

# KEPCO's Movement on Distribution Sector Regarding Renewable Energy Transition of Distribution Network in Korea

## 국내 배전망 정책 및 환경변화를 고려한 배전부분 발전방향 연구

Seung-Yoon Hyun, Chang-Hwan Kim, Byung-Sung Lee

### Abstract

The government has proposed a mission to enhance intelligent power networks, decrease coal-fired generation, expand distributed energy resources, and promote energy prosumer into the distribution network in Korea. Installation cost of facility expansion to guaranteed interconnection with small distributed energy resources increases dramatically on KEPCO's distribution sector. And it is hard to withdraw in time. In addition, there are explicit research is required to meet the reliability on grid corresponding to the increase of distributed power. Infrastructure support for accommodating energy prosumer is also needed. Therefore, KEPCO is pushing transition to DSO by expanding distribution management scope and changing its roles. In addition, KEPCO is proactively preparing for integrated operation between distribution network and existing distributed power which is accommodated passively. KEPCO is also trying to accept multiple network users, e.g. building platforms, to manage a data and promote new markets. In the long term, transition to DSO will achieve saving investment costs for accommodating distributed sources and maintaining stable electrical quality. And it will be possible to create new business model using the platform to secure revenue.

*Keywords: Distribution System Operation, DSO*

### I. Introduction

최근 전력산업에 Digitalization, Decarbonation, Decentralization 등 3D로 대표되는 환경변화가 일어나며 배전 부분의 대전환 필요성이 대두되고 있다 [1]. 산업부 주관의 지능형 전력망 기본계획 수립을 통해 전력망에도 ICT 기술이 접목된 스마트그리드 구현이 가속화되고 있다 [2]. 또한 미세먼지 절감을 위해 2018년 4월 석탄화력발전원 18기(10.8 GW) 가동 중지를 시작으로 대형 화력발전원 가동을 축소하고 재생에너지 발전원의 발전 비중을 확대하고 있다. 전력공급 주체도 공공 중심에서 민간영역으로 이전되고 있다. 2006년 민간영역 발전비율이 약 11%에 불과했지만 2011년에는 15%를 초과했다. 재생 분산전원 특성상 소형화가 가능하여 민간 발전사업자가 늘었기 때문이다. 또한 소규모 재생 분산전원의 확산으로 공급과 소비의 전통적인 전력거래 경계가 희석되고 있다. 배전망을 이용 전력생산 및 판매기능을 수행하는 소비자가 등장하였고 해외 전력사는 이런 소비자를 통한 비즈니스 개발을 위해 노력 중이다.

독일의 RWE는 배전계통의 분산전원을 활용 가상발전소 형태로 전력시장에 참여하는 비즈니스, 미국의 National Grid는 배전망

내 전력거래를 위한 플랫폼 비즈니스 모델 개발 및 운영을 추진 중이다 [3][4].

본 논문에서는 이러한 배전망 관련 정부 정책, 산업 환경 등의 변화 여건에서 국내 배전 부분의 발전 방향을 검토하고 앞으로 추진해야 할 과제를 도출해 보았다.

### II. 정부 정책방향 및 시장 여건

#### A. 정부 정책

'재생에너지 3020 이행' 정책을 기반으로 배전계통에 접속되는 소규모 분산전원이 지속적으로 증가하고 있다 [5].

정부는 향후 분산전원 설비보급 목표를 TABLE 1과 같이 수립하여 추진중이고, TABLE 2에서 확인할 수 있는 바와 같이 배전계통을 중심으로 재생 분산전원의 접속개체 및 용량이 증가 중이다. 정부는 소규모 분산전원 발전사업자의 비용절감을 위한 인센티브 정책도 지속적으로 확대 중이다. 저압계통에 접속가능한 용량도 100 kW에서 500 kW로 확대시켜 소규모 분산전원 구축 시 특고압 수전설비 구축비용을 절감할 수 있도록 하였다. 또한 분산전원 연

### Article Information

Manuscript Received October 22, 2020, Accepted October 29, 2020, Published online June 30, 2021

The Authors are with KEPCO Research Institute, Korea Electric Power Corporation, 105 Munji-ro Yuseong-gu, Daejeon 34056, Republic of Korea.

Correspondence Author: Seung-Yoon Hyun (hsy04@kepcoco.kr)

ORCID: 0000-0002-9305-5320 (S. Y. Hyun); 0000-0002-4426-7060 (C. H. Kim)



This paper is an open access article licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>. This paper, color print of one or more figures in this paper, and/or supplementary information are available at <http://journal.kepcoco.kr>.



Fig. 1. 미래 전력시장 개념도.

TABLE 1  
정부 재생 분산전원설비 보급 목표 [5]

연도	2017	2020	2030
보급 목표[GW]	6.9	20.9	57.9

TABLE 2  
전력계통 재생 분산전원 접속현황 ('20.8월말 기준)

	개체수 [개]	용량 [MW]	주요 재생전원
송전계통	367 (1%)	5,326 (25%)	풍력 (39%)
배전계통	566,202 (99%)	15,567 (75%)	태양광 (93%)
합계	566,569 (100%)	20,893 (100%)	

TABLE 3  
전기신사업자의 종류 및 정의

종류	정의
소규모 전력중개사업자	1 MW 이하 배전접속자원(분산전원, ESS, 전기차) 모집·거래하는 사업자
전기차 충전사업자	판매사업자와 구역전기사업자로부터 전력을 구입하여 충전서비스 제공자

계를 위해 발전사업자가 부담해야 할 한전계통 보강공사비용인 접속공사비도 공사 규모와 상관없이 계약전력 중심의 공사비 부과체제인 표준시설부담금 접속공사비 적용대상을 기존 계약전력 100 kW 미만에서 1,000 kW이하까지 확대 적용하였다.

