



주요국의 에너지 프로슈머 관련 정책 동향 및 비즈니스 모델 분석¹⁾

김 신 아 LG경제연구원 선임연구원 (sina@lgeri.com)

1. 서론

‘전기를 스스로 생산해서 사용한다’, 불과 몇 년 전까지만 해도 상상도 할 수 없었던 일이었다. 전기는 당연히 전력회사가 공급해주는 것이고, 소비자는 공급받은 전기에 대한 효율적 소비에 대한 고민으로 그 역할이 한정되어 있었다. 즉 전력산업은 공급과 소비 주체가 완벽하게 분리되어 있던 구조였다.

이러한 전력산업의 패러다임은 기술발전과 함께 파리협약 등 정책적 요인이 가미되면서 전환기를 맞이하고 있다. 특히 태양광 발전 시스템을 시작으로 연료전지, ESS(Energy Storage System), 전기차 등 다양한 분산전원의 등장은 소비자를 단순 전기 ‘소비’ 주체에서 ‘생산’도 가능한 ‘에너지 프로슈머’로 변모시키고 있다.

분산전원은 기업간 경쟁이 활발해지고 정부 지원책이 뒷받침되면서, 다른 전원과 가격적으로도 경쟁이 가능해지고 있다. 또한 ESS의 등장으로 전기의 생산뿐 아니라 ‘저장’도 가능해지면서 진정한 의미의 에너지 자급자족이 가능한 에너지 프로슈머가 활성화되고 있다.

최근에는 IT기술, 빅데이터 분석 기술의 접목으로 전력 생산과 소비에 대한 제어가 자유로워지면서 에너지 프로슈머의 범위가 확대되는 추세이다. 즉, 주택 내 분산전원간 연계를 통한 에너지 자급자족 최적화뿐 아니라, 빌딩, 아파트 단지, 지자체 단위의 커뮤니티 전력수급 최적화로 그 범위가 넓어지고 있고 비즈니스 모델도 더욱 다양화되고 있다.

우리나라도 ‘2030 에너지신산업 확산전략’의 4대분야 중 하나로 에너지 프로슈머가 포함되어 있다. 후속 조치로 발표된 ‘전력분야 10대 프로젝트’에도 포함되어 에너지 프로슈머 활성화를 위해 2016년 3월부터 홍천과 수원 2곳에서 에너지프로슈머 실증사업이 진행되고 있다. 하지만 에너지 프로슈머를 위한 전기사업법 개정안이 국회에 계류되면서 사업화도 어려운 상황이다.

본 보고서에서는 해외 주요국의 ‘에너지 프로슈머’ 사업을 둘러싼 관련 정책 동향 및 비즈니스 모델을 중점적으로 분석한다. 이를 통해, 우리나라 에너지 프로슈머 사업 활성화를 위한 방안에 대해 시사점을 도출하고자 한다. 에너지 프로슈머에 대한 개념과 역할 등에 대

1) 본고는 김신아의, “에너지프로슈머 사업 에너지 비즈니스의 새로운 기회,” LG 경제연구원 (2016.5) 의 일부를 활용한 것임.



해서는 ‘에너지 프로슈머 활성화를 위한 제도개선 방안 연구’²⁾를 참고해주시기 바란다.

본고의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 ‘에너지 프로슈머’ 도입이 확대되는 요인에 대해서 살펴보고, 3절에서는 주요국가별 에너지 프로슈머 관련 정책 동향 및 비즈니스 모델을 분석하며, 4절에서는 우리나라에서의 에너지 프로슈머 활성화를 위한 시사점을 도출하고자 한다.

2. 에너지 프로슈머 도입 확대 요인

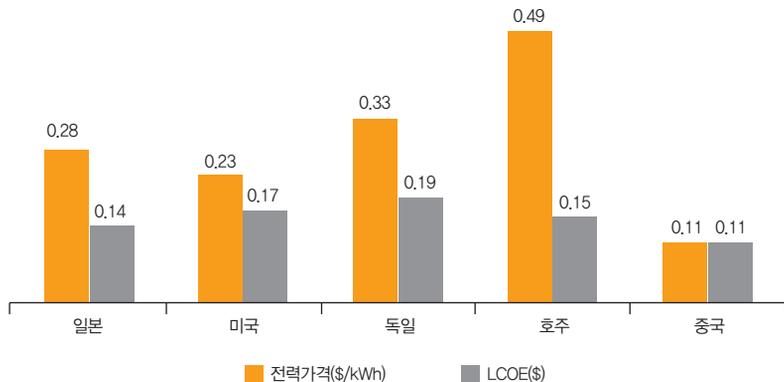
에너지 프로슈머 도입이 확대되는 요인에는 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하지만, 크게 정책적 요인, 가격적 요인, 기술적 요인 3가지로 나눌 수 있다.

첫 번째 정책적 요인은 대규모 신재생 전원으로 인

한 계통 안정성 저하 문제 해소 및 파리협약에 따른 온실가스 배출 감축 목표 달성이 동시에 가능하기 때문이다. 독일, 일본, 미국 등의 선진국들은 신재생 전원 비중 제고를 위해 메가솔라와 같은 대규모 신재생 전원을 앞다투어 도입해 왔다. 대규모 신재생 전원 도입은 이를 유통시키는 송배전망 증설이 필수적이다. 하지만 수익성이 낮은 송배전망 사업에 대한 기업 투자가 지연되면서 송배전망 용량은 늘어나지 않았고, 이로 인해 기존 계통의 부하가 높아지는 계통 안정성 저하 현상이 발생했다. 계통 안정성이 저하되면 블랙아웃과 같은 대규모 정전이 발생할 수 있으므로, 계통운영자는 신재생 전원의 계통 접속 억제나 재급전 등을 실시하게 되는데 이는 계통관리비용 증가로 이어지고 있다.

사실 파리협약으로 요구되는 온실가스 배출의 효율적 감축을 위해서는 메가솔라와 같은 대규모 신재생 전원 도입이 매우 유리하다. 하지만 대규모 신재생 전원

[그림 1] 주요국가의 평균 전력가격과 태양광발전단가(LCOE) 비교



주: 미국은 주 별로 전력가격이 상이하며 0.07 - 0.39\$/kWh의 평균가격 적용
 자료: Deutsche Bank "Solar grid parity in a low oil price era," 2015, 3

2) 이유수 "에너지 프로슈머 활성화를 위한 제도개선 방안 연구," 에너지경제연구원 수시연구보고서 16-11, 2016.11 참조

도입에 따른 사회적 비용 증가를 무시할 수 없는 상황이다. 이에 온실가스 배출 감축을 위한 분산전원 도입 확대와 대규모 신재생 도입에 따른 계통접속문제를 동시에 해결할 수 있는 것이 에너지 프로슈머 인 것이다.

두 번째 가격적 요인은 기업들간의 경쟁 심화, 보조금 등으로 분산전원 도입 비용이 기하급수적으로 하락하면서 소비자의 분산전원에 대한 가격 접근성이 매우 높아지고 있다. 태양광의 경우 기업들간 경쟁이 격화되면서 대량생산/제품효율 향상으로 모듈 가격이 2016년 0.48\$/W에서 2025년 0.22\$/W로 절반 이하로 하락할 전망이다.³⁾ 주택용 ESS 가격도 배터리팩 가격의 하락으로 2016년 1,184\$/kWh에서 2024년 566\$/kWh로 50% 이상 낮아질 것으로 예측되고 있다.⁴⁾ 또한 주택용 태양광, ESS, 연료전지 등에 대한 설치보조금이 정부/지자체 단위로 다양하게 운영되고 있어 분산전원 도입 가격을 한번 더 낮추는 요인으로 작용하고 있다.

