# 에너지공유 커뮤니티 구축 계획 및 추진 방안

**최경석** 국민생활연구본부 건축정보기술연구센터장

## 들어가며

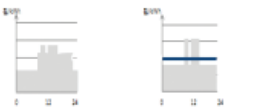
전 세계적으로 재생에너지가 에너지믹스에서 차지하는 비중이 현재 15%에서 2050년 66%로 확대될 예정이며, 고용 비중도 현재 24%에서 58%로 증가할 전망이다. 국내에서는 재생에너지 3020의 이행을 위해 실증사업을 통한 초기시장 확보, 대규모 프로젝트 추진, 재생에너지 클러스터 조성을 통한 종합적인 산업 생태계 강화를 목적으로 다양한 정책이 추진 중이다. 또한, 주거단지 커뮤니티의 에너지서비스 시장 환경 변화를 위하여 2021년 준공을 목표로 국가 스마트시티 시범도시의 시행계획이 수립되었으며('18.12.26), 스마트시티 시범도시 실증을 위한 다양한 리빙랩 실증 추진 등 3~5년 내에 적용 가능한 과제 및 사업 발굴이 진행되고 있다.

미래형 에너지공유 커뮤니티는 ① 실증단지 전력 빅데이터 DB(정보 공개, 사업자 정보 활용, 융복합 신산업 비즈니스 창출), ② 태양광 설치가 어려운 소비자들이 모여 인근 태양광 발전소에 투자(전기 생산, 우리집 전기요금에서 차감), ③ 여러 개의 태양광, ESS(Energy Storage System)의 전기를 모아 관리(하나의 발전소처럼 전력을 판매하거나, 전력품질을 조정), ④ 평시에는 일정 구역 내 수요, 공급을 통합 관리(정전 시에는 수시간 동안 자립 운영가능한 도시형 마이크로그리드), ⑤ 시간대별로 전기요금이 달라져 요금이 저렴한 시간대에 세탁기/건조기 등 가동이 가능하다.

그림 1 미래형 에너지공유 커뮤니티 실증단지 개념도(2019년 예산 산업부 신규사업 설명자료, 산업통상자원부, 2018년 5월)

**❶ 요금제 기반 주택 수요관리**

- AMI 기반 주택용 변동요금제 운영



시간대별(TOU) 수요관리형(CPP)

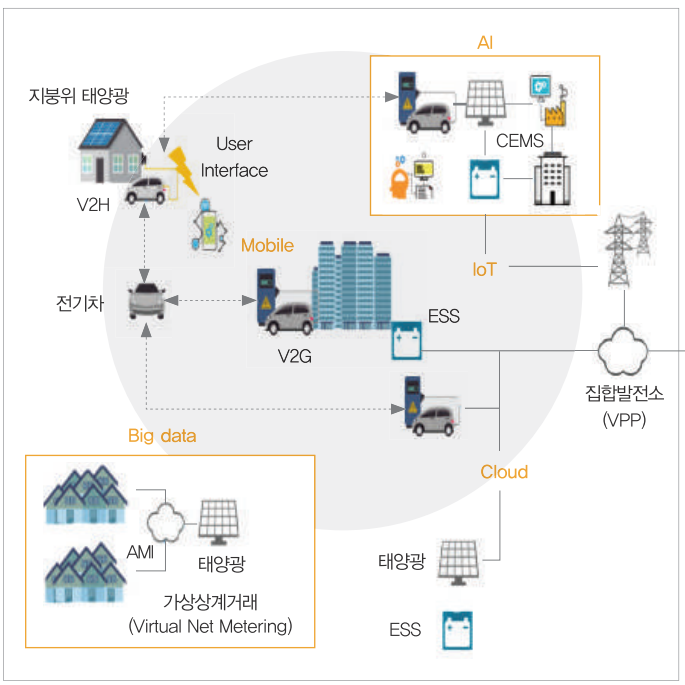
- 주택에너지관리시스템(HEMS) 소비행태 학습기반, IoT+태양광+ESS 최적 운영

**❷ 전력 빅데이터(Big data)**

- 테스트베드형 실증단지 DB 구축
- Virtual Open Laboratory (DB 공개, 응용, 신산업 활용)

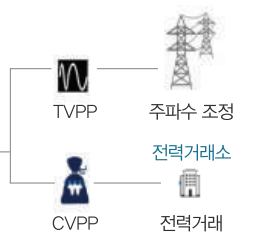
**❸ 태양광 공동체(Community Solar)**

- 다수의 가구가 하나의 태양광발전소에 투자하고, 투자비율대로 상계
- 가상상계거래(Virtual Net Metering)