또한 전력시장에 다양한 주체들의 참여를 용이하게 하기 위해 전기신사업자에게 법적 지위를 부여하는 전기전기사업법 개정도 추진하였다. TABLE 3은 전기신사업자 종류와 정의를 나타낸다.

그리고 전기신사업자가 참여할 수 있는 BTM 시장을 마련하는 미래 전력시장 개념도를 Fig. 1과 같이 제시하였다. 이를 통하여, 기존 전력거래소에서 운영하는 도매시장과 한전과 구역전기사업자가 참여하는 소매시장 이외에 소규모 전력자원 소유자가 전력중개사업자를 통해 도매시장에 참여하거나, 전기사용자와 직접 개인 간 거래가 가능한 BTM 시장이 조성될 예정이다.

B. 시장 여건

정부의 1 MW 이하 재생 발전원의 전력망 접속보장 제도 도입('16.10월) 이후 소규모 재생 분산전원의 접속량이 증가하고 있다. TABLE 4에 배전계통 연계 분산전원 신청 규모를 나타내었으며, 접속보장 이후 1개월 평균 접수 건수는 약 10배, 용량은 약 7.5배 증가하였음을 확인할 수 있다.

또한 계통환경을 고려하지 않은 전기차 충전사업 활성화로

TABLE 4

	배전계통 연계 분산전원 신청 규모		합계
	접속보장 이전 ('03~'16.10월)	접속보장 이후 ('16.11월~'20.8월)	
접수 [건]	29,968	83,840	113,808
용량 [GW]	6.9	14.4	21.3

TABLE 5  
분산전원 접속 및 신규수요 공급 투자비 전망 (단위: 억원)

구 분	'17	'18	'20	'25	'30			
분산전원 접속	1,367	2,550	...	6,906	...	17,374	...	21,992
신규수요 공급	2,736	2,790	...	5,749	...	10,154	...	15,154

TABLE 6  
배전계통 분산전원 관제시스템 구축 실적 및 전망 (단위: 억원)

구 분	'17	'18	'20	'25	'30	합계			
투자비	628	270	...	366	...	915	...	915	3,094

충전소 인근 지역 전압 불안정해져 전기품질 악영향을 초래한 영국 사례에 비추어, 원활한 발전 및 전기차 충전사업을 위한 전기품질 보장을 위한 시장 여건 형성이 요구된다.

III. 배전의 주요 이슈

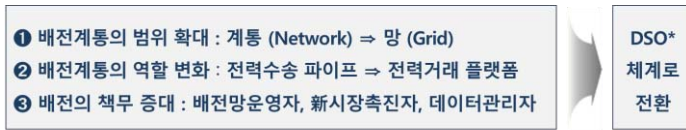
A. 분산전원 접속요구 수용을 위한 비용부담 급증

분산전원 수용을 위해 분산전원 근거리에서 위치한 기존 배전 선로를 연장하거나, 해당선로의 수용능력이 부족할 경우 별도 선로를 추가 신설해야 한다. 국내에서도 선로확충비용이 급증하고 있으며, 정부 정책목표를 달성하기 위해서는 TABLE 5와 같이 2030년까지 2.1조원의 추가 소요비용('30년 누계 4조8천억원 소요)이 예상되고 있다. 전력판매 수익이 발생하는 신규 수용 공급용 회선 신설은 수요증가를 정체로 인해 증가량이 연평균 약 2.1%로 미미하다. 이와 대조적으로, 전력판매와 무관한 분산전원 접속을 위한 배전선로 투자비는 증가 추세여서 중장기적인 재무부담이 확대될 것으로 전망된다.

또한 발전출력 변동성이 심한 재생분산전원은 배전계통의 안정적 운영을 위해 모니터링 시스템 구축이 필수적이다. TABLE 6은 분산전원 관제시스템 구축 실적 및 전망을 나타낸다. 분산전원 접속 및 증가하는 분산전원에 맞춰 분산전원 모니터링시스템도 확대 구축해야 하며, 2030년까지 누계 3천억원의 비용이 예상된다.

분산전원 확대에 따라 회선신설 및 모니터링 시스템 구축비는 증가한 현행 정부의 규제로 적기에 회수가 곤란한 문제점도 내포하고 있다. 배전설비 확충 투자비는, Eq. (1)과 같이 매년 전기요금 총괄원가 산정에 반영시키나, 정부의 전기요금 규제로 인해 요금 인상전까지는 투자비 회수가 곤란한 여건이다.

$$\text{전기요금 총괄원가} = \text{구입전력비} + \text{송배전비} + \text{판매비} + \text{투자보수} \quad (1)$$



**DSO (Distribution System Operator)**  
 배전망에 분산전원, ESS, 전기차 접속자원을 제약 없이 수용하면서도 안정적으로 전력공급 신뢰도를 유지하며, 망 이용자에게 비차별적 데이터와 서비스를 제공하는 사업자  
 \* 현재는 배전설비 유지보수 및 정전복구 중심의 DNO[Distribution Network Operator] 체계

Fig. 2. 배전 부문 발전 방향.

