

RPS 제도 현황과 개선방향

2017년도 연구성과 발표회

2018.3.30

에너지경제연구원 조상민 연구위원

목 차

1. 재생에너지 3020 주요 아젠다
2. RPS 제도 현황
3. RPS 제도 개선방향
4. 경매제도 도입방안

1. 재생에너지3020 주요 아젠다

1. 재생에너지 3020 주요 아젠다

1) 목표

- 2030년 재생에너지 발전비중 20%
- 태양광(36.5 GW)과 풍력(17.7 GW) 중심 보급

2) 주요 아젠다

- 주민수용성 확대
 - ❖ 주민참여형 프로젝트 활성화
- 대규모 사업 추진으로 공급 확대
 - ❖ 계획입지제도 도입, 유휴부지 활용
- 재생에너지 경제성 확보
 - ❖ 재생에너지 발전단가 35.5% 하락, 전기요금 인상효과 10.9% 억제
- 계통안정성 확보
 - ❖ 전력시장 제도개선

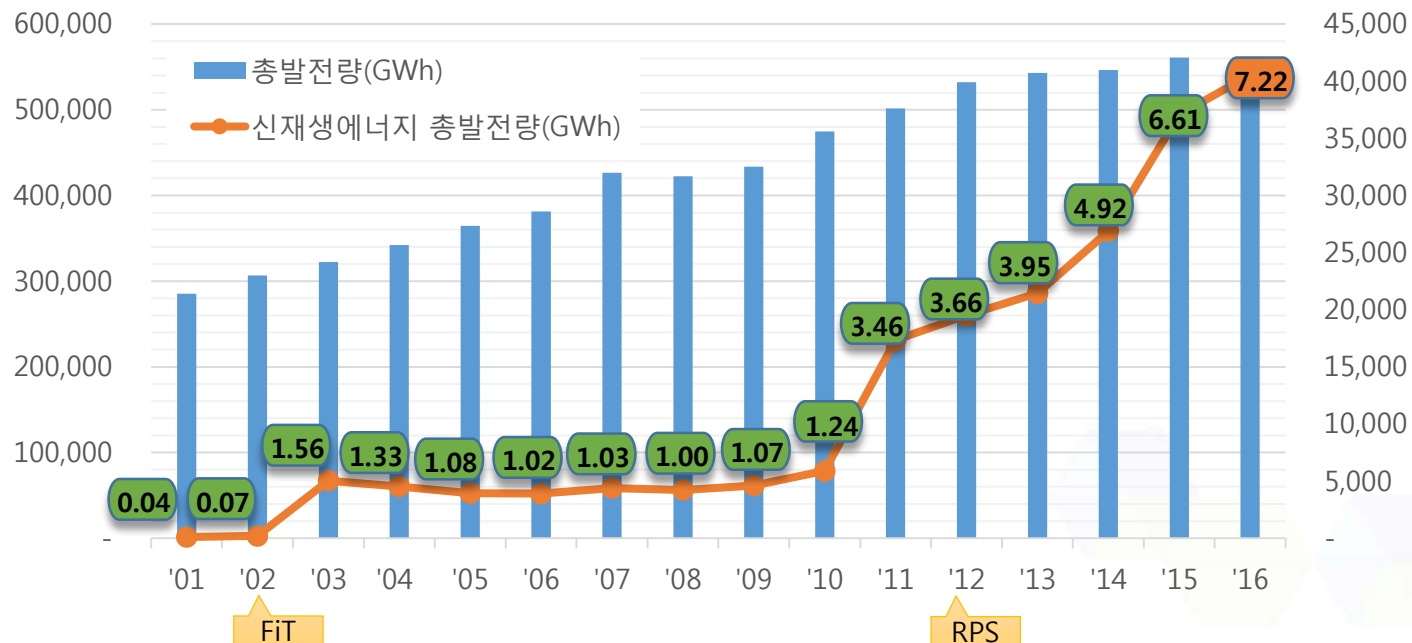
2. RPS 제도 현황

2. RPS 제도 현황

1) 신재생에너지 보급 현황

- RPS 시행 이후 신재생에너지 비중 확대

[한국 신재생에너지 보급 현황 (2001~2016)]



