

BEMS KS 기반의 설계·시공 · 운영·관리기술 개발 및 실증 최종보고서 (총괄)

2020. 10. 31.

주관연구기관 / 한국건설기술연구원

협동연구기관 / (주)나라컨트롤

공동연구기관 / (주)우원엠앤이

한국에너지공단

(사)한국BEMS협회

(주)에코시안

가천대학교 산학협력단

성균관대학교 산학협력단

(주)나오디지탈

한국건설기술연구원

단국대학교 산학협력단

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘BEMS KS 기반의 설계·시공·운영·관리기술 개발 및 실증’ (연구개발 기간 : 2015.08.14
~ 2020.10.31) 과제(총괄)의 최종보고서를 제출합니다.

2020. 10. 31

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원

(대표자) 한 승 현 (인)

협동연구기관명 : (주)나라컨트롤

(대표자) 김 정 식 (인)

공동연구기관명 : (주)우원엠앤이

(대표자) 박 봉 태 (인)

한국에너지공단

(대표자) 김 창 설 (인)

(사)한국BEMS협회

(대표자) 이 재 송 (인)

(주)에코시안

(대표자) 문 성 철 (인)

가천대학교 산학협력단

(대표자) 황보택근 (인)

성균관대학교 산학협력단

(대표자) 추 현 승 (인)

(주)나오디지털

(대표자) 안 병 우 (인)

한국건설기술연구원

(대표자) 한 승 현 (인)

단국대학교 산학협력단

(대표자) 김 호 동 (인)

주관연구기관책임자 : 이태원

협동연구기관책임자 : 주영덕

공동연구기관책임자 : 황동곤, 윤영상, 박병훈, 이태동

최원창, 송두삼, 정호석, 김용기

문현준

국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유번호	20AUDP-B099686	해당 단계 연구 기간	2/2	단계구분	4/4
연구사업명	중사업명	국토교통기술연구개발사업			
	세부사업명	도시건축연구사업			
연구과제명	대과제명	BEMS KS 기반의 설계·시공·운영·관리 기술 개발 및 실증			
	세부과제명	BEMS 활성화를 위한 기반 구축 연구 BEMS 적용을 위한 핵심기술 개발			
연구책임자	이 태 원	해당단계 참여연구원 수	총: 136명 내부: 122명 외부: 14명	해당단계 연구비	정부: 6,082,000천원 민간: 2,034,200천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 8,116,200천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 237명 내부: 216명 외부: 21명	총 연구비	정부:13,220,000천원 민간: 4,424,000천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계:17,644,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국건설기술연구원, 화재안전연구소		참여기업명 : (주)한국감정원, (주)성원이앤아이, (주)다르림아 이앤에스, (주)우원엠앤이, (주)나라컨트롤, (주)에코시안, (주) 나오디지탈, (주)친환경계획그룹청연, (주)디씨에스, (주)나눔 정보기술, (주)바인테크		
국제공동연구	상대국명: 해당사항 없음			상대국 연구기관명: 해당사항 없음	
위탁연구	연구기관명 : (주)한국감정원, 상명대, (주)한양티이씨, 경상대, (주)에코시안, NC A&T State Univ., King Saud Univ., (주)센솔루션, 한국산업기술컨설팅(주)			연구책임자 : 이병호, 송재형, 이난숙, 송영학, 김창규, Nabil Nassif, 고원석, 손원득, 신용원	
※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유	해당사항 없음				

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설· 장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	en14010031	10-2130120				C-2020-051671					
	ISSN 1976-6483	10-2043245				C-2020-051670					
	14(6)	10-1995311				C-2020-051669					
	ISSN 1598-6411	10-1927984				C-2020-051668					
	40(5), 47-58	10-2151981				C-2020-051667					
	en13215719	10-2144674				C-2020-051666					
	ISSN 1229-6422	10-2130013				C-2020-051665	-	-	-	-	-
	32(4), 191-203	10-2085956				C-2020-051664					
	ISSN 1598-6411	10-2086008				C-2020-051663					
	40(1), 15-25	10-2064877				C-2020-051662					
	ISSN 1976-6483	10-2122080				C-2020-051661					
	11(4), 481-491	10-2130520				C-2020-051660					
	ISSN 1229-6422	10-2076978				C-2020-051659					

48(6), 522-528	10-2035820				C-2020-051658					
ISSN 1976-6483	10-2035818				C-2020-051657					
12(6), 669-679	10-1964922				C-2020-051656					
ISSN 1598-6411	10-1957916				C-2020-051655					
38(6), 15-26	10-2049005				C-2020-051654					
en11041008	10-1986686				C-2020-051653					
ISSN 1976-6483	10-1962334				C-2020-051652					
11(6), 499-516	10-2021018				C-2020-051207					
ISSN 1976-6483	10-1944022				C-2020-038677					
10(6), 443-448	10-2105589				C-2020-038676					
ISSN 1738-6985	10-1857711				C-2020-038675					
16(4), 1-8	10-1925474				C-2020-038674					
ISSN 1226-9093	10-1899667				C-2020-038673					
36(11), 239-245	10-1835045				C-2020-038672					
buildings10110198	10-1810519				C-2020-038671					
buildings10110195	10-1810518				C-2020-038670					
buildings10090163					C-2020-038669					
ISSN 1226-1289					C-2020-038668					
27(4), 511-521					C-2020-038667					
en13174361					C-2020-038666					
ISSN 1229-4691					C-2020-038665					
34(10), 24-35					C-2020-038664					
ISSN 1976-6483					C-2020-038663					
14(3), 247-259					C-2020-038662					
ISSN 1226-1289					C-2020-038661					
27(3), 272-282					C-2020-038660					
en13092160					C-2020-038659					
su12072774					C-2020-038658					
ISSN 1976-6483					C-2020-038657					
14(1), 66-79					C-2020-038656					
ISSN 1229-6422					C-2020-038655					
32(1), 27-36					C-2020-038654					
ACCESS2965250					C-2020-038653					
ISSN 1738-6985					C-2020-038652					
15(4), 32-38					C-2020-038651					
ISSN 1226-1289					C-2020-038566					
26(6), 785-792					C-2020-012276					
su11247096					C-2019-032670					
su11236535					C-2018-034889					
IOP042099					C-2017-017689					
su11185122					C-2016-009525					
ISSN 1976-6483					C-2020-053011					
13(4), 270-280					C-2020-053012					
en12152860					C-2020-039510					
en12152898					C-2020-038824					
ISSN 1976-6483					C-2020-038823					
13(3), 191-202					C-2020-038822					
j.buildenv201905006					C-2020-038821					
ISSN 1229-6422					C-2020-037582					
31(2), 55-61					C-2020-037581					
ISSN 1229-2230					C-2020-037580					
13(2), 45-52					C-2020-037579					
ISSN 1229-2230					C-2020-037578					
13(2), 61-66					C-2019-032160					
ISSN 1226-9093					C-2019-031716					
34(11), 73-80					C-2019-030949					
ISSN 1226-1289					C-2019-024339					
25(5), 595-602					C-2019-024340					
ISSN 1975-4701					C-2019-024341					
19(9), 348-354					C-2019-024342					
ISSN 1690-4524					C-2018-038902					
15, 132-136					C-2018-037230					
ISSN 1229-6422					C-2018-035360					

29(9), 455-463 en10081142 ISSN 1226-1289 24(1), 29-36 Co64039818 ISSN 1229-6422 28(11), 421-428 ISSN 1976-6483 10(5), 331-341 j.buildenv201606039						C-2018-035006 C-2018-033850 C-2017-034600 C-2017-032930 C-2017-032931 C-2017-030970 C-2016-034669 C-2016-034670					
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설 · 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약

- **저비용, 고성능 건물에너지관리시스템 보급을 위한 개방형 플랫폼 개발**
 - 사용자 관점의 완전개방형 플랫폼인 지식정보공유시스템(Knowledge and Information Sharing System, KIS-System)
 - KIS-System 기반의 개방형 BEMS 플랫폼 개발, 운용
 - 서비스모듈 및 디바이스 규약, 라이브러리 개발
 - 다양한 운영관리 서비스모듈(BEMS Checker, BEMS Score 등) 및 디바이스 (에너지·환경·안전관리용 복합센서 등) 개발
- **20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반의 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발**
 - BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 복합열원 제어알고리즘 개발
 - BEMS 도입효과 예측 및 평가도구 개발
 - 중앙집중 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발
 - 개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발
 - 에너지 수요관리 및 평준화를 위한 수요반응시스템(DR) 시스템 개발
 - 신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어 개발
 - BEMS 기반 건물에너지 성능분석 및 진단모듈 개발
- **기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과분석**
 - 업무용(한국건설기술연구원 화성청사, 한국나노기술원, 제주테크노파크 등), 교육용(제주대학교 공과대학 등), 관공서용(아산시립 중앙도서관 등), 주거용 건물(제로카본그린홈 및 단위 세대 등) 대상 실증
 - 에너지 절약(한국건설기술연구원 화성청사 20% 수준), 설치비 절감(신축 건물 35%, 기존 건물 25% 수준) 확인
- **BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련**
 - BEMS 연계규격 표준화 : [KS F 1800-2] 건물에너지관리시스템 제2부 : 관제점 선정, 데이터베이스 관리 및 에너지절감량 산정
 - 건물에너지관리 제도개선 7건 추진
 - BEMS 설치확인(BEMS Checker) 및 도입효과 산출(BEMS Score) 도구 개발

보고서 면수 : 140

요 약 문

연구의 목적 및 내용	◦ 사용자에게 건물과 에너지 관리에 요구되는 유용한 관리도구를 제공하기 위해서는 사용자의 요구에 따라 누구나 접근이 가능한 개방형 플랫폼 제공 ◦ 개방형 플랫폼에 탑재되어 실질적이고 효과적으로 에너지관리에 사용될 수 있는 응용 소프트웨어의 개발 ◦ 사용자 중심의 BEMS용 개방형 플랫폼 개발 및 평가체계 구축 ◦ 20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반의 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발 ◦ BEMS KS 기본규격의 적극적 활용 및 개발된 연계규격 완성도 제고 ◦ 기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과분석 ◦ BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련 ◦ 건물의 계획, 설계 단계부터 운영관리 단계까지의 전주기에 걸쳐 BEMS의 체계적 도입을 통한 저비용, 고효율 시스템 구축 ◦ BEMS 핵심기술 개발을 통한 지식정보서비스 분야 국가 신성장산업화 ◦ 국제유가 변동 등 에너지 위기와 온실가스 감축 등 환경 관련 국제규범에 능동적 대응체계 구축 ◦ 개방형 플랫폼 및 응용 프로그램 개발 - 개방형 플랫폼 패키지 라이브러리 개발 - BIM 연계 운영기술(HMI, 평가결과 가시화 등) 개발 - 개방형 플랫폼 인증체계 도출 - BEMS KS 적용을 위한 표준 모델 개발 ◦ BEMS KS 기반 설계·시공·운영·관리기술 개발 - (설계) 건축물 형태별 BEMS 기능 도출 및 에너지 관련 계측 포인트, 자동제어 연계 등 설비 설계기법 개발 - (설계) BEMS의 효과적 도입을 위한 분야별 업무 프로세스 개발 - (관리) BEMS 최적성능 유지 및 운영을 위한 운영관리 기술개발 - 개방형 플랫폼 기반 BEMS 구축을 위한 건물 전주기별 BEMS 체크리스트 개발 - 효율적인 BEMS 구축을 위해 고려해야 할 BEMS 관련 법·제도 및 BEMS 관제점 선정 등 가이드라인 개발 - 저비용 고성능 건물에너지관리를 위한 BEMS 체크리스트 기반 BEMS 매뉴얼 개발 ◦ BEMS 보급 활성화 연구 - BEMS KS 연계규격 실증 및 추진 지원 - 건물에너지 관리 지원 정책·법·제도 제·개정(안) 도출 - 건물에너지 관리 전략 로드맵 및 실행계획 수립 - BEMS 보급·활성화를 위한 홍보방안 수립 - BEMS 기술 및 제도 지원 포털 제작, 운영 ◦ BEMS 적용을 위한 핵심 운영 소프트웨어 개발 - BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈 개발 - 다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘 개발 - BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(수식 생성, 수식 분석, 회귀 모델 생성, 회귀 모델 분석, 시뮬레이션 분석 도구) 개발
------------------------	--

	- 중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발 - 중앙집중식 공조시스템의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측기법 개발 - 개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발 - 개별 분산공조시스템 원거리 관리 프로그램 개발 - 에너지 수요관리 및 평준화를 위한 수요반응시스템(DR) 시스템 개발 - 건물 에너지 수요관리 알고리즘 및 최적 전력피크관리 프로그램 개발 - 신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어 개발 - 태양전지(PV) 시스템 온라인 성능 및 고장진단 알고리즘 개발 - 개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인 개발 - BIM 기반 HMI 및 정보지원시스템 소프트웨어 개발 - BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈 개발 ◦ 건축물 에너지 절감 실증 - 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증 - BEMS 개발결과 설계, 시공 : 4차년도 이후 제로에너지빌딩 시범사업 연계 - 사무용, 교육용, 주거용, 관공서 건물 등 - 실증결과 평가 및 분석
연구개발성과	◦ 다양한 운영관리 소프트웨어와 하드웨어를 누구나 쉽게 설치해 사용할 수 있는 완전개방형 BEMS용 플랫폼 개발 (A) ◦ 개방형 플랫폼 적용에 따른 설치비 절감 및 운영관리 알고리즘 적용에 따른 에너지절감 효과 검증 (B) ◦ 건물에너지 소비량 정보부족으로 BEMS 적용의 어려움을 해결하기 위한 빅데이터 활용기법 개발 (D) ◦ 체크리스트, 매뉴얼, 가이드라인을 활용하여 저비용 고효율 BEMS 구축 가능(F) ◦ BEMS 기능 구현을 위한 최적의 관제점 선정 가능(G) ◦ 쉽고 빠르게 복합제어 운영방안 도출이 가능한 복합제어 알고리즘 해석 S/W 개발 (K, L) ◦ 공공업무시설 개방형 플랫폼 적용 및 운영관리 알고리즘 적용에 따른 에너지절감 효과 검증 (M) ◦ 에너지절감기술 도입 효과를 수식, 회귀, 시뮬레이션 기반으로 예측하고 평가할 수 있는 도구 개발 (N) ◦ 중앙집중식 공조시스템의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측기법 개발, 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발 (O, P) ◦ 재실자의 쾌적성 향상과 에너지 절감이 가능한 개별분산 공조시스템 운전제어 알고리즘 개발 (Q, R) ◦ DR 시장 연계모듈 및 통합운영 실증기술 검증 (S) ◦ 건물의 End-Use 부하 Potential 분석에 따른 제어알고리즘 개발을 통한 기대효과 분석 및 검증 (T) ◦ 신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어 개발 (U) ◦ 개방형 플랫폼에서 활용 가능한 BIM 모델을 확보하기 위해 필요한 데이터 작성 기준을 정의한 가이드라인 및 소프트웨어 개발(V, W) ◦ 태양전지(PV) 시스템 온라인 성능 및 고장진단 알고리즘 개발 (X) ◦ BEMS 기반 건물에너지 성능분석 모듈 및 실증 (Y)
연구개발성과의	◦ 경제사회적 측면

활용계획 (기대효과)	- 건물의 체계적인 관리를 통해 생애주기비용(LCC) 기준 30% 이상의 국내 건물분야 에너지 절감(2020년 기준 시장점유율 70%일 때 130천TOE)과 온실가스 배출 억제 및 인력과 비용의 절감 예상 (‘그린에너지전략 로드맵’ 근거 산출) - 사업종료 후 5년 내 외국 제품의 수입대체를 통해 현재 20% 수준인 국내시장 점유율 70%(2020년 기준 1.1조원) 이상 확대, 해외시장 진출을 통해 시장점유율 9.8%(2020년 기준 \$65억) 이상 달성(해외시장 분석결과 근거 산출)으로 세계시장 주도 - 건물에너지 효율향상 및 합리적인 에너지 사용으로 친환경 건축 구현 및 실내 쾌적성을 확보를 통한 재실자 건강 및 업무 생산성 향상에 기여 - 고성능 건물에너지관리기술을 기반으로 한 국가적 차원의 합리적인 에너지 공급체계 구축, 에너지 절감 및 온실가스 감축에 기여 ◦ 과학기술적 측면 - 선진국 수준을 능가하는 건물 및 에너지관리 분야 첨단 지식정보 서비스 산업의 선진화를 통한 독자기술 및 국제경쟁력 확보 - 건물 및 시스템의 운전결과를 건물과 설비 및 시스템의 설계·운전과 관리 및 에너지 관리를 위한 정부 정책자료 등에 반영(피드백)함으로써 관련 기술의 획기적인 발전 유도 - 공급자 중심의 ICT 적용기술 환경을 사용자 중심으로 바꾸는 개방형 플랫폼의 제공으로 건물에너지 관리를 위한 마인드 및 핵심기술의 보급 확대기반 구축 - 열적 쾌적성, 실내 공기질, 기후변화 대응을 모두 고려하는 차세대 건물에너지 및 관리기법 제공				
국문핵심어 (5개 이내)	건물에너지 관리시스템 (BEMS)	개방형 운영체계	응용 소프트웨어	인증체계	제도개선
영문핵심어 (5개 이내)	Building Energy Management System	Open Platform	Application Software	Certification System	Legal System Improvement

〈 목 차 〉

제 출 문	1
보고서 요약서	3
요 약 문	7
목 차	11
1. 연구개발 과제 개요	13
가. 연구개발 필요성	13
나. 연구개발 목적	14
다. 연구개발 목표, 내용 및 범위	15
라. 기대효과 및 활용방안	19
2. 연구수행 내용 및 성과	25
가. 연구개발 추진 전략 및 체계	25
나. 연구개발 결과 요약	48
다. 정량적 연구 성과	68
라. 연구수행 결과 및 성과 종합	101
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	103
가. 연차별 연구목표 및 달성도	103
나. 목표 미달성 원인 및 차후 대책	115
다. 관련 분야 기술발전 기여도	116
라. 목표 달성도 및 기여도 종합	129
4. 연구개발 성과 활용계획	131
가. 연구개발 성과 요약	131
나. BEMS 활성화 기반 구축을 위한 활용계획	131
다. BEMS 적용을 위한 핵심기술 활용계획	135
라. 연구개발 성과 활용계획 종합	137
붙임. 참고문헌	139

<별첨> 주관연구기관의 자체평가 의견서

1. 연구개발 과제 개요

가. 연구개발 필요성

BEMS는 기본적으로 상대적으로 방대한 양을 다룰 수 있는 데이터 수집, 전달 및 관리시스템(하드웨어)과 정보의 공유를 위한 개방형 운영체제 및 이를 기반으로 다양한 정보를 이용한 분석 및 관리 프로그램(소프트웨어)으로 구성된다. 이를 위해서는 먼저 건물 사용자와 소유자 및 운영관리자(이하 수요자)에게 유용한 많은 소프트웨어가 개발되어야 하며, 이는 특정 주체에 의해서 가능한 일이 아니기 때문에 에너지 관리 전문가 등 다양한 주체와 수요자를 연결해주는 장으로서의 개방형 플랫폼이 전제가 되어야 가능하다 하겠다.

이와 같은 필요성에 따라 개방형 플랫폼 상용화 패키지와 그 개방형 플랫폼 환경에서 운영됨으로써 에너지 소비를 합리적으로 줄여주어 수요자에게 유익한 운영관리 소프트웨어의 개발이 필수적이다. 또한 개발결과의 보급과 활용을 위한 제도개선안 마련도 요구된다. 이상에서 기술한 내용 중 본 과제의 수행과 관련된 연구개발의 필요성을 간략히 정리하면 다음과 같다(그림 1.1 참조).



그림 1.1 연구개발의 필요성 요약

- 최근 건물부문 냉난방에너지의 급격한 수요증가로 하동절기의 전력대란(전국 순환정전)에 대한 우려가 고조되고 있으나, 대규모 발전시설 확충이나 소비억제 이외의 대책이 없고, 에너지원간 수급불균형이 심화되고 있어 대책마련이 절실
- 정부는 2020년 배출전망치(BAU, 총 8억1300만TC) 대비 30%의 온실가스 감축을 위해 건물부문에 26.9%의 감축목표를 할당하면서, 건물에너지관리시스템과 LED 조명의 보급 확대를 집중 전개하는 계획을 수립한 바 있으나, 건물에너지 관리분야는 그 개념조차 확립하지 못하는 실정임

- 국내에서는 지금까지 건물자동화시스템(Building Automation System, BAS) 및 지능형 건물시스템(Intelligent Building System, IBS) 등 정보통신 분야의 주도로 건물에너지관리시스템 개발 및 보급이 진행되어 왔으나, 아직 그에 대한 기본적인 개념조차도 파악되지 않은 상태로 기본 운영 및 통신체계와 각종 에너지 사용설비의 능동제어 알고리즘 등 핵심기술 개발이 시급함
- 또한 건물 운영 및 관련 산업분야에서 시스템의 도입을 위한 관심과 의지는 크나, 실제 현장에서는 설치기준 등 관련 표준문서 조차 없어 설치와 운영에 많은 애로를 겪고 있는 실정임
- 아울러 건물의 계획, 설계단계에서 시스템의 설치를 염두에 두지 않고, 준공단계 또는 그 이후에 설치되는 관행으로 고비용, 저효율의 한계를 벗어나고 있지 못해, 이에 관한 대책과 제도의 마련이 절실함
- 한편, 건물에너지관리시스템 구축에 필수적인 플랫폼이 개별 공급자 중심으로 제공되고 있어 폐쇄적인 형태로 운영됨으로써 사용자의 편의가 외면되어 왔을 뿐만 아니라, 공급자의 적극적인 협조나 정보통신 분야의 전문지식이 없이는 사용자는 물론 에너지관리 전문가조차도 플랫폼에 접근하는 것이 불가능해 관련 기술 및 산업발전에 장애요인으로 작용되어 온 것이 사실임
- 따라서 이와 같은 장애요인을 근본적으로 해결함으로써 사용자는 물론 사용자에게 건물과 에너지 관리에 요구되는 유용한 관리도구를 제공하기 위해서는 사용자의 요구에 따라 누구나 접근이 가능한 개방형 플랫폼 제공이 필수적이며, 여기에 탑재되어 실질적이고 효과적으로 에너지 관리에 사용될 수 있는 응용 소프트웨어의 개발이 필수적임

나. 연구개발 목적

산업혁명 이후 최근까지 기존 BAS(Building Automation System) 등 자동화시스템은 건물분야는 물론 산업발전에 이바지한 바 크다. 하지만 그 폐쇄성으로 인해 고도의 관련 분야 전문가 이외에는 접근 자체가 불가능했고, 통신 및 소프트웨어 등 특정 분야 전문가들에 의해 지배되고 좌우되어 온 것이 사실이다. 또 시장을 선점한 소수의 글로벌 기업들에 의해 배타적으로 도입, 운영되어 왔다. 이와 같은 배타적, 독점적 그리고 공급자 중심적 시스템 공급 및 사후관리가 시스템의 유연성을 떨어뜨리고 사용자의 불만과 불편을 초래한 데서 BEMS와 같은 새로운 형태의 시스템(이전의 형태를 자동화시스템이라 한다면 이 새로운 것을 정보화시스템이라 할 수 있다)에 대한 요구가 비롯되었다 해도 과언이 아니다.

이에 대한 예를 BEMS의 계획단계로부터 운영단계까지 관련된 분야와 절차 및 상호 연관관계를 도시한 그림 1.2로 설명하면 다음과 같다. 먼저 BEMS의 계획 및 설계자(BEMS Designer 또는 BEMS Coordinator)는 대상 건물에 대한 검토를 통해 필요한 기능을 선정하고 이 기능의 수행에 필수적인 관제점을 선정하게 된다. 여기에는 데이터 및 정보의 수집을 위한 센서와 판단결과의 실행을 위한 액추에이터 등 각종 디바이스들이 포함된다. 기능과 관제점이 선정된 후에는 설계결과가 현장 설치자(Installing Engineer)와 소프트웨어 작성자(Software Engineer) 등에게 보내진다.

현장 설치자는 물리적인 위치에 센서와 액추에이터 등 디바이스 단말기들을 설치하는 역할을 수행

하는 한편, 소프트웨어 작성자는 이를 각종 설비의 실시간 상태감시를 위한 HMI(Human-Machine Interface)와 측정결과의 저장을 위한 데이터베이스를 작성하는 역할을 수행한다. 소프트웨어 작성자의 역할은 여기서 끝나는 게 아니다. 앞에서 기술한 바와 같이 BEMS 설계자가 제시하는 기능을 수행하는 각종 소프트웨어를 작성하는 업무도 동시에 수행해야 한다.

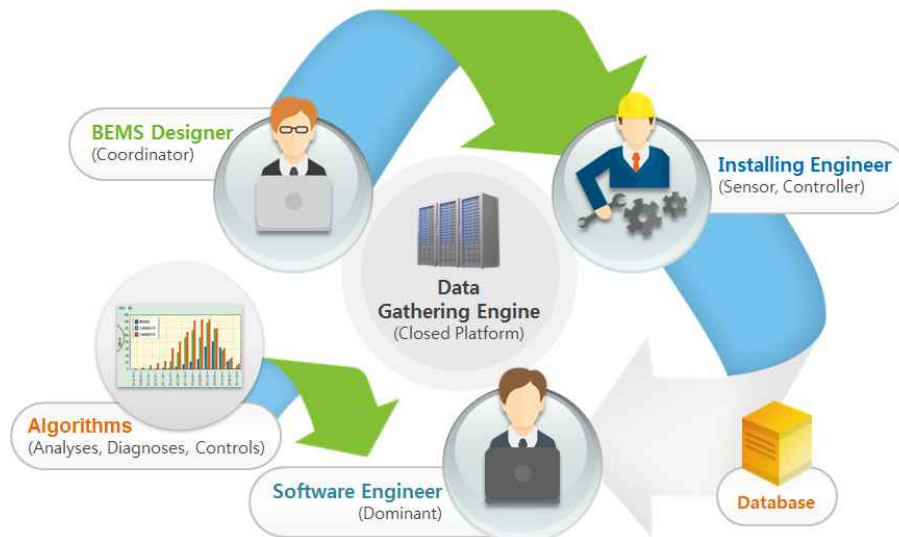


그림 1.2 기존의 BEMS 관련 업무 수행체계¹⁾

이와 같이 현재는 BEMS의 설치단계에서 모든 업무가 소프트웨어 작성자에서 집중되어 있다. 즉 이 업무 담당자의 역량에 따라 시스템의 수준이 결정되는 한편, 서로 다른 전문영역인 BEMS 설계자와 소프트웨어 작성자 사이의 소통이 원활치 못한 것은 어쩌면 당연하다고 할 수 있다.

결국 BEMS가 적용되는 건물마다 센서와 제어기 등 단말 디바이스는 물론 데이터 수집엔진 및 이를 구동하는 소프트웨어가 따로 작성되어야 하기 때문에 많은 인력과 비용 및 시간이 소요된다는 문제점이 있다. 그 결과로 적용되는 건물의 수가 증가한다 할지라도 비용이 떨어지지 않는 결과가 되고, 이것이 BEMS의 산업화를 가로막는 가장 중요한 원인인 것으로 판단된다. 결과적으로 산업화의 미흡으로 설치비는 높은 반면, 효과적인 기능의 부재로 도입효과는 미흡하게 되어, BEMS의 보급 활성화에 장애가 되고 있는 것으로 판단된다.

이와 같은 원인은 좁게는 소프트웨어 엔지니어에 대부분의 과중한 업무가 집중된다는 점, 넓게는 분야별 업무 수행자 사이의 커뮤니케이션이 원활치 못하다는 점으로 요약될 수 있다. 또한 여기서 지적하지는 않았지만 단말기로부터 서버까지 데이터의 흐름을 관장하는 하드웨어 및 지원 소프트웨어가 공급업체 및 제품별로 다르다는 점도 BEMS의 보급에 걸림돌이 되고 있다고 할 수 있다.

결국 BEMS의 개발 및 보급을 위한 대안을 바로 여기서 찾을 수 있다. 즉 매우 전문적인 영역별로 구분되어 있어 그 전문영역별 상호 인터페이스를 필요로 하는 현재의 시스템 구성체계(플랫폼)를, 해당영역의 전문가가 아니더라도 소통이 가능한 부분까지 경계(Interface)를 확대하고 정보를 공유할 수 있도록 해야 한다. 즉 이러한 새로운 인터페이스 내부의 구성과 기능은 제조 및 공급업체에서 주도적으로 담당하되 인터페이스에서는 해당 업체가 아니더라도 누구나 정보를 공유할 수 있는 개방형의

1) 이태원 외, 에너지절약 30% 이상인 건물 관리시스템 개발, 한국건설기술연구원 연구보고서, 2017

시스템을 구축해야 한다는 것이다.

그림 1.3은 향후 표준화 추진 대상 및 내용으로 개방형 통합 플랫폼의 기본 개념을 도시한 것이다. 현재의 시스템을 구성하는 플랫폼 및 인터페이스는 그림에서 3개 및 4개의 전문영역이 교차하는 데이터 인터페이스, 즉 소위 데이터 수집엔진을 중심으로 형성되어 있다. 따라서 앞에서도 기술한 바와 같이 서로 다른 전문영역 종사자들이 만나야 하고 소통이 어려우며 소프트웨어 엔지니어에게 대부분의 업무가 집중되는 현상이 발생되어 왔다.

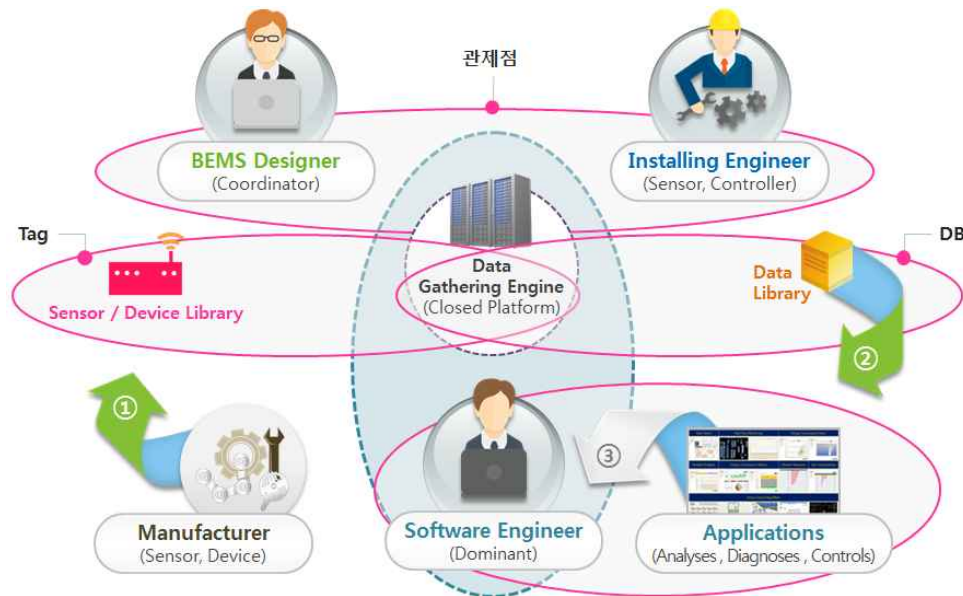


그림 1.3 개방형 플랫폼에 의한 BEMS 업무 수행체계

향후 관련 기술이 진화한다면 이와 같은 사항들은 보다 넓은 영역의 새로운 인터페이스의 내부에 속하게 되므로, 해당 전문분야의 종사자들에 의해 시스템 구성이 되는 것으로 충분하다. 즉 서로 다른 분야의 종사자들과 소통이 요구되는 인터페이스가 불필요하게 된다. 이와 같은 새로운 인터페이스로 구성되는 진화된 기술과 이를 적용한 개방형 플랫폼의 개발이 본 과제의 개발목표이며, 여기서 운영되는 유용한 건물에너지 관리도구 즉 운영 소프트웨어들과 이들의 보급 활성화를 위한 각종 정책적, 제도적 방안들도 같이 개발될 것이다.

또한 이와 같은 시스템이 개발된다면 각각의 전문분야 종사자들 간에 그다지 타 분야에 관한 전문적인 지식이 없이도 원활한 소통이 되도록 지원해주는 한편, 구축된 시스템을 흐르는 정보의 신뢰성도 크게 향상될 수 있을 것이며, 구축에 따른 노력을 줄임으로써 결국 구축비용을 크게 절감함은 물론, 건물의 관리와 에너지 절약에 필요한 다양한 기능의 적용이 가능해져 도입효과를 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

여기에 덧붙여 지금의 시스템은 건물의 운영관리에 필요한 모든 소프트웨어를 공급자가 배타적으로 공급한데 반해서, 새로운 시스템에서는 개방된 정보를 이용함으로써 각 분야의 전문가들이 개발한 운영관리 소프트웨어가 건물의 소유자나 관리자가 원하면 시스템에 탑재되어 운용될 수 있을 것이다. 이는 건물의 관리와 건물에서 소비되는 에너지 절감에 획기적인 기여를 하게 될 것이고, 제품의 보급은 물론 관련 산업발전에도 크게 기여할 것이다. 결국 BEMS는 이들 운영관리 소프트웨어 산업이라

해야 할 것이고, 플랫폼 등은 이를 지원하는 기간산업으로 보는 게 타당하다. 또 이와 같은 개념은 건물 자동화 분야 이외에 타 산업으로도 확산됨으로써 새로운 정보화 산업 및 문화가 열리는 계기가 될 수도 있을 것으로 예상된다. 이와 같은 기술이 구현되면 지금까지 낙후되고 국내 시장 조차도 외국의 글로벌 기업에 내준 자동화 기술의 낙후성을 극복하고 새로운 정보화 기술로 첨단화가 가능할 것으로 판단된다.

다. 연구개발 목표, 내용 및 범위

(1) 연구개발 목표

(가) 최종 목표

- 건물의 계획, 설계 단계부터 운영관리 단계까지의 전주기에 걸쳐 BEMS의 체계적 도입을 통한 저비용, 고효율 시스템 구축
- BEMS 핵심기술 개발을 통한 지식정보서비스 분야 국가 신성장산업화
- 국제유가 변동 등 에너지 위기와 온실가스 감축 등 환경 관련 국제규범에 능동적 대응체계 구축

(나) 세부 목표

① 세부(전략) 목표 1

- 사용자에게 건물과 에너지 관리에 요구되는 유용한 관리도구를 제공하기 위해서는 사용자의 요구에 따라 누구나 접근이 가능한 개방형 플랫폼 제공
- 개방형 플랫폼에 탑재되어 실질적이고 효과적으로 에너지관리에 사용될 수 있는 응용 소프트웨어의 개발
- 사용자 중심의 BEMS용 개방형 플랫폼 개발 및 평가체계 구축

② 세부(전략)목표 2

- 20% 이상의 에너지 절감을 지원하는 개방형 플랫폼 기반의 건물 및 에너지 관리용 핵심 운영 소프트웨어 개발

③ 세부(전략)목표 3

- BEMS KS 기본규격의 적극적 활용 및 개발된 연계규격 통합표준 제정 추진
- BEMS 보급을 위한 정책 지원 및 제도개선(안) 마련

④ 세부(전략)목표 4

- 기술개발 결과의 현장 적용, 실증 및 효과분석

(2) 연구개발 내용 및 범위

(가) 개방형 플랫폼 및 응용 프로그램 개발

- 저비용 고성능 BEMS 구축을 위한 완전개방형 플랫폼 개발
- 개방형 플랫폼 지원을 위한 규약 및 라이브러리 개발
- 개방형 플랫폼 기반의 운영관리 서비스모듈 개발
- BIM 연계 운영기술(HMI, 평가결과 가시화 등) 개발
- 개방형 플랫폼 활용 및 인증체계 도출
- BEMS 구축 및 활용을 위한 참조모델 개발

(나) BEMS KS 기반 설계·시공·운영·관리기술 개발

- (설계) 건축물 형태별 BEMS 기능 도출 및 에너지 관련 계측 포인트, 자동제어 연계 등 설비 설계기법 개발
- (설계) BEMS의 효과적 도입을 위한 분야별 업무 프로세스 개발
- (관리) BEMS 최적성능 유지 및 운영을 위한 운영관리 기술개발
- 개방형 플랫폼 기반 BEMS 구축을 위한 건물 전주기별 BEMS 체크리스트 개발
- 효율적인 BEMS 구축을 위해 고려해야 할 BEMS 관련 법·제도 및 BEMS 관제점 선정 등 가이드라인 개발
- 저비용 고성능 건물에너지관리를 위한 BEMS 체크리스트 기반 BEMS 매뉴얼 개발

(다) BEMS 보급 활성화 연구

- BEMS KS 연계규격 실증 및 추진 지원
- 건물에너지 관리 지원 정책·법·제도 제·개정(안) 도출
- 건물에너지 관리 전략 로드맵 및 실행계획 수립
- BEMS 보급·활성화를 위한 홍보방안 수립
- BEMS 기술 및 제도 지원 포털 제작, 운영

(라) BEMS 적용을 위한 핵심 운영 소프트웨어 개발

- BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈 개발
- 다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘 개발
- BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(S/W, KS 연계규격 기반 3개 모델) 개발
- 중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발
- 중앙집중식 공조시스템의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측기법 개발

- 개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발
- 개별 분산공조시스템 원거리 관리 프로그램 개발
- 에너지 수요관리 및 평준화를 위한 수요반응시스템(DR) 시스템 개발
- 건물 에너지 수요관리 알고리즘 및 최적 전력피크관리 프로그램 개발
- 신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어 개발
- 태양전지(PV) 시스템 온라인 성능 및 고장진단 알고리즘 개발
- 개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인 개발
- BIM 기반 HMI 및 정보지원시스템 소프트웨어 개발
- BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈 개발

(마) 건축물 에너지 절감 실증

- 사용자 기반의 건물에너지관리시스템 실증
- BEMS 개발결과 설계, 시공 : 제로에너지빌딩 시범사업 연계
- 사무용, 교육용, 주거용, 관공서 건물 등
- 실증결과 평가 및 분석

라. 기대효과 및 활용방안

(1) 기대성과 및 파급효과

본 연구의 수행을 통해 얻어지는 기대성과 및 파급효과를 정리하면 그림 1.4에 보인 바와 같다.

(가) 기술적 측면

- 선진국 수준을 능가하는 건물 및 에너지관리 분야 첨단 지식정보 서비스 산업의 선진화를 통한 독자기술 및 국제경쟁력 확보
- 건물 및 시스템의 운전결과를 건물과 설비 및 시스템의 설계·운전과 관리 및 에너지 관리를 위한 정부 정책자료 등에 반영(피드백)함으로써 관련 기술의 획기적인 발전 유도
- 실내환경 관리기술의 획기적인 개선을 위한 열적 쾌적성, 실내 공기질, 기후변화 대응을 모두 고려한 차세대 건물에너지 및 관리기법 제공
- 전원 및 부하제어 핵심기술은 향후 국내 성장동력이 될 스마트그리드 산업의 활성화에 기여
- 향후 대학 캠퍼스, 공공청사, 상업단지, 주상복합 단지 등의 다양한 대규모 수용가 군에도 직접적인 확장 적용이 가능하여, 기술적 확장성 및 파급효과가 클 것으로 예상됨
- 공급자 중심의 ICT 적용기술 환경을 사용자 중심으로 바꾸는 개방형 플랫폼의 제공으로 건물에너지 관리를 위한 마인드 및 핵심기술의 보급 확대기반 구축
- 건물에너지 관리를 위한 핵심기술의 기술경쟁력 향상을 통해 실질적인 건물에너지 절감 (기존

대비 20% 이상 에너지절감 목표) 및 온실가스 감축 기대

- 장비의 성능을 실시간 모니터링 할 수 있고, 문제 발생시 그에 대한 원인을 명확히 파악할 수 있어 부분별한 설비교체 방지 및 시스템의 효율적인 유지관리 가능

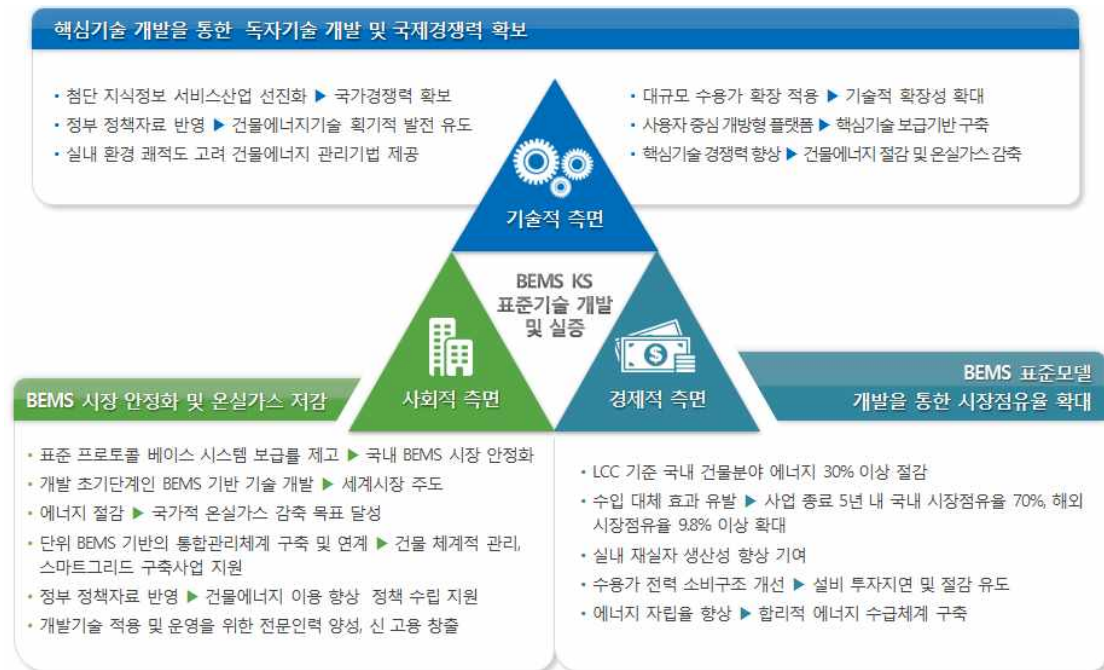


그림 1.4 본 과제의 수행에 따른 기대성과 및 파급효과

(나) 사회·경제적 측면

- 건물의 체계적인 관리를 통해 생애주기비용(LCC) 기준 30% 이상의 국내 건물분야 에너지 절감 (2020년 기준 시장점유율 70%일 때 130천TOE)과 온실가스 배출 억제 및 인력과 비용의 절감 예상 (※ ‘그린에너지전략 로드맵, 2009’ 근거 산출)
- 사업종료 후 5년 내 외국 제품의 수입대체를 통해 현재 20% 수준인 국내시장 점유율을 70%(2020년 기준 1.1조원) 이상으로 확대하고, 해외시장 진출을 통해 시장점유율 9.8%(2020년 기준 \$65억) 이상 달성 (※해외시장 분석결과 근거 산출)
- 객관적인 성능자료 확보가 가능한 다양한 형태의 제어알고리즘 개발 및 적용을 통한 수입 대체 효과 유발
- 합리적인 건물에너지 사용 및 에너지 이용효율 향상으로 친환경 건축의 구현은 물론, 재실자 쾌적도를 고려한 최적화 모듈의 적용으로 실내 쾌적성 확보 및 재실자의 생산성 향상에 기여
- 건물 수용가의 전기에너지 소비구조 개선으로 전력계통 전체의 전력소비구조 개선과 이로 인해 발생하는 막대한 발전, 송전, 배전 설비의 투자지연 및 절감 유도
- 수요반응(DR) 정책에 따른 시뮬레이션 기반 에너지 성능평가 방법과 수요반응 모델 확장을 위한 표준 프로토콜을 토대로 시스템 보급률을 제고함으로써 국내 BEMS 시장의 안정적인 성장에 기여

- 국내에 적용되는 다양한 형태의 수요반응 모델의 객관적인 성능 자료의 확보가 가능하며, 기존 대부분 수입에 의존하는 BEMS의 제어 알고리즘 등에 적용함으로써 수입 대체효과 유발
- 건물에너지 효율향상 및 합리적인 에너지 사용으로 인해 친환경 건축의 구현은 물론, 재실자 쾌적도를 고려한 최적화 모듈의 적용으로 실내 쾌적성을 확보하여 재실자의 생산성 향상에 기여
- 에너지절약형 건물관리시스템에 대한 세계적 수요가 증가하는 추세인 현 상황에서 아직 초기 단계인 건물에너지관리시스템 기반기술 개발로 세계시장 주도기반 확보
- 건물에너지 절감과 신재생에너지의 적극적인 활용을 통한 에너지 자립을 향상으로 국가적 차원의 합리적인 에너지 공급체계 구축에 기여
- 고성능 건물에너지관리기술 보급 확산을 통한 에너지 절감 및 온실가스 감축에 기여
- 건물 및 건물군 단위 BEMS 기반 통합관리체계 구축, 연계를 통한 건물의 체계적 관리
- 건물에너지소비 통계자료 제공으로 건물에너지 이용효율 향상을 위한 정부 정책 수립 지원
- 에너지 사용절감에 대한 사회적 인식 제고 및 산업계 전반에 걸쳐 개발기술의 적용 및 운영을 위한 전문인력 양성 및 고용창출에 기여
- 건물에너지 소비 및 온실가스 배출량 저감을 통해 국가적 온실가스 배출 감축목표 달성에 기여할 수 있으며, 국가의 친환경 건축물 구축 및 국가 경쟁력 제고
- 건물 및 건물군 단위의 BEMS를 기반으로 하는 통합관리체계 구축 및 연계로 인해 국가적 대규모 사업인 스마트그리드 구축사업 지원
- 정량적인 평가기준을 바탕으로 건물에너지를 효율적으로 관리함으로써 실질적인 에너지 절감 및 온실가스 저감을 통한 친환경 녹색 건물 조성
- 미국 조달청(GSA)은 연방 정부 건물을 대상으로 BIM 기반의 에너지 관리 수행 의무화를 통해 2016년까지 연평균 30% 에너지 절감(2003년 대비), 시범사업 수행결과, BIM 기반 시스템 최적화를 통해 기존 운영방식 대비 최대 40% 에너지 비용 절감 달성 (※ 출처 : ‘The GSA BIM Story’ , Journal of the National Institute of Building Sciences, 2009), 이와 같이 개방형 플랫폼 기반 BIM 연계 운영 기술 개발 시 시스템 최적화를 지원하여 에너지 절감 효과 기대

(2) 연구결과의 활용방안

먼저 본 연구로부터 얻어지는 결과의 활용방안을 도식화하여 간략히 정리하면 그림 1.5에 보인 바와 같다.

