

정책 이슈페이퍼 18-10

신재생에너지 RPS제도 개선을 위한 경매제도 도입 방안

이석호 · 조상민

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 5
- III. 정책 제언 / 35
- IV. 기대 효과 / 37
- 〈참고자료〉 / 39

I. 배경 및 문제점

□ 신재생에너지제도 보급제도의 변화 및 국내 환경변화

- 국내 신재생에너지 보급제도는 발전차액지원제도(Feed-in-Tariff, 이하 FiT)가 2001년 도입되어 2011년까지 시행됨에 따라 신재생에너지 초기 시장을 확보함.
 - FiT는 신재생에너지 보급 초기에 신재생에너지 투자에 대한 경제성 확보를 위해 신재생에너지를 활용하여 생산된 전기의 판매가격이 정부가 정한 기준가격보다 낮을 경우 그 차액을 지원함.
 - ※ 대부분 국가에서는 차액을 전기요금에 직접 반영하나, 우리나라는 차액을 전력산업기반기금에서 지원하였음.
 - 그러나 신재생에너지발전소의 과도한 건설 붐과 전력산업기반기금의 예산상 제약, 발전사업자 간 경쟁 결여, 기술개발을 위한 유인 부족 등의 문제점이 지적됨.
- 2012년부터 신재생에너지공급의무화제도(Renewable Portfolio Standard, 이하 RPS)가 FiT를 대체함.
 - RPS는 발전량의 일정비율 이상을 신재생에너지를 이용하여 공급하도록 의무화하고 발전사업자 간 경쟁을 유발하여 적은 비용으로 많은 신재생에너지를 공급하는 것을 목표로 함.
 - RPS는 FiT에 비해 경쟁에 더 많이 노출되고, 수익의 불확실성도 높은 시장기반 정책임.

<표 1> RPS와 FiT 제도 비교

		FiT	RPS
국내시행 시행		2001~2011	2012~현재
제도 메커니즘		가격(P) 조정(정부)	물량(Q) 조정(정부)
		물량(Q) 결정(시장)	가격(P) 결정(시장)
정부 역할		가격(P)의 적정성 담보	물량(Q)의 적정성 담보
장단점	시장개입	가격설정에 직접 개입	물량에 개입
	비용보전	전력산업기반기금재원 활용	한국전력이 정산
	보전규모	시장에서 결정	정부가 정한 물량과 시장에서 결정된 가격으로 보전
	보전단가	정부가 결정	시장에서 1차 결정 정부가 최종 결정
	수입위험	변동성 없음	SMP와 REC 이중 변동성
	사업기간	확정기간(15 or 20)적용	계약에 따라 불확정
	기술별 차등	원별 기준가격 차등	가중치로 보완

자료: 조기선, 2017, 전력시장의 미래 대응 신재생에너지 이슈, p.8 재구성

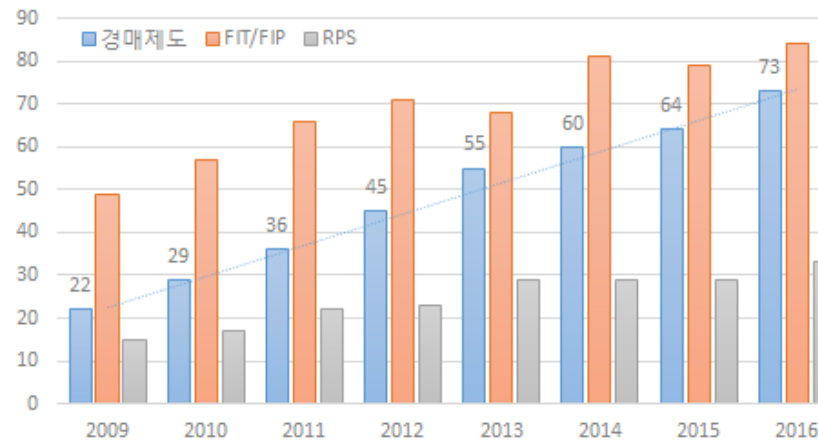
- 2016년부터 신재생에너지 공급인증서(Renewable Energy Certificate, 이하 REC) 시장에서 태양광과 비태양광 구분이 사라짐.
- RPS를 도입하며 한시적으로 태양광과 비태양광 시장을 구분하여 태양광을 보호하였음.
- 2016년 3월부터 태양광과 비태양광에 대한 구분이 사라져 태양광에 대한 지원이 감소하였고, 본격적인 원별 경쟁이 시작됨.
- RPS제도 도입 당시의 환경과 현재의 환경의 차이 발생
- RPS제도에서 전력 판매수입은 계통한계가격(SMP)으로 거두고 있으나 유가 하락과 전력예비율 상승으로 도입 당시보다 SMP가 하락(2012년 7월 185.14원 → 2017년 6월 82.333원)

□ 해외의 신재생에너지 정책 변화

- 최근 해외 주요국가에서는 경매제도(auction)가 확대 추세를 보임

- 2005년 경매제도 채택국가는 6개국이었으나, 2016년 말 최소 73개국이 경매제도를 도입하여 운영 중¹⁾

[그림 1] 세계 주요국의 경매제도 도입 동향



자료: REN21, 2010~2017, Renewables Global Status Report 재구성

- 유럽의 경우 8개국이 경매제도를 도입하였고 7개국이 2020년까지 경매제도 도입을 검토하고 있음.
- 영국은 CfD(contract for difference) 경매를 통해 육상풍력과 해상풍력 프로젝트를 확정하였고 여타 신재생에너지 기술에 대해서도 CfD 경매 적용 확대를 검토 중임.
- 독일은 신재생에너지 지원방식을 FiT에서 경매제도 방식으로 이행 중이며, 프랑스는 FiT, FiP(Feed-in-Premium), 경매 등을 결합한 지원정책을 설계 중임.
- 일본은 2017년 하반기 첫 경매 시행하였고 중국도 경매 도입을 추진 중임.

□ 정부의 신재생에너지 정책적 목적 구현

- 정부는 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(이하 신재생에너지

1) REN21, 2011~2017, Renewables Global Status Report 인용

지법)"을 통해 정책적 목적을 아래와 같이 밝힘.

- 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급 촉진
- 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통해 에너지원의 다양화, 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 친환경화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진
- 이러한 정책의 목적을 구현하기 위해 실행 중인 여러 정책수단 중 대표적인 것이 RPS 제도임. 그러나 신재생에너지 핵심 정책인 RPS 제도는 수익의 불확실성을 높여 투자를 저해시키고, 제도의 복잡성으로 시장 혼란 발생
- 신재생에너지 발전사업자의 수익원은 SMP와 REC로 구성되어 있으나 각각의 변동성이 높은 이중불확실성 문제로 자금 조달이 어려움
- 현재 REC 시장은 현물시장, 계약시장, 자체조달시장, 선정제도(장기고정가격) 시장 등 4가지로 구성되어 있고 가중치도 다양하게 설정되는 등 제도가 매우 복잡하게 설계되어 있음.
- 현 RPS 제도를 단순화면서 명확하게 재설계할 필요성이 꾸준히 제기되어 있음

□ 본 연구는 신재생에너지 RPS제도의 구조적 문제점을 파악하고 이를 개선하기 위한 정책 대안을 마련하고자 함

- 먼저 RPS제도의 구조적 문제점을 파악하고 독일, 영국, 브라질 등 주요국 경매제도의 특징을 분석하였음.
- 경매제도 도입 시 고려 요인과 요인별 장단점을 파악하고 경매이론 분석 및 ABM 모형을 분석 통해 최적의 가격결정방식을 도출하였음.
- 이를 토대로 적정한 방식의 경매제도(안)을 도출하였고 정책제언을 통해 RPS제도를 개선을 도모하였음.

II. 조사 및 분석 결과

1. RPS 이행 현황 및 구조적 문제점

□ RPS 시행 이후 이행률이 지속적으로 개선되고는 있으나 2016년까지 이행 목표를 달성하지 못하고 있음.

- 2012~2014년간 이행률은 80% 이하로 다수의 의무대상자가 과징금을 납부함.
 - 2015년의 경우 당초 의무비율이 3.5%였지만, 목표달성이 어려워져 3.0%로 하향 조정함에 따라 비교적 높은 이행률(90.2%) 달성
 - 2016년도 의무비율을 4.0%에서 3.5%로 낮추어 90.2%의 이행률 달성

<표 2> 연도별 의무공급량 비율

연도	12년	13년	14년	15년	16년	17년	18년	19년	20년	21년	22년	23년 이후
비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

자료: 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 별표3

- 연간 평균의무비용도 매년 상승하고 있어 RPS 이행으로 인한 가격하락이 실현되지 못하고 있음.

<표 3> RPS 의무이행 현황

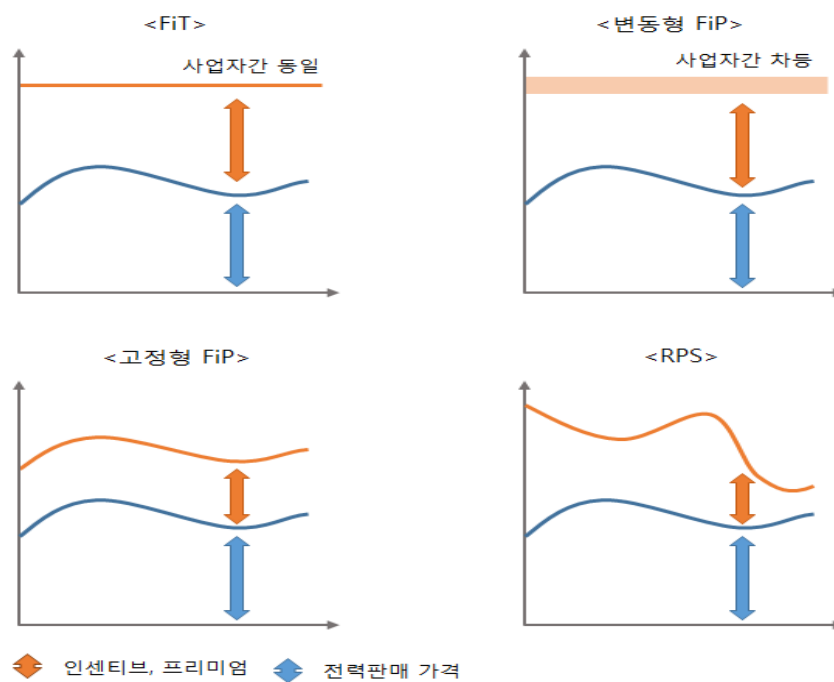
구분	2012	2013	2014	2015	2016
의무비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5
의무량(천REC)	6,420	10,897	12,905	13,839	16,970
이행량(천REC)	4,154	7,325	10,078	12,486	15,377
이행률(%)	64.7	67.2	78.1	90.2	90.6
이행비용(억원)	1,476	4,150	6,591	10,421	13,010
평균의무비용(억원/천REC)	0.36	0.56	0.65	0.83	0.85

자료: 산업통상자원부, 에너지정책 정례브리핑 - 2017년 4월을 참고하여 저자 작성

□ (문제점 1) 수익의 불확실성으로 인한 공급비용 및 거래가격 상승

- SMP(계통한계가격)와 REC(신재생에너지 공급인증서) 가격이 변동됨에 따라 발생하는 높은 수익 불확실성 원가 측면에서의 가격 상승 유발
- RPS는 FiT, FiP, 경매제도 등 다른 핵심 신재생에너지 지원정책수단과 비교하면 사업자들이 높은 불확실성에 노출됨([그림 2]).
- ※ 한편, RPS가 다른 지원정책수단에 비해 시장 노출도가 높고 경쟁에 기반을 둔 비용효율적 신재생에너지 보급은 장점임.

