



제주 Smart Place 실증사업의 성공적 완수



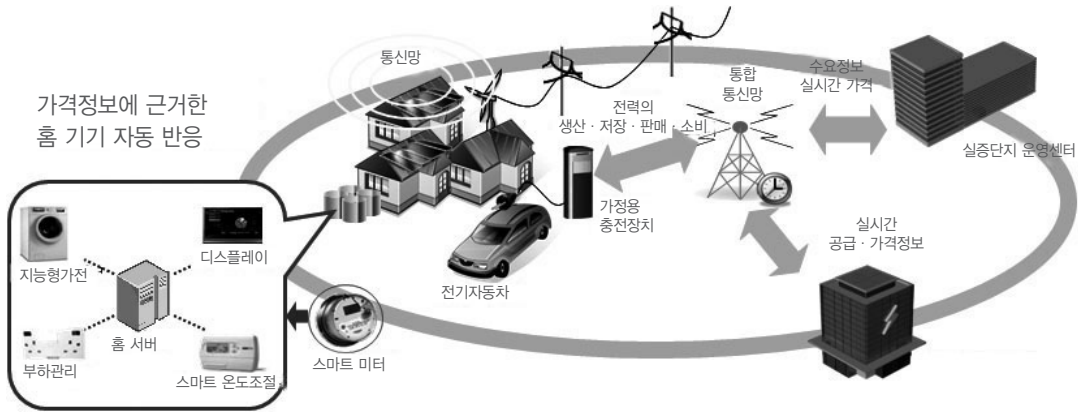
조재형
KEPCO 배전운영처 전력계량팀장

1. 개황

Smart Place는 고객과 KEPCO 간 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 기반의 수요반응(DR : Demand Response)을 통하여 전력을 통합적으로 관리하는 고객 중심의 에너지 효율화를 위한 인프라와 서비스를 뜻한다. 본 과제에서는 Smart Place를

개발·구축·활용함으로써 가정집, 빌딩, 공장 등 건물 내 전기기기의 에너지 관리를 지능화하고 저비용의 에너지 저장·발전장치를 보급하며, 전기자동차 충전 인프라 보급 및 정보통신 인프라를 구축하는 데 그 목적이 있다.

Smart Place 실증사업은 국내형 및 해외수출형 두 가지 Type으로 구분하여, TOU·CPP·RTP 등



[그림 1] Smart Place 개념도

변동요금제를 기반으로 국내외에서 사용하고 있는 다양한 통신방식을 적용하여 사업모델을 개발 구축했다.

제주 Smart Grid 실증사업의 Smart Place 분야에는 KEPCO 외 SKT, KT, LGE 등 4개의 컨소시엄이 참여하였으며 상호 공정한 경쟁을 통해 실증사업을 진행하였다.

KEPCO 컨소시엄은 KEPCO 외 36개사가 참여하여 2009년 12월부터 2013년 5월까지 42개월간 실증을 수행하였으며, 실증지역은 제주시 구좌읍 1,472호 고객 중 470호 대상을 목표로 잡았으나 보다 다양한 실증을 위해 92호를 추가하여 최종 562호를 실증하였다.

[표 1] KEPCO 컨소시엄 사업개요

구분	내역
사업기간	2009년 12월 ~ 2013년 5월(42개월)
참여기업	한전KDN[국내형], LS산전[해외형] 등 36개사(1단계)→28개사(2단계)
사업내용	<ul style="list-style-type: none"> • Smart Place 인프라/서비스모델/운영센터/2030 Vision 홍보관 설계 및 구축 • Smart Place Business Model 실증 및 결과평가

2. 현황

가. 최종 목표 대비 추진실적 요약

한국전력 스마트플레이스 컨소시엄 실증사업의 최종목표는 스마트플레이스 인프라 및 서비스 실증을 통한 국내외의 비즈니스 모델 개발이다. 먼저 스마트플레이스 인프라 구축 및 실증 부분으로 스마트미터·DCU·IHD 등 Smart Place 기반 설비, 개방형 양방향 통신인프라, AMI 기반 정보보안 적용, 친환경 에너지 장치를 구축하였다.

스마트플레이스 서비스 모델 개발, 구축 및 실증은 양방향 전력거래, Home EMS·Building EMS·홈 수요반응 서비스 등을 수행하였으며 BEMS 및 배터리를 이용하여 상시 수요감축 전력시장에 참여하였다. 실증 결과 제주 전역에 구축한 BEMS 8호 중 대부분의 고객이 이전보다 전기사용량이 절감된 것으로 나타났으며, 계약전력이 큰 고객일수록 절감 폭이 컸다.

