

이슈페이퍼

# KEEI ISSUE PAPER

정책 이슈페이퍼 19-04

에너지전환시대 전력산업 규제  
및 경쟁정책의 개선방안

KOREA  
ENERGY  
ECONOMICS  
INSTITUTE

장희선 · 노동석



정책 이슈페이퍼 19-04

# 에너지전환시대 전력산업 규제 및 경쟁정책의 개선방안

장희선·노동석

## 목 차

- I. 배경 및 목적 / 1
- II. 주요 쟁점 / 3
- III. 실증 분석 / 6
- IV. 정책적 시사점 / 12
- 〈참고자료〉 / 14



에너지경제연구원  
Korea Energy Economics Institute



## I 배경 및 목적

- 새 정부는 원자력의 단계적 감축과 재생에너지 확대를 기반으로 한 에너지전환정책을 제시하였음.
  - 제8차 전력수급기본계획에 따르면 석탄과 원자력의 비중을 현재 각각 45%와 30% 수준에서 2030년까지 36%와 23%로 축소하고, 신재생 발전량 비중을 현재 6%에서 20%까지 확대하되 신규로 보급되는 재생에너지 설비용량 48.7GW의 97%를 풍력과 태양광으로 공급하는 것이 정책의 핵심임.
- 에너지전환정책에 따라 예상되는 전력산업의 주요 변화는 결국 줄어드는 석탄과 원자력을 신재생과 LNG가 대체하고, 변동성이 높은 신재생에너지가 보급 확대됨에 따라 이에 대응하기 위한 유연성자원의 필요성이 증대된다는 점임.
  - 이에 따라 향후 에너지전환정책의 추진에 있어 LNG는 원자력과 석탄의 대체재이며 대표적인 유연성설비로서 역할이 강화될 것으로 전망
  - 그러나 LNG의 중요성은 강화되는 반면 수익성은 불확실하여 LNG에 대한 투자유발이 어려울 것으로 우려됨.
  - 제8차 전력수급기본계획에서는 이에 대한 대책으로 급전순위 결정에 환경비용 반영, 유연탄과 LNG에 대한 세율 조정, 유연성설비에 합리적 보상을 위한 전력시장 제도 개선 추진 등을 마련하였으나, 실질적인 효과를 기대할 수 있는지는 의문임.

- 
- 이에 본 연구에서는 에너지전환정책에 따라 예상되는 전력산업의 주요쟁점을 살펴보고, 실증분석을 통해 이러한 주요 쟁점이 나타나는 현재 전력산업의 구조적 상황을 분석하여 정책목표를 효과적으로 달성하기 위한 시사점을 제시하는데 그 목적이 있음.
    - 경제학의 전통적인 주제인 생산함수의 추정과 생산성 분석 방법은 최근 Olley and Pakes(1996), Levinsohn and Petrin(2003), Wooldridge(2009), Gandhi et al.(2013), Akerberg et al.(2015) 등에 의해 새롭게 제시되었으며, 본 연구는 이러한 선행연구를 기반으로 국내 전력산업에 대한 실증 분석을 발전부문을 중심으로 수행함.
    - 구체적으로, 한국전력통계에 연도별 연료사용량과 발전량, 설비용량이 공개되는 석탄, 가스, 유류 등 약 100여개 화력발전기의 1990년부터 2016년까지 생산함수를 추정하여 각 발전기의 연도별 생산성이 어떻게 변화해 왔는지를 분석하고, 나아가 발전기별 생산성 추정치를 활용하여 국내 발전부문의 생산성과 자원배분효과를 추정하였음.
  - 분석결과, 우선 국내 화력발전기의 생산성은 1990년부터 2016년까지 일정수준 유지 또는 약간 하락하는 경향을 보이며, 2012년 이후 최대수요의 변동성이 확대된 것과 마찬가지로 생산성의 변동폭 또한 확대되고 있는 것으로 분석됨.
    - 2012년 이후 연료원별 생산성 분석결과를 보면, 석탄, 가스, 유류발전기 모두에서 변동성이 확대되는 모습을 보이는 가운데 가스발전기의 생산성이 가장 낮고 생산성의 변동폭은 가장 높은 것으로 분석됨.

