

韓國農電共構(Agrivoltaic)系統 個案研究

2019年11月7日

在同一塊農地上生產**太陽能**與**農作物**



生成
太陽能光電

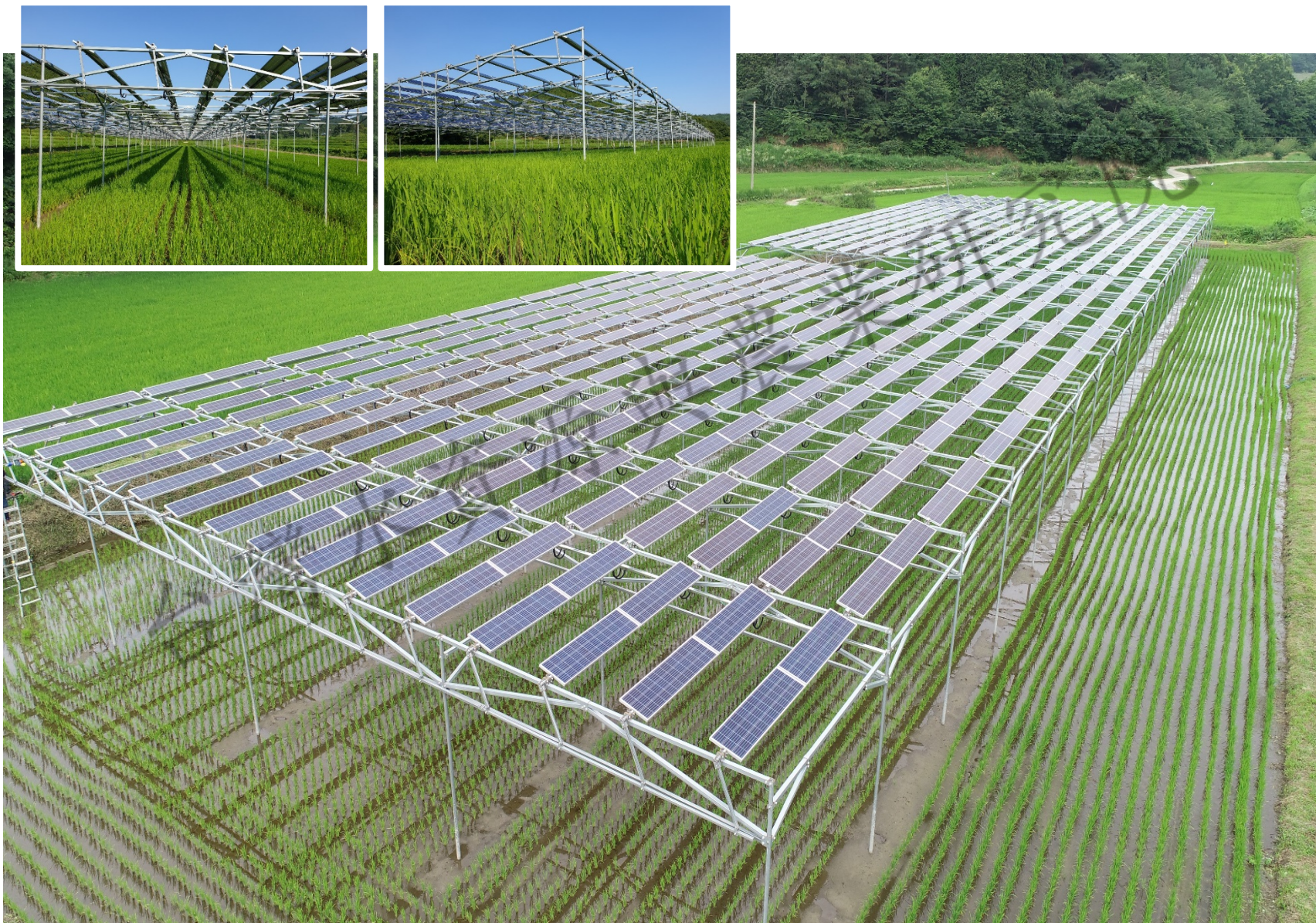


日照植物
之栽培

韓國首座農電共構稻田暨栽種場 (2016, 忠清北道梧倉)



稻田99kW (全羅南道寶城郡)



農場70kW (京畿道城南市)



年度	農作物	規模(kW)	模組規格	遮光率	產量遞減率
2016	稻米	15	4×9	29%	12~20%
	甘藍、馬鈴薯	15	4×9	29%	7~16%
2017	稻米	100	4×8	28, 32%	15~19%
	甘藍、大蒜	10	3×12	30%	11~16%
	稻米		6×12×4		
2018	芝麻、甘藍、蘿蔔	99	3×12	31.5%	
	甘藍	99	4×9		
	稻米	98	6×12	25, 30%	
	葡萄				
	稻米	50	3×12	31.5%	
	豆類	50	3×12	31.5%	
	大蒜、洋蔥	70	3×12	31.5%	
	梨	20	4×9, 3×12		
2019	稻米	40	3×12	31.5%	
	稻米		4×8		
	稻米	99	3×12 분산	31.5%	

※ Ginseng : SolarFarm(2015),

SolarFarm農電共構研究場址

- 4處位於忠清北道清州市
- 2處位於全羅南道羅州市(Naju)

	清州市1	清州市2	清州市3	羅州市1	羅州市2	人參市1 (Ginseng)
區域	忠清北道梧倉市			全羅南道羅州市		梧倉市
類型	稻田	田地	田地	田地	果園	田地
農作物	稻米	馬鈴薯、 甘藍	甘藍、蘿 蔔、芝麻、 洋蔥	甘藍、大 蒜	梨	人參
遮光率	28.2%	28.2%	31.5%	30%		57%
施工日期	2016.4	2016.8	2018,5	2017.5	2018.9	2015.3
模組規格	4×9	4×9	3×12	3×12	4×9	6×12

농림축산식품부 공고 제 농축 2016 - 422호

2016년도 농림축산식품 연구개발사업 시행계획 추가공고

「2016년도 농림축산식품 연구개발사업 시행계획」을 다음과 같이 추가로 공고합니다.