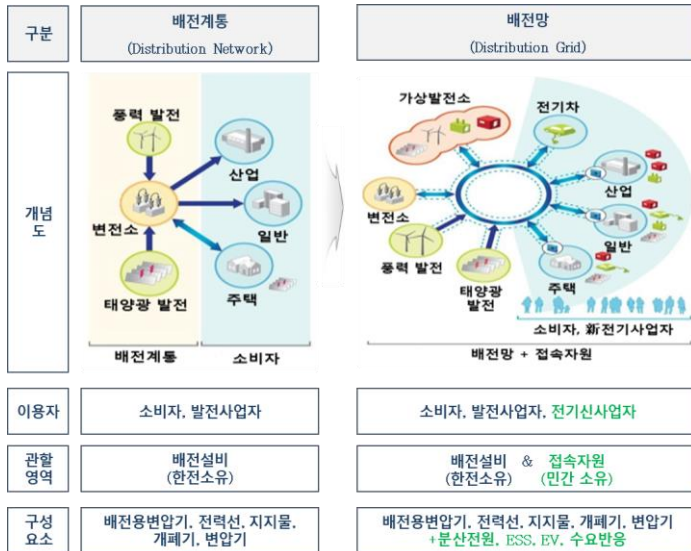


Fig. 3. 배전계통의 범위 확대 개념.

B. 재생 분산전원 증가로 전기품질 유지 지장

현재 한전은 전기사업법 18조에 의거 모든 저압고객의 규정 전압(220±13 V)을 유지할 의무가 있다. 그러나 분산전원 발전량이 전기사용량을 초과하면 배전계통에 과전압이 발생하여 규정전압을 초과할 우려가 있다.

일본 교토 인근 지역은 태양광 분산전원의 발전량이 단기에 급증하여 광역적으로 규정전압이 초과된 사례가 있었다. 국내에서도 주택용 태양광이 밀집된 지역에서는 간헐적으로 과전압이 발생할 개연성이 높은 실정이다. 이를 위해 전압조정기들이 배전선로에 설치되어 현장에서 자체적으로 전압이 관리되어야 한다. 일부 개소에 SVR, DER-AVM 등이 설치되어 운전 중이지만 향후 증가하는 재생 분산전원을 대응하기에는 전압제어 포인트 부족, 전압조정장치 간 협조운전 곤란 등의 한계점이 존재한다.

또한 분산전원 출력 불확실성과 변동성 심화로 배전계통에서 조류 흐름이 복잡화 되고 있다. 기존 배전계통에는 단방향 조류(송전→배전→고객)만 존재했으나, 분산전원 출력이 수시로 변동 하에 따라 전력조류 방향도 계통 내에서 시시각각 변화하고 있다. 이런 현상에 대응하기 위해서는 배전선로 조류 흐름 모니터링이 필요하다. 현재 배전계통 모니터링, 연산, 제어를 위한 시스템이 개발 중이며 조만간 현장에 확대될 예정이다.



Fig. 4. 계시별 요금제의 확대 적용.

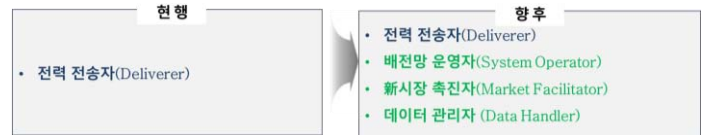


Fig. 5. 전력회사의 배전부문 책무 증대.

IV. 배전부문 발전방향

A. 배전계통의 범위 확대: 계통(Network) ⇒ 망(Grid)

배전계통의 전기품질 유지를 위해서는 한전 소유의 배전설비 이외에 분산전원, ESS, EV, 수요반응자원 등 민간소유의 접속자원까지 포괄적으로 관리할 수 있는 망 개념 도입이 필요하다 [2]. 망이란 전기를 공급하기 위한 전력설비 및 접속자원과 이를 통제 관리하는 체계 전반을 의미한다. 배전계통의 범위 확대에 따른 망 개념은 Fig. 3과 같다.

B. 배전계통의 역할변화: 전력수송 파이프 ⇒ 전력거래 플랫폼

배전망을 이용하는 플레이어가 소비자 이외에 발전사업자 및 전기신사업자가 지속적으로 증가하고 있다. 발전사업자는 매년 30% 규모로 증가하고 있으며 (31만명[17]→116만명[22]), 70여개의 전기차충전사업자 활동 중이며, SK·KT·포스코 등 주요 메이저 기업들이 전기신사업자로 시장진입을 준비하고 있다.

시간대별, 계절별 전기가격이 차등화 되는 계시별 요금제가 Fig. 4와 같이 도입될 예정이다. 이로 인해 소매 및 BTM 시장의 전력거래가 활성화될 것으로 예상된다.

배전망 이용자간 전력거래가 증가하며 거래 플랫폼도 필요해질 것이다. 다만 단순 가격매칭 이외에 전기품질을 고려한 전력거래 매칭 범위 산정 및 중계시스템이 구축되어야 한다. 해외에서는 독일 RWE 전력사의 Pro Vipp 프로젝트, 네덜란드 Vandebron 전력사의 DER 거래 플랫폼 등이 유사 사례이다 [6].

V. 추진 방안

한전이 직면한 배전시스템의 분산형 전원 수용 능력 증대를 위해서는 재생에너지 확대를 고려한 운영 패러다임에 적합한 전력시스템을 구축할 필요성이 있다. 본 장에서 기술하고자 하는 구축, 운영, 시장의 3가지 분야별 추진 방안 필요성은 다음과 같다.

