

국가지능화 특집

일본의 에너지 ICT 분야 최근 이슈와 시사점

고순주 • kohsj@etri.re.kr
기술정책연구본부

기후변화에 따른 자연재해의 경각심이 점차 커지고 있는 가운데, 이산화탄소 배출량을 지속적으로 감축해 오고 있는 일본은 후쿠시마 원전 사고 이후 재생에너지를 주력 전원화 하는 정책을 추진하고 있으며, 재생에너지의 확대와 활용에 ICT 적용이 증가하고 있다. 최근에는 FIT(재생에너지의 고정가격매수제도) 만료의 순차적 도래, AI와 에너지를 통합한 기술로드맵의 등장, 통신사업자의 독자적인 전력망 구축 등 향후 에너지 ICT 분야의 발전을 예측할 수 있는 모습도 나타나고 있다. 즉 전력거래의 다양한 비즈니스 모델 등장, 전력거래와 에너지관리시스템에서의 블록체인과 AI의 적용 확대, 분산자원의 유기적 연계와 통합을 위한 지능형 네트워크의 고도화 등이 전개될 것으로 보인다. 우리나라도 온실가스 감축을 위한 에너지 전환을 본격적으로 선언한 가운데, 이에 대한 효율적 대응을 위해 에너지와 ICT를 통합한 기술로드맵의 작성, 분산 자원의 효율적 활용과 복잡해지고 있는 전력망 간의 유기적 연계와 다양한 부가서비스 제공을 위한 지능형 전력망의 고도화 등이 필요하며, 재해에 대응해 재생에너지와 ICT를 활용한 비상전력의 제공 방안 등을 모색할 필요가 있다.

* 본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.

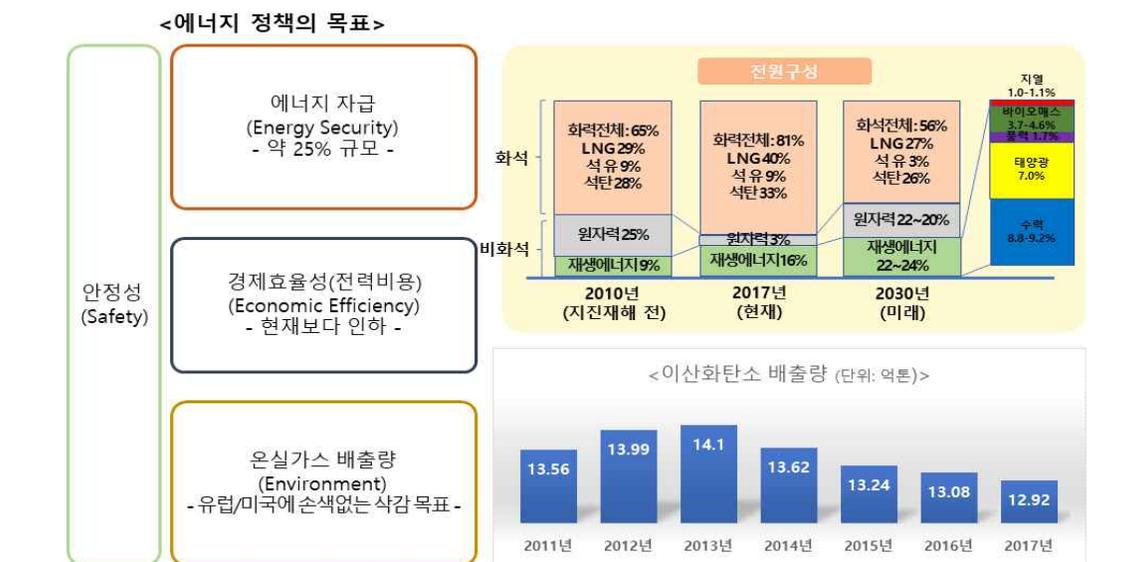


1 연구배경

기후변화로 인한 문제들이 세계 곳곳에서 발생하고 있다. 국제 빈민구호단체 옥스팜은 최근에 “기후변화로 인한 재해가 지난 10년간 난민을 발생시키는 가장 큰 요인”이라는 보고서를 발표하였으며,¹⁾ 지난 12월 2일 스페인 마드리드에서 열린 2019년 유엔 기후변화협약 당사국총회(COP25)에서 안토니우 구테흐스 유엔 사무총장은 “더 이상 돌이킬 수 없는 최후의 방어선이 우리의 목전에 있다”고 말하기도 했다.²⁾

기후변화에 대응해 독일은 2026년까지 무연탄화력발전소의 자발적 폐쇄를 유도하는 ‘탈석탄법’ 초안을 마련하였고,³⁾ 중국의 베이징시는 2020년 말까지 폐차 대상인 택시 약 20,000대(베이징시 택시의 20% 규모)를 순수 전기차로 교체한다고 밝혔다.⁴⁾ 이런 가운데 일본은 재생에너지 보급 확대 등으로 화석연료 비중이 꾸준히 감소 추세를 보이면서 이산화탄소 배출량이 연속 감소하는 모습을 보여주고 있다.⁵⁾ 일본에서는 온실가스 배출량의 90%를 에너지 분야가 점유하고 있기 때문에 에너지 분야에서의 온실가스 삭감을 위한 노력은 매우 중요하다고 볼 수 있다.⁶⁾