2. RPS 제도 현황

2) 재생에너지 가격 현황

- 다른 국가들에 비해 높은 재생에너지 발전단가

[아시아 주요국 태양광 LCOE 비교(2017)]

국가	인도	호주	중국	태국	말레 이시아	필리핀	베트남	인도 네시아	일본	한국
LCOE (\$/MWh)	68	71	76	107	108	109	152	155	161	162 ¹⁾²⁾
한국=100	42	44	47	66	67	67	94	96	99	100

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

2) '17년 상반기 RPS 고정가격계약 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 2017.7.10

2. RPS 제도 현황

2) 재생에너지 가격 현황

▪ 재생에너지 거래가격 하락 미실현

[모듈가격 및 태양광 거래가격 추세 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

1) 모듈(Multi-Silicon) 평균가격

2) 분기별 평균가격

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

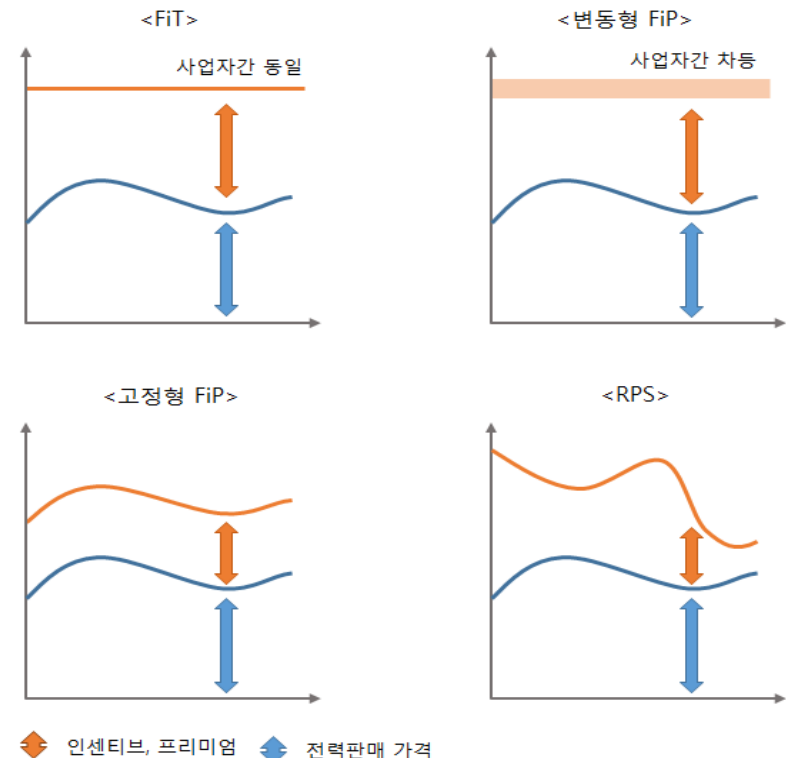
2. RPS 제도 현황

3) 제도적 문제점

▪ (높은 불확실성) SMP와 REC 이중 불확실성

- 시장참여 주저
- 금융조달 어려움
 - 공급 부족, 거래가격 상승
- 투자회수기간 짧게 설정
- 금융비용 상승
 - 공급비용 상승

[주요 재생에너지 정책수단 불확실성 비교]



