

이슈페이퍼

KEEI ISSUE PAPER

정책 이슈페이퍼 19-16

전력산업 부문별 효율성 실증
연구: 비용함수 분석을
중심으로

김지효

KOREA
ENERGY
ECONOMICS
INSTITUTE



정책 이슈페이퍼 19-16

전력산업 부문별 효율성 실증 연구: 비용함수 분석을 중심으로

김지효

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 분석 개요 및 자료 / 4
- III. 효율성 분석 결과 / 8
- IV. 시사점 및 기대효과 / 16
- 〈참고자료〉 / 19



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

I 배경 및 문제점

- 기후변화, 4차 산업혁명, 에너지전환 등 에너지 분야의 시대적 조류는 도·소매시장 간 연계 강화, 송·배전 부문과 판매 부문 간 분리, 판매 경쟁 허용 등 전력산업의 근본적 변화를 요구하기에 이룸.
 - 2001년 구조개편을 통해 발전 부문의 수직 분리 및 경쟁을 도입한 이래, 국내 전력산업은 현재까지 큰 변화 없이 발전부문은 발전자회사 중심의 경쟁 구조, 송·배전·판매 부문은 한전 중심의 수직 독점 구조를 유지함.
 - 이러한 전력산업 구조는 우수한 품질의 전력을 저렴한 가격에 보급하는 인프라를 구축하는데 기여하였지만, 전력산업 구조와 이를 둘러싼 규제 환경이 경쟁을 왜곡하며 새로운 기술의 수용을 저해한다는 비판을 받음.
 - 재생에너지 보급 확대와 이에 따른 유연성 자원의 확보 필요성, 잉여 전력 활용 문제, 분산형 자원(전기차, 수요반응 등)을 활용한 비즈니스 기회 증대 등의 이슈는 도매 전력시장과 판매 부문의 근본적 변화를 요구함.
 - 프로슈머 확대, 개인 간(P2P) 에너지거래 자유화, 전력시장 개선 등의 정책과제를 제시한 제3차 에너지기본계획 워킹그룹 권고안(18.11)에서도 나타나듯이, 많은 전문가들은 전력산업 구조에 개선이 필요하다는 데 공감대를 모으는 상황
- 전력산업의 발전적 변화 방향을 설정하기 위해서는 지금까지의 산업구조가 비효율적인지 분석할 필요가 있으나, 이에 대한 선행 연구결과는 이론적·정성적 논의에 그침.
 - 규제환경 및 산업구조가 유발하는 비효율성에 대한 정량적 연구가 부족하여, 전력산업 개혁방향에 대한 정책 논의도 공공성, 효율성 등 특정 가치에 치우친 관념적, 정치적 담론이 주류를 이루게 됨.

- 대부분의 국내 연구는 발전 부문에 치중되어 있으며 송·배전 및 판매 부문의 효율성에 대한 정량적 연구는 부재한 상황임.
- 전력 산업구조 차이로 인해 해외에서도 참고할 만한 연구 사례를 찾기 어려움.

〈표 1〉 우리나라 전력산업 효율성에 대한 선행연구

문헌	자료유형	주요 결과
손양훈 · 정태용 (1993)	발전 부문 시계열자료 (1964~1991)	전력산업 전체에 대해서는 1990년부터 규모 불경제 발생 발전 부문에 대해서는 1985년부터 규모 불경제 발생
김대욱 외 (2006)	발전사 단위 패널자료 (1990~2005)	구조개편은 발전 부문 총 비용을 감소시킴. 발전 부문에 투입된 총 인원과 연료 발열량에 대한 구조개편 영향은 불확실함.
김대욱 · 이유수 (2010)	발전소·발전기 단위 패널 자료 (2001~2008 / 2006~2008)	민간발전소가 발전자회사 소속 발전소에 비해 연료 사용이 더 효율적임.
원두환·정수관 (2015)	발전자회사 패널자료 (2001~2012)	용량가격이 세분화된 2004년 이후 발전 부문의 비용이 감소하고 효율성이 개선됨. 발전 분할 및 경쟁 도입에도 불구하고, 산언 전반적 으로 비효율 및 규모 불경제 존재함.
이명헌 (2016)	화력발전 시계열자료 (1990~2013)	화력 발전 부문에 대해서 석탄-석유-가스 투입 간 배분 비효율성이 존재하여, 규제환경으로 인해 비용 최소화 달성에 실패함.

