

스마트그리드와 ESS 결합 동향

허진호^{1,*} · 이흥기² · 임형렬² · 정희영¹

¹(주)엔비누스

²우석대학교

An Objectives and Properties of Life Cycle Assessment Software Components

Jin Ho Huh^{1,*} · Hong Gi Lee² · Hyoung Ryul Lim² · Hee Young Jung¹

¹Envinus Co.Ltd

²Woosuk University

ABSTRACT: ESS, an energy storage system and electric power are preserved and used when necessary, thereby improving electric power use efficiency and supplying high quality electric power. In other words, although the electricity produced at the power station is stored in a large secondary battery, it is a system that transmits energy as needed to increase energy efficiency. The smart grid is a fusion combined technology that combines the meanings of intelligent (Smart) and electric grid (Grid), ICT technology is integrated into the conventional electric power grid, and small is managing individual energy consumption to reduce unnecessary energy. Next generation power grid that facilitates national energy management through demand management of power. With the recent climate change, in the situation that the demand for high efficiency energy is rapidly increasing, analyze the trend of technology and policies of the next generation ESS and smart grid which can maximize energy efficiency, and on future prospects Analysis results were presented.

Key words: 스마트그리드, ESS (Energy storage system), 전력망, ICT 기술, 신재생에너지

1. 서 론

ESS 즉 에너지 저장 시스템이란 전력을 저장하여 필요할 때 사용함으로써 전력이용효율을 높이고 고품질의 전력을 공급하는 장치이다. 즉, 발전소에서 생산한 전력을 대형 2차전지에 저장하였다가 필요시에 전송하여 에너지 효율을 높이는 시스템이다. 스마트 그리드는 지능형(Smart) + 전력망(Grid)의 뜻이 합쳐진 융복합 기술로 기존의 전력망에 ICT 기술이 접목되어 작게는 개인의 에너지 소비를 관리하여 낭비되는 에너지를 줄이고, 넓게는 전력의 수요 관리를 통해 국가에너지 관리를 원활하게 하는 차세대 전력망이다.

최근 기후변화로 인해 고효율 에너지에 대한 수요가 급증하고 있는 상황에서 에너지 효율을 극대화할 수 있는 차세대 ESS와 스마트그리드의 기술 및 정책동향을 분석하였고 향후 전망에 대한 분석결과를 제시하였다.

2. 연구목적 및 범위

본 연구의 목적은 스마트그리드와 ESS의 기술 및 결합 동향을 분석하고 향후 두 분야의 정책 동향 및 전망을 분석하는 데 있으며 본 연구의 범위는 ESS 및 스마트그리드를 대상으로 각 분야의 기술동향 및 정책동향을 분석하고 그 결과를 토대로 향후 전망을 예측하는 것이다.

3. 기술동향 및 전망

3.1 ESS의 기술동향 및 전망

에너지저장장치 기술은 크게 기술 선진국을 중심으로 전력저장 용량을 증대형화하기 위한 ESS 개발에 주력하고 있으며, 차세대 저장 장치 원천 기술 연구도 꾸준히 투자하고 있다.

일본의 경우 세계최고의 리튬이차전지 기술력 및 시장 점유율을 기반으로 'Moon Light' 프로젝트를 통해 RFB, NaS 등 대형전력저장전지 기술개발을 지원하였으며, 비리튬계 전지 분야에서도 세계 최소 수준의 기술을 보유하고 있다.

미국의 경우 우수한 전력기기와 서비스 산업을 기반으로 초고용량커패시터, PCS, EMS, SI 등의 분야를 선도하고 있다. 또한 EPRI를 통해 다양한 에너지저장장치 실증을 추진하고 있으며, DOE는 A123시스템즈와 Altair나사를 통해 1MW급의 에너지저장시스템을 제작·운영하고 있다. 특히 대형 전력회사는 AEP, AES 등은 에너지저장장치 사업 실증을 위해 대규모 투자를 진행하고 있으며, SCE는 스마트 그리드와 연계한 PHEV 및 가정용 에너지저장장치 개발을 진행하고 있다.

