 및 에너지효율화를 통한 온실가스 저감 효과 기대 - 지구 온난화 완화 및 증가하는 냉방에너지를 절약하기 위한 대안

- 건물 최상층 내부로 열이 유입되는 것을 막아주는 기술로 활용
- 제로에너지건축물 의무화에 필요한 환경 데이터베이스로 활용

○ 정책적 파급효과
- 2016년 4월 시행된 '건축물 마감재료의 난연성능 및 화재 확산 방지구조 기준(고시)'의 내용을 충족하기 위한 기술로 활용
- 2016년 11월 시행된 '공동주택 결고 방지를 위한 설계기준'의 내용을 충족하기 위한 기술로 활용
- 미국의 환경부와 에너지부의 열섬현상 방지 및 인증 기준을 충족하기 위한 기술로 활용
- 2030년 온실가스 37% 감축을 위한 신축 및 기존건물 분야 대응 기술로 제안 가능
- 국토부 그린리모델링 정책의 실행계획 수립을 위한 기술로 제안
- 2025년 제로에너지빌딩 의무화를 위한 핵심 기술로 적용

※ 경제적, 기술적, 정책적 파급효과 제시
- 국토부 사업 및 정책에의 활용, 비용절감효과, 수입대체효과, 안전율 제고 등

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2018. ~ 2021. (4년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2018. ~ 2019. (12개월)

○ 총 정부출연금 : 5,700백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 1,200백만원 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

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

○ 본 과제의 보안등급은 "일반 과제"임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고

하여 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

※ 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

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (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

- 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, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 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

제2절 평가기준 설정

1. 평가항목

○ 본 과제의 선정평가를 위한 항목은 크게 ①연구개발 계획의 적정성, ②추진전략의 우수성, ③연구성과의 실증, ④연구단의 평가로 구분하며 세부 평가항목은 연구개발의 목표, 연구개발의 내용, 연구수행체계의 적정성 및 전문성, 활용 계획의 적절성, 개발기술의 실용성 및 실증방안, 연구단 및 연구책임자의 전문성, 연구과제 관리 및 운영 능력으로 구성되며, 총점은 100점임. 단, 총점의 60% 미만인 제안기관은 탈락 처리함

<표 6.1> 평가 항목 및 배점

구분	평가 항목	세부 평가 항목	배점
연구개발 계획 적정성 (30)	연구개발목표 (10점)	최종목표 및 연차별 달성목표의 명확성 · 구체성	5
		성과지표 설정의 명확성 및 적정성 - 연차별 성과목표의 적절성 - 연차별 예상성과의 구체성 및 타당성	5
	연구개발내용 (20점)	RFP와의 적합성	5
		과제목표달성을 위한 세부과제 구성 및 내용의 구체성	5
		연구개발내용의 완성도 및 실현가능성	5
		연차별 연구내용의 차별성 및 창의성	5
추진전략 우수성 (35)	연구수행체계 적정성 및 전문성 (20점)	연구수행체계 적정성 및 연구진 전문성	5
		연구추진 전략의 구체성 및 타당성	5
		연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성	5
		연구기간 및 연구개발비 집행계획의 적절성	5
	활용 계획의 적정성 (15점)	연구성과 활용계획 - 연구성과 활용방안의 적절성 및 구체성 - 연구성과의 사회 · 경제적 파급효과	10
		개발기술의 실용성 및 사업성	5
연구성과 실증 (25)	개발기술의 실용성 및 실증방안 (25점)	연구내용 및 연구성과의 실현 가능성	20
		연구성과의 적용 및 활용계획	5
연구단 평가 (10)	연구책임자의 전문성 및 관리능력 (10점)	연구전문성 및 해당분야 실적	5
		연구과제 관리 및 운영 능력	5
소계			100

- 평가 항목과 함께 과제 제안요구서(RFP)에 대한 부합성, 중복성, 보안등급 분류의 적정성 평가를 통해 과제 수행 제안기관에 대한 평가를 수행

부합성 평가	평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정 시 탈락 조치
중복성 평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정 시 탈락 조치
보안등급 분류 적정성 평가	보안등급 분류의 적정성을 검토하고, 그 결과를 반영하여 보안등급 결정 * 관련: 공동규정 제24조 제5항 제2호, 제23조 제2항 제4호

