

국토교통연구기획사업 최종보고서

2013-도시건축계획-B01

ICT기반 맞춤형
건물에너지관리시스템(BEMS)
도입기반 구축 및 실증 기획 연구

2014.08

주관연구기관 / 상명대학교산학협력단

공동연구기관 / 제주대학교산학협력단

서울대학교산학협력단

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원장

2013
도시
건축
계획
B01

Land & Transport R&D Report

ICT기반 건물에너지관리시스템(BEMS)

기반구축 및 실증 기획 연구

국토교통과학기술진흥원
국 토 교 통 부

[연구개발계획서(제안서) 작성시 주의사항]

제안서 제출하는 연구개발계획서(제안서)의 연구 목표, 내용, 성과, 예산 등은 RFP에 표기된 내용을 중심으로 필히 작성바랍니다.

(본 기획보고서는 참고자료로 활용바랍니다.)

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

본 보고서를 “ICT 기반 맞춤형 건물에너지관리시스템(BEMS) 도입
기반 구축 및 실증기획”의 최종보고서로 제출합니다.

2014. 8. 29

주관연구기관명 : 상명대학교

주관연구책임자 : 김 정 옥

연 구 원 : 책임연구원 채운용

연 구 원 : 책임연구원 박재화

연 구 원 : 연구원 김현지

공동연구기관명 : 제주대학교

공동연구책임자 : 김 호 찬

연 구 원 : 책임연구원 좌정우

연 구 원 : 책임연구원 부창진

연 구 원 : 선임연구원 이개명

연 구 원 : 연구원 이은진

공동연구기관명 : 서울대학교

공동연구책임자 : 여 명 석

연 구 원 : 수석연구원 김광우

연 구 원 : 수석연구원 성윤복

연 구 원 : 책임연구원 백승효

연 구 원 : 선임연구원 강소라

보고서 요약서

과제고유번호	2013-도시건축계획-B01	해당단계 연구기간	2013. 12. 24 ~ 2014. 8. 29		
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
연구과제명	대과제명	ICT 기반 맞춤형 건물에너지관리시스템(BEMS) 도입기반 구축 및 실증기획			
연구책임자	김정욱	해당단계 참여 연구원수	총 : 14명 내부 : 4명 외부 : 10명	해당단계 연구비	정부 : 100,000 천원 계 : 100,000 천원
		총연구기간 참여 연구원수	총 : 14명 내부 : 4명 외부 : 10명	총연구비	정부 : 100,000 천원 계 : 100,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	상명대학교 서울산학협력단		공동기관명	제주대학교 산학협력단 서울대학교 산학협력단	
국제공동연구	상대국명 : 해당없음		상대국연구기관명 :		
위탁연구	연구기관명 : 해당없음		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	309
<p>건물에너지시스템(BEMS)의 보급 활성화를 위하여 열, 공조 설비를 중심으로 자동제어와 연계하여 실제 건물 대상으로 적용하고, 1년 이상의 실증을 통하여 에너지 절감 효과 및 지속적인 커미셔닝의 역할과 같은 고도화된 에너지 관리에 의한 건물 운영·설비 관리의 정량적 효과를 도출함</p>					
색인어 (각 5개 이상)	한글	에너지관리시스템, 회귀분석법, 에너지성능지표, 에너지 분석보정, 에너지 시간대 분석			
	영어	Energy Management, Baseline Modelling, EPI(Energy Performance Indicator), Energy Normalization, Energy Tracking			

요 약 문

I. 제목

- 녹색건축물 에너지 통합 관리시스템(BEMS) 기반 구축 및 실증
(기획과제명: ICT 기반 맞춤형 건물에너지관리시스템(BEMS) 도입기반 구축 및 실증 기획)

II. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의

- 건물에너지시스템(BEMS)의 보급 활성화를 위하여 열, 공조 설비를 중심으로 자동제어와 연계하여 실제 건물 대상으로 적용하고, 1년 이상의 실증을 통하여 에너지 절감 효과 및 커미셔닝의 역할과 같은 고도화된 에너지 관리에 의한 건물 운영·설비 관리의 정량적 효과를 도출함

2. 기술의 필요성

- 에너지 위기를 효과적으로 극복하고 안정적인 에너지 수급을 위하여 공급위주 정책에서 수요를 줄이는 수요관리 정책으로 전환 필요
 - 건물 부문은 에너지 사용량의 21%를 차지하며 감축 잠재력이 높아 성능 개선을 통한 에너지 수요 감축에 효과적
 - ※ 건축 후 15년 이상 경과되어 에너지 성능 개선이 필요한 건축물이 전체의 74.1%
 - 건물의 생애주기에서 사용단계의 에너지소비량이 대부분이므로 운영시스템 효율화가 급선무
 - ※ (기획설계) 0.4% - (건설) 16% - (운영관리) 83.2% - (폐기처분) 0.4%
- 각 건물별로 다양한 사용 환경과 에너지 설비를 고려한 에너지 절감 방안 마련을 위한 에너지 분석·모델링 및 성능평가 등에 있어 전문지식과 경험을 갖춘 기술 인력과 표준화가 필요함
- 중소형 건물에 BEMS를 운용하기 위해서는 원격으로 다수의 건물을 통합관리할 수 있는 저비용·고효율 원격관리기술이 필요하며, ICT 기술을 이용한 원격 운영을 통하여 중소형 건물의 운영 인력에 대한 비용 절감 및 인력간 역량 차이 극복 가능

Ⅲ. 국내외 동향 및 환경 분석

□ 국내외 동향

- (정책) 현행 법체계하에서 에너지효율관리를 규정하고 있는 제도들은 대체로 기존건축물 보다는 신축건축물에 초점에 맞춰진 제도에 가까우며 기존건축물을 방치하고서는 효과적인 건축물 에너지효율향상은 이루어질 수 없으므로, 기존건축물에 대한 제도적 수단 도입이 필요함
- (시장) 국내 그린 빌딩 시장의 경우 핵심 기술력 부재라는 낮은 기술력 극복을 위해 기술 R&D 및 시범사업을 추진 중이며, 해외의 경우 BEMS 보급 확산을 위한 정부차원의 실증 사업 활성화
- (시장) 국내 BEMS의 에너지절감 효과에 대한 인식 차이가 큼
- (해외시장) 글로벌 Big 5 주요 BEMS 공급업체들이 인터넷/무선기술/Cloud 기술을 보유한 기업을 전략적 인수하여 솔루션 확장
- (기술) 건물의 단위설비에 대한 성능 및 효율개선 위주의 운영 최적화 알고리즘 개발에 집중하여 진행 중으로 건물 운영단계에서 지속적으로 실시간 건물 에너지 효율을 평가할 수 있는 기술개발이 필요함
- (기술개발 인프라) 국내 ICT 활용 건물에너지관리 국책과제의 연구범위는 선진국과 비교하여 연구범위가 좁은 편으로 현재 지능형 제어 및 통합기술 위주로 진행 중이며 ‘수요관리’ 및 ‘사용자의 의사결정지원 도구’ 부분의 연구는 미흡함

□ 환경 분석

- 정책동향
 - 건물 에너지 관련 법령의 체계화 필요
 - 기존 건축물 및 민간 건축물에 대한 정책적 수단 도입 필요
- 시장동향
 - ICT를 도구로써 활용하는 건물 생애주기에 걸친 통합적인 BEMS 구축 필요
 - 핵심 기술력 부재 극복을 위하여 건물 에너지 기술 R&D를 통하여 기초/기반 기술을 확보하는 노력이 1차적으로 요구되며, 기술 격차를 줄일 수 있는 기초 기술 바탕위에 보급 확산을 위한 실증 사업이 필요함
 - BEMS의 에너지절감 효과에 대한 인식 차이가 크므로 가이드라인 수준의 정량적 에너지절감 효과 제시 필요
 - 건물에너지 관리에 ICT를 활용하여 선진국과의 기술격차를 줄이는 노력이 필요함
 - 해외 업체의 서비스 영역 확장 및 패키지 서비스 전략에 대비하여 건물 관련 업종의 에너지관리 비즈니스 모델 개발에 대한 고민이 장기적인 관점에서 필요함

○ 기술동향

- 중소형 건물에 대한 특화된 건물 에너지절감 기술 개발 및 보급을 위한 기술 개발이 필요함
- 지속적으로 건물의 에너지 절감을 위해서는 실시간 커미셔닝 기술개발을 통한 에너지절약전문기업(ESCO) 활성화 정책이 필요함
- 실제 건물운영자가 적용할 수 있는 기술과 이를 검증 평가하는 기술개발이 필요함

○ 연구개발 인프라 동향

- 건물 에너지관리 분야 비즈니스모델 개발이 상대적으로 낮은 수준이므로 국가 R&D 분야의 확장을 통하여 장기적 관점으로 비즈니스 모델을 개발할 필요 있음
- BEMS 보급 활성화를 위하여 사용자의 인식, 시장 접근 및 의사결정을 도와주는 기술 개발이 필요하나 한국의 경우 이 부분의 R&D가 활발하지 않으므로 사용자 중심의 R&D 필요
- BEMS 보급 확산을 위하여 에너지 절감에 대한 정량적 효과 제시 및 실증을 통한 ROI 검증이 우선시됨(전문가 수요조사 결과)

IV. 연구개발과제 구성 및 추진전략

□ 비전

본 기획과제는 BEMS를 활용하여 「녹색건축물 조성 지원법」상의 ‘녹색건축물’ 확산에 이바지 할 수 있도록 스마트한 건물 에너지 관리 및 쾌적한 실내환경 조성을 비전으로 삼음

- “녹색건축물”이란 「저탄소 녹색성장 기본법」 제 54조에 따른 건축물*과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물을 말한다.

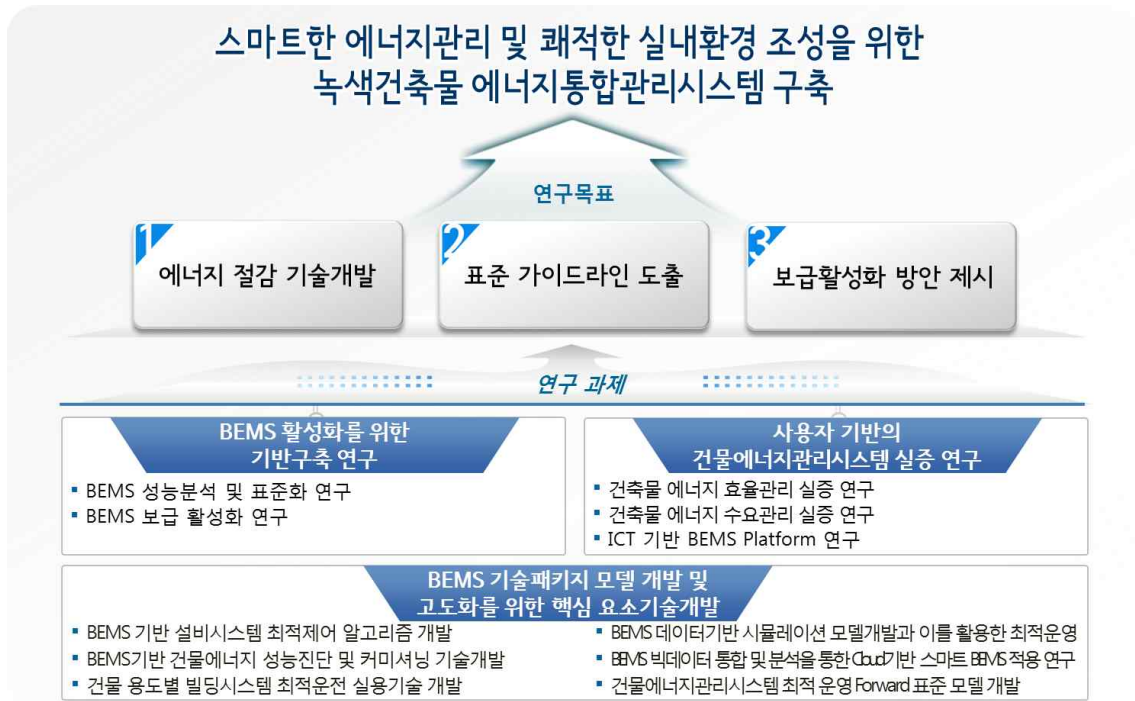
※ 에너지이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물

□ 연구개발 목표

본 기획과제는 BEMS 보급·확산을 위한 ICT 기술을 활용한 건물에너지관리 기술 개발을 과제목표로 하며 연구개발 목표는 아래와 같음

- BEMS 보급 활성화 방안 제시
- 에너지절감 기술개발
 - 건물 용도별/규모별 최적 에너지 절감 기술 도출
- 표준 가이드라인 도출
 - 건축물 에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 Guideline 수립

□ 연구과제 구성



핵심 전략 목표	#	연구개발과제	핵심 성과물
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	1-1	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 건축물 에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 가이드라인 도출
	1-2	BEMS 보급 활성화 연구	
BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발	2-1	BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> • Ongoing Commissioning 기술을 적용한 건축물 에너지 최적화 • 데이터 기반/해석 기반 분석 기법을 활용한 건축물 에너지 분석 • 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발
	2-2	BEMS 기반 건물에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술개발	
	2-3	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	
	2-4	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	
	2-5	BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	
	2-6	건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	
사용자 기반의 건물에너지관리 시스템(BEMS) 실증 연구	3-1	건축물 에너지 효율관리 실증 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 규모별/용도별 최적의 에너지절감 기술 도출
	3-2	건축물 에너지 수요관리 실증 연구	
	3-3	ICT 기반 BEMS Platform 연구	

□ 연구개발 추진전략

- 본 기획과제의 연구개발 기간 내 실현 가능한 항목은 단기 보급 활성화 방안으로 구성하며 중장기적 접근이 필요한 항목은 정책 연구개발 과제에서 연구함
- 본 기획과제의 연구기간 내 실증 효과분석이 가능하도록 조기 실증체계를 구축하여 지속적인 Best Practices 도출을 지원함

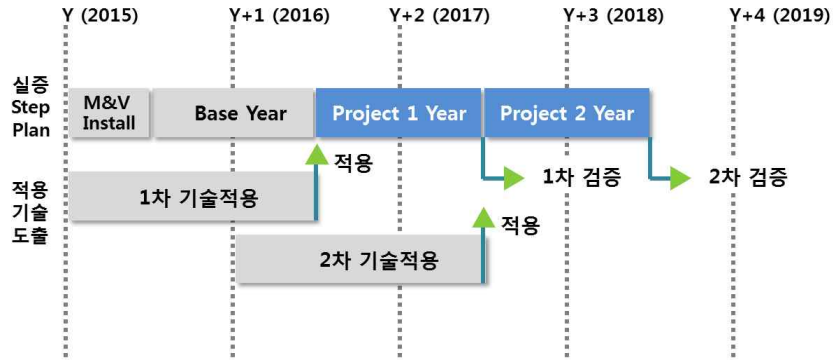
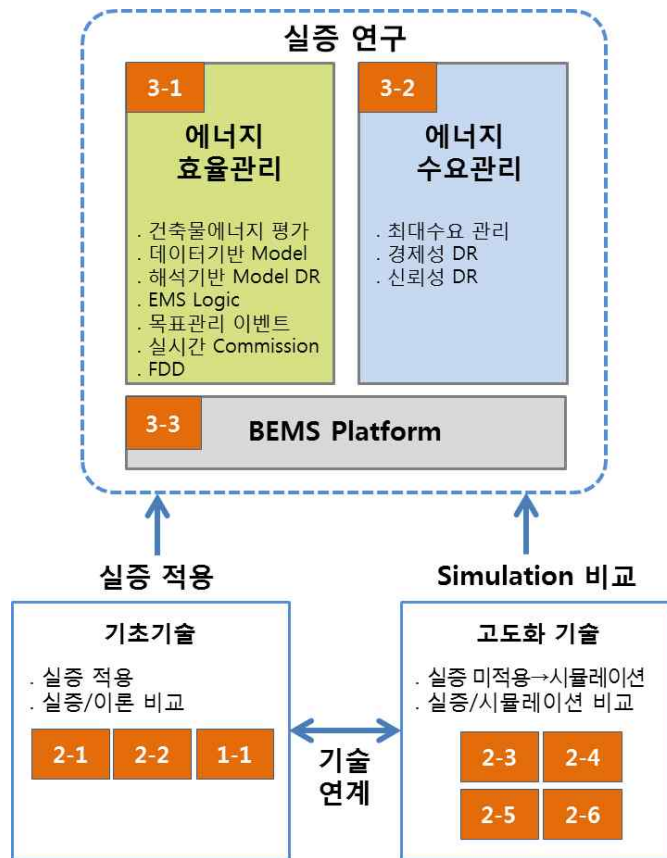


그림 2 실증 추진전략

- BEMS 보급 확산을 위하여 기초/기반기술 개발의 바탕위에 기초기술과 고도화기술 2 Track으로 분리하여 실증에 적용함



V. 사전타당성 검토

- (정책) 본 기획과제는 정책(국정과제, 경제혁신 3개년 계획) 및 법정계획(제3차 과학기술기본계획('13~'17), 제2차 건축정책기본계획('15~'19), 부처계획(제2차 건설교통기술 연구개발사업 중장기계획('13~'17)) 상의 추진 근거 및 연계성이 높은 것으로 판단됨
- (기술) 본 과제에서는 BEMS에 대한 근본적인 기능을 BEMS KS 규격에 의거하여 정의하고, 이를 열, 공조 설비를 중심으로 자동제어와 연계하여 실제 건물 대상으로 적용하고, 1년 이상 장기간의 실증을 통하여 에너지절감 효과 및 지속적인 커미셔닝의 역할과 같은 고도화된 에너지관리에 의한 건물 운영·설비 관리의 효과를 분석하고자 함
- (경제) 에너지 절감 10%, 최대수요 절감 10%를 목표로 할 경우(산출근거 참조) 에너지 42,622 GWh 절감 효과 및 최대수요 16 GW 잠재절감 효과가 예상되어 국가적 편익이 큰 기술로 평가됨
- (기술개발 필요성) 본 과제는 사용자 중심의 건물에너지관리기술에 ICT를 활용하여 BEMS 보급 활성화를 목표로 함
- (정부지원 타당성) 건물에너지관리 보급 활성화를 위한 구체적인 실천 수단을 확립이 필요하며, 실제 현장에서 BEMS 관련 기준/표준 수립 등의 정책적 지원을 통한 보급 활성화 지원이 필요함
- BEMS 보급 및 확산을 위한 ICT 기술 활용 건물 에너지 관리 기술 개발 및 실증을 통하여 건물 용도별/규모별 최적 에너지 절감 기술 도출, BEMS 표준 설계-시공-검증 프로세스 구축, 건축물 에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 가이드라인 도출은 정책, 기술, 경제적 타당성 뿐 아니라 정부지원의 필요성이 높은 기술로 판단됨

목 차

제 출 문	1
보고서 요약서	2
요 약 문	3
1장. 기술의 정의 및 필요성	11
1절. 기술의 정의 및 필요성	11
2절. 기술 분류 및 내용	17
2장. 국내외 동향 및 환경 분석	19
1절. 국내외 정책동향	19
2절. 국내외 시장현황 및 전망	35
3절. 기술 동향분석	53
4절. 연구개발 인프라 분석	67
5절. 종합분석	73
3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	79
1절. 비전 및 목표	79
2절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표	85
3절. 연구개발과제 구성	87
4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략	90
5절. 세부과제 간 연계관계	109
6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	110
7절. 성과의 활용방안	119
8절. 연구수행체계 제안	122
4장. 사전타당성 검토	123
1절. 정책적 타당성	123
2절. 기술적 타당성	125
3절. 경제적 타당성	126
4절. 기술개발 필요성	128
5절. 정부지원 타당성	129
6절. 종합평가 및 결론	130
5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정	131
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획	131
2절. 소요예산 산정	132

6장. 1세부과제 구성체계	135
1절. 1세부과제 개요	135
2절. 1-1 “BEMS 성능분석 및 표준화 연구”	141
3절. 1-2 “BEMS 보급 활성화 연구”	154
7장. 2세부과제 구성체계	158
1절. 2세부과제 개요	158
2절. 2-1 “BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발”	178
3절. 2-2 “BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발”	181
4절. 2-3 “건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발”	188
5절. 2-4 “BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영”	192
6절. 2-5 “BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구”	196
7절. 2-6 “건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발”	210
8장. 3세부과제 구성체계	220
1절. 3세부과제 개요	220
2절. 3-1 “건축물 에너지 효율관리 실증 연구”	238
3절. 3-2 “건축물 에너지 수요관리 실증 연구”	250
4절. 3-3 “ICT 기반의 건물에너지관리(BEMS) Platform 연구”	265
9장. 과제 제안요구서(RFP)	284
참고문헌	310

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의 및 필요성

가. 기술의 정의

□ BEMS 정의

○ 고려 사항

- BEMS(Building Energy Management System)는 북미 또는 유럽의 선진국에서는 BACS(Building Automation and Control System) 또는 BEE(Building Energy Efficiency) 기술의 한 부분으로 고려하였으나, 일본 및 우리나라에서는 건물에너지관리를 독립적인 분야로 개념을 확대 발전시키고 있음
- BEMS 정의에 따라 관련 기술과 이해 당사자에 대한 범위가 변경되므로, BEMS에 대한 정의가 중요함
- 이해당사자에 따라 BEMS에 대한 다양한 정의가 가능하나 IEA 및 KS(건물 에너지 관리시스템 - 제1부 : 일반 요구사항)의 정의가 가장 일반적으로 활용되고 있음

○ IEA의 정의

- 건물 관리자가 건물 사용자의 쾌적하고 기능적인 업무환경을 효율적으로 유지·보전하기 위해 ICT 기술을 이용하여 합리적인 건물 에너지 사용이 가능하도록 구현하는 건물 에너지 제어·관리·경영 통합시스템

○ KS의 정의

- 건물 에너지 관리시스템은 건물 관리자가 사용자의 쾌적하고 기능적인 업무환경을 효율적으로 유지·보전하기 위해 ICT 기술을 이용하여 합리적인 건물에너지 소비가 가능하도록 구현하는 건물에너지 제어·관리·경영 통합시스템

□ BEMS 특징

○ 본 기획연구에서는 KS 정의를 따르도록 함

○ 다음과 같은 특징을 가지고 있음

- 쾌적하고 기능적인 업무환경을 제공하기 위한 목적을 가지고 있으며 합리적인 에너지소비는 그 수단이라는 점이 중요
- ICT 기술을 이용하는 기술로 한정하고 있음
- 건물에너지에 대한 제어·관리·경영을 지원하는 통합시스템의 성격을 가짐

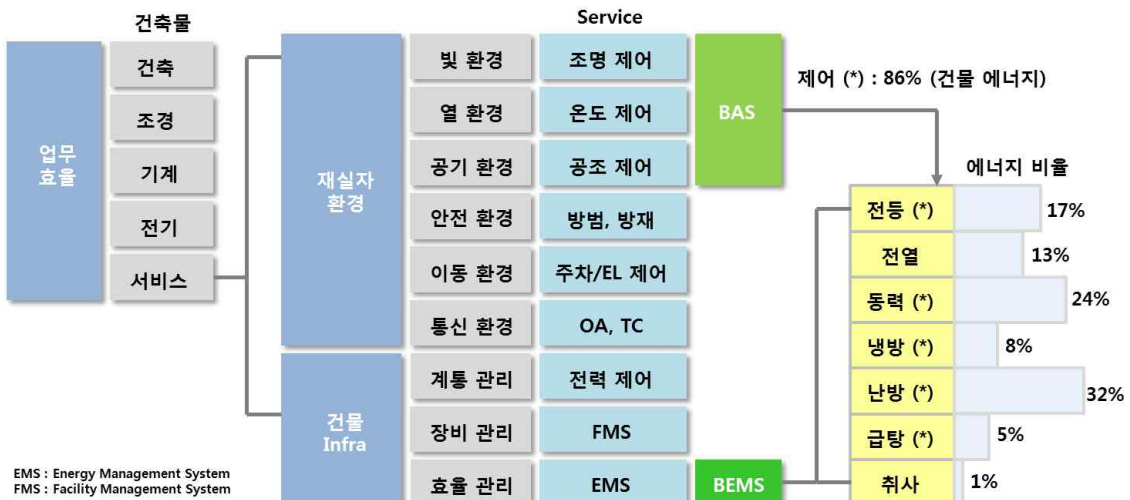
□ BEMS 대상 범위

○ 건물 사용자를 위한 ICT 기반 서비스

- 건축물에서 ICT 기술을 활용하여 제공하는 Infra Service는 1) 재실자 환경을 위한 서비스와 2) 건물 인프라 시설의 효율적인 관리를 위한 서비스가 존재
 - 1) 재실자의 환경을 쾌적하고 안전하게 유지하기 위한 서비스로는 빛 환경을 위한 조명제어, 열 환경을 위한 온도 제어, 공기 환경을 위한 공조 제어, 안전 환경을 위한 방법, 방재, 이동 환경을 위한 주차/EL 제어, 통신 환경을 위한 OA, TC가 있으며, BAS(Building Automation System)는 쾌적한 재실자 환경을 위하여 제공하는 조명 제어와 온도제어, 공조 제어를 의미함
 - 2) 건물의 인프라 시설의 효율적인 관리를 위한 서비스로는 계통 관리를 위한 전력 제어, 장비 관리를 위한 FMS(Facility Management System), 효율 관리를 위한 EMS(Energy Management System)이 있음

○ 건물 에너지 관리(BEMS) 서비스

- BEMS 기술은 쾌적한 업무 환경을 제공하기 위한 BAS 기술과 건축물 에너지의 효율적인 관리를 위한 EMS 기술을 포함
 - BAS는 사용자의 조명과 온도, 공조 제어를 수행하기 위하여 건물 에너지의 약 86%를 사용
 - 건물의 에너지는 전등과 전열, 동력, 냉방, 난방, 급탕, 취사 등으로 구분이 가능하며, 전열과 취사는 BAS의 제어 대상에서 제외됨
- BEMS는 건물 에너지의 86%를 소비하는 전등과 동력, 냉방, 난방, 급탕 에너지를 효율적으로 활용하면서, 사용자에게 최적의 빛 환경과 열 환경, 공기 환경을 제공하는 시스템을 대상 범위로 하고 있음



나. 기술의 필요성

- 최근 건물부분 냉난방에너지의 급격한 수요증가로 하·동절기의 전력대란(전국 순환정전)에 대한 우려가 고조되고 있으나, 대규모 발전시설 확충이나 소비억제 이외의 대책이 없고, 에너지원간 수급불균형이 심화되고 있어 대책마련이 시급함
- 정부는 2020년 배출전망치(BAU, 총 8억 1300만 TC) 대비 30% 온실가스 감축을 위해 건물부분에 26.9%의 감축목표를 할당하면서, 건물에너지관리시스템과 ESS(Energy Storage System)의 보급확대를 전개하는 계획을 수립한 바 있으나, 건물에너지 관리 분야는 구체적인 실천 수단이 확립되지 못하고 있는 실정임
- 건물의 생애주기에서 사용단계의 에너지소비량이 대부분이므로 운영시스템 효율화가 급선무
 - ※ (기획설계) 0.4% - (건설) 16% - (운영관리) 83.2% - (폐기처분) 0.4%
- BEMS 보급 활성화를 위하여 각 건물별로 다양한 사용 환경과 에너지설비를 고려한 에너지 절감 방안 마련을 위한 에너지 분석·모델링 및 성능평가 등에 있어 전문지식과 경험을 갖춘 기술 인력과 표준화가 필요함
 - 중소형 건물의 BEMS를 운용하기 위해서는 원격으로 다수의 건물을 통합관리 할 수 있는 저비용·고효율 원격관리기술 필요하며, ICT 기술을 이용한 원격 운영을 통하여 중소형 건물의 운영 인력에 대한 비용 절감 및 인력 간 역량 차이 극복 가능
- (ICT 융합)사물인터넷(IoT), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 통합에코시스템 등과 같은 ICT의 전방위 확산이 진행 중이며, ICT와 타 산업 간의 결합 트렌드는 대부분 실현 단계에 있으나 건물의 ICT 융·통합은 더딘 편으로써 건설·IT 강국인 한국의 강점을 살릴 수 있는 잠재성이 높은 분야임
 - 건물 기반의 ICT기술과 건물에너지와 관련된 전기/기계/전기/통신 기술의 융합
 - ICT 기술은 BEMS 기술의 활용성 향상
 - ※ 통합에코시스템: 단말·서비스·콘텐츠를 하나의 플랫폼에서 아우르는 시스템
- 건물운영과 BEMS 산업분야에서 도입을 위한 관심과 의지는 크나, 실제 현장에서는 설치기준 등 관련 표준 문서가 부재하여 설치와 운영에 많은 애로사항 존재
- 에너지 위기를 효과적으로 극복하고 안정적인 에너지 수급을 위하여 공급위주 정책에서 수요를 줄이는 수요관리 정책으로 전환 필요
 - 건물 부문은 에너지 사용량의 21%를 차지하며 감축 잠재력이 높아 성능개선을 통한 에너지수요 감축에 효과적
 - ※ 건축 후 15년 이상 경과되어 에너지성능 개선이 필요한 건축물이 전체의 74.1%

다. 기술개발의 필요성

□ BEMS 핵심 기술 개발의 필요성

○ 최적화 알고리즘 개발

- 건물 재실자의 실시간 만족도 및 이로 인한 생산성 변화를 건물 시스템 운전 및 제어에 반영함으로써 국가 전체의 생산성 향상에 기여하고, BEMS 하드웨어 기술에 비해 상대적으로 부족하였던 핵심 소프트웨어/엔지니어링/제어 알고리즘 기술 확보

○ 커미셔닝 기술개발

- 건물에너지 성능 진단 및 평가 등을 수행함으로써, 에너지 저감을 높이는 기술과 거주자 쾌적성을 만족시키며, 건물에너지 효율 향상 및 지속적인 에너지 저감 효과로 정부의 에너지 정책에 부응하는 기술
- 커미셔닝의 지침서를 확립함으로써 적용을 통한 에너지 저감 성능 만족뿐만 아니라 관련 업체 및 전문 인력 양성에 기여하며 국가 경쟁력 강화에도 기여

□ BEMS 기반구축의 필요성

○ BEMS Guideline 개발

- 또한 현재 실제 건물의 설계 및 건축 현장, 건물 운영 현장에서 필요로 하는 내용은 BEMS의 올바른 설치를 위한 설계, 시공 방안 및 건물 운영 단계에서 BEMS를 활용한 업무 방법 등으로 전문적이고 구체적인 내용을 필요로 하고 있음
- 따라서 본 연구에서는 실증의 목적을 BEMS의 설계, 시공, 운영 단계에서 활용할 수 있는 가이드라인의 도출로 설정하고, 또한 2년 이상의 장기간의 실증을 통해서 BEMS를 활용한 구체적인 운영 방법의 제시와 이에 따른 추가적인 설계 및 시공 고려 사항을 도출하는 Cycle을 완성하고자 함

○ BEMS 관련 법·제도적 지원의 필요성

- 현재 BEMS 관련 실질적인 기술 기준 및 시행 법령이 미흡함
- 민간 건축물의 경우 다양한 이해관계와 시장의 확장성 부분에 부합하는 정책이 부족하므로, 정부 차원의 인센티브와 같은 장려 정책이 필요

□ 건물에너지관리시스템 실증의 필요성

○ 건축물 에너지 효율관리 실증

- (에너지절감에 대한 정량적 효과 검증) 현장에서 에너지절감 실적 계량화에 어려움이 있으며 투자효과에 대한 계량화 및 가시적 데이터가 부재함으로 BEMS 구축효과에 대한 불확실성이 존재하므로 건축물 에너지 절감 실증을 통하여

효과를 검증

○ 건축물 에너지 수요 관리 실증

- 기존의 수요관리시스템이 투자비용 회피를 위한 수요자원의 발굴 및 장기 수급계획을 목적으로 운영되어 왔기 때문에, 주로 수요관리 기기 및 프로그램의 보급에 치중하였으며, 사후 성과계량(M&V) 기능이 미비하고, 전력시장 및 전력계통과의 BEMS 연계운영이 이루어지지 않고 있는 문제를 해결하기 위해서 기술적으로는 ICT 기술을 기반으로 하고, 제도적으로는 소비자의 편익과 선택권을 고려하는 자동수요반응을 최적 연동할 필요성이 있음

□ 건물 에너지 관리에 있어 ICT 활용의 필요성

○ ICT 컨버전스 트렌드

- ICT 컨버전스가 중요한 이유는 현재 동일한 서비스를 별개로 구축하는 것보다 더 저렴한 비용으로 구축 가능함
- 또한 향후 ICT 산업과 동일한 표준과 기술을 사용함으로써 저비용의 안정성이 높은 총체적인 솔루션이 제공될 전망임

○ Cloud BEMS 플랫폼 개발

- 글로벌 Big 5(존슨, 지멘스, 하니웰, 슈나이더, UTC) 업체와의 기술격차를 해소하며 Cloud 기술 도입을 통하여 비즈니스 모델로써의 경제성 확보 및 ICT 기술 응용을 통한 창조경제 기여

2. 세부과제별 기술 정의

□ BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구

- 건물 에너지 관리 분야의 기술적 기반 및 활성화 기반 구축을 목적으로 건물 에너지 관리 기술의 절차 및 체계에 대한 표준을 제시하며, 건물 에너지 관련 법제도 및 지원정책 연구를 통한 성공적 제도 정착 및 건물 에너지 관리 활성화 방안 수립

□ BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발

- BEMS에 최적화된 시뮬레이션 모델링 기술을 개발하고, 수립된 모델을 기반으로 BEMS 최적 운영 기술 및 건물에서 에너지 소비 대상인 건물 에너지 사용설비 분야의 최적 제어 및 효율적인 에너지 관리를 통한 에너지 절약으로 건물 에너지 효율 향상 및 경제성 확보를 위한 솔루션 개발

□ 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 연구

- Cloud BEMS Platform을 기반으로 세세부과제를 통하여 개발된 BEMS 기초기술과 고도화 기술을 건물 에너지 효율관리 부분에 적용·실증하고 수요관리 부분에 실증하여 건물의 에너지 사용량을 실제로 절감하는데 필요한 가이드라인을 연구 결과로써 도출

2절. 기술 분류 및 내용

1. 기술분류

- 본 기획에서는 과업의 효율적 추진을 위해 기획 대상 및 범위를 3개의 중점추진분야로 구분하였으며, 각 분야별 기술 체제를 정립

가. BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구

- BEMS 성능분석 및 표준화 연구
- BEMS 보급 활성화 연구

나. BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발

- BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘
- BEMS 기반 건물에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술
- 건물 용도별 빌딩시스템 최적운전 실용기술
- BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 및 이를 활용한 최적 운영
- BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 기술
- 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발

다. 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 연구

- 건축물 에너지 절감 실증
- 건축물 최대수요 절감 실증
- ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구

2. 기술내용

○ 본 기획에서는 중점 연구 분야로서 핵심기술, 기반구축, 실증 중심의 3개의 세부과제를 구성하였으며, 아래는 각 세부과제 기술을 정의함

핵심 전략목표	개발 기술	기술 설명
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	건축물 에너지관리 기술의 절차 및 체계에 대한 Guideline 기준의 표준화 연구 및 평가기준/측정/분석/최적화 표준화 연구
	BEMS 보급 활성화 연구	건물에너지 관리와 관련된 법령·정책·제도 연구 및 건물에너지관리 로드맵 수립을 통한 BEMS 보급 활성화 방안 도출
BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발	BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	BEMS를 이용하여 건물 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등도 동시 고려하여 소비되는 에너지의 최소화가 아닌 최적화를 추구하는 능동형 스마트 BEMS 기술
	BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	건물에너지 성능 진단 및 평가 등을 통하여 에너지 절감을 높이기 위한 기술을 개발
	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	건물의 용도나 규모에 맞는 실용 기술을 개발하기 위한 솔루션을 제공하기 위하여, 주거용 Home Automation, Home Energy Management System 및 소규모 건물용 BEMS의 연구를 기반으로 하는 실용 가능한 개별 시스템의 최적 운전 기술과 상호간 연동 기술을 개발함
	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	BEMS 측정 데이터를 기반으로 시뮬레이션 모델을 자가 구성하고 자가 최적화하는 기술을 개발하고 개발된 자가 구성 기술과 최적화 기술을 H/W와 결합함
	BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	‘BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구’는 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 다양한 BEMS에 의해 생산된 이질적 데이터들을 통합 관리하기 위한 저장 시스템 구축 및 운영과 관련된 기술임
	건물에너지관리시스 템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	건물의 기획, 설계단계에서부터 건물의 용도와 목적에 맞는 BEMS를 적용하고 그 성능을 객관적으로 평가하여 BEMS가 건물에 적용되었을 때 에너지 효율화에 대한 기대치를 객관적으로 확인하고 에너지 누수가 없는 최적의 에너지 운영 표준 모델을 개발
사용자 기반의 건물에너지 관리시스템 (BEMS) 실증 연구	건축물 에너지 효율관리 실증 연구	BEMS 실증 현장의 구축 및 장기간 운영을 통하여 실제 건물 건축 및 운영 단계에서 활용할 수 있는 BEMS 가이드라인 연구
	건축물 에너지 수요관리 실증 연구	스마트그리드의 수요반응 요소기술과 BEMS 기술의 상호 연동을 위한 최적연동 기술을 개발하여 각각의 구성요소와 외부환경 등을 고려한 실증을 수행하며, 수요자원에 대한 모니터링, 평가, 정산 등의 일련의 작업을 BEMS와 연동하여 자동으로 처리하는 기술 개발
	ICT 기반 BEMS Platform 연구	주거용을 포함한 신축/기축/개보수 건물에 적용가능한 Platform을 구축하고 BEMS 기술을 이용한 에너지절감 기술 및 국제 표준의 건축물 분석기법을 도입하여 Platform 개발

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 국내 법령 동향

□ 저탄소 녹색성장 기본법(국무조정실 기후변화대응과)

○ 목적

- 제1조(목적) “이 법은 경제와 환경의 조화로운 발전을 위하여 저탄소(低炭素) 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장동력으로 활용함으로써 국민경제의 발전을 도모하며 저탄소 사회 구현을 통하여 국민의 삶의 질을 높이고 국제사회에서 책임을 다하는 성숙한 선진 일류국가로 도약하는 데 이바지함을 목적으로 한다.”

○ 특징

- 각 부처에서 운영하던 개별 법률에 규정되어 있던 기후변화와 지구온난화, 신재생에너지 및 지속가능 발전 정책 등을 유기적으로 연계 및 통합하여 추진할 수 있도록 하려는 것이 제정 배경임

※ 한국법제연구원, 2013

- 저탄소 녹색성장 기본법은 타 법률에 대하여 우선적 효력을 가지는 기본법이며 타 법령의 입법지침의 성격을 갖고 있음

○ 건축물 에너지효율향상정책 추진의 근거 조항

- 제54조(녹색건축물의 확대)

- ① 정부는 에너지이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물(이하 “녹색건축물”)을 확대하기 위하여 녹색건축물 등급제 등의 정책을 수립·시행하여야 한다. - “녹색건축물 “ 정의
- ② 정부는 건축물에 사용되는 에너지소비량과 온실가스 배출량을 줄이기 위하여 대통령령으로 정하는 기준 이상의 건물에 대한 중장기 및 기간별 목표를 설정·관리하여야 한다.
- ③ 정부는 건축물의 설계·건설·유지관리·해체 등의 전 과정에서 에너지·자원 소비를 최소화하고 온실가스 배출을 줄이기 위하여 설계기준 및 허가 심의를 강화하는 등 설계·건설·유지관리·해체 등의 단계별 대책 및 기준을 마련하여 시행하여야 한다. (④⑤⑥⑦⑧ 생략)

○ 저탄소 녹색성장 기본법과 건축물 에너지효율향상정책의 부합성

- 적극적인 녹색성장 개념을 적용하여 건축물의 에너지효율향상은 건축물의 에너지사용을 제한하는 것보다는 건축물의 에너지사용을 가능하게 하면서 최대한 에너지사용을 줄이도록 효율을 향상시키려는 노력을 하는 정책이 저탄소 녹색성장 기본법의 취지에 부합함

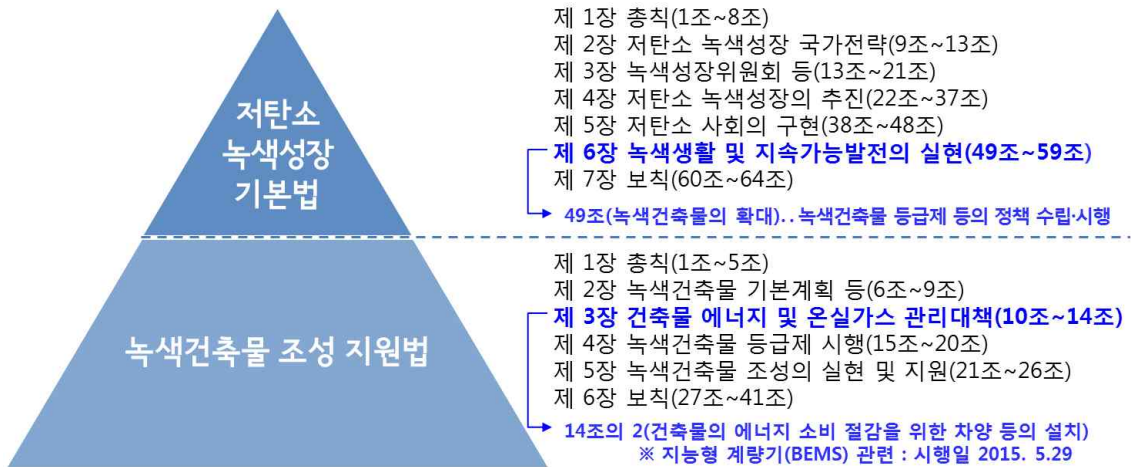


그림 5 BEMS 관련 법령 개요

□ 녹색건축물 조성 지원법(국토교통부 녹색건축과)

○ 목적

- 제1조(목적) “이 법은 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 녹색건축물의 조성에 필요한 사항을 정하고, 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 저탄소 녹색성장 실현 및 국민의 복리 향상에 기여함을 목적으로 한다.”

○ 건축물 에너지효율향상 및 BEMS 추진의 근거 조항

- 제 3장 건축물 에너지 및 온실가스 관리대책(10조~14조)

• 14조의 2(건축물의 에너지 소비 절감을 위한 차양 등의 설치)

- ② 대통령령으로 정하는 건축물을 건축 또는 리모델링하려는 건축주는 에너지 소비 절감 및 효율적인 관리를 위하여 열의 손실을 방지하는 단열재 및 방습층, 지능형 계량기, 고효율의 냉방·난방 장치 및 조명기구 등 건축설비를 설치하여야 한다. 이 경우 건축설비의 종류, 설치 기준 등은 국토교통부장관이 고시한다. [시행일 2015. 5.29]

○ 특징

- 2012년 2월 22일 「녹색건축물 조성 지원법」을 제정하였고, 동법은 2013년 3월 23일부터 시행되어 건축물의 에너지효율향상을 위한 여러 가지 제도가 운영 중에 있음
- 「건축법」에 따른 친환경건축물인증제도가 신축 공동주택 및 업무용 건축물 위주로 운영되어 제도의 실효성이 낮았으며, 또한 친환경건축물인증제도/주택 성능등급표시제도 등의 녹색건축물 관련 인증제도가 중복적으로 운영되어 민간의 비용 부담 증가 등의 문제를 해소하기 위한 목적으로 제정됨
- 「녹색건축물 조성 지원법」은 「저탄소 녹색성장 기본법」에 의해 제정된 법률이기는 하지만 녹색건축물 조성에 관한 구체적인 제도를 도입하고 있는 법

를로서 건축물 에너지효율향상을 위한 일반법으로서의 성격을 가짐

- 「녹색건축물 조성 지원법」의 시행으로 녹색건축물 설치에서 유지관리에 이르기까지 하나의 법률에서 통일적으로 건축물의 에너지 관련 사항을 규율하게 되었고, 건축물의 에너지효율관리제도가 발전적으로 개선됨
- 아래는 녹색건축물 조성 지원 법령의 주요 사업내용임

구분	주요 사업내용	관장기관
건축물 에너지 및 온실가스 관리대책	건축물 에너지·온실가스 정보체계 구축	국토교통부장관
	지역별 건축물의 에너지소비총량 관리	시·도지사
	개별 건축물의 에너지소비총량 제한	국토교통부장관
	기존 건축물의 에너지성능 개선기준	국토교통부장관
	에너지절약계획서 제출의무	허가권자
녹색건축물 등급제	녹색건축물의 완화기준 적용	국토교통부장관
	녹색건축인증제	국토교통부장관
	건축물 에너지효율등급 인증제	국토교통부장관
	건축물 에너지소비증명제도(에너지평가서 발급)	-
녹색건축물 조성의 실현 및 지원	녹색건축물 전문인력의 교육 지원	국토교통부장관
	녹색건축물 조성기술의 연구개발	국토교통부장관
	녹색건축센터의 지정	국토교통부장관
	녹색건축물 조성시범사업 실시 녹색건축물 조성사업의 지원·특례	중앙행정기관의 장(국가) 지방자치단체의 장
	금융지원 및 활성화	정부

○ 녹색건축물의 정의

- 2014. 5.28 개정(시행일 2015. 5.29)되어 종전의 정의에서 추가 정의됨
- 제2조(정의) “녹색건축물”이란 「저탄소 녹색성장 기본법」 제 54조에 따른 건축물*과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물을 말한다.

※ *에너지이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물

○ 건축물 에너지효율향상 관련 기타 법제

- 「녹색건축물 조성 지원법」은 건축물 에너지효율향상과 관련하여 일반법적 지위를 가지는 법률인 만큼 대부분의 건축물 에너지관련 제도를 도입하고 있음
- 그러나 「녹색건축물 조성 지원법」 외에도 「건축법」, 「주택법」, 「신에너지

지 및 재생에너지 개발이용보급 촉진법」, 「에너지이용 합리화법」에서 건축물의 에너지효율향상을 위한 제도를 규정하고 있음

○ 「녹색건축물 조성 지원법」의 이슈사항

- 기존의 「건축법」, 「주택법」, 「에너지이용 합리화법」 등에 규정되어 있던 사항들이 「녹색건축물 조성 지원법」으로 근거가 변경되어 다수의 법과 관할 부처가 연계되어 체계적으로 정비되지 않은 부분들이 있으며 각각의 법체계에 규정하고 있는 제도 간 중첩되는 측면이 큼
- 특히 하위법령과 행정규칙의 형식으로 제정되는 고시의 경우가 형식·내용면에서 개정법체계를 반영하지 못하고 있음
- 기존건축물에 대한 에너지효율을 관리할 수 있는 법제도는 거의 없으며(시행 예정*), 대체로 신축건축물에 초점이 맞춰진 제도에 가까움

※ 건축물 에너지소비증명제 개정(2014. 5.28 개정. 시행일 2015. 5.29)

그동안 건축물 매매·임대 시 거래계약서에 에너지 사용량 등이 표시된 에너지평가서를 첨부토록 하였으나, 앞으로는 건축물 에너지 사용량 정보를 부동산 포털 등에 공개하여 소비자가 건축물 거래 전에 가격과 함께 성능정보를 확인할 수 있도록 함

- 건축물에 대한 에너지효율향상제도 중에서 소규모인 주택이나 상업건물이 포함되지 않는 경우가 많아 에너지를 많이 소비하는 건축물의 경우에도 에너지 절약 및 효율향상이 이루어지지 못하고 있음
- 현행 인센티브 제도는 건축물의 생애주기를 고려하지 않고 대체로 초기에 인센티브를 지원하는 방법으로 운영되어 지속적인 유인이 어려우며 또한 기존건축물에 대한 제도가 거의 없는 상황에서는 신축단계에서 건축물의 효율을 고려하지 않으면 건축물의 에너지효율향상을 꾀하기 어려움

○ 국내 건축물 유지관리 관련 제도 동향

- 대부분의 법령조항이 일부 시설물의 구조안전 및 피난에 대한 점검위주로 운영
- 친환경 등의 인증제도가 활용되어지고 있지만, 주로 신축건축물을 대상으로 하고 있으며, 항목별 성능도입에 따른 용적율 등의 인센티브로서 활용
- 건축법만이 아닌 다양한 법령에서 규정되어 있음
- 개별법령의 유지관리 내용들이 중복되어 있으며, 일정 규모 이상의 건축물이나 특정 시설물로 한정
- 법적 강제 조항이 부족하므로 현실적 실효성이 저하됨
- 중소형 건축물에 대한 유지관리 수단이 부재되어 있으므로 이에 대한 제도권으로의 흡수가 필요
- 에너지 및 친환경 등의 인증제도가 있지만 신축건축물에 한정되어 있으며, 강제성 보다는 인센티브 성격

※ 대한토목학회, “국내외 건축물의 유지관리 운영실태의 비교분석에 의한 건축물 유지관리 제도화 방안 연구”, 2011

나. 국내 정책 동향

□ BEMS 보조금 지원의 필요성

- 현재와 같은 에너지 요금 체계에서는 민간 건물 참여가 불확실
 - 전기요금이 선진국 대비 지나치게 낮아 건축주가 BEMS 투자에 미온적임
- BEMS 보급 확산을 위한 인센티브 필요
 - 도입 효과 부분에서 국가적으로는 이득이 크지만, 사업장 입장에서는 투자비 회수기간이 김
 - 전국 건물 680만동 중 0.34%(연면적 9.34%)인 3천㎡이상 상업·업무용 건축물 23천동(연면적 315백만㎡)에 BEMS 보급을 가정하면 절감량은 3,712GWh (314,866천㎡(연면적)×106.2KWh/㎡(원단위)×1GWh/106KWh×11.1%(절감율))로 원전 1기의 57%를 대체하는 에너지 절감효과가 있음(국토부의 건물에너지 관리시스템(BEMS) 보급 활성화 방안의 BEMS 투자 효과, 2014.01)
 - ▷ 원전1기 건설비는 2.5~3조원, 폐기비용은 6천억 원, 평균발전량 6,536GWh
- 차등요금제 변동폭도 선진국 대비 낮음
 - DR 기술 적용 및 Smart Grid 기술은 투자 대비 효과가 낮음
- BEMS 보급 사업 개발 중
 - 일본 NEDO 수준의 지원금 정책 제도로 발전 가능
 - NEDO는 사업장 10억 이내 무상지원하며, 절감가능성만 있으면 지원
 - KEMCO에서 BEMS 보급사업을 목표로 KS 표준 및 시범사업 실시
 - 2012년 KS 표준 초안을 완성하고, 2013년 KS 제정 사업 수행
 - 2015년 보급사업을 목표로 2013년 ~ 2014년에 시범사업 운영
- ① KEMCO BEMS 시범사업
 - 사업명 : BEMS 도입 지원 사업
 - 시범 사업 대상자
 - 500 TOE 이상 민간 기축 건물(용도 관계없음)
 - BEMS Level 3까지 도입 가능 건물
 - 지원 대상 : BEMS 구축의 설계/시공비(고효율 장비 제외)
 - 시범 사업 개요

항목	2012 년 시범사업	2013 년 시범사업
사업 공고	2012. 7	2013. 7
사업 기간	2012. 9 월 ~ 12월(4 개월)	2013. 9월 ~ 12 월(4 개월)
사업 총 예산	3 억	2 억
지원 조건	사업비 50%, 사업자 최대 1억	사업비 50%, 사업자 최대 1억
시범 사업자	3 개 기관	2 개 기관

- 시범 사업 수행 결과(2012년 3개 사업)
 - 2013년 1분기 분석 결과 평균 10% 절감 확인

② NIPA 시범 사업 분석

- 사업명 : ICT 기반 ESCO 사업
- 사업 대상자
 - 건물 , 생산 공장, IDC 센터
 - ROI 5년 이내 가능 사업
 - 반드시 ICT 기반 기술로써, ESCO 사업자가 주관
 - 주관사업자는 중소/중견 기업(대기업은 참여만 가능)
- 사업 수행 결과(건물 BEMS 부분만 집계)
 - 2011년 ~ 2012년 8 개 사업 수행, 2013년에는 없음
 - 결과 평균 3~5% 절감(전사 에너지 대비)
 - 투자효과는 38 TOE/억 원으로 산업용보다 낮음

항목	2011 년	2012 년	2013 년	종합	
사업장 개소	3 개소	5 개소	없음	8 개소	
	사무용	1 개소	1 개소	-	2 개소
	교육용	1 개소	1 개소	-	2 개소
	판매용	-	2 개소	-	2 개소
	의료용	1 개소	-	-	1 개소
	IDC	-	1 개소	-	1 개소
사업 예산	10.6 억	23.9 억	-	34.5 억	
지원금	5.7 억	12.1 억	-	17.8 억	
절감량	3.1 %	5.4 %	-	3 ~ 5%	
절감량	820 TOE	496 TOE	-	1,316	

□ 지원정책 필요성

○ BEMS 기술에 대한 인지도 향상

- 산업통상자원부의 제2차 에너지기본계획에서는 BEMS 기술의 보급 확산을 목표로 함
 - BEMS 기술은 상업용 건물을 대상으로 하는 기술로 국가 전기 에너지의 29.9%(2011년)를 차지하고, 10년간 매년 6.0%씩 증가되는 부문임
 - 현재의 에너지 정책은 공급관리에서 수요관리로 전환된 시점으로, BEMS는 에너지 수요관리의 대표적인 기술
- 대통령 의지
 - (발췌) 대통령님 말씀(녹색기후기금(GCF) 사무국 출범식, '13.12.4
 - “앞으로 기후변화 대응을 창조경제 핵심 분야의 하나로 설정해 에너지관리 시스템(EMS), 신재생에너지, 탄소포집·저장(CCS) 등 기후변화 대응을 위한 기술개발 투자를 확대하고 관련 산업 발전과 시장 창출을 가속화해 갈 것임”
- 에너지 관련 다양한 제도가 존재하지만 직접 관련 있는 정책은 없음

주무기관	제도 및 정책	BEMS 관련 정책
국토교통부	녹색건축물 조성지원법	
	건축법	
	건축물 에너지절약설계기준	
	건축물 에너지효율등급 인증제도	건물 효율 인증
	건축물 에너지소비 증명제	보급 확산
	건축물 에너지소비 총량제	건물 효율 인증
	녹색건축인증제	건물 에너지 효율 향상
산업통상자원부	에너지이용 합리화법	
	- 에너지 사용계획	
	- 에너지 사용기자재	건물 에너지 효율 향상
	- ESCO 전문기업	보급 확산
	- 에너지 진단	지원 제도 활용
	- 공공기관 에너지이용합리화	보급 확산
	에너지법	

① 건축물 에너지효율등급 인증제도

- 주관 : 2010년부터 국토부 · 산업부 공동운영
- 운영 : 한국건설기술연구원, 한국에너지기술연구원이 인증기관이며, 예비인증(설계), 본인증(완공후), 공공부문(의무제), 민간부문(자율제)으로 인증을 구분
- 목적 : 건축물의 에너지성능을 정량적이고 객관적인 정보로 제공함으로써 에너지성능이 높은 건축물에 대한 수요확대 및 효과적인 건축물에너지 관리에 대한 인식을 유도하기 위한 등급제도
- 적용대상
 - 인증대상은 신축 공동주택('01) → 신축 업무용('10) →(개정, '13, 9.1시행) 신축 · 기존 모든 용도인 주택, 업무시설, 냉 · 난방 면적이 500㎡ 이상인 그 밖의 건축물로 확대(건축주의 자발적 신청)
 - 기존건축물 인증 시 에너지효율 개선방안을 제시토록 하여, 인증신청자에게 효과적인 에너지절감 컨설팅을 할 수 있도록 함(규칙 제7조)
 - 의무대상은 공공기관 발주 건축물(공동주택 2등급, 업무용 건축물 1등급 이상)(공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정, 산업부)
 - 인증대상 건축물이 확대됨에 따라 인증등급도 합리적 조정이 필요하여 등급을 5개에서 10개로 세분함으로써 향후 제로에너지 수준의 건축물과 에너지 성능이 현격히 떨어지는 기존 건축물까지 등급화할 수 있도록 함
- 혜택
 - 에너지이용합리화자금 융자
 - 취득등록세 경감, 건축기준 완화

② 건축물 에너지소비 증명제

- 주관 : 국토교통부
- 운영 : 발급기관은 에너지관리공단과 시 · 군 · 구청이며, 부동산거래신고처는 시 · 군 · 구청
- 목적 : 건축물을 거래하는 경우 건축물의 에너지 성능을 나타내는 에너지 평가서를 거래계약서에 첨부하도록 하는 제도로서 소비자가 건축물의 에너지 성능을 비교해 에너지 성능이 높은 건축물을 선택할 수 있도록 유도하는 제도
- 적용대상
 - 에너지소비증명 대상건축물에너지소비증명 대상건축물은 주거용 건축물과 주거용 이외의 건축물 용도로 구분
- 500세대 이상 공동주택과 연면적 3천㎡ 이상의 업무시설을 대상으로 부동산 거래 시 에너지소비 증명서 첨부 의무화
- 혜택

- 자율인증이지만 인증 부착된 제품의 구입 시 각종 세금 혜택
- 금융기관의 참여를 통해 주택시장에서 상품가치가 차별화될 수 있는 조건의 용자를 제공

③ 건축물 에너지소비총량제

- 지역총량제와 개별총량제가 있으며, 지역총량제는 시·도지사가 관할 지역의 건축물에 대하여 에너지 소비 총량을 설정·관리하고, 개별총량제는 국토부장관이 연차별로 건축물 용도에 따른 에너지 소비량 허용기준을 제시하며, 기존 건축물의 에너지 소비 총량 관리는 온실가스·에너지 목표관리제를 적용
- 개별 건축물 에너지 소비총량제 대상 건물은 1만㎡ 이상 업무시설에 우선 적용하되 2016년부터는 5백㎡ 이상 건물까지로 단계적 확대 계획 중
- 특히 기존 건축물 중 단열규정이 적용되기 전에 건축(1980년 이전 준공)되었거나, 단열규정 설계기준이 강화되기 이전에 건축된 건축물(2002년 이후)은 개보수 시 민간의 건축비 부담이 가중

④ 친환경건축물 인증제도

- 주관 : 국토부/환경부
- 목적 : 건축물의 자재생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등 전 과정을 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질 배출감소, 쾌적성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증함으로써 친환경 건축물 건설을 유도·촉진
- 운영
 - 인증기관은 LH(토지주택연구원), 한국에너지기술연구원, 크레비즈큐엠, 교육환경연구원
 - 평가항목은 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 환경오염, 수자원, 유지관리, 생태환경, 실내 환경(9개 부문, 38개 항목)
- 적용대상
 - 공동주택, 업무용, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 복합건축물, 기타건축물 10,000㎡ 이상 공공기관 발주 의무화
- 혜택
 - 인증서 및 인증명판 제공
 - 취득등록세 경감, 건축기준 완화, 환경개선부담금 경감

2. 국외 정책동향

가. 해외 법령 동향

□ 해외 건물 에너지 관련 법·제도 현황

국가	내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 주(州)에 따라 별도의 녹색건축물 법 제정 • 연방정부의 역할이 크지 않으며, 주로 주정부 및 민간주도의 녹색건축물 정책 및 사업 진행 • 민간주도의 녹색건축물 보급 및 평가, 인력육성(USGBC 주도)
영국	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 건축법 개정 및 지속가능하고 안전한 건축물에 관한 법 제정 • 별도의 녹색건축물 조성법은 없으나 각 종 분야의 법률들 간의 관계가 명확 • 주거용/비주거용 BREEAM 등의 인증제도가 각 분야 법률과 유기적인 관계를 통해 시행 • 일자리 창출 및 사회·경제의 동반 성장 측면에서 녹색건축물 조성 강조 (Green New Deal 정책(2009): 녹색산업 분야 16만 개 일자리 창출 계획)
독일	<ul style="list-style-type: none"> • 1970년대 제정된 에너지절약법을 시작으로 하여 선도적 녹색건축물 조성을 위한 제도적, 기술적 장치 마련 • 대민 홍보, 인식제고를 위한 프로그램을 다양하게 시행(연방 에너지청) • Passive House 등 세계적인 녹색건축물 조성기술 보유
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 산업부분에 치우쳐있던 「에너지사용 합리화에 관한 법률」(1979년)의 2008년 개정을 통해 주택 및 건축물 분야의 규제조항 도입(환경부) • 탄소절감 보다는 에너지 효율화를 중점적으로 정책 추진 • 개별 부처에서 추진하던 정책들을 연계 추진

※ 건축도시공간연구소, “녹색건축물 활성화를 위한 제도 기반 구축 방안 연구”, 2011

□ 해외 건축물 유지관리 제도 비교

- 나라마다 건축물 유지관리 제도의 목적 및 시각이 매우 다양함
- 미국과 캐나다는 경제성 및 편의성, 효율성 강조
- 영국과 독일은 친환경 및 역사적 도시환경 조성 등의 시각에서 주로 접근
- 일본을 제외한 다른 국가의 유지관련 관련 제도는 미래지향적 차원에서 환경, 에너지, 성능평가, 도시환경 등 광범위한 시각에서 접근하고 있음

국가	구분	내용
미국	제도	• 각 주 혹은 도시에 있어서 조례의 형태로써 운영
	목적	• 주로 경제적이고 건축물의 효율적 이용에 관한 시각에서 접근 • 건축물의 특정성능에 대한 평가항목 및 기준의 개발, 건축물의 특정 성능 향상을 목적으로 함 • 건축물의 종합적인 유지관리 성능평가 규정: 구조적 안정성 설비노후도, 거주환경성능, 유지관리 적정성 등
영국	제도	• 주로 건축물의 지속가능한 이용 및 건강한 친환경이 시각에서 접근
	목적	• 종합적이고 구체적인 성능평가 기준 설정 • 평가항목: 토지이용 및 교통, 에너지 및 자원, 생태환경, 실내환경
독일	제도	• 주로 공적인 시각에서 이용자의 편의와 양호한 지역 환경조성 시각에서 접근 • 연방법인 독일 건축법령: 기본방향 제시, 각 주에서 매우 세부적인 규정을 정함
	목적	• 개개의 건축물을 지역적 기능 및 특성, 거주인의 생활패턴, 건축형태를 근거로 한 지역의 건축특성, 도시미관, 역사적, 예술적, 문화재적 가치 등을 평가, 관리 • 기능이 저하된 건축물이나 노후화된 건축물의 개선에 대한 명령 등 공적 강제성을 가지고 있음
일본	제도	• 구체적이고 강화된 정기보고제도 등을 도입한 건축기준법 개정 • 정부차원의 적극적 의지표명 • 건축물 소유자에게 건축물의 필지, 구조, 건축설비를 적정 상태로 유지하도록 의무 부과
	목적	• 건축물의 안전에 대한 시각에서 기존 건축물의 개선, 성능확보, 에너지절약, 자원절약 등의 도시재생 및 경관형성 등의 도시계획에 대한 배려, 건축물스톡 시장에 대한 고려 등의 다면적인 과제에 대한 대응방향 모색으로 시각 전환

※ 대한토목학회, 윤효진, 국내외 건축물의 유지관리 운영실태의 비교분석에 의한 건축물 유지관리 제도화 방안 연구, 2011

□ EU의 건물에너지 관련 통합 제도

○ EPBD(Energy Performance Building Directive ‘건물에너지성능지침’) 정책

- 건물부문 온실가스 배출감소에 있어 가장 두드러지는 결과를 보여줌
- EU 국가들의 통일된 건물 에너지절약 정책수립을 위해 2002년 EPBD 정책을 수립

○ EPBD의 주요 요구 조건

- 건축물의 종합 에너지 성능을 계산하기 위한 방법론에 대한 기본원칙
- 신축 건축물에 대한 최소 요구조건
- 대규모 개보수가 필요한 일정 규모 이상의 기존 건축물에 대한 최소 에너지 성능 요구 조건
- 건축물의 에너지성능인증 방안
- 보일러 및 냉방시스템에 대한 정기 점검 및 15년이 경과한 보일러를 가진 난방 시스템에 대한 평가

나. 해외 정책 동향

- 일본만이 유일하게 BEMS 사업을 위한 보조금을 지원하고 있으며 미국과 독일은 제도 및 정책을 통한 간접 지원을 하고 있음
- 미국은 주 또는 도시별로 제도를 운영하며, 민간 주도의 인증시스템 활성화

□ 일본

- 주택·건축물 고효율 에너지 시스템 도입 촉진 사업: BEMS 도입지원 사업(보조금)
 - 주관 기관 : 신에너지 산업기술개발위원회 NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization)
 - 에너지 수요의 최적 관리를 시행하기 위해 BEMS를 도입하는 경우, 그 비용의 일부를 경제산업성의 보조금을 심사위원회 심의에 의해 보조
 - 보조대상 건물은 사무소, 병원, 호텔, 점포, 학교 등이며, 단독주택, 집합주택, 공장은 포함 안 됨.
 - 지원 조건
 - 최적의 에너지수요 관리수단인 BEMS를 도입하여야 하며, 에너지 절감 달성기준 건물, 신축, 증축, 개축건물이 가능. 단 신축, 증축, 개축건물은 2003년 2월 고시한 건축물의 에너지사용합리화에 관한 건축주의 판단기준에 준한 성능을 만족할 것
 - 냉동기, 히트 펌프, 냉각탑 등의 열원, 펌프, 조명콘센트, 기타설비별 에너지 계량이 가능할 것이며, 계측, 계량자료를 수집해 보존할 수 있는 에너지관리 체제가 정비되어 있을 것
 - BEMS 도입 후 3년간 에너지절약관련 보고가 가능할 것
 - 운영 예산

년도	2008 년	2009년	2010 년
지원 예산 (보조금)	296.5 억엔 (3,080 억원)	296.5 억엔 (3,080 억원)	240.1 억엔 (2,500 억원)

○ 에너지절감 관련 법·제도

- ① 에너지이용 합리화법
 - 에너지 효율성 정책의 중심 역할을 수행
 - 산업용은 에너지 집약도를 매년 1%씩 낮춰야 함
- ② 에너지절약법

- 적용 분야 : “공장 또는 사업소, 그 외의 사업장”, “주택·건축물”, “기계·공구”의 4가지 분야
- 공장·사업단위의 관리에서 사업자단위(기업단위)로 관리 규제체제로 변화
- 1년간의 에너지사용량(원유환산치)이 합하여 1,500k이상이면 에너지사용량을 사업자 단위로 국가에 보고하고 특정사업자로 지정

③ Top-Runner 프로그램

- 목적 : 제조업자나 수입업자들에게 에너지 효율화 의무를 지게 함으로써 에너지 효율 관련기술을 유도하기 위함
- 목표를 달성을 못하면 해당 업체에 1차 권고, 2차 때는 업체명 공표 그리고 그 이후에도 목표치를 달성 못하면 벌금을 부과하는 등 강력한 규제제도
- 건물의 경우, 2005년 개정 에너지절약에 따라 2,000 m²의 이상의 건물은 의무적으로 신축이나 개축을 할 경우 에너지 효율화 계획을 제출
- 효율이 높은 주택이나 대규모 건물의 소유자인 경우 저리의 모기지나 대출을 받을 수 있는 정책적 지원을 제공

④ 환경에너지 우량 건축물 마크 표시제도

- 건축물의 에너지절약 대책을 추진하기 위해 1999년부터 주택건축성 에너지기 구에서 시행하고 있는 인증표시제도
- 실내환경 수준을 확보하고 일정수준 이상의 에너지절약성능이 있는 건물에 환경 에너지우량건축물 마크를 표시
- 건물용도는 사무소, 물품판매시설, 호텔 또는 여관, 병원 또는 진료소, 학교 및 음식점과 같은 건물용도에 대하여 신청을 통해 인증마크를 제공

⑤ CASBEE(Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)

- 주관 : JaGBC/JSBC(Japan Sustainable Building Consortium)
- 목적 : 건축물 라이프사이클에 지속가능한 사회실현과 정책 및 시장 쌍방의 수요 모두 지원
- 운영 : 2002년부터 오피스 건축물을 대상으로 개발한 CASBEE는 건물의 라이프사이클에 맞는 4가지 기본도구와 개별적인 목적에 맞는 확장도구를 갖추고 있어 건축물 환경성능을 종합적인 관점에서 평가하기에 적합
- 적용대상 :
 - 적용건물은 설계건물, 신축건물, 기존건물, 재건축건물, 열섬, 도심개발, 단독주택
 - 건물의 라이프사이클에 따라 지속적으로 평가하는 것을 원칙으로 함
 - CASBEE는 그 활용성이 높아 일본의 건축업계에서 적극적으로 도입하기 시작

□ 미국

- 미국의 여러 주(州)에서 그린빌딩 프로그램과 관련한 인센티브 제도를 시행
 - 미국의 여러 주(州)에서 그린빌딩 프로그램과 관련한 인센티브 제도를 시행하고 있으며 특히 에너지 소비량 절감에 관련된 인센티브 제도는 대부분의 주(州)에서 시행하고 있음
 - 뉴욕주의 경우 ‘Green Building Tax Credit Program’ 을 통해 20,000 ft²이상의 상업건물과 주거건물에 대해 에너지 효율과 환경친화적인 재료이용의 증가, 실내 공기질의 향상을 포함한 그린빌딩의 디자인과 시공에 관련된 세금을 공제해 줌
 - 메사추세츠주는 ‘Green Building Initiative’ 를 통해 모든 유형의 그린빌딩에서 재생에너지 기술의 계획과 시공에 자금을 지원하기 위한 경쟁수상제도를 시행하고, 프로젝트 당 \$500,000까지 지급되는 Design And Construction Grants 는 재생가능한 에너지기술의 비용과, 그린빌딩의 신축이나 주요 리노베이션 혹은 개보수 프로젝트에서 재생가능한 에너지와 에너지 효율과 관련하여 지원
- 민간주도의 녹색건축물 인증시스템 확산
 - 세계적 기준의 강화에 따른 녹색건축물 산업과 시장의 확대 필요에 따라 녹색건축물 조성이 확산되고 있음
- 에너지절감 관련 법·제도
 - ① 환경 인증 : LEED 프로그램
 - 주관 : 1993년 설립된 미국녹색건설위원회(US Green Building Council)라는 민간단체에 의해 개발된 미국의 대표적인 친환경 건물인증제도
 - 설계·시공·운영·유지 측면에서 건물의 친환경성을 측정하는 LEED(친환경건물인증제도, Leadership in Energy and Environmental Design)를 1998년 개발 운영하고 있으며 미국의 대표적인 인증제도이므로 세계적으로 영향력이 있음
 - 미국 공공 부문은 그린 빌딩 건립 사업에 적극 투자를 하고 있으며, 미 조달청은 모든 신규 및 개보수 건설 사업에 LEED 실버 등급 이상의 인증 획득을 의무화함
 - 평가 점수에 따라 Platinum, Gold, Silver, Certified 의 네 등급으로 구성되며, 건물 용도에 따라 각기 다른 기준을 적용하고 있음
 - 적용대상 : 신축빌딩, 기존빌딩, 학교, 상업용 등 용도에 따라서 다르며 2009년에는 LEED 2009(Version 3)가 도입되면서 평가 항목 및 기준의 지속적인 업데이트가 이루어지고 있음
 - 대상 지역 :

- 미국은 각 주별, 도시별로 일정규모 이상 건축물에 LEED 등급을 의무화하고 있음
 - 많은 기업들이 업무의 효율성과 생산성 향상, 에너지 보존 효과로 인한 운영비 절감을 목표로 임대료가 2배가 넘는 LEED 인증 건물 선호
 - 대형 건설 사업의 80 ~ 85%가 LEED 인증을 적용하여 발주하는 등 친환경 건설시장이 급속히 확대되고 있음
- 목적
- 실용적이고 측정 가능한 건축설계, 시공, 유지, 보수 기술을 제공하여 지속 가능한 건축을 달성
 - 그린빌딩의 구성요소에 대한 명확한 표준을 제공함으로써 LEED는 건물의 생애주기(life cycle)에 걸쳐 건물 전체적 관점에서 환경성능을 평가
 - 의무가 아닌 공감대 형성을 통한 자발적 참여로 유도
- 혜택
- LEED 인증을 받음으로써 건축물의 가치 즉, 매매가 및 임대가가 약 10%(미국 통계 자료)가 상승 되고, 에너지 사용량은 약 25~30% 절감 되며, Platinum 등급의 경우 에너지 절감비율이 약50%임을 미국 통계자료에서 확인할 수 있음
 - LEED 인증서의 유효기간은 신축의 경우 평생이고 리모델링인 경우는 5년으로 이 기간 중 건물의 광고나 선전용으로 활용할 수 있으며, 인증기간이 지나기 전 시설의 운용과 관리에 대한 평가 등 인증 재신청을 해야 함
- ② 건물 인증 : ENERGY STAR Home/Building Program
- 주관 : 에너지성(DOE)과 환경보호국(EPA)의 Joint Program
 - 운영 : 주택개발을 목적으로 에너지스타홈(Energy Star Home) 프로그램을 1997년부터 개발하여 운영
 - 적용대상 : (포괄적 적용) 공공기관, 정부기관, 대형 할인마트, 정부조달 및 입찰 등에서 광범위하게 적용
 - 목적 : 모델에너지코드 보다 30%이상의 에너지효율적인 주택에 대해 연방정부 차원에서 인증을 해주는 프로그램
 - 혜택 :
 - 자율인증이지만 인증 부착된 제품의 구입 시 각종 세금 혜택
 - 금융기관의 참여를 통해 주택시장에서 상품가치가 차별화될 수 있는 조건의 융자를 제공

3. 시사점

- 유사한 제도들에 대해서는 제도 간 중첩되지 않는 범위에서 효율적으로 개정되어야 함
 - 「녹색건축물 조성 지원법」상 녹색건축인증과 건축물에너지효율등급인증제도, 「주택법」상 에너지절약형 친환경주택에 적용되는 설비와 「에너지이용합리화법」상 기자재 등에 관한 기준과의 관계 등
 - (법·제도 보완의 필요성) 건축물 에너지효율관리를 위한 제도가 법령이 아닌 행정규칙의 형식으로 구체화되고 있으므로, 기존의 행정규칙 형식으로 제정된 기준들에 대해 위임근거를 만들어야 함
- 현행 법체계하에서 에너지효율관리를 규정하고 있는 제도들은 대체로 기존건축물 보다는 신축건축물에 초점에 맞춰진 제도에 가까우며 기존건축물을 방치하고서는 효과적인 건축물 에너지효율향상은 이루어질 수 없으므로, 기존건축물에 대한 제도적 수단 도입이 필요함
 - 기존건축물은 이미 소유자로부터 임차받은 임차인이 사용하고 있거나, 건축주였던 건축주가 이미 신축단계에서 에너지효율향상을 위한 제도적 지원을 받은 이후이기 때문에 기존건축물의 에너지효율향상을 하고자 하는 유인이 더 이상 없는 경우가 많으며 특히 에너지효율향상을 하더라도 어느 정도의 투자비용 대비 효과가 발생할 것인지가 불확실하여 ESCO 사업과 같은 에너지절약사업의 투자대상으로도 부적합한 것으로 인식되고 있음
 - (정책 필요성) 기존 건축물에 대한 정책적 수단 도입이 필요함
 - (시장 확대 방안) 기존 건축물의 에너지효율향상을 위하여 확실한 ROI 제시 필요
- 대형건축물에 비해 에너지절약 사업 효과가 크지 않은 주택 등 소규모 건축물에 대해서도 ESCO 사업 활성화 등의 지원제도의 근거를 마련할 필요 있음
 - (정책 필요성) 기존 건축물에 대한 정책적 수단 도입이 필요함
 - (시장 확대 방안) 주거용 및 소규모 건물에 대한 지원 제도 및 비즈니스 모델 개발 필요
- 민간부분에서 건축물 에너지효율관리가 활성화되지 못하고 있음을 고려하여 다양한 인센티브 방식을 개발할 필요 있음
 - (정책 필요성) 민간 건축물에 대한 다양한 정책적 수단 도입이 필요

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

- BEMS는 건축기술(CT), 정보통신기술(IT), 에너지 기술이 융복합된 기술 분야로써 국내 BEMS 시장 대상 설정이 불명확하며 정확한 통계가 부족하므로 국내 시장은 건설 인프라 관점의 그린 빌딩 시장과 IT 관점의 BEMS 시장 2개 부문으로 시장 분석

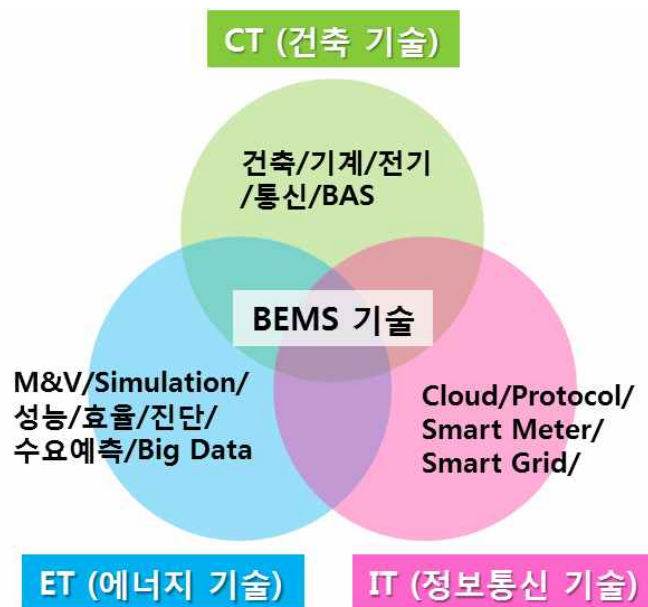


그림 6 BEMS 기술 개요(상명대)

○ 그린 빌딩 정의

- 기술 정의: 건축물의 전과정에 걸쳐 친환경적이고 에너지 소비 및 이산화탄소 배출을 최소화할 수 있는 녹색 건축물의 구현 기술로써 설계, 재료, 시공, 유지관리 단계의 제반 기술
- 건물 운영상 발생하는 냉방/난방/환기/조명/급탕 뿐만 아니라, 수송 및 사용자에 의해 발생하는 콘텐츠 에너지에 이르는 모든 에너지소비를 건물 자체적으로 소화하여 건물의 탄소 배출이 없는 에너지 자립도 100% 건물

○ BEMS 정의

- 건물 에너지 관리시스템은 건물 관리자가 사용자의 쾌적하고 기능적인 업무환경을 효율적으로 유지·보전하기 위해 ICT 기술을 이용하여 합리적인 건물에너지 소비가 가능하도록 구현하는 건물에너지 제어·관리·경영 통합시스템

가. 그린빌딩 시장

□ 시장 현황

- 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
 - 2008년 기준 전년도 대비 5%의 성장률 향상을 가정하여 시장을 예측할 경우, 2014년에는 7.8%의 성장률, 전체 건설 시장 대비 그린 빌딩의 시장 비중은 6%로 전망됨

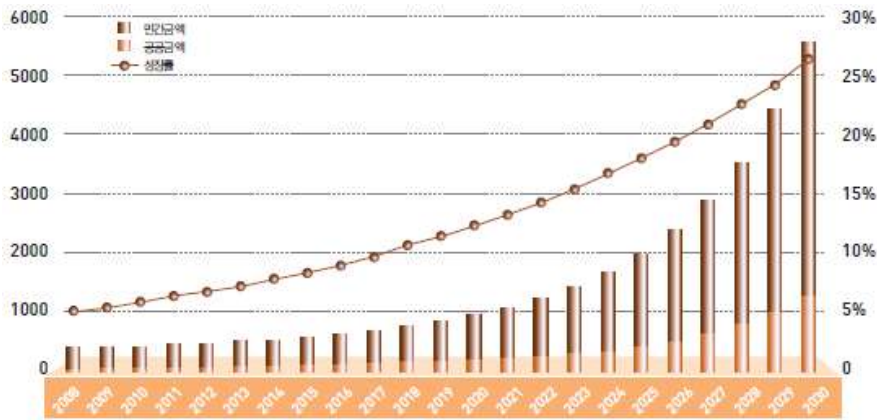


그림 7 국내 그린빌딩 시장 예측(국토교통과학기술진흥원, 2013)

그린빌딩 시장	2008	2010	2014	2022	2030
성장률	4.9%	5.7%	7.8%	14.39%	26.64%
시장규모(10억원)	3,717	4,138	5,414	12,610	56,474
시장비율 (건설시장 대비)	5%	5.76%	5.95%	9.75%	33.7%

- 국내의 그린 빌딩 산업은 미국, 유럽에 비해 활성화, 대중화되어 있지 못함
 - 부재, 부자재 등 생산업체, 그린 빌딩 컨설팅 및 전문 시공업체, 건물 유지관리 전문업체 등 기반 산업이 부족한 상황임
 - 친환경 건축물의 성능에 대한 통합적인 인증 체계 및 시장 활성화 방법 등이 부재한 상황임
 - 그린 빌딩의 시장 성장을 주도하는 정부 정책에 힘입어 선진 기업들은 새로운 성장 기회에 주목하고 있음

□ 시장동향

○ 건설 프로세스별 기술 수준

- 설계, 재료, 시공, 유지관리 전 단계에 걸쳐 초기 단계의 미성숙한 수준

구분	내용
설계	<ul style="list-style-type: none"> • 신축 건축물 녹색화 확산의 국내 기술개발 수준은 아직 선진국에 비해 낮은 수준 - 국내에서는 통합된 기준의 지속적인 운영 및 개정을 수행하는 주체가 불분명하며, 이에 따른 재원의 조달도 지속적이지 못한 실정
재료	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지자립형건물 기술은 선진기술을 모방·개량하는 초기 단계 수준 - 시범주택을 통해 에너지자립형 건물기술의 가능성은 확보하였으나 경제성, 장기 신뢰성 미확보 및 대부분 핵심제품을 선진국에 의존
시공	<ul style="list-style-type: none"> • 제로에너지 주택 실증단지는 아직 기업화되지 않고 개별 건축설계사무소에서 설계하고 이를 현장에 바로 적용하고 있는 수준임 - 제로에너지 주택 실증단지는 아직 기업화되지 않고 개별 건축설계사무소에서 설계하고 이를 현장에 바로 적용하고 있는 수준임 - 제로에너지 주택에 대한 설계 시공 기준이 없어, 유럽의 기준을 차용하여 사용되고 있으며 이는 우리나라 현실에 맞지 않는 상황이 발생할 수 있음
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 건축물 녹색화를 위한 녹색 건축 기술요소 분류/체계 정립 및 신재생 에너지 자원 활용기술 개발, 열원 성능 평가 기법 개발 등은 연구 기획 단계임 - 국가 에너지절감 목표 달성을 위해 제도적인 건축물 에너지 성능 분석 결과 제출뿐만 아니라 보다 객관적이고 표준화된 에너지 성능 분석 방법 개발 필요

○ 국가별 상대적 기술 수준

- 그린 빌딩(제로에너지, 에너지그리드 적용) 분야 최고 기술국: 독일
- 최고 기술국인 독일은 시장 성숙기인 반면, 한국은 도입기임
- 그린 빌딩은 전세계적 유망 분야로 관심이 증대되고 있는 분야인 반면, 전세계적으로 아직 기술적인 성숙도가 낮은 분야임
- 기술적·전략적 중요도는 높으나, 상대 기술수준이 상당히 낮은 분야임
- 비용, 공기 등 측면에서 불리하여 민간 니즈가 적음에 따라, R&D 추진 및 다양한 제도 등을 통해 활성화 필요

구분	한국	일본	미국	중국	독일	영국
기술수준(%)	64.6	84.5	90.9	53.1	98.5	88.3
기술격차(년)	6.5	3.0	1.9	9.6	0.3	2.7

※ 국토교통과학기술진흥원, “국토교통 기술수준분석 총괄 보고서”, 2013

○ 기술 격차 원인 분석

- 그린 빌딩에 대한 관심은 높으나, 실제 적극적인 현장 적용 수준으로 이어지지 못한 점이 낮은 기술수준의 원인
- 그린 빌딩 분야는 친환경건축물인증제도와 더불어 발전하고 있으나, 일반 건물에 비해 많은 비용과 공기 소요로 기술발전이 더딤
- 그린 빌딩 분야는 중소기업 중심의 기술개발로 인한 한계 노출

○ 기술 격차 해소 방안

- 낮은 기술력 해결을 위하여 R&D 추진 및 기초기술 연구가 필요함
- 낮은 경제성 해결을 위하여 법·제도적 지원 및 시범사업 등의 실증 사업을 통한 가시적 성과가 필요함

나. BEMS 시장

□ 시장 현황

○ 국내시장 규모(BAS시장 포함) : 2,830억('12)

- 에너지효율건물 시장(HVAC, 건물재료, EMS 구성) : 3.9조('12)

- FEMS/HEMS 시장규모 : 222억/83억

※ 한국에너지평가원 2014년 시장전망 자료

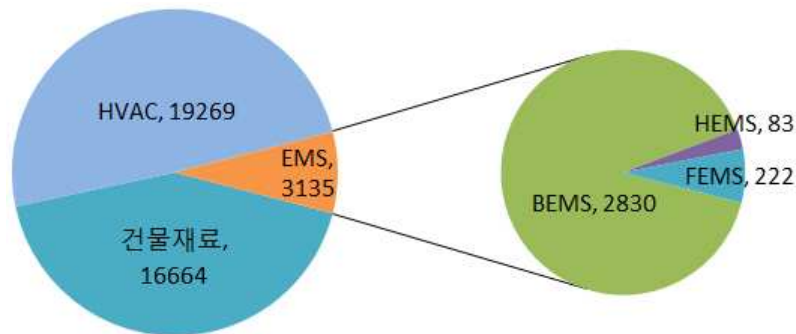


그림 8 에너지효율건물 국내 시장규모(예기평, 2014)

- 국내 기업들의 원천 기술력 확보가 필요한 수준
 - 외국계 글로벌 업체가 국내 기업에 기술이전, 파트너십 형태로 시장 주도
- EMS 부문은 시장 성장률이 HVAC, 난방에 비해 낮은 부문으로써 시장 진입을 위해서는 소비자를 위한 정보와 분석 제공이 필요

○ 향후 시장 전망

- 에너지효율건물 시장에서 EMS가 차지하는 규모는 2020년까지는 미미한 수준이나 연평균 성장률 2% 수준인 BEMS를 중심으로 지속적 성장 예상
- 2020년 규모예상 : 약 3,318억
- 연평균 성장률 : 평균 2%
- 2020년 이후 EMS 시장 급성장 예상

