

훈련결과보고서

전력시장 경쟁강화를 위한
시장제도
선진화방안 연구

2018. 6.

김 정 두

국외훈련개요

1. 훈련국: 영국
2. 훈련기관명: 셰필드 대학교(University of Sheffield)
3. 훈련분야: 법학 (MA in law)
4. 훈련기간: 2016.6.25. ~ 2018.6.24.

〈목 차〉

I. 서 론	1
II. 전력산업의 특성과 전력시장의 환경변화	2
1. 전력 및 전력산업의 특성	2
2. 전력산업의 특성과 전력시장의 설계	8
3. 전력시장 설계를 위한 두 가지 접근방식	11
4. 최근 전력산업의 기술·환경적 변화	17
III. 주요국 전력산업 구조와 전력시장 경쟁도입 현황 ..	25
1. 영국	25
2. 미국	38
3. 프랑스	48
4. 기타 주요국 (호주, 일본, 싱가포르)	54
IV. 우리나라 전력시장 현황과 경쟁 저해요인	61
1. 우리나라 전력시장 구조와 전력거래제도	61
2. 우리나라 전력시장의 경쟁 저해요인	69
V. 전력시장 경쟁강화를 위한 정책 제언	75

1. 전력시장 개방에 대한 단계적 접근 및 경쟁에 대한 수용성 제고	75
2. ICT 활용과 기후변화 대응 연계 강화	82
3. 판매부문 경쟁 도입과 도매시장 운영방식 개선 ...	90
4. 새로운 환경변화 및 전체 에너지산업을 고려한 입체 적 접근	94

<참고문헌>

I. 서론

본 연구는 우리나라 전력시장 경쟁강화를 위하여 현행 시장제도의 개선방향을 살펴봄으로써 궁극적으로 국가 에너지 공급의 안정성을 확보하면서도 시장 참여주체의 효율성을 도모할 수 있는 방안은 무엇인지 살펴보고자 한다. 과거 우리나라는 한국전력공사(이하 ‘한전’)가 전력의 발전, 송·배전, 판매를 모두 담당하였다. 이러한 독점체제 해소를 위하여 1999년 확정된 전력산업 구조개편 기본계획에 따라 발전경쟁(1단계), 도매경쟁(2단계), 소매경쟁(3단계)을 순차적으로 도입하기로 하였고, 2001년 처음으로 발전부문을 분리·분할함으로써 발전시장에 경쟁을 도입하였다. 그러나, 이후 배전분할을 위한 정책이 중단되면서 도·소매 경쟁은 추진되지 못한 채 오늘에 이르고 있다. 현행 시장제도는 이러한 기본적 구조 하에서 지속적으로 보완되어 왔으나, 향후로도 이러한 체제를 계속 유지하는 것이 바람직한가에 대해서는 다양한 연구·검토가 필요하다.

2011년 9·15 순환정전과 2016년 주택용 전기요금 누진제 사태 등으로 인하여 저렴하고 안정적인 전력공급에 대한 국민적 인식이 고조되었다. 반면 전력시장 경쟁 강화에 대한 논의는 전기요금 상승으로 이어져 국민적 부담을 불러올지도 모른다는 우려 속에 추진 동력을 얻기 쉽지 않은 측면이 있었다. 더구나, 2001년 1월 미국 캘리포니아주에서 강제적 단전사태가 발생한 것이 전력시장 민영화에 따른 부정적 사례로 알려진 것도 전력산업 구조개편 추진에 부담으로 작용하였다. 그러나, 본 연구에서는 영국, 미국, 프랑스 사례 등을 통하여 선진국들의 경우 전반적으로 전력시장에서 경쟁을 확대해 왔다는 공통점이 있다는 것을 확인하고,¹⁾ 그러한 경쟁 확대가 전력시장에 가져온 긍정적 또는 부정적 영향은 무엇이었는지 함께 살펴보고자 한다. 만약 여러 논거를 통하여 전력시장 경쟁을 강화하는 것이 보다 바람직한 방향이라고 한다면, 해외 사례들을 시장제도 개선을 위한 방법론으로서 구체적 참고를 할 수 있을 것이다.

1) 김남일 외, 전력산업 규제개혁방안; ICT 수용을 중심으로, 2014.6.

따라서, 본 연구에서는 우선적으로 여타 산업과 다른 전력산업의 특성은 무엇이고, 전력시장제도를 만들 때 고려할 사항 및 이러한 제도 설계에 영향을 미칠 수 있는 최근의 기술·환경적 변화는 무엇인지 검토하고자 한다. 특히, 스마트 그리드(Smart Grid) 및 에너지 저장장치(Energy Storage System, 이하 ESS) 기술 등을 포함한 변화, 기후 변화 대응을 위한 국제적 노력 과정을 전력시장제도와 연계하여 검토될 필요가 있다. 다음으로 주요국들의 전력산업 구조와 전력시장에서의 경쟁 도입현황을 소개함으로써 전력시장의 합리적 운영을 위한 각국의 노력들을 살펴보고자 한다. 마지막으로 각국 사례와 비교하여 우리나라 전력시장의 현황과 경쟁을 저해하는 요인은 무엇이 있는지 살펴본 후 전력시장 경쟁강화에 대한 보다 바람직한 접근방식에 대하여 고찰해 본다.

II. 전력산업의 특성과 전력시장의 환경변화

1. 전력 및 전력산업의 특성

가. 전력의 특성

전력산업의 특성을 이해하기 위해서는 먼저 전력이 가지는 특징에 대하여 이해할 필요가 있다. 일반적으로 전력은 (i)비저장성, (ii)수요에 대한 공급의 초과 요구, (iii)송전망 내에서 전기의 흐름에 대한 통제불가능성 등 세가지 특징을 가지는 것으로 알려져 있다.²⁾ 이를 구체적으로 나누어 설명하면 다음과 같다.

첫째, 국가 단위와 같이 대규모 전력 공급·소비시장을 가정할 때 전기는 석유·가스 등 다른 에너지원과 달리 저장될 수 없다. 따라서, 생산과 동시에 소비가 이루어질 필요가 있다.

2) 이하 내용은 고대영 외, 그린에너지산업 발전을 위한 제도 및 정책 연구, 2010.12. 참조

둘째, 전력수요가 공급을 초과할 경우 일부 부족분에 한정된 소규모 피해로 그치지 않고, 정전이나 전압저감 등 사회적·산업적으로 대규모 경제적 피해를 가져올 수 있다.³⁾ 그러므로, 전기를 공급하기 위한 전력생산 용량(capacity)은 항상 전력 수요를 초과하는 상태를 유지하여야 한다.

셋째, 통상의 재화가 그 유통경로에 상관없이 개별 재화에 대한 재산권을 설정하기 용이한 반면에, 전력은 일단 송전망을 통해 송출된 경우 송전망에서 일종의 공유자원(common)과 유사한 형태가 되어 개별 소비자에 대한 특정 재산권을 설정하기 곤란하다. 예를 들어, S1 발전소에서 생산된 전기가 S1, S2, S3 발전소의 전기를 송전하는 송전망을 거쳐 흐르는 경우 특정 소비자 D는 자신이 사용한 전기가 S1 발전소에서 생산된 특정 전기라고 주장하기 어렵다. 더구나 송전망의 각 구간에는 설비 용량에 따라 송전할 수 있는 한계 용량이 존재하므로 여러 발전원에서 생산된 전력은 송전망 내에서 이른바 송전 혼잡(congestion)을 가져올 수 있고, 이는 송전과정에서의 전력 손실과 함께 추가적 비용을 발생시킬 수 있다.⁴⁾

나. 전력산업의 특성

이러한 전제 하에 전력산업은 다음과 같은 특징을 가진다.⁵⁾

첫째, 전기는 저장이 불가능하여 생산과 동시에 소비가 이루어져야 하므로, 매순간 전력에 대한 수요·공급을 일치시키기 위하여 전력산업 주체 중 발전설비와 송전설비를 전체적으로 통제할 수 있는 기관이 필요하다. 이 기관은 평상시 실시간 수요에 따라 발전기들의 발전량을 결정하고, 수요가 공급을 초과하는 상황이 예상되는 경우 시스템 붕괴를 막기 위한 강제 단전 여부를 결정한다. 우리나라에서는 전력거

3) IEA(1999)

4) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

5) 이하 내용은 Joskow(2006a), Stoff(2002) 참조

래소가 이러한 기능을 담당하고 있다.

둘째, 공급이 수요를 초과하는 상태를 유지하기 위하여 수요 측면에서 미리 전력 수요를 예측할 필요가 있다. 공급 측면에서 볼 때 이러한 수요 예측은 단기적으로는 기존 발전소의 발전량에, 장기적으로는 신규 발전소 확충계획에 영향을 미친다. 전력 수요는 계절별 또는 계절 내에서도 매일의 날씨에 따라 끊임없이 변할 수 있으므로 전력 수요를 정확히 예측하는 것은 거의 불가능하나, 전력산업 지탱을 위해서는 수요에 대한 확률분포를 효율적으로 측정하기 위한 노력이 필요하다고 하겠다. 또한, 전력 공급은 송전과정에서의 전력 손실까지 고려한 적정한 예비력 확보가 필요하며, 이를 통해 정전 등에 따른 경제적 손실이 발생할 우려를 제거하면서도 경제적 효율성을 도모할 필요가 있다.

셋째, 송전과정에서 특정 전력에 재산권을 설정하기 곤란하다는 것은 반대로 전력계통 운영자가 단전이 필요한 경우에도 개별 소비자를 특정하여 조치를 취할 수 없음을 의미한다. 결국 단전은 비교적 넓은 지역을 대상으로 하되 그에 따른 손실을 줄이기 위한 방책으로 순환정전 방식(rolling or rotating black out) 등이 차선책으로 사용될 수 있을 뿐이다.

여타 산업과 구별되는 이러한 전력산업의 특징을 고려해 볼 때 정부기관을 포함한 규제기관이 전력시장에서의 원활한 전력 공급과 수요 관리 차원에서 개입할 가능성이 크다 하겠다. 예를 들어 우리나라의 경우 산업통상자원부 장관이 전력산업의 지속적인 발전과 전력수급의 안정을 위하여 전력산업기반조성계획을 수립·시행토록 하고 있으며(전기사업법 제47조 1항), 법령에 따른 절차를 거쳐 전력수급기본계획을 수립토록 하고 있다(제25조). 전력수급기본계획에는 전력수급의 기본방향, 장기전망, 발전·송전·변전 설비계획, 전력수요 관리 등에 관한 사항이 포함된다(제25조 6항).

그러나, 정부의 개입이 반드시 수요와 공급의 기술적인 예측 전반에 걸쳐 이루어질 필요는 없으며, 실제 그러한 기능을 수행하는 사업주체를 감독하는 것으로 그 목적을 달성하는 방법도 있을 것이다. 예를 들어, 영국의 경우 1990년대 이후 전력산업의 민영화를 추진하여 실질적인 전력시장 경쟁체제를 마련하였으며, 현재 가스·전력 시장국(Ofgem)에서 전력시장 감독기능을 수행하고 있다.

다. 전기가 공공재적 특징을 가지는지 여부

학술적인 논의는 아니나 전기 자체가 공공재로서의 특징을 가지는지에 대하여도 논하고자 한다. 현대 사회에서 산업을 일구고 일상생활을 영위함에 있어 전기와 단절된 생활은 상상하기 어려우므로, 전기는 공공재로서 모든 국민이 특별한 대가를 치르지 않고도 값싸고 자유롭게 이용하는 것은 당연하다고 생각하기 쉽다. 그러나, 공공재의 원래 개념에 비추어 볼 때 전기 자체를 공공재로 인식하는 것은 다소 무리가 있다.

Samuelson에 따르면⁶⁾ 공공재란 (i)비경합성과 (ii)배제불가능성 두가지 조건을 만족하여야 한다. 비경합성이란 한 소비자가 재화나 서비스를 소비하더라도 다른 소비자가 방해받지 않는 성질을 말하며, 달리 말하면 소비 과정에서 혼잡(congestion)이 발생하지 않는다는 의미이다. 예컨대 음식이나 노트 같은 재화는 내가 소비할 경우 다른 소비자는 소비할 수 없게 되므로 경합적이다. 배제불가능성은 소위 무임승차(free-riding)로 일컬어지며, 소비자가 재화를 대가를 치르지 않고 소비하더라도 이를 배제할 수 없는 성질을 말한다. 예를 들어, 국민에 대한 치안 또는 국방 서비스가 대표적이다. 따라서, 공공재의 경우 그 공급을 시장에만 맡겨둘 경우 적절한 대가를 치르지 않은 소비자들의 무임승차 문제로 인해 결국에는 공급이 부족해질 수 있으므로, 원칙적으로 정부나 공공기관이 그러한 공공재를 적절히 제공하는 것이 바람직할 수 있다.

6) Samuelson(1954)

그렇다면 전기의 경우는 어떠한가? 한 소비자에게 도달하여 소비된 전력은 다른 소비자가 사용할 수 없고, 비록 수요 대비 가격이 비탄력적이라고 할지라도 반드시 사용 대가를 치러야 하므로⁷⁾ (i)경합적이고도 (ii)배제 가능한 재화로 볼 수 있어 공공재로 보기 어렵다.

그러나, 전기 자체의 공공재성은 인정되지 않지만 예비력의 공공재성은 인정될 수 있음을 주의하여야 한다.⁸⁾ 예비력이란 여러 요인에 의해 전력 수요와 공급이 불확실한 현실에서 계통운영의 안전성을 확보하여 전력공급의 신뢰성을 확보할 목적으로 이론 경제학에 의한 최적 수준의 발전설비용량 이외에 추가 발전설비용량을 통하여 확보할 수 있는 전력을 말한다.

예비력의 효과는 한 소비자가 다른 소비자를 배제할 수 있는 성질이 아니고 계통 전체의 단기적 운영안정성을 확보한다는 측면에서 배제 불가능한 성질을 가지게 되므로 공공재로 분류할 수 있다.⁹⁾ 따라서, 예비력 확충을 시장에만 맡겨둘 경우 공공재 이론에 따라 그 공급이 부족해질 수 있으므로, 현실에서는 계통운영자 또는 시장운영자가 적정한 수준의 예비력을 설정하고 예비력에 대한 별도의 가격책정방식을 정하는 등으로 예비력 시장을 설계·운영한다.

라. 전력의 특성과 전력거래제도¹⁰⁾

여타 상품과 다른 전력의 특성에 따라 전력거래제도 또한 일반 거래제도에 비하여 다소 복잡한 형태를 띤다. 특히, 계절적 요인 등에 따라 수요 예측이 어렵고 가격 변동성이 심할 수 있으므로 이를 회피하기 위한 여러 형태의 시장과 계약 모형이 활용되고 있다. 따라서, 향후 기술할 내용들의 전제로서 전력거래가 이루어지는 시장의 종류와

7) 김종수, <http://news.joins.com/article/12275027>

8) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

9) Federico and Vives(2008)

10) 이하 내용은 고대영 외, 그린에너지산업 발전을 위한 제도 및 정책 연구, 2010.12. 참조

전력거래 모형에 대하여 개괄적으로 설명하고자 한다. 이하에서는 시장의 종류를 선도시장, 선물시장, 한 시간 전 거래시장, 실시간 시장으로, 전력거래 모형 중 거래체계에 따른 분류에 따라 쌍무계약(bilateral contract) 모형과 풀(pool) 모형으로 나누어 살펴본다.

선도시장이란 가격변동에 대한 위험 회피를 위해 일정한 시점에 일정한 용량의 전력을 선도계약(forward contracts)에 따라 미리 거래하는 시장이다. 선도계약은 매도자와 매수자가 상호 합의 하에 계약 형식과 내용을 자유롭게 정할 수 있는 특징을 지닌다. 전력 시장에서 가장 대표적인 선도시장은 하루 전 시장(day-ahead market)이다. 하루 전 시장이 효율적일수록 발전사업자들이 보유한 발전기를 투입할 것인지에 대한 의사결정을 효율적으로 할 수 있고 발전비용은 절감될 수 있으므로, 하루 전 시장은 발전사업자들의 운영 리스크를 크게 줄여줄 수 있다. 통상적으로 하루 전 시장이 종료된 후에는 한 시간 전 거래시장(hour ahead market), 실시간 거래시장(real time market) 등의 스팟시장(spot market)이 개설되어 수급균형 기능을 담당한다.

선도시장과 비교개념으로 선물시장이 있다. 선물시장은 장래 일정한 시점에 일정한 용량의 전력을 거래하기로 하는 점에서는 선도시장과 동일한 특징을 가지고 있다. 그러나, 계약 형식 또는 내용이 표준화되어 있고 공인된 선물거래소에서 공개경쟁입찰방식에 의해 선물계약(futures contracts)에 따라 거래한다는 점에 그 차이가 있다.

한편, 전력거래체계 중 하나로서 쌍무계약 모형은 매도인(발전사업자)과 매수인(배전회사, 판매회사, 최종소비자)이 당사자만의 공급계약을 통해 전력거래에 대해 상호 대가적 채무를 부담하는 형태를 말한다. 이에 반해 풀 모형은 제도적으로 설계된 도매전력 현물시장에서 전력거래가 부분적 또는 집중화된 방식으로 이루어지는 거래체계를 말하며, 이러한 풀에서의 거래를 강제하느냐 여부에 따라 의무풀(mandatory pool) 모형과 자유풀(voluntary pool) 모형으로 다시 나눌 수 있다. 의무풀 모형은 전력시장 참여자들이 대부분의 전력거래를 풀에서만 하도록

강제하므로, 풀을 통한 거래와 쌍무계약을 통한 거래 중 한 형태를 자유롭게 선택하도록 허용하지 않는다.

다만, 어떤 모형이든 전력 및 전력산업 특성상 전력시장 전체의 공급균형을 조정·관리할 별도의 주체가 요구되며, 쌍무계약 모형에서는 계통운영자(System operator, 이하 SO)가 이러한 역할을 수행한다. 풀 모형에서는 제도적으로 설계된 전력현물시장의 운영과 그 거래로 인한 청산이 필요하므로, 이러한 역할들을 더하여 시장운영자(Market operator, 이하 MO)가 그 기능을 수행한다.

2. 전력산업의 특성과 전력시장의 설계

본장 1.절에서 살펴본 전력산업의 특성으로 인해 적정한 자원의 공급과 분배가 시장경제이론에 따라 전력시장에서 자연스럽게 해결되지 못하는 측면이 있으므로, 그 이유를 이론적으로도 검증할 필요가 있다. 전력시장을 크게 수요측과 공급측으로 나눈다면, 수요 관련 사항으로 (i)수요 반응, (ii)에너지 효율 등이 공급 관련 사항으로 (i)발전 설비, (ii)송전설비, (iii)예비력 등이 고려될 수 있을 것이다.

예비력의 공공재적 성질과 그 효과에 대해서는 이미 살펴본 바 있다. 또한, 현실에서는 송전설비와 관련한 송전 손실과 송전 혼잡(congestion)이 자원의 적정성과 관련하여 다 같이 고려되어야 할 것이나, 본 항에서는 우선 전력 수요와 공급의 불확실성이 존재하지 않는다는 가정 하에 발전설비에 초점을 맞추어 전력시장 설계시 고려되어야 할 자원의 적정성 문제에 대하여 공급 측면에서의 이론적 고찰을 소개한다.¹¹⁾ 이러한 설명은 전력산업의 특성상 수요반응의 부재에서 비롯된 문제가 어떠한 요인들과 결합하여 최적 발전설비투자 유인을 저해할 수 있는지 이론적으로 이해하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

자원의 적정성이란 어떻게 하면 가능한 한 적은 비용으로 중장

11) 이하 내용은 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12. 참조

기적 설비투자를 유인하여 사회적으로 최적 수준의 전력수요를 안정적으로 충족시킬 수 있는가의 문제이다.¹²⁾ 만약 모든 전력수요가 가격에 비탄력적이라고 가정한다면, 발전원별 고정비와 변동비, 연간 설비이용률 등을 이용하여 어떤 전원구성이 연간 전력수요를 가장 낮은 비용으로 충족할 수 있는지 산정할 수 있을 것이다.

그런데, 계절별·시간별 전력수요의 변동성이 크다는 점과 전력을 대규모로 저장하는 것이 경제적 측면에서 곤란하다는 점을 인정하고 최종 소비자의 모든 전력수요를 만족시키려는 입장에서는 최대 전력수요를 100% 만족시킬 만큼의 충분한 발전설비가 필요하다는 결론에 이르게 될 것이다. 반면, 일부 피크(peak) 시간대에는 전력공급을 중단하는 것이 사회적으로 최적일 수 있다는 입장에서는 최대 전력수요에 맞춘 발전설비 건설은 비효율적이라는 결론에 이르게 될 것이다. 그 이유는 후자의 입장에서 볼 때 피크(peak) 시간대에만 전력공급을 하는 발전기의 전력 한 단위(kWh) 생산비용이 전력 한 단위 소비에 대한 소비자의 지불가치(value of lost load: 이하 VOLL)¹³⁾보다 클 경우에도 발전기를 가동하는 것은 비용이 더 많이 드는 일이기 때문이다.

특히, 일부 피크(peak) 시간대에 전력 수요가 최대 발전설비 용량을 초과하여 부하차단이 발생한 경우에는 수요·공급의 일치점을 찾을 수 없으므로 시장 이론에 의한 가격 설정이 불가능할 것이다. 따라서, 규제기관이나 계통운영자가 가격책정(scarcity pricing)을 할 수밖에 없고, 만약 그러한 가격책정(scarcity pricing)이 VOLL 값보다 낮을 경우에는 결국 비용이 수입을 초과하여 missing money 문제를 발생시킨다. 통상 missing money 문제는 전력설비에 대한 투자 유인을 위축시킴으로써 결국 소비자들이 중장기적으로 피해를 보게 되는 상황을 일컫는 것으로 알려져 있다.¹⁴⁾ 그러므로, missing money 문제를 방지하기 위해

12) Bushnell(2005)

13) 이러한 주장은 VOLL 값이 이미 알려져 있다고 가정하고 있다. 그러나, 전력수요가 가격에 대해 완전 비탄력적인 경우 시장에서 VOLL 값을 관찰할 수는 없고 규제기관 등 시장 외부에서 채택될 수밖에 없으나, 그 추정 또한 쉽지 않다는 문제는 있다 (이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.)

14) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

서는 이론적으로는 피크(peak) 시간대에 한계발전기 가동에 따른 비용을 충분히 회수할 정도의 가격급등이 시장에서 허용됨으로써 발전사업자의 신규 설비투자를 유도하여야 한다는 결론에 이르게 된다.

그러나, 현실에서는 전기요금 급등에 따른 정치적 부담 또는 대형 발전사업자의 시장력 행사 억제 등의 이유로 도매전력시장 가격상한제가 도입됨으로써 그러한 가격급등이 허용되지 않는 경우가 많다. 또한, 계통운영자는 공급여력이 빠듯하여 수급조절이 필요한 경우 (i) 인위적으로 전력계통의 전압을 낮추거나(brownout), (ii) 예비력 확충을 위해 보조서비스 시장을 이용하지 않고 별도의 발전기들과 계약을 맺은 뒤 이들 발전기를 우선적으로 급전시키기도 하는데, 이는 모두 도매 전력시장에서 일반 발전사업자의 발전에 따른 가격상승을 억제할 수 있는 요인들이다.

한편, 이러한 규제기관 또는 계통운영자의 개입이 일어나는 근본적인 이유는 수요반응의 부재 때문이라는 점을 상기할 필요가 있다. 수요반응의 부재란 ‘도매전력시장의 가격 변화에 비탄력적인 전력수요가 광범위하게 존재하는 상황’으로 정의될 수 있다.¹⁵⁾ 만약 피크(peak) 시간대에 도매시장가격의 상승에 따라 실시간으로 수요가 감소함으로써 수급 균형을 달성할 수 있다면 굳이 규제기관 또는 계통운영자가 개입할 필요가 없을 것이다. 그러나, 현실은 전력 소매가격이 도매가격의 변동성과 무관하게 고정되어 있거나, 계량기 문제로 인하여 도매가격 정보가 실시간으로 전달되지 않는 경우가 많다. 또한, 실시간 정보를 전달하는 계량기가 설치되어 있다 하더라도 소비자가 전력수요를 줄일 유인이 부족하여 전력수요를 줄이지 않는 경우도 있을 수 있을 것이다.

이러한 내용을 표로 정리하면 다음과 같다.

< 전력산업의 자원 적정성 문제¹⁶⁾ >

15) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

16) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.



3. 전력시장 설계를 위한 두 가지 접근방식¹⁷⁾

다수 전력경제학자들의 설명에 의하면¹⁸⁾ 전력시장은 크게 적정 예비력 확보하는 방법과 관점의 차이에 따라 에너지 단일시장 접근방식과 용량 메커니즘 접근방식으로 구분해 볼 수 있다.¹⁹⁾ 두 접근방식은 이론적으로 고유의 장·단점이 있으나, 어느 방식을 택하든지 현실에서는 발전사업자들에게 신규투자를 위한 충분한 금액이 제대로 지불되지 못하고 있는 것이 전력경제학자들이 공통적으로 지적하는 문제로서 제도 운영시 염두에 둘 필요가 있다.

예비력 투자에 관한 대부분의 는 에너지 단일시장을 사용하는 시장이나 이원화된 시장이나 필요한 예비력에 대한 투자를 유도하기에 필요한 금액을 발전기들에 제대로 지불하지 않고 있으며, 그 결과 전력설비에 대한 투자가 부족한 현상이 지속 되고 있다는 점이다.

가. 에너지 단일시장 접근방식

에너지단일시장 접근방식란 전력시장을 구성하는 모든 요소들이

17) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

18) Joskow(2006a); Hogan(2005b) 등

19) 이하 내용은 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12. 참조

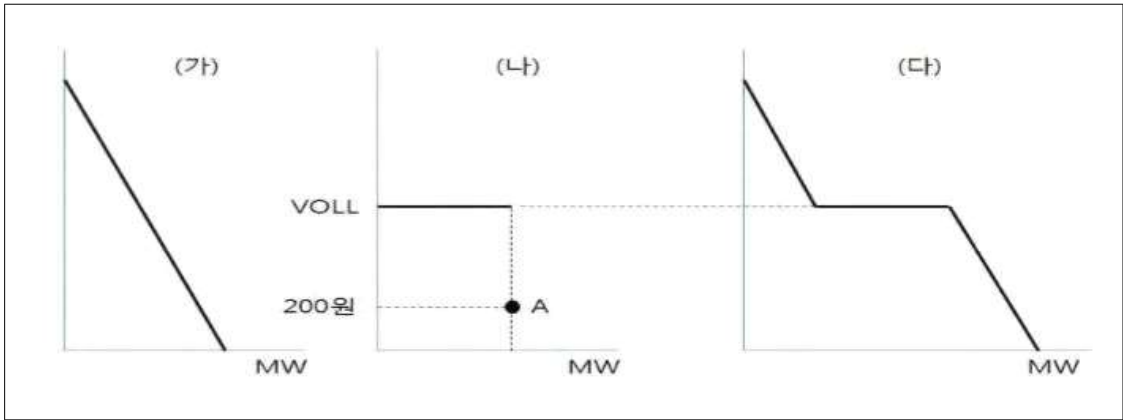
시장경쟁원리에 따른 현물시장가격에 기초하여 작동하도록 운영함으로써 자원의 적정성을 달성할 수 있다는 방식이다. 여기서 ‘에너지 단일시장(energy-only market)’은 반드시 하나의 시장을 의미하는 것은 아니며, 현물시장, 예비력 기타 보조서비스 시장, 쌍무거래 등을 포함한다. 동 방식에 따르면 시장의 경쟁을 저해하는 어떠한 개입도 배제되어야 하므로, 현물시장에서 정부 개입뿐 아니라 독과점 사업자의 시장력 행사 또한 허용하지 않는 것이 논리적이다. 즉, 예비력을 포함하여 사회적으로 어느 정도의 전력 용량이 적정한가는 시장에 참여하는 경제주체인 발전사업자, 전력판매자의 전력 공급과 최종 소비자의 지불의사 표시에 따라 시장에서 자연스럽게 결정하면 되는 것이다.

그러나, 2.절에서 살펴본 바와 같이 현실에서는 ‘수요반응의 부재’와 예비력의 공공재적 성격으로 인해 소비자가 실제 지불해야 할 가치(VOLL)가 얼마 정도인지 시장에서 알 수는 없다. 따라서, 규제기관은 (i) 자체적으로 추정한 VOLL 값과 (ii) 적정 예비율 수준을 결정함으로써 논리적인 귀결과 달리 시장에 개입할 수밖에 없게 된다.

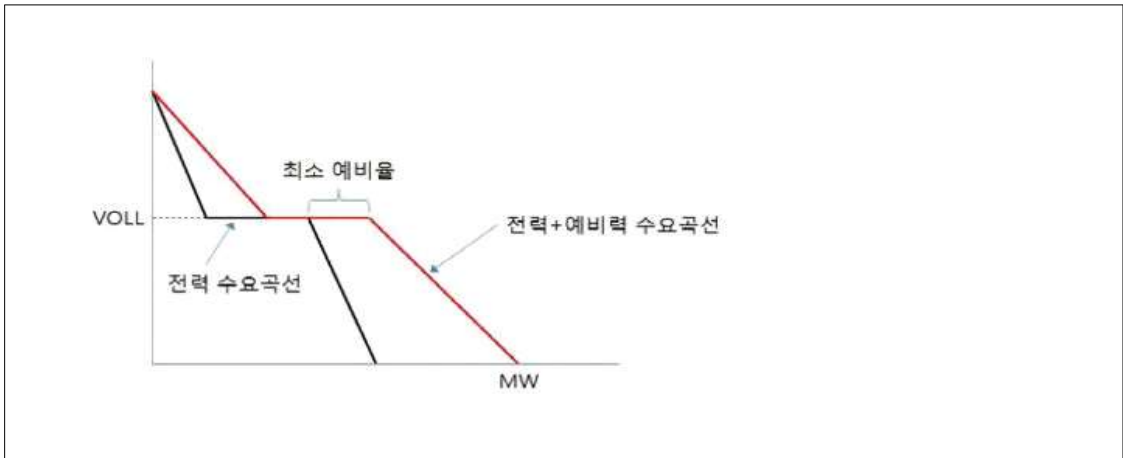
Hogan은 이러한 방식을 모형을 통해 이론적으로 다음과 같이 설명하였다.²⁰⁾ 먼저 가격의 변화에 탄력적인 전력수요(그림 [1]-(가))와 비탄력적인 전력수요(그림 [1]-(나))를 횡으로 더하여 전력 수요곡선을 구한다(그림 [1]-(다)). 여기에 규제기관에 의해 정해진 예비력 수요곡선을 더하면 그림 [2]와 같이 전력-예비력 수요곡선을 도출할 수 있다. 전력-예비력 수요곡선에 추가적으로 공급곡선(예비력 포함)을 함께 표시하면 그림 [3]와 같이 전력-예비력시장의 수급균형을 도식적으로 나타낼 수 있다.