※ 기준항목(세부평가항목 포함) 및 배점 기준이 달라질 수 있음

○ 평가점수의 산정 방법은 아래와 같이 진행할 수 있음
- 평가위원회별 평가위원의 평가점수 중 최고점수와 최저점수를 부여한 각 평가위원 1인의 점수를 제외한 나머지 평가점수의 합을 산술평균하여 평가점수를 산정하는 것을 원칙으로 함
- 가점 및 감점은 평가위원회 평가점수에 부여하여, 종합 평가점수로 산정함. 단, 평가위원회 평가점수가 60점 미만인 경우, 가점 및 감점 부여없이 '탈락' 처리함
- 종합평가점수가 가장 높은 기관을 과제수행기관으로 산정함. 종합 평가점수가 동점일 경우, ①평가위원회 평가점수가 높은 순, ②총 연구개발비에 대한 신청기관의 기업부담금(현금) 부담비율이 높은 순으로 선정함

2. 평가점수의 가점 및 감점 기준

○ 「국토교통 연구개발사업 관리지침」 제 17조(가점 및 감점기준)에 따라 과제 선정평가 시 평가점수의 ±5%를 넘지 않는 범위 내에서 가점 및 감점을 부여함

○ 가점 및 감점은 평가위원회 개최 전까지 제출된 자료를 근거로 평가위원회의 종합평가점수에 합산하되, 60점 미만인 기관에 대하여는 부여하지 않음

참 고 문 헌

1. http://trilliantinc.com/library-files/solution-briefs/Smarter-Energy.pdf
2. http://www.occeweb.com/pu/SMARTGRID/Navigant%20PUCT%20Final%20Report%207-30.pdf
3. http://www.greenbuttondata.org/
4. http://www.nuritelecom.com/products/aimir-home-energy-management-system-hems.html
5. http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/urbanecomap/factsheet.pdf
6. http://maps.miamigov.com/portal/
7. http://metroquest.com/
8. http://www.esri.com/
9. https://kbig.kr/?q=news_clipping/15476
10. http://cyber.kepco.co.kr/kepco/PR/ntcob/ntcobView.do?boardCd=BRD_000117&menuCd=FN06030103&pageIndex=1&boardSeq=21007325
11. http://www.sas.com/ko_kr/customers/power_exchange.html
12. http://web.kma.go.kr/notify/press/kma_list.jsp;jsessionid=tYbdZrxUq71kLV1X3jPh9uBpK3A8Tv6l0kKuZYWH7f4Xa5JhX1uRQQpD0Y09Sq1E?printable=true&mode=view&bid=press&num=1192655
13. http://stat.seoul.go.kr/initinfo/
14. http://3dgis.seoul.go.kr/SearchMap_3D/
15. http://map.vworld.kr/map/maps.do
16. www.k-apt.go.kr
17. www.greentogether.go.kr
18. www.kesis.net
19. www.keei.re.kr
20. 이정재 (2013). “EnerISS에 의한 도시 미기후 예측 및 적용가능성 검토” 한국건축친환경설비학회 논문집, 7(4), pp 281-288.
21. 윤성권, 정영선, 조철홍, 전의찬 (2014). “에너지시스템 분석 모형을 통한 국내 건물부문 온실가스 감축시나리오 분석” 한국기후변화학회지, 5(2), pp 153-163.
22. 김동규, 이정환, 박현신, 이주봉, 정재수 (2013). “에너지 총 조사 보고서를 활용한 건물부문별 온실가스 배출량 산정 및 분석” 에너지기후변화학회지, 8(1), pp 30-44.
23. 이강국, 홍원화 (2006). “Mesh data를 활용한 도시 중심지역 에너지소비 유형분석” 대한건축학회지, 22(7), pp 223-232.
24. 이기홍, 유정현, 임주호, 전선정 (2011). “토지・주택 건설부문 공공기관의 온실가스 배출량 관리방안 고찰” LHI journal of land, housing, and urban affairs, 2(3) pp 307-313.
25. 노승준, 태성호, 김태형, 금원석, 방준식, 박정훈 (2012). “건축물 온실가스 배출량 평가