[그림 2] 신재생에너지 지원정책수단간 수익 불확실성 비교



자료 : 조상민(2016), p.116

- 높은 불확실성으로 인해 시장참여자들이 시장참여를 주저하게 되고, 시장에 참여하더라도 투자회수기간을 짧게 설정하여 REC 가격 상승 유발
- ※ REC 가격 변동을 예측할 수 없으므로 현재 시점에서 REC 가격이 높다 하더라도 장기 수익성이 보장되지 않음. 따라서 투자를 주저하거나 투자회수기간을 짧게 설정

- ※ 짧은 투자회수기간은 신재생에너지 발전단가 상승을 유발하고, 낮은 시장참여도로 인한 공급부족은 REC 시장에서의 가격상승을 유발함.
- 높은 불확실성으로 인한 금융권으로부터의 금융조달 어려움 및 금융비용 상승 또한 신재생에너지 공급비용 상승 요인으로 작용
 - ※ 신재생에너지 발전프로젝트는 주로 프로젝트파이낸싱에 의존하나, 소규모 발전사업자의 경우 낮은 신용도, 높은 수익 불확실성 등으로 인해 은행권이 금융조달을 주저하거나 높은 이자율을 적용

□ (문제점 2) 복잡한 시장구조와 시장 교란 가능성

- REC 현물시장, 계약시장, 선정시장, 자체건설 등 시장이 복잡하게 분리되어 있고 REC 가중치가 복잡다단하여 시장참여자들의 혼란 발생

[그림 3] REC 거래시장 구조



자료 : 광왕신, 2017, 8차 전력시장 포럼 발표자료

- 시장의 복잡성은 민간투자를 유도하는 데 장애요인으로 작용하며, 시장참여자들이 수익성을 극대화하기 위해 투기적 행태를 보이기도 함.
 - ※ 선정시장을 통해 REC 장기계약을 체결한 사업자가 현물시장 REC 가격 상승을 이유로 기존 계약의 파기를 요청하는 사례 발생

- 현물시장과 선정시장의 REC 가격 격차가 발생하고 있음. 현물시장의 경우 리스크프리미엄을 고려한 가격이라고는 하나 선정시장이 주로 소규모 발전사업을 대상으로 한다는 점에서 이러한 가격 격차가 적정한 것인지 검토 필요

※ 평균 30% 정도의 리스크프리미엄을 추가로 지불하면서 현물시장을 유지할 필요가 있는지 의문

※ 현물시장 가격의 경우 정부기준가격에 영향을 미치고, 이것이 REC 물량의 상당 부분을 차지하는 자체계약가격을 결정하기 때문에 현물시장의 물량 자체는 적지만 RPS 시장 전체에 미치는 영향은 큼.

<표 4> 주요 REC 시장별 REC 거래 가격 (태양광 기준)

	선정시장(통합) (A)	현물시장(평균) (B)	(B/A)
2016년 하반기	113,321	139,200	1.39
2016년 상반기	86,477		
2015년 하반기	73,275	92,565	1.29
2015년 상반기	70,707		
2014년 하반기	미시행	103,976	0.92
2014년 상반기	112,591		
2013년 하반기	128,539	174,504	1.32
2013년 상반기	136,095		
2012년 하반기	158,660	179,710	1.14
2012년 상반기	156,634		

자료) 선정시장 : http://www.knrec.or.kr/knrec/12/KNREC120700_01.asp, 최종방문일 2017.7.4

현물시장 2016년 : KPX, 2017, 2016년 12월 REC 거래동향 리포트

현물시장 2015년 : KPX, 2016, 2016년 2월 REC 거래동향 리포트

현물시장 2014년 : KPX, 2016, 2015년 12월 REC 거래동향 리포트

현물시장 2012~2013년 : KPX 원스톱 통합포털, 원별 평균체결 가격 평균

<http://onerec.kmos.kr/portal/selectBbsNttList.do?bbsNo=438&key=1875>, 최종방문일 2017.10.31

- REC 가중치의 적정성에 대한 논란 지속적으로 발생, REC 가중치 조정에 따른 예측 불확실성 존재

- ※ 일부 신재생에너지원의 경우 REC 가중치 조정 요구를 지속적으로 제기하고 있으며, 가중치 조정에 대한 기대감은 투자 지연의 원인이 될 수도 있음.
- ※ REC 가중치 조정에 따른 사업성 변동도 금융권의 참여를 주저하게 하는 요인 중 하나

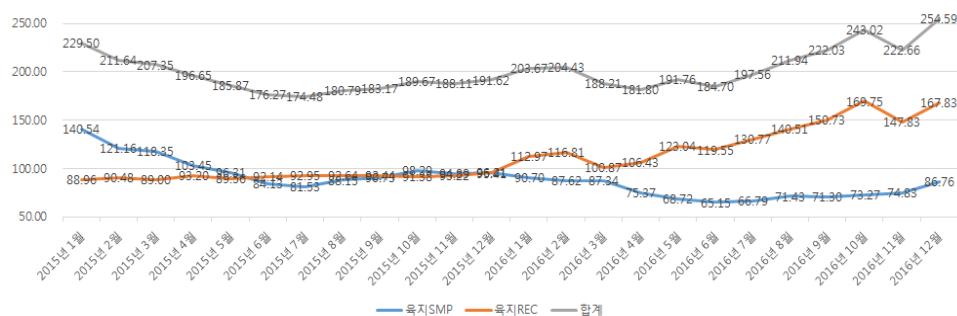
□ (문제점 3) 발전사업자 의무공급 부여에 따른 시장의 비효율

- REC 확보 의무를 발전사업자에 부여함으로써 시장이 비효율적으로 작동
 - 발전공기업은 REC의 수요자이자 동시에 공급자로 시장에 참여, 수요자와 공급자가 분리되지 않아 시장효율성을 제고하기 어려움.
 - ※ 발전공기업 내부의 의사결정 시 REC를 낮은 가격에 확보하고자 하는 유인(REC 구매자)과 REC를 높은 가격에 팔아야 하는 유인(발전사업자)이 공존함. 따라서 이 둘이 적정하게 타협하는 형태의 의사결정이 이루어질 가능성이 높음.
 - ※ 발전사업자로서의 역량을 축적해 온 대규모 발전사가 발전사업보다 구매사업에 역량을 집중토록 함. 이는 대규모 발전사의 신재생에너지 발전사업자로서의 역량 확보에 부정적으로 작용하고 결국 시장에서 REC 공급 부족 현상으로 이어질 수 있음.
 - 의무대상 발전사는 한전으로부터 RPS 이행비용을 정산받을 수 있음. 따라서 저렴하게 REC를 확보하는 유인보다는 적정한 가격 수준에서 REC를 다수 확보하여 과징금을 회피하는 데 집중할 유인이 더 크게 작용
 - ※ 프로젝트를 직접 개발하기보다 민간에서 개발한 프로젝트에 공기업이 참여하는 SPC를 구성하여 REC를 쉽게 확보하는 대안 선호
 - ※ SPC를 구성하여 REC를 경쟁시장에서 판매하는 구조가 아니기 때문에 가격을 적극적으로 낮추기보다는 정부고시가격으로 계약함으로써 계약을 쉽게 진행하는 방안을 선택 (정부고시가격으로 계약하면 이행비용을 전액 보전받을 수 있으므로 의무대상 발전사 입장에서는 손해가 없음)
 - ※ 이러한 과정에서 발전설비, 금융조달 등의 중요한 의사결정 사항에 대한 수익계약이 빈번하게 발생하여 민간사업자가 수익을 취하는 형태로 SPC가 구성될 가능성 높음. 이는 이행비용 감축을 저해하는 요인으로 작용
 - 정산의 기준이 되는 REC 기준가격이 낮아지는 것을 막기 위한 공급의무사

들의 전략적 행동 가능

- ※ 선정시장에 대한 물량 확대를 통해 선정시장 가격상승을 유발하여 선정시장에서는 손해를 보지만 기준가격의 상승을 통해 이행비용 보전에서 이익을 더 크게 보는 전략 구사 가능
- 의무량을 자체건설을 통해 이행할 수 있기 때문에 혼소발전²⁾과 같은 경제적 기여도, 산업 파급효과가 낮지만 쉽게 의무를 달성할 수 있는 대안 선호
- ※ 실제 바이오, 폐기물 비중과 태양광-풍력 비중을 비교하면 바이오, 폐기물 비중이 압도적임.
- ※ 이에 정부는 바이오에너지 비중에 상한을 제시하는 방안까지 검토한 바 있음. 그러나 이는 시장기반 정책인 RPS의 도입 취지에 반함.
- 기술개발 및 경쟁기반 정책 시행에 따라 세계적으로 신재생에너지 설비단가 및 계약가격이 하락하지만 국내 SMP+REC 가격은 이러한 하락추세를 반영하지 못하고 있음.
- 이는 결과적으로 경쟁에 기반을 둔 신재생에너지 도입비용의 하락이라는 RPS 도입 취지에 어긋남.