- 냉·난방에너지 수요급증으로 하동절기 전력대란 우려가 고조되는 상황에서 에너지 위기와 온실가스 감축에 능동적·자발적 대응
- 향후 스마트그리드 구축이 확대 적용되면 건물의 수요반응 제도를 포함한 관련 기술의 수요가 급격히 증가하게 될 것으로 예상되며, 이에 따라 본 연구를 통해 개발될 건물 및 건물군 수요반응 최적화 모듈의 적극 활용 가능
- BAU 대비 30% 온실가스 감축을 위한 건물분야(26.9% 할당) 실천방안으로 채택된 건물에너지관리시스템 개발, 보급 확대 지원
- 현재의 국내 에너지 다소비형 제조산업(철강, 자동차, 조선 등)을 효과적으로 대체하고 세계시장

진출을 위한 고부가가치 차세대 지식정보 서비스 산업을 이끌 신성장동력으로 육성

- 도시 및 건물분야에서 에너지를 합리적 이용하기 위한 토지이용계획 수립 및 관련 제도개선(안)으로 활용

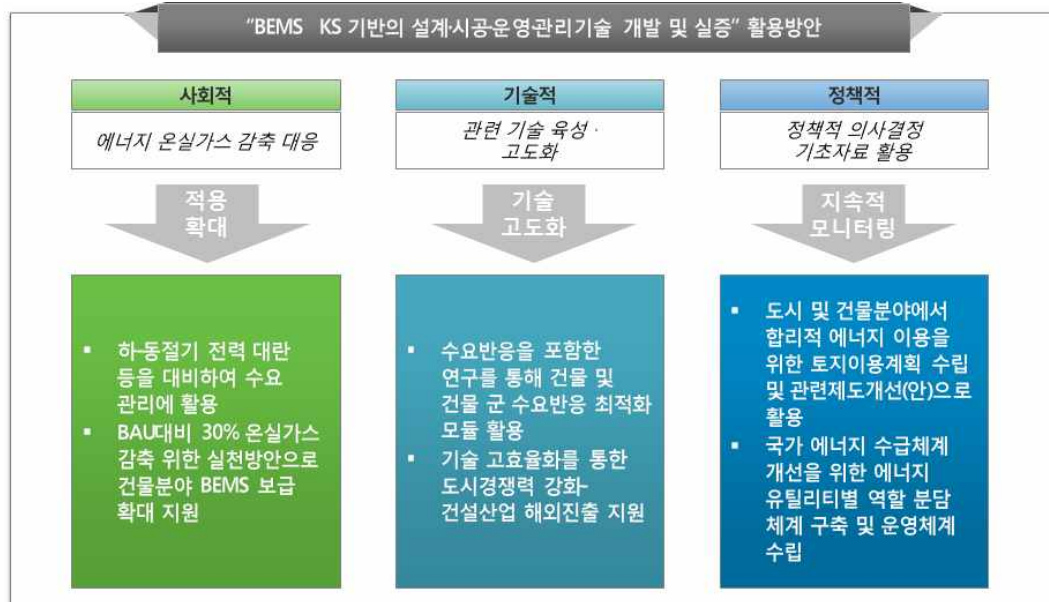


그림 1.5 본 연구로부터 얻어지는 결과의 활용방안 요약

- 국가 에너지 공급체계 개선을 위한 에너지 유틸리티별 역할분담체계 구축 및 운영체계 수립
- 고효율화를 통한 도시경쟁력 강화 및 건설산업 해외진출 지원
- 건물의 성능향상 및 합리적인 수요관리 통한 에너지 소비절약 유도
 - 전력수요관리 시장에서 대응할 수 있는 제품으로 개발이 가능하며,
 - 기존 수요관리 기능 이외에 본 과제에서 개발되어지는 기술(OpenADR 연동기술, 레거시 장치 연동 기술, 최적 알고리즘 기술, CBL산정 알고리즘 적용기술 등)이 탑재되어 부가가치가 높은 제품으로 시장에서 대응이 가능함.
 - 단계별 접근 방법 적용, 단계별 판매 전략을 수립하여 사업화 전략을 수립 (1단계 수요관리사업자와의 업무협약에 따른 시장 점유 확대-전략적 제휴 영업, 2단계 수요관리기능+에너지관리 및 효율향상 기능 - 일반건물 적용 등 3단계, 4단계 등)
 - 열원, 공조, 반송, 조명, 신재생 설비 분야 등의 용도·분야 별 에너지 성능 현황 분석 및 에너지 효율 향상을 위한 개선점 자동진단에 활용 가능
 - 최적제어 알고리즘, 에너지 수요관리 및 평준화 기술 등 에너지 저감 방안 적용에 따른 실시간 에너지 소비량 절감량 및 절감률 분석에 활용 가능
 - 개별 설비 또는 건물 전체를 대상으로 한 에너지 성능 진단에 활용 가능
- BEMS 기술 및 관련 제도의 홍보를 통한 보급 활성화 유도
 - 사용자의 편리성을 고려한 국내·외 BEMS 관련 정책·법·제도를 통합된 Portal 내에서 Data 제공
 - BEMS 보급 활성화를 위해 Portal 사용자들의 Needs를 반영한 Contents 구축

- 사용자들이 쉽고 편리한 방법으로 BEMS 관련 정보 활용 (Web/ Mobile Service 제공)
- 사용자의 편리성 향상으로 BEMS 적용 확대

2. 연구수행 내용 및 성과

가. 연구개발 추진 전략 및 체계

(1) 연구개발 추진 전략 및 방법

단계	연차	연구목표	세부 연구내용
A. 개방형 BEMS 플랫폼 및 응용 프로그램 개발 (한국건설기술연구원[주관])			
1	1	개방형 플랫폼 프로토타입 개발 및 검증	- 개방형 플랫폼 프로토타입(개별 건물용) 제작 - 시뮬레이터를 통한 사전 검증 - 현장 설치를 통한 점검 및 보완 - BEMS 구성 및 운영체계 도출 - 상용 소프트웨어 개발을 위한 시사점 도출
2	2	개별 건물용 개방형 플랫폼 소프트웨어 모듈 개발	- 개방형 플랫폼 소프트웨어 기본 모듈 개발 - DM : Design Manager - FM : Field Manager - DIM : Data Interface Module - SIM : Software Integration Module - HMI(Human-Machine Interface) 및 정보이용 운영 프로그램 개발 - 관제점 편집 및 가시화 기능 구현 - 개발 기술의 검증 및 보완
3	3	개방형 플랫폼 기반 라이브러리 구축 및 운영관리 프로그램 개발	- BEMS 및 개방형 플랫폼 인증체계 검토 - 개방형 플랫폼을 위한 디바이스 및 DB 라이브러리 구축 - 디바이스, DB 라이브러리 및 운영체계 개발 - 관련 HW 및 SW 제품 반영 라이브러리 구축 - 개방형 플랫폼 기반의 주거용 건물 관리체계 검토 - 화재안전 분야 등 타 시스템과 시스템 통합방안 검토
	4	개방형 플랫폼 기반 통합 S/W 개발 및 검증	- 개방형 플랫폼 기반 통합 S/W 개발 - 운영 프로그램, 적용 및 검증, 보완 - 개방형 플랫폼 테스트베드 건물 현장 설치를 위한 교육 및 지원 - 개방형 플랫폼 운영상태 모니터링 및 분석, 점검
4	5	개방형 플랫폼 테스트베드 설치, 운영	- 개방형 플랫폼과 운영관리 소프트웨어 테스트베드 건물 현장 설치 및 운영 - 디바이스 및 데이터 라이브러리 구축 확대 - 공동 활용 통합 관제시스템 구축
	6	개방형 플랫폼 활용 및 보급을 위한 실용화 전략 수립	- 테스트베드 모니터링 및 실증결과 종합 분석/평가 - 개방형 플랫폼 상용 패키지 개발 - 개방형 플랫폼 표준화 전략 수립 - 정책·법·제도 제·개정(안) 검토
B. 개발기술의 현장 적용 및 실증 (한국건설기술연구원[주관])			
1	1	개방형 플랫폼 적용방안 검토	사무용(KICT 화성청사) BEMS 설계 검토
2	2	개방형 플랫폼 설계 검토	- 사무용(KICT 화성청사) 사용자 기반 BEMS 현장 설치, 시운전, 문제점 분석 및 보완 - 관공서용(아산시립중앙도서관) BEMS 설계 검토

3	3	◦ 기존 현장 운영 및 개방형 플랫폼 설계 및 현장 설치	- 사무용(KICT 화성청사) 실적용 운전, 운전데이터 수집, 운영, 결과평가 및 효과 분석 - 관공서용(아산시립중앙도서관) BEMS 현장 설치
	4	◦ 적용현장 운영, 관리 및 분석	- 사무용(KICT 화성청사) 운영, 관리 - 관공서용(아산시립중앙도서관) 운영관리 및 효과 분석
4	5	◦ 개방형 플랫폼 설계, 설치, 운영 관리 및 분석	- 사무용(KICT 화성청사) 운영, 관리 - 관공서용(아산시립중앙도서관) 운영, 관리 - 사무용(제주테크노파크) BEMS 설계 검토 및 현장 설치 - 교육용(제주대학교) BEMS 설계 검토 및 현장 설치 - 주거용(개별건물) BEMS 설계 검토 및 현장 설치
	6	◦ 개방형 플랫폼 설계, 설치, 운영 관리 및 분석	- 사무용(KICT 화성청사) 운영, 관리 - 관공서용(아산시립중앙도서관) 운영, 관리 - 사무용(제주테크노파크), 교육용(제주대학교), 주거용(개별건물) 운영관리 및 효과 분석
C. BEMS 참조모델 개발 (한국건설기술연구원[주관])			
1	1	◦ BEMS 참조모델 기본사항 정립	- BEMS 참조모델 정의 및 구성체계 수립
2	2	◦ 사무용 건물 참조모델 개발	- 관공서 사무용 건물 모델 작성
3	3	◦ 기타 건물 참조모델 개발	- 기타 건물 참조모델 작성
	4	◦ BEMS 참조모델 종합	- BEMS 참조모델 종합 및 활용 방안 작성
4	5	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
D. 에너지 빅데이터 활용기법 개발 (㈜한국감정원)			
1	1	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
2	2	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
3	3	◦ 국가 건물에너지 통합관리시스템을 활용한 업무용 건물의 에너지 소비량 패턴 분석	- 업무용 건물의 지역, 규모, 계절요인 등 분류체계 설정 - 업무용 건물의 분류체계에 따른 건물에너지 소비량 패턴 분석
	4	◦ 건물에너지통합관리시스템 활용 주거용 건물 소비패턴 분석	- 주거용 건물의 지역, 규모, 계절요인 등 분류체계 설정 - 주거용 건물 분류체계에 따른 건물에너지 소비량 패턴분석
4	5	◦ 건물에너지 소비량 패턴 분석을 통한 빅데이터 활용기법 개발	- 업무용 및 주거용 건물에너지 소비량 패턴 분석을 통한 빅데이터 활용기법 개발
	6	◦ 건물에너지 빅데이터 활용기법의 C2C-BEMS 적용 방안	- 건물에너지 빅데이터 활용기법 개발을 통한 C2C-BEMS 적용 방안 제안
E. BEMS용 실시간 상태감시, 성능고장진단 알고리즘 개발 (경상대학교 산학협력단)			
1	1	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
2	2	◦ 성능고장진단 알고리즘 초안 작성	- 고장진단 범위 검토 - 기존 고장진단 툴의 특성 파악 - 고장진단 알고리즘 초안 작성
	3	◦ 성능고장 진단 알고리즘 작성 및 고장진단 BEMS 서브모듈 구축	- 고장진단 알고리즘 초안 개선 및 작성 - HVAC 요소 기기별 고장진단 서브모듈 구축
3	4	◦ 고장진단 BEMS 구축	- HVAC 요소 기기별 서브모듈 추가 구축 - HVAC 운전 및 성능 모니터링 시스템 구축 - HVAC 전체 시스템 운전상태, 성능고장진단시스템 구축
	5	◦ 개방형 플랫폼 기반 HVAC 실시간 상태감시, 성능고장진단 실증	- 실증 사이트 BEMS 구축 - 실증 데이터 분석 및 고장진단 실시
4	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음

F. BEMS 도입 프로세스별 상세매뉴얼, Check list 및 전주기 설계운영 가이드라인 개발 (주우원애편이)			
1	1	◦ 유사 연구사례 조사 및 분석	- BEMS 적용방안 및 고려사항 유사연구사례 조사 - 해외 선진사례조사 및 목표성능(기술기준) 선정
2	2	◦ BEMS 상세매뉴얼/체크리스트 적용방안 및 고려사항 조사	- BEMS 매뉴얼/체크리스트 적용처 및 적용주체 분석 - 현행 건물에너지관리시스템 관련 법령 및 제도 분석
		◦ BEMS 가이드라인 적용방안 및 고려사항 조사	- BEMS 가이드라인 적용처 및 적용주체 분석 - 현행 건물에너지관리시스템 관련 법령 및 제도 분석
3	3	◦ 분야별 BEMS 활용방안 제안 및 연계시스템 분석	- 건축/기계/전기/자동제어 분야의 건물 에너지저장기술 특성 및 BEMS 활용방안 제안 - BEMS 연계시스템 및 이를 위한 고려사항 분석
		◦ BEMS 참조모델 연계성 분석	- BEMS 참조모델 에너지 관련 항목 및 특성 분석 - BEMS 연계시스템 및 이를 위한 고려사항 분석
	4	◦ BEMS 매뉴얼/ 체크리스트 활용방안	- 적용처 별 매뉴얼/ 체크리스트 활용방안 제안 - 에너지 코디네이터 도입시 매뉴얼/ 체크리스트 활용방안 제안
		◦ BEMS 가이드라인 활용방안	- 적용처 별 가이드라인 활용방안 제안 - 에너지 코디네이터 도입 시 가이드라인 활용방안 제안
4	5	◦ BEMS 매뉴얼/ 체크리스트 초안 작성	- 계획 단계 BEMS 성능수준 결정을 위한 체크리스트 작성 - BEMS 운영·관리를 위한 매뉴얼 작성
		◦ BEMS 가이드라인 초안 작성	- 설계·시공단계에서 BEMS 반영에 관한 가이드라인 작성
	6	◦ 상세 매뉴얼/ 체크리스트 작성	- 연구팀 토의, 전문가 자문 및 의견수렴을 통한 수정 보완
		◦ 상세 매뉴얼 작성	- 연구팀, 전문가 자문 및 의견수렴을 통한 수정 보완
G. 전기 및 자동제어 설비 BEMS 설계 가이드라인 목표기준 선정 (주우원애편이)			
1	1	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
2	2	◦ 유사 연구사례 조사 및 분석 ◦ 목표기준 설정	- BEMS 적용방안에 대한 유사연구 사례 조사 목표기준 설정
3	3	◦ 참조모델별 에너지특성 분석	- 조명, 전력 에너지 관련 항목 특성분석 및 BEMS 기능 도출
	4	◦ 에너지 저장기술 BEMS 연동방안	- 에너지 저장기술 BEMS 계측 포인트 선정
4	5	◦ BEMS 설계 가이드라인 작성	- 전기분야 BEMS 설계 가이드라인 작성
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
H. BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안 (한국에너지공단)			
1	1	◦ BEMS KS 제정 추진 및 정책 현황 조사	- ‘관제점 관리’ 관련 실증 - BEMS 연계규격 KS 제정 추진 - 국내 BEMS 보급 현황 조사 - 국내 건물에너지관리 정책 현황 조사 - BEMS 협의체 구성 및 운영
2	2	◦ BEMS KS 제정 추진 및 정책 수요 조사	- ‘데이터베이스 관리’ 관련 실증 - BEMS 연계규격 KS 제정 추진 - 건물운영관리자 및 BEMS 공급자 정책 수요 조사
3	3	◦ BEMS KS 제정 추진 및 제도개선안 도출	- ‘태그 정보체계’ 및 ‘도입효과 산정’ 관련 실증 - BEMS 연계규격 KS 제정 추진 - 에너지관리기준 등 관련 제도 개선안 도출
	4	◦ BEMS KS 제정 추진	- ‘도입효과 산정’ 관련 실증 - BEMS 연계규격 KS 제정 추진 - 공청회 개최, 관련부처 의견 수렴
4	5	◦ KS 제정 추진, 제도개선안 도출	- BEMS 통합표준(안)(2~5부) 개발

	6	◦ KS 제정 추진, 기술/제도 홍보	- BEMS KS 표준 교육 및 기술세미나 개최
I. BEMS KS 연계규격 실증 및 개선안 (한국에너지공단)			
1	1	◦ 표준적합성 기술개발 현황 검토 및 BEMS KS 표준 분석	- 국내·외 기술개발 현황 및 분석 · 표준적합성 평가방법 · 표준적합성 평가 실증 사례 조사 - 건물에너지관리시스템(BEMS) 표준 항목 분석 및 평가방안 · BEMS 표준 연계규격 항목 분석 · BEMS 표준 연계규격 평가 방안 · BEMS 표준 평가체계 구축을 위한 시사점 도출
2	2	◦ 표준(연계규격) 부합성 평가(안) 개발	- 국내·외 표준 평가 체계 현황 - BEMS 관련 평가 사례 조사 - 표준 부합성 평가 방안 · 표준 부합성 평가 항목 구성 · 표준 부합성 평가 지표 개발
		◦ 현장 적용성 평가(안) 개발	- 현장 적용성 평가 방안 · 문헌 조사 · 현장 적용성 평가 항목 구성
3	3	◦ 현장 적용성 평가(안) 개발	- 현장 적용성 평가 방안 · 현장 적용성 평가 항목 선정 · 현장 적용성 평가 지표 개발
		◦ 체크리스트 개발	- 표준 부합성 및 현장 적용성 체크리스트 개발
	4	◦ 가이드라인 개발	- 표준 부합성 및 현장 적용성 가이드라인 개발
4	5	◦ 실증 평가, 정책 연계방안 도출	- 실증평가 체계 구축 및 실증 평가 - 정책 연계 방안 도출 - 기타 평가 체계 관련 문서화 수행
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
J. BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털 제작 및 지원 ((사)한국BEMS협회)			
1	1	◦ BEMS 관련 국내·외 정책·법·제도 및 관련 Portal Contents 조사	- 국내·외 주요 기관의 정보제공 Portal 벤치마킹 · 선행연구/ 사례 벤치마킹 · 각 Portal의 Contents Template 확인 · Portal 운영 방안 확인 - BEMS 정책·법·제도 및 국가 로드맵 조사 · 국가 정책 및 에너지관련 Road-map 파악
2	2	◦ BEMS Portal Contents Template 기획/ 구성 ◦ BEMS Portal Beta Service(Web) 운영	- Portal Contents의 Template 기획/ 구성 · 각 세부과제 결과물 확인 및 연계성 파악 · Contents 내 항목 조사, 구성 Format 설정 · Contents Template tree 구축 - BEMS Portal Service (Web) 제작 · Portal 기본 Contents 구성 · 연구단 Needs 파악 후 개선
3	3	◦ Portal 구축을 위한 Contents 개발 ◦ BEMS Portal Service 운영 ◦ Mobile Application 제작/ 배포	- BEMS Portal 내 Contents 확정 및 내용입력 · Contents Category : BEMS 표준/ 기술/제도 지원 외 · Contents Template 확정 · 각 Category 별 내용 입력 - BEMS Portal Service (Mobile) 제작
	4	◦ Portal Service(Web/Mobile) 운영 및 활성화	- BEMS Portal Service 운영 · 사용자의 Needs 파악을 통해 Contents 보완 - BEMS Portal의 활용도를 향상시키기 위해 Portal Mobile

			web 제작
4	5	◦ Portal Service 운영	- BEMS Portal Service 운영 고도화 - Portal Contents 확대
	6	◦ Portal Service 운영 ◦ Portal Service Server 구축	- BEMS Portal Service 지속적 운영을 위한 Server 구축 - BEMS Portal Contents 확대 및 운영
K. 개방형 플랫폼 알고리즘 탑재 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 개발 (㈜나라컨트롤)			
1	1	◦ 계획수립 및 자료조사	- 기존 연구내용 분석 및 연구계획 수립 - KS규격에 입각한 모듈화 방안 검토 - BM 모델을 고려한 S/W 구성안 검토
		◦ S/W 모듈 지원분석, 설계 및 개발	- 다분류 설비(전력, 조명, 냉난방, 신재생, 개별기기) 연계 해석 S/W 모듈 개발 - 에너지 절감 요소기술 연동조건 확정 - 기존 프로토콜 분석 및 인터페이스 방안 개발
2	2	◦ 네트워크 구조 구성	- BEMS 연동을 고려한 내부 구조설계 및 네트워크 환경 검토
		◦ 시뮬레이터 연동 프레임 구성	- 시뮬레이터 호환성 검토 및 S/W 모듈과의 연동방안 수립 - 사용자 인터페이스 환경 구축
3	3	◦ BEMS 개방형 플랫폼과의 연계를 고려한 Plug In 기능 개발	- BEMS와의 데이터 연동 계획 작성 및 확립 - BEMS 연동을 위한 S/W 프로그래밍 - 개방형 플랫폼과의 데이터 연동 테스트
		◦ 복합제어 알고리즘 탑재 및 상호 연동성 테스트	- BEMS 핵심 기술 별 연계방안 확립 - 시스템별 최적제어 알고리즘 프로그래밍 및 복합제어 알고리즘 시험 적용 - 통합 실증사이트 구축
	4	◦ 소규모 실증사이트 운영 구축 및 시스템 최적화	- 실증사이트 대상 개발품 설치 및 운영 - 네트워크 및 데이터 연동시험 결과 분석 - 최적화 운전을 위한 시스템 구성안 및 운영안 도출
4	5	◦ S/W모듈의 시뮬레이터 연동	- 복합제어 알고리즘 탑재 S/W 모듈 시뮬레이터 연동 테스트 - 시뮬레이터 연계에 대한 제어시스템의 제어변수 확립 및 프로그램 구성
	6	◦ 기능향상과 실증적용 성능평가	- 현장적용성이 용이한 S/W 모듈의 수정 보완 - 상·하부 시스템 개방형 연계기능안 확립
		◦ 테스트베드 구축	- S/W모듈과 제어시스템 연계운영 실증
		◦ 시스템 보완 및 BM용 모델 개발	- 건물특성, 시스템별 통합연동성 고려 보편화 방안 확립
L. 다분류 에너지원 복합제어 알고리즘 (㈜나라컨트롤)			
1	1	◦ 계획수립 및 자료조사	- 기존 연구내용 분석 및 연구계획 수립 - KS규격에 입각한 모듈화 방안 검토
		◦ 복합제어 알고리즘 개발에 관한 고려요소 확정	- 각 시스템 별 에너지 관련 변수 조사 및 확정 - 최적제어 알고리즘 모듈화 기준 작성 - 기존 BEMS 및 EMS 기능을 고려한 해석변수 확정
2	2	◦ BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘 개발	- 에너지 시뮬레이터 구성계획 확립 - 해석을 위한 건물에너지 입출력 변수 구성 - 최적제어 알고리즘 통합해석이 가능한 알고리즘 구현
		◦ 복합제어 알고리즘 수정 보완	- 최적제어 알고리즘 통합 비용함수 해석방안 확립 및 작성 - 알고리즘 수정보완을 위한 시뮬레이션 프로그램 작성
3	3	◦ 복합제어 알고리즘 비용함수 해석률 구현	- 예비 시뮬레이션을 통한 복합제어 알고리즘 구현방안 확립 - 시뮬레이션 아웃풋을 통한 운전연계방안 검토 - 실증사이트 구축을 통한 검증 시행

		◦ S/W모듈에 대한 복합제어 알고리즘 탑재	- BEMS 개방형 플랫폼과의 연계가 가능한 S/W모듈에 복합제어 알고리즘 탑재 - 각 분야별 최적제어 알고리즘과의 연계방안 확립
	4	◦ 실증사이트를 고려한 복합제어 알고리즘 수정보완 검토	- 실증사이트 대상 시뮬레이션 프로그램 구성 - 예비 시뮬레이션을 통한 실증방안 확립 - 시뮬레이션 아웃풋을 토대로 한 연계운전방안 확립
	5	◦ 건물 특성별 복합제어 알고리즘 적용방안 연구	- 건물 특성시스템별 복합제어 알고리즘 보편화방안 연구 - 추가 업데이트를 위한 계획안 확립
4	6	◦ 테스트베드 구축	- 복합제어 알고리즘의 최종 실증진행
	6	◦ 최종 수정보완	- 복합제어 알고리즘의 보급화를 위한 최종 수정보완안 확립 - 복합제어 알고리즘 가이드 작성
M. 현장 적용 및 실증 (㈜나라컨트롤)			
1	1	◦ 개방형 플랫폼 적용방안 검토	- 업무용(한국나노기술원) BEMS 설계 검토
2	2	◦ 개방형 플랫폼 설계 검토	- 업무용(한국나노기술원) 사용자 기반 BEMS 현장 설치, 시운전, 문제점 분석 및 보완
3	3	◦ 개방형 플랫폼 설계 및 현장 설치	- 업무용(한국나노기술원) 실적용 운전, 운전데이터 수집, 운영, 결과평가 및 효과 분석
	4	◦ 적용현장 운영, 관리	- 업무용(한국나노기술원)운영관리
4	5	◦ 적용현장 하절기 효과분석	- 업무용(한국나노기술원)운영관리 및 효과 분석
	6	◦ 적용현장 동절기 효과분석	- 업무용(한국나노기술원)운영관리 및 효과 분석
N. BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(S/W)(㈜에코시안)			
1	1	◦ 건물에너지 요소 분석 및 사례조사	- 국내·외 기술개발 현황 조사 · 도입효과 산정 방법론 및 평가 도구 조사 : 국내·외 M&V 도입 현황 및 가이드라인과 분석 프로그램, 도입효과 실증 사례 - 건물에너지 절감효과 산정 방안 및 요소분석 · 절감효과 산정 및 분석 방안 도출 · 건물에너지 분석 주요 입출력 요소 정리
		◦ 개방형 플랫폼 연계방안 및 개발 계획 수립	- 개방형 플랫폼 연계방안 설정 · 적용기술(핵심기술 포함)-개방형 플랫폼-예측 및 평가 도구 간 데이터구조 연계방안 도출 · BEMS KS 연계규격에 의한 관제점 분류 및 구조화 - 예측 및 평가 도구 기능 정의 및 개발 계획 수립 · 예측 및 평가 도구 기능 정의 · 예측 및 평가 도구 메뉴구조도 · 예측 및 평가 도구 프로세스 · 예측 및 평가 도구 간 인터페이스 · 개방형 플랫폼과의 인터페이스
2	2	◦ 예측 및 평가 도구 기획 및 설계	- 예측 및 평가 도구 기획 · 예측 모듈, 평가 모듈 · 시스템 운영 방안 - 예측 및 평가 도구 설계 · 예측 모듈 화면 · 프로그램 설계 · 평가 모듈 화면 · 프로그램 설계
3	3	◦ 예측 도구 개발	- 알고리즘 연계 S/W 개발 · 개발된 제어 기술 적용 시 에너지 절감량 예측 가능한 툴 개발 - 예측 도구 화면 설계 및 개발

			· 수식, 시뮬레이션 예측 도구 설계 및 개발 - 시뮬레이션 베이스 모델 구축 · 아산중앙도서관 BEMS 도입에 따른 절감량을 산출하기 위하여 시뮬레이션 베이스 모델 구축
	4	◦ 평가 도구 개발	- BEMS 도입효과 평가 방안 수립 · 예측 및 평가 체계 · 예측 및 평가 방법 - 평가 도구 화면 설계 및 개발 · 수식, 회귀, 시뮬레이션 평가 프로세스 · 수식, 회귀, 시뮬레이션 평가 도구 화면 설계 및 개발 · 수식, 회귀, 시뮬레이션 평가 도구 화면 설계 및 개발
	5	◦ 시스템 고도화	- 예측 및 평가 방법론 구축 - 기능 구현 테스트 및 수정사항 도출, 기능 개선
4	6	◦ 현장시험 ◦ 제품화 준비 ◦ 홍보	- 실증 사이트 적용 - 보완 사항 도출 · 고도화 - 추가 기술 업그레이드 - 예측 및 평가 도구 운영 매뉴얼 개발 - 기술지도 및 홍보 수행
0. 중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어 (가천대학교 산학협력단)			
1	1	◦ 중앙집중식 공조시스템 공중별 시스템 조사 및 패키지(안) 구성 ◦ 공중별 에너지소비 분석/예측 방법론 정립 ◦ 공조시스템 에너지저감 의사결정 알고리즘 기획	- 열원설비 / 반송설비 / 공조유닛 등 공조시스템을 구성하는 공중별 실태조사 - 적용 가능한 공조시스템의 구성 - 중앙식 공조시스템 자동제어 기법 조사 - 시뮬레이션 Tool 조사 - 공중별 제어량에 따른 조절량 및 조작량 분석 - 조절량 및 조작량의 변수 체계 구성 - 건물 에너지 종합성능 평가방법 절차 수립 - 실시간 에너지 사용량과 변수 적용에 따른 에너지소비 예측량의 비교 · 분석 방법론 정립
2	2	◦ BEMS 플랫폼 연계 데이터의 분석을 통한 실시간 에너지 사용량 분석 기법 ◦ 공중별/공조시스템 구성별 에너지소비 예측을 위한 에너지 시뮬레이션 도구 패키지화	- 부문별 에너지 사용실태 분석 : 열원/반송/공조유닛 공조시스템 제어를 에너지 성능자료를 활용) - 운전패턴 및 자동제어 특성 분석 - BEMS 기반 건물에너지 성능분석 및 진단모듈 개발와의 연계를 통한 공조시스템 에너지 소비 패턴에 따른 사용량 분석 방안 연구 - 공조시스템 부문별 에너지 손실 요소 조사 및 분석 - 조사 및 분석 결과를 통한 공조 시스템 제어를 위한 BEMS 플랫폼 연계 데이터 선별 - 실시간 데이터 입력 SW 시작품 제작 - 사용 에너지 시뮬레이션 Tool 분석 - 실시간 데이터 입력 SW 시작품과 상용 시뮬레이션 Tool 연동 작업 수행 - 실시간 데이터 분석 기법 확립
3	3	◦ 실시간 사용량 및 에너지 소비 예측 기반의 건물 에너지저감 의사결정 알고리즘 수립	- 최적제어를 위한 제어량, 조절량, 조작량 등의 재설정을 위한 Self-learning 알고리즘 · 수집되는 실시간 데이터를 반복하여 Self-learning 시킴으로써 최적화된 제어량, 조절량, 조작량 등 재설정 기능 · 최적화된 파라미터 산출 위한 데이터 기반 Self-learning 모델에 의한 실시간 데이터 학습

			- 공조시스템 에너지사용량 예측 오차율 절감 기법 · 에너지 사용량 예측 오차율 절감을 위한 다중레이어 피드포워드 신경망 학습 모델을 기반으로 한 알고리즘 개발 - 에너지 소비 예측 및 분석 Tool 개발 · 제어량, 조절량, 조작량 등 재설정을 위한 Self-learning 알고리즘과 에너지사용량 예측 오차율 절감 기법을 탑재한 에너지 소비 예측 및 분석 Tool 개발 · 실시간 데이터 입력 SW(2차년도 시작품)와의 패키지화 작업 수행
	4	◦ 에너지 소비 예측 및 분석 Tool 적용방안 계획 수립 및 BEMS 개방형 플랫폼 적용	- 중앙집중식 공조시스템 실시간 에너지 종합성능최적화 SW 시제품 개발 · 실시간 데이터 기반 Self-learning 중앙집중식 공조시스템 최적제어 및 에너지사용량 예측 오차율 절감 알고리즘 탑재 - 개방형 플랫폼 이식 : 범용 인터페이스 개발
4	5	◦ 데이터 분석 및 평가	- 응용 소프트웨어 실증 적용을 위한 보완 작업 - 현장 적용을 통한 소프트웨어 성능 평가 및 분석 - 성능 최적화 알고리즘에 의한 에너지사용량 절감을 산출
	6	◦ 알고리즘 및 응용 소프트웨어 보완	- 실증 현장에서의 검증 결과 검토 및 분석 - 최적화 알고리즘의 수정 및 보완 - 응용 소프트웨어 세부 기능 수정 및 보완
P. 중앙집중식 공조시스템의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측 기법 (가천대학교 산학협력단)			
1	1	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
2	2	◦ Heat Pump Operation Tool 개발	- 건물의 규모, 유형과 용도, 재실인원수, 공조설비의 제원 등의 자료 수집 - 히트펌프 적용의 중앙집중식 공조시스템 운전패턴 및 자동제어 프로그램 특성 조사 및 분석 - 히트펌프 적용 시스템 동적모델링 시나리오 구성 - 히트펌프 공조시스템 동적모델링 기반 예측평가 tool 개발
3	3	◦ Ice Thermal Storage Operation Tool 개발	- 빙축열 적용 중앙집중 공조시스템 운전패턴 및 자동제어 프로그램 특성 조사 및 분석 - 빙축열 적용 시스템 동적모델링 시나리오 구성 - 빙축열 공조시스템 동적모델링 기반 예측평가 tool 개발
	4	◦ Variable Air Volume Operation Optimization Tool 개발	- 변풍량 방식 중앙 공조시스템의 운전패턴 및 자동제어프로그램 특성 조사 및 분석 - 변풍량 적용 공조시스템 동적모델링 시나리오 구성 - 변풍량 공조시스템 동적모델링 기반 예측 평가 tool 개발
4	5	◦ 에너지 소비 예측 기법 보완	- 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비예측기법 수정 · 보완
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
Q. 개별분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 개발 (성균관대학교 산학협력단)			
1	1	◦ 선행 연구사례 조사	- 개별 분산공조시스템의 건물 용도별 현황 분석
		◦ 개별분산 공조시스템 설치 현황 조사	- 기존 개별분산공조시스템 제어관련 연구 사례조사
		◦ 개별분산 공조시스템 특성 분석	- 기존 개별분산공조시스템 적용 건물 에너지 소비특성 분석
2	2	◦ 쾌적제어 알고리즘의 작성	- 개별분산공조시스템의 쾌적제어 알고리즘 작성
3	3	◦ 에너지 절감 알고리즘 작성	- 개별분산공조시스템의 에너지절감 알고리즘 작성
	4	◦ 실시간 최적제어 프로그램 작성	- 쾌적하면서 에너지 절약적인 최적제어 알고리즘 작성 - 개별 분산 공조시스템의 실시간 최적제어 프로그램 작성

4	5	◦ 실시간 최적제어 현장성능 검증	- 실시간 최적제어 프로그램 현장 성능 분석 1 - 실시간 최적제어 프로그램 현장 성능 분석 2
	6	◦ 실시간 최적제어 프로그램 기술 확산 연구	- 프로그램 제품화 - 사용 매뉴얼 작성 - 교육 및 홍보
R. 개별분산 공조시스템 원거리 관리 프로그램 (성균관대학교 산학협력단)			
1	1	해당사항 없음	- 해당사항 없음
2	2	◦ 개별 분산 공조시스템 통신 및 제어를 위한 하드웨어 조사	- 개별분산 공조시스템 제어용 하드웨어 및 센서 DB구축 - 개별분산 공조시스템 제어를 위한 데이터 서버 및 WEB서버 구축 사례조사 - 제어를 위한 환경변수 및 측정 방법 조사
		◦ 원거리 통신 및 제어기술 조사	- 제어 대상 개별 분산 공조시스템 통신 프로토콜 DB구축 - 하드웨어와 서버간의 통신 프로토콜 DB구축 - 개별 분산 공조시스템 제어 로직 DB구축
3	3	◦ 원거리 통신 프로토콜 및 제어로직 개발	- 제어를 위한 개별분산 공조시스템과의 통신 프로토콜 개발 - 개별 분산 공조시스템 제어 로직 개발 - GUI개발
	4	◦ 시작품 개발	- 개별분산 공조시스템 원거리 통신 및 제어용 시작품 개발 - 에너지 모니터링 GUI구축
4	5	◦ 시범사업 및 시스템 보완	- 시범사업을 통한 건물의 에너지모니터링 데이터 흐름에 적합한 통신 프로토콜 검증 및 보완 - 관리용 제어시스템 구축 및 건물용도별 적용방안 구축
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
S. 에너지 수요관리 및 평준화를 위한 수요반응 시스템(DR) (㈜나오디지탈)			
1	1	◦ OpenADR Protocol 분석	- OpenADR2.0 규격 설계
		◦ 전력사용 패턴 분석	- 전력 사용패턴 분석 - CBL 분석기법 (Mid/Max)
2	2	◦ DR시장 연계 모듈 - 운영 예측모듈 개발	- 운영패턴 분석 및 CBL(Customer Baseline Load) 예측 모듈 개발
		◦ DR시장 연계 모듈 - 수요반응 통합모듈 개발	- 수요관리 프로그램 연계 모듈 개발(OpenADR 2.0b)
3	3	◦ DR시장 연계 모듈 - 레거시장치 연동 모듈	- 레거시 장치와 데이터 연동을 통한 DR모듈 개발
	4	◦ 통합운영 실증(고도화) 1	- 중소 건물의 수요자원시장 참여 분석 - 통합운영 가이드라인 개발
4	5	◦ 통합운영 실증(고도화) 2	- 에너지 성과 보증제 등 BM모델 도출, 현장실증
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
T. 건물에너지 수요관리 알고리즘 및 최적 전력피크관리 프로그램 (한국산업기술컨설팅㈜)			
1	1	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
2	2	◦ 건물 현황 분석 및 잠재량 도출	- 건물 전력수요 관리 개요 및 제도 적용 기초조사 - 건물 수요관리 기술/운영 잠재량 파악(TP, AP)
3	3	◦ 수요관리 기술 개발	- 건물 단위별 전력사용 패턴 분석 - 수요관리 기술개발(DR DB조사 및 알고리즘 구현)
	4	◦ 수요관리 기술 개발	- 수요관리 방안수립 및 연관 기술개발 DB 구축 - 수요관리 시스템 운용 방안 마련
4	5	◦ 알고리즘 운영 실증, 신뢰성 확보	- 수요관리 방안 실증 / 알고리즘 신뢰성 확보