**❺ 마이크로그리드**

- 평시에 단지내에서 수요, 공급을 통합관리하는 시스템 구축(CEMS)
- 비상시 수시간 동안 자동복구 (Self-healing)하고 자립 운영




**❹ 분산자원 집합발전소(VPP)**

- Technical VPP
  ESS 연계, 신재생발전소로 전력품질 관리(전압, 주파수)
- Commercial VPP
  분산전원을 모아 전력거래소에 판매

### 국외 에너지공유 커뮤니티 구축 사례

일본 정부는 Society 5.0의 기조를 가지고, 스마트시티 개발과 적용을 위해 주택, 공장, 상업시설, 공공시설 등 다양한 대상으로 에너지 클라우드 구축(스마트그리드)을 위한 가상발전소 실증 실험에 매진하고 있다. 일본의 경우, 에너지시장 전면 자유화가 시행되어 전력판매 기업이 가상발전소에 대한 적극적인 관심을 가지고 접근하고 있으며, 가상발전소는 FIT(고정가격 매입제도) 기간 만료시점을 기준으로 활성화될 것으로 예상된다. 최근까지 EV 시장 확대를 목표로 V2G(Vehicle to Grid) 실증사업을 꾸준히 진행해왔으며, 향후 EV 충전 및 방전을 주택 전력망으로 흡수할 것으로 예상된다.

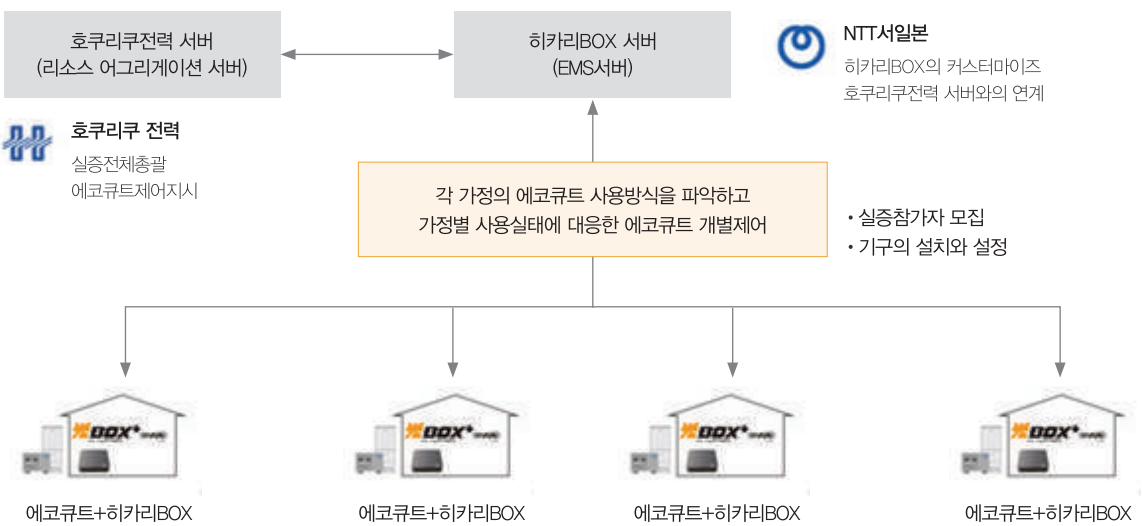
또한, 일본에서는 각 지자체가 선진적인 실증사업을 진행하고 있다. 그중에서 요코하마시는 학교와 주택을 대상으로 하는 실증사업으로 보급화 이전 단계까지 진행된 것으로 파악되며, 개별 전력 사업자들도 통신사업자와 협업으로 일반 주택 대상 실증사업을 시작하기 위한 움직임을 보이고 있다.

가정용 에코큐트 원격 제어를 목적으로 하는 실증사업은 상큐, NTT 서일본, 호쿠리쿠 전력 등 3개사가 참여하는 '수요측 에너지 자원 활용 가상발전소 구축 실증 사업'으로 100세대 가정에 설치된 에코큐트 원격제어를 실증한다. 사업은 ① 주택 설비제품 및 IoT 가전을 결합한 제안 · 시공기술 향상(상큐), ② HEMS 전력사용 상황의 파악, 기기설비의 원격조작 등 기능 제공하여 최적의 클라우드 서비스와 통신 수단의 검증 및 구축(NTT 서일본), ③ 기존 전력 공급의 틀에 얽매이지 않는 부가가치(에너지관리 등) 구축(호쿠리쿠 전력)으로 구성되며, 단지 내에 존재하는 에너지자원(배터리, 발전설비, 전기차 등)을 고급 에너지 관리 기술을 통해 원격 · 통합 제어하여 마치 하나의 발전소처럼 작동하여 전력의 수급 조정에 활용하는 것을 목적으로 하는 실증 협력가구(100 가구)를 모집하고 있다.