유럽은 신재생에너지 확대에 따른 ESS 요구에 대응하기 위한 수단으로 대형 프로젝트 위주의 사업을 진행하고 있으며, 대표적인 기업인 스위스의 ABB는 전력변환장치 분야의 높은 기술력을 기반으로 PCS 제조뿐만 아니라 자체

* Corresponding author: 허진호, 서울시 서초구 강남대로34길 69, 501호, Tel: 070-4802-2501, Email: sorcerer@envinus.com

SI 기술을 보유하고 있으며, 프랑스 환경부와 독일 경제성은 공동으로 태양광 발전의 안정화 및 보급 확대를 위한 리튬이차전지 개발을 위한 SOLION 프로젝트를 진행하고 있다. 영국은 레독스플로우 전지에 대하여 연구를 진행하고 있으며, 덴마크의 Riso에 15~200 kW급 바나듐 레독스플로우 전지를 설치·운영하고 있으며, 독일의 ZSW와 프라운호퍼연구소에서 바나듐 레독스-플로우 전지를 개발 중에 있다.

국내의 경우, 전력변환장치는 유틸리티급 기능 대응을 위한 고효율화·고효율화 기술이 취약하여 실증을 통한 신뢰성 검증관련 기술개발을 추진 중에 있다. 인버터 기술을 바탕으로 기본성능은 선진사와 동등하나, 고장모드 및 유지보수성을 고려한 고신뢰성 설계가 부족하다. 기존 태양광 인버터 제조사들이 ESS용 PCS 분야로 사업 영역을 확장함으로써 ESS용 PCS는 100 kW~2MW 용량의 기술력 확보한 국내 기업은 효성, 포스코ICT, 현대중공업, 우진산전 등이 있다. 최근 계통연계기술 및 독립운전에 필요한 제어기술을 확보하였으나 운전 알고리즘 관련 기술력은 아직 부족한 실정이다. 반면 주파수 조정용, 수요 반응용, 신재생연계용 ESS에 적용 가능한 기술을 확보하여 상업화 운전 중이며 다양한 실증 운전을 통해 신뢰성 확보 중에 있다. 태양광 인버터 기술 적용으로 ESS용 PCS 역시 스위스, 미국 등 선진국 대비 약 81%의 기술수준이지만 중대형 PCS의 스위칭 소자, 제어, 직류 차단기 등 부품 수입 의존도가 높은 편이며 필터, 케이스, 교류 차단기 등은 국산화율이 약 74%로 추정된다.

에너지저장장치의 핵심기술인 리튬이차전지는 소형전지의 우수한 기술력과 세계 점유율을 기반으로 시장 형성 초기 LiB ESS 상용화 기술을 확보하였으나, 일본의 기술력, 중국의 가격 경쟁력에 따른 변화가 예상된다. 주로 전력 품질 향상 목적의 단주기 ESS 시장(주파수 조정, 비상발전 대체 등)에 적용하고 있으며, 에너지 밀도 및 안정성 향상, 소재 국산화 및 저가화등을 중점으로 기술 개발 중이다. 또한 꾸준한 투자로 기술수준 또한 증가하였고, 세계 1

위인 일본 대비 94%의 기술 수준으로 세계 2위의 기술력 보유하고 있다. 반면 비리튬계전지의 기술인 레독스흐름전지, 나트륨계 전지 등 비리튬계 이차전지 기술은 아직 개발 중이며, 선진 국가를 중심으로 초기 시장 대응을 위한 실증 추진 중에 있다. 국내 RFB, NaS 등 일부 비리튬계 전지는 실증을 통한 신뢰성 및 경제성 확보 단계로 저장 용량, 에너지밀도, 출력밀도, 수명 향상 추진 중이다.

그러나 가시적인 성과가 미흡하며, 원료가 대부분 수입에 의존하고 있어 국산화율이 낮으며, NaS도 국내 적용이 어려워 국산화를 산정이 불가능한 실정이다. Na계 전지의 기술수준은 일본 대비 61%, 국산화율은 49%이며, 레독스흐름전지의 기술수준은 일본 대비 69%, 국산화율은 54% 수준으로 알려지고 있다.

