

태양광발전시스템

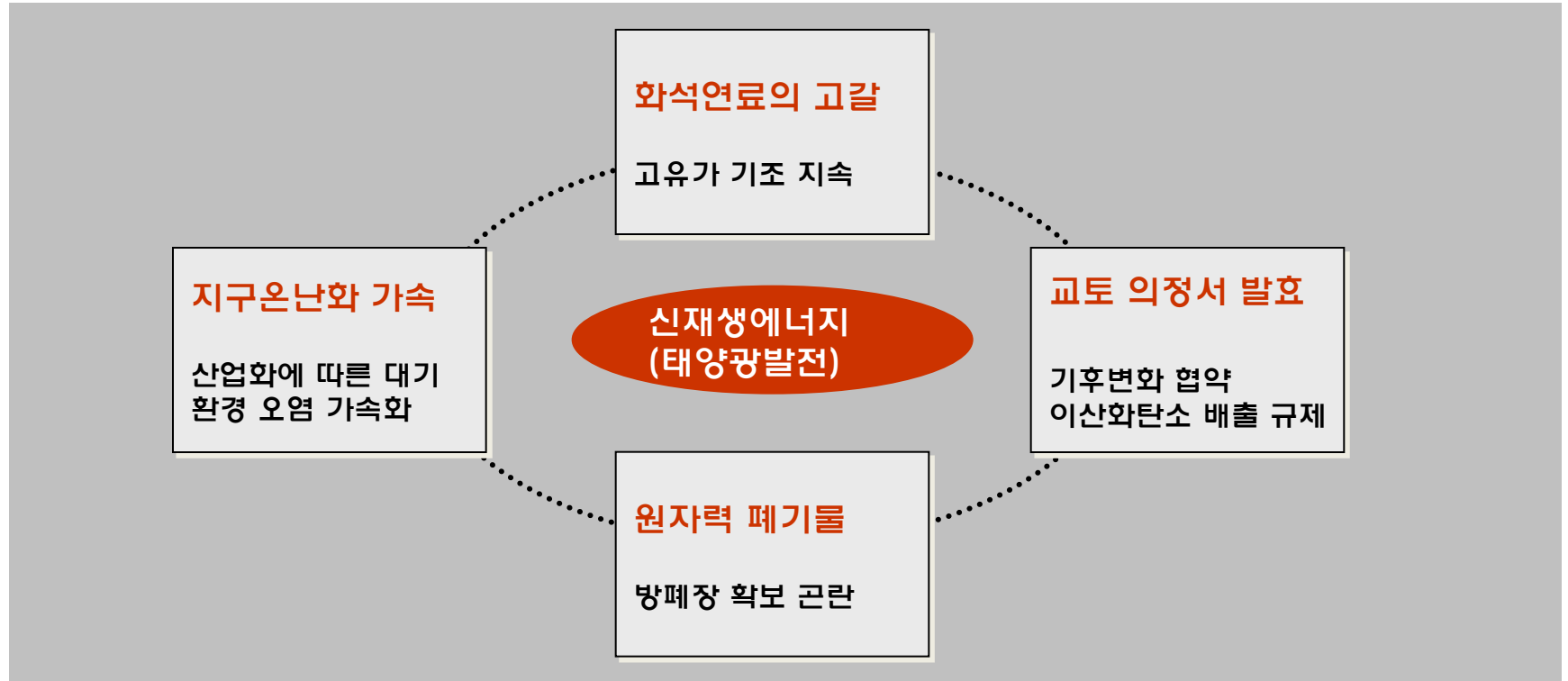
5 September 2012

OneSky Solar

INDEX

1. 태양광발전의 개요
2. 태양광발전의 원리
3. RPS
4. 태양광 적용사례

1. 태양광발전의 개요



최근 지구환경문제와 화석에너지 고갈, 원자력발전의 폐기물처리 및 신규발전소 건설에 따른 위치선정 등의 문제로 인하여 신.재생에너지에 대한 관심이 고조되고 있으며, 그 중에서도 무공해.무진장의 에너지원인 태양광 발전에 대한 연구개발과 건설이 국내외적으로 활발하게 진행되고 있다.

나. 태양광 발전의 기본단위



태양 에너지

- 지구상의 총 태양에너지 : 1.2×10^{14} KW (지구전체 소비량의 약 1만배)
- 우리나라의 총 태양에너지 : 1.5×10^{10} KW (국내 소비량의 약 100배)



태양광 발전출력

- 태양 에너지를 태양광발전 시스템을 이용하여 전기로 변환할 경우, 시스템 효율을 10%로 하면, 1m^2 당 0.1KW의 정격 출력이며, 1m^2 에서 1시간 발전하면 0.1KWh를 발전하게 된다.
- 즉 필요출력(KW)를 10배 하면 태양전지의 필요 면적을 계산 할수 있으며, 태양전지의 면적을 10으로 나누면 정격 출력이다.



일사량과 발전량

- 일일 평균 일사량 : 3.4 ~ 4.5 KWh/m²·day (년간 최적 경사각 상에서 m²당 일사량)
- 연간 평균 일사량 : 일일 평균 일사량 x 365 ≒ 1,200 ~ 1,650 KWh/ m²·year
- 실측치를 기초로 하여 추정치에 의해 일사량을 구하고, 일사량으로부터 정격출력당 발전량을 구한다.

정격출력당 발전량(KWh) = 일사량 x 종합설계계수(0.65~0.8)

1,200 ~ 1,650 KWh/m²·year x 0.7 = 840 ~ 1,155KWh/year

- 추정 연간 발전량

정격출력 발전량 x 0.12(가동율) x 24HR x 365day = 1KWh x 0.12 x 8,760 = 1,051KWh/year

≒ 정격출력의 약 1,000배가 기대 가능 발전량으로 본다.



환경 개선 효과

- 정격출력당(KWh) 화석연료(원유) 절감효과 :

1,051(KWh/year) x 2,250(kcal/KWh) ÷ 9,250(kcal/ℓ) = 256(ℓ/year)

- 정격출력당(KWh) 이산화탄소 감축효과 :

1,051(KWh/year) x (200-34)g·c/KWh = 174(kg-c/year)

다. 태양광 발전의 특징

클린 에너지

- 태양 빛을 이용해 무공해 청정 전기에너지 생산 가능
- 주간만 발전가능하며, 계절,시간,기상,일조량 에따라 발전량 변화 큼

무인 자동화

- 부분 보수가 용이하며 전자동화 무인관리 가능(유지비용 저렴)
- 발전량에 비해 넓은 부지 소요, 지역적 한계(일조량 및 일조시간 제약)

무한한 에너지

- 태양의 핵융합에 의한 빛에너지 이용 반영구적 발전 가능(모듈수명 30년)
- 발전설비 고가로 초기투입비 과다 발생(투자비 회수 장기간 소요 : 약10년)