### 에너지공유(Cloud SHARE) Community 구축

우리나라는 국가 건물부문 온실가스 감축(2030년 BAU 대비 32.7% 감축목표 6,450만 톤 저감) 및 건축물 에너지 절감을 위해 기존 건축물 대상 저탄소 에너지효율화 기술과 에너지공유 플랫폼 기술 등을 적용한 최적 에너지공유 커뮤니티 구축 및 보급모델 개발을 Cloud SHARE(Smart, Humanity, AICBM, Renewable Energy, Efficiency) Community로 정의한다. 또한 첨단 미래에너지 혜택을 누리고 스마트에너지 서비스를 통해 건강한 삶과 즐거운 문화를 누리는 행복한 커뮤니티 구축을 위해 자유로운 실증과 다양한 비즈니스 모델 구현이 가능하도록 규제 샌드박스가 도입된 스마트시티 국가시범도시(부산EDC, 시흥 스마트시티 실증도시)를 대상으로 하여 추진하고 있다.

그림 2 NTT 서일본의 가상발전소 실증 개념도



Cloud SHARE Community 구축은 다양한 분산자원 및 프로슈머의 수요/공급 운영데이터를 빅데이터 플랫폼을 통하여 수집한 후 커뮤니티 에너지공유 최적화에 활용되며, ① 에너지공유 커뮤니티 계획, 설계를 위한 기반 기술, ② 커뮤니티 내 에너지 연계 및 공유 최적화 기술, ③ 에너지공유 플랫폼 통합 운영 · 관리시스템 및 보급모델, ④ 저탄소 에너지효율화 기술 기반 에너지공유 커뮤니티 실증으로 구성되어 있다. 에너지공유 커뮤니티 구축을 위한 연구개발 내용 및 목표는 그림 3과 같다.

### 부산 EDC 스마트빌리지 내 에너지공유 커뮤니티 구축 계획(신축)

신축 단지에 대한 에너지공유 커뮤니티 계획/설계기반 기술 개발과 Cloud SHARE 플랫폼 기술, 복합에너지 시스템 활용 블록체인 기술 기반 에너지공유(거래)의 실증이 부산 EDC 스마트빌리지를 대상으로 추진되고 있다. 에너지 자립율 100%를 실현하는 제로에너지 커뮤니티 실증, 에너지공유 커뮤니티 실증 및 운영을 위한 통합관제센터 구축, 부산EDC 통합에너지 SPC 사업자와의 연계를 통한 에너지공유 및 거래 비즈니스 모델 개발 등의 목표로 진행된다. 실증대상지는 단독주택, 공동주택, 상업/업무건물 등 다양한 에너지 수요패턴을 갖고 있는 단지 간의 에너지공유 및 거래 관련 사업모델(P2P, P2B, B2B 등) 실증이 추진된다. 스마트빌리지 총 56세대 중 19세대의 단독주택을 대상으로 패시브와 액티브 기술 적용을 통하여 에너지프로슈머 단지를 조성하고, 공동주택 425세대를 대상으로 다양한 신재생에너지 설비 적용을 통한 건축물에너지효율등급 $1^{++}$ 이상의 단지를 구축하며, 스마트혁신센터는 부산 EDC 도시통합운영센터 및 산업지원센터가 입주 예정인 건물로 스마트시티 국가 시범도시 내 남측지역의 에너지공급을 위한 에너지허브 역할로 구축된다.