[그림 4] 최근 현물시장 SMP 및 REC 가격 동향



자료 : KPX, 2017, 2016년도 12월 REC 거래 동향 리포트

- 또한, 매년 정부가 기준가격을 하락시켜왔던 FiT에 비해 현재의 RPS가 비용효율적인지에 대한 의구심 제기

2) 혼소발전을 통해 배출권까지 인정받을 수 있기에 발전사 입장에서는 최적 대안

<표 5> 모듈가격, 독일 태양광 경매 낙찰가, 국내 SMP+REC 비교

연도	분기	모듈가격(€/W) ¹⁾		독일 태양광 경매 (€/MWh)	국내 SMP+REC ²⁾ (원/kWh)
		독일	한국·일본		
2015	2분기(A)	0.60	0.65	91.7 (1차, 4월)	186.26
	3분기	0.58	0.65	84.9 (2차, 8월)	179.48
	4분기	0.59	0.65	80.0 (3차, 12월)	189.80
2016	1분기	0.58	0.65	-	215.44
	2분기	0.56	0.63	74.1 (4차, 4월)	186.09
	3분기	0.53	0.61	72.3 (5차, 8월)	210.51
	4분기	0.50	0.58	69.0 (6차, 12월)	240.09
2017	1분기	0.47	0.55	-	235.30
	2분기(B)	0.45	0.53	56.6 (7차, 4월)	207.79
(B/A)		0.76	0.81	0.62	1.12

자료: BNEF(2017) 엑셀자료, KPX(2017) p.4 재작성, <http://www.pvxchange.com/priceindex/Default.aspx?langTag=en-GB>

1) 모듈(Multi-Silicon) 평균가격

2) 분기별 평균가격

- 더구나 우리나라의 SMP+REC는 유럽국가들은 물론 여건이 비슷한 아시아 국가들과 비교해서도 가장 높은 수준

※ 전 세계 국가의 CAPEX가 수렴할 것으로 전망되고 아시아에서 가장 높은 CAPEX를 보이는 일본도 2020년경에는 LCOE가 \$100/MWh 수준으로 하락 전망 (BNEF, 2017)

<표 6> 2017년 상반기 아시아 국가 LCOE 비교

국가	인도	호주	중국	태국	말레이시아	필리핀	베트남	인도네시아	일본	한국
LCOE (\$/MWh)	68	71	76	107	108	109	152	155	161	1621)2)
한국=100	42	44	47	66	67	67	94	96	99	100

1) 2017년 6월 12일 환율 1,121.6원 기준 (181.6 원/kWh)

2) 2017년 상반기 RPS 고정가격계약 경쟁입찰 사업자 선정 결과, REC 가중치 1.0 기준 (100kW ~ 3MW), 육상 기준

자료 1) BNEF(2017), 벤치마크 LCOE 기준

자료 2) 에너지공단(<http://www.knrec.or.kr/knrec/13/KNREC130110.asp?idx=2543&page=>), 최종방문일 2017.7.4

□ (문제점 4) 기타 비제도적 문제점

- 이러한 불확실성에 더해 발전사업 추진과정에서 발생하는 주민 반대, 인허가 지연, 계통접속 지연 문제 등으로 REC 공급이 적시에 이루어지지 못하면서 수급여건으로 인한 가격 상승요인 발생
- 주민 반대로 2016년 말 기준 11개 프로젝트 900MW 설비 도입 지연

<표 7> 신재생에너지 설비 도입에 대한 주민 반대 사례

	주민 반대 이유	주요 사례
태양광	전자파, 일조량 차단, 온도차	괴산, 단양, 포항, 삼척, 영월, 익산 등
풍력	갇박임, 소음(저주파), 환경훼손, 재산권 침해	영덕, 영동, 장수, 청송, 거제 등 대정해상풍력 : 일시금 및 지분 요구

자료: 에너지경제연구원(2017)

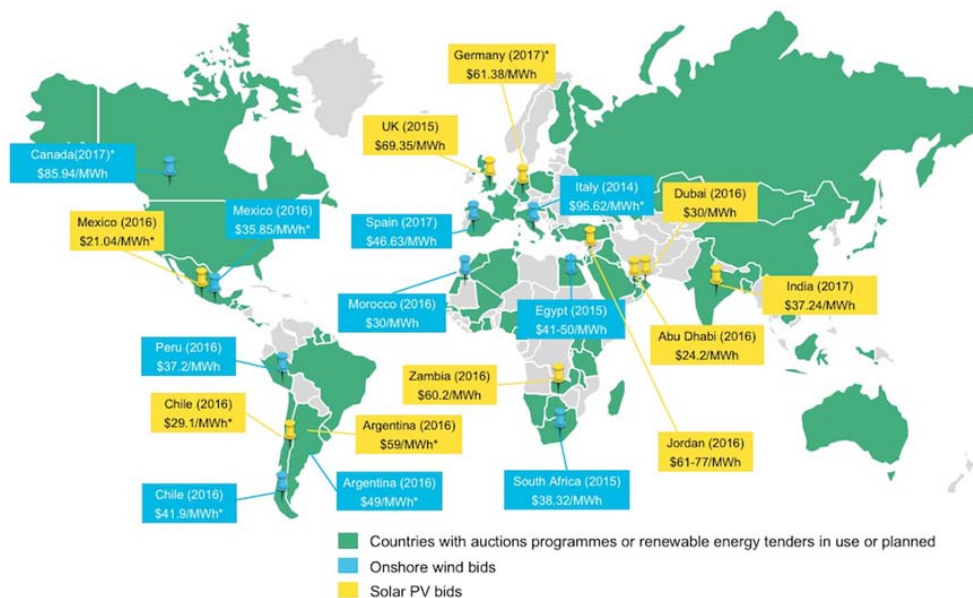
- 풍력 발전의 경우 사업 착공까지 5~7년 소요, 태양광 발전시설에 과도한 이격거리 규제 등 인허가 및 규제로 인한 보급 지연
 - ※ 풍력 : 생태자연도 1등급지 등 부처 간 이견
 - ※ 태양광 : 도로, 주거지역으로부터 100~1,000m 이상 이격 거리 규정
- 한전이 신재생에너지 발전사업을 위한 송전선로와 변전소 등의 인프라 구축에 적극적으로 대응하지 못하였음.
 - ※ 지난해 도입된 '1MW 이하 무조건 접속보장제 시행'으로 신재생에너지 투자가 대폭 늘면서 올 2월 현재 2,330MW(7,459건)가 접속대기 상태
 - ※ 한전은 최근 송전망 투자확대, 변전소 접속 용량 확대 등의 개선방안 제시

2. 국외 벤치마킹 분석

□ 세계적으로 경매제도가 확대되고 있으며, 그리드패리티를 달성한 사례가 확대됨.

- 2016년 말 기준 세계 73개국이 경매제도를 도입하였고 전통 화석발전보다 경쟁력을 갖는 결과가 도출됨.
- 2016년 9월 UAE 아부다비에서 개최된 경매에서 태양광 350MW가 \$24.4/MWh에 낙찰되어 최저가 기록을 경신함.
- 2016년 8월 칠레의 에너지 경매에서 태양광은 평균 \$37.8/MWh(최저 \$29.1/MWh), 풍력은 평균 \$45.3/MWh(최저 \$39.7/MWh)에 화석발전보다 낮은 가격으로 낙찰됨.

[그림 5] 세계 주요국의 경매제도 낙찰결과



주: *pay-as-bid auction 최저 낙찰가

자료: BNEF 웹사이트, 최종방문일 2017.10.17

□ **신재생에너지 경매제도는 FiT를 운영하는 국가에 확대되고 있으며 RPS와 병행 운영하기도 함.**

- 주로 FiT를 운영하던 국가가 적정 가격을 찾기 위해 경매제도를 도입하였고, 의무화제도를 시행하던 국가도 경매제도로 전환함.
- 독일은 2015년 태양광 시범경매 이후 2017년부터 경매 대상 에너지를 확대하였고, 재생에너지 의무화제도(Renewable Obligation; RO)를 운영하던 영국도 경매제도를 도입함.
- 미국의 뉴욕주와 매사추세츠주는 RPS를 운영하며 해상풍력에 경매제도를 일부 도입함.
- 우리나라 태양광 장기고정가격 구매제도도 경매의 하나로 태양광에 경매제도를 부분도입함.

□ **신재생에너지 경매제도는 국가별로 다양한 형태로 운영됨.**

- 신재생에너지 경매제도는 경매의 대상, 대상 기술, 물량 및 예산 제한, 대상 프로젝트 규모, 지원 형태, 평가 방식, 가격결정방식 등 다양한 고려 요소가 있음.
- 경매 대상은 크게 설비용량과 발전량이 있으며, 설비용량도 최소 발전량과 최대 발전량을 설정하고 있으나, 발전량은 발전량 변동에 따른 페널티가 부과되어 부하관리에 수월한 측면이 있음.
- 경매 대상 기술은 국가별로 상이하며, 프로젝트 규모와 연계하여 경매 대상에서 제외된 기술은 FiT 등 별도의 지원책을 유지함.
- 경매 규모에 대한 제한은 크게 설비용량 제한, 발전량 제한, 예산 제한이 있으며, 주요국 중 영국을 제외한 국가가 물량(설비용량, 발전량) 제한을 채택함.

- 경매 낙찰에 따른 지원은 크게 고정가격(FiT)과 변동형 FiP가 있으며, 영국은 CfD를 채택함.
- 경매에 따른 지원 기간(계약 기간)은 국가마다 상이하며, 대부분 국가는 복수 물량에 대한 경매를 시행하고 있음.
- 입찰에 대한 평가 방식은 가격 평가와 기타 요소를 고려한 다중속성 방식이 있으며, 다중속성 방식은 해당 국가에서 정책적으로 고려하는 요소를 평가 대상으로 산입함.
- 대부분 국가가 입찰가에 대한 상한가격을 채택하고 있음.
- 경매방식은 크게 정태적방식인 봉인입찰(sealed-bid)과 정태적(dynamic) 방식인 가격발견, 이를 혼합한 하이브리드 방식이 있으며, 경매 결과 낙찰된 물건에 적용하는 가격결정방식은 차별가격(pay-as-bid)과 균등가격(uniform)이 있음.
- EU는 가이드라인을 통해 경매 대상의 시기를 완공이 가까워지는 후기로 권장하고 있는데 이는 낙찰 물량이 실제 가동되는 확률을 높이기 위한 것이며, 많은 국가가 이런 방식을 채택함.
- EU 국가들은 사전 자격요건을 요구하고 있으며, 대부분 국가가 사전 자격요건 또는 자격요건을 통해 응찰자의 자격을 제한함.
- 경매제도는 낙찰 이후 일정 기간 내에 발전소를 완공할 것을 조건으로 하며, 이를 보장하기 위해 페널티 제도를 함께 운용함.