이를 통해 대부분의 국가에서는 태양광 발전 단가(LCOE)가 기존 전력회사에서 전기를 구입하는 비용보다 낮아지는 Grid parity가 달성되고 있다. 향후 ESS 가격이 계속 인하될 경우 태양광+ESS 단가가 기존 전기요금보다 낮아지는 battery parity도 달성될 전망이다.

세 번째 기술적 요인은 ICT 기술, 빅데이터 분석 등을 통한 분산전원간 자유로운 연계가 가능해지면서 에너지 프로슈머 도입 유연성이 높아지고 있다. 에너지 프로슈머 도입 초기에는 태양광 발전 시스템만이 유일한 분산전원으로, 태양광 발전전력은 전체 전력소비의 일부를 대체하거나 잉여 전력이 발생하면 전력회사에 판매해 부가수입을 얻는 구조였다. 최근에는 태양광 발

전 시스템 이외에도 연료전지, ESS, 전기차 등 다양한 분산전원 중에 니즈에 따라 선택해 연계함으로써 에너지 자가소비율을 높일 수 있게 되었다.

또한 에너지 프로슈머간 연계로 남는 전기를 서로 직접 주고받는 P2P(Peer to Peer)거래가 가능해지고, 커뮤니티 내 분산전원간 연계와 제어를 통해 커뮤니티 단위의 에너지 수급최적화도 현실화되면서 에너지 프로슈머의 개념도 계속 확장하고 있다.

에너지 프로슈머 관련 비즈니스는 정책적, 가격적, 기술적 요인이 유기적으로 영향을 주면서 스스로 성장하는 선순환 구조를 그리고 있다. 즉, 기업간 경쟁으로 가격경쟁력이 확보되고 정책적 지원이 더해지면서 에너지 프로슈머를 선택하는 소비자가 늘어나고, 에너지 프로슈머에 대한 소비자 수요 증가는 신규 기업들의 시장 진입을 촉진해 새로운 비즈니스 모델이 창출되면서 비즈니스 규모가 커지고 있는 것이다.

3. 주요국의 에너지 프로슈머 관련 정책 동향 및 비즈니스 모델

에너지 프로슈머 관련 지원 정책은 국가별로 다소 차이는 있으나 크게 재무적 지원과 비재무적 지원으로 나눌 수 있다. 재정적 지원은 태양광, 연료전지, ESS 등 분산전원 도입을 촉진시키기 위해 보조금 지급, 세액공제, 실증/시범사업 실시 등의 정부 재원을 활용한 지원책이다. 비재정적 지원은 소규모 분산전원 대상 도매시장 신설, 시간대별 요금제 도입, FIT⁵⁾에서 경매제도로 전환,

3) BNEF, 2Q 2017 Global PV Market Outlook, 2017.5 자료. EPC 등 시스템 전체가격은 2016년 1.14\$/W에서 2025년 0.7\$/W로 하락할 전망이다.

4) BNEF, Global Energy Storage Forecast, 2016.10

5) FIT(Feed in Tariff)는 태양광, 풍력, 지열 등 신재생 전원을 전력회사에 대해 일정기간(10년, 20년)동안 정부가 책정하는 고정가격으로 매입하는 것을 의무화하는 제도



Net metering 제도⁶⁾ 축소/폐지 등 시장원리를 작동시켜 에너지 프로슈머 도입을 촉진시키는 지원책이다.

에너지 프로슈머 관련 비즈니스 모델은 국가별 전원 비중, 전력 소매 자유화 정도, 정부의 분산전원관련 정책에 따라 다양하게 나타나고 있다. 개별 세대 단위로 태양광 발전 시스템에 ESS를 접목시키는 PV+ESS 모델이 가장 활발하게 전개되고 있다. 이러한 개별 세대의 에너지 프로슈머를 연계시키는 P2P 거래 커뮤니티, 커뮤니티 내 분산전원을 연계해 커뮤니티 전체의 에너지 수급 최적화를 제어하는 VPP(Virtual Power Plant)⁷⁾ 모델도 등장하고 있다.

가. 일본

1) 정책 동향

일본은 2011년 동일본 대지진 이후 전력시스템 개혁을 추진, 전력소매시장의 전면 개방과 함께 원전을 대체할 신재생 전원 비중을 확대하기 위해 다양한 지원 정책을 도입했다. 일본 정부의 신재생 지원 정책은 신재생 전원의 빠른 보급확대를 위해 FIT 제도, 주택용 태양광 발전 시스템 설치 보조금 등 재정적 지원책을 중심으로 운영되었다. 그 결과, 신재생 전원 비중은 2010년도 3.5% 대비 2015년도 7.41%로 5년간 2배 이상으로 빠르게 증가했다. 하지만, 태양광으로 편중된 신재생 전원 보급과⁸⁾ 메가솔라 등으로 인한 계통접속문제, FIT 제도 운영에 따른 국민부담 증가 등의 문제점이 발생하고 있다.

〈표 1〉 일본의 FIT 가격 추이

(단위: 엔/kWh)

에너지원	구분	FIT가격								
		'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	
태양광	주택용(10kW미만)	42	38	37	33	31	28	26	24	
	비 주택용(10kW-2MW미만)	40	36	32	29/27	24	21	미정	미정	
풍력	육상	20kW 이상	22	22	22	22	22	21	20	19
		20kW 미만	55	55	55	55	55	55	미정	미정
	해상	-	-	36	36	36	36			
지열	15MW 미만	40	40	40	40	40	40			
	15MW 이상	26	26	26	26	26	26			

주1: 태양광 주택용 가격은 출력억제대응기기 설치 의무가 있는 경우는 '15년 35엔, '16년 33엔, '17년 30엔

주2: '15년 비 주택용 태양광 FIT가격은 6월까지의 29엔, 6월 이후부터는 27엔으로 적용

주3: 2MW 이상 비주택용 태양광은 2017년도부터 입찰제로 이행(2017.10월경에 첫 입찰예정)

자료: 경제산업성 "2017년도 신재생 에너지 FIT 가격 단가 결정," 2017.3월

6) 소비자가 신재생 발전 시스템을 이용해 생산한 전력 중 자가소비 후 남은 잉여전력을 계통망을 통해 전력회사에 판매하는 제도, 전력회사는 재판매 소비자의 총 사용 전력량에서 재판매한 전력량을 상계해서 요금을 청구.

7) 가상발전소라고도 하며 커뮤니티 내 주택/빌딩/공공기관 등에 설치된 PV, ESS, 연료전지, EV 등의 분산전원과 중소규모의 메가솔라, 바이오매스 발전소, 열병합 발전소 등 커뮤니티 내에 있는 중소규모 발전 전원을 모두 연계해 하나의 발전소처럼 운영하고 여기에 전력수요 예측/제어시스템까지 연동해 커뮤니티의 전력수급 최적화를 촉진.

8) 2016.11월 기준 전체 신재생 전원 누적 도입량(가동발전설비 기준, 약 42GW)에서 태양광 발전 누적 도입량(36.5GW)의 비중은 약 87% (경제산업성 '신재생 발전설비 도입 상황 공표자료 참조).



