

전력시장제도 발전 및 공급안정성 확보 방안에 관한 연구

\*박종배, \*이주원, \*신종린, \*\*김광인  
\*건국대학교 전기공학과 \*\*한국전력거래소

The Study on the Development of Electricity Market System and Resource Adequacy

Jong-Bae Park, Joo-Won Lee, Joong-Rin Shin, \*\*Kwang-In Kim  
\*Dept. of Electrical Engineering, Konkuk University \*\*Korea Power Exchange

**Abstract** - This paper presents a study on the development of the electricity market system and resource adequacy. Recently the market system and the power supply-demand system has limitations of evolution which has to be complementary developed by the changes of the power system environment. In this paper we proposed a fundamental step-by-step progress direction for our electricity market system and the supply-demand system by using the Korean power industry environment and overseas resource adequacy systems.

1. 서 론

우리나라의 전력산업은 과거 수직통합 및 독점적인 구조를 가지고 있었다. 이러한 독점적 산업구조는 여러 가지 측면에서 장단점을 가지고 있지만 전력산업의 효율성 측면에서는 기본적인 한계성을 가지고 있다. 전력산업의 효율성을 제고하고자 1990년대 중반부터 민간발전사업자의 시장 진입을 일부 허용하여 발전부문의 경쟁이 제한적으로 도입된 적이 있지만 이는 구입전력계약(PPA)에 기초하고 있었으므로 효율향상을 유도할 수 있는 실질적인 경쟁체제의 구축과는 거리가 있다.

한편 2004년 6월 노사정위원회의 배전분할 중지의 권고 및 산업자원부의 수용에 따라 가격입찰(PBP) 및 배전분할 등에 기초한 양방향입찰시장(TWBP)의 지연, 6개 발전자회사의 민영화 지연 등과 같이 제2단계 전력산업구조개편 정책이 구현되지 않고 있으며 동시에 한시적으로 적용할 목적으로 개발된 비용기반의 발전경쟁시장(CBP: Cost-Based Pool) 시장이 지속되고 있다. 이러한 가운데 2007년도에 도입된 비용기반 발전경쟁시장의 제도 개선(제1단계 제도개선)을 통하여 전력산업 효율향상을 가져올 수 있는 기틀을 마련하기는 했지만 가격입찰제도의 미실시 등과 같은 기본적인 한계성을 가지고 있다.

현재로서는 전력시장제도 및 전력수급제도의 진화 한계성을 가지고 있으며, 이는 전력산업 주변 환경의 변화가 발생할 경우 상호 보완적으로 발전하여야 할 것이다. 또한 기본적으로 전력정책은 『국가에너지 및 환경정책』 및 『기술개발 정책』 등과 같은 다양한 요소와 유기적으로 결합되어야 한다.

본 논문에서는 국내 전력산업 주변 환경 변화 및 해외의 지속적인 시장제도의 발전 등을 고려하여 단계별로 용량확보 제도를 중심으로 하는 우리나라의 시장제도 및 전력수급제도의 기본적인 발전 방향을 제시한다.

캘리포니아 시장위기 등에서 경험한 바와 같이 경쟁시장에서 발전설비 용량확보 메커니즘(Resource Adequacy)의 적절한 설계가 존재하지 않을 경우, 시장위기 등이 발생할 가능성도 배제하지 못한다. 특히 우리나라의 경우 전력수요가 지속적으로 증가하고 있으며 전

력계통이 외부와 연계되어 있지 않고 고립되어 있다는 점, 그리고 1차 에너지원의 97% 이상을 해외에 의존하고 있다는 점 등의 측면에서 용량확보 메커니즘에 대한 사전 연구는 필수적이다. 이러한 용량확보 메커니즘 및 시장제도 등은 일률적으로 하나의 해답이 존재하는 것은 아니다. 즉, 해당 국가의 에너지 수급 주변 상황, 정치 및 사회의 여건, 산업 구조 등에 따라서 다르며 상당 수준 정책적으로 결정되어야 한다. 다만, 시장 진화가 지속될수록 공급 측 혹은 전력산업 전체의 효율성 확보가 강조되는 것이 일반적인 추세다. 결론적으로 본 논문에서는 현재 해외에서 시행되고 있거나 이론적으로 검토되고 있는 설비용량 확보메커니즘에 대한 연구와 더불어 향후 우리나라 전력산업의 진화 방향과 연계하여 기술하였다.