<표 8> 주요국의 경매제도 특징

구분	독일	영국	네덜란드	캘리포니아	브라질
경매 대상	용량(MW)	용량(MW)	용량(MW)	용량(MW)	발전량(MWh)
경매 수량	복수	복수	복수	복수	복수
대상 기술	육상/해상 풍력, 태양광, 바이오매스	모든 재생에너지원	모든 재생에너지 (전력, 냉난방), 바이오가스	모든 재생에너지원	모든 재생에너지원

구분	독일	영국	네덜란드	캘리포니아	브라질
기술 차별	기술 특정	다중 기술	기술 중립	다중 기술 (기저, 첨두, 비첨두로 구분)	기술 중립 (신규 에너지 경매), 기술 특정 (예비 에너지 경매)
물량/예산 제한	물량 제한	예산 제한	예산 제한	물량 제한	물량 제한
프로젝트 규모	최소 150kW (바이오매스), 750kW(태양광, 육상/해상 풍력)	최소 5MW	없음	최소 3MW, 최대 20MW	없음
지원 형태	변동형 FiP	변동형 FiP(CfD)	변동형 FiP	FiT	FiT
지원 기간	20년	15년	최대 15년	10, 15, 20년 (입찰자에 따라)	15년(바이오매스), 20년(풍력), 30년(수력)
평가 방식	가격	가격	가격 및 신청시기	다중속성(가격, 송전비용, 잠재적 자원 편익의 적합성)	가격
가격결정 방식	균등/차별가격 병행	균등가격	차별가격	차별가격	차별가격
상한가격	있음	있음	있음	있음	있음
경매 방식	봉인입찰	봉인입찰	가격발견	봉인입찰	하이브리드
대상 시기	초·중기	후기	후기	후기	후기
사전자격 요건	지정된 위치, 입찰 채권, (예비) 구역 설정 승인	계획 동의, 연결 합의	허가권, 소유권 증명, 0.5MW 이상 프로젝트의 타당성 조사	개발자 경력 증명, 사이트 제어, 상용 기술 사용, 전력망 연결 조사	환경 허가, 전력망 접속 승인, 독립 기관의 자원 평가, 입찰 채권
페널티	태양광 18개월 이상 지연 시 FiP 감액 (0.3ct/kWh), 지연 기간에 따라 kW당 일정 페널티 부과	13개월간 입찰 금지	3년간 입찰 제한, 4억 유로 이상 프로젝트는 벌금(최대 2%)	프로젝트 미준공 또는 불만족 시 개발 예치금 및 이행 보증금 보류	1년 이상 지연 시 소명없이 계약 해지 및 입찰 채권 미환급, 발전량 변동에 대해 페널티 부과
실행 기간	18개월(6개월 허용기간)	6개월-2년 (다른 준공 연도를 입찰)	3-4년(기술에 따라)	CPUC의 승인 후 18개월	A-1, A-3, A-5 = 1, 3, 5년

자료 1) AURES(2016a), p.24-26 재구성

2) BMWi(2016), 2017 revision of the Renewable Energy Sources Act

3) https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html

□ 독일 경매제도 사례

- 대표적인 신재생에너지 선진국인 독일은 EEG 2017를 통해 경매제도를 확대 시행함.
- 독일 경매제도의 특징은 가격으로 평가하는 봉인입찰 방식으로 기술특정 경매를 시행하고 규모에 따른 구분을 두고 있음.
- 경매 대상에서 750kW 이하 육상풍력, 해상풍력, 태양광, 150kW 이하 바이오매스는 제외되며, 경매에서 제외된 것은 FiT가 적용됨.

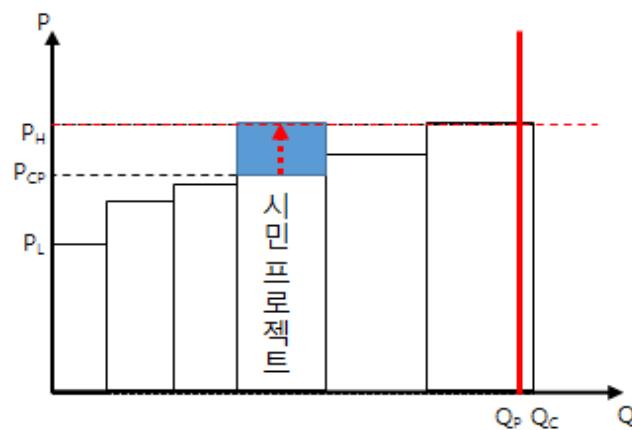
<표 8> 독일 EEG 2017 경매제도 세부 사항

기술	경매 물량	기술별 시행방안
육상 풍력	• 매년 2.8GW (2017-2019) • 매년 2.9GW (2020 이후)	• 2017년 5월 첫 번째 입찰 • 매년 3-4회 입찰 • 가격 상한 7ct/kWh • 2018년 이후 가격 상한은 전년도 실적 반영
해상 풍력	• 2030년까지 누적 15GW • 3.1GW (2015~2025 기간) • 4.2GW (2026~2030 기간)	• 1단계) 2017-2018년: 기계획 혹은 승인된 부지에 대해 입찰(2회) • 2단계) 2021년부터 2026년 이후의 신규 사업에 대한 입찰 • 2017/18년 입찰에 대한 가격 상한 12ct/kWh • 이후의 가격 상한은 최저입찰가에 의거하여 산정
태양광	• 매년 0.6GW (2017년부터)	• 2017년 2월 첫 번째 입찰 • 매년 3회 입찰 • 가격 상한: 8.91ct/kWh • 일반부지 10MW 이하, 기타 부지 유형은 750kW 이하 대상
바이오 매스	• 매년 150MW (2017~2019) • 매년 200MW (2020~2022)	• 2017년 9월 첫 번째 입찰 • 매년 1회 입찰 • 가격 상한: 14.88ct/kWh (2018부터 매년 1%씩 감소) • 150kW 이하의 설비는 경매 참여 불가

자료: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/?country=Germany>, Title # 1. 2017
Amendment of the Renewable Energy Sources Act (EEG 2017), 조상민(2016), p.102 재인용

- 독일은 차별가격 방식으로 가격을 결정하되 시민협동조합 에너지 프로젝트에 대해서는 최고 낙찰가(P_H) 보장하는 균등가격 방식을 적용하여, 낙찰가와 입찰가격의 차액($P_H - P_{CP}$)만큼 우대하여 주민수용성을 높이려 함.

[그림 3-5] 독일 시민협동조합 프로젝트 가격결정방식



자료: 저자 작성

<표 10> 시민협동조합 에너지 프로젝트 기업의 참여 요건

구분	요건
참여자수	개인 10명 이상
의결권	지역주민이 다수 의결권 보유, 주주 1인당 의결권 10% 미만
프로젝트 수/규모	프로젝트 개수: 최대 6개, 프로젝트 규모 : 최대 총 18 MW
지자체 참여	투자비 10% 이하

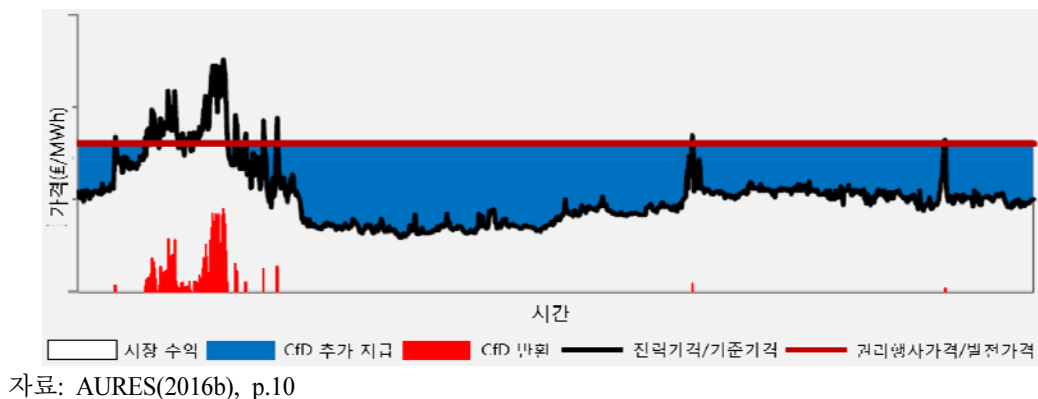
자료: BMWi, 2016, 2017 revision of the Renewable Energy Sources Act, 조상민(2016), p.101 재인용

□ 영국 경매제도 사례

- 영국은 재생에너지 의무화제도(RO)를 2017년까지 종료하고 차액정산계약 제도(CfD; Contract for Difference) 경매의 시행을 결정함.
- CfD 경매 대상은 용량으로 모든 재생에너지원이 대상 기술이고, 기술 차

- 별이 존재하여 기술의 성숙도에 따라 성숙 기술과 미성숙 기술로 분류됨.
- 기술군별(pots)로 상이한 예산이 배정되고, 특정 기술에 대한 용량의 최소, 최대치가 설정되고 각 기술에 대해 권리행사가격이 설정됨.
- 경매는 최소 5MW 이상의 프로젝트에 대해 봉인입찰 방식으로 진행되며, 가격평가를 통해 낙찰자는 균등가격으로 15년간 공급하는 CfD를 체결함.
- CfD는 전력판매가격이 권리행사가격보다 낮을 경우 추가지급을 통해 그 차액을 보상받게 되지만 반대의 경우 그 차액을 반환하여 발전사업자의 지나친 초과수익(windfall)을 막는 기능을 함.