2016년 9월 8일
농림축산식품부장관

1 공고 개요

□ 공고규모 : 5개 연구개발사업 '16년 정부출연금 59.7억원 (단, 소액 0.1%)

공모 형태	대상 사업	'16년도 정부출연금
자유응모과제	농생명산업기술개발사업	14.9
	중단생산기술개발사업	25.5
	수출경쟁기술개발사업	10.0
	가축질병대응기술개발사업	7.3
지정공모과제	포스트게놈다부처융합체사업	2.0
합 계		59.7

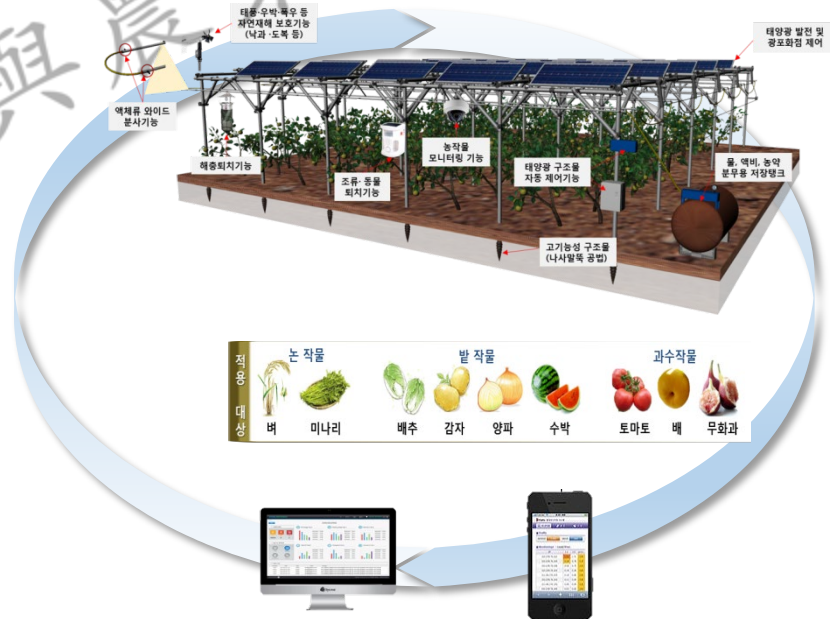
- 사업별 지원분야 세부내 용은 '2. 사업별 공고사항' 참조
- 예산 상황, 평가결과 등에 따라 연구개발과제별 연구비 연구기간이 조정될 수 있음
- × '16년 중간평가 결과, 계속과제 중단 등으로 상기 정부출연금(소액) 변동 가능

□ 공고기간 : '16. 9. 8.(목) ~ 10. 7.(금), 30일간

□ 접수기간 : '16. 9. 23.(금) ~ 10. 7.(금) 18:00 까지

高科技開發案

- 韓國農電共構智慧型農場開發案
- 專案期間 : 3年



農耕考量到區域、農作物與日照

→ 研究農電共構農耕技術

梧倉

生產力檢測

農產品



稻米

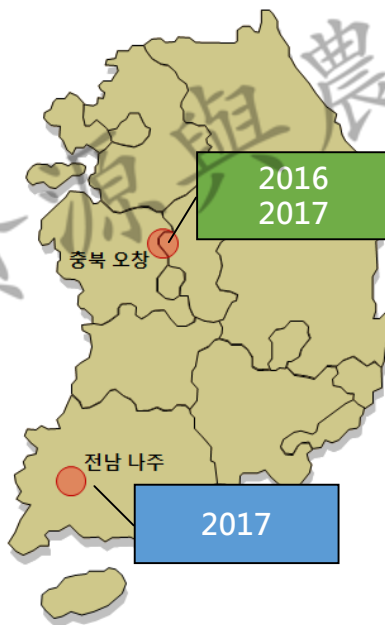


甘藍



馬鈴薯

- 研究結構體對農作物的影響
- 農電共構農耕作業標準化
- 檢測生產力



羅州

準則、
履歷追溯研究

農作物



稻米



梨



其他農作物

- 研究產量最大化的方法
- 找出農作物光飽和效應原則
 - 在太陽能發電結構體下，收集不同農作物的數據



▶ 2018 (標準型模組)：
芝麻、甘藍、蘿蔔

→ 即將公開2018年的結果

▶ 2019 (標準、透明、雙面型
模組)

農電共構農作物產量結果

農電共構標準：產量減少20%或以下

- 稻米、馬鈴薯、韓國甘藍、韓國蘿蔔、芝麻、洋蔥、大蒜
- 部分農作物顯示減產幅度超過20%，飼料作物產量則呈現增加



• 稻米(忠清北道)
- 越光米20%
- Chuchung 12%

• 馬鈴薯(忠清北道)
- Namjak (春季)16%

• 韓國甘藍(忠清北道)
- Betafresh 7%

• 韓國甘藍(全羅南道)
- Betafresh 11%

표 2. 벼 생육 특성 및 수량 (오창)

구분	간장 (cm)	수장 (cm)	포기당 이삭수	이삭수 /m ²	수당립수	등숙률 (%)	천립중 (g)	수량 (kg/10a)
대조구	80.1 a ²	17.3 a	24.0 a	479.0 a	85.8 a	95.0 a	22.2 a	644.9 a
처리구	84.0 a	15.8 a	17.1 b	342.0 b	74.1 b	90.3 b	22.2 a	514.1 b