시스템의 데이터베이스 관리 구조 제안에 관한 연구” 대한건축학회 학술발표대회논문집, 32(2), pp 509-510.
26. 한국건설기술연구원 (2006). “건설부문 온실가스 배출분석연구”, 국토교통부.
27. 이승언 (2009). “건물부문 온실가스 인벤토리 구축 및 목표관리제 도입방안 연구”, 국토교통부
28. 최영국 외 8인 (2008), “기후변화에 대응한 지속가능한 국토관리 전략(Ⅰ)”, 국토연구원
29. 한국건설기술연구원 (2009.12), 건물부문 온실가스 인벤토리 구축 및 목표관리제 도입방안 연구
30. 한국건설기술연구원 (2009.06), 기후변화 대응 건축물의 온실가스 감축방안 연구
31. 한국건설기술연구원 (2013.12), 국가 건물부문 온실가스 감축 전략 분석 연구
32. 한국환경공단 (2009), 중소기업의 자발적 온실가스 인벤토리 구축 가이드라인
33. 국토연구원 (2008), 기후변화에 대응한 지속가능한 국토관리 전략(Ⅰ)
34. 한국환경공단 (2013.12) 지자체 온실가스 통합관리 지침
35. 한국기후변화대응연구센터, GREEN ISSUE (2015.9) “신기후체제와 2030 국가 온실가스 감축목표 설정에 따른 강원도 정책적 대응방안
36. Castellano, J., Castellano, D., Ribera, A., and Ciurana, J. (2015). “Developing a simplified methodology to calculate CO_2/m^2 emissions per year in the use phase of newly-built, single-family houses” Energy and Buildings, 109, 90-107.
37. Cubi, E., Doluweera, G. and Bergerson, J. (2015). “Incorporation of electricity GHG emissions intensity variability into building environmental assessment” Applied Energy, 159, 62-69.
38. Khan, A. and Hornbæk, K. (2011, September). “Big data from the built environment” In Proceedings of the 2nd international workshop on Research in the large (pp. 29-32). ACM.
39. Xing, S., Xu, Z. and Jun, G. (2008). “Inventory analysis of LCA on steel-and concrete-construction office buildings” Energy and Buildings, 40(7), 1188-1193.
40. Yan, H., Shen, Q., Fan, L. C., Wang, Y. and Zhang, L. (2010). “Greenhouse gas emissions in building construction: A case study of One Peking in Hong Kong” Building and Environment, 45(4), 949-955.
41. Ramaswami, A., Hillman, T., Janson, B., Reiner, M. and Thomas, G. (2008). “A demand-centered, hybrid life-cycle methodology for city-scale greenhouse gas inventories” Environmental science and technology, 42(17), 6455-6461.
42. Kennedy, C., Pincetl, S. and Bunje, P. (2011). “The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design” Environmental pollution, 159(8), 1965-1973.
43. 지식산업정보원 (2013), 고효율 에너지 녹색건축물 신기술 산업동향 분석
44. 김선숙 (2015), 저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원 시스템

개발, 건물에너지 관리 기술 세미나.
45. 한국기후변화대응센터(2015), 그린리모델링 탄소감축실적 인정체계 도입 및 시범사업 추진에 관한 연구.
46. 삼성 SDS (2015), 건축물 용도별 벤치마크 계수 개발 및 감축잠재량 평가.

참고1 소요예산 산정

가. 전체사업 소요예산

(단위 : 천원)

구분		1차년		2차년		3차년		4차년		5차년		합계	
		정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
총괄		2,400,000	0	8,600,000	0	5,450,000	0	2,550,000	0	400,000	0	19,400,000	0
1세부		500,000	0	800,000	0	1,200,000	0	500,000	0	0	0	3,000,000	0
	1-1	37,352	0	73,369	0	79,256	0	0	0	0	0	189,977	0
	1-2	274,655	0	384,238	0	336,851	0	110,750	0	0	0	1,106,494	0
	1-3	185,193	0	301,629	0	559,322	0	190,545	0	0	0	1,236,689	0
	1-4	2,800	0	40,764	0	224,571	0	198,705	0	0	0	466,840	0
2세부		700,000	0	6,000,000	0	2,450,000	0	1,150,000	0	400,000	0	10,700,000	0
	2-1	161,926	0	2,210,194	0	806,723	0	535,134	0	169,133	0	3,883,110	0
	2-2	161,926	0	2,976,111	0	813,199	0	329,459	0	91,330	0	4,372,025	0
	2-3	168,675	0	486,777	0	389,842	0	207,567	0	105,708	0	1,358,569	0
	2-4	207,473	0	326,918	0	440,236	0	77,840	0	33,829	0	1,086,296	0
3세부		1,200,000	0	1,800,000	0	1,800,000	0	900,000	0	0	0	5,700,000	0
	3-1	517,240	0	434,194	0	313,926	0	158,879	0	0	0	1,424,239	0
	3-2	248,276	0	588,048	0	438,926	0	163,879	0	0	0	1,439,129	0
	3-3	217,240	0	414,340	0	626,219	0	471,319	0	0	0	1,729,118	0
	3-4	217,244	0	363,418	0	420,929	0	105,923	0	0	0	1,107,514	0

