

K - 팜의 미래 성장동력

‘스마트팜 과제와 미래’

2021. 10.

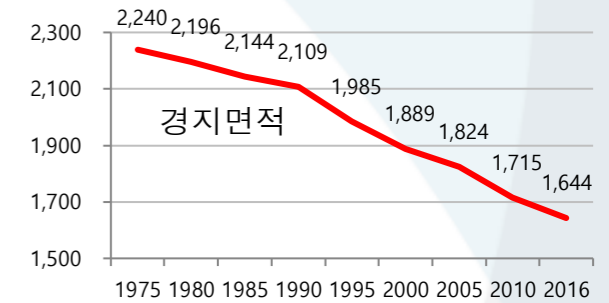
김 주 원

농산업의 현주소

□ 농산업 메가 트렌드(3P)

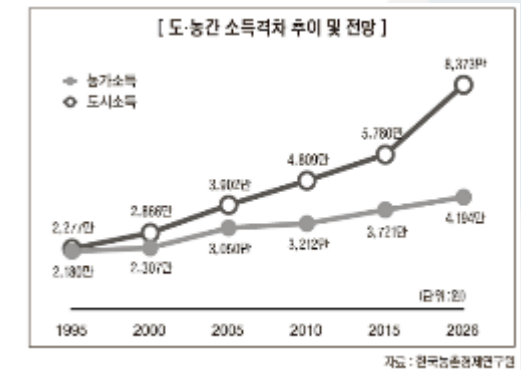
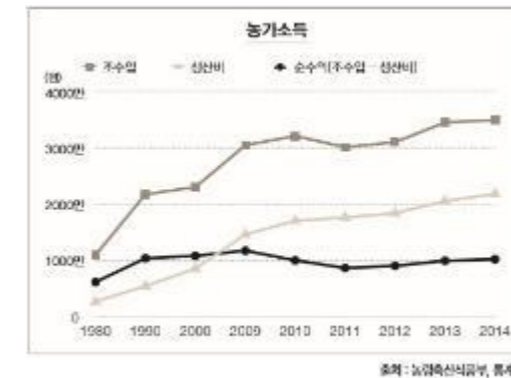
사람 (People)

- 농가인구의 감소와 고령화
 - 노동력 부족, 가족농, 부녀화
- 경지면적 감소, 인당 경지면적 증가
 - 소농(생계형)



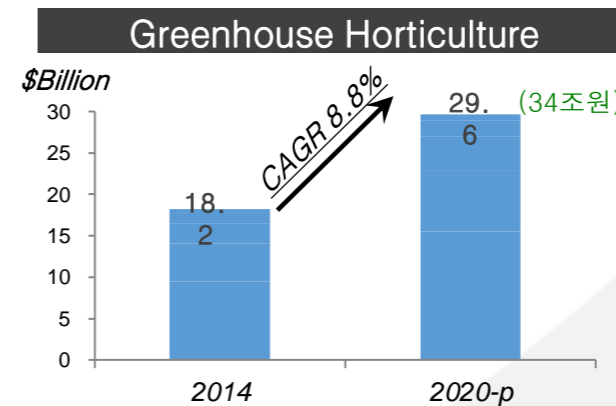
소득 (Profit)

- 낮은 소득
 - 저성장, 도농격차, 낮은 산업비중
- 농작물 소비패턴 변화
 - 곡물류 → 과채·과일류 소비증가, 건강보조용도
 - 시설원예작물 수출 물량증가



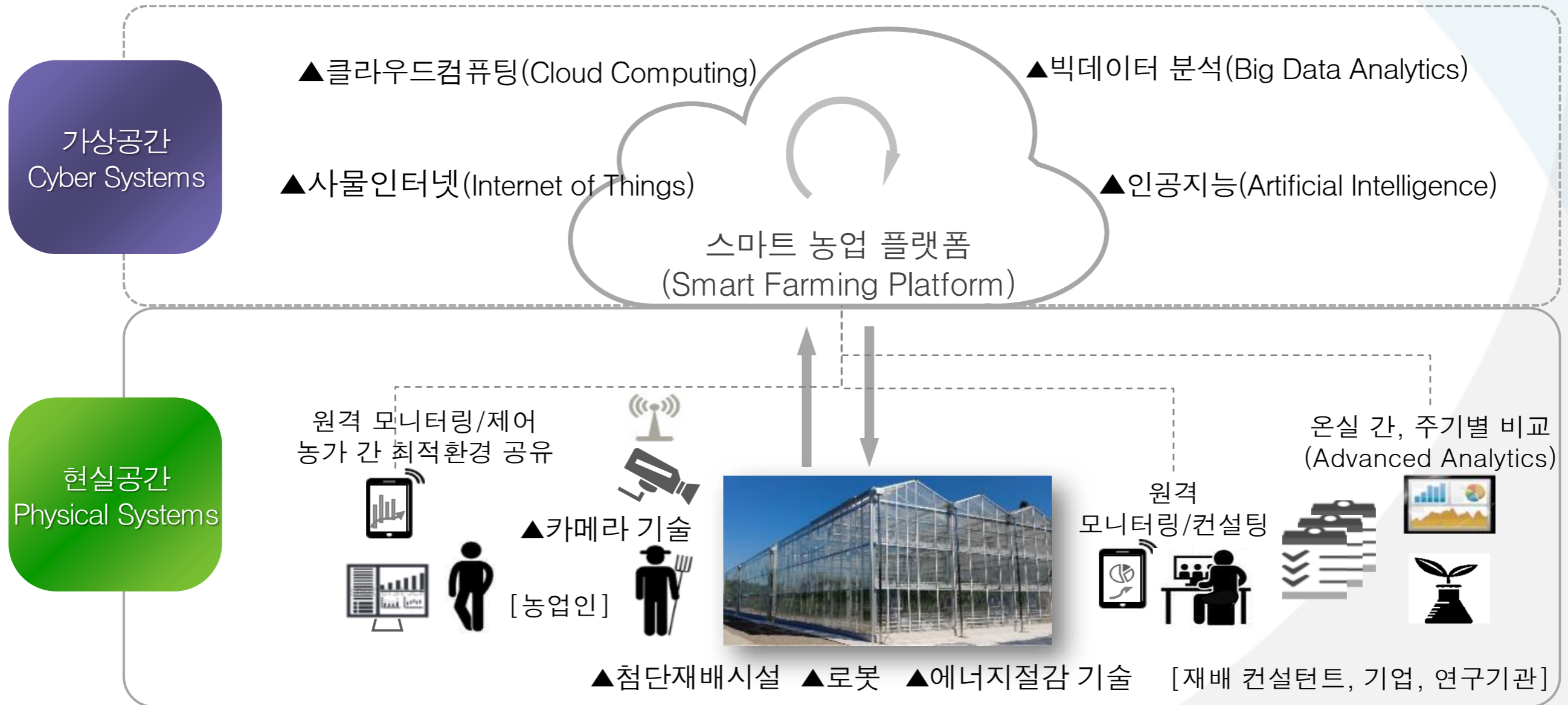
작물 (Plant)