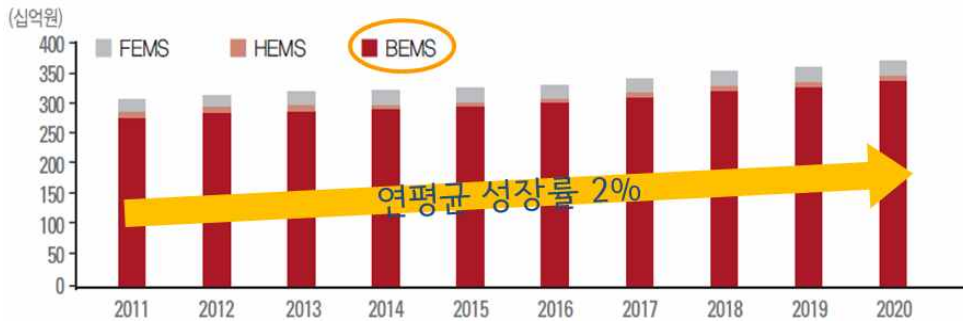


그림 9 EMS 국내 시장규모 전망(예기평, 2014)

□ 시장 동향

○ BEMS 국내 도입 현황

- 조명 분야는 모니터링 기능만을, 냉난방공조 분야는 모니터링+제어 기능 사용
- 도입업체의 평균 에너지절감 효과는 8.9%로써 대부분의 도입업체가 효과에 만족
- 미도입 업체의 에너지 절감 기대효과는 평균 25.7%로써 BEMS 효과에 대한 과도한 기대감 존재
- 미도입 업체의 경우 2015년 이후를 도입 시기로 전망

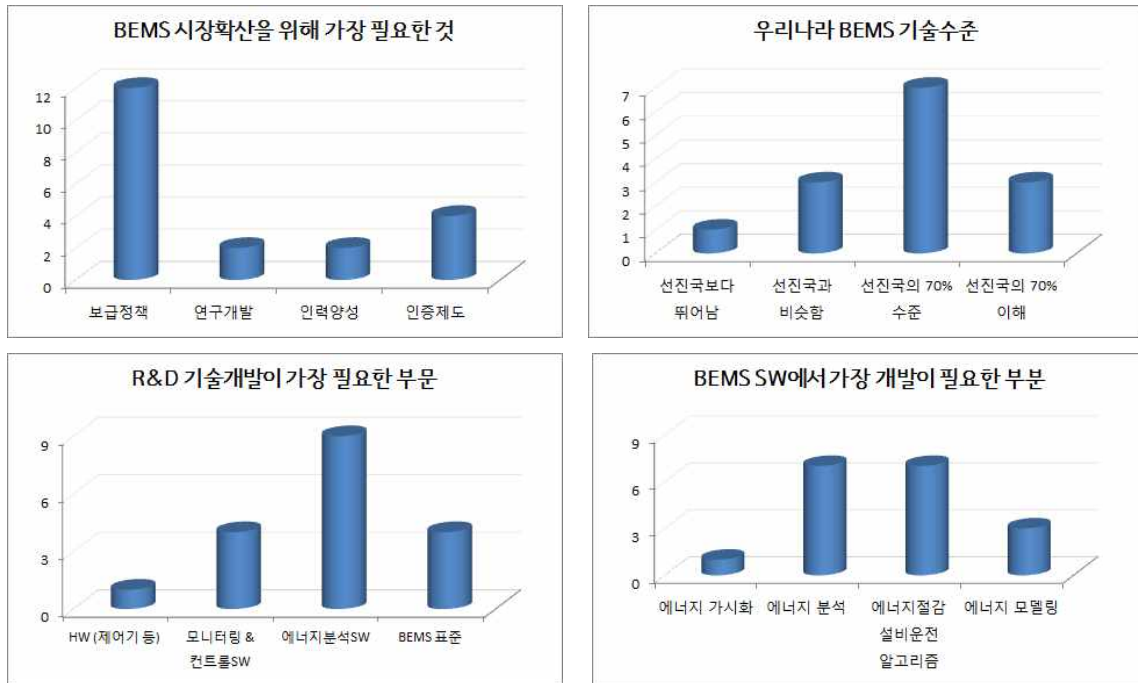
구분		EMS 도입 사업장 의견
EMS	인지도	<ul style="list-style-type: none"> • 응답업체의 29% 인지 ※ 잘 알고 있음 : 6.6%(198개 업체)
	현황	<ul style="list-style-type: none"> • EMS 도입여부: 응답업체의 4.9%(약 147개 업체/ 표본 3000개 업체 중) • BEMS / FEMS 도입구성 비율 : 60.5%(약 89개) / 39.5%(약 58개) • 도입시기 : 최근 3년 내('11-' 13년) EMS 도입 업체는 147개 업체 중 50% • 도입이유 : 에너지절감 목적(도입 업체 전체 중 77.6%)
	비용	<ul style="list-style-type: none"> • 평균 도입비용 : 평균 1.5억 제출 • 비용충당 방법 : 자체예산(48.1%), 정부보조금 지원(18.6%)
	효과	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지절감 효과 : 평균 8.9% • 도입업체 평가 : 도입업체 중 76.6%가 에너지절감 효과가 크다고 평가 • 도입업체 추천의향 여부 : 도입업체의 66.1%가 타기업에 EMS 추천의향
BEMS	현황	<ul style="list-style-type: none"> • EMS 도입업체의 60.5%는 BEMS 사용(약 90개 업체/전체표본 3000개 업체 중) <ul style="list-style-type: none"> - 조명 분야: '모니터링만 가능' (30.8%)한 기능과 '모니터링 및 제어도 가능' (32.8%)한 기능을 비슷하게 사용함 - 냉난방공조 분야: '모니터링 및 제어도 가능' (81.4%)한 기능을 더 많이 사용하고 있었음 • (기도입 업체) 추가도입: 조명(44.9%)과 냉난방공조(20.8%) 분야에 '모니터링 및 제어 기능' 도입 희망 • (미도입업체) 도입 예상시기: '2015년 이후' (36.3%)가 가장 많음

※ Source : NIPA, "2013년도 EMS 도입현황 실태조사", 2013

○ BEMS 기술 수준

- 국내 BEMS 기술 수준은 선진국의 70% 수준
- 가장 시급한 R&D 개발 기술은 에너지 분석 기술
- 가장 시급한 SW 개발 기술은 에너지 분석 SW 및 설비운전 알고리즘
- 가장 시급한 HW 개발 기술은 지능형 센서
- BEMS 시장 확산 방안으로 정부의 보급정책이 가장 필요함

※ 분과위원회(정책/R&D/실증 분과) 37명 대상으로 설문조사하여 14명 회신



○ 국내 시장 기술 수준

- (HW) 전력량계는 국내기업, 유량계는 해외기업이 주도
- (SW) 기본 SW는 국내기업, 데이터 분석제어 알고리즘은 해외기업이 주도

구분	해외 기업	국내 기업	국내수준
측정	전력량계	LS산전, 움니시스템, 누리텔레콤, 피에스텍, 미택, 위지트, 삼성전기	상
	유량계	하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 아즈빌, ITron, Landis+Gyr	하
분석	에너지 관리 분석 SW	WESS, 후지전자, Vzliot, 엔드레스하우저	중
최적화 (제어)	에너지 관리 분석 SW	하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 아즈빌, Itron, Cellnet, Echelon, Eister, Trilliant Networks	중
최적화 (제어)	건물 가정용	아즈빌, 하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤	상
		LS산전, 삼성전자, LG전자	상

○ 국내 시장 세부기술별 기술 수준(선진국 대비)

건물 에너지 부문	세부 기술	상세 구분	기술 수준	
평가	사용자 평가 Tool	빛 환경	75%	
		열 환경	75%	
		IAQ 환경	75%	
	에너지 생산/수요	전력 생산	75%	
		열 생산	75%	
		전력 평가	50%	
		열 평가	50%	
	에너지 평가 Tool	신축 건물 평가 Model	50%	
		기축 건물 평가 Model	평가 Model	50%
			평가 지표	50%
지역 보정 Benchmarking		지역 보정	50%	
		Benchmarking	25%	
절감량	75%			
측정	센서 정보 처리	에너지(전기 및 열) 측정	100%	
		최대수요 측정	100%	
		KPI 측정	75%	
		기상청 연동	75%	
	상호 운용성	BACnet Protocol	75%	
		Priority Level 표준	75%	
		관제점 표준	50%	
	군관리 정보 처리	건물 정보	50%	
		군관리 정보	50%	
		녹색건축물센터 정보	50%	
데이터 유효성 검증	측정 Meter기 기본 기능	25%		
	DB 분석 기본	25%		
분석	에너지 Model	건물에너지 Model	50%	
		부하원별 Model	50%	
		장비별 Model	50%	
		Zone별 Model	25%	
	최대수요 Model	최대수요 예측 Model	75%	
		최대수요 평가 Model	75%	
	분석 절차	KPI 분석 Model	75%	
		시 계열 분석 Model	75%	
Model 허용오차		75%		
최적화	ISO 16484 기능	공조 BAS 기능	75%	
		열원 BAS 기능	75%	
		전력 BAS 기능	75%	
		조명 BAS 기능	100%	
	Ongoing Commission 기능	공조 계통 Commission	50%	
		열원 계통 Commission	50%	
		동력 계통 Commission	50%	
		조명 계통 Commission	50%	
	FDD 분석	계통의 FDD	25%	
		단위 장비의 FDD	25%	
수요관리 자원 분석	공급 관리자원 분석	50%		
	수요 관리자원 분석	75%		
	에너지 절감 Report	75%		

○ 국내 시장 가치사슬 흐름

- 해외 BAS업체는 세계시장을 중심으로 오랜 경험을 바탕으로 지속적으로 발전하여 2010년 내외에 Cloud 서비스를 개발하여 국내에 공급
- 국내 참여업체 대부분은 2010년 기준으로 국내 연구 과제를 기반으로 Solution을 자체개발하고 사업영역을 확대하는 기업이 대부분으로 Web 기반으로 시작하여, 현재 Cloud 기반으로 Upgrade 하고 있는 중
- 해외 BAS 업체는 ICT 기업(SW) 인수합병 전략을 통하여 BEMS로 사업영역 확장 중
- 국내 ICT 업체는 자체개발을 통하여 BEMS로 사업영역 확장 중

그룹	사업자	시스템 명칭	특징(개발시점)	비고
해외 BAS 업체	하니웰	Attune Advisory Service	Cloud 기반(2012년)	미국
	존슨 콘트롤	Panoptix System	Cloud 기반(2011년)	미국
	지멘스	EMC / GBM	Cloud 기반(2009년)	독일
	슈나이더	Energy Operation Online	Cloud 기반(2012년), BEMS/FEMS 겸용	프랑스
	아즈빌	ENEOPT	Cloud 기반(2012년), BEMS/FEMS 겸용	일본
	델타 콘트롤스	enteliWEB	Web 기반(2010년)	캐나다
	LS 사우터	EY-Modulo	Web 기반	스위스
국내 BAS	SDS	SMART BEMS	Web 기반(2013년)	자체
	나라컨트롤	N-BEMS	Web 기반(2012년)	자체
SI 계열	SK텔레콤	Cloud BEMS	Cloud 기반(2010년), BEMS/FEMS 겸용	자체
	KT	Olleh-BEMS	Web 기반(2011년)	자체
	LG CNS	스마트 그린 솔루션	Web 기반(2011년)	자체
		스마트 멀티사이트 빌딩	Cloud 기반(개발중)	자체
	포스코 ICT	Control & Information Technology	Web 기반(2013년), BEMS/FEMS 겸용	IBM 기반
	대우정보시스템	Green EMS	Web 기반(2010년), BEMS/FEMS 겸용	자체
	한화 S&C	eagle EMS	Web 기반(2012년)	자체
	아시아나IDT	AMR EMS	Web 기반(2011년)	자체
	HDC iControls	아이콘트롤스 Fronnix	미확인	슈나이더
중소 SI	금호 ENG	Intelligent EMS	Web 기반(2012년)	자체
	우리젠	woori-xEMS	Web 기반(2011년)	자체
	벤틱	ePEMS	미확인	자체
	가교테크	스마트BEN	미확인	자체
기타 준비 중	삼성전자	Zensys	시스템에어컨 확장	--
	LG전자	미정	시스템에어컨 확장	--
	에스원	미정	보안 솔루션 확장	--
	롯데정보통신	미정	개발중	--

○ 기술 격차 원인 분석

- 신규 건축의 경우 에너지 효율 솔루션을 포함한 높은 초기비용의 부담
- 투자 회수시간이 길어 투자자 및 공급업체 회피
- 에너지효율건물 솔루션 설치 전후 에너지절감 효과 데이터 미흡으로 에너지효율건물에 대한 인식 부족
- 건물 에너지절약은 기기·설비 개체 중심으로 추진하여 건물 등 사업장 전체의 에너지소비에 대한 체계적이며 종합적인 관리 미흡

○ 기술 격차 해소 방안

- 정부의 R&D, 세금 및 보조금 지원, 건물효율 기준 강화 등의 건물효율 향상을 위한 에너지관리 정책 강화를 통한 에너지효율건물 시장의 성장촉진
- 에너지절감에 대한 정량적 효과 제시로 에너지효율건물에 대한 인식 확대
- 에너지절감 포인트 발굴을 통한 비즈니스 모델의 타당성 검증 필요

2. 국외 시장현황

가. 그린빌딩 시장

□ 시장규모

- 2010년 그린빌딩 시장 규모는 \$54 billion으로 전체 건설시장의 35.1%를 차지하고 있으나, 2015년에는 \$145 billion으로 예상되며, 전체 건설 시장의 48%를 차지할 것으로 전망
 - 2% (2002) ⇒ 12% (2008) ⇒ 35% (2010) ⇒ 48% (2015)
 - 권역별로 현재 북미시장이 가장 활발한 것으로 평가됨



그림 14 세계 건설시장과 그린빌딩 시장(Mcgraw Hill, 2011)

□ 시장동향

- 주요 선진국들은 첨단 건물의 등장에 따른 새로운 시스템 개발과 더불어 요소 기술의 개발을 통한 보급 확대를 위하여 정부의 지원 하에 실증화 위주로 연구 개발 및 보급 추진
- 건물 설비시스템의 최적화 통합 운영을 위한 신경망칩의 사용 및 정보통신 기기의 무선화와 더불어 설비제어분야에 많은 연구들이 진행 중
- 그린빌딩의 Top 3 동인

	미국	유럽	UAE	싱가폴
1	고객의 요구 41%	고객의 요구 39%	규제 55%	규제 41%
2	기업의 의무 32%	시장수요 37%	고객의 요구 50%	고객의 요구 & 기업의 의무 35%
3	시장수요 & 운영비 인하 요구 30%	브랜드화/홍보 34%	시장수요 32%	운영비 인하 요구 31%

※ Mcgraw Hill Construction, "Smart Market Report", 2013

나. BEMS 시장

□ 시장규모

○ 세계시장 규모 현황 : 16.8조원(2012, \$15.6 billion. 자료: Memoori, 2013)

- 신축건물 감소(2007-2008), 은행 유동성 문제(2007), 금융 붕괴(2008)로 북미와 EU의 BEMS 시장 감소
 - 북미 시장은 2012년 성장세 회복
 - EU 시장은 2014년 회복세 전망
- 시장성장 주요 동인
 - 비용 절감(Johnson Control Institute 설문, 2013)
 - 신축 건물 수요
 - 신축·기축 건물의 에너지관리 개선
 - CO² 저감
- 건물의 이산화탄소 배출을 제한하는 법안은 현재 선진국 대부분의 국가에서 발효 중이며, 법안은 BEMS 수요가 건설 활동보다 더 높은 수준에서 증가 할 수 있도록 할 것임

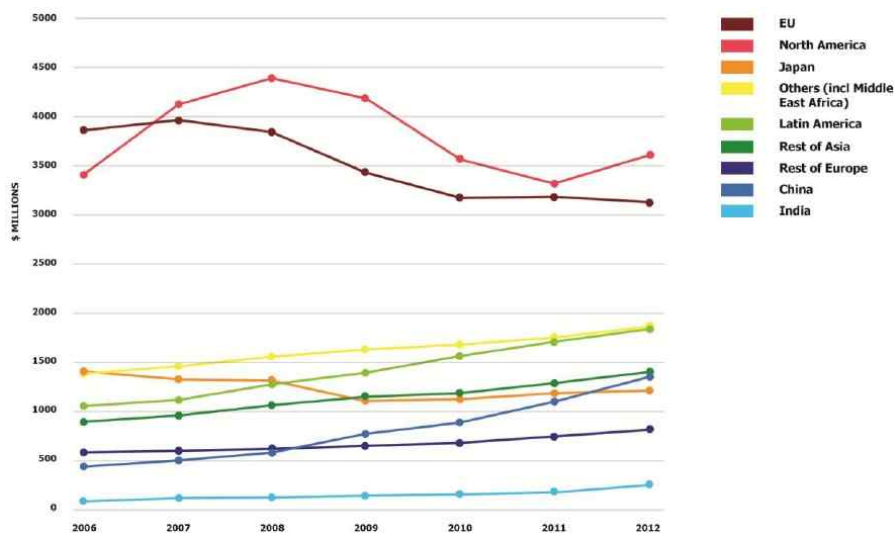


그림 15 지역별 BEMS 시장 현황(2006-2012)

○ 시장 전망 : 25.4조원 전망(2017, \$23.6 billion)

- 북미, EU : 약 5% 성장 전망
- 중국, 인도 : 약 18% 성장 전망
- 중국 시장은 2012년 북미 시장규모의 40%에서 2017년 60% 로 성장 예상되며 북미 시장규모와 대등해 지기까지는 20년 후인 2037년 예상

□ 시장 동향

○ BEMS 제공 현황

- 빌딩서비스 통합 부문(IBMS: Integrated Building Management System)
 - 단순한 배선 연결 레벨(stage 1)부터 공통통신프로토콜을 사용하는 각기 다른 제어시스템 전체에 걸쳐 P2P 연결을 제공하는 IP 통합시스템(stage 4)까지 4 단계로 분류
 - 초기 Honeywell, Johnson Controls, Siemens, Schneider와 같은 주요 건물제어 업체들은 2, 3 수준의 통합을 하여 이 사업의 대부분을 차지
 - 이들 업체는 보안, 화재 기술을 특화한 다수 기술 서비스의 전반적 운영을 통하여, 대규모 복합건축 계약에 대처할 자금력을 준비
- 주요 업체들은 독점시스템에 각기 다른 서비스들을 연결 및 제공하여 소규모 독자적인 BEMS 업체에 큰 이점을 가졌으나, 공통통신프로토콜인 BacNet의 점진적인 용인으로 인해 최근에는 독자적인 SW업체들이 성장하여 주요 업체와 경쟁할 정도의 강한 입지를 마련

IBMS 구분	Intelligent	Building	동향
Stage 1	건물 서비스 기능	통신 기능	<ul style="list-style-type: none"> • 각각의 기능들의 단순한 형태의 통합 • 고정배선 연결
Stage 2	<ul style="list-style-type: none"> • 화재감지 • 소화기 • 보안감시 • 접근제어 • BEMS/HVAC • 위생 • 전기관리 • 조명/케이블관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 전자메일 • 텔레텍스 • CCTV • 비디오 텍스트 • 비디오 • 라디오 • 전화 • 전기통신 	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 서비스의 공통감시컴퓨터 연결 • 직렬링크를 통한 연결
Stage 3	서브시스템 <ul style="list-style-type: none"> • 안전보안 • 환경제어 • 전기관리 	서브시스템 <ul style="list-style-type: none"> • 음성 • 이미지 • 데이터 	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 구축된 통합시스템 대다수가 서브시스템의 통합 수준인 Stage 3 수준 • 상위계층 LAN 연결
Stage 4	통합빌딩관리시스템	통합통신	<ul style="list-style-type: none"> • 건물군관리 성능에서 주목할 만한 성과 • 공통네트워크프로토콜 (Ethernet-TCP/IP 프로토콜) • FieldBus레벨의 공통통신프로토콜 • 모든 지능형 인프라의 필요를 충족시키는 공통통신프로토콜은 아직 없음

- 현재 Honeywell Controls, Johnson Contols, Siemens가 건물주에게 직접 토털시스템을 공급할 수 있는 공급업체이며, Honeywell, Johnson, Schneider, Siemens, UTC가 시장의 70% 차지함으로 시장을 주도
- 주요 업체들은 토털 BEMS 솔루션 공급을 위해 디비전별로 운영 중이며, 토털 BEMS 솔루션은 예외 없이 조명, 보안, 화재감시 같은 빌딩 내 서비스들의 통합 및 건물운영자 기업SW 인터페이스를 포함

○ 해외 시장 가치사슬 흐름

- 주요 BEMS 공급업체들이 인터넷/무선기술/Cloud 기술을 보유한 기업을 전략적 인수하여 솔루션 확장
 - GE, 하니웰, 지멘스 등의 주요 Player들은 자체 역량을 바탕으로 사업 확장을 도모하는 한편 보다 통합적인 Package를 제공하기 위하여 중점사업 외의 영역에서 다양한 Alliance를 체결하고 있음
 - ICT 컨버전스가 중요한 이유는 현재 동일한 서비스를 별개로 구축하는 것보다 더 저렴한 비용으로 구축이 가능함
 - 향후 ICT산업과 동일한 표준과 기술을 사용함으로써 저비용의 안정성이 높은 총체적인 솔루션이 제공될 전망

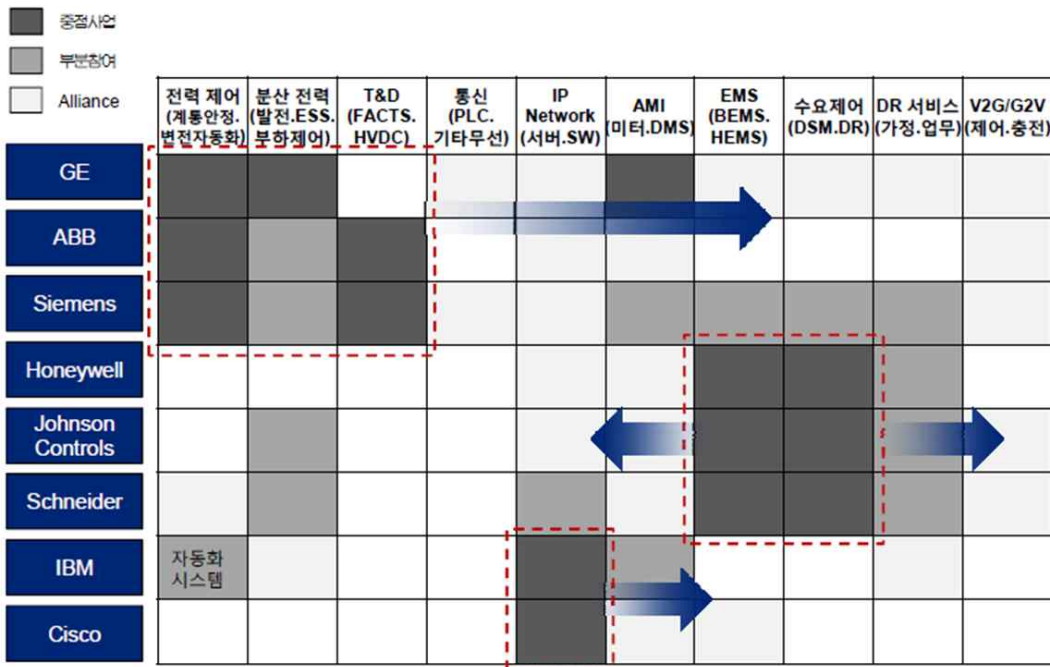


그림 16 주요 Player별 ESCO/ESS/EMS Value Chain 내 움직임(딜로이트, 2014)

- HVAC 장비는 동 업체의 DDC 제어 및 에너지관리, 모니터링, 부하차단, 유지 보수 스케줄 기능을 제공하는 SW와 함께 공급하는 방향으로 변화 중
- Tridium과 같은 특화 SW기업은 타 기업의 DDC 컨트롤러에 BEMS 뿐 아니라 조명, 보안 같은 서비스까지도 직접 연결 가능한 패키지를 제공
 - SW는 DDC 하드웨어와 분리 구매가 가능
- 다국적 기업인 Honeywell, Johnson, Schneider, Siemens, UTC은 대부분 선진국에서 제품사업 선도하며, 전세계 제품사업의 70% 차지
 - 활발한 기업인수 전략을 통한 15년간 시장 선도 유지
 - Honeywell, Johnson, Schneider, Siemens가 UTC보다 높은 시장점유율 차지

- 아래는 출신지역 또는 출신국가에서 강한 약 25개 기업으로 입지가 좁음
 - American Automatrix, Cylon, Delta Contols, Distech, Kieback & Peter, KMC, Philips Teletol, Priva, Sauter and Trane 등

구분	업체 수	내용
BEMS 공급업체	28	<ul style="list-style-type: none"> • 5개 업체가 세계 BEMS 시장의 70% 차지 • Honeywell, Johnson Controls, Schneider, Siemens, UTC. ※5개 업체의 자회사 10곳은 BEMS 업체 수에서 제외 • Honeywell, Johnson Controls, Schneider, Siemens은 세계적인 ESCO 서비스 공급업체이면서, 자회사 및 파트너십을 통해 5개 카테고리 제품군 완비
비즈니스기업 클라우드기반 EMS 소프트웨어 공급업체	61	<ul style="list-style-type: none"> • 61개 업체 중 38곳은 특화 SW 업체(EEM) • 대부분 신생 업체임 • 대부분 스마트빌딩 또는 스마트그리드 사업경험이 적음 • BEMS 공급업체 및 ESCO 업체와 파트너십 형태로 시장진출 • ActiveLogic, C3, CA, CarbonSystems, Elster Energy ICT, IBM Technologies, Pacific Controls, Schneider Electric, Tridium 등
웹 기반 EMS 공급업체		
부하제어 및 수요반응 SW 공급업체		
ESCO 서비스 공급업체	10	<ul style="list-style-type: none"> • 6곳이 주요 BEMS 공급업체이자 세계 ESCO시장의 주요업체 • 스마트빌딩의 스마트그리드 연계에 있어 가장 큰 영향력을 미칠 전망 • 3곳은 전력송배전망의 주요 공급자임 • 3곳은 최근 에너지공급업체 인수함

○ 표준 기술

- ISO 16484(BACS : Building Automization & Control System)
 - BACS에서 사용되는 정의와 하드웨어, 기능, 소프트웨어, 정보통신 프로토콜, 프로젝트 구현에 관한 다양한 규격을 정의하며, ISO 16484-1~16484-7 구성
 - 건물의 BACS와 이들 간의 상호 연결(BACS 통신망)을 위한 시스템 모델 정의
 - 스마트그리드의 OpenADR과의 연계 규격을 정의하여 Grid Aware 응용에 활용 가능

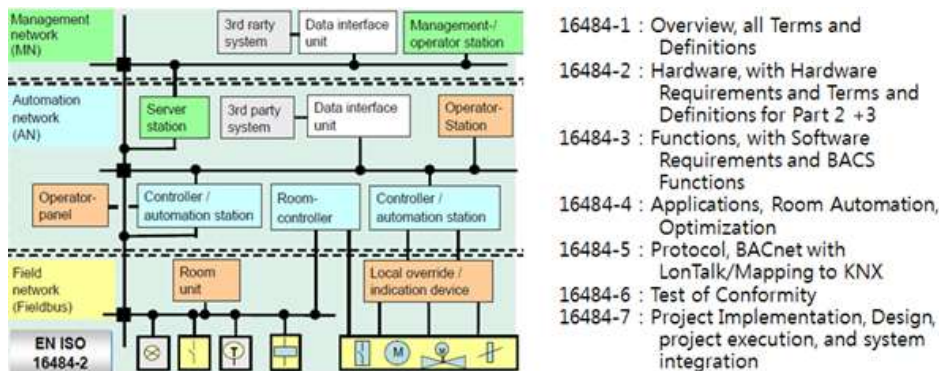


그림 17 ISO 16484 구성

- ISO 13790(건물에너지효율등급)
 - ISO 13790은 건물의 냉난방 에너지요구량을 계산할 수 있도록 국제 표준화한 규격서
 - 건물 내부의 열균형과 태양열 및 환기에 의한 열전달 및 손실 계산
 - 주거용, 비주거용, 상업용 등 건물의 종류별 계산법과 시간에 따른 음영 변화, 태양주기 변화에 따른 계산법을 제공
 - 일본, 유럽, 미국 등 선진국을 중심으로 ISO 13790 부속서에 따른 시뮬레이션 프로그램을 개발하여 사용 중임
 - 현재 국내에서 가장 많이 사용하고 있는 에너지 프로그램은 DOE-2, e-QUEST(QUick Energy Simulation Tool), TRNSYS(TRAnsient SYstem Simulation program), ESP-r(Environmental System Performance-reference), Energy Plus와 IES사의 VE(Virtual Environment) 등이 있으며 최근 국내에서 개발된 CE3도 있음
 - 에너지 프로그램들은 크게 프로젝트 정보, 기상 데이터 및 스케줄입력, 모델 생성(Zoning/ 벽, 창문 등 생성), 내부 부하요소 입력(재실자, 조명, 장비 등), 시스템(HVAC)과 Plant 정보 등을 입력하여 이에 대한 결과로 시간별, 일별, 월별로 에너지 사용량 및 경제성 분석 등이 가능

- ISO 50001(EnMS)
 - 에너지경영시스템(EnMS)은 조직이 원가절감을 위해 에너지효율향상 활동을 통합적이고 체계적인 경영전략으로 구축하여 전사적, 지속적으로 추진할 수 있는 기술측면과 경영측면이 조화된 에너지관리시스템
 - BEMS는 EnMS 표준 규정 중 설비 및 공정관리 부문(모니터링, 측정 및 분석), 에너지기획 부문(베이스라인 구축 및 설계, 운전관리), 성과 및 사후 관리부문(부적시정 조치, 기록관리, 성과 지표 및 평가) 등에 대한 활용 가능



그림 13 ISO 50001 EnMS 시스템 운영 방식

- IEA ECBCS(Energy Conservation in Building and Community Systems)
 - ANNEX 16/17 : 적용가능한 모든 BEMS의 제어방법을 찾고, 시스템을 표준

화하며, 개발된 알고리즘 검증

- ANNEX 25 : 건물 실시간 시뮬레이션을 이용한 건물최적화와 FDD
- ANNEX 34 : 시뮬레이션을 이용한 공조설비 성능평가
- ANNEX 40 : 건물 공조설비 커미셔닝
- ANNEX 53 : 건물 총에너지 사용 분석 및 평가방법

○ 성과측정 및 검증(M&V) 기술

- ASHRAE Guideline 14

- 미국 냉난방공조기술자협회(ASHRAE)에서 제공하는 가이드라인
- 가이드라인 14(에너지 및 수요 절감의 측정)는 에너지 절감에 대한 요구사항 및 요소, 세부 측정방법 및 장비의 데이터 측정방법 등을 기술
- 모델링 과정의 불확실성을 설명하기 위한 방법론 제시
- IPMVP나 FEMP보다 좀 더 세부적으로 서술

- IPMVP

- 에너지 효율과 재생에너지의 투자 증진을 위해 EVO(Efficiency Valuation Organization)에서 개발한 국제성과 측정 및 검증프로토콜(의정서)
- 주로 에너지/물 효율개선(설비) 프로젝트에 적용
- 에너지 절감량 측정/계산/보고 관련하여 개념적이며 포괄적인 프레임워크 제공
- 구체적인 측정방법 및 세부기술에 대한 내용은 제시하지 않음

구분	IPMVP 옵션별 적용 대상	적용가능 IT
Option A	<ul style="list-style-type: none"> • 절약시설의 절감량이 정해져 있으나 해당 기기의 운전 스케줄이 크게 변하지 않는 사업장에 적용 • 해당 기기의 절감량에 운전 시간을 일괄 적용하여 계산 	LED 디밍, 그린IDC, DC전원, 쿨링
Option B	<ul style="list-style-type: none"> • 절약시설의 절감량이 정해져 있으나 해당 기기의 운전 스케줄이 변하는 사업장에 적용 • 해당 기기를 일정 기간 운영한 후 해당 기간의 에너지 사용량을 측정하여 주요 파라미터 값을 찾아 이를 전체 기간으로 확산 	LED 디밍, 그린IDC 기술
Option C	<ul style="list-style-type: none"> • 절약시설의 절감량이 운전시간 뿐만 아니라 주변 환경에 따라 변하여 직접 측정이 어려운 경우 • 사업장의 요금 청구서 및 공정/구역별 실시간 모니터링값 활용 	BEMS, FEMS, HEMS
Option D	<ul style="list-style-type: none"> • 신축 건물과 같이 요금 정보도 없는 등 측정이 어려운 경우 • 임의로 파라메타값을 지정하여 컴퓨터 시뮬레이션 측정 	BEMS, FEMS, HEMS

- FEMP

- 연방 에너지관리 프로그램의 M&V 가이드라인
- 미국 에너지부에서 미 연방의 에너지절약 프로젝트에 활용할 목적으로 개발
- IPMVP 기반의 성과측정 및 검증을 위한 세부지침 및 방법 제시

3. 시사점

- 해외 업체는 과거 BAS 전문업체로써 빌딩서비스통합 기술 기반으로 BEMS 시장에 접근하는 반면 국내업체는 주로 통신,SI 업체들로써 ICT 기술 기반으로 BEMS 시장에 접근하여 시장분석 및 가치사슬 흐름 분석에 있어 국내/해외 시장의 구조가 상이함
- 국내 그린 빌딩 시장의 경우 핵심 기술력 부재라는 낮은 기술력 극복을 위해 시범사업 및 R&D 추진이 필요하나, 해외의 경우 보급 확산을 위해 정부차원에서 실증 사업 활성화
 - R&D 통한 기술개발 및 보급 확산을 위한 실증 사업 필요
- 현재 정책적으로 기존 건설 환경에서 그린 빌딩을 추구하는 환경으로 전환을 꾀하고 있으나 그린 빌딩에 대한 사회적 인프라 및 컨센서스가 형성되지 않아, 이로 인한 다방면의 장애요인들이 발생
- 국내 BEMS의 에너지절감 효과에 대한 인식 차이가 큼
 - 가이드라인 수준의 정량적 에너지절감 효과 제시 필요
 - 도입업체: 평균 9% 절감. 미도입업체: 26% 절감 기대
- 글로벌 Big 5 주요 BEMS 공급업체들이 인터넷/무선기술/Cloud 기술을 보유한 기업을 전략적 인수하여 솔루션 확장
 - 국내 시장도 ICT를 적극 활용한 건물 에너지 관리를 통하여 선진국과의 기술 격차를 좁히는 노력이 필요함
 - 기술격차를 줄이는 목적 외에도 해외시장 진출 및 비즈니스 모델 선점을 위하여 국내 IT 전문업체들의 Cloud 플랫폼 개발을 통한 기술력 강화 필요
- 글로벌 Big 5 업체 뿐 아니라, 해외 장비업체 및 SW 업체들이 중점분야 외에 타 분야로 서비스를 확장하거나 패키지 서비스를 제공
 - 국내 ICT 업체들이 BEMS, FEMS로 사업영역을 확장하여 국내 시장을 주도하고 있으며 해외 건설사들 역시 에너지 부문으로 사업 확장을 하는 데 반하여, 국내 건설사들의 에너지 부문 사업 확장은 미미한 수준

3절. 기술 동향분석

1. 기술 분류 및 정의

□ 기술 분류 해외 사례

- 유럽은 ICT를 활용한 건물 수명주기별 기술 분류
- 미국은 제품/서비스별 기술 분류

EU		미국			
에너지효율건물 ICT 로드맵(ICT4E2B, 2013)		에너지효율 기술 로드맵(BPA, 2014)			
구분	세부구분	구분	세부구분		
① 에너지효율 설계 및 생산관리 도구	설계	① 건물설계 및 의뢰	주거·상업용 건물의 개보수		
	생산관리		개보수·신축건물 라벨링		
	통합 엔지니어링		태양광/스마트 루핑		
	모델링		단일 개보수		
	성능평가		신축건물 단일		
② 지능형 제어	자동화 & 제어		② 조명	개보수·신축건물의 공기/물 관리	
	모니터링			넷 제로 에너지 건물	
	서비스의 질			조립식 주택/모듈식/사전조립/사무실	
	무선 센서네트워크			창호 및 일광	
	③ 사용자 인식 및 의사결정지원 도구			개별사용자 제어시스템	③ 전자공학
에너지 라벨링		솔리드 스테이트 조명(Solid State)			
수명주기 분석SW		국부전반병용 조명(TAL)			
경제적 타당성		조명 제어			
실시간 가격		조명 기구			
건축건물의 ICT 툴	일광				
④ 수요관리	에너지 생산자	④ 냉난방공조	직류 전원		
	에너지 소매업자		전기 소비와 가상화		
	에너지 사용자		구성요소 수준의 효율		
	수요측면 관리운영자		완전한 전자시스템		
⑤ 통합 기술	개방형 시스템		⑤ 센서, 미터기, EMS	전원관리	
	시장			제어 및 통신	
	솔루션			상업·주거용 건물 난방	
	제품			고장진단, 예측관리, 제어	
	네트워크 운영관리			폐열회수와 절단기 최적화	
⑥ 식품가공(생략), ⑦ 열병합발전(생략)				⑥ 냉난방공조	냉난방 생산
		냉난방공조 모터구동시스템			
		⑤ 센서, 미터기, EMS			상용 통합 건물
					주거 냉난방공조
					모델링, lab, 필드 테스트
			사용자 및 환경에 반응하는 스마트 디바이스 레벨 제어		
			쉽고 간단한 사용자 IF 제어		
			에너지관리 서비스		
		⑤ 센서, 미터기, EMS	저비용 절감 검증 기술		
			설비의 실시간 스마트 전력 측정		
			기업의 에너지 및 유지관리시스템		

□ 유럽의 기술분류 체계를 활용한 국가별 R&D Framework 비교

- 해외의 ICT 활용 건물에너지 효율관리 R&D 현황
- 유럽의 5가지 연구테마에 대한 각 나라별 정책과제들의 연구범위 현황

구분	① 에너지효율 설계 및 생산관리 도구	② 지능형 제어	③ 사용자 인식 및 의사결정지원 도구	④ 수요관리	⑤ 통합 기술
영국					
스웨덴					
스페인					
루마니아					
포르투갈					
네덜란드					
이탈리아					
아일랜드					
그리스					
프랑스					
핀란드					
덴마크					
오스트리아					
EU 합계	9	11	11	9	11
미국					
한국					
일본					
중국					
브라질					
Non-EU 합계	5	3	2	2	2
총 합계	14	14	13	11	13

- 미국, 영국, 네덜란드, 아일랜드, 핀란드, 덴마크, 오스트리아는 전 분야에 걸쳐 R&D 진행
- 유럽 국가들이 비교적 전 분야에 걸쳐 고르게 R&D를 추진 중이며, 반면 한국, 일본, 중국의 경우 정책 연구사업의 범위가 좁고 부문별 융합이 더디다고 판단됨
- 한국의 경우 ICT를 활용한 건물에너지관리에 있어 사용자 중심 기술 및 수요 관리 기술개발이 연구범위에 포함되지 않고 있어 연구범위를 확장할 필요 있음

2. 기술 분류 체계

- 본 기획과제에서는 ICT 기반 BEMS 단위 기술은(30) 개로 분류함
- BEMS Infra(기술분야-2), 분석(기술분야-1), 최적화(기술분야-5) 부문별 분석
 - 향후 필요한 연구범위인 수요관리(기술분야-2) 추가
 - 최적화의 세부 분야인 고장 감지 및 진단 부문(기술분야-4) 추가 분석

기능 분류	기술 분류		단위 기술
BEMS Infra	SW	User Interface	Visualization Tool
			Service Application
			Mobile Service
		기초 기술	Cloud Platform
			DB Management
			정보 보안
측정 Monitoring	HW	정보 전달	제어기
			게이트 웨이
	정보 수집	직접 수집	에너지 정보(전력, 열량)
			KPI 정보(유량, 온도)
			IAQ/Comfort 정보
		간접 수집	BAS 정보 연동
			전사 관리 정보 연동
			요금 정보 연동
			기상청 정보 연동
			군관리 정보 연동
분석 Analysis	에너지 절감	Normalization	에너지 성능/효율 평가
			에너지 Model/수요 예측
			에너지 Benchmarking
		Tracking 기법	정량적 절감량 산출
			무부하 에너지 분석
			누적 사용량 분석
	최대수요 절감	Normalization	최대수요 Model / 예측
			관리 자원 분석
최적화 Optimization	에너지 절감	BAS 응용	BAS 운전 지원
		BEMS 최적화	Ongoing Commissioning
			Fault Detect and Diagnosis
	Utility 계통 최적화		
	최대수요 절감	수요 반응	효과 예측 User Report
			Demand Response 적용

3. 특허동향 분석

○ 분석 방향

- ICT 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS)에 대한 기술 분야는 평가 및 분석, 상호운용 및 수요관리, 성과 검증 및 지속, 고장 감지 및 진단, 그리고 최적화의 5가지 형태로 분류
- 본 보고서에서는 2004년부터 2013년까지 5가지의 기술 분야에 대하여 최근 10년간의 특허 동향 분석

ICT기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 기술분야		
기술 분야-1	에너지 평가 및 분석기술	기술 및 기술 표준
		실증 및 시공기술
기술 분야-2	BEMS 상호운용성 및 직접부하제어기술	ICT 이용한 에너지 효율화 기술
		수요관리 및 수요반응 기술
기술 분야-3	BEMS 성과검증방법 및 정보공유화시스템 구축기술	BEMS 성능 평가 및 검증
		지속적 BEMS 성능 관리
		정보공유화
기술 분야-4	BEMS 고장 감지 및 진단에 관한 기술	Fault Detection 기술
		Fault Diagnosis
기술 분야-5	건물 및 시스템 최적화 기술	Building Optimization
		시스템 운전 최적화 기술
		최적 제어 기술

- 특허 분석 방법 : 특허 및 논문 정보 등은 “국토교통 창조경제 R&D포털 DAMOA(www.landmark.re.kr)” 의 검색 및 분석도구를 이용하여 특허분석 수행

기술분야별 전문 DB 검색식(NDSL)	
공통	(BEMS OR “Building Energy Management System“ OR “Energy Management system“ OR 건물에너지)
기술분야-1	((에너지 AND (분석 OR 모델링 OR 수요예측 OR 성능지표)) OR (energy AND (performance indicator OR Modeling OR analysis)))
기술분야-2	(Interoperability OR “상호운용성” OR “수요관리” OR “수요반응” OR Demand)
기술분야-3	(성능검증 OR Measurement OR commissioning OR 커미셔닝 OR sustainability OR 지속가능성)
기술분야-4	(“Fault“ OR “error“ OR “Detection“ OR “Diagnosis“ Or “고장 감지“ OR “고장 진단“)
기술분야-5	(“Optimization“ OR “Optimal Control“ OR “optimum operation“ OR “최적화“ OR “최적 제어“ OR “최적 운전“)

가. 국가별 특허 분포 및 연도별 출원 동향

○ 국가별 특허 분포

- ICT기반의 건물에너지관리시스템(BEMS)에 속한 기술 분야에서 미국이 139건에 약 43%로 강세를 보이고 있으며, 한국 20%, 일본 19%, 유럽 4% 순
- 특히, BEMS 상호운용성 및 수요관리분야에서는 가장 두드러진 성과를 보이고 있으며, 에너지 평가 및 분석 기술 분야에서는 한국이 다수의 특허를 그리고 BEMS 성과 검증방법 및 정보공유화 분야에서는 일본과미국이 다수의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타남
- 또한 고장 감지 및 진단 분야에서는 일본과 미국이, 그리고 최적화 분야에서는 한국이 타 국가에 비하여 더 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 나타남

	유럽	일본	한국	미국	국제
기술분야-1	1	9	48	14	3
기술분야-2	7	19	2	89	27
기술분야-3	3	22	0	16	10
기술분야-4	1	9	2	11	2
기술분야-5	1	2	11	5	1
합계	13	61	63	135	43

○ 연도별 출원동향

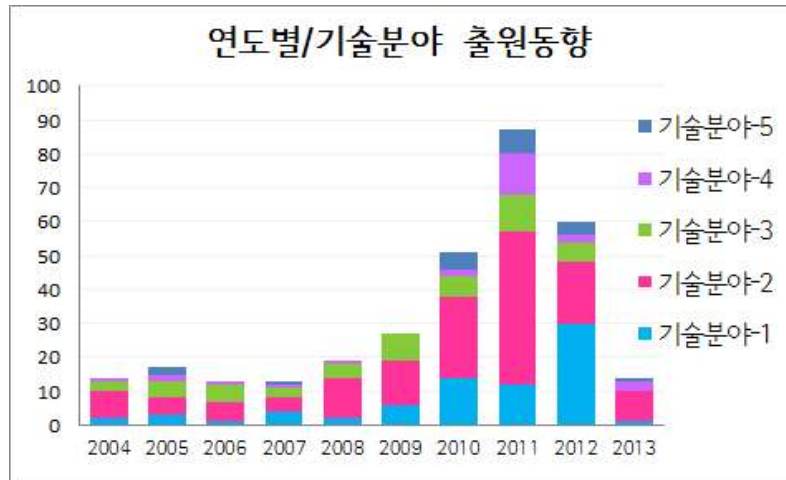
- 연도별 출원동향을 살펴보면, 2011년도와 2012년도에 세계적으로 많은 특허 출원 활동이 이루어짐을 나타내고 있음
- 특히 미국은 다른 국가보다 앞서서 꾸준하게 관련분야 특허를 확보하고 있음을 나타내고 있으며 기타 국가들은 2010년부터 확보 경쟁에 뛰어들고 있음을 알 수 있음

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	합계
유럽	0	0	2	0	0	1	2	0	8	0	13
일본	3	6	1	2	4	3	10	27	4	1	61
한국	1	1	1	4	0	2	11	12	30	1	63
미국	10	6	7	6	8	18	22	37	9	12	135
국제	0	4	2	1	7	3	6	11	9	0	43
총합계	14	17	13	13	19	27	51	87	60	14	315

나. 기술 분야별 분석

○ 기술 분야별 특허 분포 및 연도별 동향

- 기술 분야-1(에너지 평가 및 분석기술)은 점차적으로 늘고 있음
- 기술 분야-2(BEMS 상호운용성 및 직접부하제어기술)에 속하는 기술 분야의 특허가 45% 이상의 분포를 나타내어 이 분야에 대한 특허가 많이 출원되고 있음
- 기술 분야-3(BEMS 성과검증방법 및 정보공유화시스템 구축기술) 및 기술 분야-4(BEMS 고장 감지 및 진단에 관한 기술), 기술 분야-5(건물 및 시스템 최적화 기술)는 연도별 등락



- 연도별 출원동향을 살펴보면, 기술 분야 -1은 2009년부터, 기술 분야-2는 2008년부터 증가하고 있음을 보여주고 있으며, 기술 분야-3는 2009년부터 증가되는 동향을 보이고 있다. 또한 기술 분야 -4와 기술 분야-5는 2010년부터 증가되는 동향을 보이고 있다. 특히, 5가지 기술 분야 중 전체 특허에서 45% 이상의 분포를 가지는 기술 분야 -2는 스마트그리드 결합과 관련하여 이기종 간의 기기들 간의 상호운용성 및 수요자원관리의 중요성이 부각되기 시작하는 2010년부터 증가된 것으로 분석됨

구분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
기술분야-1	2	3	1	4	2	6	14	12	30	1
기술분야-2	8	5	6	4	12	13	24	45	18	9
기술분야-3	3	5	5	3	4	8	6	11	6	0
기술분야-4	1	2	1	1	1	0	2	12	2	3
기술분야-5	0	2	0	1	0	0	5	7	4	1

□ 기술 분야별 상위 출원인 분석

○ 기술 분야-1 상위 출원인

- 에너지 평가 및 분석기술에서는 한국이 우위를 차지하고 있음을 나타내고 있으며. 에스케이텔레콤(주)가 가장 많은 특허를 보유하고 있음



○ 기술 분야-2 상위 출원인

- BEMS 상호운용성 및 직접부하제어기술에서는 미국이 우위를 차지하고 있음을 나타내고 있으며. General Electric Company가 가장 많은 특허를 보유하고 있음



○ 기술 분야-3 상위 출원인

- BEMS 성과검증방법 및 정보공유화시스템 구축기술에서는 일본과 미국이 우위를 차지하고 있음을 나타내고 있으며. HITACHI BUILDING SYSTEM과 POWER MEASUREMENT LTD가 가장 많은 특허를 보유하고 있음



○ 기술 분야-4 상위 출원인

- 고장 감지 및 진단에서는 미국이 우위를 차지하고 있음을 나타내고 있으며, Allure Energy, INC.가 가장 많은 특허를 보유하고 있음



○ 기술 분야-5 상위 출원인

- 최적화 기술에서는 E3 Greentech Enterprises, Inc., Restore NV., 삼성물산 주식회사 등과 다른 한국 기업 등과 큰 차이를 보이지 않으며 전체적으로 한국이 우위를 차지하고 있음



다. 기술 분류별 분석

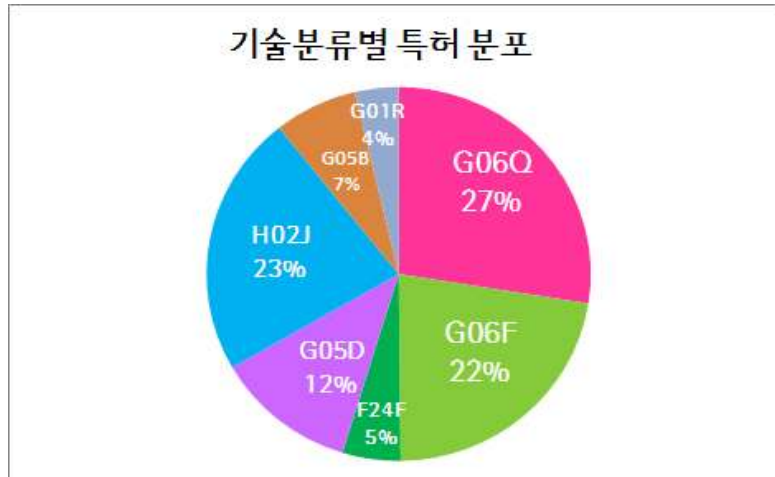
○ 국제특허 분류별 분석

- 특허출원 집중분야를 파악하기 위하여 국제특허분류(IPC)의 메인그룹단위로 분류된 체계를 사용하여, ICT기반의 BEMS기술에 대해 적용된 각각의 특허 분류에 대한 내용은 다음과 같음

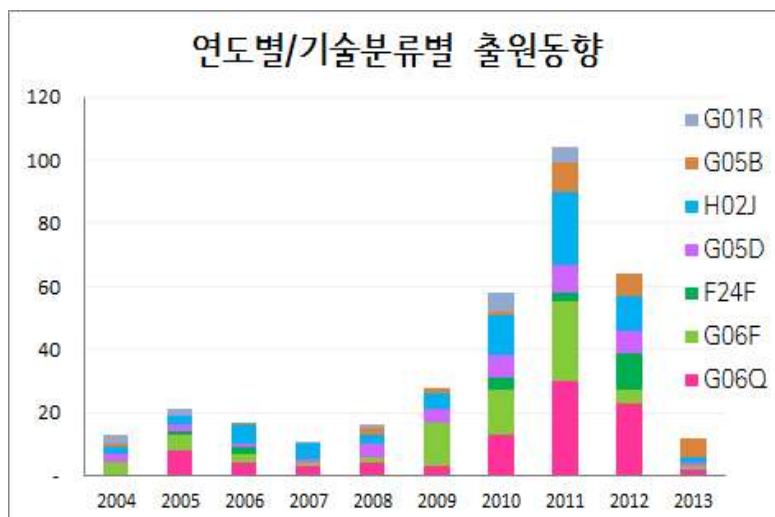
G06Q	관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터처리시스템 또는 방법; 그밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법[8]
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리(계산의 일부가 액체력 또는 기체력을 사용하여 행하여지는 계산기 G06D; 특정계산모델방식의 컴퓨터시스템 G06N; 광학적 G06E; 디지털 기술을 사용하는 임피던스 회로망 H03H)
F24F	공기조화; 공기가습; 환기; 차폐를 위한 기류의 이용(온실 환기용 장치 A01G; 동물의사육 A01K, 예. 인큐베이터의 온도제어 A01K41/04; 공기의 소독 또는 살균 A61L; 기밀실의 호흡용공기의 재 조화장치 또는 방가스 피난장의 환기장치 A62B; 기체의 여과, 세정, 건조 B01D; 기체의 증기 또는 액체와의 혼합 일반 B01F3/00; 분무 B05B, B05D; 발생장소에서의 진에 또는 취기의 제거 B08B15/00; 특히 차량용으로 적합한 환기, 공기조화, 냉각은 관련하는 차량의 클래스 참조, 예. B60H, B61D27/00; 오존의발생 C01B13/10; 굴뚝 또는 연도 E04F17/02, E04H12/28, F23J11/00, F23L17/02, 에어덕트 또는 도관 E04F17/04, F16L; 문 또는 창에 있어서의 환기 E06B7/02; 선풍기, 송풍기 F04; 관 또는 관계통의 소음 흡수 F16L; 굴뚝 또는 환기축의 선단 F23L; 냉각 F25; 열교환 또는 열전달장치의 세부 F28F; 밀폐되어있지 않은 기체에 도입하기 위한 이온발생 장치, 예. 대기 H01T23/00)
G05D	비전기적 변량의 제어 또는 조정계(금속의 연속주조 B22D 11/26; 밸브 그 자체 F16K; 비전기량의 검출은 G01의 관련 서브클래스를 참조; 전기 또는 자기량의 조정 G05F)
H02J	전력급전 또는 전력배전을 위한 방식; 전기에너지 축적하기 위한 방식(X선, 감마선, 미립자선, 우주선을 측정하는 장치를 위한 전력급전회로 G01T 1/175; 가동부분을 갖지 않는 전자시계에 사용코자 특별히 적용된 전력급전회로 G04G 19/00; 디지털컴퓨터를 위한 전력급전회로 G06F 1/18; 방전관을 위한 전력급전회로 H01J 37/248; 전력변환을 위한 회로 또는 장치, 그와 같은 회로 또는 장치의 제어 또는 조정하기 위한 장치 H02M; 복수전동기의 상호관계한 제어, 원동기 급전의 제어 H02P; 고주파전력의 제어 H03L; 정보전송을 위한 전력선 또는 전력회로망의 부가적 사용 H04B)
G05B	제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치(액체압 액추에이터 또는 유체적 수단으로 동작하는 계 일반 F15B; 밸브 자체 F16K; 기계적 구성만을 특징으로 하는 것 G05G; 검출 요소는 G01, H01의 서브클래스, 적당한 서브클래스, 예. G12B를 참조; 수정요소는 적당한 서브클래스, 예. H02K를 참조)
G01R	전기량; 자기량의 측정(전기량에의 변환에 의한 임의의 물리량을 측정, G01의 분류범위에 대한 주의(4)참조; 전장에 있어서의 이온의 확산, 예. 전기파동, 전기침투의 측정 G01N; 전기적 또는 자기적 수단에 의한 재료의 비전기적 또는 비자기적 성질의 조사 G01N; 공진 회로의 바른 동조의 지시 H03J3/12의 전자적 펄스계수기의 감시 H03K21/34; 통신계의 운전의 감시 H04)

○ 기술 분류별 특허분포 및 연도별 동향

- ICT기반의 BEMS기술에서 특허출원이 집중되고 있는 상위 3개의 특허기술은 G06Q 27%, G06F 22%, H02J 23%로 나타나고 있음



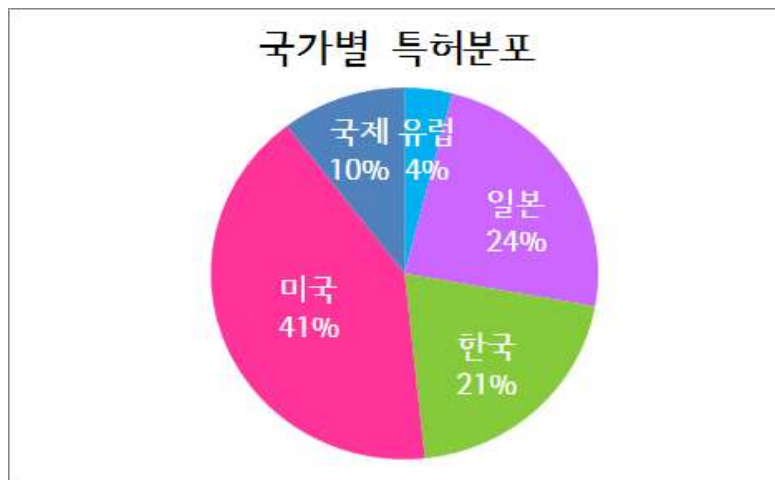
- 연도별 출원 동향을 살펴보면, IPC분류로 나누어진 기술들에 대한 특허 출원은 2008년부터 서서히 증가하여 2011년도에 최고치들을 나타내는 출원 동향을 보이고 있음을 나타내고 있음



○ 기술 분류별 주요국 출원동향

- 기술 분류별 주요 국가들의 출원 동향을 살펴보면, 미국은 G06F와 G05D분류에 많은 출원이 이루어지고 있으며, 한국은 G06Q와 F24F분류에 집중되고 있음을 보여주고 있음

구분	G06Q	G06F	F24F	G05D	H02J	G05B	G01R
유럽	4	0	0	0	6	3	0
일본	38	2	1	0	27	2	8
한국	31	7	15	6	8	0	0
미국	10	62	0	29	15	18	1
국제	7	2	0	4	18	0	3
총합계	90	73	16	39	74	23	12



4. 논문 분석

○ 분석 기준

- ICT기반의 건물에너지관리시스템(BEMS)에 대한 기술 분야는 평가 및 분석, 상호운용 및 수요관리, 성과 검증 및 지속, 고장 감지 및 진단, 그리고 최적화의 5가지 형태로 분류
- 본 보고서에서는 특허정보 분석과 동일하게 2004년부터 2013년까지 5가지의 기술 분야에 대하여 최근 10년간의 논문 동향 분석
- 논문 분석 방법 : 특허 및 논문 정보 등은 “국토교통 창조경제 R&D포털 DAMOA(www.landmark.re.kr)” 에서 검색 및 분석도구를 이용하여 특허분석을 수행

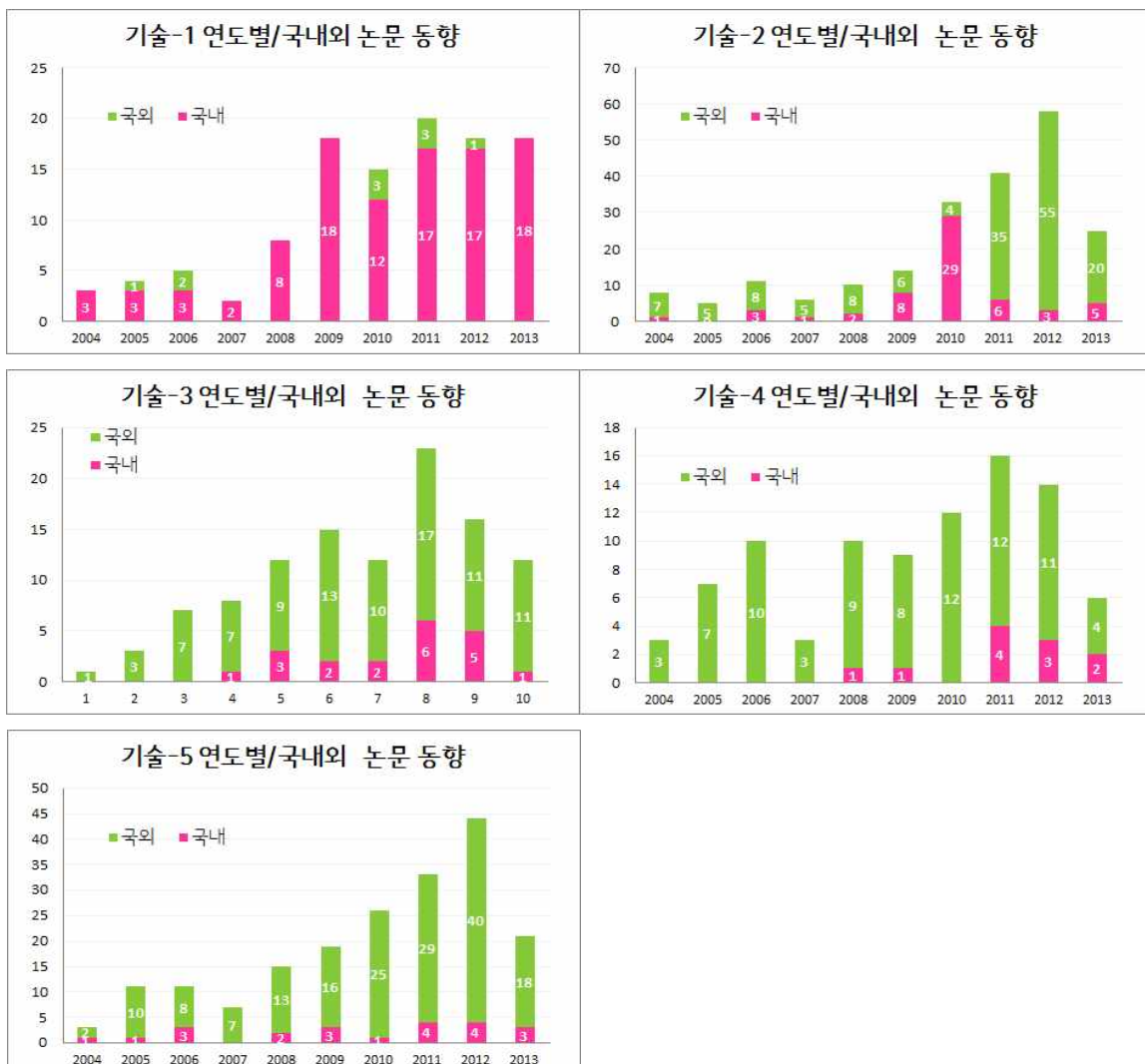
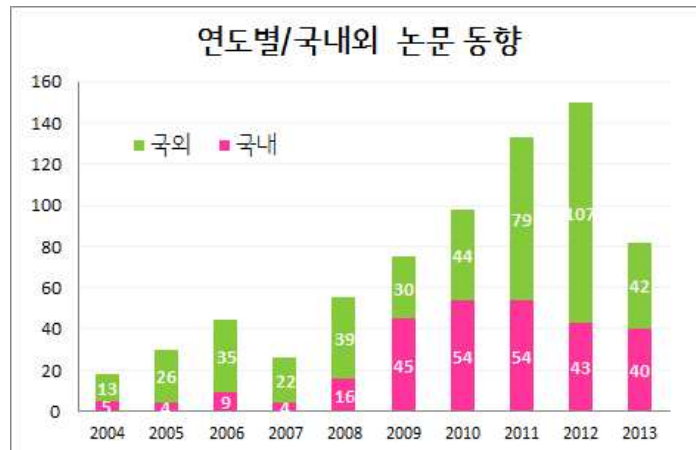
기술 분야별 전문 DB 검색식(NDSL)	
공통	(BEMS OR “Building Energy Management System“ OR “Energy Management system“ OR 건물에너지)
기술분야-1	((에너지 AND (분석 OR 모델링 OR 수요예측 OR 성능지표)) OR (energy AND (performance indicator OR Modeling OR analysis)))
기술분야-2	(Interoperability OR “상호운용성” OR “수요관리” OR “수요반응” OR Demand))
기술분야-3	(성능검증 OR Measurement OR commissioning OR 커미셔닝 OR sustainability OR 지속가능성)
기술분야-4	(“Fault“ OR “error“ OR “Detection“ OR “Diagnosis“ Or “고장 감지“ OR “고장 진단“)
기술분야-5	(“Optimization“ OR “Optimal Control“ OR “optimum operation“ OR “최적화“ OR “최적 제어“ OR “최적 운전“)

○ 국내외 분석

- ICT기반의 건물에너지관리시스템(BEMS)에 속한 기술 분야에서 국내외 논문 게재율은 국내 29.8%, 국외 70.2%로 수치상으로 해외 논문 게재가 많음
- 국외논문이 국내 연구자의 게재 및 주요 국가들의 학회논문들도 포함되어진 점을 고려해보면 국내 연구 활동이 매우 활발하게 이루어지고 있음

구분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	합계
국내	5	4	9	4	16	32	44	37	32	29	212
국외	13	26	35	22	39	43	54	96	118	53	499
소계	12	12	23	16	30	47	60	84	92	55	711

- 5가지로 분류한 기술에 대해 각 기술별로 국내외 게재 동향을 살펴보면 기술 분야-1에서는 국내연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 기술 분야-2에서부터 5까지는 국외 연구가 활발하게 이루어지고 있음
- 기술 분야-2(상호운용성 및 수요관리/반응), 기술 분야-3(성과 검증 및 지속적 운영), 기술 분야-4(고장 감지 및 진단), 그리고 기술 분야-5(최적화)에 대한 국내 연구진의 연구 활동이 더욱 더 필요함을 의미함



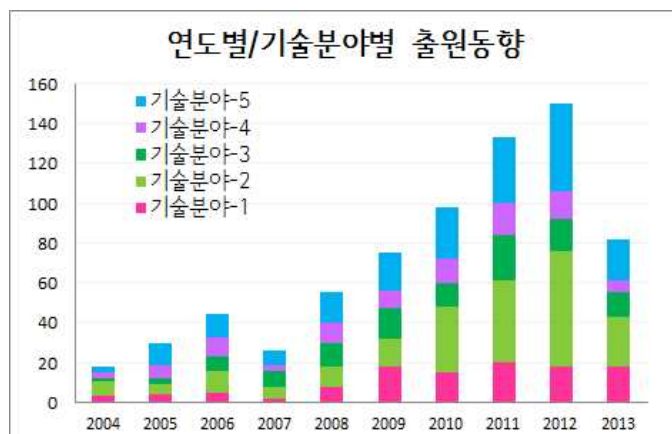
○ 기술 분야별 논문 분포 및 연도별 동향

- 각 기술별로 논문 게재 동향을 살펴보면 기술 분야-2와 기술 분야-5가 각각 25%~30% 정도로 상당수의 연구가 이 분야로 집중되고 있음
- 특히 기술 분야-2의 논문 게재 동향은 2010년도에 급속히 증가하여 약 3년간 그 증가율이 이어지고 있음

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
기술분야-1	3	4	5	2	8	18	15	20	18	18
기술분야-2	8	5	11	6	10	14	33	41	58	25
기술분야-3	1	3	7	8	12	15	12	23	16	12
기술분야-4	3	7	10	3	10	9	12	16	14	6
기술분야-5	3	11	11	7	15	19	26	33	44	21



- 기술 분야-2(상호운용성 및 수요관리/반응), 기술 분야-3(성과검증 및 지속적 운영), 기술 분야-4(고장 감지 및 진단), 기술 분야-5(최적화)는 연구가 양적인 팽창에서 질적인 성장으로 발전하는 동향을 보임으로써 관련 업계에서는 실질적인 제품개발 및 실증이 가능한 수준의 연구가 이루어지고 있다고 판단됨
- 기술 분야-1(에너지 분석 및 모델링)은 지속적으로 양적 및 질적인 성장이 이루어지는 동향을 보이고 있음



4절. 연구개발 인프라 분석

과학기술은 그 활동이 직접적으로 전개되는 상부구조와 과학기술 활동의 기본적 토대가 되는 하부구조의 상호 영향으로 창출되어 인간 삶 속에 융화되어 감. 과학기술 생태 환경적 측면에서 연구 인프라는 연구에 직접적인 영향을 미치는 일차적 하부구조인 연구 인프라 구조와 상부구조 및 연구 인프라 구조에 영향을 미치는 이차적 하부구조인 사회문화구조로 구분할 수 있음. 연구 인프라 구조는 다시 유형의 연구 인프라와 무형의 연구 인프라로 구분됨. 본 과제에서는 무형 연구 인프라 분석을 통하여 건물에너지관리(BEMS)분야 동향을 분석함

과학기술 연구활동	구분	세부 구분	내용
상부구조	기초/원천기술 지속 창출		
하부구조	연구 인프라 구조	유형 연구 인프라	건물, 연구시설, 제반 연구장치
		무형 연구 인프라	포괄적인 기반기술
	사회·문화 구조		

※ 과학기술정책연구원, “국가 기반기술 확보 전략 및 추진 방안”, 2011

1. 국내 연구과제 분석

□ 국내 연구과제 현황

○ 에너지기술평가원 기술별 R&D 현황

- 건물에너지 측정 및 평가기술
 - 전자부품연구원 : 무선센서를 활용한 마이크로 FMES(Factory Energy Management System)를 개발
 - 에코시안 : 자동화된 IPMVP(International Performance Measurement and Verification Protocol) 기반으로 한 에너지 효율 평가 시스템 개발함
 - 한국전자통신연구원 : ICT기반 건물 에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발
 - 버츄얼빌더스 : BIM(Building Information Modeling, USN(Ubiquitous Sensor Networking) 기술을 건물에너지 설계 및 유지관리에 도입함
- 스마트/마이크로그리드 기반의 에너지 관리 및 모니터링 기술
 - 케이티 : 통합에너지 시스템(BEMS, MDMS, BSS 연계)
 - 효성 : 생산그리드(에너지 생산/소비 Unit 간의 전기, 열에너지 그리드화)
 - 나라컨트롤 : 최적관리시스템(에너지소비 최적화 및 예측기술)개발 추진 중
 - 케이티파워 : 실증 테스트베드 Simulation 및 시스템 패키지화 중

- 삼성물산 : Heat Grid 사업화 모델 도출 중임
 - 한국전자통신연구원 : 리트로핏용 BAS 게이트웨이 HW/SW 기술 개발 중
 - 한국에너지 기술연구원 : Test Bed 설계 기반기술 분석 중
 - 나라컨트롤 : 지능형 운영관리 시스템 구조를 설계 중임
 - 지능형빌딩시스템기술연구소 : BGESS(Building Group Energy Supervising System) 및 BEEMS(Building Expert Energy Management System) 구축 사업을 완료함
- 에너지 설비 원격제어 및 통합관리 기술
- 지능형빌딩시스템기술연구소 : 무선형 전력 감지 모듈을 이용한 원격기기 진단 및 관리 시스템 개발
 - 전자부품연구원 : 원격에너지 진단 및 제어기술 개발
 - 제주대학교 : 주택용 원격 점검 및 설비 고장 진단 기술 개발을 완료함
 - 한국건설기술연구원 : 온라인 유지관리 공조시스템 개발
 - 나라컨트롤 : 온라인 공조시스템에 대한 실증연구를 서초동 N빌딩에서 추진
 - 대우건설 : 융복합 저에너지 관리를 위한 PEMS(Portable Environment Monitoring System) 개발
 - 시리우스소프트 : 운영 설비 자동제어를 통한 통합 에너지관리 시스템 개발
 - 전주대학교 : 경기도 및 대전을 대상으로 원격 종합 군관리서비스 개발 추진 중

기술 구분	구분	과제명	주관기간	사업기간	정부출연금 (백만원)
건물에너지 측정 및 평가기술	전략응용	대용량 분산 DB기반의 에너지 소비분석시스템 및 실증 기술개발	KETI	'12.10~' 14.9	600
	전략응용	에너지효율개선율(절감율) 평가기법 개발 및 DB 구축	에코시안	'12.9~' 15.8	940
	전략응용	정보통신기술 기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술개발	ETRI	'12.6~' 15.5	3,380
	전략응용	유비쿼터스 건물 에너지 설계 및 유지관리 기술개발	버추얼빌더스	'9.12~' 11.11	678
스마트/마이크로 그리드 기반의 에너지관리 및 모니터링 기술	미래원천	(세부1) K-MEG 비즈모델 실증 및 사업화	삼성물산	'11.7~' 14.6	17,303
	미래원천	(세부2) K-MEG 에너지 통합운영관리시스템 개발 및 구축	케이티	'11.7~' 14.6	12,381
	미래원천	(세부3) K-MEG 에너지 그리드 구축	효성	'11.7~' 14.6	5,985
	미래원천	(세부4) K-MEG 에너지소비원 최적관리시스템 개발	나라컨트롤	'11.7~' 14.6	12,724
	미래원천	(세부5) DDC 배전 적용 K-MEG 개방형 테스트베드 구축	케이디파워	'11.7~' 14.6	7,217
	전략응용	정보통신기술 기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술개발	ETRI	'12.6~' 15.5	3,380
	전략응용	통합운영 저에너지 건물기술 개발 (세부1) 건물에너지 통합 모듈 패키지확립 및 공통기술 개발	에너지기술 연구원	'07.10~' 10.9	2,754
	전략응용	통합운영 저에너지 건물기술 개발 (세부3) 운영효율 극대화를 위한 건물에너지 네트워크 개발	지능형빌딩 연구소	'07.10~' 10.9	2,016
	상용화	(총괄) 건물에너지 사용설비를 위한 운영관리 데이터 계측 및 제어시스템 개발 실증	나라컨트롤	'10. 6~' 13. 5	5,400
에너지 설비 원격제어 및 통합관리 기술	전략응용	공조설비 성능진단 및 통합형 제어관리 시스템 실증 연구 (세부1) 공조시스템의 통합형 온라인 유지관리시스템 실증연구	건설기술 연구원	'08.10~' 10.9	693
	전략응용	공조설비 성능진단 및 통합형 제어관리 시스템 실증 연구 (세부2) 열원 및 공조설비 통합 최적제어시스템 실증연구	나라컨트롤	'08.10~' 10.9	676

전략응용	첨단 건물의 에너지절약 최적 모듈개발 (세부1) BEMS용 능동형 전력제어 관리 시스템 개발 과제중단	자능형 빌딩 시스템기술 연구소	'08.10~' 11.9	285
전략응용	첨단 건물의 에너지절약 최적 모듈개발 (세부2) 첨단 주택용 에너지컨트롤 모듈 개발	KETI	'08.10~' 11.9	2,250
전략응용	첨단 건물의 에너지절약 최적 모듈개발 (세부3) 공동주택의 사용자측 가변조절형 최적 열공 급 및 관리 시스템 개발	전주대학교	'08.10~' 11.9	2,200
상용화	(총괄) 저에너지 건물 구현을 위한 융복합기술 실증사업	대우건설	'10.10~' 13.9	8,110
상용화	진단기능을 내장한 빌딩 에너지 관리 및 제어 시스템 개발 및 실증	시 리 우 스 소 프 트	'10.6~' 12.5	560
상용화	(총괄) 첨단건물의 SI 에너지절약 최적감시 제어 모니 터링 모듈 실용화 기술 개발	전주대학교	'11.10~' 13.9	200

※ Source : 에기평 R&D Warehouse 2014

□ 국내 연구개발 동향(R&D Warehouse 2014)

- 에너지 절약형 건물의 R&D 연구는 건축기술(Passive) 관점에서 단열을 위한 소재 개발과 에너지관리시스템에 대한 기술개발에 집중됨
 - 빌딩 자동화 기술(BAS) : 건물 조명의 자동제어시스템에 집중하여 연구개발이 진행 중임
 - 빌딩 에너지관리시스템(BEMS) : 운영최적화 알고리즘 개발에 집중하고 있으며, 공조 및 태양광연계, 실시간 모니터링을 통해 에너지절감 20% 이상을 목표로 하고 있으며, 빌딩의 단위설비에 대한 성능 및 효율개선 위주로 진행 중임
- (건물 전주기 설비 및 에너지측정/관리시스템) 건물 운영단계에서 지속적으로 실시간 건물 에너지 효율을 평가할 수 있는 기술개발이 필요함
 - 건물에너지 운영/관리 기술은 신축과 기존건물을 대상으로 실시간 에너지소비 특성을 분석하여 에너지효율을 향상시키는 기술개발이 필요
 - 건물에 대한 지속적인 에너지 소비 절감기술을 확대 보급하기 위해서는 건물 에너지 절감 기술에 대한 실증사업 및 경제성 분석 기술이 필요함
 - 중소형 건물에 대한 특화된 건물 에너지절감 기술 개발 및 보급을 위한 기술 개발이 필요함
 - 지속적으로 건물의 에너지 절감을 위해서는 실시간 커미셔닝 기술개발을 통한 에너지절약전문기업(Energy Service Company, ESCO) 활성화 정책이 필요함
- 시스템에 의해 자동적이고 지속적으로 빌딩의 에너지를 관리 및 절감할 수 있는 기술이 필요함
 - 빌딩의 에너지 절감 성능을 평가할 수 있는 운용 중 빌딩의 에너지절감 성능 평가 기술 필요
 - 빌딩의 에너지 소비를 줄이기 위해서는 설비의 효율개선뿐만 아니라, 빌딩 공간의 에너지 낭비요소에 대한 절감 기술 개발이 필요
- 기술개발과 함께 민간이 수용할 수 있는 정책적인 금융지원 및 유도가 이뤄질 수 있는 효과적인 방안에 대한 연구가 요구됨
 - 기술 개발 지원 후 사업화 할 수 있도록 하는 정부의 사업화 및 상업화 지원도 필요함

- 효율적인 R&D 및 사업화 연계를 위해 수요자와 공급자간에 생태계 구축을 통한 연구개발 결과물이 사업화에 연계될 수 있도록 연구 개발을 추진해야 함
- 또한, 생태계 구축을 통하여 관련 중소기업에 기술 개발을 통해 관련 산업을 활성화 할 수 있도록 해야 함
- 개발된 다양한 기술을 복합적으로 운영 관리할 수 있는 기술의 연구 및 개발이 필요함
 - 실제 건물운영자가 적용할 수 있는 기술과 이를 검증 평가하는 기술 개발이 필요함
- 건물 에너지 절약을 위한 연구개발은 활발히 진행되고 있으나, 에너지 절감에 대한 성능 평가 시스템 및 표준화에 대한 연구 개발은 아직 부족함

2. 선행 연구과제 분석

□ 유사 선행 연구과제 현황

- 본 기획과제와 유사성을 가진 선행 과제로는 ‘고효율 건물에너지 감응형 EMM 플랫폼 기술개발’, ‘건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발’, ‘K-MEG 에너지 통합운영관리시스템 개발 및 구축’ 과제가 있음

주무기관	과제명	연구기간	정부출연금(억)	최종목표	키워드	주관기관
산기평	고효율 건물에너지 감응형EMM 플랫폼 기술개발	2010~2012	18	건물 BAS 시스템 연동기술 개발	BAS DB구축	ETRI
에기평	정보통신기술기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발	2012.6~2015.5	9.8	군관리	건물에너지 소비진단 커미셔닝 개방형 군관리	ETRI
	K-MEG 에너지 통합운영관리시스템 개발 및 구축	2011.7~2014.6	200 미확인	에너지 최적화 및 유지관리	빌딩에너지관리시스템 원격에너지관리시스템 수요반응 에너지 효율화 솔루션	KT

□ 유사 선행 연구과제 분석

- 실증효과를 과제기간 내에 도출하지 못하는 연구일정상의 문제를 해결할 필요 있음
- 선진국 대비 5~10년이라는 기술격차가 존재하는 현실을 감안하여 격차를 줄일 수 있는 기초기술 및 기반기술을 배려하는 실증사업 진행 및 이론적 기반 및 절차적 단계 정립을 기반으로 한 양보다는 질 위주의 실증이 필요함
- 건축물 효율향상 보급 및 확산을 위한 기술 위주로 집중할 필요 있음

기술 분류	상세 기술	진흥원	산기평	예기평	
		본과제	EMM	소비진단	K-MEG
		-	2010년	2012년	2011년
		-	18 억	9.8 억	40 억
주요 차이점	에너지원	전기/열	전기/열	전기/열	전기/열
	실증	○	-	-	○
	건물 형태	신/기축	신축	기축	신/기축
	장비 및 시스템 개발	X	X	제어기 센서	센서 DC 장비 BIPV,HP IGCC
SW	Visualization	○	○		
	정보 보안	○	○		
	Cloud Platform	○	○	○	○
	개별 건물 Platform				○
	모바일 Platform	○			
HW	제어기			○	
	게이트웨이			○	
	센서 및 계량기			○	○
정보 연동	BAS 연동	○	○	○	
	전사 관리 연동	○			
	요금 정보 연동	○			
	운전 정보 연동	○			
	군관리 정보 연동	○			
Contents 분석 기능	건물 에너지 평가	○	○		○
	에너지 모델링	○		○	○
	에너지 수요 예측	○	○	○	
	Benchmarking	○		○	
	Gap 분석	○		○	
	질감량 분석	○	○		
Contents 최적화 기능	DR 및 ADR 기술	○	○		○
	에너지 계통 최적화	○			○
	에너지 수요 최적화	○			○
	BAS 연동 최적화	○			
	장비 예방진단 관리	○	○	○	○
Contents 미래 적용	자동차-건물 연동				
	건물-계통 연동				○
	Smart City				○

3. 전문가 수요조사

- 전문가 설문조사/ 1·2차 분과위원회 / 산업계 전문가 간담회 결과
- BEMS 보급 확산에 가장 필요한 이슈사항
 - 1. 에너지절감에 대한 정량적 효과 제시 & 실증을 통한 ROI 검증(시장/기술)
 - 2. M&V 신뢰성

	키워드	이슈 사항	전문가 설문 조사	1차 분과 위원회	2차 분과 위원회	산업계 전문가 회의	중요도 (최상:4)
제도	법	시행 법령의 미흡	○			○	2
	정책	체계적 정책 지원	○			○	2
		지원정책(보조금, 인센티브)	○				1
		비용조달 모델 개발			○		1
		규제정책				○	1
시장	ROI	ROI 검증(실증) 및 신뢰성	○	○		○	3
	효과	에너지절감에 대한 정량적 효과	○	○	○	○	4
	인식	건물주의 인식 부족	○				1
		BEMS 효과 과대 포장	○				1
	BM	초기 구축비용 부담	○				1
BEMS 비즈니스모델 개발(보급형)			○		○	2	
기술	Infra	BEMS Platform 개발			○	○	2
		ICT 융복합을 통한 에너지관리·운영				○	1
		국가 차원의 BEMS 적용 기준		○			1
	평가	M&V 신뢰성		○	○	○	3
		Baseline 기준 설정 및 검증			○	○	2
	측정	센싱 기술/지능형 센서	○				1
		HW의 사물인터넷 동향 반영	○				1
		부품소재 국산화	○				1
		표준화로 시스템 호환성 확보	○				1
	분석	분석 소프트웨어 개발	○				2
		에너지 빅데이터 분석 기술	○				2
		재실자 기준 에너지관리 모형 개발	○				1
		분석/모델링 전문인력 부재	○				1
	최적화	건물 용도/규모에 따른 최적화 솔루션	○			○	2
		최적화 알고리즘(SW)			○	○	2
커미셔닝				○	○	2	
실증		건축물 용도/규모에 따른 실증	○	○			2
		실증현장에서 에러 최소화 및 효율 향상	○				1
		랜드마크형 실증 사이트 선정 및 구축	○				1
		실증 통한 ROI 검증(BM 타당성)		○	○	○	3
		한전 스마트그리드 사업과 연계(DR)	○				1

5절. 종합분석

1. 국내의 정책 및 시장분석

가. 국내의 정책분석

- 유사한 제도들에 대해서는 제도 간 중첩되지 않는 범위에서 효율적인 개정 필요
 - (법·제도 보완의 필요성) 건축물 에너지효율관리를 위한 제도가 법령이 아닌 행정규칙의 형식으로 구체화되고 있으므로, 기존의 행정규칙 형식으로 제정된 기준들에 대해 위임근거를 만들어야 함
- 현행 법체계하에서 에너지효율관리를 규정하고 있는 제도들은 대체로 기존건축물 보다는 신축건축물에 초점에 맞춰진 제도에 가까우며 기존건축물을 방치하고서는 효과적인 건축물 에너지효율향상은 이루어질 수 없으므로, 기존건축물에 대한 제도적 수단 도입이 필요함
 - (정책 필요성) 기존 건축물에 대한 정책적 수단 도입이 필요함
 - (시장 확대 방안) 기존 건축물의 에너지효율향상을 위하여 확실한 ROI 제시 필요
- 대형건축물에 비해 에너지절약 사업 효과가 크지 않은 주택 등 소규모 건축물에 대해서도 ESCO 사업 활성화 등의 지원제도의 근거를 마련할 필요 있음
 - (정책 필요성) 기존 건축물에 대한 정책적 수단 도입이 필요함
 - (시장 확대 방안) 주거용 및 소규모 건물에 대한 지원 제도 및 비즈니스 모델 개발 필요
- 민간부분에서 건축물 에너지효율관리가 활성화되지 못하고 있음을 고려하여 다양한 인센티브 방식을 개발할 필요 있음
 - (정책 필요성) 민간 건축물에 대한 다양한 정책적 수단 도입이 필요
 - (시장 확대 방안) 민간 건축물에 대한 비즈니스 모델 개발 필요

시사점

1. 건물 에너지 관련 법령의 체계화 필요
2. 기존 건축물 및 민간 건축물에 대한 정책적 수단 도입 필요
3. 시장 확산을 위한 비즈니스 모델 개발 필요

나. 국내외 시장분석

- 해외 업체는 과거 BAS 전문업체로써 빌딩서비스통합 기술 기반으로 BEMS 시장에 접근하는 반면 국내업체는 주로 통신,SI 업체들로써 ICT 기술 기반으로 BEMS 시장에 접근하여 시장구조 및 특성이 상이함
- 건축프로젝트의 건축 계획 및 설계단계부터 시공, 운영단계에 걸쳐 관련 실무자가 참여하고 전 과정과 연계되는 건물 자체 특성에 초점을 맞춘 통합적인 BEMS 구축 필요
- 국내 그린 빌딩 시장의 경우 핵심 기술력 부재라는 낮은 기술력 극복을 위해 기술 R&D 및 시범사업을 추진 중이며, 해외의 경우 보급 확산을 위해 정부차원의 실증 사업 활성화
- 현재 정책적으로 기존 건설 환경에서 그린 빌딩을 추구하는 환경으로 전환을 꾀하고 있으나 그린 빌딩에 대한 사회적 인프라 및 컨센서스가 형성되지 않아, 이로 인한 다방면의 장애요인들이 발생
- 국내 BEMS의 에너지절감 효과에 대한 인식 차이가 큼
 - 가이드라인 수준의 정량적 에너지절감 효과 제시 필요
 - 도입업체: 평균 9% 절감. 미도입업체: 26% 절감 기대
- 글로벌 Big 5 주요 BEMS 공급업체들이 인터넷/무선기술/Cloud 기술을 보유한 기업을 전략적 인수하여 솔루션 확장
 - 글로벌 Big 5 업체 뿐 아니라, 해외 장비업체 및 SW 업체들이 중점분야 외에 타 분야로 서비스를 확장하거나 패키지 서비스를 제공