2. RPS 제도 현황

3) 제도적 문제점

- (복잡한 시장구조) 현물시장, 선정시장, 계약시장, 자체건설 등
 - 시장의 복잡성 – 민간투자 유도 장애요인
 - 수익성 극대화를 위한 참여자들의 투기적 행태 유발
 - 규모가 작은 선정시장과 현물시장이 전체 시장에 큰 영향을 미치는 구조
 - ❖ 단일 시장 내 공급 부족
 - ❖ 정부 기준가격 결정의 구조적 문제
- (수요자가 공급자) 발전사업자에 REC 구매 의무 부여
 - REC를 낮은 가격에 구매할 유인이 낮고 과징금 회피에 집중
 - ❖ 정부 기준가격으로 구매계약 체결 후 정산하는 방식 선호
 - ❖ SPC 구성 시 장비 및 EPC에 대해 입찰보다 수익계약 위주
 - 자체사업 개발보다 REC 구매 계약에 집중 – 개발역량 축적 미흡

2. RPS 제도 현황

4) 비제도적 문제점

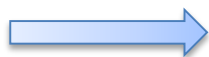
- (주민수용성) 주민반대 및 지자체 인허가 지연으로 인한 공급부족
- (주민수용성) 민원해결 비용 소요로 인한 발전단가 상승
- (계통연계) 계통연계 지연으로 인한 공급부족
- (계통연계) 계통연계 비용 소요로 인한 발전단가 상승
- (규모의 경제) 주로 소규모프로젝트 추진으로 발전단가 상승

3. RPS 제도 개선방향

3. RPS 제도 개선방향

1) 개선방향

- 안정성 확보 : 고정가격 장기구매계약
- 비용효율성 확보 : 경쟁에 기반한 구매계약
- 시장구조의 단순화 : 시장통합
- 수요자와 공급자의 분리 및 공급자의 역량강화