- 스마트팜 확대 전개, 지능적인 농업화
 - 생산량 증대, 품질관리, 기후변화, 자연재해
- 지속 가능한 농업정책 전개
 - 시장개방 확대(FTA), 글로벌화
- 농업기술개발, 기술의 진화와 융합
 - 종자 개발, 자동화, 로봇 개발(드론 방재)



농산업의 현주소 : 4차 산업혁명의 도입

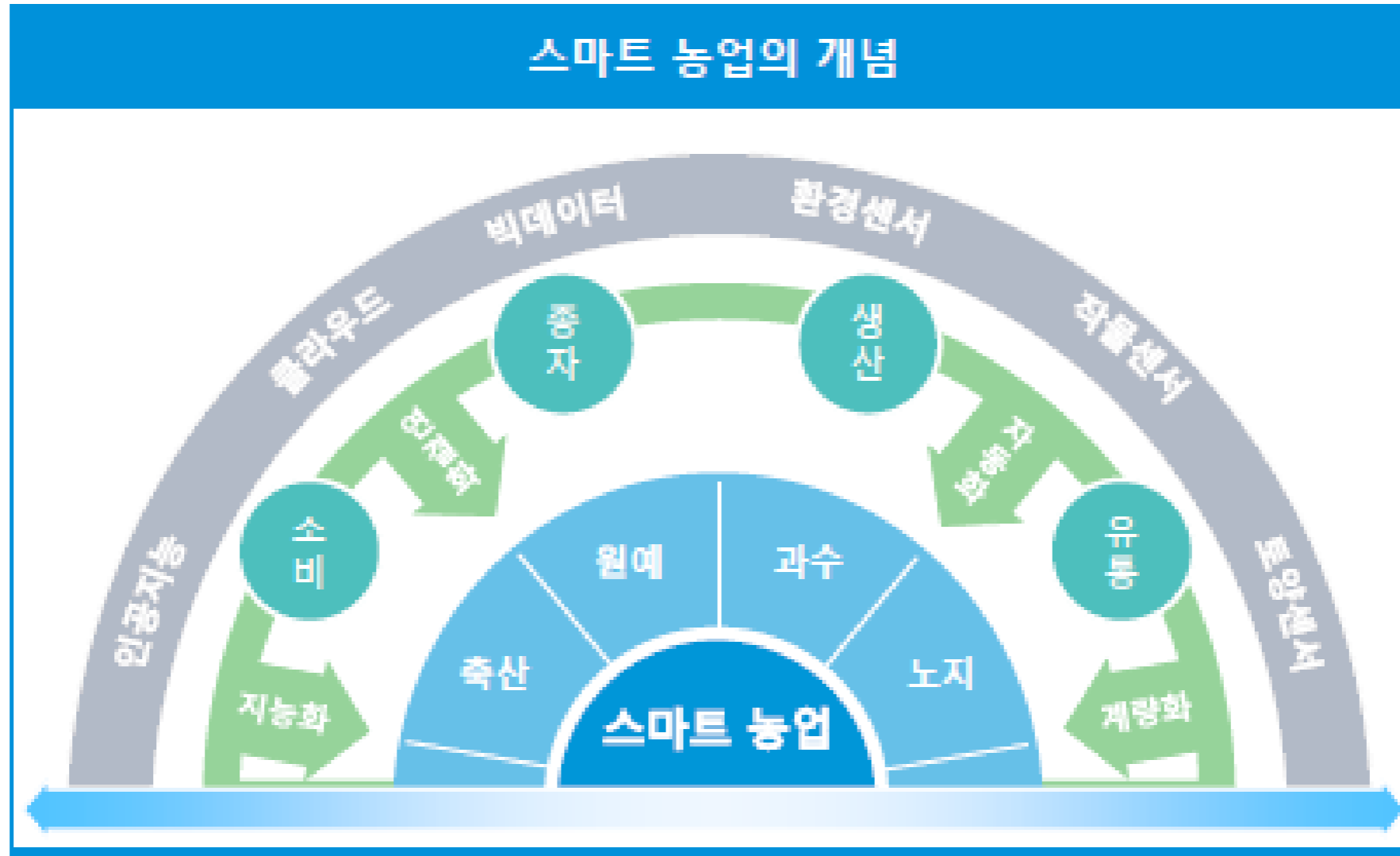
□ 4차 산업혁명의 도입 : 스마트 농업(Smart Farming)



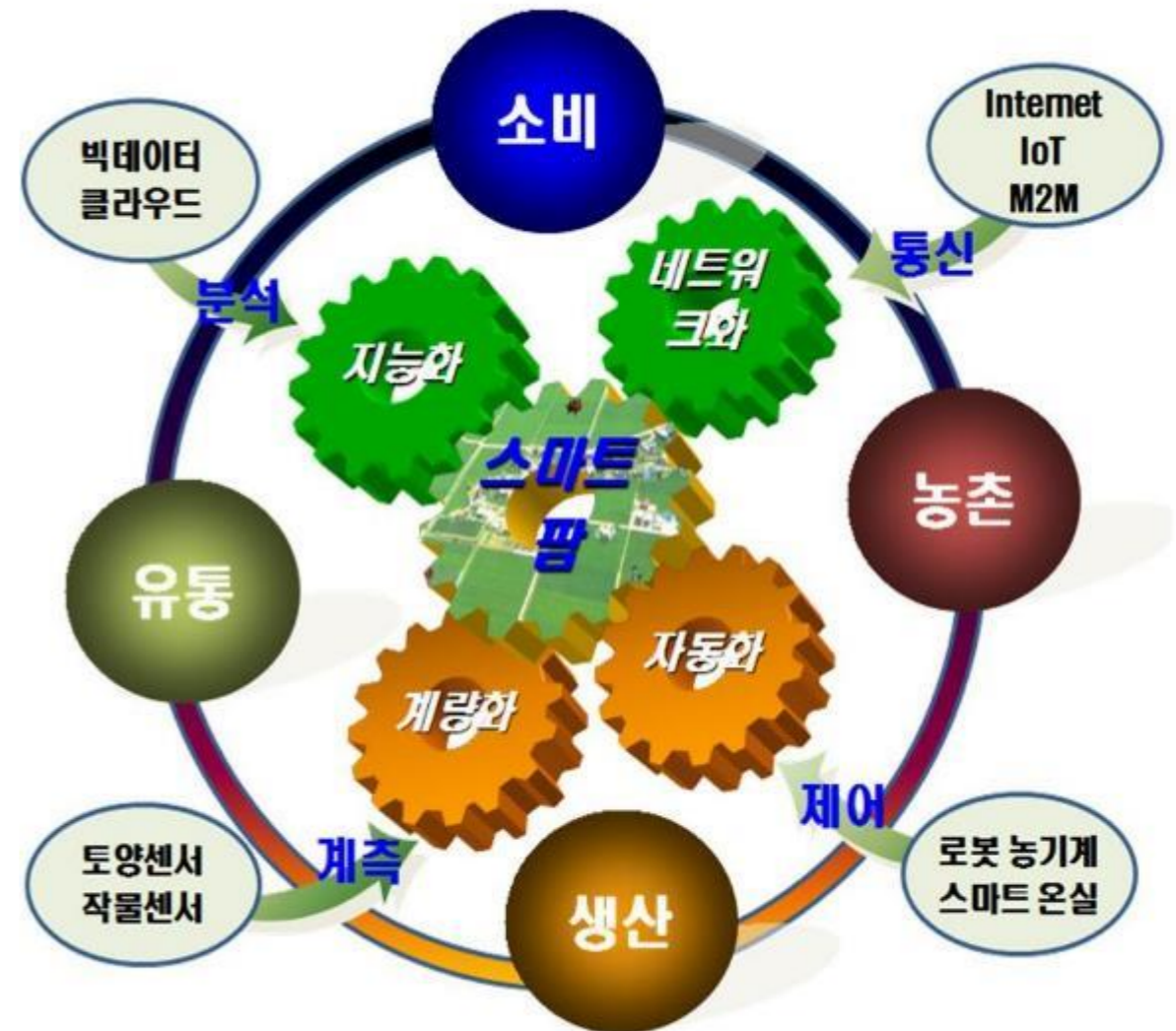
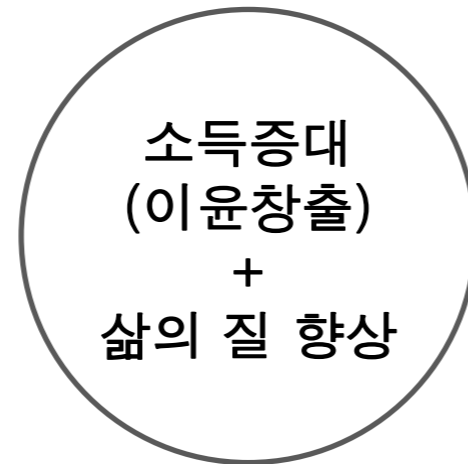
출처 : 김용환교수(매치업 강의자료, 2020)