〈표 2〉 경제산업성의 VPP 실증사업 개요 (7개 컨소시엄의 개요)

사업테마	사업자명
간사이 VPP 프로젝트	간사이전력, 후지전기, GS유아사, 스미토모전기, 일본유니시스 등 14개사
Smart resilience VPP 구축사업	도쿄전력, 요코하마시, IBJ 도시바 리스
축열조를 포함한 다양한 에너지 리소스 활용한 VPP 구축	아즈빌딩, 도쿄전력, 미츠미시, 메이지아사다생명, 일본공영
VPP 구축을 통한 리소스 어플리케이션 비즈니스 실증사업	NEC, 글로벌 엔지니어링, Sekisuichemical, 도쿄전력 등 9개사
IoT와 빅데이터를 활용한 선진적 VPP 실증사업	eneres, KDDI, 교세라, 닛산
이키노시마(에서의 신재생 에너지 출력억제 회피 aggregation 실증사업	SB에너지 (소프트뱅크 자회사)
편의점에서의 수요측 VPP 시스템 구축 실증사업	Lawson, 게이오대학 SFC 연구소

주: 밑줄 친 사업자가 해당 프로젝트의 총괄 운영을 맡은 기업
 자료: 일반재단법인 에너지종합공학연구소 “VPP실증사업 관련 공모결과,” 2016.7

이에 일본정부는 신재생 전원 이외 ESS, EV를 활용한 에너지 자가소비, 즉 에너지 프로슈머로 국민을 유도하기 위한 정책으로 정책변화를 꾀하고 있다. 주택용 태양광, ESS 설치 보조금 지급 폐지 등 재정적 지원을 축소하고 태양광 발전의 FIT 가격 인하(〈표1〉 참조), 비화석가치 거래시장 신설⁹⁾, VPP실증사업(〈표2〉 참조), 지방 지자체의 에너지 지산지소(地産地消) 지원 사업 등 간접적 지원책을 통해 에너지 프로슈머 확대를 촉진시키고 있다.

2) 비즈니스 모델

일본은 빈번한 지진 발생으로 ‘안정적 에너지 공급’을 중요시하는 정부 정책과 선택을 변경하지 않는 국민

특성이 더해져, 전력산업의 수직통합 지역독점구조가 유지되어 왔다. 하지만 2011년 동일본 대지진으로 원전 가동이 전면 중지되면서 기존 전력회사들의 ‘안정적’ 전력공급에 대한 신뢰가 무너졌고, 이에 정부는 2013년 ‘전력시스템 개혁방안’을 발표했다. 이를 통해 신재생 전원을 포함한 분산전원 비중을 높이고, 2016년에는 소매시장이 전면 개방되면서 에너지 프로슈머와 관련된 다양한 비즈니스 모델이 나타나고 있다.

또한 일본은 우리나라와 달리 아파트 보다는 단독주택 비중¹⁰⁾이 높아 상대적으로 에너지프로슈머 도입이 유리한 환경이다. 일본의 에너지/전자기기 및 주택 건설 기업들의 높은 기술력을 바탕으로 한 다양한 제품과 기업간 콜라보레이션은 에너지 프로슈머 도입 확대를

9) CO₂를 배출하지 않는 신재생 에너지와 원자력 발전설비를 ‘비화석전원’으로 정의하고, 이들이 발전한 전력의 ‘비화석가치’를 증서로 매매하는 시장으로 2017년도에 개설될 예정.

10) 2013년 일본 총무성 ‘주택 토지 통계조사’에 따르면 총 주택 수에서 단독주택의 비중은 51%



촉진시키고 있다.

일본의 에너지 프로슈머 사업은 주택 내 다양한 분산전원을 연계해 가구별 에너지 자가소비율을 최대한으로 높이는 사업모델과 지방 지자체를 중심으로 VPP 등을 활용한 에너지 지산지소 사업이 확대되고 있는 추세이다.

가) 주택 다양한 분산전원 연계 비즈니스 모델

개별 가구의 에너지 프로슈머 관련 사업은 정부와 지자체의 주택용 태양광 도입 보조금 지급 및 FIT 도입

을 계기로 주택용 태양광이 급속도로 보급되면서 시작되었다. 하지만, 정부의 주택용 태양광 보조금 사업이 2014년 3월에 종료되고, FIT 가격이 지속적으로 하락하면서 주택용 태양광은 폭발적 성장기를 지나 성숙기에 접어들고 있다. 하지만, 주택용 태양광 발전시스템 가격의 지속적 하락과 ZEH¹¹⁾ 관련 간접적 보조금 혜택 등의 영향으로 주택용 태양광은 에너지 프로슈머를 원하는 실수요자를 중심으로 꾸준히 보급될 전망이다. (< 표3> 참조)

주택용 태양광이 성숙기에 접어드는 반면 ESS를 중

<표 3> 본의 주택용 태양광 발전시스템 도입량 예측

구분		2015년도 실적		2020년도			
		건수(천건)	용량(MW)	현재 성장 유지 케이스		도입촉진 케이스	
				건수(천건)	용량(MW)	건수(천건)	용량(MW)
기존주택	10kW 미만	94.1	454	145.4	778	165	884
	10kW 이상	23.3	245	4.6	47	5	51
신축주택	10kW 미만	86.1	407	165.3	1,057	185.2	1,281
	10kW 이상	9.2	98	4.7	48	4.2	49
합계		212.7	1,204	320	1,930	360	2,265

주: 도입 촉진 케이스는 ZEH 등으로 주택용 태양광 발전시스템 도입이 증가할 경우의 예측
자료: 자원종합시스템 “주택용 태양광 발전시스템 시장의 현황과 예측,” 2016.10월

심으로 한 다른 분산전원의 보급은 활발해질 것으로 보인다. 특히 ESS는 ‘2019년 문제’를 계기로 주택용 태양광 설치 소비자들의 ESS에 대한 수요가 폭발적으로 증가할 전망이다. 2019년 문제는, 전력회사와 FIT가격으

로의 전력판매 계약을 맺은 주택용 태양광 설치 고객들의 상당수(40만호)가 2019년도에 FIT 매매기간(10년)이 만료되는 것을 뜻한다.¹²⁾ 이러한 소비자들은 FIT가격으로 태양광 발전 전력 판매가 불가능하므로, 상당수

11) Zero Energy House : 주택의 고단열, 고효율설비로 쾌적한 실내환경과 큰 폭의 에너지 절감을 동시에 실현하고, 태양광, ESS 등의 분산전원을 도입해 에너지를 생산하고 저장함으로써 연간 소비하는 에너지소비량이 '0'이 되는 주택
12) 2020년 이후에는 매년 15~30만호 정도가 FIT 매매기간이 만료될 전망

는 에너지를 자가 소비하는 에너지 프로슈머로 전환할 전망이며 이는 ESS 수요 증가로 이어질 것이다. 또한 태양광 발전 시스템의 PCS¹³⁾는 수명이 10~15년 정도로 FIT 구입기간 만료에 맞춰 하이브리드 PCS로 교체해 ESS를 도입을 더욱 촉진시킬 것으로 보인다. 실제로 주택용/업무용 ESS 판매대수는 2016년도 3.69만대에서 2020년 19.67만대로 6배 이상, 2024년에는 41.95만대로 약 11.4배 증가될 전망이다. 시장규모는 2016년 653억엔에서 2020년 1,698억엔, 2024년 3,684억엔으로 약 6배 성장할 것으로 예측되고 있다.¹⁴⁾

ESS의 폭발적인 수요 증가가 예상되는 가운데 기업들은 ESS와 태양광, EV, 연료전지 등 다양한 분산전원을 연계하는 비즈니스 모델을 제시하고 있다. 주택/전자/가스등 다양한 업종의 기업들이 파트너 십, 제품 공동 개발 등으로 협력체계를 구축해 에너지 프로슈머 사업을 전개하고 있다.