표 1. 감자 생육 및 수량 특성 (오창)

처리	초장(cm)	줄기수	경직경 (mm)	포기당 괴경수		포기당 감자중량		포기당 총 감자중량 (g)	지상부 생체중 (g)	수량 (kg/10a)
				상품성	비상품성	상품성 (g)	비상품성 (g)			
처리구	60.7 a ²	2.4 a	11.5 a	4.4 a	1.5 a	0.394 ₇ a	0.0257 a	0.0767 a	0.1 a	2400.0 a
대조구	57.0 a	2.4 a	10.7 a	4.7 a	1.0 a	0.470 ₃ a	0.0187 a	0.0927 a	0.1 a	2793.7 a

표 3. 오창의 생육 및 수량 특성

구분	지하부중 (g)	초장 (cm)	직경 (cm)	엽수	지상부중 (g)	배추수/10a	수량 (kg/10a)
처리구	29.2b ²	29.7a	17.1a	59.0a	1.3a	4081.0a	5359.7a
대조구	38.0a	31.1b	17.0a	62.2a	1.4a	4081.0a	5781.4a

표 4. 나주의 생육 및 수량 특성

구분	지하부중 (g)	초장 (cm)	직경 (cm)	엽수	지상부중 (g)	배추수/10a	수량 (kg/10a)
처리구	31.0b ²	37.7a	17.2a	47.2b	1.3b	2963.0a	3713.6b
대조구	35.1a	38.8a	18.1a	53.9a	1.5a	2963.0a	4175.3a

倒伏實例(lodging)

倒伏實例

- 稻米(越光米) : 2016與2017年均發生
- 稻米(Chuchung) : 2018年沒有倒伏

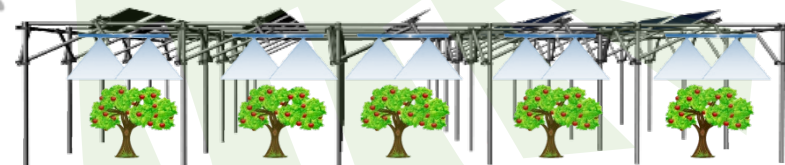
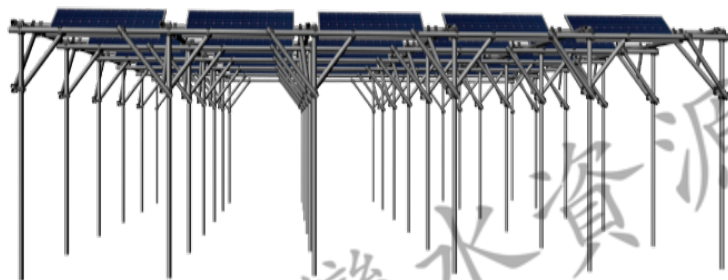