스마트농업 개념

- 기존 농업기술에 정보통신기술, 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드, 인공지능, 센서, 카메라 기술 등과 접목시켜 농업의 가치사슬(Value Chain) 전체를 혁신시키는 것을 “스마트농업”이라고 정의하며 “스마트팜”은 이러한 첨단기술이 접목된 농장



스마트팜



출처 : 김상철교수(매치업강의자료, 2020)

스마트팜 기술(Technology) 분류



High
Tech.



Middle
Tech.



Low
Tech.

기술 솔루션

반밀폐형 온실
밀폐형 온실
CHP/지열
보조광원
강제환기
스크린/포깅
중앙 냉난방

가온

양액 시스템

환기(모터)

관수 시스템

골격

피복

온실 종류



- 반밀폐형 온실
- 첨단형 온실
 - 벤로형, 양지붕형

- 복합환경제어 (외부환경 반영, 센서 기반)
- 양액/관수/살균 및 순환/정수, 배지재배, 모니터링
- 측벽 높이 4m ~, 전체 높이 ~ 8m



- 연동형 온실
- 단동형 온실(연동형 구조)

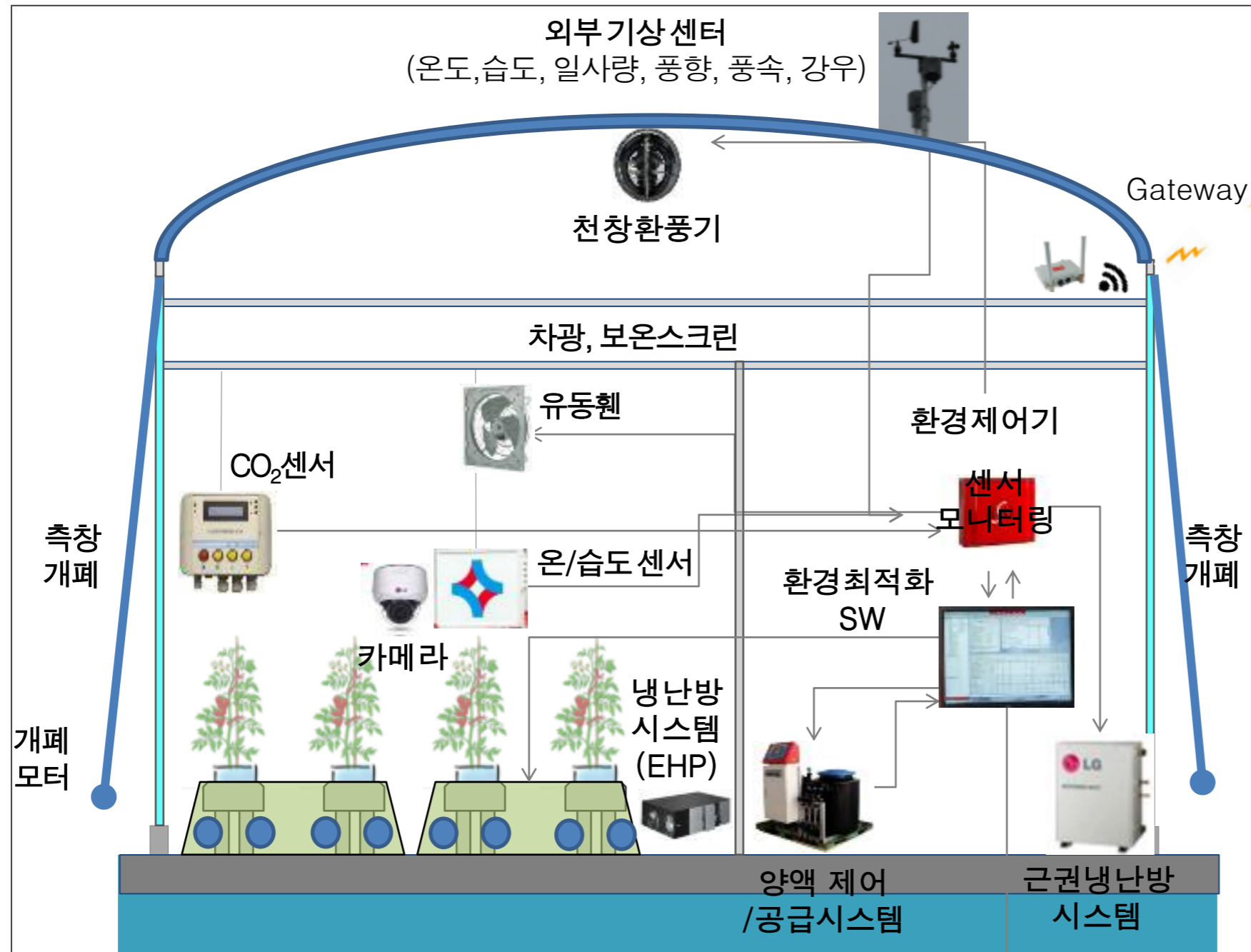
- 단순 환경제어, 단순 양액 / 관수 시스템
- 토경 또는 배지 재배
- 측벽 높이 2 ~ 4m, 전체 높이 ~ 5.5m



