



[2016-6-SG-005]

주요 선도국 스마트그리드 실증 추진전략 및 성과 비교 - 美, 日, 韓 3개국 비교 중심으로 -

이준성^{1)*}

Comparison of Smart Grids Demonstration Projects and Strategies in Major Leading Countries

Junseong Lee^{1)*}

Received 4 April 2016 Revised 4 April 2016 Accepted 11 April 2016

ABSTRACT Every country has its own energy policy, different industrial maturity levels and public acceptance of new energy policies. In particular, energy policies vary in each country and they affect smart grids policies and strategies as well as its demonstration R&D results.

Major leading countries such as USA, and Japan in smart grids areas, launched large-scale smart grids demonstration projects around 2010. The Republic of Korea also launched a large-scale smart grids demonstration project, called the “Jeju smart grids demonstration project (2009-2013)”. Regarding the project, there have been a range of different ideas on whether they have been successful. On the other hand, the ideas were not based on the objective comparison of the results of the major leading countries, because there have been little such researches.

The energy policy environment is changing as Paris Climate Change Agreement (2015.12) requires “historic, durable and ambitious” GHG emission reduction. In this context, a smart grids is emerging fast as a means of reducing GHG emissions and starting new businesses in electricity areas. This study compared the results of the smart grid demonstration projects of major leading countries and is believed to provide the insights into the importance of the government setting the energy policy.

Key words 스마트그리드(Smart Grid) 정책, 실증(Demonstration) R&D, 신산업 창출, 온실가스 감축

subscript

SGDP : smart grids demonstration program

BNEF : Bloomberg New Energy Finance

NEDO : New Energy and Industrial Technology
Development

1. 서론

문화침식(Culture encroachment)은 기술과 일반생활의 상호작용으로 통해서 발생한다. 스마트그리드의 출현은 에너지공급수요에 대한 급격한 변화를 발생시키고 있다.^[1]

현재 세계 전력산업은 전력수요 증가, 에너지 위기감 확산, 환경오염, 전력시스템 노후화 등의 여러 문제에 직면하고 있다. 우리나라는 에너지의 97%를 수입에 의존하고 있고, 에너지원의 83%가 화석연료이며, 세계 10위의 탄소배

1) Graduate School of Energy and Environment, Korea University of Green School E-mail: johnny@ketep.re.kr
Tel: +82-2-3469-8444 Fax: +82-2-554-0660

출국으로, 이러한 에너지난의 해결과 전력산업의 효율 향상을 위한 해결책으로 스마트그리드(Smart Grid)가 부상하고 있다.^[2]

우리나라에서의 스마트그리드의 개념(concept)“기존의 전력망에 ICT 기술을 접목하여, 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력정보를 교환함으로써 에너지효율을 최적화하는 차세대 전력망(지식경제부, 2010.1.25. 스마트그리드 국가로드맵)”로 설명될 수 있으며, 세계 주요국의 스마트그리드 개념(concept)도 크게 상이하지 않다.

현재 주요 선진국들은 전력망에 ICT를 접목하여 전력망 유연성, 효율성, 새로운 시장가치를 창출하기 위해 경쟁중이다. BNEF(Bloomberg New Energy Finance, 2013. 1)에 따르면, 스마트미터링, 배전자동화 등 스마트그리드 관련 프로젝트에 2010년 109억 달러, 2011년 130억 달러, 2012년 139 억 달러가 소요될 것으로 예상된다. 2012 년의 전년대비 성장률은 7%로, 이는 대부분 중국 및 여타 아시아 국가의 지출 증가에 기인하였고 북미 지역의 지출은 감소하였으며, 유럽은 소폭 증가하는 데 그쳤다. BNEF 는 당

초 2012 년의 스마트그리드 지출 규모를 144 억 달러 규모로 전망하였으나, 아시아 지역의 스마트그리드 보급 계획이 예상보다 느리게 진행되면서 전망치를 139 억 달러로 축소하였으나, 시장확대의 방향성은 분명한 것으로 전망하고 있다.

이러한 정책 및 시장환경에서 미국, 일본 등 주요선도국들은 2010년을 전후로 대규모 스마트그리드 실증 프로젝트를 착수하였고, 현재 점차 가시적인 성과를 발생시키고 있다. 우리나라도 2009년 6월 착수되고 2013.6월에 종료된 대규모 스마트그리드 제주실증사업 성과에 대한 다양한 평가가 내려지고 있다. 그러나 제주실증사업 성과에 대한 대부분의 평가는 투입량에 대한 산출량과 같이 1차원적인 접근이 주를 이루는 것으로 판단된다. 동 사업 착수시에 국내 외적인 정책환경을 고려하고, 해외 주요선도국가의 대표 스마트그리드 실증 프로젝트 성과에 대한 상호 비교를 통한 객관적이고 종합적인 검토는 부족한 것으로 판단된다.