시사점
<ol style="list-style-type: none"> 1. ICT 업체가 주도하는 국내와 BAS 전문업체가 주도하는 해외의 시장구조 및 특성이 다르므로 해외 벤치마킹 시 국내의 법제도 및 시장, 기술 등을 통합적으로 고려해야 함 2. 건물의 전 과정과 연계되는 건물 자체 특성에 초점을 맞춘 통합적인 BEMS 구축 필요 3. 핵심 기술력 부재 극복을 위하여 건물 에너지 기술 R&D를 통하여 기초/기반기술을 확보하는 노력이 1차적으로 요구되며, 기술 격차를 줄일 수 있는 기초기술 바탕위에 보급 확산을 위한 실증 사업이 필요함 4. BEMS의 에너지절감 효과에 대한 인식 차이가 크므로 가이드라인 수준의 정량적 에너지절감 효과 제시 필요 5. 건물에너지 관리에 ICT를 활용하여 선진국과의 기술격차를 줄이는 노력이 필요함 6. 해외 업체의 서비스 영역 확장 및 패키지 서비스 전략에 대비하여 건물 관련 업종의 에너지관리 비즈니스 모델 개발에 대한 고민이 장기적인 관점에서 필요함

2. 기술개발 동향 및 인프라 분석

가. 기술개발 동향

- 에너지 절약형 건물의 R&D 연구는 건축기술(Passive) 관점에서 단열을 위한 소재 개발과 에너지관리시스템에 대한 기술개발에 집중됨
 - 빌딩 에너지관리시스템(BEMS) : 운영최적화 알고리즘 개발에 집중하고 있으며, 빌딩의 단위설비에 대한 성능 및 효율개선 위주로 진행 중임
- (건물 전주기 설비 및 에너지측정/관리시스템) 건물 운영단계에서 지속적으로 실시간 건물 에너지 효율을 평가할 수 있는 기술개발이 필요함
 - 건물에너지 운영/관리 기술은 신축과 기존건물을 대상으로 실시간 에너지소비 특성을 분석하여 에너지효율을 향상시키는 기술개발이 필요
 - 건물에 대한 지속적인 에너지 소비 절감기술을 확대 보급하기 위해서는 건물 에너지 절감 기술에 대한 실증사업 및 경제성 분석 기술이 필요함
 - 중소형 건물에 대한 특화된 건물 에너지절감 기술 개발 및 보급을 위한 기술 개발이 필요함
 - 지속적으로 건물의 에너지 절감을 위해서는 실시간 커미셔닝 기술개발을 통한 에너지절약전문기업(Energy Service Company, ESCO) 활성화 정책이 필요함
- 기술개발과 함께 민간이 수용할 수 있는 정책적인 금융지원 및 유도가 이뤄질 수 있는 효과적인 방안에 대한 연구가 요구됨
 - 효율적인 R&D 및 사업화 연계를 위해 수요자와 공급자간에 생태계 구축을 통한 연구개발 결과물이 사업화에 연계될 수 있도록 연구 개발을 추진해야 함
 - 또한, 생태계 구축을 통하여 관련 중소, 중견 기업에 기술 개발을 통해 관련 산업을 활성화 할 수 있도록 해야 함
- 개발된 다양한 기술을 복합적으로 운영 관리할 수 있는 기술의 연구 및 개발이 필요함
 - 실제 건물운영자가 적용할 수 있는 기술과 이를 검증 평가하는 기술 개발이 필요함
- 에너지 절감에 대한 성능 평가 시스템 및 표준화에 대한 연구 개발은 아직 부족함

시사점

1. 건물에 대한 지속적인 에너지 소비 절감기술을 확대 보급하기 위해서는 건물에너지 절감 기술에 대한 실증사업 및 경제성 분석 기술이 필요함
2. 중소형 건물에 대한 특화된 건물 에너지절감 기술 개발 및 보급을 위한 기술 개발이 필요함
3. 지속적으로 건물의 에너지 절감을 위해서는 실시간 커미셔닝 기술개발을 통한 에너지절약전문기업(ESCO) 활성화 정책이 필요함
4. 실제 건물운영자가 적용할 수 있는 기술과 이를 검증 평가하는 기술개발이 필요함

나. 기술개발 인프라 분석

□ ICT 활용 건물에너지 효율관리 분야 연구범위 비교

- 국내 BEMS 시장의 기술분류는 대체로 측정/분석/제어 방식으로 ①②⑤에 해당하는 반면 유럽은 보다 광범위한 연구범위를 설정
- 국내 그린 빌딩 시장의 기술 분류는 건설 프로세스 또는 생애주기별로 나누는 시도를 하고 있으나 시장 분석을 하기에는 미흡한 수준으로 시장 성숙과 더불어 점진적으로 발전할 것으로 전망
- 현재 지능형 제어 및 통합기술 위주의 연구개발에서 물리적 범위를 확대하여 수요관리, 서비스 범위를 확대하여 사용자 중심 연구주체의 확장 필요
- 사용자 인식 및 의사결정지원 도구의 경우 비즈니스모델 개발과 연관성이 높은 분야로써 상대적으로 유럽과 미국이 발달함

□ 유사 선행 연구과제 분석

- 실증효과 분석을 과제기간 내에 도출하지 못하는 연구일정상의 문제를 해결할 필요 있음
- 선진국 대비 5~10년이라는 기술격차가 존재하는 현실을 감안하여 격차를 줄일 수 있는 기초기술 및 기반기술을 배려하는 실증사업 진행 및 이론적 기반 및 절차적 단계 정립을 기반으로 한 양보다는 질 위주의 실증을 목표로 함
- 건축물 효율향상 보급 확산을 위한 기술 위주로 집중할 필요 있음

□ 전문가 수요조사

- 여러 차례에 걸친 전문가 수요조사 결과, BEMS 보급 확산을 위해 필요한 이슈사항으로 에너지 절감에 대한 정량적 효과 제시 및 실증 통한 ROI 검증을 1순위로 꼽음

시사점
<ol style="list-style-type: none"> 1. 국내 ICT 활용 건물에너지관리 국책과제의 연구범위는 선진국과 비교하여 연구범위가 좁은 편으로 현재 지능형 제어 및 통합기술 위주로 진행 중이며 ‘수요관리’ 및 ‘사용자의 의사결정지원 도구’ 부분의 연구는 미흡함 2. 실증효과 분석이 과제기간 내 도출이 가능한 연구일정 수립 필요 3. 건축물 효율향상 보급 확산 위주의 기초기술 및 기반기술 개발이 수반되는 실증사업 진행 4. BEMS 보급 확산을 위하여 에너지 절감에 대한 정량적 효과 제시 및 실증을 통한 ROI 검증이 필요함

3. 동향 종합분석 및 전문가 수요조사의 연구과제 반영방안

□ 동향 종합분석 및 전문가 수요조사 결과

구분	동향 종합분석	전문가 수요조사
정책	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 에너지 관련 법령의 체계화 필요 • 기존 건축물 및 민간 건축물에 대한 정책적 수단 도입 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 시행 법령의 미흡 • 체계적 정책 지원 필요
시장	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 업체가 주도하는 국내와 BAS 전문업체가 주도하는 해외의 시장구조 및 특성이 다르므로 해외 벤치마킹 시 국내의 법제도 및 시장, 기술 등을 통합적으로 고려해야 함 • 건물의 전 과정과 연계되는 건물 자체 특성에 초점을 맞춘 통합적인 BEMS 구축 필요 • 핵심 기술력 부재 극복을 위하여 건물 에너지 기술 R&D를 통하여 기초/기반기술을 확보하는 노력이 1차적으로 요구되며, 기술 격차를 줄일 수 있는 기초기술 바탕으로 보급 확산을 위한 실증 사업이 필요함 • BEMS의 에너지절감 효과에 대한 인식 차이가 크므로 가이드라인 수준의 정량적 에너지절감 효과 제시 필요 • 건물에너지 관리에 ICT를 활용하여 선진국과의 기술격차를 줄이는 노력이 필요함 • 해외 업체의 서비스 영역 확장 및 패키지 서비스 전략에 대비하여 건물 관련 업종의 에너지관리 비즈니스 모델 개발에 대한 고민이 장기적인 관점에서 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS의 에너지절감에 대한 정량적 효과 제시 필요 • 실증 통한 ROI 검증 • ROI 신뢰성 • BEMS 비즈니스모델 개발 필요 • 건축물 용도/규모에 따른 실증
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 중소형 건물에 대한 특화된 건물 에너지절감 기술 개발 및 보급을 위한 기술개발이 필요함 • 지속적으로 건물의 에너지 절감을 위해서는 실시간 커미셔닝 기술개발을 통한 에너지절약전문기업(ESCO) 활성화 정책이 필요함 • 실제 건물운영자가 적용할 수 있는 기술과 이를 검증 평가하는 기술개발이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS Platform 개발 • 에너지 빅데이터 분석 기술 • 분석SW 개발 • 건물 용도/규모에 따른 최적화 솔루션 개발 • 최적화 알고리즘 개발 • 커미셔닝 기술 개발 • M&V 신뢰성 필요 • Baseline 기준 설정 및 검증
기술개발 인프라	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 ICT 활용 건물에너지관리 국책과제의 연구범위는 선진국과 비교하여 연구범위가 좁은 편으로 현재 지능형 제어 및 통합기술 위주로 진행 중이며 ‘수요관리’ 및 ‘사용자의 의사결정지원 도구’ 부문의 연구는 미흡함 • 실증효과 분석이 과제기간 내 도출이 가능한 연구일정 수립 필요 • 건축물 효율향상 보급 확산 위주의 기초기술 및 기반기술 개발이 수반되는 실증사업 진행 • BEMS 보급 확산을 위하여 에너지 절감에 대한 정량적 효과 제시 및 실증을 통한 ROI 검증이 필요함 	

※ 동향 종합분석 : 정책/시장/기술/인프라 부문 시사점

※ 전문가 수요조사 : 중요도 2 이상

□ 본 과제 반영방안

○ 단기 보급 활성화 방안 → 연구개발 과제로 구성

- 대상 : 신축 건물 외에 기존 건축물, 중소형 건물 포함
- 정책 : 법제도 보완 및 체계적 정책 지원을 위한 정책 연구

- 기술 : 에너지절감 정량적 효과 제시를 목표로 기술 개발
 - 실시간 커미셔닝 기술 개발
 - 건물에너지관리를 위한 평가/분석/제어(최적화) 기술 개발
 - ICT 활용한 플랫폼, 빅데이터 분석기술 개발
 - 수요관리 및 사용자의 의사결정지원을 돕는 기술 개발
- 추진전략
 - 기초/기반기술과 고도화기술로 구분
 - 실증은 에너지절감 정량적 효과 제시 및 ROI 검증을 통한 보급 활성화를 목적
 - 실증 기간은 연구과제 개발 기간 내에 효과 분석이 가능하도록 일정 수립

○ 중장기 보급 활성화 방안 → 정책 연구개발 과제에 포함

- 정책 연구개발 과제는 현재 이슈사항 및 중장기적 이슈사항을 포함하여 연구

구분	본 기획과제 반영방안 (단기 보급 활성화 방안)	중장기적 반영방안 (중장기 보급 활성화 방안)	
연구 대상	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 건축물 및 민간 건축물에 대한 정책적 수단 도입 필요 • 중소형 건물에 대한 특화된 건물 에너지절감 기술 개발 및 보급을 위한 기술개발이 필요함 		
연구 내용	정책	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 에너지 관련 법령의 체계화 필요 • 시행 법령의 미흡 보완 필요 • 체계적 정책 지원 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • (시장) ICT 업체가 주도하는 국내와 BAS 전문업체가 주도하는 해외의 시장구조 및 특성이 다르므로 해외 벤치마킹 시 국내의 법제도 및 시장, 기술 등을 통합적으로 고려해야 함 • (시장) 건물의 전 과정과 연계되는 건물 자체 특성에 초점을 맞춘 통합적인 BEMS 구축 필요 • (시장) 에너지절약전문기업(ESCO) 활성화 정책 필요함 • (시장) 건물 생애주기 기반 통합적인 BEMS 구축 • (시장) BEMS 비즈니스 모델 개발 필요
	기술	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS의 에너지절감에 대한 정량적 효과 제시 필요 • 지속적으로 건물의 에너지 절감을 위해서는 실시간 커미셔닝 기술개발 • 건물에너지 관리에 ICT를 활용하여 선진국과의 기술격차를 줄이는 노력이 필요함 • BEMS Platform 개발 • 에너지 빅데이터 분석 기술 • 분석SW 개발 • 건물 용도/규모에 따른 최적화 솔루션 개발 • M&V 신뢰성 필요 • (기술) 국내 ICT 활용 건물에너지관리 국책과제의 ‘수요관리’ 및 ‘사용자의 의사결정지원 도구’ 부문의 연구는 미흡함 	
	실증	<ul style="list-style-type: none"> • 실증 통한 ROI 검증 • 건축물 용도/규모에 따른 실증 	
추진 전략	<ul style="list-style-type: none"> • 핵심 기술력 부재 극복을 위하여 건물 에너지 기술 R&D를 통하여 기초/기반기술을 확보하는 노력이 1차적으로 요구되며, 기술 격차를 줄일 수 있는 기초기술 바탕위에 보급 확산을 위한 실증 사업이 필요함 • 건축물 효율향상 보급 확산 위주의 기초기술 및 기반 기술 개발이 수반되는 실증사업 진행 • 실증효과 분석이 과제기간 내 도출이 가능한 연구일정 수립 필요 		

※ Bold : 동향 종합분석과 전문가 수요조사 결과 중복항목

※ 밑줄 : 중복항목 중 빈도수가 높은 항목

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 비전

본 기획과제는 BEMS를 활용하여 「녹색건축물 조성 지원법」상의 ‘녹색건축물’ 확산에 이바지 할 수 있도록 스마트한 건물 에너지 관리 및 쾌적한 실내환경 조성을 비전으로 삼음

- “녹색건축물”이란 「저탄소 녹색성장 기본법」 제 54조에 따른 건축물*과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물을 말한다.

※ 에너지이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물

2. 목표

본 기획과제는 BEMS 보급·확산을 위한 ICT 기술을 활용한 건물에너지관리 기술 개발을 과제목표로 하며 연구개발 목표는 아래와 같음

□ 연구개발 목표

- 에너지 절감 기술 개발
 - 건물 용도별/규모별 최적 에너지 절감 기술 도출
- 표준 가이드라인 도출
 - 건축물 에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 Guideline 수립
- BEMS 보급 활성화 방안 제시

□ 연구개발 추진전략

- 본 기획과제의 연구개발 기간 내 실현 가능한 항목은 단기 보급 활성화 방안으로 구성하며 중장기 접근이 필요한 항목은 정책 연구개발 과제에서 연구함
- 본 기획과제의 실증 효과 분석이 가능하도록 1차년도 실증 준비기간(Baseline year)을 거쳐 2차년도에 1차 검증, 3차년도에 2차 검증을 목표로 실증일정 수립
- BEMS 보급 확산을 위하여 기초/기반기술 개발의 바탕위에 기초기술과 고도화기술 2 Track으로 분리하여 실증에 적용함

비 전

스마트한 건물 에너지 관리 및 쾌적한 실내환경 조성

연구 목표

- ‘BEMS 보급·확산을 위한 ICT 기술을 활용한 건물에너지관리기술 개발’
1. 에너지절감 기술개발
 2. 표준 가이드라인 도출
 3. BEMS 보급활성화 방안 제시

핵심 전략 목표

세부 과제	BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발	사용자 기반의 건물에너지관리시스템 (BEMS) 실증 연구
	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	BEMS 기초기술 (2)	건축물 에너지 효율관리 실증 연구
연구 개발 과제	BEMS 보급 활성화 연구	BEMS 고도화 기술 (4)	건축물 에너지 수요관리 실증 연구
			ICT기반 BEMS Platform 연구

2. 세부 기술개발 설정 및 설정 근거

가. 세부 개발기술 설정

○ 연구목표에 맞춰 설정한 세부과제의 정의는 다음과 같음

핵심 전략목표	세부과제 기술 정의
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	건물 에너지 관리 분야의 기술적 기반 및 활성화 기반 구축을 목적으로 건물 에너지 관리 기술의 절차 및 체계에 대한 표준을 제시하며, 건물 에너지 관련 법제도 및 지원정책 연구를 통한 성공적 제도 정착 및 건물 에너지 관리 활성화 방안 수립
BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발	BEMS에 최적화된 시뮬레이션 모델링 기술을 개발하고, 수립된 모델을 기반으로 BEMS 최적 운영 기술 및 건물에서 에너지 소비 대상인 건물 에너지 사용설비 분야의 최적 제어 및 효율적인 에너지 관리를 통한 에너지 절약으로 건물 에너지 효율 향상 및 경제성 확보를 위한 솔루션 개발
사용자 기반의 건물에너지 관리시스템 (BEMS) 실증 연구	Cloud BEMS Platform 기반의 건물 에너지 효율관리 및 수요관리 부문에 BEMS 기초기술과 고도화 기술을 실증하여 건물의 에너지 사용량을 실제로 절감하는데 필요한 가이드라인을 연구 결과로써 도출

○ 연구목표에 맞춰 설정한 세세부과제 개발기술의 정의는 아래와 같음

핵심 전략목표	개발 기술	기술 설명
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	건축물 에너지관리 기술의 절차 및 체계에 대한 Guideline 기준의 표준화 연구 및 평가기준/측정/분석/최적화 표준화 연구
	BEMS 보급 활성화 연구	건물에너지 관리와 관련된 법령·정책·제도 연구 및 건물에너지관리 로드맵 수립을 통한 BEMS 보급 활성화 방안 도출
BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발	BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	BEMS를 이용하여 건물 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등도 동시 고려하여 소비되는 에너지의 최소화 아닌 최적화를 추구하는 능동형 스마트 BEMS 기술
	BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	건물에너지 성능 진단 및 평가 등을 통하여 에너지 절감을 높이기 위한 기술을 개발
	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	건물의 용도나 규모에 맞는 실용 기술을 개발하기 위한 솔루션을 제공하기 위하여, 주거용 Home Automation, Home Energy Management System 및 소규모 건물용 BEMS의 연구를 기반으로 하는 실용 가능한 개별 시스템의 최적 운전 기술과 상호간 연동 기술을 개발함
	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	BEMS 측정 데이터를 기반으로 시뮬레이션 모델을 자가 구성하고 자가 최적화하는 기술을 개발하고 개발된 자가 구성 기술과 최적화 기술을 H/W와 결합함
	BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	‘BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구’는 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 다양한 BEMS에 의해 생산된 이질적 데이터들을 통합 관리하기 위한 저장 시스템 구축 및 운영과 관련된 기술임.
	건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	건물의 기획, 설계단계에서부터 건물의 용도와 목적에 맞는 BEMS를 적용하고 그 성능을 객관적으로 평가하여 BEMS가 건물에 적용되었을 때 에너지 효율화에 대한 기대치를 객관적으로 확인하고 에너지 누수가 없는 최적의 에너지 운영 표준 모델을 개발

사용자 기반의 건물에너지 관리시스템 (BEMS) 실증 연구	건축물 에너지 효율관리 실증 연구	BEMS 실증 현장의 구축 및 장기간 운영을 통하여 실제 건물 건축 및 운영 단계에서 활용할 수 있는 BEMS 가이드라인 연구
	건축물 에너지 수요관리 실증 연구	스마트그리드의 수요반응 요소기술과 BEMS 기술의 상호 연동을 위한 최적연동 기술을 개발하여 각각의 구성요소와 외부환경 등을 고려한 실증을 수행하며, 수요자원에 대한 모니터링, 평가, 정산 등의 일련의 작업을 BEMS와 연동하여 자동으로 처리하는 기술 개발
	ICT 기반 BEMS Platform 연구	주거용을 포함한 신축/기축/개보수 건물에 적용가능한 Platform을 구축하고 BEMS 기술을 이용한 에너지절감 기술 및 국제 표준의 건축물 분석기법을 도입하여 Platform 개발

나. 세부 개발기술 설정 근거

□ 기술개발 과제 [2세부: BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발]

구분	세부 기술	상세 구분	기술 수준	활용가능 기술	수정보완 필요기술	신규개발 필요기술	관련 과제	
평가	사용자 평가 Tool	빛 환경	75%	●			2-1	
		열 환경	75%	●			2-1	
		IAQ 환경	75%	●			2-1	
	에너지 생산/수요	전력 생산		75%	●			1-1
		열 생산		75%	●			1-1
		전력 평가		50%	●	●		1-1
		열 평가		50%	●			1-1
	에너지 평가 Tool	신축 건물 평가 Model		50%	●	●		2-6
			평가 Model	50%	●	●		2-4
		기축 건물 평가 Model	평가 지표	50%	●	●	●	2-4
			지역 보정	50%	●	●	●	2-4
Benchmarking			25%	●	●	●	2-4	
절감량	75%	●				1-1		
측정	센서 정보 처리	에너지(전기 및 열) 측정	100%	●			1-1	
		최대수요 측정	100%	●			1-1	
		KPI 측정	75%	●			1-1	
		기상청 연동	75%	●	●		1-1	
	상호 운용성	BACnet Protocol	75%	●			3-1/3-2	
		Priority Level 표준	75%	●			3-1/3-2	
		관계점 표준	50%	●			3-3	
	군관리 정보 처리	건물 정보	50%	●			3-3	
		군관리 정보	50%	●			3-3	
		녹색건축물센터 정보	50%	●	●	●	3-3	
	데이터 유효성 검증	측정 Meter기 기본 기능	25%	●			1-1	
DB 분석 기본		25%	●			1-1		
분석	에너지 Model	건물에너지 Model	50%	●	●		2-4	
		부하원별 Model	50%	●	●		2-4	
		장비별 Model	50%	●	●		2-4/2-5	

	최대수요 Model	Zone별 Model	25%	●	●	●	2-5	
		최대수요 예측 Model	75%	●	●		2-5	
		최대수요 평가 Model	75%	●	●		2-5	
	분석 절차	KPI 분석 Model	75%	●	●	●	1-1	
		시 계열 분석 Model	75%	●	●		1-1	
		Model 허용오차	75%	●			1-1	
	최적화	ISO 16484 기능	공조 BAS 기능	75%	●	●		2-1/2-3
			열원 BAS 기능	75%	●	●		2-1
			전력 BAS 기능	75%	●			2-1
조명 BAS 기능			100%	●			2-1	
Ongoing Commission 기능		공조 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2	
		열원 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2	
		동력 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2	
		조명 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2	
FDD 분석		계통의 FDD	25%	●	●	●	2-2	
		단위 장비의 FDD	25%	●	●	●	2-2	
수요관리 자원 분석		공급 관리자원 분석	50%	●			3-2	
		수요 관리자원 분석	75%	●			3-2	
		에너지 절감 Report	75%	●	●		3-2	

□ 실증 과제 [3세부: 사용자 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 실증 연구]

○ 실증과제 기술수준

구분	세부 기술	상세 구분	기술 수준	활용 가능 기술	수정 보완 필요 기술	신규 개발 필요 기술	관련 과제
(3-1) 효율 관리 실증	ISO 16484 기능	공조 BAS 기능	75%	●	●		2-1
		열원 BAS 기능	75%	●	●		2-1
		전력 BAS 기능	75%	●			2-1
		조명 BAS 기능	100%	●			2-1
	Ongoing Commission 기능	공조 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2
		열원 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2
		동력 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2
		조명 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2
FDD 분석	계통의 FDD	25%	●	●	●	2-2	
	단위 장비의 FDD	25%	●	●	●	2-2	
(3-2) 수요 관리 실증	수요관리 자원 분석	공급 관리자원 분석	50%	●			3-2
		수요 관리자원 분석	75%	●			3-2
		에너지 절감 Report	75%	●	●		3-2

○ 에너지절감 10% 목표에 해당되는 에너지절감 요소

- 목표 절감율 분석 (1차 에너지 기준)

항목	산출 절감율	목표 절감율	부하원별 절감 목표	에너지원별 절감 목표	
				전기	가스
효율 관리	11.6 %	10 %	동력 4%, 냉방 1%, 난방 5%	7 %	3 %
수요 관리	10.5 %	10 %	공급 자원 7%, 수요 자원 3%	10 %	-

- 세부기술별 산출 절감율 분석 도표

구분	세부 기술	상세 구분	적용 부하원	에너지 비율	단위 절감율	건물 산출 절감율	절감 에너지원
(3-1) 효율 관리 실증	ISO 16484 기능	공조 BAS 기능	동력	24%	5%	1.2%	전기
		열원 BAS 기능	냉난방	40%	10%	4.0%	전기/가스
		전력 BAS 기능	전열	13%	-	-	-
		조명 BAS 기능	전등	17%	-	-	-
	Ongoing Commission 기능	공조 계통 Commission	동력	24%	5%	1.2%	전기
		열원 계통 Commission	냉난방	40%	5%	2.0%	전기/가스
		동력 계통 Commission	동력	24%	-	-	-
		조명 계통 Commission	전등	30%	-	-	-
	FDD 분석	계통의 FDD	동력+	64%	-	-	-
		단위 장비의 FDD	냉난방	64%	3%	3.2%	전기
합계						11.6%	전기/가스
(3-2) 수요 관리 실증	수요관리 자원 운영	공급 관리자원 운영	수요	100%	7.5%	7.5%	전기
		수요 관리자원 운영	수요	100%	3%	3.0%	전기
		에너지 절감 Report	수요	100%	-	-	-
	합계						10.5%

[참조] 비 주거용 대표 건물에서의 에너지 비율 설정 (1차 에너지 기준)

부하원	전등	전열	동력	냉방	난방	급탕	취사	합계
에너지 비율	17%	13%	24%	8%	32%	5%	1%	100%
에너지원	전기	전기	전기	전기	가스	가스	가스	전기 62% 가스 38%

2절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

1. 핵심기술요소(CTE) 도출

○ 핵심기술요소(CTE) 선정

체크리스트	비고
1. 이 기술이 사용요구조건, 비용·일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?	반드시 충족 하나 이상 충족
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한(실패)위험이 예상되는가?	
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가?	
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발 시 변경된 기술인가?	
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?	
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?	

○ 핵심기술요소(CTE) 후보

No.	기술명	체크리스트						CTE 선정
		1	2	3	4	5	6	
CIE 후보1	설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	○			○			○
CIE 후보2	성능진단 및 커미셔닝 기술개발	○	○	○			○	○
CIE 후보3	데이터기반 시뮬레이션 모델 개발	○			○	○		○
CIE 후보4	건물 에너지 관리 Forward 표준 모델 개발	○			○			○
CIE 후보5	단위설비 운영 및 에너지 데이터 계측 시스템	○						
CIE 후보6	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용기술 개발	○			○			○
CIE 후보7	에너지 빅데이터 분석 및 분석을 통한 Cloud BEMS 적용 기술	○		○				○
CIE 후보8	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	○		○				○

※ 3세부과제는 실증 과제(2세부 기초기술 검증)로써 CTE 선정에서 제외됨

○ 핵심기술요소(CTE) 목록

No.	기술명	최종성과물 유형	최종 TRL
CTE 1	설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	시스템	TRL 6
CTE 2	성능진단 및 커미셔닝 기술개발	SW	TRL 7
CTE 3	데이터기반 시뮬레이션 모델 개발	SW	TRL 7
CTE 4	건물 에너지 관리 Forward 표준 모델 개발	SW	TRL 7
CTE 5	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용기술 개발	SW	TRL 7
CTE 6	에너지 빅데이터 분석 및 분석을 통한 Cloud BEMS 적용 기술	시스템	TRL 7
CTE 7	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	기법	TRL 7

2. 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구 과제 명	ICT기반 건물에너지관리시스템 도입기반 구축 및 실증 연구			유형	현장 적용	
프레임워크	선행단계	시제품 제작 및 시연	현장적용	제품화/실용화		
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도 (종료)
마일스톤 일정		2014. 8	2015.12.31	2016.12.31	2017.12.31	2018.12.31
No.	기술명					
CTE 1	설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6
CTE 2	성능진단 및 커미셔닝 기술개발	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7
CTE 3	데이터기반 시뮬레이션 모델 개발	TRL 3	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 7
CTE 4	건물 에너지 관리 Forward 표준 모델 개발	TRL 6	TRL 6	TRL 6	TRL 7	TRL 7
CTE 5	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용기술 개발	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7
CTE 6	에너지 빅데이터 분석 및 분석을 통한 Cloud BEMS 적용 기술	TRL 3	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 7
CTE 7	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	TRL 3	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 7

3절. 연구개발과제 구성

□ 본 과제의 연구개발과제 구성은 아래와 같음

○ 세부과제간 연계성이 높은 연구개발 구성체계로써 세세부과제별 성과목표 수립에 있어 높은 정밀도가 요구됨

- 기술개발[2세부] → 실증[3세부] → 기술 표준화[1세부]

구분	핵심 전략 목표	#	세세부과제
정책개발	1세부과제 BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	1-1	BEMS 성능분석 및 표준화 연구
		1-2	BEMS 보급 활성화 연구
기술개발	2세부과제 BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발	2-1	BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발
		2-2	BEMS 기반 건물에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술개발
		2-3	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발
		2-4	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영
		2-5	BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구
		2-6	건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발
실증	3세부과제 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 (BEMS) 실증 연구	3-1	건축물 에너지 효율관리 실증 연구
		3-2	건축물 에너지 수요관리 실증 연구
		3-3	ICT 기반 BEMS Platform 연구

□ 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

과제명	기존 연구과제		검토결과		
	과제명	주요 연구내용	중복도 (1-5)	차별성	연계방안
2세부과제 BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발					
(2-1) BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	K-MEG 실증사업	에너지 생산과 사용을 효율적으로 운영하여 제로에너지 건물, 에너지 자급도시 구현을 위한 에너지 토털 솔루션 구축 및 실증연구 사업으로써 건물(군)을 대상으로 한 에너지 및 운전상황 실시간 모니터링 시스템 구축을 바탕으로 에너지 관리 및 효율적 분배	1	대상 건물(군) 전체의 최종 에너지 소비패턴 분석 및 분배에만 국한된 기존연구와 달리 개별 공간의 실내환경의 질적 평가를 기반으로 시스템 운전의 최적화 및 에너지	기존 연구결과에서 얻어진 실시간 데이터 수집 및 통합분석 방법, 빅데이터 개념의 데이터 분석기법 등을 연계하여 본 연구결과의 기술적 범위를

		시스템의 실증		소비의 효율화를 위한 기술개발	넓히는 방안을 모색
(2-2) BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	ICT 기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발	기존 건물의 에너지 성능과 설비 효율을 향상시키기 위해 정보통신 기술을 기반으로 건물에서의 에너지소비량 및 운전상태의 실시간 측정과 검증을 통해 건물과 설비의 에너지 이용효율 향상과 그에 따른 에너지의 소비 절약을 위한 건물에너지 자동진단 및 최적 관리시스템 기술개발	1	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발을 통한 커미셔닝 기술 실증 적용	BEMS를 활용한 건축물 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안의 개발과 연계하여 커미셔닝 기술 실증 적용
(2-3) 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	공조설비 성능진단 및 통합형 제어·관리 시스템 개발	공조시스템의 통합형 온라인 유지관리시스템 개발을 통하여 관공서 건물을 대상으로 지역별 공조시스템 통합유지관리센터를 구축·운영하고, 실제 현장에서의 에너지 절감효과 및 유지관리비용의 절감 사례를 확보함으로써, 국내외적으로 시스템의 보급 확대를 유도	3	통합유지관리뿐만 아니라 각 기기별 실용 가능한 최적 운전 기술 개발 및 각 기술별 상호 호환성 보완	연구 결과 중 지역 통합관리센터 구축 및 운영방안을 참조하여 그 문제점 및 시장성을 추가적으로 분석하여 실용 가능한 방안 모색
	HEMS 통신연계 방식의 소형 ESS용 PCS개발	가정용 또는 소규모 사업장 등에 적용되는 소형 에너지 저장장치(Energy Storage System, ESS)개발에 초점을 두고 소형 ESS에 적합한 전력변환장치(Power Conditioning System, PCS) 개발과 ESS의 효율적 운영을 위한 홈에너지 관리 시스템(HEMS)과 연계할 수 있도록 시스템을 설계, 개발	2	소형에너지 저장장치 개발에 더 나아가 설비별 최적 운전 기술을 개발하여 각각의 기술들에 대한 상호 호환성을 연계할 수 있는 기술 개발	ESS 및 PCS와 HEMS를 연계한 시스템을 분석하여 본 연구에서 개발될 수 있는 각 설비별 기술들의 상호 호환성 기술 보완
	사물인터넷 기반의 모듈형 편의시설물 및 시스템 개발	사용 목적별로 운영되는 공공편의시설을 표준화 및 모듈화를 구성하여, 기능별로 배기, 살균탈취, 센서, 조명 등 교차감염의 방지를 위해 비접촉식으로 자동 작동하며, 편의시설 내 최적의 온도와 습도 유지를 위한 자연통풍 극대화 지붕과 이중벽체 설계기술 등 여러 기술 포함되며, IOT기반의 네트워크 및 응용시스템을 구성하여 사용량, 필터교환, 청소주기 알림, 화재발생 등을 실시간 측정된 데이터를 하나의 gateway로 통합하여 통합관리 모니터링 시스템에 전송하여 관리	1	개별 설비에 대한 최적 운전 기술을 단일 PC 또는 패드에서 제어 가능하며, 각 기술들을 상호 연동시켜 효율적 관리 및 제어할 수 있는 기술 개발	기본적인 IOT 기반 네트워크 및 application의 개념이나 구성을 기반으로 소규모 및 주거용 건물에 알맞은 시스템으로 기술 활용성을 모색
(2-4) BEMS 데이터 기반	MPC-BEMS 기반	제1법칙을 기반한 동적 에너지 시뮬레이션	1	기존 과제는 제1법칙 기반의	기존 과제와의 중복성은 크게

<p>시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영</p>	<p>스마트 빌딩 건물에너지 최적 운영 시스템</p>	<p>모델을 작성하고, 이를 통해 건물 에너지 최적 운영을 달성하고자 한 과제</p>	<p>접근으로, 모델 개발에 상당한 노력과 비용을 수반하여 실용성이 부족함. 본 연구는 데이터 기반의 자가 구성 모델을 통해, 비용과 노력을 최소화하는 접근임</p>	<p>없으며 따라서, 별도의 연계 방안을 제시하기는 어렵다고 사료됨</p>
<p>(2-6) BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구</p>	<p>확산이 용이한 클라우드기 반 건물 통합에너지 관리시스템</p>	<p>- 대학 건물의 개별 냉난방기 통합관리 및 최대수요전력 관리 - 교수연구실 조명, 냉방기 스마트폰 원격 제어 및 스마트플러그 대기전력 차단</p>	<p>1 클라우드 기술 사용 을 제외하고는 중복 성이 없으며, 본 과 제는 빅데이터 분석 기술을 활용하여 에 너지 사용패턴의 이 상 현상을 실시간으 로 감지하고 원인을 분석하는 기술임</p>	<p>기존 과제와의 중복성은 크게 없으며 따라서, 별도의 연계 방안을 제시하기는 어렵다고 사료됨</p>
<p>(2-6) 건물에너지관리 시스템 최적운영 Forward 표준 모델 개발</p>	<p>건물에너지 성능 평가모델 및 성능개선 프로세스 표준화 개발</p>	<p>- 건물에너지 Retrofit 표준 Process 개발 - 설비기기를 그룹화한 보정치를 사용한 시뮬레이션 프로그램 개발</p>	<p>3 -다양한 종류별, 용량별 부분부하 한국형 성능 DB의 확보 - 설비종류별로 그룹화한 DB보정치를 사용하지 않고 업체별, 장비별, 용량별로 직접적인 데이터를 적용하여 시뮬레이션 정확성을 제고함 - 실제 성능데이터를 이용하여 개선이 필요한 설비의 우선순위 도출, 개선사항 검토 등에 활용 가능함</p>	

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 주요 내용

구분	과제명	주요 내용	최종성과물
1세부과제 BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구			
	(1-1) BEMS 성능분석 및 표준화 연구	<ul style="list-style-type: none"> 건축물에너지 관리 기술의 절차 및 체계에 대한 가이드라인 기준의 표준화 	<ul style="list-style-type: none"> 건축물에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 단체표준 초안 국내 표준건물 도입
	(1-2) BEMS 보급 활성화 연구	<ul style="list-style-type: none"> 건물 에너지 관리와 관련된 법령·정책·제도연구를 통하여 BEMS 보급 활성화 방안 도출 	<ul style="list-style-type: none"> 건물 에너지 관리 제도·정책 연구 건물 에너지 관리 발전 방안 연구
2세부과제 BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발			
	(2-1) BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 기반 설비시스템 최적 제어 알고리즘 개발 실내 환경 및 에너지 성능 통합 최적 운전 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 에너지 소비 및 실내환경 통합 최적화 프로세스 실시간 최적화 프로세스 기반 설비시스템 최적 운전조건 설정 알고리즘 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 시스템 시작품
	(2-2) BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발 생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 공기조화설비의 커미셔닝 절차 및 지침서 	<ul style="list-style-type: none"> 실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발 BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립 커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발 커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준매뉴얼) 개발
	(2-3) 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술 주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 기술 및 연동 기술 소규모 건물에 BAS, EMS, BEMS와 같은 시스템 적용 및 상용화를 위한 군관리 시스템 주거용 개별 설비에 대한 최적 운전 기술과 홈 네트워크 또는 사물인터넷(IOT) 등의 연동을 통한 범용적 관리 시스템 Home Automation과 HEMS의 통합 적용으로 인한 에너지 Pattern 분석 및 사용자 알람 및 제어
	(2-4) BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 데이터를 기반으로, 시뮬레이션 모델의 자가 구성(self-organizing) 기술 개발 모델의 자가 보정(self-calibrating) 기술 모델 기반 자가 최적화(self-optimizing) 기술 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 데이터를 이용하여, 데이터 기반 모델을 구현하는 시스템 개발 데이터 기반 모델이 자가 보정되는 시스템 실현 데이터 기반 모델을 바탕으로, 최적 에너지 운영이 실현되는 시스템 개발 자가 구성/자가 보정/자가 최적화 BEMS 기술과 이에 따른 시제품
	(2-5) BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	<ul style="list-style-type: none"> Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구 BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 향상을 	<ul style="list-style-type: none"> 클라우드 기반 BEMS 빅데이터 관리시스템 개발 BEMS 빅데이터 효율적 검색을 위한 인덱스 기법 개발 BEMS 데이터 모델링 정의

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략 |

		위한 연구	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 데이터로부터 특징 선택방법 개발 • 에너지 사용패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석 소프트웨어 개발 • 클라우드 기반 BEMS 데이터 처리 프로세스
(2-6) 건물에너지관리시스템 최적운영 Forward 표준 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 표준건물(비주거용) 도출 • ISO 13790 기준 전문가용 Simulation 개발 • 신재생 에너지 Parameter 적용 • ISO 16484 기준 Parameter 적용 • 경제성 평가 Parameter 적용 • 국내 설비 기기 DB 작성 	<ul style="list-style-type: none"> • 한국형 설비기기 DB <ul style="list-style-type: none"> - 열원설비(냉열원 · 온열원 · 겸용) - 신재생에너지설비 - 반송설비(펌프, 팬 등) - 기타설비(환기유닛 등) • 시간별 에너지해석 프로그램 개발 • 지역별 10년간 표준기상데이터 개발 • BEMS 연계 프로그램 개발 • BIM데이터와 에너지해석 프로그램을 상호 연계할 수 있는 Bridge 프로그램 개발 	
3세부과제 사용자 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 실증 연구			
(3-1) 건축물 에너지 효율관리 실증 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 효율관리 실증현장 개발 • 건물자동제어기반의 에너지 효율관리 실증 • 건물에너지 분석기반의 에너지 효율관리 실증 • 수요관리 실증현장 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 절감 활동의 Best Practices <ul style="list-style-type: none"> - 건축물 용도별 잠재절감량 및 실제 수행가능 절감량 산출 - 이론적 접근방식과 실천가능한 접근방식의 비교분석 결과 - 신축건물인 경우 에너지 평가 및 EMS 운영에 따른 절감량 예측 가능 	
(3-2) 건축물 에너지 수요관리 실증 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 경제성 수요관리 실증 • 신뢰성 수요관리 실증 • 에너지 측정 서비스 	<ul style="list-style-type: none"> • 수요관리 적용 표준 절차서 	
(3-3) ICT 기반 BEMS Platform 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 분석 서비스 • 에너지 최적화 서비스 • Cloud 서비스 구축 및 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 표준 플랫폼 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지 효율관리와 수요관리 기능을 적용한 통합 플랫폼 	

2. 연구개발 추진전략

가. 기술개발 추진전략

○ 기술 정의

- 본 과제는 BEMS KS 정의를 따름



그림 39 BEMS KS 정의

○ BEMS 기술수준

- 기술개발 과제의 실증을 위하여 BEMS Level 3 적용
- ※ 2-5 과제는 “Zone의 Confort 진단” 부문의 BEMS Level 4 적용



그림 40 BEMS Level 기능 분류

○ 기술개발 체계

- 본 과제는 기초기술/고도화 기술 2 Track으로 구분하여 기술개발을 하며 실증 방법을 달리함

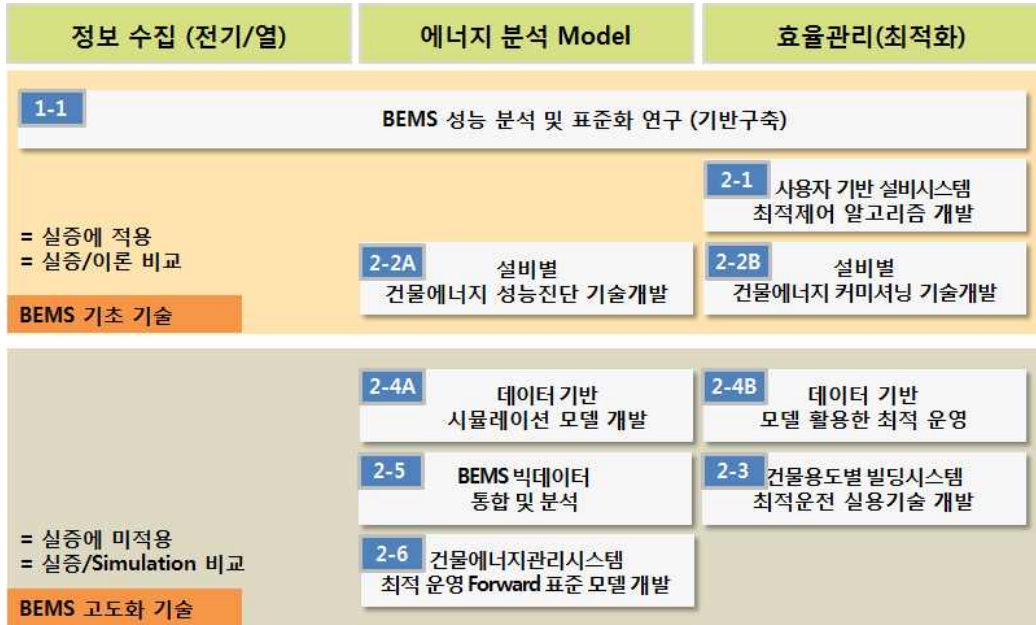


그림 41 개발기술간 연계관계

○ 조기 실증체계

- 목적: 1차년도 조기 실증체계 도입으로 기술검증 및 연구기간 내 조기 성과물 확보
- 기대효과: 성과 검증을 위해 1차년도 부터 검증평가 환경을 조성하여 2번의 실증 기회를 통한 Best Practice 도출을 목표로 함

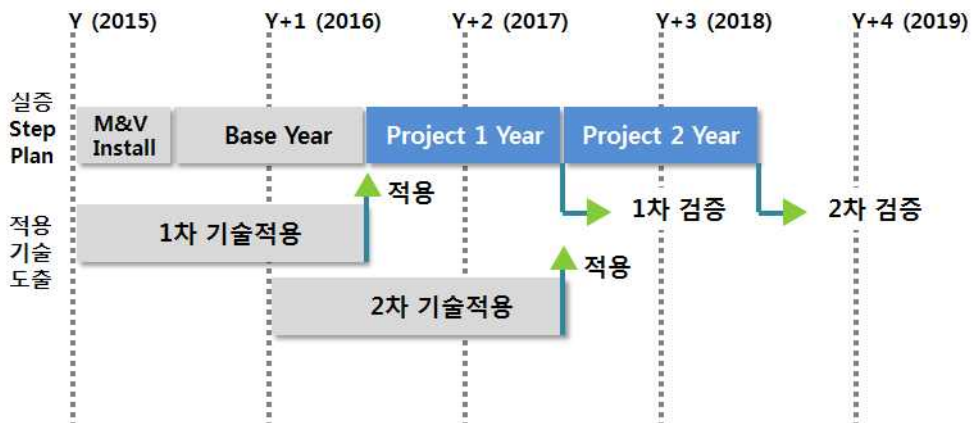


그림 42 실증 추진체계

나. 실증 추진전략 [3세부과제]

□ 실증 목표

- BEMS 실증연구를 통해 소요 에너지량 및 에너지수요 각 10% 달성을 위한 기술 개발 및 최적 절감 기술 도출
- BEMS 도입을 위한 건물에너지 평가·측정·분석·최적화 기준 가이드라인 수립에 기여

□ 실증 내용

- 에너지 효율/수요관리의 개별 및 통합 환경 실증
 - (효율관리) 에너지 분석/절감 기술이 통합된 실증
 - (수요관리) 에너지 수요반응 기술이 효율관리와 통합된 실증
 - ※ 수요관리는 국내외적으로 표준이 정립되어 기술개발 없이 실증만 요구됨
 - (통합 Platform) 건축물 에너지 기술의 양측인 효율관리와 수요관리가 융합된 단일 운영 Tool의 실증

실증구분	효율관리	수요관리
목적	에너지절감	에너지절감(최대수요 기준)
적용시간	지속적 적용	제한적 적용(최대수요 기준)
정의	에너지 사용자에게 동일하거나 개선된 수준의 서비스를 제공하면서 더 적은 에너지를 사용(美,EIA)	전력소비자가 전기소비 절감에 따른 인센티브 또는 시간대별 전기 요금제도 등의 유인동기에 반응하여 자신의 평상시 전기 사용 소비패턴을 변경(美,연방에너지규제위원회(FERC))
차이점	불필요한 전력자원 감축	필요하지만, 목표수요를 맞추기 위해 전력자원을 감축
최대편익	건물주	국가
실증 주요 항목	(3-1 과제) 건물자동제어기반의 에너지효율관리 실증 <ul style="list-style-type: none"> • 열원부분 EMS • 반송부분 EMS • 공조부분 EMS 건물에너지 분석기반의 에너지효율관리 실증 <ul style="list-style-type: none"> • 목표관리 이벤트 • 실시간 커미셔닝 • 장비 FDD 분석 	(3-2 과제) 경제성 수요관리 실증 <ul style="list-style-type: none"> • 최대수요 기술 실증 • 경제성 DR 기술 실증 신뢰성 수요관리 실증 <ul style="list-style-type: none"> • 신뢰성 DR 기술 실증

□ 실증 전략

- 효율관리 실증 건축물 24개동, 수요관리 실증 건축물 24개동 실증
- 효율관리는 용도/규모/지역에 따라 적용기술이 다르므로 이런 변수를 고려한 실증현장 개발이 필요
 - 엔탈피 운전, 열원 대수제어 등 열에너지 절감기술 적용을 통한 BEMS 성능 정량화 실증
- 수요관리는 용도에 따라 효과가 상이하게 나타나므로 용도별 실증
 - 전기에너지·수요 절감(피크수요 저감 및 분산)기술 적용을 통한 BEMS 성능 정량화 실증
- 단일 건축물에서의 효율관리 및 수요관리가 동시에 실증하는 것을 목표로 하지만 기존 적용된 기술이 있는 경우 개별 실증 수행
- 기술개발 과제(2세부과제) 실증을 위해서 BEMS Level 3로 적용

□ 실증 대상

- 효율관리 부문 실증 대상
 - 전체 건축물 중 대형건물 비중, 설치 난이도, 건물에너지 사용 Pattern 등 고려
 - 실증 건물의 지역별(중부, 남부, 제주/열관류율 분류방법), 규모별(3000TOE급 대형 건물, 1000TOE급 중형 건물) 특성 고려
 - 용도별, 규모별 에너지절감 파급효과를 고려하여 24개 건물 실증
- ※ TOE(Ton of Oil Equivalent) : 국제에너지기구(IEA)가 정한 단위로 석유환산톤을 의미

건축물 용도		중부지역		남부지역		제주지역		소계
		대형	중형	대형	중형	대형	중형	
업무	일반	3	-	3	-	3	-	9
	공공	-	3	-	3	-	3	9
상업	도소매	3	-	3	-	-	-	6
계		6	3	6	3	3	3	24

※ 제주지역은 파급효과 등을 고려하여 상업시설 제외

○ 수요관리 부문 실증 대상

- 소요전력 규모에 따른 건물분포 비율 고려(지역별 영향력 없음)
- 효율관리 실증대상과 동시 적용이 가능한 현장 우선 섭외

건물용도	2020년 예상부하 (MW)	관리자원별 분류						소계
		수요자원			공급자원			
		도달 잠재량	전등	동력 (일반)	동력 (순환)	냉난방	발전기	
사무용(민간)	7,700	7.1%	중	중	중	중	○	3
사무용(공공)			중	중	중	중	○	5
판매용	9,009	7.7%	대	대	대	대	○	5
교육용	585	3.5%	중	소	소	소	○	-
의료용	1,571	2.9%	중	소	대	대	○	-
상업용	6,069	4.8%	대	대	대	대	○	5
연회용	1,780	5.1%	대	대	중	중	○	4
IDC 센터	207	6.5%	소	소	대	대	○	2
기타	3,214	-	-	-	-	-	-	-
합계	31,671	(*) 대/중/소는 전체에너지대비 상대적인 평가						24

□ BEMS 실증 기술 수준 및 차별성

○ 주요 적용 기술

- 실증 기술 수준

구분	세부 기술	상세 구분	기술 수준	활용 가능 기술	수정 보완 필요 기술	신규 개발 필요 기술	관련 과제
(3-1) 효율 관리 실증	ISO 16484 기능	공조 BAS 기능	75%	●	●		2-1
		열원 BAS 기능	75%	●	●		2-1
		전력 BAS 기능	75%	●			2-1
		조명 BAS 기능	100%	●			2-1
	Ongoing Commission 기능	공조 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2
		열원 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2
		동력 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2
		조명 계통 Commission	50%	●	●	●	2-2
FDD 분석	계통의 FDD	25%	●	●	●	2-2	
	단위 장비의 FDD	25%	●	●	●	2-2	
(3-2) 수요 관리 실증	수요관리 자원 분석	공급 관리자원 분석	50%	●			3-2
		수요 관리자원 분석	75%	●			3-2
		에너지 절감 Report	75%	●	●		3-2

○ 실증 기술의 차별성

- 실증 적용기술 수준 정의

- BEMS KS 기준으로 Level별 에너지 측정 및 분석 대상 정의

BEMS Level	적용 등급	측정요소		기존 과제 (*2) 측정 범위
		에너지 측정	KPI 측정 (*1)	
1	에너지원	한전, 가스회사, 지역난방, 신재생	온도, 재실인원	에너지
2	부하원	전등,전열,동력,냉방,난방,급탕,취사 등 7대 부하원		에너지
3	장비별	(열원) 냉동기, 보일러 (계통) 냉수, 냉각수, 공조기	온도, 압력 유량	없음

※ 1. KPI (Key Performance Indicator) : 에너지 성능에 영향을 주는 인자

※ 2. 기존과제 : 건축물 생애단계별 녹색건축지원시스템 개발 기획 연구 (진흥원)

- 효율향상을 위한 최적화 실증 기술

BEMS Level	적용 등급	효율향상 최적화 실증기술	기존 과제 (*2) 측정 범위
1	에너지원	건축물 에너지 평가, Benchmarking	공통적용
2	부하원	수요예측, M&V 절감량,	없음
3	장비별	ISO16484 기준의 EMS 기술 검증 Ongoing Commissioning 장비 예방진단 (FDD)	없음

- 실증 기술의 특징

적용 기술		기술 특징	
효율 관리 실증	건물자동제어 기반의 에너지 효율관리 실증	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 평가 및 진단 (실증) 열원부문 EMS (실증) 반송부문 EMS (실증) 공조부문 EMS 	<ul style="list-style-type: none"> • 실증건물의 BEMS Guideline 기준의 건물 에너지 평가 및 벤치마킹 • KS ISO 16484기준의 EMS 실증 • 실증 통한 각 단위기술별 절감량과 이론적 Simulation에 의한 절감량 비교
	건물에너지 분석 기반의 에너지 효율관리 실증	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 분석기법 (실증) 목표관리 이벤트 (실증) 실시간 커미셔닝 (실증) 장비 FDD 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지절감 활동의 Best Practice • 고도화된 분석기법 실증 (다중회귀/ANN/Big Data 분석기법) • 분석기법을 적용한 실제적인 에너지절감 실증
수요 관리 실증	경제성 수요관리 실증	<ul style="list-style-type: none"> • 정보 수집 체계 구축 • 관리자원 분석 (실증) 최대수요 기술 실증 (실증) 경제성 DR 기술 실증 	<ul style="list-style-type: none"> • 15분 예측 Model에 의한 최대수요관리 기술 • 24시간 예측 Model에 의한 자발적 수요관리 기술
	신뢰성 수요관리 실증	<ul style="list-style-type: none"> • Open ADR 2.0 Protocol 구축 • 전력거래소와의 정보 연계 • 사용자 결정을 위한 정보제공 (실증) 신뢰성 DR 기술 실증 	<ul style="list-style-type: none"> • Load Aggregator 정보에 의한 의무적 수요관리 기술 • 의무적으로 참여한 수요감축을 위한 시나리오 작성 • 부하관리사업자를 선정하여 실제 실증 구현

다. 개발기술의 상용화 전략

과제명	상용화/사업화 전략	기술개발 형태
1세부과제 BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구		
(1-1) BEMS 성능분석 및 표준화 연구	<ul style="list-style-type: none"> 기술 가이드라인을 정부고시 또는 공공기관 의무사업으로 초기시장에 조기 정착하는 정책이 필요. 	<ul style="list-style-type: none"> 기존기술 활용 기존기술 보완 신규기술 개발
(1-2) BEMS 보급 활성화 연구	<ul style="list-style-type: none"> 기술 가이드라인 기반의 BEMS인증 제도를 실시하여 도입 건축물의 가치를 상승시키고, 침체된 건설시장의 새로운 매개체로 발전 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 없음
2세부과제 BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발		
(2-1) BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> 개발된 기술을 실제 건물 설비시스템 제어에 적용하여 목표성능을 실증 및 특허등록 추진하고 관련 기업체에 기술이전을 통한 상용화 및 사업화를 추진 	<ul style="list-style-type: none"> 기존기술 활용 기존기술 보완
(2-2) BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 건물 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안의 개발을 통해 BEMS를 활용한 건물에너지 성능진단 및 커미셔닝의 실증 사업 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 기존기술 활용 기존기술 보완 신규기술 개발
(2-3) 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 각 용도별 개발된 최적 운전 기술을 여러 용도별 건물에 적용하며, 이 적용된 여러 기술을 Home network, 사물인터넷(IOT) 등과 상호 연동하는 기술 및 군관리 등을 시범 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 기존기술 활용 기존기술 보완
(2-4) BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 데이터 기반으로 시뮬레이션 모델을 구성하고, 최적 운영할 수 있는 시스템을 개발함. 이를 통해, 기존 미터링 중심의 BEMS 기술을 보완 	<ul style="list-style-type: none"> 신규기술 개발 기존기술 보완
(2-5) BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	<ul style="list-style-type: none"> 건물에서 낭비되는 에너지를 절약하여 에너지 효율성을 높이는 요소기술로써 활용 FEMS에 적용 가능함으로써 스마트그리드 사업에 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 기존기술 활용 기존기술 보완 신규기술 개발
(2-6) 건물에너지관리시스템 최적운영 Forward 표준 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> 한국형 설비기기 DB 구축을 통해 건물에너지성능평가를 위한 Hourly 시뮬레이션 프로그램의 기초데이터로 적용 일정 주기마다 한국형 설비기기 DB(성능데이터)를 재조사하고 업데이트하여 상용 DB 패키지 또는 설비부분별로 나누어 판매 인터넷기반 Web-base, Stand Alone방식으로 시간별 에너지해석 프로그램 개발 보급 BIM 데이터활용을 위한 데이터변환 프로그램(Bridge) 개발 BEMS 연계형 에너지해석 프로그램 및 알고리즘 개발로 신·기축건축물의 운영에 따른 에너지소비량 및 에너지 절감효과 가시적 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 기존DB의 대체 신규기술개발
3세부과제 사용자 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 실증 연구		
(3-1) 건축물 에너지 효율관리 실증 연구	<ul style="list-style-type: none"> Platform 성과물을 중소기업 공급자 또는 중소규모 건물에 무상으로 제공하여 보급 활성화 및 Smart Meter기 등 관련 시장 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 기존기술 활용
(3-2) 건축물 에너지 수요관리 실증 연구	<ul style="list-style-type: none"> Cloud기반의 BEMS 기술도입으로 도입 초기투자비 절감 효과 	<ul style="list-style-type: none"> 기존기술 활용 기존기술 보완 신규기술 개발
(3-3) ICT 기반 BEMS Platform 연구	<ul style="list-style-type: none"> 현재 개별적으로 운영되는 효율관리 와 수요관리를 단일 Platform에서 수행하여 BEMS 도입 초기투자비 절감 효과 	<ul style="list-style-type: none"> 기존기술 활용 기존기술 보완 신규기술 개발

3. 세부과제 개요

3-1. 1세부 : BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구

□ 연구목표, 연구 필요성, 목표 성과물

1세부과제	연구 내용
1-1 BEMS 성능분석 및 표준화 연구	건축물에너지 평가기준
	건축물에너지 측정 표준화
	건축물에너지 분석 표준화
	건축물에너지 최적화표준화
	국내 표준 건물 도출
1-2 BEMS 보급 활성화 연구	건물에너지 관리 제도·정책 연구
	건물 에너지 관리 발전 방안 연구

1세부	연구목표	연구 필요성	목표 성과물
1-1	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 및 최대수요 절감을 위해 건물에너지를 단일 평가지표로 분석하여 상대 평가함으로써 건물의 위치, 규모, 도입 장비별 에너지 절감기술 도입의 Guideline 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 실제 건물의 설계 및 건축 현장, 건물 운영 현장에서 필요로 하는 내용은 BEMS의 올바른 설치를 위한 설계, 시공 방안 및 건물 운영 단계에서 BEMS를 활용한 업무 방법 등으로 전문적이고 구체적인 내용을 필요로 함 • 본 연구에서는 실증의 목적을 BEMS의 설계, 시공, 운영 단계에서 활용할 수 있는 가이드라인의 도출로 설정하고, 또한 2년 이상의 장기간의 실증을 통해서 BEMS를 활용한 구체적인 운영 방법의 제시와 이에 따른 추가적인 설계 및 시공 고려 사항을 도출하는 Cycle을 완성하고자 함 	<ul style="list-style-type: none"> • 단체표준 초안 <ul style="list-style-type: none"> - 4개 표준 항목 적용(에너지 평가/측정/분석/최적화 기준) • 국내 에너지 수요 표준 건물 8개 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 6개 표준 항목 적용(민간 사무용/공공 사무용/판매용/교육용/의료용/IDC용) - 에너지 수요 규모 기준 분류 적용(민간 사무용, 판매용은 각 2종 규모 분류)
1-2	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 에너지 관련 법제도 및 지원정책 연구를 통한 건물 에너지 관리 활성화 방안 수립 	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 BEMS 관련 실질적인 기술 기준 및 시행 법령이 미흡함 • 민간 건축물의 경우 다양한 이해관계와 시장의 확장성 부분에 부합하는 정책이 부족하므로, 정부 차원의 인센티브와 같은 장려 정책이 필요 • 사업 측면에서 ROI 계산이 거의 불가능한 속성 때문에 시장 논리에 맡기면 확산에 한계가 있으므로 정책적 지원이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 에너지 관리 관련 지원 정책 및 법제도 제·개정(안) • 건물 에너지 관리 전략/로드맵 수립 및 실행계획

□ 연구 추진체계

기술 분야	기술개발 방향	주요개발 기술	기술의 경쟁력	과제수행 주체	기술획득 방안
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	1-1 BEMS 성능분석 및 표준화 연구	건축물에너지 평가기준	중	학연	자체개발
		건축물에너지 측정 표준화	중	학연	자체개발
		건축물에너지 분석 표준화	중	학연	자체개발
		건축물에너지 최적화표준화	중	학연	자체개발
		국내 표준 건물 도출	중	학연	자체개발
	1-2 BEMS 보급 활성화 연구	건물에너지 관리 제도·정책 연구	해당 없음	학연	해당없음
		건물 에너지 관리 발전 방안 연구	해당 없음	학연	해당없음

3-2. 2세부: BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발

□ 연구목표

2세부과제	연구목표
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 데이터 분석을 통한 실시간 건물 운전 오류감지(fault detection) 및 자가진단(self-diagnostics) 기술 • 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 건물 설비시스템 운전 setpoint 도출 기술 • 실내환경 및 건물 에너지 통합 최적운전 알고리즘 개발
2-2 건물 에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발 • BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립 • 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 • 공기조화설비의 커미셔닝 절차 및 지침서 • 커미셔닝의 실제 적용을 통한 에너지 저감 성능 검증 • 빌딩 커미셔닝을 전담할 수 있는 전문 인력과 개발된 에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술을 관련 기업체에서 실제 건물에 활용
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술 • 주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술
2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 데이터를 기반으로 시뮬레이션 모델을 자가 구성(Self-organizing)하는 기술 개발 • 자가 구성된 모델을 자가 보정(Self-calibration)하는 기술 개발 • 자가 구성되고 보정된 모델을 기반으로 자가 최적화(Self-optimizing)하는 기술 개발 • 개발된 모델과 이를 기반으로 하는 최적화 기술 및 알고리즘을 H/W와 결합하는 기술 개발
2-5 BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 BEMS 빅데이터들 간의 이질성을 해결하여 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템을 구축 및 운영하는 방법에 관하여 연구함 • 건물 에너지 절감 효과를 달성하기 위하여, BEMS 빅데이터 분석에 기반한 건물 에너지 사용 패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석에 관하여 연구함
2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 국내에서 설계·시공된 건축물에 대한 사례조사를 통해 업무용 건축물에 적용 가능한 표준조건(각 실의 용도별 단위면적당 인원수, 조명밀도, 기기발열량, 운영스케줄 등)을 도출 • 국내 설비기기 DB 작성 • BEMS 도입 전 BEMS 구축에 따른 건물 에너지 절감량 예측 • 설계단계에서의 건물의 용도와 목적에 맞는 최적의 에너지 운영 모델 개발 • 에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시 • 열원장비의 Technical Data를 활용하여 부분부하시 효율 특성 표준식 활용 • 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 • 수용·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발 • 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 • 실증을 통한 최적 에너지 운영 Forward 표준 모델 개발 및 검증

□ 연구 필요성

2세부과제	연구 필요성
<p>2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS를 이용하여 수동적으로 건물에너지를 관리하는 소극적인 방법에서 벗어나 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등도 동시 고려하여 소비되는 에너지의 최소화가 아닌 최적화를 추구하는 능동형 스마트 BEMS 기술 개발이 주목받고 있음 • 국내외 BEMS 산업/시장에 있어 하드웨어 기술시장은 포화상태에 도달하였으나, 아직까지 실제 건물운전에 있어 실시간 피드백을 통한 최적 운전 setpoint를 도출하는 기술 확보는 부족한 상황임
<p>2-2 건물 에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 분석과 패턴인식 기술을 사용하여 실시간 환경 및 재실자의 쾌적도 판단이 필요하여 이를 통하여 실내환경 쾌적도를 고려한 방법론이 필요함 • 이러한 방법론 정립 및 성능 진단 기술에 대한 검증이 필요함 • 국가 차원에서 에너지 절감 및 CO2 배출량 감축을 위해 지속적으로 건축물 에너지 관련 정책 제정 및 개편이 이루어지고 있으며, 신규건축물 에너지성능기준을 강화하여 냉난방에너지 50% 절감 및 건축물의 Zero Energy Building의 목표 실현을 위해 건물 에너지 성능진단, 모니터링 및 커미셔닝 기술이 필요
<p>2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 개발된 일반적인 제어 시스템 중에서도 실질적으로 구현하는 데에 드는 비용적인 문제 등으로 인하여 적용하지 않는 기술이 많으므로 실제 사용 가능한 최적 제어 기술이 필요함 • 소규모 건물에서 주로 사용하는 BAS, EMS, BEMS 등에는 이에 대한 제어 관리가 전문가 이외에 사용자가 직접 관리하기 어려움으로 인하여 실제로 이를 통한 에너지 절감을 이루기 어려움이 존재하여, 이러한 소규모 건물들에 대하여 하나의 기관에서 군관리 할 수 있는 기술을 함께 개발함으로써 향후 기존의 시스템과 함께 실질적인 에너지 절감과 사용성 증대를 이룰 수 있음 • 기존의 주거용 Home Automation과 HEMS에서의 기기 단일화로 인한 소비자 불만을 해소하고자 여러 기기에 대한 호환성을 보완할 뿐만 아니라 범용적 관리 시스템을 통하여 실제 적용성 증대를 이룰 수 있음
<p>2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 현재의 BEMS는 센서 데이터의 수집과 수집된 데이터를 통한 수동적 제어(운영자의 직관 및 경험에 기반)에 그침 • 모델 기반 최적 운영을 실현하기 위해서는 BEMS데이터를 기반으로 모델을 자가 구성 및 자가 보정하는 기술이 필요함. • 또한 자가 구성된 모델과 최적화 기술의 H/W와의 결합이 필요함
<p>2-6 BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 분야의 빅데이터 활용은 미비한 수준이고, 전 세계적으로도 관련 기술도 초기 단계에 머물러 있음 • Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼이 구축되면, 건물에서 운영 중인 BEMS에 의해 개별적으로 관리 되었던 데이터들은 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼의 저장 시스템에서 통합 관리 운영되며 BEMS 시스템은 고유한 데이터 모델을 사용하고 있기 때문에, 공동 플랫폼에서 통합 저장 시스템을 운영하기 위해서는 다양한 BEMS에 의해 수집된 데이터들 간의 이질성을 해결하기 위한 연구가 선행 되어야함 • 건물에서 낭비되는 에너지를 실시간으로 감지하여 에너지 절감 효과 및 효율성을 향상시키기 위해서는 BEMS 빅데이터 분석에 기반한 이상 현상 감지 및 원인 분석에 관한 연구가 필요함
<p>2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 농어촌 표준주택, LH 및 건설사 공동주택 가이드라인 등 설계를 위한 표준조건이 마련된 주거용 건물과 달리 비주거용 건물은 표준조건이 마련되지 않아 건축물을 설계함에 있어 설계자의 의도로 인해 변경되는 사항이 과도하게 발생. 이로 인해 건축물의 에너지성능, 경제성평가 등을 기준이 마련되지 않아 정량적인 비교가 불가능함. • 따라서 우리의 실정에 알맞은 구성이나 그 운영방안에 대한 연구를 통하여 건물의 용도와 목적에 맞도록 건물의 기획, 설계단계에서부터 최적의 에너지 운영모델을 제시함으로써 실제 얻을 수 있는 에너지 절감효과를 정량화 시키는 연구가 필요함

□ 목표 성과물

과제 구분	요소기술 (개별대상기술)	목표성과물 (주요 연구내용)
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	1단계(1~2차년도)	·실시간 건물 운전 오류감지 및 자가진단 알고리즘 ·쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 setpoint 도출 알고리즘
	2단계(3~4차년도)	BEMS 기반 실시간 실내 환경, 및 건물에너지 최적화 시스템 시제품
2-2 건물 에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술 개발	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발
	생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성 능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립
	개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안	커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발
	공기조화설비의 커미셔닝 절차 및 지침서	커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절 차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	·소규모 건물의 에너지 저감을 위하여 실제 적용 가능한 최적 운전 기술 및 연동 기술 ·소규모 건물에 BAS, EMS, BEMS와 같은 시스템 적용 및 상용화 를 위한 군관리 시스템 개발
	주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	·주거용 개별 설비에 대한 최적 운전 기술과 홈 네트워크의 연동을 통한 범용적 관리 시스템 개발 ·Home Automation과 HEMS의 통합 적용으로 인한 에너지 Pattern 분석 및 사용자 알림 및 제어
2-4 BEMS 데이터 기반 시물레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	BEMS 데이터를 기반으로 시물레이션 모델의 자가 구성 기술 개발	BEMS 데이터 기반, 모델 자가 구성 기술
	모델의 자가 보정 기술 개발	시물레이션 모델의 자가 보정 시스템
	모델 기반 자가 최적화 기술 개발	자가 구성 모델 기반의 자가 최적운영 기술 모듈
	자가 구성 모델 및 최적 운영 S/W와 H/W와의 결합 기술	자가 구성/자가 보정/자가 최적화 BEMS 기술과 시제품
2-5 BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구	·클라우드 기반 BEMS 빅데이터 관리 시스템 개발 ·BEMS 빅데이터 효율적 검색을 위한 인덱스 기법 개발
	BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구	·BEMS 데이터 모델링 정의 ·BEMS 데이터로부터 특징 선택방법 개발 ·에너지 사용패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석 소프트웨어 개발 ·클라우드 기반 BEMS 데이터 처리 프로세스
2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	국내 표준건물(비주거용) 도출	·건물 용도별 설계사례 보고서 ·표준건물(비주거) 모델별 설계도서
	ISO 13790 기준의 Simulation/ 전문가용	·건축물 에너지 진단 프로세스와 연계된 해석 알고리즘 개발 ·BIM과 연계된 에너지해석 프로그램 개발 ·에너지 시물레이션을 통한 건축물 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시 ·열원장비의 Technical Data를 활용 부분부하시 효율 특성 표준식 활용 ·건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 ·프로그램 매뉴얼 및 Technical Book작성

	신재생 에너지 Parameter 적용	· 수요·공급 연계 신재생에너지 적용 Parameter 개발 · 수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발
	ISO 16484 기준 Parameter 적용	· 건물에너지 적용 제어시스템 Parameter 개발
	경제성 평가 Parameter 적용	· 건축물 에너지 진단 프로세스와 연계된 해석 알고리즘 개발 · BIM과 연계된 에너지해석 프로그램 개발 · 에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시 · 열원장비의 Technical Data를 활용 부분부하시 효율 특성 표준식 활용 · 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 · 프로그램 매뉴얼 및 Technical Book작성
	국내 설비기기 DB 작성	· 열원기기 사양, 정격효율, 부분부하효율, 가격정보 등 DB 구축 보고서 · 신재생에너지기기 사양, 정격효율, 가격정보 등 DB 구축 보고서

□ 연구 추진체계

1세부과제	주요개발기술	기술 경쟁력	과제수행 주체	기술획득방 안
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 기술개발	BEMS 기반 최적 설비시스템 제어 알고리즘 개발	중	학연	자체개발
	실내환경 및 에너지 성능 통합 최적운전 알고리즘 개발	중	학연	자체개발
2-2 BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	중	학연	자체개발
	생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	중	학연	자체개발
	커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발	중	학연	자체개발
	커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발	하	산학연	국외O/S
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	중	산학연	자체개발
	주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	상	산학연	자체개발
2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 자가 구성 기술 개발	상	학계	자체개발
	모델의 자가 보정 기술 개발	상	학계	자체개발
	모델 기반 자가 최적화 기술 개발	상	학계	자체개발
	모델 및 최적화 알고리즘과 H/W 결합 기술	상	학계	자체개발
2-5 EEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템 구축	중	산학연	자체개발
	BEMS 빅데이터 분석에 기반한 FDD 기법 개발	상	산학연	자체개발

| Chapter 03 연구개발과제 구성 및 추진전략

2-6 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	국내 표준건물(비주거용) 도출	상	산연	자체개발
	건물에너지 적용 제어시스템 Parameter 개발	중	학계	국외O/S
	국내 설비기기 DB 작성	중	산연	-
	에너지해석 알고리즘 개발	중	학연	자체개발
	경제성 프로그램 개발	중	학연	자체개발

3-3. 3세부 : 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 연구

□ 연구목표, 연구 필요성, 목표 성과물

3세부과제	연구 내용
3-1 건축물 에너지 효율관리 실증 연구	자동제어 기반의 에너지 효율관리 실증
	건물에너지 분석기반의 효율관리 실증
3-2 건축물 에너지 수요관리 실증 연구	경제성 수요관리 실증
	신뢰성 수요관리 실증
3-3 ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구	에너지 측정 서비스
	에너지 분석 서비스
	에너지 최적화 서비스
	Cloud 서비스 구축 및 운영

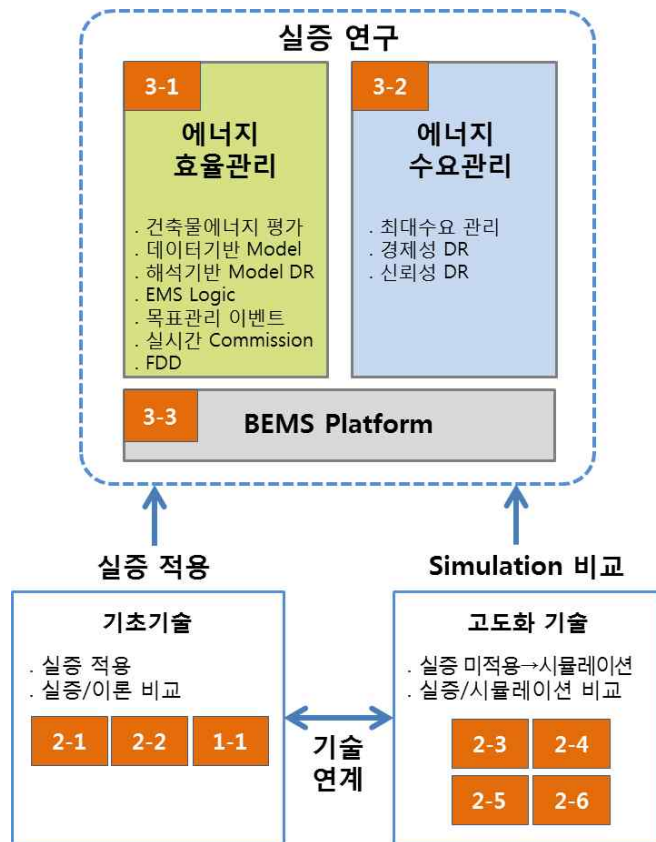
1세부	연구목표	연구 필요성	목표 성과물
3-1	효율관리 : 열에너지 절감기술 실증	<ul style="list-style-type: none"> (에너지절감에 대한 정량적 효과 검증) 현장에서 에너지절감 실적 계량화에 어려움이 있으며 투자효과에 대한 계량화 및 가시적 데이터가 부재함으로 BEMS 구축효과에 대한 불확실성이 존재하므로 건축물 에너지 절감 실증을 통하여 효과를 검증하며 가이드라인 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 절감 활동의 Best Practice
3-2	수요관리 : 전기에너지/수요 절감기술 실증	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 수요관리시스템이 투자비용 회피를 위한 수요자원의 발굴 및 장기 수급 계획을 목적으로 운영되어 왔기 때문에, 주로 수요관리 기기 및 프로그램의 보급에 치중하였으며, 사후 성과계량(M&V) 기능이 미비하고, 전력시장 및 전력계통과의 BEMS 연계운영이 이루어지지 않고 있는 문제를 해결하기 위해서는 전력시장 및 전력계통의 장단기 운영 특성을 반영하여, 전력계통의 신뢰도와 전력시장의 경제성을 극대화하고, 다양한 시장참여자의 요구를 만족시키는 다각화된 BEMS 관련 수요자원의 가치를 최대화하기 위해, 기술적으로는 ICT 기술을 기반으로 하고, 제도적으로는 소비자의 편익과 선택권을 고려하는 자동수요반응을 최적 연동할 필요성이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 수요관리 기술적용의 경제성 분석 및 건물의 잠재 수요관리 자원 분석
3-3	Platform : 효율관리/수요관리가 단일 Solution에서 운영	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 효율 향상, 수요관리, 고도화 분석, 최적화 운영 등의 고도화된 서비스 플랫폼 개발을 통하여 글로벌 Big 5(존슨, 지멘스, 하니웰, 슈나이더, UTC) 업체와의 기술격차를 해소하며 Cloud 기술 도입을 통하여 비즈니스 모델로써의 경제성 확보 및 ICT 기술 응용을 통한 창조경제 기여 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 표준 Platform 완성

□ 연구 추진체계

기술 분야	기술개발 방향	주요개발 기술	기술 경쟁력	과제수행 주체	기술획득 방안
사용자 기반 건축물 에너지관리 시스템 실증 연구	3-1 건축물 에너지 효율관리 실증 연구	자동제어 기반의 에너지 효율관리 실증	중	학연	자체개발
		건물에너지 분석기반의 효율관리 실증	중	학연	자체개발
	3-2 건축물 에너지 수요관리 실증 연구	경제성 수요관리 실증	중	산학연	자체개발
		신뢰성 수요관리 실증	상	산학연	자체개발
	3-3 ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구	에너지 측정 서비스	중	학연	자체개발
		에너지 분석 서비스	중	학연	자체개발
		에너지 최적화 서비스	하	산학연	국외O/S
		Cloud 서비스 구축 및 운영	중	학연	자체개발

5절. 세부과제 간 연계관계

- 1, 2 세부과제는 2 Track으로 분리하여 3세부과제에 적용함
 - 기초 기술 : 실증 적용되는 기술, 실제와 이론 비교 분석
 - 고도화 기술 : 실증 적용 안 되지만 필요한 기술, Simulation으로 검증 확인



번호	세세부과제	실증 적용	시뮬레이션 적용
1-1	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	○	
1-2	BEMS 보급 활성화 연구	-	-
2-1	BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	○	
2-2	BEMS 기반 건물에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술개발	○	
2-3	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발		○
2-4	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영		○
2-5	BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구		○
2-6	건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발		○
3-1	건축물 에너지 효율관리 실증 연구	실증	
3-2	건축물 에너지 수요관리 실증 연구		
3-3	ICT 기반 BEMS Platform 연구		

6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

1. 1세부과제

성과 목표에 따른 기술로드맵

성과목표		2015	2016	2017	2018
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	1-1 BEMS 성능분석 및 표준화 연구	건축물에너지 평가기준	건축물에너지 분석 표준화	건축물에너지 최적화표준화	국내 표준 건물 도출
		건축물에너지 측정 표준화			
	1-2 BEMS 보급 활성화 연구	건물에너지관리 제도·정책 분석	법·제도·정책 정비방안 제시		
		건물 에너지 관리 관련 사업 전후방 효과 분석	건물에너지관리 기술 및 시장의 전략 및 로드맵 제시	세세부과제 실용화 및 사업화 방안 초안 제시	세세부과제 성과물의 해외진출 방안 초안 제시

성능지표 설정 및 KPI 도출

과제 구분	평가 항목 (주요성능 Spec1))	단위	전체 항목 에서 차지하는 비중2) (%)	세계최고 수준 보유국/ 보유기업 (/)	연구개 발 전 국내수 준	개발 목표치				평가 방법
				성과물 수준	성능 수준	1차년	2차년	3차년	4차년	
1-1	표준화	4건	90%	미국 ASHRAE Guideline #14	없음	1	2	3	4	기술 표준
	표준건물 에너지 수요	6건	10%	미국 DOE	없음		2	2	2	표준 Profile
1-2	건물 에너지 관리 관련 지원정책 및 법제도 개정안	1건	40%		-	70	80	90	100	
	건물 에너지 관리 전략 및 로드맵 수립	1건	605		-	30	60	90	100	

2. 2세부과제

□ 성과 목표에 따른 기술로드맵

성과목표	2015	2016	2017	2018
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	BEMS 데이터 분석을 통한 실시간 건물 운전 오류감지 및 자가진단 기술	실시간 재실자 요구 반영 BEMS 기반 설비시스템 운전 프로세스 개발	실내환경 및 건물에너지 통합 최적화 프로세스 개발	실내환경 및 건물 에너지 통합 최적운전 알고리즘 개발
	BEMS 기반 실시간 실내 환경 및 재실자 쾌적도 판단 기술	재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 건물 설비시스템 운전 setpoint 도출 기술	최적운전 시스템 수준별 구성요소 및 제어 시스템 구성안 도출	테스트베드를 통한 기술 검증 및 상용화
2-2 BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 고찰	건축요소/실내환경 주요인자와 기존 BEMS 간의 연계 체계 정립	개발된 BEMS 기술 접목하여 에너지 진단 및 평가 수행	개별적 기술의 성능 검증과 함께, 기술 간의 조합을 통한 패키지화 기술의 성능 평가 실시로 건축물 설비별 최적 기술패키지 조합 제시
	실시간 건물 환경 진단 판단 기술	적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발	에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측 방법 검증	능동형 스마트 BEMS 프로토타입들에 대한 통합 성능 검증
	주거 및 오피스 Energy 소비 패턴 유형화, 국내 BEMS 적용 현황 분석	BEMS를 활용한 설비 시스템별 에너지 저감 제어 및 운영 기술 현황 분석 및 기술 보완	개발된 제어 및 운영 기술의 적용과 에너지 성능 파악을 위한 최적 센서 설치 및 측정기술 개발	개발된 커미셔닝 기술의 실증
	설비시스템별 기존 제어 및 운영방안 유형화	건축물 에너지원의 분석을 통한 베이스라인 개발	BEMS와 연계한 고장 진단 검출 및 성능유지 기술	실증사업에 적용 가능한 절차 및 기술 지침서 제안
	국내외 기존 커미셔닝 기술, 절차 및 지침서 조사	기존 커미셔닝 기술 적용을 통한 실증 사업용 커미셔닝 기술 보완	국내 실정에 맞는 실증 사업용 커미셔닝 기술과 절차 제안	
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 소규모 건물에 적용된 BEMS 기술 현황 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 개별 시스템의 연동 기술 체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 소규모 건물에 실제 적용 가능한 개별 시스템 제어 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 개별 시스템의 최적 운전 기술 개발
	<ul style="list-style-type: none"> 주거용 건물에 적용된 Home Automation 및 HEMS 기술 현황 분석 	<ul style="list-style-type: none"> Home Automation, HEMS 및 BEMS에 적용된 최적 운전 기술의 실용성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 주거용 건물에 실제 적용 가능한 개별 시스템 제어 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 간의 연동 기술 개발 실용 가능한 빌딩시스템의 최적 운전 기술 체계 구축
2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	모델 구축을 위한 BEMS 데이터 선별 및 분류	자가 구성 모델의 보정 변수 선별 및 분류	모델 기반 자가 최적화 대상 변수 및 시스템 선정 모델 기반 비선형 최적화 기법 적용	자가 구성 모델 S/W와 해당 H/W 통신방법 수립
	데이터 기반 자가 구성 모델 기술 코딩	자가 보정을 위한 BEMS 데이터 수집 및 분석	모델 기반 자가 최적화 기술 개발	자가 구성 모델 및 자가 최적화 방법의 H/W 결합 기술 개발

	데이터 기반 자가 구성 모델 구현	시물레이션 모델의 BEMS 데이터 기반 자가 보정 기술 개발	자가 구성 모델 및 최적화 기술 결합	BEMS 데이터 기반 시물레이션 모델링 및 최적 운영 구현
2-5 EEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 빅데이터 간의 이질성 해결을 위한 데이터 자동 변환 방법 연구 BEMS 빅데이터 모델링 방법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 효율적 BEMS 빅데이터 관리를 위한 인덱스 기법 연구 BEMS 빅데이터 기반 이상 현상 감지 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 빅데이터 기반 이상 현상 원인 분석 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 실증 분석 및 검토
2-6 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 모델 개발	국내 표준건물(비주거용) 관련 설계사례 조사	국내 표준건물(비주거용) 건축, 기계, 전기설비 계획안 도출	국내 표준건물(비주거용) 모델 및 표준조건 도출	국내 표준건물(비주거용) 모델 당위성, 적합성 평가, 실증을 통한 검증
	국내 기후, 신·재생에너지, 지역정보 데이터 베이스 구축	8760시간 수요·공급 매칭을 통한 신·재생에너지 최적 설계 분석·매칭	수요·공급 연계 신재생에너지 적용 Parameter 개발	수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발
	열원기기 DB 조사	신재생에너지기기 DB 조사	설비기기 DB 분석 및 검증	설비기기 DB 보완 및 검증
	-현행 건물에너지 평가 Tool 보완 -ISO 13790 기반 시물레이션 엔진 개발 -LCC평가기능 포함 분석결과 가시화 프로그램 개발	-상용 건물에너지 시물레이션 TOOL과 비교 -사용자들에게 건물에너지 소비상황을 효과적으로 전달 할 수 있는 UI 인지체계 도출	개발된 프로그램의 BEMS연계 가능성 검토를 위한 실측데이터와의 검증	-경제성을 고려한 건물에너지성능개선/ 운영 관리 통합 가이드라인 구축 -개발 시물레이션 프로그램 종합 메뉴얼 작성

□ 성능지표 설정 및 KPI 도출

과제 구분	평가 항목 (주요성능 Spec1))	단위	전체 항목 에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준 보유국/보유기업	연구개발 전 국내수준	개발 목표치			
				성과물기준	성능수준	1차 년	2차 년	3차 년	4차 년
2-1	재실자생산성	%	35	미국/Johnson Controls	1%	2%	3%		
	투자환수기간	년	35	미국/Johnson Controls	5년	3년			
	에너지절감율	%	30	미국/Johnson Controls	5%	10%	10%		
2-2	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	case	60	미국/Honeywell	20%	40%	60%		
	생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	case	40	미국/siemens	10%	20%	30%		
	커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비 시스템의 제어 알고리즘 및 운영 방안 개발	case	50	미국/Honeywell	50%	60%	70%		
	커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발	case	50	미국/siemens	30%	50%	60%		
2-3	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	case	50	미국/Honeywell	10%	20%	40%		
	주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	case	50	미국/Honeywell	30%	50%	80%		
2-4	BEMS데이터 기반 모델 자가구성 기술 개발	case	25	(미국/하니웰) 15%	25%	20%	10%		
	모델 자가보정 기술 개발	case	25	15%	25%	20%	10%		
	모델 기반 자가 최적 운영 기술 개발	case	25	8%	5%	7%	10%		
	모델 및 최적화 알고리즘의 H/W 결합 기술 개발	case	25	15%	5%	15%	20%		
2-5	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구	%	50%	Honeywell, Johnson Controls, Schneider, Siemens, UTC	70%	80%	90%		
	BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구	%	50%	Honeywell, Johnson Controls, Schneider, Siemens, UTC	60%	70%	80%		
2-6	국내 표준건물 (비주거용)	%	20	비주거용 건축물 (업무시설) 표준 설계조건	30%	50%	80%		
	에너지해석 알고리즘 개발		30	Energy-Plus, TRNSYS, Visual-DOE 등 국외 Simulation 프로그램에 국외 설비기기 DB가 Default 값으로 적용	70%	90%	100%		
	경제성 프로그램 개발		20	국외의 경우 설비기기의 성능시험값, 측정값 등을 e-catalog 등에서 확인할	70%	90%	100%		