相同遮光率之下，太陽能面板落下雨水造成的影響
- 馬鈴薯：2017年忠清北道梧倉市



遮光率與日照率相同下的雨水影響

- ✓ 可能從事農耕
- ✓ 產量隨著農作物/結構體設計/農耕技術而異
 - 減產幅度可維持在20%以下



農電共構結構體設計

同時生成太陽能電力並
栽培農作物

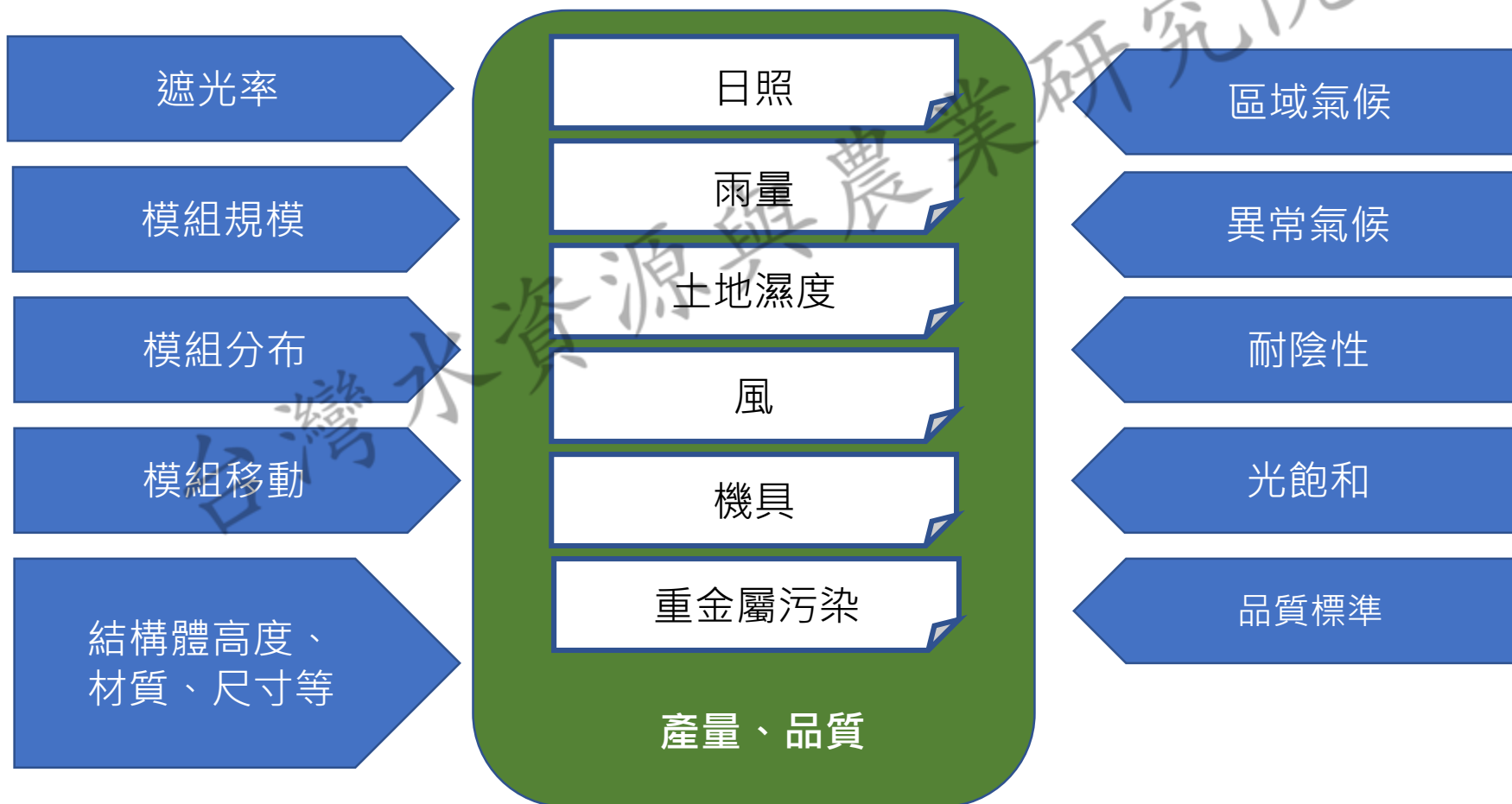


二期作技術

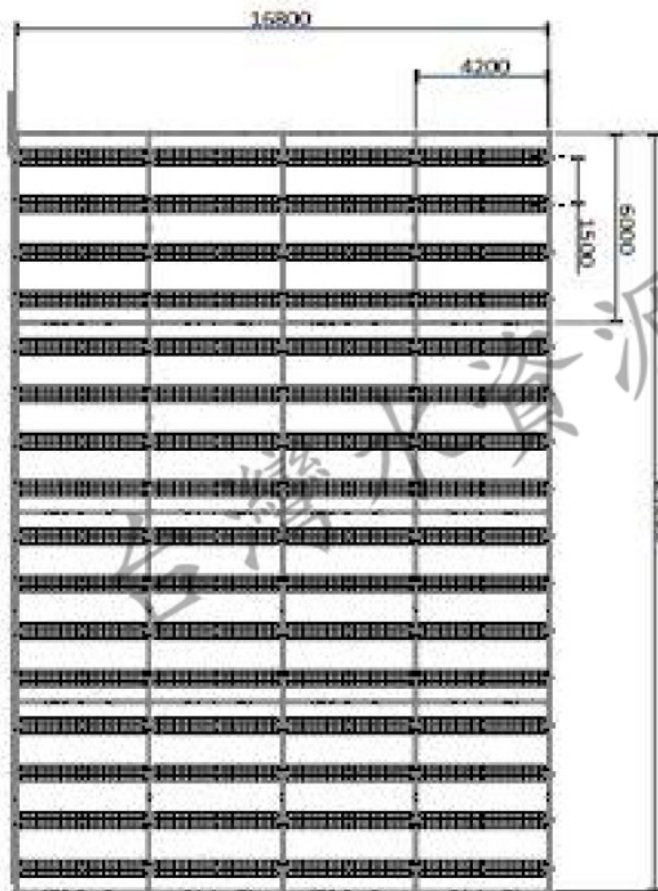