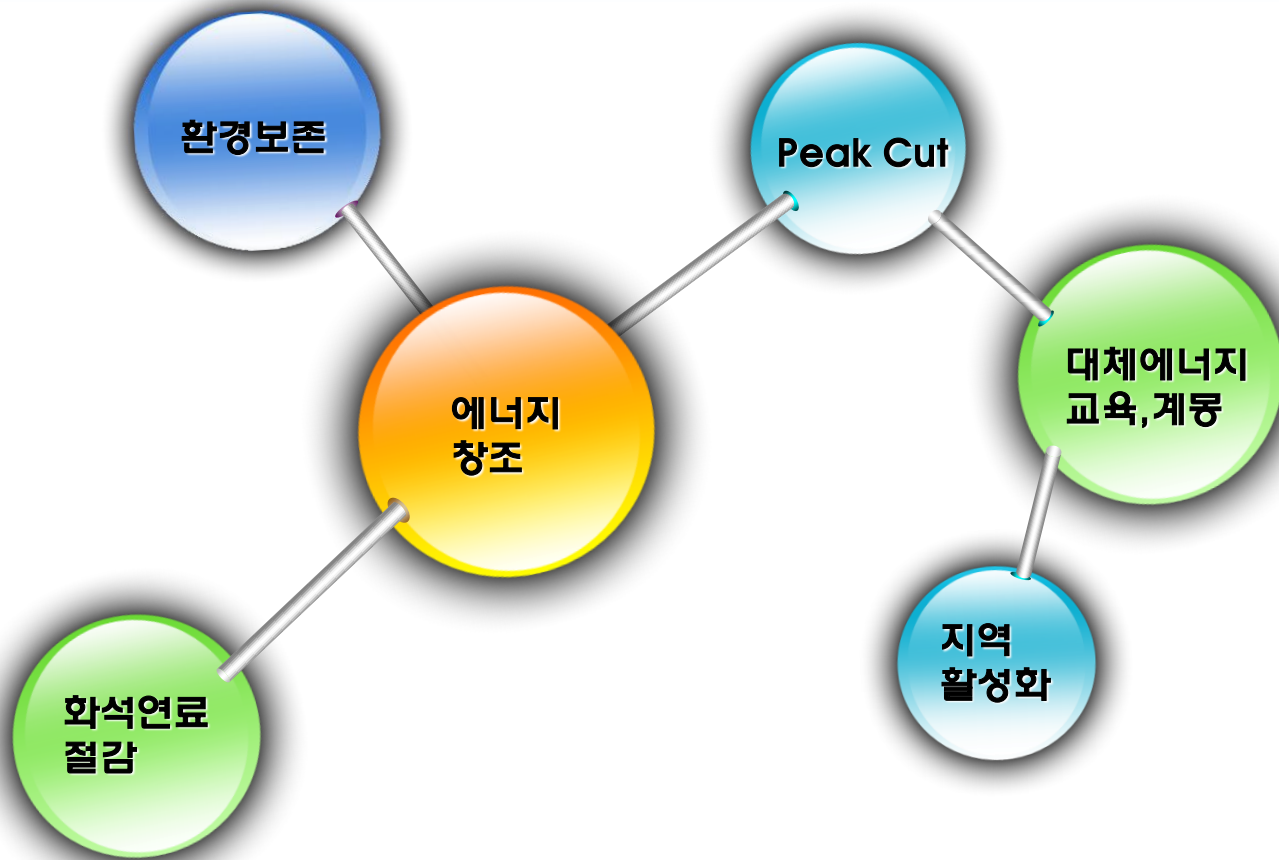
모듈등 자재 범용성

- 규모 또는 부하에 관계없이 동일한 방식으로 생산되므로 자재 조달 용이
- 직류로 생산되므로 교류로 변환 위해 인버터 설치 불가피(원가 상승)

지역 균형 발전

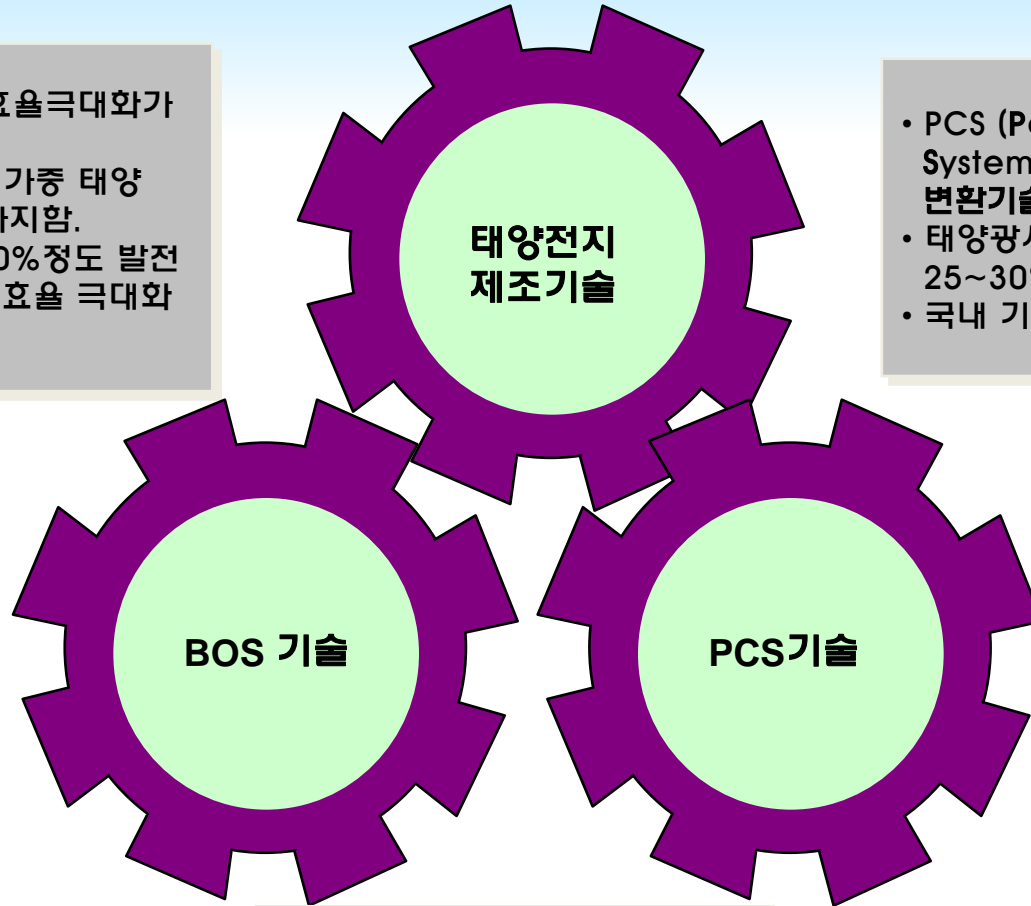
- 대규모 설비투자로 지역 균형 발전 및 건설단계 고용창출 가능 (MOU체결)
- 무인 자동화 설비로 운영 단계 고용창출효과 미약 (지자체 거부감)

라. 태양광 발전의 기대효과



마. 태양광 발전의 핵심기술

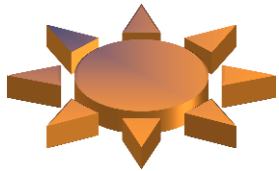
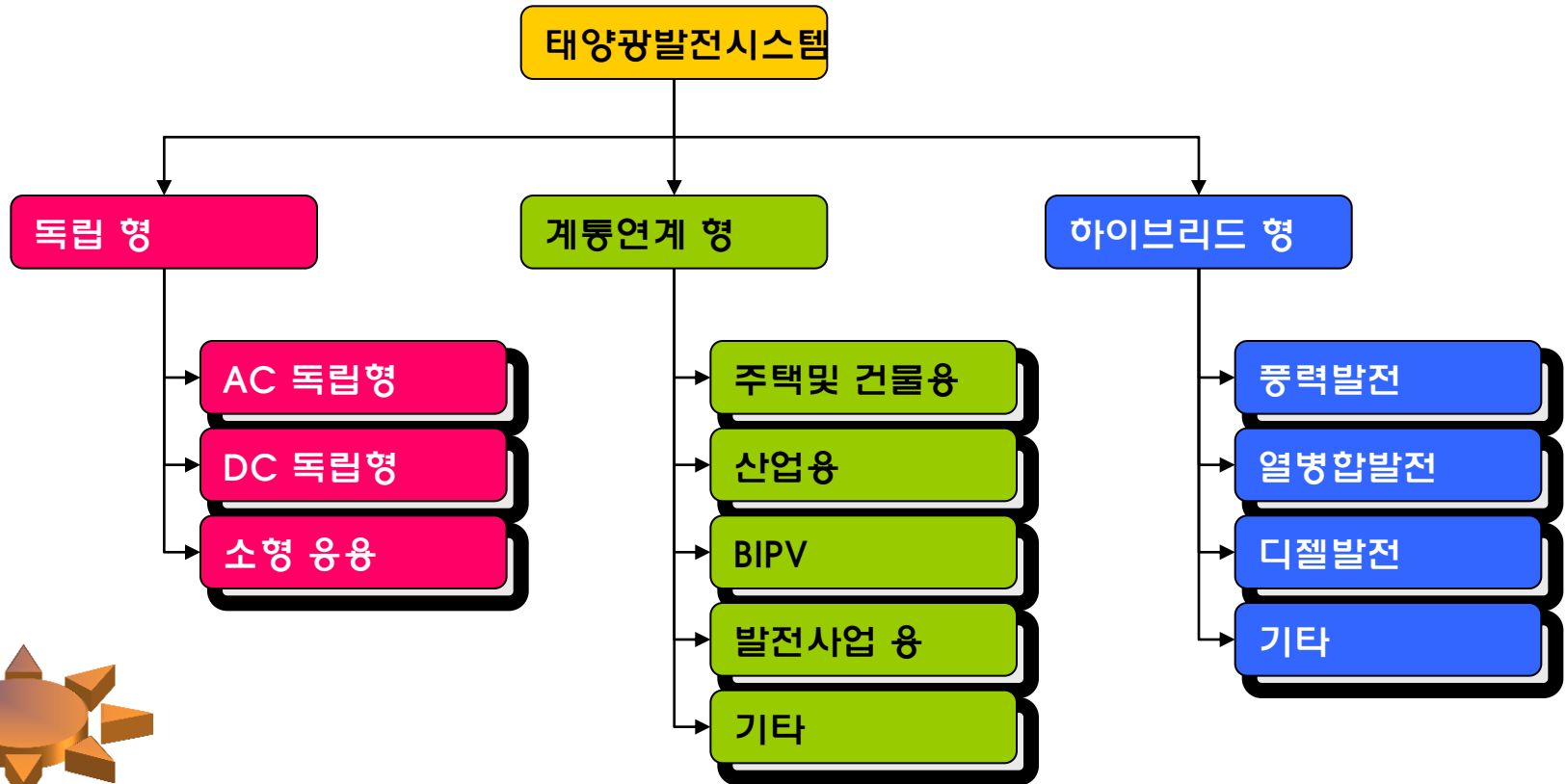
- 태양전지의 저가화, 효율극대화가 핵심기술임
- 태양광 시스템 구성원가중 태양 전지가 약40%정도 차지함.
- 전체 태양에너지의 10%정도 발전 가능하나 기술개발로 효율 극대화 필요



- PCS (Power Conditioning System) : 태양광발전용 전력 변환기술을 말함.
- 태양광시스템 구성원가중 약 25~30% 차지
- 국내 기술개발 통해 특화 가능

- BOS(Balance Of System) : 모듈, 트래커 시스템등 주변장치 를 말함.
- 신기술 개발을 통해 저비용 고부가가치 확대생산 가능
- 국내 기술개발 통해 특화 가능

바. 태양광 시스템의 분류 (계통연계 Type 別)



바. 태양광 시스템의 분류 (Array Type 別)

태양전지 Array

• 고정형 (Fixed)

• 고정형

- 인삼밭형 이라고도 한다. 추적형에 비해 초기 설치비가 적은 장점이 있으나, 추적형에 비해 효율이 떨어진다.