첫째, 재생에너지 등 분산전원을 대규모로 수용하기 위해서는 배전시스템을 구성하고 있는 기기의 디지털화를 통한 '능동형 배전망' 구축이 요구된다.

둘째, 구축된 배전망의 안정적 운영과 DER의 효과적인 연계



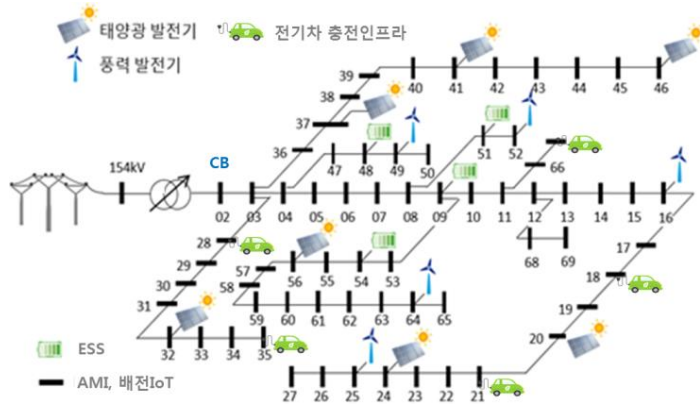


Fig. 6. 능동형 배전망 개념도.

및 이용을 위한 ‘한국형 DSO’ 체계 정립이 필수적이다.

셋째, 프로슈머 시장 확대 등 배전 부문의 경쟁을 보장하고 다양한 소비자 서비스를 제공할 수 있는 배전망 비즈니스 모델을 정립해야 한다.

#### A. 디지털 변환을 통한 ‘능동형 배전망’ 구축

디지털 변환을 통한 능동형 배전망을 Fig. 6과 같이 구축하기 위해서는 센싱, 데이터 연산, 그리고 제어 분야에 관한 발전 방향이 수립되어야 한다.

##### 1) 센싱 분야

정전 복구를 위해 단편적인 개폐기 전류 데이터 취득 등에 중점을 두었던 현 단계를 뛰어넘어, 전력량계의 전압, ESS 충방전량, EV 충전 전력량 정보 등 배전계통에 설치되어 계측 기능을 보유한 기기의 정보를 선별 통합 활용할 수 있는 데이터 플랫폼화가 진행될 필요성이 있다.

이를 위해 한전은 전력설비에 특화된 센싱 기술 개발과 전력 IoT 등의 수용 확대를 위한 차세대 배전지능화 시스템 개발에 주력하고 있다.

##### 2) 데이터 연산 분야

배전망 IoT 센서 등에서 수집되는 빅데이터를 AI.등을 활용해 향후 분산전원, EV 등 접속 자원 과다에 따른 전력 수요와 공급을 예측하고, 수급 상황을 감시할 수 있는 여건을 마련해야 한다.

한전은 ‘인공지능 기반 배전망 상태추론 기술’을 통하여 지능형 배전설비, 신재생 발전원, 전기차 등 에너지저장장치 간에 이루어지는 다양하고 복잡한 상호관계 및 영향을 종합적으로 판단하고 추론할 수 있는 연구를 수행 중이며, 차세대 배전지능화시스템의 개발을 ‘20년까지 개발 완료하여 지역별 센터로 확대 적용할 예정이다.

##### 3) 제어 분야

현행 정전 복구 수준의 사후 제어뿐만 아니라, 재생에너지 출력 및 저장장치의 충방전을 관리하여 수요측 자원이 전력 수요에 효과적으로 반응할 수 있도록 관련 기술을 개발하여 전기 품질 유지 방안을 모색해야 한다.

상기 분야별 발전 방향을 토대로 능동형 배전망 구축 시 이 점은 다음과 같다.

첫째, 분산전원 수용 패러다임을 전환할 수 있다. 기존에는 디지털 장비의 한계로 배전계통 전반의 실시간 상황을 파악하기 곤란하여, 재생에너지 수용을 발전량이 아닌 설비용량 기준으로만 산출 및 수용하였다. 반면에 능동형 배전망 기술이 도입되면, 계측된 데이터 기반의 배전계통 상태추정 등 일련의 과정을 거쳐 재생에너지 기반 분산전원의 추가접속 가능량을 산출할 수 있게 된다. 또한, 분산전원 추가접속 가능량 수용 이후에도 원격으로 배전계통을 재구성하여 인근 선로의 추가수용 가능 구간을 확보할 수 있게 되어 능동적인 제어를 통해 수용량을 극대화할 수 있다.

둘째, 비용 효과적 재생에너지 기반 분산전원 수용력 증대 및 투자비 절감이 가능할 것으로 예상된다. 주요 국가별 디지털 변환에 따른 재생 분산전원 수용력 증가율을 살펴보면, TABLE 7에서와 같이 능동형 배전망 요소기술 고도화 수준에 따라 동일설비에서 37~67%의 수용력을 증대시킬 수 있음을 확인할 수 있다 [7].

또한 TABLE 8의 영국 능동형 배전망 구축 유형별 재무 효과에 비춰 봤을 때, 현행 단순 설비 확충 방식 대비 장기적으로 34~41%의 투자비 절감이 가능할 것으로 예상된다.

