

전력시장 제도개선 제주 시범사업

순서

1. 실시간시장
2. 예비력시장
3. 재생에너지 입찰제도

현행 하루전 전력시장의 한계 및 시장개편 방향

① 단일 하루전시장

- ▶ 재생e의 불확실성에 대응하여 실시간에 인접한 발전계획 조정필요
- ▶ 하루전 시장 + 당일 발전계획 재수립 + 실시간 시장 신설

② 전통적 발전기 중심의 전력시장

- ▶ 재생에너지의 전력시장 참여방안 필요
- ▶ 재생에너지 입찰제도

③ 예비력 제공 발전기에 대한 투자 유인 부족

- ▶ 재생e 증가에 따라 예비력 과부족 현상 발생 ▶ 예비력 시장 신설

제주 시범사업 개요

- (사업명) 시장원칙 기반 전력시장 제도개선 제주 시범사업
- (사업내용) 실시간시장 + 예비력시장 + 재생에너지 입찰제도

사업내용	주요내용
1.1 실시간 시장	<ul style="list-style-type: none">▪ 실시간 전력수급을 고려한 실시간 발전계획 수립 및 가격결정▪ 하루전대비 실시간가격 편차에 대한 이중정산체계 마련
1.2 예비력 시장	<ul style="list-style-type: none">▪ 재생에너지 불확실성, 변동성 대응을 위한 예비력 가격결정▪ 예비력 요소별 발전계획 반영, 가격결정 및 정산방안 마련
1.3 재생에너지 입찰제도	<ul style="list-style-type: none">▪ 재생e(1MW 초과)에 대한 발전예측량 및 가격입찰▪ 시장기반 출력제어량 결정 및 정산금 산정방안 마련

1. 실시간시장

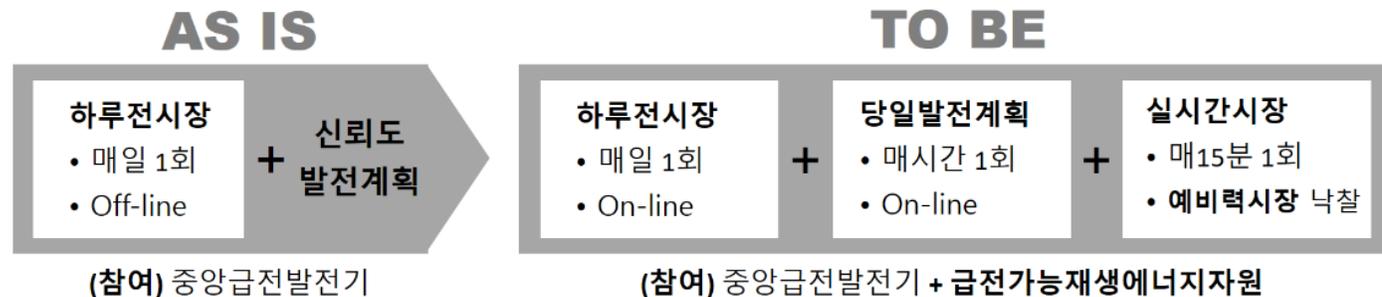
1.1. 실시간시장 개요

- (목적) 재생에너지 불확실성 및 예측오차 증가에 따라 최종 급전지시가 이루어지는 실시간에 인접한 전력시장을 신설하기 위함
- (기대효과) ① 시장원리에 의한 실시간 수급균형 확보
② 발전계획 프로세스 개선으로 계획정확도 향상

구분	시장 운영 프로세스	비고
변경 전	<p>하루전시장(1회) (관제사가 실시간 상황을 고려 기동-정지 지시)</p> <p>하루전 11:00 17:00 18:00</p> <p>입찰마감 수요/RE 예측 D-1 SMP D-1 계획 계획조정 실시간</p> <p>D-1 18시 이후 계획조정 작업 없음</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 하루전발전계획이후 조정작업 없음 · 1시간단위계획 · 재생e의 지속적증가 → 시장-계통괴리증가
변경 후	<p>하루전시장(1회) 발전계획 연속 조정(최신정보기반 업데이트)</p> <p>하루전 11:00 17:00 거래당일 00:00 실시간</p> <p>입찰마감 수요/RE 예측 입력자료 업데이트 D-1 SMP D-1 계획 D-1 17시 이후 연속적 계획조정</p> <p>Weather forecast accuracy</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 하루전발전계획이후연속적 조율 · 15분단위로계획으로 세분화 · 최신기상정보에기반한입력자료 갱신 → 정확도향상 · 변경된상황을실시간시장가격으로 반영