일본의 대표적 이차전지기업인 파나소닉은 인수 합병한 파나소닉정공이 강한 솔루션사업과 산요의 배터리 사업구조로 개편, 가전에서 환경/에너지로 경영의 축을 전환하여 경쟁주도권을 확보하고 있다. 이들은 일본과 호주 시장에 에너지저장장치로, 미국 시장에 배터리 투자로, 유럽 시장에 배터리 공급으로 진출하고 있다. 2012년 독일 E3/DC, KACO 등에 배터리를 공급하고 있으며, 호주 에너지저장장치 시장 진출을 위하여 전력회사 통해 공급전략을 추진하고 있다. 또한 2014년 미국 Gigafactory 배터리 공장에 테슬라와 합작해 20억 달러를 투자하였으며 리튬이차전지 기술을 제공하고 있다.

미국의 테슬라는 2003년 전기차 업체인 테슬라 모터스에 이어 2004년 태양광 발전원 리스업체인 솔라시티를 설립하였으며, 전기자동차 및 ESS의 핵심부품인 배터리 공장에 50억 달러를 투자하여 네바다 주에 건설 중으로 2017년 완공 예정이다. 배터리 기술은 일본 파나소닉이 제공하며, 최근 가정용과 산업용 에너지저장장치를 출시하였다. 가정용은 매일 충·방전용 7 kWh 용량과 백업용 10 kWh용 두 가지이며, 산업용은 100 kWh 용량으로 10,000개를 연결하여 1 GWh까지 확장할 수 있다.

스위스의 대표기업인 ABB는 전력, 자동화 엔지니어링

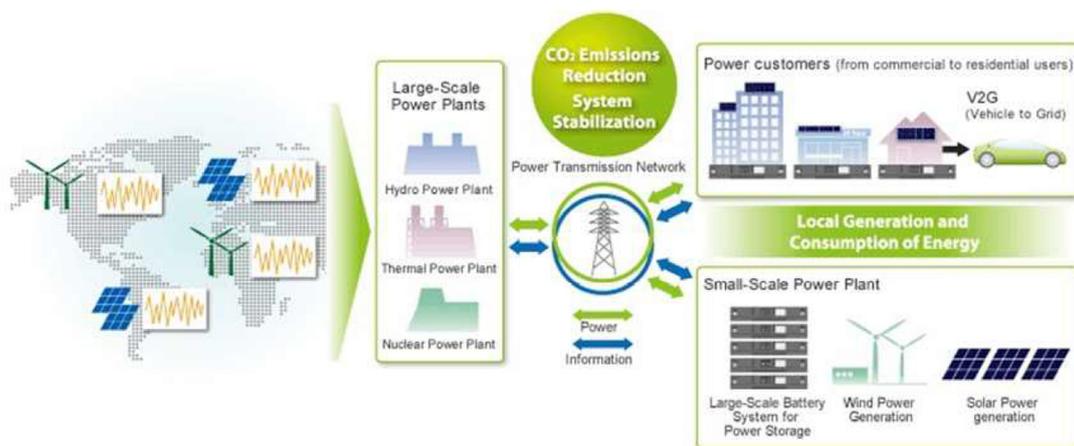


Fig. 1. 파나소닉의 SESS (Smart energy storage system) 개략도

기업으로 중대형 에너지저장장치 및 전력전자, 에너지저장 관리시스템에 집중하고 있다. 최근에는 전력부품 제조 이외에 SI 모델 도입, 컨설팅 및 서비스 사업 확대하고 있으며, 태양광발전용 인버터 사업에서 에너지저장장치용 전력 변환장치로 기술개발을 확대하고 있다. 또한 2014년 BYD와 계통연결형 ESS, 마이크로그리드, 태양광 에너지, 해양 응용시장에서 전략적으로 협력을 추진중이며, 2015년 3월에는 삼성 SDI와 마이크로그리드용 ESS 개발에 협력하기로 MOU를 체결하였다.

리튬이차전지 분야는 국내업체(LG화학, 삼성SDI)가 세계 시장을 선도하고 있다. 독일, 일본 등에서 수요가 높은 리튬 인산철 전지 분야는 중국의 보급율이 높으며, 비리튬계 NaS 전지는 일본 NGK가 기술독점 중이다. 전력변환장치 시장은 특정기업이 시장을 과점하고 있지 않으나 ABB, Parker 등이 대형 ESS 프로젝트용의 높은 기술력을 보유하고 있으며, 국내 PCS 업체의 해외 시장 참여는 저조하다. 가장 부가가치가 큰 분야는 SI로 AES Energy Storage 등 3개 기업이 해외시장을 선도하고 있다.