- 높은 공기업 의존도, 도·소매가격 분리, 정산조정 등 발전 부문에 상존한 규제와 독점적 공기업인 한전에 의한 송전·배전·판매부문 수직 통합이 비효율성을 초래하는지 정량적 연구결과를 토대로 고찰할 필요
- 전력산업 구조변화 담론의 중요성을 고려할 때, 규제환경 및 산업구조가 유발하는 비효율성에 대한 정량적 연구가 시급

- 본 연구는 1982~2016년의 전력산업 부문별 시계열 자료를 분석하여 규제 환경 및 산업구조가 유발하는 비효율성을 배분 효율성, 범위의 경제, 규모의 경제 측면에서 정량적으로 고찰
 - 높은 공기업 비중, 정부 개입 등의 규제환경이 발전 부문과 송·배전 및 판매 부문 각각에 대해 비용최소화를 저해하는지 분석
 - 배분 효율성(allocative efficiency)은 규제환경이 자본, 노동 등 생산에 소요되는 투입요소 가격을 시장가격과 달리 왜곡시킬 수 있는 상황에서, 요소 간 투입 비중이 최적 수준에서 결정되어 비용최소화가 달성되는지 분석
 - 송·배전 부문과 판매 부문 간 수직 통합이 수직 분리에 비해 효율적인지 범위의 경제 분석
 - 범위의 경제(scope economies)는 여러 유형의 산출물(송·배전, 판매)을 생산함에 따라 투입요소를 공유하거나 공동 활용하여 획득 가능한 효율성
 - 규모의 경제를 분석하여, 송·배전과 판매 각 부문이 비용 효율적인 규모를 초과하였는지 여부를 분석함.
 - 규모의 경제(scale economies)는 생산비용의 증가 속도가 산출량의 증가 속도보다 낮아, 산출량 증가에 따라 비용 효율성이 개선됨을 의미
- 본 연구의 주된 목적은 정량적 분석결과를 종합하여 전력산업의 부문별 비효율성과 그 원인을 진단하고, 효율성 개선을 위한 정책 방향을 제시하는 것임.

1. 분석 개요

□ 일차적으로, 발전 부문과 송·배전 및 판매 부문 각각에 대해 암묵 가격을 반영한 비용함수를 분석하여 계수 추정치 도출

- 규제환경에서 생산자는 시장가격과 규제를 종합적으로 고려하여 비용최소화 의사결정을 내리게 되는데, 그 결과 생산자가 인지하는 투입요소 가격은 시장가격(p_i)과 다른 암묵가격(shadow price, $k_i p_i$)임.
- (발전 부문) 산출물은 발전량(Q)이고 투입요소는 자본(K), 노동(L), 연료(F)인 식 (1-1)의 단일 산출물 비용함수와 식 (1-2)의 비용비중함수로 구성된 연립방정식 추정

$$\begin{aligned} \ln C^A = & \alpha_0 + \alpha_Q \ln Q + \frac{1}{2} \alpha_{QQ} (\ln Q)^2 + \sum_{i=1}^3 \alpha_{iQ} \ln Q \ln(k_i P_i) \\ & + \sum_{i=1}^3 \alpha_i \ln(k_i P_i) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} \ln(k_i P_i) \ln(k_j P_j) + \alpha_t \ln t \\ & + \ln \left\{ \sum_{i=1}^3 k_i^{-1} \left(\alpha_i + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln(k_j P_j) + \alpha_{iQ} \ln Q \right) \right\} + d_{1997} D1997 \\ & + d_{2001} D2001 + d_{2011} D2011 + \beta_n Nclear + \beta_u Urate \end{aligned} \quad (1-1)$$

$$M_i^A = \frac{\left[\alpha_i + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln(k_j P_j) + \alpha_{iQ} \ln Q \right] k_i^{-1}}{\sum_{i=1}^n \left[\alpha_i + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln(k_j P_j) + \alpha_{iQ} \ln Q \right] k_i^{-1}} \quad (1-2)$$

- (송·배전 및 판매 부문) 산출물은 송·배전(Q_T)과 판매(Q_S)이고 투입요소는 자본(K), 노동(L)인 식 (2-1)의 다산출물 비용함수 및 식 (2-2)의 비용비중함수로 구성된 연립방정식 추정

$$\begin{aligned} \ln C^A = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln(k_i P_i) + \sum_{k=1}^m \beta_k \ln Q_k + \gamma_t \ln t \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln(k_i P_i) \ln(k_j P_j) + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m \beta_{kl} \ln Q_k \ln Q_l \\ & + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \ln(k_i P_i) \ln Q_k \end{aligned} \quad (2-1)$$

$$\begin{aligned} & + \ln \left(\sum_{i=1}^n \left[\alpha_i + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln(k_j P_j) + \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \ln Q_k \right] k_i^{-1} \right) \\ & + d_{1997} D1997 + d_{2001} D2001 + d_{2011} D2011 + r_1 \text{Density} + r_2 p.\text{sales} \end{aligned}$$

$$M_i^A = \frac{\left[\alpha_i + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln(k_j P_j) + \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \ln Q_k \right] k_i^{-1}}{\sum_{i=1}^n \left[\alpha_i + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln(k_j P_j) + \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \ln Q_k \right] k_i^{-1}} \quad (2-2)$$

□ 비용함수 계수 추정치를 이용하여, 배분 효율성, 범위의 경제, 규모의 경제를 정량적으로 분석

- 발전 부문과 송·배전 및 판매 부문에 대해 모두 상대가격 효율성(relative price efficiency) 가설을 검정하여 배분 효율성 여부 분석
 - 상대가격 효율성 가설 기각 시 배분 비효율성이 존재한다고 볼 수 있으며, 이는 규제환경으로 인한 비용 효율성 악화를 뒷받침하는 결과임.
- 송·배전과 판매 간 약비용보완성(weak cost complementarity)을 검정하여 범위의 경제 여부를 분석하고, 송·배전과 판매 각각에 대해 한계비용 변화율을 도출하여 규모의 경제 여부를 분석함.