< 그림[1] 전력 수요곡선의 도출 >

20) Hogan(2005)



< 그림[2] 전력-예비력수요곡선의 도출 >



< 그림[3] 전력-예비력시장의 수급균형 >

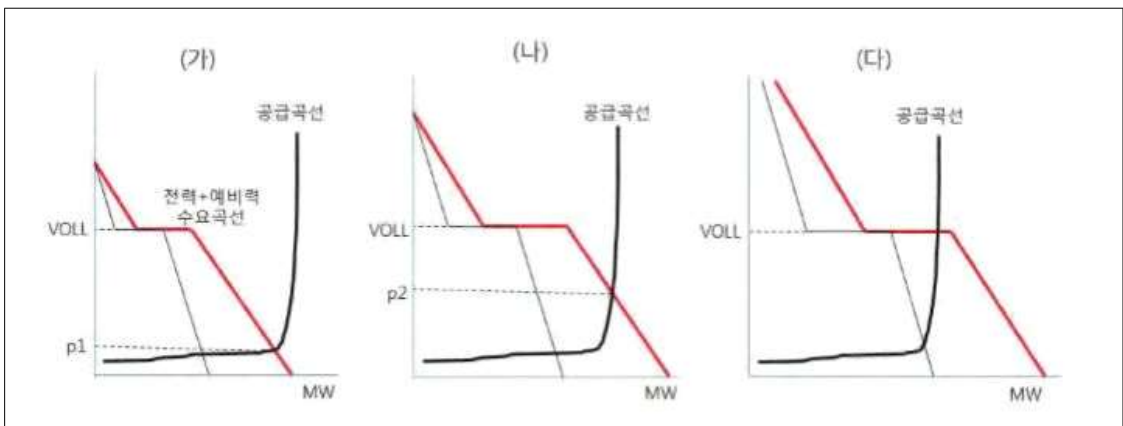


그림 [3]을 통해 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

	에너지 가격	예비력 가격
(가): 낮은 전력수요	P1	P1에서 한계예비력설비의 발전 가변비용을 차감한 금액
(나): 중간 전력수요	P2	P2에서 한계예비력설비의 발전 가변비용을 차감한 금액
(다): 높은 전력수요	VOLL	에너지 가격에 연동한 금액 (수요 초과시 부하차단 가능)

에너지 단일시장에 관한 이러한 Hogan의 모형은 전력 수요가 공급용량을 초과하는 경우 현물 시장가격을 한계발전기의 변동비 또는 입찰가격에 맞춘다면 2.절에서 살펴본 missing money 문제가 발생하므로, 간헐적인 가격 급등을 허용하더라도 가능한 그 가격을 시장가격과 연동된 VOLL에 맞추도록 하여 발전설비투자를 유도하려는 의도에서 비롯된 것이라 하겠다.

그러나, 에너지단일시장 접근방식을 채택한 국가 또는 주정부들도 정도의 차이가 있을 수 있으나 피크(peak) 시간대의 높은 시장가격을 우려하여 가격 상한제도를 두는 등으로 시장에 개입하는 경우가 대부분이다. 이 경우 어느 정도 소비자를 보호하면서도 발전설비 투자를 유도할 수 있는 적절한 가격 상한을 어떻게 산정할 것인가가 중요한 문제가 될 것이다.²¹⁾

나. 용량 메커니즘 접근방식

용량 메커니즘 접근방식이란 전력 가격의 변동성과 무관하게 용량에 대하여 가격을 지불하거나 전력 공급자에게 용량확보의무를 부과함으로써 자원의 적정성을 달성하려는 방식이다.²²⁾ 전자를 용량가격 지급방식, 후자를 용량확보의무 부과방식으로 부르기도 한다.²³⁾ 이론적

21) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

22) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

으로 에너지 단일시장 접근방식이 시장경제원리에 보다 부합하는 측면이 있지만, 동 방식이 간헐적인 가격 급등과 정전을 허용하고 가격의 변동성이 심한 시장에 신규 발전설비의 유인을 지나치게 의존하는 것은 정치·사회적으로 수용되기 어렵다는 인식에 기초한다.

용량을 기초로 한 이러한 접근방식은 발전사업자가 직접적 또는 간접적으로 용량에 대한 안정적인 수익원을 확보할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 발전용량에 대한 별도의 보상이 이루어져야 하므로 그 재원을 어떻게 마련할 것인지 고려되어야 하며, 만약 이러한 재원이 효율적인 가격신호를 최종소비자에게 전달하지 못하는 방식으로 설계되는 경우 구조적으로 비효율이 누적될 수 있다는 것은 단점이다. 이하에서는 용량가격 지급방식과 용량확보의무 부과방식으로 나누어 보다 구체적으로 설명할 예정이며, 이를 기초로 현실에서 이루어지고 있는 다양한 형식의 접근방법을 함께 소개한다.

(1) 용량가격 지급방식

한계비용 또는 가격상한제와 같은 가격통제를 통해 발전사업자의 시장력 행사와 전력시장에서의 지나친 가격급등을 억제하는 대신, 인위적인 가격책정으로 인해 발생하는 missing money 문제는 발전사업자의 신규 설비투자를 유도하기 위한 별도의 용량가격 지급을 통해 해결하려는 방식이다.²⁴⁾ 따라서, 용량가격 산정능력이 중요한 요소이며, 용량가격을 책정하는 정부나 시장운영기구가 얼마나 정확하게 경제적 가치에 부합하는 용량가격을 산정할 수 있는지에 따라 그 성공 여부가 결정될 수 있다.²⁵⁾

동 방식은 (i)지급되는 용량가격이 고정된 것인지 여부, (ii)지급대상과 지급금액이 전원별로 차별화 되는지 여부, (iii)지급을 위한 산정기준 등에 따라 다양한 방법으로 운용될 수 있으며 구체적으로 설명하면 다음과 같다.²⁶⁾

23) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

24) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

25) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

- 용량가격: 상당한 기간 동안 가격이 고정되거나, 예비율에 따라 바뀌거나, 일정한 시간간격(예: 하루 전 시장에서 매 30분 단위)을 두고 변동할 수도 있다.
- 지급대상과 지급금액: 발전설비 전체에 대하여 동일한 용량가격을 지급할 수도 있고, 기존 발전기와 신규 발전기에 대한 지급금액을 차등화하거나, 전원별로 지급금액을 차등화할 수도 있다.
- 지급기준: 실제 가동하지 않더라도 가동 가능 여부를 기준으로 지급할 수도 있고, 실제 가동 여부를 기준으로 할 수도 있다. 전자가 일반적인 방법이다.

(2) 용량확보의무 부과방식

규제기관이 미래의 적정 발전설비용량을 산정한 후 전력 판매회사에 예비력을 포함한 충분한 용량을 확보할 의무를 부과하고, 만약 의무를 이행하지 못하는 경우 벌금을 부과하는 방식이다.²⁷⁾ 전력 판매회사가 필요한 발전용량을 확보하려는 과정에서 상호 계약을 통하여 발전사업자에게 추가적인 수익을 제공할 수 있으므로, 이러한 간접적인 보상이 신규 발전설비투자를 위한 유인으로 작용하여 논리적으로 missing money 문제는 발생하지 않는다고 한다.

동 방식은 (i)확보의무 용량의 규모가 고정된 것인지 여부, (ii) 용량 확보를 위한 기준 시점을 언제로 할 것인지 여부, (iii)집중화된 용량시장의 운영 여부와 그러한 시장에서의 참여 강제성 여부 등에 따라 다양한 운용이 가능하며 구체적으로 다음과 같이 설명할 수 있다.²⁸⁾

- 확보의무 용량의 고정 여부: 공급 의무자가 확보해야 할 용량 규모는 고정될 수도 있고, 용량에 대해 우하향하는 수요곡선을 이용하는 등 다른 원리에 연동될 수도 있다.
- 용량 확보를 위한 기준 시점: 현재 시점(1주일, 1개월 등 1년 미만의 가까운 시점을 의미)의 전력수요를 기준으로 산정할 수도 있고, 1년, 3년, 5년 등 미래 시점에 예상되는 전력수요를 기준으로 할 수도 있다.

26) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

27) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

28) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

· 집중화된 용량시장과 참여의 강제성: 집중화된 용량시장이란 자기조달 또는 쌍무계약에 의해 확보된 것 이외의 남은 용량을 시장운영자가 발전사업자로부터 일괄 구매하여 전력 판매회사에게 비중에 따라 배분하는 시장을 말한다. 계통운영자가 별도의 용량시장을 운영하지 않고 발전사업자-판매회사간 쌍무계약을 통해 용량 확보를 할 수도 있고, 집중화된 용량시장을 운영할 수도 있다. 집중화된 용량시장을 운영하는 경우 그러한 시장에서의 참여 강제 또는 자율에 의할 수 있다.

그런데, 특히 현재 시점을 기준으로 한 단기 조달시장에서는 판매회사에게 고정된 의무량이 부과되는 경우 발전사업자에 의한 시장력 남용이 문제될 수 있어 제도 설계시 주의를 요한다. 따라서, 미래 전력 수요량을 기준으로 한 선도시장에서 용량을 확보토록 하는 것이 이러한 단점을 완화할 수 있는 방법이다. 만약 현재 시점을 적용하여야 한다면 우하향하는 수요곡선을 활용하거나 집중화된 용량시장 운영을 통해 이러한 단점을 보완할 수도 있다.

4. 최근 전력산업의 기술·환경적 변화

기술의 발전과 사회환경의 변화가 미치는 영향은 비단 전력산업에 국한되는 것은 아니며, 전력산업 내에서도 점진적인 진보가 이루어져 왔다. 그러나, 최근 전력산업의 기술·환경적 변화에 특별히 주목하는 이유는 그간 기존의 전력경제학자들이 설명해 온 전통적인 전력 및 전력산업의 특징에 근본적인 변화를 일으킬지도 모를 새로운 움직임들이 감지되고 있기 때문이다. 그 중심에는 스마트그리드(Smart Grid) 기술과 전세계적인 기후변화 대응 움직임이 있다. 이하에서는 스마트그리드와 기후변화대응에 대하여 살펴본 후 이로 인해 각광받고 있는 신재생에너지와 에너지저장시스템(Energy Storage System, 이하 ESS) 확대 등과 같은 향후 전력산업의 변화흐름과 그러한 추세가 전력시장과 관련하여 왜 중요한지 고찰한다.

가. 스마트그리드

(1) 스마트그리드의 정의

스마트그리드의 개념은 관점에 따라 여러 가지 형태로 정의되어 왔다. 스마트그리드 기술로 소비자에게 보다 다양한 정보와 서비스를 제공할 여지가 커지므로 대중적으로는 스마트 미터링(Smart Metering)에 의한 에너지 효율화 측면에서 정의하는 경우가 많으나, 그에 국한되지 않는다.²⁹⁾

스마트그리드에 대한 학자들의 이해를 소개하면 다음과 같다. Thomas Friedman은 스마트그리드를 에너지기술(Energy Technology, ET)과 정보기술(Information Technology, IT)가 융합된 형태라고 설명하고 있다.³⁰⁾ 한편, Eric D. Knapp은 일반적인 정의를 내리기 보다는 전력시스템에 변전소 자동화(Substation Automation), 위상측정기(Phasor Measurement Units, 이하 PMU), 첨단계량 인프라(Advanced Metering Infrastructure, 이하 AMI) 등 3대 기술이 구현된 경우 스마트그리드가 작동하는 것으로 이해한다.³¹⁾

제도적 관점에서 스마트그리드 정의를 예시하면 다음과 같다. 우리나라의 경우 지능형전력망법 제2조는 지능형전력망에 대하여 정의하고 있으며, 이는 스마트그리드 개념을 염두에 둔 것으로 보인다. 동 조는 지능형전력망을 ‘전력망에 정보통신기술을 이용하여 전기의 공급자와 사용자가 실시간으로 지능형전력망 정보를 교환하는 등의 방법을 통하여 전기에너지를 공급함으로써 에너지 이용효율을 극대화하는 전력망’으로 정의하고 있다. 미국의 경우 에너지 자립 및 확보에 관한 법률 2007(Energy Independence and Security Act of 2007)에서 스마트그리드를 미래 전력수요 성장에 상응하는 국가의 송배전시스템 현대화 지원사업의 일환으로 소개하면서 10가지 사업목표를 제시하여 그 개념을 짐작케 하고 있다.³²⁾

29) 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2.

30) Friedman(2009)

31) Knapp et al.(2013)

32) 원문은 다음과 같다. Title XIII—SMART GRID. SEC. 1301. STATEMENT OF POLICY ON MODERNIZATION OF ELECTRICITY GRID. It is the policy of the United States to

(2) 스마트그리드 사업내용³³⁾

사업내용을 설명하는 여러 가지 방식이 있을 수 있으나 여기서는 (i)전력 측면, (ii)통신 측면, (iii)활용(application) 측면으로 나누어 살펴보기로 한다.

전력 측면에서는 발전에서 송·배전을 거쳐 최종 소비자에 이르는 물리적 기반설비의 개선하는 것을 말한다. 스마트그리드와 관련해서는 주로 발전기 운영을 최적화하고 송전, 변전, 배전과 같은 전력망을 지능화하는 것이 주요 사업목표가 될 것이다.

통신 측면에서는 전력장치들 사이에 정보를 교환할 수 있도록 네트워크 인프라를 구축하는 사업을 의미한다. 사업자와 소비자간 양방향 통신을 가능하게 해 주는 첨단계량 인프라(AMI) 기술이 핵심이 된다. 4차 산업혁명에서 말하는 사물인터넷(Internet of Things, IoT) 개념으로 볼 수도 있을 것이다.

활용 측면에서는 스마트그리드 인프라를 플랫폼으로 다양한 비즈니스 모델을 창출해 내는 것을 그 내용으로 한다. 에너지 신산업이 발전할 수 있는 분야로 수요 반응(Demand Response, 이하 DR), 분산발전, 전기자동차, 전기저장시스템과 같은 다양한 사업영역이 그 예이다.

(3) 전력산업에서 스마트그리드의 중요성³⁴⁾

스마트그리드는 전통적으로 전력 및 전력산업만이 가지는 독특한 특성으로 취급되었던 문제들을 기술의 발전을 통해 어느 정도 해소해 줄 수 있다는 점에서 중요하다. 예를 들어 계량기 문제로 인하여

support the modernization of the Nation's electricity transmission and distribution system to maintain a reliable and secure electricity infrastructure that can meet future demand growth and to achieve each of the following, which together characterize a Smart Grid.

33) 이하 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2. 참조

34) 이하 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2. 참조

도매가격 정보가 실시간으로 전달되지 않는 것이나 전기의 비저장성 문제 등에 수요 반응(DR), 스마트 미터링, 전기저장시스템(ESS) 기술 등을 적용해 볼 수 있을 것이다.

수요 반응(DR)이란 소비자에 대한 여러 인센티브를 포함한 전력 감축에 관한 공급자-소비자간 상호 계약을 통하여 피크(peak) 시간대 최종소비자의 전력소비 패턴 변화를 말한다.³⁵⁾ 또한, 스마트 미터링은 기존 계량기와 달리 전기사용량을 실시간으로 측정한 후 통신망을 통하여 양방향으로 정보를 제공할 수 있는 계량기 및 그 계량기의 활용을 의미한다. 스마트 미터링은 소비자의 전력소비 패턴에 관한 대량의 정보를 전달함으로써 수요 반응(DR)을 실효적으로 구현할 수 있도록 기능한다. 왜냐 하면 시간적 흐름에 따른 전기요금 변화에 대한 최종 소비자의 유연한 대응 여부가 수요 반응(DR) 개념의 핵심이기 때문이다. 한편, 전기저장시스템(ESS) 기술은 이동형 또는 고정형 저장장치에 배터리를 활용해 전기를 저장하는 기술로써 전기자동차나 신재생에너지 확산에 기여할 수 있다.

이러한 스마트그리드 요소기술의 발전은 공급 측면에서는 최적 발전설비 구축 및 기동을 할 수 있도록 기능하고, 수요 측면에서는 수요 반응(DR)을 보다 활성화시키고 소비자의 다양한 서비스 선택권을 보장함으로써 전력산업의 특성에서 비롯한 비효율을 제거하는데 지대한 공헌을 할 수 있다.

나. 기후변화

전세계적인 기후변화 대응 움직임은 전력시장을 운영하는데 또 하나의 과제를 안겨 주는 중요한 사회적 변화이다. 이하에서는 기후변화 대응을 위한 국제사회 공조 노력의 큰 흐름과 함께 이러한 움직임이 전력시장에 미치는 영향과 특히 최적 전원 구성과 관련하여 중요하게 다루어질 수 있는 이유를 살펴본다.

35) 고대영 외, 그린에너지산업 발전을 위한 제도 및 정책 연구, 2010.12.

(1) 기후변화 대응 연혁

온실가스의 과도한 배출에 따른 전지구적 평균기온 상승을 막기 위하여 1992년 6월 브라질 리우에서 160여개 국가의 서명 하에 최초로 '기후변화에 관한 유엔(UN) 기본협약'이 채택되었다. 동 협약은 선진국과 일부 개발도상국에서 대량 배출해 온 온실가스가 인간과 자연 생태계에 부정적인 영향을 미칠 수 있음에 인식을 같이 하고, 각 나라들은 차별적 공동책임원칙 하에 온실가스 배출을 절감하기 위한 노력을 해야 한다는 것을 골자로 한다.

이러한 기본협약을 구체적으로 이행하기 위하여 국제사회는 1997년 12월 일본 교토에서 교토의정서(kyoto protocol)를 채택하였다. 동 의정서에는 선진국들의 온실가스 감축 목표치와 목표달성을 위한 구체적인 실천방안 등이 포함되어 있어 향후 그 이행에 있어 많은 기대를 받았음에도 불구하고, 중국을 비롯한 새로운 개발도상국들의 등장과 일부 선진국들의 미온적인 대응으로 인해 기대만큼의 성과를 거두지는 못 하였다. 그러나, 온실가스의 효율적 감축을 위한 탄소배출권 거래제 등 목표달성을 위한 다양한 이행방법을 인정한 점은 교토의정서의 큰 특징이라 할 수 있으며(교토의정서 제17조), 특히 탄소배출권 거래제에 대해서는 연혁에 이어 더 구체적으로 살펴보기로 한다.

이후 2015년 12월 프랑스 파리에서 국제사회는 195개국 만장일치로 파리기후협약(Paris Agreement)을 채택하였다. 동 협약은 2020년 만료되는 교토의정서를 이어 온실가스 감축 이행을 위한 새로운 체제로서 기능할 것이다. 지구의 평균기온 상승을 2℃보다 낮은 수준으로 유지하되, 실제로는 1.5℃ 이하로 제한하기 위해 노력하기로 한다는 것을 주요 골자로 한다. 195개 당사국 모두에게 온실가스 감축 이행에 관한 구속력을 부여했다는 점에서 선진국들에게만 그 의무를 부과하였던 교토의정서와 특히 구별된다. 2017년 6월 미국은 자국의 이익에 반한다는 이유로 동 협정에서의 탈퇴를 선언하였으나, 현재까지 기후변화 대응 노력은 EU 회원국들을 비롯하여 국제사회의 견고한 지지를

얻고 있다.

(2) 탄소배출권거래제와 전력시장에의 영향³⁶⁾

탄소배출권거래제는 오염물질 배출자가 노력에 의해 배출량을 일정기준 이하로 감소시킨 부분에 대해 권리를 인정하고 감축시킨 만큼의 배출량을 시장에서 거래할 수 있도록 하는 제도를 말한다. 즉, 직접규제 성격의 배출금부과제도 대신 시장 메커니즘을 활용하여 온실가스 감축과정에서 발생하게 되는 산업계의 부담을 최적으로 해결하고자 하는 시도이다. 따라서, 배출권거래제도 성공의 핵심은 시장이 효율적으로 작동할 수 있도록 장점은 극대화하고 단점은 보완하는 일이 될 것이다.

동 제도의 장점은 온실가스 배출기업들의 배출에 대한 자발적인 억제를 유도하고 스스로의 경제적 이익을 위해 온실가스 절감을 위한 다양한 기술개발을 가속화할 수 있다는데 있다. 또한, 온실가스 절감 시기를 기업 스스로 조정하여 기후변화 대응의 큰 흐름에 보다 탄력적으로 대응하고 자원을 효율적으로 배분할 수 있게 한다. 특히, 전력 수요 피크(peak) 시간대에 온실가스 과다배출을 염려하여 발전량을 줄일 수 없는 발전사업자들의 경우 성수기에 배출권을 구입하고 비수기에 배출권을 팔 수 있으므로 탄력적 대응이 가능할 것이다. 이에 반하여 시장원리 도입에도 불구하고 특정 주체가 배출권을 독과점하여 시장지배력을 행사할 경우 경쟁원리가 제대로 작동하지 않아 배출권을 확보하지 못한 다른 기업들이 피해를 볼 수 있다. 따라서, 이러한 단점을 보완하기 위해 시장을 공정하게 운영하고 시장지배적 요소를 배제하기 위한 제도적 보완 노력이 병행될 필요가 있다.

탄소배출권거래시장에서 형성되는 배출권가격은 발전사업자들의 발전기 운영과 신규 설비투자에 영향을 미쳐 결국 전력시장에서 전기요금에도 반영될 가능성이 높다. 왜냐 하면 발전사업자들은 온실가스

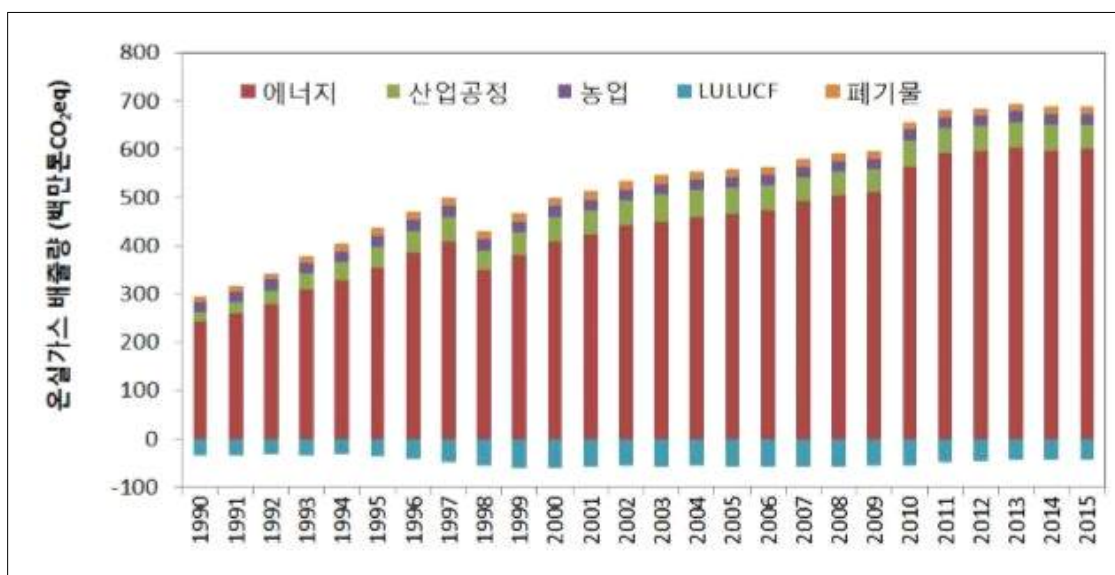
36) 이하 내용은 고동수, 스마트그리드·배출권거래제 도입에 따른 전력산업 선진화 방안, 2009.12. 참조

를 상대적으로 감축할 수 있는 연료로 전환하여 배출권을 획득한 후 이를 탄소배출권거래시장에서 거래하여 얻는 수익과 온실가스 배출을 기존 수준으로 유지한 채 배출권을 사거나 배출부과금을 부담할 경우 지출할 비용을 비교하여 상대적으로 효용이 큰 쪽을 선택할 것이기 때문이다. 물론 현실적으로 각국은 전력 공급에 있어 가격상한제를 두는 등 가격규제를 하는 경우가 많으므로 이를 고려할 경우 발전사업자들의 선택이 달라질 수도 있을 것이나, 이론적으로 탄소배출권거래시장과 전력시장은 연계되어 작동할 가능성이 다분하다.

(3) 전력산업에서 기후변화 대응 문제가 중요한 이유

에너지 효율화를 강조하는 국제사회 목소리를 강조하지 않더라도 국내 온실가스 배출에서 에너지 부문이 차지하는 비중은 상당하다.

< 1990년 ~ 2015년 국가 온실가스 배출량 추이³⁷⁾ >



특히, 제8차 전력수급기본계획에 따르면 2017년부터 2031년 동안 국내 전체 전력소비량과 최대 전력수요는 연평균 2.1% 증가할 것으로 전망되며,³⁸⁾ 이에 비례하여 온실가스 감축에 대한 압력 또한 증가

37) 국무조정실, 2015년 국가 온실가스 배출량, 전년대비 0.2% 증가에 그쳐, 2017.12.

38) 산업통상자원부, 제8차 전력수급기본계획, 2017.12.

할 것이다. 이러한 압력 증가는 기존의 전통적인 이론에 따라 최적 발전량과 자원 적정성을 산정할 때 반드시 기후변화 대응을 위한 추가비용을 고려할 필요성이 증가하고 있다는 의미이며, 이것이 전력산업에서 기후변화 대응 문제가 중요한 이유이다.

다. 변화의 방향과 전력시장에의 영향

스마트그리드와 기후변화 대응으로 대표되는 기술의 발전과 국제적 사회환경의 변화는 전력산업에서도 전력경제학자들이 전통적인 특징으로 언급하였던 여러 제약요인을 뛰어 넘음으로써 근본적인 혁신을 가져오는 것은 아닌지 기대를 모으고 있다. 전통적인 비즈니스 모델을 붕괴시키고 전력시장 운영의 근본적인 패러다임을 바꿀 수 있을지는 좀 더 지켜볼 문제이다. 그러나, 변화의 흐름은 기존 사업들에 이미 침투한 상태이므로 시장을 둘러싼 이해관계인들의 인식과 현재의 기술수준을 고려하여 전체 전력시장에서 어느 정도로 수용할지가 실질적인 문제가 될 것이다.

흐름은 공급자 주도의 전력거래는 쌍방향의 상호 거래로, 탄소 기반 발전구조는 비탄소 기반 발전구조로, 중앙집중형 전력망 체계는 분산형 전력망 체계의 도입으로 점점 이동 중이다. 과거 경제성에 대한 논란에도 불구하고 마이크로 그리드(Micro Grid)를 기반으로 한 신재생에너지의 보급이 갈수록 늘어나는 이유이기도 하다. 이러한 전력부문의 변화 흐름을 표로 살펴보면 다음과 같다.

< 전력부문의 변화 흐름³⁹⁾ >

39) 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2.



Ⅲ. 주요국 전력산업의 구조적 특징과 경쟁도입 현황

이하에서는 II.장에서의 논의를 바탕으로 실제 영국, 미국, 프랑스와 같은 주요 선진국의 전력산업은 어떠한 변천을 거쳐 왔으며, 전력시장의 구조와 경쟁도입 현황은 어떠한지 살펴본다. 이와 함께 호주, 일본, 싱가포르의 전력산업에 대해서도 기본 구조와 주요특징 위주로 검토한다.

1. 영국

가. 전력산업 구조⁴⁰⁾

(1) 기본 체제

영국의 전력산업은 1987년 전력산업 민영화에 착수한 이래로 기존 공기업을 여러 사업체로 분할하여 기본적으로 경쟁체제 하에서 전력산업이 구성되어 있다. 크게 발전·송전·배전·판매로 구분할 수 있다.

40) 이하 내용은 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10. 참조

발전 부문에서는 British Energy plc를 비롯한 30여개의 주요 발전사가 있고, 2007년 이후에는 풍력발전사인 Renewable Energy Systems와 같이 신재생에너지를 공급하는 회사도 포함하고 있다.

송전 부문은 규제적 독점사업자인 National Grid에 의해 운영되고 있다. 구체적으로는 2005년 영국 전력거래 및 송전협정(BETTA) 이후 잉글랜드 및 웨일즈 계통을 운영하는 NGET(National Grid Electricity Transmission)⁴¹⁾가 영국 본토 전반의 송전을 담당하면서 북아일랜드의 North Ireland Electricity와 계통연계를 하고 있다.

이에 반하여 배전 부문은 규제적 독점사업자로서 규제기관인 Ofgem의 가격규제를 받고 있기는 하나 민간 경쟁체제로 운영되고 있다. 7개 배전회사가 14개 지역에서 14개의 배전계통 운영자(Distribution Network Operators)로서 배전계통을 운영하고 있으며 소규모 독립 배전회사가 그 안에서 하위 망(network)을 운영하고 있다.

판매 부문은 Npower를 비롯한 6개의 주요 판매회사가 있고, 전력 이외에 가스 등 다양한 에너지원을 함께 판매하는 경우도 많다. 또한, 사업부문에 있어서도 순수 발전회사(예: Drax Power)부터 발전·배전·판매 그룹사(예: EDF Energy), 수직결합 그룹사(예: Scottish Power Scottish and Southern Energy)에 이르기까지 다양한 형태가 있다.

(2) 수급 현황

2016년말 기준 영국의 총 발전설비 용량은 78,729MW이다. 전체 설비용량 중 풍력('10년 2,323MW → '16년 6,156MW), 태양광('12년 298MW → '16년 2,023MW)과 같은 신재생에너지원이 증가하고 있는 점이 주목할 만하나, 아직 전체 비중은 크지 않은 편이다.

< 영국 설비용량 (단위: MW)⁴²⁾ >

41) National Grid의 자회사로서 계통운영의 중립성, 독립성 보장을 위해 회계상 분리됨.