주택 건설 업체인 Sekisui House는 ZEH, ZEB 수율을 겨냥해 다양한 비즈니스를 전개하고 있다. 우선 기존 태양광 설치 주택을 대상으로 EV/PHEV 연계하는 V2H¹⁵⁾ 리모델링 사업을 전개하고 있다. 기존태양광 주택에 EV/PHEV용 PCS를 탑재함으로써 태양광과 EV/PHEV를 연계해 EV를 ESS로 활용하는 것이다. 이를 통해 EV/PHEV에 낮 시간 동안 생산한 태양광 발전전력을 저장했다가 저녁 시간에 저장한 전력을 사용하거나, 정전 시 비상전력으로도 사용 가능하다.

한편 신축 주택은 태양광, ESS, EV, HEMS, 고효율 급탕기를 연계해 100% 에너지 자급자족이 가능

한 ZEH 주택(100% Edition)을 선보이고 있다([그림 2] 참조). Kyocera와 공동으로 개발한 주택용 대용량 ESS(12kWh)는 EV와도 연계가 가능해 태양광 + ESS보다 대용량의 전력 확보가 가능해진다. 따라서 낮 시간에는 태양광 발전으로, 밤시간에는 ESS와 EV에 저장한 전력을 사용함으로써 전력회사로부터 전력 구매가 필요 없는 궁극의 ZEH가 달성된다.

또한 이러한 에너지 프로슈머 주택을 대상으로 VPP 실증사업도 진행하고 있다. Sekisui house에서 츠크바시에 분양한 주택 20채를 그룹화해서 PV, ESS를 Sekisui house가 개발한 TEMS¹⁶⁾로 통합/제어하는 VPP를 구축하는 것이다. 해당 실증사업을 통해 커뮤니티 전체의 에너지수급을 최적화하기 위한 주택 별 태양광과 ESS의 효율적 이용방법을 분석한다.

나) 지방 지자체의 에너지 지산지소 사업 모델

지방 지자체들은 에너지 비용 절감 및 에너지 자립, 지방 경제의 활성화를 위해 커뮤니티 단위의 에너지 프로슈머 사업을 활발히 진행하고 있다. 이러한 움직임에 정부도 에너지 지산지소 보조금 사업, VPP 실증사업 등을 통해 지방 지자체들을 지원하고 있다. 지자체들의 에너지 지산지소 사업모델은 도심지역 지자체와 외곽 지역 지자체가 분산 전원을 거래하는 커뮤니티간 매매도 시작되고 있어 진화가 계속되고 있다. 이러한 에너지 지산지소 모델의 시장규모는 전력소매사업자의 매출액 기준으로 2016년 135억엔에서 2020년 530억엔

13) Power Conditioner System : 태양광, 연료전지 등에서 생산한 발전전력(직류)을 주택에서 이용가능 하도록 교류로 변환해주는 기기로 인버터의 일종

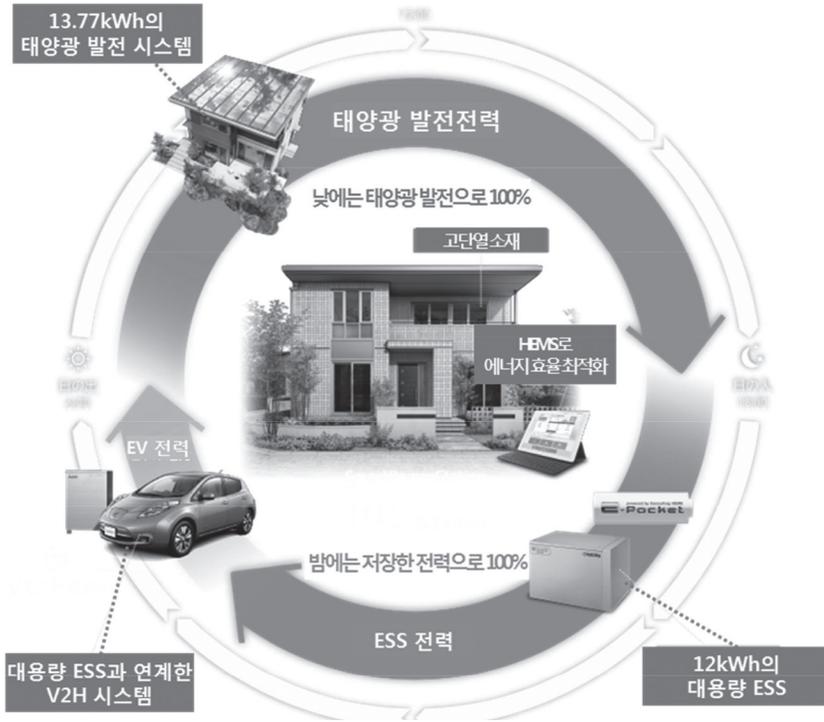
14) seed planning “일본 국내 정치용(定置用) 축전시스템 시장동향 조사”

15) Vehicle to Home : EV/PHEV 등의 자동차 배터리에 전기를 저장했다가 주택에서 사용하는 것

16) Town Energy Management System : 커뮤니티 단위의 에너지 수급이 최적화되도록 커뮤니티 전체의 분산전원을 연계/통합해 제어하는 시스템



[그림 2] Sekisui house의 ZEH 주택의 개념



자료: Sekisui House "Smart PowerStation 100% Edition" 인용

으로 4배 이상 성장할 전망이다.¹⁷⁾

시즈오카시는 2017년 4월부터 VPP 구축을 통한 에너지 자산지소 사업을 시작했다([그림3] 참조). 지자체가 소유하는 바이오매스 발전소 2곳(총 22.4MW)과 도매시장에서 전원을 조달하고, 학교 80곳에 ESS(800kW)를 설치해 VPP를 구축한다. 바이오매스 전원은 우선적으로 지자체 공공시설에 공급하게 되는데 연간 50MW 정도로 7년간 총 8억8천만엔의 전력구입비 절감이 가능하다. 또한 VPP 구축을 통해 최대 80세대가 사용 가능한

전력확보가 가능하고 비상전원으로 활용할 수 있으며, 약 14억엔의 경제효과가 예측되고 있다.

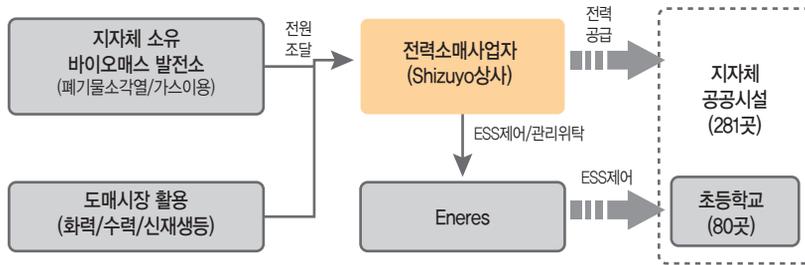
나. 미국

1) 정책 동향

미국의 신재생 정책은 오바마 정부의 경제활성화와 신재생 전원 비중 증가를 위한 태양광 산업 육성 정책에 집중되어 왔다. 특히 투자세액공제(ITC,

17) 야노경제연구소 "2016 자산지소 전력사업의 실태와 전략분석"

[그림 3] 시즈오카시의 ESS를 활용한 VPP 사업



주: Eneres는 2004년에 설립된 일본 전력서비스 기업으로 발전부터 소매사업까지 다양한 사업을 전개(2016년 KDDI의 30% 자본투자로 현재는 KDDI 관계사로 분류)