- 발전부문 전반의 생산성 분석 결과, 1990년부터 2016년까지 발전부문 전반의 총 생산성에는 큰 변화가 없는 한편 발전부문 전반의 생산성 역시 지난 몇 년간 변동폭이 약간 확대되는 모습을 보임.
- 또한 분석기간에 걸쳐 자원배분효과는 음의 값으로 나타나, 최근 자원배분효과는 일부 개선되고는 있으나 국내 발전부문 전반에 자원배분의 왜곡이 존재하는 것으로 분석되었음.

## II 주요 쟁점

- <표 1>을 보면 제8차 전력수급기본계획의 현행 전력시장제도와 2017년 발전용 연료비를 기반으로 한 기준시나리오에서 2030년 석탄과 LNG의 비중은 각각 40.5%와 14.5%이나, 목표시나리오에서 2030년 석탄과 LNG의 비중은 각각 36.1%와 18.8%로 조정되는 것으로 나타남.
- 목표시나리오는 환경비용을 반영하여 석탄과 LNG발전 간의 비용 격차를 줄이고, 유연탄 개별소비세 인상, 세율의 추가적인 조정 등을 반영함.

〈표 1〉 제8차 전력수급기본계획의 발전량 비중 전망

	2017년	2030년	
		기준시나리오	목표시나리오
원자력	30.3%	23.9%	23.9%
석탄	45.4%	40.5%	36.1%
LNG	16.9%	14.5%	18.8%
신재생	6.2%	20.0%	20.0%
석유	0.6%	0.3%	0.3%
양수	0.7%	0.8%	0.8%
계	100%	100%	100%

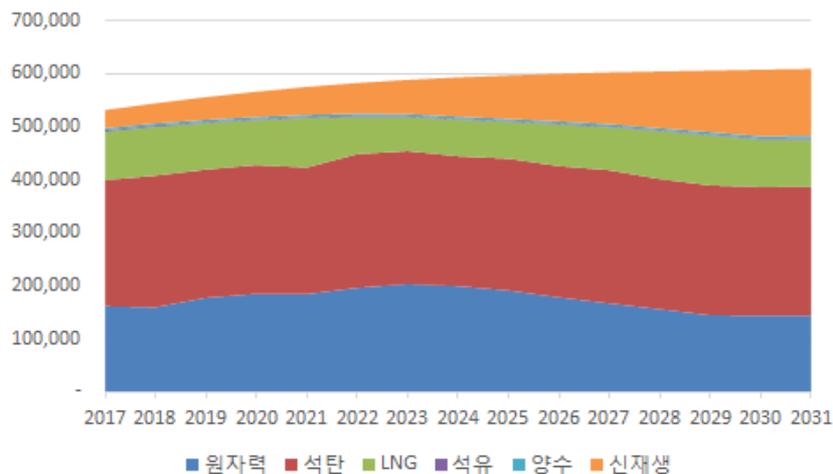
자료: 제8차 전력수급기본계획(2017)

□ 제8차 전력수급기본계획은 〈표 1〉 이외 연료원별 연도별 발전량 전망을 제시하고 있지는 않으나, [그림 2]와 같이 전력거래소의 자료를 바탕으로 저자가 작성한 제8차 전력수급기본계획 기준시나리오의 연료원별 발전량 전망을 보면 예상보다 석탄의 비중이 높고 LNG의 비중이 낮아 실질적인 정책목표 달성에 의문이 드는 상황임.