2. 분석 자료

- 한전 및 발전자회사의 재무제표 자료를 이용하여 발전 부문의 비용함수와 송·배전 및 판매 부문 비용함수 추정에 필요한 시계열 자료(1982~2016년) 구축
 - 구조개편 이후 기간(2001~2016년)에는 발전 부문에 대해서 6대 발전자회사 자료를 합산하여 구축하고, 송·배전 및 판매 부문에 대해서 한전 자료 사용
 - 구조개편 이전 기간(1982~2000년)에는 한전이 발전·송전·배전·판매를 수직 통합하여 운영하였으며, 공개된 수준에서 부문별로 분리된 자료 수집이 거의 불가능함.
 - 연료에 대해서는 자료 수집이 가능하나, 자본 비용과 노동 투입을 발전 부문과 송·배전 및 판매 부문으로 분리하기 위한 자료가 공개되지 않음.
 - 예컨대, 한전 자본비용을 발전 부문과 송·배전 및 판매 부문으로 분리할 수 있는 재무제표 자료의 획득이 어려움.
 - 또한, 한전의 총 고용인원 중에서 발전에 투입된 인원과 송·배전 및 판매에 투입된 인원을 분리하기 위한 자료도 공개되지 않았다고 판단됨.
- 구조개편 이전 기간(1982~2000년)에 대해서는 가정을 적용하여 4개 유형(자료 1~자료 4)의 자료를 구축
 - 구조개편 후 기간의 평균적 자료 특성, 발전설비 단가와 송·배전설비 단가의 비율 등을 적용하여 4개 유형의 자료 구성
 - 한전 자본비용을 발전 부문과 송·배전 및 판매 부문으로 분리하기 위해 2개 가정 적용
 - 가정 1: 구조개편 후 한전 대 발전자회사의 자본비용 평균 비중이 구조개편 이전 시기에 대해 일률적으로 유지될 것임.
 - 가정 2: 구조개편 이후의 발전설비 회피비용과 송배전설비 회피비용 간 비중이 구조개편 이전 시기에 대해 일률적으로 유지될 것임.
 - 한전 노동투입을 발전 부문과 송·배전 및 판매 부문으로 분리하기 위해 2개 가정 적용

- 가정 3: 구조개편 후 한전과 발전자회사 간 임직원 수 비중과 구조개편 이전 한전의 발전 부문 투입인원과 송·배전 및 판매 부문 투입인원의 비중은 동일할 것임.
- 가정 4: 구조개편 이전 한전 내 평균 노동가격은 발전, 송·배전 및 판매 부문에 상관없이 동일할 것임.

〈표 2〉 발전 부문 분석자료(2000년 기준)

		자료 1	자료 2	자료 3	자료 4
산출량	발전량(GWh)	253,352			
자본	비용(백만원)	114,385	114,385	167,809	167,809
	투입(kW)	42,159,183	42,159,183	42,159,183	42,159,183
	가격(원/kW)	2,713	2,713	3,980	3,980
노동	비용(백만원)	664,445	664,445	664,445	664,445
	투입(명)	15,450	19,078	15,450	19,078
	가격(백만원/명)	43.01	34.83	43.01	34.83
연료	비용(백만원)	7,913,389			
	투입(10^9 kcal)	589,719			
	가격(백만원/ 10^9 kcal)	13.42			

주 1) 자료 1은 가정 1과 가정 3을 적용해 작성한 자료; 자료 2는 가정 1과 가정 4를 적용해 작성한 자료; 자료 3은 가정 2와 가정 3을 적용해 작성한 자료; 자료 4는 가정 2와 가정 4를 적용해 작성한 자료

〈표 3〉 송·배전 및 판매 부문 분석자료(2000년 기준)

		자료 1	자료 2	자료 3	자료 4
송배전산출량	CVM×판매량	1,417.09×10 ¹⁵			
판매산출량	수용가 수(호)	14,975,793			
자본	비용(백만원)	177,306	177,306	123,883	123,883
	투입(10 ³ c-m)	377,867	377,867	377,867	377,867
	가격(원/c-m)	469.23	469.23	327.85	327.85
노동	비용(백만원)	364,379	364,379	364,379	364,379
	투입(명)	14,091	10,463	14,091	10,463
	가격(백만원/명)	25.86	34.83	25.86	34.83