3.2 스마트그리드의 기술동향 및 전망

전력산업의 근간인 전력계통망은 현재 기술혁신을 겪고

있다. 북미의 전력회사들은 전력계통 운영 및 시설부분에서 전 세계 기술을 받아들이고 있으며 이를 견고히 다지고 있다. 이러한 변화의 핵심은 현재의 전력시스템을 최대한 효율적으로 이용하는데 초점을 맞추고 있다.

전력시스템에서 발생하는 사고의 90% 정도는 시스템의 근간이 되는 배전망에서 발생한다. 따라서 스마트 그리드는 배전망에서 시작하여 상위의 계층으로 나아가야 한다. 또한 화석연료의 급격한 가격 상승은 늘어가는 전력소비를 감당하기 위한 추가 발전소 건설에 부담을 주고 있다. 이에 따라 수요관리 및 수익구조 측면에서 발달된 최신 기술들을 도입하여 배전망을 새롭게 정비할 필요가 있다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 최근 배전망의 측정기에 많은 투자가 있어 왔다. 기존 프로젝트는 배전망의 automated meter reading (AMR)에 중심으로 이루어져 왔다. 이는 전력회사가 사용자의 전력 사용량을 원격으로 읽고 기록하고 현재 상태에 경고를 하는 기능을 담고 있다. 그러나 AMR이 초기에는 매력적이지만 수요관리 측면에서 이점이 없다는 것을 알 수 있다. 전력회사는 AMR을 통해 사용자의 전력사용량을 알 수 있지만 이에 반응하여 어떠한 행동을 취하기는 힘들다. 따라서 양방향으로 정보교환이 이루어져야 하는 스마트그리드에는 맞지가 않는다. 결과적으

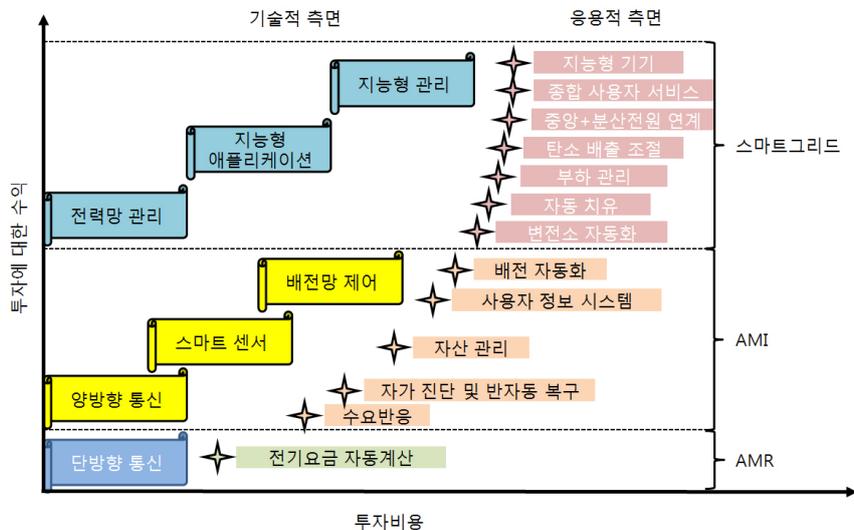


Fig. 2. 스마트그리드의 발달 과정

Table 1. 스마트 그리드 기술 성숙도 및 개발 동향(IEA. 2011년)

기술영역	성숙도	개발동향
광역모니터링 및 제어	개발 중	빠름
정보통신기술 통합	성숙	빠름
재생에너지 및 분산발전 통합	개발 중	빠름
송전망 고도화	성숙	보통
배전망 관리	개발 중	보통
AMI	성숙	빠름
전기자동차 충전 인프라	개발 중	빠름
고객 측 시스템	개발 중	빠름