- 구체적으로, 2017년 대비 2030년 원자력발전량은 161TWh에서 143TWh로 감소하고 신재생은 34TWh에서 125TWh로 증가하나, 석탄은 237TWh에서 243TWh로 오히려 증가하고 LNG는 91TWh에서 89TWh로 크게 변동이 없을 것으로 전망
- 특히, 에너지전환정책의 중간단계인 2022년 원자력과 석탄은 각각 161TWh에서 196TWh와 237TWh에서 252TWh로 2017년 대비 크게 증가하고 LNG는 91TWh에서 70TWh로 크게 감소하는 한편 신재생은 보급 목표에 따라 34TWh에서 58TWh로 지속적으로 증가하는 모습을 보임.

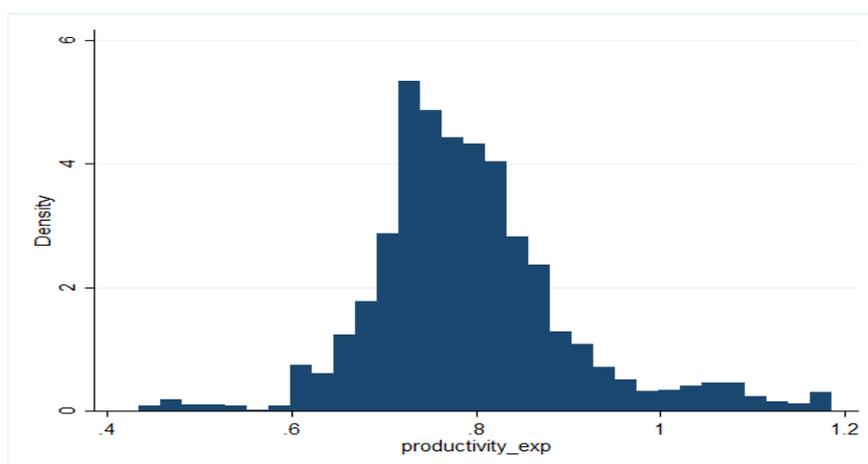
- 이는 LNG의 필요성은 더욱 확대됨에도 불구하고 유연성설비에 대한 적절한 보상이 아직 제도화되지 않은 상황에서 LNG의 이용률 저하로 인해 수익성이 더욱 악화된다는 것을 의미
  - 제8차 전력수급기본계획에 따르면 2022년 설비예비율은 31.4%로 최고점에 도달할 전망
- 이에 대해 제8차 전력수급기본계획에서는 현행 경제급전 중심의 전력거래 시스템에 부가하여 환경비용을 반영하고 세율조정을 통해 석탄과 LNG의 급전순위를 조정하는 목표를 제시하였으나 조성진·박광수(2018)는 최근 발표된 ‘2018년 세법개정안’의 실질적 전원구성 전환 효과는 거의 없을 것으로 전망