各區採用新農耕技術與適用
農作物以達到二期作

農作物產量與品質之效應分析

- 直接、間接



受到土地濕度/日照影響



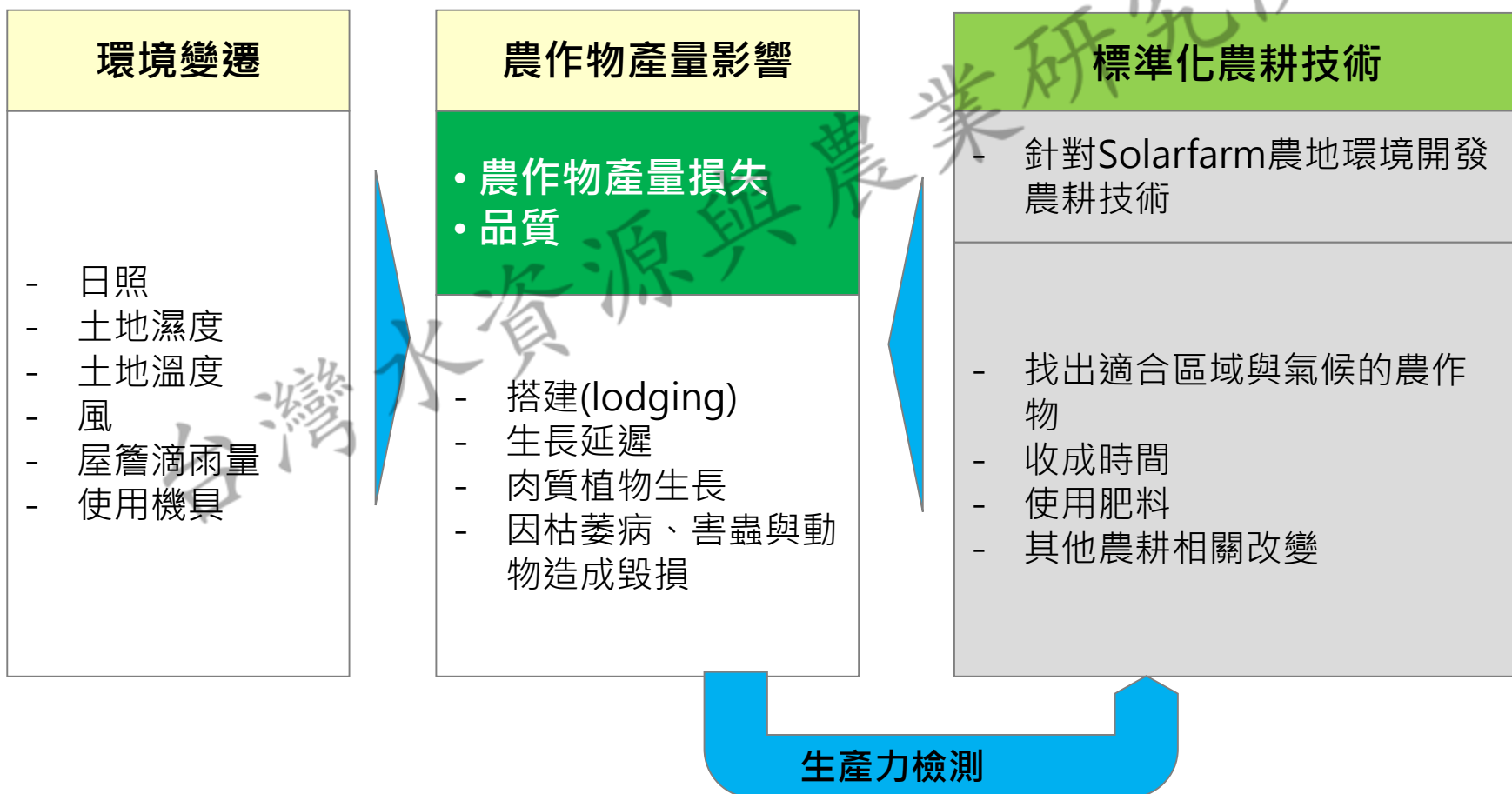
遮光率

= 模組面積 ÷ 裝設面積

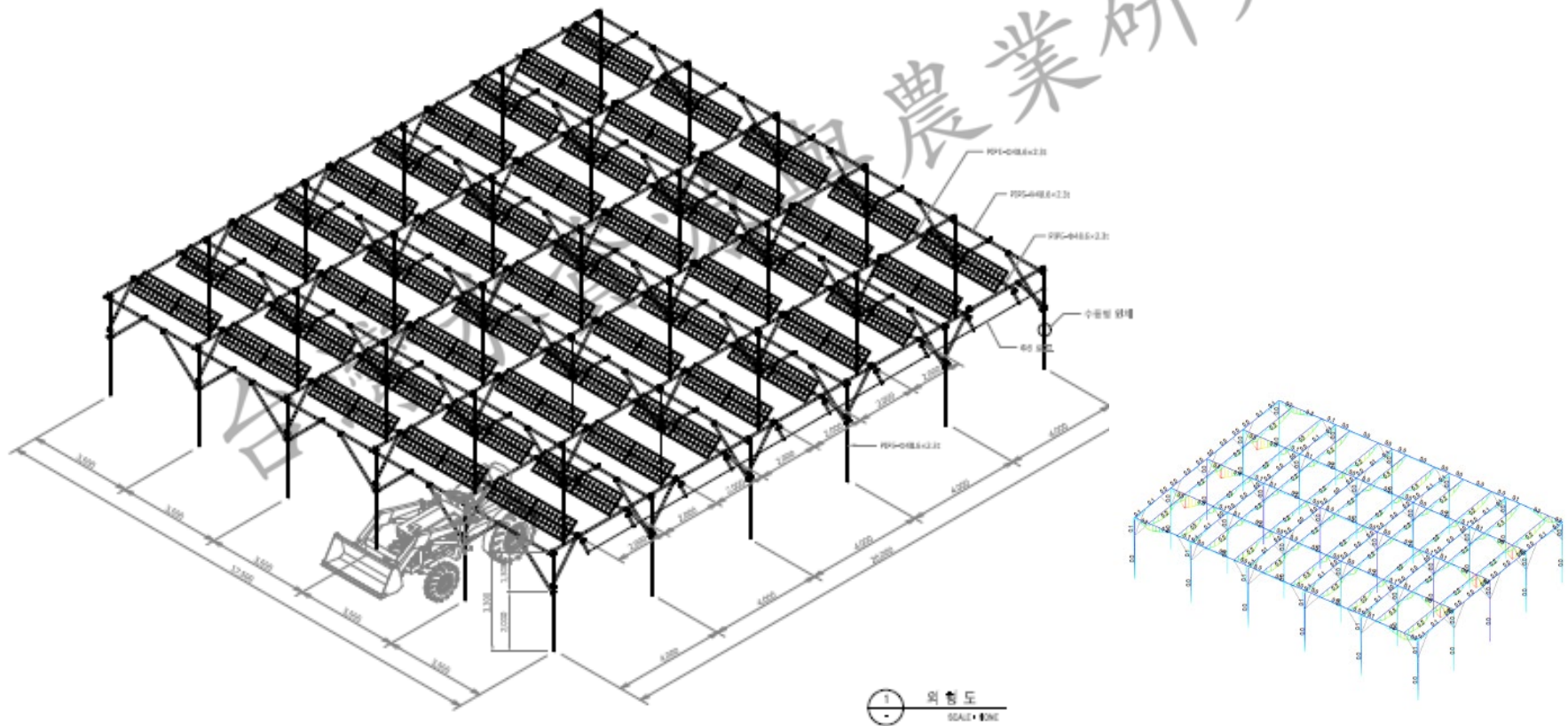
- 建議低於33%
- 梧倉市#1, #2 (4×9型) : 28.2%
- 梧倉市#3 (3×12型) : 31.5%