2. 국내의 전력시장 제도 및 용량확보 메커니즘 분석

2.1 우리나라 전력시장제도 및 전력수급제도 분석

본 논문에서는 우선 우리나라 전력시장제도 및 전력수급계획의 구조에 대한 기본적인 분석을 실시하였다. 전력시장제도에서 용량확보의 주요 수단으로 고려되고 있는 용량요금제도에 대한 분석을 통하여 향후 발전방향 도출에 대한 근거를 마련하였고, 현재 우리나라 전력산업구조가 전력시장 혹은 전력수급 등에 미치는 영향에 대한 정성적인 분석을 실시하였다. 뿐만 아니라 지금까지 우리나라 전력수급제도의 진화 과정에 대한 기본적인 분석을 실시하였다. 전력수급제도는 전력시장제도 및 전력산업구조 등과 매우 밀접한 관계에 있으므로 단계별 전력수급계획의 성격 규명을 제한하기 위하여 관련 자료를 분석하였다[1-7].

2.2 해외 전력시장제도 및 용량확보 메커니즘 분석

본 논문에서는 해외의 전력시장제도 및 용량확보 메커니즘에 대한 자료 수집 및 분석을 실시하였다. 해외의 경우, 크게 두 가지 방향으로 용량확보메커니즘이 진화 중인 것으로 검토되었으며, 그중 하나는 텍사스 전력시장 등을 중심으로 하는 에너지단일시장에서의 가격 스파이크를 통한 고정비 회수 및 투자 유인을 하는 방식과, 다른 하나는 미동부시장을 중심으로 하는 용량시장(ICAP)의 진화 형태로 구분할 수 있다. 용량시장의 진화 메커니즘은 크게 ISO가 용량확보의 주체가 되는 중앙집중형 제도의 도입, 용량 수요곡선의 도입, 선도기간의 장기화, 지역적 차등화 등으로 요약될 수 있다. 기타, 캘리포니아, 프랑스 등과 같이 과거 규제방식과 유사한 중앙집중형 경제확보 방식과 우리나라에서 적용하고 있는 용량요금 방식 등으로 구분되며, 옵션시장 및 용량경매 등과 같은 새로운 이념들이 지속적으로 나타나며 연구 중인 것으로 분석되었다. 본 논문에서는 현재 시행되고 있거나 고려중인 다양한 방법론의 다양한 기준하에서의 장단점 분석을 실시하였으며 이는 기본적으로 EPRI (Electric Power Research Institute) 및 De Vries (2004)

에 기초하고 있다. 이러한 각 제도에 대한 장단점의 분석은 향후 우리나라의 관련 제도의 발전 방향을 도출하는데 유용하게 활용될 수 있다. 기타 전력시장제도의 경우는 에너지시장 형태, 에너지시장 구조 및 부하반응 등을 중심으로 조사 분석을 실시하였다. [8-12]

아래의 자료는 EPRI에서 수행한 공급안정성 평가 결과와 비교하여 환경친화적 설비촉진과 용량 확보메커니즘은 그 상관관계가 높지 않을 수 있고(제반 신재생에너지원의 보급촉진 제도의 도입으로 인한 결과임), 신규투자 유인 정도와 지역적 보급 촉진 정도 용량요급제도의 형태 등 및 수요 성장 수준에 따라서 달라지기 때문에 다음과 같이 수정 평가를 시행하였다.

표 1.공급안정성 평가 메커니즘 비교 평가

Mechanism	Capacity Payment	Short term ICAP	Strategic Reserves	Forward looking ICAP	Bilateral and tendering	Call options obligation	Energy-only
투자자 수입안정성			Fair	Good			Fair
신규투자 효과성		Fair	Good				Fair
지역별 공급확보		Fair				Good	Fair
용량 시장 지배력 통제			Fair				Good
공급측면 효율성	Poor	Poor	Fair		Poor		
수요반응 촉진 여부	Poor	Poor		Good			
소비자 후생	Poor	Fair	Poor	Good			Good
에너지 시장 지배력 통제			Fair			Good	Poor
적용 용이성		Poor		Poor			Poor
분산시스템과의 호환성		Poor		Poor		Good	Poor
적용 경험 여부		Fair	Good	Fair	Good	Fair	Good