• 가변 고정형

- 고정형을 개량한 형태로 단계별 각도를 수동조정, 효율을 개선한 형식이다.

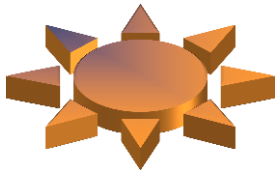
• 추적형 (Tracking)

• 단축형

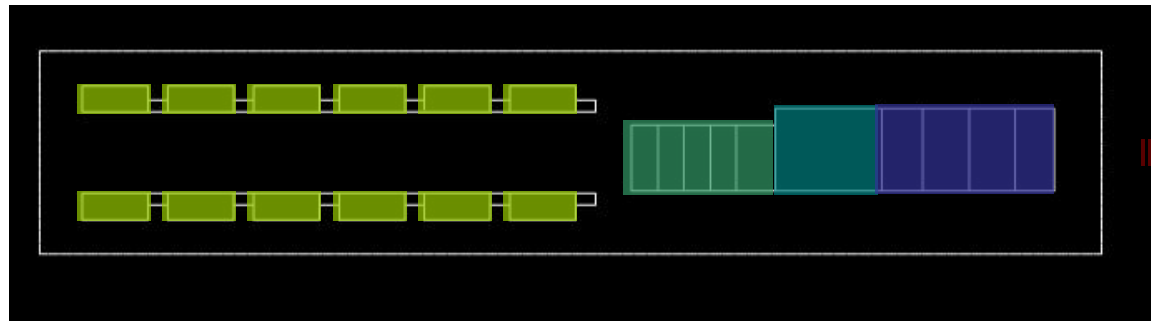
- 태양의 위치를 X-Y 축을 따라 추적하여 효율을 상승시킨 시스템으로, 고정식에 비역 약 15% 정도 높은 발전 효율을 얻을 수 있다.
예) 신안태양광발전소

• 양축형

- 단축형 시스템을 개량한 형태로 고정식에 비해 40~60% 정도 높은 효율을 기대 할 수 있으나, 초기투자비가 크고, 많은 부지를 요하므로 대규모엔 적합하지 않다.



사. 시스템구성 (계통연계형)



SUBSTATION



태양광발전시스템은 입사된 태양 빛을 직접 전기에너지로 변환하는 부분은 태양전지나 배선, 이것들을 지지하는 구조물을 총칭하여 태양전지 어레이라고 한다. 태양전지 어레이 구조물과 그 외의 구성기기는 일반적으로 주변장치라고 불려지고 있으며, 영어로는 BOS(Balance of System)라고 한다. 태양전지 어레이와 축전지를 제외한 인버터 등의 전기적인 전력변환기기류와 제어, 보호장치를 일체구조의 유니트로서 공급하는 경우에는 PCS(Power Conditioning System)라고 부르고 있다.

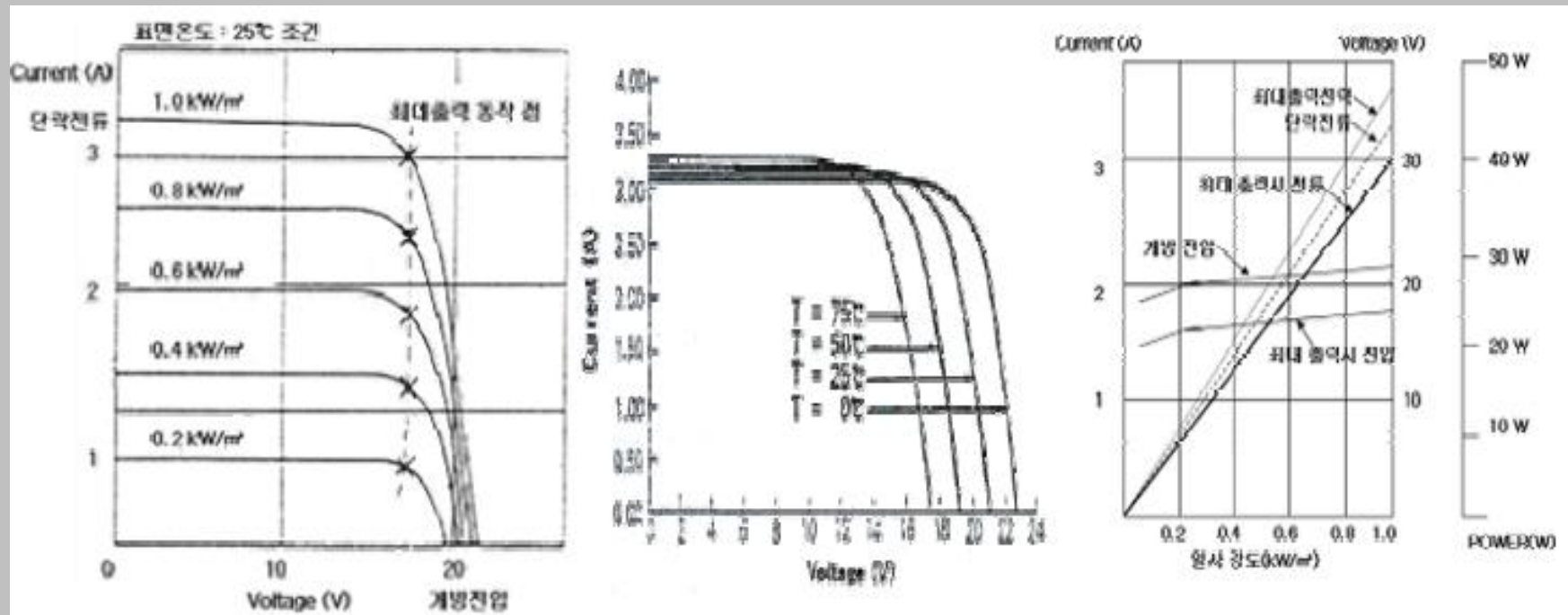
2. 태양광발전의 원리



태양전지의 종류 및 특징

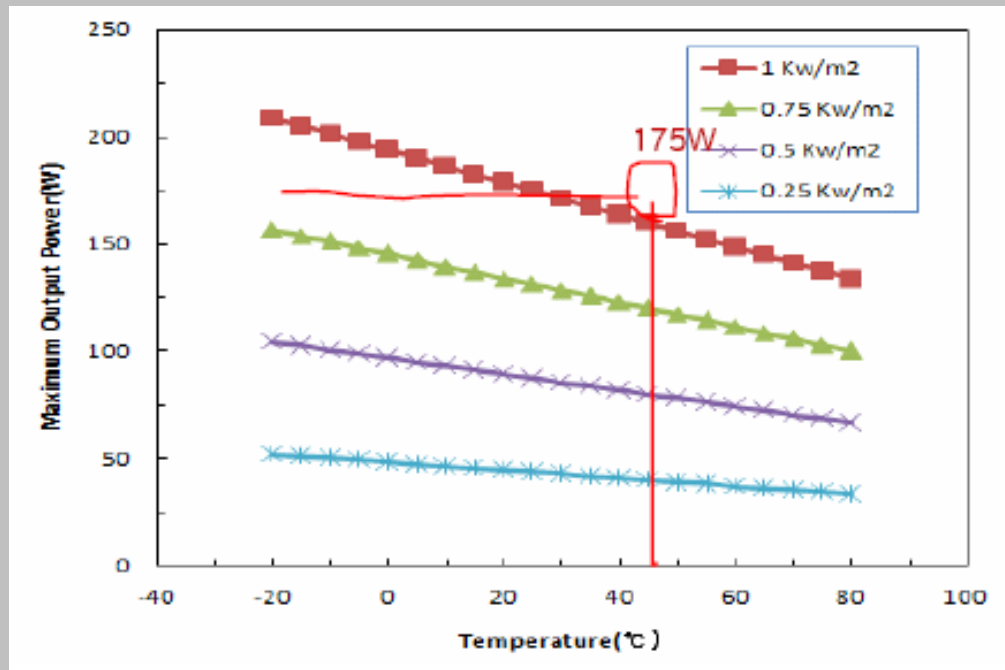
재료		형태	대표소자	특징	
태양 전지	무기	실리콘	결정	Si 단결정	고순도, 낮은 결함, 고가
			결정	Si 다결정	저렴한 공정, 저순도 재료
		박막	Si 비정질	최초의 박막형태, 저가	
	무기	비실리콘 (화합물)	결정	GaAs	가장높은 효율, 우주용, As의 유해성, 고가
			박막	CuInGaSe CdTe	이종접합, 물질합성 용이
		적층	박막	AlGaAs/GaAs	고효율, 연구실 실험용
	유기	염료	용액	TiO ₂	투명전지, 저가재료, 환경친화 안정성문제
폴리머		박막	플라스틱	저가, 유연성, 다양한 물질, 효율의 문제	