그림 3 Cloud SHARE Community 개발 내용 및 목표

그림 4 부산EDC 스마트빌리지 에너지공유 커뮤니티 구축 계획

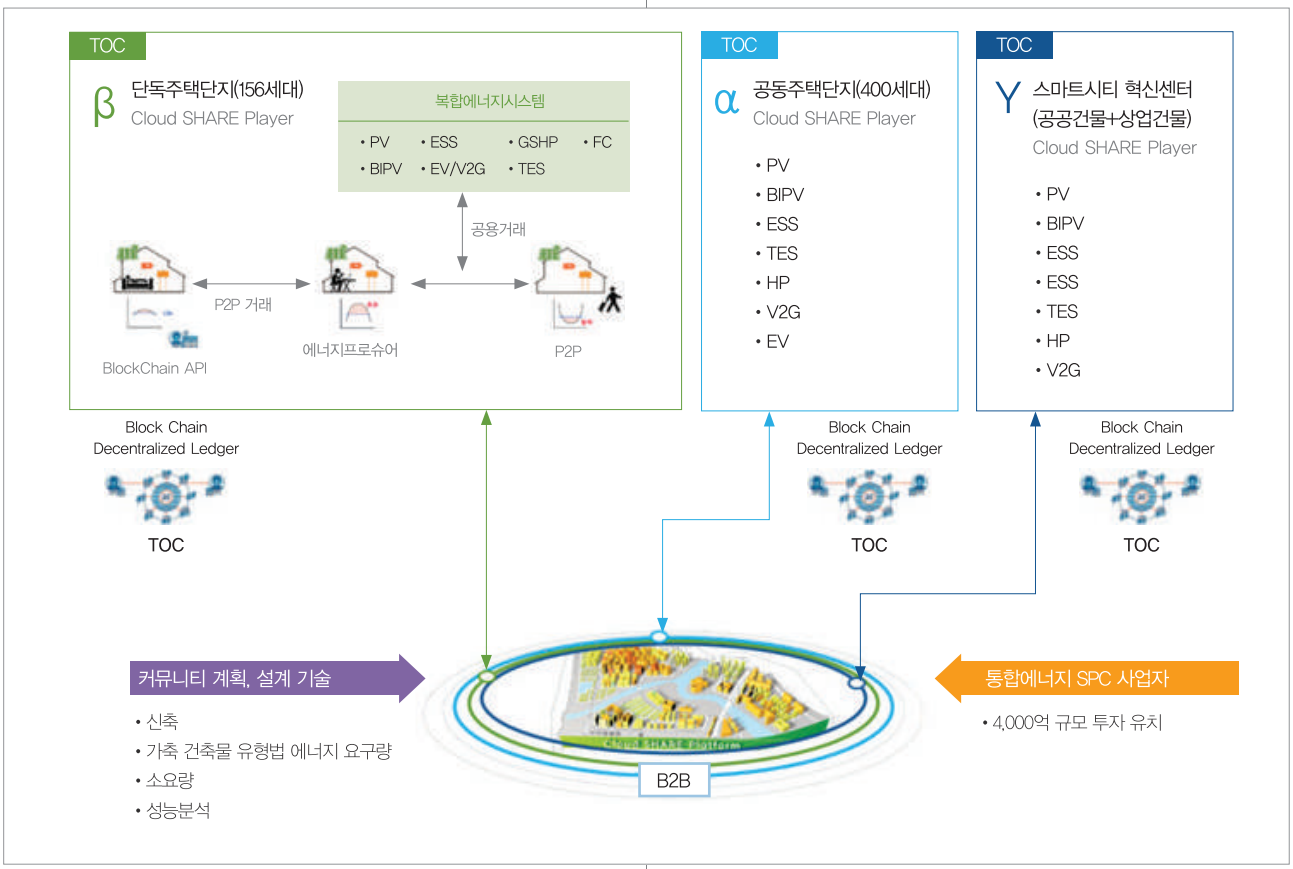



그림 5 부산EDC 스마트빌리지 에너지공유 커뮤니티 구축 일정

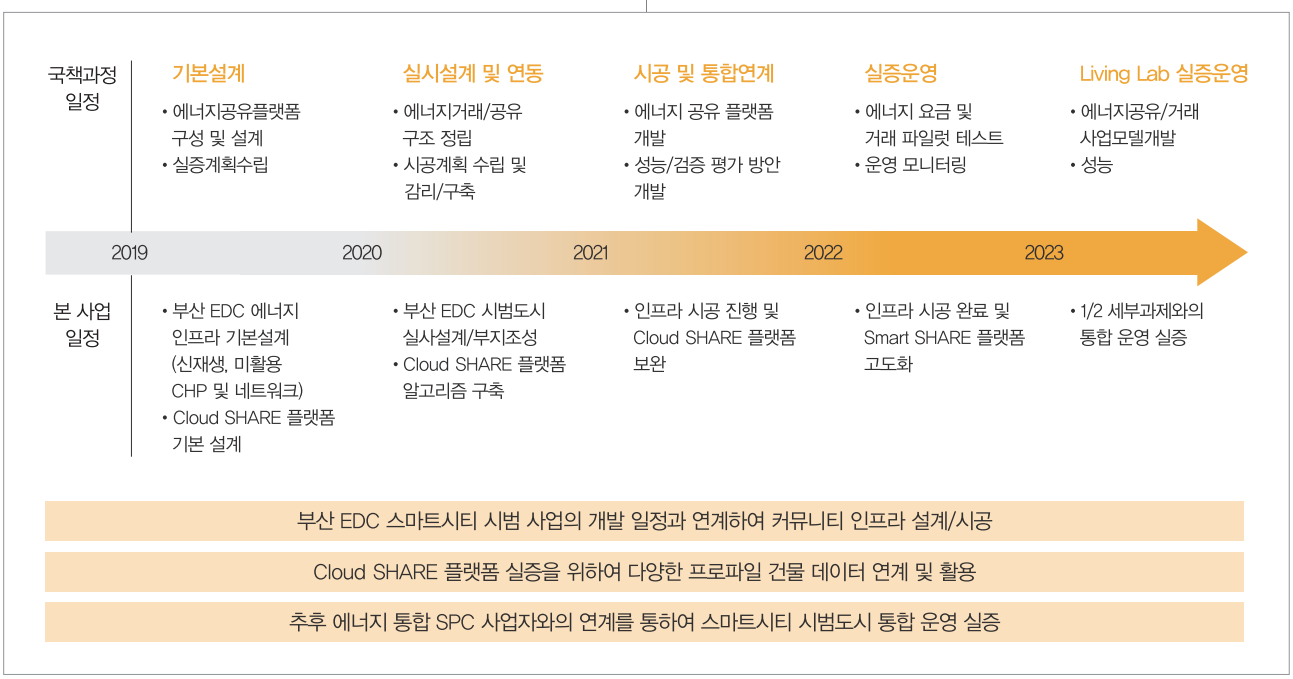


표 1 부산EDC 스마트빌리지 에너지공유 커뮤니티 구축 적용 기술

| 대분류 | 중분류 | 소분류(유형) | 설명 |
|---|---|---|---|
| A 설계 | 에너지공유 커뮤니티 계획, 설계 기반 기술 개발 | 건축물 유형별 에너지부하 패턴 및 에너지밸런스 분석 기술 | (커뮤니티 內 건축물 에너지밸런스 분석 기술, 신규) 신축/기축, 건축물용도 등 건축물 현황에 따른 커뮤니티 內 건축물 에너지밸런스 분석 방법론 도출 |
| | | 기존 건축물 유형별, 규모별 연계 커뮤니티 에너지소요량 예측 및 분석 툴 | (기존 건축물 유형/규모별 에너지소요량 예측/분석 툴, 신규) 기존 건축물의 에너지성능을 변화시켰을 때, 건축물 유형/규모에 따른 커뮤니티 에너지소요량의 민감도 DB를 구축하고, 건축물 간 에너지최적거래 스케줄을 판단하는 커뮤니티 에너지수지모델 운영 프로그램 개발 |
| | | 커뮤니티 內 통합 에너지 관리 네트워크 기술 | (커뮤니티 내 통합 에너지관리 네트워크 기술, 신규) 에너지공유 커뮤니티 內의 에너지 생산 · 저장 · 사용을 관리하기 위한 에너지요인 간 관계를 정의하고 연결하는 방법론 개발 |
| | | 커뮤니티 최적 설계지원 데이터베이스 | (커뮤니티 최적 설계지원 DB 구축, 신규) 에너지공유 커뮤니티 內에서 신축/리모델링이 수행될 때, 적정비용으로 적정기술 적용을 위한 최적화 기법 DB 제공 |
| B 에너지 연계 · 시스템 | 커뮤니티 內 에너지 연계 및 공유(거래) 최적화 기술 | 커뮤니티 내 복합에너지 시스템 설계안 및 효율향상 방안 | (커뮤니티 내 복합에너지 시스템 설계안 및 효율향상 방안 도출, 신규) 실증단지 내 복합에너지 시스템 구축을 위해, 적용 가능 신재생에너지 설비와 연계된 복합에너지 시스템 구성안 도출 및 시스템 효율향상을 위한 에너지원(전력 및 열공급 계통 등)과의 연계기술 개발 |