[그림 7] 영국 CfD 운영 방식



□ 네덜란드 경매제도 사례

- 네덜란드는 EU 재생에너지 목표 달성을 위해 비용효과적인 방식을 모색하여 FiP 방식으로 지원하던 SDE를 경매방식인 SDE+로 대체함.
- 네덜란드의 경매는 용량을 대상으로 경매를 시행하고 경매의 대상이 되는 기술은 전력과 냉난방에 활용되는 모든 재생에너지원과 바이오가스임.
- 경매는 기술에 대한 차별이 없는 기술 중립 방식으로 예산 제약은 존재하나 프로젝트 규모에 대한 제약은 없음.

- 지원 형태는 변동형 FiP이며 지원기간은 최대 15년으로 입찰자의 가격과 신청시기에 따라 결정되고 가격결정방식은 균등가격임.
- SDE+는 경쟁의 정도가 양호하다는 평가를 받고 있으며, SDE+를 신청하는 프로젝트 개발자의 약 80% 이상이 중소기업이나 비영리단체로 대기업보다는 중소기업과 비영리단체에게 매력 있는 경매제도임.

□ 미국 캘리포니아 주 경매제도 사례

- 미국 캘리포니아 주는 2010년 재생에너지경매메커니즘(RAM)을 승인하여 캘리포니아 주의 3개 IOUs(Investor Owend Utilities)가 RPS 목표를 달성하기 위해 자발적으로 이용할 수 있는 경매제도를 마련함.
- 경매대상은 설비용량으로 모든 재생에너지원이 입찰대상이 되며, 기술 차별을 두어 기저부하, 첨두부하, 비첨두부하 기술로 구분됨.
- RAM은 물량 제한이 있고 3~20MW 사이의 프로젝트가 대상이 되며, 지원 형태는 고정가격(FiT)으로 제출한 기간에 따라 10년, 15년 또는 20년간 지원이 이뤄짐.
- 경매에는 상한가격이 설정되고 봉인입찰을 통해 발전사업자가 입찰하면 공급가격, 송전비용, 잠재적 자원 편익의 적합성 등을 고려한 다중속성 방식으로 평가가 이뤄짐.
- RAM에서 결정된 가격은 캘리포니아의 FiT제도인 ReMAT의 기준가격결정에 활용됨.

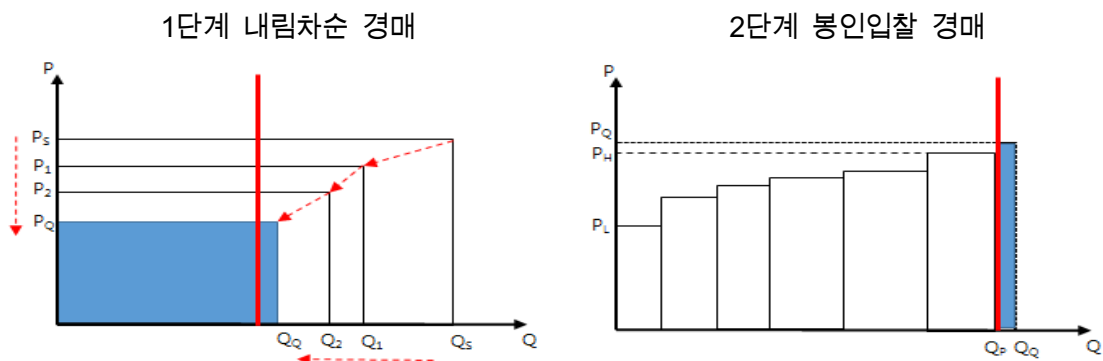
□ 브라질 경매제도 사례

- 브라질은 모든 재생에너지원을 대상으로 경매를 시행하고 있으며, 신규 에너지경매는 기술 중립 방식으로 운영되고 예비에너지경매는 기술 특정 방

식으로 운영됨

- 브라질의 경매는 가격만을 평가하며 하이브리드 방식의 경매를 통해 가격을 찾음.
- 1단계에서 계획한 물량을 다소 초과하는 수준에 응찰물량이 이를 때까지 내림입찰 시행
- 2단계에서 1단계 종료 시까지 남아있는 입찰자를 대상으로 봉인입찰을 시행하고 최종 낙찰가는 차별가격 방식으로 결정

[그림 8] 브라질 하이브리드 경매



자료: 저자 작성

- 브라질 경매의 평가는 가격으로 결정되고 경매 입찰자격에 자국산 제품 사용 비율에 대한 LCR(Local Content Requirement)이 적용되지 않으나 실질적인 영향을 미침.
- 브라질의 LCR을 만족하지 못하는 경우 브라질개발은행(BNDES)으로부터 정책 용자를 받지 못해 가격경쟁력이 상대적으로 열위에 놓임.
- LCR은 브라질의 재생에너지 가격을 더욱 인하하지 못하는 요소로 작용한다는 평가

3. 경매제도 도입 시 고려 사항 및 가격결정방식

□ 효율적으로 작동하는 경매제도를 설계하기 위해서는 다양한 요소를 고려해야 함.

- 경매는 경매대상, 물량의 공개 여부, 경매주기, 기술구분 등 다양한 요인에 영향을 받음.
- 각각의 기준에 따른 장단점이 있으며 이를 종합적으로 고려하여 경매제도를 설계해야 함(<표 11>).
- 고려요인별 장단점은 다음의 표와 같음

<표 11> 경매제도 설계 시 고려요인 및 장단점

기준		구분	
		장점	단점
경매 대상	설비용량	경매 효과 평가가 빠르고 쉬움 미래 (제조업)시장규모에 대한 예측 용이	발전량과 목표달성 예측이 난망 총 지원 규모에 대한 낮은 확실성
	발전량	발전량과 목표달성 예측이 용이	경매 효과 평가가 낮고 어려움 미래 시장규모에 대한 예측 난망
	예산목표	총 지원 규모에 대한 높은 확실성	경매 효과 평가가 낮고 어려움 미래 시장규모에 대한 예측 난망
경매 물량	공개	리스크 감소, 입찰 참여와 경쟁 제고로 지원 비용 감소 시장규모 예측으로 제조업의 혁신 유발	입찰자의 전략적 행동 및 담합 가능성 증가 입찰자의 경쟁수준 과소평가 시 비효율 유발
경매 주기	정기	투자자 리스크 감소 및 입찰참가 유도	상대적으로 저가 입찰이 감소
	부정기	낮은 가격으로 형성	높은 리스크로 높은 금융비용 초래
기술 차별 여부	기술 특정	다양한 원의 개발 유도 다양한 원의 산업 가치사슬을 지원	적은 입찰자로 낮은 경쟁 초래
	기술 중립	많은 입찰자로 높은 경쟁 초래	미성숙 기술의 촉진 저해
규모 구분	구분	소규모 사업자 배려 가능	비용효율성 저하
	중립	비용효율적인 사업자 선정	소규모 사업자의 진출 저해
자격요건 강화		높은 사업의 실현성 확보	입찰자 감소로 경쟁 저하

기준		구분	
		장점	단점
지원 형태	FiT	확정적 수입 확보	전력시장 가격의 미반영
	고정형 FiP	정확한 시장가격 반영	상대적으로 수입의 불확실성이 큼
	변동형 FiP	시장가격 반영과 수입의 불확실성 보완	수입의 불확실성 일부 존재
평가 방식	가격입찰	경매의 투명성 제고와 가격하락 유도	기타 정책적 목표 반영이 어려움
	다중속성	기타 정책적 목표 반영이 용이함	경매의 투명성 하락 및 가격하락 난항
경매 방식	봉인입찰	제도의 단순함 및 낮은 참여 비용 암묵적 담합에 덜 취약	낮은 유인합치성 (균등가격 예외)
	가격발견	가격 불확실성 존재 시 가격발견이 용이	낮은 경쟁 시 암묵적 담합에 취약
	혼합	봉인입찰과 가격발견의 단점 완화	제도의 복잡성 및 높은 참여 비용
가격 결정 방식	균등가격	비용을 부풀릴 전략적 행동의 유인이 없음(유인합치성이 높음)	낙찰가격에 대한 불확실성 비합리적 저가입찰, 과소건설 초래
	차별가격	낙찰가격에 대한 확실성 비합리적 저가입찰, 과소건설 예방	비용을 부풀릴 전략적 행동의 유인이 존재(유인합치성이 낮음)
페널티 강화		프로젝트 실현성이 높아짐	프로젝트 실현이 확실한 업체만 입찰 에 참여하여 경쟁 저하
정책목표 반영		프로젝트를 통한 정책 반영이 용이함	프로젝트 참여 대상을 제한하여 경쟁 이 저하됨.

자료: 저자 작성

□ 본 연구에서는 경매제도의 고려요인 중 가격결정방식을 중점적으로 분석함

- 당초 RPS의 도입 취지는 원간 경쟁을 통해 비용효과적인 신재생에너지 보급에 있으나, 현재 RPS의 결과는 가격하락 유도 기능이 작용하지 않는 것으로 보임.
- 각 가격결정방식에 대한 검토를 통해 우리나라에 적용할 수 있는 방식 도출

□ 단일 수량(single-unit) 봉인입찰 경매의 가격결정방식에 따른 특징을 분석함.

- 신재생에너지 경매는 낮은 가격을 입찰하면 선정되는 역경매로 볼 수 있으며, 단일 수량 경매는 특정 부지를 개발하는 신재생에너지원에 대해 적용이 가능함.
 - 가격결정방식은 최저가 낙찰(first-price)과 차저가 낙찰(second-price)가 있음.
 - 최저가 낙찰은 최저가를 입찰한 낙찰자가 자신이 입찰한 가격으로 공급하는 방식임.
 - 차저가 낙찰은 최저가를 입찰한 낙찰자가 그다음 높은 가격으로 입찰된 가격으로 공급하는 방식임.
- 입찰자 i 는 자신의 비용(적정 이윤 포함 가능) $c_i(\geq 0)$ 를 고려하여 입찰가 b_i 제출하는 전략을 통해 자신의 기대보수(expected payoff)를 극대화를 추진함.
 - 최저가 낙찰은 자신의 비용과 최고가 낙찰에 대한 기댓값을 입찰하는 것이 최적 대응(best response)임.
 - 차저가 낙찰은 자신의 비용(c_i)을 그대로 입찰하는 것이 최적 대응임.
 - 가격결정방식에 따라 최저가 낙찰방식은 입찰자가 전략적 행동을 하여 유인합치성³⁾이 낮고, 차저가 낙찰방식은 자신의 타입을 그대로 드러내기 때문에 유인합치성이 높음.