- 단동형 비닐 온실(터널형)
- 터널, 가림막

- 작물 보호를 위한 최소한의 시설 → 토경 재배
- 낮은 수준의 자동화, 관수시설

스마트팜 - 플라스틱그린하우스(비닐온실)

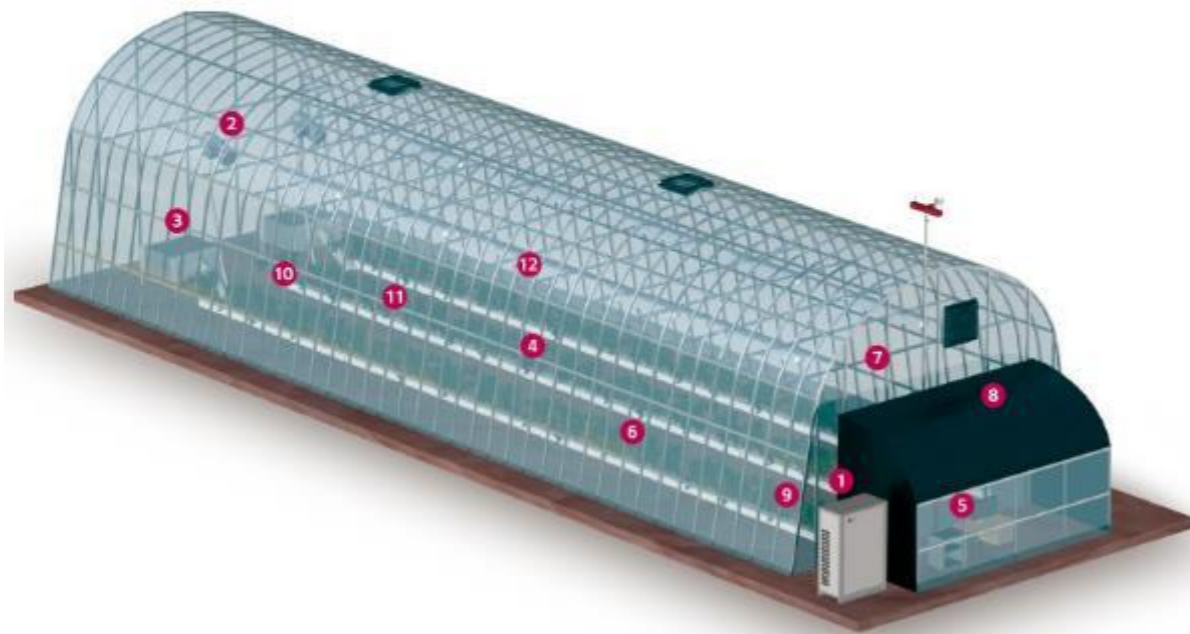


모바일 / PC 모니터링



스마트팜 - 플라스틱그린 하우스(비닐온실)

비닐온실



1. 비닐온실 전경
외부기상대, 공조시스템(실외기)



2. CO₂ 발생기



3. 공조시스템(실내기)



4. 건구 / 습구온도계(호겐도론)
무선 건구 / 습구온도계(LG전자)



5. 복합환경제어기(호겐도론)



6. 차광 / 보온 스크린



7. 감시카메라(LG)



8. 양액기(보경원예)