로 AMR에 대한 관심은 점차 사라지고 Advanced Metering Infrastructure (AMI)가 관심을 받기 시작하였다. AMI는 기기를 통해 양방향 통신을 지원한다. 또한 가격을 이용하여 사용자의 전력사용량을 조절 할 수 있다. AMI를 이용하여 전력회사는 그들의 기본 목적인 수요관리를 통해 이익 창출을 달성 할 수 있다. 또한 전력회사들은 사용자 각각의 정보뿐만 아니라 전체 수요를 관리함으로써 과도한 사용에 어떠한 제재를 가할 수 있도록 다양한 이익 모델에 따른 요금을 부과 할 수도 있다. AMI의 보급은 전력사용자들에게 스마트 그리드의 개념을 편견 없이 확산시켜줄 밑바탕이 될 수 있다. 실제로 많은 전력회사들이 AMI를 보급하기 위해 각 지역별 실정에 맞는 스마트 그리드에 적합한 기술 및 기능에 관심을 가지고 있다.

4. 정책동향 및 전망

4.1 ESS의 정책동향 및 전망

우리나라는 KEPCO 주도로 에너지신산업 성장동력 육성 조치인 <전력분야 10대 프로젝트>로 주파수조정용 ESS를 선정하고 사업 진행 중('16.1)에 있다.

※ 주파수조정용 ESS : 전력계통에서 정격주파수(60 Hz)를 유지하기 위해 전력의 수요와 공급의 균형을 맞추는 수단으로 ESS를 활용(충·방전)

FR용 ESS사업은 '18년까지 총 500MW 규모로 약 6,250 억원의 예산이 소요될 것으로 보인다.

최근에는 비상전원 또는 예비전원 중 축전지 설비에 전기저장장치(ESS)를 포함할 수 있도록 가이드라인을 제정하고 유권해석의 근거 마련('16.2)하였다. 국내 비상(예비)전원 설치규모는 25,096MW('15)로 매년 3천여대씩 신규로 설치하는 추세이며, ESS를 비상(예비)전원으로 활용하는 신시장 창출 기대하고 있다. ESS를 적용한 비상(예비)발전설비 선정시 안전성과 경제성을 고려한 설비 선정 기준과 방법을 제공하여 현장에서 적용토록 조치를 취하고 있다.

ESS 활용 촉진을 위해 피크절감용으로 ESS를 활용할 경우 요금 절감효과를 극대화할 수 있는 전기요금제도 도입('16.3.)하였다. ESS 요금적용 대상은 계절별·시간대별 차등요금을 적용받는 상가, 산업체, 대학교 등 총 16만3천 곳에 달한다. ESS 전용 요금제 도입으로 투자비 회수시간 단축과 투자 촉진 기대 및 ESS 활용 확산으로 3천억원(380 MW) 규모 시장 창출하였다.

※ 평균 최대수요전력 감축량에 대한 기본요금할인 및 충전용 전력량요금 할인

4.2 스마트그리드의 정책동향 및 전망

국내에서는 2012년부터 제주도 전역에 대한 스마트 그

Table 2. FR용 ESS 사업규모 및 계획

구분	2014	2015	2016	2017	합계
설비량(MW)	52	184	140	124	500
예산(억원)	570	1,900	1,890	1,890	6,250

Table 3. 정부의 ESS 산업 지원 정책

구분	정책
1	비상용 발전기로 ESS 활용 허용
2	1MW 이상 대규모 ESS의 전력시장 거래 허용
3	공공기관 대상 ESS 설치 의무화
4	태양광과 연계된 ESS를 대상으로 REC 가중치 부여
5	6천억원 규모 송배전용 ESS 투자