이를 국내 투자비 전망(단순 설비확충 체계 지속 시 5.1조원 소요 예상)으로 단순 환산할 경우, 영국과 동일한 요소기술의 단계적 도입(3.3조원) 및 일괄 도입(3조원) 시 2030년까지 각각 1.8조원, 2.1조원의 투자비 절감 효과를 예상할 수 있다 [8].

#### B. 디지털 변환 기반의 한국형 DSO 체계 정립

현재 한전은 분산전원으로 인해 발생 가능한 문제를 계획 단계에서 방지하기 위한 ‘Fit and Forget’ 기반의 배전계통 계획을 구체화해 왔다. 하지만 재생에너지 기술 개발 및 정부 정책 지원에 따라 분산전원의 배전망 접속 확대에 의해 배전망 전력 품질 저하, 보호협조의 오동작 등 다양한 문제들이 발생할 수 있다. 따라서, 배전망의 안정적인 운영과 분산전원의 효과적인 연계를 위한 DSO의 역할 확장 필요성이 커지고 있다.

TABLE 9는 국가별 능동형 배전망의 수준을 나타내며, 현재 한전의 능동형 배전망 수준은 해외 DSO 대비 전반적으로 저조함을 확인할 수 있다. 인프라 부문 중 현재 수행중인 배전계통 고장 복구 관련 항목은 타 항목 대비 상대적으로 양호하며, 기술 부문의 경우 한전 빅데이터 플랫폼 개발로 상위 시스템 계층에서의 데이터 통합 수준 또한 주요국 평균 대비 양호한 반면, 제도 부문의 배전망 접속 자원과의 데이터 교환 및 제어권한 확보 항목은 미비한 수준이다.

따라서, 능동형 배전망 기반 DSO 구현을 위해서는 미래 배전정책, 배전 투자전략, 능동형 배전망 구축, 배전망 비즈니스 개발 등 ‘DSO 체계 구현 프로젝트 6대 아젠더’를 선정하여 배전 부문 종합 발전 계획을 수립할 필요성이 있다.

#### C. 배전망 비즈니스 모델 정립을 통한 신시장 촉진 및 수익채널 확보

앞서 언급한 능동형 배전망 구현을 통하여 분산전원의 수용력 증대와 투자비 절감 문제는 해결이 가능하다. 하지만 경영 여건이 영세하거나 신산업 시장이 미성숙한 상황이 지속될 경우, 수익 불안정과 지속가능경영을 위한 수익 확보가 불투명해진다 [10].

따라서, 재무여건 안정화를 위해 기본적으로 배전망 이용 요

TABLE 7

주요 국가별 디지털 변환에 따른 재생 분산전원 수용력 증가 [7]

국 가	디지털 변환 기술 및 설비적용	수용력 증가율
독일	(기술) 중앙집중형 전압제어, (설비) OLTC	67%
오스트리아	(기술) 관리형 전압제어, (설비) OLTC	53%
프랑스	(기술) 로컬형 전압제어, (설비) 분산전원 전압조정기	37%

TABLE 8

능동형 배전망 구축 유형별 재무 효과(영국) [8]

(단위: 억원)

구 분	'13~'22 (10년간)		'13~'30 (18년간)	
	금액	현행체계 투자비 대비 가감율	금액	현행체계 투자비 대비 가감율
단순 배전설비 확충 (현행 수용체계)	12,165	-	192,015	-
능동형 배전망 요소기술 단계적 도입	7,200	-41%	125,865	-34%
능동형 배전망 요소기술 패키지 도입	14,325	+18%	114,030	-41%

\* APPENDIX I. 영국의 능동형 배전망 구축 투자비 전망

TABLE 9

능동형 배전망 국가별 수준 [9]

\* 성숙도: 안정기(●), 성숙기(●), 성장기(○), 도입기(○), 개발기(○)

구 분	내 용	한전 수준	주요국 평균*
인 프 라	센서	AMI전력량계 확대 중 [25%, '17.12월 기준]	●
	네트워크	정전복구를 위한 광, 무선TRIS 통신망 운영중	●
	연산	특고압 계통 운영시스템 개발중 (ADMS)	○
	제어	외부 접속자원 제어기술 미확보	○
기 술	실시간 통신	현장 디바이스 증가로 수용력 검증 필요	○
	데이터 통합	빅데이터 플랫폼 개발을 통해 데이터 통합 착수	●
	데이터 교환	상호운용성 미확보로 System Integration 곤란	○
	사이버 보안	전력계통망, 사무용망의 개별 보안상태 유지	○
제 도	의무부과	배전망의 전기품질 유지를 위해 최소한의 책임부여	●
	권한확보	배전망, 분산전원에 이상시에만 제한적으로 제어	○

\* APPENDIX II. 배전망 플랫폼 구현을 위한 기술적·제도적 필요사항 및 국가별 수준

금에 반영될 투자보수율(4%, 2020년 현재)을 글로벌 기준(독일 5%, 폴란드 6.4%)까지 확대할 수 있도록 정부 차원의 지속적인 검토와 정책적 지원이 함께 할 필요가 있다 [9].

또한, 한전은 배전망 소유 및 운영과 더불어 영국의 RIIO (Revenue set with Incentives for delivering Innovation and Outputs)와 미국 뉴욕주 REV (Reforming the Energy Vision)의 사례와 같이 분산 시스템 플랫폼 제공자 Distributed System Platform Provider, DSPP)의 역할까지 수행할 수 있는 전략을 수립하여, 배전망 비즈니스 수익 증대 및 미래 전력산업 주도권을 확보할 필요성이 있다.