본 연구는 한·미·일 스마트그리드 주요 선도국들이 스마트그리드 실증 프로젝트를 본격적으로 추진했던 2010년 전후의 국가별 스마트그리드 실증 프로젝트 실증 추진전략 및 성과를 상호 비교하였다. 이를 통해 초기에 설정된 국가별 에너지정책이 스마트그리드 실증 추진 및 성과에 미치는 연관성 및 국가간 상이성을 확인할 수 있었고, 이러한 정책 및 기술개발의 연관성 및 국가별 상이성은 향후 우리나라가 직면한 글로벌 이슈 및 정책환경을 고려하여 최적의 스마트그리드 정책 수립 및 기술 개발 추진에 있어 유의미한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

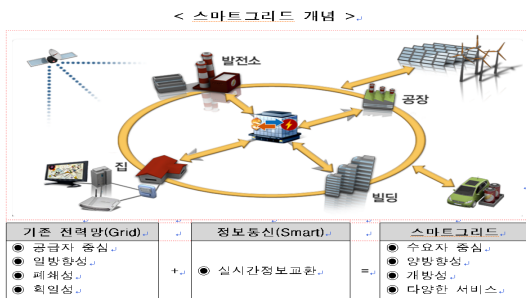


Fig. 1. 스마트그리드 개념(출처: SG 국가로드맵, 2010)

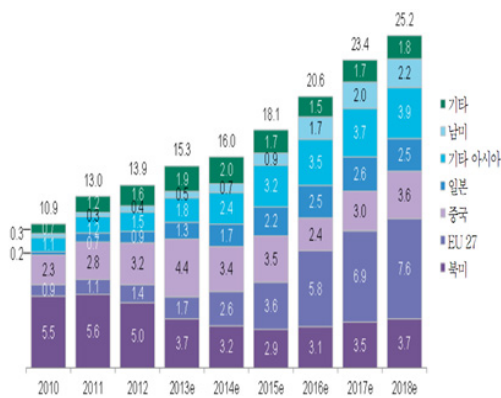


Fig. 2. 스마트그리드 투자현황(출처: BNEF 2013)

2. 연구방법론

본 연구의 연구방법은 국가정책분석시 유용하게 활용되는 해석학적 순환(hermeneutic circle)을 적용한 개념적 분석(Conceptual analysis)을 채택하였다.^[3] 해석학적 순환이란 텍스트의 의미가 부분을 전체에 비추어 이해하고 다시 그 전체를 부분에 비추어 이해하기를 거듭하는 가운데 얻어진다는 개념으로 아직 명확한 결과(실체)의 비교연구를 실시할 때 일반적으로 활용된다.

본 연구는 미국, 일본, 한국의 스마트그리드 환경 및 정

책을 설명하고 해당국가의 대표 실증 R&D 성과에 미치는 영향을 해석하여, 국가별 비교를 통해서 우리나라의 스마트그리드 정책 및 실증 R&D가 나아갈 방향을 제안하고자 한다.

3. 국가별 스마트그리드 정책 및 실증

3.1 미국

3.1.1 스마트그리드 정책

미국은 송전시설에 대한 신규투자가 1975년 이후 매년 연평균 1억 1,700만 달러씩 감소하는 등 전력 인프라가 노후화되면서 송전 효율성이 떨어졌으며, 잦은 대규모 정전 사고로 국가적 차원에서 막대한 경제적 손실을 입어왔다. 이에 전력망 업그레이드 요구는 사회 전반으로 확산되었으며, 미국은 노후화된 전력생산·송배전시스템을 개선하고 전력망을 업그레이드하기 위해 2003년 ‘Grid 2030’ 발표, 2007년 법령 정비, 2008년 실증사업 추진 등 스마트그리드 사업을 세계적으로 가장 먼저 추진하였다.^[4]

미국은 2007년 에너지 독립 및 안보법(Energy Independence and Security Act) 제정 이후 경제성장과 국가의 안보를 위해 전력망 현대화에 노력해 왔다. 2009년 경기부양법(ARRA, American Recovery and Investment Act)에 따라 본격적으로 스마트그리드 프로젝트를 지원하였다. 미국 에너지부(DOE, Department of Energy)는 2009년 SGIC&SGDP(Smart Grid Investment Grants and

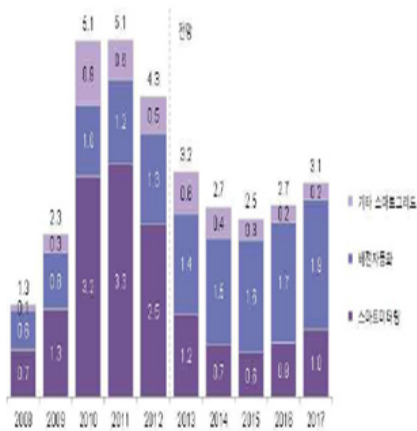


Fig. 3. 미국부문별 스마트그리드 투자규모(출처: BNEF 2013)

Smart Grid Demonstration Programs) 시행 이후 2012년 3월까지 29억 달러를 지원하였으며 이 투자에 대한 산출물이 68억 달러에 달한다고 발표하였다(DOE, 2013.4).^[5]

3.2 스마트그리드 실증 프로젝트

미국의 대표적인 스마트그리드 실증 프로그램은 ‘스마트그리드 실증프로그램(Smart Grid Demonstration Program, 이하 ‘SGDP’)’으로 2007년 제정된 에너지 독립 및 안보법(Energy Independence and Security Act)에 의해 시행되고, 2009년 경기부양법(ARRA, American Recovery and Investment Act)에 의해 개정되었으며, 비용효과적인 스마트그리드기술, 시스템을 실증하고 개선하는데 목적으로 두고 있다.