자료: Smart Japan “年間1億円以上の電力コスト削減、補助金に頼らないエネルギー地産地消が静岡市で,” 2017.5 를 참고로 저자 작성

Investment Tax Credit)를 통해 주택용 태양광 보급이 비약적으로 확대되었다. ITC는 2006년에 발효된 것으로 주택용/상업용 시설의 태양광 발전시스템에 대해 30%의 세액공제를 해주는 것이다. ITC 시행으로 연간 신규 태양광 발전 시스템 도입량이 16배 이상 성장한 것으로 나타났다. ITC는 2015년 종료 예정이었으나, 2015년 12월에 ‘통합세출법안’¹⁸⁾개정을 통해 태양광 및 PTC¹⁹⁾대상 기술에 대해서는 ITC 적용기간이 2022년까지 연장되었다(〈표4〉 참조). 이에 따라 주택용 태양광 발전 시스템 신규도입량은 2017년에는 다소 정체될 것으로 보이나 2020년에는 3.9GW, 2025년에는 4.8GW가 도입될 전망이다(〈그림4〉 참조). 또한 주택용 태양광 발전시스템 도입 비용의 하락도 보급 확대에 기여하고 있다. 주택용 태양광 capex는 2010년 4.09\$/W에서 2015년 1.84\$/W로 약 62%로 하락하며 보급확대를 견

인하고 있다.²⁰⁾

트럼프 대통령 취임으로 신재생 및 분산전원 보급 확대 정책은 다소 변경될 가능성이 있으나, 태양광 보급 확대 움직임에는 크게 영향을 미치지 못할 것으로 보인다. 공약으로 내세웠던 ‘미국 우선 에너지계획(America First Energy Plan)’으로 신재생 및 분산전원 산업이 다소 위축될 것으로 보이나, 신재생 에너지 산업의 일자리 창출 효과로 화석연료 우선 정책기조는 현실화되기 어려운 상황이다. 2017년 1월에 발표한 긴급 투자 50대 프로젝트²¹⁾에서도 화석에너지관련프로젝트는 1개인 반면 풍력/수력발전소 건설, ESS, 송전망 건설 등 분산전원 관련 프로젝트가 대부분이다.²²⁾ 6월 1일 트럼프 대통령은 미국에 불이익을 가져다 준다는 이유로 파리후변화협정 탈퇴를 공식 발표했으나 탈퇴까지 3년 가량 소요될 것으로 보여 임기 내 탈퇴가 마무리될지는

18) Consolidated Appropriations Act, 2016, H.R 2029

19) Production Tax Credit: 신재생 에너지 시설 보급을 위한 재정 인센티브 지원

20) BNEF “Sustainable Energy in America 2016 Factbook”

21) Emergency & National Security Projects

22) Forbes “Green Energy Features Big Among Trump’s Top 50 Infrastructure Projects,” 2017.1.27



〈표 4〉 연장된 ITC 의 자원별/연도별 공제비중

구분	2016.12	2017.12	2018.12	2019.12	2020.12	2021.12	2022.12	이후
태양광	30%				26%	22%	10%	10%
지열	10%							
대규모 풍력	30%	24%	18%	12%	-	-	-	-

자료: ENERGY.GOV 홈페이지 'Business Energy Investment Tax Credit(ITC)

지켜봐야 할 상황이다.

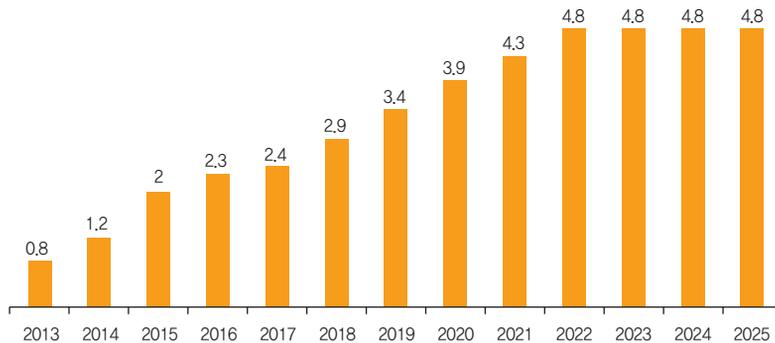
주(州)정부들은 주에 따라 상이하나 최근에는 비재정적 지원을 통해 주택용 태양광 소비자들이 ESS 설치를 통해 에너지 프로슈머로 전환하도록 유도하는 움직임이 나타나고 있다. Net Metering 제도²³⁾ 축소/폐지 (하와이주, 캘리포니아주), demand charge 요금

제²⁴⁾ 도입(아리조나주), Customer Self-supply(CSS) program²⁵⁾(하와이주) 도입 등이 그것이다.

2) 비즈니스 모델

미국은 보급이 확대되고 있는 주택용 태양광을 기

[그림 4] 미국의 주택용 태양광 발전 시스템 신규도입량 추이(GW)



자료: BNEF "H2 2016 US PV Market Outlook," 2016.12

23) 태양광 발전전력에서 소비자가 사용하고 남은 잉여전력을 전력회사가 소매전력요급단가로 매입하는 제도로, FIT 제도와 유사하게 주택용 태양광 설치 가구에 태양광 발전전력 판매를 통한 부수입을 창출해주는 효과가 있음. Net metering 제도 폐지/축소를 실시하게 되면, 잉여전력을 판매할 수 없게 된 태양광 설치 가구들이 자가소비를 높이기 위한 ESS 도입을 촉진시키는 유인으로 작용함.

24) 아리조나주에서는 태양광 발전량이 감소하는 17-19시의 시간대에서 전력수요가 급격히 증가하는 것을 억제하기 위해 해당 시간대에 전력사용량이 일정수준이 넘어가면 demand charge 부과

25) 전력회사에 잉여전력을 판매는 원칙적으로 불가능. 단 해당 프로그램에 참여할 경우 태양광 발전의 분산전원의 계통연계를 우선적으로 허용하여 태양광 발전 시스템 고장, ESS 저장 전력 부족 시 계통으로부터 전력 보충이 가능.

반으로 전기요금이 높은 주를 중심으로 '태양광 + ESS' 모델의 에너지 프로슈머 사업이 확대되고 있다. 주로 전력회사가 태양광사업자 및 ESS 사업자와 파트너십 체결 등 협력관계 구축을 통해 '태양광 + ESS' 사업을 진행하고 있다. 한편 스타트업 기업인 LO3는 뉴욕 브루클린 지역에서 블록체인을 활용한 커뮤니티 단위의 에너지 프로슈머 사업을 시범적으로 운영하고 있다.

가) Green Mountain Power+Tesla: 주택용 ESS 서비스 사업²⁶⁾

버몬트주의 최대 전력회사인 Green Mountain Power(GMP)는 미국 전력회사로서 최초로 주택용 ESS를 2016년 5월부터 판매/리스해 왔다.²⁷⁾ ESS판매 사업을 본격화하기 위해 2017년 5월 Tesla와 파트너십을 체결하고, ESS 공급 계약을 체결했다.

해당 계약을 통해 Tesla는 GMP 전력시설에는 Powerpack을 설치하고 최대 2천세대의 개별 고객에게는 Powerwall을 제공한다. 개별 고객은 이용료로 월 15달러 또는 1,500달러를 일시불로 납부하면 10년간 이용 가능하다. 서비스 이용 기간이 종료되면 Tesla가 Powerwall을 회수한다. GMP는 해당 서비스를 통해 10MW의 피크 수요 감소(7,500가구의 전력 수요가 감소하는 것과 동일한 효과)가 나타날 것으로 기대되고 있다.