3) 유인합치성(incentive compatibility)은 자기 자신을 타입(비용)을 그대로 드러낼 유인을 의미함.

<표 12> 단일 수량 봉인입찰 경매의 게임 양식

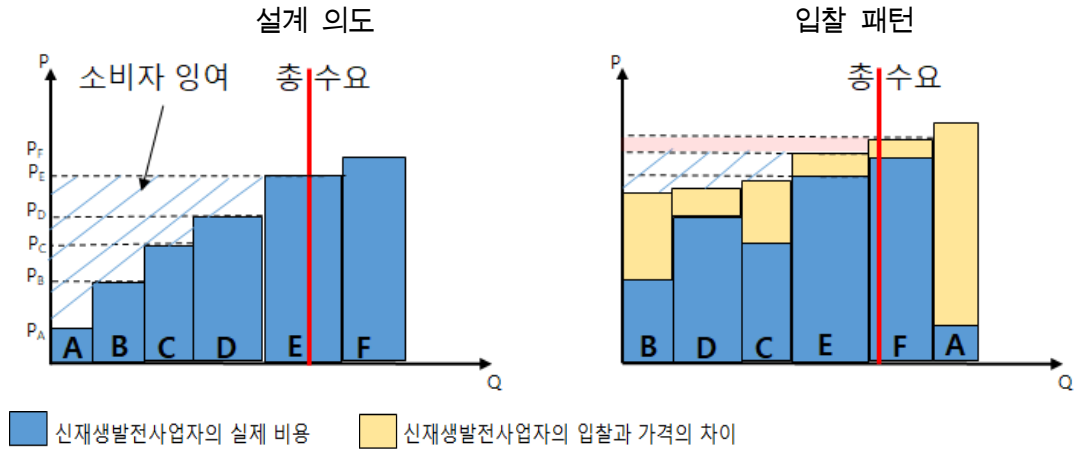
	최저가 낙찰	차저가 낙찰
입찰자	$i = 1, \dots, N \ (N \geq 2)$	
전략	$b_i : [0, \omega] \rightarrow \mathbb{R}_+$	
보수	$\Pi_i = \begin{cases} b_i - c_i & \text{if } b_i < \min_{j \neq i} b_j \\ 0 & \text{if } b_i > \min_{j \neq i} b_j \end{cases}$	$\Pi_i = \begin{cases} \min_{j \neq i} b_j - c_i & \text{if } b_i < \min_{j \neq i} b_j \\ 0 & \text{if } b_i > \min_{j \neq i} b_j \end{cases}$
$\beta(c_i)$	$c_i + \int_{c_i}^{\bar{c}} (1 - F(u))^{N-1} du / (1 - F(c_i))^{N-1}$	c_i

자료: 저자 작성

□ 다수 수량(multi-unit) 봉인입찰 경매의 가격결정방식에 따른 특징을 분석함.

- 다수 수량 경매 방식은 다수의 입찰물건을 경매를 통해 배분하는 방식으로 일반적으로 ①차별가격 ②균등가격 방식이 널리 활용되며, 이론적으로 ③비크리(Vickrey) 방식이 있음.
- 차별가격 방식은 낙찰받은 신재생에너지 발전사업자가 자신이 입찰한 가격으로 장기고정가격을 체결하는 방식
 - 설계 의도대로 입찰자가 자신의 실제 비용을 드러내면 소비자의 잉여가 가장 높게 실현
 - 이론적으로 최저가 낙찰과 동일한 패턴과 의사결정 구조를 가지기 때문에 입찰자는 최저가 낙찰과 자신의 비용을 드러내지 않고 기대수익을 높이는 낙찰가를 선택할 유인 존재

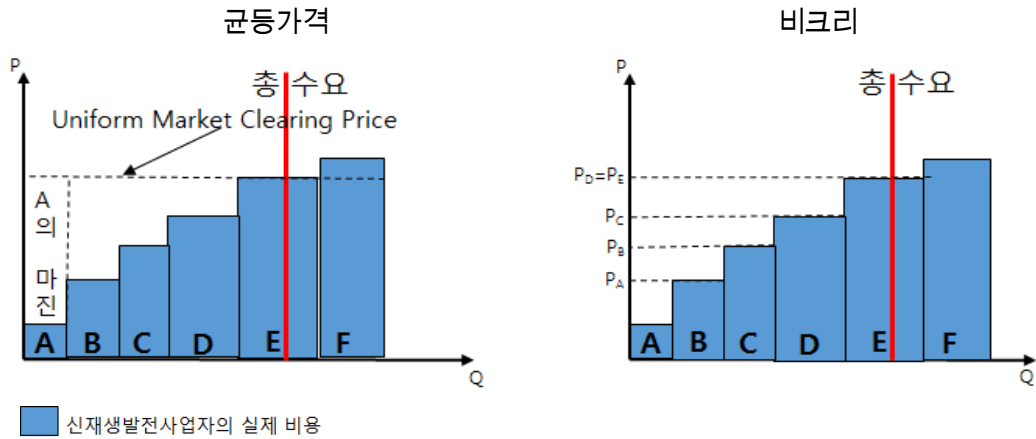
[그림 9] 차별가격 경매



자료: Tierney, Schatzki and Mukerji(2008), p.8 재작성

- 균등가격 방식은 낙찰받은 신재생에너지 발전사업자가 자신이 입찰한 가격
이 아닌 최고 낙찰가로 장기고정가격을 체결하는 방식
- 균등가격 방식은 최고가 입찰자를 제외한 나머지 저가 입찰자는 최고가 입
찰자의 가격으로 결정되기 때문에 단일 수량의 차저가 경매와 같은 특성
을 보임. 즉, 낮은 비용의 입찰자가 자신의 실제 비용을 드러내면 높은 확
률로 낙찰을 받을 수 있기 때문에 자신의 비용을 입찰가로 응찰하게 됨.
- 후생 측면에서 이론적으로 가격차별 방식의 소비자 잉여를 공급자(입찰자
가)가 가져감.
- RPS제도상 의무공급대상자가 과징금을 피하기 위해 실제 비용보다 현저히
낮은 수준으로 입찰하여 물량을 확보할 가능성이 존재함.

[그림 10] 균등가격 및 비크리 경매 가격결정방식



자료: Tierney, Schatzki and Mukerji(2008), p.8

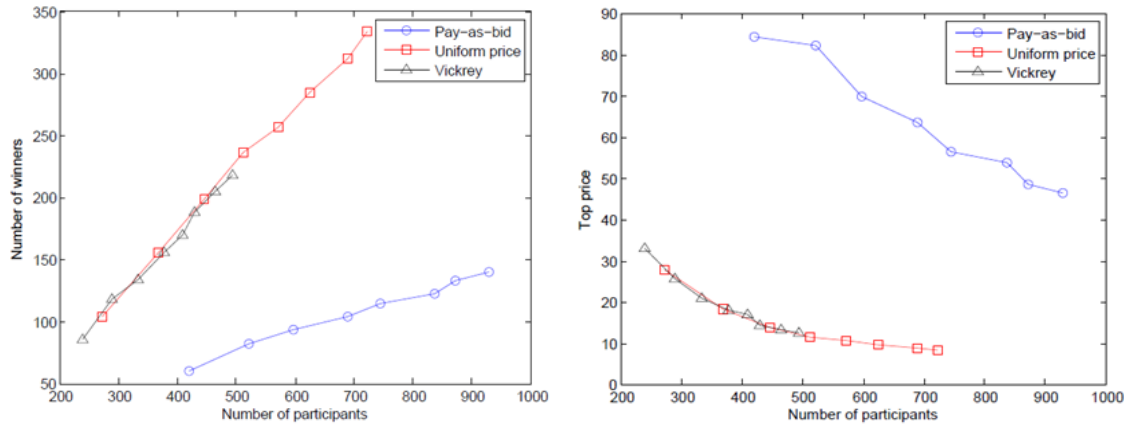
자료: 저자 작성

- 비크리 방식은 낙찰받은 신재생에너지 발전사업자가 자신이 입찰한 가격이 아닌 낙찰된 차저가로 장기고정가격을 체결하는 방식
- 낮은 비용의 입찰자가 자신의 실제 비용을 드러내면 높은 확률로 낙찰을 받을 수 있고 차저가의 차이만큼 공급자 잉여를 가져갈 수 있음.
- 최고가 낙찰자를 자신의 가격으로 공급하도록 설계할 경우 균등가격의 결정 가격과 같은 수준의 최고가가 결정됨. 다만, 모두에게 차저가 적용시 최고 낙찰자의 가격은 균등가격보다 높게 형성됨.
- 신재생에너지 발전사업자 중 현저하게 낮은 비용을 갖는 사업자는 차별가격처럼 입찰가를 높게 적는 유인이 존재하기 때문에 비크리 방식을 적용하는 사례가 없음.
- 의무공급대상자가 무리한 물량 확보를 위해 비합리적으로 낮은 가격을 응찰하는 행위를 배제할 수 있어 다른 민간참여자의 시장 왜곡에 대한 우려를 줄일 수 있는 장점을 보유함.

□ 행위자 기반 모형(Agent-Based Model; ABM)을 통해 경매제도 가격결정방식에 따른 특징을 비교함.