農耕技術基本上是為了將產量損失減至最低

→ 開發適合農電共構的新農耕技術與農作物

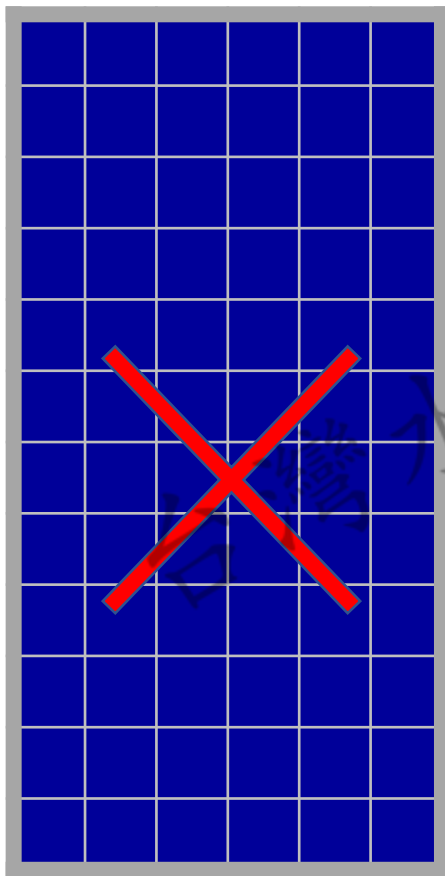


- ✓ 遮光率、風速、機具工作度、耐用性、模組角度控制器
- ✓ 材質：將農作物與土地污染(重金屬、混凝土、化學物質)減至最低

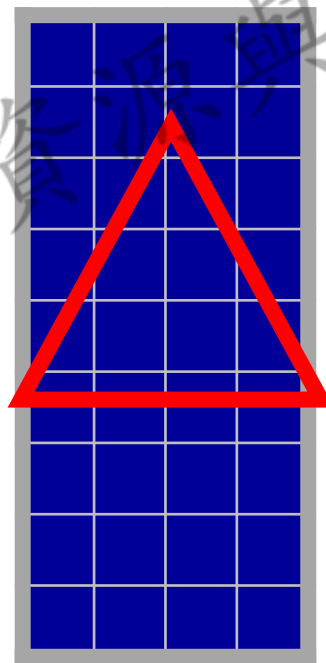


太陽能面板尺寸與形狀

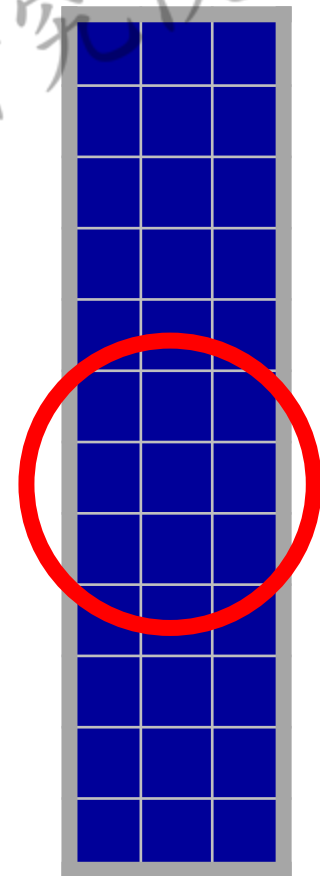
- ✓ 日照、降雨量、風速改變(在相同遮光率之下)
- ✓ 寬度較窄的面板較適合農耕(但施工費用較高)



6×12=72晶片

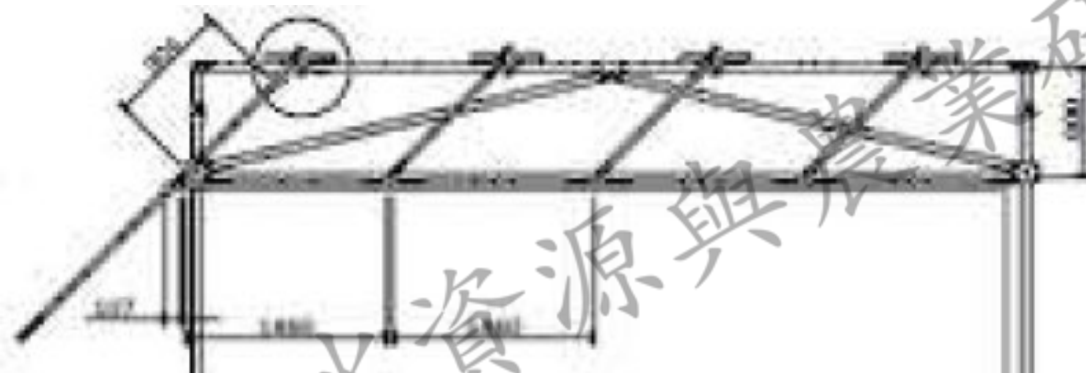


4×9=36晶片



3×12=36晶片

- ✓ 受到日照、降雨量、風速與成本影響
- ✓ 從事農作物栽培與維護結構體安全所需



各種結構體類型



各種結構體類型(水果)



農作物產量



太陽能發電

農地

農民

- 維持農作物產量利潤
(產量可能減少)

- 每年農耕以外獲利超過 10,000 美元(2,000m², 100kW)
- 老農津貼

農業

- 維護農地，農耕
(170萬公頃農地的1.5%為農電共構)

- 農民自給自足— 支持100,000戶農家生活
(太陽能發電10GW)

社會

- 永續農業
- 保留農業直接補助預算

- 可達成再生能源3020議程
(10GW農電能源)