42) 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10.; 원 출처는 DECC, Digest of United

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
설비용량	90,473	89,031	89,301	84,596	84,412	81,026	78,279
ST	35,315	34,164	30,897	25,186	23,390	20,885	16,725
CC	34,026	32,395	35,150	34,872	33,807	31,696	31,766
원자력	10,865	10,663	9,946	9,906	9,937	9,487	9,497
Gas&Oil	1,779	1,706	1,651	1,639	1,643	1,386	1,417
수력	1,526	1,550	1,556	1,561	1,569	1,586	1,607
양수	2,744	2,744	2,744	2,744	2,744	2,744	2,744
풍력	2,323	2,781	3,884	4,851	5,622	6,156	6,973
태양광	-	-	298	499	940	1,621	2,023
기타	1,896	3,027	3,175	3,338	4,760	5,465	5,527

2016년말 기준 영국 내 순 발전량은 약 337TWh로 총 공급량 (356.9TWh)에는 미치지 못하였으며, 약 5.5%인 19.7TWh는 외부로부터 수입하였다.

< 영국의 발전량 (단위: GWh)⁴³⁾ >

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
원자력	62,140	68,980	70,405	70,607	63,748	70,345	71,726
수력	3,591	5,692	5,310	4,701	5,888	6,298	5,395
풍력·태양광	10,328	16,208	21,205	30,412	36,016	47,865	47,788
석탄	107,594	108,442	143,111	130,258	100,239	75,878	30,711
석유	4,805	3,119	2,573	2,066	1,920	2,037	1,839
가스	175,653	146,499	100,170	95,843	100,892	99,875	143,362
기타 신재생	12,261	13,313	14,734	18,100	22,619	29,240	30,043
기타	2,545	2,823	3,401	3,392	3,891	4,639	5,574
전체 발전량	378,918	365,076	360,907	355,379	335,213	336,178	336,438

Kingdom Energy Statistics 2016, 2017. 7.
 43) 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10.; 원 출처는 DECC, Digest of United Kingdom Energy Statistics 2016, 2017. 7.

2016년말 기준 영국의 전력소비량은 356.7TWh였으며, 동년 최대 전력은 53,420MW였다. 영국의 최대전력은 아래 표에서 보듯이 2010년을 기점으로 하락 추세인데, (i)에너지 효율 향상, (ii)요금제 개편에 따른 수요 분산, (iii)산업구조의 중심 이동(제조업→금융업) 등을 주요 이유로 든다.

< 영국 최대전력 현황⁴⁴⁾ >

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
최대 전력 (MW)	60,893	57,086	57,490	53,420	53,858	57,490	53,420
GB (MW)	59,130	55,005	55,765	51,811	52,516	51,100	51,169
북아일랜드 (MW)	1,763	1,581	1,725	1,609	1,342	1,653	1,740
예비력 (%)	27	30.2	29.8	30.8	28.9	26.7	22.6
부하율 (%)	64.6	66.7	66.2	70.8	67.0	68.3	67.3

나. 전력시장 경쟁도입 연혁⁴⁵⁾

(1) 경쟁도입 배경 및 역사

2차 세계대전 이후 노동당의 주요 산업에 대한 국영화 작업 이후 1990년대 이전까지 영국 전력시장은 정부 주도의 독점 사업으로 유지되었다. 잉글랜드 및 웨일즈 지역의 경우 공기업인 The Central Electricity Generating Board(CEGB)가 발전 및 송전을 독점적으로 담당하였고, 12개의 지역 배전국(Regional Electricity Boards)이 배전 및 판매를 독점하였다. 한편, 스코틀랜드의 경우 북 스코틀랜드 지역은 The North of Scotland Hydro Electricity Board(NSHEB), 남 스코틀랜드 지역

44) 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10.; 원 출처는 DECC, Digest of United Kingdom Energy Statistics 2016, 2017. 7.

45) 이하 내용은 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2. 참조

은 The South of Scotland Electricity Board(SSEB)가 발전·송전·배전에 걸쳐 수직일관체제 하에 전력을 공급하였다.

그러나, 낮은 생산성과 고비용·과투자에 대한 문제제기가 지속되자 대처(M. Thatcher) 정권은 1989년 전력법(The Electricity Act)에 기초하여 수직통합체제를 분할하고 발전과 판매 부문에 경쟁 도입을 시도하였다. 구체적으로는 주식시장을 통한 부문별 지분 매각을 추진하였다. 그 결과 The Central Electricity Generating Board(CEGB) 발전 부문은 National Power, PowerGen, Nuclear Electric 3개의 주식회사로 분할되었고, 송전 부문은 National Grid로 이전되었다. 12개의 지역 배전국(Regional Electricity Boards)은 그대로 12개의 지역배전회사(Regional Electricity Companies)로 대체되었다. 그러나, 스코틀랜드의 경우 잉글랜드와의 계통 연계에 있어서의 취약성 등을 고려하여 SSEB와 NSHEB가 주식회사 형태로 변경(SSEB→Scottish Power, NSHEB→Scottish Hydro Electric)되었을 뿐으로 대체되었을 뿐 수직일관체제는 유지되었다. 이후 원자력발전사간 인수통합 등 후속 민영화 작업을 거치면서 오늘에 이르고 있다.

한편, 1990년대 전력산업구조 개편 작업에 이어 2010년 12월 영국 에너지기후변화부(Department of Energy & Climate Change, DECC)는 전력수급의 안정과 온실가스 감축 목표 달성을 위한 또 한 번의 전력시장 개혁 방안을 발표하였다.⁴⁶⁾ 구체적 내용은 다음과 같다. 첫째, 신재생에너지 공급의무제를 발전차액지원(Feed in Tariff, FIT) 방식의 장기 차액정산계약(Contracts for Difference)로 대체하여 신재생에너지 발전원에 대한 투자 수익성을 제고하고자 하였다. 둘째, 탄소가격의 최저수준을 설정하는 탄소가격 하한제(Carbon Price Floor)를 도입하여 탄소가격의 큰 변동성에 따른 불확실성을 제거함으로써 저탄소 발전설비에 투자를 유인하고자 하였다. 셋째, 간헐적 특성을 가진 신재생에너지 비중 증가에 따른 예비력 공급의 하락에 대비하여 경매를 통해 예비비용량을 미리 구매할 수 있는 용량가격(Capacity Payment, CP) 제도를

46) DECC, Electricity market reform, 2010.12.

일정한 요건 하에 부활시키고자 하였다. 넷째, 저탄소 사회로 진입하기 위해 신규 석탄화력 발전기의 연간 탄소배출 허용량을 제한하는 내용의 탄소배출기준(Emissions Performance Standard)을 도입하고자 하였다. 이에 따르면 탄소 포집장치(CCS)를 설치하지 않은 신규 석탄화력 발전소의 경우 허가가 실질적으로 불허될 수 있다.

(2) 도매전력 거래방식의 변천

1990년대 전력산업 구조개편 당시 영국, 특히 잉글랜드 및 웨일즈의 도매전력 거래방식은 기존 체제에서 새로운 시장체제로의 유연한 이행을 위하여 전력 풀(Electricity Pool) 방식을 채택하였다. 그러나, 이후 시장체제를 에너지 단일시장 형태로 전환하면서 쌍방계약(bilateral contracts)을 기초로 한 NETA(New Electricity Trading Agreements) 방식으로 바꾸었다. 동 방식은 이후 잉글랜드 및 웨일즈와 스코틀랜드 전력시장이 통합하면서 그 이름을 바꾸어 BETTA(British Electricity Trading & Transmission Agreements) 방식으로 여전히 활용되고 있다.⁴⁷⁾ 이하 자세히 설명한다.

II.장 1.절에서 설명한 바와 같이 풀(Pool) 거래제는 공적인 도매 전력 현물시장에서의 거래제도로써, 우리나라의 변동비 반영시장(Cost Based Pool, CBP)도 영국의 풀(Pool) 거래제를 응용한 것이다. 또한, 영국 정부는 전력산업 구조개편 이전에 발생한 이해관계인들과의 계약관계가 민영화 이후에도 지켜지도록 강제함으로써 과거 투자에 대한 적정한 회수를 도모하고 기존 계약자들의 지위를 보장하기 위하여 Vesting 계약(Vesting contracts)이라는 특수한 형태를 계약방식을 도입하였다.⁴⁸⁾ Vesting 계약은 정부의 강제 하에 발전사업자와 판매업자가 체결하는 쌍방계약으로 일종의 규제계약 형태로 볼 수 있다.

그러나, 아래 두 가지 이유로 새로운 거래제도를 도입할 필요성이 증대되었다. 첫째, 풀(Pool) 거래제는 가격결정체계가 복잡하고, 용량가격 및 단일가격체계 채택으로 인한 수요측 참여 곤란한 등 거래제

47) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

48) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

도 자체에 대한 지속적인 문제제기가 있었다. 둘째, 발전회사의 경쟁구조가 정착되고 소매시장도 단계적으로 개방됨에 따라 소비자의 선택권은 점차 확대되어 갔다. 2002년에는 전기요금 규제가 완전히 폐지되는 등 시장거래제도에 대한 효율성 제고가 필요하였다.

이에 따라 영국 정부는 2000년 3월 전격적으로 NETA 방식을 도입하였으며, 이로 인하여 쌍방 계약에 의한 거래소 및 장외 선도, 선물시장이 활성화되었다. 동 제도 하에서 발전사업자는 계약 이행을 위하여 발전량을 스스로 결정(self-scheduling)하고 자신의 계약포지션 조정 기회를 최대한 부여 받아 포지션을 연속적으로 조정할 수 있다. 그러나, 계약포지션과 발전량의 불균형이 발생할 경우 사후적으로 벌칙 수준의 결제가격을 부과 받을 수 있으며, 이로 인하여 발전사업자들이 가격의 변동성에 따른 리스크에 노출될 가능성이 커지게 되었다. NETA 방식 도입 이후 규제기관의 일정 조건 하에 발전·판매 겸업 허용과 이에 따른 발전부문과 판매부문의 재결합 추세는 이러한 점에서 이해할 수 있다.

2005년 4월 영국 전력거래 및 송전협정(BETTA)에 따라 NETA 방식은 기존의 잉글랜드 및 웨일즈를 넘어 스코틀랜드까지 확대되었다. 이로 인해 영국은 기존에 잉글랜드 및 웨일즈 계통만 담당하였던 NGET가 Great Britain System Operator(GBSO)로서 소유자가 다른 3개의 송전계통(잉글랜드 및 웨일즈: NGET 소유, 북부 스코틀랜드: SHETL, 남부 스코틀랜드: SPT)을 단일한 계통으로 운영하게 되어 송전요금 체계도 일원화 되었다. 영국 정부는 당시 BETTA 도입으로 인해 (i)그간의 전력시장 경쟁강화 과정에서의 경험을 스코틀랜드와 공유하고, (ii)스코틀랜드의 송전계통을 보다 강화하며, (iii)스코틀랜드의 풍부한 신재생에너지 전원개발을 촉진할 수 있을 것으로 기대하였으며, 동 거래제도는 영국의 도매전력 거래방식으로 현재에 이르고 있다.

다. 전력시장 운영 현황⁴⁹⁾

49) 이하 내용은 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10. 참조

(1) 도매시장 운영 현황

BETTA 방식에 따라 모든 전력거래는 수요-공급자간 쌍방계약으로 이루어지는 것이 원칙이며, 실시간 수급균형(Energy Balancing)을 위해서만 중앙 집중화된 전력시장인 균형시장(Balancing Mechanism, BM)이 존재한다. Great Britain System Operator(GBSO)인 NGET는 균형시장의 유일한 구매자로서 송전 혼잡(congestion) 관리와 함께 수급균형 기능을 담당한다. 그러나, BETTA 체제 하에서는 계약포지션과 발전량의 불균형이 발생하는 계약책임은 원칙적으로 시장에 참여하는 계약자 자신에게 있다. 구체적인 거래 흐름은 다음과 같다.

영국의 송전 규칙(Grid Code)은 균형시장에 참가하기 위한 일정한 등록 요건을 규정하고 있다. 따라서, 50MW 이상 공급하는 발전사업자나 소매사업자는 Balancing Mechanism Unit(BMU)로서 등록해야 하고, 그 이하 규모 사업자들은 희망할 경우 등록이 가능하다.

우선 Balancing Mechanism Unit(BMU)으로 등록한 사업자들은 GBSO에 거래 전날 11시까지 해당 30분간의 발전/수요량을 통보(Physical Notification, PN)해야 한다. 이러한 통보 내용은 시장 참여자가 Gate Closure 시점(실시간 전력 수급 1시간 전)까지 수정 가능하며, Gate Closure 시점의 통보가 최종적인 것(Final Physical Notification, FPN)이 된다. 한편, GBSO는 시장 참여자가 제출한 통보에 근거하여 미리 전력공급 안정성을 점검하고 필요시 보조서비스(Ancillary Service, AS) 계약을 활용해 부족분을 조달한다.

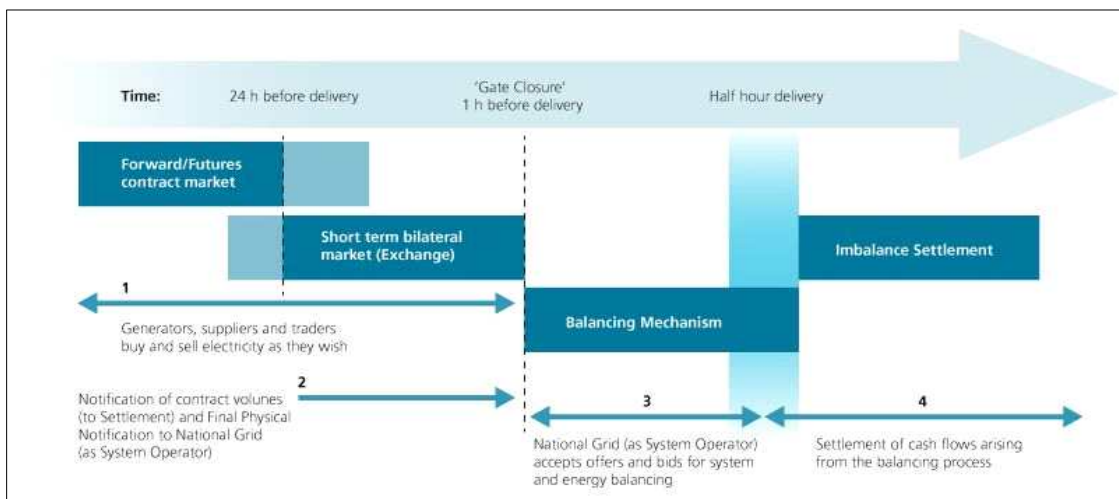
Gate Closure 시점 이후로는 실시간 균형시장이 운영된다. 전술한 바와 같이 GBSO가 모든 거래의 상대방(Counter Party)으로서 전력을 구매하며, 가격은 단일가 매매 방식에 의한 한계가격이 아니라 복수가 매매 방식에 의하여 등록사업자가 스스로 제출한 입찰가격(Offer 및 Bid)에 의해 결정된다. 즉, 최종 거래는 등록 사업자가 Offer 입찰 또는 Bid 입찰을 하면 GBSO가 이에 응하여 낙찰함으로써 이루어진다.

Offer 입찰은 통지한 운영 계획 대비 발전량을 증가 또는 수요량을 삭감시키는 입찰을 말한다. 이에 반해 Bid 입찰은 발전량을 삭감 또는 수요량을 증가시키는 입찰이다. 따라서, GBSO는 전력이 부족한 경우 Offer 입찰을 싼 순서대로, 전력이 남는 경우 Bid 입찰을 비싼 순서대로 낙찰하여 전력수급을 조정할 수 있다. 물론 GBSO는 균형시장에 참여하는 것 이외에 별도 사업자들과 사전적으로 장단기 전력구매 옵션계약을 체결함으로써 동일한 목적을 달성할 수도 있다.

만약 등록 사업자의 계약량과 실제 거래량(발전 사업자의 경우 발전기의 합계 발전량, 소매 사업자의 경우 고객의 합계 검침량)이 다를 경우 이는 불균형량이 되며, 불균형 가격으로 결제되어 결제잉여금 재분배제도(Residual Cashflow Reallocation Cashflow, RCRC)에 의해 분배된다. 불균형 결제는 리얼타임 미터기 설치 여부 등에 따라 당일에 결제가 완료될 수도 있고 1년 가까이 걸릴 수도 있다.

이러한 거래 흐름을 표로 나타내면 다음과 같다.

< BETTA 하의 거래제도 개요⁵⁰⁾ >

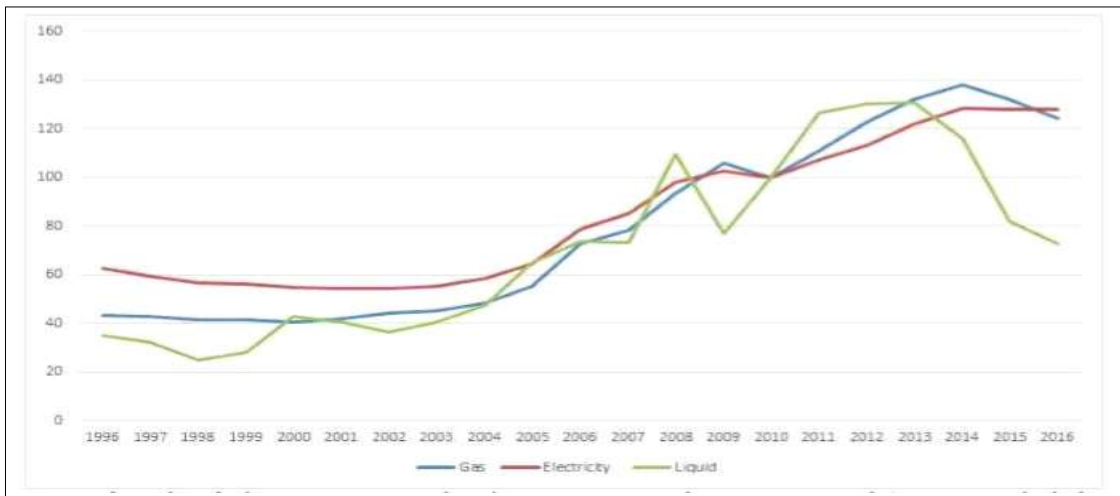


50) Robert Lane, CMS Guide to Electricity
https://eguides.cmslegal.com/electricity/1.0/print.aspx?chapter=united_kingdom

(2) 전기요금 추세

영국의 전력가격은 전력산업 구조개편에 따른 영향으로 완만하게 인하되었다. 그러나, 1996년 이후부터 완만한 상승 추세로 돌아선 이후 2004년을 기점으로 원자재(석탄, 가스) 가격 상승, 발전 및 송전 부문 설비투자, 환경규제 및 신재생에너지 보급 확대 등으로 인해 전반적으로 상승폭이 커진 상황이다. 아래 표에서 보듯이 타 에너지원과 비교하여도 1996년 이후로는 상승추세에 있음을 알 수 있다.

< 연료원별 요금 추이⁵¹⁾ >



한편, 소매 부문의 경쟁 도입은 다양한 전기요금제도를 출현시켜 소비자의 선택권을 강화하였다. 가장 대중적인 Dual Fuel 요금제는 같은 사업자에게 전기와 가스를 함께 공급받을 경우 할인 혜택을 제공한다. 스마트 미터(Smart Meter) 보급 확산에 따라 일과 시간과 심야 시간으로 나누어 전력 수요가 적은 밤에 낮은 요금을 부과하는 Economy 7, Economy 10 같은 요금제도 선택 가능하다. 그 외 신재생 에너지원에 의해 생산된 전력 구매를 희망하는 소비자들을 위한 Green Energy 요금제, 연금수령자 및 신용요금 수령자에게 지원혜택이 있는 Warm Home Discount 등 다양한 요금제가 출시되었다.

51) 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10.; 원 출처는 DECC, Digest of United Kingdom Energy Statistics 2016, 2017. 7.

그러나, 최근에는 요금제 선택에 관한 특정한 상황을 이용한 소비자의 피해가 우려되는 상황도 발생하기도 하였다. 예를 들어, 2018년 2월 영국 정부는 전력 판매회사에서 표준 변동 요금제(standard variable tariff)를 소비자에게 불리하게 적용해 온 관행에 문제가 있다고 판단하고, 소비자 권리 강화를 위하여 특정 요금제에 상한을 두는 The Domestic Gas and Electricity (Tariff Cap) Bill 제출을 발표하였다.⁵²⁾ 표준 변동 요금제는 기한을 정하지 않은 전기 기본요금제로, 판매회사는 통상 소비자에게 유리한 특정요금제가 종료한 후 새로운 요금제를 선택하지 않는 경우 자동적으로 동 요금제가 적용되도록 설계하였다. 따라서, 새로운 요금제를 적시에 선택하지 못한 다수 소비자들은 비싼 요금제가 자동 적용되어 전력요금 부담이 커질 수 있으므로, 상한제(cap)를 도입하여 이러한 불합리를 방지하려는 취지이다.

라. 관련 기관과 정부 정책

(1) 관련 기관⁵³⁾

영국 전력시장 운영에 있어 주요 관련 기관은 규제기관, 시장운영기관, 계통운영기관으로 나누어 볼 수 있다.

1990년대 전력시장 구조개편 당시 전력부문 최초의 규제기관은 OFFER(Office of Electricity Regulation)이었으나, 이후 전력 및 가스 부문을 통합 감독하는 Ofgem(The Office of Gas and Electricity Markets)으로 개편되었다. 특히, 독과점 사업자들의 시장력 남용행위 등을 감시한다.

전력시장의 기본적 운영은 시장 자율에 의하므로 일반적인 전력 거래는 집중화된 시장이 아닌 거래소(Power Exchange UK, PX UK) 또는 장외 거래(Over The Counter, OTC)를 통해 이루어진다. 다만, 전력의 안정적 공급을 위해 균형시장을 운영할 기관이 별도로 필요하고,

52) BBC News, <http://www.bbc.co.uk/news/business-43032248>

53) 이하 내용은 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2. 참조

이러한 기능은 National Grid의 자회사인 ELEXON이 맡고 있다. 한편, 이 외에도 전력을 포함한 일반 재화의 하루전 시장을 운영하는 기관으로 N2EX가 있다.

BETTA 출범 이후 NGET가 GBSO로서 영국 본토 전체를 통괄하는 계통운영기관이 되었다. NGET는 전력계통의 안정적 유지를 위해 필요한 전력을 다양한 경로를 통해 조달하여 송전 설비에 대해 급전지시를 내림으로써 실시간 수급균형을 유지한다.

(2) 정부 정책

영국 정부는 에너지 효율향상을 통한 수요관리제도를 지속적으로 실시하여 왔다. 배출권거래제 규제 대상인 발전부문과 별도로 2002년~2008년까지 전력 판매회사가 의무적으로 주택용 부문 에너지 효율향상 조치를 하도록 하는 EEC(Energy Efficiency Commitment) 제도를 도입하였으며, 동 제도는 더 많은 에너지공급자(energy suppliers)를 대상으로 확대 개편되어 2017년말 현재 ECO(the Energy Company Obligation)라는 이름으로 실시되고 있다.⁵⁴⁾

또한, 영국 정부는 기후변화 대응을 위한 정책적 필요성에 따라 (i)신기술을 활용한 변화 수용과 함께 (ii)안정적 에너지 공급을 위한 관리 유연성에 주목하고 있다. 특히, 주요 관심대상인 신기술 세부분야는 신재생 에너지, 스마트 그리드, 에너지 저장 시스템(ESS), 수요 관리(Demand-side response) 기술, 소규모 모듈형 원자로(Small Modular Reactors)와 핵융합 기술 등이다.⁵⁵⁾

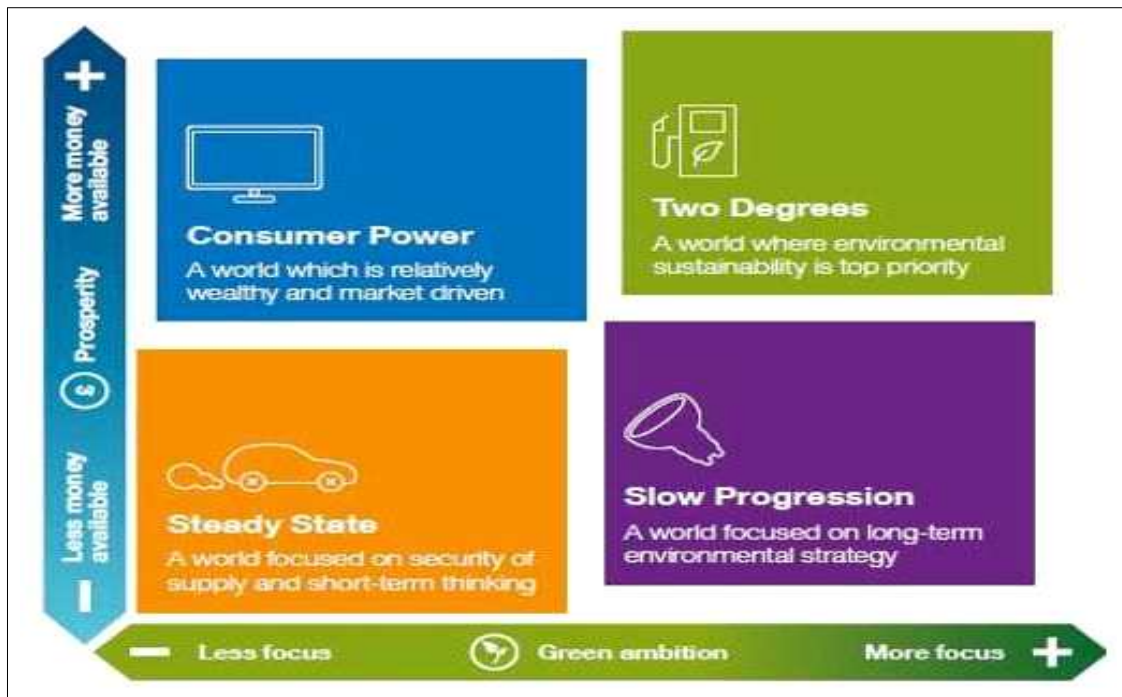
2017년 7월 National Grid는 파리 기후변화협약에 따른 온실가스 감축과 이를 고려한 지속적 경제성장을 목표로 2050년까지 전력수급계획을 마련하였다. 이 중 ‘Two Degrees’ 시나리오에 따르면 영국은

54) ofgem 홈페이지, <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/eco>

55) Energy and Climate Change Committee in House of Commons, The energy revolution and future challenges for UK energy and climate change policy, Third Report of Session 2016-17, 2016.10.

2050년까지 전력 수요 증가를 감안하여 185GW(현재 100GW) 규모의 발전 설비를 확충하고, 전원 믹스는 석탄은 완전 폐지하되 신재생 설비는 전체 설비의 62%로 늘리고 원자력 또한 현재의 2배 수준인 20GW(현재 9GW)로 구성할 계획이다.

< 영국 전력수급계획 시나리오⁵⁶⁾ >



2. 미국

가. 전력산업 구조

(1) 기본 체제

미국의 전력산업은 넓은 국토와 주정부의 존재로 인하여 운영방식과 규제체제가 다른 다수의 전력시장이 분산화 되어 있다는 것이 큰 특징이다. 아래에서는 발전부문과 송전·배전 부문으로 나누어 구체적으로 살펴본다.⁵⁷⁾

56) 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10.; 원 출처는 National Grid, UK Future Energy Scenarios, 2017. 7.

57) 이하 내용은 고혜진, 세계 에너지시장 인사이트 제15-25호, 2015.6. 참조

발전부문은 1930년대 이래 미국 인구 약 75% 비중의 전력공급을 담당하는 민영 전기사업자(Investor-owned utilities, IOUs)에 의해 주도되고 있으며, 나머지 약 25%의 인구 비중은 지자체 또는 민-관 협력으로 운영되는 공영/협동조합 전기사업자(Consumer-owned utilities, COUs)에 의해 공급되고 있다. 독립발전사업자(Independent Power Producer, IPP) 수도 상당하여 전체 전기사업자(약 3,000개) 중 1/3인 1,000여개 이상이 존재한다.

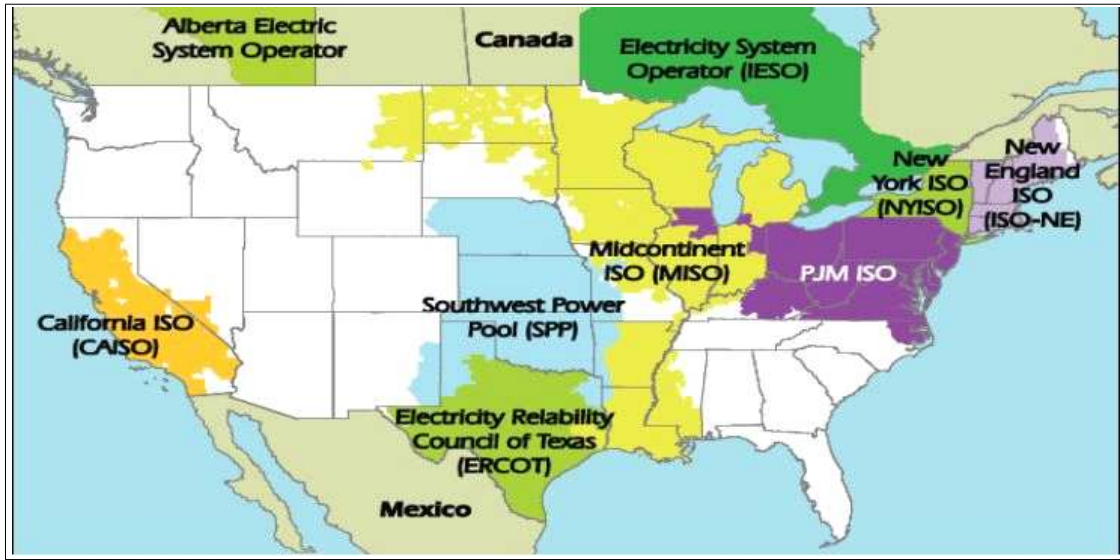
송전·배전 부문은 크게 나누어 동부, 서부, 텍사스 3개 연계 시스템을 중심으로 구성되며, 동부 및 서부의 경우 시스템이 상호 연계되어 있는 반면 텍사스의 경우 일부를 제외하고 동부 및 서부 시스템과 연계되어 있지 않다.⁵⁸⁾ 이를 기반으로 여러 회원사를 둔 독립적 비영리기관인 독립계통운영자(Independent System Operator, ISOs)와 지역송전기관(Regional Transmission Organization, RTOs)이 도매 전력시장에서의 수급균형을 조정하는 계통운영자 역할을 하고 있다. 주요 회원사들은 발전사업자, 송전사업자, 부하관리사업자, 전력판매회사 및 중개업체 등으로 구성된다. 또한, 북미 전역의 전력계통 신뢰도와 안정성을 담보하기 위해 신뢰도 관련 표준 개발부터 기술적 평가·감독 기능을 담당하는 기구로 북미전력신뢰도위원회(North America Electric Reliability Corporation, 이하 NERC)를 별도로 두고 있다.⁵⁹⁾

미국의 주요 독립계통운영자(ISOs, 4개)로는 (i)캘리포니아 ISO(CAISO), (ii)뉴욕 ISO(NYISO), (iii)텍사스 전력신뢰도 위원회(Electric Reliability Council of Texas, ERCOT)가 있고, 지역송전기관(RTOs, 3개)으로는 (i)중부 ISO(MISO), (ii)PJM, (iii)뉴 잉글랜드 ISO(ISO-NE), (iv)남서부 전력 풀(Southwest Power Pool, SPP)이 있다.