- 독자적인 경매 전략을 가진 행위자(A_i)는 후 자본/시설 보유량 또는 생산 규모(C_i), 기술 수준(T_i), 경매전략(F_i)의 세 가지 속성으로 정의함.
 - 무작위 속성을 지닌 행위자를 대규모로 생성하여 각 속성도 일정 범위에서 무작위로 형성하여 가격결정방식에 따라 경매를 반복 시행함.
 - 비합리적인 전략을 사용하는 행위자를 시장에서 퇴출하기 위해 자본의 감가상각이 일정 비율로 발생하는 것을 가정함.
 - 시뮬레이션은 설비용량 2,000MW를 경매 물량으로 설정하고 상한가격 100원을 지정하여 대규모로 생성한 행위자 중 시장에 남는 행위자가 200~1,000명이 되도록 시뮬레이션을 시행함.
- 시뮬레이션 시행 결과 가격결정방식에 따라 참여자에 따른 낙찰자 수, 최고낙찰가 수준, 재생에너지 구입 총비용의 차이가 발생함.
 - 가격결정방식과 상관없이 경매 참여자가 증가하면 낙찰자의 수도 증가하나 균등가격방식과 비크리방식은 크게 차이가 없으나 차별가격은 동일한 참여자일 때 낙찰자의 숫자가 적은 것으로 나타남.
 - 차별가격방식으로 경매가 계속되면 다른 가격결정방식으로 경매가 시행될 때보다 낙찰자가 감소하여 궁극적으로는 다른 가격결정방식일 때보다 경쟁이 저하되는 것을 확인할 수 있음.
 - 동일한 숫자의 참여자가 시장에 존재할 때 차별가격방식이 균등가격방식이나 비크리방식보다 낙찰가가 높게 형성되고, 균등가격방식과 비크리방식 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타남.

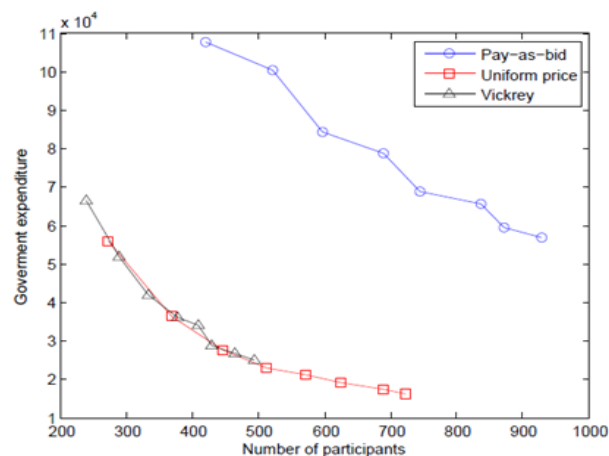
[그림 11] 가격결정방식별 참여자와 낙찰자 수 및 최고낙찰가



자료: 저자 작성

- 균등가격방식과 비크리방식이 차별가격방식보다 최고낙찰가 측면에서 유리한 것으로 판단됨.
- 가격결정방식의 효과성은 신재생에너지 전력을 구매하기 위해 지출한 총비용을 통해 판단할 수 있으며, 동일한 숫자의 참여자에서 균등가격방식과 비크리방식은 차별가격보다 총비용이 낮게 나타남.

[그림 11] 가격결정방식별 재생에너지 구입 총비용



자료: 저자 작성

- 균등가격방식과 비크리방식이 에너지 수요자(정부, 소비자)에게 유리한 반면 차별가격방식은 에너지 공급자(신재생에너지 발전사업자)에게 유리함.
- ABM 모형의 결과는 균등가격이나 비크리방식이 차별가격방식보다 적합한 가격결정방식으로 분석됨.
- 더 많은 낙찰자가 살아남게 되어 시장에서 경쟁이 촉진되고 최고 낙찰가가 낮은 수준에 형성될 뿐만 아니라 전체 재생에너지발전 구입비용이 감소하여 에너지 구매자에게 유리함.

4. RPS제도 개선을 위한 경매안 및 도입 방안 제안

□ 경매제도의 주요 고려사항과 가격결정방식을 토대로 경매제도를 제안함.

- 경매제도 설계 시 고려해야 할 여러 기준에 대한 선택 기준은 다음과 같음
 - [경매 대상] 보급의 용이성을 위해 설비용량을 경매 대상으로 하는 것이 적절함
 - [경매 물량 및 주기] 예측 가능성과 제조업의 기술혁신을 위해 경매 물량과 주기는 공개 및 정기 형태로 설정함.
 - [기술 차별 여부] 기술 간 가격격차 등을 고려하여 기술 특정 경매를 기본으로 하되, 유사한 가격경쟁력을 가진 기술들을 분류하여 기술 중립으로 시행토록 노력할 필요가 있음.
 - [규모 구분 여부] 소규모 프로젝트 육성을 위해 규모를 구분하되, 소규모 사업자는 경매가 아닌 FiT를 적용
 - ※ FiT 기준가격은 경매를 통해 발견한 가격정보를 활용하여 설정함으로써 신재생에너지 발전사업자의 과다이윤을 제한할 수 있음.
 - [자격요건] 신재생에너지 발전사업을 부동산 개발사업으로 보고 토지개발

및 개발이익 확보를 목적으로 신재생에너지 발전사업에 참여하는 것을 억제하기 위해 일정 자격요건 마련이 필요

- [지원 형태] 장기고정가격으로 하여 현행 제도(태양광 장기고정계약제도)와의 일관성을 유지하고 발전사업자 수익의 불확실성을 제거하여 저리 재원 조달을 통한 가격하락을 유도
- [경매 방식] 참여자의 편의성을 높이고 운영 비용을 줄이기 위해 봉인입찰 방식을 채택
- [평가 방식] 신재생에너지법 취지를 살리기 위해 다중속성 방식으로 하되 가격이 중요한 결정사항이라는 사실을 시장에 알리고 행정비용을 줄이기 위해 1차 가격입찰 후 2차 정성평가하는 방식이 필요
- [가격결정방식] 일반 입찰은 균등가격 방식을 채택하고 주민참여형 프로젝트에 대한 별도의 인센티브를 마련할 필요가 있음
- [기타 고려 사항] 낙찰 후 발전소 완공까지 소요기간은 원별 건설기간을 파악하여 현실적인 기간을 마련해야 하며, 패널티는 입찰 채권 구매 비용 상승, 타인명의로의 입찰, 입찰 저조 등의 부작용 등을 함께 고려해야 설정

<표 13> 신재생에너지 경매(안)

기준	선택 기준
경매 대상	설비용량
경매 물량	공개
경매 주기	정기
기술 차별 여부	기술 특정→기술 중립
규모 구분 여부	규모 구분 (소규모 FiT 적용)
자격요건	마련
지원 형태	장기고정가격
경매 방식	봉인입찰
평가 방식	다중속성(가격입찰 후 정성평가)
가격결정방식	균등가격(주민참여형 프로젝트의 인센티브 별도 마련)

자료: 저자 작성

□ 국내 시장환경을 고려하여 가격결정방식을 균등가격방식으로 제안함.

- 가장 먼저 고민해야 할 것은 경매를 통해 신재생에너지 발전단가에 관한 정보를 충분히 확보할 수 있느냐임.
 - 균등가격방식은 유인합치성이 높고 자신의 비용을 드러내는 입찰전략을 구사하는 것이 최적대응(best response)이기 때문에 가격 정보를 확인할 수 있음.
 - 차별가격은 자신의 비용을 드러내지 않고 기대보수를 높이는 것이 최적대응으로 가격정보의 확인이 어려움.
 - 비크리 방식은 구조적으로 자신의 비용을 드러낼 유인이 있지만, 자신의 비용을 감추고 입찰할 유인도 다소 존재함.
- 다음 고민해야 할 것은 발전사업자가 경매에 참여할 유인이 있는가로 신재생에너지 발전사업자는 기대수익이 높은 가격결정방식을 선호할 것임.
 - 설계 의도대로 경매가 이루어질 경우 발전사업자가 얻게 되는 추가적인 수익은 균등비용에서 가장 많고 비크리 방식이 두 번째이며 차별가격에서 가장 적음.
 - 그러나 발전사업자는 제도 설계 의도와 달리 자신의 기대보수를 높이는 전략을 구사하여, 실제로는 차별가격방식에서 발전사업자가 가장 큰 수익을 수 있음.
- 세 번째로 고려할 요인은 소비자의 잉여로 어떠한 가격결정방식이 평균가격을 하락시키느냐와 관계가 있음.
 - ABM 분석 결과 균등가격이나 비크리 방식이 차별가격 방식에 비해 총 구입비용이 낮음.
 - 이는 균등가격이나 비크리 방식이 소비자 잉여가 크다는 것을 의미함.

- 마지막으로 RPS 하에서 경매에 공급의무자가 과징금을 회피하기 위해 현저히 낮은 가격으로 입찰할 유인의 존재 여부임.
- 균등가격방식이 시장 교란의 가능성이 가장 높은 방식으로 공급의무자는 실제로 공급할 수 있는 가격보다 현저히 낮은 가격을 입찰하여 낙찰받고 최고 낙찰가로 공급할 수 있음.
- 차별가격방식은 현저하게 낮은 비용으로 입찰하여 낙찰받으면 낮은 낙찰가로 인한 손실이 크게 발생하게 되므로 낮은 가격에 입찰하여 시장을 교란할 유인이 가장 적음.
- 비크리 방식은 입찰가로 공급하지 않아서 낮은 가격을 적을 유인은 있지만, 현저히 낮은 가격을 입찰하고 다른 공급의무자도 비슷한 전략을 구사하면 장기간 낮은 가격으로 공급해야 하는 상황이 발생함.

<표 14> 가격결정방식별 비교우위

주요 고려사항	선정 방식				
신재생에너지 발전비용 정보 확보	균등가격	>	비크리	≥	차별가격
신재생에너지 발전사업자의 유인	차별가격	≥	균등가격	=	비크리
소비자 잉여 확보(가격 하락)	균등가격	=	비크리	≥	차별가격
공급의무자의 시장교란 방지	차별가격	>	비크리	>	균등가격

자료: 저자 작성

- 균등가격방식은 공급의무자가 시장을 교란할 수 있다는 문제를 제외하고는 발전정보 확인 측면이나 소비자 잉여 측면에서 우수한 가격결정방식임.
- 사업자의 비용 정보 확보의 유용성과 소비자 잉여 확보 측면에서 장점이 있는 균등가격방식이 가장 적절한 가격결정방식임.
- 비크리 방식은 RPS하에서 매력적으로 보이나 ABM 분석 결과 총 구입비

용은 균등가격방식과 차이가 거의 없었는데 발전사업자가 자신의 비용을 드러내지 않는다는 것을 의미함.