SGDP는 미국 에너지부(DOE)에서 프로젝트 비용의 50%를 지급하고 선정평가를 통해서 선정되었다. SGDP를 통해 2가지 형태의 스마트그리드 프로젝트가 추진되었다. 첫 번째 형태는 스마트그리드 실행가능성을 검증하고, 스마트그리드 편익을 분석하고, 새로운 비즈니스 모델을 검증하는 지역별 스마트그리드 실증프로젝트이며, 다른 형태는 배터리, 압축공기시스템과 같은 에너지저장기술을 보급 실증하는 프로젝트이다.

동 프로그램은 32개의 프로젝트로 구성되었으며, 16개 스마트그리드 지역 실증프로젝트로 8억7천4백만달러를 지원하였고, 에너지저장 실증사업으로 6억4천8백만달러를 투자하였다.

스마트그리드 지역 실증프로젝트는 전력시스템 센싱, 통신, 분석 및 전력제어에 도입하는 최신기술에 포커스를 두고 있으며, 에너지저장실증 프로젝트는 에너지저장시스템의 전력망 연계기술에 포커스를 두고 있다.^[6]

3.3 스마트그리드 프로젝트 성과

미국 에너지부(DOE, Department of Energy)는 2009년 SGIC&SGDP(Smart Grid Investment Grants and Smart Grid Demonstration Programs) 시행 이후 2012년 3월까지 29억 달러를 지원하였으며 이 투자에 대한 산출물이 68억 달러에 달한다고 발표하였다(DOE, 2013.4).

에너지부는 경기부양예산의 스마트그리드 부문 투자 효과를 분석한 보고서에서 스마트그리드 프로젝트에 참여한

첨단기술, 산업체, 서비스 기업들의 임금수준이 평균보다 높았으며, 스마트그리드 프로젝트가 일자리창출을 통해 경제 성장에 기여하였다고 주장하였다. 이보고서의 주요내용은 다음과 같다.

- 약 47,000개의 전일(full-time) 일자리가 스마트그리드 투자 재원 및 실증 프로그램에 의해 창출
- 상기 일자리 중 제조, IT 및 기술 서비스 부문의 약 12,000개 일자리가 직접적으로 스마트그리드와 관련되어 있으며, 나머지는 기업의 공급사슬 및 보다 광범위한 경제범위에 포함
- 직접적으로 혜택을 입은 산업 부문은 컴퓨터 시스템 설계, 기술 및 과학 서비스와 컨설팅, 전기/무선 장비, 부품 제조 부문
- 스마트그리드 투자의 GDP 승수는 다른 부문에 대한 정부투자의 GDP 승수보다 높은 수준으로, 스마트그리드 재원 1백만 달러(민간 및 정부 재원 포함) 투자 시, GDP는 250~260만 달러 증가^[7]

3.2 일본

3.2.1 스마트그리드 정책

일본은 송전망에 대한 안정성과 신뢰성이 높아 미국에 비해 스마트그리드 도입에 소극적이었으나 최근 들어 구글, IBM, 인텔 등 미국의 IT기업들이 스마트그리드 사업에 경쟁적으로 진입하는 상황에 자극을 받아 최근 적극적 대응으로 방향을 선회하고 있다.^[8]

일본의 스마트그리드는 화석연료에서 신재생에너지로의 전환함으로써 저탄소 사회로의 진입을 주된 목적으로 하였다.^[10] 2010년 6월, 일본정부는 ‘신 에너지기본계획’을 발표하였는데, 2030년까지 일본에너지 자립율 2배, 신재생 및 원자력발전 전력량 2배, 이산화탄소 배출량을 30%으로 저감을 목표로 설정하였다.^[9]

일본의 스마트그리드 정책은 미국과는 약간의 차이를 보이는데, 비즈니스 모델을 통한 사업화 방안보다는 온난화 대응 및 에너지 안정공급의 확보, 재생가능 에너지의 원활한 도입과 효과적인 활용을 내세우고, 산업의 경쟁력 확보, 수용가 측과 일체화된 에너지 절약 및 에너지 유효 이용을 실현하기 위한 정책으로, 특히 기존의 많이 설치하였던 ‘태

양광’을 효과적으로 활용하고자 하는 노력이 두드러진다.

3.2.2 스마트그리드 주요 프로젝트

1) 주요 스마트그리드 프로젝트

일본정부는 2010년 4월 스마트그리드 및 스마트커뮤니티를 목표로 2011년 예산기준으로 182억엔을 투입하여 4개의 대규모 스마트그리드 실증 프로젝트를 추진하였다.^[10]

5년간 지원되었던 4개의 프로젝트는 4개 도시에 목적별(대도시, 산업도시, 지방소도시, R&D 중점)* 차별화된 대규모 스마트그리드 실증 프로젝트 수행하고 체계적인 성과 관리 실시하였다.