| | | 커뮤니티 내 피크부하 관리를 위한 에너지 저장장치 활용 기법 | (커뮤니티 내 피크부하 관리를 위한 에너지 저장장치 활용 기법 개발, 신규) 복합에너지 시스템의 효율적 운용과 피크부하에 대응할 수 있는 적정 용량의 ESS 및 TES 용량 산정기법과 P2H 활용기술 제시, 예상 피크부하에 따른 액티브 시스템의 운용 스케줄 관리 및 제어 방안 도출 |
| C 운영 · 관리 | 에너지공유 플랫폼 통합 운영, 관리시스템 및 보급모델 개발 | 에너지공유 플랫폼 구성 기술 (빅데이터 및 블록체인 기술) | (에너지 인프라 연계 에너지공유 플랫폼 구성 기술 개발, 신규) 에너지 소비 · 발전 패턴 분석 및 최적화/예측 학습 지원 기술과 에너지 공유 · 거래 트랜잭션 내 이상 감지 기능 개발, 블록체인 기반 P2P, B2C, B2B 등의 에너지 공유 · 거래 스마트컨트랙트 기술 및 익명성을 보장한 에너지 사용 과금, 공유발전 지분 인증, 발전 인증, 에너지 거래 정산 기술 |
| | | 에너지공유 플랫폼 운영 및 관리 시스템 | (커뮤니티내 에너지공유 플랫폼을 운영 · 관리 가능한 플랫폼 및 통합 관제 시스템 개발, 신규) 빅데이터/블록체인 기반 커뮤니티 에너지 공유 · 거래를 위한 에너지공유 플랫폼 개발, 사용자의 에너지 거래현황, 발전/사용 현황, 건축물 정보 및 에너지별 실시간 데이터 모니터링이 가능한 TOC 및 EMS 개발 |
| D 실증 | 에너지공유 커뮤니티 실증 | 건축물 성능향상 요소별 DB구축, 모니터링 분석을 통한 리모델링 대상 커뮤니티 실증 | (건축물 성능향상을 위한 주요 기술별 DB 구축 및 실증 사이트를 대상으로 한 모니터링 분석 바탕의 리모델링 효과 검증) 커뮤니티 內 대상 건축물을 대상으로 에너지 성능 개선 요소별(시공성, 시공공정, 대안별 성능 등) DB 구축 및 관련 검증 체계 수립, 건축물 성능 개선 DB 기반 리모델링 부위별 최적 시공 가이드라인 제안 기술 |