< 미국 독립계통운영자(ISOs) 및 지역송전기관(RTOs) 현황⁶⁰⁾ >

58) 다만, 3개 연계 시스템은 각각 북미 다른 지역과도 연결되어 있음은 참조 (텍사스 시스템은 멕시코 지역, 동부 시스템은 캐나다 지역, 서부 시스템은 멕시코 및 캐나다 지역)

59) 전력신문, <http://www.epnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=32513>



(2) 수급 현황⁶¹⁾

2015년말 기준 미국의 총 전력 생산량은 4,317TWh이다. 전제 발전량 중 석탄화력 비중이 가장 높은 편(34%)이나 2005년 이후 감소 추세에 있으며, 천연가스 발전량은 꾸준히 증가하여 두 번째로 높은 비중(31.8%)을 차지하고 있다. 정부의 환경규제 강화와 셰일가스 개발로 인한 풍부한 가스 공급을 그 이유로 볼 수 있다. 일부 전력은 주변국인 캐나다 또는 멕시코로 수출되거나 수입되기도 한다.

< 미국의 발전량 변화 (단위: GWh)⁶²⁾ >

	석탄	오일	가스	원자력	재생에너지	총합
2015년	1,470,997	38,837	1,372,570	830,288	604,467	4,317,159
2014년	1,712,577	39,877	1,161,333	830,584	594,839	4,339,210
2013년	1,712,408	36,858	1,158,454	822,004	576,647	4,306,371
2012년	1,643,430	33,070	1,264,552	801,129	548,479	4,290,660
2011년	1,875,413	39,524	1,045,254	821,405	567,867	4,349,463

2015년말 기준 미국의 전력소비량은 3,780TWh였으며, 산업용에

60) 고희진, 세계 에너지시장 인사이트 제15-25호, 2015.6.; 원 출처는 IEA(2014)

61) 이하 내용은 김진이, 2017년 해외 전력산업 동향 (미국), 2017.11. 참조

62) 고희진, 세계 에너지시장 인사이트 제15-25호, 2015.6.; 원 출처는 IEA Online (Statistics United States : Electricity and Heat for 2011-2015)

비하여 상업용과 주거용 소비량이 상대적으로 높은 편이다.

< 미국의 전력 소비량 변화 (단위: GWh)⁶³⁾ >

연 도	산업용	수송용	주거용	상업용 및 공공기관	농업용	기타	총합
2015년	806,248	8,872	1,401,616	1,359,480	38,091	166,529	3,780,836
2014년	821,040	7,605	1,416,977	1,349,929	27,671	164,571	3,787,793
2013년	846,485	7,234	1,391,032	1,338,394	29,696	154,723	3,767,564
2012년	845,911	6,841	1,374,594	1,323,845	30,964	144,819	3,726,774
2011년	851,555	6,559	1,422,799	1,328,060	34,168	136,282	3,779,423

나. 전력시장 경쟁도입 연혁⁶⁴⁾

(1) 경쟁도입 배경 및 역사

미국 전력산업은 19세기 이래로 주로 민간기업의 독과점 형태로 운영되었으며 대공황 당시 구조조정을 거치면서 연방정부와 주정부의 규제를 받는 민영 전기사업자(IOUs)가 등장하였다. 민영 전기사업자(IOUs)는 1990년대 이전까지 전력대기업 형태로 발전·송전·배전 부문을 수직 통합하여 운영하면서 독점체제를 유지하였다.

1970년대 제1차 석유파동으로 인해 1978년 비전기사업자의 열병합 및 신재생에너지 활용 촉진을 위한 공익사업규제정책법(PURPA)을 제정되어 일부 경쟁 요소가 도입되었다. 동법은 일정한 조건을 만족하는 소규모 열병합 및 신재생에너지 발전기를 인정시설로 인가하고, 전기사업자들이 동 인정시설에서 생산된 전기를 의무구입토록 하였다.

한편, 본격적인 경쟁도입은 기존 발전사업자와 경쟁하기 위한 새로운 발전사업자를 규제로부터 제외하는 예외 발전사업자(Exempt Wholesale Generator, EWG) 근거를 마련한 1992년 에너지정책법

63) 고혜진, 세계 에너지시장 인사이트 제15-25호, 2015.6.; 원 출처는 IEA Online (Statistics United States : Electricity and Heat for 2011-2015)

64) 이하 내용은 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2. 참조

(Energy Policy Act of 1992) 제정에 따라 이루어졌다. 이후 연방정부의 규제기관인 연방에너지규제위원회(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)가 행정명령인 Order 888을 발표하여 송전망을 보유한 모든 전기사업자들에게 송전망 개방을 의무화시키고 독립계통운영자(ISOs)를 두도록 권장함으로써 송전부문을 발전부문으로부터 기능적으로 분리시켰다. 1996년 12월 FERC는 송전망 활용에 대한 실질적인 차별을 보다 더 해소하기 위하여 Order 888에 이어서 Order 2000을 발표하였다. Order 2000은 독립계통운영자(ISOs)와 별도로 보다 광역적인 지역을 담당하는 지역송전기관(RTOs)을 독립적인 계통운영기관으로 두도록 권고하는 내용으로 구성되어 있다.

2005년 8월 발효된 2005년 에너지정책법(Energy Policy Act of 2005)에서는 기존의 경쟁 요소들이 일부 조정되었다. 공익사업지주회사법(PUHCA)을 폐지함으로써 비공익사업자에 의한 공익사업자와의 합병을 자유화하는 한편 공익사업규제정책법(PURPA)상 인정설비가 전력시장에 비차별적 접근을 보장받은 경우 기존에 전기사업자들에게 부과하던 전력구입 의무를 폐지하였다.

(2) 도매전력 거래방식의 다양성과 규제기관의 역할

전술한 바와 같이 미국의 전력시장에서 도매전력 거래방식은 매우 다양하며 주마다 다른 특색을 가진다. 크게 나누어 볼 때 텍사스 전력신뢰도 위원회(ERCOT)의 경우 가격상한을 두지 않고 에너지 단일시장 접근방식을 택하여 피크(peak) 시간대의 가격상승을 허용하고 있는 반면 나머지 독립계통운영자(ISOs) 또는 지역송전기관(RTOs)은 가격상한제와 함께 별도의 자원적정성 확보 기준을 가지고 있다. 한편, 독립계통운영자(ISOs) 또는 지역송전기관(RTOs)이 없는 일부 지역(북서부, 남동부, 남서부)에서는 기존 존재하던 수직일관체제 하의 대규모 전력회사를 중심으로 쌍무계약 위주 거래가 활성화되어 있다.

이에 따라 규제기관 또한 크게 도매 전력시장을 관리하고 전체 전력시장의 신뢰도를 책임지는 연방정부 규제기관과 관할권 내 규제할

동을 담당하는 주정부 규제기관으로 나눌 수 있으며, 그 역할도 세분화 되어 있다. 다만, 신규 제도 도입 또는 송전망 건설 등에 있어 기술 컨퍼런스, 경제성평가, 의견수렴 공고(Notice Of Inquiry, NOD)를 통한 공청회 등 사전 의견수렴 과정을 활용한다는 점에서는 공통적이다.

연방정부에서의 규제업무는 연방에너지규제위원회(FERC)가 담당하고 있으며, 그 구체적 기능은 다음과 같다. 첫째, 독립계통운영자(ISOs) 또는 지역송전기관(RTOs)이 제출한 전력시장 설계안을 검토한 후 수정을 요구하거나 승인 여부를 결정할 권한을 가진다(연방전력법 Section 205)⁶⁵⁾⁶⁶⁾. 둘째, 불공정한 시장규칙을 조사하고 시정을 요구할 수 있다(연방전력법 Section 206). 셋째, 주(州)간 도매 전력시장에서의 거래를 감독한다. 넷째, 송전망 개방에 대한 요금표 승인 등 송전거래 관련 가격 및 요건을 규제하고, 송전시스템의 신뢰도 관련 표준을 제정한다. 다섯째, 전기사업자의 인수합병을 감독한다. 여섯째, 북미전력 신뢰도위원회(NERC)를 감독한다.

한편, 주정부에서의 규제업무는 공익사업위원회(Public Utility Commissions, PUC)에서 한다. 공익사업위원회(PUC)는 주로 발전기 또는 송전망 허가, 관할권 내 배전설비 신뢰도 관리, 소매 전력요금 규제 등 소매시장 관리 업무를 담당한다.

다. 전력시장 운영 현황

(1) 도매시장 운영 현황⁶⁷⁾

이하에서는 미국의 주된 전력 도매시장인 독립계통운영자(ISOs) 또는 지역송전기관(RTOs)에 의한 집중화된 시장 위주로 살펴본다. II. 장 1.절에서 살펴본 전력거래 모형 중에는 풀(pool) 모형 형식을 채택하고 있으며, 장외 시장에서의 장기 전력구매계약(Power Purchase

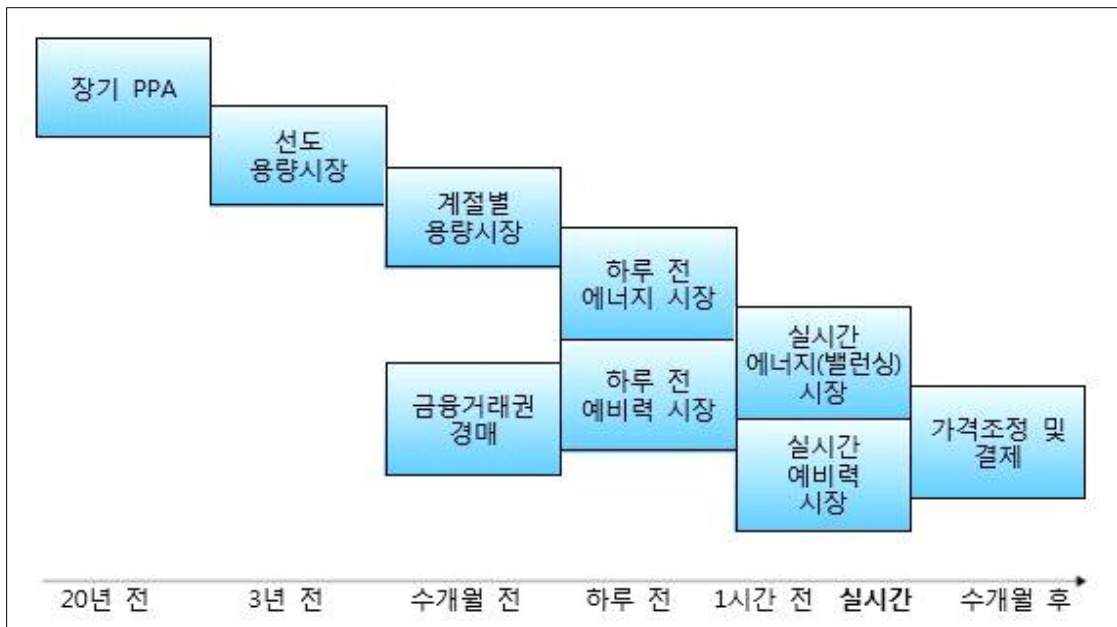
65) 다만, 고립된 송전망으로 인해 별도로 텍사스 공익사업위원회(PUCT)의 규제를 받는 텍사스 전력신뢰도 위원회(ERCOT)는 연방에너지규제위원회(FERC)의 관할에서 제외된다.

66) 시장 개선방식은 이해관계자의 제안에 따라 시작될 수도 있으며, 이 때 절차 개시에서 결과 반영까지의 과정은 시스템적으로 처리된다.

67) 이하 내용은 김진이, 2017년 해외 전력산업 동향 (미국), 2017.11. 참조

Agreement, PPA)에서 실시간 시장에서의 거래 및 결제에 이르기까지 실제 거래구조를 표로 정리하면 다음과 같다. 이 중 전력시장 규모에 있어 하루 전 에너지 시장과 실시간 에너지 시장이 가장 큰 비중을 차지하며, 이와 별도의 예비력 시장과 용량 시장이 있다.

< 미국 전력시장의 거래구조⁶⁸⁾ >



하루 전 에너지 시장에서는 실시간 거래 하루 전 오전에 입찰을 마감한 후 이를 토대로 하루전시장 발전계획을 세우는데, (i)실시간 시장에서의 공급 오차와 가격 변동성을 줄이고 (ii)발전기가 사전준비를 거쳐 적시에 기동할 수 있도록 가격 인센티브를 제공하는 기능을 한다. 한편, 독립계통운영자(ISOs) 또는 지역송전기관(RTOs)는 이와 별도로 실시간 수급조정을 통한 신뢰도 유지를 위해 추가적인 설비 확보를 계획하는데 이를 신뢰도발전계획(Reliability Unit Commitment, RUC)이라고 한다.

실시간 에너지 시장은 하루전시장 발전계획과 신뢰도발전계획(RUC)의 업데이트 결과를 토대로 운영일 전 야간에 입찰을 개시하여 통상 운영시점 1시간 전에 마감한다. 공급 입찰과 수요 입찰로 나누어

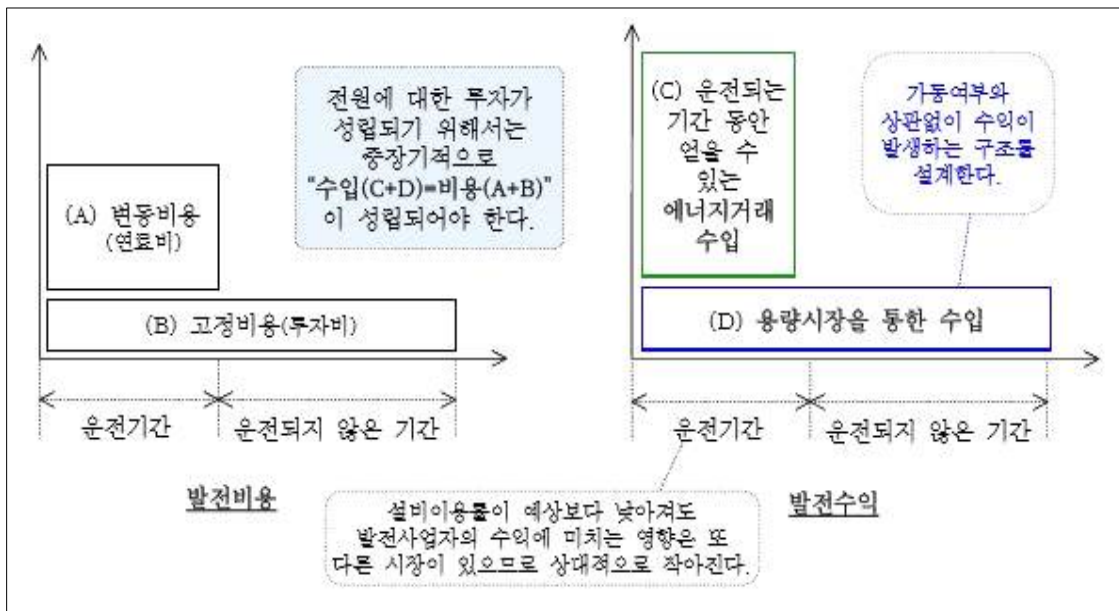
68) 김진이, 2017년 해외 전력산업 동향 (미국), 2017.11.

지며, 수요반응 자원이 통상 실시간 시장의 수요 입찰을 구성한다.

미국의 모든 송전사업자는 계통의 신뢰도 보장을 위해 예비력을 포함한 계통운영 보조서비스 확보의무가 있다. 송전사업자는 (i)시장이 운영되지 않는 지역의 경우 연방에너지규제위원회(FERC)가 승인한 요금표에 따른 비용을 지불하는 방식으로, (ii)시장이 운영되는 지역의 경우 예비력 시장을 통해 확보하는 방식으로 그 의무를 이행한다.

텍사스 전력신뢰도 위원회(ERCOT)를 제외한 나머지 독립계통운영자(ISOs) 또는 지역송전기관(RTOs)은 피크(peak) 시간대 지나친 가격 상승을 억제하기 위해 가격상한제를 두고 그에 따른 미회수 비용 보상을 위해 별도의 자원적정성 요구조건(resource adequacy requirement)을 가지고 있다. 만약 이러한 보상이 미흡하다면 미래 신규 설비투자 유인을 저해할 수 있고, 그 정도가 과도하다면 전력시장의 효율성을 떨어뜨릴 수 있기 때문에 그 설계에 있어 신중을 기하고 있다. 특히, 뉴욕 ISO(NYISO), 중부 ISO(MISO), PJM, 뉴 잉글랜드 ISO(ISO-NE)는 집중화된 방식의 용량시장을 운영하고 있다.

< 용량 메커니즘 접근방식 개요⁶⁹⁾ >



69) 김진이, 2017년 해외 전력산업 동향 (미국), 2017.11.

(2) 소매시장 운영 현황과 2001년 캘리포니아 정전사태의 시사점

1990년대 주별 소매요금 격차가 심화됨에 따라 전기요금이 높은 일부 지역에서 소매시장에도 경쟁체제를 도입하게 되었다. 1996년 캘리포니아 등 5개 주에서 최초로 소매경쟁을 입법화하였으며, 급격한 전력 요금 변화를 우려하여 전환기간 동안 가격상한제, 요금 동결 또는 인하 등의 보완책을 두었다. 그러나, 2000~2001년 캘리포니아 전력 위기 사태 등으로 인하여 소비자 피해가 우려되면서 일부 주에서는 소매경쟁 도입이 유예되기도 하였다.

특히, 캘리포니아 전력사태는 그 원인에 대한 다양한 지적이 있어 왔으며, 전력시장 민영화 반대를 위한 대표적 사례로 언급되곤 한다. 그러나, 미국의 전력산업은 전술한 바와 같이 이전부터 민영 전기사업자(IOUs)에 의하여 주도되어 왔기 때문에 캘리포니아 주정부의 1990년대 정책은 경쟁 촉진을 통한 전력산업의 개방화로 보는 것이 보다 정확한 표현일 것이다.

관련된 원인으로 알려진 내용들을 살펴보면 다음과 같다.⁷⁰⁾ 첫째, 기존 민영 전기사업자(IOUs)들의 위험 분산 실패이다. 규제 완화 초기 완화된 규제에 따라 발전사업을 매각하여 판매사로 전환한 기존 민영 전기사업자(IOUs)들은 도매시장에서 상대적으로 저렴한 전기를 구매하여 규제된 소매가격 범위에서 소비자에게 이를 판매하여 이윤을 추구할 수 있었으나, 이후 천연가스 가격 폭등⁷¹⁾에 따라 도매가격이 급등하면서 전기를 판매할수록 적자가 누적되어 전력공급이 불가능하게 되었다. 둘째, 발전사업자들의 담합가능성이다. 발전량 부족으로 전력요금이 급등하였던 2000년 6월과 2001년 1월 발전사업자들의 발전기 보수가 집중되었는데, 이러한 상황은 발전사업자들의 이윤에는 도움이 되었다. 셋째, 주정부 규제방식에 있어서의 아쉬움이다. 당시 캘리포니아는 실리콘밸리 신산업 성장 등에 따라 전력 수요는 늘어난 반면 규

70) 이필렬, <http://www.changbi.com/archives/1222?cat=294>; 삼성경제연구원, 캘리포니아 전력난의 실상 및 시사점, 2000.2.28.

71) 당시 가스발전은 캘리포니아 전력생산의 상당 부분(약 31%)을 차지하였다.

제완화 과정에서 정부의 전력공급 조정 기능이 다소 약화된 상황이었다. 따라서, 신규 발전설비 유인과 함께 공급의 안정성 도모를 위한 도매시장에서의 선물거래 활성화, 충분한 예비력 시장 활용 등이 필요하였으나, 캘리포니아 전력거래소를 이용한 현물거래만 인정하고 선물거래는 제한하여 가격위험 회피를 어렵게 하였다. 동 제도는 도매 선물시장에서의 장기계약이 악용되어 높은 가격의 공급계약이 체결됨으로써 경쟁 도입에 따른 소비자 전기요금 인하 혜택이 줄어들 것을 염려한 것이었으나 결과적으로 역기능이 컸다.

동 사례는 전력시장의 개방화 과정에서 간과되었던 여러 가지 문제들이 겹쳐서 발생할 경우 큰 경제적 피해와 불편을 초래하는 심각한 상황이 초래될 수 있음을 보여 준다. 시사점은 다음과 같다. 첫째, 기업의 이윤추구는 존중되어야 하나 공급 안정성을 해칠 수 있는 담합은 철저히 배제되어야 한다. 특히, 발전기 보수가 일정기간에 집중되는 등의 이유로 차질을 빚지 않도록 사전규제가 필요하다. 둘째, 전력시장의 규제완화 정책은 그 목적이 정당하다고 해도 전체 수급조정 측면에서 세심한 제도설계가 필요하다. 캘리포니아 주정부의 소매가격 가격상승 억제를 위한 전환기간 제도나 도매시장에서의 선물거래 제한은 소비자 혜택을 최종 목적으로 하였으나 전력의 안정적 공급에는 큰 부담으로 작용하였다. 셋째, 경쟁정책의 효과와 전력공급의 안정성에 미치는 영향을 지속적으로 모니터링하고 필요한 경우 계속하여 제도 보완을 해 나가야 한다. 캘리포니아 주정부 또한 정전 사태 이후에도 경쟁을 통한 전력시장의 효율성 도모를 완전히 포기한 것은 아니며, 전력시장 재설계를 통해 안정적인 계통운영과 연계되도록 끊임 없이 제도를 보완해 나가고 있다.

라. 정부 정책⁷²⁾

미국 정부는 기존의 노후화된 전력망을 개선하고 최근 신재생에너지 확대 등에 따라 문제될 수 있는 전력공급의 안정성을 높이기 위하여 (i)스마트 그리드 등 기술진흥 정책과 (ii)예비력 확충을 위한

72) 이하 내용은 김진이, 2017년 해외 전력산업 동향 (미국), 2017.11.; 고대영 외, 그린에너지산업 발전을 위한 제도 및 정책 연구, 2010.12. 참조

보조서비스 시장제도 개선을 추진 중이다.

2003년 7월 미국 에너지부(Department of Energy, DOE)는 노후화된 전력망으로 인한 손실비용에 대한 대응책으로 ‘Grid 2030 - A National Vision for Electricity’s Second 100Years’ 라는 보고서를 통해 스마트그리드를 통한 전력망 현대화를 위한 국가 차원의 비전을 제시하였다. 동 보고서에는 차세대 송전시스템, 에너지 저장 시스템(ESS), 분산시스템 구축을 위한 기반 기술들이 포함되었다. 2007년에는 에너지 독립 및 안보법(Energy Independence and Security Act of 2007, EISA)을 제정하여 스마트그리드 연구·개발에 대한 정부 보조 등 국책사업 근거를 명확히 하였다. 2009년에는 미국 경기부양 및 재투자법(American Recovery and Reinvestment Act of 2009, ARRA)을 통해 스마트 그리드 관련 정부 지원 한도를 상향 조정하였다.

한편, 이러한 정부정책과 연계하여 독립계통운영자(ISOs) 또는 지역송전기관(RTOs)도 간헐적 성격의 신재생에너지, 에너지 저장 시스템(ESS), 수요반응 자원을 보조서비스 시장에 반영하여 보다 안정적인 예비율 확충을 시도 중이다. 예를 들어 중부 ISO(MISO)와 캘리포니아 ISO(CAISO)는 간헐성 자원의 출력변동에 대한 증감발 대응능력을 제고하기 위해 증감발 예비력 상품을 도입하였다. 증감발 예비력이 추가로 확보되면 실시간 에너지 시장에서 증감발 용량에 대한 선행 신호를 줄 수 있게 되어 가격 변동성을 줄일 수 있게 된다.

< MISO, CASIO의 증감발 예비력 상품 특성⁷³⁾ >

73) 김진이, 2017년 해외 전력산업 동향 (미국), 2017.11.

구분	MISO	CAISO
상품명	Up & Down Ramp Capability	· 제약 : Flexible Ramping Constraint · 상품 : Flexible Ramping Product
시간요건	10 분	15 분, 5 분
용량요건	불확실성 표준편차 예측오차 + 2.5	불확실성 예측오차 95% (+ 95 th % 구간)
관련 시장 또는 절차	· 하루전시장 · 실시간 선행 기동 · 실시간시장	· 제약 : 실시간시장만 해당 · 상품 - 15 분 시장(FMM) - 실시간경제급전(5 분)

또한, 2009년 6월에는 미국 청정에너지 및 안보법(American Clean Energy and Security Act)를 제정하면서 전기·가스·열 등 에너지를 공급하는 판매사들에게 일정한 기간 동안 에너지감축 의무를 부여하는 에너지효율향상 의무화제도(Energy Efficiency Resource Standard, EERS)를 도입하였다. 에너지 판매회사들은 에너지 소비를 촉진해야 매출액이 증가할 수 있으므로 기본적으로 에너지 효율 관련 투자를 꺼리는 경향이 있으므로, 강제적인 목표치를 부여하여 에너지 절감에 동참하게 함으로써 사회후생을 증가시키려는 취지이다.⁷⁴⁾

3. 프랑스

가. 전력산업 구조⁷⁵⁾

(1) 기본 체제

프랑스의 전력산업은 영국, 미국과 비교하여 전통적으로 정부의 영향력이 보다 강력한 구조를 가지고 있다. 프랑스는 정부가 프랑스 전력공사(Electricite de France, 이하 EDF)의 지분을 70% 이상 보유토록 법제화 되어 있고 2017년 3월 기준으로 약 83%의 지분을 보유하고 있는데, 1990년대 후반 전력시장 개방 움직임이 있기 전까지 발전, 송전, 배전 부문에 있어 독점 형태의 수직일관체제를 유지하였다.

74) 정경화, 에너지공급자효율향상의무화제도(EERS)와 온실가스 감축 수단들 간의 정책 믹스 연구, 2012.11.

75) 이하 내용은 주원, 2017년 해외 전력산업 동향 (프랑스), 2017.11. 참조

2000년 전력자유화법 시행 이후에도 EDF 그룹의 지주회사인 EDF SA가 프랑스 전체 발전설비 용량의 약 3/4 가량을 보유하고 발전과 판매 부문을 담당하고 있다. 송전 부문은 EDF SA의 자회사인 RTE(Reseau de Transport d'electricite)가 계통운영자로서 송전망의 약 99%를 소유하고 있고, 배전 부문도 자회사인 Enedis(과거 ERDF)가 배전망을 거의 독점하고 있다. 다만, 판매부문의 경우 정부 정책에 따른 경쟁체제 조성으로 인해 Alterna, GEG Source d' Energies 등의 대규모 판매회사(Incumbent supplier)와 GDF-Suaz, E.ON Energie, Atel Energies 등의 대체판매회사(Alternative supplier)가 영업 중에 있다.

따라서, 현재의 프랑스 전력산업 구조는 아래 표에서 보는 바와 같이 전통적 모델을 기반으로 유럽연합(EU)의 전력 개방정책을 수용하는 과정에서 일부 경쟁도입이 이루어진 모습을 하고 있다. 그러나, 여전히 전력 공급을 보편적 공공서비스로 생각하는 경향이 강하여 전면적 자유화에 대한 사회적 요구는 크지 않은 편이다.

< 프랑스 전력산업 구조⁷⁶⁾ >

발전	EDF(93.2GW-, 설비용량)	EU내 발전사업자 (GDF Suez, E.ON 등)
송전, 계통	RTE (EDF 자회사로 TSO)	
도매시장	장외거래 (OTC)	Powernext(MO) (EPEX:현물/ EPD: 선물)
배전	Enedis(95%) (EDF 자회사로 DSO)	160개 지역 배전회사(5%)
판매	EDF(70%)	국내·외 판매사업자

(2) 수급 현황

2016년말 기준 프랑스의 총 발전설비 용량은 약 130,800MW이고, 프랑스 내 순 발전량은 531.3TWh이다. 필요한 경우 인접국과 전력 거래를 하고 있으며 대규모 원전 운영을 기반으로 수출량이 수입량보

76) 주원, 2017년 해외 전력산업 동향 (프랑스), 2017.11.; 구체적 수치는 EDF, Facts&Figures 2016, 2017.03., Enedis, Enedis: Digital DSO for Europe - When energy meets digital, 2016.10., EDF, Profile & Performance 2016, 2017.05. 참조

다 많다(2016년 기준 순수출량 39.1TWh). 총 발전설비와 발전량에 있어 원자력에 크게 의존하는 구조이다(총 발전설비 용량의 48.3%, 순 발전량의 72.3%). 발전원별로는 원자력과 수력이 전체 발전량의 약 4/5를 차지하고 있으며, 정부의 기후변화 대응 및 에너지 전환정책에 따라 신재생에너지 발전비중이 완만한 증가 추세에 있는 것이 특징이다(2012년 4.6%→2016년 7.1%).

나. 전력시장 경쟁도입 연혁⁷⁷⁾

프랑스 전력시장의 경쟁도입 역사는 유럽연합(EU)의 전력 개방 정책과 궤를 같이 한다. 유럽연합(EU)은 1980년대부터 단일 전력시장 구축을 통해 국가별 과잉 투자를 줄이고 시장의 효율성을 높이려는 목적으로 전력시장 자유화를 논의하였고, 그 결과물로 1996년 제1차 에너지 패키지(Directive 96/92), 2003년 제2차 에너지 패키지(Directive 2003/52), 2009년 제3차 에너지 패키지(Directive 2009/72), 2016년 제4차 에너지 패키지를 발표하였다. 1~4차 패키지는 각각 소매시장 개방, 제3자 접속개방(Third Party Access), 계통운영자의 법적 분리(Legal Unbundling)를 통한 독립적 운영, 재생에너지 시장 통합과 거래 촉진을 규정하였다.⁷⁸⁾

프랑스는 EU의 지침 이행 차원에서 2000년 2월 전력자유화법을 제정하고, 독립적인 정부 규제기관으로 새롭게 에너지규제위원회(Commission de Regulation de L' Energie, CRE)를 설치되었다. 동 위원회는 공정하고 비차별적인 송·배전을 보장하였다. 2000년 7월에는 독립적 계통운영기관인 RTE(Reseau de Transport d' electricite)⁷⁹⁾를, 2001년 7월에는 별도 전력거래기관으로 Powernext를 설립하였다.