9. 근권냉난방시스템



10. 근권냉난방 / 양액 파이프

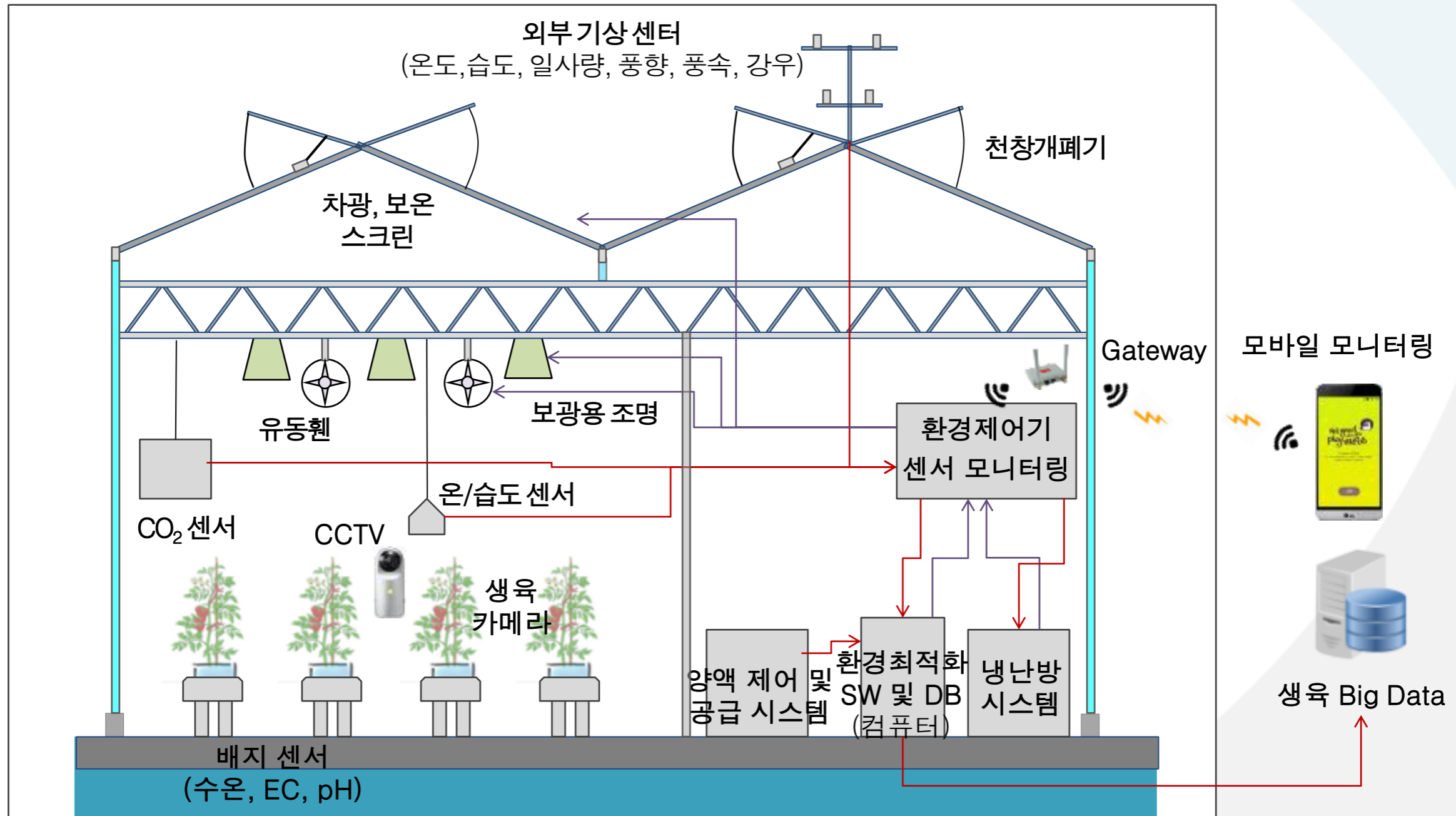


11. 가온 / 냉방용 비닐덕트

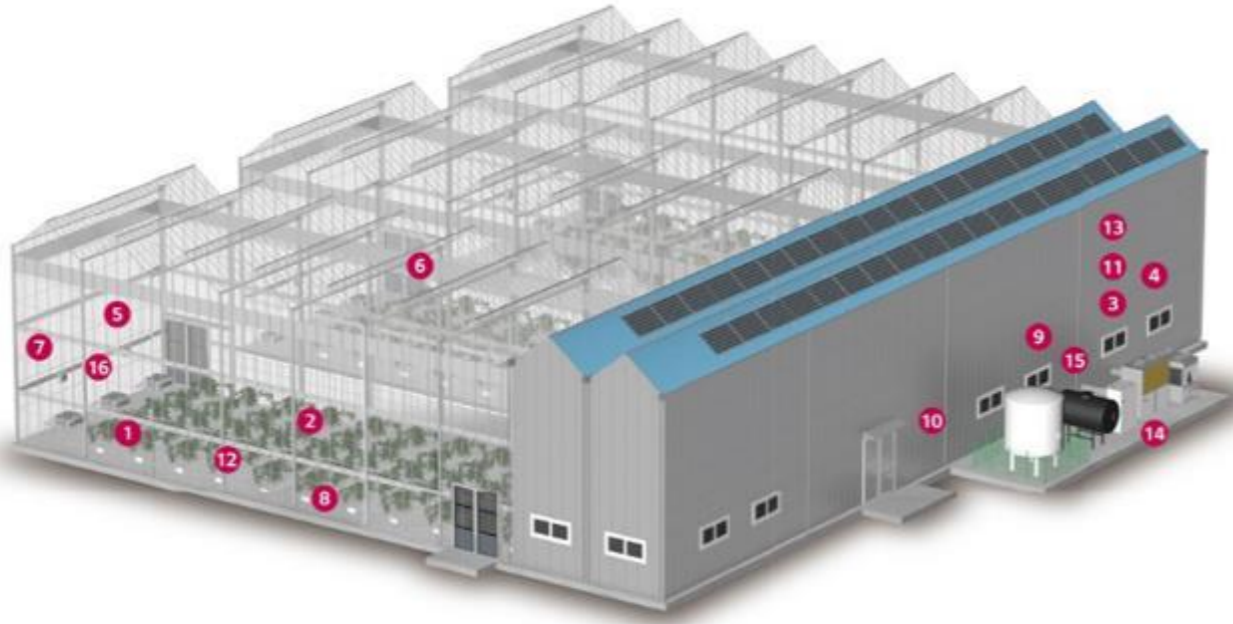


12. LED방습등(조명용)

스마트팜 - 유리온실



유리온실



1. 에어 덕트-온풍, 냉방



2. 온도, 습도 측정기 / 경량 측정기



3. 양액기(6개 채널)



4. 양액통 / 배액통



5. 강화유리 / PMMA / 외부기상대



6. 차광, 보온스크린 / 그로우 튜브 / 측면 스크린



7. FCU(Fan Coil Unit-온수, 냉수)



8. 거터 / 워크레일



9. 저온저장고(3평)



10. 에너지저장장치(ESS)



11. UV 살균기



12. 재배배드



13. 보일러(동유)



14. EHP / GHP / 칠러 / 배전실



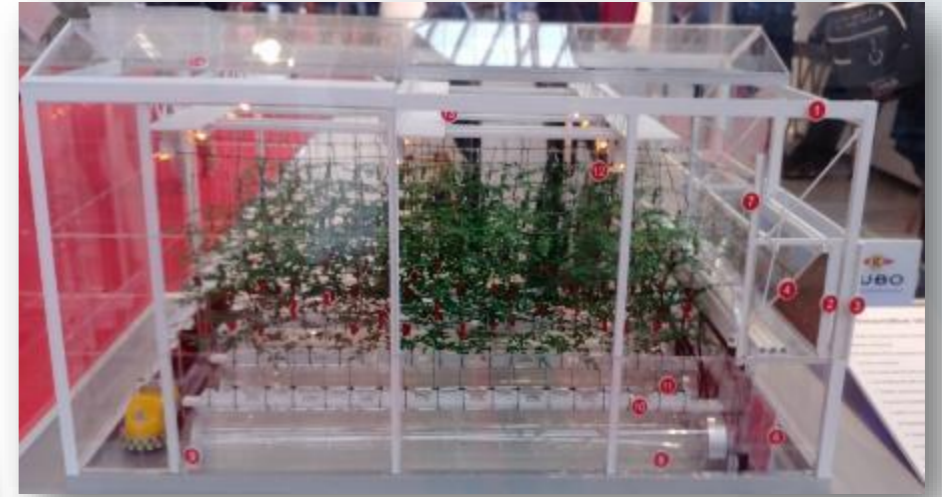
15. 칠러(중간 열교환기 및 펌프)



16. EHP- 가온, 냉방 & 제습, 송풍

스마트팜 - 반밀폐형온실

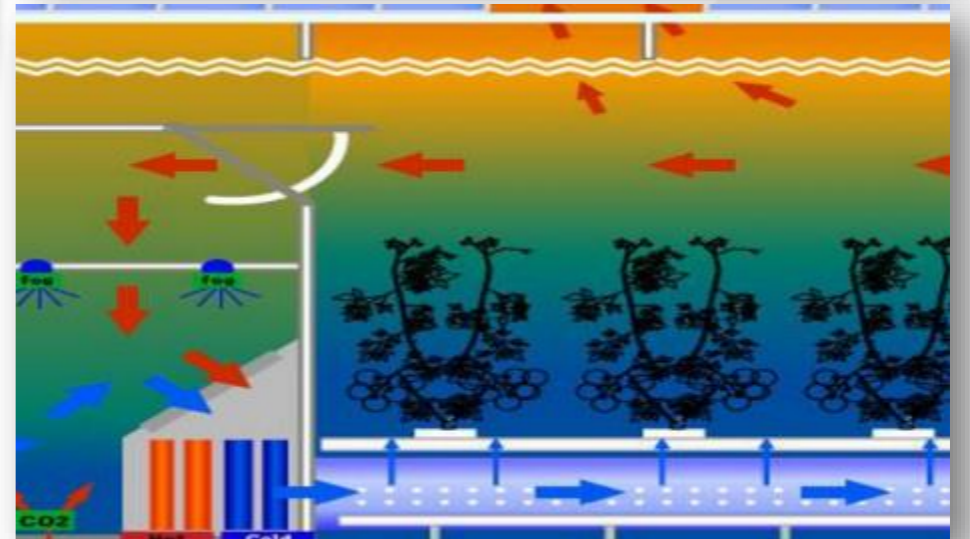
□ 반밀폐형 온실 : 재배 온실내 공기 + 외기 → 공조된 공기를 재배실에 공급(빌딩공조 기술 접목), 가장 기술집약적, 효율적인 온실, 30 ~ 50% 생산성 향상, 에너지 절감