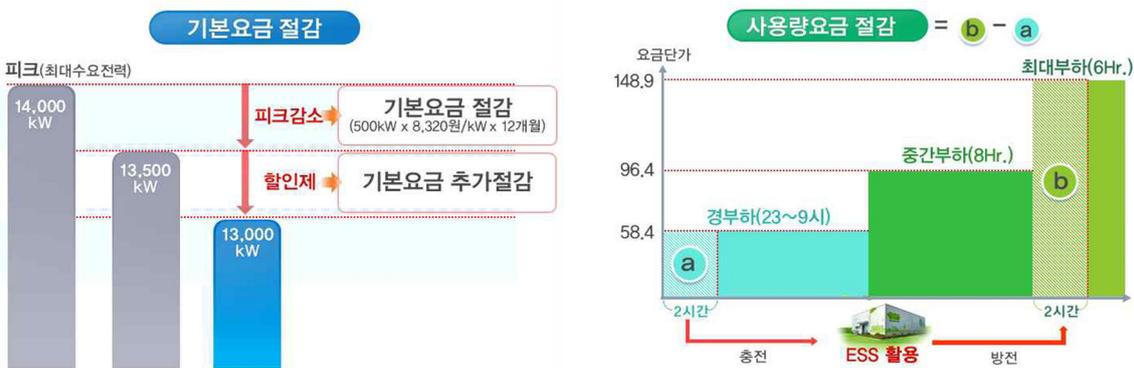


Fig. 3. ESS 전용요금제 활용 시 전기요금 절감 개요도

리드 예비 실증사업을 시작으로 2030년까지 약 27조 5,000억 원을 투입하는 범국가적인 스마트 그리드 시스템 구축 사업을 계획하고 추진 중에 있다. 계주실증사업(2009~2013), 지능형전력망 특별법 제정(2011.5), 지능형전력망 기본계획 수립(2012.6), 2012년부터 주요기기 보급사업 등 지속적인 정책 시행과 기본적인 인프라 확충을 위한 노력을 통해 스마트 그리드의 외형적 기반이 어느 정도 마련된 상태이다. 2015년부터 2018년까지 3년간 스마트 그리드 확산 사업이 본격적으로 시행될 경우 스마트 그리드 시장 성장이 탄력을 받을 것으로 예상되고 있으며, 이에 따라 스마트 그리드 국내시장규모 또한 2012년 10.3억 달러에서 2018년 15.4억 달러로 지속적으로 증가할 전망이다. 또한, 한국 전력공사가 스마트미터기의 보급률을 2018년 50%, 2020년에는 100% 달성할 계획을 수립하고 있어 국내 스마트 그리드 시장의 성장은 가속화될 것으로 예상된다.

현재 스마트 그리드 관련 법령 제·개정, 정책 수립, 제도 연구 등을 통해 관련 산업 육성 및 에너지 이용환경 변화를 도모하는 것을 목표로 연구를 하고 있다.¹⁾ 스마트 그리드 국가 비전 달성을 위한 스마트 그리드 법·제도 기반을 구축하기 위해 '지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률, 시행령, 시행규칙' 제·개정 지원, '신재생에너지법', '전기사업법' 등 스마트 그리드 유관법령 개정 지원, '지능형 전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률' 위임 하위고시등의 제정을 추진하고 있다. 또한 스마트 그리드 산업 육성을 위한 진흥 정책 수립 및 관련 제도 연구 수행을 위해서 지능형수요관리시장 활성화 정책, 에너지신산업 육성을 위한 정책, 소규모 분산전원 활성화 정책 등 스마트 그리드 산업 생태계 조성에 필요한 정책등도 수립하고있다.²⁾ 그리고 스마트 그리드 정보기술 아키텍처 구축, 스마트 그리드 상호운용성 측정을 위한 성숙도 모델 연구, 스마트 그리드 ITA 프레임워크 개발 등을 통한 스마트 그리드 제품·기기·

시스템 연계성 및 안정성등 역시 제고하고 있다.³⁾ 마지막으로 스마트 그리드 데이터 관리체계 및 사업화 모델 연구, 지능형전력망 정보의 제공·공동활용체계 구축 등 신규 비즈니스 모델 창출을 위한 정책연구를 실시하고 있다.⁴⁾ 이러한 정책 추진은 스마트 그리드 산업 활성화 장애요인 해소 및 시장지향적 법제도를 구축하고, 미래수요를 충족하는 정책 서비스 발굴 및 산업 생태계 조성등의 기대효과가 있다.

위의 각 지원 및 정책을 실현하기 위해 스마트 그리드 로드맵을 구축하였다. 스마트 그리드 실행 로드맵은 총 5개의 분야로 나누어져 있다.

4.2.1 Smart Power Grid

지능형 전력망 기술은 기존의 전력망에 정보·통신 기술을 접목하여 전력망의 신뢰도 및 운용 효율을 극대화시킨다. 주요 기술은 '지능형 송전시스템', '지능형 배전시스템', '지능형 전력기기' 및 '지능형 전력통신망' 등이 있다.