Tesla가 해당서비스 이용 가격을 기존의 GMP를 통

한 ESS 판매가보다 낮게 책정한 이유는 VPP 사업 기반을 확보하기 위한 것으로 해석되고 있다. 해당 사업을 통해 약 12.8MW 규모의 ESS가 공급될 전망으로, 공급된 ESS를 통합/연계한다면 Powerwall을 이용하는 고객만으로 구성된 VPP 커뮤니티 구축이 가능하기 때문이다.

나) LO3 'Brooklyn Microgrid': 블록체인을 활용한 P2P 사업²⁸⁾

Brooklyn Microgrid(BMG)는 스타트업 기업인 LO3 energy가 브루클린 지역 2가구를 대상으로 블록체인²⁹⁾을 활용한 태양광발전전력의 P2P 거래 시스템을 테스트하는 것으로 시작되었다. 현재는 50여 가구로 참여 세대가 늘어났으며, 2016.11월에는 Siemens와 협업 체제를 구축하여 마이크로그리드 사업으로 확대하고 있다.³⁰⁾ 해당 사업은 태양광 발전 시스템을 설치한 가구와 인근 주민으로 커뮤니티를 조성해 커뮤니티 멤버간에 자유롭게 태양광 발전전력을 사고 팔 수 있도록 블록체인을 활용한 플랫폼 'Transactive Grid'³¹⁾을 제공한다.

거래는 다음과 같은 방식으로 이루어진다. 태양광 발전 시스템을 설치한 커뮤니티 멤버에게 잉여 전력이 발생하면 각 주택에 설치된 스마트 미터기가 이를 감지한다. 잉여 전력량에 따라 TransActive Grid에서 거래가 가능한 energy credit이라는 토큰(token)이 생성 되는데, 이 토큰으로 플랫폼 상에서 전력 P2P 거래

26) Energy Storage "Tesla launches first aggregated virtual power plant in Us," 2017.5, CNBC "Tesla does deal with Vermont utility to reduce electricity bills with Tesla batteries," 2017.5 참조

27) ESS 용량은 7kWh, 배터리는 Tesla, PCS는 Solar edge 제품을 채용했다. ESS 가격은 6,500달러이며, 리스할 경우 월 임대료는 37.5달러

28) Power-technology.com "The Brooklyn micro grid: block chain-enabled community power," 2017.4, New York times "Solar Experiment Lets Neighbors Trade Energy Among Themselves," 2017.3 참조

29) 비트코인 등 가상통화의 거래내역이 모두 기록되는 공개장부. 모든 참여자가 거래정보가 서로에게 공개되고 이력이 남기 때문에 기록된 정보가 위변조될 위험이 없음.

30) Siemens, Siemens and US startup LO3 energy collaborate on blockchain microgrids, 2016.11

31) LO3 energy가 블록체인관련 기술을 개발하는 Consensys와 함께 개발한 블록체인 기술을 활용한 전력공유 시스템 플랫폼.



가 이루어진다. 즉, 전력을 구매 가구가 토큰을 구입 하면 전력 판매 가구에 판매가격이 정산되어 전달되고, 전력 구매가구가 전력을 사용하면 토큰이 자동적으로 소멸된다. 해당 플랫폼은 블록체인을 활용한 시스템이기 때문에, 거래 중개자가 필요 없어 거래 비용이 절감되고, 커뮤니티 멤버간 전력 생산량과 소비량 및 거래내역이 모두 기록되어 공개 관리 되어 투명성이 유지된다.

다. 독일

1) 정책 동향

독일은 신재생 에너지 확대와 탈 원자력을 목표로 국가 전체의 에너지 공급구조를 근본적으로 전환하는 'Energiewende' 정책을 2010년부터 추진하고 있다. 여기에 2011년 동일본 대지진을 계기로 탈 원전과 신재생 에너지 도입 확대를 더욱 강력하게 추진하고 있다. 정부는 2022년까지 원전 가동의 전면 중지를 목표로 원전 가동을 단계적으로 중지시키고 있다.³²⁾ 또한 원전을 대체할 전원으로 신재생 전원 비중을 늘리기 위해 신재생 전원 비중 목표를 2025년까지 40-45%로 상향 조정했으며³³⁾, 송배전망 확충 계획 및 FIT 제도와 다양한 보조금 제도도 지속적으로 운영하고 있다. 그 결과 신재생 전원 비중은 2011년 20.1%에서 2016년 29.5%까지 증가했다. 독일 국민들의 높은 환경의식도 정부

의 신재생 에너지 확대 정책에 힘을 실어주고 있다. BDEW³⁴⁾가 실시하는 '연간 에너지 여론조사'에 따르면, 2015년 결과 89%가 에너지 전환을 '중요/매우 중요'라고 답했다.³⁵⁾

신재생 전원비중 증가는 한편으로 계통안정성 저하 문제와 전기요금의 급등을 야기시켰다. 신재생 전원의 대부분은 FIT 가격으로의 판매수익을 목적으로 도입되었기 때문에, 계통망 접속을 필요로 했다. 하지만 신재생 도입 확대에 비해 계통망 확충에 대한 투자가 늦어지면서, 신재생 전원이 계통망에 동시 접속 시 계통망 부하 상승으로 인한 계통 안정성 저하 문제가 발생하기 시작했다. 이러한 계통 안정성 저하 현상을 방지하기 위해 계통망 운영자들은 신재생 전원 접속 억제나 재급전 등을 실시하게 되는데, 이는 계통관리비용의 상승으로 이어진다. 실제로 독일에서 신재생 전원의 접속 억제 및 재급전에 소요된 비용이 2015년에 5억유로에 달하는 것으로 나타났다.

또한 신재생 전원 증가로 전력회사가 부담하는 신재생 전원 비용을 소비자에게 전가하는 EEG 부담금도 함께 증가하면서 전기요금 폭등으로 이어지고 있다. 실제로 주택용 고객의 전기요금은 2011년 25.2 ct/kWh에서 2017년에 29.2ct/kWh으로 약 16% 증가하고, 전기요금에서의 EEG 부과금 비중도 2011년 22%에서 2017년 33%로 높아질 전망이다([그림5] 참조).

이러한 문제점을 해소하고자 정부의 FIT에서 경매제도로의 변경 및 주택용 태양광과 연계해 설치하는 ESS

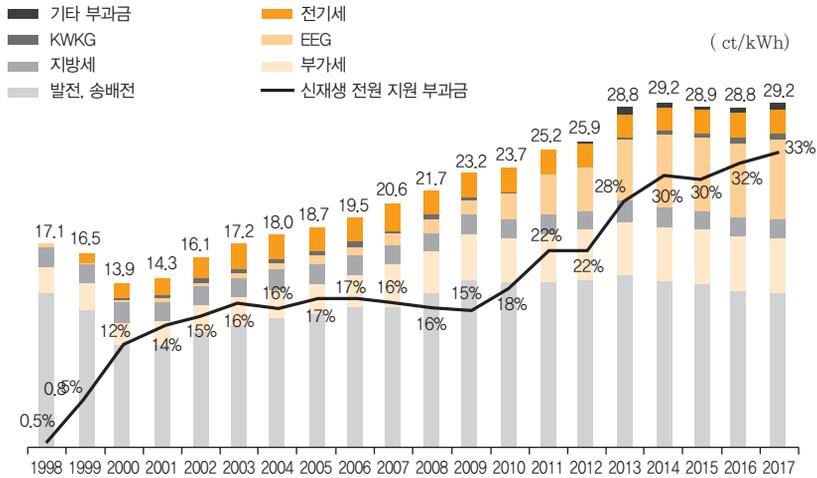
32) 총 17개의 원전 중 2011년에 8기 (30년 이상 가동한 원전 7기와 점검중인 1기), 2015년에 1기의 원전을 가동 중지시켰다.