				수 있으며, 이를 Simulation 프로그램에 수정하여 적용할 수 있음			
수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발		20	영국 Strathclyde Univ.의 ESRU	수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘	30%	50%	80%
국내 설비기기 DB 구축	case	10	-		20%	50%	90%

□ TRL 기준 연차별 목표

구분	개발 대상기술	평가 항목	성과 유형 (TRL)	TRL					정량적 성과
				현재	목표				
					1차년	2차년	3차년	4차년	
2-1	BEMS 기반 실시간 에너지 소비 및 실내환경 통합 설비 운전 최적제어 시스템	실시간 에너지 소비 및 실내환경 통합 최적화 프로세스	SW	2	3	4	5	6	<ul style="list-style-type: none"> 논문 4건 프로그램등록 1건
		실시간 최적화 프로세스 기반 설비시스템 최적 운전조건 설정 시스템	시스템	2	3	4	5	6	<ul style="list-style-type: none"> 논문 4건 특허 1건
2-2	BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	SW	3	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 4건 현장적용 1건 이상
		생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	SW	3	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 4건 현장적용 1건 이상
		커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비 시스템의 제어 알고리즘 및 운영 방안 개발	SW	3	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 4건 현장적용 1건 이상
		커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발	SW	3	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 4건 현장적용 1건 이상
2-3	건물 용도별 최적 운전 기술과 상호 호환성 기술 및 군관리 시스템	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	SW	3	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 4건 현장적용 1건 이상
		주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	SW	3	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 4건 현장적용 1건 이상
2-4	BEMS 데이터 기반 모델 개발 및 운영 기술	BEMS데이터 기반 모델 자가구성 기술 개발	SW	2	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 2건 현장적용 1건 이상
		모델 자가보정 기술 개발	SW	2	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 2건 현장적용 1건 이상
		모델 기반 자가	SW	2	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> 논문 2건

6절. 과제별 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 |

		최적 운영 기술 개발								• 현장적용 1건 이상
		모델 및 최적화 알고리즘의 H/W 결합 기술 개발	시스템	2	3	3	5	7		• 논문 2건 • 현장적용 1건 이상
2-4	EEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구	SW	3	4	5	6	7		• 논문 2건 • 현장적용 1건 이상
		BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구	SW	3	4	5	6	7		
2-6	한국형 설비기기 DB 구축	공인 기술기준 및 측정방법 조사	기법	9	9	9	9	9		• 보고서 1건
		열원설비 및 신재생에너지설비 DB 구축	SW	6	6	7	7	7		• 보고서 1건 • 논문 1건
		반송설비 및 기타설비 DB 구축	SW	6	6	6	7	7		• 보고서 1건 • 논문 1건
		한국형 설비기기 DB 구축 및 성능곡선 분석	SW	6	6	6	6	7		• 보고서 1건 • 논문 1건
	BEMS연계가능한 시간별 에너지해석 프로그램 개발	시간별 에너지해석 프로그램 개발	SW	6	7	7	7	7		• 논문 2건 • 프로그램 등록 1건 • 사업화 1건
		BIM데이터 변환 프로그램 개발	SW	6	6	7	7	7		• 논문 2건
		최근 10년간 표준기상데이터 개발	SW	6	6	7	7	7		• 논문 2건
		BEMS연계한 에너지 해석 알고리즘 개발	SW	6	6	6	7	7		• 특허 1건 • 기술이전 1건

3. 3세부과제

□ 성과 목표에 따른 기술로드맵

구분	2015		2016		2017		2018		
3-1	실증현장 준비	BEMS 실증 현장 구축 및 운영	BEMS 실증 개선 사항 도출 및 추가 적용, BEMS에 의한 에너지 관리 및 설비 운영 개선 방안 현장 적용		BEMS 활용 빌딩 운영 관리 가이드라인 개발 및 현장 적용을 통한 검증		BEMS 운영 가이드라인 종합		
	BEMS 구축 설계						BEMS 구축 가이드라인 종합		
	EMS 및 운영 알고리즘 개발	1차 개발 EMS 및 운영 알고리즘 현장 적용 및 효과 검증	1차 개발 내용 개선, 2차 개발 EMS 및 운영 알고리즘 현장 적용, 효과 검증	2차 개발 내용 개선, 3차 개발 EMS 및 운영 알고리즘 현장 적용, 효과 검증	3차 개발 내용 개선 및 효과종합				
3-2	실증현장개발		경제성 수요관리 실증	신뢰성 수요관리 실증	수요관리 성과검증				
3-3	Platform 기반 구축		Rule base 에너지 분석 기반 구축		에너지 최적화 기술도입을 위한 기반 구축 타기관 연계 서비스 구축		클라우드 서비스수행 분석고도화 기술적용 건축물 에너지 Offline 분석연계		
			BAS EMS 기술도입에 따른 에너지절감 실증 전기에너지 수요관리 실증		실시간 커미셔닝 기능 실증 목표관리 운전기능 실증 실시간 FDD 기능 실증 Open ADR 기능 실증				

□ 성능지표 설정 및 KPI 도출

과제 구분	평가 항목 (주요성능 Spec1))	단위	전체항목에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준 보유국/ 보유기업	연구개발 전 국내수준	개발 목표치				평가 방법
				성과물 수준	성능수준	1차년	2차년	3차년	4차년	
3-1	절감량	%	50%	일본 아즈빌 15%	5%	--	7.5%	10%	12.5%	성과검증 기관 평가
	Model 정밀도	%	20%	미국 ASHRAE 15%	15-20%	--	10%	12.5%	5%	성과검증 기관 평가
	EMS 기술적용	건	15%	미국 하니웰 10 건	3 개	--	10	10	10	성과검증 기관 평가
	실시간 커미션	레벨	15%	미국 ASHRAE 10	0	--	--	7	10	성과검증 기관 평가
3-2	Open ADR 호환성	%	30	100%	90%	--	90%	95%	100%	인증
	수요자원 개발	자원 비율	30	10%	7%	7%	8%	9%	10%	실증
	수요관리 참여자 만족도	%	30	-	없음	--	--	80%	90%	설문조사
	에너지 비용 최적화	건	10	5% 미국 ION Enterprise	없음	--	--	4%	5%	전력요금 실증
3-3	통합 Platform	건	70%	5 단계/미국 Honeywell	2 단계	3	4	4.5	5	
	시간 단위 Model 정밀도(Cv_RMSE)	건	30%	15% 이하 미국 DOE	없음	15%	10%	8%	5%	

○ 연차별 실증 추진계획

과제명	적용기술	실증 적용 시기			
		1차년	2차년	3차년	4차년
1세부과제 BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구					
(1-1) BEMS 성능분석 및 표준화 연구	평가 기준	●			
	측정 표준	●			
	분석 표준		●		
	최적화 표준			●	
	표준 건물				●
(1-2) BEMS 보급 활성화 연구	해당없음				
2세부과제 BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발					
(2-1) BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	실시간 에너지 소비 및 실내환경 통합 최적화 프로세스		●		
	실시간 최적화 프로세스 기반 설비시스템 최적 운전조건 설정 알고리즘			●	
	BEMS 기반 설비시스템 최적제어 시스템 시작품				●
(2-2) BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	건물 에너지 성능진단 및 에너지 저감량 예측 기술				●
	시스템/운전 성능 분석 및 모니터링 기술				●
	개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 기술				●
(2-3) 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	건물 용도별 최적 운전 실용 기술에 대한 파일럿 테스트				●
(2-4) BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	시뮬레이션 모델의 자가 구성 기술	●			
	시뮬레이션 모델의 자가 보정 기술		●		
	시뮬레이션 모델을 활용한 자가 최적화 기술			●	
	자가 구성 모델의 BEMS H/W 결합 기술				●
(2-5) BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구		●	●	
	BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구			●	●
(2-6) 건물에너지관리시스템 최적운영 Forward 표준 모델 개발	공인 기술기준 및 측정방법 조사 / DB 조사범위 선정 및 방안 도출	●			
	한국형 설비기기 성능데이터 조사 및 DB화 - 열원 기기, 신재생에너지기기		●		
	한국형 설비기기 성능데이터 조사 및 DB화 - 반송 설비, 기타설비			●	
	한국형 설비기기 성능데이터 조사 및 DB 분석 및 검증				
	사례조사 및 CASE STUDY를 통해 실제 에너지사용량과 비교검토				●
	지역별 10년간 시간별 기상데이터 제작	●			
	시간별 에너지 해석 프로그램 개발		●		
	BIM데이터 변환 프로그램		●		
BEMS연계 건축물해석 알고리즘 개발			●		

3세부과제 사용자 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 실증 연구					
(3-1) 건축물 에너지 효율관리 실증 연구	효율관리 실증현장 개발	●			
	건물자동제어기반의 에너지 효율관리 실증		●		
	건물에너지 분석기반의 에너지 효율관리 실증			●	
(3-2) 건축물 에너지 수요관리 실증 연구	수요관리 실증현장 개발	●			
	경제성 수요관리 실증		●		
	신뢰성 수요관리 실증			●	
(3-3) ICT 기반 BEMS Platform 연구	에너지 측정 서비스	●			
	에너지 분석 서비스	●			
	에너지 최적화 서비스		●		
	Cloud 서비스 구축 및 운영			●	

7절. 성과의 활용방안

□ 최종 성과물 활용방안

- 도시급 ICT 기술 적용 에너지관리시스템의 의무화 방안 및 권장 적용
- 국가에너지정책에 기초자료(용도별, 규모별, 장비별) 활용
- BEMS 실증연구를 통하여 ROI(투자회수기간) 5년 이내 기술을 개발하여 민간투자 활성화

□ 세부과제별 활용방안

번호	활용 방안
BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 국토교통기술연구개발사업으로 2014년 05월 공고된 ‘저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발’ 사업이 본 과제와 가장 관계가 있으며, 특히 다양한 유형의 85개 업무용 건물에 대한 에너지 데이터 계측 시스템이 구축될 예정이므로 향후 추진예정 본 기획과제의 결과물은 본 제안과제의 장기적인 데이터의 효율적인 수집을 위해 적극 활용될 수 있을 것으로 판단됨 • 아울러, 향후 추진예정 과제의 개발결과물은 본 제안과제의 수행을 위한 시스템으로 직접 활용 될 수 있으며, 실측대상 건물에 적용될 경우 에너지 사용량에 대한 데이터 수집뿐만 아니라 에너지 사용설비의 최적 제어를 통해서 에너지 절감을 도모할 수 있을 것으로 사료됨
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 건축 및 설비 설계단계에서 BEMS 도입을 전제로 하여 다양한 용도의 계측장비의 통합 및 공용화, 체계적인 BEMS 알고리즘의 도입, 계측장비 설치를 고려한 공사계획 수립 등이 용이해짐
사용자 기반의 건물에너지 관리시스템 (BEMS) 실증 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 공조 제어 설비 부분의 실내 공기질 확보에 기반한 BEMS 기술 실용화 • 실내 공기질에 기반한 EMS 알고리즘 제정의 및 실제 건물의 1년 이상 적용 실증을 통한 실용화 • BEMS를 활용한 지속적인 커미셔닝을 위한 필요 계측 정보 정의 및 실제 건물의 1년 이상 적용 실증을 통한 커미셔닝 방법론 실용화 • BEMS 수요자원 분석기법에서 시간대별, 지역별, 종별, 용도별, 계절별 요소가 반영한 실증을 통한 운영평가를 통한 수요자원 프로그램 사업화

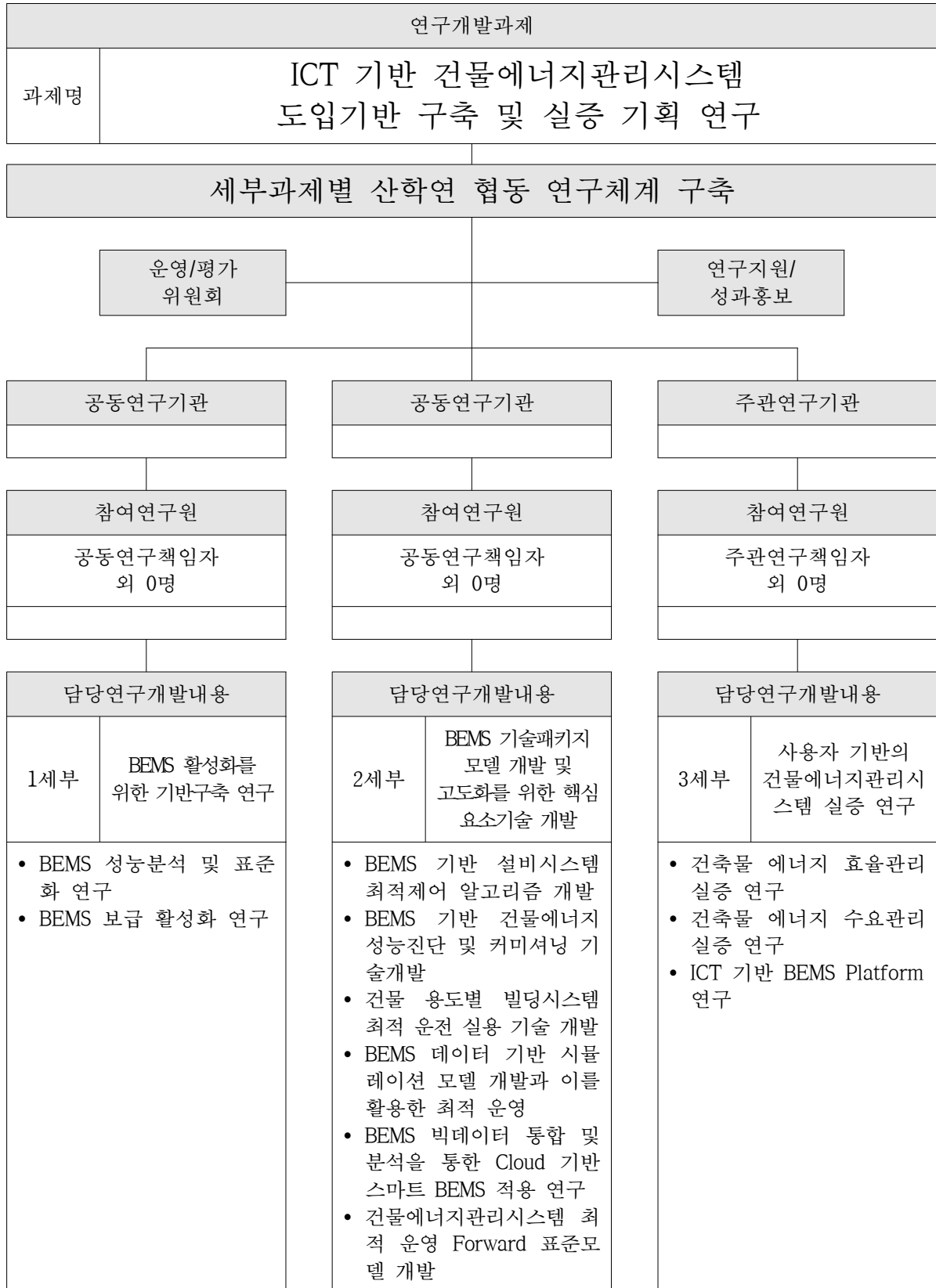
□ 연구개발과제 활용방안

구분	최종 수요처	활용방안	기대효과
1-1	<ul style="list-style-type: none"> 공공, 보급자, 연구소, 건물주 	<ul style="list-style-type: none"> 기술 가이드에 대한 교육 확대, 특히 건축물 에너지 진단/평가사 자격증과 연계한 교육 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 기술 가이드라인 기반의 BEMS인증 제도를 실시하여 도입 건축물의 가치를 상승시키고 침체된 건설시장의 새로운 매개체로 발전
1-2	<ul style="list-style-type: none"> 공공, 연구소, BEMS 관련 기업 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 보급 활성화 제도정책 실현 중장기 로드맵을 활용한 비즈니스 모델 참조 및 활용 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 보급 활성화
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> 공공 및 민간분야 건축, 기계설비, 자동제어 관련기업 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 BAS 및 자동제어 시스템의 개선 기술이전을 통한 새로운 건물 최적제어 관련 업체의 기술경쟁력 향상 및 고용 창출 단순 모니터링 중심의 현재의 BEMS 기술의 실질적인 건물 분야 적용 효과 달성 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 기반으로 건물 실내환경 및 에너지 효율을 동시에 고려한 설비시스템 최적운전 프로세스를 제시 함으로써 BEMS 시장의 활성화에 기여 건물분야에서 단순 에너지 소비의 정량적인 절감이 아닌 재실자개개인의 삶의 질이라고 하는 정성적인 핵심요소를 고려한 통합 최적제어 기술 시장 개척
2-2 BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 건물에너지 진단 및 관리 업체 자동제어 관련 업체 에너지 다소비 신축 및 기존 건물 	<ul style="list-style-type: none"> 건물에너지 성능 진단 및 에너지 저감량 예측에 활용 개발된 커미셔닝 체크리스트 및 프로세스 활용 커미셔닝 실증 사업을 통한 건물에너지 절감 실현 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 실정뿐만 아니라 실제 적용에 문제 없는 커미셔닝 지침서를 활용
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 소규모 건물의 공공기관, 주거용 건축물 시공기업 및 일반인 	<ul style="list-style-type: none"> 개별 시스템 간의 연동 기술 체계 구축 Home Automation, HEMS 및 사물인터넷 간의 연동 기술 등에 대한 사용자 사용 편의성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> BAS, EMS, BEMS 등이 설치된 소규모 건물들의 군관리 시스템을 도입으로 유지 및 관리 체계를 보완하여 사용성 증대 Home Automation, HEMS, 사물인터넷(IOT) 등의 각 기기별 최적 운전 실용 기술과 각 기술별 상호 호환성을 보완하여 일반인들에게 저비용 고효율적으로 보급 확대하여 시장성 증대
2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	<ul style="list-style-type: none"> 오피스, 학교, 관공서, 병원 등 다양한 건물 모두 해당 에너지 다소비 건물 BEMS가 설치된 또는 BEMS 도입 예정인 기존 또는 신축 건축물 	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 기반의 자가 구성 모델을 통해, 건물의 에너지 수요를 예측 건물의 에너지 거동을 설명하는 모델을 바탕으로, 최적 운영 전략을 실시간으로 판단할 수 있음 BEMS의 활용수준을 ‘단순계측’에서 ‘실시간 최적 운영’의 수준으로 업그레이드 	<ul style="list-style-type: none"> 건물 에너지 효율의 획기적 향상이 가능 (보일러, 냉동기, 공조기 등의 실시간 최적 운영 실시) BEMS 장치 산업(센서, H/W, S/W)과 건설업의 결합으로 시너지 창출 가능 건설 산업의 새로운 성장동력이 될 수 있음 스마트 건물의 구현이 가능해짐
2-5 EMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud	<ul style="list-style-type: none"> 건물에너지 진단 및 관리 업체 및 공급자 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 이외에 HEMS, FEMS에 적용 가능하며 스마트그리드에 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트그리드의 실현을 앞당길 수 있는 기술임

<p>기반 스마트 BEMS 적용 연구</p>			
<p>2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 모델 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 성능 평가 및 에너지 진단 전문업체 • 에너지관리공단, 시·군청 등 건물에너지관련 공공기관 • 건물에너지성능 평가, 에너지진단 관련 교육 및 연구기관 • 건축관련설계사무소 • 친환경, 에너지분야 컨설팅 • 열원장비제조회사 • 그린리모델링사업자 • 리모델링사업자 • BEMS사업자 	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 13790 Hourly 시뮬레이션을 통해 신축건물의 건물에너지성능, 기축건물의 에너지진단에 활용 • 신축건물 및 기축건물에 대한 에너지소비량, 에너지절감량 상세분석 가능 • 평가내용을 토대로 에너지 및 온실가스 절감의 구체적인 방안제시 가능 (설비기기 교체 우선순위 도출, 운영시간 및 스케줄 변경여부 판단기준 등) • 운영특성 및 사용자분석을 통해 BEMS 보급확대를 위한 기초자료로 활용 • 열원장비 제조회사의 장비 효율측정방법 및 효율데이터 표준화마련 • 그린리모델링, 리모델링, ESCO사업자의 건축물에너지평가 프로그램으로 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 국가에서 주도하고 있는 건물에너지절감사업 등을 위해 국내 실정에 적합한 정밀한 분석이 가능 • 건물 성능향상 및 개선을 위한 구체적인 방안 제시가 가능하고 결과를 즉시 확인 가능하여 활용성이 높음 • TRNSYS, Energy-Plus 등 외국산 시뮬레이션 프로그램의 대체 가능 • 프로그램의 보급과 확산을 통해 국내 건물에너지성능평가 기술수준과 설비기기의 성능평가의 정확성 향상, 이를 통한 국가경쟁력 제고 가능 • 설계, 컨설팅, 에너지관련기업, 제조회사등 프로그램 사용자의 확대로 사업성 확대가능 • BEMS연계를 통해 실시간 건축물의 운영에 따른 에너지 사용량 및 절감량 예측이 가능하기 때문에 BEMS의 실질적 기대효과를 얻을 수 있음
<p>3-1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 건물주 • 보급자 • 연구소 • 국가 	<ul style="list-style-type: none"> • (건물주) 건물용도별 기술도입에 따른 잠재 절감량 예측 및 경제성 분석 • (보급자) 에너지 측정, 분석, 최적화의 단계별 적용 Model 표준화 제공 • (연구소) 고도화 분석기법, 단위 기술별 효율향상에 대한 Guideline 제공 • (국가) 건축물의 신축/기축, 지역/용도/규모별 에너지 수요 예측 Tool 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud기반의 BEMS 기술 도입으로 도입 초기투자비 절감 효과
<p>3-2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 사업장 • 공급자 • 국가 	<ul style="list-style-type: none"> • (사업장) 수요관리 기술적용의 경제성 분석에 활용 및 수요관리 자원 발굴 활용 • (공급자) Cloud BEMS 운영자가 수요관리사업자 업무영역 확대로 수익 창출 • (국가) 경제성/신뢰성 DR기술의 보급으로 현재 발전 및 송전 문제에 대한 대안 • (국가) 향후 지능형 전력망사업의 인프라 구축 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud기반의 BEMS 기술 도입으로 도입 초기투자비 절감 효과
<p>3-3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 공급자 	<ul style="list-style-type: none"> • 신축/기축/개보수 건축물 적용이 가능하며 특히 주거용 및 소규모 건물은 추가투자 없이 적용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 개별적으로 운영되는 효율관리와 수요관리를 단일 플랫폼에서 수행하여 BEMS 도입 초기 투자비 절감 효과

8절. 연구수행체계 제안

연구수행체계(안)은 다음과 같음.



4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

본 기획과제는 국정과제 및 법정계획, 부처계획 상의 추진 근거 및 연계성이 높은 것으로 판단됨

1. 정책적 부합성

□ 「국정과제」와의 부합성

- 91. 안정적인 에너지 수급 및 산업구조 선진화
 - 에너지 수요관리가 가능한 에너지 절약형 건물 도입기반 구축
- 7. IT·SW융합을 통한 주력산업 구조 고도화
 - 업종(IT·CT·ET) 간 융합신산업 발굴·육성을 통한 일자리 창출
- 8. 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성
 - 분절형 R&D가 아닌 IT·CT·ET(정보기술/건설기술/에너지기술)의 융합을 통한 생태계 창조형 R&D로 과학기술 정책의 패러다임 전환
- 110. 생태휴식 공간 확대 등 행복한 생활문화 공간 조성
 - 쾌적도를 유지하며 동시에 건물 에너지의 효율적 운영 및 관리

□ 「경제혁신 3개년 계획」과의 부합성

- 26. 융합신산업 육성
 - 사회경제적 파급효과가 크고 과학·ICT 기술과의 연계성이 높은 사업 중심의 창조경제 비타민 프로젝트 확대(에너지절감 관리시스템)
- 31. 안정적인 에너지 수급체계 구축
 - 스마트그리드 등 ICT와 과학기술을 활용한 신시장 창출(지능형 수요관리)
- 32. 친환경에너지 신산업 육성·신시장 창출
 - 에너지 신산업 비즈니스 모델 창출을 유도하고 신규 투자 촉진(에너지관리시스템, 지능형 수요반응)

2. 법정계획과의 부합성

- 「제3차 과학기술기본계획(’13~’17)과의 부합성
 - ‘SW·인터넷 신산업 창출: 지식기반 빅데이터 활용 기술’
 - 에너지 데이터 마이닝 기술
 - ‘미래에너지와 자원 확보·활용: 스마트그리드기술’
 - 건물의 에너지 수요관리 기술
 - ‘생활공간 편의성 향상: 지능형 건물제어 기술, 고효율 에너지 빌딩 기술’
 - 쾌적도를 유지하며 동시에 건물 에너지의 효율적 운영 및 관리
- 제2차 건축정책기본계획(’15~’19 국건위)

3. 국토교통부 부처계획과의 부합성

- 제2차 건설교통기술 연구개발사업 중장기계획(’13~’17)
 - 국가과학기술위원회 본회의 심의·확정(’12.05.24)

2절. 기술적 타당성

- 최근의 지구 온난화로 인한 기후의 변화와 이에 따른 온실가스 절감 정책 및 에너지 자원의 고갈로 인한 신재생에너지 활용의 증가 등 사회적으로 에너지와 관련된 관심과 요구가 지속적으로 증가하고 있는 것이 현실임
- 특히나 국내에서는 일시적인 에너지 절약에서 벗어나서 세계적 수준의 국내 ICT 기술을 활용하여, 근본적이고 시스템적인 수요관리의 추진에 대한 필요성이 역설되고 있는 시점임
- 또한 건설기술(CT)·정보통신기술(IT)·에너지기술(ET)을 융합한 건물에너지관리 시스템에 대한 보급 활성화 방안을 국토교통부가 제2차 녹색성장위원회 회의에 상정, 보고하는 등 국가 총에너지 사용량의 20% 내외를 차지하는 건물 부문에 대한 에너지 절약이 필수적인 상황임
- 기존 연구의 대부분은 에너지 사용량의 수집 및 소비 분석의 BEMS 기본 기능에 기존에 BAS에 적용되고 있었던 EMS 기능을 BEMS의 새로운 기능처럼 포장하고, 이를 현장에 한 달 이내의 짧은 기간 동안 적용한 후 BEMS를 운영해서 얼마만큼의 에너지가 절약되었다라고 개선 전후를 비교하는 내용으로 되어 있는 것이 사실임
- 또한 그나마 이러한 실제 건물에 적용 후 개선 전후를 비교하는 내용은 연구기관에 의한 실증이 아니라, BEMS를 사업화하는 기업에서 수행한 기업 소유 건물 대상의 Pilot 사례인 것이 현실임. 하지만 이러한 건물을 대상으로 BEMS의 효과를 검증하는 것은 대단히 중요한 사항임
- 본 과제에서는 BEMS에 대한 근본적인 기능을 BEMS KS 규격에 의거하여 정의하고, 이를 열, 공조 설비를 중심으로 자동제어와 연계하여 실제 건물 대상으로 적용하고, 1년 이상 장기간의 실증을 통하여 에너지 절감 효과 및 지속적인 커미셔닝의 역할과 같은 고도화된 에너지 관리에 의한 건물 운영·설비 관리의 효과를 분석하고자 함

3절. 경제적 타당성

에너지 절감 10%, 최대수요 절감 10%를 목표로 할 경우(산출근거 참조) 에너지 42,622 GWh 절감 효과 및 최대수요 16 GW 절감 효과가 예상되어 국가적 편익이 큰 기술로 평가됨

□ 국가적 편익 분석

○ BEMS 도입예상 기대효과

구분	절감 항목	가장 효과가 큰 예상 건물	최대 수혜자
에너지 절감	사용요금	3,000M2 이상, 기축, BAS 운영	건물주
최대수요 절감	기본요금	상업용> 사무용> 공공기관	국가

○ BEMS 도입예상 건물

- 전국 대상 건물
- 3,000m² 이상: 290,000 동
 - 에너지절감계획 대상 기준
 - 사업장: 13%, 에너지: 82%

※ (참조) 총 건축수 : 685 만(국토부, 2013)
 비 주거용 : 232 만(34%)
 3,000m² 이상 : 29만(12.6%) (예관공, 2008)

건물 용도별 온실가스 배출량 기초 원단위 분석				
비율 (에너지)	에너지사용량 (TJ)	사용면적 (m ²)	동수 (동)	비율 (동수)
9%	13,658	1,000미만	39,756	79.9%
9%	12,822	1,000~3,000	3,719	7.5%
8%	12,283	3,000~5,000	1,626	3.3%
16%	22,978	5,000~10,000	2,087	4.2%
11%	16,457	10,000~15,000	1,035	2.1%
6%	9,230	15,000~20,000	420	0.8%
9%	13,459	20,000~30,000	407	0.8%
11%	16,277	30,000~50,000	363	0.7%
12%	17,118	50,000~100,000	221	0.4%
7%	10,533	100,000 이상	101	0.2%

※ 에너지관리공단, 2008

○ 에너지절감 효과

- 국가 기준 : 42,622 GWh 절감
 - 수입대체 : 원유 5.8조원(55.5 억불)
 - 지원금 : 5.8 조원(35% 무상지원)

절감량의 손질원유 환산(화력 발전소 기준)				
항목	단위	기대효과	국가전체	비고
절감량	GWh	42,622		
원유 환산	백만 Ton	8.5		
	배럴/Ton	6.5		
	백만 배럴	55.5	947	5.9%
원유 도입	USD/배럴	100.0		
	억불	55.5	1,083	5.1%
	조원	5.83		

※ 국가 전체 기준은 2013년

○ 최대수요 절감 효과(전국 29만호 BEMS 도입 기준)

- 국가 기준 : 16 GW 절감(원전 16개)
 - 원전 건설비용 : 64 조원

※ 원전 발전소 건설비용 : 4백만원/kW(한국)

세계 평균 발전소 건설비용(단위 : USD /kW)			
발전소형식	원자력	열병합	가스 화력
건설비용	5,530	2,763	1,137

※ EIA, 2010 Report.(원전은 폐기 비용 포함)

○ 산출 근거(간이 Simulation 기준)

- 전국 3,000m² 이상 비주거용 건물 BEMS 도입
- 에너지 10%, 최대수요 10% 절감
- 건물에서의 전기 에너지 비율 70%, 전력 부하율 30% 기준
- 최대수요 동시 발생 기준(하절기 Peak)

4절. 기술개발 필요성

- (사용자 기반 BEMS 연구) 에너지 위기를 효과적으로 극복하고 안정적인 에너지 수급을 위하여 공급위주 정책에서 수요를 줄이는 수요관리 정책으로 전환 필요
 - 건물 부문은 에너지 사용량의 21%를 차지하며 감축 잠재력이 높아 성능개선을 통한 에너지수요 감축에 효과적
 - ※ 건축 후 15년 이상 경과되어 에너지성능 개선이 필요한 건축물이 전체의 74.1%
 - 건물의 생애주기에서 사용단계의 에너지소비량이 대부분이므로 운영시스템 효율화가 급선무
 - ※ (기획설계) 0.4% - (건설) 16% - (운영관리) 83.2% - (폐기처분) 0.4%

- (BEMS 보급 활성화) 각 건물별로 다양한 사용 환경과 에너지설비를 고려한 에너지 절감 방안 마련을 위한 에너지 분석·모델링 및 성능평가 등에 있어 전문 지식과 경험을 갖춘 기술 인력과 표준화가 필요함
 - 중소형 건물에 BEMS를 운용하기 위해서는 원격으로 다수의 건물을 통합관리할 수 있는 저비용·고효율 원격관리기술이 필요하며, ICT 기술을 이용한 원격 운영을 통하여 중소형 건물의 운영 인력에 대한 비용 절감 및 인력간 역량 차이 극복 가능

- (IT 활용 BEMS 연구) 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 통합에코시스템 등과 같은 ICT의 전방위 확산이 진행 중이며, ICT와 타 산업 간의 결합 트렌드는 대부분 실현 단계에 있으나 건물의 ICT 융·통합은 더딘 편으로써 건설·IT 강국인 한국의 강점을 살릴 수 있는 잠재성이 높은 분야임
 - 건물 기반의 ICT기술과 건물에너지와 관련된 전기/기계/전기/통신 기술의 융합
 - ICT 기술은 BEMS 기술의 활용성 향상
 - ※ 통합에코시스템: 단말·서비스·콘텐츠를 하나의 플랫폼에서 아우르는 시스템

5절. 정부지원 타당성

- 정부는 2020년 배출전망치(BAU, 총 8억 1300만 TC) 대비 30% 온실가스 감축을 위해 건물부문에 26.9%의 감축목표를 할당하면서, 건물에너지관리시스템과 ESS(Energy Storage System)의 보급확대를 전개하는 계획을 수립한 바 있으나, 건물에너지 관리 분야는 구체적인 실천 수단이 확립되지 못하고 있는 실정임
 - BEMS는 에너지 수요관리의 대표적인 기술로써 Hardware적인 변경 없이 에너지절감이 가능하며, 건물 가치 상승 효과 전망
 - HW 부품 및 SW 구성 및 가시화 관련 유관산업에 시너지 효과
 - 건물내 쾌적도를 유지하면서, 에너지가시화 및 최적관리를 통한 에너지 및 비용 절감이 가능하도록 기술 중심에서 건물·환경 중심의 R&D로 변화 필요

- 건물운영과 산업분야에서 BEMS 도입을 위한 관심과 의지는 크나, 실제 현장에서는 설치 기준 등 관련 표준 문서가 부재하여 정책과 현실의 괴리 존재
 - 기술 및 분석기법에 있어 기준·표준 마련으로 관련 산업의 활성화 기반을 구축하여 건물 에너지 진단 및 건물 관리 시장의 경쟁력 확보
 - 건물의 에너지효율 관리는 이해관계자(건물주/건물관리자/설계자/ESCO사업자)의 공감대 형성 부족으로 투자에 어려움이 있으므로 정부 정책 및 에너지효율화 건물 실증의 베스트 프랙티스를 통해 BEMS 도입효과 지속적 홍보를 통한 이해관계자의 공감대 형성 및 에너지 사용 행동변화 유발

6절. 종합평가 및 결론

- (정책) 본 기획과제는 정책(국정과제, 경제혁신 3개년 계획) 및 법정계획(제3차 과학기술기본계획('13~'17), 제2차 건축정책기본계획('15~'19), 부처계획(제2차 건설교통기술 연구개발사업 중장기계획('13~'17)) 상의 추진 근거 및 연계성이 높은 것으로 판단됨
- (기술) 본 과제에서는 BEMS에 대한 근본적인 기능을 BEMS KS 규격에 의거하여 정의하고, 이를 열, 공조 설비를 중심으로 자동제어와 연계하여 실제 건물 대상으로 적용하고, 1년 이상 장기간의 실증을 통하여 에너지 절감 효과 및 지속적인 커미셔닝의 역할과 같은 고도화된 에너지 관리에 의한 건물 운영·설비 관리의 효과를 분석하고자 함
- (경제) 에너지 절감 10%, 최대수요 절감 10%를 목표로 할 경우(산출근거 참조) 에너지 42,622 GWh 절감 효과 및 최대수요 16 GW 잠재절감 효과가 예상되어 국가적 편익이 큰 기술로 평가됨
- (기술개발 필요성) 본 과제는 사용자 중심의 건물에너지관리기술에 ICT를 활용하여 BEMS 보급 활성화를 목표로 함
- (정부지원 타당성) 건물에너지관리 보급 활성화를 위한 구체적인 실천 수단을 확립이 필요하며, 실제 현장에서 BEMS 관련 기준/표준 수립 등의 정책적 지원을 통한 보급 활성화 지원이 필요함
- BEMS 보급 및 확산을 위한 ICT 기술 활용 건물 에너지 관리 기술 개발 및 실증을 통하여 건물 용도별/규모별 최적 에너지 절감 기술 도출, BEMS 표준 설계-시공-검증 프로세스 구축, 건축물 에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 가이드라인 도출은 정책, 기술, 경제적 타당성 뿐 아니라 정부지원의 필요성이 높은 기술로 판단됨

5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

1. 전체사업 인력투입계획

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계(명)
1세부	9	9	9	9	36
2세부	29	34	34	34	131
3세부	16	19	19	19	73
합계	54	62	62	62	240

2. 세부과제별 인력투입

가. 1세부과제

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계(명)
책임	1	1	1	1	4
특급	2	2	2	2	8
고급	3	3	3	3	12
중급	2	2	2	2	8
초급	1	1	1	1	4
합계	9	9	9	9	36

나. 2세부과제

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계(명)
책임	3	3	3	3	12
특급	4	5	5	5	19
고급	4	5	5	5	19
중급	2	3	3	3	11
초급	3	3	3	3	12
합계	16	19	19	19	73

다. 3세부과제

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계(명)
책임	4	6	6	6	22
특급	5	6	6	6	23
고급	7	8	8	8	31
중급	7	8	8	8	31
초급	6	6	6	6	24
합계	29	34	34	34	131

2절. 소요예산 산정

1. 예산 산정방법

- 국토해양부 소관 연구개발사업 운영규정, 연구개발비 비목별 계상기준에 따라 아래와 같이 산정함

2. 전체사업 소요예산

(단위 : 천원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
정부출연금	현금	450,000	4,450,000	4,450,000	4,450,000	13,800,000
민간부담금	현금	15,000	148,333	148,333	148,333	460,000
	현물	135,000	1,335,000	1,335,000	1,335,000	4,140,000
	민간합계	150,000	1,483,333	1,483,333	1,483,333	4,600,000
합계		600,000	5,933,333	5,933,333	5,933,333	18,400,000

(단위 : 천원)

과제구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1세부	49,605	490,540	490,540	490,540	1,521,224
2세부	173,618	1,716,889	1,716,889	1,716,889	5,324,284
3세부	376,777	3,725,905	3,725,905	3,725,905	11,554,492
합계	600,000	5,933,333	5,933,333	5,933,333	18,400,000

(단위 : 천원)

구분	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		총계		
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	합계
1세부	37,204	12,401	367,905	122,635	367,905	122,635	367,905	122,635	1,140,918	380,306	1,521,224
2세부	130,213	43,404	1,287,667	429,222	1,287,667	429,222	1,287,667	429,222	3,993,213	1,331,071	5,324,284
3세부	282,583	94,194	2,794,429	931,476	2,794,429	931,476	2,794,429	931,476	8,665,869	2,888,623	11,554,492
합계	450,000	150,000	4,450,000	1,483,333	4,450,000	1,483,333	4,450,000	1,483,333	13,800,000	4,600,000	18,400,000

3. 세부과제별 소요예산

가. 1세부 추진분야

(단위 : 천원)

항목	비목	연도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계		비고
							금액	비율	
직접비	인건비		29,267	289,418	289,418	289,418	897,522	59.0%	
	연구장비·재료비		2,976	29,432	29,432	29,432	91,273	6.0%	
	연구활동비		5,010	49,545	49,545	49,545	153,644	10.1%	
	연구과제추진비		3,720	36,790	36,790	36,790	114,092	7.5%	
	연구수당		4,167	41,205	41,205	41,205	127,783	8.4%	
	소계		45,141	446,391	446,391	446,391	1,384,314	91.0%	
	위탁연구개발비		-	-	-	-	-	-	
간접비			4,464	44,149	44,149	44,149	136,910	9.0%	
총액			49,605	490,540	490,540	490,540	1,521,224	100%	

나. 2세부 추진분야

(단위 : 천원)

항목	비목	연도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계		비고
							금액	비율	
직접비	인건비		83,892	829,601	829,601	829,601	2,572,694	48.320%	
	연구장비·재료비		41,668	412,053	412,053	412,053	1,277,828	24.000%	
	연구활동비		11,632	115,032	115,032	115,032	356,727	6.700%	
	연구과제추진비		9,028	89,278	89,278	89,278	276,863	5.200%	
	연구수당		11,858	117,263	117,263	117,263	363,649	6.830%	
	소계		158,079	1,563,227	1,563,227	1,563,227	4,847,761	91.050%	
	위탁연구개발비		-	-	-	-	-	-	
간접비			15,539	153,662	153,662	153,662	476,523	8.950%	
총액			173,618	1,716,889	1,716,889	1,716,889	5,324,284	100%	

다. 3세부 추진분야

(단위 : 천원)

항목	비목	연도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계		비고
							금액	비율	
직접비	인건비		75,355	745,181	827,786	745,181	745,181	20.0%	
	연구장비·재료비		237,746	2,351,046	275,929	2,351,046	2,351,046	63.1%	
	연구활동비		10,512	103,953	367,905	103,953	103,953	2.8%	
	연구과제추진비		8,138	80,480	91,976	80,480	80,480	2.2%	
	연구수당		11,115	109,914	101,174	109,914	109,914	3.0%	
	소계		342,867	3,390,574	1,664,769	3,390,574	3,390,574	91.0%	
	위탁연구개발비		-	-	-	-	-	-	
간접비			33,910	335,331	174,755	335,331	335,331	9.0%	
총액			376,777	3,725,905	1,839,524	3,725,905	3,725,905	100%	

6장. 1세부과제 구성체계

1절. 1세부과제 개요

1. 1세부과제 구성

1세부과제는 건물 에너지 관리 기반 구축을 위하여 BEMS 표준화 및 제도, 정책을 연구하는 과제로써 BEMS 성능분석 및 표준화 연구와 BEMS 보급 활성화를 위한 제도·정책 및 건물 에너지 관리 발전 방안 연구로 구성

대분류	번호	중분류	#	내용
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	1-1	BEMS 성능분석 및 표준화 연구	1	건축물에너지 평가기준
			2	건축물에너지 측정기준
			3	건축물에너지 분석기준
			4	건축물에너지 최적화기준
			5	국내 표준건물 도입
	1-2	BEMS 보급 활성화 연구	1	건물 에너지 관리 제도 및 지원정책 개발
			2	건물 에너지 관리 발전 방안 연구

2. 세부과제 정의, 비전, 목표

가. 정의

1세세부 “BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구 “ 과제는 건물 에너지 관리 분야의 기술적 기반 및 활성화 기반 구축을 목적으로 2개의 세세부과제로 구성함. 1세세부 BEMS 성능분석 및 표준화 연구는 건물 에너지 관리 기술의 절차 및 체계에 대한 표준을 제시하며, 2세세부 “BEMS 보급 활성화 연구” 는 건물 에너지 관련 법제도 및 지원정책 연구를 통한 성공적 제도 정착 및 건물 에너지 관리 활성화 방안 수립을 목표로 하는 과제임

BEMS 성능분석 및 표준화 연구

- 건축물 에너지관리 기술의 절차 및 체계에 대한 Guideline 기준의 표준화 연구
- 평가기준 표준화, 측정 표준화, 분석 표준화, 최적화 표준화

BEMS 보급 활성화 연구

- 건물에너지 관리와 관련된 법령·정책·제도 연구를 통하여 BEMS 보급 활성화 방안 도출

- 건물 에너지 관리와 관련된 비즈니스 모델 개발 및 건물 에너지 관리 로드맵 수립을 통하여 산업 발전 방안 연구

나. 비전

1세부 ‘BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구’의 비전은, BEMS 사업구축에 있어 기준 없이 수행하는 현재의 BEMS 운용 실태에서 한 단계 더 나아가 BEMS 평가기준, 측정기준, 분석기준, 최적화 기준을 제시하여 최적 운영을 가능하게 할 수 있는 기반을 구축해 줌. 또한 이러한 기술 가이드라인 제시 뿐 아니라 사회, 경제적으로 BEMS가 효율적으로 구축 및 운영 될 수 있도록 법제도 및 시장 활성화 기반 구축을 통하여 국내 건물 에너지 관련 산업에 파급 효과를 줄 수 있을 것으로 기대함

□ BEMS 성능분석 및 표준화 연구

- (건물주) 기술 표준화로 BEMS 도입의 경제성 확보
- (공급업체) BEMS 시장 확대 및 전문 업체 육성
- (국가) 국가 전체 에너지를 단일 평가 방법으로 체계화

□ BEMS 보급 활성화 연구

- 건물 에너지 관리 관련 법령·제도 제개정(안) 도출
- 본 과제의 기존 시행제도와 연계 방안 도출
- 건물 전주기(생애주기) 기반 건물 에너지 관리 분야 분석
- 비즈니스 모델 기반의 건물 에너지 관리 분야 분석
- 건물 에너지 관리 단기, 중기, 장기 로드맵 수립 및 실행계획 제시

다. 목표

□ BEMS 성능분석 및 표준화 연구

- 건물에너지 및 최대수요 절감을 위해 건물에너지를 단일 평가지표로 분석하여 상대 평가함으로써 건물의 위치, 규모, 도입 장비별 에너지 절감기술 도입의 Guideline 제시

□ BEMS 보급 활성화 연구

- 건물 에너지 관리 제도·정책 연구

- 건물에너지 관리 관련 법제도 및 정책 제·개정(안) 마련
- 수집된 운영정보 공유 및 활용방안 연구
- BEMS 경제성 분석을 통한 정부 지원정책(총액 또는 비율 지원)연구
- BEMS 구축 및 운영을 위한 재원확보, 조달 방안 마련
- 건물 에너지 관리 발전 방안 연구
 - 건물 전주기 기술 및 시장 분석을 통하여 산업발전 방향 설정
 - 건물 에너지 관리 관련 산업 발전을 위한 로드맵 및 실행계획 수립
 - 다양한 융복합 분야인 건물 에너지 관리 부문의 학제간(Interdisciplinary) 연구 및 소통을 위한 네트워크 구축 지원 및 체계 수립

3. 세부과제 연구 필요성

가. BEMS 성능분석 및 표준화 연구

□ BEMS기술의 보급 확산을 위한 정부의 지원제도

- 직접지원 및 간접지원으로 분류
- 직접지원 : BEMS 도입 사업장의 보조금 지급
- 간접지원 :
 - BEMS 기술의 표준화
 - BEMS 도입 건물의 인증제도
 - BEMS 단위기술의 교육지원

□ BEMS 표준화 기술은

- BEMS 도입 확산을 위한 정부의 간접 지원제도
- BEMS 기술의 기본기능 체계로 표준화 도입
 - BEMS기술의 기본기능은 에너지 (측정)-(분석)-(최적화) 단계로 구분
 - 본 연구의 표준화의 체계
 - 건물에너지 평가 기준
 - 건물에너지 측정 기준
 - 건물에너지 분석 기준
 - 건물에너지 최적화 기준

나. BEMS 보급 활성화 연구

- 현재 BEMS 관련 실질적인 기술 기준 및 시행 법령이 미흡함
- 민간 건축물의 경우 다양한 이해관계와 시장의 확장성 부분에 부합하는 정책이 부족하므로, 정부 차원의 인센티브와 같은 장려 정책이 필요
- 사업 측면에서 ROI 계산이 거의 불가능한 속성 때문에 시장 논리에 맡기면 확산에 한계가 있으므로 정책적 지원이 필요함

4. 기술로드맵

성과목표		2015	2016	2017	2018
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	1-1 BEMS 성능분석 및 표준화 연구	건축물에너지 평가기준	건축물에너지 분석 표준화	건축물에너지 최적화표준화	국내 표준 건물 도출
		건축물에너지 측정 표준화			
	1-2 BEMS 보급 활성화 연구	건물에너지관리 제도·정책 분석	법·제도·정책 정비방안 제시		
		건물 에너지 관리 관련 사업 전후방 효과 분석	건물에너지관리 기술 및 시장의 전략 및 로드맵 제시	세세부과제 실용화 및 사업화 방안 초안 제시	세세부과제 성과물의 해외진출 방안 초안 제시

5. 추진전략 및 추진체계

가. 추진전략

- 기존의 건물 에너지 관리 차원에서의 건물에 적용된 BEMS의 기술 문제점을 파악하고 재실자를 고려한 최적의 기술을 개발하기 위한 연구 수행
- 기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 문제점을 파악하고 실제 수행 가능한 기술로 개발하며 성능 검증을 통하여 향후 에너지 저감량 예측 방법론까지 확대하여 연구 수행
- 녹색건축물인증과 유사한 기법의 BEMS 인증에 대한 연구
- 일본 NEDO에서의 BEMS 직접 지원 사례 분석
- 북미 및 유럽에서의 BEMS 도입 시 간접 지원 제도 연구
- 녹색건축물조성지원법 및 건축물에너지효율등급, 녹색건축물인증에 따른 건축기

준 완화와 BEMS 인증에 대한 지원 대책 비교 분석

- BEMS 도입의 ROI(Return of Investment) 및 LCC(Life Cycle Cost) 경제성 분석 표준 연구

나. 추진체계

기술 분야	기술개발 방향	주요개발 기술	기술의 경쟁력	국내 관련기술 성숙도	과제수행 주체	기술획득 방안
			□▨▩▪	○◎●	◁◀▷▶◇	▮▭▯
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	1-1 BEMS 성능분석 및 표준화 연구	건축물에너지 평가기준	▨	○	▽	▮
		건축물에너지 측정 표준화	▨	○	▽	▮
		건축물에너지 분석 표준화	▨	○	▽	▮
		건축물에너지 최적화표준화	▨	○	▽	▮
		국내 표준 건물 도출	▨	○	▽	▮
	1-2 BEMS 보급 활성화 연구	건물에너지 관리 제도·정책 연구	해당 없음	해당 없음	▽	해당 없음
		건물 에너지 관리 발전 방안 연구	해당 없음	해당 없음	▽	해당 없음

기술 경쟁력 최하(□) 하(▨) 중(▩) 상(▪)

연차별 추진 항목 국내 관련 기술 성숙도 최하(o) 하(○) 중(◎) 상(●)

과제 수행 주체 학계(<) 학연(▽) 산(◀) 산학(>) 산연(▶) 산학연(◇)

기술 획득 방안 자체개발(▮) 국내O/S(▭) 국외O/S(▯)

6. 세부과제별 타당성 분석

가. 정책적 타당성 분석

- BEMS 도입을 전제로 한 건축 및 설비의 설계 필요
- 정책의 정합성을 위하여 건물에너지 관리 관련 법령 체계 현황 및 개선방안 연

구를 통한 BEMS 정책 기반 연구 필요

- 선진 사례 벤치마킹을 통한 실효적 정책 개발 필요

나. 기술적 타당성 분석

- BEMS 확대보급을 위하여 건물 에너지절감 기술에 대한 경제성 분석 표준 필요
- BEMS 운영 전문인력 교육과정 구축 및 인력양성, BEMS 보급 및 지원 실무 인력 육성 등을 통하여 BEMS 기술 확산 기반 제공

다. 경제적 타당성 분석

- 서비스의 보급 확산을 통해 BEMS 추진의 효율성 제고 및 산업발전 촉진
- BEMS 경제성 분석 도구를 활용하여 이해당사자 대상 초기 구축비용 부담 설득
- 중·소형 건물 적용을 위한 BEMS 표준 설계를 통한 경제성 확보 방안 마련

7. 기대효과

가. 정책적 효과

- 건축 및 설비 설계단계에서 BEMS 도입을 전제로 하여 다양한 용도의 계측장비의 통합 및 공용화, 체계적인 BEMS 알고리즘의 도입, 계측장비 설치를 고려한 공사계획 수립 등이 용이해짐

나. 경제적 효과

- 관련 이해관계자의 대립을 완화하고 BEMS 설계, 구축 및 운영상의 효율성을 제고
- 도입 비용에 대한 국가 지원책(보조금, 인센티브, 융자, 세제혜택 등) 제시

다. 기술적 효과

- BEMS 운영 전문인력 교육과정 구축 및 인력양성, BEMS 보급 및 지원 실무 인력 육성 등을 통하여 BEMS 기술 확산 기반 제공

8. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 현재 산업통상자원부 및 국토교통부 등 국가에서 추진하고 있는 연구개발과제는 주로 기술 개발에 중점을 두고 있음
- 본 세세부과제의 유사과제인 ‘BEMS 보급 활성화를 위한 법령체계 마련 기초 연구(산업통상자원부/에관공, 2013)’ 과제는 BEMS 관점의 기초 연구로써, 본 연구과제는 건물 에너지 관리 관점으로 확장하여 건물 전주기 기반의 연구를 목표로 함

2절. 1-1 “BEMS 성능분석 및 표준화 연구”

1. 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 연구 필요성

BEMS기술의 보급 확산을 위한 정부의 지원제도

- 직접지원 및 간접지원으로 분류
- 직접지원 : BEMS 도입 사업장의 보조금 지급
- 간접지원 :
 - BEMS 기술의 표준화
 - BEMS 도입 건물의 인증제도
 - BEMS 단위기술의 교육지원

BEMS 표준화 기술은,

- BEMS 도입 확산을 위한 정부의 간접 지원제도
- BEMS 기술의 기본기능 체계로 표준화 도입
 - BEMS기술의 기본기능은 에너지 (측정)-(분석)-(최적화) 단계로 구분
 - 본 연구의 표준화의 체계
 - 건물에너지 평가 기준
 - 건물에너지 측정 기준
 - 건물에너지 분석 기준
 - 건물에너지 최적화 기준
- 표준 건물 도입
 - 표준화 절차의 예시 및 분석 정밀도 향상을 위한 Reference 건물 제시

□ BEMS 표준화 기술의 중요성

- (건물주) 기술 표준으로 BEMS 도입의 경제성 확보
 - BEMS가 추구하는 전체 기술을 건물주에게 제시하여 현재 예산에 적합한 단계를 설정하고, 향후 중복 투자의 폐단을 차단
 - 표준적용으로 공급 업체에 대한 경제성 평가 가능
 - 사업장의 에너지 효율을 정량적으로 평가
- (공급업체) 중소규모 BEMS 전문 업체 육성
 - 해외 Global 업체 및 대기업군은 자체 개발능력으로 전체 Package 공급이 가능하지만, 중소규모 공급업체는 인력 및 시간의 한계로 경쟁력이 없음
 - 중소규모 업체에게 표준을 제공함으로써 단계별 또는 특성별 개발이 가능
 - 해외 수출 및 Global 업체와 경쟁하기 위해서는 적용 단위 기술별 특성화된 전문 중소기업 육성이 필요함
- (국가) 국가 전체 에너지를 단일 평가방법으로 함
 - 에너지 평가방법을 일원화하여 규격화된 정보 수집 가능
 - 표준 작업을 통하여 업계의 애로 사항을 청취하여 집중 지원 분야를 파악
 - 건물별 에너지의 절대 평가가 가능하여 신축 및 개보수시 국가의 정책을 반영

나. 세부과제 연계관계

□ BEMS 표준의 최종 목표

- 건물에너지 및 최대수요 절감을 위해 건물에너지를 단일 평가지표로 분석하여 상대 평가함으로써 건물의 위치, 용도, 규모, 도입장비별 에너지 절감기술 도입의 Guideline 제시

□ 표준 주요 내용

- 건물에너지 평가 기준
 - 건물에너지 평가 기준
 - 현재의 ‘건축물에너지효율등급’에 의한 평가 방법이 건물 내 전력 생산 및 전력 대체 기술 적용 시 불합리한 기준으로 합리적인 평가방법이 필요한 시점
 - 건물 에너지 절감 평가
 - 국제 규정의 에너지 절감량의 정량적 평가 Tool 적용으로 건물 에너지 효율

화 및 에너지 수요 관리 사업의 기준이 필요

- 모든 건물 에너지 효율의 평가
 - 국내 및 전 세계 건물을 단일 지표로 평가할 수 있는 지표가 필요
 - 건물의 용도, 규모, 사용연도, 위치를 보정하는 체계적인 방법 제시

○ 건물에너지 측정 기준

- 에너지 측정 및 KPI 센서의 설치 기준 표준
- BAS구축 사업장 및 비 BAS 사업장에 대한 통신 Protocol 표준
- 에너지 군 관리 및 녹색건축물센터에 제공해야 하는 정보의 표준
- 측정 Meter 및 수집된 정보의 유효성 판정을 통해 Meter기의 성능 표준 제시

○ 건물에너지 분석 기준

- 신축 건물의 분석 방법 및 기축 건물의 분석 방법 제시
- 건물 전체 에너지원별, 부하원별, 장비별, 적용 Zone별 에너지 Model 기준
- 에너지 수요평가, 수요예측, 실시간 에너지 관리 분석 기준 제시
- 최대수요 평가, 최대수요 예측, 실시간 최대수요 관리 기준 제시

○ 건물에너지 최적화 기준

- 분석된 에너지 Model을 이용한 BAS에서의 최적화 운전 전략 제시
- 에너지 Model을 이용하여 실시간 운전변수 변화에 따른 컨미션 기술 제시
- 에너지 Model을 이용하여 장비의 예방 진단 기술
- 최대수요 Model과 결합한 에너지 생산, 분배, 수요의 최적화 전략 제시

2. 국내외 현황분석

가. 건물에너지 평가 기준

기술수준 분석(선진국 대비)

세부 기술	상세 구분	기술 수준	관련 기술 내용	
사용자 평가 Tool	빛 환경	75%	조도 관련 기초 기술	
	열 환경	75%	Thermal Comfort 관련 기초 기술	
	IAQ 환경	75%	ACH 관련 기초 기술	
에너지 생산/수요	전력 생산	75%	태양광, CHP, 비상발전기, ESS	
	열 생산	75%	CHP, 대체냉방, 축열식,	
	전력 평가	50%	전력 에너지 수요 및 소요 평가	
	열 평가	50%	열 에너지 수요 및 소요 평가	
에너지 평가 Tool	신축 건물 평가 Model	50%	ISO 13790 및 ECO 분석 Tool	
	기축 건물 평가 Model	평가 Model	50%	표준 건물 에너지 Model
		평가 지표	50%	고장, 냉방, 난방 민감도 지표
		지역 보정	50%	건물 위치에 따른 외부 환경 보정
		Benchmarking	25%	건물의 효율 평가 지표
		절감량	75%	정량적 절감량 산출

선진기술 GAP 분석

- 본 기술은 단위기술별 선진기술 대비 차이가 없고, BEMS 표준화 단계에서 단일 표준으로 종합하는 단계
- 선진기술과 GAP이 있는 기술 : 건물에너지 평가 기술
 - 건물에너지 평가지표
 - 건물 단위에너지 및 등급 평가 : 건축물에너지 효율등급 연동
 - 우리나라 : 전등, 냉방, 난방, 순환동력 에너지 만 평가
 - 영국 등 선진국 : 실제 사용된 전체 에너지(Measured Energy)로 평가
 - 실제 적용에서 장단점 비교 분석

번호	건물 에너지 평가 지표	지표 목적
1	건물 단위에너지	통합 지표 (효율 등급)
2	건물에너지 성능지표	건물의 Passive/Active 설계/시공/운영 평가
3	건물에너지 환산 성능지표	전 세계 건물과 성능 비교
4	건물에너지의 전기에너지 비율	자가 전기 발전 및 신재생 에너지 평가
5	전기에너지 부하율	에너지 저장 시설에 대한 평가

나. 건물에너지 측정 기준

□ 기술수준 분석(선진국 대비)

세부 기술	상세 구분	기술 수준	관련 기술 내용
센서 정보 처리	에너지 (전기 및 열) 측정	100%	전력 측정, 가스 측정, 지역난방 측정
	최대수요 측정	100%	최대수요 측정
	KPI 측정	75%	온도/습도 측정, 유량 측정
	기상청 연동	75%	기상청 실시간 및 예측 정보 수집
상호 운용성	BACnet Protocol	75%	태양광, CHP, 비상발전기, ESS
	Priority Level 표준	75%	CHP, 대체냉방, 축열식,
	관계점 표준	50%	전력 에너지 수요 및 소요 평가
군관리 정보 처리	건물 정보	50%	건물에서 군 관리 Cloud로 제공 정보
	군관리 정보	50%	군관리 Cloud가 건물로 제공 정보
	녹색건축물센터 정보	50%	군관리에서 국가 정보체계와의 정보
데이터 유효성 검증	측정 Meter기 기본 기능	25%	측정 단계의 Data Validation
	DB 분석 기본	25%	수집 단계의 Data Validation

□ 선진기술 GAP 분석

- 측정기준은 단위 기술은 선진기술 대비 차이가 없고, BEMS 표준화 단계에서 단일 표준으로 종합하는 단계
- 선진기술과 GAP이 있는 기술 : 데이터 유효성 검증
 - 측정 Meter기에서의 Data Validation
 - 측정센서와 측정저장장치 사이에 자료 결손 발생 시 보정하는 방법
 - 자료의 주기 및 주기별 결손 수량에 따른 표준 보정 및 예측 방법
 - 측정저장장치가 표준으로 저장하고 상위 시스템에 전달하는 방법
 - 수집 자료에서의 Data Validation
 - 정보를 분석하기 전 자료의 유효성 판정 및 보정 하는 방법
 - 결손 형태 및 분석하고자 하는 Tool에 따른 보정 및 예측 방법
 - Meter에서의 정보 두절시 자료 결산하는 표준 절차
 - 데이터 유효성 검증
 - Data Validation 기술은 선진 기술에서는 산업별 표준화 단계 진입
 - 국내에서는 Manual방법으로 표준화된 절차가 아닌 주관적인 방법 적용
 - 표준화된 절차로 자동화하는 기술 개발이 필요함

다. 에너지 분석 표준

□ 기술수준 분석(선진국 대비)

세부 기술	상세 구분	기술 수준	관련 기술 내용
에너지 Model	건물에너지 Model	50%	전기, 열, 신재생 에너지별 수요 Model
	부하원별 Model	50%	전등,전열,동력,냉방,난방,급탕,취사별 Model
	장비별 Model	50%	개별 냉동기, 보일러, 공조기, 열교환기 Model
	Zone별 Model	25%	전등, 전열, 공조, 순환 동력 Model
최대수요 Model	최대수요 예측 Model	75%	KS-000 기법에 의한 수요 예측
	최대수요 평가 Model	75%	KPI 분석에 의한 수요 예측
분석 절차	KPI 분석 Model	75%	에너지 Normalization 분석 기법
	시 계열 분석 Model	75%	에너지 Tracking 분석 기법
	Model 허용오차	75%	Model 분석의 통계적 오차

□ 선진기술 GAP 분석

- 분석기준은 단위 기술은 선진기술 대비 차이가 없고, BEMS 표준화 단계에서 단일 표준으로 종합하는 단계
- 선진기술과 GAP이 있는 기술 : 장비의 Normalization 분석 기법
 - KPI 도출 기술
 - KPI는 건물에너지에 중요한 영향을 미치는 측정가능 독립 변수
 - 현재는 외기온도, 실내 열 수요 등에 의한 독립 변수만 적용
 - 향후, 재실 인원, 사무 생산성 등 추가적인 변수 연구가 필요
 - KPI에 의한 Normalization 분석 기술
 - KPI 독립변수에 의한 에너지의 다중회귀분석 절차 수행
 - 시간 단위, 월간 단위 정보의 분석
 - Data Mining 기법의 일종
 - Normalization 기법의 활용
 - 정략적 절감량 산출
 - 에너지 수요 예측
 - Tracking 기법과의 조합으로 Visualization 최적화

라. 에너지 최적화 표준

□ 기술수준 분석(선진국 대비)

세부 기술	상세 구분	기술 수준	관련 기술 내용
ISO 16484 기능	공조 BAS 기능	75%	엔탈피 제어, Duty 제어
	열원 BAS 기능	75%	최적 기동/정지, 외기보상, 부하보상, 대수제어,
	전력 BAS 기능	75%	최대수요제어, 역율제어,
	조명 BAS 기능	100%	패턴제어, 조도제어, 그룹제어
Ongoing Commission 기능	공조 계통 Commission	50%	에너지 Model 응용
	열원 계통 Commission	50%	에너지 Model 응용
	동력 계통 Commission	50%	에너지 Model 응용
	조명 계통 Commission	50%	에너지 Model 응용
FDD 분석	계통의 FDD	25%	에너지 Model 응용
	단위 장비의 FDD	25%	에너지 Model 응용
수요관리 자원 분석	공급 관리자원 분석	50%	장비별 생산 능력 분석
	수요 관리자원 분석	75%	장비별 수요 분산 분석
	에너지 절감 Report	75%	에너지 및 최대수요 분석

□ 선진기술 GAP 분석

- 최적화 기준은 단위 기술은 선진기술 대비 차이가 없고, BEMS 표준화 단계에서 단일 표준으로 종합하는 단계
- 선진기술과 GAP이 있는 기술 : 장비 및 계통 FDD 분석
 - 에너지 계통의 FDD
 - 부하원별(전등, 전열, 동력, 냉방, 난방, 급탕) FDD 분석용 Model 도출
 - 에너지에 영향을 주는 독립변수 별 다중회귀분석 Model 설정
 - 시간 단위 분석에서 KPI 변화에 따른 허용 범위 분석
 - 단위 장비의 FDD
 - 단위장비(냉동기, 보일러, 동력장비) FDD 분석용 Model 도출
 - 에너지에 영향을 주는 독립변수 별 다중회귀분석 Model 설정
 - 시간 단위 분석에서 KPI 변화에 따른 허용 범위 분석
 - 측정 데이터 유효성 검증
 - 측정 센서의 측정 정밀도, 측정 반복도 등 민감도 분석

마. 국내 표준건물 도출

□ 기술수준 분석

세부 기술	상세 구분	기술 수준	관련 기술 내용
표준 건물 에너지 자료 및 표준 분석 결과	건물 용도별 표준 (6)개 건물 자료	상	. 건물의 건축 정보 . 건물의 Passive 분석 정보 . 건물의 Active 분석 정보 . 건물의 시간대 전기 에너지 수요 Profile . 건물의 시간대 열 에너지 수요 Profile . 기상청 자료
	표준에 의한 분석 결과 제공	상	. 건물 에너지원별 연간/월간/일간/시간 단위 . Reference Baseline Model . 에너지 수요 예측 Model . 최대수요 예측 Model . 에너지 절감량 . 각 Model의 허용오차 판별

□ 선진기술 GAP 분석

○ 참고 Model : 미국 DOE에서 공개하는 (16)개 표준 건물

- 본 연구에서는 6종 8개 건물 적용

번호	표준화 항목	기준	에너지 수요 규모
1	사무용 : 민간	일반 사무용	5,000 TOE 및 300 TOE
2	사무용 : 공공 기관	광역 단체 건물	1,000 TOE
3	판매용	대형 할인점	7,000 TOE 및 1,000 TOE
4	교육용	종합 대학	5,000 TOE
5	의료용	종합 병원	5,000 TOE
6	IDC 용	Data Center	3,000 TOE

○ 표준 건물 목적 :

- 표준 절차의 예시
- 각 기업에서 개발한 에너지 분석 Tool의 적합성 판별
- 각 기관별 최신 기술에 의한 분석기법을 적용 시 Reference 정립

3. 연차별 주요 내용

가. 기술별 내용 분류

단계	표준화 내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
		Baseline Year	Project Year #1	Project Year #2	최종 평가
평가 기준	사용자 평가 Tool				
	에너지 생산/수요				
	에너지 평가 Tool				
측정 표준	센서 정보 처리				
	상호 운용성				
	군관리 정보 처리				
	데이터 유효성 검증				
분석 표준	에너지 Model				
	최대수요 Model				
	분석 절차				
최적화 표준	ISO 16484 기능				
	Ongoing Commission 기능				
	FDD 분석				
	수요관리 자원 분석				
표준 건물	국내 표준 건물 도출				

나. 연차별 주요 내용

□ 1차년도

○ 건축물에너지 평가기준 표준화

- 사용자 평가 Tool
 - 건물 재실자 기준으로 빛환경/열환경/공기질 환경 평가 방법
 - 조명 서비스와 사용자 평가 지표
 - Thermal Comfort와 사용자 평가 지표
 - Indoor Air Quality와 사용자 평가 지표
- 에너지 생산/수요 Model
 - 건축물 부하원별 에너지 수요, 소요에너지 평가 방법
 - 에너지 생산 계통 및 신재생 에너지 평가 방법

- 전력 대체 계통의 평가 방법
- 건축물 에너지 평가 기준
 - 총량 평가, 단위에너지 평가, 냉난방 부하원 평가
 - 전력 대체 평가
 - 건물 에너지 절감량 평가
 - 건물 에너지 Benchmarking 평가
 - 건축물 분석을 위한 분류 체계
 - 건물 용도별 : 에너지 수요 특성에 따라 사무, 판매, 연회, 교육, 의료 구분
 - 건물 사용 면적 : 연면적 구분
 - 건물 준공 사용승인 기간 : 신축/기축 구분
- 건축물에너지 평가기준 표준화
 - 센서 정보 처리
 - 에너지 측정(전기 및 열에너지) 기준
 - 전력 최대 수요 측정 기준
 - KPI 정보(온도, 유량, 조도) 측정 기준
 - 상호 운용성
 - BACnet 표준 protocol 운용 기준
 - Smart Grid Specification 2.0 운용 기준
 - 군관리 정보 처리
 - 건물에서 중앙으로 전송할 정보 기준
 - 중앙에서 건물로 전송할 정보 기준
 - 데이터 유효성 검증
 - 측정 Meter기에서의 Data Validation 기능
 - Data Base에서의 Data Validation 기능

□ 2차년도

- 건축물 에너지 분석 표준
 - 에너지 Model
 - Forward Model 및 Backward Model 적용 기준
 - Baseline Model 산출 기준
 - 수요 예측 Model 산출 기준

- Simulation Model의 허용 오차범위 기준
- 최대수요 Model
 - KSC 100 기준의 수요 예측 Model
 - 다중회귀분석에서의 최대수요 예측 Model
- 분석 절차
 - 연간/월간/일간/시간 분석 절차
 - KPI 분석에 의한 Normalization 기능 절차
 - 시계열 분석에 의한 Tracking 기능 절차
- 수요관리 자원 분석
 - 최대수요 예측 Model과 수요관리 자원 분석
 - 공급관리 자원 및 공급관리 자원의 분석 절차
 - 전력 차등요금제와 수요관리 자원 분석 절차

□ 3차년도

○ 건축물 에너지 최적화 표준

- ISO 16484 기능
 - BAS(Building Automation System)에서의 최적화 기능
 - 에너지 Modeling 기법을 이용한 최적화 기능
- 실시간 Commissioning
 - 에너지 Modeling 기법에 의한 Commissioning 적용 기준
 - Commissioning 절차와 보고서 표준 절차
- FDD 분석
 - 장비의 예방진단 (Fault detection and Diagnosis) 적용 기준
 - 에너지 Modeling 과 FDD의 표준 절차

□ 4차년도

○ 국내 표준 건물 도출

- (6)종류의 표준 에너지 수요 건물 도출
- 표준 수요 Profile 도출
- 국내 Simulation을 위한 Reference 설정

4. 목표성과물 제시

○ 표준화

- 표준화 목표 : 단체 표준
- 표준화 항목 : (4)개 표준 항목 적용

번호	표준화 항목	표준화 목표	Contents 내용
1	에너지 평가 기준	단체 표준	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 평가 Tool • 에너지 생산/수요 • 에너지 평가 Tool
2	에너지 측정 기준	단체 표준	<ul style="list-style-type: none"> • 센서 정보 처리 • 상호 운용성 • 군관리 정보 처리 • 데이터 유효성 검증
3	에너지 분석 기준	단체 표준	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 Model • 최대수요 Model • 분석 절차
4	에너지 최적화 기준	단체 표준	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 16484 기능 • Ongoing Commission 기능 • FDD 분석 • 수요관리 자원 분석

○ 국내 에너지 수요 표준 건물 제시(8개)

번호	표준화 항목	기준	에너지 수요 규모
1	사무용 : 민간	일반 사무용	5,000 TOE(1) 및 300 TOE(1)
2	사무용 : 공공 기관	광역 단체 건물	1,000 TOE(1)
3	판매용	대형 할인점	7,000 TOE(1) 및 1,000 TOE(1)
4	교육용	종합 대학	5,000 TOE(1)
5	의료용	종합 병원	5,000 TOE(1)
6	IDC 용	Data Center	3,000 TOE(1)

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

주요성능	단위	전체항목에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준 보유국/보유기업	연구개발전 국내수준	개발목표치				비고
			성과물 기준	성능 수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
표준화 4건	건	90%	미국 ASHRAE Guideline #14	없음	1	2	3	4	기술 표준
표준건물 에너지 수요 6건	건	10%	미국 DOE	없음		2	2	2	표준 Profile
합계		100%							

6. 소결

가. 표준화는 BEMS 보급 확산을 위한 국가의 간접 지원

표준화를 기준으로

- 건물주 입장 : BEMS 도입 경제성 확보
- 공급업체 입장 : BEMS 특성화된 전문기업으로 발전
- 국가 입장 : 건물 에너지 효율 평가의 단일 기준 확보

나. BEMS 관련 최신기술을 단일 체계로 표준화

BEMS 기술은 다양한 기술의 조합으로 단일 체계의 표준으로 재구성

- 건물에너지 평가/측정/분석/최적화 기준

BEMS 인증제도 기준 정보 제공

다. 표준 Reference 건물의 에너지 Model 제시로 분석 정밀도 향상

표준 건물의 장점

- 표준 분석 절차의 예시
- 각 기업에서 개발한 에너지 분석 Tool의 적합성 판별
- 각 기관별 최신 기술에 의한 분석기법을 정밀도 향상

3절. 1-2 “BEMS 보급 활성화 연구”

1. 세세부과제 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연계관계

- 건물 에너지관리시스템 사업의 활성화를 위한 법제도적 기반을 마련하는 연구이므로 기술개발을 하는 타 연구개발과제와 연계·협력 가능성은 낮으나 다년도 과제를 통해 건물 에너지 관리의 사회경제적 파급효과 분석 결과를 기반으로 실제적인 제반 산업 발전 방향을 제시하므로 BEMS와 관련된 타 산업의 성장 및 육성과 밀접한 관련이 있다고 할 수 있음
- 또한 산업발전 방향에 따라 기술개발에 영향을 끼칠 수 있으므로 향후 타 사업 및 연구개발과제와 유기적인 협력 네트워크가 요구됨

2. 세세부과제 국내외 현황분석

가. 기술수준 분석(논문분석)

- 관련 없음 (보급 활성화 방안은 과제 특성 상 기술 개발의 성격을 갖고 있지 않아 본 기획에서는 기술 분석을 제외하였음)

나. 선진기술 GAP 분석

- 관련 없음

다. 특허현황 분석

- 관련 없음

3. 연차별 주요 내용

- 건물에너지의 효율적 운영관리의 일환으로 건물에너지관리시스템(BEMS)의 보급 활성화를 위하여 건물 에너지 관리 관련 제도·정책 및 개선방안 연구, 건물 에너지 관리 발전 방안 연구를 포함함
- 건물 에너지 관리 관련 제도·정책 연구
 - 건물에너지관리(BEMS 포함) 효율화 확산을 위한 법령·제도·정책 등 조사 분석 및 제·개정(안) 마련
 - 건물에너지 관리 효율화 육성 방안 및 보급지원의 효과 분석
 - 해외 건물에너지 효율화(BEMS 포함) 정책·지원제도 조사 분석 및 국내 적용방안 도출

- 건물에너지 효율화(BEMS 포함) 보조금 지원사업의 비용/편익 분석
- 건물 에너지 관리 보급 활성화를 위한 법제도, 재정 지원 부문의 로드맵 수립(건물 에너지 관리 로드맵)
- 건물 에너지 관리 발전 방안 연구
 - 기존 시행제도와 연계 방안 도출
 - ‘저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발’ 과제와의 연계 방안 제시
 - u-City 사업과의 연계 방안 제시
 - 수집된 운영데이터의 공유 및 활용방안 제시
 - 건물 전주기(생애주기) 기반의 에너지 기술 및 ICT 활용 트렌드 분석, 전망
 - 선진국 비교 분석 및 전망, 시사점 도출
 - 국내외 주요 Player간 비교 분석 및 전망, 시사점 도출
 - 공백기술 및 필요기술 제시
 - 건물 에너지 관리 분야의 관/산/학/연 인프라 분석 및 시사점 도출
 - 비즈니스 모델 관점의 건물 에너지 기술 및 ICT 활용 트렌드 분석, 전망
 - 국내외 비교 분석 및 전망(ESCO 사업 포함)
 - 시사점 도출 및 비즈니스 모델 제안
 - 해외 주요 Player간 비교 분석 및 전망, 시사점 도출
 - 건물 에너지 관리 로드맵 수립 및 실행계획 제시
 - 선진국의 ‘법·제도-기술(ICT 포함)-시장’ 현황 분석 및 시사점 도출
 - 건물 전주기 기반의 법·제도-기술-시장을 연계한 단기(~ ‘18), 중기(~ ‘21), 장기(~ ‘25) 로드맵 수립
 - 건물 전주기 기반의 각 세부기술별 로드맵 제시(기술의 제도/기술/시장간 연관관계 포함)

가. 1차년도

- 건물 에너지 관리 관련 제도·정책 연구
 - 건물에너지관리(BEMS 포함) 효율화 확산을 위한 법체계·제도·정책 등 조사 분석
 - BEMS 관련 건물에너지 관리 효율화 육성 방안 및 보급지원의 효과 분석

- 선진국의 건물에너지 효율화(BEMS 포함) 정책·지원제도 조사 분석 및 국내 적용방안 도출
- 건물에너지 효율화(BEMS 포함) 보조금 지원사업의 비용/편익 분석
- 건물 에너지 관리 발전 방안 연구
 - 기존 시행제도와 연계 방안 초안 도출
 - 건물 전주기(생애주기) 기반의 에너지 기술 및 ICT 활용 트렌드 분석

나. 2차년도

- 건물 에너지 관리 관련 제도·정책 연구
 - 건물에너지관리(BEMS 포함) 효율화 확산을 위한 법체계·제도·정책 제·개정(안) 마련
 - 건물 에너지 관리 보급 활성화를 위한 법제도, 재정 지원 부문의 로드맵(건물 에너지 관리 로드맵) 수립 초안
- 건물 에너지 관리 발전 방안 연구
 - 건물 전주기(생애주기) 기반의 에너지 기술 및 ICT 활용 트렌드 전망
 - 비즈니스 모델 관점의 에너지 기술 및 ICT 활용 트렌드 분석

다. 3차년도

- 건물 에너지 관리 관련 제도·정책 연구
 - 건물 에너지 관리 보급 활성화를 위한 법제도, 재정 지원 부문의 로드맵 수립(건물 에너지 관리 로드맵)
- 건물 에너지 관리 발전 방안 연구
 - 비즈니스 모델 관점의 에너지 기술 및 ICT 활용 트렌드 전망

라. 4차년도

- 건물 에너지 관리 관련 제도·정책 연구
 - 기존 시행제도와 연계 방안 도출

○ 건물에너지관리(BEMS 포함) 효율화 확산을 위한 법체계·제도·정책 제·개정(안) 마련

□ 건물 에너지 관리 발전 방안 연구

○ 건물 에너지 관리 로드맵 수립 및 실행계획 제시

4. 목표성과물 제시

○ 건물 에너지 관리 관련 지원정책 및 법제도 제·개정(안)

○ 건물 에너지 관리 전략/로드맵 수립 및 실행계획 제시

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

주요성능 (Spec)	단위	전체항목에서 차지하는 비중2) (%)	세계최고 수준, 보유국/보유기업	연구개발 국내수준	개발목표치			
			성과물 기준	성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
건물 에너지 관리 관련 지원정책 및 법제도 개정안	%	40		-	70	80	90	100
건물 에너지 관리 전략 및 로드맵 수립	%	60		-	30	60	90	100
합 계		100%						

6. 소결

○ BEMS 보급 활성화 연구를 통하여 체계적인 법제도 및 정책 지원을 피하며, ICT를 활용한 BEMS 뿐 아니라, 건물 에너지 분야의 산업 확장을 위하여 분절적인 접근법인 아닌 법제도, 기술, 시장을 연계하는 다학제적인(multi-disciplinary) 관점으로 보급 활성화를 지원할 수 있는 중장기적 로드맵을 제시함

7장. 2세부과제 구성체계

1절. 2세부과제 개요

1. 세부과제 구성

2 세부과제 (BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발)			
2-1	BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	2-1-1	BEMS 기반 최적 설비시스템 최적 제어 알고리즘 개발
		2-1-2	실내 환경 및 에너지 성능 통합 최적 운전 알고리즘 개발
2-2	BEMS 기반 건물에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술개발	2-2-1	건축물 설비별 BEMS 기반 에너지 진단 방법론 및 잠재된 에너지 저감량 예측방법 개발
		2-2-2	생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구
		2-2-3	커미셔닝 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발
		2-2-4	커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서 개발
2-3	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	2-5-1	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술
		2-5-2	주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술
2-4	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	2-3-1	BEMS 데이터를 기반으로, 시뮬레이션 모델의 자가 구성 (self-organizing) 기술 개발
		2-3-2	모델의 자가 보정(self-calibrating) 기술
		2-3-3	모델 기반 자가 최적화(self-optimizing) 기술
2-5	BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	2-6-1	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구
		2-6-2	BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 향상을 위한 연구
2-6	건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	2-4-1	국내 표준건물(비주거용) 도출
		2-4-2	ISO 13790 기준 전문가용 Simulation 개발
		2-4-3	신재생 에너지 Parameter 적용
		2-4-4	ISO 16484 기준 Parameter 적용
		2-4-5	경제성 평가 Parameter 적용
		2-4-6	국내 설비 기기 DB 작성

2. 세부과제 정의, 비전, 목표

가. 정의

2세부과제 ‘BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발’ 과제는 BEMS에 최적화된 시뮬레이션 모델링 기술을 개발하고, 수립된 모델을 기반으로 BEMS 최적 운영 기술을 개발하는 과제와 건물에서 에너지 소비 대상인 건물 에너지 사용설비 분야의 최적 제어 및 효율적인 에너지 관리를 통한 에너지 절약으로 건물 에너지 효율 향상 및 경제성 확보를 위한 솔루션을 개발하는 과제로 구성됨.

현재 건설 시장에서 운용중인 BEMS는 센서 데이터의 수집과 수집된 데이터를 바탕으로 운영자가 직관과 경험에 의존하여 제어를 수행하는 단계에 그치고 있음. 따라서 확률 및 통계, 패턴인식 및 인공지능 분야의 최신 기술력을 도입하여, BEMS 데이터를 기반으로 시뮬레이션 모델이 스스로 구성(자가구성, self-organizing)되고 구성된 모델을 스스로 보정(자가보정, self-calibrating)하며 최종적으로 구성된 모델을 바탕으로 스스로 최적화(자가최적화, self-optimizing)를 통해 BEMS 최적화 기술을 개발하고, BEMS 응용 기술로써 건물 에너지 설비 최적 제어(H/W)·운영 및 에너지 통합관리 시스템(S/W), 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술, Cloud기반 스마트 BEMS 적용 기술을 개발함

□ BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발

- BEMS를 이용하여 건물 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등도 동시 고려하여 소비되는 에너지의 최소화가 아닌 최적화를 추구하는 능동형 스마트 BEMS 기술

□ BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발

- 건물에너지 성능 진단 및 평가 등을 통하여 에너지 절감을 높이기 위한 기술을 개발
- 건물 에너지 저감 유지 및 커미셔닝을 위한 제어 알고리즘과 운영방안을 마련하고 지침서를 확립

□ 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발

- 건물의 용도나 규모에 맞는 실용 기술을 개발하기 위한 솔루션을 제공하기 위하여, 주거용 Home Automation, Home Energy Management System 및 소규모 건물용 BEMS의 연구를 기반으로 하는 실용 가능한 개별 시스템의 최적 운전 기술과 상호간 연동 기술을 개발함

□ BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영

- 확률 및 통계, 패턴인식 및 인공지능 분야에서 가장 최신의 기술력을 활용하여 BEMS를 이용하여 시뮬레이션 전문가의 도움 없이 데이터 기반의 시뮬레이션 모델이 스스로 구축될 수 있는 기술 개발
- 데이터 기반의 시뮬레이션 모델과 건물의 에너지 소비를 절약할 수 있는 최적 운영 알고리즘과 결합하여, 실시간으로 건물의 최적 운영을 지원하는 기술을 개발하여 BEMS의 최적 운영을 구현

□ BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구

- ‘BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구’는 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 다양한 BEMS에 의해 생산된 이질적 데이터들을 통합 관리하기 위한 저장 시스템 구축 및 운영과 관련된 기술임.
- 단순히 저장 장치로서의 역할 뿐만 아니라, 더 나아가 효율적인 BEMS 빅데이터 분석을 지원해 줌으로써 건물에서 낭비되는 에너지를 실시간으로 감지하여 에너지 효율성을 향상시키기 위한 연구임.