판매시장은 단계적으로 개방되었다. 2000년 6월 정부 고시로 판

77) 이하 내용은 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2. 참조

78) 노유림, 2017년 해외 전력산업 동향 (EU), 2017.11.

79) EDF의 자회사 형태이나, 경영, 회계, 재무적으로 독립 운영된다.

매시장 소비자 범위를 정하면서 16GW 이상 대규모 소비자부터 시작하여 2007년 이후 전면 개방되었다. 2010년 11월에는 판매경쟁 촉진을 위해 신에너지시장법(The New Organization of the Energy Market Law)을 제정하였다. 동법은 EDF의 원자력 발전량 중 25%를 정부가 정한 가격으로 타 판매사업자에게 의무 공급토록 하는 내용(the ARENH scheme)을 포함하고 있다.

2015년 7월에는 녹색 성장을 위한 에너지전환법(Energy Transition for green growth Bill)이 제정되어 원자력 설비용량과 전력생산 비중을 제한⁸⁰⁾하는 한편, 풍력, 태양광 등 신재생에너지 설비용량을 확대키로 하였다. 이러한 변화는 EU 내에서 기후변화 대응과 역내 통합정책의 모범국가로서 프랑스의 위상을 공고히 하면서도, 후쿠시마 원전사태 이후 증가된 우려와 원전 점검·수명 연장 비용 등 정치적·경제적 이해관계를 고려한 움직임으로 보인다.

다. 전력시장 운영 현황⁸¹⁾

(1) 도매시장 운영 현황

도매 전력거래는 선도, 선물, 현물 거래 모두 가능하다. 크게 장외거래(OTC, Over The Counter)와 거래소 거래를 통해 이루어진다. 선물거래는 EPD(EEX Power Derivatives)를 통해 현물거래 중 하루전시장(Day-ahead)과 당일시장(Intraday)에서의 거래는 EPEX SPOT을 통해 거래된다.⁸²⁾ 현물시장 중 실시간시장인 밸런싱 시장(Balancing Market)은 계통운동을 담당하는 RTE가 시장운영자(MO)로서 직접 운영한다.

EPEX SPOT의 하루전시장(Day-ahead)과 당일시장(Intraday)에서 거래되는 현물은 모두 RTE에 인도된다. RTE는 Gate Closure 시점까지

80) 원전 최대 설비용량: 63.2GW(2014년 수준으로 제한), 전력생산 비중 축소: 14년 기준 총 전력생산량의 76.8%→2025년 50%

81) 이하 내용은 주원, 2017년 해외 전력산업 동향 (프랑스), 2017.11. 참조

82) 프랑스 거래기관인 Powernext와 독일의 거래기관인 EEX(European Energy Exchange)간 전력시장 협력에 따라 2008년 1월에는 EPD(EEX Power Derivatives)를 2008년 3월에는 EPEX SPOT을 설립

시장 참여자들이 자체적으로 조정한 수급에 기반하여 밸런싱 시장(Balancing Market)을 통해 실시간으로 수급을 조정한다.

기존 도매시장과 더불어 2010년 11월 제정한 신에너지시장법(The New Organization of the Energy Market Law)은 용량시장(capacity market) 도입을 위한 근거를 마련하였고, 2015년 1월에는 이행기준(implementing decree)도 구체화하였다. 특히, 프랑스의 경우 겨울철 피크(peak) 시간대 전력 소비가 급등하므로 신재생 에너지 증가에 따른 계통 안정성 관련 취약점을 보완할 필요가 있다. 프랑스 정부는 용량 메커니즘 접근방식 중 전력 판매회사에 용량확보의무를 부과하는 용량확보의무 부과방식을 채택하였다. 단계적 이행을 위해 2015년부터 2016년까지 판매자의 용량 의무 및 용량증서를 파악하여 시장을 설계하고 2017년부터 용량시장을 개장한다. RTE가 시장운영자(MO)로서 용량의 측정 및 보상을 위한 방법을 정하여 이행부분에 대해서는 용량요금을 지급하고 불이행 부분에 대해서는 벌칙을 부과한다.

< 용량시장 도입 경과⁸³⁾ >



(2) 소매시장 운영 현황

프랑스 정부의 전력 개방정책 이후 여러 요금제가 출시됨에 따라 소비자의 선택권이 다양해진 측면이 있다. 소매 요금제는 크게 규

83) 주원, 2017년 해외 전력산업 동향 (프랑스), 2017.11.; 원 출처는 EDF, facts & figures. 2016.

제요금(Regulated tariff)과 시장요금으로 나눌 수 있다. 규제요금(Regulated tariff)은 대규모 판매사(Incumbent Supplier)만이 제공할 수 있으며, 2015년 12월 중소기업용, 산업용 규제요금이 폐지된 이래로 주택·업무용 규제요금만이 남아 있다. 이에 비하여 시장요금은 대규모 판매사(Incumbent Supplier)와 대체판매사(Alternative supplier) 모두 제공할 수 있으며, 다른 부과금이 없는 한 도매시장 가격에 연동한다.

한편, 이러한 경쟁 도입으로 소매 요금 인하의 효과가 있었는지는 불분명한 것 같다. 유럽의 에너지 컨설팅 회사 ECOFYS와 연구기관 프라운호퍼(Fraunhofer)가 작성한 보고서에 따르면 프랑스 주택·업무용 소매 요금은 증가한 것으로 나타났으나, 이는 세금 인상분 등이 함께 반영된 것이다. 또한, 여전히 시장요금 이외 규제요금도 공존하고 있으므로, 경쟁 도입의 실제적인 영향은 향후 추가분석이 필요해 보인다.

라. 정부 정책⁸⁴⁾

프랑스 정부는 그간 에너지 공급의 안정성 확보를 우선 원칙으로 하여 원자력 발전을 중심으로 하여 공공기관 주도로 전력산업을 이끌어 왔다. 그러나, 2015년 7월 녹색 성장을 위한 에너지전환법(Energy Transition for green growth Bill)을 제정하여 원자력 발전 비중을 2025년까지 50% 수준으로 줄이기로 하면서 그간의 전통적인 전력 정책이 변화를 맞이하게 되었다. 이러한 계획의 실제 이행 여부는 향후 (i)EDF의 재정 건전성, (ii)에너지 안보, (iii)일자리 문제 등을 고려하여 신중하게 검토될 것으로 보인다.

원자력 발전과는 달리 신재생 에너지 투자 및 지원은 증가하고 있으며, 이는 프랑스를 포함한 유럽연합(EU) 회원국들의 공통적인 추세이다. 다만, 신재생 에너지의 경우 주변 조건에 따른 간헐적 발전으로 실시간 수급조정을 불안하게 하는 측면은 해결해야 할 숙제이다. 과거 신재생 에너지의 특성을 고려하여 수급균형을 위해 전력시장 참여자에게 부과되는 밸런싱 책임(balancing responsibility)이 면제되는 경우가

84) 이하 내용은 주원, 2017년 해외 전력산업 동향 (프랑스), 2017.11., 노유림, 2017년 해외 전력산업 동향 (EU), 2017.11. 참조

많았으나, 국가의 순 발전량에서 차지하는 비중이 증가하고 있는 현실에서 일부 회원국들은 신재생 에너지 발전사업자에 대한 밸런싱 책임(balancing responsibility)을 강화하는 추세이다. 따라서, 프랑스 또한 향후 신재생에너지 발전사업자들이 상당한 비중으로 증가하고 그러한 발전이 전체 시장의 수급불균형을 초래할 경우 재무적 책임 범위를 확대해 나갈 가능성이 있다.

4. 기타 주요국 (호주, 일본, 싱가포르)

가. 호주

(1) 전력산업 구조 및 경쟁도입 연혁⁸⁵⁾

호주는 미국과 마찬가지로 연방제 국가로서 넓은 면적의 국토를 보유하고 있는 관계로 전력시장이 National Electricity Market(이하 NEM), Western Australian Market(이하 WEM), Northern Territory Market(이하 NT) 등 3개 주요 시장으로 구분되어 있다. 이 중 가장 크고 대표적인 시장은 NEM으로, Queensland(QLD), South Australia(SA), Australian Capital Territory(ACT), Victoria(VIC), Tasmania(TAS), New South Wales(NSW) 6개 주를 포함하고 있다. 이하 내용은 호주 전력시장 전반을 개괄적으로 살펴보되, 특히 NEM을 중심으로 설명한다.

1990년대 이전 호주의 전력산업은 발전·송전·배전 수직통합체제에 의한 공기업 독점체제로 운영되었으며, 주별 독립 운영 색채가 강하여 계통연계도 거의 이루어지지 않았다. 이러한 특징은 전통적으로 전체 발전원의 약 3/4이 자국 내 풍부한 부존량을 가진 석탄과 가스를 원료로 한 화력발전이 주를 이루면서 경쟁체제 도입의 필요성을 크게 느끼지 못했기 때문으로 보인다. 그러나, 일부 주에서의 예비력 과다, 발전소 효율 저조 등으로 인한 경영악화가 지속되면서 전력산업 구조개혁, 도매 전력시장 도입, 주(州)간 계통연계, 관련 조직 신설 및 개편 등을 추진하게 되었다.

85) 이하 내용은 이현주, 2017년 해외 전력산업 동향 (호주), 2017.11. 참조

보다 먼저 전력시장을 개방한 영국식 모델이 도입되면서 발전 및 판매부문에서 민간기업의 비중이 늘어났다. 특히 소매부문의 경우 NEM에 포함된 Victoria주, South Australia주는 1990년대에, Queensland 주는 2000년대에 대부분을 민영화 하였다. 그러나, 기존 공기업을 모두 민영화하지는 않았으며, 현재까지도 기존 공기업과 신규 민간기업은 동일한 시장 환경에서 함께 경쟁하고 있다.⁸⁶⁾ 한편, 도매부문의 경우 NEM은 영국과 같은 에너지단일시장 형태를 가지고 있으나, 영국과 달리 모든 전력거래를 현물 시장을 통해 거래하는 풀(pool) 모형을 채택하고 있다. 또한, 가격규제에 있어서도 영국과 달리 가격상한제와 하한제를 모두 두고 있다.

구조개편 과정에서 다음과 같은 조직이 새로이 구성되었다. 1996년에 도매시장 운영을 위하여 독립법인화된 계통운영자인 The National Electricity Market Management Company Limited(NEMMCO)가 설립되었다. 현재 그 기능은 2009년 7월 새로이 설립된 Australian Energy Market Operator(AEMO)가 이어 받아 수행 중이다. 2001년에는 에너지 정책의 효율적 조정과 전력·가스사업 규제를 위하여 에너지정부 협의회인 Ministerial Council on Energy(이하 MCE)를 설립되었으며, 하부 조직으로 에너지 전문 규제 기관인 Australian Energy Regulator(이하 AER)를 두어 송·배전망 운영·요금 감독에 대한 책임을 지도록 하였다. 2005년 7월에는 Australian Energy Market Commission(AEMC)가 설립되어 NEM 관련 운영규칙(National Electricity Rules) 개발과 정부 자문 등의 업무를 수행 중이다.

(2) 가상발전소 개념과 소규모 발전중개사업자제도

호주 정부는 전세계적인 기후변화 대응 움직임에 동참하기 위하여 석탄 화력발전 위주의 전력산업 구조를 개선하고 신재생에너지 활용을 촉진하고자 노력하고 있다. 2001년에는 The Renewable Energy Target(RET) 제도를 도입하고, 설비규모에 따라 대규모 사업장과 소규

86) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

모 사업장으로 구분하여 차등 지원하고 있다.⁸⁷⁾ 현재 호주 정부는 동 제도를 통하여 2020년까지 33,000GWh의 신재생에너지 생산을 목표로 하고 있다.

석유, 석탄과 같은 기존 화석연료에 비하여 온실가스 배출을 획기적으로 줄일 수 있다는 신재생에너지원의 장점에도 불구하고 설비가 소규모로 분산되어 있는 경우가 많아 전력계통 운영 측면에서 많은 부담을 주는 것은 단점으로 지적되어 왔다. 호주 정부는 이러한 점을 보완하기 위하여 2012년 소규모 발전중개사업자(Small Generation Aggregator, 이하 SGA) 제도를 도입하였다. 동 제도는 소규모 발전설비들로부터 모집한 전력을 전력시장에서 거래하고자 하는 경우 원격검침 구간계량기 설치 후 SGA로 등록하기만 하면 송전망 접속에 대한 별도의 등록 없이도 판매회사에 전력판매가 가능하도록 한 제도이다.⁸⁸⁾ 이는 신재생에너지, 에너지 저장장치(ESS) 등 다수의 분산된 전원을 ICT 기술로 통합하여 마치 하나의 발전소처럼 관리하는 시스템을 일컫는 가상발전소(Virtual power plant, 이하 VPP) 개념에 기초한 것이다.

호주 정부의 이러한 노력은 태양광 패널과 에너지 저장장치(ESS)를 이용한 대규모 가상발전소 프로젝트로 나타났다. 2018년 2월 호주 정부와 미국 기업 테슬라는 2020년까지 호주 남부 5만 가구에 5kW 태양광 패널과 13.5kWh 용량의 가정용 에너지 저장장치(ESS)를 설치하여 이를 묶어냄으로써 50MW, 650MWh 규모의 가상발전소(VPP)를 건설한다는 계획을 발표하였다.⁸⁹⁾ 설치 가구는 초기 패널 설치비용, 전력 판매시 수익 배분 등에서 혜택을 받을 수 있으며, 전체 건설 비용은 정부 지원과 전력 판매대금으로 충당할 계획이다.

나. 일본⁹⁰⁾

87) 이현주, 2017년 해외 전력산업 동향 (호주), 2017.11.

88) 전력신문, <http://epnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=39603>

89) 동아일보, <http://news.donga.com/3/01/20180205/88518966/2>

90) 이하 내용은 백승안, 2017년 해외 전력산업 동향 (일본), 2017.11. 참조

(1) 전력산업 구조 및 경쟁도입 연혁

일본은 1950년대 이후 1990년대 전력산업 구조개편이 진행되기 전까지 발전, 송·배전, 판매가 일정한 권역 내에서 일괄적으로 이루어지는 지역독점 수직통합체제였다. 그러나, 1990년대 이후 세계적인 전력시장 자유화 추세 속에 일본 또한 높은 전기요금을 낮추고 소비자의 선택권을 보다 다양화하는 차원에서 전력산업 구조개편 작업을 진행하였다. 1995년 4월 발전부문에서 먼저 경쟁 도입을 한 이후로 2000년대 들어 단계적으로 소매시장을 개방하였다. 2000년 3월에는 20kV 또는 2,000kW 이상의 수용가, 2004년 4월에는 500kW 이상의 수용가, 2005년 4월에는 50kW 이상의 수용가를 대상으로 소매시장이 개방되었으며, 2016년 4월에 이르러 전면 개방되었다. 그러나, 기존 체제에 발전·판매 부문 경쟁이 추가된 형태로, 지역독점체제 자체는 여전히 유지되고 있는 것이 특징이다.

일본 전력산업에 대한 전반적인 규제는 경제산업성 소속 자원에너지청이 관할하고 있다. 전국적인 수급관리 강화를 위해 기존 전력계통 이용협의회의 계통운영기능을 이관하여 2015년 4월 광역계통운영기관(Organization for Cross-Regional Coordination of Transmission Operators, OCCTO)을 설립하였다. 전기사업자들이 잉여전력 판매 및 부족전력 구입을 할 수 있도록 도매전력 거래를 위한 전력거래소(JEPX)를 두고 있으며, 시장형태로는 하루전 시장, 시간전 시장, 선도 시장, 그린도매전력 시장 등이 있다.

전원구성은 원자력, 석탄화력, LNG화력 등에 의존하고 있어 우리나라와 유사하다. 부존자원이 부족하여 에너지원 대부분을 해외로부터 수입에 의존하고 있는 점도 같다. 특징적인 사항은 원자력이 기저부하용 전원으로 이용되고 있으나, 후쿠시마 원전 사태 이후 운영승인이 나지 않아 2012년~2014년간 설비이용률이 극히 저조하였다가 이후 점진적으로 재가동되고 있다는 것이다. 전력수급상 특징으로는 한여름 더위로 인한 피크(peak) 수요로 인하여 계절적 요인에 따른 격차가 확대되고 있다는 것으로, 전통적인 수력발전과 양수발전이 예비력에 중

요한 부분을 담당하고 있다.

(2) 소매시장 개방에 따른 변화와 과제

2016년 4월 소매시장이 전면 개방됨에 따라 사업자들은 경제산업성 등록으로 소매시장에 자유롭게 진출할 수 있게 되었다. 소비자들에게도 다양한 전기요금제에 대한 선택권이 확대되었으며, 다른 상품(가스 또는 통신)과 연계된 할인요금제도 등장하였다.

< 지역별 소매공급회사 및 요금제도 수⁹¹⁾ >

	홋카이도	도쿄	간토신에츠 (도쿄)	츠후 (나고야 포함)	후쿠리쿠	간사이·킨키 (오사카 포함)	츠크쿠	시코쿠	큐슈	오키나와
공급회사 수	12	11	42	21	3	22	9	7	16	1
요금제도 수	33	37	138	66	9	57	27	23	53	3

그러나, 고객에 대한 부당요금 부과와 같은 소매시장 자유화에 따른 부작용에 대응하기 위한 조치도 함께 운용하고 있다. 2020년 3월 까지 기존의 규제요금을 유지하도록 경과규정을 두어 소비자가 새로운 자유요금제와 기존의 규제요금제 중에서 선택할 수 있도록 하는 한편 소매 판매회사에 공급약관 설명의무를 부과하였다. 또한, 전기공급의 안정성을 위하여 소매 판매회사의 공급력 확보를 의무화하였다.

이러한 소매시장의 자유화는 수요관리에 관한 소비자의 인식을 환기하여 새로운 비즈니스 모델 확대를 촉진하기도 한다. 예를 들어 수요반응(DR) 시장 개설이 그것이다. 일본 정부는 2015년~2016년 시범 사업을 거쳐 2017년에는 수요자가 아낀 전기를 되팔 수 있는 네가와트⁹²⁾ 거래시장을 개설하는 등 변화한 전력시장을 최대한 활용하기 위한 노력을 지속하고 있다.

91) 백승안, 2017년 해외 전력산업 동향 (일본), 2017.11.; 원 출처는 JEPIC, The Electric Power Industry in Japan 2017

92) 메가와트(Megawatt)와 네거티브(Negative)의 합성어. 절전을 통해 아낀 전기를 의미하며, 수요반응(DR)과 같은 취지의 개념으로 볼 수 있음.

다. 싱가포르

(1) 전력산업 구조 및 전력시장 운영 현황⁹³⁾

싱가폴은 1990년대까지 우리나라와 유사한 전력산업 구조를 가지고 있었다. 즉, 1995년 이전까지는 정부기관인 공익위원회(Public Utilities Board, PUB)에서 전력산업을 독점 운영하였으며, 1995년 10월 세계적인 전력시장 개방 추세에 따라 발전, 송·배전, 판매부문을 분리하여 경쟁체제를 도입하겠다는 방침을 발표하였다. 이후 싱가포르 국부 펀드 투자회사인 테마섹(Temasek)을 활용하여 다수의 전력회사로 분할하였다. 발전부문은 테마섹(Temasek)의 자회사로 Tuas Power, Senoko Power, Power Seraya 등 3개 회사로 분리⁹⁴⁾되었다. 송·배전 및 망관리 는 테마섹(Temasek) 산하에 지주회사인 Singapore Power를 두고 그 자회사인 Power Assets과 Power Grid가 담당하게 하였다. 판매부문 역시 테마섹(Temasek)이 소유한 판매회사들의 독점체제로 운영하였다. 다만, 독립적인 규제기관인 Energy Market Authority(이하 EMA)와 시장운영회사인 Energy Market Company(이하 EMC)를 별도로 설치하고, 정부정책과 기업경영을 분리하여 운영하였다. Energy Market Company(EMC)는 2003년 싱가포르 국립전력시장(National Electricity Market of Singapore, NEMS)을 개설하고 현재 운영 중에 있다.

싱가폴은 발전부문 경쟁도입에 그친 우리나라와 달리 2000년대 이후로도 지속적으로 전력 공기업 민영화와 전력시장 개방을 추진하였다. 그 결과 Tuas Power는 2008년 3월 중국 China Huaneng Group이, Senoko Power는 2008년 9월 일본 Lion Power Holdings 컨소시엄이 각각 인수하여 민영화되었다. 또한, 도매시장 자유화에 이어서 2018년 상반기 주룽지역을 시작으로 2018년 하반기에는 싱가포르 전역의 소매시장도 개방할 예정이다. 특징적인 사항은 공기업 민영화에 있어 싱가포르 정부가 무리하게 추진하지 않고 에너지 시장의 경기 흐름을 따져

93) 이하 내용은 KOTRA, 싱가포르 전력시장 2018년 내 전면 자유화 참조

94) 엄밀하게는 Tuas Power와 Singapore Power가 소유한 Senoko Power, Power Seraya 2개 회사이며, 이후 2001년 4월 발표된 3개 발전회사민영화 방침에 따른 사전 정지작업으로 Senoko Power, Power Seraya의 소유권이 모회사인 테마섹(Temasek)으로 이전됨

매각시기를 조정하였다는 것이다. 즉, 2002년 엔론 사태 등으로 에너지 시장이 위축되자 매각시기를 연기하였다가 2007년 이후 다시 매각을 추진하여 Tuas Power와 Senoko Power 매각을 마무리하였다.

(2) 시장지배력 남용 방지와 Vesting 계약

Vesting 계약은 발전사업자와 판매회사가 정부가 승인한 계약조건 하에 의무적으로 체결하도록 한 전력거래계약으로, 영국이 전력산업 구조개편 과정에서 일시적으로 사용한 것이 원조이나 싱가포르가 자국의 도매전력시장 특성을 고려하여 주요 거래형식 중 하나로 운용하고 있다.⁹⁵⁾ 싱가폴은 발전사업자들의 수가 제한되어 있고 발전 비중이 큰 관계로 시장지배력 남용을 방지하기 위하여 정부에 의한 규제계약의 일종인 Vesting 계약을 널리 활용하여 왔다.

발전사업자의 시장지배력 남용 방지에 Vesting 계약을 활용하는 간단한 예는 다음과 같다.⁹⁶⁾ 만약 전체 공급이 각각 2MW를 생산할 수 있는 발전사업자 G1과 G2에 의해 이루어지고 전체 수요는 3MW라고 한다면, 수요자가 G1으로부터 2MW를 구입 후 G2에게 1MW를 구입하려고 할 때 G2는 자신의 시장지배력을 남용하여 평균 공급가격 이상을 강요할 수 있다. 이 때 Vesting 계약을 통해 이러한 경우 G1, G2가 각각 1MW씩 공급하도록 한 후 나머지 1MW에 대하여 두 발전사업자가 경쟁하도록 의무화 한다면 시장력 남용을 통제할 수 있다.

싱가폴의 경우 Vesting 계약 체결을 위한 가격결정은 EMA가 싱가포르 전체 전력수요의 25% 이상을 차지하는 가장 효율적인 발전설비의 장기 한계비용(long run marginal cost, LRMC)을 고려하여 설정한다. 시장 상황을 우선적으로 반영하면서도 2년 주기 또는 2년 이내라도 필요한 경우 계약에 영향을 미치는 변수들(vesting parameters)을 검토하여 조정한다.⁹⁷⁾

95) 이하 내용은 남일총, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10. 참고

96) EMA, https://www.ema.gov.sg/Licensees_Electricity_Vesting_Contracts.aspx

97) EMA, https://www.ema.gov.sg/Licensees_Electricity_Vesting_Contracts.aspx

IV. 우리나라 전력시장 현황과 경쟁 저해요인

1. 우리나라 전력시장 구조와 전력거래제도

가. 전력시장 구조

(1) 기본 체제⁹⁸⁾

우리나라 전력산업은 2001년 3월까지 한전이 발전에서 판매까지 모두 담당하는 수직일관체제를 유지하였다. 이후 한전으로부터 발전부문이 떨어져 나와 6개 발전자회사로 분리된 이후에도 나머지 부문에서는 여전히 독점체제가 유지되고 있어 전체적으로 볼 때 제한적인 경쟁 시장 구조로 되어 있다고 하겠다. 발전·송전·배전·판매 부문으로 나누어 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

2017년말 기준 발전부문은 한국수력원자력(이하 ‘한수원’), 남동발전, 중부발전, 서부발전, 남부발전, 동서발전 등 6개 한전자회사와 GS 파워, 포스코 파워, SK 에너지 등 민간발전사(Independent Power Producer, IPP), 신재생에너지사업자를 포함한 자가용설비 사업자 등으로 구성되어 있다. 2003년 12월 전기사업법 개정⁹⁹⁾에 따라 구역전기사업자⁹⁹⁾도 발전부문의 일부를 담당하고 있다.

송전·배전·판매 부문은 한전의 독점 구조로, 발전사업자들로부터 전력시장을 통하여 한전이 전기를 구매하여 자체 전력망을 통하여 최종소비자에게 공급한다. 다만, 구역전기사업자의 경우 특정구역에 전기를 공급하는 특성으로 인해 자체 송·배전설비를 건설·운영하고, 특정구역의 전력 수요를 충족하지 못하거나 남을 경우 전력시장을 통해 부족 또는 잉여 전력을 거래할 수 있다.

98) 이하 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2. 참조

99) 분산형 전원개발 등의 목적으로 전기사업법 제2조 10의2호 의거 특정지역에 냉·난방 및 전기를 일괄 생산·공급하는 사업자

(2) 수급 현황

제8차 전력수급기본계획에 따르면 2016년말 기준 우리나라 총 발전설비 규모는 106GW이다. 2016년말 전체 설비용량은 2010년말 대비 약 39% 증가('10년 76GW → '16년 106GW)하였으며, 원별 비중은 LNG(31%), 석탄(30%), 원자력(22%), 신재생에너지(9%), 기타(8%) 순이다. 다만, 전체 비중에서 신재생에너지('10년 4% → '16년 9%), LNG 발전 비중('10년 27% → '16년 31%)이 증가한 반면, 석탄('10년 33% → '16년 30%), 원자력('10년 23% → '16년 22%) 발전 비중은 소폭 감소하였다.

2016년말 기준 우리나라 전체 발전량은 540TWh이며, 원별 비중은 석탄(40%), 원자력(30%), LNG(22%), 신재생(5%), 기타(3%) 순이다. 대형 발전소가 남부지방에 편중되어 있는 반면 수요는 수도권에 몰려 있는 관계로 발전량의 상당 부분은 장거리 송전을 통해 남쪽에서 북쪽으로 공급된다.

2016년말 기준 우리나라 전체 전력소비량은 494TWh이다. 최근 10년간 총 전력소비량은 꾸준히 증가('07년 368.6TWh → '16년 494.0TWh)해 왔으나, 연평균 증가율은 2010년 10.1% 증가율을 기록한 이후 2014년 0.6%까지 지속적으로 하락하다가 최근 소폭 증가('15년 1.3%, '16년 2.8%)하였다. 용도별로는 산업용 270.0TWh, 상업용 160.9TWh, 주택용 66.2TWh 순으로, 여전히 산업용 전력 소비가 50% 이상을 기록하고 있다.

2016년말 기준 최대전력 수요는 85.2GW로, 2009년 이후 최대전력 발생 시점이 겨울철이었던 반면 2016년의 경우 여름(8월)에 발생하였다. 최근 기상기온 현상으로 인한 기온변동성이 증가함에 따라 총 전력수요량 대비 최대전력 수요 증가율이 상대적 증가 추세이다.

< 전력소비량 및 최대전력 수요 증가율 비교¹⁰⁰⁾ >

구 분	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16
전력소비량 증가율	5.7	4.5	2.4	10.1	4.8	2.5	1.8	0.6	1.3	2.8
최대전력(하계) 증가율	5.6	0.8	0.7	10.6	3.3	2.9	-0.4	2.8	1.1	10.7
최대전력(동계) 증가율	9.8	2.8	10.1	6.1	1.0	3.6	1.0	3.7	3.5	0.8

나. 전력거래제도

(1) 도매시장 거래방식 변천 및 운영 현황

도매시장에서의 전력 거래방식 변천과정은 (i)거래체계, (ii)전력거래소 입찰 참여자, (iii)거래가격 산정기준에 따라 다음과 같이 설명할 수 있다.

2001년 4월 발전부문에 경쟁체제가 도입된 이후 모든 전력거래는 원칙적으로 전력거래소를 통해서만 이루어져야 한다.¹⁰¹⁾ 따라서, 우리나라 전력시장은 원칙적으로 II.장 1.절 라.항에서 언급한 두 가지 전력거래체계 중 풀(pool) 모형, 특히 풀에서의 거래를 강제하는 의무풀(mandatory pool) 모형을 채택하고 있다고 하겠다. 다만, 전력거래소가 운영하는 전력계통에 연결되어 있지 않은 도서지역이나 1MW 이하의 신재생에너지 발전사업자는 전력거래소를 통하지 않고 수요자인 한전과 직접 거래할 수 있다.¹⁰²⁾ 한전과 별도 수급계약을 맺고 전력을 직접 판매하는 PPA(Power Purchase Agreement)사업자도 마찬가지다. 또한, 구역전기사업자와 자가용전기설비 설치자의 경우 일정한 요건 하에 선택적으로 전력거래소를 통한 거래가 허용¹⁰³⁾되므로, 강제적 전력시장 적용대상의 예외라 할 수 있겠다.

전력거래소 입찰 참여자는 기본적으로 발전사업자들로 제한되므로, 우리나라 전력시장은 발전부문이 경쟁하는 발전경쟁시장 중심이라고 할

100) 산업통상자원부, 제8차 전력수급기본계획, 2017.12.

101) 전기사업법 제31조 제1항 본문.

102) 전기사업법 시행령 제19조 제1항.

103) 전기사업법 제31조 제2항, 제3항

수 있다. 이는 판매부문에 경쟁체제가 도입되지 못하고 한전이 여전히 수요독점을 하고 있어 입찰 참여가 금지되기 때문이다.¹⁰⁴⁾ 그러나, 2014년 5월 전기사업법 개정으로 DR¹⁰⁵⁾ 시장 개설 근거를 마련한 이후 동년 11월부터 수요관리사업자도 전력거래소 입찰에 참여하여 전력거래를 할 수 있게 되었다.