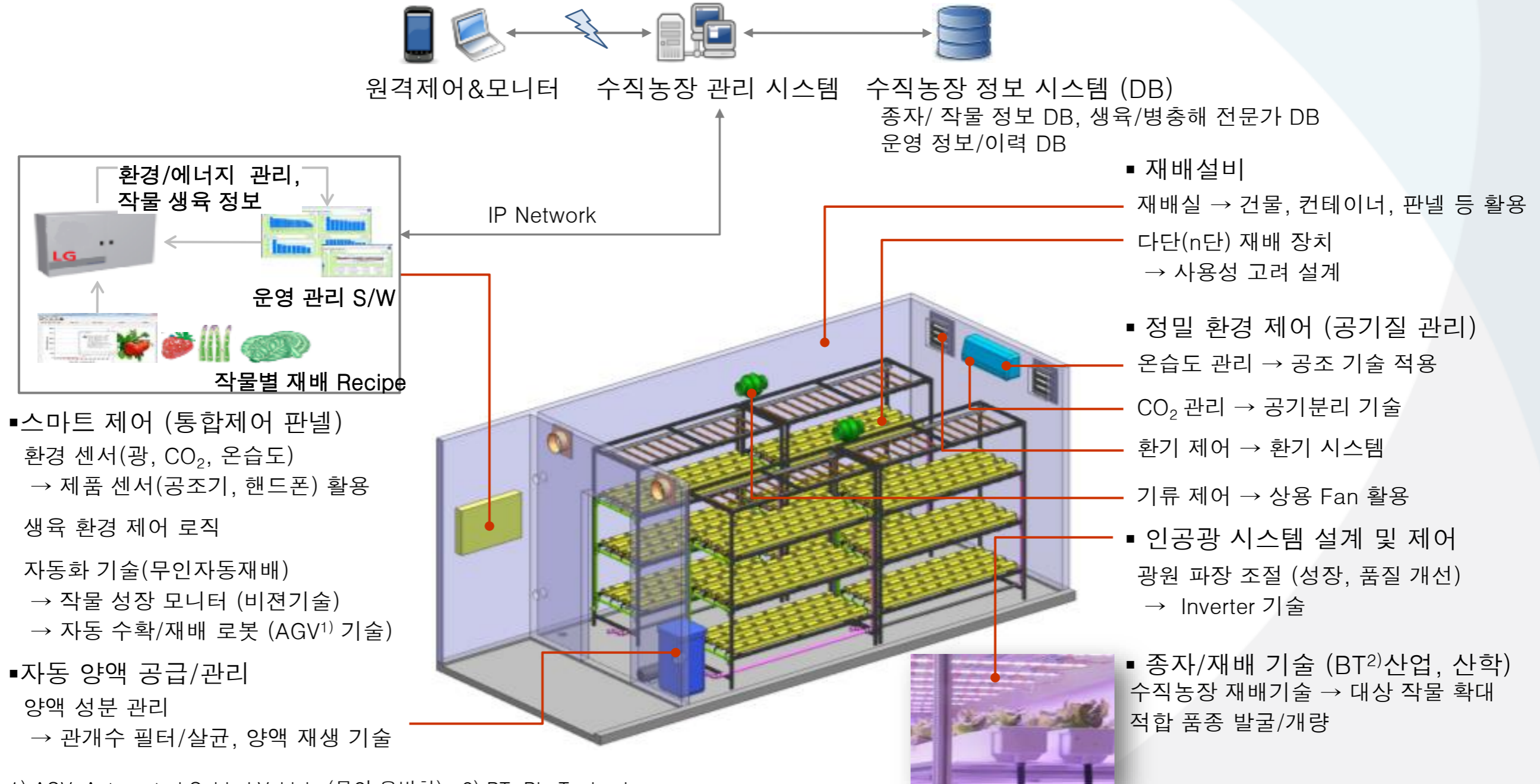
○ 30~50%
생산성 향상

○ 에너지 절감

○ 안전성



스마트팜 - 수직농장



1) AGV: Automated Guided Vehicle (무인 운반차) 2) BT: Bio Technology

스마트팜 - 수직농장



1. 실증재배실 (10단 재배베드)



2. 실증재배실 (10단 재배베드)



3. 재배 거터



4. 퍼팅방어베드 (실증재배실)



5. 근적외선배 베드 (실험재배실 A)



6. 광원 Up&Down 베드 (실험재배실 B)



7. 재식거리에 따른 베드 (실험재배실 C)



8. 환경제어 패널



9. 공기조화장치(실외기)



10. 공기조화장치 (DUCT)



11. EC / pH 제어 패널



12. CO₂ / 온도 제어 패널



스마트팜 - 요소기술 : 가치사슬(Value Chain) 분석

□ 시설원예의 가치사슬(Value Chain)¹⁾은 세분화되어 있음

구 분	가치사슬(Value Chain)						
	원재료 공급	온실 공급	디바이스 공급	IT기술 공급	컨설팅/운영	재배	저장/가공/유통/마케팅
주요 구성요소	프레임, 외피, 농산물 부자재	설계/시공	냉/난방기, 조명, 양액기 등	S/W, Mobile 등운영(사업화)		작물 재배	저장, 가공 마케팅/판매
가치 구성율 ²⁾	15% {	15% {	25% {	15% {	20% {	10%	
국내 금액 구성비율 ³⁾	30%	25%	25%	15%	5%	-	
※ 농업 선진국과 국내와의 업계 역량의 차이로 구성비율 차이 있음							
관련 역량	<ul style="list-style-type: none">유리 외피플라스틱 외피스크린모터, 웬	<ul style="list-style-type: none">온실 시공시공전문인력	<ul style="list-style-type: none">냉/난방기조명시설 자동화센서CCTV/카메라	<ul style="list-style-type: none">모바일빅데이터 / 클라우드통신 방식	<ul style="list-style-type: none">운영서비스재배 컨설팅	<ul style="list-style-type: none">재배전문인력 육성	<ul style="list-style-type: none">판매(직판)마케팅치유

1) 가치 체인(고객에 대한 제품이나 서비스의 창출 및 관리를 원활히 수행하는 기업 소속 직원의 그룹)
2) Commercial Greenhouse Market 2016 (MarketsAndMarkets社), 최종 산물 가격에 대한 기여비율, 3) 국내 유리온실 기준(농업진흥청 자료, 업계 견적서 통한 분석)