주 1) 자료 1은 가정 1과 가정 3을 적용해 작성한 자료; 자료 2는 가정 1과 가정 4를 적용해 작성한 자료; 자료 3은 가정 2와 가정 3을 적용해 작성한 자료; 자료 4는 가정 2와 가정 4를 적용해 작성한 자료
 주 2) CVM은 circuit-voltage miles의 축약어로, 송배전망의 길이를 전압으로 가중합한 길이

III 효율성 분석 결과

1. 발전 부문 효율성

- 발전 부문 비용함수 추정 결과, 자료 유형에 대한 분석결과의 강건성 및 구조개편으로 인한 발전 부문 총 비용 감소를 확인함.
- 자료 1~자료 4에 걸쳐 비용함수 계수 추정치가 유사한 값을 가져, 자료 유형에 따라 분석결과가 크게 달라지지 않음.

- 구조개편의 영향을 나타내는 계수 추정치(d_{2001})가 유의한 음(-)의 값을 가져, 발전 부문 분리 및 경쟁 도입이 발전 부문 생산비용 감소에 기여하였음을 확인

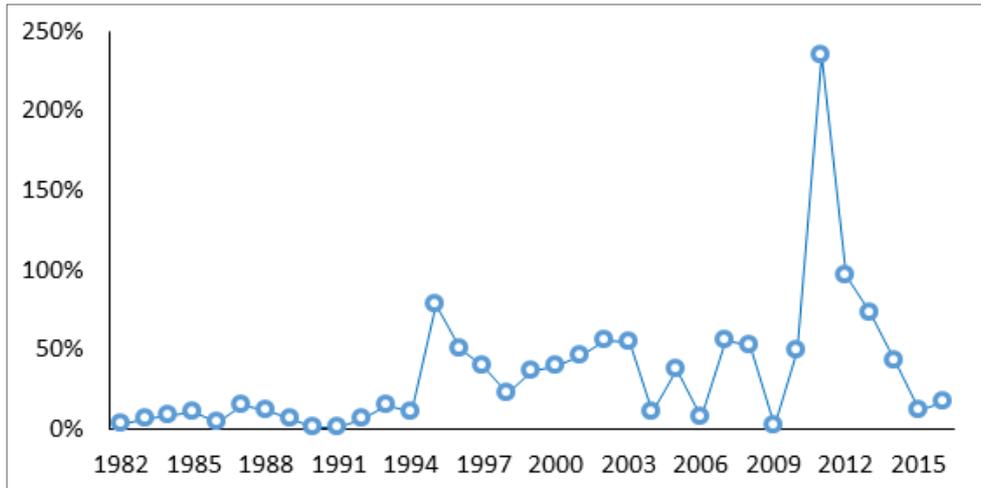
〈표 4〉 발전 부문 비용함수 계수 추정치

계수	추정치	계수	추정치
α_0	14.17*** (0.779)	α_{KL}	-0.038*** (0.014)
α_K	0.127*** (0.049)	α_{LL}	0.103*** (0.024)
α_L	0.107*** (0.036)	k_K	38.73*** (5.794)
α_Q	-1.511*** (0.552)	k_L	4.294*** (1.537)
α_{QQ}	1.141*** (0.186)	d_{1997}	0.108 (0.070)
α_{KQ}	-0.061*** (0.018)	d_{2001}	-0.393*** (0.140)
α_{LQ}	-0.048*** (0.018)	d_{2011}	-0.059 (0.063)
α_T	0.798* (0.426)	β_n	-3.148*** (0.441)
α_{KK}	0.154*** (0.020)	β_u	1.411** (0.706)

주 1) 괄호 안에는 robust standard error를 기입
 주 2) ***, **, *은 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 유의함
 주 3) 자료 1에 대한 계수 추정치 기입

- 발전 산업에 내재된 비효율적 요인이 복합되어, 자본, 노동, 연료 등 각 생산 요소의 적정 투입을 통한 발전 부문 비용최소화가 달성되지 못함.
 - 발전 부문은 투입요소의 시장가격이 아닌 암묵가격, 즉 규제비용이 반영된 가격에 근거해 의사 결정을 내리는 것으로 볼 수 있음.
 - 규제로 인한 투입가격 왜곡을 나타내는 계수(k_K, k_L)가 1보다 큰 값을 가져, 투입요소의 시장가격과 규제가격이 차이를 보여줌.
 - 자본, 노동, 연료 등 투입요소 간 효율적 배분에 관한 귀무가설을 전부 기각하여, 배분 비효율성이 존재한다고 판단됨.
- 자본 투입 왜곡은 1995~1997년 및 2008~2013년에 심화되며, 주된 원인은 한전 및 발전자회사의 경영실적 악화