그림 1 일본의 에너지 정책기조와 에너지원 구조 및 이산화탄소 배출량 추이



* 출처: 경제산업성(2018.11.), 제5차 에너지기본계획에 대해; 환경성(2019.4.), 2017년도 온실가스배출량(확보치)

1) Oxfam(2019.12.2.), Forced from home : climate-fuelled displacement; The Dailypost(2019.12.9.), 기후변화로 연간 2000만명이 집 잃는다...‘옥스팜 보고서’ 참조. 이 보고서에 따르면, 사이클론·홍수·산불로 난민이 될 가능성은 지진 및 화산폭발로 발생하는 난민보다 7배 높고, 분쟁 난민보다 3배 높다고 한다.
 2) <https://www.bbc.com/korean/news-50642075>; BBC Korea(2019.12.3.), 기후변화: 회복 불가능한 마지노선은 지켜질 수 있을까?
 3) 에너지경제연구원(2019.12.9.), 세계 에너지시장 인사이트, 제19-43호.
 4) 에너지경제연구원(2019.11.18.), 세계 에너지시장 인사이트, 제19-40호.
 5) 경제산업성 자원에너지청(2019.11.15.), 2018년도 에너지수급실적.
 6) 경제산업성 지원에너지청(2019.6.7.), 에너지백서 2019.

[그림 1]에서와 같이 후쿠시마 원전 사고 이후에도 원자력 에너지 비중은 크게 달라지지 않을 전망이지만 일본은 화석연료 감축과 함께 재생에너지를 주력 전원으로 하여 재생에너지 비중을 2030년까지 22~24%까지 확대한다는 목표를 세우고 있다.

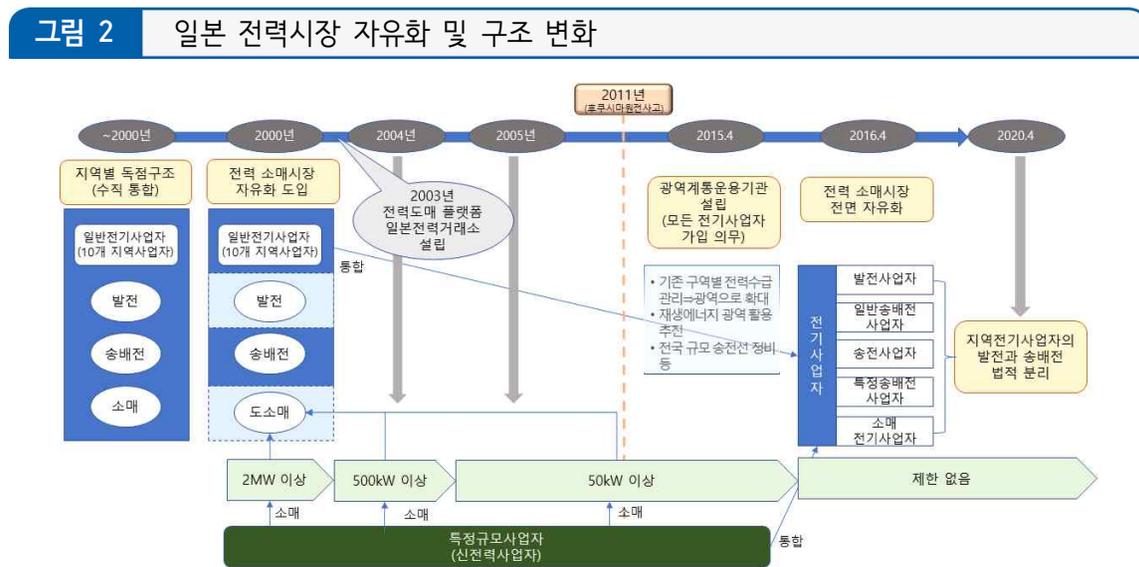
최근 일본의 에너지 분야에서 일어나고 있는 일련의 움직임은 이러한 목표 달성과 관련되어 있는 듯 하다. 특히 재생에너지 시장의 성장과 효율적 활용을 위해 ICT를 적극적으로 적용할 수 있는 환경이 만들어지고 있는 것은 우리나라도 직면하고 있는 온실가스 감축이나 그 과정에서의 재생에너지 확대, 분산자원의 효율적 활용을 위한 인프라 구축 등에 시사하는 바가 클 것이다.

2 최근의 주요 쟁점과 추진 방향

일본 에너지 ICT 분야의 최근 주요 쟁점을 정책, 기술, 시장으로 구분하여 살펴본다.