達到永續農業，同時擴大再生能源

✓ 取決於國家能源與農業政策

太陽能獲利
(99kW)

收益	\$20,500/年
獲利	\$10,500/年
初期自付成本	\$21,882

+

農業獲利
(2,300m²)

收益	\$2,000/年
獲利	\$1,300/年

[韓國現況]

- 補助太陽能發電
- 農耕用電便宜
- 建立輸電線路
- 限制太陽能電廠用地

再生能源3020計畫(2017. 12. 20)

- 農戶架設10GW光電設備

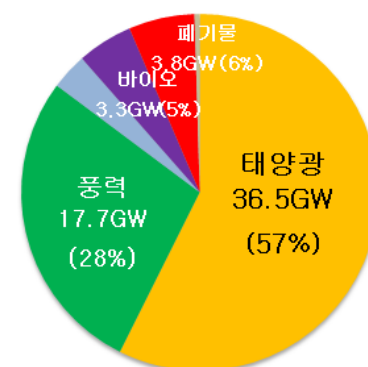
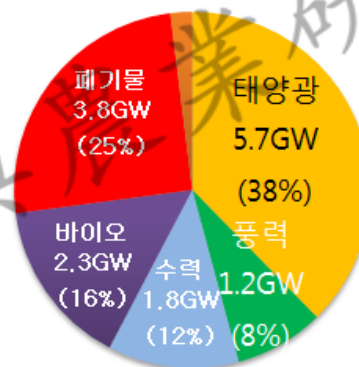
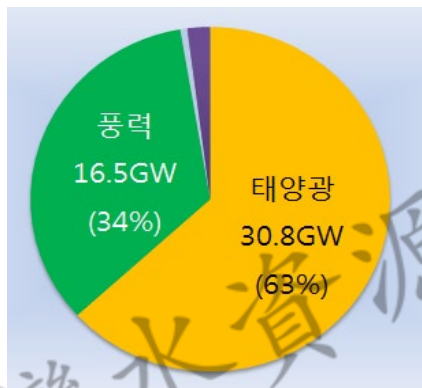
(※ 10GW = 100kW × 100,000農戶, 10%韓國農戶)

신규('18~'30) : 총 48.7GW

'17년 : 총 15.1GW

'30년 : 총 63.8GW

□ 원 별 :
신규 설비 95% 이상을 태양광, 풍력 등 청정에너지로 공급



□ 주 체 별 :
국민 참여형 발전사업, 대규모 프로젝트를 통해 목표 달성

(GW)

단기('18~'22) : 12.4GW

중장기('23~'30) : 36.3GW

합계

주택·건물 등 자가용

0.7

협동조합 등 소규모 사업

3.4

농가 태양광

3.3

대규모 프로젝트

5.0

주택·건물 등 자가용

1.7

협동조합 등 소규모 사업

4.1

농가 태양광

6.7

대규모 프로젝트

23.8

주택·건물 등 자가용

2.4

협동조합 등 소규모 사업

7.5

농가 태양광

10.0

대규모 프로젝트

28.8

總統報告(2018.12.18)

- 提供農民農電共構發電廠

4 신재생에너지 확대

- ◇ 농업인과 수익을 공유할 수 있는 주민 참여형 성공모델 마련·확산
- ◇ 유휴농지·염해간척지 등 비우량농지 위주 활용

주민 참여	<ul style="list-style-type: none"> • 외지인 사업자 중심 • 농업인·지역주민 참여, 발전수익 공유
수상	<ul style="list-style-type: none"> • 주민 수용성 확보와 지구별 실현가능성 검토 미흡 • 저수지 기능유지, 주민동의, 경관유지 환경·안전이 확보된 지구 우선 추진
육상	<ul style="list-style-type: none"> • 농지 제도개선, 설치자금 융자(산업부) 중심 • 영농형 태양광에 대해 컨설팅, 지역별·직역별 재배방법 개발, 기술지도 등 병행 지원

- (영농형 태양광) 시범 사업, 실증 연구를 토대로 영농형 태양광 보급
 - 경작지 위에 태양광 시설을 설치하여 영농과 태양광 발전을 병행
- 실증 연구 결과를 반영하여 사후관리, 설비 안전성 등 사업지침을 보완(19.3)하고, 컨설팅, 재배모델 개발 등 농업인 지원체계 구축(19.하)
- 농업진흥구역 밖 농지에 대해 일시사용기간 연장(8→20년) 추진(19.하)

- (제도·조직) 농촌 태양광 사업 체계적 추진을 위한 제도적 기반 마련

相較於太陽能發電廠的缺點

- 佔地面積較廣
- 成本較高
- 強制要求進行農耕

缺乏農電共構標準

缺乏農電共構技術

缺乏管理

● 增加獲利與減輕農民負擔

- 補助長期低利率貸款
- 提高REC

● 核准臨時挪用

- 一般農地：免繳開發費
- 允許使用袋地
- 絕對農地

● 豁免市府條例

● 確保外部發電量

● 制定標準

● 認證與管理

● 研究/發展農電共構技術

● 維護農業永續性

- 確保農地與農業

- ✓ 增加農場收入與農地保育
 - 防止農地與農民蒙受損害
- ✓ 農民為協會的主要成員
 - 主席：Jisik Kim
 - 秘書長：Changhan Kim