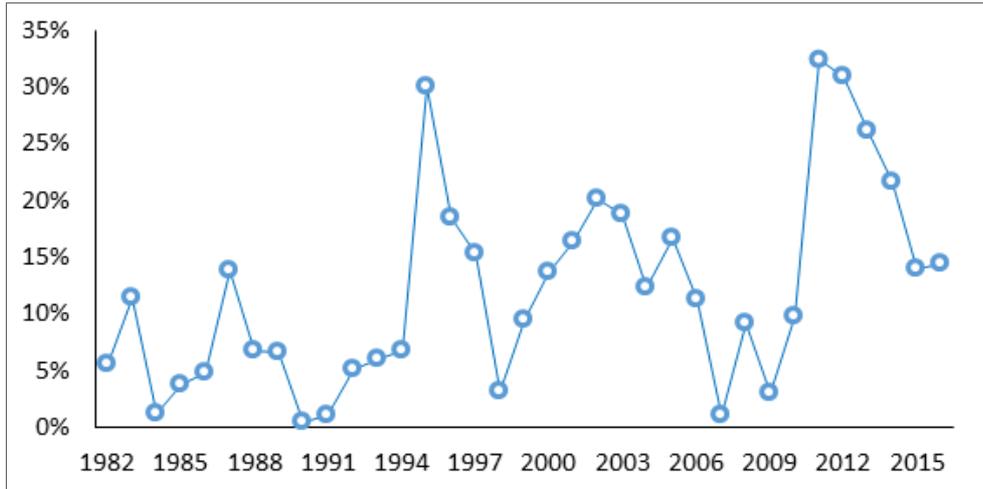
[그림 1] 발전 부문 자본 투입 왜곡



주: 자료 1 분석결과 도식

- 1995~1997년은 IMF 발생 직전의 시기로, 한전 경영실적 악화에서 기인한 배당금 규모가 이전 3개년 대비 10~30% 수준으로 대폭 감소
- 2008~2013년에는 사채 증가, 배당금 감소 등 발전자회사 경영실적이 악화되었는데, 도매 전력시장에서의 정산조정이 그 원인 중 하나로 추론됨.
 - 동 기간 글로벌 금융위기, 고유가, 후쿠시마 원전사고, 순환정전 등의 대내·외적 충격이 발생함.
 - 2008~2012년 한전은 음(-)의 당기순이익을 기록하였고, 발전자회사의 당기순이익도 감소폭을 보이거나 음(-)의 값을 가지는 등 경영실적이 악화됨.
 - 고유가로 발전연료 가격이 상승하면 소매 전력요금(전기요금)이 고정된 상황에서 도매전력 구입대금이 증가하여 한전 당기순이익이 감소하는데, 이 감소분을 정산조정을 통해서 발전자회사가 일부 부담하면서 발전자회사 재무제표까지 악화된 것으로 추정됨.
- 노동 투입 왜곡은 1994~1996년, 1998~2003년 및 2008~2013년에 심화되며, 주된 원인은 각각 IMF, 구조개편 및 공기업적 특성

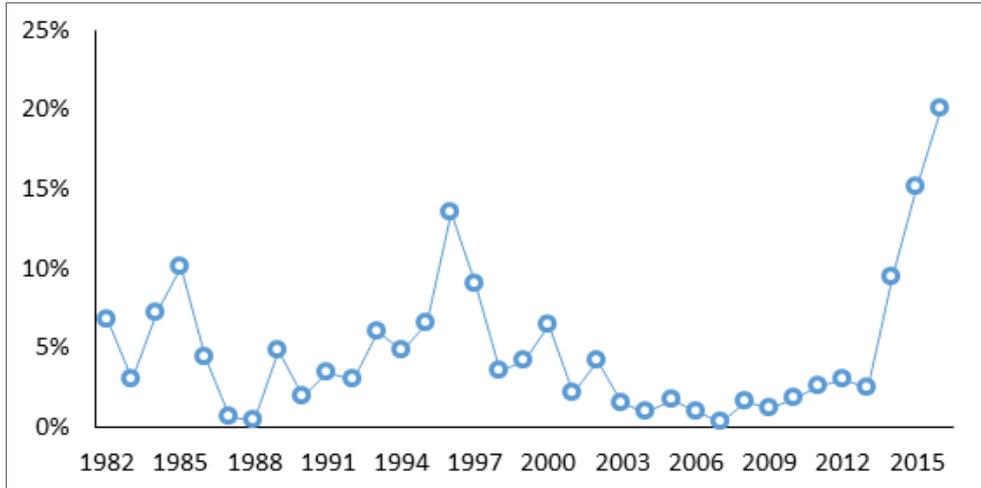
[그림 2] 발전 부문 노동 투입 왜곡



주: 자료 1 분석결과 도시

- 1994~1996년의 노동 투입 왜곡은 IMF 직전에 사회 전반에 만연한 비효율성과 관련된 것으로 짐작되며, 1998~2003년의 노동 투입 왜곡은 구조개편으로 인한 발전 부문 인원 감축과 관련된 것으로 보임.
 - 김대욱 외(2006)는 1997년 구조개편위원회 설립이 발전부문 인원 감축을 유발하였으며 그 효과는 2003년 남동발전 매각 실패까지 지속되었다고 분석
- 2008~2013년에는 발전자회사의 경영실적 악화에도 불구하고 노동이 과대 투입되는 왜곡이 발생한 것으로 분석되어, 경영성과와 고용 간 연계성이 떨어지는 공기업적 특성이 노동 투입 왜곡과 연관된 것으로 추론
 - 동 기간 발전자회사의 경영실적은 악화되었음에도 불구하고, 발전자회사의 인건비는 연평균 2.2% 증가
- 연료 투입 왜곡은 1982~1983년, 1990~1996년, 2013~2016년에 심화되며, 주된 원인은 각각 2차 오일쇼크, 걸프 전쟁 및 저유가로 추론