1) 정책적 측면 : 전력시장의 구조 변화와 FIT 만료 도래

일본은 전력시장 자유화를 통해 소비자가 사업자들이 제공하는 전기요금을 비교해 저렴한 회사의 전기를 선택하도록 하고 있다. 2000년부터 시작된 전력시장 자유화는 2MW→500kW→50kW 이상 등 대규모 수용가 중심으로 적용되어 왔으나, 2016년 4월부터 50kW 이하의 가정이나 편의점 등 소규모 수용가까지 확대되면서 전면 자유화되었다.



* 출처: 각종 자료를 기반으로 저자 작성

2020년 4월 발전부문과 송배전 부문이 법적으로 분리되면, 그동안 동경전력이나 관서전력 등 일반전기사업자에게 부과되었던 전력공급 의무가 철폐되고, 해당 의무가



일반송배전사업자⁷⁾에게 부여된다. 일반송배전사업자는 자신이 보유한 송배전 설비나 송배전망을 운용해 수요와 공급 균형을 관리하고 전력의 품질을 유지해야 하므로 고도로 지능화된 전력망 구축이 필요하게 된다.

전력시장 자유화와 함께 주목받는 것은 일본 정부가 재생에너지의 확대를 위해 실시한 고정가격매수제도(FIT, Feed-in Tariff)의 만기가 순차적으로 도래하는 것이다. FIT는 재생에너지를 이용해 발전한 전기를 일정기간 일정가격으로 전기사업자가 매수하도록 한 제도⁸⁾이다.

일본은 2009년 11월 1일 재생에너지 중 태양광 발전 잉여전력에 대해 FIT를 도입하였으며, 2012년 7월 1일부터는 태양광 발전 이외의 재생에너지로 확대하였다. 도입 초기 10kW미만 태양광 발전에 대한 잉여전력 매수가격은 1kWh 당 48엔으로 설치후 10년간은 동일가격으로 매수하도록 하였으나, 2012년부터는 재생에너지 전체로 확대되면서 10kW 이상의 발전설비에 대해서도 FIT 제도가 적용되었으며, 매수가격의 지속적인 인하와 함께 매수기간도 에너지원에 따라 차별화되었다.

표 1 일본의 에너지원별 FIT 매수가격 및 매수기간 (대표 사례)

구 분		매수가격/기간		
		2012년	2016년	2019년
태양광	10kW미만(단독설치/출력제약의무X)	42.00엔/10년	31.00엔/10년	24.00엔/10년
	10kW이상~2,000kW미만	43.20엔/20년	25.92엔/20년	미정
풍력	20kW미만	59.40엔/20년	59.40엔/20년	미정
	해상풍력(20kW이상, 신설)	23.76엔/20년	23.76엔/20년	20.52엔/20년
지열	15,000kW미만(신설)	43.20엔/15년	43.20엔/15년	43.20엔/15년
	15,000kW이상(신설)	28.08엔/15년	28.08엔/15년	28.08엔/15년
수력	200kW미만(특정수력 이외)	36.72엔/20년	36.72엔/20년	36.72엔/20년
	200kW이상 1,000kW미만(〃)	31.32엔/20년	31.32엔/20년	31.32엔/20년
바이오매스	메탄을 전기로 변환하는 설비	42.12엔/20년	42.12엔/20년	42.12엔/20년

* 출처: 위키피디아(<https://ja.wikipedia.org/wiki/固定価格買い取り制度>)에서 발췌

FIT 도입 이후 태양광 발전 비중이 크게 확대되었다. 재생에너지의 경우 발전량 기준 2011년 10.4%에서 2017년 16.0%까지 확대되었는데, 이 중에서 태양광 발전의 비중은 0.4%에서 5.2%로 대폭 증가하였으며, 2019년 3월 기준 태양광 발전의 누적 인가량 8,230만kW 중 가동 개시 설비 규모가 5,020만kW로 2030년 도입 목표인 6,400만kW의 약 78% 수준에 달하고 있다.⁹⁾¹⁰⁾

7) 일반송배전사업자는 송배전설비나 송배전망을 유지·운영해 해당 공급구역에서 탁송공급 및 전력량조정 공급을 하는 사업자를 말한다(일본의 전기사업법 제2조 제8항 참조).

8) FIT 제도는 일본의 '전기사업자에 의한 재생가능에너지 전기의 조달에 관한 특별조치법'에 근거하고 있다.

9) 임지영(2019.11.11.), 2019년 11월 FIT 제도 매입기간 만료 이후 일본 태양광발전사업의 전개 방향, 세계 에너지시장 인사이트 제19-39호, 에너지경제연구원.

그러나 2019년 11월부터 주택용 태양광 발전을 시작으로 순차적으로 FIT 매입보장 기간이 만료되기 시작한다. 일반적으로 태양광 발전설비의 기대수명을 20년 이상으로 보기 때문에, 매입보장 기간이 만료된 이후에도 계속해서 태양광 발전이 가능하며, 발전된 전력에 대해서는 자가소비하거나 잉여전력을 자유롭게 판매할 수 있다.