이와 더불어 VPP, 플랫폼, ESS, 마이크로그리드 등 해외 DSO 비즈니스 모델 모델 분석<sup>1</sup>을 통해 예비 사업모델을 도출하고 국내 시장 여건 분석을 통해 사업 가능성을 검토<sup>2</sup>해야 한다 [11][12]. 참여희망기업 모집을 통한 종합 프로젝트 추진단 구성 및 해외 프로젝트 벤치마킹을 통해 실행 아이템을 선정하고 사업모델 실증 프로젝트인 GoT (Grid of Things)를 본격적으로 추진하여 新비즈니스를 창출하는 생태계를 조성하고 참여기업 간 정보 및 사업 경험을 공유할 수 있도록 장려할 필요가 있다.

스타트업 및 소규모 사업자들의 참여로 배전망의 효율을 높이고 자발적인 비즈니스 모델 개발을 장려하기 위해서는 신사업 모델 테스트베드 및 실증 기회를 제공하는 등 신규 사업자가 전력 시장에 진출할 수 있는 여건을 조성해주는 것이 요구된다. 그리고 새로운 비즈니스를 개시하고자 하는 경우, 사업모델에 대한 정부, 신규 사업자, 전기신사업 참여희망기업을 대상으로 의견을 수렴하고 사업 타당성 검증 및 실효성을 확보할 수 있도록 의사 결정 초기단계부터 고객 참여를 의무화해 고객에게 제공할 가치 확보를 철저히 하여 적극적으로 사업을 펼칠 수 있도록 장려해주는 것이 필요하다.

## VI. 결론 및 시사점

본 연구는 전력산업의 환경변화에 대해 살펴보고 특히 한전의 미래 배전분야 전력산업 대응 방안을 모색하였다. 현재 정책 방향과 국내 시장 여건을 볼 때 한전의 배전 부문 주도권 확보를 위해 우선 추진해야 할 과제는 다음과 같다.

첫째, 미래 배전부문의 청사진 마련을 위한 DSO 체계 구현 프로젝트를 추진하는 것이다. 국내 재생 분산전원 보급 상황을 고려하여 경제성 기반의 최적 수용량 증대기술을 개발하고, 한전의 역량 수준과 국내 환경 적합성을 고려한 배전망 비즈니스 모델을 정립해야 한다.

둘째, DSO 체계 전환을 위한 전기사업법 개정 및 접속제도 격상을 정부와 합의하는 것이다. 국내 전기사업법은 발전과 판매를 도시에 하는 것을 금지하고 있어 한전의 배전망 비즈니스 런칭이 어려운 실정이다. 규제 완화를 통하여 현행 '배전설비 설치 및 운용'에 국한된 사업범위를 BTM 시장추진 역할까지 증대할 수 있도록 규제의 유연성을 확보할 필요성이 있다. 추가적으로 외부 정보 연계가 불가피한 능동형 배전망의 특성을 고려하여 DSO 역할 수행을 위한 기술·계약·권한 조건이 강화된 배전망 접속약관을 신설, 개인정보 보호를 철저히 이행할 수 있도록 규제를 두는 것이 바람직하다. 새로운 비즈니스 모델이 확산되기 위해서는 법적·제도적 개선이 필요하다. 특히 규제 완화, 가격 기능 정상화, 전력시장 개편, 연구개발 확대, 보안 강화 및 표준화 추진 등이 시급하게 필요

<sup>1</sup> APPENDIX III. 해외 DSO 비즈니스 모델 분석(예)

<sup>2</sup> APPENDIX IV. 국내 배전부문 비즈니스 모델 시장 평가(예)

하다.

셋째, 재생에너지 확산 여건에 따른 배전망 신뢰도 제고와 다양한 유연성 자원을 확보하기 위해서는 요소기술을 개발하는 것이 필요하다. 배전망 전기품질 유지를 위한 저압 계통 전압제어장치 및 운영시스템의 보강과 더불어 특고압 및 저압계통 콤비네이션 전압제어 알고리즘을 정립하여 소비와 공급을 효율적으로 연계하는 수급체계를 구축하는 것이다. 기존 배전망에 민간 소유의 배전망 접속자원의 제어를 위한 데이터 교환체계를 정립하여, 전기신사업자의 분산전원, 에너지저장장치, 전기차 충전기와 상호 운영성을 확보하고, 새로운 비즈니스 모델 개발을 유도하여 신규사업자가 전력시장에 진출할 수 있는 여건을 조성해주는 것이 요구된다.

**APPENDIX I**  
영국의 능동형 배전망 구축 투자비 전망

(단위 : 백만£)