발전경쟁시장 중심인 우리나라 전력시장에서 발전기에 적용되는 거래가격 산정기준은 수차례 변경을 거쳐 왔다.¹⁰⁶⁾ 이러한 변경은 시장을 운용하는 과정에서 전력요금의 안정화, 한전의 재무적 건전성, 외부환경적 변화 등을 고려하여 기존 제도의 미비점을 보완하면서 생긴 것으로 보인다. 2001년 4월 이후 일관되게 적용해 온 기준은 발전설비 변동비(시간당 실제 발전비용)에 대해서는 전력에너지가격을, 고정비(한계발전기의 단위 용량당 고정비)에 대해서는 용량가격(Capacity Payment, CP)¹⁰⁷⁾을 적용해 온 것으로, 특히 전력에너지가격에 있어 현행 발전시장은 변동비로 거래가격이 결정되는 변동비 반영시장(Cost Based Pool, CBP)이라 할 수 있겠다. 그 구체적 산정기준은 아래와 같이 변경되어 왔다.

2001년 4월~2006년 12월까지의 기저발전기와 일반발전기를 나누어 각각 변동비와 고정비를 다른 방식으로 산정하였다. 변동비 산정시 기저발전기(원자력 및 석탄발전기)에는 기저한계가격(Base Load Marginal Price, 이하 BLMP)이라 불리우는 별도 정산용 시장가격¹⁰⁸⁾을, 일반발전기에는 매시간 가동되는 발전기 중 가장 비싼 발전기의 변동비를 의미하는 계통한계가격(System Marginal Price, 이하 SMP)을 각각 적용하였다. 한편, 고정비 산정시에는 기저발전기에는 신규 석탄발전기의 고정비를 기준으로 한 기저발전기 용량가격¹⁰⁹⁾을, 일반발전기에는 신규 가스터빈(Gas Turbine, GT) 발전기의 고정비를 기준으로 한 일반발전기

104) 남일총, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

105) 수요 반응(Demand Response)의 줄임말. 구체적 정의는 II.장 1.절 라.항 참조.

106) 이하 내용은 남일총, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10. 참조

107) 용량가격 지급방식에 대한 구체적 내용은 II.장 3.절 나.항 참조

108) 상한은 kwh당 18.95원이었다.

109) 당시 용량가격은 kwh당 다소 변동이 있었으며 13.22원~21.49원 사이였다.

용량가격¹¹⁰⁾을 적용하였다. 발전비중이 큰 기전발전기 발전량에 대하여 별도의 상한 가격을 둬으로써 전기요금 안정화에 유리한 반면, 석탄가격 상승에 따라 석탄발전사업자들의 시장수익률이 악화되는 문제가 있었던 것으로 알려져 있다.

2007년 1월~2008년 4월까지의 기존 제도의 문제점을 개선하기 위하여 변동비 산정에 있어 기저상한가격(Regulated Market Price, 이하 RMP) 제도 도입과 함께 고정비 산정기준의 일부 보완이 이루어졌다. 즉, 변동비 산정시 기저발전기의 경우 각 기저발전기의 변동비 보상이 가능한 수준의 RMP¹¹¹⁾를, 일반발전기의 경우 기존과 마찬가지로 SMP를 적용하였다. 한편, 고정비 산정시에는 기저발전기와 일반발전기 모두 일반발전기 용량가격 기준으로 일원화¹¹²⁾하였다. 동 제도 도입 이후 석탄발전기 변동비 보상은 개선되었으나, 석탄발전기와 일반 LNG 발전기 사이의 이익 불균형 심화 문제가 대두된 것으로 알려져 있다.

2008년 5월 이후에는 변동비 산정기준에 대한 구분을 한전 자회사 발전기와 기타 발전기로 나누고 새로운 산정방식으로 변경하였다. 한전 자회사 발전기에 대해서는 발전원별 정산조정계수를 적용한 계통한계가격¹¹³⁾을 산정하되, 기타 발전기에 대해서는 기존의 SMP를 그대로 적용하는 내용이었다. IFRS 연결재무제표상 모기업인 한전에 종속기업인 발전자회사들의 매출액, 영업이익, 당기순이익 등이 모두 표시되고, 양측의 손익을 합산하여 연결손익을 구한다. 따라서, 정산조정계수를 이용함으로써 양측간 수익배분 조정 효과를 통해 일방에게만 전적으로 손실이 누적될 위험을 줄일 수 있다는 것이 정산조정계수 도입의 취지로 보여진다. 한편, 2012년 10월에는 민간 석탄발전기에도 별도의 정산조정계수를 한시적으로 적용하는 것으로 그 범위가 확대되었는데, 그 취지는 기저발전기가 충분히 확충될 때까지 전력시장가격을 안정화하는데 있는 것으로 보인다.¹¹⁴⁾ 최초 적용은 2017년 GS E&R 북

110) 당시 용량가격은 kwh당 7.17원이었다.

111) 상한은 원자력의 경우 kwh당 29.53원, 석탄의 경우 34.05원이었다.

112) 당시 일원화된 용량가격은 kwh당 7.46원이었다.

113) 변동비+(SMP-변동비)×정산조정계수

114) 비용평가 세부운영규정 제17장

평화력발전소의 상업 운전 개시가 가시화되면서 문제되었다.¹¹⁵⁾

또한, 2014년 5월에는 일종의 규제계약인 정부승인 차액계약제도가 도입되었다.¹¹⁶⁾ 전력수급 안정 도모 및 전기사용자 이익 보호를 그 도입 목적으로 하며, 산업통상자원부장관이 고시하는 저원가 발전원을 사용하면서 20MW를 초과하는 발전기를 보유한 발전사업자와 전력구매자는 산업통상자원부장관이 고시하는 발전량에 대하여 정부승인 차액계약을 체결할 의무가 있다.¹¹⁷⁾ 2014년 12월 정부승인 차액계약 운영기준에 관한 정부 고시가 제정되었으며, 현재 고시에 따라 부생가스 발전기가 정부승인 차액계약 대상발전기로 지정되어 있다.

(2) 도매시장 운영 현황¹¹⁸⁾

전술한 바와 같이 우리나라 전력시장은 기본적으로 발전경쟁 중심의 변동비 반영시장(Cost Based Pool, CBP)이라고 할 수 있다. 따라서, 가격결정의 기초가 되는 각 발전기의 발전비용 관련 자료의 적정성을 미리 검증할 필요가 있으며, 전력시장운영규칙 제2장 제2절에 따라 비용평가위원회에서 월별 및 분기별로 발전사들이 제출한 자료를 평가한다. 이러한 비용평가 결과는 (i)가격결정발전계획, (ii)운영발전계획, (iii)정산 시스템에 활용된다.

이후 거래일 전일 5시~10시 발전사업자들은 입찰에 참여하되 가격입찰을 하지 않고 발전가능용량만을 입찰한다.¹¹⁹⁾ 입찰이 완료된 후 거래일 전일 10시~15시 사이에 계통운영자인 전력거래소는 비용평가위원회가 사전 평가한 입찰자료와 중앙관제센터로부터 접수한 수요예측 자료를 토대로 경제급전 원칙¹²⁰⁾에 따라 가격결정발전계획을 수립한다. 즉, 신재생에너지 발전기 및 20MW 이하 발전기를 제외한 나머지 중앙급전발전기들은 비용이 낮은 발전기부터 계획에 따라 차례로 투입된

115) 전자신문, 첫 민간 석탄발전 조정계수 적용 눈앞...발전업계, 초미의 관심

116) 전기사업법 제34조 제2항

117) 전기사업법 시행령 제22조의2

118) 이하 내용은 고대영 외, 그린에너지산업 발전을 위한 제도 및 정책 연구, 2010.12. 참조

119) 수요관리사업자의 경우에는 DR 시장 참여를 위해 수요감축용량을 입찰

120)

다. 거래일 전일 15시~18시 전력거래소는 가격결정발전계획을 토대로 운영발전계획 예비력, 송전혼잡 등 모든 제약사항들을 고려하여 운영발전계획을 수립한다.

거래일 당일에는 실시간 급전에 돌입한다. 전력거래소는 실시간 전력수요에 맞추어 각 발전기에 대하여 급전지시를 내리고, 이후 각 발전기의 실제 발전량과 전력시장운영규칙상의 비용 보상규정에 근거하여 정산절차를 진행한다. 우리나라 발전비용 정산은 변동비 보상과 함께 고정비에 대한 용량가격을 지급하는데, 구체적 내역은 비계약 급전스케줄에 포함되었는지 및 실제 발전 여부에 따라 아래 표와 같이 달라진다.

< 우리나라 발전비용 정산방식¹²¹⁾ >

		급전 당일	
		실제 발전을 한 경우 (발전량, 추가발전량)	실제 발전을 하지 않은 경우 (미발전량)
급 전 하 루 전	비계약 급전 스케줄에 포함된 경우	계통한계가격+용량가격	[COFF] (계통한계가격 - 변동비) +용량가격
	비계약 급전 스케줄에 포함되지 않은 경우	[CON] 자기계약의 경우: Min(계통한계가격, 증분비) +용량가격 계통계약의 경우: Max(계통한계가격, 증분비) +용량가격	용량가격
주: 1) 증분비: 무부하비용과 기동비용을 제외한 변동비. 2) 변동비: 증분비 + 무부하비용 + 기동비용.			

(3) 소매시장 운영 현황 및 전기요금 추세

우리나라 소매시장은 한전이 유일한 판매회사로서 판매경쟁이 존재하

121) 고대영 외, 그린에너지산업 발전을 위한 제도 및 정책 연구, 2010.12.

지 않으며, 도매 거래가격과 소매 거래가격의 가격결정체계가 분리되어 있다. 소매요금은 총괄원가제에 따라 적정원가에 적정투자보수율을 더하여 결정한다. 이를 개정하려면 (i)한전의 산업통상자원부에 대한 인가신청, (ii)전기요금 및 소비자보호 전문위원회의 심의 및 기획재정부 장관과 협의, (iii)전기위원회 심의, (iv)산업통상자원부장관 인가 절차를 거쳐야 한다.

전기요금은 계약종별에 따라 (i)산업용, (ii)일반용(관공서, 사무실 등), (iii)주택용, (iv)교육용, (v)농사용, (vi)기타(가로등, 심야)로 구분할 수 있다. 2017년 실적 기준 전기요금을 비교해 보면 상대적으로 일반용과 가로등의 경우가 높은 편(각각 130.42원/kWh, 113.48원/kWh)이고, 농사용과 심야 전기요금이 저렴한 편(각각 47.57원/kWh, 67.48원/kWh)이다.¹²²⁾ 한편, 최근 10년간 연도별 평균 전기요금을 비교해 보면 2014년 이후 증가세가 둔화되기는 했으나 판매단가가 꾸준히 상승해 왔다. 이는 아래 표와 같이 계약종별에 따라 구분하여 살펴보아도 마찬가지다.

< 주요 계약종별 판매단가 (단위 : 원/kWh)¹²³⁾ >

구 분	산업용	일반용	주택용	교육용	농사용	합 계
'06년	61.92	97.91	114.33	77.48	42.96	76.43
'11년	81.23	101.69	119.99	94.18	42.72	89.32
'16년	107.11	130.41	121.52	111.51	47.41	111.23

다. 소결론

이상에서 살펴본 바를 종합해 보면 우리나라 전력시장은 다음과 같은 특징을 가지고 있다고 볼 수 있다. 첫째, 2001년도 발전부문에 경쟁체제가 도입된 이후 전력산업 구조개편이 중단됨에 따라 발전사들

122) 한전 홈페이지 <http://cyber.kepco.co.kr/ckepco/front/jsp/CY/H/C/CYHCHP00104.jsp>

123) 산업통상자원부, 제8차 전력수급기본계획, 2017.12. 원 출처는 한국전력통계 2016

위주로 도매시장에 입찰하는 발전경쟁 중심 구조이다. 둘째, 전력 도매 가격과 소매가격의 가격결정체계는 각각 분리되어 있으며, 특히 도매시장의 경우 기본적으로 고정비용에 대한 용량가격(Capacity Payment, CP) 지급과 함께 실제 발전에 소요되는 비용인 변동비용에 따라 산정(Cost Based Pool, CBP)된 가격으로 정산하는 구조이다. 셋째, 현행 전력산업의 구조적 한계를 보완하여 전력시장 안정화를 도모하기 위해 규제기관이 시장을 적극적으로 관리하는 규제적 전력시장 구조이다.

이러한 현행 전력시장의 특징은 전력공급의 안정성 측면에서 볼 때 다소 유리한 측면이 있을 수 있으나, 전력시장 경쟁촉진 측면에서 볼 때 경쟁저해 요인으로 작용할 수도 있다. 이하 이러한 점을 (i)전력산업구조 관련 요인, (ii)전력 시장거래제도 관련 요인, (iii)규제기관의 역할 관련 요인으로 나누어 구체적으로 살펴본다.

2. 우리나라 전력시장의 경쟁 저해요인

가. 전력산업구조 관련 요인

경쟁은 신규 사업자가 해당 산업 또는 시장에 진입가능성이 있을 때 발생한다. 산업의 고유한 특성, 정부의 규제 정도, 기존 기업의 시장력 남용 여부 등 시장이 가진 여타 조건은 경쟁을 촉진할 수도 또는 저해할 수도 있지만, 신규 사업자가 그러한 시장조건을 감수하고 진입할지 여부에 대한 선택은 진입가능성이 열려 있을 때 비로소 가능한 것이다. 그러한 의미에서 우리나라 전력산업은 상당히 경직된 구조를 가지고 있다고 할 수 있다.

발전부문의 경우 전기사업법, 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 등이 정한 일정한 요건을 충족하는 경우 신규 사업자의 진입가능성 자체는 열려 있다고 하겠다. 따라서, 발전부문의 경쟁 관련 논의는 주로 (i)발전사업자의 예비력 확보의무와 그 비용회수 문제, (ii)전력시장에서 가격결정체계에 대한 정부의 규제와 시장 왜곡 문제

등에 집중된다고 하겠다.

송전 및 배전부문은 한전이 독점하고 있으므로 신규 사업자의 진입가능성이 차단되어 있다. 그러나, 이러한 독점 체제가 경쟁을 저해하는 것인지 여부에 대해서는 논의의 접근방식이 발전부문과 다르다. 송·배전의 경우 제3자에 대한 전력망 접속보장 관점에서 논의가 이루어진다. 송전부문의 경우 전세계적으로 송전망의 효율적 이용을 위해 모든 송전망 이용자에게 동일한 조건 하에 서비스가 이루어질 수 있도록 송전망을 개방하는 추세이다. 영국이 NGET(National Grid Electricity Transmission)로 하여금 송전망 운영 독점 하에 영국 본토 전체를 통괄하는 계통운영자 역할을 하게 하는 것이나, 미국이 송전부문의 기능분리를 의무화하고 송전망을 개방하여 발전사업자들의 접근권을 보장하는 것, 일본이 2015년 광역계통운영기관(OCCTO)을 설립한 것 등은 이러한 취지이다. 우리나라의 경우 공기업인 한전에서 전국적으로 송전망을 관리하고 전력거래소에서 독립적으로 계통운영을 하고 있으므로, 송전망 소유가 여러 회사와 지역으로 분산되어 있는 미국이나 일본에 비하여 통합적 접속보장 측면에서 문제의 소지는 덜하다 하겠다. 다만, 배전부문의 경우에는 지역 전력망의 효율적 구축 차원에서 배전분할이 논의될 수는 있을 것이나, 이 경우에도 이용자에 대한 접속보장에 관한 전기사업법 제20조 제1항¹²⁴⁾이 최우선적으로 고려될 것이다.

전력산업 구조상 경쟁을 저해하는 요인으로 가장 많이 거론되는 것은 판매부문이다. 현행 전기사업법 제7조 제1항, 제2항에 따르면 전기사업을 하려는 자는 전기위원회의 심의를 거쳐 산업자원부 장관의 허가를 받아야 하고, 동법 제2조 제2호에 따르면 전기판매사업자 또한 전기사업자에 포함될 수는 있다. 그러나, 허가를 받기 위해서는 필요한 재무능력, 기술능력과 함께 동법 시행령 제4조에 따른 전력수급기본계획에도 부합해야 하는 등 법령상 허가기준을 만족시켜야 하며, 실제 신청에 따른 허가사례도 없어 현재까지 한전의 독점 체제로 운영되어 오고 있다. 이러한 독점 체제는 소비자에게 전력 공급서비스를 안정적

124) 송전사업자 또는 배전사업자는 그 전기설비를 다른 전기사업자 또는 제32조 단서에 따라 전력을 직접 구매하는 전기사용자에게 차별 없이 이용할 수 있도록 하여야 한다.

이고 통일적으로 제공할 수 있다는 장점이 있지만, 보다 다양한 요금제와 공급서비스 선택권을 보장하고자 노력하는 여러 선진 사례의 흐름에는 역행하는 측면이 있다. 특히, 도매 전력시장 입찰에 다수의 판매회사가 참여하지 못하는 현실로 인해 보다 자연스러운 양방향 입찰이 도입되지 못하는 점은 경쟁을 저해하는 요소라 하겠다.

한편, 우리나라의 경우 전기사업법 제7조 제3항¹²⁵⁾은 동법 시행령 제3조에서 인정하고 있는 일정한 예외¹²⁶⁾를 제외하고는 동일인에게 두 종류 이상의 전기사업 허가를 금지하고 있다. 이러한 사업종류별 겸업제한이 경쟁을 저해하는지에 대해서는 논란이 있는 바, 특히 발전부문과 판매부문의 겸업을 허용하여야 한다는 견해가 있다.¹²⁷⁾ 전기사업법 제7조 제3항의 취지는 전력산업을 사업종류에 따라 수직분할하여 겸업을 금지함으로써 특정 회사의 시장력 남용을 억제하고자 하는 것으로 경쟁 촉진 측면에서 바람직한 요소가 있다. 그러나, 발전부문과 판매부문의 겸업 허용을 주장하는 견해는 이러한 규정이 스마트그리드 등 신기술을 활용한 신규 사업자들에게 일종의 진입장벽으로 작용하는 것이 문제라고 한다. 전력시장에서의 시장력 남용은 견제되어야 할 부분이나, 기존 제도가 최근 분산형 전원 확대 추세와 함께 주목받고 있는 최근의 신기술을 활용한 에너지 프로슈머(prosumer)¹²⁸⁾의 출현에 진입장벽으로 작용한다면 그러한 범위에서 경쟁 저해 요인으로 작용하는 측면도 있을 것이다.

나. 전력 시장거래제도 관련 요인

전력산업의 특성상 수요반응의 부재로 인하여 시장경쟁에 따른 수요·공급 원리가 탄력적으로 적용되지 않는 점을 감안한다 하더라도 현행 전력 시장거래제도는 경쟁 제한적인 요소를 다소 내포하고 있다.

125) 동일인에게는 두 종류 이상의 전기사업을 허가할 수 없다. 다만, 대통령령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

126) (i)배전사업과 전기판매사업을 겸업하는 경우, (ii)도서지역에서 전기사업을 하는 경우, (iii)「집단에너지사업법」 제48조에 따라 발전사업의 허가를 받은 것으로 보는 집단에너지사업자가 허가받은 공급구역에 전기를 공급하기 위해 전기판매사업을 겸업하는 경우.

127) 고동수, 스마트그리드·배출권거래제 도입에 따른 전력산업 선진화 방안, 2009.12.

128) 생산자(producer)와 소비자(consumer)의 합성어.

우선 본장 1.절 나.항에서 살펴본 바와 같이 도매시장 내에서 발전사업자(생산자)와 판매회사(수요자)간 양방향 가격입찰 방식이 도입되지 못하고 있다.¹²⁹⁾ 한전의 수요독점으로 인해 판매회사의 가격입찰이 의미를 가지지 못하므로 발전사업자의 발전가능용량 입찰 위주로 시장이 운영되기 때문이다. 이러한 구조에서는 발전사업자가 계약 상대방을 선택할 수 있는 권한이 없으므로, 그러한 범위에서 경쟁이 제한된다고 할 것이다.

또한, 판매부문에서 한전의 독점체제가 장기간 유지됨에 따라 도매 전력시장과 소매 전력시장간 연계성이 약화되는 구조가 고착화되었다. 전력공급의 안정성 차원에서 최종 소비자 보호를 위하여 전력소매가격에 대한 규제가 필요한 측면이 있지만, 물가안정 등을 이유로 도매가격 상승분을 소매가격에 제대로 반영하지 못하는 경우 도매가격과 소매가격간 괴리가 지나치게 커지게 되어 독점 소매판매자인 한전의 재무구조가 악화될 수 있다. 만약 소매 판매부문의 경쟁이 활성화되어 다양한 요금제가 출현하는 경우 시장에서의 상호 가격비교를 통하여 적정 판매가격의 범위를 발견하는데 보다 용이하나, 반대로 상호 경쟁이 없거나 제한되는 경우 판매회사가 중장기적으로 경쟁에서 살아남기 위해 판매원가를 소매 전력가격에 적시 반영하여야 할 유인이 줄어들게 되므로 도매가격이 급격히 상승 또는 하락하는 경우 도매가격과 소매가격의 편차가 커질 수 있다. 더구나 시장에 잘못된 가격신호를 줌으로써 효율적인 자원배분이 이루어지는 것을 방해¹³⁰⁾할 수 있다.

판매시장 미개방 및 도매가격과 소매가격의 괴리에 따른 한전의 재무구조 악화 우려는 도매시장에서의 전력에너지가격, 즉 변동비 반영시장(Cost Based Pool, CBP) 체제에서 변동비 산정기준을 설정하는데에도 영향을 미쳤다. 본장 1.절 나.항에서 살펴본 바와 같이 현재 한전 자회사 발전기와 민간 석탄발전기의 계통한계가격 산정을 위하여 정산조정계수를 적용하고 있는바, 이러한 정산조정계수의 적용은 일반

129) 남일총, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

130) 예를 들어 판매원가보다 저렴한 전력 소매가격으로 인해 정상가격대로라면 타에너지원을 사용해야 할 경우에도 전력 에너지에 의존할 수 있다.

적인 경쟁원리로는 설명하기 곤란한 측면이 있다.¹³¹⁾ 정산조정계수는 연료가격의 변동 등 외부적 변수에 따라 발전사업자와 판매회사로서의 한전 사이에 수익이 한 쪽으로 지나치게 쏠리는 것을 방지하여 전력산업 주체들간 이익 균형을 조정하는데 유리한 측면이 있으나, 구조적으로 시장경쟁 원리의 약화를 심화시킬 수 있음을 유의할 필요가 있다. 고정비 산정기준인 용량가격의 경우에도 실제 발전 여부와는 무관하게 입찰에 참여하여 가용용량을 선언한 모든 발전기에 대하여 용량가격을 지급함으로써 계통운영의 안정화에 대한 기여도 고려가 미흡하다는 점이 한계로 지적되고 있다.¹³²⁾

문제는 불완전한 경쟁체제에서 나타난 문제점을 보완하는 과정에서 현행 전력 시장거래제도가 출현한 것이다 보니 선진 전력시장 경쟁체제를 도입하여 새로운 균형점을 찾는다는 것이 실무적으로 어려운 점이 있고, 전환과정에 있어서의 과급력과 부작용을 크기를 예측하기 쉽지 않다는데 있다. 전력 시장거래제도를 둘러싼 구조적인 경쟁 저해요인들이 톱니바퀴와 같이 연쇄적으로 맞물려 있기 때문이다. 예를 들어 정산조정계수가 각 회사의 수익을 인위적으로 조정하는 문제점을 들어 새로운 변동비 산정방식을 도입한다 하더라도 그러한 산정기준이 판매시장에서의 경쟁 미도입 문제를 부분적으로 보완하는 수준에 그친다면 근본적으로 전력시장의 경쟁을 저해하는 문제는 여전히 향후 해결하여야 할 숙제로 남게 된다.

다. 규제기관의 역할 관련 요인

규제기관이 시장에 개입하는 정도가 클수록 시장경쟁 원리는 저해될 가능성이 높다. 물론 규제기관의 역할이 반드시 시장경쟁을 저해하는 것은 아니다. 영국, 미국, 프랑스 등 주요국 사례에서 살펴본 바와 같이 시장력 남용을 감독하는 기능이나 새로운 시장을 창출하기 위하여 스마트그리드와 같은 신기술을 지원하고 기존의 제도를 혁신하는 기능은 경쟁을 촉진하는 관점에서 볼 때 규제기관의 순기능이라 하겠

131) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

132) 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2.

다. 그러나, 가격을 결정하는 방법에 있어 규제기관이 세부적으로 개입하는 것은 경쟁 저해적 요소로 작용할 수 있다. 물론 규제기관의 개입이 시장을 왜곡할 수준에 이를 것인지 여부는 규제의 형식과 시장의 성숙도에 따라 달라질 수 있을 것이다.

예를 들어 스코틀랜드 또는 과거 한전 중심의 전부문 독점체제를 갖춘 우리나라와 같이 공기업 중심의 수직일관체제를 갖춘 경우 경쟁정책이 별도로 필요하지 않을 것이다. 따라서, 규제기관의 역할은 해당 공기업에 대한 감독 기능으로 비교적 명확하고, 규제의 형식 또한 주로 정부의 승인 형태로 단순할 수 있다. 이러한 수직일관체제는 경쟁제한으로 인해 조직이 정체될 우려가 있는 대신 정부가 정책목적의 달성을 위해 효율적 규제를 할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 전력산업 구조개편으로 전력시장에 이해관계를 가진 주체들이 다양해진 경우 단순한 규제 형태로는 정책목적 달성을 어렵고, 보다 정교한 규제 형식 및 내용을 도입할 필요가 있다.¹³³⁾ 그렇지 않으면 이해관계의 충돌에 따른 반발 등으로 예상치 못한 부작용이 발생할 수 있다.

전력산업을 둘러싼 이해관계인의 인식도 규제기관의 역할 정립에 큰 영향을 미친다. 특히, 최종소비자가 전기의 특성을 어떻게 이해하는지는 중요한 문제 중 하나이다. 산업사회에서 전력의 안정적인 공급은 교통, 의료, 통신 등과 함께 중요한 공공서비스 영역이기는 하나, II.장 1.절 다.항에서 살펴본 바와 같이 전기는 반드시 사용 대가를 지불할 필요가 있는 재화이므로 공공재로 볼 수는 없다. 만약 최종소비자가 전기를 특별한 대가를 치르지 않고 값싸게 이용하는 것을 당연시한다면, 그러한 인식이 전환되기 전까지는 정책적으로 전력시장에 경쟁 요소를 도입하는 것은 상당한 부담으로 작용할 것이다. 특히, 우리나라와 같이 도매시장과 별도의 소매 거래가격 결정체제를 가지고 전기요금의 상승을 억제해 온 경우 판매시장에서 경쟁 도입이 되더라도 그간 반영되지 못한 판매원가 내역이 포함되어 전기요금이 상승할 확률이 높으므로 최종소비자에게 경쟁도입에 대한 부정적 인식을 심어줄

133) 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2.

우려가 있다.

상기 내용을 정리하면 다음과 같다. 우리나라의 경우 현행 전력 시장이 발전부문 경쟁 위주로 이루어져 있는 관계로 규제기관이 전력 시장에 개입할 여지가 비교적 크다고 하겠다. 그간 전기사업법에 정부 승인 차액계약제도의 도입근거가 마련되는 등 계약제도를 활용하려는 노력이 있었으나, 이는 일부 영역에 한정 적용되는 반면 주요 도매 전력가격 산정기준은 여전히 규제기관이 정한 기준에 따르게 되어 있어 경쟁을 활성화하는 데는 한계가 있었다. 이러한 접근방식을 근본적으로 전환하기 위해서는 소매 전력시장에 경쟁체제를 도입하는 등 전력 산업의 구조개편이 병행되어야 하는바, 이는 기존 체제에 비하여 보다 정교한 규제체계가 마련되어야 할 뿐만 아니라 최종소비자를 포함한 이해관계자들의 경쟁도입에 관한 인식 정도도 고려하여야 할 것이다.

V. 전력시장 경쟁강화를 위한 정책 제언

1. 전력시장 개방에 대한 단계적 접근 및 경쟁에 대한 수용성 제고

가. 전력시장 개방에 대한 단계적 접근

(1) 접근방식에 대한 기본 개요

전력시장 경쟁강화를 위해서는 주요국 전력시장 경쟁도입 현황을 통해 살펴본 바와 같이 판매부문의 경쟁체제 마련이 필요하나, 몇 가지 유의할 사항들이 있다. 방법론적 측면에서 아래 세 가지 사항을 고려할 필요가 있다고 본다.

첫째, 전력시장 개편을 위한 충분한 추진동력을 가지는 것이 바람직하다. 영국의 경우 1970~80년대를 거치면서 기존 영국 내 주요 기간산업의 국유화로 인한 폐해가 커지고 전력시장 또한 공기업 위주 독점체제에 따른 낮은 생산성과 고비용·과투자 문제가 지속 제기되면서

전력시장 개방을 하게 되었다. 호주 또한 일부 주에서 공기업 독점체제로 인한 경영 악화가 나타나면서 영국식 모델을 기반으로 전력시장 개방이 이루어지게 되었다. 한편, 프랑스의 경우에는 전력시장 개방에 대한 사회적 요구가 크지 않았음에도 불구하고 유럽연합(EU)의 전력 개방정책이라는 외부적 요인이 경쟁도입의 동인이 되었다. 물론 각 국가나 사회가 처한 환경이나 현행 전력산업의 틀을 마련하기까지의 역사적 배경이 다르므로 어떠한 형태의 경쟁 도입이 가장 바람직한지에 대한 정답이 있는 것은 아니다. 영국의 경우 발전과 판매부문의 모든 부분이 민영화 형태로 이루어졌다면 호주의 경우에는 기존 공기업을 전부 민영화하지 않고 동일한 시장환경에서 공기업과 신규 민간기업이 함께 경쟁하도록 하였다. 프랑스의 경우 여전히 프랑스 전력공사(EDF)가 전력시장에서 상당한 점유율을 차지하기는 하나, 발전부문과 판매부문에서 여타 유럽연합(EU) 발전사업자들 및 국내·외 판매사업자들과 경쟁하는 구조를 확립하였다. 중요한 점은 어떤 사례이든 기존의 체제를 변화시켜 전력시장에 경쟁을 도입할 충분한 모멘텀이 존재했다는 것이다.