그림 3 FIT가 만료되는 주택용 태양광 발전량 추이



* 출처: 경제산업성 보도자료(2019.11.1.), 주택용 태양광 발전의 고정가격 매수기간 순차 만료 도래 참고 저자 재구성

경제산업성은 FIT가 만료된 태양광 설비 설치자들이 잉여전력을 팔 수 있도록 기존 매입 의무를 부담해 왔던 전기사업자들에게 새로운 매입가격을 제시하도록 요청하였고, 전기사업자들은 7~14엔/kWh의 매입단가를 제시하고 있다.¹¹⁾

이에 따라 일본의 재생에너지 거래 시장은 매우 다양하게 발전해 갈 것으로 전망된다. 특히 자가소비 후 남은 전력의 규모가 커지면서 기업 간, 개인과 기업간, 개인 간 전력거래 등 다양한 비즈니스 유형이 등장하여 시장이 크게 활성화될 것으로 보인다.¹²⁾ 이에 따라 전력거래 시장에서는 잉여전력을 저장할 수 있는 배터리 시장의 성장과 함께 블록체인, AI 등의 기술을 적용한 플랫폼 지능화, 대표적 비즈니스 모델인 가상발전소 등이 이슈가 되고 있다.

2) 기술적 측면 : 기술로드맵 2019-2028, AI와 에너지

에너지 기술 분야의 주요 쟁점은 최근에 니케이BP사에서 발표한 ‘기술로드맵 2019-2028 (전산업편)’¹³⁾을 통해 살펴볼 수 있다.

10) 재생에너지의 확대 보급을 위해 도입한 FIT 제도는 전력회사의 재생에너지 구매비용 중 일부를 “재생에너지 발전촉진 부과금”의 명목으로 가정용·산업용 전기요금에 가산하여 확보함으로써 전기요금 인상 효과를 가져왔다. 예를 들어 가정용 전기요금에서 차지하는 재생에너지 발전촉진 부과금의 비율은 2012년 1%(전기요금 0.22엔/kWh)에서 2018년 11%(전기요금 2.90엔/kWh)까지 확대되었다(임지영, 2019.11.11.).
 11) 각 사업자의 매입단가는 <https://enechange.jp/articles/fit-purchase-price-2019#i-3> 참조.
 12) FIT 만료 이후의 일본의 전력거래 비즈니스 모델 적용 가능성에 대해서는 Mizuho(2019.3.19.), 프로슈머에 대응한 전력비즈니스 모델④, Mizuho Short Industry Focus 참조.
 13) 出川 通 他(2018.11.30.), 기술로드맵 2019-2028(전산업편), 日經BP社.



경제산업성 주도로 2005년부터 2010년까지 각 분야를 폭넓게 망라한 기술로드맵이 작성되어 왔지만 2011년 동일본 대지진 이후 중단되었다. 그후 니케이BP사는 2013년 1월부터 시장, 상품, 기술을 통합한 기술로드맵을 준비하여 2013년 11월에 ‘기술로드맵 2014-2023’(2014년판)을 발간하였다. 니케이BP사의 기술로드맵(TRM)은 10년을 시계로 작성된 것이며, 매년 개정작업을 거쳐 출간되고 있다.¹⁴⁾

기술로드맵은 매년 이머징 이슈를 포함해 작성되고 있는데, 인공지능(AI)이 처음 등장한 것은 2017년판이며, AI와 에너지를 결합하여 로드맵을 작성한 것은 2019년판이다.¹⁵⁾

그림 4 기술로드맵(TRM)의 이머징 분야 주제변화 추이

2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
3D프린터 확장현실 로봇 뇌파응용기기 양자컴퓨터·통신	로봇 차세대 센싱 양자컴퓨터·통신	로봇 퍼스널센싱 양자컴퓨터·통신 상온핵융합	인공지능(AI) 퍼스널센싱 차세대전송시스템 뇌활동센싱 상온핵융합	인공지능(AI) IoT 빅데이터 퍼스널어나운스 먼트 뇌운동비즈니스 상온핵융합	이머징 분야를 삭제하고 전체 주제를 각 분야 로 배분하여 구성

* 이미지 출처 : 니케이BP사(2018) 참고하여 저자 재구성

기술로드맵은 에너지 분야에서 AI 적용이 기대되는 영역을 다음과 같이 제시하였다. 첫째, 에너지 사업은 ‘동시동량의 원칙’¹⁶⁾이 적용되도록 설계되어 있다. 그러나 재생에너지의 주력인 태양광과 풍력 발전은 기후에 좌우되고 전력 소비 경향도 크게 변동한다. 따라서 재생에너지의 수급 균형을 조정하기 위해서는 발전량과 소비량에 대한 치밀한 분석이 필요한데, 이에 AI가 활용될 수 있다. 둘째, 재생에너지의 보급이 확대되면서 배터리의 보급 확대와 인프라의 저비용화 등으로 잉여전력을 활용한 사업이 다양하게 전개되고 있다. 여기에서 중심 역할을 하는 것이 가상발전소(VPP, Virtual Power Plant)이다. 가상발전소의 운영에서 가장 중요한 과제는 수급의 최적화를 위한 계획적인 발전과 축전(蓄電)이며, 수급상황을 모니터링해 적절하게 균형을 갖도록 하기 위해 AI의 활용이 필수적이다.¹⁷⁾ 셋째, 수력·석탄화력·제유소나 석유화학공장 등 기존 발전 업무의 저전력화, 효율화에 있어서도 AI