나. 세부과제별 소요예산

1) 1세부과제 소요예산

(단위 : 천원)

예산항목	세부항목	예산항목								비율(%)
		단가(연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임연구원	3,079	8	85,600	113,300	99,767	86,100	0	384,767	13%
	연구원	3,079	17	171,200	226,600	199,533	172,200		769,533	26%
	연구보조(박사과정)	-	-	0	0	0	0	0	0	
	연구보조(석사과정)	-	-	0	0	0	0	0	0	
	소 계			256,800	339,900	299,300	258,300	0	1,154,300	38%
직접비	연구장비 재료비			31,700	50,000	130,000	103,000	0	314,700	10%
	연구활동비			117,840	260,120	556,740	59,340	0	994,040	33%
	연구수당			51,360	67,980	59,860	51,660	0	230,860	8%
	소 계			200,900	378,100	746,600	214,000	0	1,539,600	51%
위탁연구개발비				0	0	0	0	0	0	0%
간접비				42,300	82,000	154,100	27,700	0	306,100	10%
합 계				500,000	800,000	1,200,000	500,000	0	3,000,000	100%

2) 2세부과제 소요예산

(단위 : 천원)

예산항목	세부항목	예산항목								비율(%)
		단가(연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임연구원	3,079	12	51,100	270,900	246,633	136,700	0	705,333	7%
	연구원	3,079	24	102,200	541,800	493,267	273,400		1,410,667	13%
	연구보조(박사과정)	-	-	0	0	0	0	0	0	
	연구보조(석사과정)	-	-	0	0	0	0	0	0	
	소 계			153,300	812,700	739,900	410,100	174,800	2,290,800	21%
직접비	연구장비 재료비			140,000	3,832,800	1,182,800	190,000	0	5,345,600	50%
	연구활동비			294,640	921,060	273,920	357,880	145,240	1,992,740	19%
	연구수당			30,660	162,540	147,980	82,020	34,960	458,160	4%
	소 계			465,300	4,916,400	1,604,700	629,900	180,200	7,796,500	73%
위탁연구개발비				0	0	0	0	0	0	0%
간접비				81,300	270,900	105,500	110,000	45,000	612,700	6%
합 계				699,900	6,000,000	2,450,100	1,150,000	400,000	10,700,000	100%

3) 3세부과제 소요예산

(단위 : 천원)

예산항목	세부항목	예산항목								비율(%)
		단가(연급여)	연평균 인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인건비	책임연구원	3,079	11	107,133	151,500	151,500	92,367	0	502,500	9%
	연구원	3,079	23	214,267	303,000	303,000	184,733		1,005,000	18%
	연구보조(박사과정)	-	-	0	0	0	0	0	0	
	연구보조(석사과정)	-	-	0	0	0	0	0	0	
	소 계			321,400	454,500	454,500	277,100	0	1,507,500	26%
직접비	연구장비 재료비			300,000	819,000	789,000	238,000	0	2,146,000	38%
	연구활동비			398,620	330,300	354,300	252,480	0	1,335,700	23%
	연구수당			64,280	90,900	90,900	55,420	0	301,500	5%
	소 계			762,900	1,240,200	1,234,200	545,900	0	3,783,200	66%
위탁연구개발비				0	0	0	0	0	0	0%
간접비				115,700	105,300	111,300	77,000	0	409,300	7%
합 계				1,200,000	1,800,000	1,800,000	900,000	0	5,700,000	100%