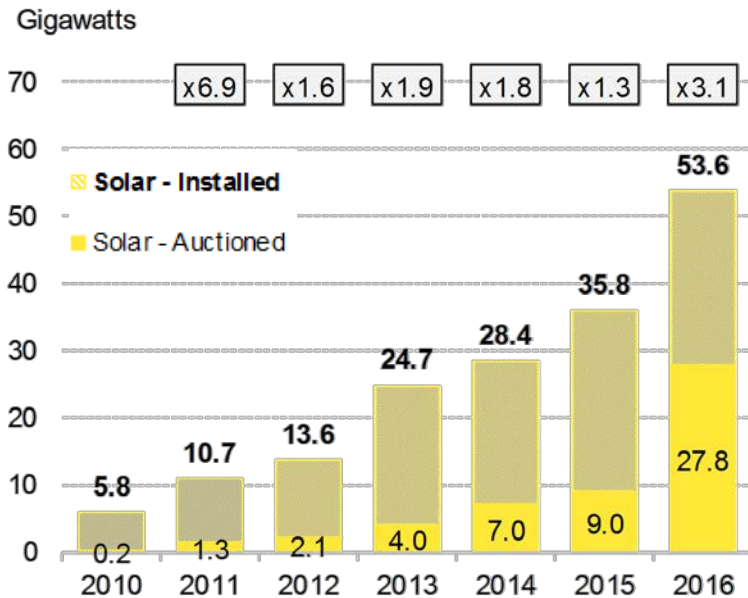


경매제도 도입 및 확대

3. RPS 제도 개선방향

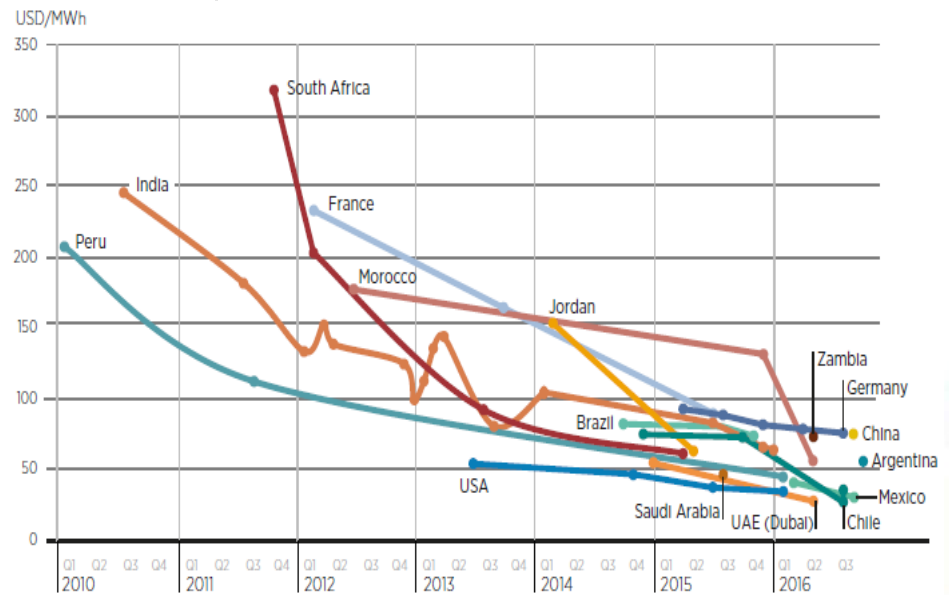
2) 경매제도 도입 현황

[태양광 경매 용량 추세]



자료 : BNEF, 최종방문일 17.10.17

[주요 태양광 경매 결과]



자료 : IRENA(2017)

3. RPS 제도 개선방향

2) 경매제도 도입 현황

[주요국 경매제도 도입 현황]

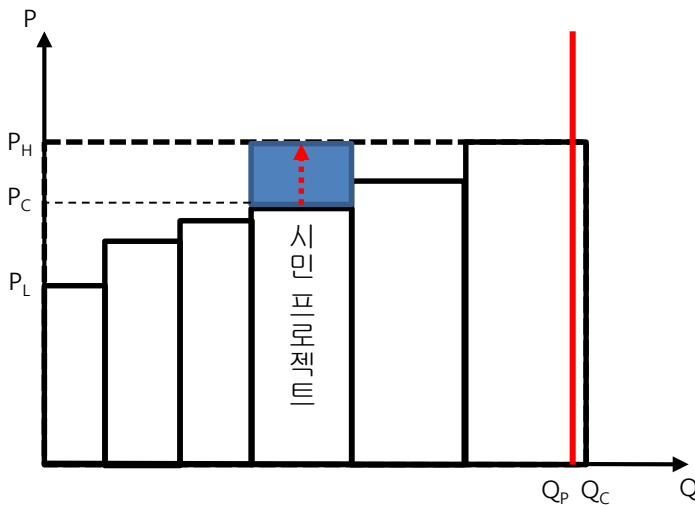
	독일	네덜란드	영국	브라질	캘리포니아
경매 대상	용량(MW)	용량(MW)	용량(MW)	발전량(MWh)	용량(MW)
대상 기술	육상풍력, 해상풍력, 태양광, 바이오매스	모든 재생 에너지원 (전력, 냉난방), 바이오가스	모든 재생에너지원	모든 재생에너지원	모든 재생에너지원
기술 차별	기술 특정	기술 중립	다중 기술	기술 중립 (신에너지경매) 기술 특정 (예비에너지경매)	다중 기술: 기저, 첨두, 비첨두로 구분
지원 형태	변동형 FIT	변동형 FIT	변동형 FIT(CfD)	FIT	FIT
지원 기간	20년	최대 15년	15년	15년(바이오매스) 20년(풍력), 30년(수력)	10, 15, 20년 (입찰자에 따라)
평가 방식	가격	가격 및 신청시기	가격	가격	다중속성 (가격, 송전비용, 잠재적 자원 타당성, 편익)
프로젝트 규모 (최소/최대)	최소 150kW (바이오매스) 750kW (태양광, 풍력)	없음	최소 5MW	없음	최소 3MW, 최대 20MW