14) 니케이BP사가 발간하는 TRM은 독자와 전문가의 의견을 수렴하여 매년 개정되고 있다. 이런 과정에서 분야 수는 최초 11개에서 2019년판에는 15개로, 주제는 최초 90개에서 120개로 확대되었으며, 시리즈도 전산업 분야를 망라하는 ‘전산업편’ 외에 ICT와 각 분야의 융합을 다룬 ‘ICT융합산업편’, 의료·건강, 식품·농업을 다룬 ‘의료·건강·식품·농업편’ 등 사회적인 화제성과 니즈에 맞추어 왔다(日輕BP社(2018), TR 28a : 기술로드맵의 관점과 활용법: 12-13).

15) 2019년판에는 AI와 이동, AI와 에너지, AI와 의료, AI와 제조, AI와 금융, AI와 주택을, 2020년판에는 AI와 모빌리티, AI와 의료, AI와 제조, AI와 농업, AI와 금융, AI와 주택을 소개하고 있다.

16) 동시동량의 원칙이란 전력의 수요와 공급을 끊임없이 일치시키는 것을 말한다. 수요와 공급의 균형이라는 점에서 밸런싱(balancing)이라고도 한다. 전력회사는 수요예측에 따라 어떤 발전소를 가동시키고 어떤 것을 스탠바이 시킬지 발전계획을 수립해 당일의 수요변화를 보면서 발전소를 운전/정지하거나 출력을 세밀하게 조정해서 동시동량의 원칙을 달성한다. <https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/article/WORD/20121114/251072/>

17) 일본에서는 전력거래 전체의 전자화를 위해 표준 프로토콜인 ‘OpenADR 2.0b’의 실증이 진행되고 있다.

활용이 필요하다. 예를 들어 수력발전소는 기존에 운영자에게 맡겼던 대응을 AI로 대체해야 한다는 니즈가 있고, 화력발전소도 CO₂, NO_x, SO_x를 저감하기 위한 최적 운전 파라미터 탐색에 AI가 활용될 수 있다. 또한 제유소나 석유화학 공장은 생산성 향상과 효율화를 위해 AI 응용이 가능하다. AI는 발전소의 업무에 따라 화상식별, 이상징조감지, 운전 최적화, 물질추정 등 다양하게 적용될 것이다. 넷째, 전력의 지역생산 지역소비인 ZEN(Net Zero Energy House)/ZEB(Net Zero Energy Building)의 실현을 위해 AI로 저전력 지원, 수급예측, 통합제어 등이 필요하다. 기술로드맵은 에너지 분야에서의 이러한 AI 응용을 위해 공통기술(최적화, 예측, 자동제어를 위한 알고리즘)과 개별 중요기술(전력 네트워크 최적화, 전력수급균형 최적화, 자동제어)의 로드맵을 <표 2>와 같이 제시하고 있다. 또한 에너지 분야에서 AI는 소프트웨어 형태로 시스템이나 서비스 일부에 적용되나 향후에는 네트워크로 접속되기 때문에 클라우드에 집중될 것으로 보인다.

표 2 AI와 에너지 기술로드맵

구분		기술 로드맵(2018~2029)
개별 중요 기술	전력네트워크 최적화	VPP내 발전장치, 축전장치, EMS 데이터 분석의 최적화 기술 확립 ⇒ 복수의 VPP를 통합한 광역 VPP 최적화 기술의 확립 ⇒ VPP내 장치의 기능적 제어를 위한 최적화 기술 확립 ⇒ 자립자동적 VPP 최적화 기술 확립
	전력수급균형 최적화	발전·축전·소비전력량 예측 기술의 확립 ⇒ 위성 데이터 활용 ⇒ 에너지 소비최소화, 전기판매 최대화기술 확립 ⇒ 광역·동적 에너지 소비최소화, 전기판매 최대화 기술 확립
	자동제어	플랜트 센서 데이터와 각종 제어치, 입력치의 상관해석 ⇒ 최적제어치, 입력치의 탐색기술 확립 ⇒ 자동튜닝, 정밀도 향상 기술 확립 ⇒ 전력/플랜트 네트워크의 학습완료시, 최적 제어 파라미터 공유
공통 기술	최적화 알고리즘	딥러닝에 의한 전력네트워크 최적화 ⇒ 심층강화학습에 의한 동적 최적화 ⇒ 복합형 전력네트워크의 최적화 ⇒ 기억형 AI에 의한 협조적 최적화 ⇒ 양자 알고리즘에 의한 고속최적화
	예측 알고리즘	딥러닝에 의한 발전·충전·소비 예측 ⇒ 심층강화학습에 의한 발전·충전·소비 예측 ⇒ 데이터 공유 플랫폼에 의한 범화성(汎化性) 향상 ⇒ 기억형 AI에 의한 협조적 자동화 ⇒ 광역 전력네트워크에서의 장기 예측
	자동제어 알고리즘	딥러닝에 의한 플랜트 제어 ⇒ 심층강화학습에 의한 동적 제어 ⇒ 자동학습에 의한 최적 제어 ⇒ 자동제어 AI의 네트워크 접속 ⇒ 최적화 알고리즘과의 융합