Korea Agrivoltaic Association

為農民宣傳/教育

後端管理

政策、標準

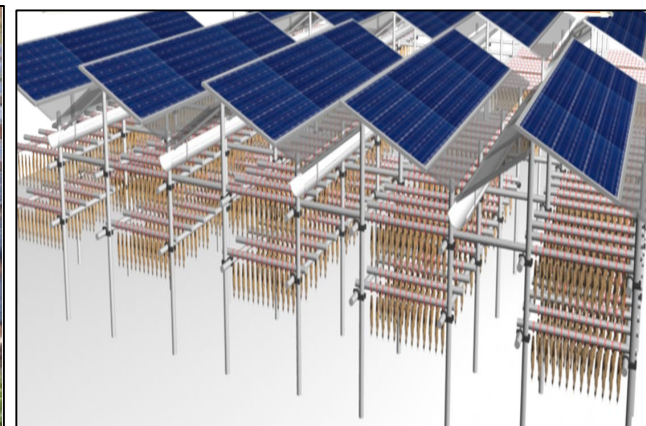
- 舉行商業簡報
- 教育
- 經營客服中心

- 管理農業
- 管理結構體的農業適合性/耐久性
- 報告農電共構狀態

- 建議政策、標準等

發展新用途

- 土地：果園、鹽灘、人參
- 結構體：溫室、乙烯溫室、晾乾架



太陽能面板

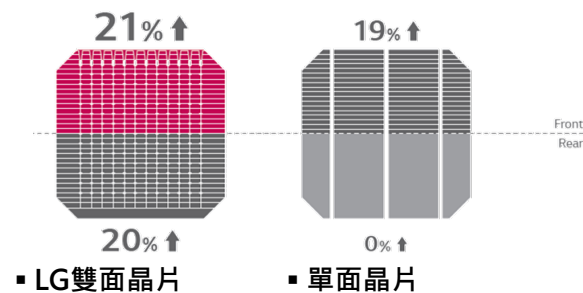
- 高效能
- 類型：透明、雙面、輕量



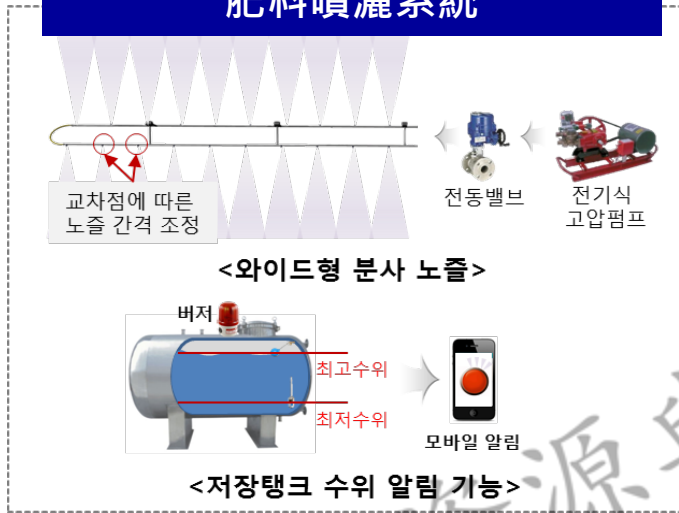
➤ LG雙面模組



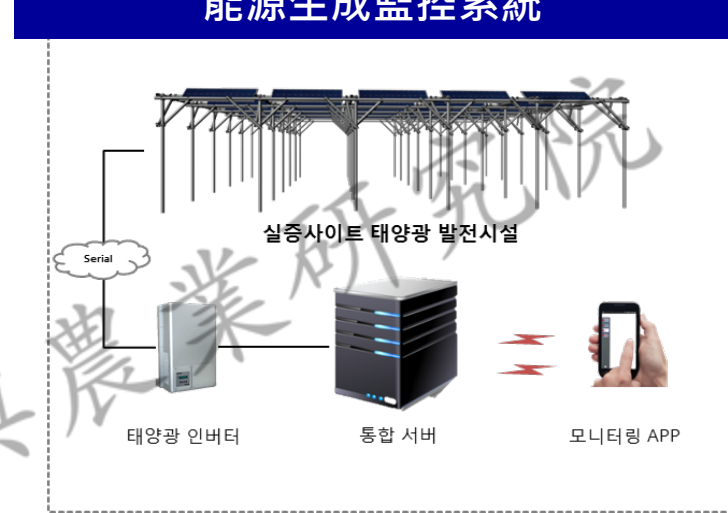
Q.PEAK DUO L-G5는 혁신적인 Q.ANTUM DUO 기술을 적용하였고, 시스템 전압 1000V(IEC/UL)를 충족한 상업용 및 발전용 태양광 솔루션입니다. 기존의 Q.ANTUM 기술 기반에 하프셀, 6 버스바 및 와이어링 기술이 더해진 Q.ANTUM DUO 기술은 최대 400Wp의 효율력과 저렴한 LCOE를 보장합니다.



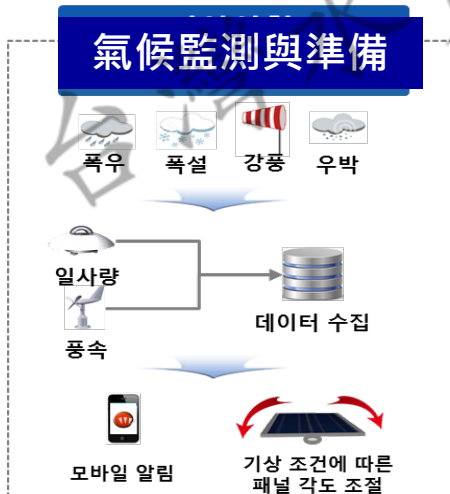
肥料噴灑系統



能源生成監控系統



氣候監測與準備



防範農作物毀損



結構體額外功能



謝謝各位！

台灣水資源與農業研究院



SOLARFARM CO., LTD.

solarfarm@solarfarm.co.kr www.solarfarm.co.kr