3. RPS 제도 개선방향

3) 경매제도 주요사례

▪ 독일

- 기술특정
- 가격-봉인입찰-차등가격
- 시민협동조합 최고가 보장



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

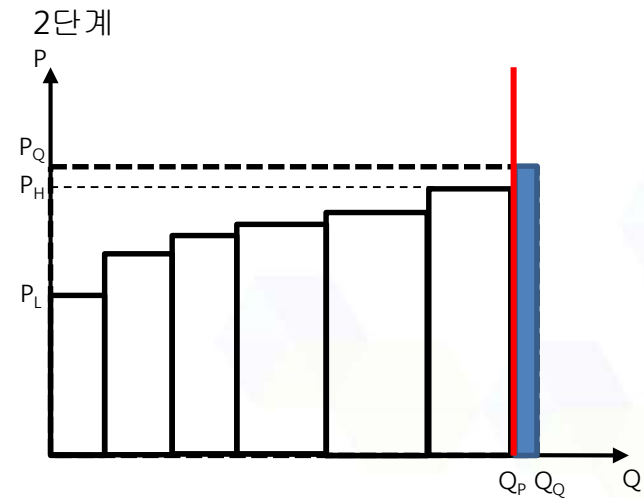
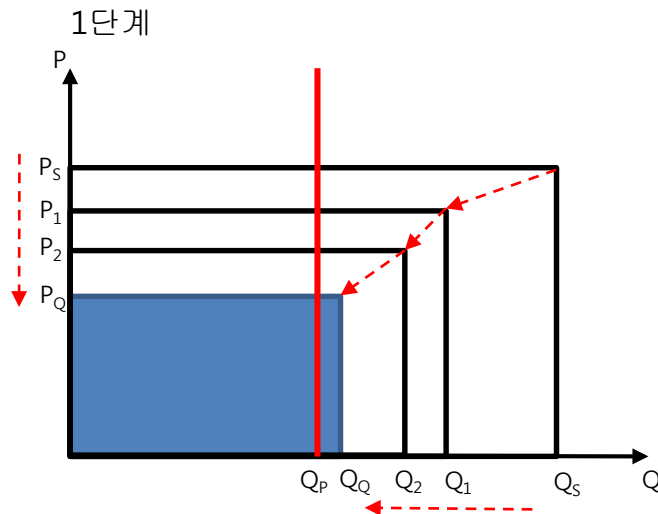
자료 : 조상민(2016)

3. RPS 제도 개선방향

3) 경매제도 주요사례

▪ 브라질

- 기술특정
- 가격-혼합-차등가격, LCR 요건 충족 시 저리의 정책자금 제공
 - ❖ 1단계: 계획한 물량을 다소 초과하는 수준에 응찰물량이 이를 때까지 내림입찰
 - ❖ 2단계: 1단계 종료 시까지 남아있는 입찰자를 대상으로 봉인입찰을 시행하고 최종 낙찰가는 차등가격 방식으로 결정



4. 경매제도 도입방안

4. 경매제도 도입방안

1) 경매제도 도입 시 고려사항

기준		구분	
		장점	단점
경매 대상	설비용량	경매 효과에 대한 빠르고 쉬운 평가 미래 (제조업) 시장규모에 대한 예측	발전량과 목표달성의 낮은 예측성 총 지원 규모에 대한 낮은 확실성
	발전량	발전량과 목표달성의 높은 예측성	경매 효과에 대한 늦고 어려운 평가 미래 시장규모에 대한 예측 어려움
	예산목표	총 지원 규모에 대한 높은 확실성	경매 효과에 대한 늦고 어려운 평가 미래 시장규모에 대한 예측 어려움
경매 주기	정기	투자자 리스크 감소 및 입찰참가 유도	상대적으로 저가 입찰이 감소
	부정기	낮은 가격으로 형성	높은 리스크 때문에 높은 금융비용 초래
기술 차별 여부	기술 특정	보편적 방식으로 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 여부	규모 구분	소규모 사업자 배려 가능	비용효율성 저하
	규모 중립	비용효율적인 사업자 선정	소규모 사업자의 진출 저해