[그림 1] 제8차 전력수급기본계획 기준시나리오의 연료원별 발전량 전망



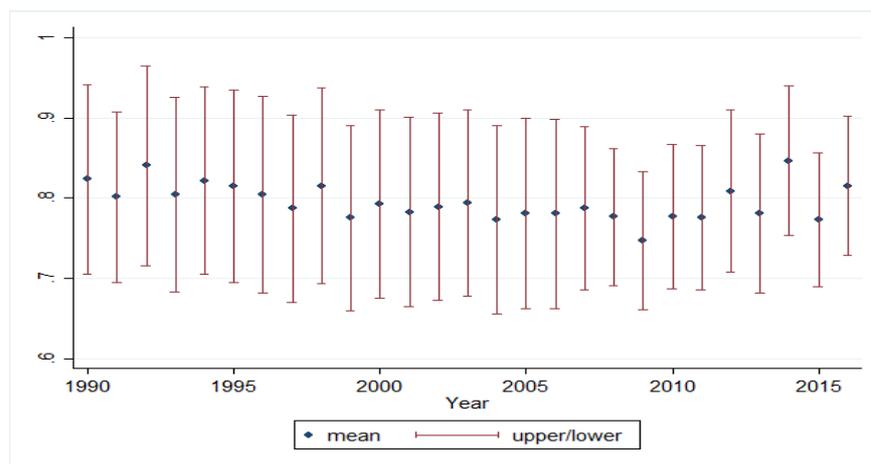
- 본 연구에서는 한국전력통계에 연도별 연료사용량과 발전량, 설비용량이 공개되는 석탄, 가스, 유류 등 약 100여개 화력발전기의 1990년부터 2016년까지의 생산함수를 추정하여 각 발전기의 연도별 생산성이 어떻게 변화해왔는지를 분석하고, 나아가 발전기의 생산성 추정치를 활용하여 국내 발전부문의 생산성과 자원배분효과를 논의하도록 함.
  - 최근 산업조직론 문헌에서 Olley and Pakes(1996), Levinsohn and Petrin(2003), Wooldridge(2009), Akerberg et al.(2015) 등이 제안한 비모수적 제어함수방법(nonparametric control function approach)을 활용
- [그림 2]는 생산함수 추정계수를 활용하여 각 발전기의 연도별 생산성을 계산한 결과임.
  - 생산성 분포를 보면 대부분 화력발전기들의 생산성이 평균치에 밀집되어 있으나, 일부 발전기의 경우 평균보다 상당히 높은 생산성을 보이고 있고, 일부 소수 발전기들의 경우 평균보다 상당히 낮은 생산성을 나타냄.

[그림 2] 국내 화력발전기의 1990년~2016년 생산성 분포

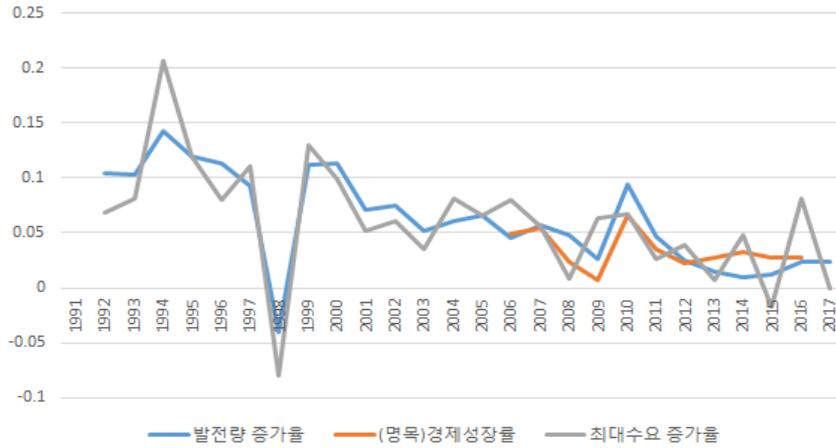


- 다음으로 [그림 3]은 [그림 2]에서 구한 국내 화력발전기의 생산성을 연도별로 나누어 평균과 표준편차를 보여줌.
- 국내 화력발전기의 생산성은 1990년부터 2016년까지 일정수준 유지 또는 약간 하락하는 경향을 보임.
  - 특히, [그림 4]를 보면 2012년 이전까지는 발전량 변동률과 최대수요 변동률이 높은 상관관계를 보이고 있으나 2012년 이후 둘의 상관관계가 디커플링(decoupling)되는 모습을 보여 최대수요의 예측이 점차 어려워지고 있는 것을 알 수 있음.
    - 1994년과 2016년 최대수요가 급증한 것을 볼 때 최대수요는 날씨의 영향을 크게 받는 것을 알 수 있는데, 2008년까지 최대수요는 여름에 발생하였으나 2009년부터 2016년을 제외하고 최대수요가 겨울에 발생하는 등 과거와 다른 현상이 나타나고 있으며 연도별 최대수요의 변동폭 또한 증가하고 있음.
  - 2012년 이후 최대수요의 변동성이 확대된 것과 마찬가지로 [그림 3]에서 생산성의 변동폭 또한 확대되고 있는 것으로 나타남.