* (요코하마) 대도시 지역, (키타큐슈) 산업도시, (토요타 시티) 지방소도시, (교토): R&D 포커스

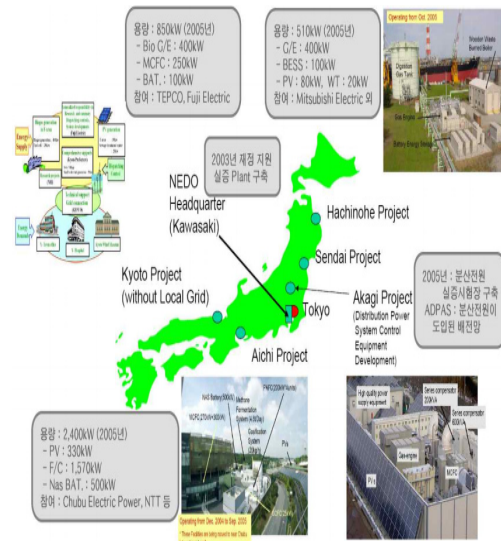


Fig. 4. 일본의 스마트그리드 구축 현황(출처 : 송일근, 스마트그리드 R&D 대응방안, ETRI 특강, 2009)

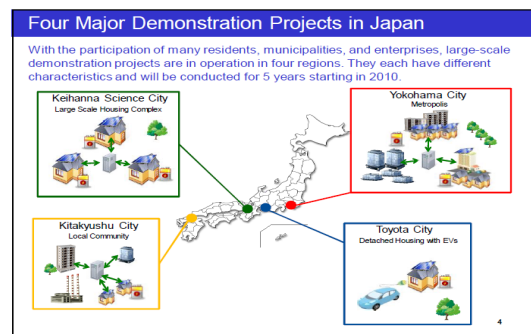


Fig. 5. 일본 SG 실증(출처 NEDO)

① 요코하마 시티 스마트그리드(대도시)

일본정부는 2009년 요코하마에 900개의 태양광 시스템을 설치하고, 2019년까지 2,000개의 태양광시스템을 추가로 설치하고 하였다. [“Smart Grid of the Future Urban Development”, Japanese NikkanKogyo Shimbun, June 2010] 요코하마 스마트시티 프로젝트의 목적은 대도시에 4,000가구 수준의 저탄소 사회를 구축하는 것이다. 이 프로젝트는 니산, 파나소닉 등 7개의 일본기업이 참가한 가운데 5년 프로젝트로 추진되었다. 이 프로젝트는 EMS(Energy Management System)에 포커스를 맞췄는데 이를 통해 설치된 태양광 시스템으로부터 27,000kW를 생산하여 공급할 것으로 예상되었다.

② 교토 스마트그리드 프로젝트(R&D 중점)

교토 스마트그리드 파일러 프로젝트는 교토현, 간사이 전력, 오사카 가스, 간사이 과학도시, 교토대 등이 참여하여 가전제품의 에너지사용량을 보여주는 ‘스마트 탭(Smart Tap)’을 개발하여 상용화하는데 목적으로 두었다. 또한 1000가구에 태양광시스템을 설치하고, 전기자동차 공유 시스템 개발에 중점을 두었다. 이 프로젝트는 또한 ‘교토 에코포인트(Kyoto eco-point)’를 도입하여 신재생에너지(태양광) 및 전기자동차 공유시스템 도입을 촉진하고자 하였다.^[11]

③ 도요타 시티 스마트그리드 프로젝트(소도시, 지방)

동 프로젝트는 환경보호와 거주자의 만족도를 충족하면 커뮤니티 레벨에서 거주공간 최적에너지 사용을 유인하는데 포커스를 두었다. 도요타 자동차, 추부 전력 등과 같은 기업과 도요타 시가 컨소시엄을 맺고 추진한 사업이다. 70가구 이상, 3,100 전기차 이상을 대상으로 수요반응(Demand Response)을 유도하여 열, 미사용 에너지 및 전력을 최적으로 사용하는 기술을 개발하고자 하였다. 이 프로젝트를 통해서 가전기기, 태양광 패널, 에너지저장장치등을 IT 네트워크로 연결하여 가구단위 전력 사용을 최적화하고자 하였다.^[12]

④ 기타큐슈 스마트그리드 프로젝트(산업도시)

이 프로젝트는 46개 기업(GE, 일본 철강 등)과 기타큐슈 시가 협력한 프로젝트로 홈 EMS와 빌딩 EMS를 통해 70개

기업과 200가구의 에너지를 실시간으로 관리하는데 목적을 둔다. 이 프로젝트는 수요관리(Demand-side management)를 에너지시스템에 접목하는 전력수요관리와 같은 에너지 프로젝트를 정보통신, 도시개발, 운송시스템과 연계한 다양한 실증 프로젝트를 추진하였다. 기타큐슈 시는 저탄소 시대를 여는데 동 프로젝트를 활용하고자 하였다.^[13]