□ 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발

- 건물에너지 사용의 효율화를 위한 BEMS의 활용방안이 다각도로 모색되고 있는 상황에서 건물이 시공되기 전 즉 기획, 설계단계에서부터 건물의 용도와 목적에 맞는 BEMS를 적용하고 그 성능을 객관적으로 평가하여 BEMS가 건물에 적용되었을 때 에너지 효율화에 대한 기대치를 객관적으로 확인하고 에너지 누수가 없는 최적의 에너지 운영 표준 모델을 개발

나. 비전

BEMS 최적화 핵심요소 기술 개발의 비전은, 센서를 통한 데이터의 수집과 수집된 데이터를 바탕으로 현장 운영자의 직관과 경험에 의존하여 제어를 수행하는 현재의 BEMS 운용 상태에서 한 단계 더 나아가 전문가의 개입 없이도 BEMS 데이터를 통해 시뮬레이션 모델이 실시간으로 스스로 구축/보정/연산될 수 있으며, 최적화 알고리즘과의 결합하여 건물의 최적 운영을 가능하게 할 수 있음. 또한 이러한 모델 기반 최적 운영 기술은 아직 전 세계적으로 BEMS에 적합한 모델 개발이 이루어지지 않았고, 따라서 모델 기반 최적 운전 알고리즘이 상용화된 사례도 전무하기 때문에 상기 연구가 성공하면 국내 건물 에너지 관련 산업의 큰 파급 효과를 불러올 수 있는 연구임

□ BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발

- 건물 재실자의 실시간 만족도 및 이로 인한 생산성 변화를 건물 시스템 운전 및 제어에 반영함으로써 국가 전체의 생산성 향상에 기여하고, BEMS 하드웨어 기술에 비해 상대적으로 부족하였던 핵심 소프트웨어/엔지니어링/제어 알고리즘 기술을 확보함
- BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발
 - 건물에너지 성능 진단 및 평가 등을 수행함으로써, 에너지 저감을 높이는 기술과 거주자 쾌적성을 만족시키며, 건물에너지 효율 향상 및 지속적인 에너지 저감효과로 정부에너지정책에 부응
 - 커미셔닝의 지침서를 확립함으로써 적용을 통한 에너지 저감 성능 만족뿐만 아니라 관련 업체 및 전문 인력 양성에 기여하며 국가 경쟁력 강화에도 기여
- 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발
 - 소규모 건물에의 BAS, EMS, BEMS에 대한 군관리 시스템 적용으로 실제 에너지 절감 가능한 기술 및 상용화 증대될 수 있는 기술로 발전
 - 주거용 Home Automation 또는 HEMS에 대한 최적 운전 기술을 실용 가능성에 초점을 맞추어 상용화 될 수 있는 기술로 발전
 - 건물 용도별 개별 시스템 최적 운전 및 상호 연동 구현
- BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영
 - 건물 에너지 예측 제어에는 건물의 거동을 설명하는 시뮬레이션 모델이 필수적임
 - 1법칙 기반(열전달)의 시뮬레이션 모델의 구축/보정/연산에 상세한 정보 뿐만 아니라, 상당한 시간, 전문적인 경험 및 지식이 필요함. 본 연구에서는 데이터 기반의 시뮬레이션 모델을 개발하여 실시간으로 단순하게 구축/보정/연산될 수 있도록 함
 - 경험과 직관에 의존하는 BEMS의 운용을 데이터 기반의 시뮬레이션 모델 기반 최적 운영 기술로 발전시켜 쾌적한 저에너지 건물을 구현
 - 기존의 미터링 및 모니터링 H/W 중심의 BEMS 기술에 데이터 기반의 시뮬레이션 모델 S/W를 결합하여 독보적인 기술력으로 전 세계 BEMS 시장의 선점
- BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구
 - 빅데이터가 자체가 경제적 자산이 될 수 있는 시대를 맞아, BEMS 빅데이터 분석을 통하여 건물 에너지 절약함으로써, 에너지 효율성을 향상시킬 수 있음
 - 전 세계적으로도 관련 기술이 초기 단계에 머물러 있기 때문에, 이 분야의 핵심 기술을 확보하여, BEMS 빅데이터 분석 기술을 선도하는 기술 강국으로 진입할 것으로 기대됨

□ 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발

- BEMS 자체의 성능을 평가할 수 있는 객관적인 성능평가 기준을 수립하고, 건물의 기획, 설계단계에서부터 건물의 용도와 목적에 맞는 최적제어, 신재생에너지 등이 적용된 BEMS의 성능 수준을 파악하여 그 성능평가를 통해 건물의 에너지 절감량을 예측하고 건물에 적용될 수 있는 최적의 에너지 운영 Forward 표준 모델을 개발
- 현재 초보적인 에너지 관리 기능 차원에 머물고 있는 BEMS 영역에 대해 통합 에너지운영과 고부가 서비스 제공이 가능한 구체적인 모델을 제시하고 솔루션을 개발하여 다양한 시장 요구에 부응하는 상용화 아이템으로 개발하여, 적용함으로써 국가 건물에너지 절감에 기여하고, 후발주자로서의 불리함을 극복하고 해외 시장을 선점할 수 있을 것으로 기대함

다. 목표

□ BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발

- BEMS 데이터 분석을 통한 실시간 건물 운전 오류감지(fault detection) 및 자가진단(self-diagnostics) 기술
- 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 건물 설비시스템 운전 setpoint 도출 기술
- 실내환경 및 건물 에너지 통합 최적운전 알고리즘 개발

□ BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발

- 실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발
- BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립
- 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안
- 공기조화설비의 커미셔닝 절차 및 지침서
- 커미셔닝의 실제 적용을 통한 에너지 저감 성능 검증
- 빌딩 커미셔닝을 전담할 수 있는 전문 인력과 개발된 에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술을 관련 기업체에서 실제 건물에 활용

□ 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발

기존의 Home Automation, HEMS 및 BEMS에서 개발된 제어 시스템에 대한 기술을 실제로 쉽게 구현될 수 있는 최적 운전 기술로 개발하며, 상호 연동성도 구현 가능한 과제으로써, 달성 목표는 다음과 같음

- 소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술
- 주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술

□ BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영

BEMS에서 수집된 센서 데이터를 바탕으로 전문가의 개입 없이도 데이터 기반의 시뮬레이션 모델이 구축될 수 있는 기술을 개발하고, 이를 바탕으로 건물 및 시스템의 운영을 진단하고 에너지 소비를 절감할 수 있는 기술을 개발하는 과제으로써, 달성 목표는 다음과 같음

- BEMS 데이터를 기반으로 전문가의 개입 없이 모델이 구축될 수 있는 데이터 기반의 시뮬레이션 모델 구성(자가구성, Self-organizing) 기술 개발
- 데이터 기반의 시뮬레이션 모델의 미지변수가 스스로 보정(자가보정, Self-calibration)되는 기술 개발
- 실시간으로 보정된 데이터 기반의 시뮬레이션 모델과 건물의 에너지 소비를 절감할 수 있는 최적 알고리즘(자가최적화, Self-optimizing)과 결합하는 기술 개발
- 개발된 모델과 이를 기반으로 하는 최적화 기술 및 알고리즘을 H/W와 결합하는 기술 개발

□ BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구

- 다양한 BEMS 빅데이터들 간의 이질성을 해결하여 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템을 구축 및 운영하는 방법에 관하여 연구함
- 건물 에너지 절감 효과를 달성하기 위하여, BEMS 빅데이터 분석에 기반한 건물 에너지 사용 패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석에 관하여 연구함

□ 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발

- 국내에서 설계·시공된 건축물에 대한 사례조사를 통해 업무용 건축물에 적용 가능한 표준조건(각 실의 용도별 단위면적당 인원수, 조명밀도, 기기발열량, 운영스케줄 등)을 도출
- 국내 설비기기 DB 작성
- BEMS 도입 전 BEMS 구축에 따른 건물 에너지 절감량 예측
- 설계단계에서의 건물의 용도와 목적에 맞는 최적의 에너지 운영 모델 개발

- 에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시
- 열원장비의 Technical Data를 활용하여 부분부하시 효율 특성 표준식 활용
- 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발
- 수용·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발
- 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발
- 실증을 통한 최적 에너지 운영 Forward 표준 모델 개발 및 검증

3. 세부과제 연구 필요성

□ BEMS 기반 설비 시스템 최적제어 알고리즘 개발

- BEMS를 이용하여 수집된 실시간 운전상황을 바탕으로 시스템 운전자의 지식과 경험에 따라 수동적(passive)으로 건물에너지를 관리하는 소극적인 방법에서 벗어나 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등을 실시간 데이터를 바탕으로 평가함과 동시에 시스템 운전이 즉시 반영하고, 기존의 건물에서 소비되는 에너지의 최소화가 아닌 에너지소비와 실내 재실자 환경을 동시에 최적화하는 능동형(active) 스마트 BEMS 기술 개발이 주목받고 있음
- 국내외 BEMS 산업/시장에 있어 하드웨어 기술시장은 포화상태에 도달하였으나, 아직까지 실제 건물운전에 있어 실시간 피드백을 통한 최적 운전 setpoint를 도출하는 기술확보는 부족한 상황임

□ BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발

- 기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 분석과 패턴인식 기술을 사용하여 실시간 환경 및 재실자의 쾌적도 판단이 필요하여 이를 통하여 실내환경 쾌적도를 고려한 방법론이 필요함
- 이러한 방법론 정립 및 성능 진단 기술에 대한 검증이 필요함
- 국가 차원에서 에너지 절감 및 CO2 배출량 감축을 위해 지속적으로 건축물 에너지 관련 정책 제정 및 개편이 이루어지고 있으며, 신규건축물 에너지성능기준을 강화하여 냉난방에너지 50% 절감 및 건축물의 Zero Energy Building의 목표 실현을 위해 건물 에너지 성능진단, 모니터링 및 커미셔닝 기술이 필요
- 빌딩 커미셔닝을 전담할 수 있는 전문 인력의 양성과 병행하여 개발된 에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술을 실제 건물에 활용할 것이 필요

□ 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발

- 현재 개발된 일반적인 제어 시스템 중에서도 실질적으로 구현하는 데에 드는

비용적인 문제 등으로 인하여 적용하지 않는 기술이 많으므로 실제 사용 가능한 최적 제어 기술이 필요함

- 소규모 건물에서 주로 사용하는 BAS, EMS, BEMS 등에는 이에 대한 제어 관리가 전문가 이외에 사용자가 직접 관리하기 어려움으로 인하여 실제로 이를 통한 에너지 절감을 이루기 어려움이 존재하여, 이러한 소규모 건물들에 대하여 하나의 기관에서 군관리 할 수 있는 기술을 함께 개발함으로써 향후 기존의 시스템과 함께 실질적인 에너지 절감과 사용성 증대를 이룰 수 있음
- 기존의 주거용 Home Automation과 HEMS에서의 기기 단일화로 인한 소비자 불만을 해소하고자 여러 기기에 대한 호환성을 보완할 뿐만 아니라 범용적 관리 시스템을 통하여 실제 적용성 증대를 이룰 수 있음

□ BEMS 데이터 기반 모델 수립 및 최적 제어 문제

- 지구 온난화 화석연료의 고갈, 친환경에 대한 지속적인 관심과 경제적 요구에 의해 BEMS는 에너지 모니터링 수준에서 한 단계 더 나아가 시뮬레이션 모델 기반의 예측 제어 및 최적 운영을 통해 에너지 최적화를 실현해야 함
- 현재의 BEMS는 센서 데이터의 수집과 수집된 데이터를 통한 수동적 제어(운영자의 직관 및 경험에 기반)에 그치며, 모델 기반 최적 운영을 실현하기 위해서는 BEMS데이터를 기반으로 모델을 구성하고, 모델은 건물의 운영 및 에너지 사용을 실시간으로 진단 및 예측할 수 있어야 함
- 시뮬레이션 모델은 제 1법칙(first-principle) 기반의 모델(현재 일반적으로 많이 사용)과 데이터 기반의 모델(가장 최신의 기술력)로 구분될 수 있음
- 제 1법칙 기반의 모델은 열전달, 수치해석 등과 같이 물리적/수학적 지식에 기반한 접근이지만, 모델의 구축을 위해 과도하게 상세한 정보가 필요하고 아무리 정교하게 모델링하여도 불확실성이 존재하며 모델의 작성/보정/연산에 상당한 시간이 소요되는 단점을 지님
- 제 1법칙 기반의 시뮬레이션 모델은 동적 시뮬레이션 툴(예를 들어, EnergyPlus, TRNSYS, eQuest 등), ISO 13790 기반의 툴(예를 들어, ECO2, CE3 등), 그리고 상태공간 방정식의 in-house 모델이 있음
- 데이터 기반의 모델은 확률 및 통계, 패턴인식 및 인공지능 분야에서 가장 최신의 기술력을 활용한 모델로, 전문적인 지식 없이도 BEMS의 센서를 통해 수집되는 데이터를 활용하여 간단하게 시뮬레이션 모델로 구현할 수 있으며, 모델의 보정이 불필요하며 건물의 거동을 사실에 기반하여 표현하고 시뮬레이션이 가능함
- 데이터 기반의 모델은 제 1법칙 기반의 모델에 내재하는 단점을 극복할 수 있을 것으로 주목받고 있으며, 데이터 기반의 모델의 종류는 인공신경망 모델, 서포트 벡터 머신 모델, 그리고 가우시안 프로세스 모델 등이 있음

- 현재의 BEMS는 미터링 및 모니터링의 H/W 기술을 중심으로 개발되고 있으며, 실제 건축물의 에너지 절감 및 최적 운영을 위해서는 데이터 기반의 시뮬레이션 모델 S/W 기술과의 결합이 필요함

□ BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구

- 최근 빅데이터가 우리사회의 핵심 키워드로 등장함에 따라, 빅데이터는 IT 업계를 넘어 사회 전반에서 폭넓게 활용 되고 있음. 그러나 다른 응용분야와는 달리 BEMS 분야 있어서 빅데이터 활용은 미비한 수준이고, 전 세계적으로도 관련 기술도 초기 단계에 머물러 있음.
- Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼이 구축되면, 건물에서 운영 중인 BEMS에 의해 개별적으로 관리 되었던 데이터들은 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼의 저장 시스템에서 통합 관리 운영됨. BEMS 시스템은 고유한 데이터 모델을 사용하고 있기 때문에, 공동 플랫폼에서 통합 저장 시스템을 운영하기 위해서는 다양한 BEMS에 의해 수집된 데이터들 간의 이질성을 해결하기 위한 연구가 선행 되어야함.
- 건물에서 발생하는 에너지 소비에 대한 최근 사례연구에 의하면, 에너지 사용패턴의 이상 현상을 실시간으로 감지 및 분석함으로써 10~30%의 에너지 절감 효과를 달성할 수 있다고 보고되고 있음. 건물에서 낭비되는 에너지를 실시간으로 감지하여 에너지 절감 효과 및 효율성을 향상시키기 위해서는 BEMS 빅데이터 분석에 기반한 이상 현상 감지 및 원인 분석에 관한 연구가 필요함

□ 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발

- 에너지 감시 및 제어측면에서 BEMS와 관련한 소프트웨어 및 하드웨어 기술은 국내외를 막론하고 안정화 단계에 있지만, 활용기술에 있어서 선진국에서는 건물 에너지관리시스템의 성능평가 분석방법 및 이를 통한 건물에너지 절약에 대한 다양한 연구가 진행된 반면, 국내에서는 이와 관련된 연구가 거의 이루어지지 못하고 있는 실정임
- 농어촌 표준주택, LH 및 건설사 공동주택 가이드라인 등 설계를 위한 표준조건이 마련된 주거용 건물과 달리 비주거용 건물은 표준조건이 마련되지 않아 건축물을 설계함에 있어 설계자의 의도로 인해 변경되는 사항이 과도하게 발생. 이로 인해 건축물의 에너지성능, 경제성평가 등을 기준이 마련되지 않아 정량적인 비교가 불가능함.
- 따라서 우리의 실정에 알맞은 구성이나 그 운영방안에 대한 연구를 통하여 건물의 용도와 목적에 맞도록 건물의 기획, 설계단계에서부터 최적의 에너지 운영 모델을 제시함으로써 실제 얻을 수 있는 에너지 절감효과를 정량화 시키는 연구가 필요함

4. 기술로드맵

성과목표	2015	2016	2017	2018
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	BEMS 데이터 분석을 통한 실시간 건물 운전 오류감지 및 자가진단 기술	실시간 재실자 요구 반영 BEMS 기반 설비시스템 운전 프로세스 개발	실내환경 및 건물에너지 통합 최적화 프로세스 개발	실내환경 및 건물 에너지 통합 최적운전 알고리즘 개발
	BEMS 기반 실시간 실내 환경 및 재실자 패적도 판단 기술	재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 건물 설비시스템 운전 setpoint 도출 기술	최적운전 시스템 수준별 구성요소 및 제어 시스템 구성안 도출	테스트베드를 통한 기술 검증 및 상용화
2-2 BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 고찰	건축요소/실내환경 주요인자와 기존 BEMS 간의 연계 체계 정립	개발된 BEMS 기술 접목하여 에너지 진단 및 평가 수행	개별적 기술의 성능 검증과 함께, 기술 간의 조합을 통한 패키지화 기술의 성능 평가 실시로 건축물 설비별 최적 기술패키지 조합 제시
	실시간 건물 환경 진단 판단 기술	적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발	에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측 방법 검증	능동형 스마트 BEMS 프로토타입들에 대한 통합 성능 검증
	주거 및 오피스 Energy 소비 패턴 유형화, 국내 BEMS 적용 현황 분석	BEMS를 활용한 설비 시스템별 에너지 저감 제어 및 운영 기술 현 황 분석 및 기술 보완	개발된 제어 및 운영 기 술의 적용과 에너지 성능 파악을 위한 최적 센서 설치 및 측정기술 개발	개발된 커미셔닝 기술 의 실증
	설비시스템별 기존 제 어 및 운영방안 유형 화	건축물 에너지원의 분 석을 통한 베이스라인 개발	BEMS와 연계한 고장 진단 검출 및 성능유 지 기술	실증사업에 적용 가능 한 절차 및 기술 지침 서 제안
	국내외 기존 커미셔닝 기술, 절차 및 지침서 조사	기존 커미셔닝 기술 적 용을 통한 실증 사업용 커미셔닝 기술 보완	국내 실정에 맞는 실 증 사업용 커미셔닝 기술과 절차 제안	
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	• 소규모 건물에 적용 된 BEMS 기술 현황 분석	• 개별 시스템의 연동 기술 체계 구축	• 소규모 건물에 실제 적용 가능한 개별 시 스템 제어 기술 개발	• 개별 시스템의 최적 운 전 기술 개발
	• 주거용 건물에 적용된 Home Automation 및 HEMS 기술 현황 분석	• Home Automation, HEMS 및 BEMS에 적용된 최적 운전 기술의 실용성 분석	• 주거용 건물에 실제 적 용 가능한 개별 시스템 제어 기술 개발	• 시스템 간의 연동 기 술 개발
2-4 BEMS 데이터 기반 시물레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	모델 구축을 위한 BEMS 데이터 선별 및 분류	자가 구성 모델의 보 정 변수 선별 및 분류	모델 기반 자가 최적화 대 상 변수 및 시스템 선정	자가 구성 모델 S/W 와 해당 H/W 통신방 법 수립
	데이터 기반 자가 구성 모델 기술 코딩	자가 보정을 위한 BEMS 데이터 수집 및 분석	모델 기반 자가 최적 화 기술 개발	자가 구성 모델 및 자가 최적화 방법의 H/W 결 합 기술 개발
	데이터 기반 자가 구 성 모델 구현	시물레이션 모델의 BEMS 데이터 기반 자 가 보정 기술 개발	자가 구성 모델 및 최 적화 기술 결합	BEMS 데이터 기반 시물레이션 모델링 및 최적 운영 구현
2-5 EEMS	• BEMS 빅데이터 간의 이 질성 해결을 위한 데이터	• 효율적 BEMS 빅데이터 관리를 위한 인덱스 기법	• BEMS 빅데이터 기반 이 상 현상 원인 분석 기술	• 실증 분석 및 검토

빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	자동 변환 방법 연구 • BEMS 빅데이터 모델링 방법 개발	연구 • BEMS 빅데이터 기반 이상 현상 감지	개발	
2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 모델 개발	국내 표준건물(비주거용) 관련 설계사례 조사	국내 표준건물(비주거용) 건축, 기계, 전기설비 계획안 도출	국내 표준건물(비주거용) 모델 및 표준조건 도출	국내 표준건물(비주거용) 모델 당위성, 적합성 평가, 실증을 통한 검증
	국내 기후, 신·재생에너지, 지역정보 데이터 베이스 구축	8760시간 수요·공급 매칭을 통한 신·재생에너지 최적 설계 분석·매칭	수요·공급 연계 신재생에너지 적용 Parameter 개발	수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발
	열원기기 DB 조사	신재생에너지기기 DB 조사	설비기기 DB 분석 및 검증	설비기기 DB 보완 및 검증
	• 현행 건물에너지 평가 Tool 보완 • ISO 13790 기반 시뮬레이션 엔진 개발 • LCC평가기능 포함 분석 결과 가시화 프로그램 개발	• 상용 건물에너지 시뮬레이션 TOOL과 비교 • 사용자들에게 건물에너지 소비상황을 효과적으로 전달 할 수 있는 UI 인지 체계 도출	개발된 프로그램의 BEMS 연계 가능성 검토를 위한 실측데이터와의 검증	• 경제성을 고려한 건물에너지성능개선 운영관리 통합 가이드라인 구축 • 개발 시뮬레이션 프로그램 종합 매뉴얼 작성

5. 추진전략 및 추진체계

가. 추진전략

- 기존의 건물 에너지 관리 차원에서의 건물에 적용된 BEMS의 기술 문제점을 파악하고 재실자를 고려한 최적의 기술을 개발하기 위한 연구 수행
- 기존에 개발된 실시간 피드백에 대한 연구를 기반으로 더욱 발전되고 보완된 최적 제어 알고리즘 개발
- 기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 문제점을 파악하고 실제 수행 가능한 기술로 개발하며 성능 검증을 통하여 향후 에너지 절감량 예측 방법론까지 확대하여 연구 수행
- 기존에 국내의 커미셔닝에 대한 기술 분석과 해외의 커미셔닝 지침서 등의 분석과 검토를 통하여 국내의 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서 개발
- 개발된 커미셔닝 기술의 실증사업을 통하여 국내에서도 빌딩 커미셔닝을 전담할 수 있는 전문 인력의 양성의 부분도 확대하여 실천
- BEMS 데이터를 기반으로 건물 및 설비시스템의 에너지 사용을 진단 및 예측하기 위하여, 시뮬레이션 모델이 전문가의 개입 없이 스스로 구성될 수 있는 데이터 기반의 인버스 모델링(inverse modelling) 기법을 활용
- 데이터 기반의 모델은 확률 및 통계, 패턴인식 및 인공지능 분야에서 가장 최신의 기술력을 활용한 모델로, 건물 및 시스템의 운영현황 및 에너지 소비량이 사

실적으로 반영하여 모델이 스스로 구축될 수 있음

- 자가 구성된 데이터 기반 모델의 정확성 및 예측성을 지속적으로 유지하기 위해, BEMS의 센서를 통해 수집되는 데이터를 이용하여 모델의 미지 변수(unknown parameter)가 실시간으로 보정(Self-calibration)될 수 있는 기술을 활용
- 자가 보정이 이루어진 모델의 최적화 기술 개발을 위해 비선형 최적화 기법 및 확률 기반 최적화 기법을 활용해 복잡도가 높은 실제 건물 시스템의 최적 운영에 적용
- 구축된 모델 및 최적화 알고리즘의 H/W와의 원활한 데이터 교환을 위해 타 참여기관과의 협력을 통해 물리적 데이터 교환의 안정성을 향상시킴
- BEMS는 건물 시스템 전반을 다루기 때문에 예측하지 못한 시스템 오류나 데이터 충돌이 일어날 수 있으므로, 상기 개발한 기술을 통해, 현장에서의 오류나 비효율적인 운영을 대폭적으로 줄일 수 있음
- 소규모 건물에 대하여 현재 국내 실정을 바탕으로 시장에서의 사용성 분석을 통하여 기존 BEMS의 기술에 현장 적용성을 증대시킬 수 있는 최적 운전 기술을 개발하여 이를 실현할 필요가 있음
- 주거용 건물에서는 현재 국내 실정을 고려한 실제 사용성에 대한 분석을 통하여 기존의 Home Automation 및 HEMS의 기술을 바탕으로 향후 더욱 필요하고 적용성이 용이한 최적 운전 기술을 개발함으로써 주거용 BEMS의 현장 적용을 대폭 증가시킬 필요가 있음
- 개별 제어 시스템에 대한 최적 운전 기술뿐만 아니라 각 시스템의 상호 연계 및 연동을 할 수 있는 기술을 개발함으로써 더욱 효율적인 시스템이 필요함

나. 추진체계

기술분야	주요개발 기술	기술의 경쟁력	과제수행 주체	기술획득 방안
		□ ▨ ▩ ▪	◁ ◀ ▶ ▷ ◇	☐ ☒ ☓ ☔
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 기술개발	BEMS 기반 최적 설비시스템 제어 알고리즘 개발	▨	▽	☐
	실내환경 및 에너지 성능 통합 최적운전 알고리즘 개발	▨	▽	☐
2-2 BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	▨	▽	☐
	생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	▨	▽	☐
	커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발	▨	▽	☐
	커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발	▨	◇	☒
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	▨	◇	☐
	주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	▩	◇	☐
2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	BEMS 데이터 기반 시뮬레이 션 모델 자가 구성 기술 개발	▩	◁	☐
	모델의 자가 보정 기술 개발	▩	◁	☐
	모델 기반 자가 최적화 기술 개발	▩	◁	☐
	모델 및 최적화 알고리즘과 H/W 결합 기술	▩	◁	☐
2-5 EEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템 구축	▨	◇	☐
	BEMS 빅데이터 분석에 기반한 FDD 기법 개발	▩	◇	☐
2-6 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	국내 표준건물(비주거용) 도출	▩	▶	☐
	건물에너지 적용 제어시스템 Parameter 개발	▨	◁	☒
	국내 설비기기 DB 작성	▨	▶	-
	에너지해석 알고리즘 개발	▨	▽	☐
	경제성 프로그램 개발	▨	▽	☐

기술 경쟁력

최하(□)

하(▨)

중(▩)

상(▪)

연차별
추진항목

과제 수행
주체

학계(◁)

학연(▽)

산(◀)

산학(▷)

산연(▶)

산학연(◇)

기술 획득
방안

자체개발(☐)

국내 O/S(☒)

국외 O/S(☓)

6. 세부과제별 타당성 분석

가. 정책적 타당성 분석

- 건물의 재실자를 위한 최적 설비시스템 제어 알고리즘 및 최적 운전 setpoint 도출 알고리즘을 통하여 국가 차원에서의 발전 기술뿐만 아니라 사용자인 국민측면에서 쾌적과 에너지 저감의 이점을 줄 수 있는 기반 기술 구축
- 건물 에너지 성능 진단, 건물 에너지 저감 유지관리 및 커미셔닝, 건물 에너지 저감 알고리즘을 통하여 건물 전과정에 대한 BEMS의 적용과 검증으로 인한 국가 차원에서의 발전된 기술 기반 구축
- 지구온난화와 탄소배출량 증가 억제에 대한 지속적인 관심과 경제적 요구에 의해 BEMS는 단순한 에너지 모니터링 뿐 아니라 자가 구성 및 자가 최적화를 통한 에너지 절감 및 탄소배출량 저감에 기여할 수 있음
- 건물에너지는 국가에너지 소비량의 24%를 차지하고 건물 LCC(총생애 주기비용)의 30% 이상을 차지할 뿐만 아니라 온실가스 감축잠재량도 매우 큼
- 건물에너지 관리를 위한 실질적인 상용화 기술 부재
- 현재 개발되어 온 소규모 건물에 대한 BEMS나 주거용 Home Automation 및 HEMS 등은 실제 적용성과 사용성이 미약하여 이에 대한 해결책이 필요함

나. 기술적 타당성 분석

- 현재의 설비시스템의 제어는 일반적인 제어시스템만이 대부분 적용되어 있으며, 실시간으로 제어되는 기술이 부족한 실정으므로, 본 과제를 통하여 설비시스템의 최적 제어 알고리즘을 개발함으로써 BEMS의 기술력을 향상시킬 수 있음
- 국내에서는 현재 건물의 에너지 진단 및 커미셔닝에 대한 인식이 크지 않을 뿐만 아니라 이체 대한 체계가 확립되어 있지 않은 상태이므로, 본 과제를 통하여 국내에서도 BEMS를 통한 에너지 진단 및 커미셔닝 절차와 지침서 개발을 통하여 지속적인 BEMS의 발전을 할 수 있음
- 현재의 BEMS는 센서 데이터의 수집과 이 데이터를 바탕으로 운영자가 직관과 경험에 의존하여 제어를 수행하는 단계에 그치고 있으나, 본 연구에서 개발할 자가 구성 모델기반 BEMS 최적화 기술을 통해 BEMS 모델기반 최적 운영을 실현할 수 있음
- 저탄소, Zero Energy 홈/빌딩이나 그린 빌딩과 같은 건축물을 상용화하기 위해 신·재생에너지 활용 설비에 대한 최적 설계 및 운용을 위한 기술 개발이 요구되는 시점이며, 관련 설비운영의 에너지효율을 최대화할 수 있는 운영관리 기술 개발이 필수적임
- 건물에너지 수요 모델과 신·재생에너지 공급 모델을 연계하여 8760시간 시계

열 데이터를 비교·분석하는 툴을 개발함으로써 수요 모델을 고려하지 않은 기존의 모델과의 차별성을 추구함

- 현재의 소규모 건물에 대한 BEMS나 주거용 Home Automation에서 개발되어 온 제어 시스템은 실제 재실자가 이를 이용하는 수준 및 그 정도가 미미한 것으로 판단되어, 이를 실제로 적용하여 사용성을 증대시킬 수 있는 기술이 필요함

다. 경제적 타당성 분석

- 국내뿐만 아니라 해외에서도 건물 에너지 진단, 저감 알고리즘, 커미셔닝 등에 대한 기술이 어느 정도 발전해 오고 있는 실정이지만, 실제 적용이나 사용적 인면이 크지 않은 것으로 사료되며, 이에 대하여 본 과제를 통하여 국내에서의 체계 확립과 실제 적용 가능한 에너지 저감 알고리즘을 통하여 국내에서의 BEMS 보급 활성화가 증대될 수 있음
- BEMS 데이터 기반 최적 운영 기술을 통해 건물의 운영 단계에서 사용하는 에너지를 절감할 수 있음
- 현재, 전 세계에서 상기한 기술이 발표되거나 연구된 사례가 전무하고, 상기 연구가 성공하게 되면, 국내 건물 에너지 관련 산업(건축, 기계설비, 제어, 전기 등)의 큰 파급 효과를 불러올 수 있는 연구임
- 안정적인 녹색에너지원 확보를 위해서는 신·재생에너지 단위 요소기술들의 특성을 고려하고 적용지역의 기후적, 계절적, 지리적 특성 및 적용 목적물의 성격에 적합한 신·재생에너지 설계 및 평가 프로그램의 개발이 요구됨
- 신·재생에너지 관련 분석 및 평가 솔루션을 대다수 국외 프로그램에 의존하고 있는 상황으로 국내 상황과 환경에 적합한 신·재생에너지 성능평가를 위한 프로그램 개발이 필요함
- 건물 전체 공사비의 2% 내외의 금액으로 시공되는 운영(operation)기기(현재는 단순 제어 기능만 갖고 에너지 관리 및 분석기능 없음)는 효율적 시공과 운영을 통해 연간 20% 에너지소비 저감이 가능
- 건물분야 중 향후 시장 확대(현재 세계시장 10조원/년, 국내 5,000억 원/년), 에너지 저감이 예상되는 분야는 본 개발 대상 분야인 건물에너지 설비의 operation 부분으로 건물분야에서 투자 대비 에너지 절감 효과가 가장 큼
- 기존의 HEMS 또는 BEMS의 시장 적용성의 어려움으로 인한 부분을 분석하여 적용이 용이한 시스템의 최적 운전 기술을 개발함으로써 시장성 확보 등에 관한 효과를 얻을 수 있음

7. 기대효과

가. 정책적 효과

- 국내에서도 건물의 재실자이자 사용자를 위한 에너지 저감 효과를 달성할 수 있는 설비시스템의 최적 알고리즘을 개발함으로써 국가 경쟁력을 향상시킬 수 있음
- 건물 시스템에 대한 에너지 저감의 효과를 입증하기 위해서는 건물 시스템의 전반적인 사이클에 대한 이해와 분석, 그리고 그에 따른 대처가 필요하므로 본 세부과제는 건물에서 발생하는 에너지 사용에 대한 진단을 통한 실질적인 에너지 저감 제어 알고리즘을 구축할 뿐만 아니라 지속적인 유지관리 및 커미셔닝을 할 수 있는 체계를 마련함으로써 국가 경쟁력 향상을 이룰 수 있음
- 실효성 있는 BEMS 기술의 개발을 통해 건축물의 BEMS 보급 확대에 기여하고 건물 에너지 절감에 기여할 수 있음
- 자가 구성 모델 기반 BEMS는 건축, 기계, 전기, 제어 분야의 기술이 융합되어 이루어지는 기술이며, 건설 영역, 기계 영역, 에너지 영역을 포함하여 국가 경쟁력 제고와 창조 경제 구현에 큰 일익을 담당할 것으로 기대됨
- 건물에너지효율등급제, 신·재생에너지의무할당제(RPS), BEMS 인증제 등 국가 에너지 정책 제도에 대응 가능함
- 건물 에너지설비분야의 객관적인 에너지 계측가능으로 에너지 절약관련 법규 마련 가능
- 건물에너지 수요 정책 개선에 기여

나. 경제적 효과

- 실제 적용 가능한 에너지 저감을 위한 BEMS 개발로 건설 시장에서의 BEMS 활성화가 기대됨
- 건물 에너지 성능 진단, 건물 에너지 저감 유지관리 및 커미셔닝, 건물 에너지 저감 알고리즘 등에 대한 국내 자체 개발로 해외 의존도가 낮아질 뿐만 아니라 오히려 해외로의 수출 가능성도 기대됨
- 건물의 에너지절감 구현이 가능해지며, 국내외 BEMS 시장에 큰 파급효과가 있을 것으로 기대됨
- 현장 관리자의 직관과 경험에 의해 제어되는 현재의 BEMS 특성상, 수적으로 다수를 점하고 있는 중소형 건물에서는 BEMS를 도입하더라도 이를 효과적으로 활용하기 위한 운용기술을 보유한 인력을 고용할 여력이 부족하나, 자가 구성 및 자가 최적화를 가능하게 하는 본 연구의 결과를 통해 중소형 건물에도 관리

인력의 부족을 극복하고 BEMS를 보급 및 활용을 가능하게 할 것으로 기대됨

- 신·재생에너지 적용에 의한 에너지 비용 절감으로 녹색 도시 구현에 이바지 하며 온실가스 배출 저감 효과 및 건물 운영비 저감 효과를 증대함
- ISO, KS에 규정한 자동제어 표준 통신규격인 BACnet 기반의 운영 시스템으로 수입대체 및 국내 건물로 적용성 확대
- 실시간 에너지 모니터링을 통한 에너지 공급 지속성 및 질(quality)과 관련된 정보를 측정 기록하여 다른 데이터와 함께 웹 기반 데이터베이스를 구축함으로써 관련 데이터를 산업화에 이용가능
- 최적 제어 시스템 적용으로 초기 투자비용과 에너지소비 비용 절감으로 경제성 및 경쟁력 확보 가능
- 건설 및 유지관리, 개보수 등 건물의 총 생애비용(total life cycle cost)의 절감
- 정보통신환경 변화에 능동적으로 대응함으로써 건설비용 절감 및 생산성 향상
- 국가차원에서 진행되고 있는 정보인프라 구축사업과 연계한 산업·경제적 시너지 효과기대
- 현재 자동화 및 설비 관리 시스템 통합 차원에 머물고 있는 국내의 건물 운영관리 시스템 영역에 대해 신재생원 및 분산전원과 연계하여 통합 에너지운영과 고부가 서비스 제공이 가능한 구체적인 모델을 제시하고 솔루션을 개발하여 다양한 시장 요구에 부응하는 상용화 아이템으로 개발, 적용한다면, 후발주자로서의 불리함을 극복하고 해외 시장을 선점할 수 있을 것으로 기대함
- 건물 용도별 실제 적용 가능한 최적 운전 기술을 개발함으로써, 현장 적용성의 증대 및 시장성 확보에 기여할 수 있을 것으로 기대됨

다. 기술적 효과

- 일반적으로 BEMS라 하면 현장데이터 계측을 통한 모니터링 및 데이터 분석을 통하여 리포팅이 대부분이며 이를 통한 추후의 제어 최적은 아직까지 미진한 상태이므로 이에 따라 본 과제를 통하여 실질적으로 적용 가능한 제어 알고리즘의 개발이 기대됨
- 아직 국내에서 완전하게 체계를 갖추지 못하고 있는 커미셔닝 지침안을 본 과제를 통하여 확립이 되면 향후 BEMS의 전반적인 발전에도 기여할 수 있을 것으로 기대됨
- 우리나라의 발전된 IT 인프라를 통해 ICT와 건물 에너지의 융복합이 이루어지는 토대가 마련됨
- IT 기술과 건물 에너지 분야의 융합을 통해 기술경쟁력 향상

- 현재 국내 관련 기술 수준은 주요 선진국에 비해 뒤쳐져 있는 실정이므로, 본 과제에서 각각의 관련 세부기술에 대한 면밀한 분석을 토대로 이루어지게 될 관련 기술 전반에 대한 연구 개발은 기존의 산발적인 연구 형태보다 선진국과의 기술 격차를 효과적으로 줄여나갈 수 있는 방안이고, 일부기술은 선진국을 앞서가는 기술임
- 건물 자동화 시스템 설계 및 시스템 구축을 위한 기술자립화 가능
- 최적제어 기법 적용으로 시스템의 최적 제어성능 향상
- 에너지 절약형 시스템의 적용 활성화 가능
- 본 기술개발은 실증적인 연구를 토대로 각각의 관련 요소기술을 국내 실정에 맞게 개발하여 관련 산업에서의 실용화 정도가 매우 높으며, 해외 수입 기술보다 시장 적응성이 높아 관련 기업의 해외 기술 의존도를 크게 개선할 수 있을 것으로 판단됨. 또한 과제 수행을 통해 축적된 관련 요소기술 전반에 대한 방대한 기초 데이터 및 실증 데이터는 관련 산업 전반은 물론, 이후 다양한 관련 기술개발 연구에서 활용도가 높을 것으로 예상됨
- 건물 용도별 및 시스템별 최적 운전 기술과 상호 연동을 통한 기술력 향상

8. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 설비시스템의 최적 알고리즘이라는 S/W의 기술을 개발함으로써, 실질적인 제어가 필요한 각 설비 기기의 제어기(H/W)와 연계될 수 있음
- 국내에서의 건물 에너지 진단과 커미셔닝에 대한 연구는 많이 이루어지지 않고 있으며, 특히 커미셔닝에 대한 절차 및 지침서는 정립이 되어 있지 않은 상태임
- 아직 전 세계적으로 BEMS 데이터 기반의 시뮬레이션 모델 개발 및 이를 응용한 최적 운영 기술 개발은 이루어지지 않았으며, 따라서 해당 기술이 상용화된 사례도 전무한 상태임
- 건물에너지를 효과적으로 절감하고, 실질적인 사업화가 되도록 하기 위해서는 시스템을 적용한 다양한 요소들에 대한 최적화가 필요하며, 이를 위해서는 단편적인 요소기술 보다는 통합기술을 개발하고 실제 건물 단위에서 실증과 검증이 필요하지만 기존 수행과제들의 경우 미비점이 많음
- 대부분의 과제가 실용화를 목표로 하고 있으나 실제로 건물에 적용된 사례도 거의 없으며, 적용되었다 하더라도 그 효과(에너지절감)를 객관적으로 증명할 수 있는 시스템이 없음
- 건물의 다양한 에너지 사용 설비의 최적 관리 및 제어를 위해서는 통합된 기술이 접목된 시스템의 적용이 필요하나 기존의 경우 대부분의 과제가 중소규모

단위기술 위주로 이루어져 효과적인 에너지 절감 효과를 거두지 못함

- 과제수행 결과물에 체계적인 정보제공이 되고 있지 않고, 과제완료 후에도 관리가 체계적으로 되지 않아 후속 연구과제시 어려움이 있음

나. 기존 연구와의 연계방안

- 국토교통기술연구개발사업으로 2014년 05월 공고된 ‘저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발’ 사업이 본 과제와 가장 관계가 있으며, 특히 다양한 유형의 85개 업무용 건물에 대한 에너지 데이터 계측 시스템이 구축될 예정이므로 향후 추진예정 본 기획과제의 결과물은 본 제안과제의 장기적인 데이터의 효율적인 수집을 위해 적극 활용될 수 있을 것으로 판단됨
- BEMS 통합 운영방안 도출
 - 경제성 향상을 위한 BEMS 통합 운영체계 도출
 - 공공용도의 활용방안 제시
- 지속가능한 BEMS 성능 모니터링 및 관리 방안
 - 실보급 환경에서 지속적인 BEMS 작동 모니터링 방안 제시
 - BEMS 성능의 지속적인 유지관리에 대한 방안 제시
- 건물 용도별, 유형별 BEMS 실증 및 효과 분석
 - 건물 용도별, 유형별 BEMS 시범구축
 - 데이터 수집 신뢰성 검증
 - 운영 및 제어 알고리즘의 효과분석
 - 에너지 소비진단, 시스템 진단, 능동제어 기능 도입방안 제시

9. 실용화 및 사업화 방안

- 설비시스템 최적 제어 알고리즘 및 최적 운전 setpoint 도출 알고리즘을 통하여 이와 연계되는 실제 설비기기(H/W)와 연계함으로써 사용성 증대를 통한 시장성 확보
- 현재 국내에 필요한 건물 에너지 유지관리 및 커미셔닝 기술에 대한 절차 및 지침서를 개발함으로써, BEMS의 활용뿐만 아니라 이에 대한 연구 및 기술 개발에 대한 관심도 증가
- 아직 전 세계적으로 BEMS 데이터 기반의 시뮬레이션 모델 개발 및 이를 응용한 최적 운영 기술 개발은 이루어지지 않았으며, 따라서 해당 기술이 상용화된 사례도 전무한 상태임

- BEMS를 통한 건물 에너지 관리 활성화
 - 건물 에너지 절감에 실효성을 갖는 BEMS 기술을 개발하고, 이를 통해 BEMS를 이용한 건물 에너지 절감 활성화
 - 우리나라의 IT 인프라와 초고속 통신을 이용한 센서 네트워크를 접목하여 다양한 BEMS 활용 기술 개발을 유도
- 기술개발 결과물은 적용건물의 목적 및 사업목적에 따라 다양하게 조합하여 적용 가능하도록 함
- 기술의 상용화를 위해 세부기술들의 통합을 통한 성능평가 및 보완을 하며, 실제 건물에 적용하여 단계별 실증을 거쳐 성능평가 및 검증을 실시하여 사업화가 가능하도록 함
- BAS, EMS, BEMS 등이 설치된 소규모 건물들의 군관리 시스템 도입으로 유지 및 관리 체계를 보완하여 사용성 증대를 이루고자 함
- Home Automation 및 HEMS 등의 각 기기별 최적 운전 실용 기술과 상호 호환성을 보완한 시장성 증대를 이루고자 함

2절. 2-1 “BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발”

1. 세세부과제 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연계관계

- 2-1에서 개발되는 설비시스템 최적제어 알고리즘은 2-5의 건물 용도별 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술과 연계될 수 있음

2. 세세부과제 국내외 현황분석

가. 기술수준 분석

- BEMS를 이용하여 수집된 실시간 운전상황을 바탕으로 시스템 운전자의 지식과 경험에 따라 수동적(passive)으로 건물에너지를 관리하는 소극적인 방법에서 벗어나 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등을 실시간 데이터를 바탕으로 평가함과 동시에 시스템 운전이 즉시 반영하고, 기존의 건물에서 소비되는 에너지의 최소화가 아닌 에너지소비와 실내 재실자 환경을 동시에 최적화하는 능동형(active) 스마트 BEMS 기술 개발이 주목받고 있음
- 국내외 BEMS 산업/시장에 있어 하드웨어 기술시장은 포화상태에 도달하였으나, 아직까지 실제 건물운전에 있어 실시간 피드백을 통한 최적 운전 setpoint를 도출하는 기술 확보는 부족한 상황임

나. 선진기술 GAP 분석

- 우리나라의 경우 K-MEG 등의 국책 연구과제를 통해 BEMS의 하드웨어적인 측면에서의 기술은 선진국과 격차가 대부분 해소된 것으로 판단됨
- 그러나 BEMS 운영을 통해 실질적인 건물에너지 절감을 얻기 위해 핵심적으로 요구되는 최적 운전 및 제어 알고리즘 확보에 있어 북미나 유럽 국가들에 비해 미흡한 것으로 판단됨

다. 특허현황 분석

- HVAC 제어 시스템 및 방법 (코몬웰스 싸이언티픽 앤드 인더스트리얼 리서치 오가니제이션, 출원 번호 : 7018616)
- 사용자 만족도 및 에너지 효율을 높이기 위한 냉난방 제어 방법 및 시스템 (전자부품연구원, 출원 번호 : 0045350)
- 시뮬레이션 기반의 건물 에너지 관리 시스템 및 이를 이용한 건물 에너지 관리 방법 (성균관대학교 산학협력단, 출원번호 : 0072041)

- 공조 시스템의 PMV제어 방법 (삼성물산 주식회사, 출원번호 : 0123421)
- 신경망 모델에 의한 지능형 제어 알고리즘을 이용한 건물의 실내온도 하강 제어방법 (현대건설주식회사; 동국대학교 산학협력단, 출원번호 : 0002800)

3. 연차별 주요 내용

가. [1, 2 차년도] BEMS 기반 최적 설비시스템 제어 알고리즘 개발

- BEMS 데이터 분석을 통한 실시간 건물 운전 오류감지(fault detection) 및 자가진단(self-diagnostics) 기술
- BEMS 기반 실시간 실내 환경 및 재실자 쾌적도 판단 기술
- 실시간 재실자 요구 및 만족도를 반영한 BEMS 기반 설비시스템 운전 프로세스 개발
- 시스템 운전에너지 소비 및 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성을 동시에 고려한 최적 건물 설비시스템 운전 setpoint 도출 기술

나. [3, 4차년도] 실내환경 및 에너지 저감을 위한 통합 최적운전 알고리즘 개발

- 실내환경 및 건물에너지 통합 최적화 프로세스 개발
- 최적운전 시스템 구현 수준(level)별 구성요소 및 제어 시스템 구성안 도출
- 실내환경 및 건물 에너지 통합 최적운전 알고리즘 및 제어 시스템 시제품 개발
- 테스트베드를 통한 기술 검증 및 상용화

4. 목표성과물 제시

과제 구분		요소기술 (개별대상기술)	목표성과물 (주요 연구내용)
2-1	BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	1단계(1~2차년도)	·실시간 건물 운전 오류감지 및 자가진단 알고리즘 ·쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 setpoint 도출 알고리즘
		2단계(3~4차년도)	BEMS 기반 실시간 실내 환경, 및 건물에너지 최적화 시스템 시제품

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

구분	도달목표	세계기술수준
설비시스템 제어 및 에너지 절감 알고리즘	실시간 오류감지 및 자가진단기술	BEMS 기반 실시간 오류감지 및 자가진단
	실시간 쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 건물 운전조건 설정기술	BEMS 기반 실시간 최적 건물운전조건 도출/시스템 제어
	실내 환경 및 건물에너지 최적화 기술	BEMS 기반 실내 환경 및 건물에너지 최적화 프로세스를 통한 에너지 소비량 최적화

주요성능	단위	전체항목에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준, 보유국/보유기업	연구개발전 국내수준	개발목표치		비고
			성과물 기준	성능수준	1 단계	2 단계	
재실자생산성	%	35			2%	3%	실험
투자환수기간	년	35			3년	3년	해석
에너지절감율	%	30			10%	10%	해석/실험
합계		100%					

6. 소결

- BEMS 데이터 분석을 통한 실시간 건물 운전 오류감지를 통해 시스템 오류 및 오작동으로 인한 불필요한 에너지 소비를 막을 수 있음
- 건물 재실자의 실시간 만족도 및 이로 인한 생산성 변화를 건물 시스템 운전 및 제어에 반영함으로써 국가 전체의 생산성 향상에 기여함
- BEMS 관련 기술에서 하드웨어 기술에 비해 상대적으로 부족하였던 핵심 소프트웨어/엔지니어링/제어 알고리즘 기술 확보

3절. 2-2 “BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발”

1. 세세부과제 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연계관계

- 건물에너지 성능 진단 및 평가 등을 통하여 에너지 절감을 높이기 위한 기술을 개발하는 2세부 과제에서, 2-2 세세부과제는 건축요소/거주실내환경/건물시스템을 통합적으로 고려하여 건물에너지 성능 진단 및 평가하는 방법 개발을 목표로 함
- 건축요소/거주실내환경 등 BEMS가 설치되어야할 건축물 자체에 대한 고민 부족으로 더딘 BEMS 보급과 시장 확대 및 활성화의 한계에 봉착한 현 상황을 극복하기 위한 능동형 스마트 BEMS 성능 진단 및 평가 방법론을 도출하고, 이와 함께 방법론을 토대로 본 연구에서 개발 적용된 BEMS 기술들에 대한 성능 검증을 수행함
- 최종에너지소비에서 건물 부분이 차지하는 비중이 매우 높으며, 냉난방에너지 사용이 전체 건물에너지 소비량의 큰 비중을 차지하고 있음. 따라서 실제 건물의 평균 사용 에너지 비용의 절감이 가능하고 투자비용의 회수가 가능한 커미셔닝 기술은 건물에서의 에너지절약을 통한 저에너지 건축물 실현에 매우 중요한 기술로써 핵심요소라 할 수 있음
- 거주자의 요구를 반영하고 건물의 원래 기능의 충족보다 더 나아가 공기조화설비의 운전과 제어를 최적화하여 에너지를 절약하고 건물의 유지보수비를 줄일 수 있는 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발과 실시간 모니터링 및 커미셔닝 기술을 개발하고 실증사업을 통해 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서 개발이 필요함
- 커미셔닝은 효율적인 건물에너지 관리를 위해 건물 운영, 거주자 쾌적성, 에너지 절약, 안전성 및 유지관리비 절약 등을 위하여 계획, 설계, 시공, 시공 후 설비의 시운전 및 유지관리를 포함한 전 공정을 효율적으로 검증하고 문서화하여 에너지의 낭비 및 운영상의 문제점을 최소화하는 기술
- 커미셔닝 업무 주요 내용 - 시스템 설계의도, 제어 및 운전 서류화; 기능 시험 및 측정에 의한 시스템 성능 입증; 유지 관리 체크리스트 작성 및 운전관리자 교육; 시스템 성능 모니터링
- 커미셔닝의 종류 - Initial Commissioning (I-Cx) : 새로이 완성된 건물 또는 새로운 시스템의 설치에 적용되는 체계적인 첫 커미셔닝; Retro Commissioning (Retro-Cx) : 커미셔닝을 시행하지 않아서 그 과정이 문서화되지 않은 현존하는 건물에 처음 실시하는 커미셔닝; Re Commissioning (Re-Cx) : I-Cx와 Retro-Cx가 수행 후 건물주가 더 나은 건물 운전성능 유지를 위하여 실시하는 일시적인

커미셔닝; On-going Commissioning (On-going Cx): I-Cx와 Retro-Cx가 행하여 진 뒤 빌딩 시스템 성능의 유지, 향상, 최적화를 위하여 정기적 또는 지속적으로 하는 커미셔닝; Continuous Commissioning : 건물의 기계설비에 관한 성능을 실시간으로 모니터링, 분석하고 거주자의 요구를 반영함으로써 건물의 원래 기능의 충족보다 더 나아가 HVAC의 운전과 제어를 최적화하여 에너지를 절약하고 건물의 유지보수비를 줄이는 커미셔닝

2. 세세부과제 국내외 현황분석

가. 기술수준 분석

- 전기전자/정보통신분야 중심의 건물시스템 하드웨어 및 자동제어 중심의 기존 BEMS 연구개발로 인하여 정작 BEMS가 설치되는 대상인 건축요소/거주실내환경 등 건물 자체에 대한 고민 부족
- 현재 BEMS은 건축물의 모든 시스템을 능동적, 유기적으로 작동하고 제어하는 것이 아니라 단순한 데이터 수집 및 모니터링의 일환이라는 한계를 보이고 있음. 이러한 현황으로 인하여 BEMS 보급이 더디게 나타나고 있으며, 시장 확대 및 활성화에 한계에 봉착함
- BEMS가 능동적인 기능을 수행하기 위해서는 건축프로젝트의 건축 계획 및 설계단계부터 시공, 운영단계에 걸쳐 관련 실무자가 참여하고 전 과정과 연계되는 건물 자체 특성에 초점을 맞춘 통합적인 BEMS 구축 필요
- 단순한 에너지절약보다는 건축요소 및 거주실내환경의 쾌적성을 고려한 BEMS 개발이 필요하며, 이러한 개념의 BEMS 적용을 위한 건물에너지 성능 진단 및 평가 방법이 요구됨

나. 선진기술 GAP 분석

- 건축요소/실내 환경 인자들을 통계적이나 경험적으로 지나치게 단순화 및 통일 시킴으로써 실제 다양하고 복잡한 건물들에 적용 시 기대수준과 괴리감이 발생했던 기존 BEMS의 문제점 극복 노력
- BEMS를 이용하여 수동적으로 건물에너지를 관리하는 소극적인 방법에서 벗어나 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등도 동시 고려하여 소비되는 에너지의 최소화가 아닌 최적화를 추구하는 능동형 스마트 BEMS 기술 개발이 주목 받음
- 해외 선진국(미국, 일본, 독일 등)을 중심으로 건물에너지 절감을 위하여 건축요소/거주실내환경을 고려한 시스템구성요소들의 최적 운전점을 설정하고, 이에 기반한 최적 운전 및 유지관리기술의 개발 및 적용이 이루어지고 있음

- 그리고 이러한 새로운 능동형 스마트 BEMS 기술을 수용하며, 건축요소/실내 환경 주요인자와 기존 BEMS 간의 간극을 좁힐 수 있는 건물에너지 성능 진단 및 평가 방법론 및 도구 개발이 수행되고 있음
- 현재 해외에서는 ASHRAE, NEBB, IEA Annex 등과 같은 커미셔닝 지침안이 어느 정도 그 체계와 내용을 정립하여 상용화 되어 있는 반면, 국내에서는 특히 이러한 커미셔닝 지침안이 정해진 것이 없는 실정임

다. 특허현황 분석

- 건물 에너지 절감을 위한 실시간 에너지진단 시스템 및 방법 ((주)에스코프로, 출원번호 : 1020120056998)
- 건축물의 에너지 효율 진단 및 개선 방법 및 장치 (우세진, 출원번호 : 1020100138723)
- Building technology energy management system and error diagnosis method (ABB AG, 출원번호 : 12003771)
- Method for night purge diagnosis for reducing energy consumption of building (Hibiya ENG Ltd., 출원번호 : 0172476)
- COMMISSIONING SYSTEM FOR SMART BUILDINGS (Qualcomm INC, 출원 번호 : 0062262)
- Commissioning of a building service system (Koninklijke Philips Electronics N.V.,출원번호 : 0701709)
- System and method for commissioning addressable lighting systems (Vantage Controls, Inc., 출원번호 : 0770351)

3. 연차별 주요 내용

가. 건축물 설비 유형별 에너지 진단 방법론 및 잠재적 에너지 저감량(Energy Saving Potential) 예측방법 개발

[1, 2 차년도]

- 기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 고찰
- 패턴인식 기술을 이용한 실시간 실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 기술
- 재실자 기호, 열/빛/공기 거주실내환경 쾌적도, 생산성을 고려한 최적 건물 운전 set-point 도출
- 건축요소/실내 환경 주요인자와 기존 BEMS 간의 연계 체계 정립

- 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발
- BEMS 기반 커미셔닝 툴 개발(BEMS-ASSISTED COMMISSIONING TOOL)

[3, 4차년도]

- 본 연구에서 개발된 BEMS 기술 접목하여 에너지 진단 및 평가 수행
- 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측 방법 검증
- 개별적 기술의 성능 검증과 함께, 기술 간의 조합을 통한 패키지화 기술의 성능 평가 실시로 건축물 설비별 최적 기술패키지 조합 제시
- 본 연구에서 도출되는 능동형 스마트 BEMS 프로토타입들에 대한 통합 성능 검증
 - 통합 성능 검증에는 전체 에너지 사용량뿐만 아니라 냉난방, 환기, 조명, 급탕 등에 대한 에너지 사용량을 항목 별로 분석하여 전체 에너지 소비량에 미치는 영향도를 파악하고 개선점 및 피드백을 실시
 - 전력/가스/수도 등의 에너지소비량에 세부 미터링기기를 설치하고, 구축된 센서 및 미터링 시스템을 통하여 에너지사용량을 수집해 획득된 정보를 바탕으로 건물에서의 사용자에 의한 에너지 이용 패턴, 기상정보, 에너지가격, 건물의 구조 등을 종합적으로 고려하고 에너지 낭비요소를 도출해 최적화된 건물 운영 관리 지침 제공

나. [1, 2 차년도] 생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구

- 건축물의 계획/설계/시공/유지관리 단계까지를 고려한 생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 개발
- 건축프로젝트의 계획 단계에서 목표한 BEMS 기술들의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계에서 점검하기 위한 체크리스트 등의 성능 분석프로세스 및 도구 개발
- 개별적 기술 및 기술 간의 조합을 통한 패키지화 기술에 대한 평가 인자들을 선정하고, 그에 해당되는 BEMS 기술들의 지표 확인 및 성능을 검토하고 결과 분석을 통해 성능 달성도를 점검하는 인증 방법론 정립

다. [3, 4차년도] 커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발

- 주거 및 오피스 Energy 소비 패턴 유형화 (기존 문헌, 실험 등 조사)
- 국내 BEMS 적용 현황 분석
- 설비시스템별 기존 제어 및 운영방안 유형화
- BEMS를 활용한 설비시스템별 에너지 저감 제어 및 운영 기술 현황 분석 및 기술 보완(공조, 열원, 부하측)

- 개발된 제어 및 운영 기술의 적용과 에너지 성능 파악을 위한 최적 센서 설치 및 측정 기술 개발
- BEMS와 연계한 고장진단 검출 및 성능유지 기술
- 개발된 커미셔닝 기술의 실증

라. [3, 4차년도] 커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발

- 국내외 커미셔닝 기술, 절차 및 지침서 조사
- 기존 커미셔닝 기술 적용을 통한 실증 사업용 커미셔닝 기술 보완
- 국내 실정에 맞는 실증 사업용 커미셔닝 기술과 절차 제안
- 실증사업에 적용 가능한 절차 및 기술 지침서 제안

4. 목표성과물 제시

과제 구분		요소기술 (개별대상기술)	목표성과물 (주요 연구내용)
2-2	건물 에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술 개발	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발
		생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립
		개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안	커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발
		공기조화설비의 커미셔닝 절차 및 지침서	커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

구분	도달목표	세계기술수준
건물 에너지 성능 진단 기술 개발	에너지 진단방법 및 에너지 저감량 예측방법 개발	건축물 에너지 진단, 모니터링 데이터 수집 및 분석
	시스템 운전 성능 인증 방법론 정립	건축요소/실내 환경 주요인자와 기존 BEMS 간의 간극을 좁힐 수 있는 건물에너지 성능 진단 및 평가 방법론 필요
	개별 설비 시스템 제어 알고리즘 및 운영방안 개발	커미셔닝 적용을 위한 개별 설비 시스템 제어 알고리즘
	커미셔닝 체크리스트, 절차 및 지침서 개발	ASHRAE, NEBB, IEA Annex 등의 커미셔닝 지침서

주요성능	단위	전체항목에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준, 보유국/보유기업	연구개발진 국내수준	개발목표치	
			성과물 기준	성능수준	1 단계	2 단계
건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	case	60		하	중	상
생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	case	40		하	중	상
커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발	case	50		중	중	상
커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발	case	50		중	중	상
합계		100%				

6. 소결

에너지 예측 및 분석에 그치는 것이 아닌 더욱 다양하고 복잡한 건물 및 거주실내환경 특성에 맞는 맞춤형 BEMS 기술 개발을 위한 건물에너지 성능 진단 및 평가 방법 개발을 목표로 하는 2-2 세세부과제를 통하여 능동형 스마트 BEMS 보급, 시장 확대 및 활성화에 기여함. 그리고 아래의 파급효과가 기대됨

- 실제 다양하고 복잡한 건물들에 맞춤형으로 BEMS 적용
- 적용되는 건물 자체 특성에 초점을 맞춘 BEMS 기술들에 대한 건물에너지 성능 진단 및 평가 방법 정립으로 에너지 절감과 거주자 쾌적성 간의 최적화 가능
- 건물에너지 효율 향상 및 지속적인 에너지 저감효과로 정부에너지정책에 부응

- 국제적으로 최고 수준인 BEMS 하드웨어 기술 분야에 고부가가치 핵심 소프트웨어 기술이 더해지면서 BEMS 산업 활성화 및 국제경쟁력 제고에 일익을 담당할 것으로 기대
- 본 연구를 통하여 개발된 능동형 스마트 BEMS 기술은 기술이전을 받은 관련 기업의 해외 시장진출 시 수주 및 기술 경쟁력 향상 기대
- 커미셔닝 적용을 위한 개별 설비 시스템의 제어 알고리즘 및 운영 기술 개발뿐만 아니라 개발된 제어 알고리즘 및 운영 기술의 적용과 에너지 성능 파악을 위한 최적 센서 설치 및 측정 기술을 실증을 통하여 지속적인 에너지 저감 효과를 거둘 수 있도록 하는 것이 중요함
- ASHRAE, NEBB, IEA Annex와 같이 해외의 커미셔닝 지침서는 체계가 잘 잡혀 있으나 국내는 아직 지정된 지침서가 없는 실정이므로 이를 개발하기 위하여 기존 커미셔닝 절차 및 지침서를 면밀히 분석 및 검토를 통하여 국내 실정뿐만 아니라 실제 적용에 문제없는 지침서가 필요함

4절. 2-3 “건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발”

1. 세세부과제 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연계관계

- 2-3 세세부과제에서 개발된 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술은 2-1 세세부과제 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 기술개발과 연계될 수 있음

2. 세세부과제 국내외 현황분석

가. 기술수준 분석

- 국내의 소규모 건물에서 BAS, EMS 등이 적용되어 있는 건물이 많지는 않으며, 설사 적용되어 있다고 하여 실제적으로 이를 관리하기 위한 전문적인 지식을 가진 사람이 직접 관리하는 경우는 거의 없어, 실질적으로 이러한 빌딩시스템으로 인한 에너지 절감량을 기대하기는 어려운 실정
- 주거용 홈오토메이션 같은 경우에는 현재 개발되어 상용화 되어 있지만 이러한 기술은 시공사에서 주택 건설 시 초기에 결정됨에 따라 한번 그 기기가 주택 내에 적용된 이후에는 사용자가 향후 다른 기기로의 교체에 따른 호환성 부족으로 사용성이 현저히 떨어지게 되는 것이 문제라 할 수 있어, 이러한 호환성을 이룰 수 있는 기술이 아직 미비함

나. 선진기술 GAP 분석

- 현재 소규모 BAS, EMS 같은 경우 그 기술적인 측면에서는 해외나 우리나라에서도 이미 점차적으로 개발되는 실정이나, 아직 국내에서는 유지 관리적 측면에서 적용성이 미비함
- 주거용 Home Automation의 경우 적용될 수 있는 기기나 시스템의 각각에 대하여는 국내·외 모두에서도 계속해서 개발되고 있는 실정이지만, 여러 가지 기기들에 대한 호환성 부족으로 이에 대한 솔루션이 필요함

다. 특허현황 분석

- 건물 에너지 관리 시스템을 통한 냉동기 최적 운전 시스템 및 방법 (삼성물산 주식회사, 출원번호 : 1020100057414)
- 건물 에너지 절감을 위한 열원 및 공조 통합 운전 제어 시스템 및 그의 구현 방법 (주식회사 나라컨트롤, 출원번호 : 1020100129272)
- 사용자 친화형 홈 에너지 관리 시스템 및 그 방법 (고려대학교 산학협력단, 출원번호 : 1020120058594)
- 홈 에너지 관리 서비스 프로비저닝 방법 및 장치 (한국전자통신연구원, 출원번호 : 1020120116145)
- METHOD AND APPARATUS OF PROVISIONING HOME ENERGY MANAGEMENT SERVICES (Electronics and telecommunications research institute, 출원번호 : 0010970)
- USING MODEL COMMUNICATION AS A PROTOCOL IN A MANAGED ELECTRICAL SYSTEM (Palo Alto Research center incorporated, 출원번호 : 0297014)
- Home Automation And Smart Home Control Using Mobile Devices And Wireless Enabled Electrical Switches (IP HOLDINGS, INC., 출원번호 : 0149553)
- Smart Home Automation Systems and Methods (Fluential, LLC, 출원번호 : 0049158)

3. 연차별 주요 내용

가. [1차년도] 건물 용도별 적용된 BEMS 기술 현황 고찰

- 소규모 건물에 적용된 BAS, EMS, BEMS 기술 현황 분석
- 주거용 건물에 적용된 Home Automation, HEMS 기술 현황 분석

나. [2차년도] 건물 용도별 적용된 BEMS의 실제 적용성과 실용성 분석

- Home Automation, HEMS 및 BEMS에 적용된 최적 운전 기술의 실용성 분석
- 개별 시스템의 연동 기술 체계 구축

다. [3차년도] 건축물 용도별 실제 에너지 절감 달성을 위한 연구

- 소규모 건물에 실제 적용 가능한 개별 시스템 제어 기술에 대한 잠재 절감량 분석
- 주거용 건물에 실제 적용 가능한 개별 시스템 제어 기술을 통한 에너지 패턴 분석

라. [4차년도] 건축물 용도별 최적 운전 실용 기술 개발

- 건축물 용도별 개별 시스템의 최적 운전 기술 개발
- 건축물 용도별 개별 시스템에 대한 시스템 간의 연동 기술 개발
- 실용 가능한 빌딩시스템의 최적 운전 기술 체계 구축

4. 목표성과물 제시

과제 구분		요소기술 (개별대상기술)	목표성과물 (주요 연구내용)
2-3	건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 소규모 건물의 에너지 저감을 위하여 실제 적용 가능한 최적 운전 기술 및 연동 기술 • 소규모 건물에 BAS, EMS, BEMS와 같은 시스템 적용 및 상용화를 위한 군관리 시스템 개발
		주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 주거용 개별 설비에 대한 최적 운전 기술과 홈 네트워크의 연동을 통한 범용적 관리 시스템 개발 • Home Automation과 HEMS의 통합 적용으로 인한 에너지 Pattern 분석 및 사용자 알람 및 제어

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

구분	도달목표	세계기술수준
건물 용도별 실용 가능한 최적 운전 기술	Home Automation, HEMS 및 BEMS 기반 실용 가능한 최적 운전 기술 개발	실용 가능한 건물 에너지 최적 제어
	건축물 용도별 개별 시스템의 최적 운전 및 시스템 간의 연동 기술 개발	건축물 용도별 개별 시스템의 최적 제어 및 연동

주요성능	단위	전체항목에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준, 보유국/보유기업	연구개발전 국내수준	개발목표치		
			성과물 기준	성능수준	1 단계	2 단계	3 단계
소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	case	50		중	중	상	
주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	case	50		중	중	상	
합계		100%					

6. 소결

- 현재 BEMS의 기술은 데이터 수집, 모니터링 등에 대해서는 많은 발전이 이루어져 왔으며, 이를 바탕으로 한 실시간 최적 제어에 대한 기술은 연구 및 개발이 진행 중에 있으나 실질적인 제어의 어려움과 경제적인 문제점 등으로 인하여 실제 적용성이 미미한 실정에 있음
- 이러한 문제를 해결하기 위해, 건축물 용도별로 단순하나 실제 적용 가능한 최적 운전 기술을 개발함으로써 BEMS의 활성화에 기여할 수 있음
- 또한 개별 시스템의 최적 운전에 대한 기술 개발을 좋으나, 소규모 건물에서는 실질적으로 이를 유지 및 관리하기 위한 차원에서 전문가 이외의 일반 사용자가 이용하기에는 어려움이 있어, 이를 극복하기 위한 군관리 시스템을 계획함으로써 그 적용성과 사용성을 증대시킬 수 있을 것으로 사료됨
- 주거용으로 개발되고 적용되고 있는 Home Automation 및 HEMS와 같은 분야에서는 기기의 단일화로 인한 소비자 불만 등이 있을 수 있음에 따라 사용자 입장에서 제품의 다양성을 만족시키고자 여러 기기에 대한 호환성을 이룰 수 있는 연구 개발이 필요하며, 이를 통한 범용적인 관리 시스템을 적용함으로써 실제 적용성을 증대시킬 수 있을 것으로 사료됨

5절. 2-4 “BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영”

1. 세세부과제 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연계관계

- 2-4 세세부과제에서 개발된 자가 구성 모델 기반 최적 운영 기술은 2-1, 2-2세 세부과제에서 개발될 기반 기술 및 응용 기술로 연계됨
- 2-4 세세부과제에서 개발된 최적 운영 기술은 1-1 세세부과제에서 개발될 에너지 평가 및 분석 기준과 연계될 수 있음
- 2-4 세세부과제에서 개발된 최적제어 기술은 2-2 세세부과제에서 개발될 커미셔닝 절차에 포함될 수 있음

2. 세세부과제 국내의 현황분석

가. 기술수준 분석

□ 국내 기술동향

- 삼성SDS의 BEMS 소프트웨어인 Control City의 경우, 모니터링과 규칙 중심의 제어(일출/일몰에 따른 On/Off 제어)로 구성되어 있으며, 모델 기반 최적화 기법은 사용되지 않음
- 에스원의 ENFRA의 경우, 데이터의 수집과 집계, 건물 시스템의 원격제어로 구성되어 있으며 건물 에너지 최적화 기법은 적용되어있지 않음
- 나라컨트롤의 EMS 소프트웨어의 경우, Duty-cycle 제어(On/Off 제어)나 엔탈피 제어, Night-purge 제어, Optimal start/stop 제어가 적용되어 있으나 실시간 모델 자가구성 및 실시간 최적 제어 기법은 없음

□ 국외 기술동향

- Honeywell Control Systems의 경우, Duty-cycle 제어나 Economizer cycle(엔탈피 제어), Night-Purge, Optimum Start/Stop, Optimum Start/Stop Energy Optimized Ventilation 등의 제어가 적용되어 있으나 사전에 입력된 설정값을 기반으로 규칙중심 제어(rule-based control)가 이루어지며, 실시간 모델 자가 구성 기술이나 실시간 최적 제어 기법은 적용되어 있지 않음

나. 선진기술 GAP 분석

- 현재, 전 세계적으로 BEMS 데이터 기반 자가 구성 모델 구축 방법의 개발이 이루어지지 않았으며, 따라서 모델 기반 최적화 알고리즘이 상용화된 사례도 전무한 상태임

다. 특허현황 분석

□ 국내 특허현황

- 통합형 온라인 유지관리시스템 및 그 방법(Unified Network Building Management System) (건설기술연구원, 출원번호 : 120080069090)
- 빌딩 에너지 관리 시스템 및 그 제어 방법(Building Energy Management System And Method For Controlling The Same) (엘에스전선 주식회사, 출원번호 : 1020070133728)
- 에너지 통합관제 시스템 (Energy Integrated Control System) (주식회사 어니언 소프트웨어, 출원번호 : 1020080100364)
- 사무용 건물설비의 최적관리 및 에너지 절감을 위한 지능형 제어정보기 (Intelligent direct digital controller for business building facilities to perform optimal and energy-saving management) (바스코리아 주식회사, 출원번호 : 1020040009241)
- 실시간 에너지 관리 시스템 (Real time energy management system) (테엠에너지 서비스코리아 주식회사, 출원번호 : 1020040117343)
- 시뮬레이션 기반의 건물 에너지 관리 시스템 및 이를 이용한 건물 에너지 관리 방법, 성균관대학교, 출원번호: 10-2010-0072041
- 유무선 네트워크 기반 HVAC, 조명 및 외피 제어 시스템 및 그 방법, 성균관대학교, 출원번호: 10-2010-0029536

□ 국외 특허현황

- Energy management and building automation system (TECO Energy Management services, 등록번호 : 05572438)
- Integrated communication of building control system and fire safety system information(Siemens Building Technologies, Inc., 공개번호 : 20060220827)
- Building management system(Honeywell international Inc., 공개번호 : 20070021872)

3. 연차별 주요 내용

가. [1차년도]

- 모델 구축을 위한 BEMS 데이터 선별 및 분류
- 데이터 기반 자가 구성 모델 기술 코딩
- 데이터 기반 자가 구성 모델 구현 에너지

나. [2차년도]

- 자가 구성 모델의 보정 변수 선별 및 분류
- 자가 보정을 위한 BEMS 데이터 수집 및 분석
- 시뮬레이션 모델의 BEMS 데이터 기반 자가 보정 기술 개발

다. [3차년도]

- 모델 기반 자가 최적화 대상 변수 및 시스템 선정
- 모델 기반 비선형 최적화 기법 적용
- 모델 기반 자가 최적화 기술 개발
- 자가 구성 모델 및 최적화 기술 결합

라. [4차년도]

- 자가 구성 모델 S/W와 해당 H/W 통신방법 수립
- 자가 구성 모델 및 자가 최적화 방법의 H/W 결합 기술 개발
- BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델링 및 최적 운영 구현

4. 목표성과물 제시

과제 구분		요소기술 (개별대상기술)	목표성과물 (주요 연구내용)
2-4	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션	BEMS 데이터를 기반으로, 시뮬레이션 모델의 자가 구성(Self-organizing) 기술 개발	BEMS 데이터 기반, 모델 자가 구성 기술
	모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	모델의 자가 보정(Self-calibrating) 기술 개발	시뮬레이션 모델의 자가 보정 시스템
		모델 기반 자가 최적화(Self-optimizing) 기술 개발	자가 구성 모델 기반의 자가 최적운영 기술 모듈
		자가 구성 모델 및 최적 운영 S/W와 H/W와의 결합 기술	자가 구성/자가 보정/자가 최적화 BEMS 기술과 시제품

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

구분	도달목표	세계기술수준
BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	BEMS 데이터 기반, 시뮬레이션 모델 개발 기술	건물 센서 네트워크 기반 시뮬레이션 모델링 기술 개발
	모델 기반 BEMS 최적 운영 기술 개발	모델 기반 건물 에너지 최적제어
	모델, 최적화 알고리즘과 BEMS H/W 접목 기술 개발	모델, 최적화 알고리즘과 BEMS H/W 접목 기술 개발

주요성능	단위	전체 항목에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준, 보유국/보유기업	연구개발진 국내수준	개발목표치	
			성과물기준	성능수준	1단계	2단계
BEMS 데이터 기반 모델 자가구성 기술 개발	case	25		하	중	상
모델 자가보정 기술 개발	case	25		하	중	상
모델 기반 자가 최적 운영 기술 개발	case	25		하	중	상
모델 및 최적화 알고리즘의 H/W 결합 기술 개발	case	25		하	중	상
합계		100%				

6. 소결

- 지구온난화와 화석연료의 고갈, 친환경 건축에 대한 지속적인 관심과 경제적 요구에 의해 BEMS를 통한 에너지 절감 방안에 대한 관심이 증가하고 있으나, BEMS는 현장 운영자의 직관과 경험에 의존하여 운전하는 경향이 많음
- 이러한 문제를 해결하기 위해, BEMS는 에너지 모니터링 수준에서 한걸음 더 나아가 시뮬레이션 모델을 구축하고, BEMS의 실시간 데이터를 활용하여 실시간으로 건물 및 시스템의 운영 및 에너지 소비를 진단하고 예측 제어를 통해 최적의 건물 운영을 지원할 수 있어야 함
- 현재 대부분의 모델은 제 1 법칙 기반의 시뮬레이션 툴로 구축되며, 구축된 모델은 불확실성이 존재하고 모델의 구축/보정/연산에는 상당한 시간이 소요되어 실제 건축물의 운영단계에서 1 법칙 기반의 모델 활용이 비현실적일 수 있음
- 데이터 기반의 모델은 확률 및 통계, 패턴인식 및 인공지능 분야에서 가장 최신의 기술력을 활용한 모델로, BEMS의 센서를 통해 수집되는 데이터를 활용하여 전문가의 개입 없이 실시간으로 신속하게 모델 스스로 구축/보정/연산이 가능하며, 건물 에너지 최적 알고리즘과의 결합이 가능한 기술력임

6절. 2-5 “BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구”

1. 세세부과제 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연구 필요성

□ 건물 에너지 분야 빅데이터 활용 필요성

- 최근 빅데이터가 우리사회의 핵심 키워드로 등장함에 따라, 빅데이터는 IT 업계를 넘어 사회 전반에서 폭넓게 활용 되고 있음. 빅데이터가 사회 전반에서 활용될 수 있는 원동력은 클라우드 컴퓨팅 인프라스트럭처 발전에 있음
- BEMS는 다양한 센서를 통하여 건물 운영과 관련된 대용량의 데이터를 지속적으로 수집하고 있음. 그러나 다른 응용분야와는 달리 BEMS 분야 있어서 빅데이터 활용은 미비한 수준이고, 전 세계적으로도 관련 기술도 초기 단계에 머물러 있음. 이로 인하여 현재 운영 중인 BEMS 시스템에서 빅데이터 활용은 에너지 사용 패턴 모니터링 및 단순한 분석 수준에 그침
- 빅데이터가 자체가 경제적 자산이 될 수 있는 시대를 맞아, BEMS 빅데이터 활용을 통한 건물 에너지 절약 및 효율성을 향상시키기 위한 노력이 필수적으로 요구됨

□ Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구의 필요성

- 3-3 세부과제인 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼이 구축되면, 건물에서 운영 중인 BEMS에 의해 개별적으로 관리 되었던 데이터들은 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼의 저장 시스템에서 통합 관리 운영됨
- BEMS 시스템은 고유한 데이터 모델을 사용하고 있음. 또한, 건물에 설치된 센서를 통한 데이터 수집 주기도 운영 중인 BEMS 시스템마다 다르게 설정되어 있음
- 그러므로 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템을 구축 및 운영하기 위해서는 다양한 BEMS에 의해 수집된 데이터들 간의 이질성을 해결하기 위한 연구가 필요함
- 또한, Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼의 통합 데이터 저장 시스템에는 대용량의 BEMS 빅데이터가 저장 되어 있기 때문에, 데이터 관리 측면에 있어서 효율성을 높이기 위한 기술 개발이 필요함

□ BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 향상을 위한 연구 필요성

- 건물에 의한 에너지 소비량은 선진국에서는 전체 국가 에너지 소비량의 40%를 차지하고 있으며, 우리나라에서도 전체 에너지 소비량의 20% 이상을 차지하고 있음¹⁾. 이 수치는 향후 몇 년간 계속 증가하여 선진국 건물 에너지 소비량과 비슷한 수준에 도달할 것으로 보고되고 있음
- 건물에서 발생하는 에너지 소비에 대한 최근 사례연구에 의하면, 에너지 사용패턴의 이상 현상을 실시간으로 감지 및 분석(FDD: Fault Detection and Diagnosis)함으로써 10~30%의 에너지 절감 효과를 달성할 수 있다고 보고되고 있음²⁾. 그러므로 에너지 총 사용량 가운데 가장 많은 부분을 차지하고 있는 건물에서 낭비되는 에너지를 찾아 원인을 제거하여 에너지 효율성을 향상시키기 위한 노력은 큰 관심을 받고 있음
- 그러므로 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템 구축뿐만 아니라, 더 나아가 BEMS 빅데이터 분석을 통하여 에너지 효율성을 향상시키기 위한 연구가 필요함

나. 세세부과제 연계관계

- Cloud 기반 BEMS 플랫폼을 연구하는 2 세부과제 중 2-2 세세부 과제에서는 다양한 BEMS 시스템에 의해 수집된 빅데이터를 Cloud 기반 공동 플랫폼에서 통합 관리 및 운영하기 위한 방법을 연구함
- Cloud 기반 공동 플랫폼에서 통합 관리되는 BEMS 빅데이터를 활용하여 에너지 사용 패턴의 이상 현상을 자동으로 감지 및 진단함으로써 에너지 효율성 높이기 위한 방법을 연구함

2. 세세부과제 국내외 현황분석

가. 기술수준 분석

□ 국내 동향

- 국내 기술 및 발전 동향
 - BEMS 시스템은 최근 정책적 지원 및 에너지 최적화를 위한 경제적인 필요로 시장이 확대되고 있으며, 국내에서는 IT-통신업체와 연구소를 중심으로 시장을 주도 하고 있음
 - 현재 대부분의 BEMS 시스템들은 클라우드 인프라를 사용하고 있음. 그러나 다양한 BEMS 시스템들 간에 공동으로 사용할 수 있는 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에 관한 기술은 미비한 상태임

1) 문현준, “미국에서의 건물에너지 절감 연구동향 및 제로에너지 주택 성능 분석”

2) “Case Study: Automated Fault Detection and Diagnostic Software”

- 또한, 다양한 BEMS 시스템들에 의해 생산된 이질적인 빅데이터를 통합 관리하기 위한 기술 개발은 전무한 상태임
- BEMS 빅데이터 활용은 에너지 사용 패턴 모니터링 및 단순한 분석 수준에 그치고 있음

○ 국내 사례 분석

- SDS Smart BEMS: 클라우드 인프라를 활용한 건물에너지관리 솔루션으로서, 에너지 사용 데이터 분석을 통하여 문제점들을 찾아내어 시스템 운영자에게 알려 주는 기능이 있음
- SKT 클라우드 BEMS: SKT에서 BEMS와 네트워크 운영센터를 결합하여 개발한 비즈니스 모델. 빌딩 안의 에너지 사용 패턴을 실시간으로 수집·분석하고, 이를 바탕으로 정확한 에너지 사용량 예측을 가능하게 하는 시스템
- KT olleh BEMS: 건물 에너지 설비 효율을 향상시켜 에너지 경영이 가능하게 하는 시스템으로써, 건물 에너지 사용량을 실시간으로 모니터링하여 최적의 운전 정보를 제공해줌. 제주 구좌읍 및 제주시내 8개 빌딩에 시스템을 구축하여 연 8.7%의 에너지 절감효과를 달성하고 있음
- 포스코ICT Smart EMS: IBM과의 합작을 통하여 개발한 통합 솔루션으로서, FEMS와 BEMS로 구성됨
- LG CNS 스마트 그린 솔루션: 스마트 그린시티 구현을 위한 토털 솔루션으로서 도시 시설물 관리, 빌딩 제어, 에너지 관리와 같은 서비스를 제공하고 있음. 빅데이터 분석을 통한 에너지 사용 현황을 모니터링 하고 있음. 은평 u-City와 판교 u-City에 구축되어 운영하고 있음
- 대우정보시스템: 나주시 그린 스마트 시티 구축 시범사업과 안산시 청사에 BEMS 시스템 구축

□ 해외 동향

○ 해외 기술 및 발전 동향

- 미국, 유럽, 일본 등 선진국 중심으로 1980년대부터 BEMS를 도입해서 현재까지도 세계시장을 주도하고 있음. 5개 회사(Honeywell, Johnson Controls, Schneider, Siemens, UTC)가 지난 20년간 세계 BEMS 시장의 70%이상을 차지하고 있음
- 다양한 BEMS 시스템들 간의 상호 운영이 가능한 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼 단계로 발전하고 있음

○ 국외 사례 분석

- Johnson Controls의 Panoptix cloud platform: 클라우드 인프라를 활용한 건물 에너지관리 솔루션으로 빌딩 데이터 분석을 통하여 에너지 효율성을 향상시키

고 있음. Panoptix cloud platform은 자사 및 타사(Honeywell, Siemens, Schneider) BEMS 시스템을 위한 공동 플랫폼으로 사용가능 함

- Siemens의 Advantage Navigator: 클라우드 기반 빌딩 에너지 관리 플랫폼으로서, 빌딩 데이터 관리 및 분석을 위해 SAP의 HANA 데이터베이스 플랫폼을 사용하고 있음
- Honeywell: Attune Advisory Services는 Honeywell에서 개발한 클라우드 기반 빌딩 에너지 관리 솔루션에 해당함. Attune Energy Awareness, Attune Energy Improvement, Attune Energy Optimization, Attune Operations Services으로 구성되어 있음. 빌딩 데이터 분석을 통하여 최적의 빌딩 운영 가이드를 제공해 주고 있음
- Schneider: 실시간 데이터 처리 기술에 있어서 선두 소프트웨어 회사인 OSIsoft의 IT 기술력을 바탕으로 하여 클라우드 기반의 빌딩에너지 관리 시스템을 개발하였음

나. 선진기술 GAP 분석

- 위에서 살펴본 바와 같이, 해외 선진국에서는 이미 다양한 BEMS 시스템들 간의 상호 운영이 가능한 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼 기술력을 확보하고 있음. 또한 공동 플랫폼에서 이기종 BEMS 시스템에 의해 생산된 이질적 데이터를 통합 관리하기 위한 기술력도 갖추고 있는 것으로 판단됨
- 이와 달리 현재 국내에서는 Cloud 인프라를 활용하고 있지만, 이기종 BEMS 시스템들이 공동으로 사용할 수 있는 공동 플랫폼에 대한 기술력은 아직 없는 것으로 판단됨. 이로 인하여, 이질적 BEMS 데이터를 통합하기 위한 기술력도 미비한 수준임
- BEMS 빅데이터 활용 측면에서는 선진국과 국내의 연구 기술 수준에서 크게 차이가 나지 않는 것으로 판단됨. 그러므로 상기 연구를 기반으로 관련 분야 핵심 기술을 확보함으로써, 앞으로 이 분야의 기술 개발을 우리나라가 주도할 수 있을 것으로 판단되어 짐

다. 특허현황 분석

구분	특허		출원
특허번호	1020110128513 (2011.12.02)	제목	지능형 빌딩 에너지 설비 효율 관리 시스템 및 그 방법 SYSTEM AND METHOD FOR MANAGING ENERGY EQUIPMENTS EFFICIENCY IN INTELLIGENT BUILDING
기술의 핵심내용	<p>지능형 빌딩 에너지 설비 효율 관리 시스템 및 그 방법이 개시된다. 지능형 빌딩 에너지 설비 효율 관리 시스템은 빌딩이 위치한 지역의 기상 데이터 또는 빌딩에서 가동 중인 설비의 성능과 관련된 사양 데이터 중 적어도 하나의 외부 데이터, 설비의 운전 조건을 나타내는 운전 데이터, 및 설비의 에너지 소비량을 나타내는 에너지 데이터를 포함하는 운전 상태 정보를 수집하는 데이터 수집부; 운전 상태 정보를 이용하여 설비의 운전 효율 값을 계산하는 효율 정량화부; 설비의 운전 상태 정보 및 운전 효율 값을 저장하는 데이터베이스; 및 데이터베이스에 저장된 운전 상태 정보 및 운전 효율 값으로부터 설비의 운전 효율에 대한 변화 추이를 나타내는 수학적 모델을 생성한 후, 수학적 모델을 기준으로 설비의 효율 저하 여부를 진단하고 설비의 효율이 저하되는 요인에 해당되는 운전 상태 정보를 선별하는 설비 효율 진단부를 포함할 수 있다.</p>		
구분	특허		출원
특허번호	1020120072600 (2012.07.04)	제목	온톨로지를 기반으로 하는 건물 에너지 절감 장치 및 그 방법 APPARATUS AND METHOD FOR SAVING ENERGY OF BUILDING BASED ON ONTOLOG
기술의 핵심내용	<p>본 발명은 건물 내부 및 외부의 상황과 특성을 포함하는 건물 정보를 온톨로지 로 표현하고, 온톨로지를 기반으로 건물 에너지를 절감하는 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 이와 같은, 건물 에너지 절감 장치는 건물 내 건물 정보 제공 모듈로부터 건물의 외부 상황 및 특성과 건물의 내부 상황 및 특성을 수신하는 인터페이스부, 건물의 외부 상황 및 특성과 건물의 내부 상황 및 특성을 특정 표현 형식을 이용하여 건물 정보로 정의하는 건물 정보 정의부, 건물 정보를 온톨로지 모델로 표현하는 온톨로지 표현부 및 인터페이스부를 통해 수신한 현재의 건물의 상황 및 특성에 해당하는 온톨로지 모델을 토대로 에너지 관리 서비스를 선택하고, 선택한 에너지 관리 서비스를 이용하여 건물 에너지를 절감하는 에너지 관리부를 포함한다.</p>		