태양전지의 전압/전류 특성



- 표면온도 25도, AM 1.5, 일사량 1kw/m2 일때의 용량으로 출하 (Wp)
- 제품 출하시 25도, 45도(NOCT)두 종류 출력곡선으로 표시
- 일사량에 거의 정비례하게 출력
- 온도 증가에 따라 효율 감소

온도 및 일사량에 따른 전기적 특성



$$P_m(t) = P_m * Q * [1 + \alpha (t - 25)]$$

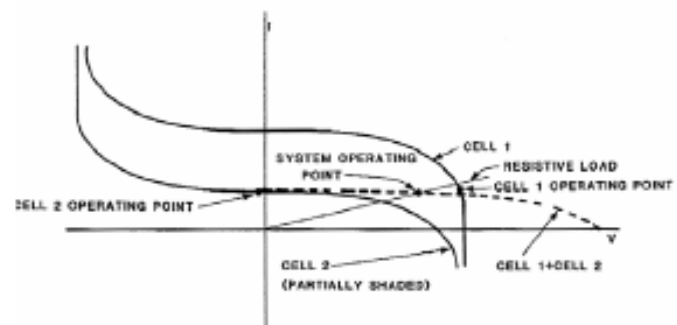
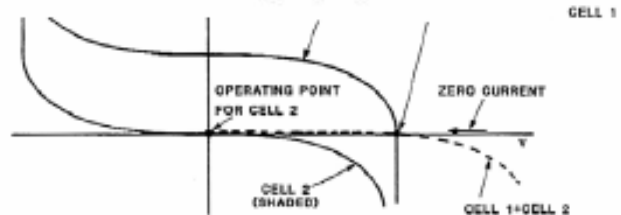
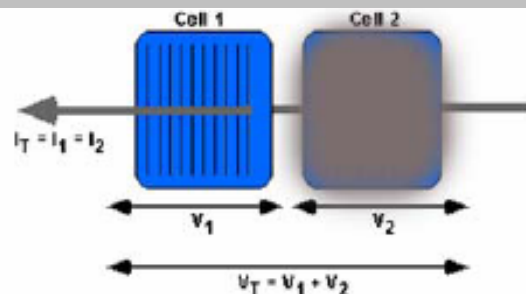
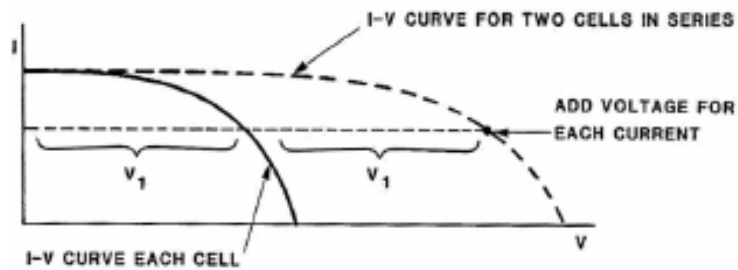
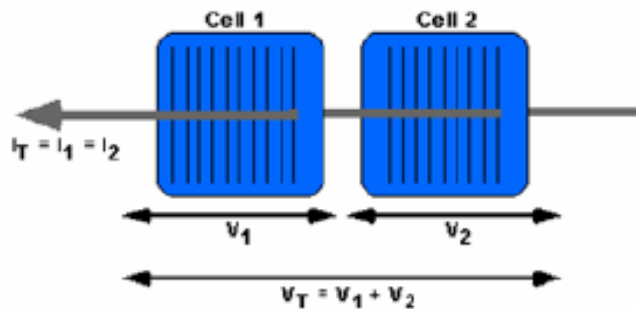
여기서, $P_m(t)$: 동작조건에서의 최대출력

P_m : 정격 출력(온도 25 °C, 일사강도 1 KW/ m²)

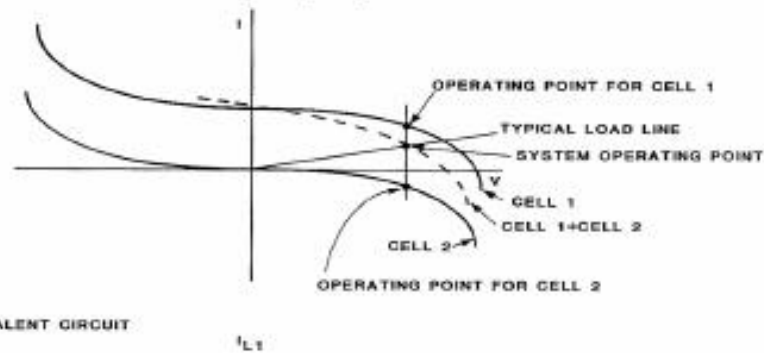
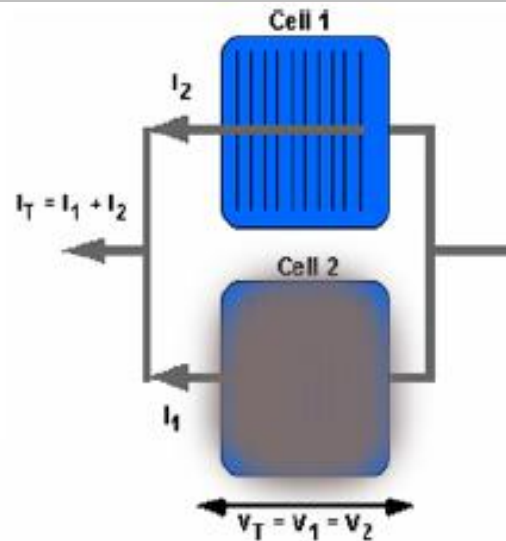
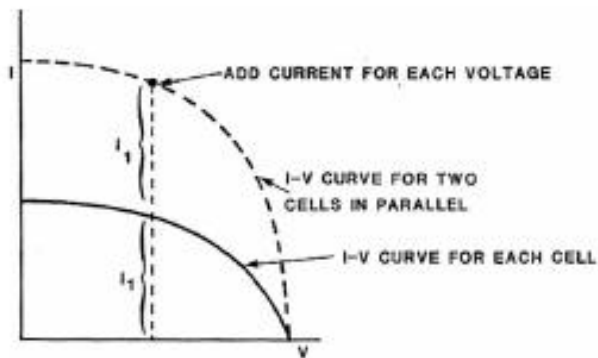
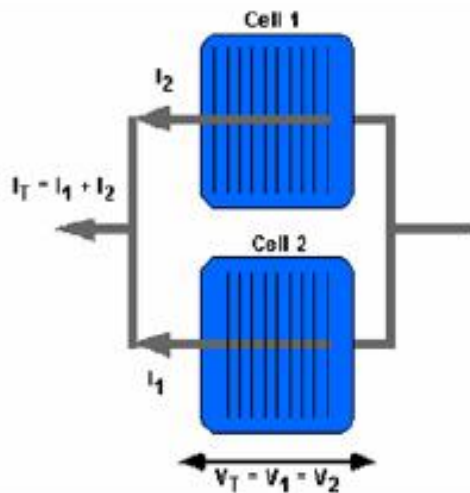
Q : 동작조건에서의 일사강도(KW/m²)