[그림 3] 국내 화력발전기의 1990년~2016년 생산성 분포



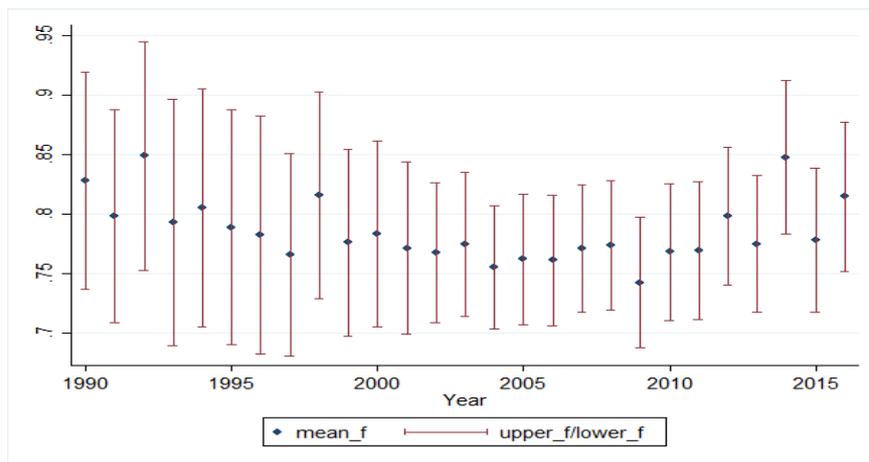
[그림 4] 발전량 증가율과 최대수요 증가율의 관계



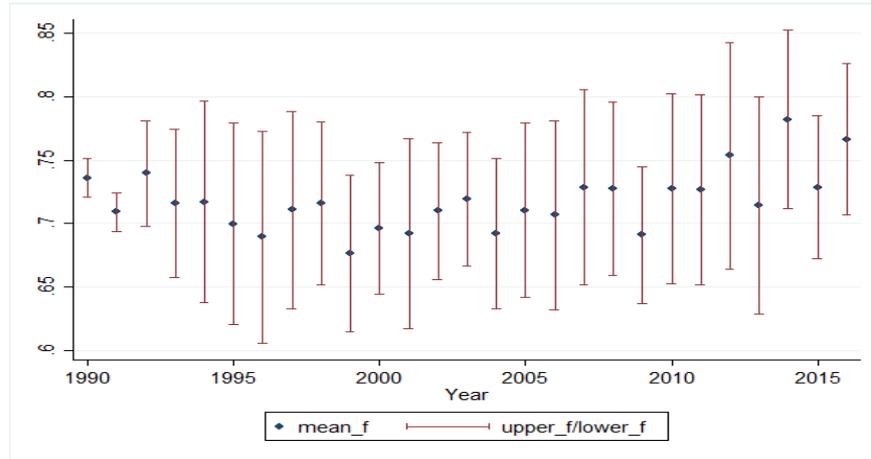
□ [그림 5]와 [그림 6], [그림 7]은 각각 석탄, 가스, 유류발전기의 연료원별 연도별 평균 생산성과 표준편차를 보여줌.

- 연료원별로 살펴보면, 석탄, 가스, 유류발전기 모두에서 변동성이 확대되는 모습을 보이는 한편 가스발전기의 생산성이 가장 낮고 생산성의 변동폭은 가장 높은 것으로 분석됨.