[그림 3] 발전 부문 연료 투입 왜곡



주: 자료 1 분석결과 도식

- 1982~1983년, 1990~1996년은 각각 2차 오일쇼크 및 걸프 전쟁으로 인해 에너지 가격이 급격히 상승한 기간으로, 에너지 가격의 급격한 상승은 연료 과소 투입의 왜곡을 발생시킴.
 - 2013~2016년은 평균 국제유가가 연평균 5~9% 감소하였던 유가 하락기로, 에너지 가격 하락에 따라 연료가 과대 투입되는 방향의 왜곡이 발생
- 배분 비효율성 분석 결과를 종합하면, 발전자회사와 한전 간 정산조정 및 전기요금 규제, 공기업적 특성 등의 규제 환경이 자본과 노동 투입의 비효율성을 유발하여 발전 부문의 비용 효율성을 악화시키는 것으로 판단됨.
- 구조개편은 자본과 노동 등 모든 요소에 대해 비용 절감을 유인하는 방향의 왜곡을 발생시켰으나, 이후의 규제환경은 비용 증가를 유발하는 왜곡을 초래함.

2. 송·배전 및 판매 부문 효율성

- 송·배전 및 판매 부문 비용함수 추정 결과, 자료 유형에 따른 분석결과의 강건성 및 구조개편이 송·배전 및 판매 부문의 총 비용 증가를 유발하였음을 확인함.
- 자료 1~자료 4에 걸쳐 비용함수 계수 추정치가 유사한 값을 가져, 자료 유형에 따라 분석결과가 크게 달라지지 않음.
 - 2001년 구조개편의 영향을 나타내는 계수 추정치(d_{2001})가 유의한 양(+)의 값을 가져, 수직 분리로 인한 효율성 상실이 송·배전 및 판매 부문의 비용 효율성 악화를 유발하였다고 판단됨.

〈표 5〉 송·배전 및 판매 부문 비용함수 계수 추정치

계수	추정치	계수	추정치
α_0	2.478 (2.243)	δ_{KT}	0.034* (0.018)
α_K	0.663*** (0.009)	δ_{KS}	0.013 (0.045)
α_{KK}	0.231*** (0.005)	k_K	1.993*** (0.106)
γ_t	0.763*** (0.180)	d_{1997}	-0.221*** (0.078)
β_T	-5.346*** (0.908)	d_{2001}	0.681*** (0.166)
β_S	8.760*** (1.778)	d_{2011}	-0.064 (0.039)
β_{TT}	2.824 (2.792)	γ_1	6.328*** (1.236)
β_{TS}	-6.336 (7.361)	γ_2	-0.001 (0.001)
β_{SS}	15.75 (19.11)		

주 1) 괄호 안에는 robust standard error를 기입

주 2) ***, **, *은 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 유의함

주 3) 자료 1에 대한 계수 추정치 기입

- 송·배전 및 판매 부문에서도 생산요소의 적정 투입을 통한 비용최소화 달성에 실패하는 것으로 분석됨.

- 한전은 투입요소의 시장가격이 아닌 암묵가격에 근거해 생산 활동을 결정하며, 이는 비용 효율성 악화를 초래하는 것으로 분석됨.
 - 규제로 인한 투입가격 왜곡을 나타내는 계수(k_k)가 1보다 큰 값을 가져, 투입요소별로 암묵가격과 시장가격이 차이를 보여줌.
- 자본, 노동 등 투입요소 간 효율적 배분에 관한 귀무가설을 전부 기각하여, 배분 비효율성 존재를 뒷받침함.

□ 송·배전 부문과 판매 부문 간 겸업은 비용 효율성 개선에 기여

- 송·배전 부문과 판매 부문 간 범위의 경제성 필요조건이 만족되어, 수직통합을 통한 비용효율성 향상 효과를 기대할 수 있는 것으로 분석됨.