2) 4개 프로젝트 성과

일본 정부는 2009년부터 착수된 4개의 목적별(대도시, 산업도시, 지방소도시, R&D 중점) 차별화된 대규모 스마트그리드 실증 프로젝트를 통해 괄목할 만한 성과를 확인하였다.^[14]

NEDO(일본 신에너지산업기술개발종합기구)가 2014년 10월 IEA(국제에너지기구)에서 발표한 내용에 따르면, 4

Results from Manual Demand Response demonstrations

Region	Number of Participating Households by groups	Peak Shaving Results
Yokohama	Control: 400* CPP: 800*	✓15.2% in summer 2013
Toyota	Control: 80 CPP: 80	✓15% in winter 2012 ✓11% in summer 2013 ✓10% in winter 2013
Keihanna	Control: 300 CPP: 381	✓22.4% in summer 2012 ✓21.3% in winter 2012 ✓14.7% in summer 2013 ✓20.1% in winter 2013
Kitakyushu	Control: 68 CPP: 120	✓13.1% in summer 2012 ✓12.0% in winter 2012 ✓10.1% in summer 2013

* PV systems are introduced to the all.

Fig. 6. 수동 DR 실증 결과(출처 NEDO)

Persistence of Peak Cut Effect

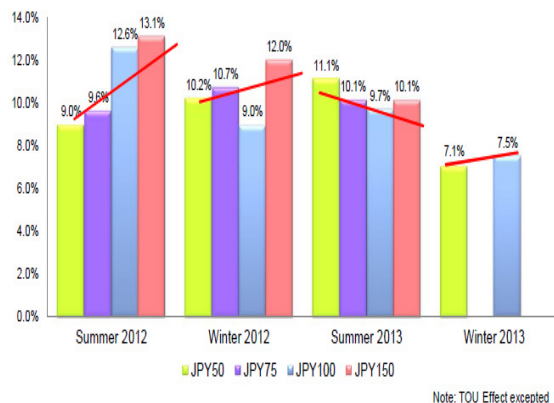


Fig. 7. 기타큐슈 피크부하 수동 DR 결과(출처 NEDO)

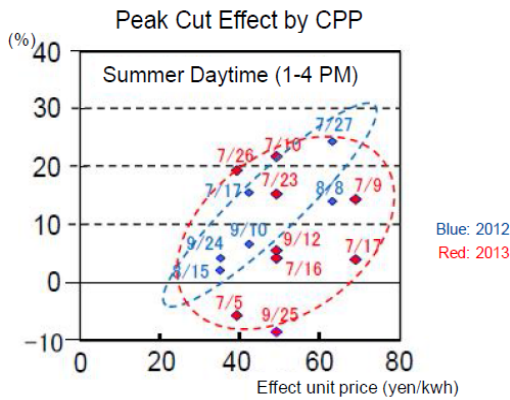


Fig. 8. 토요타시 피크부하 수동 DR 결과(출처 NEDO)

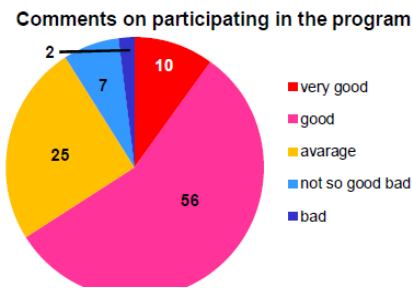


Fig. 9. DR 프로그램 참가자 만족도(출처 NEDO)

개 지역(요코하마, 도요타, 케이하나, 키타큐슈)에서 스마트그리드 실증사업으로 10.1%~22.4%의 피크부하절감을 달성하였다.

NEDO에 따르면 토요타시와 키타큐슈시에도 피크부하 절감효과가 지속적으로 발생함을 Fig. 2와 Fig. 3처럼 확인할 수 있었다. 더불어, 아래 Fig. 4와 같이 스마트그리드 실증 프로젝트 참가자다의 만족도가 상당히 높게 나타났다.

3.3 한국

3.3.1 스마트그리드 정책

우리나라는 2010년 1월 스마트그리드 국가로드맵을 마련하고 2030년까지 국가차원의 스마트그리드 구축계획을 설정하였다. 이 로드맵에서 2030년까지 27.5조원(기술개발 약 7조원, 인프라구축 20.5조원)을 투입해 스마트그리드 전국망을 구축한다는 목표를 제시하였다. 그리고 “지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률”을 제정(2011.5)하고 시행하였는데, 이 법은 세계 최초로 국가단위 구축을 위한 특별법으로서 의의를 갖는다.^[15]

정책 및 제도변화

- ('04.12) 에너지에 ICT를 접목한 ‘에너지 IT’ 착수
- ('05.03) 미국 EPRI(전력연구소) Intelligrid를 벤치마킹하여 전력 IT 착수
- ('08.06) CEM(청정장관회의) 에서 Smart Grid Leading Countries 로 한국과 이태리 지정
- ('09.12) 스마트그리드 비즈니스 모델 테스트베드로 제주 실증단지 구축사업 착수
- ('10.01) 「스마트그리드 국가로드맵(스마트그리드 2030)」 수립
* ‘스마트그리드 구축을 통한 저탄소 녹색성장 기반 조성’의 비전을 발표하고, 전력산업의 새로운 패러다임 제시
- ('11.05) 「지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법」(이하 ‘지능형전력망법’) 제정('11.5) 및 시행('11.11)
- ('14.06) 혁신산업R&D 내역사업인 전력기반사업을 스마트그리드사업으로 변경