t : 동작조건에서의 태양전지 표면온도(°C) α : 온도 계수 -0.0043/°C

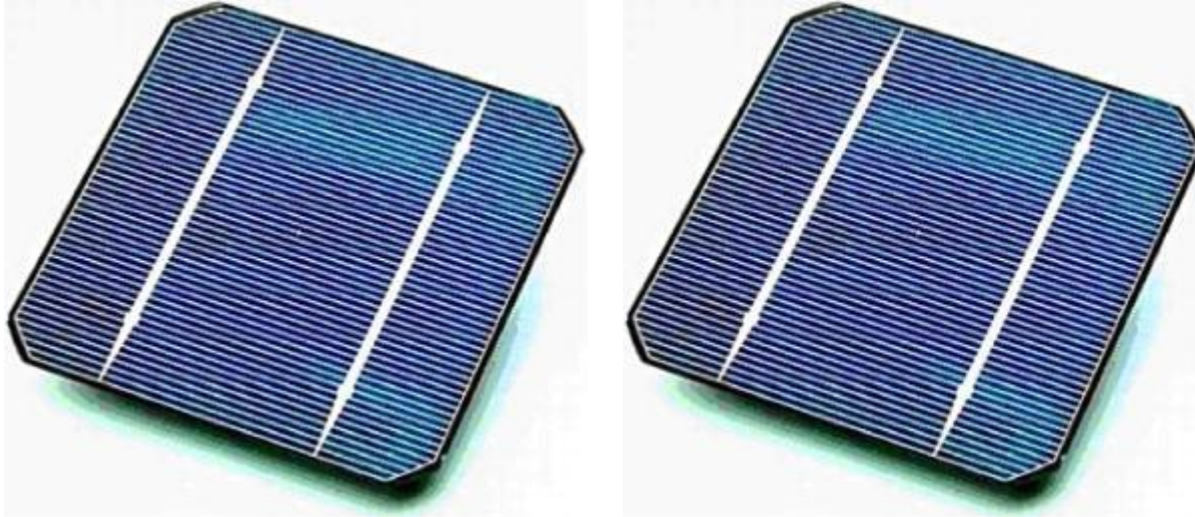
태양전지의 직렬 연결시 특성



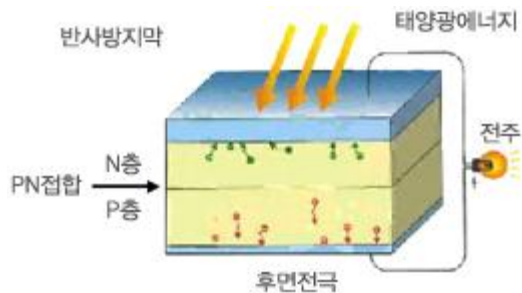
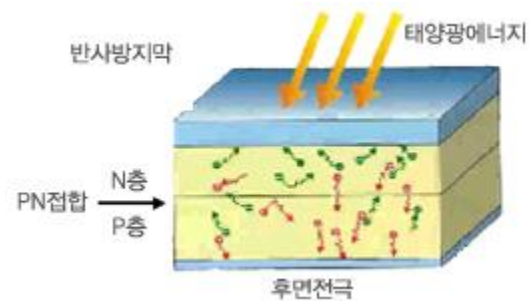
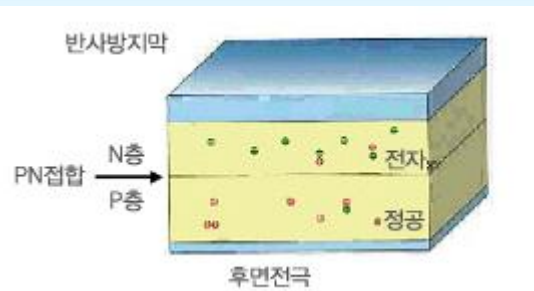
태양전지의 병렬 연결시 특성



나. 태양전지 (太陽電池 : solar cell, solar battery) 발전의 원리



1. 태양에너지를 전기에너지로 변환할 목적으로 제작된 광전지로서 금속과 반도체의 접촉면 또는 반도체의 pn접합에 빛을 조사(照射)하면 광전효과에 의해 광기전력이 일어나는 것을 이용하여 발전하는 것을 말 한다.
2. 금속과 반도체의 접촉을 이용한 것으로는 셀렌광전지, 아황산구리 광전지가 있고, 반도체 pn접합을 사용한 것으로는 태양전지로 이용되고 있는 실리콘광전지가 있음



대표적인 결정질 실리콘 태양전지는 실리콘에 붕소(boron: 붕소)을 첨가한 P형 실리콘반도체를 기본으로 하여 그 표면에 인(phosphorous)을 확산시켜 N형 실리콘 반도체층을 형성함으로써 만들어짐. 이 PN접합에 의해 전기(電界)가 발생함

이 태양전지에 빛이 입사되면 반도체내의 전자 (-)와 정공 (+)이 여기 되어 반도체 내부를 자유로이 이동하는 상태가 됨

자유로이 이동하다가 PN접합에 의해 생긴 전기에 들어오게 되면 전자(-)는 N형 반도체에, 정공(+)은 P형 반도체에 이르게 됨. P형 반도체와 N형반도체 표면에 전극을 형성하여 전자를 외부 회로로 흐르게 하면 전류가 발생됨

태양광 에너지.

3. RPS?

□ RPS 사업소개

개 요

- ◆ 발전사업자에게 총 발전량의 일정비율을 신·재생에너지로 공급토록 의무화한 제도
- ◆ 목 적 : 신·재생에너지의 이용·보급을 촉진하고 신·재생에너지 산업의 활성화

[신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제12조의 6]

공급의무자

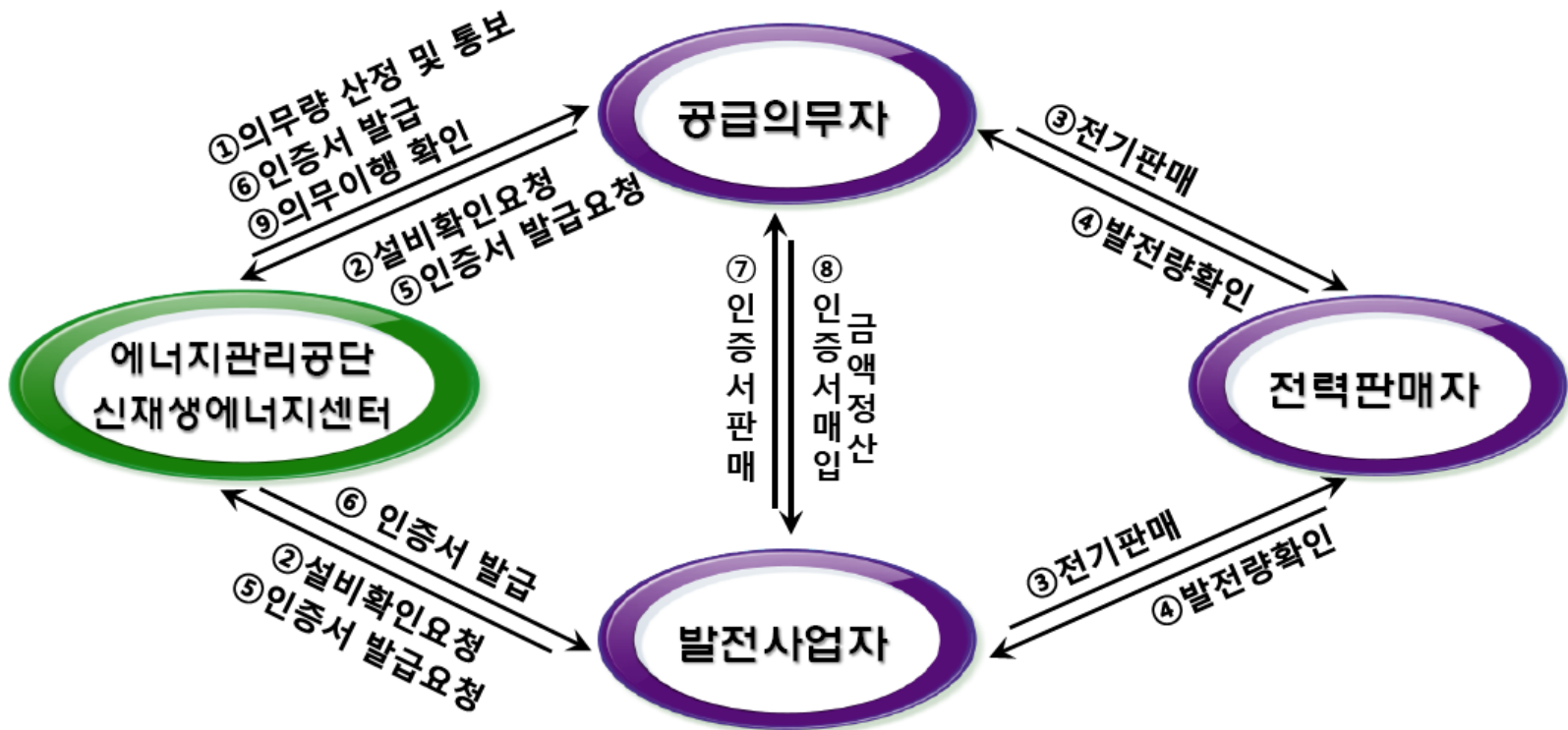
- ◆ 50만kW 이상의 발전설비(신·재생에너지 설비 제외)를 보유한 자
- ◆ K-water, 지역난방공사

[신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행규칙 제18조의 3]

→ 공급 의무자 : 13개사(한전 발전자회사 : 6, 민간발전사업자 : 5, 공공기관 : 2)
 [국내 설비용량(72,490MW)의 97.7%, 발전량(422,355GWh)의 99.0%]



□ RPS 사업소개



- 공급의무자 : 수력원자력, K Power, K-water 등 13개 발전사 지정 고시
- 발전사업자 : RPS 대상설비를 설치 확인한 후, 신·재생에너지 원으로 전기를 생산하여 판매하는 자

※ RPS사업 매전단가 : **SMP**판매 + **REC**판매(약12년간)

□ 신재생에너지 공급인증서

1. 공급인증서 REC (Renewable Energy Certificates)란?

-신재생에너지를 이용하여 에너지를 공급한 사실을 증명하는 인증서

2. 인증서 판매자 자격

-태양광 발전사업허가 필하여야 함(단, 임시 허가증 불가).