| | | 에너지자립형 커뮤니티 건물 부동산가치평가기준 수립 | (에너지자립형 커뮤니티 건축물 부동산 가치평가 기준) 에너지 공유 커뮤니티 건축물의 가치평가가 가능한 지표 도출, 저탄소 에너지 공유 기술이 적용된 건축물의 가치평가방법론 및 실무기준 개선(안) 제시 |
| | | 에너지 공유 플랫폼을 통한 에너지공유 및 거래 사업 지원 TOC 구축 | (커뮤니티 에너지공유 및 거래 사업 운영을 위한 TOC 구축) 커뮤니티 내 또는 커뮤니티 간 에너지공유 플랫폼 운영을 위한 TOC 설계(공간, 전산 시스템 등) 및 가이드라인 도출, 커뮤니티 에너지공유/거래 및 도시 에너지 플랫폼과의 연계를 통한 에너지 운영 사업을 위한 TOC 구축 및 운영 방안 수립 기술 |
| | | 에너지 공유 플랫폼 연계 에너지설비 및 EV 리빙랩 실증 | (에너지공유 플랫폼 연계를 통한 단지 내 에너지설비 및 EV 시스템 리빙랩 실증) 재생에너지/에너지저장장치 최적 설계 및 구축/시운전을 통한 단지 내 설비 적용 기술, 단지 특성을 고려한 EV 충전 시스템 구축 및 EV 충방전 시운전 |

## 시흥 스마트시티 실증도시
## 에너지공유 커뮤니티 구축 계획(기축)

기존 도심 대상 에너지공유 커뮤니티 실증 사이트인 경기도 시흥시 정왕동은 '지속가능한 스마트 프로슈밍 시티' 구축을 목표로 국토교통부/과학기술정보통신부에서 추진하는 「데이터 기반 스마트시티」 연구개발 사업의 실증도시로 대구광역시와 함께 2018년 7월 9일 선정되었다. 시흥시는 리빙랩 운영을 위하여 총 23,045명의 시민 참여가 예정되어 있으며, 에너지부분을 본 연구과제와 공동으로 수행함으로써 지속적인 에너지공유 커뮤니티 모델에 대한 검증 및 이에 대한 운영결과 확보를 바탕으로 다양한 사업모델의 검증 및 확장 방안 수립이 가능하다. 도시재생뉴딜사업의 대상지로 선정된 시흥시 커뮤니티 내 다양한 건축물을 대상으로 저탄소 에너지효율화 리모델링을 진행할 예정이며, 해당 커뮤니티에 대한 에너지공유 플랫폼 구축을 바탕으로 다양한 에너지서비스를 포함한 리빙랩형 실증을 수행하고자 한다.