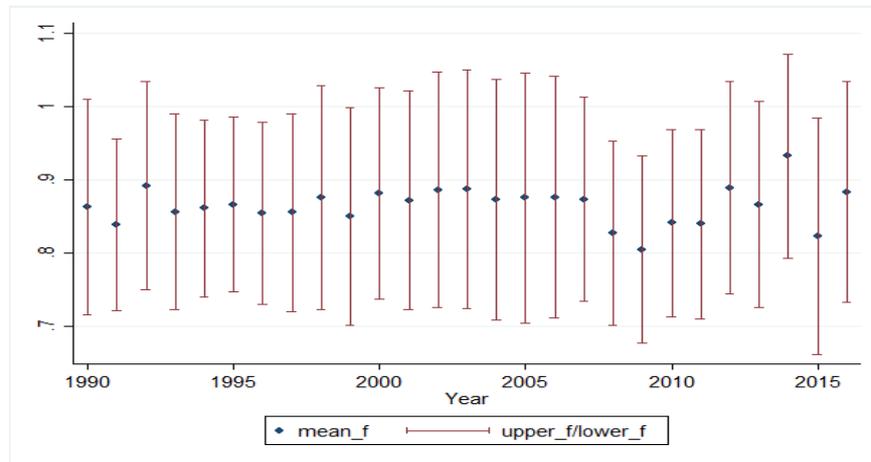
[그림 5] 국내 석탄발전기의 연도별 생산성 변화 추이



[그림 6] 국내 가스발전기의 연도별 생산성 변화 추이



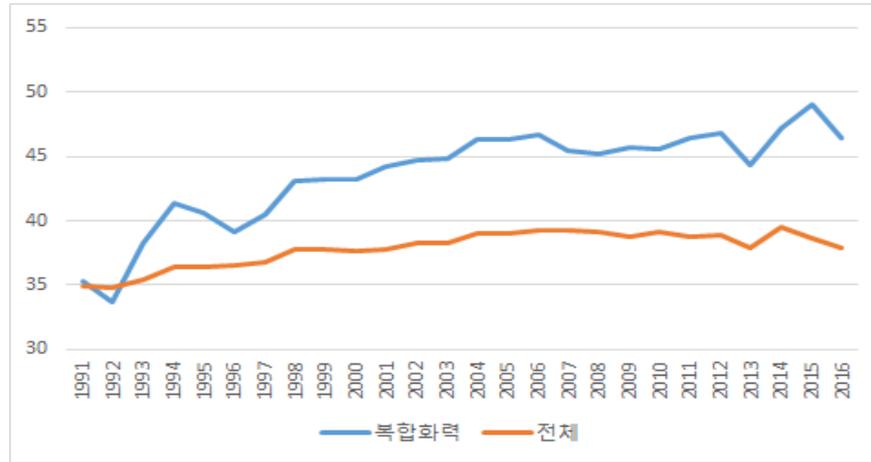
[그림 7] 국내 유류발전기의 연도별 생산성 변화 추이



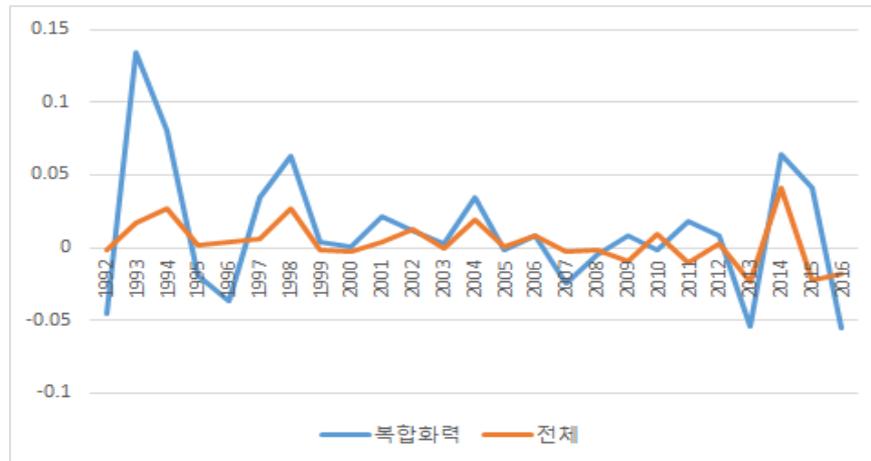
- 가스발전기의 생산성이 가장 낮고 생산성의 변동폭이 가장 높은 이유는 가스발전이 첨두부하의 역할을 함에 따라 전력수요 등 시장상황의 변화에 더욱 민감하기 때문인 것으로 판단
- [그림 8]은 분석기간 동안 우리나라 복합화력과 전체발전기의 열효율 추이를 보여주는데, 복합화력의 특성상 다른 발전원에 비해 열효율은 높지만 [그림 9]를 보면 열효율의 변동폭 또한 다른 발전원에 비해 더 높은 것으로 나타남