〈표 6〉 송·배전 부문과 판매 부문 간 범위의 경제 추정 결과

	자료 1	자료 2	자료 3	자료 4
약비용보완성	-40.50* (21.91)	-29.62 (26.52)	-51.14** (25.02)	-11.89 (19.76)

주 1) 괄호 안에는 델타 방법론(delta method)으로 도출한 점근적 표준오차 지계

주 2) **, *은 각각 5%, 10% 수준에서 유의

- 모든 자료에 대해 약비용보완성 지표가 음(-)의 값을 가지며, 자료 1과 자료 3의 추정결과는 통계적으로도 유의함.
- 음(-)의 약비용보완성은 주어진 산출물 수준 하에서 어떤 산출물이 증가할 때 다른 산출물의 한계비용이 감소함을 의미(Gilsdorf, 1994)

□ 송·배전 부문과 판매 부문 모두에 대해 규모의 경제성 충분조건이 만족되지 않아, 각 부문은 비용 효율적 규모를 상회한 것으로 분석됨.

〈표 7〉 송·배전 부문과 판매 부문의 규모의 경제 추정 결과

부문	자료 1	자료 2	자료 3	자료 4
송·배전 부문	36.75*** (11.96)	35.89*** (11.57)	46.68*** (13.65)	19.09** (8.123)
판매 부문	83.72* (46.43)	130.5* (67.84)	126.9** (53.45)	70.27 (52.25)

주 1) 괄호 안에는 델타 방법론(delta method)으로 도출한 점근적 표준오차 지계

주 2) ***, **, *은 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 유의

- 송·배전 부문과 판매 부문 모두 한계비용 변화율이 양(+)의 값을 가져 산출 규모 증가에 따라 한계비용이 증가하여 비용 효율성이 감소하는 것으로 분석됨.
- 판매 부문은 네트워크 외부성이 존재하지 않기 때문에 규모의 불경제가 자연스러운 결과라 판단되나, 송·배전 부문은 네트워크 외부성이 존재하므로 규모의 불경제 여부를 선불리 판단하기 어려움.
 - 네트워크 외부성은 네트워크를 구성하는 생산, 유통 및 소비를 연결하는 재화·서비스의 흐름에 참여하는 자가 증가함으로써 그 가치가 증가하는 것을 의미하며(조창현, 2006), 네트워크 외부성에서 자연 독점성이 비롯됨.
 - 송·배전 부문은 망 산업이므로 자연 독점성을 가지나, 판매 부문은 고객 관리, 검침, 과금, 전력 구입 등이 수익을 결정하는 핵심 요소이므로 네트워크 외부성이 존재한다고 보기 어려움.
- 판매 부문 분할은 효율성 개선에 기여할 수 있지만, 판매 부문 수직 분리에서 기인하는 효율성 감소에 대한 대비책 마련이 필요
 - 판매 부문 수평 분할 및 경쟁 도입의 효율성 증가분이 수직 분리로 인한 범위의 경제성 상실이 유발하는 효율성 감소분보다 크다면 판매 부문 분할은 비용 효율성 개선에 기여할 것임.
 - 주요국은 판매 부문은 경쟁을 도입하고 민영화하는 형태로 진화

- 송·배전 부문은 망 산업의 특징을 가지므로 설비 중복 투자를 방지하고 사용자의 보편적 접근성을 허용하는 원칙을 준용하는 선에서 효율성 향상을 모색할 필요
 - 송전과 배전은 물리적 구분이 가능하고 제공하는 서비스가 달라 주요국은 송전과 배전을 분리하여 각기 다른 규제를 적용(남일총, 2012)
- 2001년 구조개편이 발전 부문 비용 효율성과 송·배전 및 판매 부문 비용 효율성에 미친 영향을 비교할 때, 수직 분리 시 분할 및 경쟁 도입을 통한 효율성 향상 유인이 필요함.
 - 비용함수 추정 결과, 2001년 구조개편은 송·배전 및 판매 부문 생비용을 유의하게 증가시키되, 발전 부문 생산비용은 유의하게 감소시킴.
 - 구조개편을 통해 발전, 송·배전 및 판매를 수직 통합하여 얻는 효율성은 상실한 반면 송·배전 및 판매 부문은 경쟁을 도입하지 않아 효율성 향상의 기회를 얻지 못하였기 때문으로 추정됨.