특히 한국의 스마트그리드 정책은 총 2,139억원(정부 560억, 민간 1,579)억 투입된 제주 스마트그리드 실증사업(2009.12-2013.5)에서 볼수 있듯이 대규모 실증단지 추진을 통한 관련기술 검증과 궁극적으로는 비즈니스 모델 실증·사업화 성공에 중점을 두었다.

3.3.2 스마트그리드 주요 프로젝트

1) 주요 스마트그리드 프로젝트

한국의 대표 스마트그리드 실증 프로젝트는 2009.12월

Table 1. 스마트그리드 5개 비즈니스

분야	주요 실증내용	컨소시엄
Smart Power Grid	[지능형 송/배전망 구축] - 전력망의 지능화 및 자동복구 체계 구축	한전
Smart Place	[소비자 중심의 에너지 효율화] - 소비자·공급자간 양방향 통신 기반의 효율적 에너지 수요·공급 체계 구축	SKT, KT LG전자, 한전
Smart Transport	[전기 운송 수단 확대 기반 구축] - 전기자동차의 운행 핵심기술 확보 및 중앙관제 시스템 구축	한전, SK이노베이션, GS 칼텍스
Smart Renewable	[녹색에너지 활용 기반 구축] - 신재생에너지원의 전력계통 연계 및 마이크로그리드 운영 플랫폼 구축	한전, 현대중공업, 포스코ICT
Smart Elec. Service	[신전력서비스 활성화] - 통합운영센터 구축, 신전력서비스 설계	한전·거래소

(출처: 한국 스마트그리드사업단)

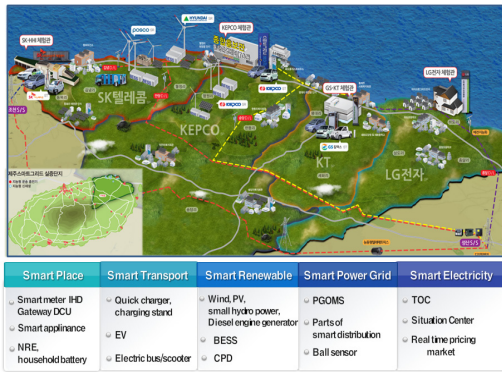


Fig. 10. 스마트그리드 5개 비즈니스(출처: 한국 스마트그리드사업단)

에 착수되어 2013.5에 종료된 제주 스마트그리드 실증사업을 꼽을 수 있다. 스마트그리드 전력시장개설과 스마트그리드 환경을 구축하여 관련기술을 검증하고 새로운 비즈니스모델 발굴을 목표로, SK, KT, 한전 등 12개 컨소시엄(168개社)이 2,139억원(정부 560억, 민간 1,579)억 투입하여 제주도 구좌읍 일대에서 추진되었다.

제주실증단지은 미국 스마트그리드 추진목적과 유사하게 기술검증 및 비즈니스 모델 실증하는데 목적을 두고, 총 5개의 비즈니스 모델을 Table 1, Fig. 10과 같이 구분하여 추진하였다.

3.3.3 실증 프로젝트 성과

제주실증사업은 170여개 기업이 참여하여 세계 최대 규모의 스마트그리드 실증단지를 구축하고, 핵심기술 검증(스마트계량기술, 실시간 거래기술, 신재생 연계기술 등 153개)하고 관련된 사업모델 발굴(수요반응, 전기차 충전 서비스 등 9개)하였다.

지능형 신재생, 지능형 운송, 지능형 소비자, 지능형 서비스 및 지능형 전력망을 서로 연계하여 대규모 실증을 실시하여 방대한 track record를 다수 확보하였으며, 특히 9개의 사업화 모델 중 수요반응서비스, 신재생에너지 출력안정화, 전기차 충전·대여 서비스 등은 확산사업에 즉시 적용할 수 있는 사업 모델로 평가되었다.

또한 스마트가전, 전기차렌트, 빌딩에너지관리시스템(BEMS), 지능형 수유관리(DR), 공장에너지관리시스템(FEMS), 전기스쿠터 웨어링은 실증 성과를 바탕으로 실제 사업화가 진행되었다.^[16]