기존 건축물의 저탄소 에너지효율화 리모델링 기술이란, 의무관리 대상을 지정하여 에너지 소비량을 관리하고 그린 리모델링과 같은 건축물의 에너지 효율개선 및 개보수를 통해 기존 건축물의 기능 저하 속도를 억제, 향상함으로써 건축물의 기능, 구조, 성능, 환경 개선과 수명을 연장하는 것을 의미한다. 이때, 건축물 에너지 소비량 중 부분별 기존 에너지 소비량을 파악하고 개보수를 통한 건축물 단열성능 강화, 기밀성능 강화 등과 같은 패시브 기술의 성능강화를 이루고 건물의 기계설비 효율 개선 및 커미셔닝 등을 통한 액티브 기술 성능강화를 통해 소비되는 에너지를 최소화함으로써 저탄소 에너지효율적인 방식으로 추진하며, 리모델링 단계별 공사비용이 최대 30% 절감되고 냉 · 난방 부하를 최대 50%까지 저감할 수 있는 맞춤형 기술개발을 목표로 하고 있다. 세부기술은 ① 기존 건축물 저탄소 에너지효율화 최적 모델 기반 구축, ② 기존 건축물 저탄소 에너지효율화 기술 패키지, ③ 맞춤형 저탄소 에너지효율화 기술의 개발과, ④ 수요맞춤형 저탄소 에너지효율화 최적 모델의 보급 기반 등으로 구성된다.

본 연구에서는 해당 사이트에서 구축 예정인 에너지 리빙랩 지역의 커뮤니티 중 일부 건물을 대상으로 하여 저탄소 에너지효율화 리모델링 기술을 적용하고, 이를 통하여 대상 지역 내 건물 또는 커뮤니티내 에너지공유와 거래가 가능한 에너지 프로슈머를 확보하고자 하며, 위에서 기술한 '데이터 기반 스마트

표 2 시흥시 에너지공유 커뮤니티 구축 적용 기술

**기존 건물 실측 및 D/B**

• 경사 지붕

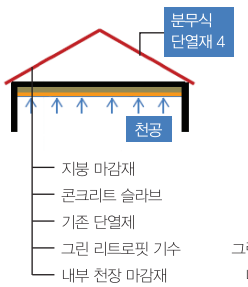
• 평지붕

• 트러스 지붕

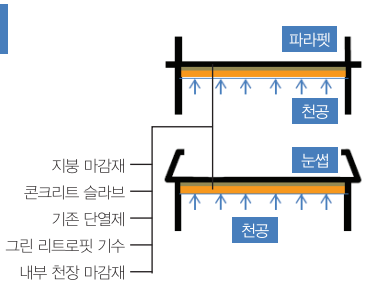
**기술패키지 실증**

**기존 건축물 리모델링 공법별 성능 검증**

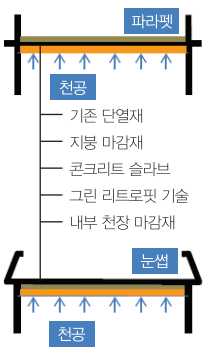
• 경사지붕–평슬라브–내단열



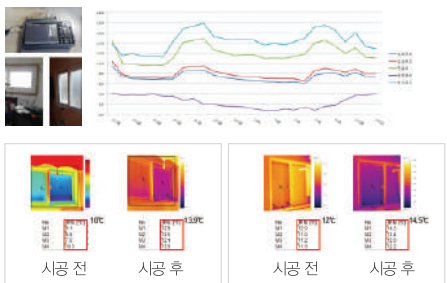

• 평지붕–평슬라브–내단열



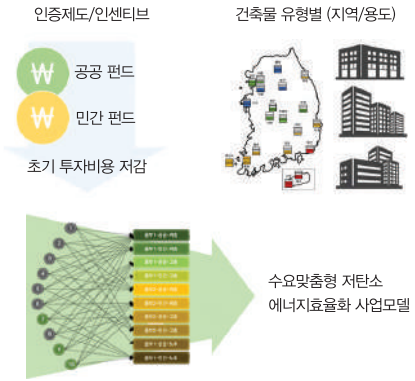

• 평지붕–평슬라브–외단열




• 평지붕–평슬라브–내벽(내력벽)