4. 경매제도 도입방안

1) 경매제도 도입 시 고려사항

기준		구분	
		장점	단점
지원 형태	FiT	확정적 수입 확보	전력시장 가격의 미반영
	변동형 FiP	시장가격 반영 및 수입의 불확실성 보완	수입의 불확실성 일부 존재
	고정형 FiP	정확한 시장가격 반영	상대적으로 가장 큰 수입의 불확실성
평가 방식	가격입찰	경매의 투명성 제고 및 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(incentive compatibility) 단, 단일가격 예외
	가격발견	가격 불확실성 존재 시 가격발견이 용이	낮은 경쟁 시 암묵적 담합에 취약
	하이브리드	봉인입찰과 가격발견의 단점 완화	제도의 복잡성 및 높은 참여 비용
가격 결정 방식	단일가격	비용을 부풀릴 전략적 행동의 유인 없음	낙찰가격에 대한 불확실성 비합리적 저가입찰, 과소건설 초래
	차등가격	낙찰가격에 대한 확실성 비합리적 저가입찰 및 과소건설 예방	비용을 부풀릴 전략적 행동의 유인 존재
	Vickrey	비용을 부풀릴 전략적 행동의 유인 적음	낙찰가격에 대한 다소의 불확실성

4. 경매제도 도입방안

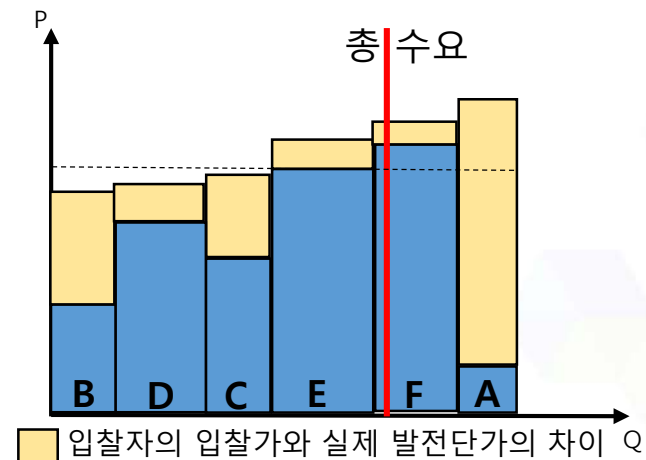
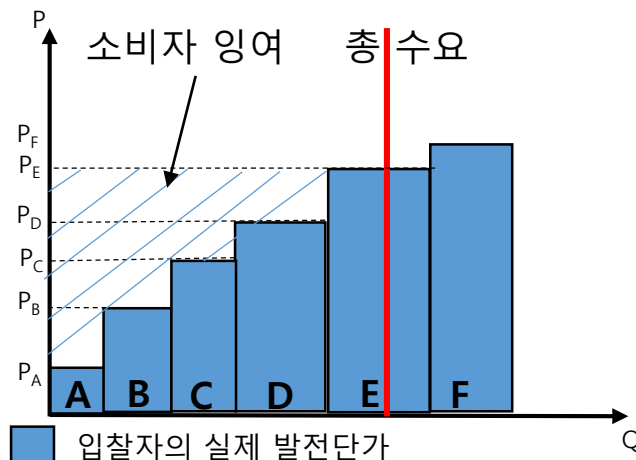
2) 가격결정방식

▪ Single-Unit Auction

- 하나의 입찰물건을 경매를 통해 계약하는 방식 : 계획입지제도 적용

▪ Multi-Unit Auction – 차등가격(Pay-as-bid)