Table 2. 제주실증 도출 9개 비즈니스

구분	사업모델	내용
1	전력 재판매 서비스	전력시장에서 구매한 전력을 다양한 요금제를 적용하여 수용가에 전력 재판매
2	수요반응 서비스	대용량 수용가로부터 수요 감축자원을 확보하고, 일정 시간대 전력 소비를 감축
3	수요측 발전자원 전력거래 서비스	수요측 발전자원을 활용하여 생산한 전력을 전력시장에 판매 대행
4	전기차기반 가상발전소 운영서비스	전력수요 피크 시 전기차의 배터리 전력을 전력시장에 판매 대행
5	전기차 급·완속 충전 서비스	전기차 배터리에 전기를 충전하는 전력 재판매 서비스
6	전기차 이동 충전 서비스	전기차 배터리 방전 시 응급 구조 차량이 출동하여 급속 충전 서비스 제공
7	에너지소비 컨설팅 서비스	고객의 전력사용패턴을 분석하여 에너지소비를 절감할 수 있는 컨설팅 제공
8	전기차 대여 서비스	전기차를 일단위(Rental), 시간 단위(Sharing)로 대여하는 서비스
9	신재생에너지 출력안정화 및 품질개선 서비스	신재생에너지 발전사업자 대상으로 기기 및 서비스를 제공하여 안정적인 전력공급 지원

(출처: 한국 스마트그리드사업단)

4. 국가별 상호비교 결과

스마트 그리드는 전 세계적으로 ICT를 접목한 미래형 전력 체계로서 공통된 키워드 및 정의를 사용되고 있으나 각국이 추진 중인 스마트 그리드 정책 및 실증 추진전략은 대단히 상이하다.

미국은 2009년 경기부양법(ARRA, American Recovery and Investment Act)에 따라 본격적으로 스마트그리드 프로젝트를 지원하였다. 2009년 금융위기에서 미국의 에너지 자립 및 노후 전력망(50년 이상된 전력망으로 에너지 효율이 낮은 상황/’06년, 송배전 손실율 6.2%)의 현대화를 통한 경기부양에 스마트그리드를 적극 활용하고자 하였다. 또한 미국은 2009년 당시 기후변화협약인 교토프로토콜에 가입되지 않아, 온실가스 감축은 스마트그리드 실증프로젝트를 추진함에 있어서 주요 고려대상이 아니었으며, 경기부양 목적을 달성하기 위해 새로운 비즈니스모델을 실증하는데 정책 및 실증전략에 중점을 두었다.

Table 3. 美, 日, 韓 스마트그리드 노력정도(2010년 기준/대규모실증 초기시점 기준설정)

구분	미국	일본	한국
원자력 비중	19%	26%	31
온실가스 정책	교토프로토콜 비회원국	교토프로토콜 비준 당사국 (온실가스 감축 의무 대상국)	교토프로토콜 비준 당사국 (온실가스 감축의무 없음)
	(2010년 기준)	(2010년 기준)	(2010년 기준)
전력회사	3,000개 이상 (지역독점 민영=210, 공공=2,009, 조합(coops)=883, 연방정부=9)	10 전력회사 (지역독점 민영)	7 전력회사 (한전, 6개 발전사)
설계	독립적인 기반구축	각지역 수직적 통합	다양한 기술융합 및 실증
목표	비즈니스 인프라	저탄소사회 실현	비즈니스 인프라 + 온실가스감축
신뢰도	- 기존 송배전망 노후화 - 피크부하저감을 통한 추가적인 송배전 건설 회피	- 기존 송배전망 신뢰도 우수 - 신재생에너지 원을 송배전계통에 연계하기 위한 통합 제어 필요	- 기존 송배전망 신뢰도 우수 - 신재생에너지 원을 송배전계통에 연계하기 위한 통합 제어 필요

(출처: Amy Poh (2011) 재구성 한국정보추가

일본은 태양광 발전의 계통 연계를 위해 마이크로그리드 확산(일본 태양광 발전량 목표 : ‘20년까지 34GW, ‘30년까지 100GW)에 스마트그리드 정책 및 실증에 중점을 두고 있다. 또한 2010년 당시 일본은 교토프로토콜 비준 당사국으로 온실가스 감축의무를(1990년 대비 2008~2012년 6% 감축) 갖고 있었다. 따라서 온실가스 감축 효과가 큰 신재생에너지원(태양광 등)을 에너지저장장치(ESS)에 연계하여 전력을 효과적으로 제공하는 부문에 스마트그리드 실증 프로젝트를 활용하고자 하였다.

한국은 2010년 1월 스마트그리드 국가로드맵을 마련하고 2030년까지 국가차원의 스마트그리드 구축계획을 설정하였다. 동 로드맵에서는 ① 기후변화 대응, ② 에너지효율 향상, ③ 신성장동력 창출을 스마트그리드 정책의 추진근거로 설정하였다. 그러나 한국은 개발도상국으로 분류되어 교토프로토콜에서 지정하는 의무감축국가에 해당되지 않

았다. 실제 스마트그리드 실증프로젝트의 주된 포커스는 제주실증사업에서 보여지는 바와 같이 비즈니스 모델 발굴 및 사업화에 있었다[스마트그리드 국가로드맵 2010.1.25.]

5. 결론 및 정책적 시사점

본 연구에서는 한국을 포함한 미국, 일본과 같은 스마트그리드 주요 선도국의 스마트그리드 정책 및 에너지환경 설명하고, 해당국가의 대표 실증 R&D 성과에 미치는 영향을 해석하여 국가별 차이를 비교하였다.