-발전차액을 받지 않아야 함(단, 발전차액중단확인서 제출시 잔여기간만큼 인정)

-에너지관리공단에 인증된 제품을 사용해야됨(국내인증만 인증)

-설치의무화대상 설비가 아니어야 함.

-RPS시범사업으로 선정된 발전사업자가 아니어야 함.

3. 인증서 판매자 선정

-의뢰용량 : 설비용량(kW)

-구 매 자 : 13개 공급의무자

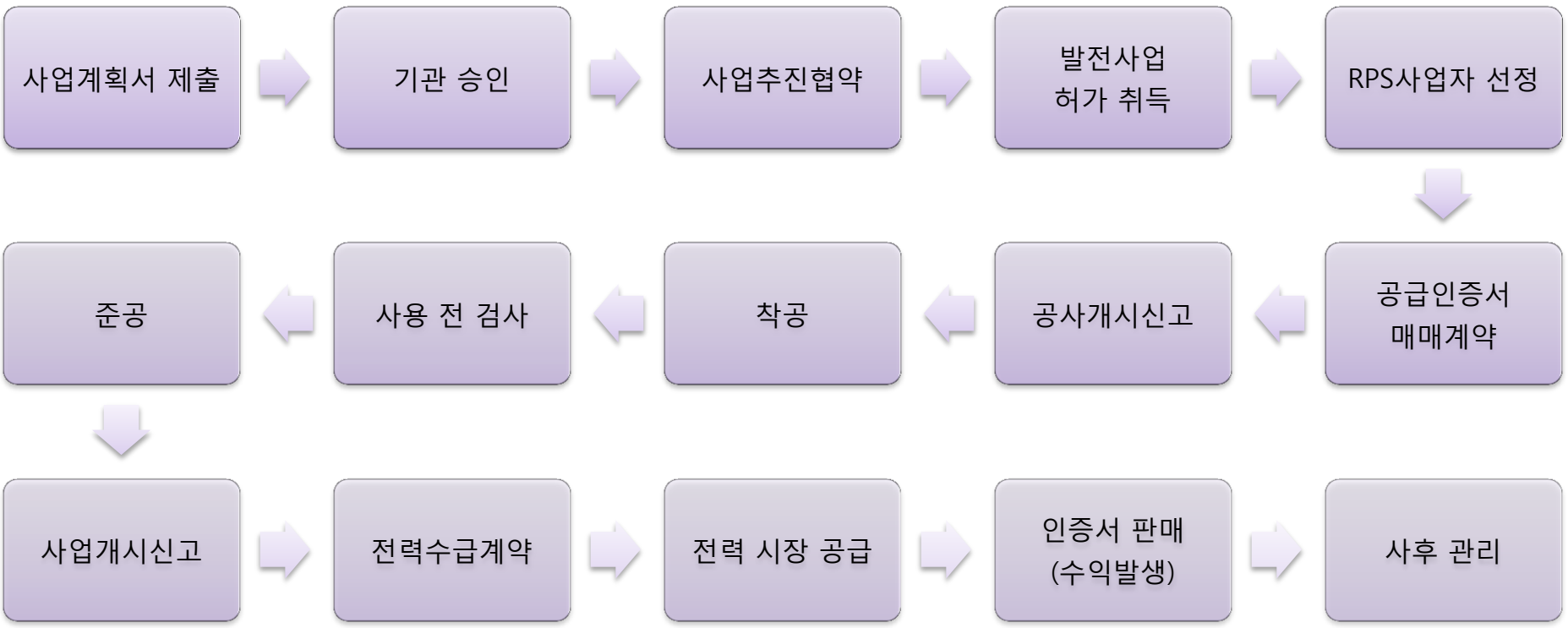
-상한가격 : 350천원/REC (2012년 본사업)

-계약기간 : 계약일로부터 **12년 이상**

-공급인증서 가중치

□ RPS(신재생에너지의무할당제)

▼ 사업 추진 절차



REC 지목별 가중치 계산 예

태양광에너지 가중치 기준

공급인증서 가중치	대상에너지 및 기준		
	①설치유형	②지목유형	③용량기준
0.7	건축물 등 기존시설물을 이용하지 않는 경우	5개 지목(전, 답, 과수원, 목장용지, 임야)	
1.0		기타 23개 지목	30kW 초과
1.2			30kW 이하
1.5	건축물 등 기존 시설물을 이용하는 경우		



가중치 적용 예시

설비용량	입지	연간 실제 발전량 ¹⁾	가중치	공급인증서 발급량
100kW	5대 지목	131.4 MWh	0.7	92.0 REC
	건축물	131.4 MWh	1.5	197.1 REC

1) 연간 실제 발전량 = 설비용량(kW) × 연간시간(h/y) × 이용율 = 100 × 8,760 × 0.15
 * 연간 8,760시간/년, 이용율 15% 적용, 1REC=1MWh

□ RPS 인증서 거래 시장 개념

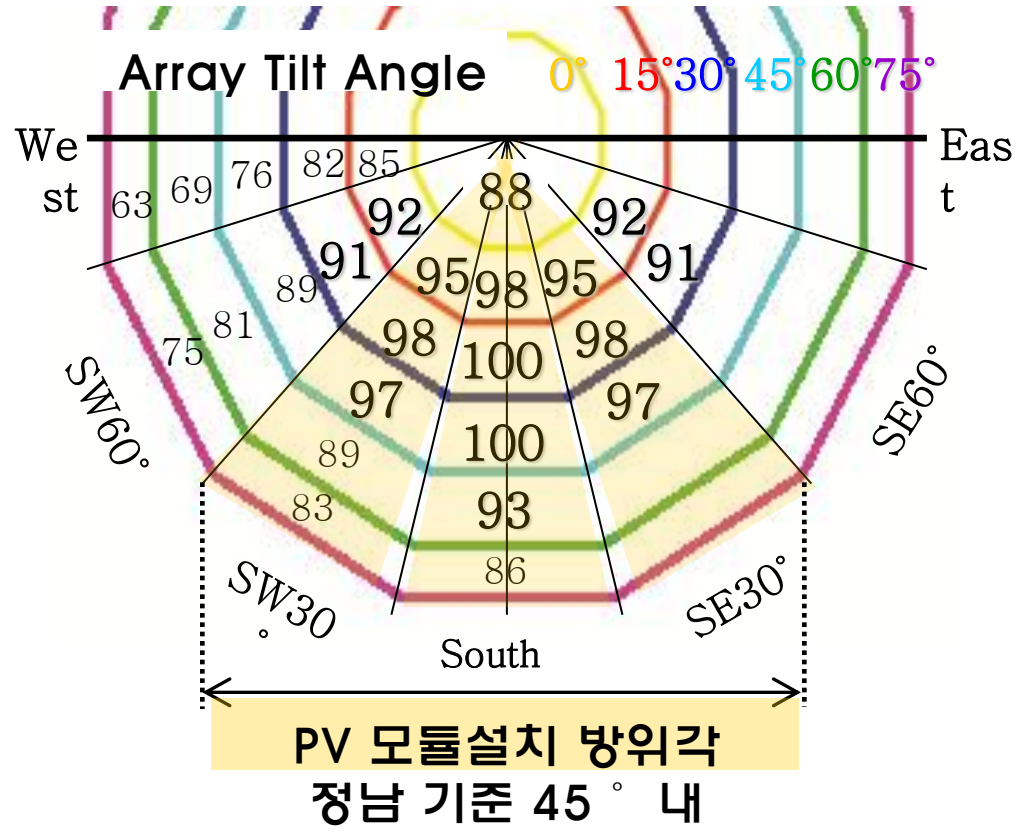
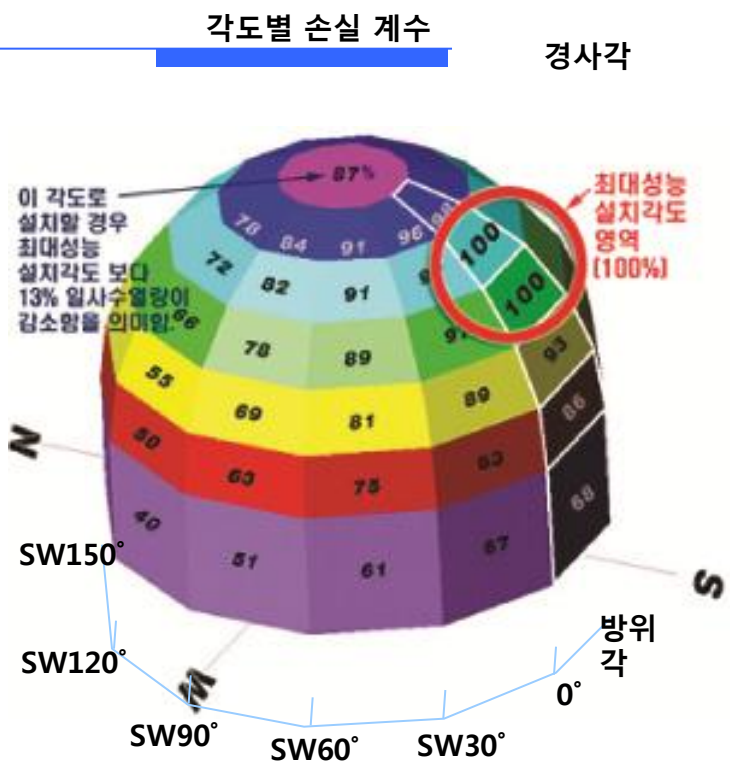
시장개념