구분	특허		출원
특허번호	1020137005712 (2013.03.05)	제목	빌딩 오퍼레이션 센서 데이터를 분석하는 시스템 및 방법 Systems and methods for analyzing building operations sensor data
기술의 핵심내용	<p>빌딩 센서 정보를 분석하고 그리고 그 정보를 더욱 처리하기 쉽고 그리고 더욱 유용한 모습으로 분해하기 위한 시스템들 및 방법들이 개시된다. 빌딩 작용 (behavior)의 더욱 포괄적인 전망을 획득하기 위해서 특정 실시예들은 에너지-기반의 그리고 스펙트럼-기반의 분석 방법들을 파라미터 샘플링 및 불확실성/민감도 분석과 통합한다. 이 분석의 결과는 복수의 시각화를 경유하여 사용자에게 제시되고 그리고/또는 특정 빌딩 오퍼레이션들을 자동적으로 조절하기 위해서 사용될 수 있을 것이다. 특정 실시예들에서, 수집된 빌딩 센서 데이터로부터 특징들을 분간하기 위해서 쿠프맨-기반 오퍼레이션들을 포함하는 진보된 스펙트럼 기술들이 채택된다.</p>		

구분	특허		출원
특허번호	1020110099963 (2011.09.30)	제목	상황 인지 기반의 건물 에너지 소비 최적화를 지원하는 시스템 및 방법 Method for supporting optimization of building energy consumption based on situational awareness and system therefor
기술의 핵심내용	<p>본 발명은 건물 내 전력 에너지를 관리하는 시스템에 관한 것으로, 소정 주기에 따라 건물 내외 상황 인지에 따른 에너지 소비 관련 데이터, 건물 내 설치된 복수의 설비에서의 에너지 소비 관련 데이터 및 실시간 전력요금 정보 중 적어도 하나를 포함하는 상황 데이터를 수집하는 데이터 수집부 및 상기 데이터 수집부에서 수집한 상기 상황 데이터를 토대로 상기 건물에 속한 복수의 에너지 분석 하위 구성요소에 대한 에너지 소비 형태를 분석하여 에너지 소비 최적화를 위한 정보를 제공하는 관리 서버를 포함하며, 상기 관리 서버는, 상기 상황 데이터를 기반으로 상기 복수의 에너지 분석 하위 구성요소에 대응하는 복수의 에너지 소비 프로파일 모델을 생성하고, 상기 복수의 에너지 소비 프로파일 모델에 기초하여 상기 상황 데이터를 토대로 상기 복수의 에너지 분석 하위 구성요소에서의 에너지 소비 형태를 분석하는 것을 특징으로 한다.</p>		

구분	특허		등록
특허번호	1011338940000 (2012.03.29)	제목	건물의 에너지 관리 방법, 관리서버 및 기록매체 Building management server, the method thereof and recording medium managing the consuming energy of the facilities in the building
기술의 핵심내용	<p>본 발명은 적어도 하나 이상의 건물에 대하여, 건물에 설치된 다수 설비들을 효율적으로 관리하여 에너지 절감효과를 높이기 위한 건물의 에너지 관리방법, 관리서버 및 기록매체에 관한 것이다.</p> <p>본 발명은 환경조건에 따라 설계된 설비가동 스케줄이 매트릭스(matrix)로 구성되는 에너지 효율 매트릭스, 및 상기 에너지 효율 매트릭스의 셀에 각각 해당되는 상기 설비가동 스케줄 중 적어도 하나 이상이 사용자에게 의해 선택되면, 선택된 상기 설비가동 스케줄을 건물 내 설치된 설비에 적용하여 상기 설비의 가동을 제어하는 설비가동 제어부를 포함하는 건물의 에너지 관리 서버를 제공한다.</p>		

구분	특허		출원
특허번호	1020110128237 (2011.12.02)	제목	건물 에너지 관리 성능 평가 장치 및 방법 APPARATUS AND METHOD FOR PERFORMANCE EVALUATION OF BUILDING ENERGY MANAGEMENT
기술의 핵심내용	<p>건물 에너지 관리 성능 평가 장치 및 방법이 개시된다. 건물의 에너지 관리 성능을 평가하는 장치는 상기 건물의 에너지 관리 성능을 평가하기 위한 복수개의 평가 항목 중 각각의 건물에 해당하는 평가 항목을 선정하여 평가 대상 건물의 데이터를 입력받기 위한 평가지를 구성하는 평가항목의 목록을 생성하고 상기 복수개의 평가 항목 및 상기 생성된 평가지 구성 평가항목의 목록을 관리하는 평가 관리부 및 상기 생성된 평가지 구성 평가항목의 목록을 기초로 평가 대상 건물에 해당하는 평가지를 생성하고 상기 평가지를 통해 입력받은 상기 평가 대상 건물의 데이터를 기초로 상기 평가 대상 건물의 에너지 관리 성능을 평가하는 평가 수행부를 포함할 수 있다.</p>		

구분	특허		출원
특허번호	1020100134079 (2010.12.23)	제목	건물 에너지 관리를 위한 EMM 클라이언트 시스템, EMM 관제 시스템 및 EMM 관제 플랫폼과 EMM 클라이언트 시스템의 원격 건물 관리 방법 EMM CLIENT SYSTEM, EMM PLATFORM FOR BUILDING ENERGY MANAGEMENT AND REMOTE BUILDING MANAGEMENT METHOD
기술의 핵심내용	<p>본 발명은 통합 건물 에너지 관리 환경을 구현하기 위한 각 빌딩마다의 통일된 인터페이스 및 프로토콜 환경을 구비한 건물 에너지 설비 운용 정보 및 건물 에너지 및 환경 데이터의 수집 및 에너지 설비 운용을 위한 EMM 클라이언트 시스템과 이를 이용한 원격 건물 관리 방법에 관한 것이다.</p> <p>이를 위하여 본 발명의 실시 예에 따른 건물 에너지 관리를 위한 EMM 클라이언트 시스템은 건물 에너지 설비에 대한 운용 정보를 수집하는 건물 에너지 설비 수집부와, 건물에 구축되어 있는 센서 네트워크 인프라를 기반으로 건물 에너지 또는 환경에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부와, 건물 관리자의 건물 운용 계획 또는 요청 사항을 입력할 수 있는 인터페이스를 제공하는 시스템 사용자 인터페이스부와, 통신망을 통해 연결된 EMM 관제 시스템과 연동을 위한 연동 인터페이스 처리부와, 건물 에너지 설비 수집부 또는 환경 센서 정보 수집부에서 수집된 정보 또는 시스템 사용자 인터페이스부를 통해 입력된 데이터를 가공하여 연동 인터페이스를 통해 EMM 관제 시스템에 전송하거나 EMM 관제 시스템으로부터 건물 운용 계획을 제공받는 건물 에너지 관리 데이터 처리부와, 건물 운용 계획에 따라 건물 에너지 설비를 제어하는 건물 에너지 설비 제어부를 포함할 수 있다.</p>		
구분	특허		등록
특허번호	1012758080000 (2013.06.11)	제목	빌딩 에너지 동적 관리를 수행하는 스마트폰 및 스마트폰에서 빌딩에너지 동적 관리를 수행하는방법 Smartphone for providing Building Energy Dynamic management and method thereof
기술의 핵심내용	<p>본원 발명은 빌딩 에너지 동적 관리 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 빌딩 주요 에너지원 디바이스의 에너지 사용량 관리 및 제어를 액티브 태그(active tag)기반으로 스마트폰 증강현실(AR:Augmented Reality) 애플리케이션을 통해 수행함으로써 빌딩 에너지 효율화 및 관리 서비스를 제공하는 실시간 에너지 관제 및 효율적 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.</p> <p>또한 본 발명에 의한 빌딩 에너지 동적 관리 장치 및 방법은 현실세계를 반영한 모바일 증강현실 (AR : Augmented Reality) 애플리케이션(application)을 통해 동적(dynamic) 에너지 관제를 수행하며 향후 스마트 그리드 실시간 전력 요금제에 반응한 DR(Demand Response) 서비스를 수용함으로써 스마트 에너지 교환(Energy trading) 방법을 제공한다.</p>		

구분	특허		
특허번호	US 20120271576 A1	제목	Systems and methods for analyzing energy usage
기술의 핵심내용	<p>A system for analyzing energy usage measures one or more parameters indicative of energy usage for a plurality of sub-circuits, where the sampling rate for the measuring is substantially continuous, and automatically transmits information related to at least one of the measured parameters at a rate that enables monitoring of current energy usage. The system further detects a significant change in a measured parameter, determines whether the significant change in the measured parameter is caused by a change in energy usage, and automatically transmits information related to the significant change in the measured parameter caused by the change in energy usage after detecting the significant change.</p>		

구분	특허		
특허번호	US 20120166497 A1	제목	Apparatus and method for establishing database and processing user interface for monitoring building information in remote building control system
기술의 핵심내용	<p>An apparatus for establishing a database and processing a user interface for monitoring building information in a remote building control system includes: a database establishing apparatus for receiving building information collected from at least one building and analyzing the received information and storing the building information in respective databases by position, equipment and time. The apparatus further includes a user interface processing apparatus for collecting object information from the respective databases in response to an inputted monitoring request to generate display information based on the collected object information to output the generated display information.</p>		

구분	특허		
특허번호	US 20130173081 A1	제목	Electric power management system, electric power management device, electric power management method, and computer readable recording medium
기술의 핵심내용	<p>An electric power management system 1 is comprised of an electric power management device 10, measuring devices 4 and 5, and a database 6. The database 6 has stored system information which specifies, for every electric device, a user entity, a location to supply electric power and an associated measuring device, and has stored a needlessness condition which is configured for every user entity or for every location, and specifies a case where an electric device 2 consumes electric power needlessly. An electric power management device 10 specifies the electric device and measuring device associated with the needlessness condition based on the system information, and from the needlessness condition, configures a determining condition by which it can be determined that the specified electric device uses electric power needlessly, and in the case where the collected electric power information or environment information fulfills the determining condition, determines that needlessness of electric power consumption has arisen.</p>		
구분	특허		
특허번호	EP 2427862 A1	제목	Building energy consumption analysis system
기술의 핵심내용	<p>An energy analysis system provides valuable input into building energy expenditures. The system assists with obtaining a detailed view of how energy consumption occurs in a building, what steps may be taken to lower the energy footprint, and executing detailed energy consumption analyses. The analyses may include, as examples, a balance point pair analysis to determine either or both of a heating balance point and a cooling balance point, an exception rank analysis to identify specific data (e.g., energy consumption data) in specific time intervals for further review, or other analysis. The system may display the analysis results on a user interface.</p>		

3. 연차별 주요 내용

가. 세세부 연구의 목표

□ Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구

- Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템을 구축하고 운영하기 위하여 다양한 BEMS로부터 수집된 데이터들 간의 이질성 문제를 해결함
- 통합 데이터 저장 시스템에서 빅데이터를 효율적으로 관리하기 위한 기술을 개발함

□ BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구

- 통합 데이터 저장 시스템에 저장된 BEMS 빅데이터를 활용하여 건물에너지 사용 패턴의 이상 현상을 실시간으로 감지 및 분석하기 위한 FDD 알고리즘 개발함. FDD 알고리즘을 BEMS에 접목하여, 에너지 효율성을 개선시키기 위한 연구를 진행함

나. 세세부 주요 연구 분야

□ Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구

- 효율적인 BEMS 빅데이터 관리를 위한 인덱스 기법 연구
 - 클라우드 기반 데이터 관리 시스템 현황 분석
 - 효율적으로 BEMS 빅데이터를 검색하기 위한 인덱스 방법 개발
- BEMS 빅데이터간의 이질성 해결을 위한 데이터 자동 변환 방법 연구
 - 메타 데이터 기반 데이터 통합 알고리즘 개발

□ BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구

- BEMS 빅데이터 모델링 방법 개발
- BEMS 빅데이터 기반 이상 현상 감지 기술 개발
 - FDD 기술 현황 분석
 - BEMS 미가공 데이터로 부터의 특징 선택 방법 연구
 - 특징 데이터 기반 에너지 사용패턴 이상 현상 감지 기술 연구 및 개발
 - 효율성 개선을 위한 클라우드 기반 알고리즘 개발
- BEMS 빅데이터 기반 이상 현상 원인 분석 기술 개발
 - 규칙기반 이상 현상 원인 분석 기술 개발

다. 세세부 연차별 주요 개발 목표

	연구내용	
	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구	BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 빅데이터간의 이질성 해결을 위한 데이터 자동 변환 방법 연구 - 메타 데이터 기반 데이터 통합 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 빅데이터 모델링 방법 개발
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> 효율적 BEMS 빅데이터 관리를 위한 인덱스 기법 연구 - 클라우드 기반 데이터 관리 시스템 현황 분석 - 효율적으로 BEMS 빅데이터를 검색하기 위한 인덱스 방법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 빅데이터 기반 이상 현상 감지 기술 개발 - FDD 기술 현황 분석 - BEMS 미가공 데이터로부터의 특징 선택 방법 연구 - 특징 데이터 기반 에너지 사용패턴 이상 현상 감지 기술 연구 및 개발 - 효율성 개선을 위한 클라우드 기반 알고리즘 개발
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 실증 분석 및 검토 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 빅데이터 기반 이상 현상 원인 분석 기술 개발 - 규칙기반 이상 현상 원인 분석 기술 개발
4차년도		<ul style="list-style-type: none"> 실증 분석 및 검토

4. 목표성과물 제시

과제 구분		요소기술 (개별대상기술)	목표성과물 (주요 연구내용)
2-5	BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 클라우드 기반 BEMS 빅데이터 관리 시스템 개발 - BEMS 빅데이터 효율적 검색을 위한 인덱스 기법 개발
		BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구	<ul style="list-style-type: none"> - BEMS 데이터 모델링 정의 - BEMS 데이터로부터 특징 선택방법 개발 - 에너지 사용패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석 소프트웨어 개발 - 클라우드 기반 BEMS 데이터 처리 프로세스

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

구분	도달목표	세계기술수준
BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템 구축	클라우드 기반 통합 데이터 저장 시스템 구축 운영 하고 있음.
	BEMS 빅데이터 분석에 기반한 FDD 기법 개발	FDD 기법이 BEMS 시스템에 접목 되어 있음

주요성능	단위	전체항목에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준, 보유국/보유기업	연구개발 전 국내수준	개발목표치		비고
			성과물 기준	성능수준	1 단계	2 단계	
Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구	%	50%	Honeywell, Johnson Controls, Schneider, Siemens, UTC	하	중	상	
BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 개선 방법 연구	%	50%	Honeywell, Johnson Controls, Schneider, Siemens, UTC	중	중	상	
합계		100%					

6. 소결

- 전 세계적으로 화석연료 고갈에 대비하고, 지구 온난화 및 기후 변화에 대응하기 위해 에너지 소비 절감에 대한 관심이 고조되고 있음. 특히, 건물에 의한 에너지 소비량이 전체 에너지 소비량의 상당 부분을 차지하고 있기 때문에 건물에서 낭비되는 에너지를 찾아 원인을 제거하고 효율성을 향상시키기 위한 기술 개발이 큰 관심을 받고 있음
- 빅데이터는 이미 IT 업계를 넘어 제조업, 서비스업과 같은 다양한 산업 분야는 물론 공공부분과 사회 전반에서 활용 되고 있음
- Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템을 구축하여 운영함으로써, BEMS 분야에 있어서도 빅데이터가 활발하게 사용될 것으로 기대됨
- 클라우드 기반 BEMS 빅데이터 분석을 통하여 에너지 사용패턴의 이상 현상을 실시간으로 감지 및 원인을 분석하는 기술이 BEMS에 적용되면, 건물에서 낭비되는 에너지를 절약하여 에너지 효율성을 높일 것으로 기대됨
- 전 세계적으로 상기한 기술이 초기 단계에 있기 때문에, 상기 연구가 성공하면 핵심 기술을 확보함으로써, 앞으로 이 분야의 기술 개발을 주도할 수 있을 것으로 기대됨

로 판단되어 짐

- 또한, 상기한 기술은 BEMS 이외에 다른 분야의 에너지 관리 시스템(예, 가정 에너지 관리 시스템: HEMS, 공장 에너지 관리 시스템: FEMS)에 적용 가능함으로써 스마트 그리드의 실현을 앞당길 것으로 기대됨

7절. 2-6 “건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발”

1. 세세부과제 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연계관계

- 국내 표준건물(비주거용) 도출 결과는 2-6 세세부과제의 Simulation, Parameter 항목들과 연계됨
- 수요·공급 연계 기반 신·재생에너지 Parameter는 ISO 13790 기반 전문가용 Simulation Tool의 건물에너지 성능평가 시 활용
 - 기존 프로그램의 보완을 통해 BEMS연계 가능한 프로그램 개발
 - 건물 에너지 수요 모델 표준화는 수요 모델을 (2)종류로 구분하며, 본 연구에서는 두 종류의 해석법 모두 표준으로 설정

건물에너지 분석 기법 개요		
Model 구분	Forward Model	Backward(=Inverse) Model
방법	모든 인자를 분석하여 에너지 산출	에너지에 영향을 주는 인자 도출
해석	모든 인자를 대입하여 에너지 해석	실제 에너지에서 회귀 분석으로 해석
TOOL	TRNSYS, DOE-2, 기타 건물 해석	지정되지 않음
정밀도	오차가 큼	오차 작음
측정 비용	고가	저가
단점	전문가만 사용	다른 인자 해석 불가능

- Forward Model 표준은 국제표준 ISO 13790을 준용한 표준으로서 국내에서는 KEMCO에서 보급하는 ECO2 Software Package에 적용되어 있음. 본 표준에서는 국내외적으로 표준화된 정보를 적용함
- Inverse Model 표준은 실제 사용한 에너지를 기준으로 수요 Model을 도출하는 표준으로서 참조 Model은 ASHRAE Guideline #14임. 사용된 에너지를 건물 특성을 고려한 회귀분석법(Regression)으로 분석 하는 방법으로 국내외 기술 자료(Technical Report)는 있지만, 표준화되어 있지 않음
- Energy Normalization 방법론은 에너지를 가장 영향을 주는 중요한 인자(EPI, Energy Performance Index)을 기준으로 해석하기 위해 외기 온도가 중요한 인자인 경우 외기환경(Degree Days)로 에너지 방정식을 도출하여 회귀분석으로 변수(Parameter)를 도출함
 - 기존 프로그램의 보완을 통해 BEMS연계 가능한 프로그램 개발

구분	기존 프로그램(ECO2, ECO2_OD)	개발 프로그램
기상데이터	<ul style="list-style-type: none"> • 월평균값 적용 - 열원장비의 용량체크 불가능 - 열원장비의 정격출력 효율만 적용가능 - BEMS와 연계된 에너지 사용량 평가 불가능 - 기존건축물의 에너지 소비특성과의 차이발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 시간별 기상데이터 적용(2년: 표준기상데이터, 특정년도기상데이터) - 실별 부하의 특성에 따른 열원장비의 적정용량 제시가능 - 열원장비의 용량에 따른 에너지 사용량 산출가능 - 부분부하효율 적용가능 - BEMS와 연계된 에너지 사용량 평가가능
외피의 열관류율	<ul style="list-style-type: none"> • 열관류율 계산식에 의한 값 적용 • 공인기관 시험성적서 입력 	<ul style="list-style-type: none"> • 열관류율 계산식에 의한 값 적용 • 공인기관 시험성적서 입력 • 건축물의 허가/준공년도에 따른 열관류율 자동 입력기능추가 • 간이 측정법에 의한 열관류율 산출알고리즘 추가
Profile	<ul style="list-style-type: none"> • 업무용 전용 에너지 계산 • 사용자 설정 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 상업용, 교육용, 업무용 건축물의 Profile 적용가능 • 기타 건축물의 평가 시 사용자 직접입력방법 채택 - BEMS와 연계된 Profile 입력기능추가
자연형 시스템 계산불가능	<ul style="list-style-type: none"> • 자연형시스템 계산 불가능 - 자연채광, 차양효과, 복합재료의 열관류율계산 • 설비형 시스템 계산 불가능 - 외기냉방효과, VAV방식 	<ul style="list-style-type: none"> • 자연형 시스템 계산 알고리즘 추가 - 자연채광, 차양효과, 복합재료의 열관류율계산 • 설비형 시스템 계산 알고리즘 추가 - 외기냉방효과, VAV방식
건축물 형상입력	<ul style="list-style-type: none"> • 실면적, 벽면적, 체적 수기입력 	<ul style="list-style-type: none"> • 실면적, 벽면적, 체적 수기입력 • BIM(gbxml)데이터의 Import를 통해 형상입력가능 • RTS SAREK의 Import를 통해 형상입력가능
열원장비의 성능위주의 에너지 사용량평가	<ul style="list-style-type: none"> • 장비의 부분부하효율 특성 미반영 • 정격효율 위주의 평가 • 1Zone+1System+1Plant입력 	<ul style="list-style-type: none"> • 장비의 부분부하효율 특성 반영 • 인증기관 성적서의 성능곡선의 평가식 입력가능 - Visual DOE, eQUEST 등의 프로그램에서 채택 • 1Zone+2System+2Plant+신재생에너지 연계입력가능 - 건축물 에너지 생산/소비 모델과 연동시킨 통합 시뮬레이션 가능
기존건축물의 에너지 사용량 비교검증	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 건축물의 에너지 사용량의 비교 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 건축물의 에너지 사용량의 비교가능 • BEMS와 연계 시 현재 사용량을 토대로 연간사용량 예측 알고리즘 추가
경제성평가(LCC)	<ul style="list-style-type: none"> • LCC평가 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 적용 기술, 기기, 공법에 따른 LCC분석가능 • 장비, 재료의 생애주기를 고려한 에너지 운영관리 기능 추가

- ISO 16484 기반 Parameter는 전문가용 Simulation Tool로 활용되어 건물의 제어 시스템 및 상호연동을 통한 건물에너지 운용 성능 개선 자료로 활용됨.
- 국내 설비기기 DB 구축 내용은 3-1 세세부과제의 Simulation에 활용됨. Simulation을 통해 국내 실정에 적합한 결과를 도출하고, 이를 활용하여 건물에너지 성능평가, 성능개선을 위한 자료로 활용할 수 있음.
- 실증을 통한 Simulation 적정성 검토

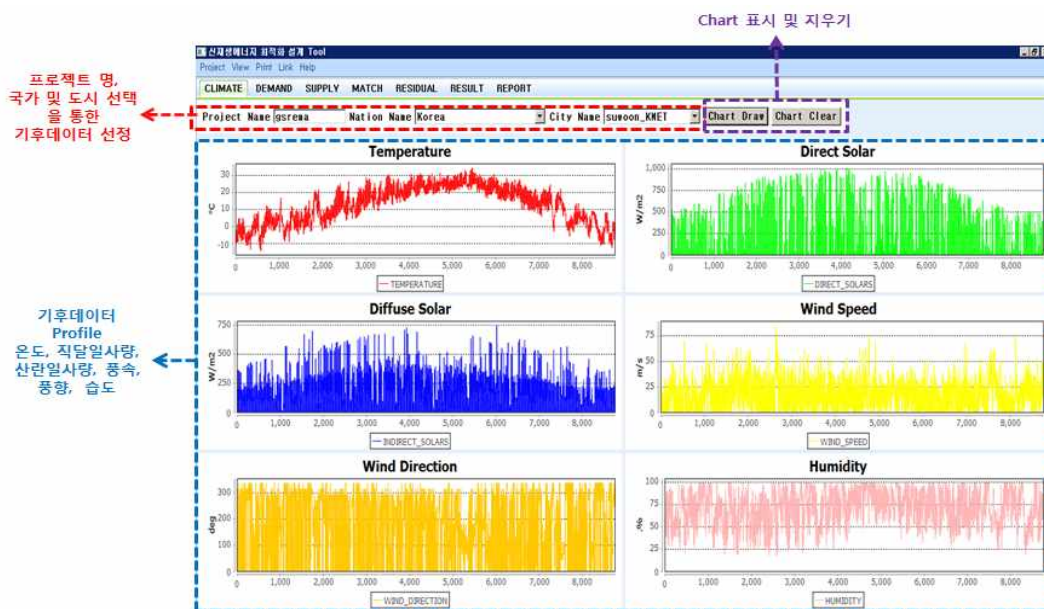
2. 세세부과제 국내외 현황분석

가. 기술수준 분석

□ 국내외 기술 및 발전 동향

○ 국내 기술동향

- 유리성능에 따른 커튼월건물의 에너지절약효과에 대한 연구 -표준건물 에너지 소비와의 비교분석을 중심으로-(이용준 외 5명)
- 지진하중의 특성과 이력모델에 따른 저층 표준학교건물의 비탄성 지진거동(김진상 외 1명)
- 공동주택 표준건물에서의 온실가스배출총량 산정에 관한 연구(전홍찬 외 4명)
- 이력모델에 따른 표준학교건물의 비탄성거동 연구(제정현 외 2명)
- 창호특성 변화에 따른 농어촌 주택 표준모델의 건물에너지요구량 분석(이찬규 외 1명)
- 부분부하 특성을 고려한 열원기기의 운전성능 평가(이왕제 외 4명)
- 부분부하시 하이컨공조기에 의한 일반건물의 합리적 습도제어(홍경수 외 6명)
- EHP의 부분부하에 대한 효율 평가 연구(권오진)
- 부하추종 운전방법에 따른 고체산화물 연료전지/가스터빈 하이브리드 동력 시스템의 부분부하 성능특성(김재훈 외 3명)
- GS REMA 1.0(Green Smart Renewable Energy Matching Analysis)(GS 건설, GS EPS)



[그림 1] GS REMA의 메인 화면

○ 국외 사례분석

- Energy Retrofit of School Buildings to Achieve Plus Energy and 3-litre Building Standards(Johann Reiss)
- Developments of Green Building Standards in China(Ling Ye and 5 person)
- Energy-Plus, TRNSYS, Visual-DOE 등 국외 Simulation 프로그램에 국외 설비 기기(대표모델 일부) DB가 Default 값으로 적용.
- 국외의 경우 설비기기의 성능시험값, 측정값 등을 e-catalog 등에서 확인할 수 있으며, 이를 Simulation 프로그램에 수정하여 적용할 수 있음.
- RETScreen(캐나다), 초기 타당성 분석의 비용을 최소화하고, 신·재생에너지원의 기술과 경제적 타당성 분석이 가능하도록 함
- HOMER(미국), 도서지역, 독립 및 연통계통, 분산전원 응용시스템에 풍력, 태양광, 소수력발전, 디젤, 가솔린 등을 채택하여 독립운전 및 계통연계운전으로 운용되는 Hybrid Power System을 최적으로 설계하고 운영하기 위한 모의 프로그램임
- ViPOR(미국), 전화 사업을 위한 각 마을의 전력계통 최적 모델링을 위한 틀이며, 주어진 마을의 지형, 부하정보, 설비의 비용을 기초로 하여 배전계통의 형태를 결정함. 부가적으로 태양광 발전을 통해 독립적으로 전력을 공급할 가구와 배전계통을 연계하여 전력을 공급할 가구를 결정함
- Hybrid2(미국), 도서지역 및 독립운전을 위한 전력계통을 위한 전원 구성 및 부하의 구성에 따른 신·재생에너지원의 최대 적용 가능 크기, AC-DC 배전을 위한 Hybrid System의 최적 전원 구성 및 운전 방식 제공

○ 국내 현황

- 국내 비주거용 건물의 표준화와 관련된 연구 및 개발은 미미한 수준이며, 과거 에너지효율등급 평가를 위해 주거용 건물에 대한 표준주택의 기준을 도출함
- 표준주택의 기준은 법적 최소 만족치 정도로 평가하였으며, 표준주택과 평가 대상이 되는 건물의 성능을 비교하여 건물에너지효율등급을 평가하였음
- 농림축산식품부(구 농림수산식품부)에서 과거 농어촌 주택 표준설계도를 발표하여 이를 통해 주택 시공에 활용하고 있음
- 주거용 건물의 에너지효율 인증기준이 비주거용 건물과 마찬가지로 표준주택 대비 에너지 절감율에서 1차 에너지 소요량으로 변경되었음. 비주거용 건물의 경우 이전부터 1차 에너지 소요량으로 평가를 하였으며, 이에 따라 표준건물에 대한 내용이 별도로 명기된 바 없음.
- 현재까지 국내 자체적으로 개발하여 상용화된 마이크로그리드 복합에너지 최적화 틀은 없으며, 위의 표와 같이 GS건설과 GS GPS에서 개발한 GS REMA

또한 경제성 분석과 같이 기능적인 면에서 추가되어야 할 부분들이 적지 않음

○ 시장동향, 기술수준, 인프라

- 신재생에너지 국내외 시장 규모

구 분	현재의 시장규모(2010년)	예상 시장규모(2030년)
세계 시장규모	130,000	300,000
국내 시장규모	2,518	10,000
산출 근거	출처: 벤처기업협회/정보통신산업진흥원(2009.12.) '국내 그린 SW산업 활성화 지원 결과 보고서'	

○ 국내외 사례 분석

- 과거 주거건물의 에너지효율등급 평가를 위해 주거용 건물에 대한 표준주택의 기준을 적용하였음. 표준주택의 기준은 법적 최소 만족치 정도로 평가. 비주거용 건물의 표준건물에 대한 내용과 차이가 있음.
- 비주거용 건물의 표준화를 위한 선행연구가 수행되지 않고 있지만 건축물의 에너지절약설계기준, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 등의 법규, 제도를 통해 건물의 일반적인 사항을 적용하고 있음.
- 건축물의 설계 초기 단계에서 설계요소에 따른 에너지 소비량, 절감량 등을 평가 할 수 있는 정보시스템을 기반으로 한 대안 및 간이 평가도구는 아래와 같음

국외 대안 평가/간이 평가 도구 개발 현황		
정보시스템 명칭	운영기관	평가 설계 요소
Back-of-the-Envelope Calculator	Energy Center of Wisconsin	부위별 열저항, 창면적비, SHGC, 환기율, 침기율, 재실밀도, 조명밀도, 냉난방기기 효율, 연료비용 등
EDR Charrette	Energy Design Center	건물유형, 형태, 창면적비, 차양, 향, 열관류율
BestFacade	Intelligent Energy Europe	기후, 내부발열, 향, 외피종류, 창면적비, 차양 등
Facade Design Tool	LBNL, Univ. of Minnesota	위치, 건물유형, 향, 창면적비, 차양, 창호종류 등
Window Selection Tool	Efficient Windows Collaboration	위치, 창호종류(유리,프레임,천창/측창,신 축/교체)
COMFEN / RESFEN	LBNL	기후, 향, 건물유형, 창면적비, 유리종류, 차양 등
Roof Saving Calculator	ORNL, LBNL	위치, 건물유형, 공조면적, 층수, 지붕 특성 등
Cool Roofs Toolkit	Intelligent Energy Europe	위치, 지붕 열저항, 반사율, 적외선 방사율

- 미국의 경우 DOE와 ASHRAE에서 건물의 Retrofit 단계에서 에너지를 절감하기 위한 설계 가이드 AERG를 보급하고 있음. 또한 LBNL에서는 비주거용 건물에 대한 에너지 벤치마킹 툴로 EnergyIQ를 개발하여 관리자, 건물주, 엔지니어들이 벤치마킹 결과를 바탕으로 평가를 수행하고 의사결정에 도움이 되는 정보를 제공하고 있음.

미국의 저에너지/고효율 건물 설계가이드 개발 동향				
명칭	건물유형	Topic	대상	년도 /기관
Advanced Energy Retrofit Guide for Office Buildings	Office	Building Analysis, Performance, and Monitoring; Daylighting; Energy Efficiency; Heating, Ventilation, and Air Conditioning; Lighting; Miscellaneous Electric Loads; O&M; Envelope	Owners; Financiers and Marketers; Architects, Engineers, and CM; Occupants; Facility Managers; Utilities; Government	2011. 8, PNNL
Advanced Energy Retrofit Guide for Retail Buildings	Mercantile (Retail Other Than Mall); Mercantile (Enclosed and Strip Malls)			

- 유럽연합의 경우, 특히 노후된 건물의 비중이 아주 높은 편이므로 주거건물 및 중소규모 상업용 건물, 공공건물을 대상으로 한 기존 건축물 Retrofit/Remodeling 연구 및 실증사업이 다수 수행되고 있음. 대표적인 연구 과제로서 BRITA in PuBs(Building Retrofit Innovation to Application in Public Buildings)는 기존 건축물 리모델링과 관련된 각종 가이드라인, 정보시스템, 이터닝 프로그램, 시설운영자대상교육 프로그램, 학생대상교육 프로그램 개발 및 설계기존 건축물을 대상으로 한 실증사업을 활발히 수행해나가고 있음.
- 건물의 부하 및 신·재생에너지 특성을 분석함에 따라 요소기술을 선택하여 신·재생에너지 시스템의 효과와 잠재력을 분석하기 위한 목적으로 간단하면서도 사용이 용이한 신·재생에너지 시스템 전문 프로그램을 사용하는데, 국내에서는 일반적으로 캐나다에서 개발한 RETScreen과 미국에서 개발한 HOMER를 사용하고 실정임.
- 국외에서 개발한 RETScreen과 HOMER 또한 국내 환경과 실정에는 부적절한 점이 많으며, 사용자가 입력해야할 변수 요소들이 복잡하다는 단점이 있어서 이 부분 또한 사용자의 편의성을 증대하는 방향으로 개선해야 될 필요성이 있다고 판단됨.

○ 국내외 연구동향

- 국내외 논문분석 중 비주거용 건물에 대한 표준화와 관련된 연구 없음

○ 기술개발방향

- 비주거용 건물의 특성에 적합한 용도 프로파일 작성 및 체계적인 분류 필요함. 또한 비주거용 건물의 용도가 다양하기 때문에 본 과제에서 표준화하고자 하는 건물의 용도를 한정할 필요가 있음
- 본 과제에서는 비주거용 건물 중 용도별 비율 등의 분석을 통해 업무시설, 판매시설, 숙박시설을 대상으로 표준화를 수행할 것을 제안
- 건물의 용도 외에도 비주거용 건물의 표준화를 위해서는 건물의 규모에 따른 기준 정립 및 건축, 기계, 전기설비 등의 계획이 필요함
- 일반적으로 사용되는 Simulation 프로그램이 국외 설비기기의 DB를 바탕으로 구동되고 있는바, 국내의 실정에 적합하도록 자료를 조사하고, Simulation에 직접 활용할 수 있도록 DB를 구축하는 방안이 필요함

나. 선진기술 GAP 분석

□ 선진국 대비 국내기술 수준

- 농어촌 표준주택, 건설사의 공동주택 설계 매뉴얼 등 주거건물에 대한 표준화가 진행되어 사용되고 있으나 비주거 건물에 대한 연구는 거의 진행되지 않고 있음
- 건물의 용도에 따라 사용패턴, 구성이 비슷한 비주거 건물에 대한 표준화를 수행, 건물에너지 성능평가 등을 통해 에너지절감, 효율 향상을 위한 방안을 제시할 수 있는 연구가 필요한 것으로 판단됨

다. 특허현황 분석

- 국내 신재생에너지 관련 특허 현황

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 태양광발전시스템의 최적 설계 시스템 및 제어방법	한국전기연구원	국내/10-2006-0067831
② 친환경 건축공법의 신재생에너지를 이용한 도시 조성시스템 및 친환경 건축공법의 신재생에너지를 이용한 도시운영시스템	이상문	국내/10-2008-0105028
③ 건물의 스마트 에너지 관리 시스템 및 방법	(주)벽산파워	국내/10-2010-0024810
④ 건물의 친환경 에너지 관리 시스템	(주) 한미파슨스	국내/10-2009-0047535

3. 연차별 주요 내용

연차	주요내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 비주거용 건물 설계사례 조사 • 표준화를 위한 건물 용도별 프로파일 작성(업무시설, 판매시설, 숙박시설) • 기초문헌조사, 실태조사 및 관련 분야 현황분석 <ul style="list-style-type: none"> - 건물에너지 해석에 관한 국제규격(ISO,DIN,ASHRAE,QSAS) 분석 - 우리나라 실정에 부합되는 표준계산방법 및 설계변수 도출 - 정밀 에너지 해석프로그램의 벤치마킹 항목 분석 • 지역별 기상데이터 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 10년간 건축물에너지 해석 프로그램용 지역별, 시간별 기상데이터 제작프로그램 전체 Framework 개발 • 신재생에너지 관련 기초문헌조사, 실태조사 및 관련 분야 현황분석 • 국내 설비기기(열원설비) DB 조사 • ISO 16484 기준 Parameter을 적용한 건물의 용도, 목적에 맞는 장비 평가요소 도출
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 비주거용 건물계획 수립 및 설계도서 작성(건축, 기계, 전기설비) • 우리나라 건축물 시공, 운영방안을 고려한 에너지 해석 알고리즘 개발 및 선정 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 동적시뮬레이션 상용프로그램의 해석알고리즘 분석 및 채택 - 신기술 및 시스템의 에너지 해석 알고리즘 개발 • 인터넷 기반 Stand Alone 운영방식의 프로그램 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 사용자와 관리자 중심의 인터넷 기반 프로그램 개발 - 신축건축물을 위한 단일존·멀티존 에너지해석 프로그램 개발 • 수용·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발 • 국내 설비기기(신재생에너지) DB 조사 • ISO 16484 기준 Parameter을 적용한 제어 시스템 성능 평가 분석을 통한 항목 도출
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 실증을 통한 국내 표준건물(비주거용) 표준화 모델 도출 및 적정성 평가 • 기축건축물 에너지 해석 프로그램 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 건축물 에너지 진단 프로세스와 연계된 해석 알고리즘 개발 - 열원장비의 Technical Data를 활용하여 부분부하시 효율 특성 표준식 활용 • 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 • 수용·공급 연계 신재생에너지 적용 Parameter 개발 • 국내 설비기기 DB 보완 및 검토 • ISO 16484 기준 Parameter를 적용하여 성능 평가를 통한 에너지 절감량 분석 방법 개발
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 표준건물(비주거용) 표준화 모델 검증 및 실증 진행 • 에너지 해석프로그램의 해석값과 실측값 오차율 검증 및 보완 <ul style="list-style-type: none"> - 프로그램 사용메뉴얼 작성 - 해석알고리즘 Technical Book 작성 • 수용·공급 연계 신재생에너지 적용 성능평가 검증 • ISO 16484 기준 Parameter를 적용한 상호 운용성 분석 방법 개발

4. 목표성과물 제시

구분	요소기술 (개별대상기술)	목표성과물 (주요연구내용)
2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	국내 표준건물 (비주거용) 도출	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 용도별 설계사례 보고서 • 표준건물(비주거) 모델별 설계도서
	ISO 13790 기준의 Simulation/ 전문가용	<ul style="list-style-type: none"> • 건축물 에너지 진단 프로세스와 연계된 해석 알고리즘 개발 • BIM과 연계된 에너지해석 프로그램 개발 • 에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시 • 열원장비의 Technical Data를 활용 부분부하시 효율 특성 표준식 활용 • 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 • 프로그램 매뉴얼 및 Technical Book작성
	신재생 에너지 Parameter 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 수요·공급 연계 신재생에너지 적용 Parameter 개발 • 수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발
	ISO 16484 기준 Parameter 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 적용 제어시스템 Parameter 개발
	경제성 평가 Parameter 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 건축물 에너지 진단 프로세스와 연계된 해석 알고리즘 개발 • BIM과 연계된 에너지해석 프로그램 개발 • 에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시 • 열원장비의 Technical Data를 활용 부분부하시 효율 특성 표준식 활용 • 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 • 프로그램 매뉴얼 및 Technical Book작성
국내 설비기기 DB 작성	<ul style="list-style-type: none"> • 열원기기 사양, 정격효율, 부분부하효율, 가격정보 등 DB 구축 보고서 • 신재생에너지기기 사양, 정격효율, 가격정보 등 DB 구축 보고서 	

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

구분	도달목표	세계기술수준
2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	설계 초기단계에서의 최적 건물에너지 운영 Forward 표준 모델 개발	미국의 경우 에너지를 절감하기 위한 설계 가이드 AERG를 보급하고, LBNL에서는 비주거용 건물에 대한 에너지 벤치마킹 툴로 EnergyIQ를 개발하여 사용하고 있으며, 관리자, 건물주, 엔지니어들에게 정보를 제공해주는 역할을 하고 있음
	<ul style="list-style-type: none"> - 건축물 에너지 진단 프로세스와 연계된 해석 알고리즘 개발 - 에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시 - 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 	미국의 경우 DOE와 ASHRAE에서 건물의 Retrofit 단계에서 에너지를 절감하기 위한 설계 가이드 AERG를 보급하고 있음. 또한 LBNL에서는 비주거용 건물에 대한 에너지 벤치마킹 툴로 EnergyIQ를 개발하여 관리자, 건물주, 엔지니어들이 벤치마킹 결과를 바탕으로 평가를 수행하고 의사결정에 도움이 되는 정보를 제공하고 있음
	수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발	현재 영국 Strathclyde Univ.의 ESRU에서 수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 툴이 개발되었으나, 건물에너지 성능평가 툴과의 연계를 통한 에너지 절감 모델 산출은 어려운 실정임

주요성능	단위	전체항목 에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준, 보유국/보유기업	연구개발전 국내수준	개발목표치	
			성과물 기준	성능수준	1 단계	2 단계
국내 표준건물 (비주거용)	%	20	비주거용 건축물 (업무시설) 표준 설계조건 (ex) ASHRAE 설계조건)	30% (설계사 내부적으로 정립된 값(설계사례 등) 적용)	50%	80%
에너지해석 알고리즘 개발		30	Energy - Plus , TRNSYS, Visual-DOE 등 국외 Simulation 프로그램에 국외 설비 기기(대표모델 일부) DB가 Default 값으로 적용	70%	90%	100%
경제성 프로그램 개발		20	국외의 경우 설비기기 의 성능시험값, 측정 값 등을 e-catalog 등 에서 확인할 수 있으 며, 이를 Simulation 프로그램에 수정하여 적용할 수 있음	70%	90%	100%
수요·공급 연계 신재 생에너지 성능평가 알고리즘 개발		20	영국 Strathclyde Univ.의 ESRU 수요·공급 연계 신재 생에너지 성능평가 알 고리즘	30%	50%	80%
국내 설비기기 DB 구축	case	10	-	20%	50%	90%
합계		100%				

6. 소결

본 연구에서는 건물 종합적 측면(건물 구조, 에너지 시스템 도입 종류, 유지 관리 상황 등 포함)에서 모든 제어기술의 운영에 따른 에너지 절감성능과 신재생에너지의 적용 수준과 그 효과를 평가하여 건물의 설계단계에서부터 예측이 가능한 최적화된 건물에너지 운영 Forward 표준 모델을 개발하고, 우리의 실정에 알맞은 구성이나 그 운영방안에 대한 연구를 통하여 건물의 용도와 목적에 맞도록 건물의 기획, 설계 단계에서부터 최적의 에너지 운영모델을 제시함으로써 실제 얻을 수 있는 에너지 절감 효과를 정량화 시키는 연구를 진행

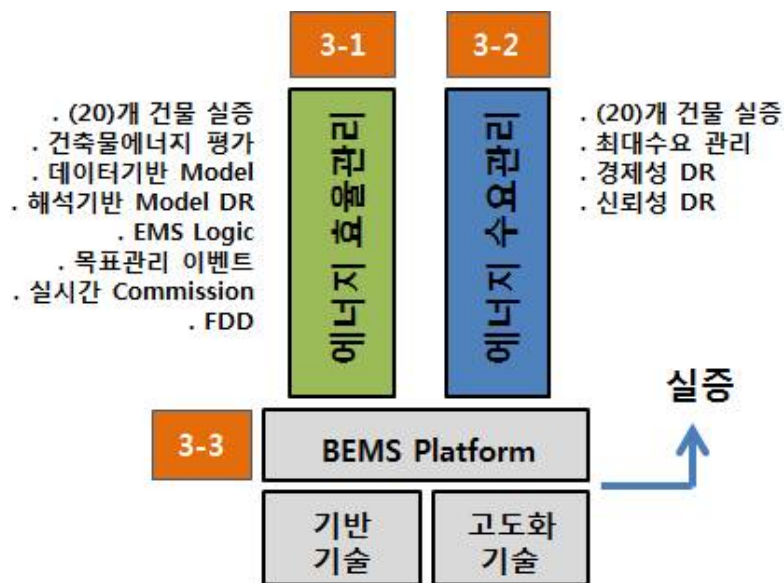
8장. 3세부과제 구성체계

1절. 3세부과제 개요

1. 세부과제 구성

3세부과제는 ‘사용자 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 실증 연구’ 로써, 건축물 에너지 효율관리 실증 연구와 건축물 에너지 수요관리 실증 연구, ICT 기반 BEMS Platform 연구로 구성되어 있음

3 세부과제 (사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 연구)			
3-1	건축물 에너지 효율관리 실증 연구	3-1-1	효율관리 실증현장 개발
		3-1-2	건물자동제어기반의 에너지 효율관리 실증
		3-1-3	건물에너지 분석기반의 에너지 효율관리 실증
3-2	건축물 에너지 수요관리 실증 연구	3-2-1	수요관리 실증현장 개발
		3-2-2	경제성 수요관리 실증
		3-2-3	신뢰성 수요관리 실증
3-3	ICT 기반 BEMS Platform 연구	3-3-1	에너지 측정 서비스
		3-3-2	에너지 분석 서비스
		3-3-3	에너지 최적화 서비스
		3-3-4	Cloud 서비스 구축 및 운영



2. 세부과제 정의, 비전, 목표

가. 정의

‘사용자 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 실증 연구’ 연구는 일반적으로 건축물의 로컬 현장에 설치되어서 단독으로 운영되는 시스템으로써의 BEMS가 아닌, 로컬 현장에는 BEMS에 필요한 에너지 사용량을 계측하기 위한 Metering Device와 설비의 상태값을 파악하기 위한 추가적인 Sensor와 해당 Data를 Cloud Server로 연계하기 위한 Gateway를 설치하고, BEMS는 Cloud 형태로 제공하여, 인터넷 연결이 가능한 PC, Mobile 등의 다양한 채널에서 시스템에 접근 가능하도록 하는 ICT 기반의 BEMS를 대상으로 하는 것임. 이러한 ICT 기반 BEMS를 위해서 필요로 하는 ICT, 기초기술, 미래 기술들을 연구하고, 연구 초기부터 실제 현장에서의 실증을 병행함으로써, 실제적으로 BEMS의 구축 및 BEMS를 운영하여 빌딩의 에너지 사용량을 실제로 절감하는데 필요한 가이드라인을 연구 결과로써 도출하는 것을 연구의 주요한 차별성으로 판단하고 있음.

이러한 관점에서 현장에서의 실증은 빌딩에서 에너지를 사용하는 주요 부하자원인 설비의 실증, 조명의 실증으로 구분하여 진행하며, 여기에 본 연구의 또 하나의 차별성으로 스마트 그리드 시대에 발맞추어, BEMS를 활용한 수요 관리 방법 및 효과를 실증하려고 함.

□ 건축물 에너지관리 실증에 대한 정의

○ 1세부 과제와의 연계

- EMS 기반기술은 2 Track으로 분리
- 기초 기술 : 실증 적용되는 기술, 실제와 이론 비교분석
- 고도화 기술 : 실증 적용 안 되지만 필요한 기술, Simulation으로 검증 확인

○ 실증 Program

- (Baseline Year) 1기 실증 : 건물에너지 baseline 측정
- (Project Year 1) 2기 실증 : BAS 의 EMS 기본 기술 실증 (ISO 16484기준)
- (Project Year 2) 3기 실증 : BEMS의 EMS 기술 실증

나. 비전

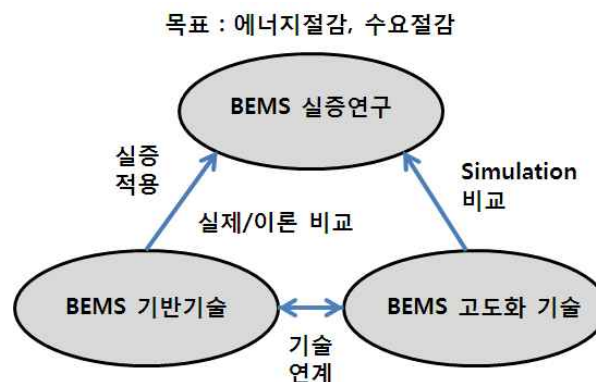
‘ICT기반 맞춤형 BEMS 실증 연구’ 1세부 실증의 비전은 세 가지로 설정하였음.

- 첫 번째, 일반적으로 빌딩 사용 에너지의 70% 이상을 사용하는 설비 및 조명에 대한 BAS 단위에서의 EMS 기술을 선별하여 적용한 후, BEMS를 활용하여 각각의 기술 적용에 따른 절감 효과를 검증하고, BEMS에서 자동제어와 차별화된 고도화된 에너지 관리를 수행하는 것을 주요 내용으로 함
- 두 번째, 한국전력과의 전력 공급 계약종별이 일반적으로 일반용전력(갑) 또는 일반용전력(을)인 빌딩의 경우, 계절 및 시간대에 따라서 전기 사용에 따른 에너지 사용 요금이 다르게 되는데, 수요관리 측면에서의 BEMS를 활용한 에너지 관리 방법을 실증하는 것을 기존 연구와의 차별성으로 하려고 함
- 세 번째, 최근 빌딩의 에너지 절약에 대한 높은 관심과 이에 따른 에너지 절감 측면을 실천하다보면, 가장 희생되기 쉬운 것이 공조기 및 환기 설비의 정지에 의한 실내 공기질(Indoor Air Quality)인데, 실내 공기질의 기준을 유지함으로써 재실자의 쾌적성을 확보하면서 동시에 실내 공조에 사용되는 에너지를 최적화할 수 있는 방안을 실제 건물 단위의 공조 계통에서 현장 검증하는 것임
- 궁극적으로는 이렇게 실제 현장에서 검증된 연구를 활용해서, 향후에 건축주나 설계자들이 이를 신축 또는 리모델링 대상 건물에 적용하여 빌딩의 사용 에너지 절약과 수요관리를 통한 전기 사용 요금 절감, 그리고 재실자의 쾌적성 확보 및 BEMS를 활용한 고도화된 관리가 가능하도록 하는 것임

다. 목표

□ 실증연구 목표 및 기술 연계도

- 효율관리 : 전기 및 열에너지 10% 절감
- 수요관리 : 전기 수요 10% 절감
- 실증목표
 - BEMS 기초기술 : 실증에 적용 및 실증/이론 분석 10% 이내
 - BEMS 고도화 기술 : 실증자료와 Simulation 연계로 15% 이내



□ 건축물 에너지 효율관리 실증 목표

상기에 기술된 정의와 비전을 달성하기 위하여 ‘ICT 기반 맞춤형 BEMS 도입기반 구축 및 실증 기획’ 3세부 실증에서는 4가지 목표를 설정하였음

- BEMS 실증 현장의 구축 및 장기간 운영을 통하여 실제 빌딩 건축 및 운영 단계에서 활용할 수 있는 BEMS 가이드라인 연구
- 빌딩의 설비 및 조명에 대한 EMS 기술의 선별 적용 및 BEMS를 활용한 고도화된 에너지 관리를 장기간 수행하여 개별 기술에 따른 절감 효과 연구
- 스마트 그리드 기술 중 하나인 수요관리 측면에서 BEMS를 활용한 계절 및 시간대별 에너지 관리 방안의 도출 및 효과 연구
- 에너지 절감을 실천하다보면 가장 희생되기 쉬운 재실자의 쾌적성을 확보하면서 동시에 공조 에너지를 최적화하는 방안의 도출 및 현장 검증 연구

□ 건축물 에너지 수요관리 실증 목표

- 기존 수요반응 프로그램의 수요관리 성과계량(M&V) 메카니즘의 방법론과 기관의 역할 등을 개선함과 동시에, 공급자 위주의 단방향 수요관리사업을 지양하고 자동화를 통해 BEMS를 구축한 수용가의 편익과 선택권을 최대한 확대하여 ICT 기반의 다양하고 새로운 수요관리자원을 발굴하여 BEMS의 실효성을 강화함
- ADR과 BEMS 연동을 통한 계량 및 거래 가능한 전력수요자원 정보인프라 구축 및 전력시장 연계를 통해 BEMS 사업의 시장 친화적 추진체계를 구축하기 위한 기술별 기반을 구축함
- 전력수요관리는 부하관리가 대부분을 차지하고 있으며, 부하관리는 전력피크 이동 및 절감이며, 에너지 사용량이 증가하는 건물에 대한 적용이 필요한 시점에서 전력수급 자원으로 활용 가능한 유효자원의 확보가 가능하여 전력계통 수급 안정에 비용효과적인 대안으로 활용할 수 있는 ADR과 BEMS 연동시스템 구축
- ADR과 BEMS 최적 연동을 위한 사용자 인터페이스 및 경제성 평가 시스템 및 데이터베이스 기능을 포함한 온라인 자동 평가시스템 구축
- 개발 기술 적용을 위한 경제성 분석 및 현장 적용을 위한 실증

3. 세부과제 연구 필요성

□ 건축물에너지 효율관리 실증 연구

○ BEMS 실증 구축 및 장기간 운영을 통한 BEMS 가이드라인 연구

- 기존 연구에서 BEMS의 효과를 실증한 내용을 실제 사례를 통해서 살펴보면, 지상 32층 규모의 오피스 빌딩의 경우, 적용 기술은 급배기 팬 스케줄 조정, 외기 변화에 따른 냉각수 최적 온도 설정, 공조기 최적 기동/정지 등이며, 이를 통해서 제한된 일정 기간 동안 에너지 절감률 8.76%를 달성하였다고 보고하고 있음.
- 기존의 BEMS 관련 연구에서 수행하는 실증은 이렇게 해당 빌딩에 구축된 BAS를 활용하여 특정 EMS 알고리즘을 적용하고, 제한된 기간 동안의 에너지 사용량 비교를 통해서 에너지 절감량을 산출하는 방식으로 진행되는 것이 일반적이었음. 이 방법은 BEMS의 에너지 절감 효과를 일반인에게 보여주고, BEMS에 대한 관심도를 높이는 목적에는 부합했음.
- 하지만, 현재 실제 빌딩의 설계 및 건축 현장, 빌딩 운영 현장에서 필요로 하는 내용은 BEMS의 올바른 설치를 위한 설계, 시공 방안 및 빌딩 운영 단계에서 BEMS를 활용한 업무 방법 등으로 전문적이고 구체적인 내용을 필요로 하고 있음.
- 따라서 본 연구에서는 실증의 목적을 BEMS의 설계, 시공, 운영 단계에서 활용할 수 있는 가이드라인의 도출로 설정하고, 또한 2년 이상의 장기간의 실증을 통해서 BEMS를 활용한 구체적인 운영 방법의 제시와 이에 따른 추가적인 설계 및 시공 고려 사항을 도출하는 Cycle을 완성하고자 함.

○ 빌딩 EMS 기술 적용 및 BEMS 활용 에너지 관리에 의한 절감 효과 연구

- 일반적인 건축물의 경우, 빌딩의 사용 에너지를 절약할 수 있는 방안 중 Passive적인 요소는 건축물의 설계 및 시공 단계에서 모두 결정이 되고, 빌딩 운영 단계에서는 설비의 운영에 해당하는 Active적인 요소를 통해서 에너지를 절약하게 됨.
- 이러한 에너지 절약적인 설비의 운영 방안은 BAS 단위에서의 EMS 기술이 기본이면서 동시에 가장 중요하다고 할 수 있음. 하지만 보통의 빌딩 운영 현장에서는 제한된 내용의 EMS 기술만이 운영 단계에서 적용되고 있음.
- 따라서 본 연구에서는 빌딩 사용 에너지의 70% 이상을 사용하는 설비 및 조명에 대한 EMS 기술을 조사 및 연구를 통하여 선별하고, 이를 현장에 적용한 후, BEMS를 활용하여 각각의 기술 적용에 따른 절감 효과를 검증하고, 또한 BEMS에서는 자동제어에서는 수행할 수 없는 의사 결정 지원과 지속적인 설비의 커미셔닝을 수행하여 종합적인 에너지 관리 방안을 완성하고자 함.

○ BEMS 활용 계절 및 시간대별 수요관리 방안 및 효과 연구

- 국내의 경우, 전력공급에 소요되는 사회적 비용이 급증하면서 빠른 속도록 증가하는 전력수요를 충족시키는데 많은 어려움을 겪고 있음. 따라서 현 정부는 늘어나는 수요에 따라 공급을 확대하는 공급중심의 전력 정책에서 합리적으로 수요를 줄인 후 공급을 확대하는 수요관리 중심의 전력 정책으로 전환을 모색하고 있음.
- 실제로 기존의 실내온도의 제한 등 일시적인 절약에서 벗어나서, 세계적 수준

의 국내 ICT기술을 활용하여 근본적이고 시스템적인 수요관리를 추진하는 것을 목표로 설정하고 있음. 그런데 이러한 ICT를 활용한 수요관리 방안 중에서도 에너지관리시스템(EMS: Energy Management System)은 가장 주목 받는 기술로써 현재 연면적 기준 및 에너지 소비량 기준을 정하여 설치를 적극적으로 유도하고 있으며, 또한 구축 비용에 대한 지원 및 에너지절약시설 투자세액 공제 대상에 추가하는 등의 인센티브도 마련되고 있음.

- 이러한 상황에서 본 연구는 에너지의 주요한 사용원인 빌딩을 대상으로 수요관리 측면에서 BEMS를 활용하여 계절 및 시간대별로 차별화된 에너지 관리 방안을 도출하고, 이를 실증하여 효과를 산정함으로써 기존의 BEMS 연구와는 차별화된 연구 결과를 도출하고자 함.

○ 재실자 쾌적성을 고려한 공조 에너지 최적화 방안 연구

- 건물에 적용되는 에너지 절약 방안 중에는 업무 시작 시간에 실내 환경을 최적인 상태로 만들면서 동시에 실내 공조에 사용되는 에너지를 최소화하기 위해서 사용되는 예냉, 예열 운전이 있음.
- 이러한 예냉, 예열 운전의 경우, 일반적으로 공기조화기에서는 외부 공기의 유입을 막기 위해서 외기 댐퍼를 모두 닫은 상태에서 실내의 기준 온도 또는 온·습도를 맞추는 운전을 하게 됨. 이 경우에 사용자의 공기질 환경을 고려한다면, 업무 시작 시간에 실내의 기준 온·습도와 함께 실내 공기질이 기준 범위 내에 함께 도달해야 할 것임. 그러기 위해서는 예냉, 예열 운전 시간은 외기 댐퍼를 닫고 기준 온·습도에 도달하는 시간과 이후 온·습도 조건을 유지하면서 외기 댐퍼를 적절하게 조절하며 실내 공기질을 맞추는 운전이 함께 고려되어야 함.
- 따라서 본 연구에서는 에너지 절감을 실천하다보면 가장 희생되기 쉬운 재실자의 쾌적성을 확보하면서 동시에 공조 에너지를 최적화하는 방안을 도출하고, 이를 현장에서 검증하는 연구를 수행하고자 함.

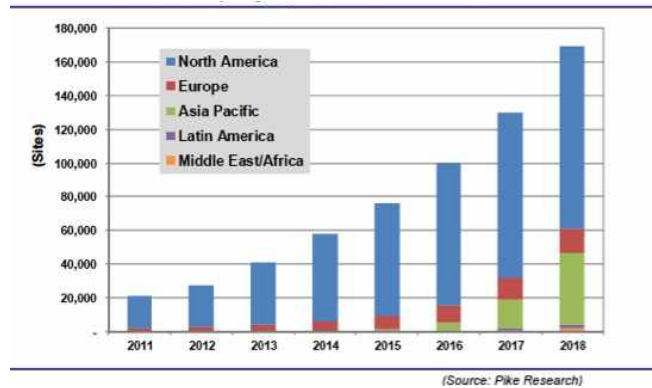
□ 건축물에너지 수요관리 실증 연구

- 전력수요자원의 관리 및 운영은 현재 전 세계적으로 제도적, 기술적 패러다임 변화를 겪고 있는데, 이러한 패러다임의 변화는 정보통신기술의 진보, 전력계통 및 전력시장의 경제성 강화, 전력소비자의 편익 및 선택권 강화 등에 기인하고, 전력수요자원에 대한 실시간 계량과 운영 및 평가기술의 확보를 통해 가능하게 되었음
- 하계 기간에 국한하여 제한적인 자원만을 활용하는 매우 경직된 구조의 현행 국내 수요자원 관리 메커니즘의 근본적인 한계를 극복하고, 미래지향적인 국가 수요자원 관리시스템의 기반구축을 위해, 수요관리 신기술 및 선진 수요관리제도의 접목에 기초하여, 전력수급, 전력시장 및 전력계통의 다양한 동적 변화에 효율적이고 경제적으로 대응할 수 있는 BEMS와 연계한 전력수요자원 운영시스템을 개발이 필요함
- 전력시장의 수요자원을 통한 새로운 부가가치를 창출하며, 국가 에너지사용의

효율성 및 경제성을 확보하고 시장친화적인 에너지절감을 통해, 향후 에너지안보 및 기후문제 등에 비용효과적인 대안을 제시함

- 소비자의 선택권과 편익을 고려할 수 있는 자동 수요반응 프로그램을 도입하여, 상시 조절 가능한 BEMS의 전력수요 조절에 대한 가치를 극대화하고 있으며, 에너지환경 문제에 관련하여 비용효과적인 수요측 옵션을 제공하고 있음
- 이를 위해, 다양한 전력수요자원 프로그램으로 BEMS 사업자가 참여할 수 있는 역동적인 수요자원 시장을 발굴하고, 지역적, 시간적으로 산재된 전력수요자원의 효과적인 활용 기술이 필요함
- 전력계통의 신뢰도를 위협하는 전력수급 위기 상황에 대비하여, 다양한 신뢰도 기반 BEMS의 수요자원을 개발하고, 이와 관련한 효율적인 운용시스템을 구축하여, 전력시장의 경제성 측면이외에도, 전력수급의 신뢰도 측면에 효과적인 대비 시스템 및 자원을 확보하여야 함
- BEMS 사업자의 전력수요 정보를 종합적으로 운영함으로써, 전력시장에서 발전 자원과 대등한 위치에서 수요자원의 경제적인 운영이 가능하게 되며, 이는 발전 자원과 수요자원을 종합하여 최적의 자원운영과 활용이 가능하게 되는 통합 자원계획 및 운영을 가능하게 함
- 현재 국내의 수요관리 기술은, 기술적인 측면과 제도적인 측면에서 볼 때, 소비자와의 장기계약에 의해 사전에 정해진 시기에 전력회사의 단방향 운영방식으로 수행하는 매우 경직된 구조의 시스템이고, 약정된 전력의 참여만을 수행하여 시장의 수급상황에 대한 반영이 미흡함
- 기존의 수요관리시스템이 투자비용 회피를 위한 수요자원의 발굴 및 장기 수급계획을 목적으로 운영되어 왔기 때문에, 주로 수요관리 기기 및 프로그램의 보급에 치중하였으며, 사후 성과계량(M&V) 기능이 미비하고, 전력시장 및 전력계통과의 BEMS 연계운영이 이루어지지 않고 있는 문제를 해결하기 위해서는 전력시장 및 전력계통의 장단기 운영 특성을 반영하여, 전력계통의 신뢰도와 전력시장의 경제성을 극대화하고, 다양한 시장참여자의 요구를 만족시키는 다각화된 BEMS 관련 수요자원의 가치를 최대화하기 위해, 기술적으로는 ICT 기술을 기반으로 하고, 제도적으로는 소비자의 편익과 선택권을 고려하는 자동수요반응을 최적 연동할 필요성이 있음
- BEMS와 연계한 수요자원을 발굴, 실시간 계통연계, 수요자원에 대한 모니터링, 평가, 정산 등의 일련의 절차를 온라인에서 처리하는 ADR 실증을 통해, BEMS 전력수요자원에 대한 Map 구축 및 이에 기초한 다양한 ICT기반 ADR 수요자원 프로그램 개발이 가능하며, 이를 사전 시뮬레이션을 과정을 통해 시장반응과 인센티브 효과 등을 분석함으로써 BEMS 관련 수요자원의 시장적용 및 확산 활성화를 도모함
- 수요관리 분야는 국내에서도 활발하게 보급되어 계통에 적용되고 있으나, 수요관리 보급과 적용방법에 있어서 프로토콜과 시스템을 활용하지 않아 표준화가 미흡함

○ 2011년에서 2018년 까지 매년 24%의 ADR 관련 사업의 성장 예측(Pike Research)



[그림 2] ADR 적용 가능한 지역에 대한 예측

4. 기술로드맵

성과목표		2015	2016	2017	2018	
사용자 기반의 건물 에너지 관리시스템 (BEMS) 실증 연구	3-1 건축물 에너지 효율관리 실증 연구	실증 현장 준비	BEMS 실증 현장 구축 및 운영	BEMS 실증 개선 사항 도출 및 추가 적용, BEMS에 의한 에너지 관리 및 설비 운영 개선 방안 현장 적용	BEMS 활용 빌딩 운영 관리 가이드라인 개발 및 현장 적용을 통한 검증	BEMS 운영 가이드 라인 종합
		BEMS 구축 설계		1차 개발 EMS 및 운영 알고리즘 현장 적용 및 효과 검증	2차 개발 내용 개선, 3차 개발 EMS 및 운영 알고리즘 현장 적용, 효과 검증	BEMS 구축 가이드 라인 종합
		EMS 및 운영 알고리즘 개발				3차 개발 내용 개선 및 효과 종합
	3-2 건축물 에너지 수요관리 실증 연구	실증현장개발	경제성 수요관리 실증	신뢰성 수요관리 실증	수요관리 성과검증	
		Platform 기반 구축	Rule base 에너지 분석 기반 구축	에너지 최적화 기술도입을 위한 기반 구축	클라우드 서비스 수행 분석고도화 기술적용	
	BAS EMS 기술 도입에 따른 에너지절감 실증			실시간 커미셔닝 가능 실증	목표관리 운전기능 실증	
3-3 ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구			전기에너지 수요 관리 실증	실시간 FDD 기능 실증		
				Open ADR 기능 실증		

5. 추진전략 및 추진체계

- 3세부과제인 ‘ICT 기반 맞춤형 BEMS 도입기반 구축 및 실증 기획’의 1세세부과제인 설비 실증은 공조 설비 실증과 열원설비 실증으로 구성되며, 이는 BEMS를 적용함으로써 빌딩의 에너지 사용량 관리와 분석을 수행했던 기존 연구들의 1차적인 BEMS 활용을 넘어서는 방안을 찾고, 이를 검증하고자 하는 것임
- 기본적으로 빌딩 사용 에너지의 절감 효과가 가장 큰 공조 설비와 열원설비에 EMS 기능을 고도화하여 적용하고, BEMS 데이터를 활용하여 에너지 절감 효과를 관리하면서, 동시에 BEMS를 활용한 지속적인 커미셔닝을 수행하여 설비의 운영 관리 효과를 극대화하려는 것이 목표임
- 또한 기존의 연구들이 에너지 절감 측면만을 강조하면서 희생되었던 실내 공기질을 강조하여, 재실자의 쾌적성을 확보하면서 동시에 실내 공조에 사용되는 에너지를 최적화 할 수 있는 방안을 실제 건물 단위의 공조 계통에서 현장 검증하고자 함. 결과적으로는 빌딩의 사용 에너지 절약과 재실자의 쾌적성을 함께 확보할 수 있는 BEMS의 근본적인 목표를 달성하고자 하며, 이러한 연구 결과를 가이드라인 형태로 제시하여 건축 설계 및 시공 과정이나 빌딩의 운영 관리 과정에서 이를 활용할 수 있도록 다음과 같은 추진전략 및 체계를 설정함

가. 추진전략

□ ISO 16484 기준의 EMS(Energy Management System) 기능 연구

- ISO 16484는 빌딩자동화 및 제어시스템 기능을 다루는 국제표준화기구(ISO)가 2002년 제정한 국제규격이며, 하드웨어 측면의 성격이 강한 건설부문과 소프트웨어적 측면인 제어통신부문의 접목을 목표로 하는 규격이라고 특징을 말할 수 있음
- 또한 20세기 이래로 빌딩의 쾌적한 환경유지와 다양한 추가적인 서비스 기능을 제공하기 위해서, 빌딩자동화 시스템의 중요성이 더욱 강조되고 있는 분위기임. 여기에 21세기 들어서 범국가적 차원에서 에너지 절감 및 온실가스 관리에 대한 공감대가 형성되면서, 빌딩·공장·교통수송 등 모든 분야에서 에너지 관리의 고도화를 추진하고 있는 상태임. 따라서 본 연구에서는 최근의 고도화된 에너지 관리 시스템의 기준이 되는 ISO 16484의 EMS 기능을 연구함으로써 BEMS의 적용 가능성을 검토하도록 함

□ ASHRAE Standard 202 및 Guideline 0 기준의 Commissioning 기술 연구

- ASHRAE Standard 202는 2013년에 제정된 국제 규격이며, 빌딩에서의 커미셔닝 프로세스에 대한 가이드를 목적으로 하고 있고, 여기에는 커미셔닝 과정, 프로토콜, 문서화 작업에 대한 내용이 포함되어 있음. 이러한 기준은 ASHRAE Guideline

0의 Best Practices를 통해 개발되었음. 커미셔닝의 프로세스가 처음 정의되고 출간된 것은 1989년 이었으며, 1996년 내용이 개정 되었고, 현재의 가이드라인은 ASHRAE와 National Institute of Building Sciences에 의해 편집된 것임

- 이러한 커미셔닝에 의한 에너지 절감 효과 사례를 살펴보면, 미국 내의 건축된 후 10년의 시간이 지났고, 3개의 건물로 구성된 community college 경우, 공조 방식은 공조기와 VAV unit의 결합이며, 전체 팬의 모터 동력은 770HP 규모임. 그런데 준공 이후 10년 동안 VAV unit은 커미셔닝이 이루어진 적이 한 번도 없었고, 따라서 각 교실이 VAV unit으로 설계되었고, 수업에 의한 교실 사용 시간도 부분적이었지만, 높은 풍량으로 인해 항상 과냉방이 되고 있었음. 이 건물의 경우, 커미셔닝 팀에 의한 VAV 유량 재설정과 재설 센서 설치, 피크 로드 관리, 그리고 간단한 BAS의 수정만으로 연간 \$91,960의 에너지 절감액을 실현하였음
 - 따라서 본 연구에서는 실제의 Best Practices를 통해 개발된 ASHRAE Standard 202 및 Guideline 0 기준의 Commissioning 기술을 연구하여, 국내 실정을 반영한 지속적인 커미셔닝 방안에 대한 연구를 진행하려고 함. 또한 이러한 지속적인 커미셔닝 방안에 대한 연구를 기반으로 정풍량(CAV) 및 변풍량(VAV) 공조 계통에 적용 가능한 EMS 기술을 실제로 검증하여, 국내 환경에서의 Best Practice를 구현하는 것을 계획하고 있음
- 건축법의 다중 이용시설의 필요 환기량 및 ASHRAE Standard 62.1의 최소 환기량 기준 연구
- 건축물에 있어서 환기는 자연환기와 기계환기로 구분할 수 있으며, 전자는 바람과 온도차를 구동력으로 외부동력을 필요로 하지 않으나 환기량이 불안정한 특징이 있고, 후자는 송풍기 등의 설비를 활용하여 강제적으로 환기를 수행하며 환기량이 일정하나 동력비가 소요되는 특징을 갖고 있음.
 - 이러한 방식의 차이와 함께 환기에서 가장 중요한 요소는 실내의 필요 환기량을 결정하는 것인데, 이는 호흡과 발열 같은 인간 활동의 유지에 필요한 환기량과 실내의 각종기기로부터의 방열, 오염물질 발생으로 인한 실내공기환경 악화를 억제하기 위해 필요한 환기량, 연소기구의 불완전 연소 방지를 위한 필요 환기량 등으로 구분하여 전체 필요 환기량을 결정해야함.
 - 따라서 본 연구에서는 공조 에너지 절약 관점에서 희생되기 쉬운 실내 공기질 확보를 위한 기준 필요 환기량을 국내 건축법 및 국외 ASHRAE 기준으로 확인하고, 향후 이를 에너지 절감과 함께 실내 공기질을 확보 할 수 있는 공조 자동 제어 방안에 기준으로 활용할 수 있도록 고찰하고자함

나. 추진체계

기술 분야	기술개발 방향	주요개발 기술	기술의 경쟁력	국내 관련기술 성숙도	과제수행 주체	기술획득 방안
			□ ▨ ▩ ▪	○ ○ ◎ ●	◁ ◀ ▶ ▷ ◇	▮ ▯ ▰ ▱
사용자 기반 건축물 에너지 관리시스템 실증 연구	3-1 건축물 에너지 효율관리 실증 연구	자동제어 기반의 에너지 효율관리 실증	▨	○	▽	▮
		건물에너지 분석기반의 효율관리 실증	▨	○	▽	▮
	3-2 건축물 에너지 수요관리 실증 연구	경제성 수요관리 실증	▨	○	◇	▮
		신뢰성 수요관리 실증	▩	○	◇	▮
	3-3 ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구	에너지 측정 서비스	▨	○	▽	▮
		에너지 분석 서비스	▨	○	▽	▮
		에너지 최적화 서비스	▨	○	◇	▯
		Cloud 서비스 구축 및 운영	▨	○	▽	▮

연차별 추진 항목	기술 경쟁력	최하(□)	하(▨)	중(▩)	상(▪)		
	국내 관련 기술 성숙도	최하(○)	하(○)	중(◎)	상(●)		
	과제 수행 주체	학계(◁)	학연(▽)	산(◀)	산학(▷)	산연(▶)	산학연(◇)
	기술 획득 방안	자체개발(▮)	국내O/S(▯)	국외O/S(▰)			

6. 세부과제별 타당성 분석

가. 정책적 타당성 분석

□ 창조 경제

- ICT기술과 전력시장을 창조적으로 융합하여 새로운 시장을 형성하고, 이를 통해 新성장동력, 新서비스업으로 육성
- 성장이 정체하는 세계 경제의 흐름 속에서 기존의 추격형 경제 전략으로는 일 자리창출, 지속적 성장에 한계

□ 에너지 관리의 필요성

- 한국과 일본의 국가별 석유 소비량을 GDP와 함께 비교해보면, 한국의 경제규모는 일본 대비 1/6 수준이지만 석유 소비량은 1/2 수준임
- 2011년 9월 15일, 일명 9.15 정전사고의 블랙아웃 직전 상황과 전력예비율 500만kW 이하 준비단계의 빈번한 발생

□ 전력시장의 규제완화와 기후변화 협약 등과 관련하여 오프라인 수요자원 관리 및 운영을 IT기반의 실시간 시스템으로 전환하는 기술은 중전기 분야 해외 수출기술로 유망하다고 예측하고 있음

- 신축 건물의 경우 상대적으로 다양한 법제도 지원이 가능하여 시장진입이 가능함
- 정부의 에너지·기후변화정책에 따라 에너지절감 및 온실가스 감축을 위하여 기술 및 자금지원이 확대되고 있음
- 전력효율 향상 지원사업, 에너지이용합리화자금 지원, 녹색건축 활성화 사업, ESCO 지원사업 등
- 지자체의 경우, 에너지절감사업, 친환경건물사업에 세제지원을 적극적으로 추진하고 있음
- 산업통상자원부는 제3차 에너지기술 개발계획 조기수립의 일환으로 향후 10년의 에너지기술 개발 방향을 17대 프로그램으로 정하고, '2014 에너지기술 혁신 로드맵'의 수립에 본격 착수함
- 스마트 홈빌딩(H·B&EMS) 프로그램을 통해 건물에너지 관리를 위한 자재, 외피, 시스템 통합운용의 실질적 상용화 기술개발을 진행하여 '25년 제로에너지 건물 달성에 대한 로드맵 계획을 진행 하고 있음
- 스마트 팩토리 프로그램을 통한 에너지다소비 산업군 공통 산업기기 효율향상 및 에너지설비 효율운영분석 기반 에너지 절감 솔루션을 통해 산업부분 전력·열 수요 20% 감축하고자 함

- 에너지 IoT + Big Data 플랫폼을 통한 IoT-에너지 융합으로 서비스모델 창출 및 산업화 추진을 위한 한국형 플랫폼 개발을 통한 건물 내 사물 센서를 통해 조명, 온도, 습도, 공조 관련 에너지사용 최적화 시스템, 최상의 인간 활동 환경 구현하고자 함
- 세계적인 이슈인 녹색성장 계획에서는 환경부와 국토해양부가 저탄소 녹색시범 도시 조성사업에 1조 원을 투자하고 있으며 정부는 친환경 토지이용, 녹색교통 등 기후변화에 대응하는 저탄소 주택단지, 스마트 그린시티 등 도시 인프라를 저탄소형으로 개편하고자 하고 있음

나. 기술적 타당성 분석

- BEMS를 활용한 지속적인 커미셔닝의 효과 분석
 - 건물의 현황 조사를 통해서 준공 이후 커미셔닝의 수행 현황 파악
 - 정풍량 및 변풍량 공조 계통에 대한 BEMS 활용 커미셔닝 전·후의 절감량 효과 분석
- 환기량을 고려한 BEMS의 에너지 절감 효과 분석
 - 일반적으로 여름과 겨울의 재실 시간대의 경우는 환기에 의한 에너지 사용량이 증가할 것은 확실함
 - 하지만 간절기의 경우 또는 여름과 겨울 새벽 시간에는 환기에 의한 외기냉방의 효과로 인하여 에너지 사용량이 증가하지 않고 오히려 감소할 수 있음
- 수요관리 기술
 - 기존의 수요반응 시스템 운영을 수동에서 자동으로 전환하는 시스템은 서버와 클라이언트 기술 적용으로 통신 담당 하드웨어나 소프트웨어로 구현이 가능함
 - BEMS의 실시간 전력수요자원으로 활용함으로써 관련 전력시장 경제성 확보가 가능하고 국내 전력시장 환경에 적합한 실시간 전력수요자원 운영시스템 확보에 따른 기술, 시스템 수입대체 효과가 있을 것임
 - 스마트그리드 실증사업을 통한 기술력 확보 경험과 스마트그리드 확산사업을 중심으로 다양한 수요관리 및 BEMS 사업 및 실증이 추진예정에 있어 관련 기술 실증이 가능함

다. 경제적 타당성 분석

- Local BEMS 대비 Cloud 기반 BEMS의 경제성 분석
 - 실증을 위한 단일 빌딩 현장에 BEMS를 설치하는 경우의 비용 분석 및 Cloud 기반 BEMS를 활용하는 경우의 비용 분석을 통하여 경제성 분석
 - 실증을 위해 다수 빌딩 현장에 BEMS를 설치하는 경우의 비용 분석 및 Cloud 기반 BEMS를 활용하는 경우의 비용 분석을 통하여 경제성 분석
- 공조 설비에서의 BEMS에 의한 에너지 절약 효과 분석
 - BEMS를 활용하면 공조 설비의 에너지 사용량 모니터링 및 에너지 소비와 같은 기본 기능뿐만 아니라 설비의 성능평가와 같은 고급 기능을 사용할 수 있는데, 이를 통한 설비 관리의 고도화에 의한 에너지 절약 효과 분석
 - 실증을 위한 빌딩 현장에서의 BEMS에 의한 에너지 절약 효과 분석 결과를 기반으로 국내 기축 건물에 BEMS 적용 시 얻어지는 에너지 절약 효과 분석
- 수요관리 기술의 경제적 타당성
 - BEMS 설치 사업자의 능동적 참여가 가능한 ADR 연계 통합시스템 실증을 통해 전력부가서비스 제공 및 유연한 지원제도 운영이 가능하여 새로운 수요관리시장 창출이 가능함
 - BEMS는 각각의 개별시스템을 대상으로 에너지 분석, 업무IT, 군관리 체계 적용을 하여 분석/관리/제어를 통해 운영비용의 절감과 에너지절감을 기대할 수 있음
 - BEMS의 실시간 감시/제어로 위험에 대한 예방을 강화하며, 전문화된 인력의 그룹 관제를 통한 타 건물과의 비교 분석으로 운영 효율을 높이고 자산 가치를 증대시킴
 - BEMS의 경제성 분석을 위해 빌딩 한단위에 대해 통합관리 시스템 적용 사례 및 효과는 시설운영 측면에서 현장 운영업무의 효율화와 장애 예방을 통한 비용절감이 예상됨
 - 에너지사용 측면에서 가스, 전기 등 사용량 절감을 통한 에너지절감에 대한 효과가 예상됨
 - BEMS의 단계적 적용모델에 대한 중소기업의 참여가 미비하기 때문에 관련 분야 산업을 융합하는 실증 및 인증 센터의 지원을 통한 관련 기술 개발을 통해 효율적인 에너지 관리를 포함한 경제효과를 기대하며, 관련 산업의 해외시장 진출에 기여
 - 건물을 구성하는 건설·토목 산업분야의 계획/시공/구조/설비 등 제조업체나 서비스 관련 SI업체 등 여러 산업들에게 새로운 시장을 제공하며, 관련 기술들 간의 융합을 통한 신기술 개발과 운영관리 시스템 등과 관련한 신산업 창출을 통한 고용효과 기대

7. 기대효과

가. 정책적 효과

효율관리

- ICT 기반 에너지 관리 기술 개발을 통하여 창조 경제 시대의 새로운 시장 형성에 기여
- 에너지 사용량이 많은 국내에 필수적인 에너지 관리 기술의 개발을 통해서 국가 에너지 사용량 절감에 기여

수요관리

- 상시 수요자원이 되는 BEMS의 정보자원을 활용한 인프라 구축을 통해 포탈시스템과 연계한 자동수요관리 자원 개발 및 보급으로 인한 전력계통의 신뢰성 확보가 가능함
- 다양하게 논의되고 있는 BEMS 보급 활성화 방안의 타당성과 관련 기술의 수요와 단위별 수요예측을 통해 중장기 로드맵을 완성하고, 이를 정책의 기반으로 활용
- 국내 기업의 참여유도형 시스템 개발로 에너지효율 및 절감에 BEMS 활성화에 기여하며 민간의 사업 참여 확대 촉진이 기대됨
- 기존의 국내에서 적용되었던 수요관리 기술을 자동 수요관리 기술과 건물의 유형, 그룹 등의 세분화된 BEMS 표준화 참조 모델을 적용함으로써 국내 시장에 적합한 프로토콜 개발 및 시스템 구축하게 됨으로써 수요관리분야의 표준화 선도 가능성 높음

나. 기술적 효과

효율관리

- 에너지 관리에만 중점을 맞추다보면 희생되기 쉬운 사용자의 쾌적성을 고려한 ICT 기반 에너지 관리 기술의 개발과 에너지 절감 효과의 검증으로 시장 확산에 기여
- 커미셔닝 도구로써의 BEMS 활용 방안 마련과 현장 실증을 통한 에너지 절감량 분석을 통해 시장 확산에 기여

수요관리

- 건물 에너지 사용에 관한 기본 모델 연구를 통하여 사용량의 판단기준이 지원
- 대상건물에서 어느 정도의 절감 가능한 에너지 손실이 발생되는지 판단할 수 있어 단기간, 중장기간 적용에 대한 참조 모델 제공으로 사업자의 기술적 진입장벽 완화

- 수요자의 Needs, 공간, 인프라를 기반으로 한 에너지 수요관리 방안을 제시하여 BEMS 보급 활성화에 기여
- 체계적인 단계적 BEMS 구축 모델을 제시함으로써 시스템 관련 기술개발 방향의 가이드라인을 제시하여, 기술 확산에 따른 기술적 파급효과를 극대화 하며, 서비스 연계기술의 동반 발전을 추구가 가능함
- ADR과 BEMS 가 연계된 시스템 도입 및 운영으로 전력분야의 주파수 조정 등의 보조서비스 분야의 수요관리 확장이 가능해짐

다. 경제적 효과

□ 효율관리

- BEMS 구축 측면에서 필요한 비용 분석을 통하여 Local BEMS와 Cloud 기반 BEMS의 경제성 분석을 통하여 BEMS 확산에 기여
- 오피스 빌딩 운영 에너지의 10% 내외를 사용하는 공조 설비에서의 BEMS에 의한 에너지 절약 효과를 분석하여 BEMS 확산의 토대를 마련함

□ 수요관리

- ADR과 BEMS의 연동시스템은 신규참여가 많을 때 효과가 증대되며, 관련 참여 기업 및 참여프로그램 확대가 가능하게 되면 부하관리에 대한 인센티브 등 부가가치 수익과 관련된 수요관리 분야의 시장파급 효과가 증대될 것으로 예상됨
- BEMS 전력수요자원과 관련된 실시간 수요관리 솔루션, 스마트 수요관리 디바이스, 실시간 수요관리 컨설팅 등의 새로운 사업화 시장 창출을 통한 경제적 이윤 창출이 기대됨
- 시장기능 확대를 통한 새로운 수요관리자원 확보와 BEMS 정보 인프라 활용을 통한 최적의 건물에너지 비용 관리가 기대됨
- 설비 시스템의 운용, 관리를 매뉴얼화 함으로서 올바른 관리 방법에 따라 설비 기기의 수명을 늘리고 비효율적인 운영으로 낭비되는 에너지 차단

8. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 수요반응 서비스는 빌딩, 공장 등 대용량 수용가로부터 수요 감축자원을 확보하고, 일정 시간대 전력소비를 감축하여 전력회사 및 전력시장으로부터 인센티브를 확보하는 기술로 전력회사 및 전력거래소의 DR 신호에 따라 전력소비를 감축하여 전력공급의 경제성 및 신뢰성을 향상에 목적이 있음
- 기존의 DR 시스템의 운영은 모두 수동으로 이루어졌으며, ADR의 경우 외부 통

신 신호를 받아서 가정, 빌딩, 공장 등에서 자동적으로 시행하게 됨

- 기존 연구의 대부분은 수요관리와 BEMS 기술의 개별적인 시스템 구조로 실증이 진행되었으나 본 과제에서는 BEMS의 수요자원 선정 방안 및 평가기준에 대한 참조모델 개발을 통한 실증이며, 이를 통해 관련 데이터베이스가 구축이 됨

9. 실용화 및 사업화 방안

- BEMS는 건물 내 조명, 냉·난방설비 등 에너지 사용 설비에 센서와 계측 장비를 설치하고 이를 통신망으로 연계해 전력·가스·수도 등 에너지원별 사용량을 실시간으로 모니터링, 분석, 자동제어 함으로써 에너지 이용 효율을 최적화하는 시스템임. 이렇게 건축·기계·전기·신재생에너지 등 건물에너지 관련 기술과 정보통신 기술을 접목시킨다는 점에서 실용화를 위한 연계 사업 내용이 많은 것이 차별점임.
 - 공조 제어 설비 부분의 실내 공기질 확보에 기반한 BEMS 기술 실용화
 - 실내 공기질에 기반한 EMS 알고리즘 재정의 및 실제 건물의 1년 이상 적용 실증을 통한 실용화
 - BEMS를 활용한 지속적인 커미셔닝을 위한 필요 계측 정보 정의 및 실제 건물의 1년 이상 적용 실증을 통한 커미셔닝 방법론 실용화
- BEMS 수요자원 분석기법에서 시간대별, 지역별, 종별, 용도별, 계절별 요소가 반영한 실증을 통한 운영평가를 통한 수요자원 프로그램 사업화
 - BEMS 관련 에너지 정보관리 솔루션으로 부하관리, 요금관리, 종합적 전력 품질, 신뢰도 분석 등을 제공하여 에너지 비용감소 뿐만 아니라 부가적인 수익창출이 가능한 ADR 연동형 실시간 솔루션으로 에너지 소비 솔루션과 에너지 공급 및 서비스 솔루션으로 구분하여 사업화 영역을 구분함
 - ADR과 BEMS 수요관리 시스템 표준모델의 실증 건물 선정과 동시에 최적연동 인터페이스 toolkit을 활용하여 실증시험을 추진하여, BEMS의 실시간 전력수요자원 활용기술의 상용화 가능성을 증대시킴
 - 현행 전력수요관리 프로그램을 BEMS 수요관리 시스템 표준화 모델에 적용하는 작업을 병렬로 수행하여, ADR과 BEMS 연계시스템의 관련 데이터베이스를 적용할 수 있는 시간을 단축함으로써, 향후 다양한 응용 및 사업화 모델의 적용 및 분석의 실효성을 강화함
- 제품화 방안
 - BEMS의 에너지 사용량, 피크부하, 수요추이 데이터를 분석하여 비용 절감과 수요자원으로서 신뢰도를 높일 수 있는 솔루션으로 제품화함

- 공정별 및 전체적인 부하특성이 반영되고, 가격 예측을 통한 부하이전 실시가 가능한 ADR 연계형 BEMS 시스템으로 제품화
- ADR과 BEMS에 설치되는 다양한 응용모듈에 대해 이식성 및 편리성이 강화된 인터페이스 toolkit 판매
- 관련 운영시스템 및 데이터베이스 분석 소프트웨어 판매

2절. 3-1 “건축물 에너지 효율관리 실증 연구”

1. 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연계관계

- 3세부과제인 ‘사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 연구는 3-1. 건축물 에너지 절감 실증, 3-2 건축물 최대수요 절감 실증, 3-3 ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구로 구분되며, 이 3가지 실증을 통해서 건물 전체의 실증이 완성됨
- 3-1, 3-2의 실증 연구는 3-3 ICT 기반 BEMS 플랫폼을 활용해서 현장에 적용 및 구축됨
- 3-2. 건축물 최대수요 절감 실증연구를 통해서 도출된 제어 방안이 3-1. 에너지 절감 설비를 통하여 현장에서 실제 작동됨
- 실재하는 다양한 빌딩의 다양한 설비를 대상으로 ICT 기반 BEMS 플랫폼 적용을 위해서는 상호운용성 연계 규격 연구가 기반이 되어야 함

2. 세세부과제 국내외 현황분석

가. 기술수준 분석

□ 국내 기술 및 연구 동향

- BEMS 기반 지속적 커미셔닝(Ongoing Commissioning) 기술의 국내외 연구개발 동향 (이승재 외, 2012)
 - 최근 운영 단계에서의 문제점 해결 및 에너지 최적화를 위한 Ongoing Commissioning에 대한 관심이 고조되고 있으며, 비용 효율적이고 고품질의 Ongoing Commissioning을 위해 BEMS를 지원하는 커미셔닝 도구가 개발 중에 있음
 - 관련 연구를 진행하고 있는 국가는 미국, 캐나다, 일본, 유럽, 한국 등이 있음
- 건강친화 실내 공기질(IAQ) 및 오염물질 저감기술 (유창규, 2014)
 - 해당 연구에서는 건강한 건축을 위한 실내 공기질 통합 모니터링 및 최적 환기시스템 기술 개발을 목적으로 함
 - 해당 연구는 공기질 모니터링 및 실내오염 통합 지수 개발, 실내 공기질 센서이상 진단 기술, 실내 공기질 모델링, 실내공기질 최적 환기제어 기술, 실내 공기질 모니터링 및 최적 환기 원천기술의 통합을 다루고 있음
 - 발표 내용에 따르면 14년 현재까지 실내 공기질 환기제어 기술, 방출량 저감을 위한 환기 시스템의 운전 최적화 기술, 오염물질 저감을 위한 환기 관

리 및 제어의 환경정보 기술 등의 원천기술을 확보하였음

- 현재의 공기질과 환기팬의 전력량을 동시에 고려하고 있으나, 빌딩과 같은 대형 건물에서의 실효성에 대한 검증은 추가적으로 필요해 보이며, BEMS 차원에서의 접근도 추가적인 고려가 필요함

○ 지하역사 내 공기질(IAQ) 모니터링과 오염물질의 제어 및 에너지 최적화 통합시스템 개발 (강은유, 2013)

- 해당 연구에서는 스마트 환기 시스템 개발을 통한 에너지 소비 및 적정 공기질 수준 유지의 필요성을 역설함
- 실내 공기질 제어 및 소비전력의 최소화를 위해 ‘다중 목적 최적화’를 사용하여 모델예측제어기의 최적 설정치를 결정하였으며, 제시된 방법을 통해 실내 공기질의 적정수준 유지는 물론, 기존 환기 시스템 대비 약 30%의 에너지 절약을 달성했다고 함

□ 국외 기술 및 연구 동향

○ MIT Lab의 Continuous Commissioning

- MIT의 Continuous Commissioning(=Ongoing Commissioning) 기술은 빌딩 컨트롤 시스템을 통해 빌딩의 HVAC 시스템을 모니터링 할 수 있으며, 해당 데이터를 분석 모델과 비교하고, 센서, 컨트롤 및 기기 등의 문제 사항을 파악할 수 있도록 지원함
- Ongoing Commissioning 방식은 운영상의 문제점을 해결하고 보다 최적화된 에너지 사용이 가능하도록 도와줌
- MIT는 68개 빌딩을 대상으로 파일럿 프로그램을 진행하였음

○ Schneider Electric 社の 에너지 관리 솔루션 (2011)

- ISO 50001에 따라 기업에서도 에너지 사용 및 온실가스 배출량에 대한 관리, 제어, 감축이 필요하며, 감축한 것(Negative Production)에 대한 측정 및 검증이 필요함을 주장함
- 목표관리제와 에너지경영시스템(ISO50001)의 연계를 위해 에너지관리 정보시스템(EEM), 즉 에너지 ERP가 필요하며, 특히 측정이 중요함을 강조
- EEM 소프트웨어 내에는 온실가스 배출량 리포트 기능이 포함되어 있음

○ 선진화된 공기 정화 기술을 활용한 IAQ 향상 및 에너지 절감 (2011)

- 해당 연구는 환기율을 낮추고, 공기 정화 시스템을 사용하는 것으로 에너지 절감하는 방식을 제안하고 있음

- 해당 방식으로 IAQ, 즉 내부 공기질은 일정하거나 또는 더 개선될 수 있다고 말하고 있음
- 이러한 방식은 가정보다 내부 오염 원인의 범위가 좁은 상업용 빌딩에서 보다 효과적으로 사용될 수 있다고 함

나. 선진기술 GAP 분석

- 위에서 살펴본 바와 같이, 공기질 관리와 에너지 절감을 함께 고려하는 방안에 대한 연구, Ongoing Commissioning 기술을 활용한 에너지 절감 연구는 선진국과 국내의 연구 기술 수준에서 크게 차이나지 않거나, 오히려 국내가 더 앞서고 있는 측면도 있음. 따라서 현재의 연구를 기반으로 글로벌 시장을 리딩해 나갈 수 있도록 도약이 필요함.
- 한편, 건물의 ERP 시스템 연계 에너지 목표관리 운영에 관한 연구 및 건물 단위 공조 계통에서의 BEMS 기술 도입은 해외에서 국내보다 연구가 조금 앞선 경향이 있음. 하지만 두 경우 모두 구체적인 조건 하에서 빌딩 전체를 대상으로 실증되지는 못한 한계를 가짐.
- 따라서 본 연구에서는 이러한 점을 보완하여 연구를 진행하며, 네 가지 연구 영역 모두에서 국내 기술이 특화되어 앞서나갈 수 있도록 실증 연구를 진행하고자 함

다. 특허현황 분석

구분	특허		등록
특허번호	10-1213287-00 (2012.12.11)	제 목	빌딩에너지 통합 관제장치 및 방법 (Building energy integration management apparatus and building energy integration management method)
기술의 핵심내용	<p>통합 관제 센터에서 빌딩 용도별 보안정책 정의를 통해 통합적인 에너지 관리를 위한 효율적인 접근제어가 이루어지도록 한 빌딩 에너지 통합 관제 장치 및 방법을 제시한다. 제시된 빌딩 에너지 통합 관제 장치는 서버/클라이언트 구조의 빌딩 에너지 통합 관제 장치로서, 다수의 보안 레벨 중에서 어느 한 보안 레벨이 설정되어 사용자에게 부여되며 다수의 빌딩 에너지 관련 기기들에 대한 접근 허용 여부가 서로 다르게 설정되어 사용자에게 부여된 접근 정책 정보를 저장하는 정책 데이터베이스, 접근 정책 정보를 생성하고, 다수의 빌딩 에너지 관련 기기들의 일부 또는 전부에 대하여 상기 사용자의 접근 허용 여부를 재설정하는 정책 보안 관리 모듈, 및 서비스 요청을 한 사용자에게 대하여 접근 정책 정보에 근거하여 서비스 접근 여부를 결정하는 접근 제어 서버를 포함한다. 빌딩 에너지 통합 관제 장치의 빌딩 용도별 보안정책 정의를 통해 센터 중심의 통합 에너지 관리를 위한 효율적인 접근제어가 이루어질 수 있다. 임의적 접근 제어 방식과 강제적 접근 제어 방식이 혼용된 보안 정책 설정 방법을 이용함으로써, 보안정책이 효율적으로 관리될 수 있는 효과가 있다.</p>		

구분	특허		등록
특허번호	10-0509332-0000 (2005.08.11)	제 목	오염농도기반 에너지절약 모드 변환의 환기 시스템용 실내공기질 제어 방법 및 네트워크 기반 실내 공기질 제어 시스템 (IAQ Control Method Based on Contaminant Concentration for Various Ventilation Modes of Energy Saving, and Network-based IAQ Control)
기술의 핵심내용	<p>본 발명은 냉난방 시스템에서 오염 농도를 기반으로 에너지 절약 모드 변환의 환기 시스템용 IAQ(실내 공기질)를 제어하는 방법과 그 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 빌딩 사무실 혹은 학교 등 다중이용시설 및 주거 공간을 독립적으로 혹은 중앙 냉난방하는 시스템과 연동되어 급배기용 열교환 및 가습의 기능을 갖는 전열 혹은 현열교환기와 내부 순환 공기청정 기능을 갖는 청정장치 혹은 바이패스용 공기처리 장치를 통해 동시 급배기, 혹은 강제 급기 및 자연 틈새 배기, 혹은 강제 배기 및 자연 틈새 급기를 수행하며, 각 환기 공간의 배기 덕트부 혹은 실내에 각각 설치되며 실내의 공기질을 결정하는 재실인원에 의한 생체적 오염의 대표적 척도인 CO2센서들과 재실인원과 무관하며 바닥 면적에 비례하는 실내공기오염의 대표적 척도인 VOC 센서 등을 통해 실시간으로 측정되는 농도 값들을 바탕으로 쾌적한 실내 환경을 유지하도록 각 환기 공간별 요구되는 유효 공기치환횟수(ACH) 혹은 동등 (Equivalent) 외기급기량을 실시간으로 제어하는 IAQ 제어 시스템이다.</p>		

3. 연차별 주요 내용

가. 기술별 내용 분류

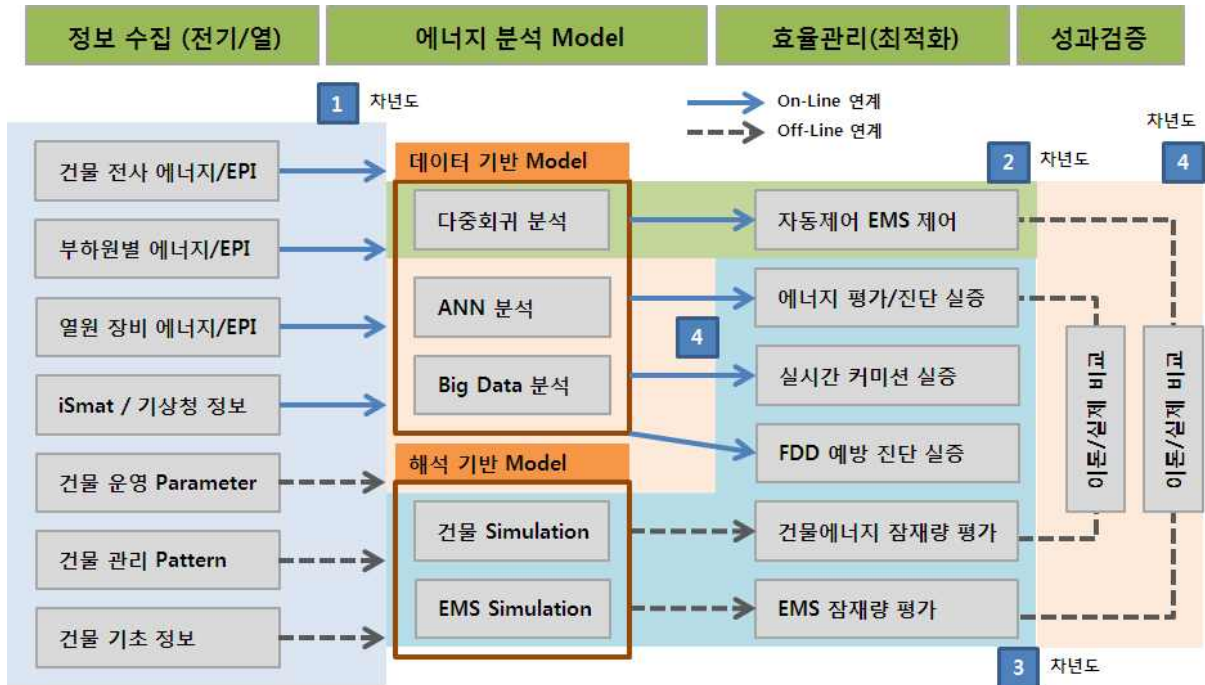
단계	단위 기술	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
		Baseline Year	Project Year #1	Project Year #2	최종 평가
효율관리 실증현장 개발	효율관리 목표시스템 구축	=====			
	실증 현장 개발	=====			
	(실증) 에너지 측정 설계	=====			
	(실증) 성과검증 방법론 구축	=====	=====	=====	=====
건물자동제어 기반의 에너지 효율관리 실증	건축물에너지 평가 및 진단	=====	=====		
	(실증) 열원부문 EMS		=====		
	(실증) 반송부문 EMS		=====		
	(실증) 공조부문 EMS		=====		
건물에너지 분석 기반의 에너지 효율관리 실증	건축물에너지 분석기법	=====	=====	=====	=====
	(실증) 목표관리 이벤트			=====	
	(실증) 실시간 커미셔닝			=====	
	(실증) 장비 FDD 분석				=====

나. 연차별 주요 내용

□ 1차년도

○ 목표 시스템 구축

- 실증 Site에서의 효율관리 적용기술
 - (분석모델) 데이터기반 및 해석기반의 건축물에너지 분석 실증
 - (효율관리) 자동제어 EMS 관리 및 에너지 분석기반의 최적화 실증
 - (성과검증) 건물에너지 및 EMS 관리기법에 따른 이론/실제 비교 분석



○ 실증현장 개발

- 실증현장 개발을 위한 선행 조사
 - 국내 건물용도별(비 주거용) 1차 에너지 소요량이 큰 건물 운전
 - 건물 용도별 난이도(실증 가능성)을 고려한 실증 Site 선택
 - 단위 건물에서 부하원별 1차 에너지 소요량이 큰 요소로 분류
 - 부하원에서 효율분석이 가능하고, 이론적 비교가 가능한 난이도를 고려하여 선택
- 실증 현장개발
 - (기본원칙) 대형건물, 기축 건축물 기준으로 실증
 - (용도별 개발) 업무일반 (9), 업무공공 (9), 상업도매 (6)로 총 (24)개 적용
 - (부하원 개발) 각 Site에서 난방, 냉방, 동력 부하원 실증

건축물 용도	구분	대형건물 (TOE)	중소형건물 (TOE)	대형비율	순위	난이도	실증
업무	일반	164,987	1,666,885	10.5%	5	하	9
	공공	135,349	745,542	8.6%	6	하	9
상업	도소매	292,422	4,133,489	18.6%	1	중	6
	숙박/음식	227,408	4,795,281	14.4%	4	상	-
교육	학교	241,520	1,390,509	15.3%	3	중	-
	연구소	108,798	500,155	6.9%	-	상	-
병원		246,090	1,002,843	15.6%	2	상	-
통신		116,264	771,927	7.4%	-	-	-
체육		-	925,703	0.0%	-	-	-
사회기반		-	878,439	0.0%	-	-	-
기타		43,554	260,333	2.8%	-	-	-
합계		1,576,392	17,071,106	100%			24

(참조) 1. 2013년, 에너지경제연구원, (2011년) 에너지 총조사보고서

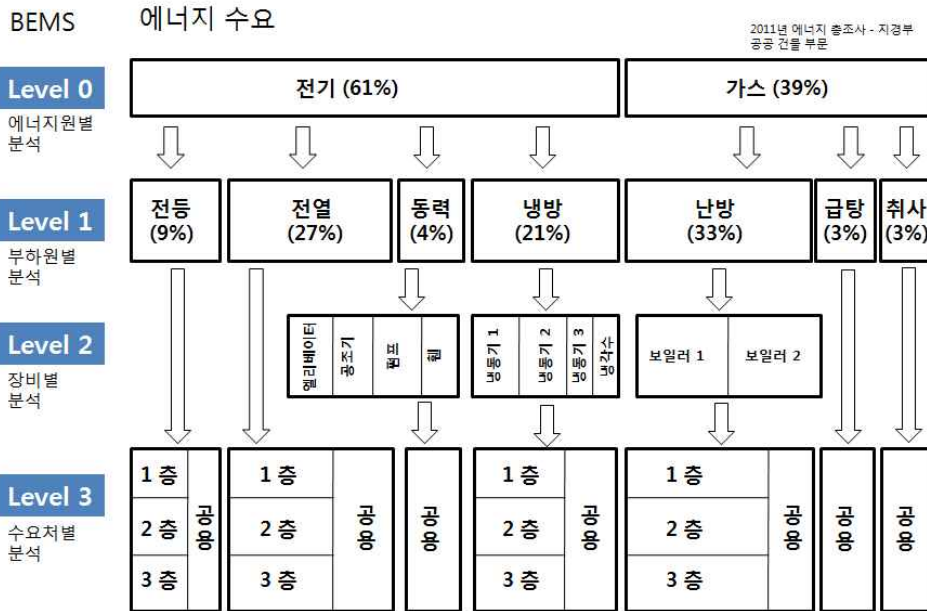
부하원별	대형건물 (TOE)	중소형건물 (TOE)	대형비율	순위	난이도	실증
난방	963,449	6,207,791	43.9%	1	하	적용
냉방	362,720	3,721,503	16.5%	2	하	적용
동력	242,614	1,875,243	11.1%	4	중	적용
조명	214,200	1,724,032	9.8%	6	중	x
전등	249,807	-	11.4%	3	상	x
취사/기타	161,315	3,542,542	7.4%	6	상	x
합계	2,194,105	17,071,111	100%			

(참조) 2013년, 에너지경제연구원, (2011년) 에너지 총조사보고서

○ (실증) 에너지 측정 설계

- 건축물 효율관리를 위한 Metering 설계
 - (에너지원별) 한전 및 가스공사와 동기화 자료 및 신재생 에너지 정보
 - (부하원별) 건물별 전등, 전열, 동력, 냉방, 난방, 급탕, 취사원으로 에너지 정보
 - (장비별) 냉동기, 보일러, 공기순환 동력, 물순환 동력의 에너지 정보
- 에너지 특성 분석을 위한 부가적 정보
 - (온도) 재실자 환경을 분석하기위한 열환경, 공기질 정보
 - (재실인원) 건물에 상주하는 재실자 인원을 수집할 수 있는 정보
 - (전력) 한전 iSmart 정보
 - (가스 및 지역난방) 에너지 공급회사의 월간 정보
 - (외기환경) 기상청 환경자료 및 예측 정보

- (건물 운영 Pattern) 운영시간, 운영형태, 연면적 등 기초 정보



[그림 49 건물의 에너지소요량 산정 개념도]

□ 2차년도

○ 건축물 에너지 진단 및 평가

- 건축물 에너지 평가
 - 실증건물의 BEMS Guideline 기준의 건축물 에너지평가 및 Benchmarking
 - 건물의 단위에너지 평가 및 등급산정
- 건축물 에너지 진단
 - Passive적 건축물 에너지 진단 : 건축물의 열관류율 진단
 - Active적 건축물 에너지 진단 : 열원장비의 효율진단

○ (실증) 열원/반송/공조 부문 EMS 운영

- KS ISO 16484기준의 EMS(Energy Management System)의 실증 수행
 - (공조부문) 최적기동정지, 듀티운전, 야간냉방, 엔탈피운전, 가변설정 기술 실증
 - (반송부문) 가변유량제어, 온도외기보상, 온도부하보상 기술 실증
 - (열원부문) 열원대수제어, 냉각수온도제어 기술 실증
- 실증을 통한 각 단위기술별 절감량과 이론적 Simulation에 의한 절감량 비교

대상	KS ISO 16484	EN 15232	EMS 종합	실증 EMS	향후 시뮬레이션 연계 기술
실내 공조	온도제어	온도제어	온도제어	X	O
		재실제어	재실제어	X	O
		수요제어	공실제어	X	O
	자동계절전환		자동계절전환	X	
공조기	스케줄제어	스케줄제어	스케줄제어	X	
	최적기동정지	최적기동정지	최적기동정지		O
	듀티 제어		듀티 제어		O
	야간냉방	야간냉방	야간냉방		O
	엔탈피운전	엔탈피운전	엔탈피 운전		O
	가변설정	가변 설정	가변 설정		O
열원장비		가변유량제어	가변유량제어		O
		온도 외기보상	온도 외기보상	반송 부문	O
		온도 부하보상	온도 부하보상		O
	열원 대수제어	열원 대수제어	열원 부문	O	
		냉각수 온도제어		O	
전력	최대부하제한		최대부하제한	X	
조명		스케줄	스케줄	X	
		동작 감지	동작 감지	X	
		조도 제어	조도 제어	X	
		블라인드 제어	블라인드 제어	X	

□ 3차년도

○ 건축물 에너지 분석기법 적용

- 모든 실증 건물에 (3)종의 분석 기법적용
 - (분석기법 1) 다중회귀분석 실증 적용
 - (분석기법 2) ANN 분석 실증적용을 위한 기반구축 (4차년도 수행)
 - (분석기법 3) Big Data 3분석 실증적용을 위한 기반구축 (4차년도 수행)
- 에너지 분석의 범위
 - 건축물 전기/영 에너지, 부하원별 에너지, 냉동기/보일러/공조기 등 장비별 Model
 - 시간/일간/월간/년간 적용
 - Baseline Model 및 수요예측 Model

○ (실증) 목표관리 이벤트 실증 : 20개 실증건물 적용

- (목적) 에너지 과다사용이 발생하는 시점을 제시하여 운영자 절감활동 지원

- (방법) 분석기법에 의한 통계학적 신뢰도 구간에서의 에너지 이벤트 운전
- (성과) 불규칙하고 과소비적 요인을 분석하여 관리적 측면에서의 감축 활동
- (실증) 실시간 커미셔닝 (Ongoing Commissioning) : 20개 실증건물 적용
 - (목적) 건물운영의 변수를 변화하여 정량적으로 에너지 감축 활동 수행
 - (방법) Baseline Model 및 실시간 에너지 측정기반에서 운영변수 변화 시 절감량 실시간 확인
 - 외기보정 실내온도 설정, 냉수 출구온도, 냉각수 온도, 급기온도,
 - (성과) 건물별 사용자환경에 영향을 주지 않는 한계에서의 최적의 운영변수 설정 (직접적인 에너지 감축 활동)

□ 4차년도

- 건축물 에너지 분석의 고도화 기법 적용
 - 적용기법 : ANN 분석, Big Data 분석
 - 다양한 분석기법에 따른 정밀도 및 건축물 용도 및 부하원별 적용 범위 실증
- (실증) 장비 FDD 분석 실증 : 20개 실증건물 적용
 - 분석대상인 냉동기, 보일러, 공조기의 예방 진단 기법 적용
 - 장비의 과소비요인 및 장비의 효율저하에 대한 사전적 정보 체계 구축
- (실증) 성과검증 방법론 : 20개 실증건물 적용
 - 각 단위 기술별 정량적 절감량 산출
 - 표준 Protocol : IPMVP V1.0 Option A/B/C/D 기준의 M&V 기법 적용
 - 검증단위 : 실증 건물별 월간 및 시간 단위의 성과 검증
 - 실제 절감량과 이론적 해석에 의한 절감량 비교
 - (실제) 실증 현장 20개에서 취득한 자료에서 수요 및 절감량
 - (이론) ISO 16790 기준의 이론적 분석에 의한 수요 및 절감량
 - (비교대상 1) 자동제어 EMS 기술 적용의 효과 비교
 - (비교대상 2) 건축물 에너지 수요에 대한 실증 및 Simulation 비교

4. 목표성과물 제시

□ 정량적 목표성과물

- 에너지 절감 활동의 Best Practice
 - 건축물 용도별 잠재 절감량 및 실제 수행 가능 절감량 산출
 - 이론적 접근방식과 실천 가능한 접근방식의 비교 분석
 - 신축건물인 경우 에너지평가 및 EMS 운영에 따른 절감량 예측 가능
- 고도화된 분석기법 실증
 - 에너지 Model의 오차를 최소화하기 다양한 Model 제시 및 실증
 - 건축물 에너지에 영향을 미치는 요소에 체계적 접근방법 제시 및 실증
- 분석기법을 적용한 실제적인 에너지 절감 실증
 - (관리적 기법) 목표관리 이벤트, FDD 기법에 대한 제시 및 실증
 - (직접적 기법) EMS 기술, 실시간 커미셔닝 기법에 대한 제시 및 실증

□ 정성적 목표성과물

- (건물주) 건물용도별 기술도입에 따른 잠재 절감량 예측 및 경제성 분석
- (보급자) 에너지 측정, 분석, 최적화의 단계별 적용 Model 표준화 제공
- (연구소) 고도화 분석기법, 단위 기술별 효율향상에 대한 Guideline 제공
- (국가) 건축물의 신축/기축, 지역/용도/규모별 에너지 수요 예측 Tool 제공

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

<성능 지표>

평가 항목 (주요성능 Spec1))	단위	전체 항목에서 차지하는 비중2) (%)	세계최고 수준 보유국/ 보유기업 (/)	연구개발 전 국내수준	개발 목표치				평가 방법
			성능수준	성능수준	1차년	2차년	3차년	4차년	
절감량	%	50%	일본 아즈빌 15%	5%	--	7.5%	10%	12.5%	성과검증 기관 평가
Model 정밀도	%	20%	미국 ASHRAE 15%	15~20%	--	10%	12.5%	5%	성과검증 기관 평가
EMS 기술적용	건	15%	미국 하니웰 10 건	3 개	--	10	10	10	성과검증 기관 평가
실시간 커미션	레벨	15%	미국 ASHRAE 10	0	--	--	7	10	성과검증 기관 평가

6. 소결

□ 효율관리 기술의 필요성 및 실증

○ 효율관리(ICT 기반의 건축물 에너지 절감) 필요성

- 건축물의 전력 및 열에너지 절감
- 건축물 효율관리의 장점은 국가에너지 수요관리의
- 효율관리의 시장 확대

○ 효율관리의 실증의 필요성

- 효율관리 기술의 고도화
- 본 과제에서의 실증의 필요성
 - (건물주) 건물용도별 기술도입에 따른 잠재 절감량 예측 및 경제성 분석
 - (보급자) 에너지 측정, 분석, 최적화의 단계별 적용 Model 표준화 제공
 - (연구소) 고도화 분석기법, 단위 기술별 효율향상에 대한 Guideline 제공
 - (국가) 건축물의 신축/기축, 지역/용도/규모별 에너지 수요 예측 Tool 제공

3절. 3-2 “건축물 에너지 수요관리 실증 연구”

1. 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 세세부과제 연계관계

- ADR과 BEMS 연동 실증 연구는 3-1 세부과제 재실자에게 쾌적한 실내 환경을 제공하면서 건물의 조명 부분 에너지를 효과적으로 절감하기 위한 사용자 반응 시스템, 에너지 제어 시스템의 구성 및 실증 연구와 연계됨

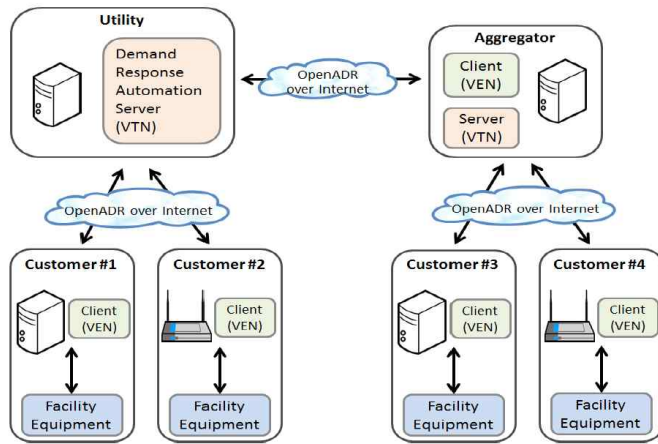
나. 세세부과제 연구 필요성

□ ADR과 BEMS 연동기술 개발의 필요성

- 에너지 절약을 위한 세계적인 노력으로 건물 부분의 에너지 관리를 위한 BEMS 시스템에 대한 도입 필요성이 제기되고, EMS 알고리즘 적용을 위한 많은 연구 개발이 수행 되고 있음
- 현 수요관리시스템이 투자비용 회피를 위한 수요자원의 발굴 및 장기 수급계획을 목적으로 운영되어 왔기 때문에, 주로 수요관리 기기 및 프로그램의 보급에 치중하였으며, 사후 성과계량(M&V) 기능이 약하였고, 전력시장 및 전력계통과의 연계운영이 이루어지지 않았고, BEMS 확산을 위해서 에너지 절약을 위한 EMS 알고리즘 적용이 에너지 최적화 함께 거주자 업무능력과 생활 만족도를 향상시키고자 하는 수요반응 프로그램과 연계한 연구 개발이 필요한 상황임
- 전력시장 및 전력계통의 장단기 운영 특성을 반영하여, 전력계통의 신뢰도와 전력시장의 경제성을 극대화하고, 다양한 시장 참여자의 요구를 만족시키는 수요자원으로써의 BEMS의 가치를 최대화하기 위해, 기술적으로는 ICT 기술을 기반으로 하고, 제도적으로는 소비자의 편익과 선택권을 고려하는 ADR을 연계한 BEMS가 되어야 함
- 이를 통해, ICT기반의 실시간 수요자원을 발굴하고 이를 전력수급과 전력시장 및 전력계통에 실시간으로 연계하여, 수요자원에 대한 모니터링, 평가, 정산 등의 일련의 비즈니스를 온라인에서 처리하는 수요관리기술을 확보가 필요함
- 경제적 DR 프로그램 개발 및 시장창출을 위해, 판매사업자의 수익성 향상과 전력시장 안정을 위하여 CPP, DBP 등 자발적 시장기능에 의한 수요관리를 수행하며, 이를 자동으로 제어할 수 있는 ADR 시스템의 기반 구축이 필요함
- 신뢰도 DR 프로그램의 경우 현재 운영 중인 부하관리프로그램을 수요반응 시스템으로 전환하고, 다양한 형태의 단계별 예비력 제공을 위한 신규 BEMS 수요자원 개발
- DR을 실시하였을 때 절전요청은 전력사업자가 대규모 수용가에 전화나 메일로

의뢰하는 것이 일반적이지만 향후 HEMS, BEMS 확장을 위해서 전력사업자와 수용가간에 신속하고 효율적으로 연결할 수 있는 ADR 기술이 필수적임

- Open ADR은 ADR의 표준규격으로 HEMS와 BEMS의 전력사용 기기나 에너지관리시스템에 탑재할 수 있는 클라이언트기능 소프트웨어가 필요함
- 보조서비스 DR 개발을 위해, 현재 발전설비만 참여하고 있는 보조서비스 제공을 BEMS 수요자원이 참여하여 효율적인 발전소 운영과 전력시장의 운영신뢰도 향상



2. 세세부과제 국내외 현황분석

가. 기술수준 분석

□ 국내 기술 수준 분석

○ 기술 동향 및 수준

- 한국스마트그리드협회는 PAP 분석 프로젝트팀을 구성하여 PAP03, 04, 09 분석을 모두 완료함
- 국내에서는 Open ADR 2.0의 활용을 위해 a, b 부합화를 추진하여 국내시장 확산에 대응하며, Open ADR 2.0 프로파일 사양 A, B에 대해 스마트그리드표준화포럼 산하 지능형 DR 프로젝트팀에서 현재 각각 Working Draft 단계로 개발
- 현재 한국전기연구원, 그리드위즈, 아이온커뮤니케이션즈, 벽산파워, 누리텔레콤 국내 가입 되어있으며, 현재 한국전기연구원, 그리드위즈, 아이온커뮤니케이션즈가 OpenADR 2.0 인증 획득하였음
- 국내 OpenADR 2.0 표준 적용을 위한 OpenADR Korea 설립 지원 및 인증 협조하고 있으며, 사무국은 OpenADR 인증업무 총괄하고 운영위원회는 인증 승인, 유지, 확장, 정지 및 취소에 관한 사항 등 심의하며, 기술위원회에서 OpenADR 2.0 Profile 부합화를 담당하며, 시험기관을 통해 OpenADR 2.0 a, b

Profile 시험을 함

- 국내는 스마트그리드 확산사업을 중심으로 다양한 수요관리를 위한 사업 및 실증이 추진되는 시점에서 전략적 접근방식에 대한 검토가 필요함
- 스마트그리드 표준화포럼 및 국책과제로 수요관리 관련 표준개발 수행 또는 수행하였음

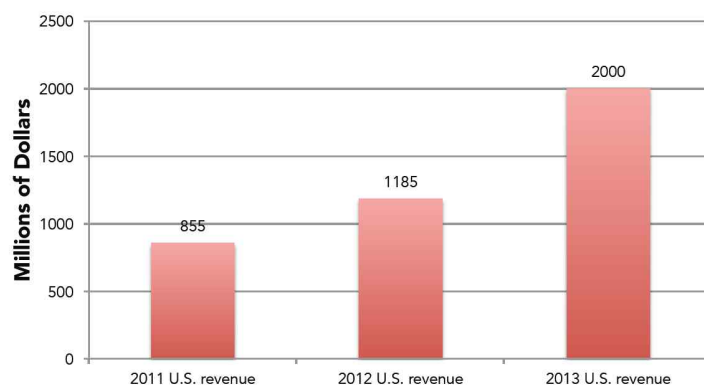
구분	표준명	현재 단계	완료 일정
1	개방형 자동수요반응 시스템 - 제1부: 일반 요구사항	SGSF WD 개발 중	2014.09
2	개방형 자동수요반응 시스템 - 제2부 수용가 기기 및 시스템 통신 인터페이스	SGSF NP 개발 중	2014.11
3	OpenADR 2.0 프로파일 사양 A 프로파일	SGSF WD 개발 중	2014.05
4	OpenADR 2.0 프로파일 사양 B 프로파일	SGSF WD 개발 중	2014.05
5	수요반응 연계형 스마트가전 통신 인터페이스 요구사항	KS(안) 개발 중	-

- 전력거래소는 홈플러스 123개 매장에 국내 최초로 지능형 수요반응(DR)자원에 대규모 자동수요반응(ADR) 시스템을 구축하는 응용시험을 마쳤으며, 총 수요 자원량은 9.8MW 규모에 달함
- 이를 통해 전력거래소가 통신으로 내린 감축지시를 수요자원에서 구축한 연계 통신장치로 보내면 건물 내 BEMS로 감축지시가 전해져 자동으로 불필요한 전력소모를 줄이게 됨
- ADR 자원이 활성화될 경우, 어떤 상황에서도 전력거래소의 감축지시에 10분 이내로 반응할 수 있음
- 또한 시스템으로 지시량에 맞춰 정확하게 전력량을 줄일 수 있어 신뢰도 확보도 가능
- 그리드위즈는 오픈ADR 2.0 인증획득을 위해 자체 개발한 수요관리설비인 ‘라벤다’의 하드웨어와 소프트웨어를 미국 현지에서 직접 시험해 국내 최초로 스마트에너지 통신규격인 오픈ADR 2.0 공식인증을 획득하였음
- 장비제어 기능을 탑재해 빌딩·공장 등에 설치된 설비들이 수요관리 신호에 반응할 수 있도록 하는 시스템도 함께 보급할 예정이며, 이를 통해 국내 전기 관련 업체들이나 에너지 사용업체들이 쉽게 수요관리에 참여할 수 있게 되어 에너지 절약 및 경제성 확보효과를 기대하고 있음

□ 해외 건물 조명 설비 제어 기술 동향 및 수준

○ 기술 동향 및 수준

- OpenADR Alliance는 상업용 OpenADR의 개발, 테스트 및 배포를 지원하기 위해 업계 관계자를 중심으로 2010년 설립되었음
- 전력수급 및 전력시장 창출을 위해 ICT기반의 수요관리를 위한 다양한 연구개발과 실증 등이 진행되고 있으며, 이를 위한 수요관리 표준은 CIM과 OpenADR로 구분할 수 있음
- CIM은 IEC TC 57에서 개발하는 변전소 데이터 공통정보모델이나, 국제적 추세는 소비자 영역까지 확대되는 상황이며, 스마트그리드 제주 실증단지에서 CIM을 활용하여 데이터 모델링 추진
- Open ADR은 미국 Open ADR Alliance에서 개발한 정보모델 표준으로 현재 시장 활용이 가능한 수준이며 PC 118에서 PAS로 국제표준화 추진 중
- 국제표준화 기구인 IEC TC57(CIM)과 PC118(Open ADR)에서 수요반응과 관련된 표준화를 추진하고 있으며, 이슈 및 해결방안에 동의하였으나 우선순위에 대한 견해 차이를 보이고 있는 상황임
- CIM에 대한 국제표준은 IEC TC 57의 WG 16(Deregulated energy market communications), WG 14(System interfaces for distribution management (SIDM)), WG 21(Interfaces and protocol profiles relevant to systems connected to the electrical grid)에서 관련 표준을 진행 중임
- 미국의 단체표준인 Open ADR 2.0은 Open ADR Alliance를 통해 a, b, c 프로파일로 개발 중이며, 현재 IEC PC118을 통해 국제표준화 작업이 진행 중임
- PC 118에서는 Open ADR PAS 추진 및 CIM과 Open ADR의 상호공존을 위한 adaptor 개발 부분을 담당하고 TC 57은 CIM 확장 및 CIM기반의 Open ADR 부분을 담당하며, PAP03년 2012년, PAP04 2011년, PAP09 2013년 완료되었음



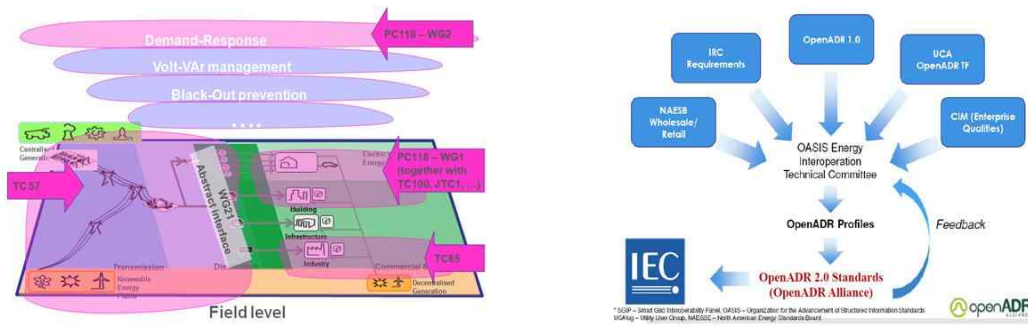
[그림 6] 미국의 ADR 적용 시 경제적 이득 분석(Source: Navigant Research)

- 미국의 전력시장에서는 수요반응 프로그램을 계통운영자에 의해 요청되는 부하응답과 최종소비자 스스로 관리하는 가격응답으로 구분하여 정의하였으나, 최근에는 부하응답과 가격응답을 모두 포함하여 수요반응이라고 정의하고 있는 추세임

- 미국 대부분의 전력시장에서는 수요반응 프로그램을 신뢰도 기반의 프로그램과 시장 기반의 프로그램으로 구분하고 있으며 현재 대부분의 시장에서는 두 종류의 프로그램이 혼재하고 있지만, 점진적으로 시장기반의 수요반응 프로그램으로 이전하고 있음
- 연방정부에서는 DR은 전력계통 신뢰도 및 수급적정성 확보에 긍정적인 역할을 할 뿐만 아니라 현물시장의 경쟁효율을 향상시키고 자원의 적정 활용에 유효하다는 것을 인식하여 수개의 전력계통 운용기관(예를 들어, NYISO, PJM, ISO-NE, ERCOT, MISO)들에서는 고객들을 대상으로 DR 프로그램 참여를 유도하고 있으며 도매전력시장과의 연계 중에 있음
- New England, Mid-Atlantic, Pacific Northwest 지역에서는 많은 이해당사자들이 관여하여 DR을 활성화하고 진입장벽을 극복하려고 하는 정책을 개발하고 있으며, 대부분의 전력회사들은 모든 계층의 고객들을 대상으로 가격기반 DR 프로그램 확대시행을 위하여 고성능의 계량설비를 보급 중에 있음
- DOE는 이러한 DR 중요성과 가치를 인식하고 이를 확산하기 위한 정책을 적극 추진
- IEC TC57/WG21에서 유럽국가 중심으로 DR에 대한 표준개발을 2012년 하반기부터 추진하고 있으며 PC118과 표준개발에 대한 경쟁을 진행하고 있음
- CAISO가 수행하는 수요반응 프로그램과 함께 캘리포니아의 주요 전력회사인 SCE도 독자적인 수요반응 프로그램을 운영하고 있는 ADR 프로그램에 참여할 수 있는 수용가는 12개월의 기간 동안 최소 3개월에서 200kW 이상의 부하를 보인 수용가를 대상으로 하고 있으며 필요 하드웨어로 수용가측 EMS와 Interval meter 설치 요구함
- 이벤트 발생 시 중앙 시스템이 인터넷을 통해 ADR 프로그램에 참여한 소비자 EMS에 지령, 부하 감축을 실시함

ADR 프로그램	특성
CPP (Critical Peak Pricing)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 하계 피크시기 특정 시간대(12-18) 부하 감축 ▪ 하계 12회 발령(SCE) ▪ 12회 발령기간엔 매우 높은 가격/여타기간 낮은 가격
DBP (Demand Bidding Program)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Internet 기반 입찰 시스템 ▪ DBP 발령시 입찰 부하의 자발적 부하 감축

- 지능형 수요관리의 경우 IEC PC118/WG2와 TC57/WG21에서 국제표준화 활동을 추진하고 있으며 PC118/WG2의 경우 미국 중심의 OpenADR에 초점을 맞추고 있고, TC57/WG21은 OpenADR 모니터링을 통해 유럽국가 중심의 DR 표준개발을 진행하고 있음



[그림 7] IEC PC118 및 TC57/SG21 표준화 활동 범위

- 일본 후지츠에서 개발한 DR의 클라이언트기능 소프트웨어는 DR 국제표준규격을 제정하는 ‘Open ADR 클라이언트’의 인증시험을 통과하여 세계 최초로 최신 표준규격 ‘Open ADR2.0b’의 인증을 취득하였음
- 후지츠가 개발한 소프트웨어는 HEMS 등의 어플리케이션을 효율적으로 개발하는 기능을 갖춰, 수용가측 시스템을 오픈 ADR에 쉽게 대응시킬 수 있고 소프트웨어를 이용한 솔루션을 제공할 수 있음

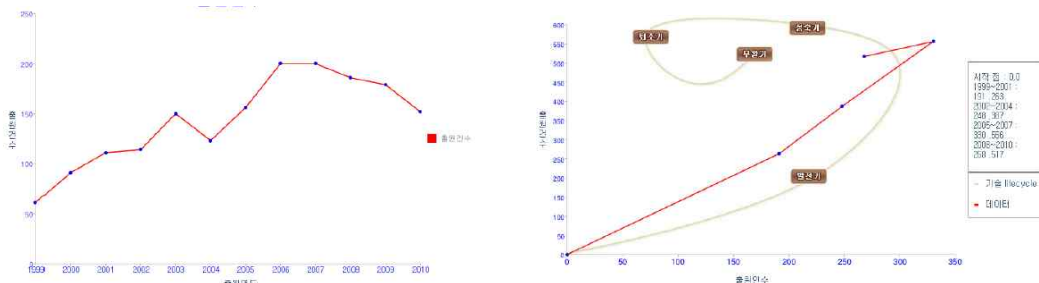
나. 선진기술 GAP 분석

- 2000년대부터, 선진화된 수요관리형 요금제도(Real-Time Pricing, Critical-Peak Pricing)와 소비자의 선택권을 반영한 시장친화적인 인센티브제도, 그리고 IT에 기초한 AMI 등을 통해, 전력시장의 경제성과 전력계통의 신뢰도를 효과적으로 확보하고 있음
- 선진국의 경우 수요관리 운용에 있어서는 표준적인 시스템을 활용함으로써 전력분야의 IT를 적극적으로 이용할 수 있음

다. 특허현황 분석

□ 국내 관련 분야 지적 재산권 동향

- 2007년까지 출원이 증가하다가 그 후에는 감소하는 성숙기 단계 기술이다. IPC 분석 결과 디지털 컴퓨팅 등(G06F-019/00)를 비롯 전기에 의한 디지털 데이터처리(G06F) 군의 기술이 다수이며 미국 외 일본 국적 출원인이 많고, MICRON TECHNOLOGY 社의 비중이 큼



- 관련 분야 특허 동향은 아래와 같음

NO.	IPC	내용	건수	점유율
1	H05B-037/02	[전기적 광원의 회로장치일반]. 제어	65	2.27%
2	H02J-007/00	축전지의 충전 또는 감극 또는 전지로부터 부하에의 전력급전을 위한 회로장치	60	2.09%
3	H02M-003/335	[직류입력-직류출력변환] 반도체장치만을 이용하는 것	55	1.92%
4	G06F-019/00	특수한 어플리케이션에 특히 적합한 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 처리 장치 또는 방법 (G06F 17/00이 우선 행정, 상업, 재정, 경영, 감독 또는 예측을 목적으로 하는 것에 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법 G06Q)	51	1.78%
5	G06F-001/26	[그룹 G06F 3/00 - G06F 13/00 및 G06F 21/00 (범용프로그램 컴퓨터의 아키텍처 G06F 15/76)에 포함되지 않는 세부 전력공급수단, 예. 전원의 안정화(메모리를 위한 것 G11C)	47	1.64%
6	G05F-001/00	전기량의 단일 또는 복수의 소망 값으로부터의 편차를 시스템의 출력부에서 검출하고 시스템내의 장치에 피드백하고, 이것에 의하여 검출량을 단일 또는 복수의 소망치로 복원하는 자동제어시스템, 즉 반작용시스템	45	1.57%
7	G05D-011/00	비율제어(화학적 또는 물리화학적 변화량의 제어, 예. PH치의 제어, G05D 21/00; 습도의 제어 G05D 22/00; 점도의 제어 G05D 24/00)	41	1.43%
8	H02J-001/00	직류간선 또는 직류배전망을 위한 회로장치	36	1.26%
9	G05B-011/01	[자동제어장치(G05B 13/00이 우선)]. 전기식	36	1.26%
10	G06F-001/28	[그룹 G06F 3/00 - G06F 13/00 및 G06F 21/00 (범용프로그램 컴퓨터의 아키텍처 G06F 15/76)에 포함되지 않는 세부 전원의 감시, 예. 규정치에서 벗어나는 것을 감시함으로써 전력공급불량을 검출	32	1.12%

3. 연차별 주요 내용

가. 기술별 내용 분류

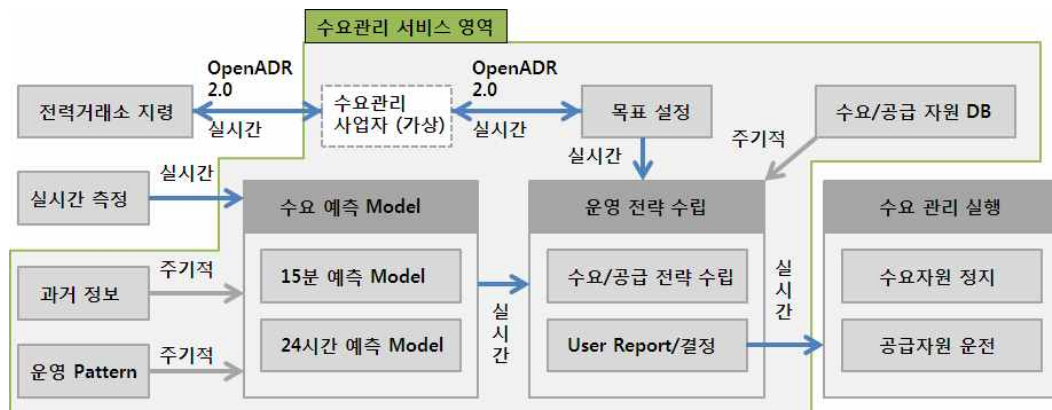
단계	단위 기술	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
		Baseline Year	Project Year #1	Project Year #2	최종 평가
실증현장 개발	목표 시스템 구축	=====			
	실증 현장 개발	=====			
	(실증) 에너지 Metering 설계	=====			
	성과검증 방법론 구축	=====	=====	=====	=====
경제성 수요관리 실증	정보 수집 체계 구축		=====		
	관리자원 분석		=====		
	(실증) 최대수요 기술 실증		=====		
	(실증) 경제성 DR 기술 실증		=====		
신뢰성 수요관리 실증	Open ADR 2.0 Protocol 구축			=====	
	전력거래소와의 정보 연계				=====
	사용자 결정을 위한 정보제공			=====	
	(실증) 신뢰성 DR 기술 실증			=====	

나. 연차별 주요 내용

□ 1차년도

○ 목표 시스템 구축

- 실증 Site에서의 수요관리 적용기술
 - (기본요금 절감) 15분 예측 Model에 의한 최대수요관리
 - (경제성 DR) 24시간 예측 Model에 의한 자발적 수요관리
 - (신뢰성 DR) Load Aggregator 정보에 의한 의무적 수요관리



○ 실증현장 개발

- 실증현장 개발을 위한 선행 조사
 - 수요관리 도달 잠재량이 높은 용도별 선택
 - 2020년 예상부하 기준으로 부하가 큰 용도별 선택
 - 다양한 관리자원별 조합이 가능한 Site 선택
- 예상부하 및 도달 잠재량 기준으로 24 실증 Site 선정

건물용도	2020년 예상부하 (MW)	관리자원별 분류						실증 Site
		수요자원			공급자원			
		도달 잠재량	전등	동력 (일반)	동력 (순환)	냉난방	발전기	
사무용(민간)	7,700	7.1%	중	중	중	중	○	3
사무용(공공)			중	중	중	중	○	5
판매용	9,009	7.7%	대	대	대	대	○	5
교육용	585	3.5%	중	소	소	소	○	-
의료용	1,571	2.9%	중	소	대	대	○	-
상업용	6,069	4.8%	대	대	대	대	○	5
연회용	1,780	5.1%	대	대	중	중	○	4
IDC 센터	207	6.5%	소	소	대	대	○	2
기타	3,214	-	-	-	-	-	-	-
합계	31,671	(*) 대/중/소는 전체에너지대비 상대적인 평가						24

(참조) 2012년, 전기연구원, (최종보고서) 실시간 전력수요자원 운영시스템 개발

○ (실증) Baseline 측정을 위한 Metering 설계

- 건축물 수요관리를 위한 Metering 설계
 - (기본1) 한전과 연결된 계통에서의 Metering
 - (기본2) 신재생/발전기/ESS 등 자체 전력생산이 가능한 계통에서의 Metering
 - (보조) 냉동기 계통 등 에너지 과다 시설에 대한 특별 Metering
- 수요관리용 Metering의 최소 요구사항

측정항목	측정 요소	측정단위	분석 단위	정밀도	비고 (적용기준)
수요 (kW)	건물 전체	실시간	15분	1%	KSC 1218
	특정 장비				
에너지 (kWh)	건물 전체	(최소)	30분	2%	전력수요관리사업 관리지침, 성과검증 측정 세부기준
	특정 장비	5분			

□ 2차년도

○ 정보 수집체계 구축

- (전력계통)
 - 수요측정 : 한전 Meter기에서 직접수집 방법
 - 에너지측정 : 한전 Meter기 직접수집 및 iSmart Site을 이용한 간접수집 방법
 - 특정 Sub Meter : 수요 및 에너지 정보를 직접수집
- (환경변수) 기상청 Site에서 직접수집 : 현재 상태 및 72시간 예보자료
- (전력거래소 및 수요관리사업자 정보) Open ADR 2.0 Protocol 직접수집

○ 관리자원 분석

- 수요관리자원 분석
 - 예상자원 : 냉방부하, 난방부하(전력), 순환동력, 일반동력, 전등
 - 시스템적으로 원격운전이 가능한 부하만 적용
 - 필요시 원격운전이 가능한 제어계통을 구축
 - 모든 관리자원을 4단계 Level별로 분류하여 Data Base 처리
- 공급관리자원 분석
 - 예상자원 : 비상용 발전기, 최소 요구사항 이외의 ESS
 - 실증에서 검토해야할 공급자원은
 - ※ 비상용 발전기와 ESS의 조합
 - ※ 태양광 시스템과 ESS의 조합
 - 공급관리 자원은 1차 에너지 효율을 분석하여 운영전략에서 분석해야함.
 - 공급관리 자원을 4단계 Level로 분류하여 Data Base 처리

○ (실증) 최대수요 기술

- 목적 : 건물의 최대수요를 관리하여 기본요금 절감
- 예측 Model : KSC 1218 기준의 15분 단위 예측전력 적용
- 실증 Site별 최대수요 실증
 - 수요관리 자원을 Level별 등급을 지정
 - 15분 단위의 예측전력 변화량에 따른 관리 Level 지정
 - 관리 Level과 자원 Level을 비교하여 전력수요 억제

○ (실증) 경제성 DR 기술

- 목적 : 건물의 최대수요를 관리하여 기본요금 절감
- 예측 Model : Regression, ANN, Big Data 분석기법을 이용하여 허용오차가 가장 작은 기법을 적용
- 실증 Site별 경제성 DR 실증
 - 수요관리 자원을 Level별 등급을 지정
 - 공급관리 자원을 Level별 등급을 지정
 - 24시간 수요예측을 기반으로 시간대별 Profile을 구축하여
 - 경제성 DR운영을 위한 수요자원 및 공급자원의 최적화 운전 전략 수립
 - 최적화 기준 : 운영비절감, 1차 에너지절감, 전력수요절감, 탄소배출절감 기준 등의 다양한 Rule을 적용.

□ 3차년도

○ 실시간 경제성 DR 시스템 구축

- Real Time 수요 감축을 위한 통신규약 Platform에 적용
 - 적용 Protocol : Open ADR 2.0 (미국표준, BACnet Format 이용)
 - (전력거래소) 및 (부하관리사업자, Load Aggregator) 사이의 실시간 통신
 - (부하관리사업자) 및 (실증사업장) 사이의 실시간 통신
 - 실증에서는 부하관리사업자가 없는 환경에서 통신 규약 설정
- 통신 Protocol 국내 인증 수행
 - 인증기관 : 한국 Smart Grid 협회
 - 인증제품 : 사업장 기준 BEMS Platform 소프트웨어 시스템

○ 사용자 결정을 위한 정보제공 Process 구축

- 의무적으로 참여한 수요 감축을 위한 시나리오 작성
 - 24시간 수요예측 Model과 목표전력을 기준으로 운영전략 수립
 - 수요자원 및 공급자원을 실시간 분석하여 다양한 관점에서의 시나리오 수립
 - 다양한 시나리오 기준으로 사용자에게 장단점 정보 제공
- 사용자 결정 절차 구축
 - 다양한 운영전략 시나리오에서 운영자가 최선의 전략을 결정
 - 결정된 절차에 의해 수요자원 및 공급자원을 이용한 의무적 신뢰성 DR 운영

○ (실증) 신뢰성 DR 기술 적용

- 모든 실증 Site에서 신뢰성 DR 수행
 - 예상 Site : (20) 현장
 - 구축 시스템 : 인증된 BEMS Platform을 이용하여 실시간 운영
 - 3차년도에는 부하관리사업자가 없는 상태로 실증수행
 - 4차년도는 부하관리사업자를 선정하여 실제 실증 구현
- 신뢰성 DR 성과검증을 위한 시스템 구축 및 실증
 - 표준 Protocol : 전력수요관리사업 관리지침 (지경부, 2013,8.27)
 - 표준절차에 의한 성과검증이 수행될 수 있는 정산프로그램을 BEMS Platform에 연계

□ 4차년도

○ 전력거래소와의 정보 연계

- 3차년 신뢰성 DR Simulation 실증 이후 실제 전력거래소와의 연계
 - 부하관리사업자를 선정하여 20개 Site에 대한 신뢰성 DR 사업장으로 등록
 - 관리부하 및 등록절차를 고려하여 BEMS Platform 운영자가 부하관리사업자로 등록

○ 성과검증 방법론 구축

- 최대수요 및 경제성 DR 기술 성과검증
 - 표준 Protocol : IPMVP V1.0 Option A/B 기준의 M&V 기법 적용
 - Baseline Model : Regression, ANN, Big Data 분석기법을 이용하여 허용오차가 가장 작은 기법을 적용
 - 검증단위 : 실증 건물별 월간 및 시간 단위의 성과 검증
- 신뢰성 DR(Open ADR) 기술 검증
 - 표준 Protocol : 전력수요관리사업 관리지침 (지경부, 2013,8.27)
 - Baseline Model 1 : 표준 protocol에 의한 시간대별 Profile 적용
 - Baseline Model 2 : 표준 Profile에서 외기 온도보정의 Profile 적용
 - 검증단위 : 실증 건물별 DR 요구시간에서의 성과검증 성과 검증

○ 수요관리 기술 경제성 분석

- (사업장 기준) 경제성 분석
 - 대상기술 : 최대수요, 경제성 DR, 신뢰성 DR
 - 건축물 용도, 부하원, 관리자원을 고려한 실제 및 잠재 절감량 분석
 - 분석은 1차에너지, 전력수요, 건축물 단위에너지 기준으로 분석

- (국가 기준) 경제성 분석
 - 발전소 건설 및 송전 선로 회피 비용을 고려한 통합 경제성 분석
 - 국가 탄소배출 절감기준 및 전력산업 고도화 관점에서의 경제성 분석

4. 목표성과물 제시

□ (사업장) 목표성과물

○ 수요관리 기술적용의 경제성 분석

- 적용 기술별 건물용도, 규모, 관리자원 별 경제성 평가
 - (최대수요) 최소투자비, 자발적 참여, 전력기본요금 절감효과
 - (경제성 DR) 적정투자비, 자발적 참여, 인센티브 전력요금 Payback
 - (신뢰성 DR) 확대투자비, 의무적 참여, 인센티브 전력요금 Payback
- 관리자원의 다양성 분석
 - 수요관리 자원의 발굴
 - 공급관리자원의 다양한 시나리오 연구

※ 발전기 + ESS(주파수보정), 태양광 + ESS(변동폭 축소), ESS(충/방전) 단독운영

○ 건물에서의 잠재 수요관리 자원 분석

□ (공급자) 목표성과물

- 단일시스템 구축으로 건축물에너지 효율관리 및 수요관리 사업수행
- Cloud BEMS운영자가 수요관리사업자 업무 영역 확대로 수익 창출

□ (국가) 목표성과물

○ 경제성/신뢰성 DR 기술의 보급으로 현재 발전 및 송전 문제에 대한 대안

- 수요관리는 국가 발전소 건설 및 운영과 직결되는 과제
 - 발전소 건설 및 폐기 비용 등 회피비용을 절감
 - 건물에서의 전력부하 관리로 전력요금 인하 효과로 제조업 경쟁력 향상
 - 전력수요의 Peak Shift 효과로 인해 안정적인 전력산업의 고도화

○ 향후 지능형 전력망 사업(Smart Grid) 의 Infra 구축

- 해외 Smart City 개발사업 진출 시 대표적인 에너지 서비스 기술로써 국가 및 건설사의 위상 향상.

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

<성능 지표>

평가 항목 (주요성능 Spec1))	단위	전체 항목에서 차지하는 비중2) (%)	세계최고 수준 보유국/보유기업 (/)	연구개발 전 국내수준	개발 목표치				평가 방법
			성능수준	성능수준	1차년	2차년	3차년	4차년	
Open ADR 호환성	%	30	100%	90%	--	90%	95%	100%	인증
수요자원 개발	자원 비율	30	10%	7%	7%	8%	9%	10%	실증
수요관리 참여자 만족도	%	30	-	없음	--	--	80%	90%	설문조사
에너지 비용 최적화	건	10	5% ION Enterprise/미국	없음	--	--	4%	5%	전력요금 실증

6. 소결

□ 수요관리 기술의 필요성 및 실증

○ 수요관리 필요성

- 국가 전력 에너지관리는 효율관리와 수요관리로 구분
 - (효율관리) 에너지 절감으로 발전소 운영과 관련된 기술
 - (수요관리) 수요절감 또는 수요이동으로 국가 발전소 건설과 관련된 기술
- 수요관리의 장점은 다양한 보고서에서 입증되고 있는 기술
 - 국가전력수요의 평준화 또는 부하율 감소로 안정적인 발전 사업이 가능하고
 - 향후 지능형 전력사업의 기반이 되는 기술
- 수요관리의 기대효과에 대한 시장 확대 정책
 - 수요관리의 최대수혜자는 국가이고, 사업주에게는 불편을 감수해야하는 기술이라는 인식이 필요함.
 - 사업주의 입장에서는 현행의 제도 하에서는 투자비 대비 경제성이 없었음
 - 2014년 4월 국가에서 수요관리시장의 새로운 인센티브정책으로 시장 확대가 예상됨.

○ 수요관리의 실증의 필요성

- 수요관리 기술의 난이도
 - 수요관리 기술은 표준, 인증 등 기반 여건이 조성되었고 단지 실행 시점만 있음.
 - 2012년부터 부하관리사업자 중심으로 제한적 사업을 실행하고 있음.
 - 2014년 현 시점에서는 기술적 난이도 보다는 관리자원의 개발이 시급한 시점임.
- 본 과제에서의 실증의 필요성
 - BEMS 운영체계에서 수요관리 운영체계까지 포함한 단일통합 운영체계로써
 - (3)종 수요관리에 대한 기술적 평가, 경제적 평가, 사용자 평가가 필요
 - 실증 Site 20개에서 다양한 관리자원을 조합하여 관리자원의 신뢰도 평가 필요
 - 관리자원을 세분화하여 건물 용도별 잠재 자원 분석까지 실증의 결과로 평가 필요
 - 통합 운영체계 구축으로 시스템공급자의 경제성을 확보할 수 있고, 운영자 자신이 수요관리사업자로의 전환이 가능한 타당성 검토가 필요.

□ 수요관리 기술의 기대효과

- 국가 전력산업의 고도화
 - 국가 지능형전력망사업의 건물에서의 Infra 구축 및 Best Solution으로 발전
 - 기존 수요관리사업자의 사업모델에서 다양한 시나리오 제공
- 수출 사업 모델 (건축물에너지 효율관리 및 수요관리 통합운영체계)
 - 해외 Smart City 개발사업에서 가장 핵심이 되는 U-에너지 서비스의 통합 운영체계를 제공함으로써 국가 경쟁력 강화
 - 전 세계적으로 통합운영체계 공급 가능한 Solution은 소수에 불과함.

4절. 3-3 “ICT 기반의 건물에너지관리(BEMS) Platform 연구”

1. 연구 필요성 및 세부과제와의 연관성

가. 연구 필요성

□ ICT 기반의 건물에너지관리(BEMS) Platform 연구 필요성

- 국내 모든 건축물 적용 가능한 에너지관리(BEMS) 운영 Platform 구축
 - (기존) 건축물의 용도 및 기축/신축에 따른 다양한 Platform 존재
 - (본 연구 성과물) 국내 모든 건축물에 적용가능
 - 형식 : 기축 및 신축 건축물 적용
 - 용도 : 주거용 및 비주거용 적용
 - 규모/사용승인 년도에 관계없이 모두 적용 가능
 - (필요성) 동일 평가 기준의 건축물 에너지 분석/평가/최적화 기술

- 향후 5년 후 선진국 수준의 고도화된 서비스의 Platform 구축
 - (비교대상) 세계시장 70% 점유율의 Global Big 5대 Player
 - 5대 Player 대상 : 존슨, 하니웰, 지멘스, 슈나이더, UTC
 - (국내현황) Platform 기반기술은 선진국 수준이지만, 서비스 응용기술에서는 Global Big 5 보다는 10년 정도 격차가 있고, 통합된 서비스 제공업체 없음.
 - (목표설정) Global Big 5와 5년 후 95% 수준의 Platform 완성
 - (고도화 서비스) Platform에서 제공하는 핵심 기술
 - 효율향상 서비스 : 건축물 에너지 평가, 벤치마킹, 장비 KPI 평가
 - 수요관리 서비스 : 수요예측 Model, 지능형 수요반응, 분산전원 운영전략
 - 고도화 분석기술 : 해석기반의 에너지 Model, 자료기반의 에너지 Model
 - 최적화 운영기술 : 관리요소 변화, 장비의 예방진단, Rule Based Event 운영

- 해외 수출 Model 적용이 가능한 Platform 구축
 - (전제조건) 수출 Model을 위한 고려항목
 - 국제표준 및 Global Protocol 기술의 서비스 운영 : 기능 탑재
 - 지역 환경조건을 보정하는 분석기법의 도입 : 기능 탑재
 - 사용언어에 대한 Platform 기반 도입 : 기능 탑재
 - (목표설정) BEMS Package 수출이 가능한 Platform 구축
 - 수출의 기본기술은 Platform으로 부가적인 서비스 분야와 동반 진출

- 동반 분야 : Smart Metering, 시스템 설계/구축/운영, 에너지 Consulting

○ 국가에너지 지원정책의 소외계층에 대한 무상지원 가능한 Platform 구축

- (소외계층) 중소규모 건물 및 주거용 건물
- (최소요구사항) 한전의 iSmart 측정계통이 구축된 건물
- (무상서비스) 수요예측, 성능평가, 절감율, 벤치마킹, 효율분석, 에너지 컨설팅
- (목표설정) Cloud 기반의 에너지 서비스 기능 도입
 - Cloud 기반이므로 일부 제한된 기능이지만 회원가입만으로 서비스 가능
 - 지역 단위별로 전문가의 무상 컨설팅 서비스의 기초 정보 제공

□ BEMS Platform 기술의 중요성

○ (건물주) Cloud 기반으로 경제성 확보

- (경제성) BEMS 초기 투자비의 약 30% 절감 예상
 - 건물별 단순기능의 컴퓨터만 설치
 - 고가의 Server 투자 및 유지보수 비용 절감
 - 고도화된 다양한 BEMS 서비스를 받을 수 있음.
 - 지능형 수요관리 서비스를 무상으로 구축되어, 상시 가입 가능
- (효율평가) 다른 동종 건물과의 성능 평가로 관리적 측면의 절감효과
- (에너지 절감을 위한 투자우선 순위 평가)
 - 다른 건물에서 적용기술별 절감효과 정보를 이용 투자비 회수 분석

○ (공급업체) 표준 Platform을 서비스 기반으로 고도화된 전문분야 집중

- (표준 Platform) 본 연구에서는 현재의 기술을 이용한 서비스
- (BEMS시장 확대) 경제성 있는 시스템 도입으로 국내 시장 확대 예상
- (미래기술) 건물 에너지 Pattern이 특수한 경우의 고도화된 분석 및 최적화 기법 연구 개발
- (관련분야) Smart Metering, 에너지 컨설팅, BEMS 설계/구축/운영 분야

○ (국가) Platform은 BEMS 기술의 ICT 응용의 창조경제의 대표적 성과물

- 통합 고도화 Platform을 이용 BEMS 수출 Package Model로 발전
- 국가의 가장핵심 요소인 ICT 분야에 대한 에너지 서비스 구축
- Global Market에서 Smart City을 수출하는 경우 가장 핵심적인 U_서비스.

나. 세부과제 연계관계

□ 주요 내용

○ 에너지 측정

- 목표 시스템 및 Open 기반의 프레임워크 구축
- Visualization 시스템 설계 및 구축
- 정보 수집 체계 구축
- 타 기관정보 Interface 구축
- 정보 보정 방법론 정립

○ 에너지 분석

- 수요 Model/절감량 분석기법/벤치마킹 분석기법의 플랫폼 적용
- BAS, EMS 에너지 절감 실증 수행

○ 에너지 최적화

- 실시간 커미션 기능/목표관리 운전기능/Open ADR 기능의 실증 적용
- 실시간 FDD 기능 적용
- U-City 통합운영센터 서비스 연계

○ Cloud 서비스 구축

- Cloud/Local BEMS 기능 분산
- 건축물 에너지 진단/에너지 시뮬레이션/ANN 분석기법/Big Data 분석기법 등의 서비스 연계

2. 국내외 현황분석

가. 국내 Platform 기술 현황분석

□ 기술수준 분석

○ 기술수준 종합평가

- Platform 기반기술은 선진국 수준
- Platform 응용기술은 기술 도입기 수준

○ 기술 수준 상세 분석

세부 기술	상세 구분	기술 수준	관련 기술 내용
Platform 기반 기술	Framework 기술	상	국내 SI 업체의 기술은 선진국 수준
	서비스 Application 기술	상	
	Interface 기술	상	
	Visualization 기술	상	
	Cloud 기술	상중	
Platform 응용 기술	에너지 효율관리 기술	중	BEMS 응용 기술은 전반적으로 중간 수준의 기술 보유
	에너지 수요관리 기술	하	
	건축물 에너지 평가 기술	하	
	정보 처리 및 분석 기술	중	

□ 선진기술 GAP 분석

○ Platform 기반 기술 :

- 선진국 수준의 기술 보유

○ Platform 응용 기술

- 선진국 수준 대비 도입기 수준
- BEMS 기술의 다양한 Contents가 실제 적용
 - 국내의 중소규모 Player들은 단순한 시간단위의 분석 기법만 적용
 - 국내 대기업 Player들은 효율관리 분야에서 제한적인 서비스를 제공하고 있음
 - 해외 Global Player들은 효율관리 및 수요관리 분야에서 서비스를 제공함.

나. 국내 Platform 기술 현황

□ 기술수준 현황 및 분석

- ICT업체들의 건물에너지관리 분야로의 서비스 확장 트렌드

그룹	사업자	시스템 명칭	특징 (개발시점)	비고
국내 BAS	SDS	SMART BEMS	Web 기반 (2013년)	자체
	나라컨트롤	N-BEMS	Web 기반 (2012년)	자체
SI 계열	SK텔레콤	Cloud BEMS	Cloud 기반 (2010년) BEMS/FEMS 겸용	자체
	KT	Olleh-BEMS	Web 기반 (2011년)	자체
	LG CNS	스마트 그린 솔루션	Web 기반 (2011년)	자체
		스마트 멀티사이트 빌딩	Cloud 기반 (개발 중)	자체
	포스코 ICT	Control & Information Technology	Web 기반 (2013년) BEMS/FEMS 겸용	IBM 기반
	대우정보시스템	Green EMS	Web 기반 (2010년) BEMS/FEMS 겸용	자체
	한화 S&C	eagle EMS	Web 기반 (2012년)	자체
	아시아나IDT	AMR EMS	Web 기반 (2011년)	자체
HDC iControls	아이콘트롤스 Fronnix	미확인	슈나이더	
중소 SI	금호 ENG	Intelligent EMS	Web 기반 (2012년)	자체
	우리젠	woori-xEMS	Web 기반 (2011년)	자체
	벤틱	ePEMS	미확인	자체
	가교테크	스마트BEN	미확인	자체

□ 기술 특징

○ 표준 프레임워크 기술

- 프레임워크 기술동향

- 최근 자바 기반 어플리케이션 프레임워크는 전 세계적으로 오픈소스 프레임워크를 사용하고 있으며, 국내에서도 이미 수년 전부터 오픈소스 프레임워크가 사실상의(De Facto) 표준으로 활발하게 사용되고 있음

	대우정보	삼성SDS	LG CNS	SK C&C	TMAX	행안부
프레임워크	JCF	AnyFrame	DevOn	NexCore	ProFrame	eGovFrame
오픈소스기반	○	○	○	○	×	○

- Java기반 Framework 시스템

- 검증된 오픈 소스 SW를 기반으로 개발된 표준 어플리케이션 프레임워크로, 여러 개발 프로젝트에서 안정성 및 품질 검증

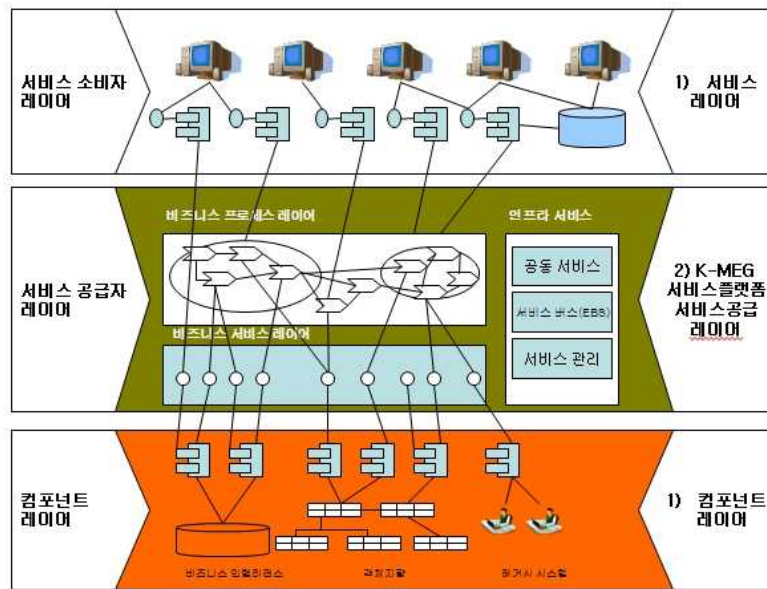
- 상호운용성, 확장성, 유연성을 요구하는 복잡한 웹 기반의 정보시스템 환경에서 어플리케이션 프레임워크는 생산성과 품질 확보를 위한 필수적인 요소임
- 다중 계층 아키텍처와 다중 클라이언트 지원
- 어플리케이션 개발, 실행, 관리를 위한 통합 개발환경 제공
- 표준 계층 구조 제공



[그림 57] 어플리케이션 프레임워크 계층 구조

○ Application 기반 구조

- 서비스플랫폼 아키텍처 수립
 - SOA 기반인 XML과 웹서비스 기술을 기반으로 서비스와 플랫폼 사이의 상호운용성 확보
 - BEMS 서비스플랫폼과 연동되는 서비스와의 인터페이스는 상호작용에서 사용될 수 있는 프로세스와 행위를 캡슐화
 - 인터페이스는 상호작용에 필요한 행위만을 명시하고, 서비스의 소비자나 공급자의 구현에 대해서는 정의하지 않으므로, 서로에 대해 영향을 미치지 않고 자유롭게 구현 가능
 - BEMS 서비스플랫폼은 SOA 레퍼런스 아키텍처를 모형으로 3개의 레이어로 구성 (서비스 레이어/BEMS 서비스플랫폼 서비스공급 레이어/컴포넌트 레이어)



[그림 58] BEMS 서비스 플랫폼 SOA 레퍼런스 아키텍처

○ 시스템 인터페이스 기반 기술

- BEMS 서비스플랫폼은 제공 서비스에서 발생하는 상황을 통합하여 운영 및 관리함으로써 전반적인 건물 원격관리 및 관제환경을 제공하는 것을 목적으로, 시스템 인터페이스를 통하여 다양한 서비스와 프로토콜을 통한 연계방안 정의
- BEMS 서비스플랫폼이 다양한 형태의 서비스 시스템과 연동하여 정보를 획득하여 활용할 수 있게 하기 위해 웹기반의 표준적인 인터페이스 정의 방식으로 정의
 - XML기반의 WSDL(Web Service Description Language), SCA(Service Component Architecture)의 SCDL(Service Component Definition Language) 등을 활용
- BEMS 서비스플랫폼은 ESB(Enterprise Service Bus)의 BC(Binding Component)를 활용하여 각 서비스 시스템과 연동하도록 구성
 - 관제서비스와 BEMS 서비스플랫폼의 인터페이스는 BEMS 서비스플랫폼 인프라 서비스 레이어의 ESB(Enterprise Service Bus)의 BC(Binding Component)로 전달받은 이벤트 메시지 또는 서비스 호출을 BEMS 서비스플랫폼 서비스 공급레이어의 비즈니스 서비스 및 프로세스 레이어의 이벤트처리, 시나리오 처리, 액션처리 등의 모듈을 호출하여 최종 지령을 다시 BC를 통해 전달함으로써 이루어 짐
- 제공 서비스가 BEMS 서비스플랫폼의 ESB와 직접 연동이 가능한 구조인 경우 서비스 저장소에 등록함으로써 BEMS 서비스플랫폼과 연동
 - 웹서비스, XML기반, EJB 형태인 경우 호출 및 디기(리스닝) 상태가 가능하면 바로 연동 및 처리

- 망을 달리하는 외부연계 서버와 데이터 연동 시에는 내·외부 연계서버를 분리하여 시스템간의 보안 문제를 해결

다. 해외 Platform 기술 현황

□ 기술수준 현황 및 분석

○ 글로벌 BAS 업체의 BEMS로의 서비스 확장 트렌드

- 일본, 유럽, 미국 등 건설 선진국에서는 2000년 초 부터 BAS를 기반으로 건물의 에너지 효율 개선을 위한 건물 에너지관리시스템(BEMS) 기술 개발을 추진하여, 첨단복합건물을 중심으로 활발히 도입되고 있음
- 글로벌 BAS 업체 주도로 개방형 구조와 클라우드 기반의 솔루션이 주류로 정착될 것이며, 시장에는 2015년에서 2020년 사이에 중대한 영향을 줄 것으로 전망됨

그룹	사업자	시스템 명칭	특징 (개발시점)	비고
해외 BAS 업체	하니웰	Attune Advisory Service	Cloud 기반 (2012년)	미국
	존슨 콘트롤	Panoptix System	Cloud 기반 (2011년)	미국
	지멘스	EMC / GBM	Cloud 기반 (2009년)	독일
	슈나이더	Energy Operation Online	Cloud 기반 (2012년) BEMS/FEMS 겸용	프랑스
	아즈빌	ENEOPT	Cloud 기반 (2012년) BEMS/FEMS 겸용	일본
	델타 콘트롤스	enteliWEB	Web 기반 (2010년)	캐나다
	LS 사우터	EY-Modulo	Web 기반	스위스

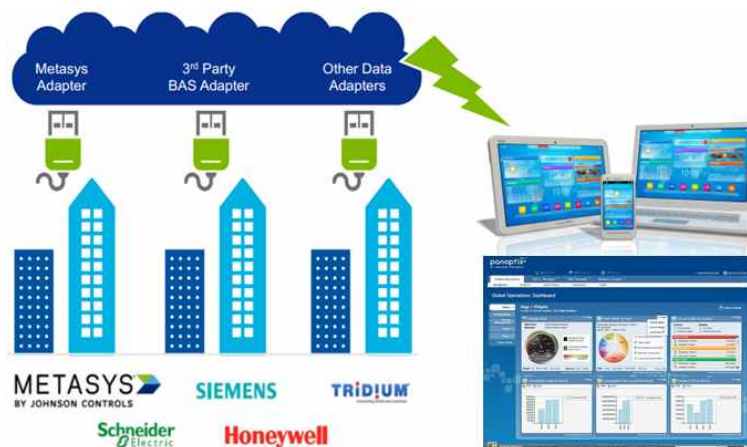


그림 59 존슨 콘트롤의 Panoptix

□ 기술 특징

○ 개방형 시스템

- 현재 BEMS 산업의 필요를 충족시키는 단일한 공통데이터통신 프로토콜은 존재하지 않음
- 개방형 프로토콜 개발의 주요 효과 중 하나는 중소형 BEMS 공급업체들이 독점적 지위를 가진 시스템 업체들과 경쟁을 하는 강한 입지를 얻었으며, 건물주 입장에서는 각기 다른 제조업체 제품들 간 통합이 가능해짐에 따라 기술서비스가 더 다양하고 경쟁적인 시장이 만들어짐
- BEMS 산업의 주요 프로토콜은 BACnet, LonWorks, KNX이며, 모두 각기 다른 제조업체들의 관리(supervisory)와 운영레벨의 시스템과 장비 간 데이터 교환이 가능
- ZigBee, EnOcean과 같은 개방형 표준 무선기술의 사용이 증가
- 모든 주요 자동제어 제조업체는 BACnet 과/또는 LonWorks의 승인을 받은 장비 공급

구분	내용
BACnet	<ul style="list-style-type: none"> • ASHRAE(미국 냉난방공조기술자협회) 개발 • 사실상의 시스템 레벨의 냉난방공조 부문 개방형 표준임 • 1995년 ANSI/ASHRAE Standard(135), 2003년 ISO(ISO 16484-5) 승인 출판
LonWorks	<ul style="list-style-type: none"> • Echelon社 개발 • HVAC 이상의 광범위한 분야의 애플리케이션 대상(예, 철도 운송) • BACnet과 같이 ANISI/ASHRAE와 ISO 승인 얻음 • BEMS 관점에서 Echelon 제품은 전 세계 30만개 이상의 건물에 설치되어 있으며, Echelon의 자체 장비와 SW 공급은 BACnet과 LonWorks 개발자 간의 중요한 차이점
KNX	<ul style="list-style-type: none"> • KNX 표준은 내수용과 소규모 상용 애플리케이션에 더 많이 사용됨 • EIB 및 BatiBUS으로 얻은 경험에서 개발되었으며 유럽에서 더 집중적으로 구축됨
OpenADR	<ul style="list-style-type: none"> • DR은 고객과의 긴밀한 협력으로 정전을 방지하는 전력유틸리티의 방법 • 자동 수요반응은 사용자가 수동으로 수요를 종료시키는 불안정성을 방지 • 2002년 캘리포니아 에너지 위기 이후, 로렌스 버클리 국립 연구소가 운영하고 캘리포니아 에너지위원회가 투자하는 수요반응 연구센터에 의해 ADR 기반 OpenADR 표준이 개발됨 • 표준은 모든 주요 제조업체와 유틸리티 그룹에 의해 지원됨

○ SaaS & Cloud 효과

- 빅데이터 분석(도구), 인터넷, 개방형 통신표준은 HVAC 시스템이 지속적으로 대규모 모니터링과 미세조정이 가능하게 하여 운영 및 환경 요구사항을 충족시키면서 동시에 에너지 비용을 감소시킴
- 건물서비스의 클라우드로 진행 전망
 - Phase 1 : ~2010년. 에너지 모니터링, 접근제어, 침입자 알람

- Phase 2 : ~2015년. 비디오 관제, 기업에너지관리, BEMS, 조명
- Phase 3 : ~2020년. 스마트그리드 제어 및 분석, 스마트빌딩 제어 및 분석

○ IT 컨버전스 영향

- 건물에서 IT 컨버전스는 2006년에 이슈로 떠오름
- IT 컨버전스가 중요한 이유는 건물의 성능 및 가치 개선과 더불어 현재 동일한 서비스를 별개로 구축하는 것보다 더 낮은 비용이 가능해짐
- 기술 인프라 설계, 설치 및 SW업체와 협력하는 방식에 있어서 매우 중요한 변화가 필요하며 IT 네트워크 기술이 필수가 될 전망
- IT산업이 XML, 웹서비스 기술개발에 방대한 투자를 함으로써 건물주는 기술이 정착이 되어가는 것에 안심하게 되고, IT산업과 같이 동일한 표준과 기술을 사용함으로써 가격이 내린 한층 안정되고 총체적인 솔루션이 제공될 전망