33) 2016년 EEG법(신재생 에너지법) 개정으로 EEG 2017가 발효, EEG2017에서는 신재생 전원비중 목표를 2025년 40-45%, 2035년까지 55-60%, 2050년까지 최저 80% 달성을 목표로 설정하고 있음(기존 목표는 EEG2012에서 2025년까지 신재생 전원 비중 35%를 목표로 설정했었음)

34) 독일 에너지 수도사업 연맹, 2007년에 설립, 독일 전력, 지역 열병합, 천연가스, 수돗물 공급, 하수처리 등에 관련된 1800사 이상의 기업을 회원으로 하는 이익단체

35) Agora "The energy transition in the power sector: state of affairs 2015," 2016, 1

[그림 5] 독일의 주택용 전기요금 추이



주: 2017년 수치는 예측치
 자료: BDEW, "BDEW-Strompreisanalyse Februar 2017," 2017.2

에 대해 보조금을 지급(KfW 275)³⁶⁾하는 등 에너지 프로슈머로의 전환을 정책적으로 유도하고 있다.

2) 비즈니스 모델

신재생 전원 확대에 의해 폭등한 전기요금이 독일 소비자를 자발적으로 에너지 프로슈머로 전환시키는 가격적 유인으로 작용하고 있다. 전기요금의 폭등으로 태양광 전력을 전력회사에 FIT 가격으로 판매하는 것보다 자가 소비함으로써 절약되는 전기요금의 이익이 더 커지는 태양광 Grid parity가 달성되었기 때문이다.

또한 ESS 가격이 최근 3년간 40% 가까이 하락하고 있는 것도 '태양광 + ESS' 모델의 에너지 프로슈머 도입을 촉진하고 있다. 실제로 독일에서는 2016년에 약 2만대의 ESS가 신규 도입되었으며, 대부분이 태양광을 설치한 소비자들이 자가소비를 위해 도입한 것으로 나타났다. 태양광 + ESS모델을 위한 ESS는 2018년까지 10만대 이상 보급될 것으로 예상되고 있다.³⁷⁾

이러한 태양광 + ESS 모델의 성장성에 주목한 지역 기반을 가진 지역밀착형 에너지기업(Stadtwerke)³⁸⁾과 전력관련 소프트웨어 기술을 기반 기업들은 '태양광 + ESS'를 비즈니스 모델로 에너지 프로슈머 사업을 본격

36) 30kW 이하 태양광 발전 시스템을 설치한 고객이 ESS를 도입할 경우 설치비용의 일부를 보조금을 지급하고 나머지는 저리대출 지원(보조금 규모는 '16년 25%에서 '18년 10%까지 축소예정)

37) PV magazine 2017.3.13 기사, German solar energy association Bundesverband Solarwirtschaft (BSW-Solar)가 언급한 내용을 바탕으로 한 기사 내용

38) 지역별로 전력, 가스, 수도, 교통 등 민간공급이 어려운 인프라 서비스를 통합 제공하는 지역밀착형 에너지기업. 출자비용, 사업영역에 따라 다양한 형태가 있지만 대부분 지자체가 주주로 참여하며 독일 전체에 900여개사가 있다. 현재 독일 전력소매시장의 20%의 시장을 점유하고 있다.



적으로 전개하고 있다.

가) BEEGY : 태양광 + ESS 사업 및 P2P 커뮤니티 서비스³⁹⁾

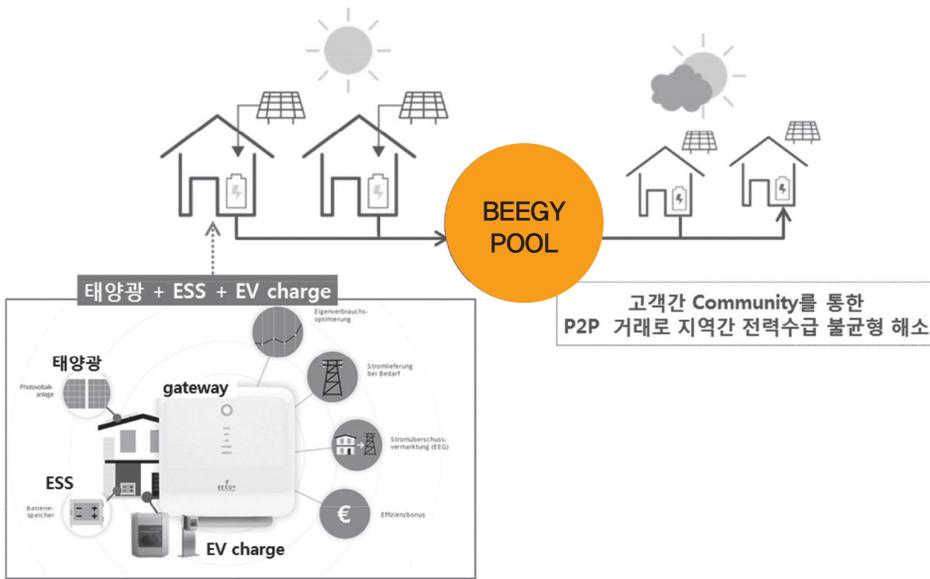
지역밀착형 에너지기업인 MVV enerige는 태양광과 ESS를 패키지로 제공하는 한편, 도입 고객간 거래 가능한 P2P 커뮤니티 서비스를 제공해 자사만의 고객 네트워크를 형성하고 있다. MVV energie는 만하임 지역을 기반으로 하고 있는 지역밀착형 에너지기업으로, 대주주로 참여하고 있는 BEEGY를 통해 ‘에너지 프로슈머’ 사업을 전개하고 있다.

BEEGY는 자사 gateway를 기반으로 태양광, ESS,

EV charge를 연계한 솔루션을 패키지로 제공하고 있다. BEEGY는 분산전원을 연계/제어하는 gateway만을 자사 제작하며, 태양광, ESS, EV charge는 외부 기업으로부터 조달한다. 소비자는 해당 솔루션을 이용할 경우 전기요금과 서비스 이용요금이 포함된 고정요금을 납부한다. BEEGY는 해당 솔루션을 이용하는 고객을 대상으로 전기요금 50% 절감을 보증하고 있으며, 전기요금 절감 폭이 50% 미만일 경우에는 차액을 지급하고 있다.