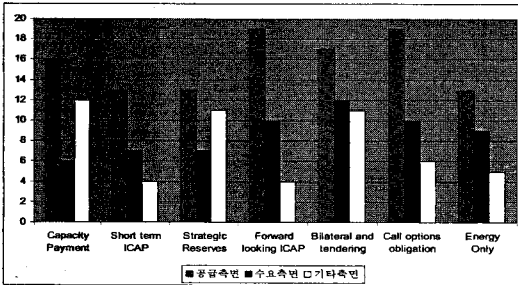


그림 1. 용량확보 대안별 평가 결과 (공급측면/수요측면/기타측면)

De Vries도 유사한 평가를 시행하였지만 중요한 것은 해당 국가별 전력산업 주변 환경 및 정책목표가 무엇인가에 따라서 용량확보메커니즘의 우선순위는 달라진다. [12]

### 3. 우리나라의 단계별 용량 메커니즘 및 시장제도 발전 방안

#### 3.1 우리나라 전력산업 발전단계의 설정

용량확보 메커니즘을 포함하는 전력시장제도는 전력산업의 형태(전력산업 구조 및 소유 형태), 에너지 수급구조, 에너지 정책 및 기후변화협약 대응 정책, 에너지세계 정책, 전력수요 성장 및 불확실성 수준, 해당 국가의 정치 및 사회적 수준 등과 같은 매우 다양한 요소를 고려하여 결정하여야 한다. 이는 전력수급계획 및 전력시장의 구조도 마찬가지이다. 따라서 전력산업과 관련된 대내외 상황 설정을 하는 것이 우선되어야만 관련 제도의 구축이 가능 할 것이다.

전력산업의 용량확보 메커니즘, 시장제도, 수급제도 등

을 적절하게 고려하기 위해서는 대내외 여건의 분석이 필요하며, 이러한 여건들과의 상관관계는 아래와 같이 요약할 수 있다.

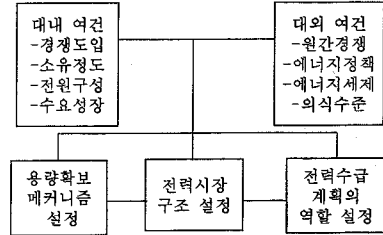


그림 2. 전력산업의 대내외 여건과 시장체제 및 수급계획과의 관계

아래의 자료는 상기 대내외 여건을 고려한 전력산업의 진화 단계를 요약한 것이다. 여기서 주의할 점은 모든 요인이 단계별로 동일시기는 아닐 수 있다. 즉, 여기서 설정한 단계는 시기적인 관점보다는 개념적인 측면이 강하다.

표 2. 전력산업 진화단계의 설정

주요요인	제1단계	제2단계	제3단계
시장구조	제한적 발전경쟁	완전발전경쟁(대대경쟁)	완전소매경쟁
소유구조	공기업 중심 구조	발전부문(판매) 민영화	발전판매 민영화 완결 (원자력 별도 고려)
수요성장	고도 성장기	지속적 성장기	성장 포화기
전원구성 정책	모든 전원대상 최적구성 규제	원자력, 신재생, 공기업, 기후변화협약 내용부분 전원구성 규제	신재생 및 원자력 전원구성 규제
교차보조	전기, 열, 가스 교차보조	전기, 열, 가스 교차보조 일시적(점진적) 제거	교차보조 완전제거
기후변화	기후변화협약 간접내용	수급계획 등에서의 실제가지 반영을 통한 대응, 에너지세계 및 탄소거래제도 점진 도입	탄소세, 배출권 거래제도 완전 도입

### 3.2 우리나라 전력산업 발전단계별 용량확보 메커니즘, 시장구조 및 전력수급의 역할 설정

전력산업 발전단계별 시장측면과 규제측면의 진화 과정을 아래 그림과 같이 표현할 수 있다.