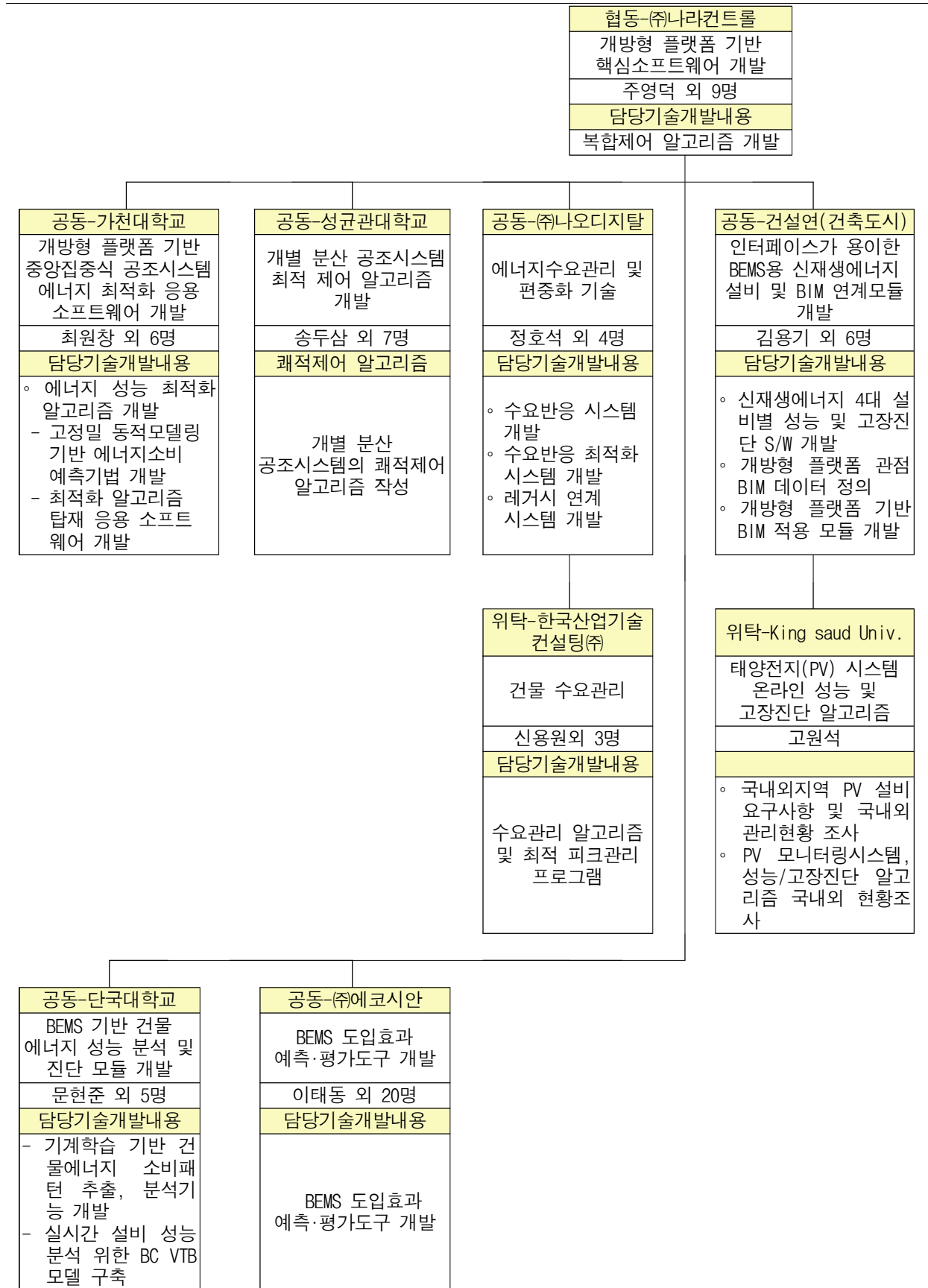
		보 및 검증	- 수요관리 제어 알고리즘의 모의 테스트를 통한 검증 및 실증사이트 사용자의 피드백 사항을 반영하여 알고리즘 보완
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
U. 신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리, 제어 소프트웨어 (한국건설기술연구원[건축])			
1	1	◦ 연구개발 계획 수립 및 자료조사, 신재생에너지 설비 대상 모니터링 구성안 개발	- 기존 연구내용 분석 및 연구계획 수립 - 신재생에너지 설비의 유지관리 현황 조사 - 국내외 연구개발 내용 벤치마킹 - 신재생에너지 설비 특성 파악 - 신재생에너지 4대 설비별(태양광, 태양열, 지열, 연료전지) 성능 및 고장진단 모니터링 방안 개발
2	2	◦ 신재생에너지 4대 설비별 성능 및 고장진단 S/W 모듈 개발	- 태양열 모니터링 알고리즘 개발(태양광발전 모니터링 알고리즘은 KSU에서 수행) - 지열 모니터링 알고리즘 개발 - 연료전지 모니터링 알고리즘 개발 - 개방형 플랫폼 적용 신재생에너지 4대 설비별 성능 및 고장진단 S/W 모듈 시작품 개발
3	3	◦ 기존 열원설비와 신재생에너지설비의 하이브리드 제어기(HW) 및 SW 개발	- 2차년도 시작품의 업데이트(개방형 플랫폼 적용) - 기존 시스템과 신재생에너지 설비(지열, 연료전지)의 연동 제어 알고리즘 개발 - 개발된 알고리즘을 이용한 제어기 시작품 제작 - 개발된 알고리즘을 이용한 어플리케이션 제작
	4	◦ 제어부문 개방형 플랫폼 탑재 및 상호 연동성 테스트	- 실험실 및 현장 실험 - 제작된 시작품의 개방형 플랫폼 탑재 및 연동성 향상을 위한 기능 업데이트 - 실험실 수준 신재생에너지 설비 가동을 향상 검증
4	5	◦ 실증사이트 운영 구축 및 시스템 최적화	- 실증사이트 대상 시작품 설치 및 운영 - 네트워크 연동시험 결과 분석 - 최적화 운전을 위한 시스템 구성안 및 운영안 도출
	6	◦ 개발시스템 보완 및 개방형 플랫폼 적용, 실증적용 후 성능 평가	- 신재생에너지 설비 성능, 고장 및 유지관리 S/W 성능 보완 - 개발시스템의 개방형 플랫폼 적용 - 개발시스템의 실증적용 후 성능 평가 - 사용자 매뉴얼 작성
V. BIM 기반 HMI 및 정보지원 소프트웨어 (한국건설기술연구원/[ICT])			
1	1	◦ 선행사례 조사 및 분석	- IFC(Industry Foundation Classes) / BIM(Building Information Modeling) 지원 소프트웨어 및 시스템 개발사례 분석 - BEMS 가시화 인터페이스 개발사례 분석
		◦ 개방형 플랫폼의 BIM 적용 모듈 개발방안 선정	- 개방형 플랫폼의 BIM 요구기능 정의 - BIM 적용 모듈 개발 대상 및 범위 선정 - BIM 적용 모듈 개발방법론 선정
2	2	◦ 개방형 플랫폼 기반 BIM 적용 기본모듈 개발	- BIM 적용 기본모듈의 요구사항 정의 및 설계 - BIM 적용 기본모듈의 기능 개발 · BIM 기반 관제점 설정 및 편집 · BIM 모델 DB 구축 및 관리 기술
3	3	◦ 개방형 플랫폼 기반 BIM 적용 응용모듈 개발	- BIM 적용 응용모듈의 요구사항 정의 및 설계 - BIM 적용 응용모듈의 기능 개발 · BIM 기반 HMI 등 플랫폼 연계운영 기능 · 분석, 평가결과 등 결과 데이터 가시화 · 실내외 환경정보 등 현황 데이터 가시화

	4	◦ 개방형 플랫폼 기반 BIM 적용 모듈 운영성 검증	- BIM 적용 모듈 현장적용 및 시운전 - BIM 적용 모듈의 보완 ※ BIM 적용 모듈 : 기본모듈과 응용모듈의 통칭
4	5	◦ 개방형 플랫폼 테스트베드 현장 운영지원	- 테스트베드 BIM 적용 모듈 운영 지원 - BIM 적용 모듈 사용자 매뉴얼 개발 및 배포
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
W. 개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인(한국건설기술연구원[ICT])			
1	1	◦ 선행사례 조사 및 분석	- 에너지 및 시설관리 분야 BIM 지침 개발사례 분석 - BEMS KS 등 건물에너지관리 관련 문헌 분석
		◦ 개방형 플랫폼의 BIM 모델 활용 방안 도출	- 개방형 플랫폼의 BIM 요구기능 정의 - 개방형 플랫폼의 BIM 활용 대상 및 범위 선정 - 개방형 플랫폼의 BIM 모델 활용 시나리오 작성
2	2	◦ 개방형 플랫폼 운영 관점의 BIM 데이터 정의	- 개방형 플랫폼 운영 관점의 BIM 데이터 저장 규약 정의 - BIM 적용 기본모듈 활용을 위한 BIM 모델 작성 요건 정의
3	3	◦ 개방형 플랫폼 모듈별 BIM 데이터 요건 정의	- BIM 적용 응용모듈 및 타 모듈 연계 활용을 위한 모듈별 BIM 모델 작성 요건 정의
	4	◦ 개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인 개발 및 검증	- 사용자 유형별 데이터 작성 가이드라인 개발 - 현장적용, 시운전을 통한 데이터 작성 가이드라인 검증
4	5	◦ 개방형 플랫폼 테스트베드 현장 운영지원	- 개방형 플랫폼 기반 데이터 작성 가이드라인 발간 및 홍보 - BIM 데이터 작성 가이드라인에 따른 개방형 플랫폼 테스트 베드 BIM 모델 구축
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
X. 태양전지(PV)시스템 온라인 성능 및 고장진단 알고리즘 (King Saud Univ.)			
1	1	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
2	2	◦ 사례 조사 및 분석	- 국내외지역 PV 설비요구사항 조사 - 국내외지역 PV 유지관리현황 조사 - PV 모니터링시스템 국내외 현황조사 - PV 성능/고장진단 알고리즘 국내외 현황조사
		◦ 알고리즘 초안 도출	- 온라인 성능/고장진단 알고리즘 Draft - 연차실적계획서 및 논문작성
3	3	◦ 알고리즘 시험	- 실험실 수준에서의 테스트 수행 - 알고리즘 보완
		◦ 알고리즘 적용	- PV 설비시뮬레이터 기반 모니터링방안 연구 - Sunny Boy 모니터링 방안 연구
	4	◦ 추가 알고리즘 개발	- ESS와의 연동방안 검토 - 스마트 그리드와의 연동방안 검토 - 논문 작성, 연차실적계획서
4	5	◦ 실증 및 보완	- 실증결과 모니터링 - 실증결과를 반영한 알고리즘 보완
		◦ BEMS 연계 실증	- 개방형 플랫폼 적용 상태에서의 BEMS 연계 - 성능평가 및 문제점 도출
		◦ 현장 모니터링 및 스마트 그리드 연계 실증	- 현장 모니터링 결과 분석 및 보고서 반영 - 문제점 개선 및 성능보완 - 논문 및 최종보고서 작성
	6	◦ 해당사항 없음	- 해당사항 없음
Y. BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈 (단국대학교 산학협력단)			

1	1	Machine Learning 기반 자동 건물에너지 소비 패턴 추출 방법을 활용한 분석 수행	ANN(Artificial Neural Network), SVM(Support Vector Machine) 등 Machine Learning 기반의 부문별 에너지 소비 패턴 추출 방법을 활용한 건물 에너지 성능분석 수행
2	2	Machine Learning 기반 자동 건물에너지 소비 패턴 추출 및 분석 기능 개발	기계학습 기법 기반의 건물에너지 소비패턴 추출 방법을 활용한 분석 기능 개발
		BCVTB 기반 실시간 설비 성능 및 효율 분석 기능 개발	실시간 설비 성능 분석을 위한 BCVTB (Building Control Virtual Test Bed) 모델 구축
3	3	BCVTB 기반 실시간 설비 성능 및 효율 분석 기능 개발	건물 내 주요 에너지 다소비 설비 도출 및 실시간 성능 및 효율 분석 기능 개발
		개방형 플랫폼 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈 개발	- 개방형 플랫폼 기반 실시간 자동 건물에너지 성능 분석 및 진단 통합 모듈 개발 - 개방형 플랫폼 내 데이터 호환성 및 안정성 평가 - 개발 통합 모듈 기반 건물에너지 성능 및 진단 효율 평가 (분석 및 진단 정확성)
	4	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈 실증 현장 적용	- 연구기관이 자체 보유한 테스트베드를 활용한 1차 사전 현장 시험 수행 - 실증 대상 건물을 활용한 2차 현장 적용 수행 - 실증을 통한 현장 적용성 평가
4	5	실증 적용 결과를 통한 성능 검증 및 기술 보완	- 실증 데이터를 기반으로 BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈의 적용 결과 분석 및 보완 수행 - 실증 데이터(아산시립도서관) 기반 모듈 적용 결과 분석 - 기계학습을 이용한 에너지 사용량 등급화 분석 방법과 시각화 방법에 대하여 전문가 자문회의를 통하여 검증
	6	기술 적용에 따른 에너지 소비 저감 개선안 도출	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 기술 적용에 따른 에너지 소비저감 개선안 도출 및 에너지절감 효과 분석
※ 1차년도 : 2015.05.14~2016.03.31, 2차년도 : 2016.04.01~2017.01.31, 3차년도 : 2017.02.01~2017.12.31 4차년도 : 2018.01.01~2018.12.31, 5차년도 : 2019.01.01~2019.12.31, 6차년도 : 2020.01.01~2020.10.31			

(2) 연구개발 추진 체계





(3) 추진 일정

구분	과제명 (연구기관)	연구목표	연구목표별 Activity	성과물 (산출물)	성과목표 및 지표		소요연구비 (백만원)	1단계	2단계	3단계		4단계			
					성과목표	성과지표		1차년도 (2015)	2차년도 (2016)	3차년도 (2017)	4차년도 (2018)	5차년도 (2019)	6차년도 (2020)		
소요 연구비 합계 (백만원)								13,220	432	2,071	2,244	2,391	2,447	3,635	
주관	BEMS용 개방형 플랫폼 및 응용 프로그램 개발 및 실증 (KICT-주관)	BEMS용 개방형 플랫폼 및 응용 프로그램 개발	개방형 플랫폼 아키텍처	서비스모듈 관리체계 도입	A-1	①	20	20							
				디바이스 관리체계 도입		②	25	25							
				설계자 인터페이스		③	20	20							
				설치자 인터페이스		④	47	47							
				운영관리자 인터페이스		⑤	20	20							
			로컬모듈 운영프로그램, 센터모듈 규약	로컬모듈 프로그램 개선	A-2	①	50		50						
				서비스모듈 연계방법 제시		②	40		40						
				디바이스 연계방법 제시		③	68		68						
				서비스모듈 규약 작성		④	60		60						
				디바이스 규약 작성		⑤	52.1		52.1						
			센터모듈 웹 프로그램	서비스모듈 라이브러리 개발	A-3	①	90			90					
				디바이스 라이브러리 개발		②	110.82			110.82					
				서비스모듈-로컬모듈 인터페이스		③	25			25					
				디바이스-로컬모듈 인터페이스		④	30			30					
				서비스모듈-디바이스 인터페이스		⑤	14			14					
			개방형 BEMS 플랫폼 시작품	사용자 관점의 개방성	A-4	①	130				130				
				사용자별 관리도구 모듈화		②	120				120				
				개별 모듈간 연계 및 작동성		③	160				160				
				라이브러리와 연계성		④	110				110				
				사용자 이해 및 작업 편의성		⑤	14					14			
			운영관리 알고리즘, 서비스모듈 및 디바이스 시작품	기본 모듈(가시화, UI, 제어 기능 등)	A-5	①	97						97		
				건물관리용 운영관리 알고리즘		②	150						150		
				규약 준수 운영관리 서비스모듈 시작품		③	320						120	200	

				규약 준수 디바이스 시작품		④	115						100	15
				시작품 현장 적용 및 검증		⑤	110						100	10
			개방형 플랫폼 상용 패키지 및 어플리케이션	사용자 지원 로컬 모듈	A-6	①	200							200
				서비스모듈 라이브러리		②	150							150
				디바이스 라이브러리		③	150							150
				서비스모듈 및 디바이스 시제품		④	100							100
				서비스모듈 및 디바이스 검수장치		⑤	200.62							200.62
		개발기술의 현장적용 및 실증	사무용 (KICT 화성청사, 제주테크노파크)	BEMS 설계 검토	B-1	①	16		6				10	
				사용자 기반 BEMS 현장 설치		②	141			91			50	
				시운전, 문제점 분석 및 보완		③	18			2	6			10
				실적용 운전 및 운전데이터 수집		④	58				18	20	10	10
				운영, 결과평가 및 효과 분석		⑤	21				6		5	5
				실증결과 종합		⑥	8							8
			관공서용 (아산시립중앙도서관, 울곡교육연수원)	BEMS 설계 검토	B-2	①	8			3	5			
				사용자 기반 BEMS 현장 설치		②	10				10			
				시운전, 문제점 분석 및 보완		③	17				12	5		
				실적용 운전 및 운전데이터 수집		④	58				8	20	10	20
				운영, 결과평가 및 효과 분석		⑤	12					5	5	5
				실증결과 종합		⑥	8							8
			교육용 (제주대학교)	BEMS 설계 검토	B-3	①	4						4	
				사용자 기반 BEMS 현장 설치		②	84						84	
				시운전, 문제점 분석 및 보완		③	20							20
				실적용 운전 및 운전데이터 수집		④	5							5
				운영, 결과평가 및 효과분석		⑤	8							8
				실증 결과 종합		⑥	10							10
			주거용 (개별 건물)	BEMS 설계 검토	B-4	①	4						4	
				사용자 기반 BEMS 현장 설치		②	4						4	
				시운전, 문제점 분석 및 보완		③	10							20
				실적용 운전 및 운전데이터 수집		④	5							5
				운영, 결과평가 및 효과 분석		⑤	8							8
				실증 결과 종합		⑥	10							10
			건물 용도 및	국내 표준건물 분류	표준건물 적용 대상 선정	C-1	①	20	20					

		관리방식별 BEMS 참조모델 개발 (상명대, ~3차)		용도별 참조모델 검토		②	23.6		23.6					
				관리방식별 참조모델 검토		③	27.6			27.6				
			BEMS 참조모델	참조모델 작성 및 적용방안 도출	C-2	④								
소요 연구비 소계 (백만원)				3,416.74 (백만원)			3,416.74	152	395.7	362.42	589	750	1,167.62	
위탁	에너지 빅 데이터 활용 기법 개발 (감정원)	건물에너지 소비패턴 분석 및 빅데이터 활용기법 개발	업무용 소비량 패턴 분석	업무용 건물의 에너지 소비량 패턴	D-1	①	20			20				
			주거용 소비량 패턴 분석	주거용 건물의 에너지 소비량 패턴	D-2	①	20				20			
			빅데이터 활용기법 개발	빅데이터 활용기법	D-3	①	20					20		
			개방형 BEMS 적용방안	BEMS 활성화 방안 제안	D-4	①	20						20	
소요 연구비 소계 (백만원)				80 (백만원)			80			20	20	20	20	
위탁	BEMS용 실시간 상태감시, 성능고장진단 알고리즘 개발 (경상대, 2~5차)	BEMS용 실시간 상태감시, 성능고장진단 알고리즘 개발	성능고장 진단 BEMS 구축	기존 톨 특성파악	E-1	①	10		10					
				고장진단 범위 검토		②	10		10					
				서브 알고리즘 작성		③	9.5		9.5					
				서브 모듈 구축		④	6			6				
				성능 모니터링 시스템 구축		⑤	6			6				
				고장발견 진단 톨 구축		⑥	8.7			8.7				
			성능고장 진단 BEMS 구축 BEMS모듈 실증	실증 사이트 BEMS 구축	E-2	①	35				35			
				실증데이터 분석 및 고장진단 실시		②	35					35		
소요 연구비 소계 (백만원)				120.2 (백만원)			120.2		29.5	20.7	35	35		
공동	BEMS 설계·시공 매뉴얼 및 가이드라인 개발 (주우원)	BEMS 도입 상세매뉴얼, Check list 및 전주기 설계 및 운영을 위한 가이드라인 개발	BEMS 도입을 위한 프로세스별 상세매뉴얼 및 Check list	자료조사 및 목표기준 설정	F-1	①	15	15						
				에너지저감 기술 및 BEMS 기능 도출		②	55		55					
				분야별 BEMS연계 계측 포인트 설정		③	79.2			79.2				
				BEMS 연계 프로세스 및 체크리스트		④	10				10			
				BEMS프로세스 매뉴얼		⑤	21.76				21.76			
				BEMS 설계 매뉴얼 사이트 검증/보완		⑥	115					55	60	
			BEMS 전주기 설계 및 운영을 위한 가이드라인	기초자료 조사 및 목표기준 설정	F-2	①	15	15						
				가이드라인 적용 및 고려사항 조사		②	50		50					
				BEMS 참조모델 연계성 분석		③	70			70				
				BEMS 설계 가이드라인		④	20.5				20.5			
				설계 가이드라인 사이트 검증/보완		⑤	92.3					40	52.3	
			전기/자동제어 설비 설계 가이드 라인	BEMS 설계 체계 계획	기초자료 조사 목표기준 설정	G-1	①	5		5				
							②	6.8		6.8				
				BEMS 표준모델 에너지	표준모델별 에너지특성 분석	G-2	①	13.8			13.8			

		목표기준 선정 (주한양, 2~3차)	저감기술 개발	에너지저감기술 BEMS 연동 방안작성		②	10					10			
			BEMS 설계 가이드라인 작성	BEMS 설계 가이드 라인	G-3	①	6.4						6.4		
						②	18						18		
			소요 연구비 소계 (백만원)		603.76 (백만원)		603.76	30	116.8	163	62.26	119.4	112.3		
공동	BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안 연구 (에너지공단)	BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안	BEMS KS 연계규격 제정 신청	제정 신청 건수	H-1	①	20	20							
				제정 신청 건수		②	70		70						
				제정 신청 건수		③	79.4			79.4					
				제정 신청 건수		④	75			75					
			BEMS 우수사례 발굴	BEMS 우수 사례집 발간	H-2	①	45					45			
			BEMS 표준(안) 채택	BEMS 전문교육과정 개발 및 운영	H-3	①	131.6							131.6	
		BEMS KS 연계규격 실증 및 개선안 (주에코시안, 1~3차)	BEMS KS 평가체계 계획	평가방법론	I-1	①	10	10							
				평가체계 보고서		②	10	10							
			표준(연계규격) 부합성 평가(안) 개발	표준 부합성	I-2	①	40		40						
			현장 적용성 평가(안) 개발	현장 적용성	I-3	①	19			19					
				현장 적용성		②	5			5					
			실증 평가체계 구축	평가 체크리스트	I-4	①	10					10			
			실증 평가체계 구축	평가 가이드라인	I-5	①									
			실증대상 평가, 정책 연계	실증평가 및 보고서	I-6	①									
			소요 연구비 소계 (백만원)		515 (백만원)		515		129	94.4	75	45	131.6		
공동	BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털 제작 및 운영 (BEMS협회)	BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털	정보제공 Portal 조사	자료조사보고서	J-1	①	10	10							
			정책·법·제도 조사	자료조사보고서	J-2	①	10	10							
			Portal 기획 및 구성	기획보고서	J-3	①	15		15						
			Portal Contents 개발	Portal Contents	J-4	①	30		30						
			Portal Beta Service 운영	Portal Service	J-5	①	30		30						
			Mobile App.제작/배포/홍보	Mobile App. 배포	J-6	①	30		30						
			연구단 세부 결과물 Upload	Portal Contents	J-7	①	20				20				
			간담회 통한 홍보	홍보자료	J-8	①	26.4				26.4				
			정책·법·제도 적용 확대	Portal Contents	J-9	①	20				20				
			결과물 Portal 내 입력	Portal Contents	J-10	①	12						12		
						②	16						16		
						③	25							25	
			BEMS 추가 Contents 확대	Portal Contents	J-11	①	12						12		

						②	16					16	
						③	25						25
			정책·법·제도 Contents 추가 확대	Portal Contents	J-12	①	14				14		
						②	30					30	
						③	38.6						38.6
소요 연구비 소계 (백만원)							380	20	105	66.4	38	62	88.6
협동	개방형 플랫폼 기반 핵심 소프트웨어 개발 (㈜나라)	J-BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈	개방형 플랫폼 연계 S/W모듈	S/W모듈	K-1	①	5	5					
						②	39.6		39.6				
						③	60			60			
						④	30				30		
						⑤	20.1					20.1	
						⑥	272						272
		K-다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	건물부하예측 시뮬레이터	신뢰도	K-2	①	5	5					
						②	50		50				
						③	30			30			
						④	25				25		
						⑤	20					20	
						⑥	100						100
		K-다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	복합제어 알고리즘	알고리즘의 효과	L-1	①	5	5					
						②	50		50				
						③	185			185			
						④	160				160		
						⑤	20					20	
						⑥	100						100
		현장적용 및 실증	사무용 (한국나노기술원 등)	BEMS 설계검토 사용자 기반 BEMS 현장 설치 시운전, 문제점 분석 및 보완 실적용 운전 및 운전데이터 수집 운영, 결과평가 및 효과 분석	M-1	①	20.6				20.6		
						②	529.7				395	134.7	
						③	41.3					41.3	
						④	178.9					163.9	15
						⑤	27.5						27.5
						⑥	100						100
		K-다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	건물에너지 비용해석 시뮬레이션 모델	신뢰도	L-2	①	5	5					
						②	100		100				
						③	6.6			6.6			
						④	1.8				1.8		
						⑤	20					20	
						⑥	100						100

				실증 결과 종합		⑥	20.68						20.68
소요 연구비 소계 (백만원)				2,108.78 (백만원)			2,108.78	20	239.6	281.6	632.4	400	535.18
공동	BEMS 도입효과 예측 및 평가도구 (S/W) 개발 (주예코시안)	BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계소프트웨 어 모듈	도입효과 예측, 평가 도구 계획 수립	건물에너지 요소 분석	N-1	①	4.4	4.4					
				에너지분석 사례조사		②	5.2	5.2					
				개발계획 수립		③	10.4	10.4					
			예측 및 평가 S/W 기획 및 설계	예측 툴 기획	N-2	①	54		54				
				예측 툴 설계		②	54.3		54.3				
				평가 툴 기획		③	54			54			
				평가 툴 설계		④	54.7			54.7			
			예측 툴 개발	알고리즘 연계 S/W 개발	N-3	①	82.07			82.07			
				수식평가 개발		②	81			81			
				베이스 모델 구축		③	81			81			
			평가 툴 개발	알고리즘 연계 S/W 개발	N-4	①	65.2				65.2		
				수식 및 회귀 분석 개발		②	65.2				65.2		
				평가 S/W 개발		③	65.6				65.6		
			시스템 고도화	시스템 고도화	N-5	①	165					165	
				실증사이트 적용 및 보완		②	382						382
소요 연구비 소계 (백만원)				1,224.07 (백만원)			1,224.07	20	217	244.07	196	165	382
공동	중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발 (가천대)	중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어	공종별 패키지 (NC A&T, 2~4차)	전문가 검증	0-1	①	30	30					
			에너지사용량 예측 오차율 절감 알고리즘	(진척도 50%) 오차율	0-2	①	50		50				
				(진척도 80%) 오차율		②	56.29			56.29			
				(진척도 90%) 오차율		③	50				50		
				(진척도 95%) 오차율		④	60				60		
				(진척도 100%) 오차율		⑤	96					96	
			중앙집중식 공조시스템 실시간 종합성능 최적화 알고리즘	(진척도 50%) 에너지 소비 저감율	0-3	①	61		61				
				(진척도 80%) 에너지 소비 저감율		②	40			40			
				(진척도 90%) 에너지 소비 저감율		③	50				50		
				(진척도 95%) 에너지 소비 저감율		④	40				40		
				(진척도 100%) 에너지 소비 저감율		⑤	100						100
			알고리즘의 SW 제작	(진척도 50%) BEMS 플랫폼 호환성	0-4	①	40			40			
				(진척도 90%) BEMS 플랫폼 호환성		②	35				35		
				(진척도 95%) 에너지 소비 저감율		③	35					35	
				(진척도 100%) BEMS 플랫폼 호환성		④	84						84

		동적모델링 기반 공조시스템 에너지 소비 예측 및 평가 기법	Heat Pump Operation Tool	기법의 신뢰도	P-1	①	10		10				
				기술수준 향상		②	13.6		13.6				
			Ice Storage Operation Tool	기법의 신뢰도	P-2	①	14			14			
				기술수준 향상		②	13.6			13.6			
			VAV Operation Opt. Tool	기법의 신뢰도	P-3	①	4				4		
				기술수준 향상		②	4				4		
			개발 기법 보완	L-1, L-2, L-3 목표 달성	P-4	①	4.8				4.8		
			소요 연구비 소계 (백만원)				891.29	30	134.6	163.89	147.8	135	280
공동	개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 개발 (성균관대)	개별공조 최적제어 알고리즘	개별 분산공조 최적제어알고리즘	건물용도별 시스템 현황조사 보고서	Q-1	①	15	15					
				운전특성 분석 보고서		②	15	15					
				쾌적제어 알고리즘 개발 보고서		③	129		129				
				에너지 절감 알고리즘 개발 보고서		④	80			80			
				쾌적제어 알고리즘 실증		⑤	56.02			56.02			
				최적제어 알고리즘 개발 보고서		⑥	67.6				67.6		
				최적제어 프로그램		⑦	67.6				67.6		
				최적제어 현장성능평가 1		⑧	58.3					58.3	
				최적제어 현장성능평가 2		⑨	58.3					58.3	
				배포용 프로그램		⑩	183.7						183.7
				사용 매뉴얼 작성		⑪	126.3						126.3
		개별 분산공조시스 템 원거리 관리 프로그램 (주센솔루션, 2~3차)	클라우드 빅데이터 분석	데이터 수집 보고서	R-1	①	10.3		10.3				
			건물 원거리 알고리즘	건물 원거리제어관련 보고서	R-2	①	13.3		13.3				
			시작품 개발 및 실증	에너지 비용 절감	R-3	①	13.43			13.43			
				원거리 관리용 제어		②	18			18			
			원거리관리용 제어시스템 구축	원거리 관리용 제어, 완성도 50%	R-4	①	15.2				15.2		
				사용 매뉴얼 작성, 완성도 50%		②	9.6				9.6		
				원거리 관리용 제어, 완성도 100%		③	25					25	
				사용 매뉴얼 작성, 완성도 100%		④	13.4					13.4	
			소요 연구비 소계 (백만원)				975.05	30	152.6	167.45	160	155	310
공동	건물에너지 수요관리를 위한 DR시장 연계방안 및 수요반은	에너지 수요관리 및 평준화기술개 발	호환성 어댑터 기술	설계서 (전문가 검증)	S-1	①	5	5					
				S/W Library		②	5	5					
			DR 시장 및 사업모델 도출	설계서 (전문가 검증)	S-2	①	5	5					
				계획서 (전문가 검증)		②	5	5					

모듈 개발 (㈜나오)			DR시장 연계 예측모듈 개발	S/W Library	S-3	①	20		20				
			DR 모듈 및 통합모듈개발	S/W Library	S-4	①	20		20				
				S/W Library		②	18		18				
			DR 연계 레거시 연동모듈	S/W Library	S-5	①	40			40			
			DR 연계 성과검증 모듈	계획서 (전문가 검증)	S-6	①	40			40			
			통합운영 실증 (고도화)1	계획서 (전문가 검증)	S-7	①	54.3				54.3		
			통합운영 실증(고도화)2	계획서 (전문가 검증) 완성도 100%	S-8	①	107.7						107.7
소요 연구비 소계 (백만원)				320 (백만원)			320	20	58	80	54.3	107.7	
위탁	수요관리 및 피크관리 프로그램 개발 (한국산업기 술컨설팅㈜)	건물의 최적 전력피크관리 방안	수요관리 잠재량 파악	건물현황 및 수요관리 잠재량 파악	T-1	①	30.3		30.3				
			수요관리방안수립 및 연관 기술개발 DB 구축	단위설비 End-Use 패턴 종합	T-2	①	7.2			7.2			
				수요관리 제어알고리즘 개발		②	19			19			
				수요관리 기술개발 및 방안 마련		③	9			9			
			수요관리 실증	수요관리 운영 TEST-bed	T-3	①	33				33		
				건물 수요관리 실증		②	55.25					55.25	
소요 연구비 소계 (백만원)				153.75 (백만원)			153.75		30.3	35.2	33	55.25	
공동	인터페이스가 용이한 BEMS용 신재생에너지 설비 및 BIM 연계 모듈 개발 (KICT-건축)	신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어	신재생설비 모니터링 구성	신재생시스템 연계방안 모색 보고서	U-1	①	20	20					
			성능, 고장진단 S/W 개발	S/W 모듈 시작품 제작	U-2	①	116.6		116.6				
			하이브리드 제어 알고리즘 및 시스템 개발	부하대응 하이브리드 최적제어	U-3	①	50			50			
				부하대응형 하이브리드 최적제어 SW		②	60.1			60.1			
				어플리케이션 제작		③	60			60			
			제어부분 개방형 플랫폼 탑재 및 상호 연동성 실험	실험실 및 현장 실험결과	U-4	①	25				25		
				기능 업데이트 분석		②	39				39		
				가동유효성 성능 검증 분석		③	25				25		
			실증사이트 운영 구축	시작품 설치 및 운영	U-5	①	195					195	
				결과분석, 최적화		②	100					100	
			시스템 보완 및 시제품 제작, 실증적용 성능평가	개발 S/W 기능 보완	U-6	①	80						80
				보완된 시제품 제작		②	100						100
				성능평가		③	70						70
				설계매뉴얼 작성		④	50						50
		개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인	BIM 활용방안	개방형 플랫폼 BIM 모델 활용성	V-1	①	20	20					
			BIM 데이터 작성기준	BIM 데이터 규약	V-2	①	33.4			33.4			
가이드라인	②	61						30	31				

		BIM 기반 HMI 및 정보지원시스 템 소프트웨어	개방형 플랫폼 BIM 모델	테스트베드용 BIM 모델	V-3	①	0						
			BIM 적용 기본모듈	기능의 신뢰성	W-1	①	120		120				
			BIM 응용모듈	기능의 신뢰성	W-2	①	135.6			135.6			
			BIM 적용모듈 운영성 검증 및 현장지원	현장적용 보고서	W-3	①	30				30		
				BIM적용모듈 사용자 매뉴얼		②	0						
소요 연구비 소계 (백만원))				1390.7 (백만원)			1,390.7	40	270	335.7	150	295	300
위탁	PV 온라인 성능/고장진 단 알고리즘 개발 (King Saud)	PV 온라인 성능/고장 진단 알고리즘	PV, ESS 성능 및 고장진단, 제어 알고리즘	알고리즘 초안 도출	X-1	①	10		10				
				알고리즘 시험		②	13.6		13.6				
				모니터링방안 연구		③	27.6			27.6			
				추가 알고리즘 개발		④	18.8				18.8		
				실증보완(신뢰성, 제어안정성 검토)		⑤	20					20	
소요 연구비 소계 (백만원)				90 (백만원)			90		23.6	27.6	18.8	20	
공동	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈 개발 (단국대)	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈	기계학습 기반 에너지 소비패턴 분석사례 도출	보고서	Y-1	①	30	30					
			기계학습 기반 에너지 소비패턴 분석기능 개발	보고서		②	150		150				
			실시간 설비 성능 분석을 위한 BCVTB 모델 구축	BCVTB 모델	Y-2	①	26		26				
			기계학습 기반 BEMS 데이터 분석기능 개발	S/W		②	119.35			119.35			
			개방형 플랫폼 기반 실시간 건물에너지 성능진단모듈	보고서	Y-3	①	79.31			79.31			
			테스트베드(BICT) 활용 1차 사전 현장시험 수행	보고서		②	111				111		
			실증 대상 건물 활용 2차 현장적용 수행	보고서		③	63.6					63.6	
			실증 데이터 기반 개발모듈 적용결과 분석,보완	보고서		④	71.4					71.4	
			에너지 소비 저감 개선안 도출, 효과 분석	보고서		⑤	300						300
소요 연구비 소계 (백만원)				950.66 (백만원)			950.66	30	176	198.66	111	135	300

다. 연구개발 결과 요약

(1) 지식정보공유시스템 기반 사용자 중심 BEMS 플랫폼 개발 (A-1)

(가) 연구 개요

- [필요성] 배타적 플랫폼을 기반으로 용도별, 분야별로 분리 설치되고 있는 현재의 시스템을 대체 저비용, 고성능 관리시스템의 제공 및 보급 확대를 위한 기반기술 개발 필요
- [연구목표] 특정 플랫폼에 구속되지 않고, 다양한 운영관리 소프트웨어와 하드웨어의 지원으로 누구나 쉽게 관리시스템을 설치, 운영할 수 있는 사용자 중심 BEMS 플랫폼 개발

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] 일반인도 쉽고 빠르게 사용가능한 소비자 중심 완전개방형 지식정보공유시스템 개발
 - 다양한 운영관리 SW와 HW를 누구나 쉽게 설치하고 사용할 수 있는 지식정보공유시스템 기반 사용자 중심 BEMS 플랫폼 및 운영소프트웨어 개발
 - 시스템 사용자(설치자, 운영자 등)가 모듈화, 규격화된 다양한 SW와 HW를 직접 검색, 선택, 활용을 지원하는 웹서비스 프로그램(서비스모듈과 디바이스 라이브러리) 및 관련 규약 개발
- [기대효과] 사용자 중심 BEMS 플랫폼 기반의 시스템 구축 및 다양한 운영관리 SW와 지원 HW를 통한 소비자 선택권 보장 및 소비자 맞춤형 서비스 제공 가능
 - [성능 향상] 시스템 생산 각종 정보를 활용, 사용자 요구에 부응하는 고성능 관리
 - [비용 절감] 기존 BAS와 BEMS의 통합 및 체계적인 도입으로 설치 및 유지관리비 최소화

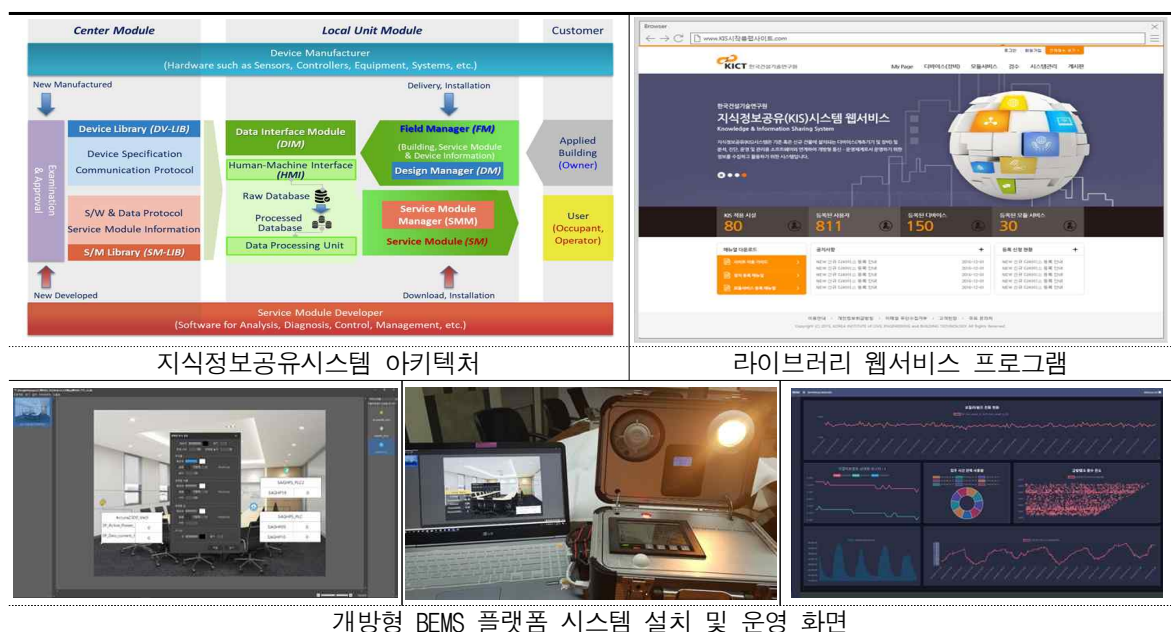


그림 2.1 지식정보공유시스템 아키텍처, 웹서비스 프로그램 및 시스템 운영 화면

(2) 사용자 중심 BEMS 플랫폼 기반 서비스모듈 및 디바이스 개발 (A-2)

(가) 연구 개요

- [필요성] 실질적인 에너지 절감 등을 위해서는 분석, 진단, 관리 및 제어 업무 수행도구 필요
- [연구목표] 저비용, 고성능화를 위한 사용자 중심 BEMS 플랫폼 기반의 주요 운영관리 서비스모듈 및 연계 지원 디바이스 개발

(나) 연구결과 및 기대효과

- [시스템 관리·평가용] 시스템 통합(군)관리시스템, BEMS 설치확인시스템, 에너지절약 평가모듈
- [모니터링용] 환경·에너지·안전 통합관리모듈, 주택에너지모니터링모듈, 층간소음모니터링모듈
- [관리·제어용] 전력수요관리·제어모듈, 태양열원·지열원 하이브리드 냉난방 운전제어모듈, 주택난방 통합관리·제어모듈, 자동조명제어모듈, 전산실 외기냉방제어모듈, 자동실내환경제어모듈, 화재감시·질식소화모듈
- [디바이스] 기존 디바이스 변환 모듈, 복합센서, 층간소음모니터링모듈, 데이터 수집장치
- [기대효과] 서비스모듈 및 연계 지원 디바이스 제공으로 저비용, 고성능 시스템 구축 및 운영



그림 2.2 연구개발 현장적용 결과 (설치비 및 에너지 절감 효과)

(3) 개발 기술 현장 적용 및 실증 (B)

(가) 연구 개요

- [필요성] 연구개발 결과의 현장 적용 및 실증
 - [에너지절감] 개발기술 적용에 따른 기존 연도 대비 에너지절감을 검증
 - [설치비절감] 개발기술 적용에 따른 기존 기술 적용 대비 설치비절감을 검증
- [연구목표] 사용자 중심 BEMS 플랫폼 적용에 따른 설치비 절감 및 운영관리 알고리즘 적용에 따른 에너지절감 효과 검증

(나) 연구결과 및 기대효과

- 건물에너지 관리 최적화를 위한 사용자 중심 BEMS 플랫폼을 통해 설치비 20% 절감, 에너지 효율 20% 향상
 - [시스템 설치비 절감] 모듈화된 응용 SW와 설계·운영관리 지원프로그램을 사용해 쉽고 빠른 시스템 구축과 디바이스 중복방지가 가능해져 20% 이상 설치비용 절감*
 - * 신축건물 34.7%(아산시립중앙도서관), 기존건물 23.9%(제주대학교 공과대학) 및 24.7%(제주테크노파크)의 시스템 설치비 절감효과 검증
 - [에너지 절감] 에너지소비량 분석·진단·제어·운영관리를 지원하는 다양한 서비스 모듈을 적용해 에너지 절감 20% 달성*
 - * KICT 화성청사 대상 분석 결과, 2018년도 11.3%, 2019년도 19.9%, 2020년도 24.2%(예상) 에너지 절감효과 검증