* 출처: 니케이BP사(2018.11.30.), 기술로드맵 2019-2028(전산업편)을 참고하여 저자 재구성

3) 시장적 측면 : NTT의 독자 전력망 구축과 서비스 시나리오

지난 11월 NTT는 독자적인 전력망 구축과 리튬이온전지 설치 등 전력사업에 2025년까지 6년간 6,000억엔 규모를 투자할 예정이라고 발표하였다.¹⁸⁾ 그동안 전력시장에 새로 진입한 사업자는 기존 전력 대기업의 송배전망을 수수료를 지불하고 이용해 전력을 공급하였으나,

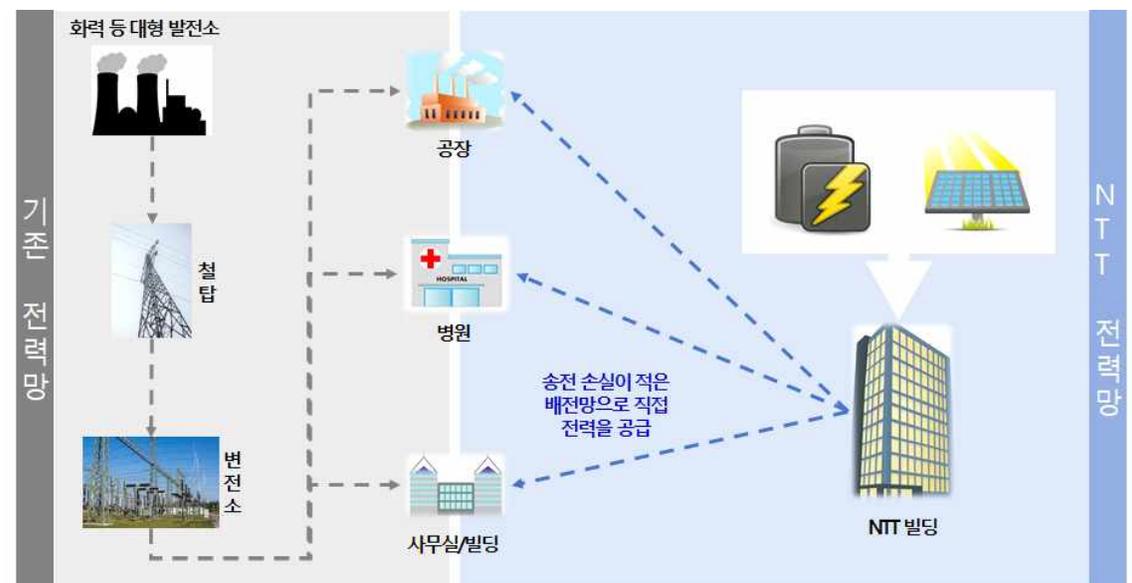
18) <https://www.jiji.com/jc/article?k=201911101171&g=eco>; 일본경제신문 전자판(2019.11.11.), 전국거점에 축전지, 재해시 공급도.



NTT는 전력회사와는 별도의 계통 전력망을 설치해 전력공급 서비스를 제공하겠다는 것이다.¹⁹⁾

NTT는 그룹회사가 가진 전국 7,300개의 전화국 등 유선전화용 거점 빌딩에 태양광 패널과 에너지저장장치를 설치하고 근처의 수용가까지 독자적인 배전망을 구축하여 전력을 공급한다는 계획이다. 유선전화 이용감소로 빈공간이 생긴 빌딩을 활용해 2025년까지 120만 kWh 용량의 전기를 확보하고, 직류 배전망을 통해 기존 전력 대기업의 송배전망 대비 5~10%의 효율을 개선하는 것도 목표로 하고 있다.²⁰⁾ 이 사업은 올해 6월에 설립한 자회사 NTT Anode Energy를 중심으로 추진하며, 전력 판매는 NTT 그룹 신전력회사인 엔넷(NTT Ennet)을 통해 한다. NTT는 평소에는 전력소매 사업을 하지만 재해시에는 전력공급이 필수적인 병원과 공장 등에 비상전력을 공급할 예정이다.