둘째, 전력시장 개방을 통한 경쟁도입은 시간을 두고 단계적으로 이루어져야 한다. 전력시장 개방에 대한 이해관계인들의 수용성을 제고하고, 경쟁도입에 따른 시장의 충격과 부작용을 최소화하기 위함이다. 예를 들어 프랑스의 경우 2000년 6월에 16GW 이상 대규모 소비자를 대상으로 경쟁체제를 도입하면서 판매시장을 단계적으로 개방하여 2007년 이후 전면 개방하였다. 전면 개방 이후에도 시장 모니터링을 통해 당초 의도한 것보다 경쟁구도가 활성화되지 않은 것으로 확인되자 2010년 11월에는 프랑스 전력공사(EDF) 원자력 발전량 중 25%를 타 판매사업자에게 의무 공급토록 하는 신에너지시장법을 제정하여 판매경쟁을 촉진하고자 하였다. 일본 또한 2000년 3월에 최초로 소매 판매시장을 개방한 이래 2016년 4월에 전면 개방하였으며, 그 과정에서 대상 소비자 범위를 20kV 또는 2,000kW 이상의 수용가, 500kW 이상의 수용가, 50kW 이상의 수용가, 모든 수용가 순으로 단계적으로 확대하였다. 기존에 마련한 전력시장 개방 로드맵 일정이 있다 하더라도 외부 환경이 불리한 방향으로 변화한 경우 무리하게 추진하지 않는 것도

방법이다. 예를 들어 싱가포르의 경우 발전부문 경쟁도입을 위해 전력 공기업인 Tuas Power와 Senoko Power 민영화를 추진하는 과정에서 2002년 엔론 사태 등으로 외부 환경이 급격하게 변화하자 기존에 계획했던 매각시기를 연기하였다가 2007년 에너지시장 회복 이후 매각을 재추진한 바 있다.

셋째, 전력시장 경쟁도입과 연관되어 있으나 경쟁도입이 되지 않더라도 지속 추진하여야 할 과제부터 차근차근 추진하는 것이 바람직하다. 특히, 이해관계인의 수용성 제고를 위해서라도 수요반응(DR) 시장 및 에너지 프로슈머(prosumer) 관련제도를 제대로 정착시킬 필요가 있다. 이러한 제도는 전력산업 고유의 특성으로 여겨졌던 수요반응의 부재와 단순히 전기의 생산자와 소비자로 나누었던 전통적인 이분법적 구분에 보다 탄력적인 대응을 가능하게 해주므로 전력산업의 개방과 무관하게라도 추진하여야 할 과제이나, 이러한 제도가 제대로 활성화 된다면 전기에 대한 최종소비자의 인식을 새롭게 하고 전기요금 체계를 합리적으로 개편하는 단초가 되어 전력시장에 경쟁체제를 도입하는데 유리한 환경을 조성할 것이다. 이러한 새로운 개념들은 최근의 ICT 기술의 발전으로 비로소 현실화된 것으로, 그 적극적 활용에 관해서는 본장 2.절에서 보다 자세하게 살펴본다.

(2) 실행 단계에 대한 고찰

전반적인 실행단계는 (i)수요반응(DR) 시장 활성화와 에너지 프로슈머(prosumer) 개념의 적극적 도입, (ii)분산형 전원방식 확대 및 이를 위한 송·배전망의 효율적 구축을 통한 계통 안정성 확보, (iii)경쟁강화를 위한 추진동력 확보와 판매부문 경쟁의 단계적 도입, (iv)도매시장에서의 양방향 입찰제 실시 및 도매 전력가격 산정기준 개선, (v)필요시 규제기관 조직개편을 통한 역할 재정립 등으로 이루어지는 것이 전력시장 경쟁강화 추진과정에서 나타날 수 있는 부작용들을 최소화할 수 있을 것으로 본다. 물론 상기 언급한 항목들은 서로 연계되어 있으므로 반드시 각 단계의 완료 후 다음 단계로 이행하여야 하는 것은 아니며, 실무에서는 추진 강도의 차이는 있을 수 있으나 일부 병행추진

되는 경우도 있을 것이다. 다만, 각 실행단계에 대한 개념적인 구분을 가지고 순서를 정립한 뒤 추진한다면 시행착오를 줄이는데 도움이 될 것으로 본다.

본 보고서의 견해와 달리 소매부문을 단계적으로 전면 자유화한 일본의 사례를 들어 전력 판매시장에 경쟁체제를 도입하는 것이 여타 전력산업 구조개혁을 활성화시키는 선결적 요건임을 주장하는 견해도 있을 수 있다.¹³⁴⁾ 최근의 전력산업 구조개혁 추세가 수요관리 중심 분산형 전원방식을 보다 확대하는데 있는 점에 비추어 볼 때, 만약 전력 시장 개방을 통해 도매시장과 소매시장 모두 양방향 경쟁체제가 확립되어 있다면 이러한 구조개혁에 편승하는데 보다 유리한 것은 사실이다. 그러나, 일본의 경우 높은 전기요금을 해소할 필요성과 1990년대 전세계적인 전력시장 개방 추세가 주요 요인이 되어 전력시장에 단계적 경쟁체제를 도입하게 된 것으로,¹³⁵⁾ 처음부터 최근에 주목받고 있는 방식의 전력산업 구조개혁을 목표로 삼은 것은 아니었다. 따라서, 판매부문의 경쟁체제 미도입으로 당초 기대한 효과가 반감될 수 있다는 지적¹³⁶⁾은 옳다고 하더라도, 판매시장 경쟁도입이 여타 전력산업 구조개혁의 필수 선결요건은 아니며 그 반대의 경우도 가능하다고 본다.

한편, 실행단계를 이행하는 수단으로서 (vi)ICT 기술의 활용은 전반에 걸쳐 적용될 수 있다. ICT 기술이 세부 제도들과 얼마나 효율적으로 접목되어 제대로 구현되는지 여부가 이러한 단계별 접근방식의 성패를 좌우할 수 있다. 즉, 스마트그리드를 비롯한 ICT 기술의 비약적인 발전과 그 활용은 단순히 노후화된 전력설비를 현대화하는데 그치는 것이 아니라 전통적으로 전력산업이 지니고 있다고 믿어온 구조적 한계를 극복하는 열쇠가 될 수 있으며, 그러한 의미에서 주요 선진국들 또한 지원을 아끼지 않고 있다고 본다. 예를 들어 미국의 경우 2003년 7월 스마트그리드 활용방안에 대한 ‘Grid 2030 - A National Vision for Electricity’s Second 100Years’ 보고서 발간, 2007년 스마트

134) 김남일 외, 전력산업 규제개혁방안; ICT 수용을 중심으로, 2014.6.

135) 백승안, 2017년 해외 전력산업 동향 (일본), 2017.11.

136) 고동수, 스마트그리드·배출권거래제 도입에 따른 전력산업 선진화 방안, 2009.12.

그리드 정부 보조를 위한 에너지 독립 및 안보법(Energy Independence and Security Act of 2007, EISA) 제정, 2009년 스마트그리드 관련 정부 지원한도 상향 조정 등은 이러한 관심의 표현으로서 III.장 2.절 라.항에서 살펴본 바 있다.

아래에서는 우선 단계적 접근을 위한 첫 번째 단초로 수요반응(DR) 시장 활용부터 검토한다. 검토 과정에서 수요반응(DR) 시장과 ICT 기술의 활용은 어떠한 연관이 있는지도 함께 살펴보기로 한다.

나. 수요반응(DR) 시장을 활용한 이해관계인 수용성 제고

(1) 수요반응(DR) 시장의 분류 및 운영방식

2014년 4월 전기사업법 개정으로 전력시장에서 수요관리사업자의 전력거래가 허용되면서¹³⁷⁾ 우리나라에도 민간 수요관리사업자 중심의 수요자원 거래시장이 열렸다. 미국 독립계통운영자들(ISOs)이 수요반응 자원을 보조서비스 시장에 반영하거나 일본 정부가 수요자가 아낀 전기를 되팔 수 있는 네가와트 시장을 개설하는 등 세계적으로도 수요관리에 무게를 두는 추세에 비추어 볼 때 이러한 변화는 바람직하다고 본다. 우리나라의 경우 기존에도 기반기금을 재원으로 피크(peak) 전력수요 감축을 위한 수요관리제도를 운영하여 왔으나, 공공기관을 사업주체로 하여 대형 산업체를 대상으로 전력시장과 분리 운영하였기에 그 파급효과에 한계가 있었다. 그러나, 새로이 개설된 수요자원 거래시장의 경우 수요관리사업자가 전기사용자를 모집하여 수요자원을 구성하고 전력시장 내에서 수요감축을 달성하여 정산금을 지급받는 구조로, 참여대상을 중소형 전기소비자로 확대하고 전력수요가 높은 시기에 수요감축을 통해 고비용 발전기를 대체할 수 있는 장점이 있다.

수요자원 거래시장의 운영방안은 크게 신뢰성 DR과 경제성 DR로 나누어 볼 수 있다.¹³⁸⁾ 신뢰성 DR은 전력거래소가 발령조건이 충족될 경우 급전지시 발령을 내리면 수요관리사업자가 지시에 응동하여

137) 전기사업법 제31조 제5항.

138) 이하 내용은 김남일 외, 전력산업 규제개혁방안: ICT 수용을 중심으로, 2014.6. 참조

의무적으로 수요를 삭감하는 방식을 말한다. 따라서, 규제기관은 목표 수요와 예비력을 고려하여 최적기에 수요감축요청을 할 수 있도록 발령기준 설계를 위해 노력하여야 한다. 반면 경제성 DR은 수요관리사업자가 하루전시장에서 자발적으로 감축가능용량을 입찰하고 낙찰된 용량에 대하여 감축을 이행하는 방식을 의미한다. 이 때 전력공급비용 절감액이 감축정산금보다 커야 사회적 효용이 있으므로, 수요관리사업자의 시장 참여는 도매시장가격이 순편익가격 테스트(Net Benefits Test, 이하 NBT) 통과한 경우로 제한된다. 또한, 신뢰성 담보를 위해 목표로 한 감축이행율을 달성하지 못한 경우 위약금, 거래정지 등의 패널티가 부과된다. 신뢰성 DR과 경제성 DR을 구체적으로 비교하면 아래 표와 같다.

< 신뢰성 DR과 경제성 DR 비교¹³⁹⁾ >

구분	신뢰성 DR	경제성 DR
의무	비상 시 거래소의 지시에 따른 수요감축	자발적 시장 참여
보상	응동 가능 시간의 용량요금 + 감축 최고 변동비	Max (SMP, 입찰 단가) 단 NBT 이상의 가격으로만 입찰 가능
패널티	불이행시 패널티	불이행시 패널티
용량	20MW 이상	1MW 이상
응동시간	1시간	하루 전
최대/최소 감축시간	6/2시간	입찰 자료
감축횟수	최대 2회/1일	입찰 자료
RRMSE	20% 이내	20% 이내
응동시험	실시	없음

당초 수요반응(DR) 시장이 피크(peak) 전력수요에 대응하기 위한 예비력 확보 차원에서 주목받기 시작한 것은 사실이나, 참여대상 범위를 전국민적으로 확대하는 경우 단순히 에너지 절약 차원을 넘어 재화로서의 전기와 전기요금에 대한 최종소비자의 기존 인식을 전환하

139) 김남일 외, 전력산업 규제개혁방안; ICT 수용을 중심으로, 2014.6.

여 전력시장 경쟁강화를 위한 이해관계인 수용성 제고에도 유의할 것으로 본다. 즉, 수요반응(DR) 시장의 확대·개편이 안정적으로 정착될 경우 중·장기적으로 원가 이하의 값 싼 전기를 부담 없이 소비하는 구조에서 적정한 가격의 전기를 전력수요에 응동하여 사용하고 감축한 양만큼 인센티브를 받는 구조로 소비 심리가 이동할 수 있다. 한편, 정부는 2017년 12월 제8차 전력수급계획을 통해 기존 수요반응(DR) 시장을 국민 DR 시장으로 확대·개편하여 3.82GW 감축하기로 하는 내용의 신규 수요관리 방안을 발표하였다. 따라서, 수요반응(DR) 시장 확대를 수요관리제도의 일환으로만 볼 것이 아니라 이를 계기로 전력산업에 관한 기존의 패러다임에 대한 인식을 전환할 수 있도록 새로운 시각에서의 접근이 필요하다고 본다.

(2) 수요반응(DR) 시장과 ICT 기술의 연계성

기존의 수요관리제도와 다르게 이러한 수요반응(DR) 개념이 새롭게 주목받게 된 것은 최근 ICT 기술의 비약적인 발전에 힘입은 바 크다.¹⁴⁰⁾ II.장 4.절 가.항에서 살펴본 바와 같이 첨단계량 인프라(이하 AMI) 기술은 전력 공급업자 및 중개업자들이 소비자들의 전력사용량을 실시간으로 모니터링할 수 있도록 지원함으로써 전력 사용정보를 수집할 수 있도록 해주는 한편 소비자들 또한 사업자들의 전력 공급상황을 알 수 있도록 양방향 정보를 제공해 준다. 이러한 정보는 빅데이터 기술을 통해 전력 부하패턴을 분석함으로써 수요관리사업자들이 수요감축이 가능한 전력사용자들을 찾을 수 있도록 도와주어 수요자원을 효율적으로 모집할 수 있도록 해 준다. 특히, 본 개념에 장비들 사이의 정보 교환을 의미하는 사물인터넷(IoT)을 적용할 경우 전력사용자들이 전력거래소의 수요감축 지시에 일일이 반응하여야 하는 번거로움 없이 자동적으로 수요반응(DR) 시장에 참여할 수 있도록 도와 준다.

예를 들어 정부가 2018년 6.1.부터 6개월간 실시하는 소규모 수요자원 거래(국민 DR) 시범사업은 ICT 기술이 수요반응(DR) 시장에 어떤 식으로 접목될 수 있는지 잘 보여준다.¹⁴¹⁾ 동 시범사업에서는 일반

140) 김남일 외, 전력산업 규제개혁방안; ICT 수용을 중심으로, 2014.6.

141) 산업통상자원부, 집에서 아낀 전기, 이제 돈 받고 파세요, 2018.5.

가정에서 누구나 손쉽게 수요자원 거래에 참여할 수 있도록 하기 위하여 실내 가전이 전력거래소로부터 신호를 수신하여 스스로 전력소비량을 조절하는 자동화 방식(Auto DR)이 도입되었다. 즉, 스마트 에어컨에 피크(peak) 관리기능을 탑재함으로써 전력부하를 고려하여 자동적으로 전력소비량을 줄일 수 있게 되어 전력사용자가 직접 설비를 제어할 필요가 없게 하였다. 만약 이러한 스마트 가전이 전면적으로 보급된다면 수요자원 시장에서의 수요감축은 폭발적으로 늘어날 것이다. 또한, 기존 실시간 전력계측기에 비하여 가격이 저렴한 사물인터넷(IoT) 전력계측기가 제공됨으로써 수요자원 거래 참여를 위한 비용부담이 줄어드는 대신 사물인터넷(IoT) 기술의 활용도는 높아지게 되었다. 정부는 스마트 가전 구매 촉진을 위한 지원방안을 마련하고 국민 DR 정착을 위한 다양한 인센티브를 제공을 포함한 적정 보상수준을 마련함으로써 동제도의 정착을 보다 앞당길 수 있을 것이다.

2. ICT 활용과 기후변화 대응 연계 강화

가. ICT 기술의 적극적 활용과 이를 위한 제도 개선

(1) 분산형 전원방식 활성화를 위한 ICT 기술 활용

ICT 기술은 신재생에너지 비중 확대를 통한 분산형 전원방식을 정착시키는데 핵심적 수단이다. 물론 현대 산업사회에서 대규모 발전시설을 기반으로 한 중앙집중형 전원방식의 효율성이 폄하되어서는 안 될 것이나, 석탄, 석유, 가스 등 전통적인 발전원을 기반으로 한 대규모 단일 발전소 및 장거리 송전망 건설과 관련하여 지역 갈등이 증가하는 추세임을 감안할 때 분산형 전원방식은 중앙집중형 전원방식을 보완할 훌륭한 대안이 될 수 있다. 즉, 신재생에너지원이 가지는 고유의 한계를 극복하고 분산형 전원방식을 현실에서 제대로 구현하기 위해서는 ICT 기술을 얼마나 잘 활용하느냐가 가장 중요한 문제로 이하 상세 설명한다.

태양광, 풍력 등 신재생에너지원은 전통적 에너지원에 비하여

온실가스 배출 논란에서 자유로운 대신 지역적 환경이나 기상 여건에 따라 생산량의 변동폭이 커서 이러한 간헐성 문제가 신재생에너지 확대의 최대 걸림돌 중 하나로 지적되어 왔다. 에너지저장시스템(ESS) 기술 개발 및 신재생에너지와의 연계는 간헐성 문제 해결을 위한 보완책 중 하나이나, 쌍방향 소통이 가능한 지능형 전력망과 함께 빅데이터에 기반한 ICT 기술을 활용하여 발전량을 미리 예측할 수 있는 시스템을 구축함으로써 이러한 변동성 문제를 효율적으로 통제하는 것이 필요하다. 우리나라 또한 8차 전력수급계획을 통하여 발전량 예측기능 및 출력 제어기능을 갖춘 재생에너지 종합 관제시스템 구축하고 2020년부터 본격 운영하겠다는 내용을 발표한 바 있으며, 이는 전력시장 안정화 차원에서 바람직한 방향이라 하겠다.

(2) ICT 기술 활용이 전력시장에 미치는 영향

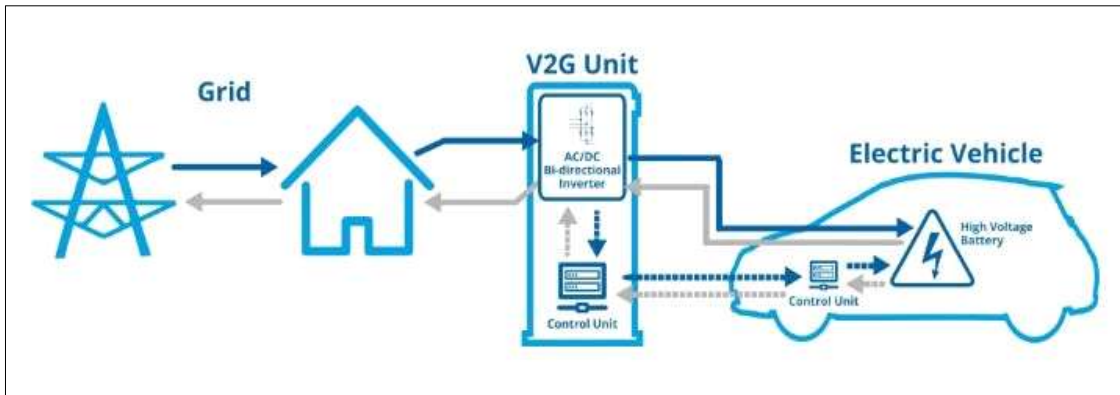
ICT 기술은 분산전원간 연계를 보다 자유롭고 유연하게 할 수 있도록 지원한다. 따라서, 분산형 전원방식 하에서는 기존 체제에서 소외될 수 있었던 새로운 유형의 거래주체들이 등장하여 전력시장에 활력을 불어 넣을 수 있다. 소규모 전력중개사업자, 전기자동차 충전사업자, 에너지 프로슈머(prosumer) 개념의 출현과 이들의 전력거래가 그 대표적 예이다. 이러한 거래는 기존에 없었던 새로운 유형의 비즈니스 모델을 창출한다는 점에서도 중요하다.

소규모 발전중개사업자에 대해서는 III.장 4.절 가.항에서 가상발전소(VPP) 개념과 함께 살펴 보았다. 소규모 발전중개사업자는 ICT 기술을 활용하여 발전용량이 적은 개별 발전설비들로부터 전력을 모집하여 이를 통합 관리함으로써 기존 발전사업자와 유사한 전력거래의 주체로 기능할 수 있다. 예를 들어 호주 정부와 민간 기업인 테슬라가 함께 추진하는 가상발전소 프로젝트는 5만 가구를 대상으로 가정용 태양광 패널과 에너지 저장장치(ESS)를 설치한 후 이를 ICT 기술로 통합 관리함으로써 새로운 비즈니스 유형을 창출하였는바, ICT 기술 없이는 이러한 프로젝트를 실제로 구현하기는 어려울 것이다. 우리나라 또한 제8차 전력수급계획에서 전기사업법 개정을 통해 소규모 전력중개사업

제도를 도입키로 하였다.

ICT 기술은 전기자동차 및 전기차 충전인프라를 활용하여 이동 수단을 활용한 새로운 유형의 전력거래를 가능하게 할 수도 있다.¹⁴²⁾ 전기자동차 충전사업자는 V2G(Vehicle to Grid) 기술을 활용하여 전기자동차 배터리에 저장되어 있는 잉여 전력을 전력망으로 역송할 수 있는 인프라를 구축하고 전기차 운전자에게 이를 제공한다. 전기차 운전자는 전기 요금이 싼 야간에 전기차를 충전했다가 전력수요가 급증하는 피크(peak) 시간대에 동 시스템을 이용하여 전기를 되팔 수 있다. 이러한 유형의 전력거래는 전기차 배터리의 충전전력을 전력망으로 이동시켜 에너지 비용을 절감하고 전력계통의 안정성에 도움을 줄 수 있다. 이를 그림으로 나타내면 아래와 같다.

< V2G 기술 활용 개요¹⁴³⁾ >



에너지 프로슈머의 등장은 기존 소규모 발전사업자의 기능을 보다 확대시켰다. 동 개념은 주택용 태양광발전과 같이 전력 소비자가 분산형 자원을 활용하여 직접 전기를 생산하는 것을 전제로 한다. 이렇게 생산된 전기는 기존에는 주택의 전자제품 전원 공급이나 난방 등에 활용되어 자가소비 되는 것이 통상적인 모습이였다. 그러나, 잉여 전력을 ICT 기술을 활용하여 전력회사나 제3자에게 직접 판매함으로써 새로운 부가가치를 창출하는 개념으로 확장되면서 에너지 프로슈머는

142) 김규동, 전기자동차 충전인프라 구축방안, 2010.9.

143) CENEX, <http://www.cenex.co.uk/vehicle-to-grid/>

새로운 전력 거래주체로 주목받게 되었다. 실제로 해외에서는 자체생산한 전기에 대하여 개인간 전력거래를 지원하는 온라인 플랫폼까지 등장하였다. 예를 들어 영국 Piclo라는 업체는 신재생에너지를 이용하여 생산된 잉여 전력을 생산자와 소비자간 직접 거래할 수 있도록 연결해 주는 온라인 플랫폼을 운영하고 있으며 여타 주요 선진국들에서도 다양한 비즈니스 플랫폼이 출현하였다.¹⁴⁴⁾ 이를 그림으로 살펴보면 다음과 같다.

< 세계 주요국 에너지 프로슈머 사례¹⁴⁵⁾ >



(3) ICT 기술의 적극적 활용을 위한 제도 개선

ICT 기술을 활용한 새로운 유형의 전력거래가 활성화되기 위해서는 소규모 전력중개사업자, 전기자동차 충전사업자, 에너지 프로슈머 등 기존에 없던 전력거래 주체들이 법적으로 전력 거래를 할 수 있도록 제도적으로 수용되어야 한다. 소규모 전력중개사업자, 전기자동차

144) 이유수, 에너지 프로슈머 활성화를 위한 제도개선 방안 연구, 2016.11.

145) 조선비즈, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/05/24/2018052401099.html

충전사업자의 경우에는 2018년 6월 12일 일부 개정된 전기사업법에 따라 법적 정의를 신설하는 등 제도를 개선하였다.¹⁴⁶⁾ 이에 따라 소규모 발전사업자는 중개사업자를 통해 보다 쉽게 전력시장에 참여할 수 있게 되었으며 전력거래소 또한 계통운영의 안정성을 도모할 수 있게 되었다. 전기자동차 충전사업자의 법적 지위 또한 명확해 졌으며, 허가가 아닌 등록만으로 사업을 개시할 수 있도록 하는 등 기존 전기사업자에 비하여 사업요건을 완화하였다.¹⁴⁷⁾ 동법은 동년 12월 13일부터 시행 예정으로 전력시장 경쟁강화에도 긍정적 영향을 미칠 것으로 본다.

그러나, 여전히 제도 개선이 필요한 부분은 남아 있다.

첫째, 소규모 전력중개사업자, 전기자동차 충전사업자 이외에도 에너지 프로슈머의 전력거래를 위한 법적 근거를 마련할 필요가 있다. 이를 위해서는 에너지 프로슈머 정의규정을 신설하는 한편 발전부문과 판매부문의 전기사업에서의 겸업을 제한하고 있는 현행 전기사업법 제7조 제3항에 대한 개선이 필요하다. 한 가지 방법은 전기사업법 제7조 제3항을 폐지하여 발전부문과 판매부문의 겸업을 전면적으로 허용하는 것이다. 전기요금 규제로 인해 신규 판매사업자에 대한 전력시장 진입 장벽이 높은 현행 구조 하에서 전기판매사업의 리스크를 감당할 수 있는 주체는 발전사업자임을 이유로 전기사업법 제7조 제3항 폐지를 지지하는 견해도 있다.¹⁴⁸⁾ 그러나, 시장력 남용 우려로 현행 전기사업법 제7조 제3항을 유지하여야 한다면 전기사업법 시행령 제3조 각호에 소규모 발전사업자를 추가하여 전기사업 겸업금지의 예외¹⁴⁹⁾로 두거나, 아예 소규모 에너지 프로슈머의 경우만 전기사업법 제7조에서 정하는 전기사업 허가대상에서 제외하여 사업개시 요건을 완화하는 것도 방법

146) 개정 전기사업법 제2조 12의2~12의7.

147) 개정 전기사업법 제7조의2.

148) 고동수, 스마트그리드·배출권거래제 도입에 따른 전력산업 선진화 방안, 2009.12.

149) 현행 전기사업법 시행령 제3조(두 종류 이상의 전기사업의 허가)의 예외사유는 다음 세 가지로 한정되어 있다.

1. 배전사업과 전기판매사업을 겸업하는 경우
2. 도서지역에서 전기사업을 하는 경우
3. 「집단에너지사업법」 제48조에 따라 발전사업의 허가를 받은 것으로 보는 집단에너지사업자가 전기판매사업을 겸업하는 경우 (다만, 같은 법 제9조에 따라 허가받은 공급구역에 전기를 공급하려는 경우로 한정)

이다.

둘째, 비단 전력분야만의 문제가 아니기는 하나 전력데이터 정보의 활용성을 제고하기 위해서는 빅데이터 기술 활용이 개인정보를 침해하지 않는 근거 및 범위를 법적으로 명확히 할 필요가 있다. 2016년 6월 30일 우리 정부는 빅데이터 시대에 대비하기 위해 관계부처 합동회의를 통해 비식별 조치를 거친 정보의 경우 정보주체의 사전동의 없이 활용할 수 있는 근거로서 개인정보 비식별 조치 가이드라인(이하 가이드라인)을 제정하였다. 그러나, 동 가이드라인에 대해서는 비식별 조치를 거친 정보라도 정보주체에 대하여 권리제한적 성격을 가진다면 가이드라인의 대외적 구속력을 정당화할 위임근거가 마련될 필요가 있다는 견해가 있다.¹⁵⁰⁾ 실제 일부 시민단체는 빅데이터 사업을 진행 중인 한국인터넷진흥원 및 기업들을 상대로 개인정보보호법 위반 혐의로 검찰 고발을 하기도 하였다.¹⁵¹⁾ 빅데이터 분석은 ICT 기술의 중요한 요소이므로 새로운 비즈니스 모델 정착을 위해서는 빠른 시간 내에 정보보호의 법적 테두리를 명확히 정리하여 시장 참여자들의 예측가능성을 제고하여야 할 것이다.

나. 기후변화 대응 연계 강화

(1) 신재생에너지 비중 확대와 계통연계 보강 필요성

주요 선진국들은 전력분야에서의 기후변화 대응을 위해 저탄소 발전설비 투자를 유인하는 정책을 채택하여 왔다. 특히, 분산형 전원방식의 확대 추세와 맞물려 신재생에너지에 주목하고 그 비중 확대를 위해 다양한 지원 정책을 펼쳐 왔음은 II.장에서 살펴본 바 있다. 또한, 신재생에너지 간헐성 문제에 대응하기 위해 예측 기술과 시스템을 지속적으로 구축하는 것이 필요하다는 것도 본절 가.항에서 살펴보았다. 여기서는 전력시장에의 안정적 접근을 위하여 필요한 계통연계 보강 필요성을 강조하고자 한다.

150) 이상윤, 빅데이터 관련 개인정보 보호법제 개선방안 연구, 2017.10.

151) 조선비즈, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/06/02/2018060200202.html?utm_source=naver&utm_medium=original&utm_campaign=biz

발전사업자가 신재생에너지 발전설비를 갖춘 경우에도 전력거래를 위해서는 송·배전 선로에의 연계가 필요하나, 해당 입지의 선로 부족과 변압기당 접속 가능한 발전용량 한도 문제로 계통연계가 늦어지는 경우가 있다. 신재생에너지가 분산형 전원으로서 전력시장에서 확실한 자리매김을 하기 위해서는 송·배전 선로 확충은 중요한 문제이며, 송전·배전부문을 독점하고 있는 한전 또한 1MW 이하 소규모 신재생에너지 설비의 공용망 보강비를 부담하고 신재생에너지 발전소 입지를 사전 예측하여 발전사업자의 접속대기를 최대한 줄일 수 있도록 선(先) 전력계통 보강 정책을 추진하는 등 노력을 경주하고 있다. 한편, 이러한 설비구축 과정에서 한전의 비용부담 또한 증가할 것으로 예상되는바,¹⁵²⁾ 중장기적 경제성 확보 문제는 또 다른 과제라 할 것이다.

(2) 기후변화 대응을 위한 발전 비중 조정과 그에 따른 과제

저탄소 발전원으로 주요 선진국들은 석탄·석유 등을 이용한 화력발전 대신 신재생에너지·원자력·LNG 등을 활용한 발전 비중 조정을 추진 중이다. 계통연계성, 환경비용, 연료단가 등에 있어서 각각 장단점이 있어 어느 한 발전원이 다른 발전원에 비하여 절대적 우위에 있는 것은 아니다. 예를 들어, 영국의 경우 신재생에너지 확대와 함께 신규 원전 건설도 2017년 기준 2배 수준으로 늘리기로 한 반면 프랑스의 경우 원자력 발전비중을 2025년까지 2015년 기준의 50% 수준으로 줄이기로 하였다. 따라서, 기후변화 대응과 연계한 발전원 믹스 차원에서도 특정 발전원의 한 가지 측면만을 추종하기보다는 여러 가지 요소를 종합 고려하여 수급계획을 세우는 것이 필요하다.