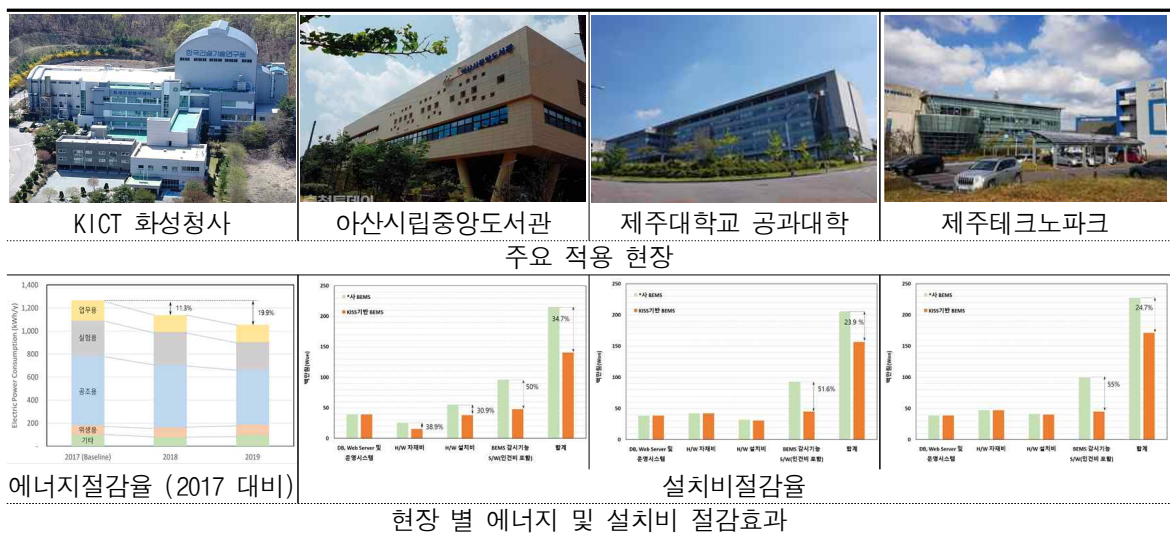


그림 2.3 연구개발 성과 현장적용 결과 (설치비 및 에너지 절감 효과)

- [기대효과] 사용자 중심 BEMS 플랫폼의 적용에 따른 설치비 절감, 그리고 이를 기반으로 한 운영관리 알고리즘 적용에 따른 에너지 절감으로 실질적인 저비용, 고성능 시스템 제공

(4) BEMS 참조모델 개발 (C)

(가) 연구 개요

- [필요성] 자의적 판단에 따른 설치 및 운영으로 고비용, 저성능화
 - 관리시스템 설치비의 과도한 상승
 - 에너지 절감효과 기대 곤란
- [연구목표] 목적과 용도에 맞는 체계적인 시스템 설치 및 운영으로 저비용, 고성능화 유도
 - 체계적인 BEMS 도입전략 및 합리적인 설치, 운영 프로세스 수립
 - 설치 및 운영에 참고 가능한 건물 용도별, 관리방식별 BEMS 참조모델 작성

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] 저비용 시스템 구축 및 운영관리 효율화를 위한 BEMS 참조모델 제시
 - [저비용 시스템] 필수 관리항목 설정 및 관제점 중복 방지와 통합 설치, 설계변경 등을 통한 디바이스 소요 최소화
 - [운영관리 효율화] 전략적이고 계획적인 운영관리를 통한 성능 고도화
- [기대효과] 저비용, 고성능 시스템 보급 확대 기반 마련
 - 저렴한 구축비 대비 운영관리 성능을 향상시킴으로써 시스템에 대한 만족도 제고
 - 체계적인 운영관리를 통한 건물에너지 소비절감 유도

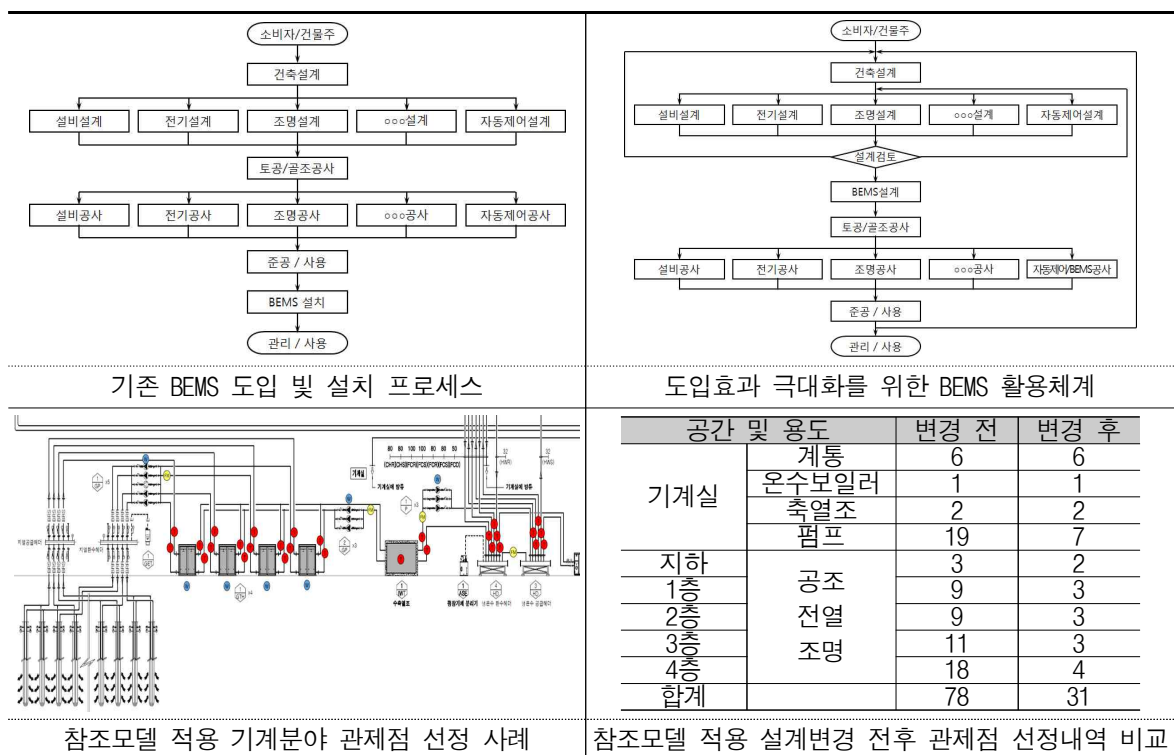


그림 2.4 BEMS 도입 및 활용 프로세스 개선 및 적용사례

(6) 실시간 상태감시 및 성능고장진단 알고리즘 개발 (E)

(가) 연구 개요

- [필요성] 에너지의 소비를 최소화하기 위해서는 운전에 따른 상태감시와 더불어 성능 및 고장에 대한 실시간 진단 필요
- [연구목표] 건물 내 각종 설비 및 시스템의 실시간 운전상태 감시는 물론, 운전에 따른 성능을 분석하고, 운전시 발생 가능한 고장을 진단하여 불필요한 건물의 에너지 소비 최소화

(나) 연구결과 및 기대효과

- [진단 알고리즘] 에너지소비량과 온도 변화를 고려한 공조설비 고장진단 알고리즘 제시
- [현장적용 및 분석] 배관 오류 수정시 냉방설비 성능향상을 통한 36% 이상의 냉방용 전력에너지 소비절감 가능 예측

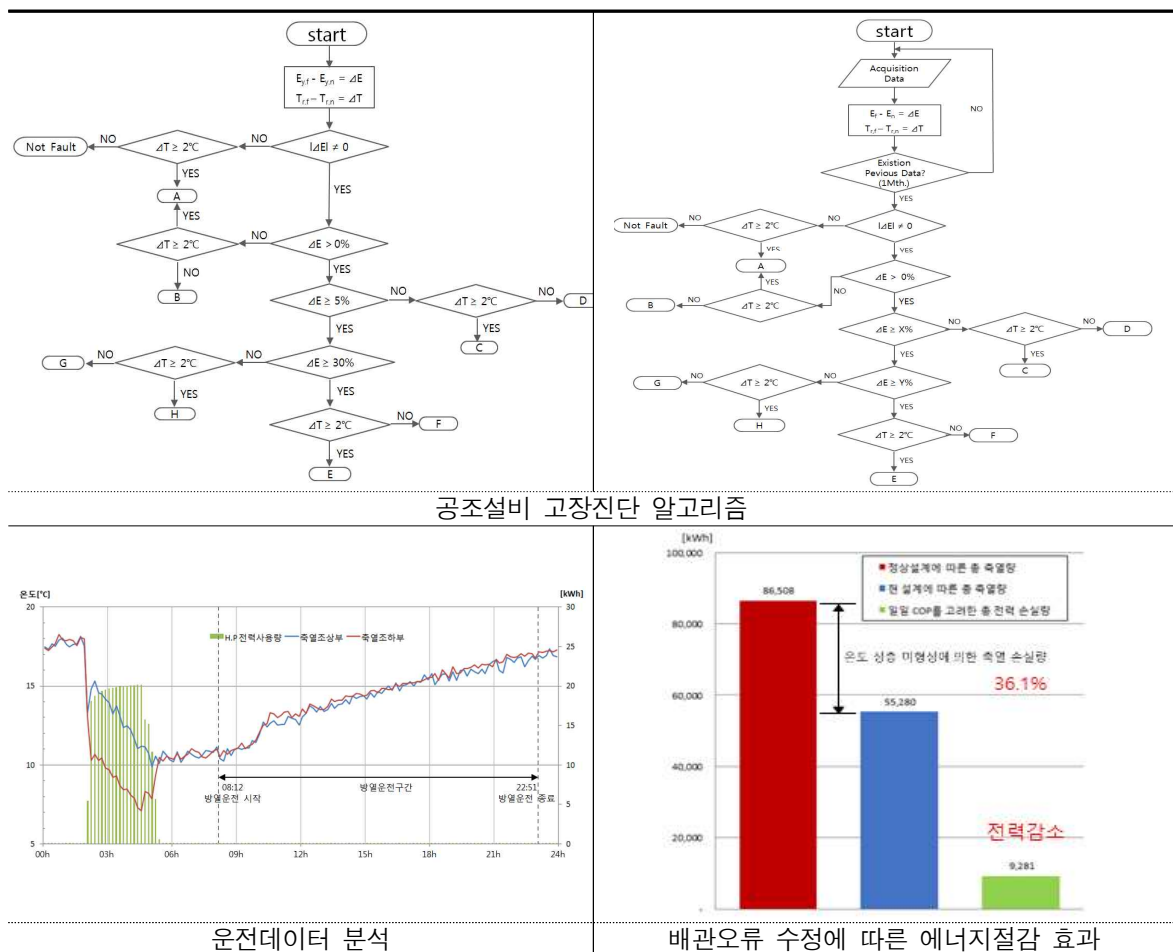


그림 2.6 성능고장 진단 알고리즘 현장적용 결과

- [기대효과] 성능 및 고장에 대한 진단을 통해 건물 설비 등에서 낭비되는 에너지 소비 최소화

(7) 건물 전주기적 BEMS 활용시스템 개발 (F, G)

(가) 연구 개요

- [필요성] 저비용 고성능 건물에너지관리를 위한 전주기적 활용체계 요구
 - 기존 BEMS는 운영·관리단계에서 건물에너지 관리 전문조직의 부재
 - 설계단계와 운영·관리 단계의 단절성, 의사결정의 권한과 건축주(소비자)의 전문지식 결여
 - 폐쇄적인 운영체계 사용에 따른 고비용, 저효율 구조
- [연구목표]
 - 저비용 고성능 건물에너지 관리를 위해 건물의 전주기(설계·시공·운영·관리)에 활용할 수 있는 건물에너지관리 체계 개발

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] 저비용 고성능 건물에너지 관리를 위한 전주기적 건물에너지관리 체계 개발
 - BEMS 활용성 향상을 위한 BEMS 체크리스트, 가이드라인, 매뉴얼 개발
 - 에너지 코디네이터 도입을 통한 건물에너지관리 체계 개선
 - 건물에너지관리시스템(BEMS) 관련 법·제도 분석 및 개선(안) 제시
- [기대효과] 건축주(소비자)에게 설계단계에서부터 유지관리단계까지 전주기적 서비스 제공, 저비용 고성능 건물에너지 관리 가능
 - [저비용] 체크리스트, 가이드라인, 매뉴얼을 활용하여 운영·관리에서 필요한 에너지솔루션을 설계초기부터 계획하며, BEMS 기능 구현을 위한 최소한의 디바이스만 설치하여 저비용 가능
 - [고성능] 설계단계에서 BEMS 기능 적용 중심이 아닌 운영·관리 단계에서의 건물에너지 효율 중심으로 BEMS가 운영되어 고성능 가능

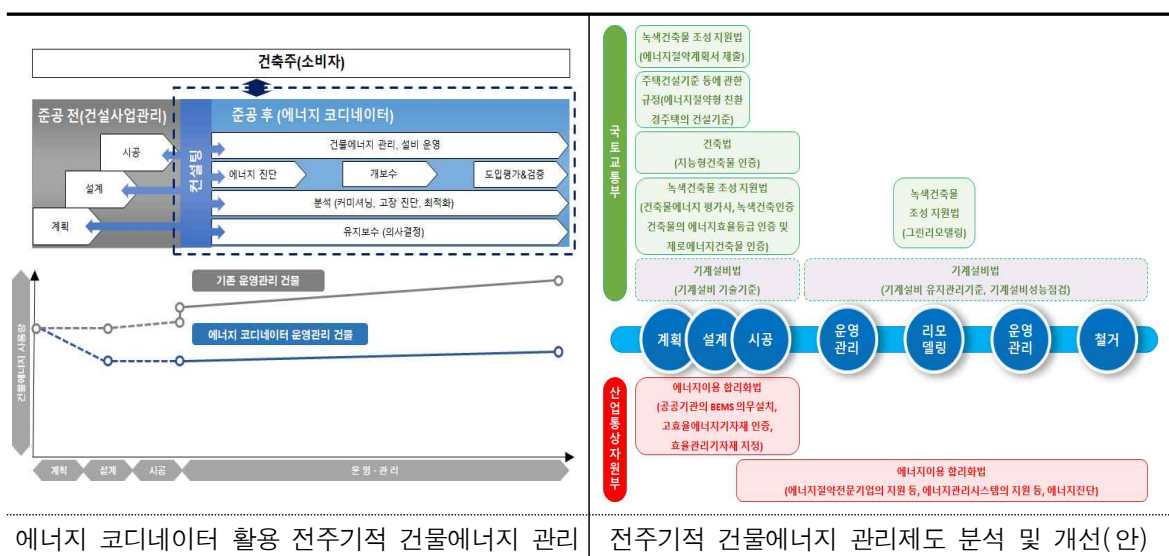


그림 2.7 전주기적 건물에너지 관리방안 및 제도개선(안)

(9) BEMS 실증 및 개선안 (I)

(가) 연구 개요

- [필요성] 표준모델 적합성 평가를 통해 실효성 있는 기술개발에 일조하고 지원하며, 현장 적용에 대한 표준모델의 개선점 도출하여 구축 기술 및 표준 규격 개선 필요
- [연구목표] 표준모델 개발 기술의 표준 부합성 여부 뿐만 아니라 현장 적용성을 평가할 수 있는 평가체계를 개발하여, 구축 기술 및 표준규격을 개선할 수 있도록 함

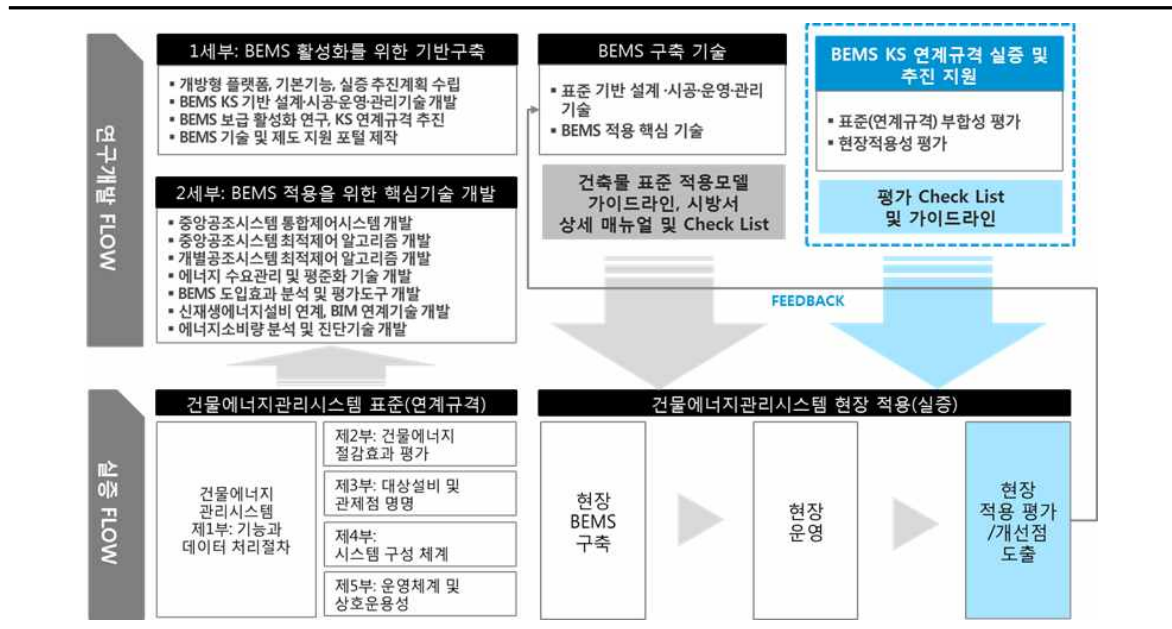


그림 2.9 표준모델 적합성 평가 기술개발 개요

(나) 연구결과 및 기대효과

- 표준 부합성 평가(안) 개발
 - BEMS KS F 1800-1과 BEMS KS 연계규격(안)에 기초하여 표준 적합성 평가에 대한 검토 진행
 - BEMS KS F 1800-1 대상 AHP 분석 결과, 대부분 평가항목이 적절했으나 비용항목에 대한 적절성이 다소 낮았음
 - 태그 정보 체계(0.29), 데이터베이스 관리체계(0.24), 기능과 데이터 처리 절차(0.18), 관제점 선정 및 관리(0.16), 도입효과 산정(0.13) 순으로 나타남
- 현장 적용성 평가(안) 개발
 - 자료 조사 및 두 차례에 걸친 전문가 자문회의를 거쳐 ‘사용지원’, ‘기능지원’ 범위에 해당하는 11개의 BEMS KS 현장 적용성 평가 항목을 도출
 - 도출한 평가 항목을 토대로 AHP를 분석한 결과, 평가지표 적절성의 경우 ‘사용지원’ 평가 범주에 해당하는 이행성, 학습성, 분석성, 기술보증 1, 기술보증 2 평가 지표 및 ‘기능지원’

평가 범주에 해당하는 표준 준수성, 편의성, 호환성 1, 호환성 2, 범용성, 보안성 평가 지표 모두 적절하다는 분석 결과를 도출할 수 있었음

- 또한, 평가범주에 대한 가중치 조사결과, ‘사용지원’, ‘기능지원’ 평가부문에서는 기능지원이 사용지원보다 가중치가 높은 결과를 보임. 평가지표의 경우 ‘사용지원’ 범주에 해당하는 이행성, 학습성, 분석성, 기술보증 1, 기술보증 2 중 이행성 평가지표가 가장 가중치가 높은 것으로 분석됨. ‘기능지원’ 범주에 해당하는 표준준수성, 편의성, 호환성 1, 호환성 2, 범용성, 보안성 중에서는 호환성 1 평가지표가 가장 가중치가 높은 것으로 분석됨

○ BEMS KS 평가에 대한 방향성 검토

- 평가 범위 및 평가 항목을 검토한 결과, 표준적합성 평가보다는 인증 평가가 더 적합할 것으로 사료됨
- 인증 평가는 기존의 건축물 인증과 동일하게 설계도서에 기초한 예비인증, 시스템 구축 후 실시하는 본 인증으로 구분될 수 있으며 지속적인 건물에너지 관리 및 보급을 위하여 사후심사 및 인증 갱신에 대한 부분도 검토가 필요함
- 인증 평가를 진행하기 위해서는 평가를 위한 평가뿐만 아니라 업무 수행자를 위한 설계 지침, 시방서, 운영지침 등이 개발되어야 함
- 현장 적용성 평가 항목 도출 및 항목에 대한 적절성, 가중치 분석 결과, 건물에 설치된 BEMS의 사용지원 및 기능지원 등 사용자 측면의 용이성을 평가하는데에 적절한 평가(안)임을 도출하였음
- 향후 실증 사이트 대상 적용을 통해 추가적인 평가체계 보완점 및 개선안을 도출할 수 있을 것으로 판단됨

(10) BEMS 보급확산을 위한 정책 및 제도 연구 (J)

(가) 연구 개요

- [필요성] BEMS 활성화 및 보급확산 정책수립 지원을 위해 국내 BEMS 시장 및 산업현황 조사와 수요자의 현안이슈 및 애로사항, 요구사항 등에 대한 조사·분석이 필요
- [연구목표] 국내 건물 에너지관리시스템(BEMS)의 현황파악을 바탕으로 BEMS 적용확대를 위한 정책·현안이슈 및 해결방안 도출, BEMS 개방형 플랫폼(지식공유시스템) 활용에 대한 수요 파악 및 활용확대를 위한 근거자료 마련 / BEMS 기술개발 보급홍보를 위한 포털제작 및 세미나·컨퍼런스 개최

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과]
 - BEMS 현안이슈 및 해결방안 도출 △전문인력 확보의 어려움 △R&D예산 지원 및 중소기업 사업참여 확대 △BEMS 조달품목 신규 등록 △개방형 BEMS 플랫폼 생태계 구축 △BEMS 전문기업 증명제도 마련 △BEMS 국가직무능력표준 개발 등 BEMS 활성화를 위한 해결방안 제시
 - BEMS 산업활성화를 위한 정책반영(에너지효율 혁신전략2019.08.21./관계부처합동(국토교통부, 산업통상자원부)]
 - * 에너지효율 혁신전략 기획위원회에 협회에서 참여하여 정책보고서 반영 및 작업
 - * 정책반영 내용 : △에너지소비 현황 △에너지효율정책 평가 △에너지 효율혁신 추진방향 △에너지효율 서비스·솔루션 산업생태계 조성
- [기대효과] BEMS 기술개발 홍보를 통한 수요자 인지도 제고와 보급 활성화를 위한 합리적인 정책 및 제도 기반 마련

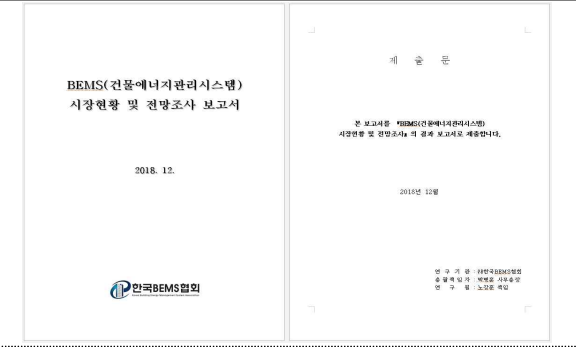
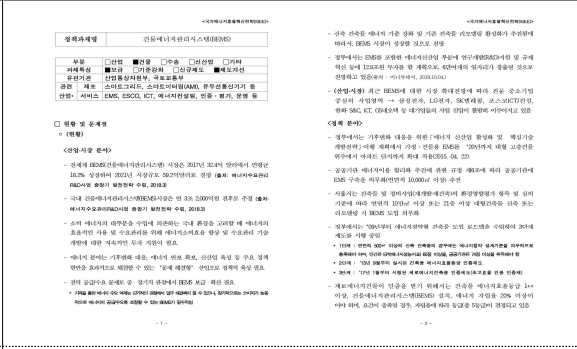
 BEMS(건물에너지관리시스템) 시장현황 및 전망조사 보고서 2018. 12. 한국BEMS협회	 BEMS 보급확산을 위한 정책 및 제도 연구 2019년 12월
 BEMS 시장현황 보고서	 BEMS 보급확산을 위한 정책 및 제도 연구

그림 2.10 BEMS 보급확산을 위한 정책연구 및 홍보 활동

(11) BEMS 기반 복합제어 알고리즘 및 S/W 개발 (K, L)

(가) 연구 개요

- [필요성] 상호연계성을 갖는 다양한 냉난방 열원설비를 대상으로 외기데이터, 건물부하, 에너지 비용 등을 모두 고려한 종합적 해석의 어려움으로 설비관리자들의 관행적인 운영이 이루어짐에 따라 냉난방 열원설비를 효과적으로 관리·운영할 수 있도록 간편하고 사용하기 쉬운 시스템 개발 필요
- [연구목표] 다양한 냉난방 열원설비 에너지 절감 솔루션의 통합 시에 ‘중복없이 누락없이’ 최대 에너지 절감이 가능하도록 복합제어 알고리즘을 탑재한 개방형 플랫폼 연계가 가능한 S/W 모듈 개발

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] 쉽고 빠르게 복합제어 운영방안 도출이 가능한 복합제어 알고리즘 해석 S/W 개발
 - 복합제어 알고리즘을 통해 시간별 예측부하크기, 냉난방 열원설비의 용량과 비용을 고려하여 운전 우선순위 설정
 - 열원설비의 종류 및 용량을 색깔과 크기로 구분하고 시간별 누적막대그래프로 작성하여 사용자가 복합열원설비 운전 순서 및 운전 시점을 한눈에 쉽게 인지할 수 있는 출력화면 제공
 - 냉방 기간 동안 검증사이트에 복합제어 알고리즘 해석 S/W를 적용해 에너지 절감 10.2% 달성
- [기대효과] 다양한 냉난방 열원설비 외란으로 발생하는 문제점을 최소화하여 에너지 절감의 최대효과 창출



그림 2.11 복합제어 알고리즘 해석 S/W 운영 화면

(12) 개발기술 현장 적용 및 실증 (M)

(가) 연구 개요

- [필요성] 연구개발 결과의 현장 적용 및 실증
 - [에너지절감] 개발기술 적용에 따른 기준 연도 대비 에너지절감을 검증
- [연구목표] 개방형 플랫폼 적용 및 운영관리 알고리즘 적용에 따른 에너지절감 효과 검증

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] 건물에너지 관리 최적화를 위한 완전개방형 BEMS 플랫폼을 통해 동절기 에너지 효율 19.6%, 하절기 에너지 효율 11.5% 향상
 - 에너지소비량 분석·진단·제어·운영관리를 지원하는 다양한 서비스 모듈을 적용해 동절기 에너지 절감 19.6%, 하절기 에너지 절감 11.5% 달성*

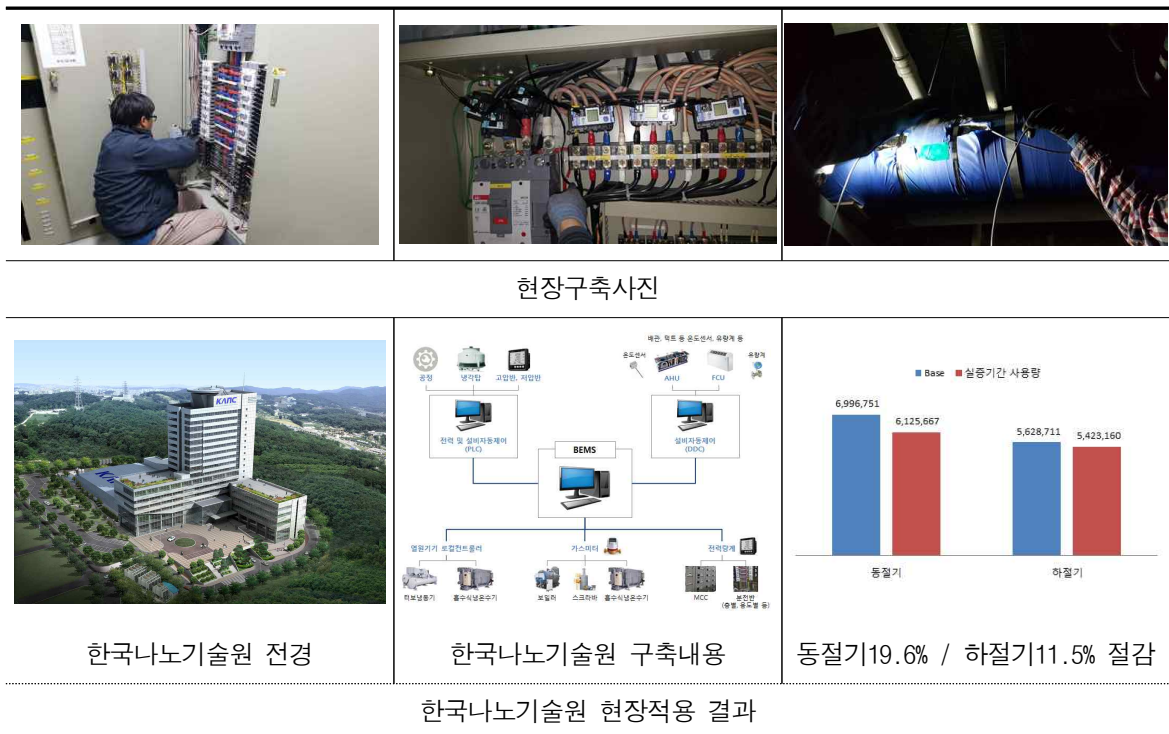


그림 2.12 연구개발 현장적용 결과

- [기대효과] 개방형 플랫폼의 적용에 따른 설치비 절감, 그리고 이를 기반으로 한 운영관리 알고리즘 적용에 따른 에너지 절감으로 실질적인 저비용, 고성능 시스템 제공

(13) BEMS 도입효과 예측 및 평가도구 개발 (N)

(가) 연구 개요

- [필요성] BEMS 오픈 플랫폼 및 표준화에 대한 연구개발이 진행되고 이를 토대로 하는 다양한 건물 에너지 절감 기술이 개발에 따라 적용되는 절감 기술에 대한 절감 효과를 예측 및 평가할 수 있는 도구가 필요함
- [목표] 적용 건물 및 소프트웨어 기술에 따른 에너지 절감 효과를 예측 및 평가할 수 있는 방법론 구축 및 이를 활용할 수 있는 도구 개발

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] 예측 및 평가 방법론, 체계 구축
 - 주요 M&V 프로토콜 및 가이드라인, 건물 에너지 사용량 분석 방법론 검토
 - 예측 및 평가 방법으로써 수식, 회귀, 시뮬레이션 분석 방안 수립
 - 평가 시점, 개선 전·후의 데이터 현황, 평가 방식에 따른 예측 및 평가 체계 구축
- [연구결과] 예측 및 평가 도구 개발
 - 수식 생성 및 분석 도구는 기술별로 수식을 생성할 수 있으며, 기술 정보, 베이스라인 및 프로젝트 데이터 입력과 관제점 데이터 연동, 분석 결과 조회 기능으로 구분됨
 - 회귀 모델 생성 및 분석 도구는 종속 및 독립변수 조합에 따른 회귀식을 생성할 수 있으며, 기술 정보, 베이스라인 및 프로젝트 데이터 입력과 관제점 데이터 연동, 분석 결과 조회 기능으로 구분됨
 - 시뮬레이션 분석 도구는 시뮬레이션 분석을 위한 외형 모델링 기능(단순외형모델링, 상세외형 모델링), IDF 파일 오류 확인 기능, 존 설정, 설비 설정 및 연결 기능을 제공함

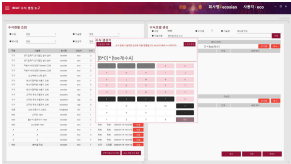
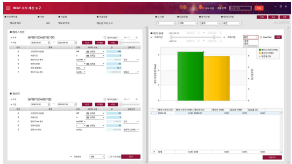
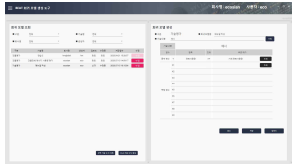
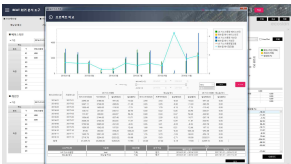
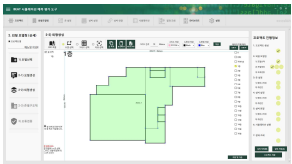
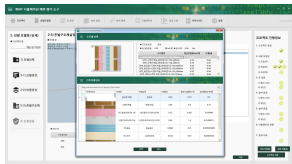
		
수식 생성 도구	수식 분석 도구	회귀 모델 생성 도구
		
회귀 모델 분석 도구	시뮬레이션 분석 도구 1	시뮬레이션 분석 도구 2

그림 2.13 예측 및 평가 도구 개발 화면

- [연구결과] 예측 및 평가 도구 검증
 - 예측 및 평가 도구 중 회귀모델 분석 도구를 토대로 한국나노기술원의 성과 검증을 수행한 결과 건물 전체 기준 연간 0.98% 절감, 연구벤처동 기준 연간 7.05% 절감
- [기대효과] 비전문가도 편리하고 손쉽게 성과검증을 수행할 수 있으며, 핵심 기술에 대한 현장 적용에 따른 에너지 절감량을 모니터링 할 수 있음

(14) 중앙집중 공조시스템 최적관리 알고리즘 및 소프트웨어 개발 (O, P)

(가) 연구 개요

- [필요성] 건축물은 전세계 온실가스 배출량의 3/4를 차지하고 있으며, 이러한 건축물의 온실가스 배출량 절감을 위해서는 약 60%의 에너지를 소비하는 공기조화 설비의 에너지 관리 대책 필요
- [연구목표] 기계학습 기반 고도화기법을 적용한 중앙집중식 공조시스템의 종합성능을 향상시킬 수 있는 에너지 최적화 기술 개발
 - 기계학습 기반 중앙집중식 공조시스템 에너지 성능 예측 최적화 솔루션 개발
 - 개방형 BEMS 플랫폼에 적용 가능한 중앙집중식 공조시스템 에너지 성능 최적화 응용 소프트웨어 개발

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] ASHRAE guideline 14(CvRMSE 30% 이하, MBE $\pm 10\%$)를 만족하는 인공지능 기반 중앙집중식 공조시스템 에너지 소비량 예측 모델 개발
- [연구결과] 유전 알고리즘 기반 중앙집중식 공조시스템 에너지 성능 최적화 모델 고정 설정값 운전 대비 최대 20% 이상 에너지 소비량 절감 효과 확인
- [연구결과] 한국나노기술원 중앙집중식 공조시스템 최적화 결과 흡수식 냉동기 가스사용량 약 23.7% 에너지 절감



그림 2.14 연구개발 결과 (알고리즘 검증 및 현장 적용)

- [기대효과] 인공지능 기반 에너지 소비량 예측 및 유전 알고리즘 기반 에너지 성능 최적화 기술 보급으로 고도화된 에너지 관리 솔루션 제공

(15) 개별분산 공조시스템 운전제어 알고리즘 개발 (Q, R)

(가) 연구 개요

- [필요성] 오피스 건물에서 다수의 열적 쾌적성을 만족함과 동시에 냉방에너지를 효과적으로 절감할 수 있으며 건물관리자가 IoT service를 통해 어느 곳에서든 관제 및 관리 가능하다는 이점으로, 냉방에너지를 효과적으로 감축하고 싶은 건물관리자에게 필요
- [연구목표] 기존 오피스건물에 IoT 서버를 구축해 관리자가 쉽게 원격접속을 할 수 있게 하며, 냉방 제어 알고리즘을 제안하여 재실자의 쾌적성향상과 냉방에너지 절감 실증을 목표로 함

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] 건물에너지 소비에 대한 정보를 쉽고 빠르게 접근할 수 있으며, 냉방 제어 알고리즘 제안으로 인한 재실자 쾌적성 향상과 시스템 에어컨 에너지 소비량을 일평균 35%이상 감축함
 - 권한이 주어진 건물관리자는 핸드폰, 컴퓨터 등 다양한 스마트 기기를 사용하여 원하는 장소에서 원격접속이 가능함
 - 일반 오피스 건물에서 사용하는 기존 설정온도제어(26℃, 25℃) 대비 풍량과 온도쾌적범위를 활용하여 냉방제어 알고리즘을 제안함. 그 결과, 기존 제어방법 대비 재실자의 쾌적성은 향상하였으며, 냉방에너지 소비량은 35%이상 감소하는 결과를 나타냄
- [기대효과] 다양한 오피스 건물에서 건물관리자가 쉽게 냉방에너지관련 정보를 습득할 수 있으며, 냉방 에너지 소비량을 효과적으로 감축할 것이라 기대됨
 - [성능 향상] IoT 서버를 통해 건물관리자가 쉽게 에너지 소비량을 관제할 수 있음
 - [비용 절감] 냉방에너지 소비량을 효과적으로 절감할 수 있어, 하절기 냉방에너지소비량을 대폭 낮출 것이라 기대됨

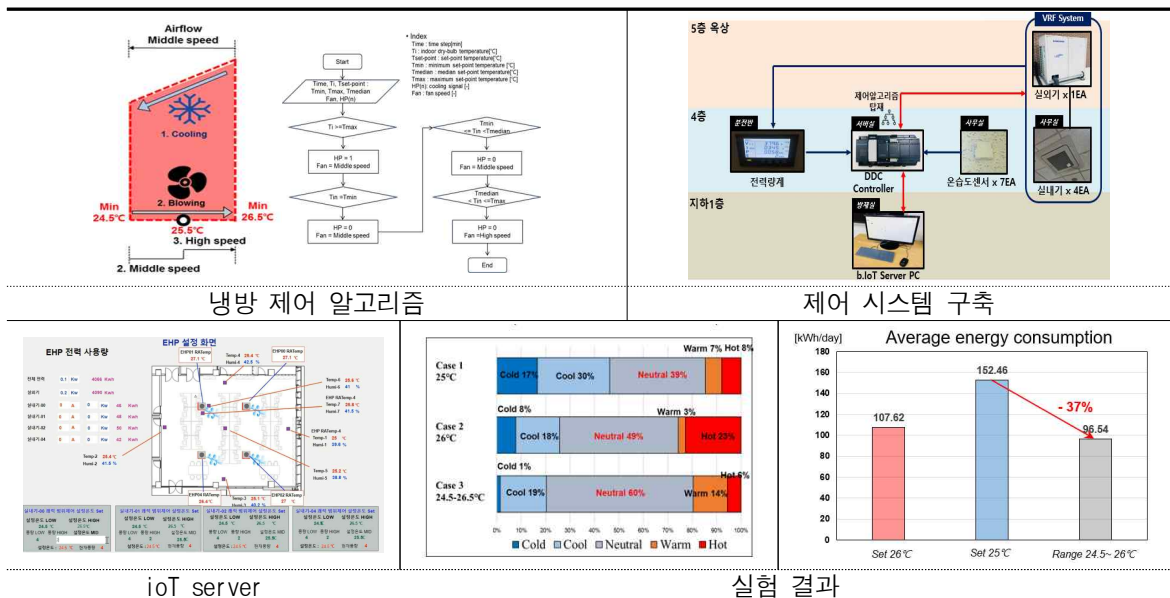


그림 2.15 연구개발 기술 적용 결과

(16) BEMS 기반 에너지 수요관리시스템 개발 (S, T)

(가) 연구 개요

○ [필요성]

- 잠재량 분석은 수요자원의 전체 에너지 및 End-user별 부하분석 필요
- 실시간 운용을 위해 예측 잠재량을 통한 경제적 분석 / 시간대별 분석 필요
- 건물의 수요관리 최적화를 위하여 제어설비의 유형과 도출과 알고리즘 설계를 통한 수요관리
의 최적화 요인 및 제어 방안마련 필요

○ [연구목표]

- 에너지 수요관리를 위한 통합운영 S/W 모듈
- 건물의 End-Use별 사용패턴 분석에 따른 수요관리의 운영 Potential 파악과 제어 가능한 부하
유형을 기준으로 수요관리를 위한 제어 알고리즘을 구성 및 검증

(나) 연구결과 및 기대효과

○ [연구결과]

- 건물에너지 지그 구축을 통한 연동모듈 검증
- 자원거래를 위한 계측 인프라 & Valid Verify
- DR시장 연계방안 및 수요반응 모듈 개발
- 건물의 계절별 End-Use 설비에 대한 부하 Potential 및 소비패턴 파악
- 수요관리가 가능한 운영 용량 파악과 알고리즘의 시뮬레이션을 통한 신뢰성 확보 및 검증



그림 2.16 에너지 수요관리를 위한 통합운영 S/W

- [기대효과] 건물 부하의 End-Use 부하패턴 분석에 따른 공용부하설비의 제어 Potential 파악과 제어알고리즘 설계를 통한 운영 및 제어방안의 가이드라인 및 수요관리에 따른 전력요금 절감

(17) BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 (U, X)

(가) 연구 개요

○ [필요성]

- 신재생에너지 설비에 대한 모니터링시스템은 구축 업체에 따라 개별적으로 적용되고 있으며, BAS 및 BEMS와 별도로 운영되고 있는 실정임
- 신재생에너지 설비에 대한 전문 성능 및 고장진단 패키지가 판매되고 있으나, 고가이며 전문가용으로 개발된 제품임

○ [연구목표]

- BEMS 개방형 플랫폼을 이용한 건물에 적용되는 4대 신재생에너지설비(태양광발전설비, 태양열온수생산설비, 지열원열펌프설비, 연료전지설비)에 대한 온라인 성능(효율, COP 등) 분석 및 간이 고장진단 기법(알고리즘) 및 S/W 모듈 개발
- BEMS 구현에 필요한 태양전지(PV) 설비의 온라인 성능 및 고장진단 알고리즘 개발

(나) 연구결과 및 기대효과

○ [연구결과]

- 신재생에너지 설비 유지관리 현황 분석
- 신재생에너지 설비 예측·고장진단, 성능분석 알고리즘 개발
- 신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어 개발

○ [기대효과]

- 실시간 모니터링을 통한 신재생에너지설비의 유지관리 비용 감소
- 신재생에너지 설비의 운용성 향상을 통한 설비 가동율 향상
- 최적제어에 따른 열원설비 에너지 효율 향상 및 에너지 절감
- BEMS 개방형 플랫폼 및 표준 알고리즘 적용에 따른 신재생에너지 설비 모니터링 시스템의 신뢰성 향상

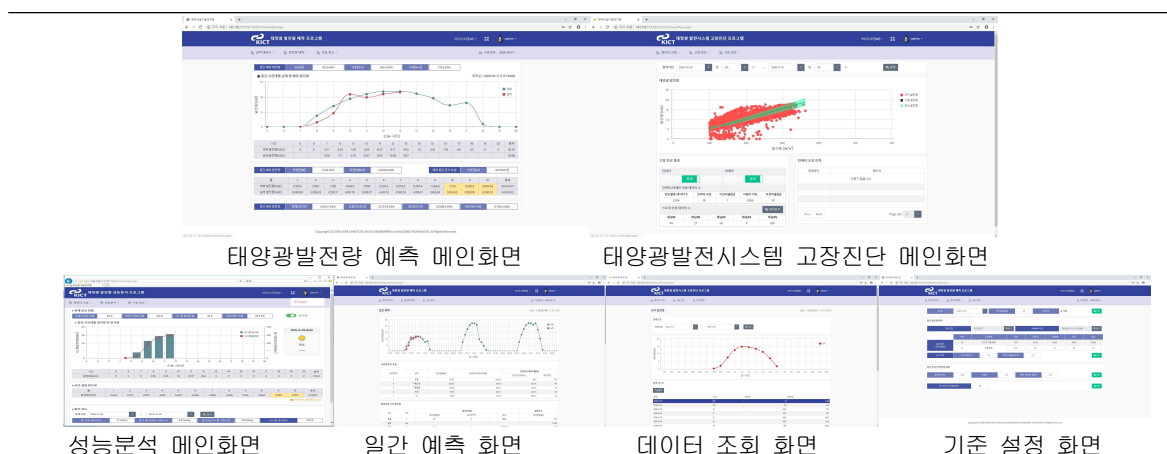


그림 2.17 BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 운영 화면

(18) 개방형 플랫폼 기반의 BIM 연계모듈 개발 (V, W)