또한 계량데이터를 총괄 관리하는 계량데이터 관리시스템, 통신망 신뢰도 및 경제성 제고를 위한 정전 관리시스템, 배전계획 관리시스템, 통신망 관리시스템 등의 응용 프로그램, 인증 및 보안 관제를 위한 인증센터, 수요반응(DR)시스템 및 가상 영업정보시



[그림 2] 통신성공률

스텝 등의 스마트플레이스 운영센터를 구축하여 AMI 및 부가시스템을 관리 운영하였다.

마지막 스마트플레이스 홍보관에 스마트플레이스 요소기술 안내 및 체험 시나리오를 운영하면서 종합 홍보관 방문고객을 대상으로 스마트그리드에 대한 이해도를 제고하였다.

정부 스마트그리드사업단에서 통신성공률 평가를 실시한 결과 국내형 및 해외형 고객에 대한 통신 성공률은 KEPCO 컨소시엄이 가장 우수하였으며, 전력거래 평균 입찰참여율 및 구매단가 낙찰실적도 우수한 것으로 나타났다.

○ 사업계획서 상 사업목표 대비 추진실적

사업계획 시 수립한 목표로 원래 사업계획서에 명시된 개발기술의 평가 부분, 성과목표, 1시간 평균 부하율, 국내·외 출원 및 등록, SCI(Science Citation

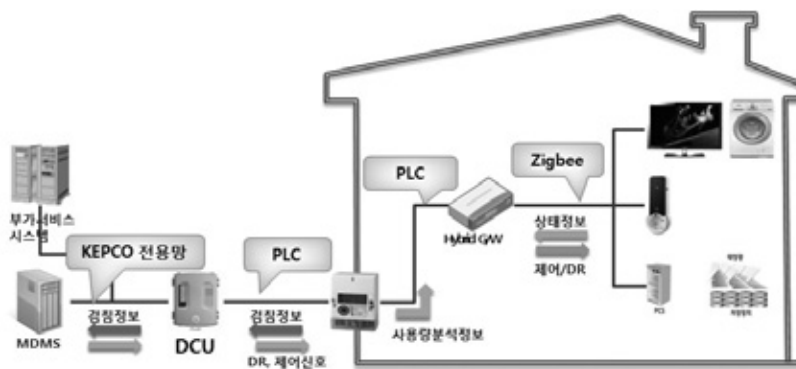
Index)급 기재 논문, CO₂ 감축량, 기술수준 향상 등 10개 항목에 대해 100% 목표를 달성하였으며 기술 목표인 PLC 모뎀속도, Meter Data 취득시간, MDMS 처리 건수, 수요반응 응답시간, 보안수준, 보안침해방어율, 소비자 만족도 등 7개 항목에 대해서도 목표를 초과 달성하였다.

나. 주요 세부 추진실적

○ 경제적이고 신뢰성 있는 AMI 실증

KEPCO 스마트플레이스 컨소시엄의 AMI 통신방식은 PLC, Zigbee, 광통신 등 다양한 통신방식을 실증하였으며, 계량데이터 수집 장치 3종을 구축하였다. 계량데이터 관리시스템은 KEPCO에서 자체 개발하여 실증하였다.

AMI의 구성은 가정 내 설비와 스마트 미터, DCU



[그림 3] KEPCO AMI 구성도

구간은 PLC와 Zigbee, 이후 구간은 전용광통신망으로 구축하였으며 특히, 검침정보를 가정 내 설비로 실시간 전송하여 적시성 요건을 충족시킬 수 있었다.

KEPCO 컨소시엄 AMI 통신망의 특징은 전력선통신 기술을 이용하여 원격검침과 부가서비스를 제공하기 때문에 통신망 구축과 운영비용이 절감되어 경제성이 우수하다. 또한 국제표준 기반 MDMS 시스템과 CIM 메시지 규격을 자체 개발하여 독자 기술력을 확보하였으며, MDMS process 속도를 향상하고 계량데이터 저장장치 백업시스템 2중화로 신뢰성을 증대하였다.

보안 강화를 위해 2중 보안구역인 DMZ를 설치하고 전용 광케이블로 폐쇄망을 구현하여 사이버 침해사고를 원천 차단하였다. 그 결과, 2013년 국가보안기술연구소 보안성 목표점수를 대폭 초과 달성, 보안관리 및 사이버테러 대응 수준이 우수한 것으로 평가받았다.