또한 자사 서비스를 이용하는 고객을 대상으로 고객들이 직접 전기를 사고 팔 수 있는 Community ‘BEEGY Pool’을 조성해서 제공하고 있다. 각 세대에서

[그림 6] BEEGY의 비즈니스 모델



자료 : BEEGY 홈페이지를 참고로 저자 작성

39) 김신아 외, 에너지프로슈머 사업 에너지 비즈니스의 새로운 기회, LG 경제연구원 2016.5 참조

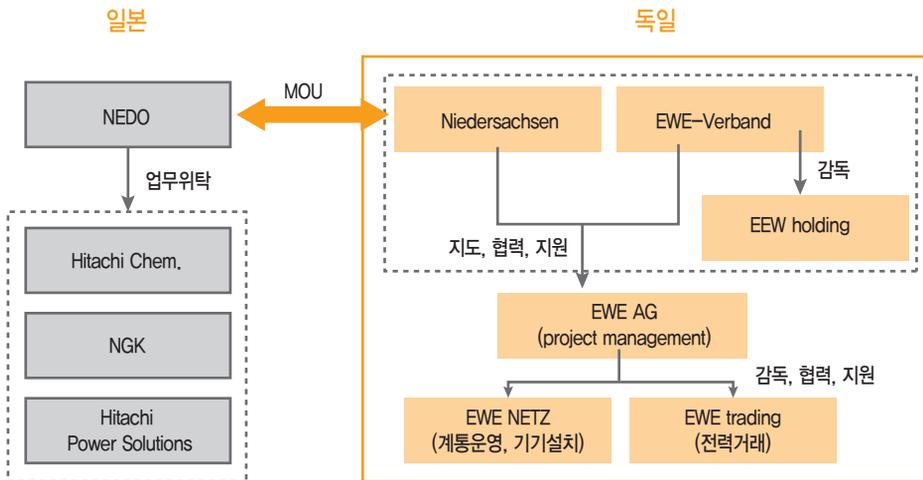
는 태양광 발전전력 중 ESS에 저장하고도 남은 전력을 BEEGY가 제공하는 외부 ESS에 저장하고, 전기가 부족한 세대가 구입을 원할 경우 외부 ESS에 저장한 전력을 공급한다. P2P 거래서비스를 통해 지역간 전력수급 불균형을 해소하고, 고객이탈도 방지할 수 있다([그림 6] 참조).

나) 일본 NEDO : 독일에서의 풍력발전 + ESS 실증사업

독일은 풍량이 풍부한 북해와 인접한 북서부에 풍력발전소가 집중되어 있는데 최대의 집중지

역이 Niedersachsen 주이다. 일본 NEDO⁴⁰⁾에서는 Niedersachsen 주와 협정을 체결하고 일본의 ESS 시스템을 사용한 전력 수급 안정화 실증사업을 실시할 계획이다. 실증사업은 NEDO가 위탁한 3사(Hitachi Chemical, Hitachi Power Solution, NGK)가 각각 리튬이온전지 ESS, GCS⁴¹⁾, NaS전지 ESS를 현지의 풍력 및 태양광 발전 시스템과 연계한다. 리튬이온 ESS가 풍력/태양광 발전 시스템으로 인한 급격한 출력변동을 충방전을 통해 제어하고, 장기 전력 수급 균형은 NaS 전지 ESS가 제어한다.

[그림 7] NEDO- Niedersachsen 주 ESS 실증사업 개요



주: EWE-Verband는 Niedersachsen 주의 전력공급을 담당하는 관리조합

자료: Smart Japan, “再生可能エネルギー80%へ向かうドイツ、日本の蓄電池で電力を安定供給,” 2017.3를 참고로 저자 작성

40) 신에너지 산업기술 종합개발 기구

41) Grid Control System : 전력을 안정화 시키는 제어 시스템



4. 시사점

본 보고서에서는 일본, 미국, 독일의 에너지 프로슈머 관련 정책동향 및 비즈니스 모델을 살펴보았다. 국가별로 에너지 프로슈머 도입이 확대되는 정책적 배경이나 비즈니스 모델은 다소 차이가 있지만, 그 움직임에서는 공통점을 찾을 수 있었다.

정책적 측면에서는 FIT/보조금을 통한 재정적 지원책을 통해 분산 전원 보급의 빠른 확대를 촉진하고, 보급이 활발하게 이루어진 후에는 비재정적 지원으로 ESS를 주축으로 다양한 분산전원을 도입을 촉진해 상호 연계해 사용함으로써 소비자 스스로가 에너지 프로슈머로 전환하게끔 유도하고 있다.

한편 기업들의 비즈니스 모델은 태양광, ESS, 연료전지 등의 분산전원 제품을 제조/판매하는 기업들을 중심으로 하드웨어 판매사업이 주류를 이루었다. 하지만 최근에는 EMS⁴²⁾ 등 분산전원 제어/연계 기술을 보유한 소프트웨어 기업들이 타기업들의 분산전원 제품(하드웨어)에 자신들의 기술(소프트웨어)을 접목해 제공하기 시작했다. 또한 고객간 직접 거래가 가능한 P2P community 구축 및 VPP 사업 등 에너지 프로슈머 고객 기반 구축을 위해 사업 범위를 확장하는 모습도 보이고 있다. 여기에 블록체인 등 타분야의 최신 기술을 접목한 비즈니스 모델을 제시하는 벤처기업들의 시장 진입도 활발하게 이루어지고 있어 향후 에너지 프로슈머 사업은 다양한 방향으로 진화하고 성장할 전망이다.

우리나라에서도 다른 국가에서와 같이 에너지 프로슈머 사업이 활성화 되기 위해서는 우선적으로 분산전원 보급 확대 지원이 필요하다. 따라서 초기단계에서는

주택용 태양광을 비롯한 ESS 등의 분산전원 보급이 확대될 수 있도록 보조금 등의 재정적 지원책이 필요하다고 생각한다. 또한 분산전원 제품의 가격 하락 및 성능향상을 위해서는 관련 기술에 대한 R&D도 꾸준히 진행되어야 하므로, 기술 개발에 대한 장기 국책 과제 추진 등 기술분야에 대한 정책적 지원도 필요하다. 무엇보다 시장 측면에서 에너지 프로슈머 사업이 생명력을 얻기 위해서는 기업들이 활발하게 사업을 전개할 수 있도록 전력소매시장 규제 완화도 뒷받침 되어야 한다고 생각한다.

참고문헌

<국내 문헌>

김신아 외, “에너지프로슈머 사업 에너지 비즈니스의 새로운 기회,” LG 경제연구원 2016.5
이유수 “에너지 프로슈머 활성화를 위한 제도개선 방안 연구,” 에너지경제연구원 수시연구보고서 16-11, 2016.11

<국외 문헌>

Agora Energiewende, The energy transition in the power sector: state of affair 2015, 2016.2
Alex Eller 외, Residential Energy storage systems, Navigant research, 2016.3Q
BDEW, BDEW-Strompreisanalyse Februar 2017, 2017.2
BNEF, H2 2016 US PV Market Outlook, 2016.12

42) Energy Management System

_____, 2Q 2017 Global PV Market Outlook, 2017.5
 _____, Global Energy Storage Forecast, 2016.10
 Vishal Shah 외, Solar Grid Parity in a Low Oil
 Price era, Deutsche Bank, 2015.3
 資源総合システム、住宅用太陽光発電システム市場の
 現状と見通し, 2016.10

〈웹사이트〉

일본 경제산업성 고정가격매매제도 정보공표용 웹사이트
http://www.fit.go.jp/statistics/public_sp.html
 일본 경제산업성 뉴스 [http://www.meti.go.jp/press/
 index.html](http://www.meti.go.jp/press/index.html)
 BEEGY 홈페이지 <http://www.beegy.com>
 Brooklyn Microgrid 홈페이지 [http://brooklynmicrogrid.
 com/](http://brooklynmicrogrid.com/)
 ENERGY.GOV 홈페이지 <https://energy.gov/>
 Sekisui House 'Smart PowerStation 100% Edition'
 홈페이지
[http://www.sekisuiheim.com/spcontent/
 smartheim/sps100/](http://www.sekisuiheim.com/spcontent/smartheim/sps100/)