그림 5 NTT의 전력 공급 서비스 이미지



* 이미지 출처 : 일본경제신문(2019.11.11.) 참고하여 저자 재구성

NTT는 또한 2030년까지 1만 대 규모의 회사 차량을 전기자동차(EV)로 전환하고, 자사 빌딩에서 충전할 예정이다. 이 전기자동차는 재해 등으로 정전이 발생한 경우 이동하는 배터리가 되어 인근에 전력을 공급하게 된다.

NTT의 이러한 사업전략은 NTT 기술전략에서도 나타나 있다. 2019년 5월에 NTT는 스마트한 세계에서는 노약자, 성별, 직업, 인종에 관계없이 모든 사람이 기술의 혜택을 받아야 하며, 이를 위해 기술은 자연스러운(natural) 것이어야 한다는 점을 강조하면서 스마트

19) NTT의 전력사업 매출액은 약 3,000억엔 규모인데, 이를 2025년에 배로 확대한다는 전략이다.
 20) NTT의 배전망 투자는 기존 전력 대기업 송전선의 용량부족에 대한 대안으로도 인식되고 있다. 일본경제신문사 조사에 따르면, 동일본 송전선의 50~80%가 빈용량부족으로 재생에너지가 접속하기 어렵다고 한다. NTT의 배전망을 이용하면 발전한 지역에서 전력을 소비하는 '지역생산 지역소비'가 용이하다(일본경제신문, 2019.11.11.).

한 세계를 위한 11개 기술로 인공지능, 가상현실과 증강현실, 휴먼-기계 인터페이스, 사이버보안, 정보처리기반, 네트워크, 에너지, 양자컴퓨팅, 바이오 메디컬, 첨단소재, 적층제조 (additive manufacturing)²¹⁾를 제시하였다²²⁾.

이 중에서 에너지는 ‘지능적인 에너지 네트워크’에 초점을 두고 있다. 특히 전력의 지역 생산 지역소비를 실현하기 위해서는 대용량의 배터리가 필요한데, 현재 배터리 부문에서는 리튬이온전지에 이어 전고체전지와 리튬공기전지 연구가 진행되고 있다. 특히 배터리 용량의 확대를 위한 유화전지, 금속전기전지 등의 연구와 안정성의 확보를 위한 덴드라이드 (dendrite)²³⁾ 형성 억제에 대한 연구가 진행 중이다. 또한 생산한 에너지를 낭비 없이 유통할 수 있도록 가상발전소 기술을 고도화하고 있다. 특히 블록체인 기술을 활용한 전력의 P2P 거래에 관한 기술개발과 에너지를 어떤 유통 경로로 고객에 이르게 하면 좋은지를 추적하는(traceability) 연구도 진행 중이다.

3 시사점

에너지 분야에서 ICT의 역할이 가장 큰 부분은 재생에너지의 비중이 큰 전력시장에서의 에너지 공급과 수요 부분이다. 재생에너지는 에너지원의 다양성, 생산과 소비의 경계 불확실성, 지역생산 지역소비 등으로 전력의 생산-관리-활용을 유기적으로 연계하는 것이 매우 중요한 요소가 되었으며, AI와 블록체인뿐만 아니라 지능형 네트워크의 역할이 커지고 있다.

최근 우리 정부는 에너지 전환을 천명하면서 지속가능한 에너지 정책을 마련하기 위해 2020년까지 분산에너지 로드맵을 수립할 계획이라고 발표하였다.²⁴⁾ 분산에너지 로드맵에는 수소, 태양광, 풍력, 집단에너지²⁵⁾에 이르는 분산에너지의 공급과 수요에 대한 체계적인 계획이 담길 것으로 전망된다. 따라서 앞에서 살펴본 일본의 최근 동향은 향후 우리나라의 재생에너지 정책 수립에 다음과 같은 시사점을 줄 것으로 생각한다.

첫째, 에너지와 ICT가 통합된 로드맵이 필요하다. AI, 블록체인, IoT, 빅데이터, 차세대 지능형 네트워크 등은 에너지 공급과 소비 영역에서 매우 중요한 요소로 자리매김하고 있다. 그러나 우리나라는 여전히 에너지와 ICT가 온전히 결합되고 융합된 기술로드맵이 나오지 않고 있다. 우리나라 에너지기술개발계획은 에너지법 제11조에 따라 10년 이상을 계획기간으로 하여 5년마다 수립하도록 하고 있다. 이에 따라 산업통상자원부에서는 제1차 계획('06~'15), 제2차 계획('11~'20), 제3차 계획('14~'23)을 수립한 바 있고, 지난 11월에

21) 3D 프린팅은 재료를 첨삭해가며 구조물을 만들어내는 방식이란 의미에서 적층제조(additive manufacturing)라고도 불린다(<https://news.samsung.com/kr/>).

22) NTT(2019.5.31.), NTT Technology Report for Smart World : 스마트한 세계와 자연스러운 기술.