다. 에너지 효율 향상

○ 에너지정보 관리시스템 및 수요자원 관리시스템

에너지정보 관리시스템을 구축하여 에너지 사용 및 통계분석을 강화하였다.

시간대별, 계절별 사용량 및 요금제별 분석화면을 제공하였으며, 전기사용정보 및 전기요금·사용량 분석, HEMS(IHD) 단말 측에 수요반응정보, 실시간 전력사용량 및 요금정보를 제공하여 실증단지 수요반응 효과를 분석하였다.

또한 수요자원 관리시스템을 통해 수요자원을 통합 관리하며 가전별 직접부하제어를 수행할 수 있으며 수요자원 이력 및 상태정보 관리, 직접부하제어 시행 후 절감량을 분석할 수 있었다.

SP운영센터에 설치된 수요자원 관리시스템을 통해 원격으로 모델하우스의 세탁기, 냉장고, 에어컨 등 스마트가전 및 LED조명에 대해 올해 4월 9일부터 11일

까지 직접부하제어를 수행한 결과, DR Level로 설정한 만큼 소비전력이 절감됨을 확인할 수 있었다.

○ HEMS(Home Energy Management System)

고객의 수요반응을 유도하기 위해 30세대에 대해 세탁기, 냉장고, 에어컨 등 스마트가전을 보급하고 연계형 HEMS를 설치하여 DR신호에 따른 부하제어가 가능하도록 하여, 스마트가전 DR level별 동작상태를 나타내고 DR 및 가격 Signal에 따라 부하를 제어할 수 있다.

HEMS 실증결과 HEMS 구축이전과 이후의 사용량 절감내역을 살펴보면 구축 후 1차년도에 비해 2차년도의 절감효과가 증대되었다.

그 이유는 실증목적에 대한 설명과 HEMS설비 지속사용 안내, 전기사용 절감에 따른 인센티브 제공 등의 홍보 효과로 인한 고객의 자발적인 참여확대에 따른 것으로 분석된다.

○ 맞춤형 HEMS(Home Energy Management System)

맞춤형 HEMS의 프로세스는 약정된 고객에 한해 고객별 소비패턴을 분석하고 개별 에너지관리 콘텐츠를 고객에게 제공하여 수요반응을 유도하거나 관리할 수 있는 절차로 구성되어 있으며, 통합 EMS 운영서버를 별도로 두어 고객별 HEMS 알고리즘을 제공함으로써 저렴한 비용으로 HEMS를 구축할 수 있다. 또한 고객 유형별로 전력사용패턴을 분석하여 고객의 수요반응 효과가 가장 높은 콘텐츠를 공급, 에너지 절감효과를 극대화하여 고객과 전력공급자가 모두 만족하는 Win-Win효과를 얻을 수 있다.

고객정보, 구성원에 따라 차별화된 EMS UI용 콘텐츠가 제공되며 스마트가전, 신재생, 전력저장장치 등 수요자원별 고객의 UI 차별화가 가능하다. 또한 세대별 1일 총 사용량, 기기별 1일 총 사용량, 신재생 발전현황, 세대별 구성인원 등의 정보를 제공하며 DR Level 제어가 가능하다.

태양광발전과 배터리를 이용한 계통연계 실증의 경우 올해 2월 19일부터 3월 3일까지 13일간 76kWh를 계통으로 송전하였으며, 기후변화에 따라 발전량이 상이함을 볼 수 있었다.

실시간 전력요금과 연동한 수요반응으로 전기요금 절감 실증의 경우 RTP 전기요금을 절약할 수 있었으며, 태양광발전의 경우 배터리를 충전해야 할 시간대에 동시 RTP 단가가 높아 방전이 이루어지기 때문에 전력변화에 따른 에너지 손실, RTP 단가 차액이 적어 그 효과가 낮다는 점을 확인했다.

실시간 전력요금과 연동한 수요반응으로 전기요금 절감 실증은 효과가 미미하여 확대 적용을 위해서는 RTP 단가의 차등 폭 확대, 배터리 손실 저감, 보조금 등의 지원이 필요하다.