(가) 연구 개요

- [필요성] BIM 연계 모듈 기술개발 및 적용
 - [BIM 연계성] BEMS-BIM 연계 기술 개발 및 상호운용성 지원 모듈 개발
 - [BIM 연계방법 지원] BEMS-BIM 상호운용성 지원을 위한 지침 개발
- [연구목표] BEMS-BIM 연계 지원을 통한 공간기반 데이터 모니터링 서비스 모듈 및 지침 개발

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] BEMS-BIM 연계 기능 지원을 통해 BIM 모델 재활용. 공간기반 데이터 모니터링을 통한 직관적 데이터 모니터링. BIM-BEMS 연계 지침을 통한 재작업 비용 절감
 - [BIM 재활용을 통한 데이터 모델링 비용절감] 현재 건축분야에서 의무 발주되고 있는 BIM의 표준 데이터모델을 재활용하여, BEMS와 상호운용성을 지원하는 연계 모듈을 개발함으로써 BEMS에 필요한 데이터셋 재구축 비용 절감
 - [공간기반 직관적 데이터 모니터링] BIM의 공간정보를 재활용함으로써, 텍스트기반 에너지 데이터 모니터링에 비해, 직관적인 데이터 모니터링이 가능해짐. 이로 인해, BEMS에 사전 지식 이 없는 이용자가 관련된 필요 정보 검색 시간 단축
 - [BEMS-BIM 간 상호운용성 개선] 이기종 시스템인 BEMS, BIM간의 데이터 교환을 위한 지침 개발을 통해, 상호운용성을 개선하여, 지침이 없을 때의 재작업 비용을 절감할 수 있음
- [기대효과] BEMS-BIM 연계를 통한 BIM 재활용. 이를 통한 데이터 모델링 비용 절감. 지침을 통한 BEMS-BIM 연계 재작업 비용 절감
 - [비용 절감] BIM 재활용을 통한 BEMS 데이터베이스 구축비용 절감
 - [작업 효율 개선] BIM 기반 공간정보를 활용한 데이터 모니터링 필요 정보 검색 시간 단축



그림 2.18 BIM 연계모듈 및 가이드라인

(19) BEMS 기반 에너지 성능분석 및 진단모듈 개발 (Y)

(가) 연구 개요

- [필요성] 연구개발 결과의 현장 적용에 따른 에너지 소비 저감 개선안 도출 및 기대효과 분석
 - [에너지절감] 개발기술 적용에 따른 기존 에너지 소비량 대비 에너지 소비 저감 개선안 도출
 - [기대효과분석] 개발기술 현장 적용에 따른 기대효과 분석
- [연구목표] BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단기술 적용에 따른 에너지 소비 저감 개선안 도출 및 에너지 저감 기대효과 분석

(나) 연구결과 및 기대효과

- [연구결과] BEMS 데이터를 이용한 Machine learning 기반 실시간 자동 건물에너지 성능분석 및 진단 모듈 적용을 통한 에너지 저감 개선안 5가지 도출
 - [에너지 절감 개선안 도출] 실시간 BEMS 데이터와 Machine learning 분석기술을 활용하여 기술 적용 대상 건물의 에너지 절감방안 5가지 도출
 - [기술별 실제 검증] 기술요소별로 실제 건물 및 테스트베드 시험 진행 및 효과 확인



서울 서초구 소재 사무실

경기 용인시 소재 사무실

연구기관 보유 테스트베드

주요 적용현장

에너지절감방안 및 효과	실내 쾌적 예측 알고리즘	시스템 통합 쾌적제어 알고리즘	바닥 난방 예측제어 알고리즘	GRU 기반 냉방 예측제어 알고리즘	냉동기 COP 예측 알고리즘
	재실자 쾌적감 예측 정확도	전력사용량	전력사용량	냉방 공간의 온도 예측 정확도	예측 COP값을 통한 냉동기상태
	RMSE 1.83% 달성	22~73% 절감	38% 절감	RMSE 0.71% 달성	진단 및 성능예측

그림 2.19 연구개발 기술 적용 대상 및 성능

- [현장데이터 기반 Energy Board] 실증현장의 에너지 데이터를 분석하고 시각화

	
아산중앙도서관 Energy Board	한국나노기술원 Energy Board

그림 2.20 실측 BEMS 데이터 기반 Energy Board

- [기대효과] 실시간 BEMS 데이터와 개발기술의 적용에 따른 실내 재실자의 쾌적감을 고려한 에너지 절감, 상태 진단 및 성능예측 가능

다. 정량적 연구 성과

(1) 양적 연구성과 종합

69쪽 ~ 71쪽에 기술

(2) 연구성과 상세

72쪽 ~ 101쪽에 기술

(가) 연구단 총괄

구 분			1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		6차년도		성과 종합		비고
			목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	
총괄	국제논문게재	SCI/SCIE	0	0	2	1	4	3	5	1	5	7	8	12	24	21(3)	달성
	국내논문게재	-	4	0	5	3	6	3	9	7	7	7	12	15	43	32(3)	미달성
	특허출원	국내	1	0	9	4	10	11	12	9	11	17	18	12	61	53	미달성
	특허등록	국내	0	0	7	0	8	2	10	5	13	11	23	11	61	29	미달성
	인력양성	석사	0	0	2	3	2	1	2	4	2	1	3	2	11	11	달성
		박사	0	1	2	1	2	0	2	1	2	2	2	2	10	7	미달성
		소계	0	1	4	4	4	1	4	5	4	3	5	4	21	18	미달성
	기술이전	계약 건수	0	0	2	0	2	0	4	2	6	2	4	9	18	13	미달성
		계약액	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		징수액	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	국제 표준화	기고서 제출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		기고서 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		표준안 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	국내 표준화	기고서 제출	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	4	5	초과달성
		기고서 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		표준안 채택	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	4	1	달성(통합)
	기타 성과	상용화	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	5	4	9	6	미달성
		시제품	0	0	0	0	0	2	1	4	2	3	3	13	6	22	초과달성
		S/W등록	1	0	2	3	2	5	2	6	2	8	0	62	9	84	초과달성
		기술문서	0	0	1	3	1	9	1	9	1	9	0	12	4	42	초과달성
		성과홍보	1	7	9	21	9	17	9	11	9	28	7	9	44	93	초과달성
		일자리창출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		보고서원문	0	1	2	3	2	3	2	4	2	3	2	11	10	25	초과달성
		연구시설·장비	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	미달성
		설계기준	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7	4	10	초과달성
		제도반영	0	0	0	2	1	0	1	0	2	3	2	2	6	7	초과달성
		학술회의발표	0	6	3	18	5	34	1	18	5	21	5	10	19	107	초과달성
		산학연간 기술지원	1	4	0	11	0	8	0	8	0	10	0	2	1	43	초과달성
		제정신청	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	5	초과달성
		포상	0	2	0	2	0	2	0	1	0	4	0	1	0	12	초과달성
		현장시험 및 검증	0	1	0	2	0	2	0	4	0	4	0	24	0	37	초과달성
		기타	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	초과달성

(나) 1세부 과제

구 분			1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		6차년도		성과 종합		비고
			목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	
총괄	국제논문게재	SCI/SCIE	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2(1)	3	3(1)	달성
	국내논문게재	-	2	0	3	1	2	1	3	2	2	2	1	4(2)	13	10(2)	
	특허출원	국내	0	0	1	0	4	2	1	1	2	5	8	7	16	15	미달성
	특허등록	국내	0	0	1	0	1	0	2	1	4	2	8	1	16	4	미달성
	인력양성	석사	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		박사	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	초과달성
		소계	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	초과달성
	기술이전	계약 건수	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	(5)	5	(5)	달성
		계약액	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		징수액	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	국제 표준화	기고서 제출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		기고서 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		표준안 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	국내 표준화	기고서 제출	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	4	5	초과달성
		기고서 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		표준안 채택	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	4	1	달성(통합)
	기타 성과	상용화	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	4	4	달성
		시제품	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	6	1	10	초과달성
		S/W등록	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	50	4	54	초과달성
		기술문서	0	0	0	2	0	5	0	6	0	5	0	2	0	20	초과달성
		성과홍보	1	6	9	18	9	15	9	9	9	23	7	9	44	80	초과달성
		일자리창출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		보고서원문	0	1	0	1	0	1	0	2	0	1	0	9	0	15	초과달성
		연구시설·장비	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		설계기준	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7	4	10	초과달성
		제도반영	0	0	0	2	1	0	1	0	2	3	2	2	6	7	초과달성
		학술회의발표	0	0	3	3	1	9	1	7	3	5	0	5	8	29	초과달성
		산학연간 기술지원	1	4	0	11	0	8	0	8	0	10	0	2	1	43	초과달성
		제정신청	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	5	초과달성
		포상	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	초과달성
		현장시험 및 검증	0	1	0	2	0	2	0	3	0	3	0	21	0	32	초과달성
		기타	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	초과달성

(다) 2세부 과제

구 분			1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		6차년도		성과 종합		비고
			목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	목표	달성	
총괄	국제논문게재	SCI/SCIE	0	0	2	1	4	3	4	0	4	7	7	7(2)	21	18(2)	미달성
	국내논문게재	-	2	0	2	2	4	2	6	5	5	5	11	8(1)	30	22(1)	미달성
	특허출원	국내	1	0	8	4	6	9	11	8	9	12	10	5	45	38	미달성
	특허등록	국내	0	0	6	0	7	2	8	4	9	9	15	10	45	25	미달성
	인력양성	석사	0	0	2	3	2	1	2	4	2	1	3	2	11	11	달성
		박사	0	0	2	1	2	0	2	1	2	1	2	2	10	5	미달성
		소계	0	0	4	4	4	1	4	5	4	2	5	4	21	16	미달성
	기술이전	계약 건수	0	0	2	0	2	0	2	2	5	2	2	4	13	8	미달성
		계약액	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		징수액	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	국제 표준화	기고서 제출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		기고서 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		표준안 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	국내 표준화	기고서 제출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		기고서 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		표준안 채택	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	기타 성과	상용화	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	2	5	2	미달성
		시제품	0	0	0	0	0	1	1	3	1	1	3	7	5	12	초과달성
		S/W등록	0	0	1	2	1	4	2	5	1	7	0	12	5	30	초과달성
		기술문서	0	0	1	1	1	4	1	3	1	4	0	10	4	22	초과달성
		성과홍보	0	1	0	3	0	2	0	2	0	5	0	0	0	13	초과달성
		일자리창출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		보고서원문	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10	10	달성
		연구시설·장비	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	미달성
		설계기준	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		제도반영	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		학술회의발표	0	6	0	15	4	25	0	11	2	16	5	5	11	78	초과달성
		산학연간 기술지원	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		제정신청	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		포상	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0	7	초과달성
		현장시험 및 검증	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	5	초과달성
		기타	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

(2) 연구성과 상세

(가) 논문

① 국내·외 논문 게재

번호	논문명	학술지명	저자명	권(호)	국명	발행 기관	SCI 여부 (SCI/비SCI)	게재 년도	등록 번호*
1세부 과제									
6차년도									
1	A study on the optimal design and operation of the outdoor Air cooling system for a computer room	Energies	황지현 이태원	-	스위스	MDPI	SCI	제출, 심사 중	1996- 1073
2	밀폐공간에서 액체연료 화염의 거동에 관한 실험적 연구	한국안전공학 학회 논문집	전길송 황지현 이태원	-	대한 민국	안전공학 회	비SCI	제출, 심사 중	1738- 3803
3	냉방부하 저감을 위한 전산실 최적 단열수준에 관한 연구	한국건축친 환설비학회 논문집	황지현 이태원	-	대한 민국	한국건축 친환경설 비학회	비SCI	제출, 심사 중	1976- 6483
4	The effect of coupling solar thermal system and geothermal heat pump systems in areas with unbalanced heating and cooling demand	Energies	황지현 송두삼 이태원	14(1)	스위스	MDPI	SCI	2021	1996- 1073
5	BEMS 데이터를 활용한 연구소 건물의 전력소비 특성 분석 및 진단에 관한 연구	한국건축친 환설비학회 논문집	황지현 송두삼 이태원	14(6)	대한 민국	한국건축 친환경설 비학회	비SCI	2020	1976- 6483
6	그린리모델링건물 에너지소비량 보정기법 적용사례분석	한국태양 에너지학 회 논문집	김동일 이병호	40(5)	대한 민국	한국태양 에너지학 회	비SCI	2020	1598- 6411
7	Outdoor Air-Cooling System for a Computer Room and its Corresponding Energy Saving Effect	Energies	황지현 이태원	13(20)	스위스	MDPI	SCI	2020	1996- 1073
8	전산실 외기냉방 도입방안 및 효과분석 연구	설비공학 논문집	황지현 이태원	32(4)	대한 민국	대한설비 공학회	비SCI	2020	1229- 6422
9	개별건물 에너지소비량 보정 기법 개발 및 적용방안	한국태양 에너지학 회 논문집	김동일 이병호	40(1)	대한 민국	한국태양 에너지학 회	비SCI	2020	1598- 6411
5차년도									
10	BEMS 데이터를 활용한 축열시스템의 운전 성능 및 효율저하 평가에 관한 연구	한국건축친 환설비학회 논문집	박성철	11(4)	대한 민국	한국건축 친환경설 비학회	비SCI	2019	1976- 6483
11	건물에너지 관리	설비공학	안진한	48(6)	대한	대한설비	비SCI	2019	1229-

	시스템(BEMS) 설치 및 활용 동향	논문집	김명록 황인철 정군모		민국	공학회			6422
4차년도									
12	BEMS 데이터를 활용한 도서관 건물의 운전현황 분석	한국건축친환설비학회 논문집	박성철 하주완 김환용 송영학	12(6)	대한민국	한국건축친환경설비학회	비SCI	2018	1976-6483
13	냉난방도일에 따른 건물에너지 사용량 보정기법 개발	한국태양에너지학회 논문집	김동일 이병호	38(6)	대한민국	한국태양에너지학회	비SCI	2018	1598-6411
14	Load Disaggregation via Pattern Recognition: A Feasibility Study of a Novel Method in Residential Building	Energies	곽영훈 황지현 이태원	11(4)	스위스	MDPI	SCI	2018	1996-1073
3차년도									
15	건물 HVAC의 에너지사용량 변동과 실온변화를 통한 고장발견진단 알고리즘 개발 연구	한국건축친환설비학회 논문집	박성철 이태원 김환용 송영학	11(6)	대한민국	건축친환경설비학회	비SCI	2017	1976-6483
2차년도									
16	고장발견진단 연구동향 및 고장에 따른 건물 HVAC 성능변화 연구	한국건축친환설비학회 논문집	박성철 박경순 송영학	10(6)	대한민국	건축친환경설비학회	비SCI	2016	1976-6483
1차년도									
해당사항 없음									
2세부 과제									
6차년도									
17	The Effect of Mat Surface Temperature on Sleep Comfort and Energy Consumption	Building and Environment	문현준		국외	MDPI	SCI	심사중	0360-1323
18	재실자 행태에 따른 실내 열쾌적과 적정 미세먼지농도 유지를 위한 실내환경기기의 통합 운영 방법	한국생활환경학회 논문집	김선호		대한민국	한국생활환경학회	비SCI	심사중	1226-1289
19	에너지 비용을 고려한 중앙냉방시스템의 복합열원 최적운영 방안에 관한 연구	한국지열에너지학회 논문집	이가람 송재엽	16(4)	대한민국	한국지열에너지학회	비SCI	2020	1738-6985
20	A Study on the Development of a Tool to Predict and Evaluate the Effect of Introducing Simulation-Based Building Energy-Saving Technologies	Energy and Buildings	양수현 박원장 이태동		국외	ELSEVIER	SCI	심사중	0378-7788
21	흡착 건축자재 사용에 따른	한국건축	김지현	14(3)	대한	한국건축	비SCI	2020	1976-

	실내공기질 개선 및 난방 에너지 소비량 절감 효과 분석	친환경설비학회 논문집	성남철 최원창		민국	친환경설비학회			6483
22	유전알고리즘을 이용한 중앙공조시스템 냉수배관계의 최적제어 방법	한국건축친환경설비학회 논문집	성남철 김지현 최원창	14(1)	대한민국	한국건축친환경설비학회	비SCI	2020	1976-6483
23	Adjustment of multiple variables for optimal control of building energy performance via a genetic algorithm	Buildings	성남철 김지현 최원창	10(11)	국외	MDPI	SCI	2020	2075-5309
24	Forecasting Actual Energy Consumption of AHU and Absorption Chiller Using ANN Model	Energies	김지현 성남철 최원창	13(17)	국외	MDPI	SCI	2020	1996-1073
25	Optimization- Based- Data- Enabled Modeling Technique for HVAC Systems	Buildings	Rand Talib Nassif Nabil 최원창	10(9)	국외	MDPI	SCI	2020	2075-5309
26	Modeling of Building Energy Consumption by Integrating Regression Analysis and Artificial Neural Network with Data Classification	Buildings	Iffat Ridwana Nassif Nabil 최원창	10(11)	국외	MDPI	SCI	2020	2075-5309
27	Energy-Saving Potential of Extending Temperature Set-Points in a VRF Air-Conditioned Building	Energies	김주욱 송두삼 김소연 박소현 최영진 임현우	13(9)	스위스	MDPI	SCI	2020	1996-1073
28	Efficiency Gap Caused by the Input Data in Evaluating Energy Efficiency of Low-Income Households' Energy Retrofit Program	Sustainability	김주욱 명제민 임현우 송두삼	12(7)	스위스	MDPI	SCI	2020	2071-1050
29	건물 열적 성능 수준별 실내 복사환경에 따른 재실자의 열적 쾌적성의 변화를 고려한 건물에너지 소비량 산출	설비공학 논문집	박소현 송두삼	32	대한민국	대한설비공학회	비SCI	2020	1229-6422
30	I-V 곡선을 활용한 PV모듈 고장유형의 분류 방법	조명전기설비학회 논문집	엄지영 김용기 조수환	34(10)	대한민국	조명전기설비학회	비SCI	2020	1229-4691
31	Residential Community Load Management Based on Optimal Design of Standalone HRES With Model Predictive	IEEE Access	Essam Alamar Habib Rahman	8	국외	IEEE Access	비SCI	2020	2169-3536

	Control		Habib Kotb Shaor in Wang 고원석 Mahmoud Elmorshedy Asad Waqar						
32	계절별 실내 환경 데이터 기반 재실자 행동 분류 모델 개발	대한건축학회 논문집	문현준 이예린 윤영란	36(11)	대한민국	대한건축학회	비SCI	2020	1226-9093
33	다기준 의사결정기법과 기계학습을 이용한 가변형 차양의 최적 형태 도출	한국생활환경 학회지	김랑 김선호 이예린 문현준	27(4)	대한민국	한국생활환경학회	비SCI	2020	1226-1289
34	바닥 난방 시스템 운영에 따른 GRU 기반의 실내온도 예측모델의 성능 평가	한국생활환경 학회지	이명훈 윤영란 문현준	27(3)	대한민국	한국생활환경학회	비SCI	2020	1226-1289
5차년도									
35	바닥복사 난방시스템의 공급온수특성에 따른 에너지 소비특성 연구	한국지열에너지학 회논문집	송재엽 안병천	15(4)	대한민국	한국지열에너지학회	비SCI	2019	1738-6985
36	에너지절감기술 도입 효과 분석을 위한 건물에너지소비량 예측 및 평가 도구 개발	한국건축친환경설비 학회논문집	양수현 박원장 김수종	13(4)	대한민국	한국건축친환경설비학회	비SCI	2019	1976-6483
37	Cooling Load Forecasting via Predictive Optimization of a Nonlinear Autoregressive Exogenous (NARX) Neural Network Model	Sustainability	김지현 성남철 최원창	11(23)	국외	MDPI	SCI	2019	2071-1050
38	Optimal Control Strategy for Variable Air Volume Air-Conditioning Systems Using Genetic Algorithms	Sustainability	성남철 김지현 최원창	11(18)	국외	MDPI	SCI	2019	2071-1050
39	Modeling and Optimizing a Chiller System Using a Machine Learning Algorithm	Energies	김지현 성남철 최원창	12(5)	국외	MDPI	SCI	2019	1996-1073
40	인공신경망 입력 변수에 따른 송풍기 풍량 예측모델 개발 및 평가	한국건축친환경설비 학회논문집	성남철 최기봉 최원창	13(3)	대한민국	한국건축친환경설비학회	비SCI	2019	1976-6483
41	Stack-driven infiltration and heating load differences by floor in high-rise residential buildings	Building and Environment	윤성민 송두삼 김주옥	157	영국	Elsevier	SCI	2019	0360-1323

42	국내 건물의 성능기준 변화를 고려한 냉방시스템 용량 산정	설비공학 논문집	김주옥 송두삼	31(2)	대한 민국	대한설비 공학회	비SCI	2019	1229- 6422
43	Development of Feed-in Tariff for PV in the Kingdom of Saudi Arabia	Energies	고원석 Essa AlAmmar Mohammad Almahmeed	12(15)	국외	MDPI	SCI	2019	1996- 1073
44	Deep Q-learning을 활용한 열쾌적 성능기반 냉방 최적 제어	한국생활 환경 학회지	윤영란 문현준	26(6)	대한 민국	한국생활 환경학회	비SCI	2019	1226- 1289
45	An improved integrated comfort control algorithm with cooling and ventilation systems to maintain indoor relative humidity	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	김선호 윤영란 김정원 문현준	609(4)	이탈 리아	IAQVEC	비SCI (SCOPUS)	2019	1757- 8981
46	A Study on Multi-Objective Parametric Design Tool for Surround-Type Movable Shading Device	Sustainability	김호정 양창석 문현준	11(24)	스위스	MDPI	SCI	2019	2071- 1050

4차년도

47	인공신경망 변수에 따른 HVAC 에너지 소비량 예측 정확도 평가-송풍기를 중심으로-	대한건축 학회 논문집	김지현 성남철 최원창 최기봉	34(11)	대한 민국	대한건축 학회	비SCI	2018	1226- 9093
48	등가 가동시간과 모듈온도를 이용한 건물용 태양광 발전시스템의 성능 분석	한국퍼실 리티매니 지먼트학 회논문집	엄지영 김용기	13(2)	대한 민국	한국퍼실 리티매니 지먼트학 회	비SCI	2018	1229- 2230
49	패시브주택과 일반주택의 난방운전특성 비교 분석	한국퍼실 리티매니 지먼트학 회논문집	김용기 김원욱 이태원	13(2)	대한 민국	한국퍼실 리티매니 지먼트학 회	비SCI	2018	1229- 2230
50	BIM-BEMS 연계를 위한 M-BDL 기반 BIM 데이터 맵핑	한국산학 기술학회 논문집	강태욱	19(9)	대한 민국	한국산학 기술학회	비SCI	2018	1975- 4701
51	시간 단위의 M&V 베이스라인 구축을 위한 머신러닝 알고리즘 기반 건물에너지 예측 모델의 성능 비교	한국생활 환경 학회지	윤영란 이명훈 문현준	25(5)	대한 민국	한국생활 환경학회	비SCI	2018	1226- 1289

3차년도

52	인공신경망을 이용한 건물의 에너지 모델 최적화 알고리즘 개발 및 검증에 관한 연구	한국생활 환경학회 지	성남철 김지현 최원창 윤상천 Nabil Nassif	24(1)	대한 민국	한국생활 환경학회	비SCI	2017	1226- 1289
----	---	-------------------	---	-------	----------	--------------	------	------	---------------

53	Design and Construction of 1 MW Class Floating PV Generation Structural System Using FRP Members	Energies	김선희 윤순종 최원창	10(8)	국외	MDPI	SCI	2017	1996-1073
54	노후 학교건물의 창호 교체에 따른 부하분석	설비공학 논문집	이예지 김주옥 송두삼	29(9)	대한 민국	대한설비 공학회	비SCI	2017	1229-6422
55	Object composite query method using IFC and LandXML based on BIM linkage model	Automation in Construction	강태욱	76	국외	Elsevier	비SCI	2017	0926-5805
56	A Dynamic Electricity Tariff survey for Smart Grid in South KOREA	JSCI	김은주 김용기 고원석	15	국외	JSCI	비SCI	2017	1690-4524

2차년도

57	ICT기반 ESCO 사업 사례를 통한 성과분석 방안에 관한 연구	한국건축 친환경설 비학회 논문집	김용희 엄기현 조규철 김용식	10(5)	대한 민국	한국건축 친환경설 비학회	비SCI	2016	1976-6483
58	전열교환형 환기시스템을 이용한 학교건물의 나이트퍼지 적용효과 분석	설비공학 논문집	김수연 원정관 김재형 송두삼	28(11)	대한 민국	대한설비 공학회	비SCI	2016	1229-6422
59	Development of an occupancy prediction model using indoor environmental data base on machine learning techniques	Building and Environment	유승호 문현준	107	영국	Elsevier	SCI	2016	0360-1323

1차년도

해당사항 없음

② 국내외 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1세부 과제					
6차년도					
1	대한설비공학회 하계학술발표대회	이태원	2019.06.18	휘닉스평창	대한민국
2	대한설비공학회 하계학술발표대회	김도현	2019.06.18	휘닉스평창	대한민국
3	대한설비공학회 하계학술발표대회	전길송	2019.06.18	휘닉스평창	대한민국
4	대한설비공학회 하계학술발표대회	황지현	2019.06.18	휘닉스평창	대한민국
5	한국태양에너지학회 춘계학술발표대회	김동일	2020.10.21	무창포 비체펠리스	대한민국
5차년도					
6	대한설비공학회 하계학술발표대회	황지현	2019.06.25	용평리조트	대한민국
7	대한건축학회 추계학술발표대회	박성철	2019.10.25	충남대학교	대한민국
8	한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회	박성철	2019.11.15	한양대학교	대한민국
9	대한설비공학회 동계학술발표대회	진정탁	2019.11.22	고려대학교	대한민국

10	한국태양에너지학회 춘계학술발표대회	김동일	2019.04.03	대구엑스코	대한민국
4차년도					
11	대한설비공학회 하계학술발표대회	황지현	2018.06.21	용평리조트	대한민국
12	대한설비공학회 하계학술발표대회	황지현	2018.06.21	용평리조트	대한민국
13	대한설비공학회 하계학술발표대회	이태원	2018.06.21	용평리조트	대한민국
14	대한설비공학회 동계학술발표대회	이태원	2018.11.23	고려대학교	대한민국
15	대한설비공학회 동계학술발표대회	황지현	2018.11.23	고려대학교	대한민국
16	대한건축학회 부산울산경남지회 추계학술발표대회	박성철	2018.11.23	경상대학교	대한민국
17	대한설비공학회 동계학술발표대회	진정탁	2018.11.23	고려대학교	대한민국
3차년도					
18	대한설비공학회 하계학술발표대회	황지현	2017.06.23	용평리조트	대한민국
19	대한설비공학회 하계학술발표대회	류진	2017.06.23	용평리조트	대한민국
20	대한설비공학회 동계학술발표대회	황지현	2017.11.29	과학기술회관	대한민국
21	한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회	박성철	2017.11.23	서울대학교	대한민국
22	대한설비공학회 동계학술발표대회	박성철	2017.11.29	과학기술회관	대한민국
23	대한건축학회 추계학술발표대회	김동일	2017.10.26	경주더케이호텔	대한민국
24	대한설비공학회 하계학술발표대회	공동석	2017.06.23	용평리조트	대한민국
25	대한설비공학회 하계학술발표대회	박두용	2017.06.23	용평리조트	대한민국
26	대한설비공학회 하계학술발표대회	박태주	2017.06.23	용평리조트	대한민국
2차년도					
27	대한설비공학회 동계학술발표대회	류진	2016.11.25	과학기술회관	대한민국
28	한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회	박성철	2016.11.11	목포대학교	대한민국
29	대한건축학회 부산울산경남지회 학술발표대회	박성철	2016.11.25	경남과학기술대	대한민국
1차년도					
해당사항 없음					
2세부 과제					
6차년도					
30	대한설비공학회 하계학술발표대회	양수현	2020.06.18	휘닉스평창	대한민국
31	대한설비공학회 하계학술발표대회	이철원	2020.06.18	휘닉스평창	대한민국
32	대한설비공학회 하계학술발표대회	유엔	2020.06.19	휘닉스평창	대한민국
33	한국신재생에너지학회 학술대회	엄지영	2020.08.24	온라인	대한민국
34	한국태양에너지학회 추계학술발표대회	엄지영	2020.10.22	무창포 비체펠리스	대한민국
5차년도					
35	대한설비공학회 동계학술발표대회	송재엽	2019.11.22	고려대학교	대한민국
36	대한설비공학회 하계학술발표대회	양수현	2019.06.25	용평리조트	대한민국
37	대한설비공학회 동계학술발표대회	박소현	2019.11.22	고려대학교	대한민국
38	대한설비공학회 동계학술발표대회	유엔	2019.11.22	고려대학교	대한민국
39	대한설비공학회 동계학술발표대회	이승건	2019.11.22	고려대학교	대한민국
40	태양에너지학회 추계학술발표대회	박소현	2019.10.18	청풍리조트	대한민국
41	태양에너지학회 추계학술발표대회	유엔	2019.10.18	청풍리조트	대한민국
42	태양에너지학회 추계학술발표대회	이승건	2019.10.18	청풍리조트	대한민국
43	Sustainable Built Environment Conference 2019	박소우	2019.08.06	도쿄대 Komaba	일본

44	Sustainable Built Environment Conference 2019	박소현	2019.08.06	도쿄대 Komaba	일본
45	Sustainable Built Environment Conference 2019	옹드람	2019.08.06	도쿄대 Komaba	일본
46	대한설비공학회 하계학술발표대회	박소현	2019.06.20	용평리조트	대한민국
47	대한설비공학회 하계학술발표대회	옹드람	2019.06.20	용평리조트	대한민국
48	태양에너지학회 춘계학술발표대회	박소현	2019.04.05	대구 exco	대한민국
49	대한토목학회 정기학술대회	김도영	2019.10	평창 알펜시아	대한민국
50	I3CDE2019	김도영	2019.07	penang	말레이시아

4차년도

51	대한설비공학회 동계학술발표대회	송재엽	2018.09.28	고려대학교	대한민국
52	대한설비공학회 동계학술발표대회	김용희	2018.11.23	고려대학교	대한민국
53	대한설비공학회 하계학술발표대회	김지현	2018.06.27	용평리조트	대한민국
54	대한설비공학회 하계학술발표대회	박소현	2018.06.22	용평리조트	대한민국
55	대한설비공학회 하계학술발표대회	이예지	2018.06.22	용평리조트	대한민국
56	태양에너지학회 춘계학술발표대회	이예지	2018.04.06	대구 exco	대한민국
57	COBEE 2018	김수연	2018.02.06	RMIT University	호주
58	COBEE 2018	이예지	2018.02.06	RMIT University	호주
59	COBEE 2018	박소민	2018.02.06	RMIT University	호주
60	한국CDE학회	강태욱	2018.01	강원도	대한민국
61	대한건축학회 추계학술발표대회논문집	정대희	2018.10.26	강원도	대한민국

3차년도

62	대한설비공학회 하계학술발표대회	송재엽	2017.06.22	용평리조트	대한민국
63	건축도시대회	송재엽	2017.04.28	해비치호텔	대한민국
64	대한건축학회 추계학술발표대회	성남철	2017.10.25	경주더케이호텔	대한민국
65	대한건축학회 추계학술발표대회	성남철	2017.10.25	경주더케이호텔	대한민국
66	대한건축학회 춘계학술발표대회	성남철	2017.04.27	제주해비치호텔	대한민국
67	대한건축학회 춘계학술발표대회	성남철	2017.04.27	제주해비치호텔	대한민국
68	대한설비공학회 동계학술발표대회	김수연	2017.11.29	한국과학기술관	대한민국
69	대한설비공학회 동계학술발표대회	이예지	2017.11.29	한국과학기술관	대한민국
70	태양에너지학회 추계학술발표대회	김수연	2017.10.19	더케이호텔	대한민국
71	태양에너지학회 추계학술발표대회	이예지	2017.10.19	더케이호텔	대한민국
72	태양에너지학회 추계학술발표대회	박소민	2017.10.19	더케이호텔	대한민국
73	Healthy buildings 2017 Asia	김수연	2017.09.02	National Cheng Kung University	대만
74	Healthy buildings 2017 Asia	박소민	2017.09.02	National Cheng Kung University	대만
75	대한설비공학회 하계학술발표대회	이예지	2017.06.21	용평리조트	대한민국
76	대한설비공학회 하계학술발표대회	김수연	2017.06.21	용평리조트	대한민국
77	태양에너지학회 춘계학술발표대회	김수연	2017.04.06	대구 exco	대한민국
78	태양에너지학회 춘계학술발표대회	명제민	2017.04.06	대구 exco	대한민국
79	2017 International Conference on Renewable Energy and Environment (ICREE 2017)	엄지영	2017.11.02	Ramada Plaza Toronto	캐나다
80	대한설비공학회 하계학술발표대회	엄지영	2017.06.23	용평리조트	대한민국

81	SSD 2017	고원석	2017.03	Marrakech	Morocco
82	WMSCI 2017	고원석	2017.07	플로리다 올랜도	미국
83	한국 BIM학회 학술대회	강태욱	2017.06.30	서울	대한민국
84	대한설비공학회 하계학술발표대회	강태욱	2017.06	용평리조트	대한민국
85	한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회	김선호	2017.11.23	서울	대한민국
86	IBPSA Conference	김선호	2017.08.07	San Francisco	미국

2차년도

87	대한설비공학회 하계학술발표대회	송재엽	2016.06.23	용평리조트	대한민국
88	대한설비공학회 하계학술발표대회	이가람	2016.06.23	용평리조트	대한민국
89	대한설비공학회 동계학술발표대회	성남철	2016.11.25	과학기술회관	대한민국
90	대한설비공학회 동계학술발표대회	이예지	2016.11.25	한국과학기술관	대한민국
91	대한설비공학회 동계학술발표대회	김수연	2016.11.25	한국과학기술관	대한민국
92	대한설비공학회 동계학술발표대회	원정관	2016.11.25	한국과학기술관	대한민국
93	대한설비공학회 동계학술발표대회	강규민	2016.11.25	한국과학기술관	대한민국
94	태양에너지학회 추계학술발표대회	김수연	2016.10.14	충북대학교	대한민국
95	태양에너지학회 추계학술발표대회	이예지	2016.10.14	충북대학교	대한민국
96	대한설비공학회 하계학술발표대회	원정관	2016.06.24	용평리조트	대한민국
97	대한설비공학회 하계학술발표대회	김수연	2016.06.24	용평리조트	대한민국
98	태양에너지학회 춘계학술발표대회	김수연	2016.03.18	대구 exco	대한민국
99	태양에너지학회 춘계학술발표대회	김재형	2016.03.18	대구 exco	대한민국
100	WMSCI 2016	고원석	2016.07	플로리다 올랜도	미국
101	한국컴퓨터종합학술대회	원지선	2016.06	제주	대한민국

1차년도

102	대한설비공학회 동계학술발표대회	김재형	2015.11.27	한국과학기술관	대한민국
103	대한설비공학회 동계학술발표대회	박재중	2015.11.27	한국과학기술관	대한민국
104	대한설비공학회 동계학술발표대회	원정관	2015.11.27	한국과학기술관	대한민국
105	대한설비공학회 동계학술발표대회	정재훈	2015.11.27	한국과학기술관	대한민국
106	대한설비공학회 동계학술발표대회	유승호	2015.11.27	서울	대한민국
107	대한건축학회 추계학술발표대회	유승호	2015.10.29	서울	대한민국

(나) 지적재산권 (특허, 실용신안, 디자인, 상표, 신제품 등)

번호	지식재산권 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			
			출원인	출원일	출원번호	등록 번호*	등록인	등록일	등록번호	등록 번호*
1세부 과제										
6차년도										
1	태양열원 및 지열원 복합 냉난방 시스템 제어 방법	대한 민국					한국건 설기술 연구원	2020. 06.29	10- 2130120	
2	건물 내 소모 전력관리 장치 및 방법	대한 민국	한국건 설기술 연구원	2020. 12.18	10-2020- 0178889					
3	회로 고장 검출 장치 및 이를 이용한 회로	대한 민국	한국건 설기술	2020. 12.18	10-2020-0 178892					

	고장 검출 방법		연구원							
4	전력사용 절감 모니터링 방법 및 시스템	대한 민국	한국건 설기술 연구원	2020. 12.16	10-2020- 0176091					
5	화재 관제 방법 및 시스템	대한 민국	한국건 설기술 연구원	2020. 12.04	10-2020- 0168381					
6	유량 제어를 통한 난방 관리 시스템 및 이를 이용한 난방 관리 방법	대한 민국	한국건 설기술 연구원	2020. 12.04	10-2020- 0168904					
7	건물에너지 절감을 위한 개방형 에너지 시스템	대한 민국	(주)우원 엠앤이	2020. 07.24	10-2020- 0092302					
8	개방형 BEMS 플랫폼을 이용한 관제점 설계 시스템	대한 민국	(주)우원 엠앤이	2020. 07.24	10-2020- 0092301					

5차년도

9	개방형 운영관리시스템 및 그 시스템을 사용한 운영 방법	대한 민국					한국건 설기술 연구원	2019. 11.05	10- 2043245	
10	공조시스템의 고장진단 장치 및 진단방법	대한 민국					경상 대 학교 산학 협력단	2019. 06.26	10- 1995311	
11	System for Providing of Opening Platform Service, Method and Apparatus for Developing of Service Module for Thereof	PCT	한국건 설기술 연구원	2019. 11.14	KR2019/ 016488					
12	개방형 플랫폼 서비스를 이용한 건물에너지관리시스템 및 방법	대한 민국	한국건 설기술 연구원	2019. 11.13	10-2019- 0145131					
13	건물 에너지 관리를 위한 사용자 인터페이스 제공 방법 및 장치	대한 민국	한국건 설기술 연구원	2019. 11.13	10-2019- 0145130					
14	개방형 플랫폼 서비스를 제공하는 프로그램 생성 방법 및 장치	대한 민국	한국건 설기술 연구원	2019. 11.06	10-2019- 0141119					
15	서비스모듈을 이용한 개방형 플랫폼 제공 시스템	대한 민국	한국건 설기술 연구원	2019. 11.06	10-2019- 0141118					

4차년도										
16	습공기선도를 이용한 에너지절감 공조기 운영 시스템 및 이를 이용한 운영방법	대한민국					(주)우원엠앤이	2018. 12.05	10-1927984	
17	공조시스템의 고장진단 장치 및 진단방법	대한민국	경상대학교 산학협력단	2018. 08.03	10-2018-0060964					
3차년도										
18	에너지관리 및 기술표준 적합성 평가 장치	대한민국	(주)에코시안	2017. 11.07	10-2017-0147230					
19	습공기선도를 이용한 에너지절감 공조기 운영 시스템 및 이를 이용한 운영방법	대한민국	(주)우원엠앤이	2017. 08.17	10-2017-0104178					
2차년도										
해당사항 없음										
1차년도										
해당사항 없음										
2세부 과제										
6차년도										
20	냉온수 순환시스템 제어방법과 제어장치	대한민국	(주)나라컨트롤	2020. 05.12	10-2020-0056609					
21	냉온수 순환시스템 제어방법과 제어장치	대한민국					(주)나라컨트롤	2020. 08. 10	10-2151981	
22	열전달 예측모델을 이용한 요구열량에 따른 밸브유량 제어방법	대한민국	(주)나라컨트롤	2020. 03.23	10-2020-0034887					
23	실시간 성능분석 반응형 냉각탑 제어방법	대한민국	(주)나라컨트롤	2020. 01.15	10-2020-0005240					
24	실시간 성능분석 반응형 냉각탑 제어방법	대한민국					(주)나라컨트롤	2020. 08. 10	10-2144674	
25	BEMS 예측평가 시스템 및 방법	대한민국					(주)에코시안	2020. 06.29	10-2130013	
26	건물에너지 사용량 및 절감을 분석을 위한 회귀모델 생성 장치	대한민국					(주)에코시안	2020. 03.02	10-2085956	
27	회귀모델을 이용한 건물 에너지 분석 시스템	대한민국					(주)에코시안	2020. 03.02	10-2086008	
28	건물 에너지 사용량 및 절감을 분석	대한민국					(주)에코시안	2020. 01.06	10-2064877	

	시스템 및 그 방법									
29	인공신경망을 이용한 공기조화설비의 에너지 사용량 및 데이터 예측 시스템 및 그 방법	대한 민국	가천 대학교 산학 협력단	2020. 09.14	10-2020- 0117382					
30	중앙집중식 공조시스템의 건물설비 운영 방법 및 장치	대한 민국					가천 대학교 산학 협력단	2020. 06.05	10- 2122080	
31	계측 정보 중계 방법 및 장치	대한 민국					(주)나오 디지털	2020. 06.30	10- 2130520	
32	고장 검출부를 구비한 태양광 발전 시스템	대한 민국					한국건 설기술 연구원	2020. 02.07	10- 2076978	
33	에너지 모니터링을 위한 BEMS 센서-BIM 연계 장치 및 방법	대한 민국					한국건 설기술 연구원	2020. 04.22	10- 2105589	
34	열적 쾌적감 기반의 최적 냉방기 제어방법	대한 민국	성균관 대학교 산학 협력단	2020. 10.30	10-2020-0 142881					

5차년도

35	건물의 운영특성에 따른 열적 동특성을 고려한 냉난방 통합제어방법과 통합제어시스템	대한 민국	(주)나라 컨트롤	2019. 01.23	10-2019- 0008473					
36	건물의 운영특성에 따른 열적 동특성을 고려한 냉난방 통합제어방법과 통합제어시스템	대한 민국					(주)나라 컨트롤	2019. 10.17	10- 2035820	
37	클라우드 기반 건물 냉난방 제어로직 자동 생성방법과 제어로직 생성시스템	대한 민국	(주)나라 컨트롤	2019. 01.07	10-2019- 0001733					
38	클라우드 기반 건물 냉난방 제어로직 자동 생성방법과 제어로직 생성시스템	대한 민국					(주)나라 컨트롤	2019. 10.17	10- 2035818	
39	회귀모델을 이용한 건물 에너지 분석 시스템	대한 민국	(주)에코 시안	2019. 08.28	10-2019- 0105992					
40	건물에너지 사용량 및 절감을 분석을 위한 수식 생성 관리 시스템	대한 민국	(주)에코 시안	2019. 08.26	10-2019- 0104536					
41	건물에너지 사용량 및	대한	(주)에코	2019.	10-2019-					