- 낙찰자는 자신의 입찰가로 계약 체결
- 소비자 잉여가 가장 많은 방식
- 실제 비용을 드러내지 않고 기대수익을 높이는 전략 선택 유인 존재



4. 경매제도 도입방안

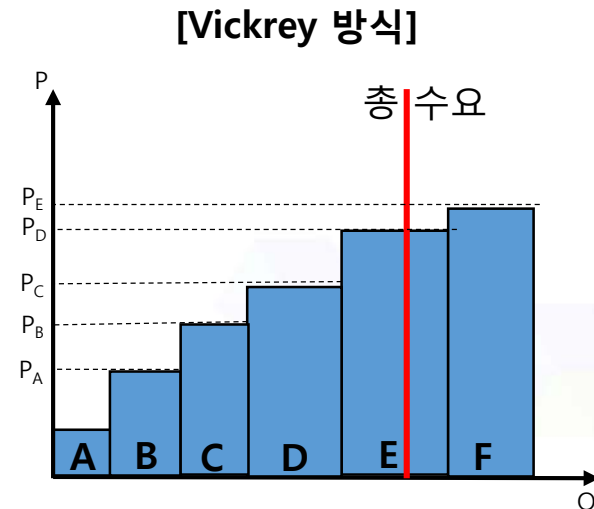
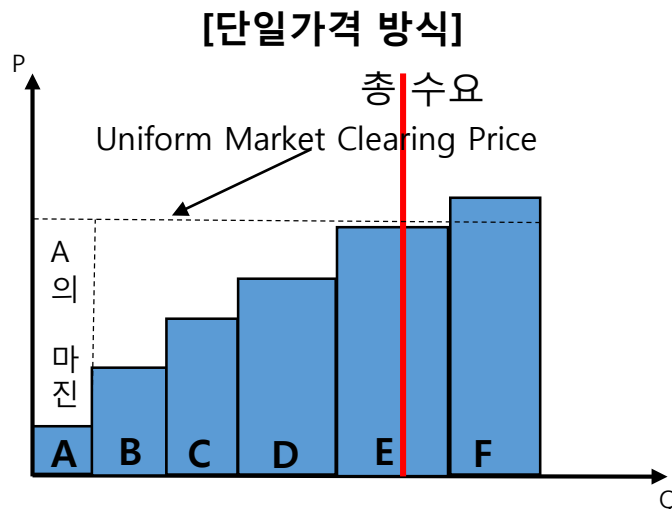
2) 가격결정방식

▪ Multi-Unit Auction – 단일가격(Uniform Pricing)