3. 연차별 주요 내용

가. 기술별 내용 분류

단계	단위 기술	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
		Baseline Year	Project Year #1	Project Year #2	최종 평가
에너지 측정	목표 시스템 구축	=====	=====	=====	
	Open 기반의 Framework 구축	=====			
	Visualization시스템 설계 및 구축	=====	=====	=====	=====
	정보 수집 체계 구축	=====			
	타 기관 정보 Interface 구축	=====			
	정보 보정 방법론 정립	=====	=====		
에너지 분석	수요 Model의 Platform 적용		=====		
	질감량 분석기법 Platform적용		=====		
	벤치마킹 분석기법 Platform적용		=====		
	BAS EMS 에너지 절감 실증 수행		=====		
	에너지 수요관리 실증 수행		=====		
에너지 최적화	실시간 커미션 기능 실증적용			=====	
	목표관리 운전 기능 실증적용			=====	
	실시간 FDD 기능 적용			=====	
	Open ADR 기능 실증적용			=====	
	U-City통합운영센터 서비스 연계			=====	
	Green Together 서비스 연계			=====	
Cloud 서비스 구축	Cloud/Local BEMS 기능 분산				=====
	건축물에너지 진단서비스 연계				=====
	에너지 Simulation서비스 연계				=====
	ANN 분석기법 서비스 연계				=====
	Big Data 분석기법 서비스 연계				=====

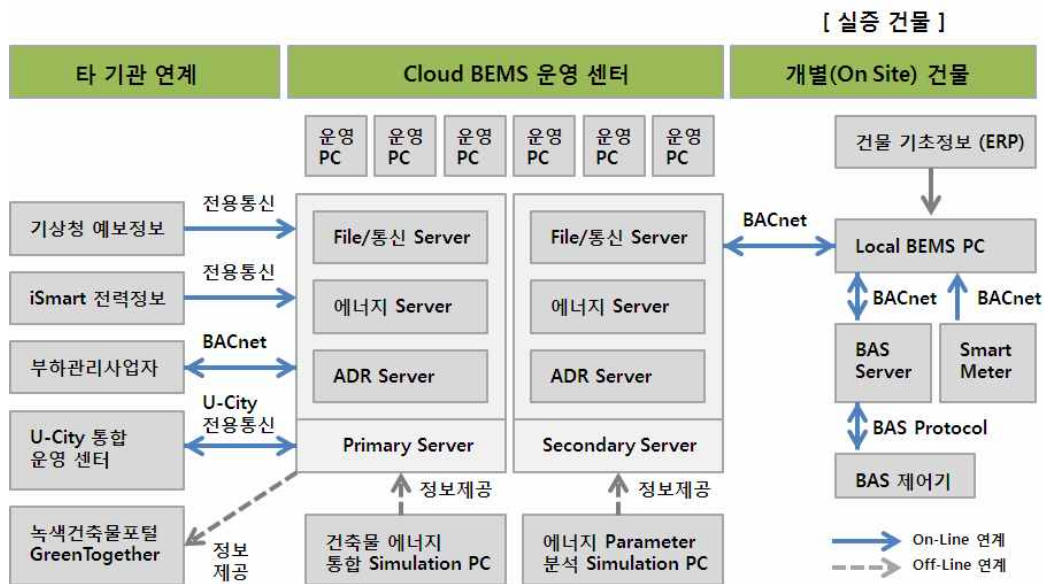
나. 연차별 주요 내용

□ 1차년도

○ Platform 기반 구축

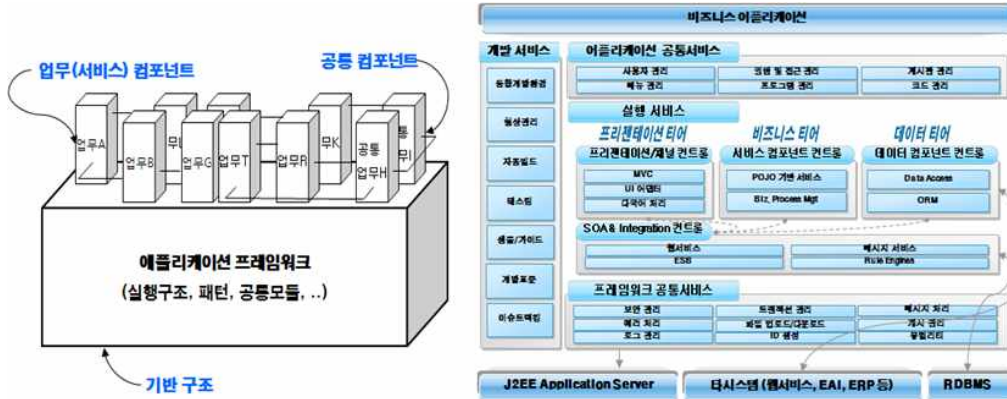
- 목표 시스템 구축

- 건축물 에너지 효율관리 및 수요관리 기술 적용
- Cloud 및 Local에서 BEMS 운영 (Local 에서는 BAS 기술과 연동)
- Cloud 시스템의 1시간 이내 Server Backup 기능 적용



- Open 기반의 Framework 구축

- 표준(행안부 기준)의 Open Framework 도입
- 연차별 서비스 Application 탑재를 위한 기반 도입
- Cloud 기반을 위한 계통적(Layer) 서비스 구조 도입
- 정보 보안을 위한 부가 서비스 구조 도입



- Visualization 시스템 설계 및 구축
 - Graphic 처리 및 Smart Phone 연동을 위한 안드로이드 기반의 운영체제 적용
 - 사용자 기반의 User Interface로 Flexible Visualization Tool 적용
 - Top Down 방식의 Menu 구성으로 계통적 정보 검색이 가능한 운영체제 적용



○ 정보 관리

- 정보 측정 및 타 기관 Interface
 - Smart Metering기반의 15분 주기 정보 Interface
 - (한전) iSmart 전기 에너지 및 수요 정보 Interface
 - (기상청) 외기환경 정보 Interface
 - (전력거래소) Open ADR S. 2.0 기준의 정보 Interface
- 정보 보정 방법론 기준 정립
 - 정보의 유효성 판별 기준 정립
 - 정보의 결손보정(Data Validation) Rule 기준 정립
 - 정보계통의 신뢰성(Data Reconciliation) Rule 기준 정립
 - 정보의 결손 시 재 수집 Rule 기준 정립

□ 2차년도

○ Rule Based 에너지 분석 기반 구축

- 다차원 회귀(Regression) 분석기법 Platform 내장
 - 실시간 다차원 회귀분석 Model 적용
 - (실증) 에너지 Baseline Model 적용
 - (실증) 수요 에너지 Model 적용
 - (실증) 에너지원 (Level 1) 적용 - 전기/가스
 - (실증) 부하원별 (Level 2) 적용 - 7종 부하원
 - (실증) 장비별 (Level 3) 적용 - 냉동기/보일러
 - (실증) 시간단위 및 월간 단위 적용
- 표준 에너지 절감량 분석기법 Platform 내장
 - 국제 Protocol인 M&V 기법 적용
 - IPMVP Option A/B/C/D 기능 적용
 - (실증) 적용기술별 표준 에너지 절감 산출
 - (실증) 적용기술별 표준 수요절감 산출
- 건축물 에너지 벤치마킹 분석기법 Platform 내장
 - (실증) 건축물의 성능지표 산출
 - (실증) 건물용도별 성능지표 비교에 의한 벤치마킹
 - (실증) 실증건물에서의 잠재절감량 산출

○ (Project Year 1차년) BEMS 실증

- BAS EMS 기술도입에 따른 에너지 절감 실증 수행
 - ISO 16484 기준의 EMS 기능 정립
 - (Platform)에서는 EMS Parameter 산출
 - (BAS) EMS 제어 Algorithm 적용
 - (실증) 단위 EMS 기술별 절감량 산출 방법 구축
- 전기에너지 수요관리 실증 수행
 - 전력수요 관리사업 관리지침 기준의 지능형수요조정 기술 도입
 - KSC-12130 기준의 수요예측 기법 도입
 - (실증) 15분 수요관리 기법 적용
 - (실증) 24시간 수요예측에 의한 수요 Profile기법 적용
 - (실증) 건축물 전력계통의 수요관리자원, 공급관리자원 분석

□ 3차년도

○ 에너지 최적화 기술 도입을 위한 기반 구축

- 에너지 및 EPI 정보의 통계학적 처리 기법 Platform 내장
 - 통계학적 기능 도입
 - 신뢰구간, 표준편차, 허용오차 기능의 실시간 분석기법 도입
- * EPI : Energy Performance Index (에너지에 영향을 주는 인자)
- 가상 Variable 개념 도입
 - EPI 기반의 단위 Module 기법 도입
 - 가상 Variable Module 기법 도입
 - 각 Module별 Connect/Group 관계 기법 도입
- ANN 분석기법의 Platform 연계 설계
 - 실제 적용은 4차년도 수행
- Big Data 분석기법의 Platform 연계 설계
 - 실제 적용은 4차년도 수행

○ 타기관 연계 서비스 구축

- U-City 통합운영센터 정보 연계
 - 정보 교환 형식에 대한 표준화 정의
 - U-City 통합 Platform과의 Interface - 정부망
 - U-City 통합 Platform과의 Protocol Open
 - 정보 보안을 위한 시스템 구축
- Green Together 비스 연계
 - 정보 제공 종류 및 형식에 대한 표준화 정의
 - 정보 제공 Sample Check Test 수행
 - 향후 서비스 연계를 위한 제도 보안 연구

○ (Project Year 2차년) BEMS 실증

- 실시간 커미셔닝 기능 실증
 - (실증) 운영 Parameter 변경 정보
 - (실증) 변경에 따른 에너지 Pattern 분석 도표
 - (실증) 에너지 절감량 산출 도표 및 보고서
- 목표관리 운전 기능 실증
 - (실증) 에너지의 상한/하한 경계 설계 및 효과

- (실증) 에너지 수요 이벤트 설계 및 효과
- (실증) 목표량 기준의 운영 설계 및 효과
- 실시간 FDD 기능 실증
 - (실증) 에너지원별 FDD - 전기/가스
 - (실증) 부하원별 FDD - 7종 부하원
 - (실증) 장비별 FDD - 냉동기/보일러/공조기
- * FDD : Fault Detect and Diagonesis (고장 예방진단)
- Open ADR 기능 실증
 - (실증) 지능형 수조반응(DR) 기능 운영
 - (실증) 수요관리 자원 연동의 ADR 운영
 - (실증) 공급관리 자원 연동의 ADR 운영

□ 4차년도

○ Cloud 서비스 수행

- 서비스 구역별 기능 분산 및 표준화 연구
 - Cloud BEMS 서비스 및 Local BEMS 서비스 분리
 - 서비스 분리 시 정보 연동 표준화 수립
 - 통신 Protocol 및 Interface 표준화 수립

서비스	Cloud BEMS 운영 센터	실증 건물 (Local BEMS)
에너지 관리 수요 관리	원격운영 및 정보 제공 원격운영 및 정보 제공	정보알람 및 결정 정보알람 및 결정
정보 측정	정보보관 정보보정 정보가공	정보측정 정보보관
정보 분석 (On-Line)	에너지 Model 산출 수요 Model 산출 절감량 산출 에너지 벤치마킹	- 기능 없음 -
정보 분석 (Off-Line)	건축물 에너지 진단 에너지 Model Parameter (ANN, Big-Data 분석)	- 기능 없음 -
최적화 전략	BAS운영 Parameter 산출 건물/장비 FDD 분석 On-Going 커미션 산출 에너지 목표관리 변수 산출	BAS EMS 제어 Logic 건물운영변수 변경 에너지 목표관리 운전
정보 제공 (On-Line)	U-City 통합운영센터 연계 Green Together 연계	- 기능 없음 -

- 정보보안을 위한 추가시스템 연구 및 구축

○ 분석 고도화 기술 적용

- ANN 분석기법 연계
 - 고도화 분석 기법인 ANN(Artificial Neuron Network) 분석 기법적용
 - 다중 회귀분석으로 에너지 Model 도입이 불가능한 건축물에 대한 적용
 - (실증) 실증 건물에 대해서 ANN 적용
- Big Data 분석기법 연계
 - 고도화 분석 기법인 Big Data 분석 기법적용
 - 다중 회귀분석/ANN으로 에너지 Model 도입이 불가능한 건축물에 대한 적용
 - (실증) 실증 건물에 대해서 Big Data 적용

○ 건축물 에너지 Off-Line 분석 연계

- 건축물 에너지진단 시스템 연계
 - 건축물 Passive 설계요소 연계 (관류율 등)
 - 건축물 Active 설계요소 연계 (냉동기COP 등)
 - 건축물 에너지 진단 연계
- 건축물 에너지 Simulation 연계
 - 분석 정보의 실증과 이론이 차이점 연계
 - Simulation Parameter의 Platform 연계
 - 분석된 EMS Parameter의 Platform 연계

4. 목표성과물 제시

□ BEMS 표준 Platform 완성

○ 목표 :

- 세계 최초 건축물 에너지 통합 환경에서의 관리 Program 완성
- 전 세계 적용 가능한 국제표준의 Platform 완성
- Global Vendor와 동등한 성능의 Platform 완성

○ 적용 범위

번호	기준 항목	적용 범위	적용 상세 내역
1	지역별 적용	전 세계	<ul style="list-style-type: none"> 외기 온도에 관계없이 적용 국제표준의 Protocol 적용 다중 언어 인 경우 즉시 적용 가능
2	적용 기술	에너지 절감 수요 관리 모두 적용	<ul style="list-style-type: none"> 국제표준의 건축물 에너지 분석 적용 IPMVP 규정 표준 Protocol 적용 신뢰성 DR 기술 적용으로 부하관리사업자 적용
3	건축물의 종류	건축물 신축/기축/ 용도/규모/사용연도 모두 적용	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 분석의 Forward Model 적용 에너지 분석의 Inverse Model 적용 건물 용도별 에너지 벤치마킹 도입
4	도입 경제성	보급형, 고도화형 모두 적용	<ul style="list-style-type: none"> 중소규모 : 추가 투자 없이 적용 (Local BEMS 시스템 없어도 됨) 대규모 : Sub Meter 추가 및 유지보수 약정 계약으로 시스템 구축 가능 주거용 : 전력 원격 검침이 있는 경우 추가 투자 없이 사용가능

5. 성능지표 설정 및 KPI 도출

주요성능	단위	전체항목에서 차지하는 비중 (%)	세계최고수준, 보유국/보유기업 성과물 기준	연구개발전 국내수준	개발목표치				비고
					성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	
통합 Platform	건	70%	5 단계 미국 Honeywell	2 단계	3	4	4.5	5	
시간 단위 Model 정밀도 (Cv_RMSE)	건	30%	15% 이하 미국 DOE	없음	15%	10%	8%	5%	
합계		100%							

6. 소결

가. 국제표준의 건축물 에너지 분석기법 도입

- 표준화된 다양한 에너지 분석 기술
 - 국제표준 : IPMVP Option A/B/C/D 분석기준 도입
 - 에너지 분석기법
 - 해석기반의 분석 기법 : Energy/Mass Balance 기반의 분석 기법 도입
 - 자료기반의 분석 기법 : Regression, ANN, Big Data 분석 기법 도입
 - 실증적용 : 성능지표, 수요예측, 정량적 절감량, 잠재 절감량, 벤치마킹
- 전 세계 모든 건축물에 적용 가능한 Platform 개발

나. BEMS 기술을 이용한 에너지 절감 기술 도입

- 건축물 에너지 절감 단위기술
 - BAS EMS 운영기술의 적용
 - 실시간 커미셔닝 기술 적용
 - 목표관리 기술의 적용으로 운영자의 편의성 향상 서비스 적용
 - 장비의 FDD 분석으로 에너지 이벤트 기술 적용
- 건축물 수요 절감 단위 기술 도입
 - 지능형 수요반응(Open ADR) 기술의 적용
 - 건축물의 수요관리 자원, 공급관리 자원의 적용

다. 모든 건축물에 적용 가능한 Platform 구축

- 적용 범위 : 주거용을 포함한 모든 건축물
- 적용 대상 : 신축/기축/개보수 건축물
- (특징) 주거용 및 소규모 건물은 추가투자 없이 적용 가능한 Platform

9장. 과제 제안요구서(RFP)

※상세 RFP는 기획보고서 참조

과 제 명(총괄)	ICT 기반 건물에너지관리시스템(BEMS) 도입기반 구축 및 실증기획
1. 연구과제의 목표	<p>○ 정보통신(ICT) 기술을 이용하여 건물의 운영 환경을 개선하고, 건축물 에너지 효율 향상으로 에너지를 절감하는 건물에너지관리시스템(BEMS) 도입 기반 구축 및 실증</p>
2. 연구개발 필요성	<p>○ (사용자 기반 BEMS 연구) 에너지 위기를 효과적으로 극복하고 안정적인 에너지 수급을 위하여 공급위주 정책에서 에너지 수요를 절감하는 정책으로 전환 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 건물 부문은 에너지 사용량의 21%를 차지하며 감축 잠재력이 높아 성능개선을 통한 에너지수요 감축에 효과적 ※ 건축 후 15년 이상 경과되어 에너지성능 개선이 필요한 건축물이 전체의 74.1% - 건물의 생애주기에서 사용단계의 에너지소비량이 대부분이므로 운영시스템 효율화가 급선무 ※ (기획설계) 0.4% - (건설) 16% - (운영관리) 83.2% - (폐기처분) 0.4% <p>○ (BEMS 보급 활성화) 각 건물별로 에너지설비 및 사용 환경에 적합한 에너지 절감 방안 수립이 가능하도록 에너지 분석·모델링 및 성능평가 등의 표준화와 전문지식과 경험을 갖춘 기술 인력이 필요함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 중소형 건물에 BEMS를 운용하기 위해서는 원격으로 다수의 건물을 통합관리할 수 있는 저비용·고효율 원격관리기술이 필요하며, ICT 기술을 이용한 원격 운영을 통하여 중소형 건물의 인력운영 비용 절감 및 인력간 역량 차이를 극복 가능
3. 기술동향	<p>○ 에너지 절약형 건물의 R&D 연구는 건축기술(Passive) 관점에서 단열을 위한 소재 개발과 에너지관리시스템에 대한 기술개발에 집중됨</p> <ul style="list-style-type: none"> - 빌딩 에너지관리시스템(BEMS) : 빌딩의 단위설비에 대한 성능 및 효율개선을 위한 운영최적화 알고리즘 개발에 집중하고 있음 - 개발된 다양한 기술을 복합적으로 운영 관리할 수 있는 운영관리기술의 연구 및 개발이 필요함

- 에너지 절감에 대한 성능 평가 시스템 및 표준화에 대한 연구 개발은 아직 부족함
 - 실제 건물운영자가 적용할 수 있는 기술과 이를 검증 평가하는 기술 개발이 필요함
- (건물 전주기 설비 및 에너지측정/관리시스템) 건물의 전주기 동안 지속적으로 건물 에너지 효율을 평가할 수 있는 기술개발이 필요함
 - 중소형 건물에 대한 특화된 건물 에너지절감 기술 개발 및 보급을 위한 기술 개발이 필요함
 - 건물에 대한 지속적인 에너지 소비 절감기술을 확대 보급하기 위해서는 건물에너지 절감 기술에 대한 실증사업 및 경제성 분석 기술이 필요함
 - 신축과 기존건물을 대상으로 실시간 에너지소비특성을 분석하여 에너지효율을 향상시키는 건물에너지 운영/관리 기술개발이 필요함
 - 지속적으로 건물의 에너지 절감을 위해서 실시간 커미셔닝 기술개발을 통한 에너지절약전문기업(ESCO) 활성화 정책이 필요함

4. 연구개발 내용

[1세부과제] BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구

- BEMS 성능평가 및 표준화
 - 건물에너지 성능을 동일한 평가지표로 분석하여 평가함으로써 건물의 위치, 용도, 규모, 도입장비별 에너지 성능을 상대 평가
- BEMS 보급 활성화 연구
 - 건물에너지의 효율적 운영관리의 일환으로 건물에너지관리시스템(BEMS)의 보급 활성화를 위한 법·제도 및 하위 지침의 제개정(안) 마련 및 건물 에너지 관리 부문의 발전 방안 제시

[2세부과제] BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발

- BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘
 - BEMS를 이용하여 건물 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등을 통합적으로 고려하여 에너지 소비의 최소화가 아닌 최적화를 추구하는 능동형 스마트 BEMS 기술
- BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술
 - 건물의 실시간 데이터를 기반으로 건물에너지 성능을 실시간으로 진단 및 평가하여 건물의 에너지 성능을 높이기 위한 기술 개발
 - 건물 에너지 성능 및 커미셔닝을 위한 제어 알고리즘과 운영방안을 마련하고 지

침서를 확립

○ 건물 용도별 빌딩시스템 최적운전 실용기술

- Home Automation, HEMS 및 BEMS에서 개발된 제어 알고리즘 기술을 건물 용도에 맞게 실제로 구현할 수 있도록 최적 운전 기술로 개발하며, 상호 연동성을 구현하는 과제로써 소규모 건물 및 주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술 개발

○ BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 및 이를 활용한 최적 운영

- BEMS 데이터를 기반으로 시뮬레이션 모델을 자가 구성하고, 자가 구성된 모델을 자가 보정하고, 보정된 모델을 기반으로 자가 최적화하는 기술 개발
- 개발된 모델과 이를 기반으로 하는 최적화 기술 및 알고리즘 H/W와 결합하는 기술 개발

○ BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구

- 다양한 BEMS 빅데이터들 간의 이질성을 해결하여 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템을 구축 및 운영하는 방법에 관하여 연구
- 건물 에너지 절감 효과를 달성하기 위하여 BEMS 빅데이터 분석에 기반한 건물 에너지 사용 패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석에 관하여 연구

○ 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발

- 건물이 시공되기 전 기획, 설계단계에서부터 건물의 용도와 목적에 맞는 BEMS를 적용하고 그 성능을 객관적으로 평가하여 BEMS가 건물에 적용되었을 때 에너지 효율화에 대한 기대치를 객관적으로 확인하고 에너지 누수가 없는 최적의 에너지 운영 표준 모델을 개발

[3세부과제] 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 연구 분야

○ 건축물 에너지 절감 실증

- BEMS 실증 현장의 구축 및 장기간 운영을 통하여 건물 건축 및 운영 단계에서 활용할 수 있는 BEMS 가이드라인 연구
- 건물의 설비에 대한 EMS 기술의 선별 적용 및 BEMS를 활용한 고도화된 에너지 관리를 장기간 수행하여 개별 기술에 따른 절감 효과 연구

○ 건축물 최대수요 절감 실증

- 스마트그리드의 수요반응 요소기술과 BEMS 기술의 상호 연동을 위한 최적 연동 기술을 개발하여 각각의 구성요소와 외부환경 등을 고려한 실증을 수행하며, 수요자원에 대한 모니터링, 평가, 정산 등의 일련의 작업을 BEMS와 연동하여 자동으로 처리하는 기술 개발

○ ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구

- 주거용을 포함한 신축/기축/개보수 건물에 적용 가능한 Platform을 구축하고 BEMS 기술을 이용한 에너지절감 기술 및 국제 표준의 건축물 분석기법을 도입하여 전 세계 모든 건축물에 적용 가능한 Platform 개발

5. 최종 성과물

- BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구
 - 건축물 에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 Guideline
- BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발
 - Ongoing Commissioning 기술을 적용한 건축물 에너지 최적화
 - 다중회귀/ANN/ Big Data 기법 등을 이용한 건축물 에너지 분석
- 사용자 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 실증 연구
 - 건물 규모별/용도별 최적의 에너지절감 기술 도출
 - 건물유형별 BEMS 도입 표준 설계-시공-검증 표준 프로세스

6. 활용방안 및 기대효과

구분	최종 수요처	활용방안	기대효과
1-1	<ul style="list-style-type: none"> • 공공, 보급자, 연구소, 건물주 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 가이드에 대한 교육 확대, 특히 건축물 에너지 진단/평가사 자격증과 연계한 교육 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 가이드라인 기반의 BEMS 인증 제도를 실시하여 도입 건축물의 가치를 상승시키고 침체된 건설시장의 새로운 매개체로 발전
1-2	<ul style="list-style-type: none"> • 공공, 연구소, BEMS 관련 기업 	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 보급 활성화 제도정책 실현 • 중장기 로드맵을 활용한 비즈니스 모델 참조 및 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 보급 활성화
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 공공 및 민간분야 건축, 기계설비, 자동제어 관련기업 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 BAS 및 자동제어 시스템의 개선 • 기술이전을 통한 새로운 건물 최적제어 관련 업체의 기술경쟁력 향상 및 고용 창출 • 단순 모니터링 중심의 현재의 BEMS 기술의 실질적인 건물 분야 적용 효과 	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 기반으로 건물 실내환경 및 에너지 효율을 동시에 고려한 설비시스템 최적이진 프로세스를 제시 함으로써 BEMS 시장의 활성화에 기여 • 건물분야에서 단순 에너지 소비의 정량적인 절감이 아닌 재실자개개인의 삶의 질이라고 하는 정성적인 핵심요소를 고

		달성방안 제시	려한 통합 최적제어 기술 시장 개척
2-2 BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 진단 및 관리 업체 • 자동제어 관련 업체 • 에너지 다소비 신축 및 기존 건물 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 성능 진단 및 에너지 저감량 예측에 활용 • 개발된 커미셔닝 체크리스트 및 프로세스 활용 • 커미셔닝 실증 사업을 통한 건물에너지 절감 실현 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 실정뿐만 아니라 실제 적용에 문제 없는 커미셔닝 지침서를 활용
2-3 건물 용도별 빌딩시스 템 최적 운전 실용 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 소규모 건물의 공공기관, 주거용 건축물 시공 기업 및 일반인 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 시스템 간의 연동 기술 체계 구축 • Home Automation, HEMS 및 사물인터넷 간의 연동 기술 등에 대한 사용자 사용 편의성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • BAS, EMS, BEMS 등이 설치된 소규모 건물들의 군관리 시스템을 도입으로 유지 및 관리 체계를 보완하여 사용성 증대 • Home Automation, HEMS, 사물인터넷(IOT) 등의 각 기기별 최적 운전 실용 기술과 각 기술별 상호 호환성을 보완하여 일반인들에게 저비용 고효율적으로 보급 확대하여 시장성 증대
2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 오피스, 학교, 관공서, 병원 등 다양한 건물 모두 해당 • 에너지 다소비 건물 • BEMS가 설치된 또는 BEMS 도입예정인 기존 또는 신축 건축물 	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 기반의 자가 구성 모델을 통해, 건물의 에너지 수요를 예측 • 건물의 에너지 거동을 설명하는 모델을 바탕으로, 최적 운영 전략을 실시간으로 판단할 수 있음 • BEMS의 활용수준을 ‘단순 계측’에서 ‘실시간 최적 운영’의 수준으로 업그레이드 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 에너지 효율의 획기적 향상이 가능 (보일러, 냉동기, 공조기 등의 실시간 최적 운영 실시) • BEMS 장치 산업(센서, H/W, S/W)과 건설업의 결합으로 시너지 창출 가능 • 건설 산업의 새로운 성장동력이 될 수 있음 • 스마트 건물의 구현이 가능해짐
2-5 EEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 진단 및 관리 업체 및 공급자 	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 이외에 HEMS, FEMS에 적용 가능하며 스마트그리드에 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트그리드의 실현을 앞당길 수 있는 기술임
2-6 건물에너지 관리시스 템 최적 운영 Forward 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 성능평가 및 에너지진단 전문업체 • 에너지관리공단, 시·군청 등 건물에너지 관련 공공기관 • 건물에너지성능평가, 에너지진단 관련 교육 및 연구기관 • 건축관련설계사무소 	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 13790 Hourly 시뮬레이션을 통해 신축건물의 건물에너지성능, 기축건물의 에너지진단에 활용 • 신축건물 및 기축건물에 대한 에너지소비량, 에너지 절감량 상세분석 가능 • 평가내용을 토대로 에너지 및 온실가스 절감의 구체적인 방안제시 가능 (설비기기 교체 우선순위 도출, 운영시간 및 스케줄 변경여부 판단기준 등) • 운영특성 및 사용자분석을 	<ul style="list-style-type: none"> • 국가에서 주도하고 있는 건물에너지절감사업 등을 위해 국내 실정에 적합한 정밀한 분석이 가능 • 건물 성능향상 및 개선을 위한 구체적인 방안 제시가 가능하고 결과를 즉시 확인 가능하여 활용성이 높음 • TRNSYS, Energy-Plus 등 외국산 시뮬레이션 프로그램의 대체 가능 • 프로그램의 보급과 확산을 통해 국내 건물에너지성능평가 기술수준과 설비기기의 성능평

	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경,에너지분야 컨설팅 • 열원장비제조회사 • 그린리모델링사업자 • 리모델링사업자 • BEMS사업자 	<ul style="list-style-type: none"> • 통해 BEMS 보급확대를 위한 기초자료로 활용 • 열원장비 제조회사의 장비 효율측정방법 및 효율데이터 표준화마련 • 그린리모델링, 리모델링, ESCO사업자의 건축물에너지평가 프로그램으로 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 가의 정확성 향상, 이를 통한 국가경쟁력 제고 가능 • 설계, 컨설팅, 에너지관련기업, 제조회사등 프로그램 사용자의 확대로 사업성 확대가능 • BEMS연계를 통해 실시간 건축물의 운영에 따른 에너지 사용량 및 절감량 예측이 가능하기 때문에 BEMS의 실질적 기대효과를 얻을 수 있음
3-1	<ul style="list-style-type: none"> • 건물주 • 보급자 • 연구소 • 국가 	<ul style="list-style-type: none"> • (건물주) 건물용도별 기술 도입에 따른 잠재 절감량 예측 및 경제성 분석 • (보급자) 에너지 측정, 분석, 최적화의 단계별 적용 Model 표준화 제공 • (연구소) 고도화 분석기법, 단위 기술별 효율향상에 대한 Guideline 제공 • (국가) 건축물의 신축/기축, 지역/용도/규모별 에너지 수요 예측 Tool 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud기반의 BEMS 기술 도입으로 도입 초기투자비 절감 효과
3-2	<ul style="list-style-type: none"> • 사업장 • 공급자 • 국가 	<ul style="list-style-type: none"> • (사업장) 수요관리 기술적용의 경제성 분석에 활용 및 수요관리 자원 발굴 활용 • (공급자) Cloud BEMS 운영자가 수요관리사업자 업무영역 확대로 수익 창출 • (국가) 경제성/신뢰성 DR기술의 보급으로 현재 발전 및 송전 문제에 대한 대안 • (국가) 향후 지능형 전력망사업의 인프라 구축 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud기반의 BEMS 기술 도입으로 도입 초기투자비 절감 효과
3-3	<ul style="list-style-type: none"> • 공급자 	<ul style="list-style-type: none"> • 신축/기축/개보수 건축물 적용이 가능하며 특히 주거용 및 소규모 건물은 추가투자 없이 적용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 개별적으로 운영되는 효율관리와 수요관리를 단일 플랫폼에서 수행하여 BEMS 도입 초기투자비 절감 효과

9. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 총 4년(2015 ~ 2018)

○ 총 정부출연금 : 1,426 백만원

가. 1세부과제 RFP (상세 RFP는 기획보고서 참조)

1세부과제	BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구
1. 연구과제의 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1세부 “BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구 “ 과제는 건물 에너지 관리 분야의 기술적 기반 및 활성화 기반 구축을 목적으로 2개의 세세부과제로 구성함 ○ 1세세부 BEMS 성능분석 및 표준화 연구는 건물 에너지 관리 기술의 절차 및 체계에 대한 표준을 제시하며, 2세세부 “BEMS 보급 활성화 연구” 는 건물 에너지 관련 법제도 및 지원정책 연구를 통한 성공적 제도 정착 및 건물 에너지 관리 활성화 방안 수립을 목표로 하는 과제임
2. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> □ BEMS 성능분석 및 표준화 연구 <ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 건물의 설계 및 건축 현장, 건물 운영 현장에서는 BEMS의 올바른 설치를 위한 설계, 시공 방안 및 건물 운영 단계의 업무 프로세스 등 BEMS에 대한 전문적이고 구체적인 내용을 필요로 하고 있음 ○ 본 연구는 실증의 목적을 BEMS의 설계, 시공, 운영 단계에서 활용할 수 있는 가이드라인의 도출로 설정하고, 2년 이상의 장기간 실증을 통해서 BEMS를 활용하는 구체적인 운영 방법의 제시와 이에 따른 추가적인 설계 및 시공 고려사항을 도출하여 건물의 전주기 에너지관리 Cycle을 완성하고자 함 □ BEMS 보급 활성화 연구 <ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 BEMS 관련 실질적인 기술 기준 및 시행 법령이 미흡함 ○ 민간 건축물의 경우 다양한 이해관계와 시장의 확장성 부분에 부합하는 정책이 부족하므로, 정부 차원의 인센티브와 같은 장려 정책이 필요 ○ 사업 측면에서 경제성이 부족하기 때문에 시장 논리에 맡기면 확산에 한계가 있으므로 정책적 지원이 필요함
3. 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> □ BEMS 성능분석 및 표준화 연구 <ul style="list-style-type: none"> ○ 건물 에너지 평가/측정/분석/최적화 기준

- 본 기술은 단위기술별로는 선진기술 대비 차이가 없고, BEMS 표준화 단계에서 단일 표준으로 종합하는 단계

4. 연구개발 내용

- BEMS 성능분석 및 표준화 연구
 - 건축물 에너지관리 기술의 절차 및 체계에 대한 Guideline 기준의 표준화 연구
 - 평가기준 표준화, 측정 표준화, 분석 표준화, 최적화 표준화
- BEMS 보급 활성화 연구
 - 건물에너지 관리와 관련된 법령·정책·제도 연구를 통하여 BEMS 보급 활성화 방안 도출
 - 건물 에너지 관리와 관련된 비즈니스 모델 개발 및 건물 에너지 관리 로드맵 수립을 통하여 산업 발전 방안 연구

5. 연구개발 추진전략

- 기존의 건물 에너지 관리 차원에서의 건물에 적용된 BEMS의 기술 문제점을 파악하고 재실자를 고려한 최적의 기술을 개발하기 위한 연구 수행
- 기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 문제점을 파악하고 실제 수행 가능한 기술로 개발하며 성능 검증을 통하여 향후 에너지 저감량 예측 방법론까지 확대하여 연구 수행
- 일본 NEDO에서의 BEMS 직접 지원 사례 분석
- 북미 및 유럽에서의 BEMS 도입 시 간접 지원 제도 연구

6. 연구개발 추진체계

기술 분야	기술개발 방향	주요개발 기술	기술의 경쟁력	과제수행 주체	기술획득 방안
			□ ▣ ▤ ▥	◀ ◁ ▷ ▶ ◇	☰ ☷ ☹
BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구	1-1 BEMS 성능분석 및 표준화 연구	건축물에너지 평가기준	▣	▽	☰
		건축물에너지 측정 표준화	▣	▽	☰
		건축물에너지	▣	▽	☰

		분석 표준화			
		건축물에너지 최적화표준화	☒	▽	☒
		국내 표준 건물 도출	☒	▽	☒
	1-2 BEMS 보급 활성화 연구	건물에너지 관리 제도·정책 연구	해당 없음	▽	해당 없음
		건물 에너지 관리 발전 방안 연구	해당 없음	▽	해당 없음

연차별 추진 항목

기술 경쟁력 과제 수행 기술 획득 방안

최하(□) 하(☒) 중(☒) 상(☒)

학계(◁) 학연(▽) 산(◀) 산학(▷) 산연(▶) 산학연(◇)

자체개발(☒) 국내O/S(☒) 국외O/S(☒)

7. 최종 성과물

BEMS 성능분석 및 표준화 연구

○ 표준화

- 표준화 목표 : 단체 표준
- 표준화 항목 : (4)개 표준 항목 적용

번호	표준화 항목	표준화 목표	Contents 목표
1	에너지 평가 기준	단체 표준	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 평가 Tool • 에너지 생산/수요 • 에너지 평가 Tool
2	에너지 측정 기준	단체 표준	<ul style="list-style-type: none"> • 센서 정보 처리 • 상호 운용성 • 군관리 정보 처리 • 데이터 유효성 검증
3	에너지 분석 기준	단체 표준	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 Model • 최대수요 Model • 분석 절차
4	에너지 최적화 기준	단체 표준	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 16484 기능 • Ongoing Commission 기능 • FDD 분석 • 수요관리 자원 분석

○ 국내 에너지 수요 표준 건물 제시(8개)

번호	표준화 항목	기준	에너지 수요 규모
1	사무용 : 민간	일반 사무용	5,000 TOE(1) 및 300 TOE(1)
2	사무용 : 공공 기관	광역 단체 건물	1,000 TOE(1)
3	판매용	대형 할인점	7,000 TOE(1) 및 1,000 TOE(1)
4	교육용	종합 대학	5,000 TOE(1)
5	의료용	종합 병원	5,000 TOE(1)
6	IDC 용	Data Center	3,000 TOE(1)

□ BEMS 보급 활성화 연구

- 건물 에너지 관리 관련 지원정책 및 법제도 제·개정(안)
- 건물 에너지 관리 전략/로드맵 수립 및 실행계획 제시

8. 활용방안 및 기대효과

- 정책적 효과
 - 건축 및 설비 설계단계에서 BEMS 도입을 전제로 하여 다양한 용도의 계측 장비의 통합 및 공용화, 체계적인 BEMS 알고리즘의 도입, 계측장비 설치를 고려한 공사계획 수립 등이 용이해짐
- 경제적 효과
 - 관련 이해관계자의 대립을 완화하고 BEMS 설계, 구축 및 운영상의 효율성을 제고
 - 도입 비용에 대한 국가 지원책(보조금, 인센티브, 융자, 세제혜택 등) 제시
- 기술적 효과
 - BEMS 운영 전문인력 교육과정 구축 및 인력양성, BEMS 보급 및 지원 실무 인력 육성 등을 통하여 BEMS 기술 확산 기반 제공

구분	최종 수요처	활용방안	기대효과
1-1	• 공공, 보급자, 연구소, 건물주	• 기술 가이드에 대한 교육 확대, 특히 건축물 에너지 진단/평가사 자격증과 연계한 교육 확대	• 기술 가이드라인 기반의 BEMS 인증 제도를 실시하여 도입 건축물의 가치를 상승시키고 침체된 건설시장의 새로운 매개체로 발전
1-2	• 공공, 연구소, BEMS 관련 기	• BEMS 보급 활성화 제도정책 실현	• BEMS 보급 활성화

	업	<ul style="list-style-type: none"> • 중장기 로드맵을 활용한 비즈니스 모델 참조 및 활용 	
9. 연구개발기간 및 소요예산			
<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구개발기간 : 총 4년(2015. 1 ~ 2018 . 12) ○ 총 정부출연금 : 4,278 백만원 			

나. 2세부과제 RFP (상세 RFP는 기획보고서 참조)

2 세부과제	BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발
1. 연구과제의 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT BEMS 개발사업 2세부 과제인 ‘BEMS 기초 기술 개발’ 과제는 BEMS에 최적화된 시뮬레이션 모델링 기술을 개발하고, 수립된 모델을 기반으로 BEMS 최적 운영 기술을 개발하는 과제임. 현재 건설 시장에서 운용중인 BEMS는 센서 데이터의 수집과 수집된 데이터를 바탕으로 운영자가 직관과 경험에 의존하여 제어를 수행하는 단계에 그치고 있음. 따라서 BEMS 데이터를 기반으로 시뮬레이션 모델을 자가 구성(self-organizing)하고 구성된 모델을 자가 보정(self-calibrating)하며 최종적으로 구성된 모델을 바탕으로 자가 최적화(self-optimizing)를 통해 BEMS 최적화 기술을 개발하는 과제임 ○ ‘BEMS 고도화 기술 개발’ 과제는 건물에서 에너지 소비 대상인 건축설비분야의 최적 제어, 에너지 및 설비의 효율적인 유지관리를 통한 에너지 절약으로 건물 에너지 효율 향상 및 경제성 확보를 위한 솔루션 개발
2. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> □ BEMS 기반 설비 시스템 최적제어 알고리즘 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ BEMS를 이용하여 수동적으로 건물에너지를 관리하는 소극적인 방법에서 벗어나 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등도 동시 고려하여 소비되는 에너지의 최소화가 아닌 최적화를 추구하는 능동형 스마트 BEMS 기술 개발이 주목받고 있음 ○ 국내외 BEMS 산업/시장에 있어 하드웨어 기술시장은 포화상태에 도달하였으나, 아직까지 실제 건물운전에 있어 실시간 피드백을 통한 최적 운전 setpoint를 도출하는 기술확보는 부족한 상황임 □ BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 분석과 패턴인식 기술을 사용하여 실시간 환경 및 재실자의 쾌적도 판단이 필요하여 이를 통하여 실내환경 쾌적도를 고려한 방법론이 필요함 ○ 이러한 방법론 정립 및 성능 진단 기술에 대한 검증이 필요함 ○ 국가 차원에서 에너지 절감 및 CO2 배출량 감축을 위해 지속적으로 건축물

에너지 관련 정책 제정 및 개편이 이루어지고 있으며, 신규건축물 에너지성능 기준을 강화하여 냉난방에너지 50% 절감 및 건축물의 Zero Energy Building의 목표 실현을 위해 건물 에너지 성능진단, 모니터링 및 커미셔닝 기술이 필요

□ 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발

- 소규모 건물에서 주로 사용하는 BAS, EMS, BEMS 등에는 이에 대한 제어 관리가 전문가 이외에 사용자가 직접 관리하기 어려움으로 인하여 실제로 이를 통한 에너지 절감을 이루기 어려움이 존재하여, 이러한 소규모 건물들에 대하여 하나의 기관에서 군관리 할 수 있는 기술을 함께 개발함으로써 향후 기존의 시스템과 함께 실질적인 에너지 절감과 사용성 증대를 이룰 수 있음

□ BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영

- 지구 온난화 화석연료의 고갈, 친환경에 대한 지속적인 관심과 경제적 요구에 의해 BEMS는 에너지 모니터링 수준에서 한 단계 더 나아가 모델 기반 최적 운영을 통해 에너지 최적화를 실현해야 함
- 현재의 BEMS는 센서 데이터의 수집과 수집된 데이터를 통한 수동적 제어(운영자의 직관 및 경험에 기반)에 그침
- 모델 기반 최적 운영을 실현하기 위해서는 BEMS데이터를 기반으로 모델을 자가 구성 및 자가 보정하는 기술이 필요함.

□ BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구

- 최근 빅데이터가 우리사회의 핵심 키워드로 등장함에 따라, 빅데이터는 IT 업계를 넘어 사회 전반에서 폭넓게 활용 되고 있음. 그러나 다른 응용분야와는 달리 BEMS 분야 있어서 빅데이터 활용은 미비한 수준이고, 전 세계적으로도 관련 기술도 초기 단계에 머물러 있음.
- Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼이 구축되면, 건물에서 운영 중인 BEMS에 의해 개별적으로 관리 되었던 데이터들은 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼의 저장 시스템에서 통합 관리 운영됨. BEMS 시스템은 고유한 데이터 모델을 사용하고 있기 때문에, 공동 플랫폼에서 통합 저장 시스템을 운영하기 위해서는 다양한 BEMS에 의해 수집된 데이터들 간의 이질성을 해결하기 위한 연구가 선행 되어야함.
- 건물에서 발생하는 에너지 소비에 대한 최근 사례연구에 의하면, 에너지 사용 패턴의 이상 현상을 실시간으로 감지 및 분석함으로써 10~30%의 에너지 절감 효과를 달성할 수 있다고 보고되고 있음. 건물에서 낭비되는 에너지를 실시간으로 감지하여 에너지 절감 효과 및 효율성을 향상시키기 위해서는 BEMS 빅데이터 분석에 기반한 이상 현상 감지 및 원인 분석에 관한 연구가 필요함.

건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발

- 에너지 감시 및 제어측면에서 BEMS와 관련한 소프트웨어 및 하드웨어 기술은 국내외를 막론하고 안정화 단계에 있지만, 활용기술에 있어서 선진국에서는 건물 에너지관리시스템의 성능평가 분석방법 및 이를 통한 건물에너지 절약에 대한 다양한 연구가 진행된 반면, 국내에서는 이와 관련된 연구가 거의 이루어지지 못하고 있는 실정임
- 농어촌 표준주택, LH 및 건설사 공동주택 가이드라인 등 설계를 위한 표준조건이 마련된 주거용 건물과 달리 비주거용 건물은 표준조건이 마련되지 않아 건축물을 설계함에 있어 설계자의 의도로 인해 변경되는 사항이 과도하게 발생. 이로 인해 건축물의 에너지성능, 경제성평가 등을 기준이 마련되지 않아 정량적인 비교가 불가능함
- 따라서 우리의 실정에 알맞은 구성이나 그 운영방안에 대한 연구를 통하여 건물의 용도와 목적에 맞도록 건물의 기획, 설계단계에서부터 최적의 에너지 운영모델을 제시함으로써 실제 얻을 수 있는 에너지 절감효과를 정량화 시키는 연구가 필요함

3. 기술동향

- 국내외 BEMS 산업/시장에 있어 하드웨어 기술시장은 포화상태에 도달하였으나, 아직까지 실제 건물운전에 있어 실시간 피드백을 통한 최적 운전 setpoint를 도출하는 기술 확보는 부족한 상황임
- BEMS를 이용하여 수동적으로 건물에너지를 관리하는 소극적인 방법에서 벗어나 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성 등도 동시 고려하여 소비되는 에너지의 최소화가 아닌 최적화를 추구하는 능동형 스마트 BEMS 기술 개발이 주목 받음
- 현재, 전 세계적으로 BEMS 데이터 기반 자가 구성 모델 구축 방법의 개발이 이루어지지 않았으며, 따라서 모델 기반 최적화 알고리즘이 상용화된 사례도 전무한 상태임
- 국내 비주거용 건물의 표준화와 관련된 연구 및 개발은 미미한 수준이며, 과거 에너지효율등급 평가를 위해 주거용 건물에 대한 표준주택의 기준을 도출함

4. 연구개발 내용

BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발

- BEMS 데이터 분석을 통한 실시간 건물 운전 오류감지(fault detection) 및 자

가진단(self-diagnostics) 기술

○ 재실자의 기호, 열적/시각적 쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 건물 설비 시스템 운전 setpoint 도출 기술

○ 실내환경 및 건물 에너지 통합 최적운전 알고리즘 개발

□ BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발

○ 실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발

○ BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립

○ 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안

○ 공기조화설비의 커미셔닝 절차 및 지침서

○ 커미셔닝의 실제 적용을 통한 에너지 저감 성능 검증

○ 빌딩 커미셔닝을 전담할 수 있는 전문 인력과 개발된 에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술을 관련 기업체에서 실제 건물에 활용

□ 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발

○ 소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술

○ 주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술

□ BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영

○ BEMS 데이터를 기반으로 시뮬레이션 모델을 자가 구성(Self-organizing)하는 기술 개발

○ 자가 구성된 모델을 자가 보정(Self-calibration)하는 기술 개발

○ 자가 구성되고 보정된 모델을 기반으로 자가 최적화(Self-optimizing)하는 기술 개발

○ 개발된 모델과 이를 기반으로 하는 최적화 기술 및 알고리즘을 H/W와 결합하는 기술 개발

□ BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구

○ 다양한 BEMS 빅데이터들 간의 이질성을 해결하여 Cloud 기반 BEMS 공동 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템을 구축 및 운영하는 방법에 관하여 연구함

○ 건물 에너지 절감 효과를 달성하기 위하여, BEMS 빅데이터 분석에 기반한 건물 에너지 사용 패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석에 관하여 연구함

□ 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발

- 국내에서 설계·시공된 건축물에 대한 사례조사를 통해 업무용 건축물에 적용 가능한 표준조건(각 실의 용도별 단위면적당 인원수, 조명밀도, 기기발열량, 운영스케줄 등)을 도출
- 국내 설비기기 DB 작성
- BEMS 도입 전 BEMS 구축에 따른 건물 에너지 절감량 예측
- 설계단계에서의 건물의 용도와 목적에 맞는 최적의 에너지 운영 모델 개발
- 에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시
- 열원장비의 Technical Data를 활용하여 부분부하시 효율 특성 표준식 활용
- 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발
- 수송·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발
- 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발
- 실증을 통한 최적 에너지 운영 Forward 표준 모델 개발 및 검증

5. 연구개발 추진전략

- 기존 에너지 성능 진단 방법 및 도구에 대한 문제점을 파악하고 실제 수행 가능한 기술로 개발하며 성능 검증을 통하여 향후 에너지 저감량 예측 방법론까지 확대하여 연구 수행
- 기존에 국내의 커미셔닝에 대한 기술 분석과 해외의 커미셔닝 지침서 등의 분석과 검토를 통하여 국내의 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서 개발
- 개발된 커미셔닝 기술의 실증사업을 통하여 국내에서도 빌딩 커미셔닝을 전담할 수 있는 전문 인력의 양성의 부분도 확대하여 실천
- BEMS 데이터 기반 모델 자가 구성 기술 개발을 위해 데이터 기반 인버스 모델링(Inverse modelling)기법을 활용하는 전략 이용
- BEMS 데이터 기반으로 자가 구성된 모델을 실제 건물의 BEMS 데이터를 통해 검증하고, 검증 모델 및 검증 데이터는 모델의 자가 보정(Self-calibrating) 기술 개발에 활용
- 자가 보정이 이루어진 모델의 최적화 기술 개발을 위해 비선형 최적화 기법 및 확률 기반 최적화 기법을 활용해 복잡도가 높은 실제 건물 시스템의 최적 운영에 적용
- 구축된 모델 및 최적화 알고리즘의 H/W와의 원활한 데이터 교환을 위해 타 참여기관과의 협력을 통해 물리적 데이터 교환의 안정성을 향상시킴

6. 연구개발 추진체계

1세부과제	주요개발기술	기술의 경쟁력	과제수행 주체	기술획득 방안
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 기술개발	BEMS 기반 최적 설비시스템 제어 알고리즘 개발	중	학연	자체개발
	실내환경 및 에너지 성능 통합 최적운전 알고리즘 개발	중	학연	자체개발
2-2 BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	중	학연	자체개발
	생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	중	학연	자체개발
	커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발	중	학연	자체개발
	커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발	하	산학연	국외O/S
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	중	산학연	자체개발
	주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	상	산학연	자체개발
2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 자가 구성 기술 개발	상	학계	자체개발
	모델의 자가 보정 기술 개발	상	학계	자체개발
	모델 기반 자가 최적화 기술 개발	상	학계	자체개발
	모델 및 최적화 알고리즘과 H/W 결합 기술	상	학계	자체개발
2-5 EEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 통합 데이터 저장 시스템 구축	중	산학연	자체개발
	BEMS 빅데이터 분석에 기반한 FDD 기법 개발	상	산학연	자체개발
2-6 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	국내 표준건물(비주거용) 도출	상	산연	자체개발
	건물에너지 적용 제어시스템 Parameter 개발	중	학계	국외O/S
	국내 설비기기 DB 작성	중	산연	-
	에너지해석 알고리즘 개발	중	학연	자체개발
	경제성 프로그램 개발	중	학연	자체개발

7. 최종 성과물

과제 구분	요소기술 (개별대상기술)	목표성과물 (주요 연구내용)
2-1 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 개발	1단계(1~2차년도)	·실시간 건물 운전 오류감지 및 자가진단 알고리즘 ·쾌적도, 공기질, 생산성을 고려한 최적 setpoint 도출 알고리즘
	2단계(3~4차년도)	BEMS 기반 실시간 실내 환경, 및 건물에너지 최적화 시스템 시제품
2-2 건물 에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술 개발	건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발	실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발
	생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구	BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립
	개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안	커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발
	공기조화설비의 커미셔닝 절차 및 지침서	커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준 매뉴얼) 개발
2-3 건물 용도별 빌딩시스템 최적 운전 실용 기술 개발	소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	·소규모 건물의 에너지 저감을 위하여 실제 적용 가능한 최적 운전 기술 및 연동 기술 ·소규모 건물에 BAS, EMS, BEMS와 같은 시스템 적용 및 상용 화를 위한 군관리 시스템 개발
	주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술	·주거용 개별 설비에 대한 최적 운전 기술과 홈 네트워크의 연동 을 통한 범용적 관리 시스템 개발 ·Home Automation과 HEMS의 통합 적용으로 인한 에너지 Pattern 분석 및 사용자 알림 및 제어
2-4 BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	BEMS 데이터를 기반으로, 시뮬레이션 모델의 자가구성 기술 개발	BEMS 데이터 기반, 모델 자가 구성 기술
	모델의 자가 보정 기술 개발	시뮬레이션 모델의 자가 보정 시스템
	모델 기반 자가 최적화 기술 개발	자가 구성 모델 기반의 자가 최적운영 기술 모듈
	자가 구성 모델 및 최적 운영 S/W와 H/W와의 결합 기술	자가 구성/자가 보정/자가 최적화 BEMS 기술과 시제품
2-5 BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	Cloud 기반 BEMS 플랫폼 에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구	- 클라우드 기반 BEMS 빅데이터 관리 시스템 개발 - BEMS 빅데이터 효율적 검색을 위한 인덱스 기법 개발
	BEMS 빅데이터 분석을 통 한 에너지 효율성 개선 방 법 연구	- BEMS 데이터 모델링 정의 - BEMS 데이터로부터 특징 선택방법 개발 - 에너지 사용패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석 소프트웨어 개발 - 클라우드 기반 BEMS 데이터 처리 프로세스
2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발	국내 표준건물 (비주거용) 도출	·건물 용도별 설계사례 보고서 ·표준건물(비주거) 모델별 설계도서
	ISO 13790 기준의 Simulation/ 전문가용	·건축물 에너지 진단 프로세스와 연계된 해석 알고리즘 개발 ·BIM과 연계된 에너지해석 프로그램 개발 ·에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장 비의 대안제시

		<ul style="list-style-type: none"> · 열원장비의 Technical Data를 활용 부분부하시 효율 특성 표준식 활용 · 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 · 프로그램 매뉴얼 및 Technical Book작성
	신재생 에너지 Parameter 적용	<ul style="list-style-type: none"> · 수요·공급 연계 신재생에너지 적용 Parameter 개발 · 수요·공급 연계 신재생에너지 성능평가 알고리즘 개발
	ISO 16484 기준 Parameter 적용	<ul style="list-style-type: none"> · 건물에너지 적용 제어시스템 Parameter 개발
	경제성 평가 Parameter 적용	<ul style="list-style-type: none"> · 건축물 에너지 진단 프로세스와 연계된 해석 알고리즘 개발 · BIM과 연계된 에너지해석 프로그램 개발 · 에너지 시뮬레이션을 통한 건축물의 최적 단열성능 및 열원장비의 대안제시 · 열원장비의 Technical Data를 활용 부분부하시 효율 특성 표준식 활용 · 건축물 에너지 분석과 경제성 분석의 연계 프로그램 개발 · 프로그램 매뉴얼 및 Technical Book작성
	국내 설비기기 DB 작성	<ul style="list-style-type: none"> · 열원기기 사양, 정격효율, 부분부하효율, 가격정보 등 DB 구축 보고서 · 신재생에너지기기 사양, 정격효율, 가격정보 등 DB 구축 보고서

8. 활용방안 및 기대효과

구분	최종 수요처	활용방안	기대효과
2-1 BEMS 기반 설비시스 템 최적제어 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 공공 및 민간분야 건축, 기계설비, 자동제어 관련기업 	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 BAS 및 자동제어 시스템의 개선 · 기술이전을 통한 새로운 건물 최적제어 관련 업체의 기술경쟁력 향상 및 고용 창출 · 단순 모니터링 중심의 현재의 BEMS 기술의 실질적인 건물 분야 적용 효과 달성방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> · BEMS 기반으로 건물 실내환경 및 에너지 효율을 동시에 고려한 설비시스템 최적운전 프로세스를 제시 함으로써 BEMS 시장의 활성화에 기여 · 건물분야에서 단순 에너지 소비의 정량적인 절감이 아닌 재실자개개인의 삶의 질이라고 하는 정성적인 핵심요소를 고려한 통합 최적제어 기술 시장 개척
2-2 BEMS 기반 건물에너지 성능 진단 및 커미셔닝 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> · 건물에너지 진단 및 관리 업체 · 자동제어 관련 업체 · 에너지 다소비 신축 및 기존 건물 	<ul style="list-style-type: none"> · 건물에너지 성능 진단 및 에너지 저감량 예측에 활용 · 개발된 커미셔닝 체크리스트 및 프로세스 활용 · 커미셔닝 실증 사업을 통한 건물에너지 절감 실현 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 국내 실정뿐만 아니라 실제 적용에 문제 없는 커미셔닝 지침서를 활용
2-3 건물 용도별 빌딩시스 템 최적 운전 실용 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 소규모 건물의 공공기관, 주거용 건축물 시공 기업 및 일반인 	<ul style="list-style-type: none"> · 개별 시스템 간의 연동 기술 체계 구축 · Home Automation, HEMS 및 사물인터넷 간의 연동 기술 등에 대한 사용자 사용 편의성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> · BAS, EMS, BEMS 등이 설치된 소규모 건물들의 군관리 시스템을 도입으로 유지 및 관리 체계를 보완하여 사용성 증대 · Home Automation, HEMS, 사물인터넷(IOT) 등의 각 기기별 최적 운전 실용 기술과 각 기술별 상호 호환성을 보완하여 일반인들에게 저비용 고효율적으로 보급 확대하여 시장성 증

			대
2-4 BEMS 데이터 기반 시물레이 션 모델 개발과 이를 활용한 최적 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 오피스, 학교, 관공서, 병원 등 다양한 건물 모두 해당 • 에너지 다소비 건물 • BEMS가 설치된 또는 BEMS 도입예정인 기존 또는 신축 건축물 	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 기반의 자가 구성 모델을 통해, 건물의 에너지 수요를 예측 • 건물의 에너지 거동을 설명하는 모델을 바탕으로, 최적 운영 전략을 실시간으로 판단할 수 있음 • BEMS의 활용수준을 ‘단순계측’에서 ‘실시간 최적운영’의 수준으로 업그레이드 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 에너지 효율의 획기적 향상이 가능 (보일러, 냉동기, 공기조기 등의 실시간 최적 운영 실시) • BEMS 장치 산업(센서, H/W, S/W)과 건설업의 결합으로 시너지 창출 가능 • 건설 산업의 새로운 성장동력이 될 수 있음 • 스마트 건물의 구현이 가능해짐
2-5 EEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 진단 및 관리 업체 및 공급자 	<ul style="list-style-type: none"> • BEMS 이외에 HEMS, FEMS에 적용 가능하며 스마트그리드에 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트그리드의 실현을 앞당길 수 있는 기술임
2-6 건물에너지 관리시스템 최적 운영 Forward 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 성능평가 및 에너지진단 전문업체 • 에너지관리공단, 시·군청 등 건물에너지 관련 공공기관 • 건물에너지성능평가, 에너지진단 관련 교육 및 연구기관 • 건축관련설계사무소 • 친환경, 에너지분야 컨설팅 • 열원장비제조회사 • 그린리모델링사업자 • 리모델링사업자 • BEMS사업자 	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 13790 Hourly 시물레이션을 통해 신축건물의 건물에너지성능, 기축건물의 에너지진단에 활용 • 신축건물 및 기축건물에 대한 에너지소비량, 에너지절감량 상세분석 가능 • 평가내용을 토대로 에너지 및 온실가스 절감의 구체적인 방안제시 가능 (설비기기 교체 우선순위 도출, 운영시간 및 스케줄 변경여부 판단기준 등) • 운영특성 및 사용자분석을 통해 BEMS 보급확대를 위한 기초자료로 활용 • 열원장비 제조회사의 장비 효율측정방법 및 효율데이터 표준화마련 • 그린리모델링, 리모델링, ESCO사업자의 건축물에너지평가 프로그램으로 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 국가에서 주도하고 있는 건물에너지절감사업 등을 위해 국내 실정에 적합한 정밀한 분석이 가능 • 건물 성능향상 및 개선을 위한 구체적인 방안 제시가 가능하고 결과를 즉시 확인 가능하여 활용성이 높음 • TRNSYS, Energy-Plus 등 외국산 시물레이션 프로그램의 대체 가능 • 프로그램의 보급과 확산을 통해 국내 건물에너지성능평가 기술수준과 설비기기의 성능평가의 정확성 향상, 이를 통한 국가경쟁력 제고 가능 • 설계, 컨설팅, 에너지관련기업, 제조회사등 프로그램 사용자의 확대로 사업성 확대가능 • BEMS연계를 통해 실시간 건축물의 운영에 따른 에너지 사용량 및 절감량 예측이 가능하기 때문에 BEMS의 실질적 기대효과를 얻을 수 있음

9. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 총 4년 (2015 ~ 2018)

○ 총 정부출연금 : 8,095 백만원

다. 3세부과제 RFP (상세 RFP는 기획보고서 참조)

3세부과제	사용자 기반의 건물에너지관리시스템(BEMS) 실증연구
1. 연구과제의 목표	<p>○ 연구 초기부터 실제 현장에서의 실증을 병행함으로써, 실제적으로 BEMS의 구축 및 BEMS를 운영하여 건물의 에너지 사용량을 실제로 절감하는데 필요한 가이드라인을 연구 결과로써 도출</p> <ul style="list-style-type: none"> - (3-1 세부) 효율관리 : 열에너지 절감기술 실증 - (3-2 세부) 수요관리 : 전기에너지/수요 절감기술 실증 - (3-3 세부) Platform : 효율관리/수요관리가 단일 Solution에서 운영
2. 연구개발 필요성	<p>□ 건축물 에너지 효율관리 실증 연구</p> <p>○ (에너지절감에 대한 정량적 효과 검증) 현장에서 에너지절감 실적 계량화에 어려움이 있으며 투자효과에 대한 계량화 및 가시적 데이터가 부재함으로 BEMS 구축효과에 대한 불확실성이 존재하므로 건축물 에너지 절감 실증을 통하여 효과를 검증하며 가이드라인 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 에너지절감 투자효과(1년간 베이스라인 측정 및 에너지절감 측정 1년)는 상당한 시간이 지나서야 나타나며, 단시간에 ROI 계산이 거의 불가능한 속성 때문에 사업측면에서 제시하는 ROI에 대한 신뢰도가 낮아 시장 확산에 어려움이 있으므로 건물의 용도별 최적 운영을 통한 정량적 효과 제시가 필요함 <p>□ 건축물 에너지 수요 관리 실증 연구</p> <p>○ 기존의 수요관리시스템이 투자비용 회피를 위한 수요자원의 발굴 및 장기 수급계획을 목적으로 운영되어 왔기 때문에, 주로 수요관리 기기 및 프로그램의 보급에 치중하였으며, 사후 성과계량(M&V) 기능이 미비하고, 전력시장 및 전력계통과의 BEMS 연계운영이 이루어지지 않고 있는 문제를 해결하기 위해서는 전력시장 및 전력계통의 장단기 운영 특성을 반영하여, 전력계통의 신뢰도와 전력시장의 경제성을 극대화하고, 다양한 시장참여자의 요구를 만족시키는 다각화된 BEMS 관련 수요자원의 가치를 최대화하기 위해, 기술적으로는 ICT 기술을 기반으로 하고, 제도적으로는 소비자의 편익과 선택권을 고려하는 자동수요반응을 최적연동할 필요성이 있음</p>

ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구

- 에너지 효율 향상, 수요관리, 고도화 분석, 최적화 운영 등의 고도화된 서비스 플랫폼 개발을 통하여 글로벌 Big 5(존슨, 지멘스, 하니웰, 슈나이더, UTC) 업체와의 기술격차를 해소하며 Cloud 기술 도입을 통하여 비즈니스 모델로써의 경제성 확보 및 ICT 기술 응용을 통한 창조경제 기여

3. 기술동향

건축물에너지 효율관리 실증 연구

- 최근 운영 단계에서의 문제점 해결 및 에너지 최적화를 위한 Ongoing Commissioning에 대한 관심이 고조되고 있으며, 비용 효율적이고 고품질의 Ongoing Commissioning을 위해 BEMS를 지원하는 커미셔닝 도구가 개발 중에 있음

건축물에너지 수요관리 실증 연구

- 2000년대부터, 선진화된 수요관리형 요금제도(Real-Time Pricing, Critical-Peak Pricing)와 소비자의 선택권을 반영한 시장친화적인 인센티브제도, 그리고 IT에 기초한 AMI 등을 통해, 전력시장의 경제성과 전력계통의 신뢰도를 효과적으로 확보하고 있음
- 선진국의 경우 수요관리 운용에 있어서는 표준적인 시스템을 활용함으로써 전력분야의 IT를 적극적으로 이용할 수 있음

ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구

- 일본, 유럽, 미국 등 건설 선진국에서는 2000년 초 부터 BAS를 기반으로 건물의 에너지 효율 개선을 위한 건물 에너지관리시스템(BEMS) 기술 개발을 추진하여, 첨단복합건물을 중심으로 활발히 도입되고 있음
- 글로벌 BAS 업체 주도로 개방형 구조와 클라우드 기반의 솔루션이 주류로 정착될 것이며, 시장에는 2015년에서 2020년 사이에 중대한 영향을 줄 것으로 전망

4. 연구개발 내용

건축물에너지 효율관리 실증 연구

- BEMS 실증 현장의 구축 및 장기간 운영을 통하여 실제 건물 건축 및 운영 단계에서 활용할 수 있는 BEMS 가이드라인 연구
- 건물의 설비에 대한 EMS 기술의 선별 적용 및 BEMS를 활용한 고도화된 에너지 관리를 장기간 수행하여 개별 기술에 따른 절감 효과 연구

□ 건축물에너지 수요관리 실증 연구

- 스마트그리드의 수요반응 요소기술과 BEMS 기술의 상호 연동을 위한 최적연동 기술을 개발하여 각각의 구성요소와 외부환경 등을 고려한 실증을 수행하며, 수요자원에 대한 모니터링, 평가, 정산 등의 일련의 작업을 BEMS와 연동하여 자동으로 처리하는 기술 개발

□ ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구

- 주거용을 포함한 신축/기축/개보수 건물에 적용가능한 Platform을 구축하고 BEMS 기술을 이용한 에너지절감 기술 및 국제 표준의 건축물 분석기법을 도입하여 전 세계 모든 건축물에 적용가능한 Platform 개발

5. 연구개발 추진전략

- ISO 16484 기준의 EMS(Energy Management System) 기능 연구
 - 본 연구에서는 최근의 고도화된 에너지 관리 시스템의 기준이 되는 ISO 16484의 EMS 기능을 연구함으로써 BEMS의 적용 가능성을 검토하도록 함
- ASHRAE Standard 202 및 Guideline 0 기준의 Commissioning 기술 연구
 - 본 연구에서는 실제의 Best Practices를 통해 개발된 ASHRAE Standard 202 및 Guideline 0 기준의 Commissioning 기술을 연구하여, 국내 실정을 반영한 지속적인 커미셔닝 방안에 대한 연구를 진행하려고 함. 또한 이러한 지속적인 커미셔닝 방안에 대한 연구를 기반으로 정풍량(CAV) 및 변풍량(VAV) 공조 계통에 적용 가능한 EMS 기술을 실제로 검증하여, 국내 환경에서의 Best Practice를 구현하는 것을 계획하고 있음
- 건축법의 다중 이용시설의 필요 환기량 및 ASHRAE Standard 62.1의 최소 환기량 기준 연구
 - 본 연구에서는 공조 에너지 절약 관점에서 희생되기 쉬운 실내 공기질 확보를 위한 기준 필요 환기량을 국내 건축법 및 국외 ASHRAE 기준으로 확인하고, 향후 이를 에너지 절감과 함께 실내 공기질을 확보 할 수 있는 공조 자동 제어 방안에 기준으로 활용할 수 있도록 고찰하고자함

6. 연구개발 추진체계

기술 분야	기술개발 방향	주요개발 기술	기술의 경쟁력	과제수행 주체	기술획득 방안
			□ ▨ ▩ ▪	◁ ◀ ▶ ▷ ◇	☰ ☷ ☹
사용자 기반 건축물 에너지 관리 시스템 실증 연구	3-1 건축물 에너지 효율관리 실증 연구	자동제어 기반의 에너지 효율관리 실증	▨	▽	☰
		건물에너지 분석기반의 효율관리 실증	▨	▽	☰
	3-2 건축물 에너지 수요관리 실증 연구	경제성 수요관리 실증	▨	◇	☰
		신뢰성 수요관리 실증	▩	◇	☰
	3-3 ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구	에너지 측정 서비스	▨	▽	☰
		에너지 분석 서비스	▨	▽	☰
		에너지 최적화 서비스	▨	◇	☷
		Cloud 서비스 구축 및 운영	▨	▽	☰
연차별 추진 항목	기술 경쟁력	최하(□)	하(▨)	중(▩)	상(▪)
과제 수행 주체	학계(<) 학연(▽)	산(◀) 산학(▷)	산연(▶)	산학연(◇)	
기술 획득 방안	자체개발(☰)	국내O/S(☷)	국외O/S(☹)		
7. 최종 성과물					
<input type="checkbox"/> 건축물에너지 효율관리 실증 연구 <ul style="list-style-type: none"> ○ 정량적 목표성과물 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지 절감 활동의 Best Practice <ul style="list-style-type: none"> • 건축물 용도별 잠재절감량 및 실제 수해가능 절감량 산출 • 이론적 접근방식 과 실천 가능한 접근방식의 비교 분석 • 신축건물인 경우 에너지평가 및 EMS 운영에 따른 절감량 예측 가능 - 고도화된 분석기법 실증 <ul style="list-style-type: none"> • 에너지 Model의 오차를 최소화하기 다양한 Model 제시 및 실증 • 건축물 에너지에 영향을 미치는 요소에 체계적 접근방법 제시 및 실증 					

- 분석기법을 적용한 실제적인 에너지 절감 실증
 - (관리적 기법) 목표관리 이벤트, FDD 기법에 대한 제시 및 실증
 - (직접적 기법) EMS 기술, 실시간 커미셔닝 기법에 대한 제시 및 실증

○ 정성적 목표성과물

- (건물주) 건물용도별 기술도입에 따른 잠재 절감량 예측 및 경제성 분석
- (보급자) 에너지 측정, 분석, 최적화의 단계별 적용 Model 표준화 제공
- (연구소) 고도화 분석기법, 단위 기술별 효율향상에 대한 Guideline 제공
- (국가) 건축물의 신축/기축, 지역/용도/규모별 에너지 수요 예측 Tool 제공

□ 건축물에너지 수요관리 실증 연구

(사업장) 목표성과물

○ 수요관리 기술적용의 경제성 분석

- 적용 기술별 건물용도, 규모, 관리자원 별 경제성 평가
 - (최대수요) 최소투자비, 자발적 참여, 전력기본요금 절감효과
 - (경제성 DR) 적정투자비, 자발적 참여, 인센티브 전력요금 Payback
 - (신뢰성 DR) 확대투자비, 의무적 참여, 인센티브 전력요금 Payback
- 관리자원의 다양성 분석
 - 수요관리 자원의 발굴
 - 공급관리자원의 다양한 시나리오 연구

※ 발전기 + ESS(주파수보정), 태양광 + ESS(변동폭 축소), ESS(충/방전) 단독운영

○ 건물에서의 잠재 수요관리 자원 분석

(공급자) 목표성과물

- 단일시스템 구축으로 건축물에너지 효율관리 및 수요관리 사업수행
- Cloud BEMS운영자가 수요관리사업자 업무 영역 확대로 수익 창출

(국가) 목표성과물

- 경제성/신뢰성 DR 기술의 보급으로 현재 발전 및 송전 문제에 대한 대안
 - 수요관리는 국가 발전소 건설 및 운영과 직결되는 과제
 - 발전소 건설 및 폐기 비용 등 회피비용을 절감
 - 건물에서의 전력부하 관리로 전력요금 인하 효과로 제조업 경쟁력 향상

- 전력수요의 Peak Shift 효과로 인해 안정적인 전력산업의 고도화
- 향후 지능형 전력망 사업(Smart Grid) 의 Infra 구축
- ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구
- BEMS 표준 Platform 완성
 - 세계 최초 건축물 에너지 통합 환경에서의 관리 Program 완성
 - 전 세계 적용 가능한 국제표준의 Platform 완성
 - Global Vendor와 동등한 성능의 Platform 완성

8. 활용방안 및 기대효과

구분	최종 수요처	활용방안	기대효과
3-1	<ul style="list-style-type: none"> • 건물주 • 보급자 • 연구소 • 국가 	<ul style="list-style-type: none"> • (건물주) 건물용도별 기술 도입에 따른 잠재 절감량 예측 및 경제성 분석 • (보급자) 에너지 측정, 분석, 최적화의 단계별 적용 Model 표준화 제공 • (연구소) 고도화 분석기법, 단위 기술별 효율향상에 대한 Guideline 제공 • (국가) 건축물의 신축/기축, 지역/용도/규모별 에너지 수요 예측 Tool 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud기반의 BEMS 기술 도입으로 도입 초기투자비 절감 효과
3-2	<ul style="list-style-type: none"> • 사업장 • 공급자 • 국가 	<ul style="list-style-type: none"> • (사업장) 수요관리 기술적용의 경제성 분석에 활용 및 수요관리 자원 발굴 활용 • (공급자) Cloud BEMS 운영자가 수요관리사업자 업무영역 확대로 수익 창출 • (국가) 경제성/신뢰성 DR기술의 보급으로 현재 발전 및 송전 문제에 대한 대안 • (국가) 향후 지능형 전력망 사업의 인프라 구축 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud기반의 BEMS 기술 도입으로 도입 초기투자비 절감 효과
3-3	<ul style="list-style-type: none"> • 공급자 	<ul style="list-style-type: none"> • 신축/기축/개보수 건축물 적용이 가능하며 특히 주거용 및 소규모 건물은 추가투자 없이 적용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 개별적으로 운영되는 효율관리와 수요관리를 단일 플랫폼에서 수행하여 BEMS 도입 초기투자비 절감 효과

9. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구개발기간 : 총 4년 (2015 ~ 2018)
- 총 정부출연금 : 10,793 백만원

참고문헌

○ 도서

- R&D 정보센터 편, 2013, 『고효율에너지 녹색건축물 신기술 산업동향분석』, 지식산업정보원

○ 보고서 및 논문

- 건축도시공간연구소, 2011, 『녹색건축물 활성화를 위한 제도 기반 구축 방안 연구』
- 과학기술정책연구원, 2011, 『국가 기반기술 확보 전략 및 추진 방안』
- 국토교통과학기술진흥원, 2013, 『국토교통 기술수준조사 보고서』
- 국토교통과학기술진흥원, 2013, 『국토교통 R&D동향조사(도시건축)』
- 국토교통과학기술진흥원, 2013, 『국토교통 기술수준분석 총괄 보고서』
- KEPCO 경제경영연구원, CEO Report “한국과 OECD 주요국가간 전기요금 수준 비교분석”, 제 13-25호, 2013. 7.17
- 문병훈, 김경돈, 김경섭, 2013, 『2013년 EMS 도입현황 실태조사 보고서』, 정보통신산업진흥원, 조사분석 14-01
- 문현준, 2013, 『건물에너지관리시스템 관련 최신 연구동향』, 설비저널 42권, 2013년 9월호
- 윤효진, 2011, 『국내외 건축물의 유지관리 운영실태의 비교분석에 의한 건축물 유지관리 제도화 방안 연구』, 대한토목학회
- 이성인, 2013, 『에너지관리시스템(EMS) 산업 육성 방안』, 한국에너지경제연구원, 기본연구보고서 13-18
- 이태원, 2012, 건물에너지관리시스템의 기능·역할과 발전방향, 『Energy Focus』, 한국에너지경제연구원, 2012년 가을호, pp 47-68
- 정연쾌, 2014. ICT기반 건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술개발 연구, 한국전자통신연구원, 발표자료 2014.8
- 지상호, 장이정, 2013, 한국과 OECD 주요국가간 전기요금 수준 비교분석, 『CEO Report』, KEPCO 경제경영연구원, 13(25)
- 한국에너지기술평가원, 2013, 『2013-2014 에너지기술 국내시장 전망』
- 한국에너지기술평가원, 2013, 『에너지기술 R&D Warehouse(건물)』
- 한국정보화진흥원, 2013, 『2013년도 EMS 도입현황 실태조사』
- Macgrow Hill Construction, *Smart Marlet Report*, 2013
- Memoori, 2013, *The Market for Building Energy Management Systems and Enterprise Energy Management 2013 TO 2017.*
- Pike Research, 2012, *Building Energy Management Systems.*
- ACEEE, 2013, *An Introduction to U.S. Policies to Improve Building Efficiency.*
- BPA, 2014, *National Energy Efficiency Technology Roadmap Portfolio.*
- ICT4EB Forum, 2013, *ICT Roadmap for Energy Efficient Buildings Research and Actions.*

○ 참고 사이트

- 법제처 국가법령정보센터, www.law.go.kr
- 국토교통 창조경제 R&D포털 DAMOA, www.landmark.re.kr

[별첨]

기획연구 결과 요약표

□ 과제 조정(안) 및 세부내역

구분	기획연구결과				
과제명	ICT기반 맞춤형 건물에너지관리시스템(BEMS) 도입기반 구축 및 실증 기획 연구				
연구목표	에너지절감 기술개발, 표준 가이드라인 도출, BEMS 보급 활성화 방안 제시				
수행체계	사업단(3세부과제 주관)				
연구기간	2015년 ~ 2018년. 총 4년				
연구개발비	정부출연금 138억, 민간출연금 46억. 총 184억				
	주요 연구내용	주요 예상성과물	성과 목표성능	TRL	소요예산 (백만원)
1세부	1세부) BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구			7	
	1-1. BEMS 성능분석 및 표준화 연구 • 건축물에너지 관리 기술의 절차 및 체계에 대한 가이드라인 기준의 표준화	• 건축물에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 단체표준 초안 • 국내 표준건물 도입	- 기술표준 4건		760.6
	1-2. BEMS 보급 활성화 연구 • 건물 에너지 관리와 관련된 법령·정책·제도연구를 통하여 BEMS 보급 활성화 방안 도출	• 건물 에너지 관리 제도·정책 연구 • 건물 에너지 관리 발전 방안 연구	- 제도 및 정책 제·개정안		760.6
2세부	2세부) BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발			7	
	2.1. BEMS 기반 설비시스템 최적제어 알고리즘 • BEMS 기반 설비시스템 최적 제어 알고리즘 개발 • 실내 환경 및 에너지 성능 통합 최적 운전 알고리즘 개발	• 실시간 에너지 소비 및 실내환경 통합 최적화 프로세스 • 실시간 최적화 프로세스 기반 설비시스	- 에너지절감 10% • 투자환수기간 10%		760.6

		<ul style="list-style-type: none"> 템 최적 운전조건 설정 알고리즘 BEMS 기반 설비시스템 최적제어 시스템 시제품 		
	2-2. BEMS 기반 건물에너지 성능진단 및 커미셔닝 기술 <ul style="list-style-type: none"> 건축물 설비별 에너지 진단 방법론 및 에너지 저감량 예측방법 개발 생애주기 차원의 시스템/운전 성능 인증 방법 연구 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 공기조화설비의 커미셔닝 절차 및 지침서 	<ul style="list-style-type: none"> 실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발 BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립 커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발 커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준매뉴얼) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 커미셔닝 절차 및 지침서 미국/Siemens의 60% 수준 	760.6
	2-3. 건물 용도별 빌딩시스템 최적운전 실용기술 <ul style="list-style-type: none"> 소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술 주거용 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 실내 환경 및 재실자의 쾌적도 판단 및 적용 BEMS 기술에 따른 에너지 저감량 예측방법 개발 BEMS 기술의 목표달성도를 설계/준공/유지관리 단계 전체의 성능 분석프로세스 및 도구 개발 및 인증 방법론 정립 커미셔닝의 적용을 위한 개별 설비시스템의 제어 알고리즘 및 운영방안 개발 커미셔닝 체크리스트 개발과 국내 실정에 맞는 커미셔닝 절차 및 지침서(표준매뉴얼) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 소규모 건물 빌딩시스템의 최적 운전 실용 기술 미국/Honeywell의 40% 수준 	760.6
	2-4. BEMS 데이터 기반 시뮬레이션 모델 및 이를 활용한 최적 운영 <ul style="list-style-type: none"> BEMS 데이터를 기반으로, 시뮬레이션 모델의 자가 구성(self-organizing) 기술 개발 모델의 자가 보정(self-calibrating) 기술 모델 기반 자가 최적화(self-optimizing) 기술 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 데이터를 이용하여, 데이터 기반 모델을 구현하는 시스템 개발 데이터 기반 모델이 자가 보정되는 시스템 실현 데이터 기반 모델을 바탕으로, 최적 에너지 운영이 실현되는 시스템 개발 자가 구성/자가 보정/자가 최적화 BEMS 기술과 이에 따른 시제품 	<ul style="list-style-type: none"> -10% (미국/Honeywell 15%) 	760.6
	2-5. BEMS 빅데이터 통합 및 분석을 통한 Cloud 기반 스마트 BEMS 적용 기술 <ul style="list-style-type: none"> Cloud 기반 BEMS 플랫폼에서 빅데이터 통합 운영 방안 연구 BEMS 빅데이터 분석을 통한 에너지 효율성 향상을 위한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 클라우드 기반 BEMS 빅데이터 관리시스템 개발 BEMS 빅데이터 효율적 검색을 위한 인덱스 기법 개발 BEMS 데이터 모델링 정의 BEMS 데이터로부터 특징 선택방법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 글로벌 Big 5 업체의 90% 수준 	1,140.9

		<ul style="list-style-type: none"> 에너지 사용패턴 이상 현상 감지 및 원인 분석 소프트웨어 개발 클라우드 기반 BEMS 데이터 처리 프로세스 			
	2-6. 건물에너지관리시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 운영 <ul style="list-style-type: none"> ISO 13790 기준 전문가용 Simulation 개발 신재생 에너지 Parameter 적용 ISO 16484 기준 Parameter 적용 경제성 평가 Parameter 적용 국내 설비 기기 DB 작성시스템 최적 운영 Forward 표준 모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 한국형 설비기기 DB <ul style="list-style-type: none"> - 열원설비(냉열원·온열원·검용) - 신재생에너지설비 - 반송설비(펌프, 팬 등) - 기타설비(환기유닛 등) 	- 국내 표준건물 · 선진국 대비 80% 수준		1,140.9
	3세부) 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 연구				
3세 부	3-1. 건축물 에너지 절감 실증 <ul style="list-style-type: none"> 효율관리 실증현장 개발 건물자동제어기반의 에너지 효율관리 실증 건물에너지 분석기반의 에너지 효율관리 실증 수요관리 실증현장 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 절감 활동의 Best Practices <ul style="list-style-type: none"> - 건축물 용도별 잠재절감량 및 실제 수행가능 절감량 산출 - 이론적 접근방식과 실천가능한 접근방식의 비교분석 결과 - 신축건물인 경우 에너지 평가 및 EMS 운영에 따른 절감량 예측 가능 	- 에너지절감 10%	7	7,023.4
	3-2. 건축물 최대수요 절감 실증 <ul style="list-style-type: none"> 경제성 수요관리 실증 신뢰성 수요관리 실증 에너지 측정 서비스 	<ul style="list-style-type: none"> 수요관리 적용 표준 절차서 	- 에너지절감 10%		2,531
	3-3. ICT 기반 BEMS 플랫폼 연구 <ul style="list-style-type: none"> 에너지 분석 서비스 에너지 최적화 서비스 Cloud 서비스 구축 및 운영 	<ul style="list-style-type: none"> BEMS 표준 플랫폼 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지 효율관리와 수요관리 기능을 적용한 통합 플랫폼 	- 시간 단위 모델 정밀도 5% (미국 DOE, 15% 이하)		2,000
최종 성과 물	① BEMS 활성화를 위한 기반구축 연구 <ul style="list-style-type: none"> ○ BEMS 보급활성화 방안 • BEMS 도입을 위한 에너지 평가/측정/분석/최적화 기준 가이드라인 및 정책 제안 • 목표성능: TRL 7 (기법) ② BEMS 기술패키지 모델 개발 및 고도화를 위한 핵심 요소기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지절감 기술패키지 <ul style="list-style-type: none"> • 건축물 에너지를 분석하고, 절감하는 기술이 유기적으로 연계하는, 또한, 실증과 이론적 GAP을 도출하는 기술) • (분석기술) 데이터기반의 기축건축물, 해석기반의 신축건축물의 에너지를 분석하고 예측하는 기술 				

	<ul style="list-style-type: none"> • (절감기술) BAS도입 건물, 비 BAS 건물, 고도화된 BEMS도입 건물에서의 분석 기술과 연계한 에너지 절감기술 • 목표성능: TRL 7 (SW) <p>③ 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지절감의 Best Practices 도출 • 건물의 용도/규모/위치별 최적 절감 기술 도출 • 에너지 절감 10% (효율관리, 수요관리 각 10%) 			
실증 계획	<p>○ (적정대상지)</p> <p>-(효율관리)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 용도별 대상 선정: (공공 사무용, 민간 사무용, 상업용) • 규모별 대상 선정: 3,000TOE급, 1,000TOE 급 • 위치별 대상 선정: 중부, 남부, 제주지역 (열관류율 분류기준) <p>-(수요관리)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 용도별 대상 선정: (공공 사무용, 민간 사무용, 판매용, 상업용, 연회용, IDC센터) <p>○ (실증 규모)</p> <p>-(효율관리) 용도/규모/위치별 24개 건물 실증</p> <p>-(수요관리) 용도별 24개 건물 실증</p> <p>○ (실증 소요예산)</p> <p>-(효율관리) 56.9억</p> <p>-(수요관리) 12억</p> <p>-(플랫폼) 20억</p> <p>○ (적용 기술 및 성능)</p> <p>-(효율관리) 에너지 분석/절감 기술이 통합된 실증 ; 엔탈피 운전, 열원 대수제어 등 열에너지 절감기술 적용을 통한 BEMS 성능 정량화</p> <p>-(수요관리) 에너지 수요반응 기술이 효율관리와 통합된 실증 ; 전기에너지·수요 절감(피크수요 저감 및 분산)기술 적용을 통한 BEMS 성능 정량화</p> <p>-(플랫폼) 건축물 에너지 기술의 양측인 효율관리 와 수요관리가 융합된 단일 운영 Tool의 실증</p> <p>○ (실증 목표) 에너지 절감 10% 달성 (효율관리, 수요관리 각 10%)</p>			

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 “ICT 기반 맞춤형 건물에너지관리시스템 (BEMS) 도입기반 구축 및 실증 기획”의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통 연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.