	절감율 분석을 위한 회귀모델 생성 장치	민국	시안	08.26	0104537					
42	건물 에너지 사용량 및 절감률 분석 시스템 및 그 방법	대한민국	(주)에코시안	2019.08.21	10-2019-0102559					
43	건물 에너지 시뮬레이션을 위한 건물 외형 모델링 장치	대한민국					(주)에코시안	2019.03.27	10-1964922	
44	건물 에너지 시뮬레이션 서버 및 이를 포함하는 운영 시스템	대한민국					(주)에코시안	2019.03.07	10-1957916	
45	유전 알고리즘을 이용한 중앙집중식 공조시스템 및 이를 이용한 공기조화 방법	대한민국					가천대학교 산학협력단	2019.11.20	10-2049005	
46	BEMS 기반 중앙집중식 공조시스템의 관제 데이터 처리방법 및 그를 위한 장치	대한민국					가천대학교 산학협력단	2019.05.13	10-1986686	
47	유전 알고리즘을 이용한 냉방 제어 시스템 및 이를 이용한 냉방 제어 방법	대한민국	가천대학교 산학협력단	2019.07.22	10-2019-0088185					
48	시리얼 통신용 스위칭 장치 및 그 동작방법	대한민국					(주)나오디지털	2019.03.20	10-1962334	
49	에너지 수요제어를 위한 보안이중화 방법 및 장치	대한민국	(주)나오디지털	2019.12.05	10-2019-0160465					
50	분석된 설비의 시간대별 제어잠재량을 이용한 건물의 에너지 수요관리 제어	대한민국	한국산업기술 컨설팅	2019.0731	10-2019-0093562					
51	고장 검출부를 구비한 태양광 발전 시스템	대한민국	한국건설기술연구원	2019.04.09	10-2019-0041191					
52	BIM 품질 체크 규칙 정의 장치 및 그의 BIM 품질 체크 규칙 정의 방법	대한민국	한국건설기술연구원	2019.04.18	10-2019-0045390					
53	BIM 품질 체크 규칙 정의 장치 및 그의 BIM 품질 체크 규칙 정의 방법	대한민국					한국건설기술연구원	2019.09.05	10-2021018	
54	시설물 에너지 관리를 위한 BIM-BEMS 연계	대한민국					한국건설기술	2019.01.24	10-1944022	

	장치 및 방법						연구원			
55	에너지 모니터링을 위한 BEMS 센서-BIM 연계 장치 및 방법	대한민국	한국건설기술연구원	2019.11.19	10-2019-0148544					
4차년도										
56	건물 에너지 시뮬레이션을 위한 건물 외형 모델링 장치	대한민국	(주)에코시안	2018.09.13	10-2018-0109451					
57	건물 에너지 시뮬레이션 서버 및 이를 포함하는 운영 시스템	대한민국	(주)에코시안	2018.09.10	10-2018-0107856					
58	BEMS 예측평가 시스템 및 방법	대한민국	(주)에코시안	2018.05.28	10-2018-0060411					
59	건물에너지관리시스템의 도입효과 산정 시뮬레이션 장치	대한민국				(주)에코시안	2018.05.08	10-1857711		
60	중앙집중식 공조시스템의 건물설비 운영 방법 및 장치	대한민국	가천대학교 산학협력단	2018.12.24	10-2018-0168126					
61	BEMS 기반 중앙집중식 공조시스템의 관제 데이터 처리방법 및 그를 위한 장치	국외(PCT)	가천대학교 산학협력단	2018.01.26	PCT/KR2018/001195					
62	계측 정보 중계 방법 및 장치	대한민국	(주)나오디지털	2018.12.19	10-2018-0165095					
63	시설물 에너지 관리를 위한 BIM-BEMS 연계 장치 및 방법	대한민국	한국건설기술연구원	2018.07.04	10-2018-0077658					
64	MF기반 데이터 경량화를 위한 BIM-BEMS 연계 시스템 및 그의 MF기반 데이터 경량화 방법	대한민국	한국건설기술연구원	2018.07.06	10-2018-0078661					
65	MF기반 데이터 경량화를 위한 BIM-BEMS 연계 시스템 및 그의 MF기반 데이터 경량화 방법	대한민국				한국건설기술연구원	2018.11.29	10-1925474		
66	실내 재실자의 수 연산 방법	대한민국				단국대학교 산학협력단	2018.09.11	10-1899667		
67	예측전력 프로파일을 통한 건물 실시간 수요관리 및 에너지 저감 방법과 이를	대한민국				단국대학교 산학협력단	2018.02.27	10-1835045		

	위한 시스템									
3차년도										
68	건물시설 관리자의 운영유저 피드백을 적용한 복합열원 설비의 최적운전 제어 시스템	대한민국	(주)나라 컨트롤	2017. 11.14	10-2017-0151612					
69	중앙 냉난방 시스템의 최적 설정점 조합 알고리즘 발생기	대한민국	(주)나라 컨트롤	2017. 11.14	10-2017-0151645					
70	건물에너지관리시스템의 도입효과 산정 시뮬레이션 장치	대한민국	(주)에코 시안	2017. 11.16	10-2017-0153090					
71	건물에너지관리시스템의 편집 시스템	대한민국	(주)에코 시안	2017. 11.07	10-2017-0147229					
72	유전 알고리즘을 이용한 중앙집중식 공조시스템 및 이를 이용한 공기조화 방법	대한민국	가천대학교 산학협력단	2017. 12.21	10-2017-0177532					
73	BEMS 기반 중앙집중식 공조시스템의 관제 데이터 처리방법 및 그를 위한 장치	대한민국	가천대학교 산학협력단	2017. 01.26	10-2017-0012405					
74	시리얼 통신용 스위칭 장치 및 그 동작방법	대한민국	(주)나오 디지털	2017. 12.29.	10-2017-0184204					
75	LandXML과 IFC 포맷의 BIM 데이터를 이용한 객체 질의 시스템 및 방법	대한민국	한국건설기술연구원	2017. 06.26	10-2017-0080658					
76	LandXML과 IFC 포맷의 BIM 데이터를 이용한 객체 질의 시스템 및 방법	대한민국					한국건설기술연구원	2017. 12.13	10-1810519	
77	IFC 포맷의 BIM 데이터를 이용한 객체 질의 시스템 및 방법	대한민국	한국건설기술연구원	2017. 06.26	10-2017-0080654					
78	IFC 포맷의 BIM 데이터를 이용한 객체 질의 시스템 및 방법	대한민국					한국건설기술연구원	2017. 12.13	10-1810518	
2차년도										
79	BEMS 예측평가 시스템 및 방법	대한민국	(주)에코 시안	2016. 09.21	10-2016-0120579					
80	실내 재실자의 수 연산 방법	대한민국	단국대학교 산학협력단	2016. 12.09	10-2016-0167979					
81	모델 기반의 실시간	대한민국	단국대학교	2016.	10-2016-					

	운전 성능 평가 시스템	민국	대학교 산학 협력단	04.29	0053570					
82	기계 학습 기법을 활용한 실내 환경 데이터 기반 재실 상태 예측 시스템 및 그 방법	대한민국	단국대학교 산학 협력단	2016. 04.27	10-2016-0053573					
1차년도										
해당사항 없음										

(대) 기술 정보 (보고서, 기술문서, 기술요약정보 등)

번호	기술 정보 구분	발간일	등록 번호*
1세부 과제			
6차년도			
1	BEMS 시장현황 보급확산을 위한 수요자 현황조사 보고서	2020.10	
2	서비스모듈 규약	2020.10	
3	디바이스 규약	2020.10	
4	최종보고서 (1세부)	2020.07	
5	KICT 종합평가실적보고서	2020.05	
6	원가계산보고서 (제주대학교 공과대학, KISS)	2020.03	
7	원가계산보고서 (제주대학교 공과대학, N사)	2020.03	
8	원가계산보고서 (제주테크노파크, KISS)	2020.03	
9	원가계산보고서 (제주테크노파크, N사)	2020.03	
10	원가계산보고서 (아산중앙도서관, KISS)	2020.03	
11	원가계산보고서 (아산중앙도서관, N사)	2020.03	
5차년도			
12	서비스모듈 규약 (개선안)	2019.12	
13	디바이스 규약 (개선안)	2019.12	
14	중간보고서 (1세부)	2019.11	
15	완전개방형 운영관리 플랫폼 (SMK)	2019.11	
16	냉방운전 현황 및 개선방안 (아산중앙도서관)	2019.10	
17	대한설비공학회 설비저널 (건물에너지관리시스템 설치 및 활용 동향)	2019.06	
4차년도			
18	서비스모듈 규약(안)	2018.12	
19	디바이스 규약(안)	2018.12	
20	BEMS 적용 및 운영 현황 (아산중앙도서관)	2018.06	
21	에너지소비량 분석 (아산중앙도서관)	2018.05	
22	중간보고서 (1세부)	2018.11	
23	BEMS 시장현황 조사 보고서	2018.10	
24	대한설비공학회 설비저널 (저비용 고성능 BEMS 서비스모듈)	2018.11	

25	대한설비공학회 설비저널 (건물에너지관리시스템 설치비 절감방안 및 사례 분석)	2018.11	
3차년도			
26	중간보고서 (1세부)	2017.11	
27	설계검토 및 BEMS 반영사항 (아산중앙도서관)	2017.09	
28	AHP 분석 보고서	2017.11	
29	대한설비공학회 설비저널 (지능형 건물설비 통합체계의 구축방안)	2017.10	
30	대한설비공학회 설비저널 (BEMS 운영체계를 활용한 전 주기적 건물관리 방안)	2017.10	
31	대한설비공학회 설비저널 (지능형 건물설비 통합체계의 구축방안)	2017.10	
2차년도			
32	AHP 분석 보고서	2016.12	
33	개방형 에너지관리시스템(EMS) 운영체계	2016.10	
34	중간보고서 (1세부)	2017.01	
1차년도			
35	중간보고서 (1세부)	2016.12	
2세부 과제			
6차년도			
36	6차년도 중앙집중 공조시스템 최적관리 알고리즘 및 소프트웨어 개발 보고서	2020.10	
37	6차년도 BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 보고서	2020.10	
38	운영 매뉴얼 (수식 생성 도구)	2020.07	
39	운영 매뉴얼 (수식 분석 도구)	2020.07	
40	운영 매뉴얼 (회귀모델 생성 도구)	2020.07	
41	운영 매뉴얼 (회귀모델 분석 도구)	2020.07	
42	운영 매뉴얼 (시뮬레이션 분석 도구)	2020.07	
43	대한설비공학회 설비저널 집중기획	2020.04	
44	소프트웨어 품질인증서	2020.08	
45	사용자 매뉴얼	2020.01	
46	사용자 매뉴얼	2020.10	
47	신재생에너지설비 유지관리용 웹기반 LCC 분석시스템 개발 보고서	2020.10	
5차년도			
48	5차년도 중앙집중 공조시스템 최적관리 알고리즘 및 소프트웨어 개발 보고서	2019.11	
49	5차년도 BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 보고서	2019.11	
50	복합제어 알고리즘 해석 S/W 추가기능 설계서	2019.	
51	운영 매뉴얼 (수식 분석 도구)	2019.11	
52	운영 매뉴얼 (회귀모델 분석 도구)	2019.11	

53	운영 매뉴얼 (시뮬레이션 분석 도구)	2019.11	
4차년도			
54	4차년도 중앙집중 공조시스템 최적관리 알고리즘 및 소프트웨어 개발 보고서	2018.11	
55	4차년도 BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 보고서	2018.11	
56	복합제어 알고리즘 해석 S/W 매뉴얼	2018	
57	대한설비공학회 설비저널 집중기획	2018.11	
58	BIM 가이드라인 for 개방형 BEMS	2018	
3차년도			
59	3차년도 중앙집중 공조시스템 최적관리 알고리즘 및 소프트웨어 개발 보고서	2017.11	
60	3차년도 BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 보고서	2017.11	
61	복합제어 알고리즘	2017	
62	대한설비공학회 설비저널 집중기획	2017.10	
63	대한설비공학회 설비저널 집중기획	2017.10	
64	방송통신기자재등의 적합등록 필증	2017.09.28	
2차년도			
65	2차년도 중앙집중 공조시스템 최적관리 알고리즘 및 소프트웨어 개발 보고	2016.12	
66	2차년도 BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 보고서	2016.12	
67	복합제어 알고리즘 해석 S/W 화면설계서	2016	
1차년도			
해당사항 없음			

(라) 저작권 (소프트웨어 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호*	저작권자명	기여율
1세부 과제							
6차년도							
1	환경, 에너지, 화재 관리 서비스모듈	2020.11.27	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020- 051671	한국건설 기술연구원	100%
2	전력관리 서비스모듈	2020.11.23	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020- 051670	한국건설 기술연구원	100%
3	난방 제어 및 난방비 관리 서비스모듈	2020.11.20	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020- 051669	한국건설 기술연구원	100%
4	서비스 라이브러리 검수도구	2020.11.19	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020- 051668	한국건설 기술연구원	100%
5	서비스모듈 라이브러리	2020.11.18	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020- 051667	한국건설 기술연구원	100%
6	주거용 조명관리 서비스모듈	2020.11.17	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020- 051665	한국건설 기술연구원	100%
7	디바이스 라이브러리 검수도구 사용자인터페이스	2020.11.16	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020- 051666	한국건설 기술연구원	100%
8	디바이스 라이브러리	2020.11.14	이태원	2020.12.22	C-2020-	한국건설	100%

	검수도구		황지현		051664	기술연구원	
9	디바이스 라이브러리	2020.11.13	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051663	한국건설 기술연구원	100%
10	지식정보공유시스템 설치파일 생성 모듈	2020.11.12	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051662	한국건설 기술연구원	100%
11	지식정보공유시스템 데이터연계 모듈	2020.11.11	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051661	한국건설 기술연구원	100%
12	지식정보공유시스템 웹 모듈	2020.11.10	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051660	한국건설 기술연구원	100%
13	지식정보공유시스템 비즈니스로직 모듈	2020.11.09	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051659	한국건설 기술연구원	100%
14	지식정보공유시스템 공통 모듈	2020.11.08	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051658	한국건설 기술연구원	100%
15	지식정보공유시스템 기반 실시간모니터링 모듈(윈도우용)	2020.11.07	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051657	한국건설 기술연구원	100%
16	지식정보공유시스템 기반 데이터인터페이스 모듈(윈도우용)	2020.11.06	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051656	한국건설 기술연구원	100%
17	태양광 모니터링 서비스모듈(윈도우용)	2020.11.05	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051655	한국건설 기술연구원	100%
18	전산실 외기냉방시스템용 서비스모듈(윈도우용)	2020.11.04	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051654	한국건설 기술연구원	100%
19	태양열지열 하이브리드시스템 최적운영 제어용 서비스모듈(윈도우용)	2020.11.03	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051653	한국건설 기술연구원	100%
20	건물에너지관리시스템 통합 체커	2020.11.02	이태원 황지현	2020.12.22	C-2020-051652	한국건설 기술연구원	100%
21	C2C-BEMS연구단 포털	2020.10.30	한국BEMS 협회	2020.12.21	C-2020-051207	한국BEMS 협회	100%
22	지식정보공유시스템 기반 세대 소비데이터 수집 서비스모듈	2020.07.30	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020-038677	한국건설 기술연구원	100%
23	지식정보공유시스템 기반데이터 컬렉터	2020.07.29	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020-038676	한국건설 기술연구원	100%
24	지식정보공유시스템 기반 데이터 에이전트	2020.07.28	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020-038675	한국건설 기술연구원	100%
25	지식정보공유시스템 기반 프로세스 배치	2020.07.27	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020-038674	한국건설 기술연구원	100%
26	지식정보공유시스템 기반 로그 배치	2020.07.26	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020-038673	한국건설 기술연구원	100%
27	지식정보공유시스템 기반 데이터 캐디	2020.07.25	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020-038672	한국건설 기술연구원	100%
28	건물에너지관리시스템 통합관리 서비스모듈	2020.07.24	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020-038671	한국건설 기술연구원	100%
29	개방형 플랫폼인	2020.07.23	이태원	2020.10.30	C-2020-	한국건설	100%

	지식정보공유시스템 기반 웹 실시간모니터링시스템		황지현		038670	기술연구원	
30	건물에너지관리시스템 스코어 (효과 보정 설정)	2020.07.22	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038669	한국건설 기술연구원	100%
31	건물에너지관리시스템 체커 (경제성)	2020.07.20	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038668	한국건설 기술연구원	100%
32	건물에너지관리시스템 체커 (소비예측)	2020.07.19	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038667	한국건설 기술연구원	100%
33	건물에너지관리시스템 (환경)	2020.07.18	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038666	한국건설 기술연구원	100%
34	건물에너지관리시스템 체커 (실험장비)	2020.07.17	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038665	한국건설 기술연구원	100%
35	건물에너지관리시스템 체커 (디테일-소비현황)	2020.07.16	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038664	한국건설 기술연구원	100%
36	건물에너지관리시스템 체커 (디테일-가시화)	2020.07.15	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038663	한국건설 기술연구원	100%
37	건물에너지관리시스템 체커 (베이직-가시화)	2020.07.14	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038662	한국건설 기술연구원	100%
38	태양열원 연계 지열원 냉난방시스템 운전제어 서비스모듈	2020.07.13	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038661	한국건설 기술연구원	100%
39	지식정보공유시스템 기반 충간소음 예방 서비스모듈	2020.07.12	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038660	한국건설 기술연구원	100%
40	지식정보공유시스템 프로토콜 변환 프로그램	2020.07.11	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038659	한국건설 기술연구원	100%
41	지식정보공유시스템 기반 외기냉방 서비스모듈	2020.07.10	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038658	한국건설 기술연구원	100%
42	지식정보공유시스템 기반 복합난방제어 서비스모듈	2020.07.09	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038657	한국건설 기술연구원	100%
43	지식정보공유시스템 기반 조명제어 서비스모듈	2020.07.07	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038656	한국건설 기술연구원	100%
44	지식정보공유시스템 기반 전력수요제어 서비스모듈	2020.10.05	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038655	한국건설 기술연구원	100%
45	지식정보공유시스템 기반 화재소화 서비스모듈	2020.07.08	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038654	한국건설 기술연구원	100%
46	지식정보공유시스템 서비스모듈 개발을 위한 제어모듈	2020.07.03	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038653	한국건설 기술연구원	100%
47	지식정보공유시스템 기반 바차트 생성 서비스모듈	2020.07.02	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038652	한국건설 기술연구원	100%
48	지식정보공유시스템 기반 라인차트 생성 서비스모듈	2020.07.01	이태원 황지현	2020.10.30	C-2020- 038651	한국건설 기술연구원	100%
49	지식정보공유시스템 서비스모듈 라이브러리	2020.07.05	이태원 황지현	2020.10.29	C-2020- 038566	한국건설 기술연구원	100%
50	건물에너지관리시스템 평가	2020.03.02	이태원 황지현	2020.04.09	C-2020- 012276	한국건설 기술연구원	100%

5차년도

51	SMM(Service Module Manager)	2019.11.02	이태원 황지현	2019.11.4	C-2019-032670	한국건설 기술연구원	100%
4차년도							
52	지식정보공유시스템 기반 BEMS 프로그램 (Design Manager)	2018.11.13	이태원 황지현	2018.11.27	C-2018-034889	한국건설 기술연구원	100%
3차년도							
53	개방형 플랫폼 기반의 주거 용 건물 운영체계	2017.07.10	이태원 황지현	2017.07.28	C-2017-017689	한국건설 기술연구원	100%
2차년도							
54	개방형플랫폼 기반의 디바 이스 라이브러리 S/W	2016.03.07	이태원 황지현	2016.04.19	C-2016-009525	한국건설 기술연구원	100%
1차년도							
해당사항 없음							
2세부 과제							
6차년도							
55	중앙집중식 공조시스템 에너지 소비량 절감을 위한 설정값 최적화 소프트웨어	2020.10.01	최원창	2020.12.29	C-2020-053011	가천대학교 산학협력단	100%
56	중앙집중식 공조시스템 에너지 소비량 예측 소프트웨어	2020.10.01	최원창	2020.12.29	C-2020-053012	가천대학교 산학협력단	100%
57	개방형 플랫폼 연계 기계설비성능평가 프로그램	2020.10.01	나라컨트롤	2020.11.04	C-2020-039510	나라컨트롤	100%
58	건물 태양광발전시스템 LCC 분석 프로그램	2020.10.22	한국건설 기술연구원	2020.11.02	C-2020-038824	한국건설기 술연구원	100%
59	건물 연료전지시스템 LCC 분석 프로그램	2020.10.22	한국건설 기술연구원	2020.11.02	C-2020-038823	한국건설기 술연구원	100%
60	건물 태양열온수시스템 LCC 분석 프로그램	2020.10.22	한국건설 기술연구원	2020.11.02	C-2020-038822	한국건설기 술연구원	100%
61	건물 지열원열펌프시스템 LCC 분석 프로그램	2020.10.22	한국건설 기술연구원	2020.11.02	C-2020-038821	한국건설기 술연구원	100%
62	개방형 플랫폼 연계 최적제어 알고리즘 도출을 위한 상관관계분석 프로그램	2020.01.01	나라컨트롤	2020.10.26	C-2020-037582	나라컨트롤	100%
63	개방형 플랫폼 연계 최적제어 알고리즘 도출을 위한 DB 구축 모델 생성 프로그램	2020.01.01	나라컨트롤	2020.10.26	C-2020-037581	나라컨트롤	100%
64	개방형 플랫폼 연계 복합열원설비 운영방안 비용 분석 프로그램	2020.01.01	나라컨트롤	2020.10.26	C-2020-037580	나라컨트롤	100%
65	개방형 플랫폼 연계 복합열원설비 운영방안 해석 모델 생성 프로그램	2020.01.01	나라컨트롤	2020.10.26	C-2020-037579	나라컨트롤	100%
66	개방형 플랫폼 연계	2020.01.01	나라컨트롤	2020.10.26	C-2020-	나라컨트롤	100%

	건물에너지 비용분석 프로그램				037578		
5차년도							
67	태양광 발전시스템 실측데이터 기반 고장진단 프로그램	2019.10.31	한국건설 기술연구원	2019.11.05	C-2019- 032160	한국건설 기술연구원	
68	데이터 연동 태양광 발전량 예측 프로그램	2019.08.21	한국건설 기술연구원	2019.11.04	C-2019- 031716	한국건설 기술연구원	
69	IoT-BIM-BEMS-connection	2019.10.28	한국건설 기술연구원	2019.10.31	C-2019- 030949	한국건설 기술연구원	
70	건물 에너지 사용량, 절감율 분석을 위한 회귀모델분석 프로그램	2019.08.26	권오경 김수종 박원장 양수현	2019.09.03	C-2019- 024342	(주)에코시안	100%
71	건물 에너지 사용량, 절감율 분석을 위한 회귀모델생성 프로그램	2019.08.26	권오경 김수종 박원장 양수현	2019.09.03	C-2019- 024341	(주)에코시안	100%
72	건물 에너지 사용량, 절감율 분석을 위한 수식분석 프로그램	2019.08.26	권오경 김수종 박원장 양수현	2019.09.03	C-2019- 024340	(주)에코시안	100%
73	건물 에너지 사용량, 절감율 분석을 위한 수식생성 프로그램	2019.08.26	권오경 김수종 박원장 양수현	2019.09.03	C-2019- 024339	(주)에코시안	100%
4차년도							
74	시간별 열사용량 계산기	2018.10.10	한국건설 기술연구원	2018.12.19	C-2018- 038902	한국건설 기술연구원	
75	태양광발전시스템의 모니터링 및 성능/고장진단 프로그램	2018.12.07	한국건설 기술연구원	2018.12.11	C-2018- 037230	한국건설기 술연구원	
76	중앙집중식 공조시스템 실시간 운전 상태 및 성능 모니터링 소프트웨어	2018.10.01	최원창	2018.12.03	C-2018- 035360	가천대학교 산학협력단	80%
77	BEMS-MODBUS-BATCH(백스 모듈버스 배치)	2018.11.05	한국건설 기술연구원	2018.11.27	C-2018- 035006	한국건설 기술연구원	
78	건물 에너지 분석을 위한 시뮬레이션 프로그램	2018.10.31	권오경 김수종 김윝희 박원장 양수현	2018.11.20	C-2018- 033850	(주)에코시안	100%
3차년도							
79	태양광 발전시스템의 성능 및 고장진단 프로그램	2017.12.14	한국건설 기술연구원	2017.12.19	C-2017- 034600	한국건설 기술연구원	
80	BIM(빔) 데이터 해석용 파서	2017.12.06	한국건설 기술연구원	2017.12.11	C-2017- 032930	한국건설 기술연구원	
81	BIM(빔) 데이터 연계	2017.12.06	한국건설	2017.12.11	C-2017-	한국건설	

	프로그램		기술연구원		032931	기술연구원	
82	개방형 건물에너지관리시스템(BEMS)) 지원을 위한 건설정보모델링(BIM)기반 데이터 모니터링 뷰데이터정의(MVD) 연계 모듈	2017.12.1	한국건설 기술연구원	2017.12.1	C-2017- 030970	한국건설 기술연구원	
2차년도							
83	BEMS(건물에너지관리시스템)) 개방형 플랫폼 적용을 위한 BIM(건설정보모델링) 기반 데이터 통합 저장 모듈	2016.12.20	한국건설 기술연구원	2016.12.28	C-2016- 034670	한국건설 기술연구원	
84	BEMS(건물에너지관리시스템)) 개방형 플랫폼 적용을 위한 BIM(건설정보모델링) 시각화 모듈	2016.03	한국건설 기술연구원	2016.12.28	C-2016- 034669	한국건설 기술연구원	
1차년도							
해당사항 없음							

(바) 정책·제도 반영

번호	정책 및 제도 명칭	부 처 명	반영일	주요 내용
1세부 과제				
6차년도				
1	기계설비 기술기준	국토교통부	2021.04.18. (예정)	열원설비, 공조설비 기계설비 기 준 등
2	공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정	산업통상자원부	2020.06.23	[제6조 제3항 및 4항] BEMS 운영 성과 확인 의무화 [제7조 제2항] BEMS 운영성과 결 과에 따른 공공진단 면제 인센티 브
5차년도				
3	에너지진단 운용 규정	산업통상자원부	2019.12.31	[제5조 제3항] BEMS 설치에 따른 에너지절감량에 따른 의무진단 면제 인센티브 부여
4	기계설비법 시행령	국토교통부	2019.04.18	제12조(기계설비의 착공 전 확 인)
5	에너지관리시스템 설치확인업무 운영규정	한국에너지공단	2019.02.20	BEMS 설치확인 업무 운영체계 개 선 및 설치확인 기준 세부내용 개정
4차년도				
해당사항 없음				
3차년도				
해당사항 없음				
2차년도				

6	「에너지관리시스템 설치확인업무 운영규정」	한국에너지공단	2016.11.11	BEMS KS 1부를 준용한 설치확인 기준 도입
7	「공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정」	산업통상자원부	2016.05.27	[제6조 제4항] 연면적 1만㎡ 이상 신축 건축물 BEMS 설치 의무화(2017~) 제7조 제2항 BEMS 설치확인에 따른 공공진단 면제 인센티브 부여
1차년도				
해당사항 없음				
2세부 과제				
해당사항 없음				

(배) 기술 거래(이전)

번호	기술이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1세부 과제						
6차년도						
1	기술실시	BEMS용 전력소비 측정장치 및 방법	협약 진행 중	2020.12	매출액의 3%	
2	기술실시	태양광 패널 모니터링 및 고장진단 장치 및 방법	협약 진행 중	2020.12	매출액의 3%	
3	기술실시	건물에너지관리시스템 모니터링 및 평가 도구	협약 진행 중	2020.12	10,000천원, ₩매출액의 10%	
4	기술실시	복합밸브 이용 난방제어 및 계량 기술	협약 진행 중	2020.12	15,000천원, 매출액의 3%	
5	기술실시	복합밸브 이용 난방제어 및 계량 기술	협약 진행 중	2020.12	30,000천원, 매출액의 3%	
5차년도						
해당사항 없음						
4차년도						
해당사항 없음						
3차년도						
해당사항 없음						
2차년도						
해당사항 없음						
1차년도						
해당사항 없음						
2세부 과제						
6차년도						
6	기술실시	에너지절감기술 적용 효과 산정 수식 도구에서 개선 전·후 입력값의 수신, 에너지 사용량 및 절감률 확인 기술	건축사사무소 마루	2020.10.30	500,000	500,000
7	기술실시	클라우드 기반 건물 냉난방 제어로직 자동생성방법 기술이전	(주)코이웨어	2020.07.14	매출액의 3%	-
8	기술실시	회귀 분석 도구의 회귀모델 및 관제점 조회, 데이터 적용 기술	지속가능발전 경영센터 주식회사	2020.03.26	1,000,000	1,000,000

9	기술실시	수식 계산 도구의 수식 현황 및 관제점 조회, 데이터 적용 기술	지속가능발전 경영센터 주식회사	2020.01.08	1,000,000	1,000,000
5차년도						
10	기술실시	태양광발전시스템 데이터 연동 발전량 예측 및 시스템 고장진단 프로그램	(주)나눔정보기 술	2019.11.07	10,000,000	10,000,000
11	통상실시	시리얼 통신용 스위칭 장치 및 그 동작방법(특허등록 번호 10-1962334)	(주)파란에너지	2019.06.30	7,600,000	23,600,000
4차년도						
12	기술실시	소프트웨어(C-2017- 030970), 특허(10-2018-00786 61)	(주)이에이엔테 크놀로지	2018.10.05	20,000,000	20,000,000
13	통상실시	스마트 전력 제어 방법 및 그를 위한 장치(특허등록번호 10-1595301)	(주)엠투엠넷	2018.07.01	16,000,000	16,000,000
3차년도						
해당사항 없음						
2차년도						
해당사항 없음						
1차년도						
해당사항 없음						

(사) 현장 적용

번호	적용 현장	용도	적용년도	주요 내용
1세부 과제				
6차년도				
1	한국건설기술연구원 그린홈	주거용	2020.03~	개방형 플랫폼 적용, 실증 에너지소비량 분석, 진단 수행 개별조명제어, 에너지환경화재안전 통합관 리시스템 적용
2	주택 (01세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
3	주택 (02세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
4	주택 (03세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
5	주택 (04세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
6	주택 (05세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
7	주택 (06세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
8	주택 (07세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
9	주택 (08세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용

10	주택 (09세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
11	주택 (10세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
12	주택 (11세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
13	주택 (12세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
14	주택 (13세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
15	주택 (14세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
16	주택 (15세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
17	주택 (16세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
18	주택 (17세대)	주거용	2020.01~	개방형 BEMS 현장 적용
19	한국나노기술원	업무용	2020.01~	개방형 플랫폼 적용, 실증 에너지소비량 분석, 진단 수행
20	한국건설기술연구원 화성청사	업무용	2020.01~	에너지소비량 분석, 진단 및 제어 수행 태양열지열 복합냉난방제어, 전산실 외기냉 방, 전력소비패턴 분석 및 조정 등 2017년 대비 2019년 20% 수준 에너지절감
21	아산시립중앙도서관	관공서용	2020.01~	에너지소비량 분석, 진단 수행 축열조 이용 지열원 냉난방장치 설계 변경 및 제어 알고리즘 지원 2017년 대비 2019년 20% 이상 에너지 절감
5차년도				
22	제주대학교 공과대학	교육용	2019.10~	개방형 플랫폼 적용, 실증 에너지소비량 분석, 진단 수행
23	제주테크노파크	업무용	2019.10~	개방형 플랫폼 적용, 실증 에너지소비량 분석, 진단 수행
24	한국건설기술연구원 그린홈	주거용	2019.01~	그린홈1~8층(주거용)-개방형 BEMS 현장 적용
4차년도				
25	아산시립중앙도서관	관공서용	2018.01~	개방형 BEMS 현장 적용
26	아산시립중앙도서관	관공서용	2018.01~	데이터 출력 소프트웨어 설명회
27	한국건설기술연구원 일산본원	관공서용	2018.01~	개방형 BEMS 현장 적용
3차년도				
28	아산시립중앙도서관	관공서용	2017.01~	아산중앙도서관 실증현장 시험검증
29	한국건설기술연구원 화성청사	업무용	2017.01~	에너지소비량 분석, 진단
2차년도				
30	아산시립중앙도서관	관공서용	2016.01~	BEMS 반영사항 검토
31	한국건설기술연구원 화성청사	업무용	2016.01~	기 구축 현장 및 시설 활용 연구개발 진행
1차년도				
32	한국건설기술연구원 화성청사	업무용	2015.08~	기 구축 현장 및 시설 활용 연구개발 진행
2세부 과제				
6차년도				
33	한국나노기술원	업무용	2019.08~	개방형 플랫폼 적용, 실증 에너지소비량 분석, 진단 수행
34	아산시립중앙도서관	관공서용	2020.07~	냉방 제어 알고리즘 현장적용 실험 진행중
35	한국나노기술원	업무용	2020.06~	중앙집중식 공조시스템 에너지 성능 최적화 응용 SW 적용, 실증

				에너지 소비량 분석, 절감을 위한 최적화 수행
5차년도				
36	아산시립중앙도서관	관공서용	2019.07~	냉방제어 알고리즘 보완 및 에너지 절감 35% 달성
4차년도				
37	아산시립중앙도서관	관공서용	2018.07~	IoT 연동 및 관리자 접속 시스템 구성, 냉방 제어 알고리즘 적용 => 냉방에너지 절감 25% 달성
3차년도				
해당사항 없음				
2차년도				
해당사항 없음				
1차년도				
해당사항 없음				

(아) 시제품 제작

번호	시제품 명	용도	발생일	주요 내용
1세부 과제				
6차년도				
1	KIS-System 기반 개방형 플랫폼	상업화	2020.12	
2	서비스모듈 라이브러리	상업화	2020.12	
3	디바이스 라이브러리	상업화	2020.12	
4	서비스모듈 검수 프로그램	상업화	2020.12	
5	디바이스 검수 프로그램	상업화	2020.12	
6	서비스모듈 라이브러리 구역 준수 서비스모듈 49종	상업화	2020.12	
5차년도				
7	디바이스 라이브러리 규약 준수 센서 6종	상업화	2019.11	
8	디바이스 라이브러리 규약 준수 복합센서	상업화	2019.11	
4차년도				
9	개방형 BEMS 플랫폼 프로토타입	현장실증용	2018.02	
3차년도				
10	C2C BEMS 연구단 Portal 제작	현장실증용	2017	
2차년도				
해당사항 없음				
1차년도				
해당사항 없음				
2세부 과제				
6차년도				
11	복합제어 알고리즘 해석 S/W	상업화	2020.10	복합열원 운영방안 제공

12	예측 및 평가를 위한 수식 생성 도구	상업화	2020.10	수식 현황 조회, 표준 태그 정보 조회, 수식 생성
13	예측 및 평가를 위한 수식 분석 도구	상업화	2020.10	수식 분석 기준 정의, 데이터 입력 및 관제점 연동, 수식 분석 결과 조회
14	예측 및 평가를 위한 회귀모델 생성 도구	상업화	2020.10	회귀모델 현황 조회, 표준 태그 정보 조회, 회귀모델 생성
15	예측 및 평가를 위한 회귀모델 분석 도구	상업화	2020.10	회귀 분석 기준 정의, 입력 데이터 및 관제점 연동, 회귀모델 분석 결과 조회
16	예측 및 평가를 위한 시뮬레이션 분석 도구	상업화	2020.10	외형모델링, 존 설정, 설비 설정 및 연결, 시뮬레이션, 시뮬레이션 분석 결과 조회, 라이브러리
17	중앙집중식 공조시스템 에너지 성능 최적화 응용 SW	현장 실증용	2020.10	중앙집중식 공조시스템 에너지 성능 최적화 SW로 모니터링 기능, 에너지 소비량 예측 및 최적화 기능, 리포팅 기능을 포함
5차년도				
18	개방형 BEMS 지원을 위한 BIM기반 데이터 모니터링 및 MVD 연계 모듈	상업화	2019.12	BIM-BEMS 기반 데이터 모니터링
4차년도				
19	건물 에너지 분석을 위한 시뮬레이션 프로그램	상업화	2018.11	건물외형 모델 설정, 존 설정, 설비 설정, 설비 연결, 시뮬레이션 실행 및 결과 조회
20	실시간 데이터 입·출력 처리 SW	데이터 수집 및 처리	2018.10	BEMS 플랫폼으로부터 전달받은 각종 정보를 처리하기 위한 “중앙공조시스템 데이터 입/출력 처리
21	개방형 BEMS 지원을 위한 BIM 품질 검토 및 장치 연계 모듈	상업화	2018.06	개방형 BEMS 지원을 위한 BIM 품질 검토 및 장치 연계 모듈
3차년도				
22	신재생에너지 설비의 모니터링 및 성능고장진단 S/W	상업화	2017.11.16	신재생에너지 설비의 모니터링 및 성능고장진단
2차년도				
해당사항 없음				
1차년도				
해당사항 없음				

(재) 기타 성과 (성과홍보, 포상, 인력양성, 기술지원, 상용화 등)

구분	성과홍보(건)	포상(건)	인력양성(명)	기술지원(건)	상용화(건)	기타(건)
1세부 과제						
6차년도	9	-	-	2	2	1
5차년도	23	1	1	10	1	2
4차년도	9	1	-	8	1	-
3차년도	15	-	-	8	-	-
2차년도	18	2	-	11	-	-

1차년도	6	1	1	4	-	-
소 계	80	5	2	43	4	3
2세부 과제						
6차년도	-	1	4	-	2	-
5차년도	5	3	2	-	-	-
4차년도	2	-	5	-	-	-
3차년도	2	2	1	-	-	-
2차년도	3	-	4	-	-	-
1차년도	1	1	-	-	-	-
소 계	13	7	16	-	2	-
합 계	93	12	18	43	6	3

라. 연구수행 개발 및 성과 종합

○ BEMS 활성화를 위한 기반 구축

- 지식정보공유시스템 기반 사용자 중심 BEMS 플랫폼
- 사용자 중심 BEMS 플랫폼 기반 서비스모듈
- 사용자 중심 BEMS 플랫폼 기반 디바이스
- 개발 기술 현장 적용 및 실증
- BEMS 참조모델
- 빅데이터 이용 건물에너지 소비량 분석기술
- 실시간 상태감시 및 성능고장진단 알고리즘
- 건물 전주기적 BEMS 활용체계
- BEMS 연계규격 표준
- BEMS 보급확산을 위한 정책 및 제도

○ BEMS 적용을 위한 핵심기술 개발

- BEMS 적용을 위한 핵심 운영 소프트웨어 개발
- BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈 개발
- 다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘 개발
- BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(수식 생성, 수식 분석, 회귀 모델 생성, 회귀 모델 분석, 시뮬레이션 분석 도구) 개발
- 중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발
- 중앙집중식 공조시스템의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측기법 개발
- 개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발
- BEMS기반 에너지 수요관리시스템 개발
- 개방형 플랫폼 기반의 BIM 연계모듈 개발
- BEMS 기반 에너지 성능분석 및 진단모듈 개발

○ 국내·외 학술지 게재 59건, 국내·외 학술대회 발표 107건, 특허(출원·등록) 82건, 저작권(S/W) 등록

84건, 기술문서 42건, 제도반영 7건, 현장 적용 37건, 시제품 제작 22건, 기술이전 13건 등 우수한 연구 성과를 달성하였으며 세미나, 전시, 저널기고 등과 같은 성과홍보를 통하여 연구결과의 우수성을 관련분야의 전문가들과 공유하고 그 성과를 인정받음. 아울러 연구 성과의 적극적인 현장 적용을 통해 20% 이상의 설치비 및 에너지 절감을 실증 성과를 얻음.