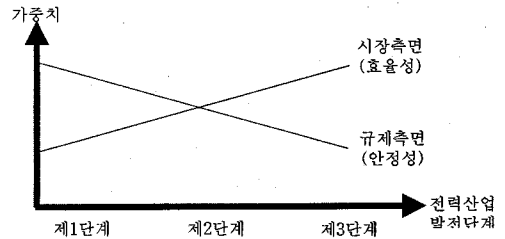


그림 3. 전력산업 발전단계와 규제 및 시장과의 관계

각 단계별의 최적의 용량확보 메커니즘, 시장구조 및 전력수급의 역할을 도출하는 것이 기본 목적이다. 이를 위하여 제1단계를 기반으로 주변 환경과 가장 잘 부합하고 시장성과 안정성을 가져올 수 있는 대안을 찾는 접근법을 사용하였다.

제2단계의 전력산업 진화단계에서의 용량확보 메커니즘의 고려 방안으로 전력수요의 지속적 증가, 전원구성 및 설비규모에 대한 규제 상존, 다양한 설비구성(원자력, 석탄, LNG 등)의 필요 측면에서 최소 10년에 이르는 매우 긴 기간을 취급할 수 있는 용량확보 메커니즘이 필요하다. 또한 이 기간 동안에 중요한 공급력 확보와 관련된 주요 이슈를 고려할 필요가 있다 (즉, 투자자 수입안정성, 신규투자 효과성, 경험여부 등)

표 3. 공급안정성 평가 메커니즘 비교 평가 (장기 고려 가능성 포함)

Mechanism	Capacity Payment	Short term ICAP	Strategic Reserves	Forward looking ICAP	Bilateral and tendering	Call options obligation	Energy-only
장기 고려 가능성	Good	Poor	Poor	Fair	Good	Fair	Poor
투자자 수입안정성	Very good	Very good	Fair	Good	Very good	Very good	Fair
신규투자 효과성	Very good	Fair	Good	Very good	Very good	Very good	Fair
적용 경험 여부	Very good	Fair	Good	Fair	Good	Fair	Good

변동성 측면에서 살펴보면, 용량요금제도, 양방향직거래 및 경매제도가 가장 적하고, 현재 제도의 연속성 측면에서는 개정된 용량요금제도를 시행할 필요성이 있다. 제2단계 용량요금제도의 개정 내용으로는 기준용량가격의 실제 가격과의 연동, 발전기 성능 연동형 기준용량가격의 설정, 그리고 용량수요곡선의 변경(상하한 도입)이다.

용량확보 메커니즘의 진화 방향을 요약하면 다음과 같다.

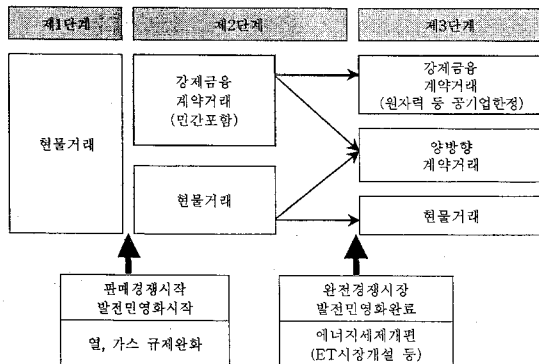
표 4. 용량확보 메커니즘의 진화 방향

제1단계	제2단계	제3단계
용량요금제도 (예비율/지역연동)	용량요금제도 (예비율/지역/성능연동, 기준가격의 전력수급연동, 용량요금의 상하한제도 도입)	중앙집중형 선도 ICAP, 양방향 직거래 및 경매, 콜옵션제도
공급안정성	공급안정성, 제도안정성	효율 수요전제, 효율 부하반응 소비자효용

전력시장구조의 단계별 발전 방안은 다음과 같다.

표 5. 전력산업 발전 단계별 시장구조의 진화 내용

주요 요인	제1단계	제2단계	제3단계
입찰형태	비용입찰	가격 및 용량 입찰	
에너지가격 결정요소	발전비용+손실비용	발전비용+손실비용+혼잡비용(지역)	발전비용+손실비용+혼잡비용(모선)
전력거래 시장형태	위무적 표시장 (원물시장)	현물시장+금융시장 (장제, 자제)	현물시장+금융(장제)+양방향직거래
정산체계	전일시장 (단일정산)	전일시장, 한시간간시장, 실시간시장(다중정산)	다중정산
계약차리	일제약, 연료계약, 예비력계약, 송전계약	송전계약(지역)	송전계약(모선)
부하반응	신뢰도 기반	신뢰도기반+가격기반	가격기반
전기요금	TOU기반 규제요금	TOU기반 시장요금	실시간요금



전력수급계획의 단계별 발전방안 및 관련 이슈는 규제 여부, 대상, 범위, 계획범위 등 아래와 같이 요약하였다.