- ❖ 인증서 거래시장은 인증서의 수요자와 공급자가 거래할 수 있는 전자상거래 공간
- ❖ 공급의무자 및 신·재생에너지 발전사업자는 거래시장을 통해 인증서를 매매하고 공급의무를 이행



발전량 영향 요소

방위각, 경사각 설정



□ 시스템 구성도

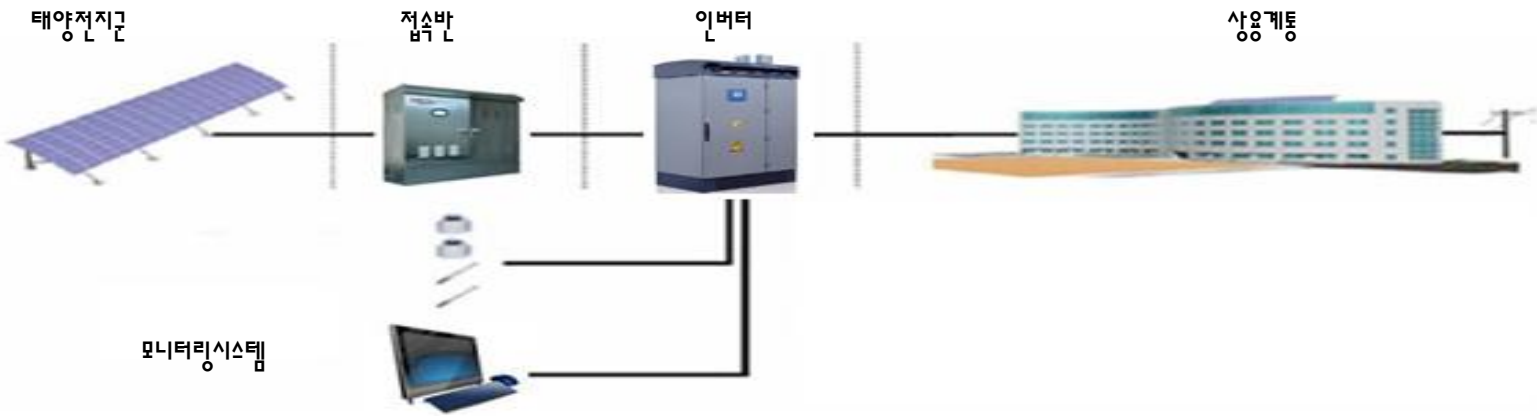


계통연계형인버터



태양전지모듈

- 태양광발전은 일반 발전과 달리 무공해로 전기를 얻는 친환경 발전방법입니다.
- 태양광발전은 태양에서 발생된 빛이 지구에 도달하면 태양전지판으로 태양빛을 받아 직류전기를 발생합니다.
- 인버터는 태양전지판에서 만들어진 직류전기를 일반 가정에서 사용 가능한 교류전기로 변환하는 장치입니다.



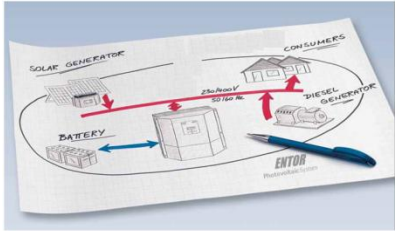
□ 사업수행 Flow Chart

① 사업부지 발굴 및 현장답사



- 현장사진촬영
- 면적산정
- 주변환경검토
[음영지역확인]
- 한전연계점확인
[저압/고압]

② 태양광 가 설계, 배치



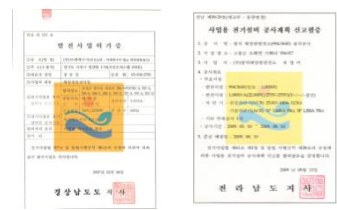
- 면적 도면화
- 모듈배치[CAD]
- Array 구성
- 용량산정
- 한전 연계점 확인의뢰

③ 임대차계약



- REC구매 가중치별 임대차계약
- 15년 장기 계약

④ 인 허가 진행



- 인허가 대관업무
- 발전사업허가 신청 및 발급
- 공사계획신고
- 건축신고 및 준공신청

⑤ 태양광설비 설치



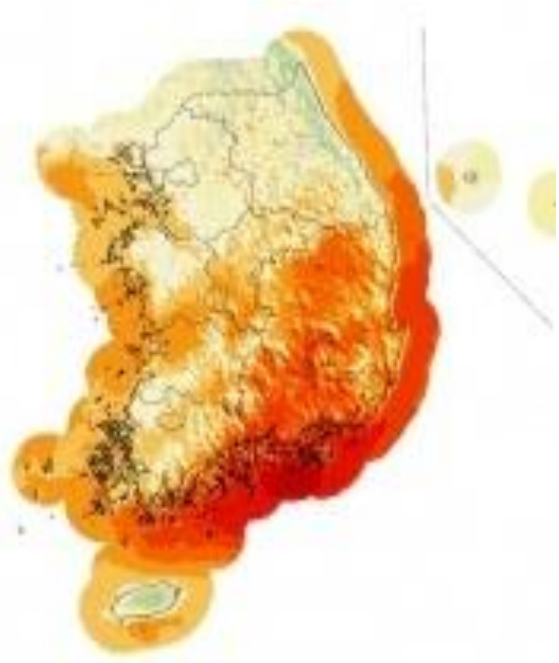
- 토목공사
- 건축공사
- 전기공사

⑥ 유지 보수



- 주간점검
- 월간점검
- 특별점검

□ 사업의 경제적 효과



- 1. **RPS사업 사전 경제성 분석 지원**
 - RPS사업에 따른 일별/월별/년별 예상 매출 분석
 - 설치 사이트 계절별 음영 분석
- 2. 투자비의 20%에 해당하는 법인세 면제
: 세법상 투자원년 기준 5년간 이월 가능
- 3. RPS사업 적용시 계통한계가격(SMP) 상승으로
년간 매출액 변동(증가) 및 제품수명 완료시 까지
매전 가능
- 4. 향후 친환경 건축물 인증 등에 따른 부가 혜택 예상
(건물의 탄소 배출량 감소 의무화 대비, 탄소세 감면 등)

☐ 목포 일사량 및 기온

Geographical site parameters

Geographical Coordinates Monthly meteo

Location

Site name: Mokpo

Country: Korea Region: Asia

Latitude: 34.82 deg 34 49 (+ = North, - = South hemisp.)

Longitude: 126.38 deg 126 23 (+ = East, - = West of Greenwich)

Altitude: 38 M above sea level

Time zone: 9 Corresponding to an average difference

Legal Time - Solar Time = 0h 34m

Sun paths

Print

New Site Export table Export line Import

Cancel OK

Geographical site parameters

Geographical Coordinates Monthly meteo

Site: Mokpo (Korea)

Data source: Weather Center

	Global Irrad.	Diffuse	Temper.	Wind Vel.
	kWh/m2.mth	kWh/m2.mth	oC	m/s
January	73.2		1.6	
February	91.2		3.2	
March	131.4		5.8	
April	153.6		12.3	
May	165.7		17.5	
June	149.9		21.6	
July	137.5		24.8	
August	148.7		26.1	
September	126.4		22.4	
October	119.4		16.7	
November	83.4		10.1	
December	65.5		3.9	
Year	1445.7		13.8	

Required Data

- Horizontal global irradiation
- Average Ext. Temperature

Extra data

- Horizontal diffuse irradiation
- Wind velocity

Irradiation units

- kWh/m2.day
- kWh/m2.mth
- MJ/m2.day
- MJ/m2.mth
- W/m2
- Clearness Index Kt

Default (from NASA-SEE)

Cancel OK

Simulation (고정식)

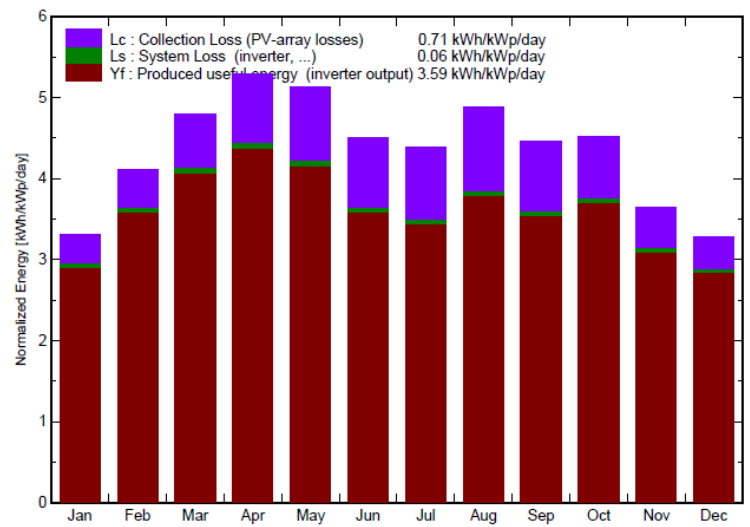
Project : Hanyang-100MW-FT(Mokpo)
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters		System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation		tilt	30 deg	azimuth 0 deg
PV modules		Model	STP 250-24/Vb	Pnom 250 Wp
PV Array		Nb. of modules	400000	Pnom total 100000 kWp
Inverter		Model	Sunny Central 500CP	Pnom 500 kW ac
Inverter pack		Nb. of units	200.0	Pnom total 100000 kW ac
User's needs		Unlimited load (grid)		