4.2.2 Smart Place

양방향 통신 인프라를 접목하여 소비자에게 다양한 서비스를 제공함으로써 에너지 효율을 향상시킨다. 주요 기술은 'AMI기술', 'EMS기술', '양방향 통신 네트워크 기술' 등이 있다.

4.2.3 Smart Transportation

전력망과 전기차가 양방향으로 자유롭게 접속함으로써 새로운 비즈니스를 창출하고, 배터리에 충전된 전력을 비상전력원으로 사용한다. 주요 기술은 부품·소재 기술, 충전 인프라 기술, V2G 기술 등이 있다.

4.2.4 Smart Renewable

신재생에너지 보급에 장애가 되는 요인을 극복하여, 신

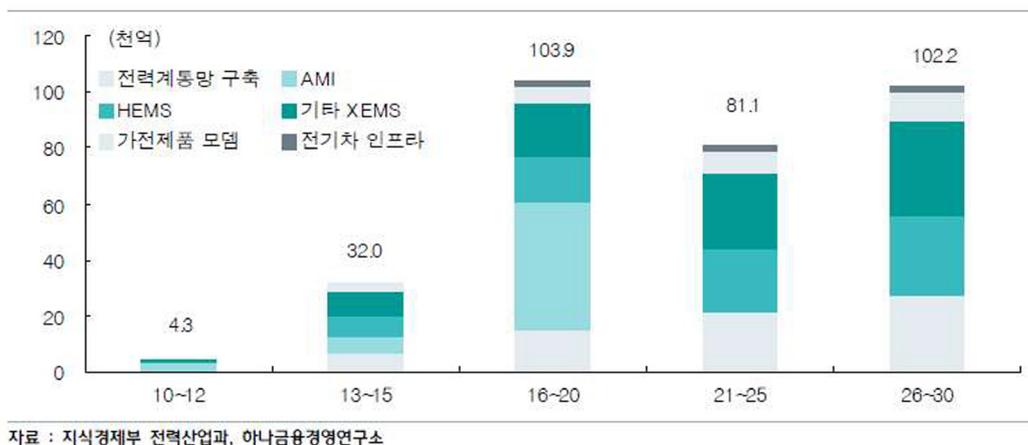


Fig. 4. 국내 스마트 그리드 시장 전망(산업통상자원부 전력사업과)

1) 지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률 제19조제1항 제1호
 2) 산업 진흥정책 연구
 3) 상호운용성 확보
 4) 신규 비즈니스 모델 창출

Table 4. 제주 스마트그리드 5개 사업분야⁶⁾

Smart Power Grid	양방향 전력전송과 고장 시 자동복구가 가능하고, 각종 첨단 가전기기와 통신하면서 전력요소를 제어할 수 있게 됩니다.
Smart Place	실증단지에서는 스마트 계량기를 기반으로 실시간 전기요금정보를 제공하여 전기요금이 비싼 시간대 전력사용을 저렴한 시간대로 변경하여 사용이 가능합니다.
Smart Renewable	풍력과 태양광 발전 등 신·재생에너지를 전력망에 안정적으로 연계하고 남은 전력은 다른 지역으로 전송이 가능합니다.
Smart Transportation	전기자동차가 운행될 수 있도록 전기충전소와 배터리 교환소가 설치되고, 가정에서도 자동차 전지를 충전할 수 있는 설비가 구축됩니다.
Smart Service	맞춤형 에너지 정보, 수요관리, 실시간 요금제 등 국내형 신전력서비스를 개발 및 운영하고 통합운영센터를 구축하여 실증단지 운영상황을 종합 모니터링하여 에너지 정보 취합 및 실시간 정보를 제공하게 됩니다.

재생발전원을 기존의 전력망에 안정적 연계가 가능케 하는 기술이다. 주요 기술은 마이크로그리드, 에너지저장, 전력품질 보상, 전력거래 인프라 기술 등이 있다.

4.2.5 Smart Electricity Service

다양한 전기요금제도를 개발하고 소비자 전력거래 시스템을 구축하여 전력망의 효율을 증대시키는 한편, 수요반응 및 지능형 전력거래 등 다양한 사업을 가능하게 한다. 주요 기술은 지능형 요금제 기술, 지능형 수요반응 기술, 지능형 전력거래 기술 등이 있다.