표 6. 전력산업 발전 단계별 전력수급계획의 기능 변화

주요요인	제1단계	제2단계	제3단계
규제여부	강력한규제	완화된규제	완화된규제
규제대상	전체발전사업자	원자력과 공기업발전회사	원자력
규제범위	설비규모 전원구성	설비규모 규제완화(공기업) 전원구성 규제(기후변화협약)	전제에너지부문
계획범위	전력부문	전력부문+1차에너지부문	전제에너지부문
기후변화	기후변화협약 간접대응	수급계획 등에의 실제까지 반영을 동한 대응 및 전원구성 (에너지세계 및 ET도입시가지)	기후변화 시장체제 전환

### 3. 결 론

본 연구에서는 다양한 공급안정성의 확보 메커니즘에 대한 연구를 시행하였으며 향후 우리나라에의 적용 가능성이 있는 대안에 대한 검토를 실시하였다. 우리나라의 경우 향후에도 일정한 동안, 지속적인 전력수요의 성장 및 전원구성 등의 규제정책이 필요할 것으로 판단되므로 이에 상응할 수 있는 메커니즘의 도입이 필요하다. 또한 장기적으로는 공급의 안정성에서부터 효율향상 및 수요의 효율성 향상에 초점을 둘 필요성이 있음을 분석하였다. 공급의 효율성 향상, 수요의 효율성 향상의 측면에서 부합하는 용량확보 메커니즘은 '중앙집중형 선도 ICAP 제도', '쌍무직거래 및 경매', '콜옵션제도', '에너지 단일시장' 등이 대안이 될 수 있으며 이 가운데 양방향 직거래 시장과의 호환성은 '쌍무직거래 및 경매', '콜옵션제도' 등이 우수하다. 하지만, '중앙집중형 선도 ICAP 제도'는 현재 미동부시장으로 그 우수성이 입증되므로 하나의 후보가 될 수 있다. 아주 장기적인 측면에서 보면, 공급효율성, 부하반응의 유도, 소비자 후생의 측면에서 우수한 '에너지 단일시장'이나 '콜옵션제도'의 도입이 필요할 것으로 판단된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 한국전력거래소, 2006년 전력시장통계, 2007.
- [2] 한국전력거래소, 전력시장운영규칙, 2007.
- [3] 박종배, 미국의 장기에너지 정책과 전원구성 정책 분석, 2007. 3.
- [4] 산업자원부, 제3차 전력수급기본계획, 2006.
- [5] 한국전력거래소, 「지역별 전력수급계획 수립기준 정립에 관한 연구」, 2006. 10.
- [6] 한국전력거래소, 「공급기여도를 고려한 용량확보 메커니즘 도입에 관한 연구」, 2006. 12.
- [7] 에너지경제연구원, 「전력산업 환경변화에 따른 전력산업의 구조 및 효율성 변화 연구」, 2006.
- [8] EPRI, 「Pushing Capacity Payments Forward: Agent-Based Simulation of an Available Capacity Market」, Report No. 1007755, December 2003.
- [9] H. P. Chao, S. Oren, R. Wilson, Electricity Market Transformation: A Risk Management Approach, EPRI, November 2004.
- [10] California Public Utilities Commission, Capacity Markets White Paper, August 2005.
- [11] J. Yang, "Resource Adequacy: Economic and Engineering Challenges and Proposed Solutions", IEEE Power and Energy Magazine, March/April, 2006.
- [12] L. J. De Vries, "Securing the Public Interest in Electricity Generation Markets: The Myths of the Invisible Hand and the Copper Plate", Ph. D. Dissertation, Delft University of Technology, Faculty of Technology, Policy and Management, ISBN 90-5638-123-7, 2004.