1.1. 전력시장 구조

- 현물 전력시장을 '하루전시장'과 '실시간시장'으로 구성
- 하루전시장과 실시간시장의 이중시장 구조로 구성
 - ① 하루전시장 : 하루전 예측한 전력수요를 만족시키기 위한 1시간 단위의 에너지 거래시장
 - ② 당일발전계획 : 하루전에 예측한 전력수요와 재생에너지 입찰량의 차이를 사전에 조정하기위해 하루전시장 이후 발전계획 재검토 및 조정 진행
 - ③ 실시간시장 : 실시간으로 수요와 공급의 균형을 맞추는 밸런싱 시장으로 하루전 할당된 자원의 출력을 조정 및 필요시 자원 추가 투입



1.1. 전력시장 구조

< 전력시장의 구성 >

구 분	하루전시장(DAM)	실시간시장(RTM)
거래상품	에너지 (예비력 확보량 고려)	에너지, 예비력(종류별)
거래단위	1시간	15분
수행주기	1일 1회	15분마다, 1일 96회
청산엔진	DAUC	RTUC
정산단위	1시간	15분
입찰마감	D-1 11시	T - 75분
가격발표	D-1 18시	T-15분 전 (사전가격) D+1 18시 (최종가격)

1.1. 전력시장 구조

< 현물 전력시장 구조 비교 >

구 분		한국		북미*				
		현재	변경(제주)	PJM	MISO	ERCOT	NYISO	ISO-NE
에너지시장	하루전시장	○	○	○	○	○	○	○
	실시간시장	X	○	○	○	○	○	○
	이중정산	X	○	○	○	○	○	○
	임밸런스 페널티	X	○	○	○	○	○	○
AS 시장	AS 시장	X (요금기반)	○	○	○	○	○	○
	AS 상품	(예비력 용량가치 정산금)	주파수제어 1차예비력 3차예비력	주파수조정 운전예비력 정지예비력	주파수조정 운전예비력 대체예비력	주파수조정 응답예비력 정지예비력	주파수조정 운전예비력 정지예비력	주파수조정 10분운전 10분정지 30분운영
	마일리지	X	○	○	○	N/A	○	○

1.2. 밸런싱 확보 및 입찰

□ 밸런싱 확보 책무

- (원칙) 전력시장에 참여하는 사업자는 밸런싱 확보 책무를 가지며, 시장에서 체결된 계약량과 실적과의 차이는 실시간 가격으로 부담
 - 제주지역 신설분에 한하여 적용(유예기간 1년 제공)
- (주요내용) 자원의 종류와 무관하게 전력시장에 참여하며 1MW를 초과하는 모든 발전기에 대하여 밸런싱 확보 책무 부여
 - 책무를 부여받은 발전기는 낙찰량과 실적 발전량과의 차이를 실시간 시장가격으로 이중정산

□ 발전 입찰

- (하루전시장) 현재와 동일
- (실시간시장) 하루전시장 발전입찰 및 변경입찰 자료 준용
 - 1시간 단위 입찰로 거래시간 75분 전 입찰 마감

1.3. 하루전 및 실시간 시장가격 책정

□ 시장가격 책정 방식 : 증분가격 + 무부하가격 + 기동가격

- (일반발전기) 증분비용 뿐만 아니라 무부하비용과 기동비용을 고려한 한계발전기의 총 변동비용으로 시장가격 결정
- (필수운전발전기) 증분가격으로 가격결정
 - 발전사업자가 하한계약 입찰로 필수운전 발전기로 설정한 경우
 - 전력거래소가 계통계약 사유로 필수운전 발전기로 지정한 경우

□ 가격결정 자격 : 비한계발전 및 계통계약운전 제외

- (비한계발전) 최소출력, 최대증감발하거나, 자기계약 시 계약입찰량 수준으로 발전 계획된 경우 가격결정에서 제외
- (계통계약운전) 계통계약 그룹에 지정된 발전기의 발전량 합계가 해당 계약그룹의 최소출력 수준으로 발전계획된 경우, 해당 발전기 그룹은 가격결정에서 제외

2. 예비력시장

2.1. 예비력시장 개요

- 하루전 시장에서는 필요한 예비력을 사전 확보하고, 실시간시장에서 에너지와 예비력의 동시최적화를 통해 예비력가격 책정
- 실시간예비력 실적과 계획량 중 작은값에 대하여 실시간예비력가격으로 정산

구분	현행 (예비력용량가치정산금)	예비력시장
예비력상품	단일	종류별
가격형식	예비력요금	예비력가격
가격종류	전년 분기별 평균요금	실시간 한계가격 Max(실시간SMP-변동비)
거래단위	1시간	15분

2.1. 예비력시장 개요

- (목적) 계통유연성을 공급하는 피크자원에 대한 정당한 보조서비스 제공 대가 지급
- (내용) 실시간시장과 함께 15분 단위의 예비력시장을 도입하고 예비력을 시장 상품화하여 실시간으로 거래
 - 상품유형 : 주파수제어예비력, 1차, 3차예비력
 - 시장구조 : 실시간시장과 동시최적화를 통한 예비력 종류별 낙찰
 - 가격결정 : 에너지 대비 예비력의 기회비용(한계비용)으로 결정
- (기대효과) 예비력 부족(과다)시 예비력가격이 인상(하락)되므로 예비력의 실시간 가치 반영 → 변동성 대응 유연성 확보에 기여