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 연차별 연구목표 및 달성도

(1) 1세부 과제

※ 분야는 2-가(3)의 성과목표임

분야	핵심연구성과	단위성과물	질적 성과지표	목표치	측정방법	검증방법
1차년도						
A	개방형 BEMS 플랫폼 및 응용 프로그램	개방형 플랫폼 아키텍처	서비스모듈 관리체계 도입	플랫폼 아키텍처	산업재산권 확보	특허 확인
디바이스 관리체계 도입						
설계자 인터페이스						
설치자 인터페이스						
운영관리자 인터페이스						
C	건물 용도 및 관리방식별 BEMS 표준모델	국내 표준건물 분류	적용 표준 대상 선정	1site	기술문서	보고서
F	BEMS 도입을 위한 프로세스별 상세매뉴얼 및 Check list	BEMS 활용기술 개발 및 프로세스 매뉴얼 작성	기초자료 조사 및 목표기준 설정	100%	기술문서	보고서
	BEMS 전주기 설계 및 운영을 위한 가이드라인	BEMS 설계 가이드라인 작성	기초자료 조사 및 목표기준 설정	100%		
H	BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안	BEMS KS 연계규격 제정신청	제정 신청 건수	1건	건수	공문서
I	BEMS KS 연계규격 실증 및 개선안	BEMS KS 평가체계 계획	평가방법론	100%	기술문서 확인	보고서
			평가체계보고서	100%	현장 확인	보고서
J	BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털	정보제공 Portal 벤치마킹	자료조사보고서	100%	문서 확인	보고서
		BEMS 정책·법·제도 및 국가 로드맵 조사	자료조사보고서	100%	문서 확인	보고서
		Portal Contents의 Template 기획및 구성	기획보고서	100%	문서 확인	보고서
2차년도						
A	개방형 BEMS 플랫폼 및 응용 프로그램	로컬모듈 운영프로그램, 센터모듈 규약	로컬모듈 프로그램 개선	90%	시연	동영상 확인
			서비스모듈 연계방법 제시	규약 반영	규약집	보고서 확인
			디바이스 연계방법 제시			

			서비스모듈 규약 작성	규약 제정		
			디바이스 규약 작성			
C	건물 형태 및 관리방식별 BEMS 표준모델	BEMS 참조모델	건물 용도별	4건	기술문서	보고서
E	BEMS용 실시간 상태감시, 성능·고장진단 알고리즘	성능고장 진단 BEMS 구축	기존 분석 툴 특성 파악	100%	기술문서	보고서
			성능 및 고장 진단 범위 검토	100%		
F	BEMS 도입을 위한 프로세스별 상세매뉴얼 및 Check list	BEMS 활용기술 개발 및 프로세스 매뉴얼 작성	BEMS 에너지저감 기술 및 분야별 BEMS 기능 도출	100%	기술문서	보고서
	BEMS 전주기 설계 및 운영을 위한 가이드라인	BEMS 설계 가이드라인 작성	표준모델별 에너지특성 분석	100%		
G	전기 및 자동제어 설비 BEMS 설계 가이드라인	BEMS 설계 체계 계획	기초자료 조사	100%		
			목표기준 설정	100%		
H	BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안	BEMS KS 연계규격 제정신청	제정 신청 건수	1건	건수	공문서
I	BEMS KS 연계규격 실증 및 개선안	현장 적용성 평가(안) 개발	현장 적용성	100%	AHP	보고서
		표준 (연계규격) 부합성 평가(안) 개발	표준 부합성	100%	AHP	
J	BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털	BEMS Portal 내 Contents 개발 및 내용입력	Portal Contents	100%	Portal Contents 확인	보고서
		Portal Beta Service 운영	Portal Service	100%	Portal Service 운영 방안	
		BEMS Portal Mobile Application 제작/배포/홍보	Portal Mobile Application 배포	100%	Portal Mobile Applicatio n 배포 확인	
3차년도						
A	개방형 BEMS 플랫폼 및 응용 프로그램	센터모듈 웹 프로그램	서비스모듈 라이브러리 개발	소프트웨어 제작	시연	결과 및 동영상 확인
			디바이스 라이브러리 개발			
			서비스모듈-로컬모 듈 인터페이스	모듈간 연계		
			디바이스-로컬모듈 인터페이스			
			서비스모듈-디바이 스 인터페이스			

C	건물 형태 및 관리방식별 BEMS 표준모델	BEMS 참조모델	건물 관리방식별	4건	기술문서	보고서
D	업무용 건물의 분류체계를 설정하여 에너지 소비량 패턴 분석	업무용 건물의 에너지 소비량 패턴	업무용 건물의 에너지 소비량 패턴 분석	1건	국내게재 논문	보고서
E	BEMS용 실시간 상태감시, 성능·고장진단 알고리즘	성능고장 진단 BEMS 구축	서브 알고리즘 작성 서브 모듈 구축	1건	국내게재 논문	보고서
F	BEMS 도입을 위한 프로세스별 상세매뉴얼 및 Check list	BEMS 활용기술 개발 및 프로세스 매뉴얼 작성	BEMS 에너지저감 기술 및 분야별 BEMS 기능 도출	100%	기술문서	보고서
	BEMS 전주기 설계 및 운영을 위한 가이드라인	BEMS 설계 가이드라인 작성	표준모델별 에너지특성 분석	100%		
G	전기 및 자동제어 설비 BEMS 설계 가이드라인	BEMS 설계 체계 계획	기초자료 조사	100%		
	목표기준 설정		100%			
H	BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안	BEMS KS 연계규격 제정신청	제정 신청 건수	1건	건수 확인	공문서
I	BEMS KS 연계규격 실증 및 개선안	현장 적용성 평가(안) 개발	현장 적용성	100%	기술문서	보고서
		실증 구축 평가 체계 구축	평가 체크리스트	100%		
J	BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털	연구단 세부 결과물 Upload	Portal Contents	100%	Portal 확인	보고서
		간담회를 통해 BEMS Portal 홍보	홍보자료		성과증빙 자료집확인	
		정책·법·제도 Renewal 시 Contents 확대	Portal Contents		Portal 확인	
4차년도						
A	개방형 BEMS 플랫폼 및 응용 프로그램	개방형 BEMS 플랫폼 시작품	사용자 관점의 개방성	100%	비전문가 사용	사용후기 확인
			사용자별 관리도구 모듈화	4개 모듈	프로그램 확인	수량 확인
			개별 모듈간 연계 및 작동성	완전 호환	시연	결과 및 동영상 확인
			라이브러리와 연계성			
			사용자 이해 및 작업 편의성	100%	비전문가 사용	사용후기 확인
C	건물 형태 및 관리방식별 BEMS 표준모델	BEMS 참조모델	참조모델 종합	1건	기술문서	보고서
D	주거용 건물의 분류체계를 설정하여 에너지 소비량 패턴	주거용 건물의 에너지 소비량 패턴	주거용 건물의 에너지 소비량 패턴 분석	100%	국내게재 논문	보고서

	분석					
E	BEMS용 실시간 상태감시, 성능·고장진단 알고리즘	성능고장 진단 BEMS 구축	실증 사이트 구축, 운영	1건	국내게재 논문	보고서
F	BEMS 도입을 위한 프로세스별 상세매뉴얼 및 Check list	BEMS 활용기술 개발 및 프로세스 매뉴얼 작성	공정별 BEMS 연계 프로세스 및 체크리스트	100%	전문가 검토 의견서	보고서
			BEMS프로세스 매뉴얼	100%		
	BEMS 전주기 설계 및 운업을 위한 가이드라인	BEMS 설계 가이드라인 작성	BEMS 설계 가이드라인	100%		
G	전기 및 자동제어 설비 BEMS 설계 가이드라인 목표 기준산정	BEMS 표준모델 에너지 저감기술 개발	에너지저감 기술 BEMS 연동 방안작성	100%		
H	BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안	BEMS KS 연계규격 제정신청	제정 신청 건수	1건	건수 확인	공문서
I	BEMS KS 연계규격 실증 및 개선안	실증 구축 평가 체계 구축	평가 결과 검증	100%	기술문서	보고서
J	BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털	연구단 세부 최종 결과물 Portal 내 입력	Portal Contents	100%	Portal 확인	보고서
		BEMS 관련 추가 Contents 확대	Portal Contents	100%		
		정책·법·제도 Renewal 시 Contents 추가 확대	Portal Contents	100%		
5차년도						
A	개방형 BEMS 플랫폼 및 응용 프로그램	운영관리 알고리즘, 서비스모듈 및 디바이스 시작품	기본 모듈(가시화, UI, 제어 기능 등)	항목별	기능 확인	제품 확인
			건물관리용 운영관리 알고리즘	5건 이상	산업재산권 확보	특허 확인
			규약 준수 운영관리 서비스모듈 시작품	5건 이상	기능 확인	제품 확인
			규약 준수 디바이스 시작품	5건 이상	기능 확인	제품 확인
			시작품 현장 적용 및 검증	정상 작동	운영성능 확인	보고서 확인
B	개발기술의 현장적용 및 실증	현장적용 결과	설치비절감율(%)	20 이상	분석 의뢰	전문기관 분석보고서
			에너지절감율(%)	20 이상	분석 프로그램	보고서 확인
D	업무용 및 주거용 건물에너지 소비량 패턴 분석자료를 활용할 수 있는 빅데이터 활용기법 개발	빅데이터 활용기법 개발	빅데이터 활용기법	100%	국내게재 논문	보고서
E	BEMS용 실시간	성능고장 진단 BEMS 구축	알고리즘 운영,	1건	국내게재	보고서

	상태감시, 성능·고장진단 알고리즘		검증		논문	
F	BEMS 도입을 위한 프로세스별 상세매뉴얼 및 Check list	BEMS 활용기술 개발 및 프로세스 매뉴얼 작성	BEMS 설계 매뉴얼 사이트 검증/보완	100%	전문가 검토 의견서	보고서
	BEMS 전주기 설계 및 운영을 위한 가이드라인	BEMS 설계 가이드라인 작성	BEMS 설계 가이드라인 사이트 검증/보완			
G	전기 및 자동제어 설비 BEMS 설계 가이드라인 목표 기준산정	BEMS 설계 가이드라인 작성	BEMS 설계 가이드 라인			
H	BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안	BEMS 우수사례 발굴	BEMS 우수 사례집 발간	1건	전문가 검토 의견서	보고서
I	BEMS KS 연계규격 실증 및 개선안	정책 연계 추진	정책연계방안보고서	1건		보고서
J	BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털	연구단 세부 최종 결과물 Portal 내 입력	Portal Contents	완성도 60%	Portal 확인	보고서
		BEMS 관련 추가 Contents 확대	Portal Contents	완성도 60%		
		정책·법·제도 Renewal 시 Contents 추가 확대	Portal Contents	완성도 60%		
6차년도						
A	개방형 BEMS 플랫폼 및 응용 프로그램	개방형 플랫폼 상용 패키지 및 어플리케이션	사용자 지원 로컬 모듈	4개 모듈	프로그램 확인	수량 확인
			서비스모듈 라이브러리	상용화	소프트웨어 등록	등록 확인
			디바이스 라이브러리			
			서비스모듈 및 디바이스 시제품	각 4건	제품 확인	수량 확인
			서비스모듈 및 디바이스 검수장치	검수율 100%	검수 수행	결과 확인
B	개발기술의 현장적용 및 실증	현장적용 결과	설치비절감율(%)	20 이상	분석 의뢰	전문기관 분석보고서
			에너지절감율(%)	20 이상	분석 프로그램	보고서 확인
D	건물에너지 빅데이터 활용기법 적용방안 도출	건물에너지 빅데이터 활용기법 활성화방안	BEMS 활성화 방안 제안	1건	국내계재 논문	보고서
F	BEMS 도입을 위한 프로세스별 상세매뉴얼 및 Check list	BEMS 활용기술 개발 및 프로세스 매뉴얼 작성	BEMS 설계 매뉴얼 사이트 검증/보완	100%	전문가 검토 의견서	보고서
	BEMS 전주기 설계 및 운영을 위한 가이드라인	BEMS 설계 가이드라인 작성	BEMS 설계 가이드라인 사이트 검증/보완	100%		
H	BEMS 정책·제도 개선(안) 및 KS 표준안	BEMS 표준(안) 채택	BEMS 전문교육과정 개발 및 운영	1건	건수 확인	보고서

J	BEMS 기술개발, 홍보 및 보급 확대 지원 포털	연구단 세부 최종 결과물 Portal 내 입력	Portal Contents	완성도 100%	Portal 확인	보고서
		BEMS 관련 추가 Contents 확대	Portal Contents	완성도 100%		
		정책·법·제도 Renewal 시 Contents 추가 확대	Portal Contents	완성도 100%		

(2) 2세부 과제

※ 분야는 2-가-(3)의 성과목표임

분야	핵심연구성과	단위성과물	질적 성과지표	목표치	측정방법	검증방법
1차년도						
K	EMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈	개방형 플랫폼 연계 S/W모듈	S/W모듈	자료조사 및 계획안 작성	서면평가	보고서
		건물부하예측 시뮬레이터	신뢰도	자료조사 및 계획안 작성	서면평가	보고서
L	다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	복합제어 알고리즘	알고리즘의 효과	자료조사 및 입출력변수 확정	서면평가	보고서
		건물에너지 비용해석 시뮬레이션 모델	신뢰도	자료조사 및 입출력변수 확정	서면평가	보고서
N	BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(S/W)	도입효과 예측 및 평가도구계획 수립	관제점 매칭	90%	기술문서 확인	보고서
			에너지절감로직 수집율	50%	기술문서 확인	보고서
			예측평가 플랫폼 기능정의서	1	현장확인	보고서
O	중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어	중앙식 공조시스템 공종별 패키지 구성	전문가 검증	중앙식 공조시스템모두 포함	자문	보고서/논문
Q	개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어	개별 분산공조 최적제어알고리즘	건물용도별 시스템 설치 현황조사	10건	사용데이터 분석	보고서
			운전특성 분석	10건	사용데이터 분석	보고서
S	에너지 수요관리 및 평준화를 위한 수요반응시스템(DR)	레거시 장치외의 호환성 어댑터 기술	설계서 (전문가 검증)	OpenADR2.0	규격서	실증
			S/W Library	BACnet MODBUS	테스트툴	실증

S		수요반응(DR) 시장 및 사업모델 도출	설계서 (전문가 검증)	운영체제	규격서	실증
			계획서 (전문가 검증)	BM모듈	규격서	실증
U	신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어	신재생에너지설비 성능 및 고장진단 S/W	신재생시스템 연계방안 모색	1건	내용의 적절성 평가	전문가 의견 수렴 보고서
V	개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인	개방형 플랫폼 BIM 활용방안	개방형 플랫폼 BIM 모델 활용성	1건	내용의 적절성 평가	전문가 의견 수렴 보고서
Y	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈	Machine Learning 기반 자동 건물에너지 소비 패턴 추출 및 분석 사례	Machine Learning 기법 활용도	Machine Learning 적용 기법 2개	시뮬레이션	보고서
2차년도						
K	EMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈	개방형 플랫폼 연계 S/W모듈	S/W모듈	프로그래밍진행	서면평가	보고서
		건물부하예측 시뮬레이터	신뢰도	베타버전 작성	제작품제시	시연
L	다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	복합제어 알고리즘	알고리즘의 효과	베타버전 작성	시뮬레이션 1차 검증	전문가확인
		건물에너지 비용해석 시뮬레이션 모델	신뢰도	베타버전 작성	제작품제시	시연
N	BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(S/W)	예측평가 플랫폼 개발	예측오차	15%	오차율 검증보고서	시연
			에너지절감로직 수집율	80%	기술문서	전문가확인
			에너지절감로직 적용율	50%	현장확인	시연
			예측 소프트웨어	1건	현장확인	시연
O	중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어	오작동 오류 감지 알고리즘 (진척도 50%)	에러율	2%이내	실증	에러율확인
		중앙집중식 공조시스템 실시간 종합성능 최적화 알고리즘 (진척도 50%)	에너지 소비 저감율	25%	실증	저감율확인
P	중앙집중식 공조시스템의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측 기법	Heat Pump Operation Tool	기법의 신뢰도	default 입력 기준으로 오차율 10%	모델링 건수/ 실증	건수확인
			기술수준 향상	실측값 대비 오차율 10%	모델링 건수/ 실증	건수확인
Q	개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어	개별 분산공조 최적제어알고리즘	쾌적제어알고리즘개발 보고서	사용 데이터분석	PPD 결과 확인	PPD 결과 확인

			에너지 절감 알고리즘개발 보고서	사용 데이터분석	절감율 확인	절감율 확인
R	개별 분산공조시스템 원 거리 관리 프로그램	클라우드 기반 에너지 빅데이터 분석	데이터 수집 보고서	5건	분석 데이터	전문가 확인
		건물 원거리 알고리즘	건물 원거리제어 관련 보고서	1건	알고리즘	전문가 확인
S	에너지 수요관리 및 평 준화를 위한 수요반응시 스템(DR)	DR시장 연계모듈 - 운영 예측모듈개발	S/W Library	CBL예측	테스트 툴	실증
		DR시장 연계모듈 - 수요반응 모듈 및 통합모듈개발	S/W Library	OpenADR2. 0	테스트 툴	인증서
			S/W Library	통합모듈	테스트 툴	실증
T	건물 에너지 수요관리 (시장참여형) 알고리즘 및 최적 전력피크관리 프로그램	건물현황파악 및수요관리 잠재량 파악, 문헌조사	건물현황파악 및수요관리 잠재량 파악, 문헌조사	100%	기술문서	전문가확인
U	신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어	성능 및 고장진단 S/W 개발 (2차년도)	S/W 모듈 시작품 제작	1건	기능 작동시험	시연 또는 동영상
X	태양전지(PV) 시스템 온 라인 성능 및 고장진단 알고리즘	PV, ESS 성능 및 고장진단, 제어 알고리즘	사례 조사 및 분석	1건	기능 작동시험	보고서 확인
			알고리즘 시험	1건	기능 작동시험	보고서 확인
V	개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인	BIM 데이터 작성기준	개방형 플랫폼 BIM 모델 요건 충족여부	1건	체크리스트 작성	전문가 확인
W	BIM 기반 HMI 및 정보지 원시스템 소프트웨어	기본기능 지원 BIM 모듈	기능의 신뢰성	1건	기능 작동시험	시연 또는 동영상
Y	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈	Machine Learning 기반 자동 건물에너지 소비 패턴 추출 및 분석 사례	실시간 설비 성능 및 효율 분석 항목	분석 항목 5 개	시뮬레이션	보고서
3차년도						
K	EMS 핵심기술 프로그래 밍 및 개방형 플랫폼 연 계 소프트웨어 모듈	개방형 플랫폼 연계 S/W모듈	S/W모듈		시제품	시연
		건물부하예측 시뮬레이터	신뢰도		오차율검증	보고서
L	다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	복합제어 알고리즘	알고리즘의 효과		실증사이트 적용	보고서
		건물에너지 비용해석 시뮬레이션 모델	신뢰도		신뢰도입증	보고서
N	BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(S/W)	예측평가 플랫폼 개발	알고리즘 연계 소프트웨어 개발		설계	보고서
			수식평가 개발		설계	보고서
			시뮬레이션 베이스 모델 구축		설계	보고서
O	중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어	오작동 오류 감지 알고리즘	(진척도 80%) 오차율		2% 이내	에러율 확인
		중앙집중식 공조시스템	(진척도 80%)		25%	저감율

		실시간 종합성능 최적화 알고리즘	에너지 소비 저감율			확인
		알고리즘의 SW 제작	(진척도 50%) BEMS 플랫폼과의 호환성		interface 단체표준	주관기관 확인
P	중앙집중식 공조시스템 의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측 기법	Ice Thermal Storage Operation Tool	기법의 신뢰도		default 입력 기준으로 오차율 10%	오차율 확인
			기술수준 향상		실측값 대비 오차율 10%	오차율 확인
Q	개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어	개별 분산공조 최적제어알고리즘	에너지 절감 알고리즘개발 보고서		기능 여부	전문가 검토 의견서
			패적제어 알고리즘 실증		기능 여부	전문가 검토 의견서
R	개별 분산공조시스템 원 거리 관리 프로그램	시작품 개발 및 실증사업	에너지 비용 절감		20%이하	전문가 검토 의견서
			원거리 관리용 제어		현장검증 2건	시제품1건 확인
S	에너지 수요관리 및 평 준화를 위한 수요반응시 스템(DR)	DR시장 연계 모듈 - 레거시장치 연동모듈	S/W Library		DR연계모듈	실증
		DR시장 연계 모듈 - 성과검증 모듈	계획서 (전문가 검증)		성과검증	실증
T	건물 에너지 수요관리 (시장참여형) 알고리즘 및 최적 전력피크관리 프로그램	건물현황파악 및수요관리 잠재량 파악, 문헌조사	단위설비 End-Use 패턴 종합			전문가 검토 의견서
			수요관리 제어 알고리즘 개발			전문가 검토 의견서
			수요관리 기술개발 및 방안마련		전력 피크의 2~5%	저감율 확인
U	신재생에너지 설비 성 능·고장진단 및 운영관 리 소프트웨어	2차년도 웹기반 시작품의 개방형 플랫폼 적용 및 현장실증, 하이브리드 제어 알고리즘 및 제어 시스템 개발	개방형 플랫폼 적용 시작품(S/W) 제작(2차년도 웹기반 시작품의 업데이트)		시작품1건 SW등록1건	계약서류 및 등록증 확인
			신재생에너지 설비와 기존 열원설비의 하이브리드 제어시스템 시작품 제작		시작품1건 SW등록1건	계약서류 및 등록증 확인
X	태양전지(PV) 시스템 온	PV, ESS	알고리즘의		현장검증	전문가

	라인 성능 및 고장진단 알고리즘	성능 및 고장진단, 제어 알고리즘	현장 실증		1건	검토 의견서
V	개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인	개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인 개발	가이드라인 적용 BIM 모델의 개방형 플랫폼 활용도		1건	보고서
W	BIM 기반 HMI 및 정보지원시스템 소프트웨어	BIM 적용 응용모듈 시작품 개발	소프트웨어 신뢰도		1건	보고서
Y	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈	기계학습기반 BEMS 데이터 분석 기능 개발	분석 기능 모듈		1건	SW
		개방형 플랫폼 기반 실시간 자동 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈	성능분석 보고서		1건	보고서
4차년도						
K	EMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈	개방형 플랫폼 연계 S/W모듈	S/W모듈		시제품	보고서
		건물부하예측 시뮬레이터	신뢰도		오차율 5% 이내	보고서
L	다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	복합제어 알고리즘	알고리즘의 효과		운영, 보완	보고서
		건물에너지 비용해석 시뮬레이션 모델	신뢰도		3차년도 완료	3차년도 완료
N	BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(S/W)	BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계소프트웨어 모듈	알고리즘 연계 소프트웨어 개발		개발	보고서
			수식 및 회귀 분석 개발		개발	보고서
			평가 소프트웨어 개발		개발	보고서
O	중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어	에너지사용량 예측 오차율 절감 알고리즘	(진척도 90%) 오차율		2% 이내	전문가 검토 의견서
		중앙집중식 공조시스템 실시간 종합성능 최적화 알고리즘	(진척도 90%) 에너지 소비 저감율		25%	전문가 검토 의견서
		알고리즘의 SW 제작	(진척도 90%) BEMS 플랫폼과의 호환성		interface 단체 표준	전문가 검토 의견서
P	중앙집중식 공조시스템의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측 기법	Variable Air Volume Operation Optimization Tool	기법의 신뢰도		default 입력 기준으로 오차율 10%	오차율 확인
			기술수준 향상		실측값 대비 오차율 10%	오차율 확인
Q	개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어	개별 분산공조 최적제어알고리즘	최적제어알고리즘개발 보고서		효과 검증	전문가 검토 의견서
			최적제어 프로그램		효과 검증	전문가 검토

						의견서
R	개별 분산공조시스템 원거리 관리 프로그램	원거리관리용 제어시스템 구축	원거리 관리용 제어 완성도 50%		제어시스템 구축 1건	등록 확인
			사용 매뉴얼 작성 완성도 50%		20건	건수 확인
S	에너지 수요관리 및 평준화를 위한 수요반응시스템(DR)	통합운영 실증 기술 개발(고도화)1	계획서 (전문가 검증)		통합운영가이드라인	실증
T	건물 에너지 수요관리 (시장참여형) 알고리즘 및 최적 전력피크관리 프로그램	수요관리 실증	수요관리 운영 TEST-bed		사용량의 5%	관리율 확인
U	신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리 소프트웨어	제어부분 개방형 플랫폼 탑재 및 상호 연동성 실험	하이브리드 제어시스템 현장실증		특허등록1건 시작품 1건 SW등록1건	계약서류 및 등록증 확인
X	태양전지(PV) 시스템 온라인 성능 및 고장진단 알고리즘	PV, ESS 성능 및 고장진단, 제어 알고리즘	추가 알고리즘 개발		1건	전문가 검토 의견서
V	개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인	개방형 플랫폼 기반 BIM 데이터 작성 가이드라인 개발	가이드라인 적용 BIM 모델의 개방형 플랫폼 활용도		1건	보고서
W	BIM 기반 HMI 및 정보지원시스템 소프트웨어	BIM 적용모듈 운영성 검증 및 현장지원	현장적용성		1건	보고서
Y	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈	테스트베드(BICT)를 활용한 1차 사전 현장 시험 수행	성능분석 보고서		1건	보고서
		실증 대상 건물을 활용한 2차 현장 적용 수행	성능분석 보고서		1건	보고서
5차년도						
K	EMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈	개방형 플랫폼 연계 S/W모듈	S/W모듈		1건	공인시험기관인증서
L	다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	복합제어 알고리즘	알고리즘의 효과		에너지절감 효과 5%	M&V 및 보고서
		건물에너지 비용해석 시뮬레이션 모델	신뢰도		3차년도 완료	3차년도 완료
N	BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(S/W)	제품화 준비	운영 매뉴얼		1건	전문가 검토 의견서
O O	중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어	에너지사용량 예측 오차율 저감	예측 정확도 (진척도 95%)		변동계수 20% 이내	시뮬레이션 및 현장 실증 / 보고서 제출 및 특허 확인
		중앙집중식 공조시스템 실시간 종합성능 최적화 알고리즘	에너지 소비 저감율 (진척도 95%)		고정설정값 운전 대비 최대 25%	
		알고리즘의 SW 제작	응용 SW 완성품 (진척도 95%)		KIS-System 규약 부합	시연 및 SW 등록

		개발 기법 보완	에너지 소비 저감율		고정설정값 운전 대비 최대 25%	시뮬레이션 및 현장 실증 / 보고서 제출
P	중앙집중식 공조시스템 의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측 기법	개발 기법 보완	L-1, L-2, L-3의 목표치 달성		달성율 100%	시연
Q	개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어	개별 분산공조 최적제어알고리즘	배포용 프로그램		2건	시연
			사용 매뉴얼 작성		20건	전문가 검토 의견서
R	개별 분산공조시스템 원 거리 관리 프로그램	원거리관리용 제어시스템 구축	원거리 관리용 제어 완성도 100%		제어시스템 구축 1건	등록 확인
			사용 매뉴얼 작성 완성도 100%		20건	건수 확인
S	에너지 수요관리 및 평 준화를 위한 수요반응시 스템(DR)	통합운영 실증 기술 개발(고도화)2	계획서 (전문가 검증)		BM모듈	실증
T	건물 에너지 수요관리 (시장참여형) 알고리즘 및 최적 전력피크관리 프로그램	수요관리 실증	건물 수요관리 실증		기본요금저 감	전문가 검토 의견서
U	신재생에너지 설비 성 능·고장진단 및 운영관 리 소프트웨어	실증사이트 운영 구축 및 최적화 (5차년도)	시작품 설치 및 운영		1건	실증 결과의 전문가 검토 의견서 및 GS인증
			결과분석, 최적화		1건	
X	태양전지(PV) 시스템 운 라인 성능 및 고장진단 알고리즘	PV, ESS 성능 및 고장진단, 제어 알고리즘	실증 및 보완 (기능의 신뢰성, 제어의 안정성검토)		1건	전문가 검토 의견서
W	BIM 기반 HMI 및 정보지 원시스템 소프트웨어	BIM 모듈 사용자 매뉴얼	개방형 플랫폼 사용자 이해도 달성도 100%		1건	전문가 검토 의견서
Y	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈	개방형 플랫폼 기반 실시간 자동 건물에너지 성능 분석 및 진단 통합 모듈	에너지 저감 기대 효율		에너지 저감 가능 개선안 5 개	시연
6차년도						
K	EMS 핵심기술 프로그래 밍 및 개방형 플랫폼 연 계 소프트웨어 모듈	개방형 플랫폼 연계 S/W모듈	S/W모듈		1건	공인시험기 관인증서
L	다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘	복합제어 알고리즘	알고리즘의 효과		에너지절감 효과 5%	M&V 및 보고서
		건물에너지 비용해석	신뢰도		3차년도	3차년도

		시뮬레이션 모델			완료	완료
N	BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(S/W)	제품화 준비	운영 매뉴얼		1건	전문가 검토 의견서
O	중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어	에너지사용량 예측 오차율 저감	예측 정확도 (진척도 100%)		변동계수 20% 이내	시뮬레이션 및 현장 실증 / 보고서 제출
		중앙집중식 공조시스템 실시간 종합성능 최적화 알고리즘	에너지 소비 저감율 (진척도 100%)		고정설정값 운전 대비 최대 25%	시뮬레이션 및 현장 실증 / 보고서 제출 및 특허 확인
		알고리즘의 SW 제작	응용 SW 완성품 (진척도 100%)		KIS-System 규약 부합	시연
Q	개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어	개별 분산공조 최적제어알고리즘	배포용 프로그램		2건	시연
			사용 매뉴얼 작성		20건	전문가 검토 의견서
U	신재생에너지 설비 성 능·고장진단 및 운영관 리 소프트웨어	시스템 보완 및 시제품 제작, 실증적용 성능평가 (6차년도)	개발 S/W 기능 보완		1건	시연
			보완된 시제품 제작		1건	시연
			성능평가		1건	
			설계매뉴얼 작성		1건	보고서
Y	BEMS 기반 건물에너지 성능 분석 및 진단 모듈	개방형 플랫폼 기반 실시간 자동 건물에너지 성능 분석 및 진단 통합 모듈	개발 기술 적용에 따른 에너지 소비 저감 개선안 도출 및 에너지 저감 기대 효과 분석		에너지 저감 가능 개선안 5 개	시연, 효율 확인 보고서

나. 목표 미달성 원인 및 차후 대책

분야	목표 미달성 내용	원인	향후 대책
A			
B	적용현장의 지속적 운영	과제 종료에 따른 지원 애로	후속과제 발굴 추진
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			
K			

L			
M			
N			
O			
P			
Q			
R			
S			
T			
U			
V			
W			
X			
Y			

다. 관련 분야 기술발전 기여도

(1) 지식정보공유시스템 기반 완전개방형 BEMS 플랫폼 개발 (A-1)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 신개념의 완전개방형 개방형 플랫폼 세계 최초 개발
 - 지식정보공유시스템(Knowledge and Information Sharing System, KIS-System) 아키텍처 및 상용 소프트웨어 패키지 개발
 - 하드웨어와 소프트웨어의 분리 및 모듈화, 규격화 및, 산업화
 - 소비자 설계, 설치 및 운영관리 지원 로컬 모듈 개발
 - 개방형 플랫폼 기반 서비스모듈 및 디바이스 규약 제정
 - 서비스모듈 및 디바이스 관리 및 연계운업을 위한 웹서비스 프로그램 개발
 - 운영관리 알고리즘 및 이를 기반으로 규약을 준수하는 다양한 서비스모듈 개발
 - 서비스모듈을 지원하며 규약을 준수하는 각종 디바이스 개발
 - 운영관리 결과의 피드백을 통한 기술발전 선순환 체계 구축

(나) 사회·경제적 측면

- 저비용, 고성능 BEMS 구축 및 활용을 통한 보급기반 구축
 - 모듈화, 산업화 기반의 전혀 새로운 서비스모듈과 디바이스 신산업 생태계 구축
 - 비전문가에 의한 시스템 구축으로 시공기간 및 설치비 대폭 감소
 - 정보 공유 및 전문적인 서비스모듈 활용으로 시스템 운영관리 성능 대폭 향상
 - 시스템 설치 및 유지관리 분야 신산업을 통한 새로운 일자리와 고용 창출

(다) 정책·제도적 측면

- 에너지 절감을 통한 온실가스 감축 및 신성장산업 발굴, 육성
 - BEMS 설치의무화 제도의 실효적 지원
 - 기후변화 대응 온실가스 감축 및 에너지 절약을 위한 정부 정책 및 제도 고도화
 - 시스템 설치 및 유지관리 지식정보 서비스 분야 신성장산업 발굴, 육성

(2) 지식정보공유시스템 기반 BEMS 서비스모듈 및 디바이스 개발 (A-2)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 저비용, 고성능 BEMS 실현을 위한 운영관리 알고리즘, 서비스모듈 및 디바이스 개발
 - 고성능화를 위한 규약 준수 서비스모듈 제공
 - 저비용화를 위한 규약 준수 디바이스 제공
- 시스템 관리 및 평가 도구
 - 시스템 통합(군)관리시스템
 - BEMS 설치확인시스템 (BEMS Checker) : Check(Basic), Check(Detail), Equipment, Environment, Forecast, Economics 등 KS에서 규정한 기능 포함
 - 에너지절약 평가모듈 (BEMS Score)
- 모니터링용 서비스모듈
 - 환경·에너지·안전 통합관리모듈 (Smart E³MS)
 - 주택에너지소비모니터링모듈 (Home E-Keeper)
 - 층간소음모니터링모듈 (Noise Free)
- 관리 및 제어용 서비스모듈
 - 전력수요관리·제어모듈 (Smart Grid)
 - 태양열·지열 하이브리드 냉난방 운전제어모듈 (Geo-Solar Hybrid)
 - 주택난방 통합관리·제어모듈 (Heating Master)
 - 자동조명제어모듈 (Smart DALI)
 - 전산실 외기냉방제어모듈 (Free Cooling)
 - 자동실내환경제어모듈 (Air Protector)
 - 화재감시·질식소화모듈 (Fire Trap)
- 규약을 준수하며 서비스모듈 연계, 지원하는 디바이스
 - 기존 디바이스 변환 모듈 : 규약을 지키지 않는 기존 디바이스의 신호를 변환해주는 변환용 디바이스 (RTD-01, BIO-11, AIO-12 등)
 - 환경·에너지·안전 통합관리모듈 연계 복합센서 (온도, 습도, 이산화탄소, 산소, 입자, 연기 등)
 - 층간소음모니터링모듈 연계 센서
 - 주택에너지소비모니터링모듈 연계 데이터 수집장치

(나) 사회·경제적 측면

- 신산업 생태계 구축 및 저비용, 고성능 BEMS 구축, 운영 지원
 - 지식정보 신산업 발굴, 육성
 - 저비용, 고성능 BEMS 구축, 운영을 통한 에너지절약 및 온실가스 감축
- 지식정보 유지관리 신산업 및 고용 창출

(다) 정책·제도적 측면

- BEMS 관련 정부정책 및 제도의 실질적 지원 핵심 요소

(3) 개발 기술 현장 적용 및 실증 (B)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 정보통신 분야 비전문가에 의한 시스템 설치 및 운영관리 실증
 - 사용자 관점의 완전개방형 개방형 플랫폼 및 운영관리 서비스모듈, 디바이스 현장적용 및 검증

(나) 사회·경제적 측면

- 저비용, 고성능 관리시스템 설치비 및 에너지절감 실증
 - 설치비 및 에너지절감 실증을 통한 관리시스템 신뢰성 확보

(다) 정책·제도적 측면

- BEMS 관련 정책 및 제도의 실효적 지원
 - 설치 의무화, 설치확인, 인센티브 제공 등 BEMS 관련 정책 및 제도의 체계적 지원

(4) BEMS 참조모델 개발 (C)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 체계적인 BEMS 설치, 운영을 위한 기술 정립
 - BEMS 설치, 운영에 필요한 기반기술 제공
 - 건물 설계결과와의 검토 및 피드백을 통한 신뢰성 확보

(나) 사회·경제적 측면

- 초기투자비 및 에너지 소비 절감
 - 맹목적인 관제점 및 시스템 설치 방지를 통한 초기투자비 절감
 - 체계적인 시스템 설치 및 운영을 통한 실질적인 에너지 소비절감

(다) 정책·제도적 측면

- 체계적인 시스템 설치 지원
 - 설계기준 등에 반영을 통한 저비용, 고성능의 합리적인 시스템 설치 및 활용 유도

(5) 빅데이터 이용 건물에너지 소비량 분석기술 개발 (D)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 건물에너지 소비량 정보 부족으로 BEMS적용의 어려움을 해결하기 위한 빅데이터 활용기법 개발
 - 업무용 및 주거용 건물의 분류체계를 설정한 에너지 소비량 패턴 분석
 - 냉난방도일에 따른 소지역 건물군 에너지소비량 보정기법 개발
 - 냉난방도일에 따른 개별건물 에너지소비량 보정기법 개발
- 건물 에너지소비량 절감기술의 절감량 검증
 - 그린리모델링 등 관련기술의 적용 전후 건물에너지소비량 측정을 통한 관련기술 검증에 기여

(나) 사회·경제적 측면

- 건물 에너지소비량 및 비용 절감
 - 기후요소를 고려하여 보정된 에너지소비량 기반 BEMS 및 그린리모델링 사업을 통한 비용절감 및 에너지사용량 절감 기여

(다) 정책·제도적 측면

- 건물 에너지소비량 빅데이터 활용기법 관련 제도 개선
 - 국가건물에너지 운영규정 내 건물에너지 소비량 보정관련 운영규정(안) 제언 및 추진

(6) 실시간 상태감시 및 성능고장진단 알고리즘 개발 (E)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 운영관리 과정에서 실시간 고장진단 기법 개발
 - Human-Machine Interface 수준에서 성능 및 고장진단 기법 적용

(나) 사회·경제적 측면

- 에너지 이용설비의 고성능 운전 및 에너지 절감
 - 설비 성능 및 고장의 조기진단을 통한 유지관리비 절감
 - 설비 성능 및 고장진단을 통한 에너지 낭비 원천 방지 및 소비 절감

(다) 정책·제도적 측면

- 설비의 유지관리 관련 체계적 지원제도 마련
 - 설비의 성능 및 고장 관련 통계정보 확보 및 체계적인 유지관리 지원체계 마련

(7) 건물 전주기적 BEMS 활용시스템 개발 (F, G)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 건물에너지관리 전주기(설계, 시공, 운영, 관리 단계)에 체크리스트, 가이드라인, 매뉴얼의 활용으로 BEMS 활용기술의 상향 표준화
- 소비자(건축주)의 전문성 및 관심 향상으로 건물에너지 관리에 주도적으로 참여
- 에너지 코디네이터 설계 단계부터 운영·관리 단계까지 건물의 전주기에 참여하여 설계, 운영·관리 단계의 단절 해소 및 운영·관리 중심의 BEMS 구축 가능

(나) 사회·경제적 측면

- 효율적인 건물에너지 관리로 소비자(건축주)에게는 건물의 운영·관리 시 소요 되는 비용의 절감에 기여
- 가스, 전기 등의 에너지원 소비효율 향상으로 온실가스 배출량 감소에 기여
- 소비자(건축주)에게 건물에너지 관리를 위임 받은 에너지 코디네이터 도입으로 일자리 창출에 기여

(다) 정책·제도적 측면

- BEMS 관련 제도는 설계단계에서 BEMS 기능의 반영/미반영 여부 확인에 집중되어 있으며, 운영·관리 중심의 건물에너지 관리가 미흡하므로 본 연구에서 제안한 개선(안)으로 정책 기조가 바뀐다면 효율적으로 건물에너지 관리될 것으로 예상됨.
- 소비자(건축주)의 전문성 증가로 자율 설치가 확대되어 의무설치, 설치확인과 같은 제도의 개선과 정부기관에서의 행정 부담을 완화할 수 있을 것으로 예상함

(8) BEMS 연계규격 표준화 추진 및 보급 활성화 연구 (H, D)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- BEMS 한국산업표준 2부 제정²⁾
 - BEMS의 구축 및 운영에 필요한 공통 요구사항에 대한 연계규격(2부) 제정
 - 표준의 완성도 및 사용자 이해용이성 제고 등을 위해 해당 연구개발 참여로 개발한 ³⁾2~5부를 하나의 표준으로 통합(KS F 1800-2)하여 제정 추진 (2021년 1월 제정)

(나) 사회·경제적 측면

- 공공 대형 건축물 BEMS 설치 의무화 도입을 통한 에너지 절감 기반 마련
 - 신축 공공건축물 BEMS 설치 및 운영성과확인 의무화 도입에 따라 약 1,532toe 에너지절감 기대
 - 연간 신축 예상되는 대형 공공건물 85동, 연면적 1만㎡ 이상 대형건축물 평균 에너지사용량 225.3toe 및 일본 EMS 보조금 지원사업(2011~2013년) 대상 건축물의 에너지사용량 평균 절감률 약 8.0% 적용
- 공공 대형 건축물 BEMS 설치 의무화 도입을 통한 신규 일자리 창출 기대
 - 신축 공공건축물 BEMS 설치 및 운영성과확인 의무화 도입에 따라 매년 60명의 일자리 창출 기대
 - 2019년 BEMS 설치확인 신청 기준 10개 신규 BEMS 시스템 사업자 유입 및 운영성과확인 의무화에 따른 서비스 사업자 10개 업체 신규 유입 예상에 따른 매해 60명의 일자리 창출 예상

(다) 정책·제도적 측면

- 국내 BEMS 시장 확대를 위한 제도 마련
- 공공기관 신축 건축물 BEMS 설치 및 운영성과확인 의무화 제도 도입
 - 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정(산업부 고시) 개정을 통한 보급 기반 확보 및 품질 확보
 - [2016년] 신축하는 연면적 1만㎡ 이상 건축물에 BEMS 설치 의무화 제도 도입(산업부 고시 제2016-97호)
 - [2020년] BEMS 설치확인 건축물의 운영성과확인 의무화 제도 도입(산업부 고시 제2020-97호)
- BEMS 설치 운영성과에 따른 인센티브 제도 도입
 - 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정(산업부 고시) 개정을 통하여 운영성과 확인결과에 따른 공공진단 면제 인센티브로 인한 국내 BEMS 품질 확보

2) 건물에너지관리시스템 - 제2부 : 관제점 선정, 데이터 관리 및 에너지절감량 산출(KS F 1800-2)

3) 제2부 : 관제점 체계, 제3부 : 데이터베이스 체계, 제4부 : 태그정보 체계, 제5부 : 도입활용 효과 산정

- [2016년] BEMS 설치확인 건축물 공공진단 2회마다 1회 면제 인센티브 제도 도입(산업부 고시 제2016-97호)
- [2020년] BEMS 운영성과확인 결과 5% 이상의 에너지절감성과 달성 건축물 공공진단 2회마다 1회 면제 인센티브 제도 도입(산업부 고시 제2020-97호)
- 에너지진단 운용규정(산업부 고시) 개정을 통한 BEMS 에너지절감성과 결과에 따른 의무진단 면제 인센티브로 인한 국내 BEMS 품질확보
- [2019년] BEMS 구축 전·후를 비교하여 연간 에너지사용량의 4% 이상 에너지절감 사업장에 대한 의무진단 면제 인센티브 제도 도입(산업부 고시 제2016-97호)

(9) BEMS 보급확산을 위한 정책 및 제도 연구 (J)

(가) 사회·경제적 측면

- 특기사항 없음

(나) 사회·경제적 측면

- EMS 기술 및 시장 전략 세미나 개최 및 적용확산을 위한 인력양성 : 16회 개최
 - 재직자 재교육을 통한 생산성 향상(약 1500명 교육), EMS분야 산업 활성화 및 보급 확대 기반 마련
 - 중소기업 인력해소 지원을 위한 전문인력 양성
- BEMS 보급확대를 위한 간담회 및 기획기사 : 2회
 - BEMS시장 진단과 성장을 저해하는 다양한 문제점 도출 및 정책·제도·사회적 개선방향 논의, BEMS의 사회적 인식제고 및 경제성 확보 방안 의견 수렴 등 산업활성화 방안 도출 및 기여

(다) 정책·제도적 측면

- 시장현황 조사, 법/제도/정책 요구사항 정책반영(에너지효율 혁신전략/국토교통부, 산업통상자원부, 2019.08.21.)
 - (정책 반영내용 1) 기존건물 대상 효율평가체계를 마련하고, 노후건물 성능개선과 고효율제품 보급확산을 위한 지원체계 강화
 - (정책 반영내용 2) 노후 아파트단지, 상업용 건물의 에너지성능을 종합적 개선(건물옥상 등 유휴부지 태양광 설치*를 통해 공용 전기료 절감, AMI나 건물에너지관리시스템을 활용해 에너지사용 최적화)
 - (정책 반영내용 3) 계측 장비(센서 등), 분석·예측 S/W 등 선진국 대비 기술력이 부족한 핵심 기술 조기확보 추진(데이터 수집·분석등에대한공통규격마련* 등 범용 EMS 플랫폼과 함께 업종별·건물유형별 맞춤형 솔루션 개발 지원)
 - (정책 반영내용 4) EMS사업자 등록제도를 도입하고 등록기업에 대해 세제혜택, 정부 보조금

상향 등 지원을 강화(중소기업 EMS사업자 대상 소득세액·법인세액 감면)

- (정책 반영내용 5) 에너지인력양성사업을 통해 석·박사급 전문 연구인력을 지속 양성하고, BEMS 운영 실무교육 프로그램 확대

(10) BEMS 기반 복합제어 알고리즘 및 S/W 개발 (K, L)