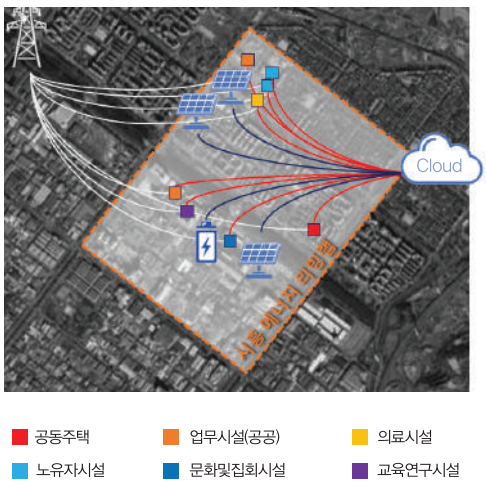


### 수요맞춤형 저탄소 에너지효율화 사업모델 적용




### 리모델링 타당성/사업성 예측 통합 프로그램 적용

### 시흥시 에너지공유 커뮤니티 실증단지 구축 계획(안)




#### 전력망 연계 실증

- 클라우드전력 수요/공급 예측툴 구축
  – 국가 에너지 수요 예측 기능 검증
  – DR사업자 원거리 클라우드 기능 검증

#### 리모델링 실증

- 에너지효율화최적모델기반 구축
  : 리모델링 비용은 비주거 0.26백만 원/㎡,
  주거 10백만 원/세대로 산정
  – 리모델링 건물에너지 효율화 수준 및
  관련 제도 적정성 검증
- 리모델링을 통한 수요 저감 효과 분석
  – 리모델링의 ROI 검증
- 리모델링시 공유에너지 가격 변동 체계 시나리오 구축
  – 리모델링시 공유에너지사용 인센티브 적정성 검증

#### 에너지공유 실증

- 에너지공유플랫폼 구축
  – 수요/공급 모니터링 및 분배 기능 검증
- 공유에너지 가격체계 시나리오 구축
  – 공유에너지 사용 인센티브 기능 검증
- 공유에너지 중계거래사업자 BM구축
  – 공유에너지 산업 활성화 기능 검증

#### Cloud SHARE Platform 실증단지 구축 개요

2019 건물군 조사 및 적용 협의
2020 시나리오 구축
2021 저탄소 에너지 효율화 실증 착수
2022 Cloud SHARE Platform 구축 및 시운전
2023 Cloud SHARE Platform 운영 및 검증

시티' 실증 사업의 다양한 인프라 시설과 연계함으로써 최적 리모델링 기술 및 에너지공유 플랫폼 연계를 통한 '기존 도심 대상 에너지공유 커뮤니티 실증사이트'를 구축하고자 한다.

## 맺음말

국가 건물부문 온실가스 감축 및 건축물 에너지 절감을 위해 기존 건축물 제로에너지화 기술 및 마이크로그리드 기술을 적용한 최적 에너지 공유형 커뮤니티 및 도시 생태계 조성를 위하여 커뮤니티 또는 도시 내 에너지 사용량 60% 감소를 위한 최적 에너지 연계 및 에너지 플랫폼 운영관리 기술 개발을 통한 에너지 공유 커뮤니티 구축과 기존 건축물 수요 맞춤형 그린 리모델링 패키지기술이 적용된다.

이를 위하여 규제 샌드박스가 적용되어 새로운 에너지공유 생태계 조성이 가능한 스마트시티 실증도시(시흥시) 및 스마트시티 국가 시범도시(부산 EDC)를 대상으로 2개소의 커뮤니티 및 도시 통합실증 추진으로 에너지공유 커뮤니티를 구축하고자 한다. 부산시와 시흥시에 구축된 에너지공유 커뮤니티는 대국민 수용성 제고와 다양한 Biz. Model 개발을 위하여 리빙랩 방식으로 실증이 추진되며, 시흥시 코인 연계와 에너지 크래딧 등을 활용한 에너지 복지 생태계 조성이 기대된다.

**참고자료**

· 국토교통과학기술진흥원(2019.5), 저탄소 에너지효율화 기술 기반 에너지공유 커뮤니티 구축 기술 개발 연구개발계획서
· 국토교통과학기술진흥원(2019.5), 기존 건축물 저탄소 에너지효율화 리모델링 최적 모델 개발 연구개발계획서