스마트팜 - 요소기술

요소기술		시장 솔루션	전문업체 솔루션
온도환경	온도 (습도) 	<ul style="list-style-type: none"> 유류/전기 보일러 지열히트펌프 	공기열 히트펌프(EHP) 가스히트펌프(GHP), 칠러
광환경	빛 	<ul style="list-style-type: none"> 발광다이오드 플라즈마 라이트 나트륨등 	발광다이오드(LED) 플라즈마 라이팅(PLS)
	외피 	<ul style="list-style-type: none"> 투명강화유리 비닐/PC/PMMA¹⁾ 	건물용 유리(로이유리 등) SKYLITE복층판(PC/PMMA) ¹⁾
복합환경	환경 제어 	<ul style="list-style-type: none"> 환경제어기 Big Data/Cloud 	Beacon Controller SGS ²⁾ Cloud
	모니터링 	<ul style="list-style-type: none"> 내/외부 환경센서 카메라 	CO ₂ 및 염도 센서 CCTV, 열화상카메라, PAR센서
요소역량	   물 CO ₂ 프레임	<ul style="list-style-type: none"> [물공급] 스프링쿨러/점적관수설비 [CO₂] 포집·발생기 [프레임] 알루미늄 프레임 등 	<ul style="list-style-type: none"> 전문업체 기술 요소 역량 활용

1) Polycarbonate, Methyl Methacrylate

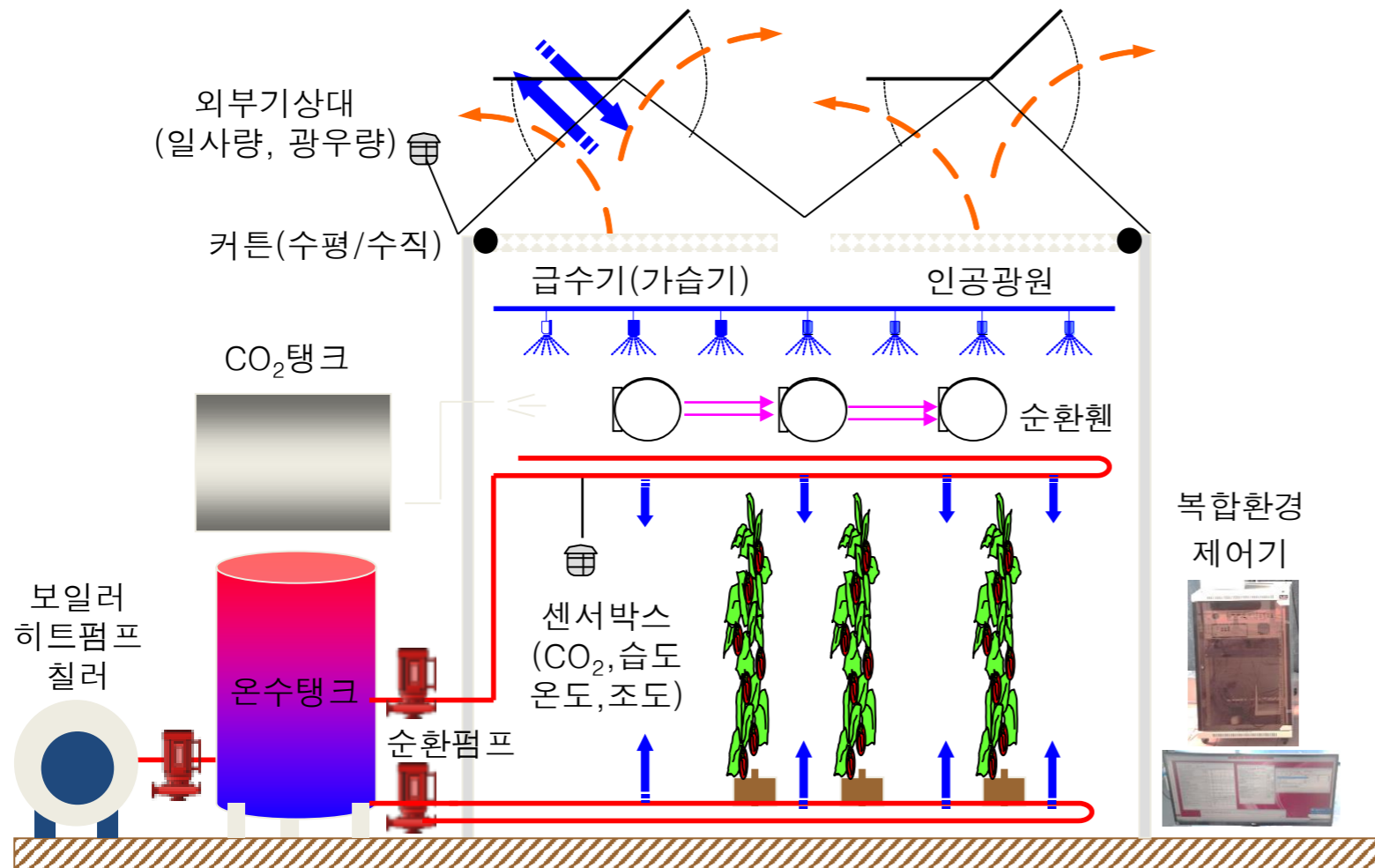
2) Smart Green Solution(SGS)

스마트팜 - 요소기술 : 온도 환경

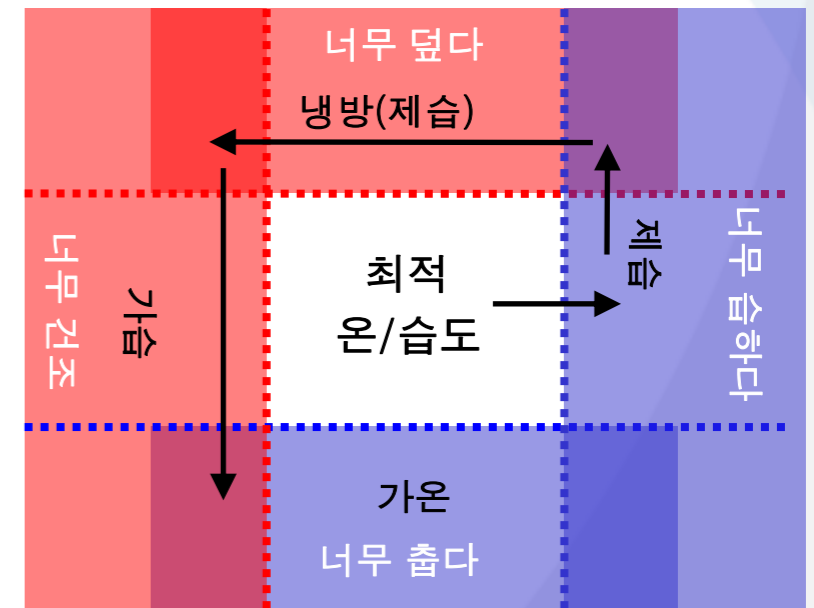
□ 스마트팜 공조 : 온도(가온, 냉방), 습도(급수, 가습, 제습)

청정도(일사, 광원, CO₂), 기류분포 (공기순환, 환기)

유리온실 기술 구성도



온도제어 요소



- 보일러, 히트펌프, 칠러 등 : 가온, 냉방
- 히트펌프, 칠러, 가습기 : 냉방/제습, 가습
- 순환환 : 기류속도, 온도, 습도
- 커튼 : 일사량, 조도, 온도, 습도
- 환기창 : 온도, 습도, CO₂농도