또한, 분산형 전원방식 중 하나인 열병합발전을 이용한 구역전기사업 및 집단에너지사업을 기후변화대응을 위해 어떻게 활용할지에 대한 고민도 필요하다.¹⁵³⁾ 송전선로 비용 절감, 온실가스 감축 등 열병합발전의 편익을 충분히 고려하면서도, 인접 공급기반을 충분히 활용하는 경우 인센티브를 주는 등 규모의 경제를 통해 경제성을 확보하도

152) 류성호, 현 전력시장 환경에서의 중장기 송전망 계획 제도 및 방법론 연구, 2017.10.

153) 투데이에너지, <http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=203132>

록 하여 중장기적인 활성화 방안을 마련하여야 한다. 제8차 전력수급 기본계획에는 합리적 보상체계 마련 중심으로 기술되어 있어 효율성 제고를 위한 구체적 계획 마련 또한 필요해 보인다.

(3) 탄소배출권거래제가 전력시장에 미치는 영향 고려

탄소배출권거래제 도입은 탄소를 배출하는 전력 사업자들에게는 비용 부담으로 작용하기 때문에 전력시장에 미치는 영향이 상당할 수 있으며, 구체적으로는 아래와 같이 세 가지로 나누어 설명할 수 있다.

첫째, 발전기 기동에 있어 최적 전원구성을 달성하기 위한 발전원이 달라질 수 있다. 즉, 기존의 연료비와 발전기 효율 중심 발전비용에 환경비용을 고려하는 경우 발전단가에 영향을 미쳐 최적 전원구성을 위한 발전기 투입순서가 달라질 수 있다. 특히, 우리나라 현행 발전시장은 기본적으로 변동비 반영시장(CBP)이므로 탄소배출 관련 비용이 발전단가에 포함되지 않아 그 영향이 제한적이나, 관련 비용을 고려하는 경우 배출권 가격의 변화가 급전순위에 영향을 미칠 수 있다. 제8차 전력수급기본계획에서도 탄소배출권 거래비용 등 환경비용을 발전단가에 반영함으로써 경제급전의 원칙 하에서도 LNG 발전량이 석탄화력 발전량에 비하여 증가할 여지를 마련하였다.

둘째, 발전기 설비투자 유인에 있어서도 중장기적으로 온실가스 감축에 유리한 발전원 선택이 증가할 수 있다. 국제적 흐름과 환경비용에 대한 부담으로 친환경 발전원의 경제성이 증가할 경우 설비투자는 저탄소 발전원 쪽으로 전환될 것이다. 제8차 전력수급기본계획의 경우 에너지 전환 유도를 위해 저탄소 발전원에 대하여 연료전환성과 계수의 환경기여도 비중을 확대하여 용량가격(CP)을 적용하는 방안을 반영한 바 있다.

셋째, 송·배전 부문의 에너지 효율화가 필요하다. 기존 연구보고서에 따르면 우리나라 에너지 부문 온실가스 배출량 중 약 1/3 가량이 전환 과정(에너지 저장, 수송, 분배 부문)에서 발생한다고 한다.¹⁵⁴⁾ 따

라서, 발전부문 이외 송·배전 부문에서도 온실가스 감축 노력이 지속적으로 필요하다. 한편, 이러한 연구결과는 송전선로 이용을 최소화하는 분산형 전원 확대가 기후변화 대응에 유용한 이유가 될 수도 있다.

3. 판매부문 경쟁 도입과 도매시장 운영방식 개선

가. 판매부문 경쟁 도입을 위한 여건 마련 및 도입 이후 과제

(1) 판매부문 경쟁 도입을 위한 여건 마련

현재 한전에서 독점하는 판매부문에 경쟁체제를 도입하는 것은 전기요금 가격결정체계 개선 및 정상화와 더불어 전력시장을 왜곡하는 여러 문제들을 해소하는 핵심 요소 중 하나로 많은 전문가들이 지적하고 있다.¹⁵⁵⁾ 그러나, 소매 전기요금 상승에 따른 부담으로 소매시장의 단계적 개방에 대한 결정이 단시간 내 어렵다 하더라도 본장 2.절 가.항에서 살펴본 바와 같이 판매부문 경쟁 도입을 위한 여건을 마련하고 추진동력이 성숙할 시점을 준비해 나가는 것은 전력시장의 경쟁강화뿐 아니라 에너지산업 전반의 발전에 상당한 영향을 줄 수 있다.

판매부문의 경쟁체제 도입은 도입 이전의 시장구조가 유사했던 프랑스 및 일본 사례를 참고하는 것이 유용할 수 있다. 다만, 프랑스의 경우 유럽연합(EU)의 전력 개방정책 수용 필요성, 일본의 경우 높은 전기요금이라는 모멘텀이 존재했으므로, 우리나라 또한 이해관계인들의 수용성 제고를 위한 추진동력을 마련하거나 국민 DR 시장 등의 정책을 통해 여건을 성숙시킬 필요가 있음은 본장 1.절 가.항에서 살펴본 바 있다. 또한, 프랑스 전력공사(EDF)가 전력시장 전면개방 이후에도 소매 전력시장이 활성화되지 않자 원자력 발전량 중 25%를 의무적으로 다른 판매사업자에게 공급토록 하는 제도를 도입한 것도 필요시 참고할 만한 사례이다.

154) 마용선 외, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2.

155) 고동수, 스마트그리드·배출권거래제 도입에 따른 전력산업 선진화 방안, 2009.12.; 김남일 외, 전력산업 규제개혁방안; ICT 수용을 중심으로, 2014.6.; 이유수, 에너지 프로슈머 활성화를 위한 제도개선 방안 연구, 2016.11.

한편, 판매부문 경쟁 도입 이후 잠재적 갈등요인을 사전에 예방하기 위하여 다른 정책과의 연계성도 고려되어야 한다. 예를 들어 정부는 2018년 5월 한전을 대상으로 하여 에너지효율향상 의무화제도(EERS)를 시범사업으로 실시한다고 발표한 바 있다.¹⁵⁶⁾ 동 제도는 에너지 판매회사들에게 에너지 감축의무를 부여하여 에너지 효율화를 달성하려는 제도로, 미국이 2009년 6월 청정에너지 및 안보법(American Clean Energy and Security Act)을 통해 도입한 사례가 있다. 그러나, 시장에 새로이 편입된 판매회사들은 에너지 효율 관련 투자시 매출액 증가에 부담을 준다는 이유로 동 제도의 이행을 꺼릴 수 있으므로 경쟁 도입 이전에 이러한 사항들을 사전 검토할 필요가 있다.

(2) 소매 전기요금 체계 개선을 위한 노력

소매 전기요금을 지속적으로 정상화하려는 노력 또한 판매부문 경쟁 도입을 위한 여건 마련을 위해 필요한 부분이다. 궁극적으로는 원가 이하의 낮은 요금으로 투자보수율규제에 따라 공급하는 데서 모든 공급비용을 반영하되 다양한 절감 요인을 제도화하여 할인 또는 인센티브를 제공하는 쪽으로 체계를 전환하여야 할 것이다. 예를 들어 우편 문화가 발달한 영국의 경우 계약 및 관리가 전부 Online으로 이루어지는 Online 요금제를 선택하면 가격할인 폭이 크다.¹⁵⁷⁾ 또한, 소비자의 환경에 대한 인식을 고려하여 경쟁체제 도입 이전이라도 발전 원가를 반영한 새로운 요금제도의 도입도 고려할만 하다. 예를 들어 영국의 Green Energy 요금제는 판매회사가 일정 규모 이상의 신재생 에너지를 발전원으로 한 전기를 구입하여 고객에게 제공하는 요금제¹⁵⁸⁾로, 이러한 요금제는 일반 요금제에 비해 다소 비싸더라도 친환경 전력소비를 원하는 수요자에게 선택의 폭을 넓혀줄 수 있을 것이다.

나. 도매시장 운영방식 개선

156) 투데이에너지, <http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=203051>

157) 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10.

158) 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10.

(1) 양방향 입찰제 도입 및 변동비 산정방식 개선

판매부문에 경쟁체제가 도입되는 경우 다수의 판매사업자들이 도매시장에서 경쟁구도를 형성할 수 있으므로, 발전부문과 판매부문이 각자 입찰에 참여하는 양방향 입찰제 도입이 가능하다. 따라서, 현행 발전경쟁시장 중심의 단방향 입찰제도에 대한 손질이 필요하게 될 것이다. 이것은 2000년대 이후 지금까지 발전기에 적용되는 거래가격 산정기준으로 기능해 왔던 CBP(Cost Based Pool) 방식의 제한적인 가격경쟁, 즉 발전원가에 입각한 간접적인 가격경쟁을 다른 방식으로 전환할 수 있음을 의미한다. CBP의 경우 통상 전력시장 개방 과정에서 한시적으로 적용한 후 양방향 가격경쟁체제로 전환하는 것이 일반적이다. 특히, 우리나라 전력시장에 실제 적용되어 온 현행 변동비 산정방식은 발전원별 정산조정계수 적용 여부에 따라 이원화되어 있어 자원배분의 왜곡을 초래할 수 있다는 논란이 지속적으로 제기되어 왔기에 판매부문에서의 경쟁도입은 현행 거래가격 산정기준을 개선할 수 있는 실마리가 될 것이다.

그러나, 만약 판매부문에 경쟁체제가 도입되기 이전이라도 현행 변동비 산정방식을 대체할 대안이 있다면 검토가 필요하다. 이에 대해서는 현행 CBP 방식을 폐기하고, 한전과 발전회사들간의 쌍방 계약을 전면적으로 허용하되 그 대상으로 중·장기 공급거래뿐만 아니라 용량거래까지 포함해야 한다는 견해가 있다.¹⁵⁹⁾ 동 견해는 거래주체간 의사합치에 의한 계약방식을 사용한다는 점에서 현행 방식에 비하여 시장친화적이라는 분명한 장점이 있다. 다만, 현재 한전이 6개 발전자회사의 모회사로서 판매부문에서 독점적 지위를 가지고 있음을 감안할 때 계약체결 과정에서 이해관계 조정이 매끄럽지 못할 경우 한전과 발전자회사간 또는 발전자회사 상호간 형평성 논란이 있을 수 있다. 특히, 원가 이하의 전기요금 문제로 인해 한전의 적자폭이 커지는데 대한 논란이 있는 상황에서 동 계약방식의 도입으로 한전의 적자누적에 대한 비판이 가중될 수 있다. 따라서, 이러한 문제들에 대한 현실적 해결책

159) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

이 제시되기 전까지는 한전 자회사 발전기에 대하여 현행 거래가격 산정방식을 대체하는 것은 신중을 기할 필요가 있다.

한편, 현재 민간 석탄화력 발전의 경우에도 별도의 정산조정계수를 적용하여 거래가격을 산정하고 있는 바, 민간 석탄발전사는 한전의 자회사가 아니므로 현행 제도보다는 싱가포르가 활용하고 있는 Vesting 계약의 적용하여 전력시장가격 안정화를 도모하는 것을 고려해 볼 수 있다. 물론 민간 석탄화력 발전기뿐만 아니라 여타 민간 발전기를 대상으로도 적용 가능하다. 우리나라의 경우 2014년 5월 정부승인 차액계약제도가 도입되어 정부승인 차액계약 운영기준에 관한 정부고시에 따라 부생가스 발전기에 동 제도가 적용되고 있으므로 고시 개정을 통해 적용범위를 확대할 수 있다. Vesting 계약은 구매 옵션 행사가격 설정을 위한 함수 설계시 발전기 한계비용에 영향을 주는 경제변수들을 어떻게 고려할 것인지에 대한 실제적 어려움이 있음에도 불구하고 기저발전기를 보유하고 있는 발전사업자들과 규제계약을 통해 거래가격을 사전에 확정할 수 있어 전력시장가격을 안정화하면서도 장래의 가격변동 위험을 헷지할 수 있는 장점이 있다.¹⁶⁰⁾

(2) 고정비 산정방식 개선

현행 전력시장에서는 입찰에 참여하는 중앙급전발전기에 대하여 한계발전기의 단위 용량당 고정비의 시간당 요금인 용량요금을 지급하여 전력공급의 신뢰성을 담보하고자 하고 있으며, 이는 IV.장 1.절 나.항에서 살펴본 바 있다. 동 방식의 경우 자원의 적정성 차원에서 볼 때 발전사업자의 신규 설비투자를 유도할만한 수준의 최적 용량가격을 산정하는 것이 관건이며 우리나라의 경우 또한 관련 산식을 가지고 있으나, 근본적으로 최적 용량요금의 설정이 어렵다는 것이 한계로 지적된다.¹⁶¹⁾ 따라서, 판매부문에 경쟁체제가 도입되는 경우 용량확보의무 부과방식으로 산정방식을 개선하는 것을 고려해 볼 수 있다.

용량확보의무 부과방식은 규제기관이 판매사업자에게 예비력을

160) 남일충, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.

161) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

포함한 충분한 용량을 확보할 의무를 부과하는 구조로서 그 구체적 내용에 대해서는 II.장 3.절 나.항에서 살펴본 바 있다. 확보의무 용량은 매년도 신뢰도 기준에 따른 목표 설비예비율에 따라 결정되므로 특정 연도에 설비투자가 과도하게 집중되는 것을 방지할 수 있고, 지역별로 운영시 투자의 적재성을 유도할 수 있는 것이 장점이다.¹⁶²⁾ 만약 고정비 산정방식을 현행 방식에서 용량확보의무 부과방식으로 전환한다면, 거래비용을 절감하고 판매사업자간 경쟁을 활성화하는 차원에서 영국, 미국,¹⁶³⁾ 프랑스와 같이 용량시장을 개설하여 운영하는 것이 바람직하다고 본다.

4. 새로운 환경변화 및 전체 에너지산업을 고려한 입체적 접근

가. 전력시장 변화에 대비한 다양한 시나리오 마련

(1) 기술과 제도의 결합에 따른 전력시장 변화와 조직구조의 개선

발전부문에서의 경쟁 도입 이후 전력산업 구조개편이 멈춰 있는 우리나라에서 판매부문의 경쟁 도입을 통해 전력시장 운영의 새로운 체제를 구축하기 위해서는 예상되는 다양한 시나리오를 마련하여 이해관계인들의 폭넓은 이해를 구할 필요가 있다. 기술의 발전은 그러한 측면에서 중요한 역할을 수행하며, 기존 에너지 시장에서 보기 어려웠던 사업주체들의 등장도 가능하게 하였다.

우선, 스마트그리드, ICT 융합 등 전력산업에 등장한 새로운 기술들은 전력시장 경쟁강화를 위한 다양한 시나리오를 가능하게 하고 있다. 예를 들어 전기의 비저장성, 계량기 문제, 수요반응의 부재와 같은 전력산업 고유의 특성들이 전기저장시스템(ESS) 기술, 스마트 미터링을 포함한 첨단계량 인프라(AMI) 기술, 이러한 기술과 결합한 DR 시장 구축 등을 통해 보완될 가능성이 열렸다. 신재생에너지는 비싼 발전단가와 간헐성 문제가 걸림돌이 되어 왔으나, 태양광 패널가격은 기술 경쟁으로 가격이 지속 하락하고 있으며 빅데이터를 이용한 예측기

162) 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.

163) 뉴욕 ISO(NYISO), 중부 ISO(MISO), PJM, 뉴 잉글랜드 ISO(ISO-NE)

술의 발전은 변동성에 따른 불안정성을 줄이고 있다. 특히, 호주의 경우 소규모 발전중개사업자(SGA) 제도가 ICT 기술과 결합하여 태양광 패널과 에너지 저장장치(ESS)를 이용한 대규모 가상발전소 프로젝트로 구현되었다. 이러한 기술과 제도의 결합은 전력시장에서 경쟁 도입 여부 논의와 별개로 전력산업의 발전 측면에서 큰 의미를 가지는 한편, 수요자가 아낀 전기를 손쉽게 되팔 수 있다는 발상은 수요감축을 통한 전력거래를 생활화하여 판매부문 경쟁체제 도입을 촉진할 요인이 될 수도 있다.

기술의 발전과 전문화는 기존 전력산업을 영위하지 않았던 사업 주체를 끌어들이어 경쟁을 촉진할 수도 있다. 예를 들어 2016년 시범사업으로 진행한 소규모 전력중개사업에 참여했던 KT는 2018년 6월 1메가와트(MW) 이하 소규모 전력중개를 허용하는 것으로 전기사업법이 개정됨에 따라 동법 시행에 맞추어 본사업을 계획 중에 있다. KT는 대표적인 통신사업자이나, 전국적 통신인프라 및 자체 ICT 기술을 전력산업에 활용하고자 스마트에너지를 미래 핵심사업 중 하나로 선정하였다. KT는 인공지능 분석엔진을 전력중개 시스템과 연계하여 발전량을 예측하고, 자체 개발한 블록체인으로 암호화된 데이터를 실시간 검증한 후 수익도 실시간으로 정산할 수 있는 시스템을 개발한 것으로 알려졌다.¹⁶⁴⁾ 향후 KT와 같은 사업주체들의 증가는 한전 위주의 우리나라 전력산업에서 새로운 경쟁구도를 형성할 것으로 보이며, 만약 판매부문 경쟁이 제도적으로 도입될 경우 이러한 사업주체들이 판매사업자로도 진입을 촉발할 수 있는 반대 시나리오 또한 가능할 것이다.

한편, 판매부문에 경쟁 도입이 실현되는 경우 그에 따른 여러 가지 제도적 변화를 수반할 수 있고, 이러한 변화를 효율적으로 통제할 수 있는 조직개편이 필요할 수도 있다. 예를 들어, 소매 경쟁 도입 과정에서 정부 및 운영·감독기관의 조정 기능이 일시적으로 약화될 수 있는 바, 2001년 캘리포니아 정전사태와 같은 일이 발생하지 않도록 충분한 예비력을 확보하는 한편 전력공급의 신뢰도를 강화할 수 있는

164) 조선비즈, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/06/05/2018060502029.html

방향으로 조직개편을 하는 것을 고려할 필요가 있다. 현재 우리나라의 경우 신뢰도 고시를 통하여 전기사업자와 전력거래소가 준수해야 할 신뢰도 기준을 정하는 신뢰도기구 역할을 하는 조직은 산업통상자원부이다. 전력계통 운영의 신뢰도 기준과 이행평가 사항에는 매우 기술적인 사항들도 포함되어 있어 복잡한 기술적 문제에 전문성을 가진 독립적인 기구에서 이를 담당하고 정부 의사결정을 지원할 수 있도록 하는 것이 효율적일 수 있다.¹⁶⁵⁾ 특히, 우리나라의 경우 전력 계통계획은 한전이 담당하고 계통운영은 전력거래소가 담당하고 있는바, 역할과 책임의 이원화로 인해 기술적 사항에 관한 기관간 협조가 모호할 경우가 생길 수 있다. 미국의 경우 북미 전역의 전력공급 신뢰도를 위해 북미 전력신뢰도위원회(NERC)를 두고 있음은 III.장 3.절 가.항에서 살펴본 바와 같다. 따라서, 판매부문 경쟁체제 도입이 가시화될 경우 미국 사례와 같이 독립적인 신뢰도기구를 신설하거나 기술적 전문성을 가진 별도 전문가 집단이 전력공급 신뢰도 관련 업무를 하는 방안에도 대해서도 후속 검토가 필요할 수 있을 것이다.

(2) 지역국간 협력에 따른 전력시장 변화 가능성

제8차 전력수급계획에 따르면 한-중-일, 한-러 송전망 구축을 통하여 독립계통의 한계를 극복하고자 하는 ‘동북아 슈퍼그리드’에 대한 구상과 함께 추진 일정이 언급되어 있다. 이는 제3차 동방경제포럼에서 우리나라가 동북아 각국 정상들을 상대로 동북아 슈퍼그리드 구축을 위한 협의 개시를 대외적으로 제안한 바 있기에 향후 추진에 탄력을 받을 것으로 기대된다.

이러한 지역국간 전력계통 연계 논의는 전력시장 경쟁 도입을 촉발할 수 있는 요인이 될 수 있다. 비슷한 사례로 프랑스의 경우 유럽연합(EU)이 추진한 단일 전력시장 구축 정책에 부합하기 위하여 자국의 전력시장을 개방한 바 있기 때문이다. 만약 이러한 계획이 현실화된다면 계통 연계를 위한 참여국간 공동의 가이드라인이 필요한 바, 논의 과정에서 유럽연합(EU)과 같이 전력시장 개방정책을 채택할 경우

165) 박종근, 전력에너지 공급계통의 신뢰성 제고 방안, 2013.2.

우리나라 또한 외부 동인에 의한 전력시장 변화가 예상된다.

제8차 전력수급계획에 따르면 2022년까지 동북아 슈퍼그리드를 위한 일부 구간 착공 및 한-러간 공동연구 완료를 목표로 하고 있다. 다만, 전력산업은 자국의 안보와도 연결될 수 있기에 최종 완료에 이르기까지는 다소 시일이 걸릴 수도 있다. 따라서, 보다 신속한 추진을 위해서는 지역협의체-전문가 지원그룹이 상호 참여하여 논의하는 초기 단계에서부터 사업의 지속성과 안정성을 담보할 수 있는 제도적 장치를 마련할 수 있는 협의 체계를 구축할 필요가 있다.¹⁶⁶⁾

< 동북아 슈퍼그리드 연계도¹⁶⁷⁾ >



나. 여타 에너지산업과 연계한 입체적 접근

전력시장의 경쟁을 강화하는 문제는 가스, 열 등 상호연관된 다른 에너지 공급시장과 연계하는 것이 효율적일 수 있다. 일본의 경우 2015년 송배전 부문 중립성 확보 및 소매요금규제 철폐를 위해 전기사업법을 개정하면서 종합적인 에너지 시장 조성 차원에서 가스사업법과 열공급사업법도 함께 개정하였다.¹⁶⁸⁾ 우리나라의 경우 이미 소매 경쟁까지 도입을 완료한 일본과는 사정이 다르나, 에너지 시장간 벽을 허

166) 이성규, 동북아 슈퍼그리드 구축사업 관련 해외 사례분석과 시사점, 2018.2.

167) 산업통상자원부, 제8차 전력수급기본계획, 2017.12.

168) 김남일 외, 전력산업 규제개혁방안; ICT 수용을 중심으로, 2014.6.

물고 서비스 융합을 촉진하는 차원에서 국가에너지기본계획 수립시 에너지 공급시장 연계 방안을 고려해 볼 수 있을 것이다.

특히, 에너지 시장에 대한 종합적 접근은 판매부문 경쟁 도입의 걸림돌 중 하나인 전기요금 정상화에도 상당한 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 현재 정부가 추진 중인 여러 에너지 신산업 중에도 원가 이하의 전기 공급으로 인하여 어려움을 겪는 경우가 많다. 에너지 프로슈머 활성화를 위해 2016년부터 실시한 이웃간 거래를 통한 에너지 프로슈머 실증사업이 지지부진한 것도 저렴한 전기요금으로 인한 이웃간 거래유인이 약화된 것이 요인 중 하나라는 분석도 있다.¹⁶⁹⁾ 실증사업 시행 당시 주택용 전기요금 누진제가 완화되면서 이웃이 태양광 패널을 이용해 생산한 전기를 구입하는 것보다 한전으로부터 전기를 공급받는 것이 더 경제적이고 편리할 수 있기 때문이다. 따라서, 전력공급의 안정성을 유지하면서도 전기요금을 정상화하여 에너지 신산업에 활력을 불어 넣을 수 있는 합리적인 요금체계 마련이 필요한데, 가스, 열 등 다른 에너지 공급시장과 연계한 요금제를 통하여 다양한 인센티브를 제공할 수 있는 방안도 함께 고민한 필요가 있다. 예를 들어 영국의 전기요금제 중 널리 활용되고 있는 Dual Fuel 요금제의 경우 같은 사업자에게 전기와 가스를 공급받는 조건으로 소비자에게 할인을 제공하고 있으므로 전력시장과 여타 에너지시장의 연계에 참고가 될 수 있다.¹⁷⁰⁾

169) 조선비즈, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/03/01/2017030101603.html

170) 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향(영국), 2017.10.

<참고문헌>

- 고대영, 그린에너지산업 발전을 위한 제도 및 정책 연구, 2010.12.
- 고동수, 스마트그리드·배출권거래제 도입에 따른 전력산업 선진화 방안, 2009.12.
- 고혜진, 세계 에너지시장 인사이트 제15-25호, 2015.6.
- 김규동, 전기자동차 충전인프라 구축방안, 2010.9.
- 김남일, 전력산업 규제개혁방안; ICT 수용을 중심으로, 2014.6.
- 김두천, 2017년 해외 전력산업 동향 (영국), 2017.10.
- 김진이, 2017년 해외 전력산업 동향 (미국), 2017.11.
- 남일총, 전력산업에 대한 경쟁정책, 2012.10.
- 노유림, 2017년 해외 전력산업 동향 (EU), 2017.11.
- 류성호, 현 전력시장 환경에서의 중장기 송전망 계획 제도 및 방법론 연구, 2017.10.
- 마용선, 전력시장의 사업형태 변화에 따른 전력산업의 발전방안 연구, 2012.2.
- 박종근, 전력에너지 공급시스템의 신뢰성 제고 방안, 2013.2.
- 백승안, 2017년 해외 전력산업 동향 (일본), 2017.11.
- 삼성경제연구원, 캘리포니아 전력난의 실상 및 시사점, 2000.2.28.
- 이상윤, 빅데이터 관련 개인정보 보호법제 개선방안 연구, 2017.10.
- 이성규, 동북아 슈퍼그리드 구축사업 관련 해외 사례분석과 시사점, 2018.2.
- 이수일, 전력산업의 자원 적정성 달성을 위한 제도 연구, 2013.12.
- 이유수, 에너지 프로슈머 활성화를 위한 제도개선 방안 연구, 2016.11.
- 이현주, 2017년 해외 전력산업 동향 (호주), 2017.11.

- 주원, 2017년 해외 전력산업 동향 (프랑스), 2017.11.
- 국무조정실, 2015년 국가 온실가스 배출량, 전년대비 0.2% 증가에 그쳐, 2017.12.
- 산업통상자원부, 제8차 전력수급기본계획, 2017.12.
- 산업통상자원부, 집에서 아낀 전기, 이제 돈 받고 파세요, 2018.5.
- Bushnell, J., “Electricity Resource Adequacy: Matching Policies and Goals,” Center for the Study of Energy Market Working Paper Series 146, University of California Energy Institute, 2005.
- Federico, G. and X. Vives, “Competition and Regulation in the Spanish Gas and Electricity Market,” Reports of the Public-Private Sector Research Center 1, University of Navarra, 2008
- Friedman, Thomas L., Hot, Flat, and Crowded: Why We Need a Green Revolution and How It Can Renew America, Picador, 2009.
- Hogan, W. W., “On An ‘Energy-Only’ Electricity Market Design for Resource Adequacy,” prepared for the CAISO, 2005.
- Joskow, Paul L., “Competitive Electricity Markets and Investment in New Generating Capacity,” Working Papers 0609, Center for Energy and Environmental Policy Research (CEEPR), 2006a.
- Knapp, Eric D., Raj Samani, Applied Cyber Security And The Smart Grid: Implementing Security Controls into the Modern Power Infrastructure, Syngress, 2013.
- Samuelson, Paul A., The Pure Theory of Public Expenditure, *The Review of Economics and Statistics*, 1954, Vol.36(4), pp.387-389

- Stoft, Steven, *Power System Economics; Designing Market for Electricity*, IEEE Press, 2002.
- DECC, Electricity market reform, 2010.12.
- Energy and Climate Change Committee in House of Commons, The energy revolution and future challenges for UK energy and climate change policy, Third Report of Session 2016–17, 2016.10.
- IEA, Electricity Market Reform, 1999.
- 김종수, 전력대란, 전기요금 현실화가 해법
<http://news.joins.com/article/12275027> (마지막 방문 : 2018.5.3.)
- 동아일보, 테슬라, 호주의 5만 가구를 가상 발전소로 만든다?
<http://news.donga.com/3/01/20180205/88518966/2> (마지막 방문 : 2018.5.8.)
- 이필렬, 캘리포니아 정전사태
<http://www.changbi.com/archives/1222?cat=294> (마지막 방문 : 2018.5.3.)
- 전력신문, 국내 전력계통 신뢰성 관리·감독할 신뢰도관리기구 “독립성 보장·단독 의사결정 권한 부여돼야”
<http://www.epnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=32513> (마지막 방문 : 2018.5.8.)
- 전력신문, 소규모 분산자원 중개시장 열리나
<http://epnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=39603> (마지막 방문 : 2018.5.8.)
- 전자신문, 첫 민간 석탄발전 조정계수 적용 눈앞…발전업계, 초미의

관심

<http://www.etnews.com/20170303000222> (마지막 방문 : 2018.5.8.)

- 조선비즈, 일반인도 전기 팔 수 있다더니... 전기사업법에 발목잡힌 에너지산업

http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/03/01/2017030101603.html (마지막 방문 : 2018.6.12.)

- 조선비즈, 한국선 "개인정보보호법 위반"... 빅데이터 사업 올스톱

http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/06/02/2018060200202.html?utm_source=naver&utm_medium=original&utm_campaign=biz

(마지막 방문 : 2018.6.12.)

- 조선비즈, 한전이 독점하던 전력중개사업, KT·포스코도 뛰어든다

http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/06/05/2018060502029.html (마지막 방문 : 2018.6.12.)

- 투데이에너지, 분산형 전원정책, 예기본에 담기나

<http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=203132>

(마지막 방문 : 2018.6.12.)

- 투데이에너지, 에너지효율향상, 한전 등 에너지공급자가 앞장

<http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=203051>

(마지막 방문 : 2018.6.12.)

- BBC News, Price cap on energy bills urgently needed, says committee

<http://www.bbc.co.uk/news/business-43032248> (마지막 방문 : 2018.5.8.)

- EMA, Vesting Contracts

https://www.ema.gov.sg/Licensees_Electricity_Vesting_Contracts.aspx

(마지막 방문 : 2018.5.8.)

- KOTRA, 싱가포르 전력시장 2018년 내 전면 자유화

<https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/4/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=164365> (마지막 방문 : 2018.5.8.)

- ofgem, Energy Company Obligation

<https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/eco> (마지막 방문 : 2018.5.8.)