□ **경매제도는 단기와 장기로 구분하여 이행할 필요가 있음.**

- 단기적으로는 경매제도 확대하고 복잡한 시장 단일화할 필요가 있음.
 - 경매제도를 도입하고 경매제도로 공급하는 REC 비중을 대폭 늘려서 복잡한 RPS를 간단명료화하고 시장을 단순화할 필요가 있음.
 - 시장을 경매시장으로 통합하여 복잡성을 줄이고 단위 시장 내에서의 수요와 공급을 늘리면, 비정상적 수급상황이나 전략적 행태로 인한 시장교란 가능성을 낮출 수 있음.
 - 공급을 확대하기 위해서는 우선 앞서 언급한 수익의 불확실성을 제거하는 것이 선행되어야 하나 주민 수용성 확보, 규제/인허가 개선, 그리고 계통 접속 보장 등의 공급 장애요인을 제거하는 조치도 필요
- 장기적으로는 수요자와 공급자를 분리하고 공급자의 역량을 강화할 필요가 있음.
 - 발전사들이 수요자인 동시에 공급자로 시장에 참여함으로써 비용저감 유인이 적고, 전략적으로 행동할 가능성에 노출됨.
 - 대규모 발전사들로 하여금 공급자로서 시장에 참여토록 함으로써 비용저감 유도 및 신재생에너지 발전사업 역량 강화가 필요함.
 - 의무대상 발전사별 의무량을 통합하여 정부가 입찰 시행하고 의무대상 발전사들도 경매시장에 참여할 필요가 있음.
 - 대규모 발전사들이 계약 및 구매 등의 업무에서 비교적 자유로워지며 발전사업에 집중할 수 있음.

Ⅲ. 정책 제언

□ (정책제언 1) 경매제도 확대 및 시장 단일화가 필요함.

- 수익 불확실성을 제거하기 위해서는 고정가격으로 장기에 걸쳐 신재생에너지 전력의 구매를 보장해야 함.
 - ‘안정적이면서 비용효율적인 신재생에너지 보급확대’라는 정책목표를 달성하기 위해서는 경쟁입찰에 기반한 경매제도가 가장 적절한 대안으로 판단됨.
 - ※ 경쟁으로 가격저감 유도하고 장기고정가격구매를 통해 수익 안정성을 보장함
- 경매제도를 통해 제도를 간단 명료화하며, 시장을 단순화할 필요가 있음.
 - RPS 시장은 공급이 충분하지 않은 상황에서 시장이 여러 개로 분리되어 있다 보니 특정 시장에서 가격이 비정상적으로 상승하거나 시장별 수급에 맞춰 공급자들이 전략적으로 행동하는 사례가 발생함.

시장의 복잡성은 정보의 비대칭을 유발하고 이는 시장실패로 이어지게 됨.

 - ※ 자체계약(SPC) 시장에서의 기준가격 계약체결 문제, 현물시장과 선정시장에서의 계약파기 문제가 발생함.
 - 시장을 통합하여 복잡성을 줄이고, 수요와 공급을 늘려 비정상적 수급상황이나 전략적 행태로 인한 시장교란 가능성을 낮출 필요가 있음.
 - ※ 자체계약, 선정시장, 현물시장을 통합하여 입찰시장으로 단일화가 필요함.

□ (정책제언 2) 주민 수용성 확보, 규제/인허가 개선, 그리고 계통접속 보장 등 공급의 장애요인을 제거하는 조치가 필요함.

- 경매시장 효율성 제고를 위해서는 주민 수용성 확보 및 인허가 개선, 계통접속 보장 등을 통한 안정적으로 공급이 확보되어야 함.

- REC 시장은 수요의 가격 탄력성이 낮으므로 공급이 줄어들면 과징금 이하에서 가격이 일반적인 재화에 비해 크게 상승함.
 - 그리고 가격 상승은 소비자 부담으로 이어짐. 따라서 공급을 안정적으로 확보하는 것이 REC 가격안정 혹은 하락을 위해 필수적인 요소임.
 - 공급을 확대하기 위해서는 주민 수용성 확보, 규제/인허가 개선, 그리고 계통접속 보장 등의 공급 장애요인을 제거하는 조치가 필요함.
- ※ 주민참여형, 수익공유형 사업 확대, 규제 및 인허가 등의 개선을 위한 합의기구 운영, 한전의 계통접속 보장을 위한 인프라 투자 확대가 필요함.

□ (정책제언 3) 경매제도를 통한 수요자와 공급자의 분리와 공급자 역량 강화를 통해 발전사는 발전사업에 집중해야 함.

- 발전사들이 수요자인 동시에 공급자로 시장에 참여함으로써 비용저감 유인이 적고, 전략적으로 행동할 가능성에 노출됨.
- 발전사인 의무공급자의 이러한 역할은 장기적으로는 신재생에너지 발전사업 역량 하락으로 이어질 우려가 있음.
- RPS 시장에 수요자이자 공급자로서 참여하고 있는 대규모 발전사들로 하여금 공급자로서 시장에 참여토록 함으로써 비용저감 유도 및 신재생에너지 발전사업 역량 강화가 필요함.

IV. 기대 효과

□ **본 연구의 결과는 비용효과적으로 보급을 늘릴 수 있는 경매제도 도입에 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.**

- 정부는 2030년까지 재생에너지 발전량을 20%까지 늘리겠다는 재생에너지 3020 이행계획(안)을 발표하고 정책을 추진 중임.
- 재생에너지 보급을 늘리기 위한 다양한 수단이 강구되고 있으며, 한국형 FiT를 도입하여 소규모 태양광을 지원하고, 태양광에 대해서는 경매제도를 도입하는 것을 검토 중임.
- 본 연구의 결과는 경매제도 도입 시 제반 검토사항을 제시하였으며, 우리나라 상황에 적합한 경매제도(안)을 제시하여 태양광 경매제도 도입과 관련한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.

□ **또한, 신재생에너지 보급 정책의 핵심인 RPS제도의 문제점을 파악하고 개선 방향을 제시하여 정책 목적에 부합하게 작동하는 RPS제도 달성에 기여할 것으로 기대됨.**

- 본 연구에서 RPS의 핵심인 SMP와 REC 시장의 이중불확실성 문제와 복잡한 시장구조에 따른 왜곡 가능성에 해결 방안은 시장통합으로 제시하여 원활한 공급과 수요가 이뤄지는 방향을 제시함.
- 또한, 장기적으로는 발전사인 의무공급 대상자가 발전사업에 집중하는 구조로 RPS제도를 개선하는 것을 제시함.
- RPS 자체의 개선 외에 원활한 공급을 가능하도록 공급의 장애요인을 파악하여 이를 제거할 것을 제시하여 시장이 제대로 작동하는 RPS제도가 되는 데 기여할 것으로 기대됨.

□ 「제3차 에너지기본계획」과 「제5차 신재생에너지 기본계획」을 수립 시 기초자료로 활용될 것으로 기대됨.

- 우리나라는 신재생에너지의 보급 목표 달성을 위한 핵심 정책이 RPS제도이고 RPS제도를 중심으로 제도가 원활하게 작동할 때를 가정하여 각종 기본계획을 수립하고 있음.
- 본 연구는 RPS제도 하에서 비용효과적으로 신재생에너지를 보급하고 장기적으로 작동하는 정책 및 제도를 설계하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.

< 참고자료 >

1. 국내문헌

곽왕신, 2017, RPS 제도현황과 개선방향, 8차 전력시장 포럼 발표자료

산업통상자원부, 에너지정책 정례브리핑 - 2017년 4월

에너지경제연구원, 2017, 신재생에너지 발전을 위한 정책 제언

조기선, 2017, 전력시장의 미래대응 신재생에너지 이슈

조상민, 2016, 국제 신재생에너지 정책 변화 및 시장 분석: 경매제도를 중심으로
한 제도개선 방향, 에너지경제연구원. 기본연구보고서 16-28

KPX, 2016, 2015년 12월 REC 거래동향 리포트

_____, 2016, 2016년 2월 REC 거래동향 리포트

_____, 2017, 2016년도 12월 REC 거래 동향 리포트

신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 별표3

2. 해외문헌

AURES, 2016a, Auctions for Renewable Support: Lessons Learnt from
International Experience

_____, 2016b, Auctions for Renewable Energy Support in the United
Kingdom: Instruments and lessons learnt

BMWi, 2016, 2017 revision of the Renewable Energy Sources Act

BMWi, 2017, 2017 German Renewable Energy Law (EEG 2017) and
cross-border renewable energy tenders

BNEF, 2017, 4Q 2017 Global Auction and Tender Results

REN21, 2010, Renewables 2010 Global Status Report

_____, 2011, Renewables 2011 Global Status Report

_____, 2012, Renewables 2012 Global Status Report

_____, 2013, Renewables 2013 Global Status Report

_____, 2014, Renewables 2014 Global Status Report

_____, 2015, Renewables 2015 Global Status Report

_____, 2016, Renewables 2016 Global Status Report

_____, 2017, Renewables 2017 Global Status Report

Tierney, Schatzki and Mukerji, 2008, Uniform-Pricing versus Pay-as-Bid in Wholesale Electricity Markets: Does it Make Difference?, Analysis Group

3. 웹사이트

BNEF 웹사이트, “<http://www.bnef.com/core>”, 최종방문일 2017.10.17

KPX 윈스톱 통합포털 “<http://onerec.kmos.kr/portal/selectBbsNttList.do?bbsNo=438&key=1875>”, 최종방문일 2017.10.31

https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html, 최종방문일 2017.7.14

<https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/netherlands/name-21635-en.php>, 최종방문일 2017.11.3.

<https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/netherlands/name-24272-en.php>, 최종방문일 2017.11.3.

http://www.knrec.or.kr/knrec/12/KNREC120700_01.asp, 최종방문일 2017.7.4

<http://www.knrec.or.kr/knrec/13/KNREC130110.asp?idx=2543&page=>, 최종방문일 2017.7.4

<http://www.pvxchange.com/priceindex/Default.aspx?langTag=en-GB>, 최종방문일 2017.10.31.

정책 이슈페이퍼 18-10
**신재생에너지 RPS제도 개선을 위한
경매제도 도입 방안**

2018년 4월 30일 인쇄

2018년 4월 30일 발행

저 자 이 석 호 · 조 상 민

발행인 박 주 현

발행처 **에너지경제연구원**

44543 울산광역시 중가로 405-11

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

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 (사)한국척수장애인협회 인쇄사업소 (031)424-9347