2.2. 예비력시장 구조

□ (시장구조) 예비력을 시장 상품화하여 실시간으로 거래

- (상품종류) 주파수제어예비력, 1차예비력, 3차예비력
- (시장구조) 실시간시장과 동시최적화를 통한 예비력 종류별 낙찰
- (모델링) 응답속도가 빠른 1차예비력부터 주파수제어, 3차예비력을 Cascading방식을 적용하여 확보
- (거래단위) 실시간시장 거래단위와 동일한 15분
- (정산) 예비력 종류별 실시간 예비력가격으로 정산 및 대금지급

2.3. 예비력가격 책정

□ (가격결정) 에너지대비 예비력을 기회비용으로 결정(한계비용)

- 발전기별 기회비용 = 실시간 SMP - GP_(발전기별 발전단가)
- 실시간시장에서 예비력 제공에 따른 기회비용을 낮은 것부터 순서대로 쌓아 예비력 확보량과 만나는 지점에서 순차적으로 낙찰

□ (기대효과) 예비력의 실시간 가치 반영 → 재생e 변동성 대응을 위한 유연성자원 확보

○ 현행대비 예비력 보상 체계 비교

현행	개선
예비력 용량가치 정산금	예비력시장 정산금
직전년도 실적기준, 예비력 제공에 따른 발전기들의 계절별 평균 기회비용	실시간시장에서 에너지와 예비력의 동시최적화를 통해 예비력 기회비용 책정
보조서비스 정산금	마일리지 정산금
예비력 제공에 대한 대가로 배정된 예산에서 보조서비스 종류별로 구분하여 배분	실제 유연성 자원의 AGC, GF 응동 실적에 따른 대가를 배정된 예산에서 배분

2.3.1. 보조서비스정산금 (AS정산금)

● 예비력정산금

- 예비력을 종류별(1차, 주파수제어, 3차 예비력)로 나누어 예비력의 실시간 가치 반영
- $\text{Min}(\text{실시간예비력 제공실적}, \text{실시간예비력 계획량})$ 에 대하여 실시간 예비력가격으로 정산금 지급
- 자체기동서비스 : 자체기동발전기 지정 설비용량 \times 정산단가 \times 지급여부

$$\bullet \text{예비력 정산금} = \text{Min}(\text{예비력계획량}, \text{예비력실적}) \times \text{예비력가격} \times \text{지급여부}$$

● 마일리지정산금

- 거래소의 자동발전제어 지시를 빠르고 정확하게 이행할수록 더 많은 인센티브를 지급하는 이행실적 기반 정산

$$\bullet \text{마일리지 정산금} = \text{마일리지}^{\textcircled{1}} \times \text{상관계수}^{\textcircled{2}} \times \text{정확도계수}^{\textcircled{3}} \times \text{마일리지 정산단가}^{\textcircled{4}}$$

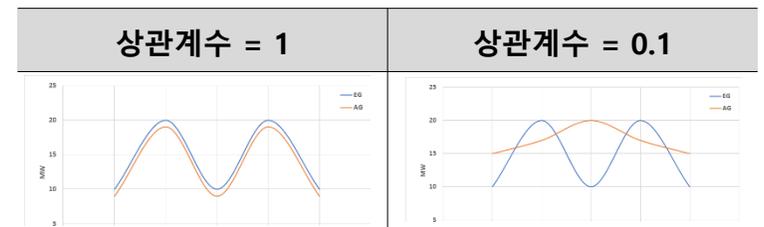
① (마일리지) 자원이 실제로 움직인 성능을 의미, 발전기에 지시한 1분단위 목표출력값의 변동분 적산치