- 낙찰자는 본인 입찰가가 아닌 최고 낙찰가로 계약하는 방식
- 발전사업자 잉여가 가장 큰 방식

▪ Multi-Unit Auction – Vickrey

- 낙찰자는 본인 입찰가의 차저가로 계약 체결
- 소비자와 발전사업자가 잉여를 나눠가지는 방식



4. 경매제도 도입방안

2) 가격결정방식

▪ ABM 시뮬레이션을 통한 가격결정방식 비교

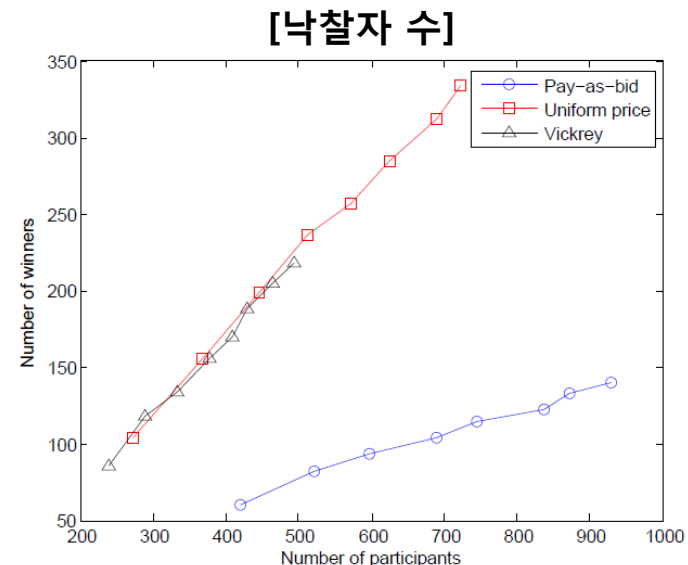
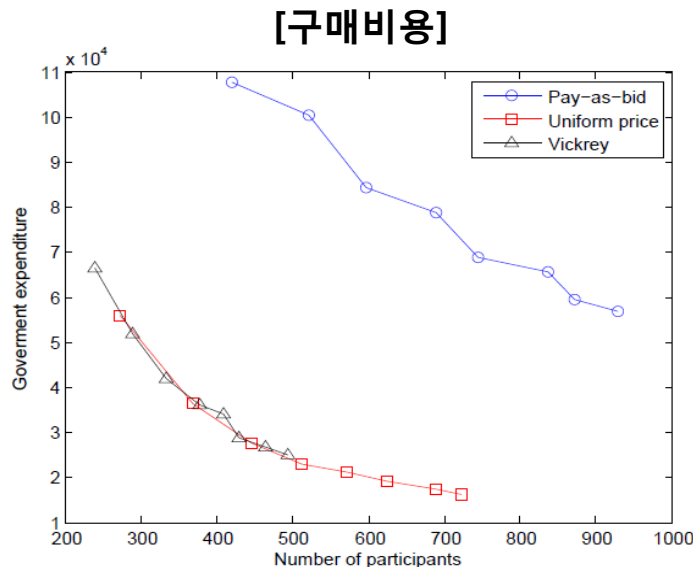
- **Agent** (신재생발전사업자) : $A_1, A_2, \dots, A_N$
- $A_i = (C_i, T_i, F_i)$ C_i : 자본 T_i : 기술수준 F_i : 경매전략
- 자본을 모두 소진하지 않은 **Agent**는 경매에 참여하여 자신의 전략 적용
- 경매의 결과에 따라 결산, 전력 판매 실적 재정상태에 반영
- 경매 결과와 무관하게 모든 **Agent**에게는 시간에 따르는 일정한 시설 유지비용을 발생하는 것을 가정하고 감가상각을 계산 ($C_i \leftarrow C_i - rC_i$)
- 재정상태가 고갈되는 **Agent**는 시장에서 제외하고 남아서 시장에 존속하는 **Agent**들은 경매에 참여

4. 경매제도 도입방안

2) 가격결정방식

▪ ABM 시뮬레이션을 통한 가격결정방식 비교

- 차등가격이 단일가격에 비해 낙찰자/구매비용 높고, 낙찰자 수 적음
- 일반적인 상식과 다른 결과, 그러나 실제 참여자 전략 반영
 - ❖ 차등가격 : 수익에 집중 - 비용을 드러내지 않음
 - ❖ 단일가격 : 낙찰에 집중 - 비용을 드러냄



4. 경매제도 도입방안

3) 국내에 적합한 경매제도 제안

- 기술 특정, 규모 구분, 다중속성, 단일가격방식 제안

기준	제안
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	단일가격 (주민참여형 프로젝트의 인센티브 별도 마련)

4. 경매제도 도입방안

3) 국내에 적합한 경매제도 제안

▪ 가격결정방식 제안

- 주요 고려사항에 대한 가격결정방식별 비교우위는 다음과 같음
- RPS 제도 유지 하에서는 단일가격 방식이 적합

주요 고려사항			선정 방식		
신재생에너지 발전비용 정보 확보	단일가격	>	Vickrey	>	차등가격
발전사업자의 전략적 행동 배제	단일가격	=	Vickrey	>	차등가격
소비자 잉여 확보(가격 하락)	단일가격	=	Vickrey	>	차등가격
의무공급자의 시장교란 방지	Vickrey	>	차등가격	>	단일가격

감사합니다

국가에너지·자원 정책 개발의 요람
에너지경제연구원