IV 시사점 및 기대효과

1. 정책 시사점

- 첫째, 발전 부문 효율성 개선을 위해서는 도매시장 정산방식과 소매 전력 가격(전기요금) 관련 정부 규제 개선이 필요

- 정부의 전기요금 규제에 따라 한전은 전력구입비 변화와 요금 연동이 어려워 고유가 시 한전이 손실을 입게 되고, 이 손실이 도매시장 정산과정에서 발전자회사에 전가되는 구조의 총체적 개선 필요
 - 전력구입원가의 변화를 전기요금에 적기 반영하고, 정산조정 방식을 개선하여 발전자회사와 한전의 회계성을 분리하는 등 규제 개선을 통해 효율성 개선 가능
 - 이는 한전 및 발전자회사의 재무구조 건전화 및 자본 투입 최적화에 기여
- 둘째, 발전 부문의 민간사업자 비중을 확대하고 경쟁을 촉진하여 공기업적 특징을 완화시킬 필요
- 민간사업자 비중 확대는 경영 성과와 노동 투입 간 연계성을 높일 뿐만 아니라, 전반적인 요소 투입 효율성 개선에 기여(김대욱·이유수, 2010)
- 셋째, 현재 수직 독점 형태로 운영되는 송·배전 및 판매 부문에서 판매 부문을 수직 분리하고 분할 및 경쟁을 도입한다면 비용 효율성 개선 가능
- 판매 부문은 네트워크 외부성이 존재하지 않는 산업이므로 분할 및 경쟁 도입이 효율성 향상에 기여할 수 있으며, 이 때 수직 분리에서 비롯된 효율성 감소에 대한 대비책 마련을 병행할 필요
 - 발전 부문을 분리하여 경쟁을 도입한 2001년 구조개편이 발전 부문의 생산비용은 감소시킨 반면, 송·배전 및 판매 부문의 생산비용은 증가시켰음을 고려할 때, 경쟁 도입을 통한 효율성 개선이 병행되어야 함.
 - 송·배전 부문에 대해서는 해외사례 분석 및 후속 연구를 통해 송전과 배전의 각기 다른 특성이 고려된 효율성 향상 방향 설정 필요

2. 기대효과 및 한계

- 본 연구의 결과는 제3차 에너지기본계획 정부안의 주요 정책과제를 뒷받침하여 정책과제의 당위성 및 효과성을 부연하는 기초자료로 활용 가능

- 정부는 「제3차 에너지기본계획 정부안」(19.4)에서 전기요금의 원가 적기 반영 등 전기요금 체계 개선과 발전사 간 정산조정계수 개선 등 전력시장 제도 개선을 정책과제로 제시함.
 - 본 연구의 결과는 전기요금 체계 개선과 발전사 간 정산조정계수 개선이 발전 부문 효율성 향상에 기여함을 정량적으로 보여, 향후 정책과제 추진의 필요성과 기대효과를 뒷받침하는 결과로 활용될 수 있을 것임.
- 중·장기적 관점에서는 한계상황에 봉착한 국내 전력산업 구조를 개선하기 위한 정책 방향을 모색하는 데 활용될 수 있을 것이라 기대됨.
- 에너지전환을 성공적으로 이행하고 전력산업에서 발생하는 새로운 변화를 적극 수용하기 위해서는 궁극적으로 전력산업 구조에 변화가 필요한 상황
 - 국내 전력산업의 부문별 효율성을 정량적으로 분석한 선행연구가 거의 존재하지 않는 상황에서, 본 연구는 최초로 비용 효율성 관점에서 국내 전력산업 구조변화의 방향성을 제시하였음.
- 마지막으로, 전력산업 구조변화에 대한 기존 논의를 보다 학술적이고 생산적인 방향으로 전환시키기 위한 논의의 시발점 제공
- 본 연구를 계기로 전력산업 효율성 분석에 필요한 자료의 공개가 활성화 되고, 제대로 된 자료 구축 및 분석 방법론에 대한 토론의 촉진을 기대할 수 있음.
 - 다양한 학술 연구결과 발표 및 토론 활성화는 전력산업 구조변화에 대한 기존의 관념적·규범적·정치적 담론을 극복하고 보다 바람직한 정책 방향을 모색하는 데 기여할 것임.

〈 참고자료 〉

- 김대욱 외, 『우리나라 전력산업의 특징과 구조개편의 효율성 분석』, 산업연구원 연구보고서 제519호, 2006.
- 김대욱·이유수, 『기업의 소유권과 효율성에 관한 연구-전력산업을 중심으로』, 규제연구 19(1), pp.155-177, 2010.
- 남일충, 『전력산업에 대한 경쟁정책』, 한국개발연구원 연구보고서 2012-02, 2012.
- 손양훈·정태용, 『전력산업의 규모의 경제성에 관한 연구』, 경제학연구 41(2), pp.29-47, 1993.
- 원두환·정수관, 『한전계열 발전자회사의 비용구조와 성과에 관한 실증연구』, 응용경제 17(1), pp.135-158, 2015.
- 이명헌, 『국내 발전 산업에 대한 생산요소 간 효율적 배분의 비용절감 및 전력공급가격 파급효과』, 경제연구 34(3), pp.87-104, 2016.
- 조창현, 『전력산업 규제개혁의 정책결정 과정 분석』, KIET 산업경제분석(2006. 11), 산업연구원, 2006.
- Gilsdorf, K. 『Vertical integration efficiencies and electric utilities: A cost complementarity perspective』, The Quarterly Review of Economics and Finances 34(3), pp.261-282, 1994.

정책 이슈페이퍼 19-16

**전력산업 부문별 효율성 실증 연구:
비용함수 분석을 중심으로**

2019년 6월 27일 인쇄

2019년 6월 28일 발행

저 자 김 지 효

발행인 조 용 성

발행처 **에너지경제연구원**

44543 울산광역시 중가로 405-11

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

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 디자인 범신 (042)226-8737

KEEI ISSUE PAPER



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

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