23) 리튬전지는 정극(+)과 부극(-) 간에 이온이 이동하면서 덴드라이트라는 수지상의 물질이 형성되어 폭발의 위험이 있다고 한다(NTT, 2019.5.31.).

24) 투데이 에너지(2019.8.30.), 분산에너지 로드맵 수립 착수 '가시화'.

25) 집단에너지는 2개 이상의 사용자를 대상으로 공급되는 열 또는 열과 전기를 말한다(집단에너지사업법 제2조).



는 제4차 에너지기술개발계획('19~'28)과 에너지 기술개발 로드맵에 대한 공청회가 있었다.²⁶⁾ 제4차 계획에는 16대 에너지 중점기술 분야와 로드맵, 50개 추진과제가 포함되어 있는데, 빅데이터는 16대 에너지 중점기술 분야 중 고효율 저소비 구조 혁신의 중점기술로, AI는 사이버 보안 분야에, IoT는 스마트 에너지 산업단지 구축에 포함되어 있다. 반면 ICT 분야에서는 과학기술정보통신부가 2018년 10월에 'ICT R&D 기술로드맵 2023'을 발표하였는데, 여기에서 에너지 분야는 스마트 시티와 IoT 분야에서 언급되는 정도에 불과하다. 그 외에 지능형 전력망 구축 분야(제2차 지능형 전력망 기본계획, 2018.7.)에서 인공지능이나 블록체인 등 요소기술을 활용한 기술개발을 추진하고 있다. 지속가능한 지구환경을 위해 에너지 분야는 최신의 기술과 공통의 노력이 매우 필요한 분야이다. 따라서 산업통상자원부와 과학기술정보통신부가 협력하여 에너지 분야에서 AI, 블록체인, IoT 등 ICT 기술이 필요한 요소들을 세밀하게 도출하고 통합관점에서 해당 분야에 대한 기술로드맵을 작성한다면, 온실가스 감축 등 기후변화에 좀더 체계적으로 대응할 수 있을 것이다.

둘째, 지능형 전력망의 고도화이다. 일본의 전력거래 자유화와 전력시장 구조 변화, FIT 만료 도래, 통신사업자의 독자적인 전력망 구축 등을 통해 알 수 있는 것은 분산된 자원을 효율적으로 연계하여 끊임없이 전력서비스를 제공하는 것의 중요성이다. 전력거래의 기본 인프라로서 네트워크의 고도화가 필요한 이유이다. 전력거래 및 자원의 효율적 관리를 위한 가상발전소, 마이크로그리드, 수요자원(DR, Demand Response) 등은 고도화된 지능형 전력망에서 더욱 활성화될 수 있을 뿐만 아니라 새로운 서비스의 창출을 기대하게 한다. 우리나라도 '제2차 지능형 전력망 기본계획('18~'22)'에서 송배전망, 변전소 등 전력망의 정보통신(ICT) 인프라 확충에 5년간 2.5조 원을 투자하겠다고 발표한 바 있다.²⁷⁾ 그러나 통신사업자인 NTT의 독자적인 전력망 구축을 보면, 향후 전력망도 경쟁체제로 나아갈 가능성이 있다. 따라서 기존의 전력망과 지역생산 지역소비를 위해 경쟁적으로 구축된 전력망 간의 유기적인 연계와 효율적인 분산, 차세대 통신네트워크의 발전과 연계된 전력망의 고도화와 활용 등 지능형 전력망 구축에 있어서 새로운 요소들을 지속적으로 반영해 나갈 필요가 있다.

마지막으로 재해에 대응한 비상전력으로써 재생에너지의 활용 방안을 수립해야 한다. 일본은 지진과 태풍 등 자연재해에 대응해 재생에너지를 효율적으로 활용하고 있다, 특히 NTT가 전국에 산재해 있는 유선전화국을 활용해 태양광 설비를 설치하고 독자적인 배전망을 구축하여 평소에는 전력을 판매하고, 재해 시에는 전력공급이 필수적인 병원과 공장 등에 비상전력을 공급한다거나 자사 차량을 전기자동차로 전환하고, 비상시에는 이동 전력으로 활용한다는 계획은 우리에게 시사하는 바가 크다. 전력망은 다른 기반시설과의 연계성이 점차 커지고 있고, 영향력도 높아지고 있기 때문에 재해에 대응한 비상전력 제공에 있어서 재생에너지의 활용과 ICT 기술의 적용 가능성에 대해 좀더 많은 고민이 필요하다.

26) 산업통상자원부 보도자료(2019.11.18.), 에너지 전환을 선도하는 16대 에너지기술분야 도출.

27) 과학기술정보통신부 보도자료(2018.7.19.), 스마트그리드 서비스 체험단지 2곳 조성.



www.etri.re.kr

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 주요사업인 "ICT R&D 경쟁력 제고를 위한 기술경제 및 표준화 연구"를 통해 작성된 결과물입니다.

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL. (042) 860-6114 FAX. (042) 860-6504