② (상관계수) 목표출력과 실제 출력 파형간 유사한 정도

③ (정확도계수) 목표출력과 실제출력간의 정확도

④ (정산단가) 기존 1~3차서비스 정산금 단가를 고려하여 비용위 의결 후 결정 예정

< 상관계수 산정 예시 >



3. 재생에너지 입찰제도

3.1. 재생에너지 입찰제도 개요

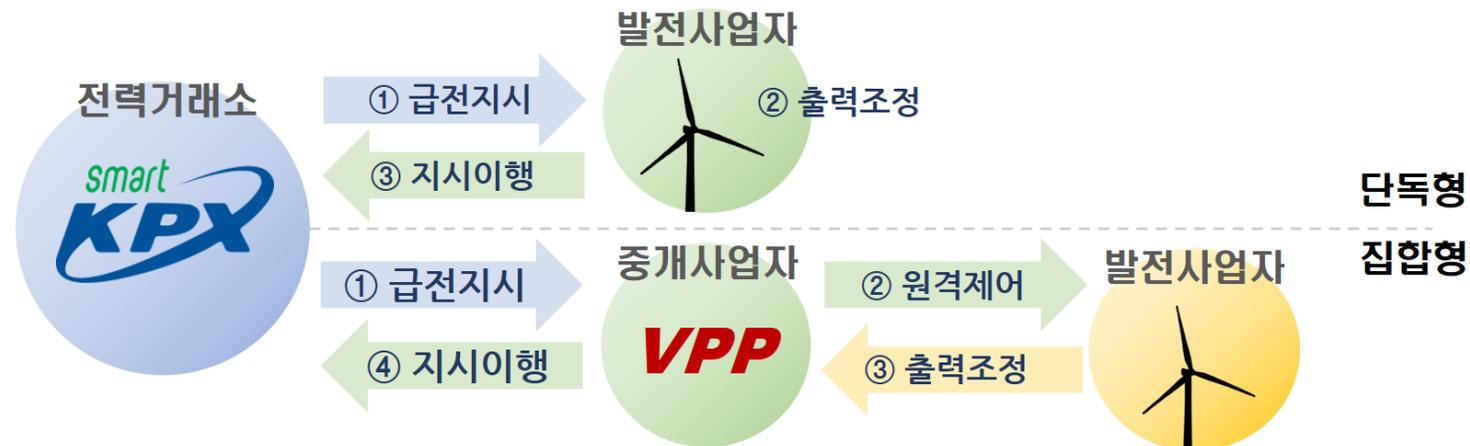
- 급전가능 재생e에 중앙급전발전기와 동등한 대가 지급
- 시범사업 미참여 비중양은 현행과 동일하게 전력량정산금만 지급(하루전smp적용)

구분		중앙급전발전기	급전가능재생e	그 외 비중양 (시범사업 미참여)
에너지 정산금	전력량정산금	○	○	○
	변동비보전정산금	○	○	X
	기대이익정산금	○	○	X
	임밸런스페널티	○	○	X
용량정산금		○	○	X
보조서비스정산금		○	X	X

3.1. 재생에너지 입찰제도 개요

- (목적) 재생에너지 확대에 따른 변동성 완화를 위해 재생에너지 발전기의 급전자원화 유도를 위함
- (발전입찰) 최대 10구간에 대해 공급가능용량과 입찰가격 제출

입찰(예시)	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	7구간	8구간	9구간	10구간
공급가능용량(MWh)	20	40	80	100	120	140	160	180	200	-
입찰가격(원/kWh)	-15	-14	-13	-12	-10	-8	-6	-4	-	-



3.1. 재생에너지 입찰제도 개요

- **(출력제어)** 급전가능 재생e는 입찰한 가격에 따라 출력제어
 - (급전가능 재생e) 총비용이 최소화되도록 최적화 문제를 풀어 수립
 - ⇒ 시장원리에 따른 경제성에 의한 출력제어, 가격입찰을 통해 경쟁
 - (급전불가 재생e) 급전가능 재생e의 출력제어 이후에도 신뢰도 유지를 위해 불가피한 경우
 - ⇒ 계통 안정성 유지를 위한 출력제어
- **(가격결정)** 급전가능 재생e도 가격결정 자격을 가짐
- **(기대효과)** 재생e를 급전가능한 자원으로 전환함에 따라 재생e의 주력자원화를 유도, 시장을 통한 안정적 전력공급체계 구현에 기여

3.1. 재생에너지 입찰제도 수익구조

- (수익구조) 급전가능 재생에너지는 일반발전기와 동등한 대가 지급

【 시장참여 자원별 수익구조 비교 】

구분	에너지 정산금 (SMP)	부가 정산금 (Uplift) ¹⁾	용량 정산금 (CP) ²⁾	보조서비스 정산금 (AS) ³⁾	임밸런스 페널티 (IMP) ⁴⁾	시장외 REC 정산금
일반발전기	○	○	○	○	○	-
급전가능 재생e	○	○	○	-	○	○
급전불가 재생e	○	-	-	-	-	○

- 1) 부가정산금 : 하루전발전계획 이후 추가 출력제한 지시를 받은 경우 기대이익정산금 지급
- 2) 용량정산금 : 실효용량 기준으로 지급(ESS 연계 등 출력지속시간에 따라 차등, 북미 기준 준용)
- 3) 보조서비스 정산금 : 시범사업 시는 AS 성능요건을 요구하지 않고 전국 확대부터 고려
- 4) 임밸런스 페널티 : 급전지시 대비 계량값의 편차가 일정 수준을 초과할 경우 페널티 부과(급전지시 이행의 경우 제외)



감사합니다.