- 열효율의 변동폭이 높은 것은 석탄과 원자력 등 기저를 담당하는 발전원과는 달리 가스발전은 첨두부하로서 시장상황에 따라 이용률이 달라지기 때문임.

[그림 8] 복합화력과 전체발전기의 열효율 추이



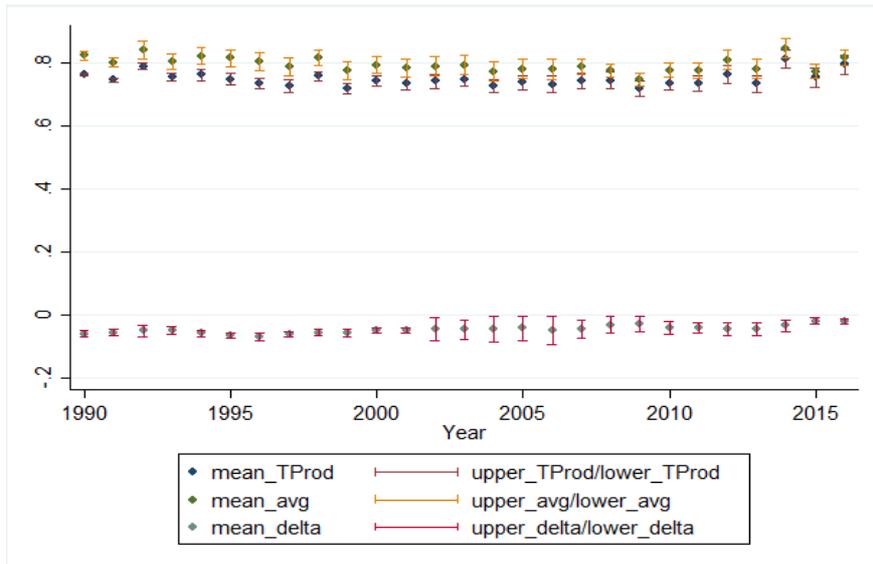
[그림 9] 복합화력과 전체발전기의 열효율 변동률 추이



□ 다음으로 [그림 10]은 각 발전기의 연도별 생산성 추정치를 활용하여 발전 부문 전반의 생산성을 계산한 후 평균생산성과 자원배분효과로 요인분해한 결과를 보여줌.

- 발전부문 전반의 생산성 분석 결과, 1990년부터 2016년까지 발전부문 전반의 총 생산성에는 큰 변화가 없는 한편 발전부문 전반의 생산성 역시 지난 몇 년간 변동폭이 약간 확대되는 모습을 보임.
- 또한 분석기간에 걸쳐 자원배분효과는 음의 값으로 나타나, 최근 몇 년간 자원배분효과가 일부 개선되고는 있으나 국내 발전부문 전반에 자원배분의 왜곡이 존재하는 것으로 분석
- 본 연구에서 자원배분은 발전기의 생산성과 발전량의 상관관계, 즉, 생산성이 높은 발전기가 더 많이 발전할 수 있도록 배분되어 있는지를 의미하는데, 국내 발전부문의 전반에 자원배분의 왜곡이 존재한다는 것은 각 발전기의 발전계획을 더욱 효율화할 수 있는 여지가 남아있다는 것으로 해석할 수 있음.