(가) 과학·기술적 측면

- 복합제어 알고리즘 개발
 - 건물의 다양한 에너지 절감 솔루션의 통합 시에 ‘중복없이 누락없이’ 최대 에너지 절감이 가능하도록 비용함수 해석이 가능한 제어 알고리즘 개발
 - 각 분야별 BEMS 핵심기술 동시적용 시에 건물에너지 절감 최대효과 구현이 가능한 비용함수 기반 통합 전략안 구성
 - 복합열원설비 조합 및 건물특성에 적합한 체계적인 운영방안 제시
- 복합열원해석 시스템 개발
 - 복합제어 알고리즘이 탑재된 개방형 플랫폼 연계가 가능한 복합열원설비 해석시스템 개발
 - 건물 냉난방 복합열원설비의 최적의 운영방안을 빠르고 정확하게 제공하는 웹 기반 온라인 복합열원설비 해석 시스템 개발
 - 현장 제어기 및 계측기 설치 없이 복합제어 알고리즘을 통한 냉난방 복합열원설비의 최적 운영 방안 제시로 독자기술 및 경쟁력 확보

(나) 사회·경제적 측면

- 복합제어 알고리즘 개발
 - 사용자 건물특성을 바탕으로 냉난방 복합열원설비의 운영방안을 제시함으로써 실질적인 에너지 절감 및 온실가스 절감
 - 계절별·시간별 변화하는 복잡함 요금체계를 고려한 최소비용의 운영방안을 제시함으로써 에너지 비용 절감
- 복합열원해석 시스템 개발
 - 현장제어기 및 계측기 설치가 필요 없는 클라우드 방식의 웹기반 시스템으로 설치비 대폭 절감
 - 현장 유지관리가 불필요 하며, 운영방안 도출을 위한 분석시간을 단축시켜 건물 관리자의 근무 환경 개선
 - 건물 규모에 따라 설치기간이 0.5~1일 소요로 건물 에너지 관리 효율성 증대

(다) 정책·제도적 측면

- 복합제어 알고리즘 개발

- TOU(계시별 요금제), RTP(실시간 요금제) 등에 대응 가능한 비용함수가 탑재된 복합 제어 알고리즘 개발로 국가 에너지 수요 관리 정책 추진체계 확립에 기여
- 복합열원해석 시스템 개발
 - 건물 에너지 절감을 위한 정책 대응 및 효율적인 운영을 위하여 다양한 조합으로 구축되고 있는 복합열원설비의 최적 운영방안을 제시함으로써 이를 바탕으로 운영 매뉴얼 혹은 가이드라인 제시

(II) 개발기술 현장 적용 및 실증 (M)

(가) 과학기술적 측면의 성과

- 한국나노기술원
 - 개방형 플랫폼 및 BEMS 적용을 위한 핵심기술(건물에너지 절감/분석 알고리즘) 실증 사이트 구축

(나) 사회·경제적 측면

- 한국나노기술원
 - 개방형 플랫폼의 적용에 따른 설치비 절감, 그리고 이를 기반으로 한 운영관리 알고리즘 적용에 따른 에너지 절감으로 실질적인 저비용, 고성능 시스템 제공
 - 건물 및 설비의 효율적 관리로 건물 수명 및 가치 상승
 - BEMS 적용을 위한 핵심기술 도입을 통한 에너지 사용량 및 비용 절감

(다) 정책·제도적 측면

- 한국나노기술원
 - 국내 최고 기술의 공공업무시설 특화형 에너지 관리 시스템 확대를 위한 비즈니스 모델 활성화 지원 방향 제시

(12) BEMS 도입효과 예측 및 평가도구 개발 (N)

(가) 과학기술적 측면의 성과

- 에너지절감기술 도입 효과 예측 및 평가 도구 개발
- 건물에너지 절감 기술 적용에 따른 효과를 예측 및 평가할 수 있는 도구 개발
 - 건물에너지 사용량 및 절감을 분석을 위한 수식 및 회귀 모델 생성·분석 도구, EnergyPlus 기반의 시뮬레이션 분석 도구를 통해 건물에너지절감기술 적용 효과 예측 및 평가 가능
 - 핵심 기술 현장 적용에 따른 에너지 사용량 및 절감량 지속적 모니터링 가능

(나) 사회·경제적 측면

- 예측 및 평가 도구 도입을 통한 비용·에너지 절감
- 건물 관리자 및 사용자 등이 직접 성과검증의 수행
 - M&V 및 시뮬레이션 전문가가 불필요하며, 건물 관리자 및 사용자가 설계도서, 고지서, BEMS 데이터를 토대로 에너지절감기술 적용 효과 예측 및 평가를 수행할 수 있음
- 건물 에너지 사용량의 지속적 관리
 - 프로젝트 기준의 일시적인 성과평가가 아닌 기술 적용에 따른 지속적인 건물 에너지 관리를 통해 최적의 건물에너지 소비 절감 유도

(다) 정책·제도적 측면

- 건물에너지 유지 관리 시장 확대, 성과 검증 보편화
 - 건물에너지관리시스템의 도입 및 에너지절감기술 적용 확대에 따라 그 효과 검증에 대한 필요성과 건물에너지의 지속적인 유지 관리에 대한 필요성이 증대되었음
 - 건물 계측 데이터와 연계한 예측 및 평가 도구를 통해 지속적으로 건물 에너지 성과 관리를 수행할 수 있으며, 본 성과 관리 결과물은 타 제도와 연계하여 활용될 수 있음

(13) 중앙집중 공조시스템 최적관리 알고리즘 및 소프트웨어 개발 (O, P)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 인공신경망 기반 에너지 소비량 예측 모델과 유전 알고리즘 기반 에너지 성능 최적화 모델과 같은 기계학습 기반의 고도화 기법 개발
- 인공신경망 기반 중앙집중식 공조시스템 에너지 소비량 예측 기법은 공기조화기, 냉동기 등 각 구성 요소별 에너지 소비량 예측 가능
- 예측 성능은 ASHRAE guideline 14를 만족하며, 높은 수준의 정확도 확보
- 유전 알고리즘 기반 중앙집중식 공조시스템 에너지 소비량 최적화 기법은 공조시스템을 구성하는 반송설비, 열원설비의 운전 설정값 최적화 가능
- 중앙집중식 공조시스템 운전 정보 모니터링, 분석, 에너지 소비량 예측 및 최적화, 리포팅이 가능한 종합관리 소프트웨어 개발

(나) 사회·경제적 측면

- 유전 알고리즘 기반 중앙집중식 공조시스템 에너지 소비량 최적화 기법을 통하여 에너지 최대 20% 이상 절감 효과 확인

(다) 정책·제도적 측면

- 신축 공공건물(10,000㎡ 이상) BEMS 설치 의무화 되었으며, 중앙집중식 공조시스템을 대상으로 개발 기술의 적용이 가능할 것으로 판단됨

(14) 개별분산 공조시스템 운전제어 알고리즘 개발 (Q, R)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- VRF 시스템의 냉방제어 알고리즘 제안
 - 재실자의 접근성이 용이한 VRF 시스템 에어컨의 장점을 활용하여, ASHRAE에서 제안하는 쾌적범위 기반 쾌적온도범위와 풍량을 활용한 냉방 제어 알고리즘을 개발함. 실증 실험에서 냉방 제어 알고리즘을 적용한 결과, 다양한 오피스 건물의 재실자들의 쾌적성은 향상하였으며, 냉방에너지는 효과적으로 감소하게 됨
- 개별분산공조 원격제어 시스템 구축
 - 아산도서관에 DDC Controller 및 센서 장비를 설치하여 건물관리자가 어느 곳에서든 쉽게 원격 제어할 수 있는 IoT 서버를 구축함

(나) 사회·경제적 측면

- 냉방 에너지 절감 효과
 - 여름철 외기온도가 유사했을 시, 냉방에너지 소비량이 여름철 권장온도인 25~26℃의 Set point 대비 약 35% 이상의 에너지 절감효과를 나타냄
 - 이러한 알고리즘은, 다양한 오피스 건물에 적용 시 동일한 효과를 나타낼 것이라 기대됨

(다) 정책·제도적 측면

- 여름철 냉방에너지 권장 설정온도 제안
 - 에너지 이용합리화법에 따른 권장온도인 25~26℃ 는 기존 VRF 시스템을 적절하게 활용한 제어방식이 아니므로, 보다 많은 에너지를 소비하게 됨
 - 따라서, 본 연구에서 제안하는 냉방 제어 알고리즘을 적용 시, 다양한 건물에서 재실자의 쾌적성과 에너지소비량을 효과적으로 감축할 수 있으므로, 새롭게 제안할 수 있는 냉방 권장 제어 알고리즘이라 판단됨

(15) BEMS 기반 에너지 수요관리시스템 개발 (S, T)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 건물 부하의 End-Use 부하패턴 분석에 따른 공용부하설비의 제어 Potential 파악과 제어알고리즘 설계를 통한 운영 및 제어방안의 가이드라인 및 수요관리 방안 마련을 통해 고객 및 수용가의 수요관리의 기술적인 접근성 완화가 가능할 것으로 판단
- 수요관리 시장의 경우 12GW 수준으로 초기에 비해 약 3배이상 증가한 상황으로 수요관리시스템의 개발을 통해 건물 부문의 수요관리 시장의 대응 용량이 증가가 가능할 것으로 기대

(나) 사회·경제적 측면

- 수요관리의 알고리즘 기반 End-Use 설비의 부하운영 Potential 예측 및 실측요인을 기반으로 현장 제어운동을 통한 전력요금 절감
 - 건물의 에너지 관리를 위한 관리자의 수요관리를 위한 운영 가능 요인이 가시화되어 운영되면 수요관리에 대한 기대효과 창출 기여와 양질의 일자리 창출 가능

(다) 정책·제도적 측면

- 에너지 전환과 수요관리의 혁신 및 합리적인 에너지 소비구조 정착을 위한 수요관리 운영 기술 개발을 통한 에너지 정책 기여

(16) BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 (U, X)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- 개방형 플랫폼을 이용한 BEMS와 신재생에너지 설비 관리시스템의 연계
- 신재생에너지 설비 성능·고장진단 및 운영관리, 제어 소프트웨어 개발

(나) 사회·경제적 측면

- 에너지자립률 향상으로 에너지 공급체계 구축 기여
- 실시간 모니터링을 통한 신재생에너지설비의 유지관리 비용 감소
- 신재생에너지 설비의 운용성 향상을 통한 설비 가동율 향상
- 최적제어에 따른 열원설비 에너지 효율 향상 및 에너지 절감

(17) 개방형 플랫폼 기반의 BIM 연계모듈 개발 (V, W)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- BIM 연계 모듈 적용을 위해 테스트베드 대상인 한국건설기술연구원 관련 데이터를 취득하고 테스트함. 아울러, BIM-BEMS 연계를 위한 지침에 대한 현장 적용성 피드백을 받기 위한 설문

조사를 수행하여, 현장에 활용할 수 있도록 개선하였음

- BIM-BEMS 연계 기술 개발
- BIM-BEMS 연계 지침 개발
- 테스트베드 데이터 구축 및 적용
- 개발 결과에 대한 실무자 검토 및 설문 분석

(18) BEMS 기반 에너지 성능분석 및 진단모듈 개발 (Y)

(가) 과학·기술적 측면의 성과

- BEMS 데이터를 이용한 Machine Learning 기반 자동 건물에너지 소비패턴 추출 및 분석 기능 개발
 - Clustering 기법을 사용한 시간 단위 에너지사용량의 소비 등급 구분
 - 날짜별(24시간 대상) 에너지 사용패턴 군집화를 통해 에너지 사용특성이 유사한 Group 통합관리
- 건물 에너지 사용 정보 및 분석 내용을 직관적으로 확인할 수 있는 BEMS Dashboard 구현
- BEMS 기술 적용에 따른 에너지 저감 개선안 도출
 - 실내 쾌적 예측 알고리즘 : Gaussian process regression 기반 예측으로 실내 재실자의 쾌적감을 예측하여 제시
 - 시스템 통합 쾌적제어 알고리즘 : 냉난방 장치를 포함하는 건물 설비기기의 통합 자동제어로 에너지 소비저감과 재실자의 쾌적감 개선
 - 바닥난방 예측제어 알고리즘 : 바닥난방 중인 공간의 다음 시간 실내 온도를 예측하고 난방 제어에 반영
 - GRU 기반 난방 예측제어 알고리즘 : 냉방장치 가동에 따른 실내 온도 변화를 시간에 따라 예측하여 건물 관리자에게 제공
 - 냉동기 COP 예측 알고리즘 : Machine Learning 기법과 냉동기에서 수집된 데이터를 사용하여 예측된 냉동기 COP 제시

(나) 사회·경제적 측면

- 건물에 대해 단순 모니터링 데이터를 제공하는 기존 BEMS에서 건물관리에 필요한 분석 정보 제공 및 건물에너지 소비 저감에 기여 하는 기능을 제공함으로써 국내 BEMS의 경쟁력 향상
- BEMS를 통한 건물관리로 건물의 에너지소비량을 절감함으로써 국가적 온실가스 감축에 기여
- 실내 환경의 쾌적감을 개선하여 재실자의 생산성 향상

(다) 정책·제도적 측면

- 저탄소 녹색 성장을 위한 관련 법령 및 제도가 강화되어 BEMS가 도입되는 건물이 증가함에

- 따라서 각 건물 관리자의 효율적인 운영이 가능할 것으로 기대
- BEMS 설치에 따른 구성요소 선정 시, 에너지 소비저감을 위해 필요한 요소 제안

라. 목표 달성도 및 기여도 종합

- 참여기관은 과제 수행 기간 동안 성실하게 연구개발을 진행해 소기의 목적을 달성하였으며 현장적용 및 실증을 통해 그 성과를 증명하였음
- 정성적 연구 성과는 모두 달성하였으며, 정량적 연구 성과는 연구기간 내에 달성을 위해 노력하고 있음
- 지식정보공유시스템을 기반으로 하는 소비자 완전개방형 BEMS 플랫폼은 세계 최초, 세계 최고의 기술로 당초 목표 이상의 수준을 달성함
- 지식정보공유시스템을 기반의 서비스모듈 및 디바이스 규약과 라이브러리 웹 소프트웨어와 다양한 건물 운영관리 서비스모듈 및 디바이스를 상용화 수준의 개발, 현장적용을 통해 보급 가능성을 증명함
- 각각의 솔루션이 개방형 플랫폼과 연계되어 활용될 경우 각 솔루션의 상호연계가 이루어져 더욱 우수한 솔루션이 제시되며, 또한 지속적인 업체 간의 경쟁을 통해 다양한 솔루션이 개발되어 기술력이 향상 될 수 있을 것으로 사료됨
- 각각의 솔루션은 별도로 운영될 수 있도록 개발됨에 따라 사용자의 니즈에 따라 선택적으로 적용할 수 있어 범용성이 뛰어나며 실질적인 건물 운영 데이터 분석을 기반으로 한 솔루션 제공으로 효과적인 에너지 절감 및 온실가스 감축을 기대할 수 있음
- BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈 개발로 통합 적용될 경우 큰 시너지 효과를 낼 수 있으며, 각각의 특성을 가진 솔루션으로 별도로 소비자에게 공급될 수 있도록 개발되어 다양한 건물에 폭넓게 활용될 수 있음
- 건물 에너지 절감을 위한 정책 대응 및 효율적인 운영의 요구가 점차 확대됨에 따라 소비자들의 다양한 니즈를 만족시켜 건물 에너지 절감과 건물 운영에 매우 도움이 될 수 있음

4. 연구개발 성과 활용계획

가. 연구개발 성과 요약

- BEMS 활성화를 위한 기반 구축
 - 지식정보공유시스템 기반 사용자 중심 BEMS 플랫폼
 - 사용자 중심 BEMS 플랫폼 기반 서비스모듈
 - 사용자 중심 BEMS 플랫폼 기반 디바이스
 - 개발 기술 현장 적용 및 실증
 - BEMS 참조모델
 - 빅데이터 이용 건물에너지 소비량 분석기술
 - 실시간 상태감시 및 성능고장진단 알고리즘
 - 건물 전주기적 BEMS 활용체계
 - EMS 연계규격 표준
 - BEMS 보급확산을 위한 정책 및 제도
- BEMS 적용을 위한 핵심기술 개발
 - BEMS 핵심기술 프로그래밍 및 개방형 플랫폼 연계 소프트웨어 모듈 개발
 - 다분류 BEMS 핵심기술 복합제어 알고리즘 개발
 - BEMS 도입효과 예측 및 평가도구(수식 생성, 수식 분석, 회귀 모델 생성, 회귀 모델 분석, 시뮬레이션 분석 도구) 개발
 - 중앙집중식 공조시스템 에너지 최적화 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발
 - 중앙집중식 공조시스템의 고정밀 동적 모델링 기반 에너지 소비 예측기법 개발
 - 개별 분산 공조시스템 최적 제어 알고리즘 및 응용 소프트웨어 개발
 - BEMS기반 에너지 수요관리시스템 개발
 - 개방형 플랫폼 기반의 BIM 연계모듈 개발
 - BEMS 기반 에너지 성능분석 및 진단모듈 개발

나. BEMS 활성화 기반 구축을 위한 활용계획

(1) 지식정보공유시스템 기반 완전개방형 BEMS 플랫폼 개발 (A-1)

- 개방형 플랫폼 조기 보급 확산
 - 저비용, 고성능 시스템 구축이 가능한 개방형 플랫폼의 보급 확대 및 강소형 글로벌 기업 도약 지원
 - 스마트시티 시범사업 등의 참여를 통한 보급 촉진
- 연구성과의 보급 및 활용을 위한 실용화 추진

- 개발 기술의 전문기업 이전을 통합 활용 및 보급 촉진
- 실용화를 위한 후속 사업 지속 추진 : 국토교통기술사업화지원사업 및 국토교통기술촉진연구사업 등에 참여
- 운영 및 유지관리 서비스 신산업 발굴, 육성
 - 주거용 건물 및 공장 등 산업분야 보급 확대
 - 안전, 복지 분야 등 하드웨어와 소프트웨어로 구성되는 전 분야로 적용 확대
- 지식정보 서비스 산업 분야 열린 생태계 구축
 - 서비스모듈 및 디바이스 인증체계 구축
 - 서비스모듈 및 디바이스 라이브러리의 체계적 운영을 통한 활성화 추진
- 정부의 시장 참여가 필요한 분야의 제도적 지원 유도
- 국제 표준 및 특허 확보 노력
 - 국가기술표준원 지원으로 수행(한국건설기술연구원, 건물에너지관리시스템 보급 촉진을 위한 표준화 전략 수립, 국가기술표준원 연구보고서, 2014)한 전략에 따라 표준화 추진
 - PCT 출원 내용을 바탕으로 국외 산업재산권 확보

(2) 지식정보공유시스템 기반 BEMS 서비스모듈 및 디바이스 개발 (A-2)

- 다양한 서비스모듈 및 디바이스의 개발 및 보급 확대
 - 본 연구를 통해 개발된 서비스모듈 및 디바이스의 우선 보급 확대
 - 라이브러리를 통한 개방형 플랫폼 기반의 서비스모듈 및 디바이스 개발 환경 조성

(3) 개발 기술 현장 적용 및 실증 (B)

- 적용현장의 지속적 운영을 통한 운영 데이터 및 지식정보 축적
- 현장실증 데이터를 활용한 보다 우수한 SCI 논문의 지속적인 제출
- 개발기술의 홍보를 위한 전진기지로 활용

(4) BEMS 참조모델 개발 (C)

- BEMS 설치 및 운영관리 단계의 지침서로 활용
 - 시스템 설치 및 운영관리는 물론, 서비스모듈 및 디바이스 개발을 위한 참고자료 역할

(5) 빅데이터 이용 건물에너지 소비량 분석기술 개발 (D)

- 건물에너지 소비량 정보부족으로 BEMS적용의 어려움을 해결하기 위한 빅데이터 활용기법 제시
 - 업무용 및 주거용 건물의 분류체계를 설정한 에너지 소비량패턴 분석결과
 - 냉난방도일에 따른 소지역 건물군 에너지소비량 보정기법

- 냉난방도일에 따른 개별건물 에너지소비량 보정기법
- 빅데이터 이용 건물에너지시스템 관련제도 개선안 제안
 - 국가건물에너지 통합관리시스템 운영규정 내 건물에너지 소비량 보정관련 운영규정 개정(안) 제안

(6) 실시간 상태감시 및 성능고장진단 알고리즘 개발 (E)

- 유지관리비 및 에너지 절감 스단 활용
 - 각종 에너지 사용설비의 효과적 운용을 위한 실질적인 관리수단으로 활용

(7) 건물 전주기적 BEMS 활용시스템 개발 (F, G)

- 개방형 플랫폼 기반 BEMS 구축에 건물 생애주기별 BEMS 체크리스트 및 매뉴얼 활용
- BEMS 구축 시 관련 법·제도 및 BEMS 관제점 선정 등에 가이드라인 활용
- 건축주의 전문지식 부족 시 건축주를 대신하여 건물에너지 관리에 에너지 코디네이터를 활용

(8) BEMS 연계규격 표준화 추진 및 보급 활성화 연구 (H, I)

- 공공기관 BEMS 설치 및 운영성과확인 의무화 제도에 관제점 선정, 데이터 신뢰성 확보, 도입 효과 산정 등 공통기술기준 반영을 통한 국내 BEMS 표준화를 통한 품질 확보

(9) BEMS 보급확산을 위한 정책 및 제도 연구 (J)

(가) 기술 개발

- 개방형 BEMS 플랫폼 및 운영프로그램(지식정보 공유시스템, 라이브러리)
 - 협회 회원사(150개사) 및 전문기업 대상으로 본 사업을 통해 확보된 개방형 BEMS플랫폼 기술 결과물의 활용 및 적용을 통한 사업화 유도
 - 소비자 대상(건물주 또는 건물관리 기업)으로 개방형 BEMS 적용 및 활용도 홍보
- 표준개발 및 시험·인증 체계 반영과 홍보추진
 - 제품·서비스 개발 시부터 상호운용성이 확보될 수 있도록 개방형 BEMS 기술규격의 표준 및 시험인증 체계반영과 산업계(건설사, 솔루션 기업 등) 적용확대를 위한 홍보 추진

(나) 제도 반영

- BEMS 공사실적 증명 및 사업자 등록제도 마련
 - 소비자의 선택권 확보를 위해 우수하고 신뢰성 있는 공사업체 정보제공, BEMS 설계·구축·운영 전문기업의 체계적인 실적 관리 및 증명을 위한 공사실적 제도 필요
 - BEMS 공사 실적증명제도를 기반으로, 유관부처 BEMS 설계·구축 및 운영 전문기업 지정을 위

한 BEMS사업자 등록제도 마련

- BEMS 조달품명 신설을 통한 국내 BEMS전문업체 주도의 공공기관 조달 입찰참여 확대
 - 조달청 조달공고시 BEMS는 자동제어 품목에 포함되어 공고 되기 때문에 BEMS 전문기업이 입찰에 참여할 수 없으며, 자동제어 기업이 입찰하여 BEMS 기업에게 하도급을 주기 때문에 양질의 BEMS 구축과 운영관리가 안되고 있음
 - BEMS 분야의 고유 조달사업 영역 확보와 국내 전문 BEMS 중소중견기업의 공사수주 확대를 통한 산업활성화 마련
- BEMS 자격증 소지자 의무채용 및 자격제도 마련
 - BEMS 구축 건물을 효율적으로 운영하기 위해 관련 자격증 소지자가 의무적으로 채용 될 수 있는 제도 및 자격증제도 마련(민간자격제도 운영 후 국가자격제도로 확대)
 - BEMS를 구축한 후 상시 운영관리 할 수 있는 전문인력(예:건물에너지관리사)의 역할이 매우 중요하나, 실제로 BEMS 구축 후 운영관리가 미흡하여 에너지절감효과가 미미한 경우들이 나타나고 있음

(다) 재정 지원

- 초기 투자비용에 대한 부담을 덜어주기 위한 투자비용 지원 및 투자세액 공제 인센티브 제공 방안 연구
 - 정부 보조금 지원 제도인 ESCO, Green Remodeling 제도를 벤치마킹하여 BEMS구축 초기 투자비용 부담의 최소화 할 수 있도록 정부지원 확대 제안 및 협의 추진
 - 태양광, ESS 정책과 같이 BEMS 솔루션 도입에 따른 정부 보조금, 세제 혜택을 통한 시장 활성화 필요
- 에너지절감 기기 및 제품을 생산하는 공장과 시설 및 토지에 대한 저리의 에너지자금 융자 지원정책 마련
 - 에너지이용합리화자금 융자지원 및 세제지원 및 에너지절약전문기업(ESCO)제도가 있으나 공장과 시설, 토지에 대한 지원정책이 부재한 현황으로 지원정책 마련
- ‘BEMS 전문인력 양성센터’ 구축을 통해 전문기술 인력 교육 추진
 - 국내외 산업트렌드·기술변화 등을 고려하여 맞춤형 인력육성 기반마련
 - BEMS 설계, 구축, 유지관리, 디자인, R&D 전문인력 등 유관분야 기업에서 필요한 인력양성 추진

(라) 재정 지원

- 소비자 참여형 BEMS 리빙랩(Living Lab) 구축 제안
 - 기존 공급자 중심의 제품 및 서비스의 한계가 드러내면서 소비자 참여와 현장지향성을 강조하는 리빙랩의 중요성 대두
 - 리빙랩 구축·운영을 통해 소비자 홍보 및 소비자 맞춤형 서비스 개발 등 연계 추진
- BEMS분야의 다양한 업종의 기업 간 상생 협력 및 신산업 창출을 모색을 위한 ‘에너지IT 융합 얼라이언스’ 협력체계 구축

- 참여기관 : 건설사, 이통사, 건물유지관리 기업, BEMS 전문기업, IT기업, 관련협회 등
- 활동내용 : 업종 간 협업을 통한 BEMS 분야 서비스 비즈니스 모델 발굴, 공동기술 개발 및 중소기업 기술 컨설팅 등 사업 협력, 서비스 창출을 위한 제도개선 사항 발굴 및 대정부 건의
- 에너지 빅데이터 플랫폼 기반의 인센티브 제공 모델 개발
 - 블록체인 및 개방형 에너지 빅데이터 플랫폼 기반으로 에너지절감 주체인 소비자와 서비스를 제공하는 기업을 대상으로 하는 다양한 인센티브 제공모델 제안 및 연구
- 기타
 - 스마트시티 사업과 연계 된 BEMS 서비스 모델 개발 및 실증사업
 - BEMS 분야 소비자 주도형 비즈니스 모델 발굴을 위한 아이디어 경진대회 개최

다. BEMS 적용을 위한 핵심기술 활용계획

- BEMS 핵심기술 개발을 통한 건물 및 시스템의 운전결과를 바탕으로 에너지 관리를 위한 정부 정책자료 등에 반영(피드백)함으로써 관련 기술의 획기적인 발전 유도
- 개방형 플랫폼에 탑재 되어 사용자 중심의 고성능 건물에너지관리기술을 기반으로 한 국가적 차원의 합리적인 에너지 공급체계 구축, 에너지 절감 및 온실가스 감축에 기여
- 열적 쾌적성, 실내 공기질, 기후변화 대응을 모두 고려하는 차세대 건물에너지 및 관리기법 제 공으로 친환경 건축 구현 및 실내 쾌적성을 확보를 통한 재실자 건강 및 업무 생산성 향상에 기여

(1) BEMS 기반 복합제어 알고리즘 및 S/W 개발 (K, L)

- 사용자 건물 특성에 맞는 복합열원설비 운영방안 제시에 따른 에너지 소비량과 온실가스 저감에 기여
 - 상호연계성을 갖는 다양한 냉난방 열원설비 및 에너지를 복합적으로 사용하는 중대형 건물 현장에서 건물특성에 적합한 체계적인 운영방안을 제시하여 냉난방 열원설비의 성능향상 및 건물 에너지 소비절약 유도
 - 종합적인 에너지 해석이 어려운 빙축열, 수축열 등과 같은 축열시스템 또는 신재생에너지 사용 비율이 높은 현장에서 잉여 에너지를 적극적으로 활용하여 수요관리를 통한 에너지 및 온실가스 감축에 자발적 대응

(2) BEMS 도입효과 예측 및 평가도구 개발 (N)

- 예측 및 평가 도구 실증단지 지속평가
 - 실증단지적용 및 예측 및 평가 도구를 활용한 성과검증을 통해 실증단지 지속 평가 수행
- 사업화 및 제품화

- 연구 개발 성과 기술이전, 제품출하 및 판매 착수
- 제품 판매 후 현장 적용 실시

(3) 중앙집중 공조시스템 최적관리 알고리즘 및 소프트웨어 개발 (O, P)

- ANN 기반 에너지 소비량 예측 모델과 유전 알고리즘 기반 에너지 성능 최적화 모델과 같은 기계학습 기반의 고도화 기법 보급
 - 널리 보급되어 있는 기존의 해외 에너지 시뮬레이션 프로그램들은 일반 사용자에게는 접근성이 떨어지며, 이러한 소프트웨어들을 대체
 - 완전개방형 운영관리 플랫폼 기반 S/W로 중앙집중식 공조시스템 에너지 관리 분야에 보급
 - 중앙집중식 공조시스템 운영 관리 가능한 모든 분야에 활용 가능
- 탄소배출이 가장 많은 운영 단계에서 중앙집중 공조시스템 에너지 성능 최적화 기법을 통해 건물 에너지 소비량과 탄소 배출량 절감 효과 기대
 - 공기조화는 건축물의 에너지 소비 중 60%의 큰 비중을 차지하고 있으며, 유전 알고리즘 기반 에너지 성능 최적화 기법을 통해 냉난방 에너지 최대 20% 이상 절감 효과 기대
 - 지금까지 해외에서 개발한 제품들이 널리 사용되었던 에너지 시뮬레이션 프로그램 시장 개척
 - BEMS 플랫폼 기반의 SW로 녹색건축산업 시장 확대 이바지

(4) 개별분산 공조시스템 운전제어 알고리즘 개발 (Q, R)

- 다양한 오피스 건물의 현장적용에 따른 에너지 소비 저감에 기여
 - 개별 분산 냉방 제어 알고리즘을 아산도서관이 아닌, 나노기술원 오피스 건물에 현장적용 실험을 추가 진행하여, 본 연구에서 제안하는 냉방제어알고리즘의 효과 분석을 진행하고자 함
 - 그에 따라, 다른 타 건물에서도 본 연구에서 제안하는 냉방에너지 절감 분석 진행 예정

(5) BEMS 기반 에너지 수요관리시스템 개발 (S, T)

- 수요관리를 위한 DR시장 연계 및 수요반응 소프트웨어
 - 체계적인 설계를 통한 BEMS 시스템의 자원을 운용 할 수 있는 소프트웨어로 오픈플랫폼에 연동하여 운용이 가능하며, 자원운용 및 자원거래를 위한 솔루션으로 활용 가능함
- 건물 End-Use 부하패턴 분석 및 수요관리 제어 알고리즘
 - 국내의 경우 DR 시장 참여도 활발해지고 있으며 전력공급에 소요되는 사회적 비용 급증 등 전력 공급확대 차질로 에너지 정책의 패러다임 전환 요구에 따라 ICT 기반 에너지 수요관리의 신시장이 창출되고 있는 상황으로 설비의 End-Use 운영 Potential과 ESS, EV, PV 등 에너지 효율을 높일 수 있는 시스템과 연계 운영 및 솔루션 적용 등에 활용이 가능함
 - 또한, 수요감축자원도 공급발전과 대등하게 거래되고 있는 상황에서 건물내 부하설의 수요관리 요인 도출을 통해 수요관리를 위한 설비 투자요인을 최소화하여 운영 할 수 있는 솔루션으로 활용이 가능함

- 수요관리 기술의 경우 선진국(미국, 영국 등)에서는 활발히 연구개발되어 적용되고 있으나 개도국의 경우 에너지 효율 향상 및 수요관리에 대한 기술요인 등이 부족한 상황으로 에너지 효율 향상 방안 마련을 위한 기술연계의 솔루션으로 적용할 수 있음

(6) BEMS 연계 신재생에너지 설비 관리시스템 개발 (U, X)

- BEMS와 연계한 신재생에너지 설비 통합 모니터링 시스템 구축 및 운영
- 저가 보급형 전문 성능 및 고장진단 패키지 제공

(7) 개방형 플랫폼 기반의 BIM 연계모듈 개발 (V, W)

- BIM-BEMS 연계 모듈, 데이터 품질 체크에 대한 특허 3건을 등록하였으며, 이를 통해 기술 이전을 다음과 같이 실시하여, 관련 중소기업이 해당기술을 이용해 후속 기술 개발할 수 있도록 지원
- BIM-BEMS 연계 지침을 통해 개발된 기술을 효과적으로 활용할 수 있도록 하였으며, 실무자 인터뷰를 통해 실용적인 결과물이 될 수 있도록 관련 내용을 개선
- 이 결과물을 바탕으로 BEMS와 BIM이 함께 활용되는 시스템 개발, 데이터 구축 및 엔지니어링 중소기업 등에 기술 개발을 지원할 계획

(8) BEMS 기반 에너지 성능분석 및 진단모듈 개발 (Y)

- BEMS 플랫폼을 통한 건물의 에너지 소비 특성과 현재 상태를 파악하기 위한, Machine Learning 기반 자동 건물에너지 소비패턴 추출 및 분석 기능 제공
 - 시간별 에너지사용량 등급을 Clustering 기법으로 구분하여, 과거 대비 현재의 사용량 수준을 직관적으로 파악할 수 있도록 함
 - 날짜별(24시간 대상) 에너지 사용패턴을 Clustering 기법으로 유사한 패턴을 군집화 함으로써, 에너지 사용 특성이 유사한 Group의 통합관리 용이
- 국가적 온실가스 감축이 필요한 상황에서, BEMS를 통한 건물관리로 건축 분야의 에너지 소비 저감에 기여
 - 건물에서 사용하는 냉·난방 설비를 포함한 다양한 설비를 자동 통합 제어하는 것을 통해 전력 사용량 저감
 - 냉·난방 설비 가동상태에 따른 미래 실내환경 예측을 통한 불필요한 설비 운용 방지
- 실내 환경을 고려한 에너지 저감 개선안 도출을 통해 건물 소비 에너지 저감과 동시에 쾌적한 실내 환경 조성을 통한 재실자 생산성 향상에 기여
 - 실내환경의 쾌적감을 고려한 건물 설비의 자동제어로 재실자가 느끼는 쾌적감을 개선할 수 있도록 함
 - 실내환경에 따른 재실자의 쾌적감을 건물 관리자에게 정량적으로 제공하여 쾌적한 실내환경 조성에 기여

라. 연구개발 성과 활용계획 종합

- 개방형 플랫폼 조기 보급 확산
 - 저비용, 고성능 시스템 구축이 가능한 개방형 플랫폼의 보급 확대 및 강소형 글로벌 기업 도약 지원
 - 스마트시티 시범사업 등의 참여를 통한 보급 촉진
- 운영 및 유지관리 서비스 신산업 발굴, 육성
 - 주거용 건물 및 공장 등 산업분야 보급 확대
 - 안전, 복지 분야 등 하드웨어와 소프트웨어로 구성되는 전 분야로 적용 확대
- 지식정보 서비스 산업 분야 열린 생태계 구축
 - 서비스모듈 및 디바이스 인증체계 구축
 - 서비스모듈 및 디바이스 라이브러리의 체계적 운영
- 정부의 시장 참여가 필요한 분야의 제도적 지원 유도
- BEMS 기술 및 관련 제도의 홍보를 통한 보급 활성화 유도
- 건물의 성능향상 및 합리적인 수요관리 통한 에너지 소비절약 유도
 - 열원, 공조, 반송, 조명, 신재생 설비 분야 등의 용도·분야별 에너지 성능 현황 분석 및 에너지 효율 향상을 위한 개선점 자동진단에 활용 가능
 - 최적제어 알고리즘, 에너지 수요관리 및 평준화 기술 등 에너지 저감 방안 적용에 따른 실시간 에너지 소비량 절감량 및 절감률 분석에 활용 가능
 - 개별 설비 또는 건물 전체를 대상으로 한 에너지 성능 진단에 활용 가능
- 에너지 및 환경 관령 국가적 차원 대응 지원
 - 냉·난방에너지 수요급증으로 하동절기 전력대란 우려가 고조되는 상황에서 에너지 위기와 온실가스 감축에 능동적·자발적 대응
 - BAU 대비 30% 온실가스 감축을 위한 건물분야(26.9% 할당) 실천방안으로 채택된 건물에너지 관리시스템 개발, 보급 확대 지원
 - 고효율화를 통한 도시경쟁력 강화 및 건설산업 해외진출 지원

붙임. 참고문헌

1. 한국건설기술연구원, 건물에너지관리시스템 보급 촉진을 위한 표준화 전략 수립, 국가기술표준원 연구보고서, pp.23~24, 2014.
2. ANSI/ASHRAE Standard 55-2013, Thermal Environment Conditions for Human Occupancy
3. S.H Park et al., 2018, Verification of Control Algorithm of VRF System for Occupants' Thermal Comfort and Energy Saving by Field Measurement, SAREK 2018 Winter Annual Conference, pp.87 ~ 90
4. 유정현, LH 태양광발전 시스템의 운영 및 관리방안, 태양에너지, Vol. 16, No. 1, 한국태양에너지학회, pp. 15-21. (2018)
5. 전인기, 오정국, 김동호, 손병후 (2014). 지열 히트펌프 시스템의 지능형 고장 예측·진단 기술. 대한설비공학회 학술발표대회논문집, 413-416.
6. <http://m.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=88149>, 투데이에너지 기사, 2013.
7. 이원철, 홍희기 (2013). 태양열 시스템의 효율적인 고장진단 방안. 한국태양에너지학회 학술대회논문집, 41-44.
8. 전희권, 황정태, 이갑식, 최청훈, 이동환, 배준강 (2009). 1kW 급 건물용 연료전지 시스템 개발 현황. 한국신재생에너지학회 학술대회논문집, 328-330.
9. 엄지영 외 2인, 기상정보를 활용한 도시규모-EMS용 태양광 발전량 예측모델, 전기학회논문지, Vol. 64, No. 3, pp.393-398. (2015)
10. International Energy Agency, "Review of Failures of Photovoltaic Modules", Report IEA-PVPS T13-01:2014, 2014.
11. A. Livera, M. Theristis, G. Makrides, and G. E. Georghiou, "Recent advances in failure diagnosis techniques based on performance data analysis for grid-connected photovoltaic systems", Renewable Energy, Vol. 133, pp. 126-143, 2019.
12. W.Chine 외 3인, Fault diagnosis in photovoltaic arrays, Clean Electrical Power (ICCEP), 2015 International Conference on. IEEE. (2015)
13. W. Chine 외 3인, Fault detection method for grid-connected photovoltaic plants, Renewable Energy, Vol. 66, pp. 99-110. (2014)
14. Christina Honsberg 외 1인, 태양광개론, Arizona State University. (2012)
15. 태양광개론, 한국에너지기술연구원. (2016)
16. W.Chine 외 5인, A novel fault diagnosis technique for photovoltaic systems based on artificial neural networks, Renewable Energy, Vol 90, pp. 501-512. (2016)
17. 김용기 외, 2009, 공조설비 유지관리를 위한 LCC 분석 패키지 개발, 설비공학논문집 제21권 제9호, pp. 513-518.
18. 엄지영 외 1인, 20kW급 건물 태양광발전시스템의 기상요소에 따른 성능분석 및 BEMS 연계 방안, 대한설비공학회 2017 하계학술발표대회 논문집, pp.845-848. (2017)
19. 에너지경제연구원, 2015, 2014년도 에너지총조사보고서.
20. 임재한 외 4인, 2015, 거주자의 건물에너지 절약을 위한 건축물 에너지 소비량 정보 구축 및 활용

- 전략, 한국건축친환경설비학회논문집, 9(2), pp.121-127.
21. 한국감정원 녹색건축센터, 2016, 건축물에너지온실가스 정보체계 현황, 발표자료.
 22. 국토교통부, 건축데이터 민간개방시스템 <https://open.eais.go.kr>
 23. 국토교통부, 그린투게더 건물에너지 정보공개시스템 <http://open.greentogether.go.kr>
 24. 에너지경제연구원, 국가에너지통합정보시스템(KESIS) <http://www.kesis.net>
 25. EPA, Portfolio Manager,
<https://www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/use-portfolio-manager>
 26. Elena Alschuler 외 3인, 2014, Planting SEEDs: Implementation of a Common Platform for Building Performance Disclosure Program Data Management, ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.
 27. Meteorological office, Automatic Weather Observation Data(www.data.kma.go.kr)
 28. ASHRAE, 2002, ASHRAE Guideline 14-2002, Measurement of Energy and Demand Savings, ASHRAE
 29. International Performance Measurement & Verification Protocol, DOE/GO-102002-1554, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy (www.ipmvp.org)
 30. D. Belzer, et al., Home Performance with ENERGY STAR: Utility Bill Analysis on Homes Participating in Austin Energy's Program, Technical Report NREL/TP-640-41903, July 2007
 31. CARBONTRUST(<https://www.carbontrust.com>)
 32. BizEE(<https://www.degreedays.net>)
 33. Kim, D. I., Lee, B. H., The Development of the Calibration Method of Building Energy Consumption by HDDm and CDDm, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 38, No. 6, 2018.
 34. Choi, J. Y., Song, C. K., Kim, D. R., Hong, S. C., Hong, Y. D., Lee, J. B., Projection of Future Heating and Cooling Degree Days over South Korea under the IPCC SRES Scenarios: An Experiment with CCSM3 and MM5 Models, Journal of Climate Change Research, Vol. 4, No. 2, pp.141-158, 2013.
 35. Meang, M. J., Lee, J. H., Song, D. S., A proposal of the balance point temperature of heating degree day considering the climate conditions and energy saving design standards in Korea, The Society Of Air-Conditioning And Refrigerating Engineers of Korea, pp.370-373, 2015
 36. Leigh, S. B., A Study for Predicting Building Energy Use with Regression Analysis, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 12, No. 12, pp.1090-1098, 2000.
 37. Song, S. W., Analysis of Segmented Change-point Linear Regression Models for selecting the Best-fit Building Energy Baseline, The Society of Air-Conditioning And Refrigerating Engineers of Korea, pp. 323-326, 2017.
 38. Choi, K. W., Woo, H. J., Jeong, S. H., Lee, H. N., Leigh, S. B., Architectural Institute of Korea, p.13-14, 2015.
 39. Lee, S. J., Cho, S. H., Jeong, Y. K., The Study on Energy Consumption Baseline Adjustment

Using Heating and Cooling Degree Days, The Society of Air-conditioning and Refrigerating Engineers of Korea, 2013 SAREK Winter Annual Conference, pp.290-293, 2013

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.