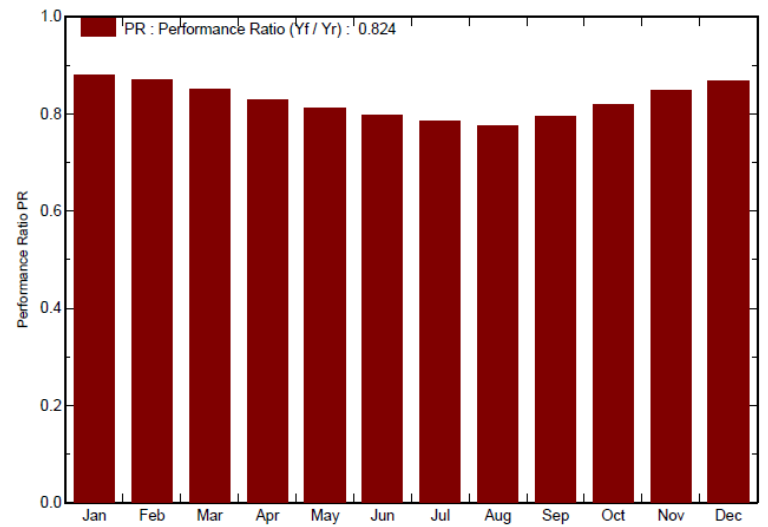
Main simulation results

System Production **Produced Energy 131143 MWh/year** Specific prod. 1311 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **82.4 %**

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 100000 kWp



Performance Ratio PR



Simulation (단축식)

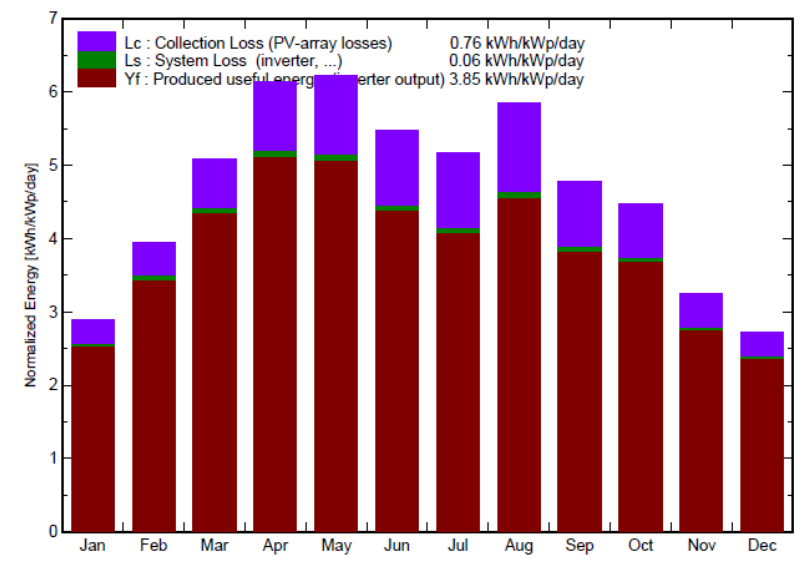
Project : Hanyang-100MW-SAT(Mokpo)
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters		System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	0 deg	Axis Azimuth	0 deg
PV modules	Model	STP 250-24/Vb	Pnom	250 Wp
PV Array	Nb. of modules	400000	Pnom total	100000 kWp
Inverter	Model	Sunny Central 500CP	Pnom	500 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	200.0	Pnom total	100000 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

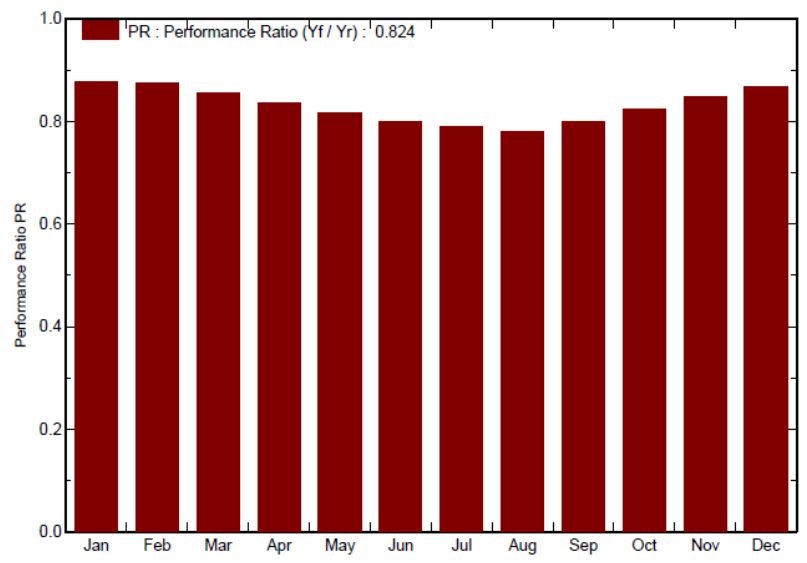
Main simulation results

System Production **Produced Energy 140562 MWh/year** Specific prod. 1406 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **82.4 %**

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 100000 kWp



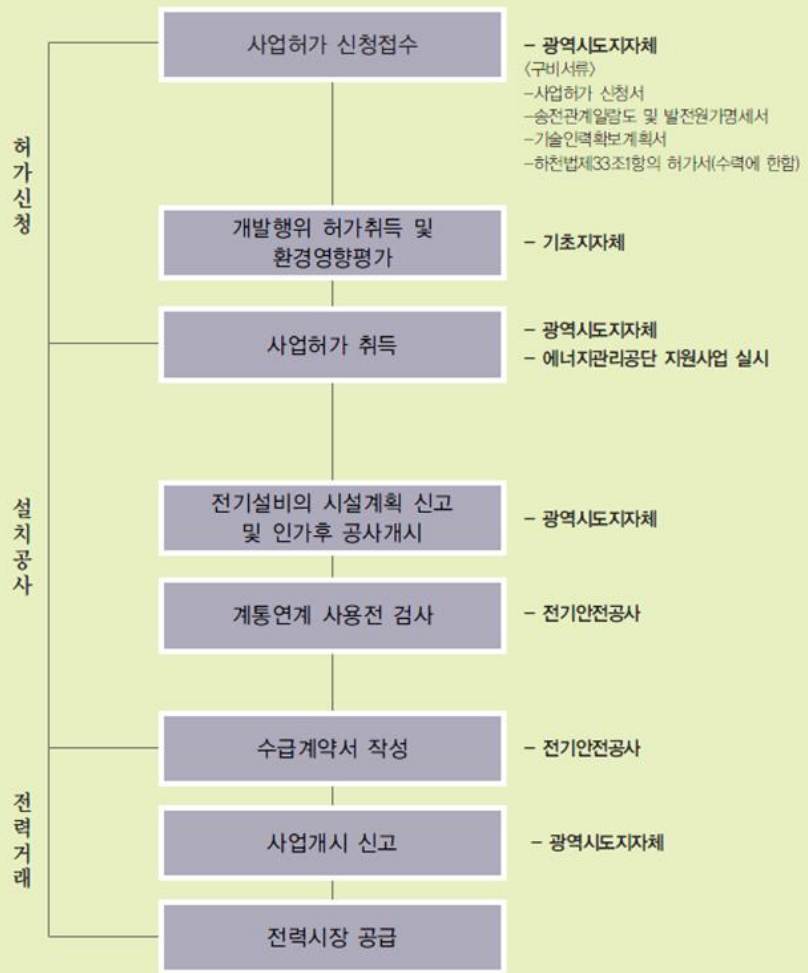
Performance Ratio PR



□ 인허가 절차도

발전사업 허가기관 : 3,000kW초과설비(산자부 전기위원회)
 3,000kW이하설비(광역시도지자체)

발전사업 추진절차 (3,000kW 이하)



4. 태양광 적용사례

Asia's largest PV power plant, Korea



World's largest parking-lot PV power plant, Korea



Slope PV power plant, Korea



World's fastest MW construction project, Korea



Korea's first rooftop on Gov. Freight Terminal, Korea



Japan's first rooftop project with tracker, Japan



PM

EP

Customized tracking system, Japan



World's highest project, Tibet



Tracking System: USA



Tracking System: China



Better Than Most

OneSky Solar Pte. Ltd. | info@oneskysolar.com

Singapore | Japan | Korea | Thailand

OneSky Solar