○ BEMS(Building Energy Management System)

실증지역인 구좌읍은 전형적인 농어촌지역으로 빌딩EMS를 실증하기에는 현실적인 한계가 있어, 실증지역 외 롯데호텔, 롯데마트, 교육청, 시각장애인복지관, 화북초 등 제주 전역으로 BEMS를 확대하였으며, 각각의 빌딩 EMS를 총괄 관리할 수 있는 통합시스템

을 구축하였다. 통합 BEMS를 통해 감시 및 RTP 정보 수신, 신재생 및 전력저장장치 등 수요자원 제어 실증 효과를 극대화하고, 새로운 수요자원으로 활용할 수 있는 가능성을 확인하는 계기가 되었다.

절감효과를 분석해보면 계약전력 절감비율은 계약전력이 큰 고객일수록 절감량이 비례하는 특성이 있으며, 계약전력이 큰 2호가 전체 절감량의 94.5%를 차지하는 것으로 나타났다.

또한, 하계(7~8월) 및 동계(11월~2월) 피크기간에 절감 폭이 더 높은 것을 확인할 수 있었으며, 비피크기간에는 구축전후와 비슷한 전력사용패턴을 보였다.

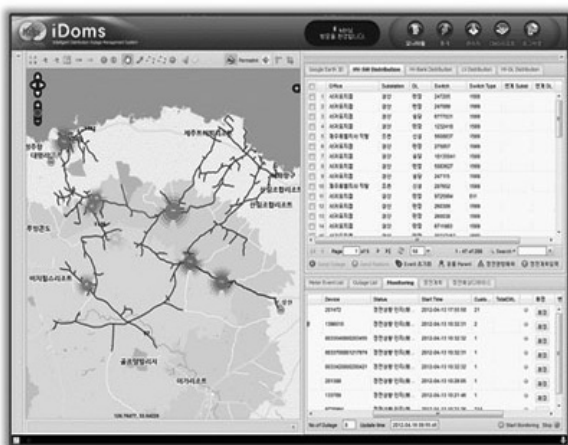
설치유형별로는 기본적인 BEMS를 설치한 고객보다 신재생에너지와 배터리를 추가 설치하여 BEMS에 연계한 고객의 절감률이 큰 것으로 나타났다.

라. Utility에 특화된 Business Model 개발

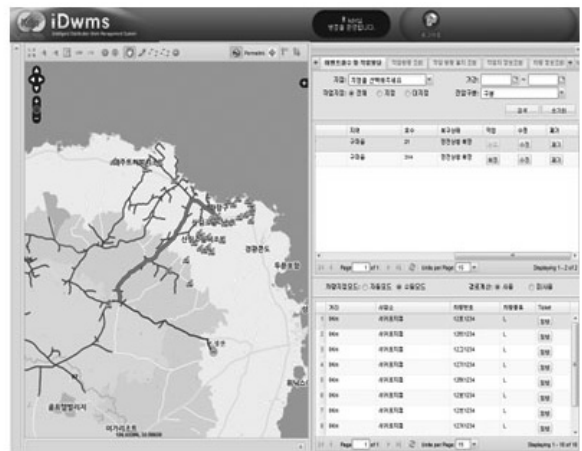
○ 정전 관리시스템(Outage Management System)