제주지역의 경우 가파도, 조천읍 변전소, 성산풍력 발전 단지에 시범적으로 소규모로 운용되고 있으며, 2012년 가파도에 신코베전기가 제작한 수명 17년의 1MW급 ESS용 납축전지를 시범용으로 운영 중이며, 태양광발전과 풍력 발전으로부터 발생한 전기를 ESS용 납축전지에 저장하여 섬 전체가 사용하고 있다. 조천읍 변전소의 경우 2013년 7월 8MWh급의 ESS를 설치 운영 중이다. 2015년 10월부터 성산풍력발전단지에 8MWh급의 LIB-ESS가 설치 운영 중이며 2MW급 4기로 구성된다.⁵⁾

5. 결론

신 기후체제에 도입한 현재 전 세계적으로 온실 가스 감축 정책이 진행중에 있다. 이에 발맞추어 신재생 에너지 발전원도 증가하고 있다. 신재생에너지는 매순간 발전 변동성 특징을 가지고 있어서 기존 전력망에 전력을 공급 시 전력공급의 기준치에 부합되지 않아 전력 품질 저하로 이루어 질 수 있으며, 또한 전력 요구 수요량에 맞추어 실시간 발전을 하기 가 힘든 특성을 가지고 있다. 이러한 문제점을 극복하는 방법 중 하나가 바로 ESS 이다.

EES시스템 충·방전 과정에 적절한 논리 노드(Logical Node)를 사용해 모델화가 필요하며 국제표준 IEC 61850-90-9

Ed1.0을 단체표준으로 활용해야한다. EES시스템은 에너지 형태·이용법에 따른 장점 및 단점, 동작의 목적에 따라 분류되므로, EES시스템 충전과정은 그리드 제어가능 부하의 전력소비와 유사하고, 방전과정은 그리드에 전력을 공급하는 발전기와 비슷하다. 따라서, 이런 동작은 적절한 논리 노드를 사용하는 방식으로 모델화해야 한다. IEC 61850-90-9 Ed1.0 제정이 완료될 경우 수정사항을 반영해 국가표준으로 부합화 하는 계획으로 가야 한다.

REFERENCES

- 이정인, 이일우. (2013). 스마트그리드를 위한 에너지저장장치 기술. 정보과학회지, 31(3), 33-42 p.
- 스마트 강판소재 Vol.11 (2014), 스마트 강판소재 사업단, 9-10 p.
- 산업통상자원부, '전기저장장치(ESS) 활용 비상발전 확산 본격 추진' (2016.3).
- KEMRI 전력경제 REVIEW, 2016년 제 12호, 한국경제경영연구원, 29-30 p.
- 양의석, 김아름, 2015년 세계 스마트 그리드 투자 실적 및 향후 전망, 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트 weekly 제 16-15호(2016).
- 2015년도 ICT표준화포럼 최종연구보고서 스마트그리드 표준화 포럼운영(2015), 한국정보통신기술협회, 포럼 사무국 한국스마트그리드협회, 5 p.
- (재)한국스마트그리드사업단(KSGI), SG 법·제도 기반 구축 및 정책연구(<https://www.smartgrid.or.kr/>).
- 김현철, 전력저장장치(ESS) 현황과 시사점, JDI정책이슈브리프 Vol.249 (2015), 제주발전연구원, 9-10 p.
- 이윤성, 정서현, 나용수, 박래혁, 조성래. (2017). 에너지 절감형 장비 통합 관리 제어 네트워크. 한국통신학회논문지, 42(4), 791-797 p.
- 한국스마트그리드사업단(KSGI), 2012 스마트그리드 논단집, 2012.11.
- 정병환, 이정민, 김재한 (2017). 스마트그리드를 위한 대용량 에너지저장시스템. 전기의세계, 66(1), 19-25 p.
- 배상훈 (2017). 스마트그리드협회, 마이크로그리드 표준(안) 의견수렴. Electric Power, 11(3), 108-109 p.

5) 제주 남부발전소 변상순 차장 인터뷰에서 발췌

6) 한국전력공사(KEPCO) (https://home.kepcoco.kr/kepcoco_alio/front/BN/D/A/BNDA001.jsp)