구분	항목	현행 배전망 체계 운영		능동형 배전망 점진적 구현		능동형 배전망 일괄 패키지 구현	
		2022	2030	2022	2030	2022	2030
현행 설비 확충	선로 증설	82.5	6535.1	42.1	800.4	42.1	885.7
	선로 신설	-	10.2	-	-	-	-
	신규 변압기	450	2465.6	64.7	1615.5	64.7	1615.5
	부수적 업무	186	3557.4	79	512.6	79	377.3
	주요 업무	92.4	232.8	-	-	-	-
능동형 배전망 요소 기술	동적 선로재구성	-	-	103.2	174.1	103.2	174.1
	가변송전시스템	-	-	110	391.6	110	449
	수요반응	-	-	1.8	231.1	1.8	231.1
	에너지저장장치	-	-	-	-	-	-
	망 내 직류전력	-	-	-	-	-	-
	자동전압제어	-	-	0.2	1.4	0.2	1.4
	한류기	-	-	4.7	63.2	4.7	63.2
	발전기 제약관리	-	-	-	-	-	-
	발전기의 방지원	-	-	-	-	-	-
	전기자동차 충전인프라	-	-	3.4	155.4	3.4	155.4
	신규 전기회로 인프라	-	-	-	-	-	-
	망 영구 메시지 구조화	-	-	5.6	2650.8	5.6	2650.8
	실시간 열적용량 산정	-	-	16.6	145.6	16.6	435.1
	스위치드 캐패시터	-	-	-	-	-	-
	망 임시 메시지구조화	-	-	3.6	42.2	3.6	42.2
능동형 배전망 설비 구축	솔루션간 통신 & 제어 플랫폼	-	-	3.3	195.3	5	5
	배전망운영자-수요반응 연계	-	-	0.9	103.9	3.3	3.3
	망 상태 측정	-	-	11.8	300.9	303.4	303.4
	배전제어센터-배전망운영자간 통신 플랫폼	-	-	-	-	132.8	132.8
	위상불균형 측정	-	-	-	-	43.2	43.2
	날씨/온도데이터	-	-	29.1	917.2	0.8	0.8
	디자인 툴	-	-	-	-	0.5	0.5
	원격제어, 보호	-	-	-	-	31.5	31.5
	합계	811	12,801	480	8,391	955	7,602

**APPENDIX II**  
배전망 플랫폼 구현을 위한 기술적·제도적 필요사항과 국가별 수준

□ 기술적 요구사항

구분	요구사항 설명	국가별 점수(0-2)						
		스페인	이탈리아	프랑스	오스트리아	독일	영국	한국
1	배전망 토폴로지 데이터 취득	1.5	2	1.5	1	2	1	1
2	정확한 배전망 내 부하 및 발전원 프로파일 데이터 취득	1.5	1.5	1	0.5	1	1	1.5
3	부하, 발전량, 기후 예측 데이터 취득	1	2	1.5	0.5	1.5	1.5	0.5
4	신규 배전망 연계 요청 평가	1	2	1	1	2	0	0.5
5	배전망 연계 설비용량에 대한 시나리오 설정 및 평가	2	2	0	0.5	2	1	1
6	최적조류계산, 상정사고, 고장 분석을 고려하는 배전망 계획	1	2	1	1	1.5	1.5	0
7	배전망 위험 상태에 대한 인지 및 예상 결과 분석	1	1	1	0.5	1	1	0.5
8	비상시 출력 삭감 자원 확보	1	1	2	0	2	2	0.5
9	배전망 보강 및 변동성 문제 대응 비용 등을 고려하는 배전망 운영비용 계산 툴	1	1	1	0	1	0	0.5
10	배전망 계획 및 운영 전반의 솔루션 평가 및 의사결정 지원 툴	0	1	0	0	1	0	0.5
11	안전도제약계급전, 최적조류계산, 상정사고, 배전망 재구성을 고려하는 배전망 실시간 운영	1.5	1.5	1.5	0.5	1	0.5	0.5
12	계통유연성 자원 정의	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0
13	계통유연성 자원 거래 가능한 플랫폼(시장)	0.5	1	0	0	0	0	0
14	계통유연성 자원들의 입찰 내용 확인	0	1	0	0	0	0	0
15	계통유연성 자원들의 타 계통유연성 시장 입찰 내용 확인	0	1	0	0	0	0	0
16	배전망 접속 자원의 실시간 데이터 통신	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
17	충분한 데이터 저장 용량 확보를 통한 과거 데이터의 관리	1	1.5	1	1	1	0.5	1
18	데이터 보안체계	1	2	1	0	1.5	0.5	0.5
19	배전망 참여 주체들의 플랫폼 인터페이스 기반 상호작용	1	1	1	0	1	0.5	0

□ 제도적 필요사항

구분	요구사항 설명	국가별 점수(0-2)						
		스페인	이탈리아	프랑스	오스트리아	독일	영국	한국
1	배전망운영자, 발전사업자 간 유연한 계통 연계 계약	1	1	1	0.5	1	0	0
2	배전망운영자의 계량 데이터 접근	1	1.5	1	1	0.5	0.5	0.5
3	배전망운영자의 계통유연성 자원에 대한 접근 및 사용	1	1	0.5	0.5	1	0	0
4	배전망 사용자 또는 계통유연성 운영자가 배전망 계통유연성을 거래할 수 있는 시장 또는 메커니즘	1	1	1	0.5	0.5	0	0
5	배전망운영자, 송전망운영자, 발전사업자 등 계통 내 각 주체의 책임 정의	1	1	1	0.5	1	1	0.5
6	비상시 조치의 우선순위 설정	1	1	1	1	1	1	1
7	데이터 보안 유지	1	1	1	0.5	1	1	0.5
8	배전망운영자가 배전망에 연계된 자원 동작 관찰	1	1	1	0	1	0	0.5
9	실시간 배전망 운영 가이드라인	1	1	1.5	0.5	1	0.5	0.5

APPENDIX III

해외 DSO 비즈니스 모델 분석(예)