국내 보급 뿐 아니라 해외 전력회사에 판매할 목적으로 개발한 AMI 활용 실시간 정전 관리시스템으로,

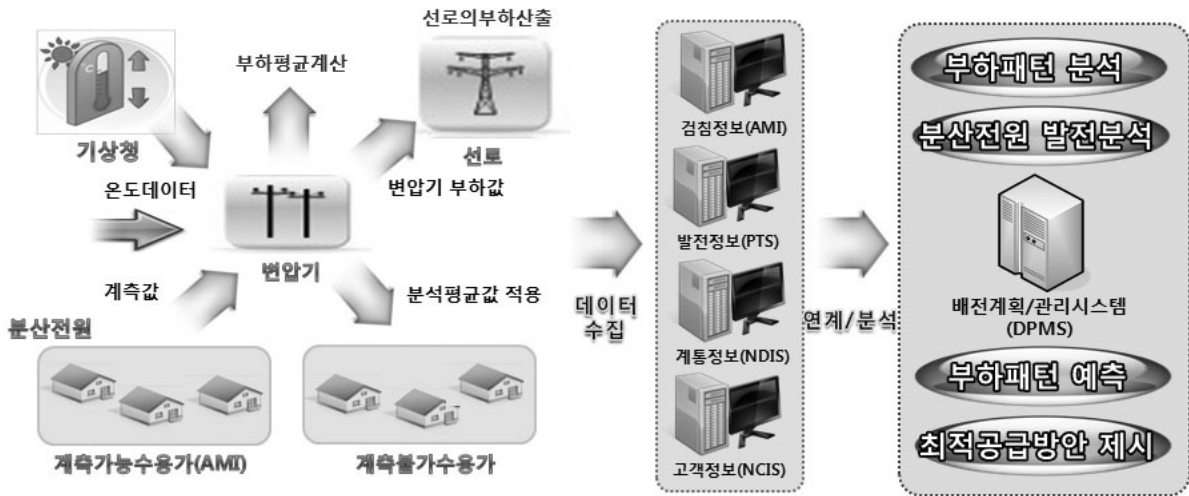
정전상황 실시간 모니터링



작업자 관리시스템 연계모듈 개발



[그림 6] 정전 관리시스템 주요화면



[그림 7] 배전계획 관리시스템 구성도

정전상황을 실시간으로 모니터링하고 추적이 가능하며 현장작업자에게 정전상황과 복구지시를 자동으로 전달할 수 있다.

정전발생 유무를 전력사에서 먼저 인지하여 정전 복구를 시행할 수 있어 고객불편을 최소화 할 수 있고 스마트플레이스 광통신망 구축으로 정전 데이터 관리, 정전 통계 서비스 등을 제공할 수 있다.

○ 배전계획 관리시스템(Distribution Plan Management System)

AMI 실시간 검침정보를 활용하여 고객별, 변압기별, 배전선로별 부하 분석 및 예측으로 선로 신증설 계획 및 변압기 관리 업무에 활용하기 위한 UAM시스템이다. AMI 실시간 검침 데이터를 이용해 개별 고객부하를 합산하여 변압기 부하를 산출하고, 변압



[그림 8] HEMS 체험Zone

기 부하를 합산하여 선로부하를 산출할 수 있다. 이렇게 산출된 기상청의 기후 데이터와 연계하여 기온별 선로부하를 분석하거나 예측할 수 있으며, 전력계통도가 표시된 GIS 지도와 연계하여 새로운 고객이 전기사용을 신청했을 경우 선로의 실시간 부하 Data를 바탕으로 최적의 전력공급방안을 계산하여 변압기 신설 유무, 변압기 위치 및 경제적인 공사비를 제시할 수 있다.

○ Smart Place 홍보관 구축

Smart Place Zone을 만들어 일반 사용자가 전력계통 및 SP 통신망을 이해하는데 도움을 주고 있으며, SP 홍보관 내 가정집과 유사한 실제 HEMS를 구현하여 Smart Place에 대한 개념을 쉽게 설명하고 있다.

4. 향후 계획

산업부 기술표준원 주관으로 현재 운영 중인 G-type 스마트미터 구매규격을 기초로 지능형전력량계 기능 요구사항에 대한 국가표준을 제정하였으며, HEMS 표준화 작업을 진행하여 디바이스별 통신 요구사항 및 세부 통신 프로토콜, 가정용 에너지 관리 서비

스 등 일반 요구사항에 대한 표준화를 완료하였다.

전력선 통신을 이용한 경제적 AMI는 현재 모든 고압고객 및 일부 저압고객에게 보급되었으며 2020년까지 전국 모든 고객에게 원격검침을 확대 추진할 계획이다.

Utility에 특화된 비즈니스 모델인 정전 관리시스템 및 배전계획 관리시스템은 저압 원격검침 확대에 따라 사업화 시기를 결정할 것이며, 빌딩·홈에너지 관리시스템의 경우에도 정부의 스마트그리드 거점도시 구축 등과 연계하여 사업화를 추진할 예정이다.

제주 실증단지는 전형적인 농촌지역으로 대규모 수요반응 실증의 한계가 있어 AMI 기반의 전력소비 절감 실현에 어려움이 있었다. 향후 거점도시 사업추진 시에는 이러한 점이 고려된 대상지 선정 등이 필요할 것이다.

또한, 컨소시엄 간 경쟁 유도로 인해 제품별 타 컨소시엄과 호환이 불가능하였는데 향후 전국적 보급에 대비하여 '상호 운용성 센터'의 적극적인 활용이 요청된다. 또한 현행 전력요금제에서는 지능형 가전 등 스마트그리드 제품 개발 및 서비스 활성화 유인이 부족함으로 RTP·계시별 요금제 현실화, 인센티브 제도 개선 등의 노력이 필요하다. 