[그림 10] 국내 발전부문의 총생산성과 평균생산성 및 자원배분효과



- 먼저 국내 화력발전기와 발전부문 전반에서 생산성의 변동폭이 확대되고 있는 것은 2012년 이후 우리나라의 최대수요 변동폭이 확대되면서 발전량 증가율과 최대수요 증가율의 관계가 디커플링(decoupling)되고 있는 현상 과도 일치함.
- 둘째, 가스발전기의 생산성이 가장 낮고 생산성의 변동폭이 가장 높은 이유는 가스발전이 첨두부하의 역할을 함에 따라 전력수요 등 시장상황의 변화에 더욱 민감하기 때문인 것으로 판단
  - 국내 복합화력발전기와 전체 발전기의 열효율을 비교한 결과에서도 복합 화력발전기가 다른 발전원에 비해 열효율은 높지만 열효율의 변동폭도 더 높은 것으로 나타남.
- 마지막으로 본 연구에서 자원배분은 발전기의 생산성과 발전량의 상관관계, 즉, 생산성이 높은 발전기가 더 많이 발전할 수 있도록 배분되어 있는지를 의미하는데, 국내 발전부문의 전반에 자원배분의 왜곡이 존재한다는 것은 각 발전기의 발전계획을 더욱 효율화할 수 있는 여지가 남아있다는 것으로 해석됨.
- 에너지전환정책에 따라 원자력과 석탄의 대체재이자 신재생의 확대에 대응한 유연성설비로서 LNG의 역할은 더욱 확대될 것이기 때문에, 시장상황의 변화에 민감한 LNG 발전의 수익성 강화를 위한 제도개선이 선행되어야 할 것으로 판단

- 제8차 전력수급기본계획에서는 급전순위 결정에 환경비용을 반영하고 유연탄과 LNG에 대한 세율 조정을 통해 LNG의 가격경쟁력을 강화하는 한편 보조서비스 가격제도 등 전력시장 제도 개선을 통해 유연성자원에 대한 합리적 보상 체계를 마련할 계획을 제시하였으나, 현재까지는 그 실효성에 의문이 있는 상황
- 특히, 신재생에너지의 비중이 아직 높지 않아서 변동성 문제가 크지 않을 것으로 예상되는 앞으로 몇 년은 유연성전원으로서 LNG의 역할이 두드러지지 않을 수 있음.
  - 이러한 상황이 현실화될 경우 현재에도 수익성이 낮은 LNG는 더욱 어려운 상황에 놓이게 될 것으로 예상
- 그러나 향후 에너지전환이 본격적으로 이루어지는 시점에서는 LNG의 필요성이 대두될 것이므로 적정 규모의 LNG가 생존할 수 있는 방안 마련이 필요함.

---

## 〈 참고자료 〉

- 조성진·박광수, 2018, 「발전부문 에너지전환 달성을 위한 세제 개편 방안 연구」, 에너지경제연구원.
- Akerberg, D., Caves, K, and G. Frazer (2015) Identification Properties of Recent Production Function Estimators. *Econometrica* 83(6): 2411-2451.
- Gandhi, A., S. Navarro, and D. Rivers (2013) On the Identification of Production Functions: How Heterogeneous is Productivity? Working Paper.
- Levinsohn, J. and A. Petrin (2003) Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *Review of Economic Studies* 70: 317-340.
- Olley, S.G. and A. Pakes (1996) The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica* 64(6): 1263-1297.
- Wooldridge, J.M. (2009) On Estimating Firm-Level Production Functions Using Proxy Variables to Control for Unobservables. *Economic Letters* 104(3):112-114.

정책 이슈페이퍼 19-04

## 에너지전환시대 전력산업 규제 및 경쟁정책의 개선방안

---

2019년 3월 28일 인쇄

2019년 3월 29일 발행

저 자 장 희 선 · 노 동 석

발행인 조 용 성

발행처 에너지경제연구원

44543 울산광역시 중가로 405-11

전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)-714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 디자인범신 (042)254-8737

---

# KEEI ISSUE PAPER



에너지경제연구원  
Korea Energy Economics Institute

울산광역시 중구 중가로 405-11 | TEL: 052) 714-2114 | <http://www.keei.re.kr>