- **VPP (Virtual Power Plant) 가상발전소 형태로 전력시장 참여**
  - 배전단 접속자원을 활용 발전소 또는 수요반응 형태로 도매 전력거래시장 참여
    - ▶ (발전 출력형) 재생전원, ESS 모집하여 도매전력시장에 발전원으로 참여
    - (RWE [독일]) 지멘스의 IT시스템을 활용 다수의 배전 접속자원을 통합하여 생산된 전력을 하나로 묶어 단일 판매자로 전력시장 입찰 (\*15년, 200MW)
    - ▶ (수요감축형) 비상발전기 가동, ESS 충전을 활용 수요관리 시장 참여
      - (PG&E [미국]) 고객 소유의 비상발전기를 통합 연계 및 최대부하 시간대 가동시켜 첨두부하 삭감을 통한 수요관리 시장에 입찰
      - ▶ (혼합형) 접속자원 유형별로 조합하여 발전출력형, 수요감축형 모두 구현
        - (E.ON [영국]) 분산전원, ESS 등을 통합해서 전력시장에 공급과 수요형태로 참여 병행
- **플랫폼 배전망 이용 P2P 전력거래 중계플랫폼 운영**
  - 에너지 프로슈머(소규모 발전사업자) 대상 개인간 거래 중계를 통한 수수료 취득
    - (National Grid [미국]) 배전망 내 전력거래를 위한 플랫폼 구축 추진중
    - (P2 Power [뉴질랜드]) 웹 기반의 에너지프로슈머 거래 플랫폼 운영
- **ESS 가정용 ESS 렌탈 및 배전망 접속자원으로 운영**
  - (개.요) ESS 임대 수수료 취득 및 긴급시 ESS 운영을 통해 전기품질 유지에 활용
    - (Con Edison [미국]) 가정용 연계 ESS 프로젝트(Storage on Demand) 추진
    - (Stadtwerke [독일]) 태양광 발전 + ESS + P2P 거래 패키지 제공 및 운영
- **Micro Grid 스마트시티, 스마트캠퍼스 구내계통 운영 또는 배전망 임대**
  - (개.요) 스마트시티(구역전기사업자), 스마트 캠퍼스 등 고객계통 운영을 통한 수익 확보
    - ※ 스마트시티 자체적으로 배전망 운영시 망 임대를 통한 수익확보도 가능
    - (EDF Energy [영국]) 배전망 임차를 통한 전력서비스 활동 추진

Acknowledgment

This research was supported by Korea Electric Power Corporation under Grant R20DA25.

References

- [1] “재생에너지 3020 이행계획”, 산업통상자원부, 2017.
- [2] “제2차 지능형전력망 기본계획”, 산업통상자원부, 2018.
- [3] RWE, “Annual Reports & RWE Investor Presentation (IR),” 2016~2018.
- [4] National Grid, “Annual Reports & Full Year Results,” 2016~2018.
- [5] “제8차 전력수급기본계획”, 산업통상자원부, 2017.
- [6] 허준혁, “글로벌 유틸리티 Value Chain별 수익성 및 사업전략 분석”, 전기저널, pp. 38-51, 4, 2020.
- [7] IGREENGrid, “WP4: D4.2 List of reference targets (country-specific & EU-wide) for grid integration of DER,” 2015. 12. 18.
- [8] Ofgem, “Smart Grid Forum Key Note Seminar, Assessing the Impact of low carbon technologies on Great Britain Distribution Networks,” 2012.
- [9] 현승윤, “배전부문 발전방향”, 한국전력공사, 2018.
- [10] E. for smart grids, "Flexibility: The role of DSOs in tomorrow's electricity market," European Distribution System Operators for Smart Grids, May 2014, Available at: <https://www.edsoforsmartgrids.eu/wp-content/uploads/public/EDSOviews-on-Flexibility-FINAL-May-5th-2014.pdf>.
- [11] 한전 경영연구원, “영국 성과기반 전력망 운영체계 특징 및 성과”, 2019. 7.
- [12] 한전 경영연구원, “신산업 시장 환경분석을 통한 KEPCO 핵심 Biz 도출”, 2017.

APPENDIX IV

국내 배전부문 비즈니스 모델 시장 평가(예)

- 국내 시장규모 지수 (40점)
 

설문조사 항목	ESS	M/G	VPP	플랫폼
현재시장성숙도	22	17	10	14
시장성장 속도	25	23	21	23
시장성장폭	23	16	13	13
총 계량점수	23	19	15	16

  - 재생 분산전원과 사업연관성이 높은 ESS 시장이 상대적으로 타 분야 대비 높은 순위를 차지
- 국내 사업여건 지수 (40점)
 

설문조사 항목	ESS	M/G	VPP	플랫폼
정책의존도	28	22	24	22
혁신산업 의존도	36	28	24	20
공공성	32	24	12	24
총 계량점수	32	25	20	22

  - 국내 사업여건은 정부 정책에 따른 ESS(에너지 전환)와 M/G(스마트시티) 분야가 높은 편으로 분석
- 내부역량 지수 (20점)
 

설문조사 항목	VPP	플랫폼	ESS	M/G
기술역량 수준	14	12	8	12
핵기술성숙도	13	13	7	9
총 계량점수	14	12	7	10

  - 내부역량은 ESS가 가장 성숙했으며, VPP, 플랫폼은 아직 기술개발 초기 단계임에 따라 내부역량이 미성숙한 것으로 평가
- 국내 에너지산업 시장 평가지수 총괄 산정결과
 

설문조사 항목	VPP	플랫폼	ESS	M/G
국내 시장규모	23	19	15	16
국내 사업여건	32	25	20	22
내부역량	14	12	7	10
총 점	69	56	42	48