한국의 스마트그리드 실증사업의 대표사업인 ‘스마트그리드 제주실증사업(2009-2013)’과 미국, 일본의 스마트그리드 실증사업의 가장 큰 차이점은 ICT(정보통신)산업, 전력산업, 가전산업, 자동차산업 등이 모두 하나의 실증단지에서 다양한 형태의 융합을 동시에 추진하였다는 점이다. 이중 산업군 기술 및 서비스 포괄적 융합은 상호호환성, 상호운용성과 같은 이슈로 인해 실제 사업화 성과에 일부 한계요인으로 작용하기도 한 것으로 평가되고 있다.

이는 미국이 전력제어기술 실증 및 ESS와 전력망 연계를, 일본이 태양광과 ESS 연계와 같이 실증의 목적을 단순화하여 소기의 목적을 달성한 후, 해당 성과를 기반으로 단계별로 기술 및 서비스 융합범위를 확장했던 것과는 차이를 보이고 있다. 다만, 단계적 추진과 융합적 추진의 비교우위 평가보다는 현상에 대한 해석 및 이해가 유의미하다고 하겠다.

신기후체제(파리기후협약/15.12) 출범에 따라 에너지정책의 우선순위에 온실가스감축이 놓여질 것으로 판단된다. 따라서 일본이 그간 교토 프로토콜 비준당사국으로 온실가스 감축을 스마트그리드 우선순위로 설정하고 추진했던 정책 및 실증 프로젝트에 대한 면밀한 분석이 주는 시사점이 우리에게서 시행착오를 줄이고, 성과를 극대화하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

본 연구에서는 주요국가별 스마트그리드 정책과 연계된 실증사업의 성과에 대해서 해석하고 비교분석을 실시하여 정책적 시사점을 도출하고자 하였다. 그러나 현재 각국의 스마트그리드의 성과 수준을 비교가능한 수치로 표현할 수 있는 객관적 지표를 활용하는데는 한계를 보였다. 이에 향후에는 ‘스마트그리드 성숙도모델(Smart Grid Maturity

Model, SGMM)’ 및 ‘스마트그리드 상호운용성 성숙도모델 (Smart Grid Interoperability Maturity Model, SGIMM)’ 과 같은 측정 모델을 활용하여 객관적 수치를 기반한 상호 비교연구가 필요하다고 하겠다.

감사의 글

이 연구는 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(2016, 특화전문대학원 연계 학연 협력지원사업)의 일환으로 수행되었습니다.

References

- [1] Amy Poh Ai Ling, Mukaidono Masao, June 2011, “Grid Information Security Functional Requirement Fulfilling Information Security of a Smart Grid System”, International Journal of Grid Computing & Applications (IJGCA), Vol. 2, No. 2, pp. 1-19.
- [2] (주) 웹스 2014. 03 제주 스마트그리드 실증사업 성과평가 및 상호운용성 확산방안 도출 용역, 한국에너지기술평가원.
- [3] Heinz K. Klein, Michael D. Myers, May 1999, “A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems”, MIS Quarterly, Vol. 23, Issue 1, pp. 67-94.
- [4] (주) 웹스 2014. 03 제주 스마트그리드 실증사업 성과평가 및 상호운용성 확산방안 도출 용역, 한국에너지기술평가원 pp. 9p.
- [5] 김현제, 반찬국, 2013. 10.23 세계 스마트그리드 정책 및 시장변화 연구 34 p.
- [6] https://www.smartgrid.gov/recovery_act/overview/smart_grid_demonstration_program.html
- [7] 김현제, 반찬국, 2013. 10.23, 세계 스마트그리드 정책 및 시장변화 연구 pp. 19.
- [8] (주) 웹스, 2014. 03, 제주 스마트그리드 실증사업 성과평가 및 상호운용성 확산방안 도출 용역, 한국에너지기술평가원, pp. 9.
- [9] John S. Duffield, Brian Woodall, June 2011, “Japan’s New Basic Energy Plan”, Energy Policy, Vol. 39, Issue 6, pp. 3741-3749.
- [10] Phil Carson, “Smart Grid More Attractive, Post-Japan?”, IntelligentUtility, Mar. 2011, available at <http://www.intelligentutility.com/article/11/03/smart-grid-moreattractive-post-japan>
- [11] Amy Poh Ai Ling, 2012, The Japanese Smart Grid Initiatives, Investments, and Collaborations, (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 3, No. 7.
- [12] June 2011, “Toyota City Low-Carbon Project Model Homes Completed”, Asahi.
- [13] Rediff, January 2011, “Japan to Help Gujarat in Smart Community Project”.
- [14] Masaaki Yamamoto, NEDO, October 1, 2014, ‘Lessons Learned from Smart Grid Innovations’ IEA ISGAN Public Workshop #5 in Montreal.
- [15] 김현제, 반찬국, 2013. 10.23, 세계 스마트그리드 정책 및 시장변화 연구, pp. 18.
- [16] [제주 스마트그리드 실증사업 성과평가 및 상호운용성 확산방안 도출 용역 2014. 03 연구수행기관 : (주) 웹스 한국에너지기술평가원].