스마트팜 - 요소기술 : 온도 환경

□ 전통 난방방식 : 가온 위주



무가온 / 수막



탄소섬유보광등



유류 온풍기



전기 온풍기



유류 보일러



전기 보일러

□ 고효율방식 : 가온, 냉방, 냉방제습, 송풍



지중열히트펌프



공기열히트펌프(EHP)



지열히트펌프



가스엔진히트펌프(GHP)



CHP(Combined Heat & Power)



공랭식칠러(Chiller)

스마트팜 - 요소기술 : 광환경

□ 가시광선이 가장 중요하나 근적외선, 자외선 A,B도 중요 파장

파장 (nm)			작용효과
적외선	IR-A	1400~1000	식물에 대해 특별한 작용은 없음. 열의 영향을 미침.
		780	식물에 특별한 신장 효과를 촉진 시키는 파장.
가시광선	적색 적황색 녹황색 청색	700	발아저지(730), 광합성 작용의 최대 (670)
		660	엽록소 작용 최대(655), 발아작용과 잎 배포 화아형성(660)
		610	광합성에 유익하지 않음. 해충방제(580~650)
		510	노란 색소에 의한 일부 흡수, 어류 집어(485)
		430~440	광합성작용의 최대(430), 엽록소 작용의 최대(440), 해충유인
자외선	UV-A	400 ~ 315	일반적으로 식물의 잎을 두껍게 하는 작용. 색소의 발색 촉진 작용. 해충 유인
	UV-B	280	많은 합성 과정에 중요한 작용(면역체 형성). 강하면 해가 됨.
	UV-C	100	식물을 급속하게 시들리게 하는 작용.

광 도

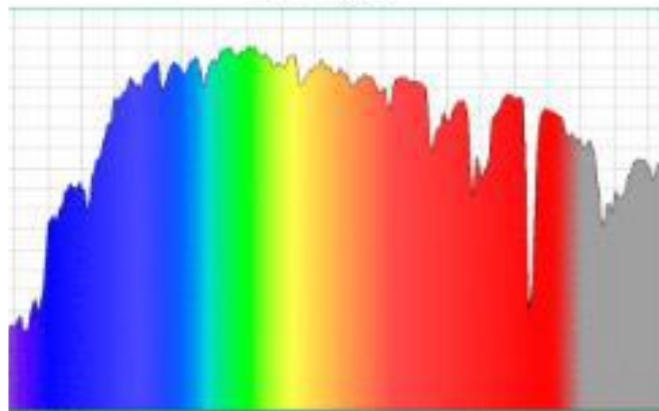
광합성

광 질

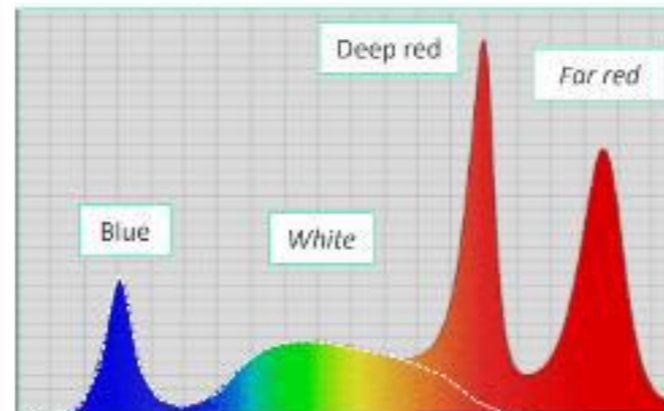
줄기신장
광형태형성

광 주기

개화



태양광 스펙트럼



LED 스펙트럼

스마트팜 - 요소기술 : 광환경 (골격자재, 피복자재)



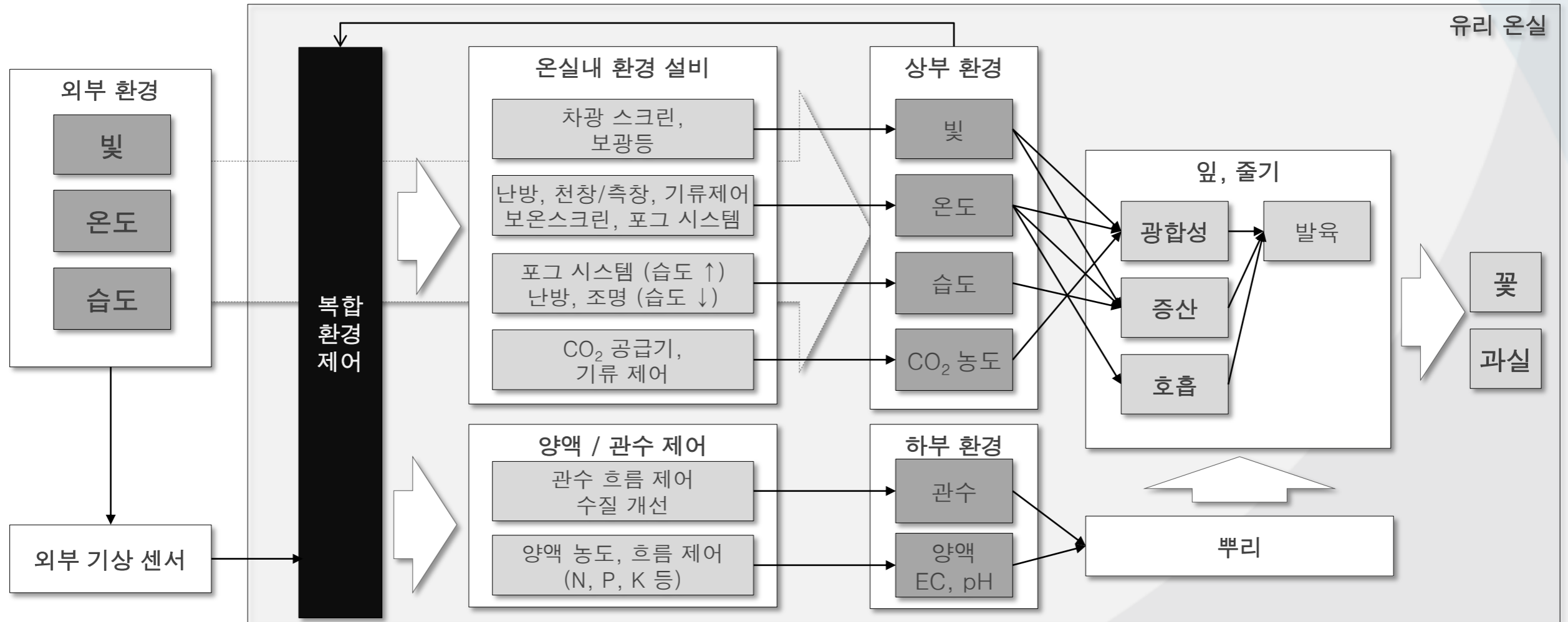
1. 높은 광투과율 : 90%↑
2. 산란광
3. 내구연한 (광투과 유지율)
4. 구조적 안정성 (파손)
5. 필요 파장의 투광 및 차단
(자외선/적외선)
6. 비점착성
(오염방지-먼지, 때)
7. 경제성
(내구연한 대비 설치비용)



스마트팜 - 복합환경

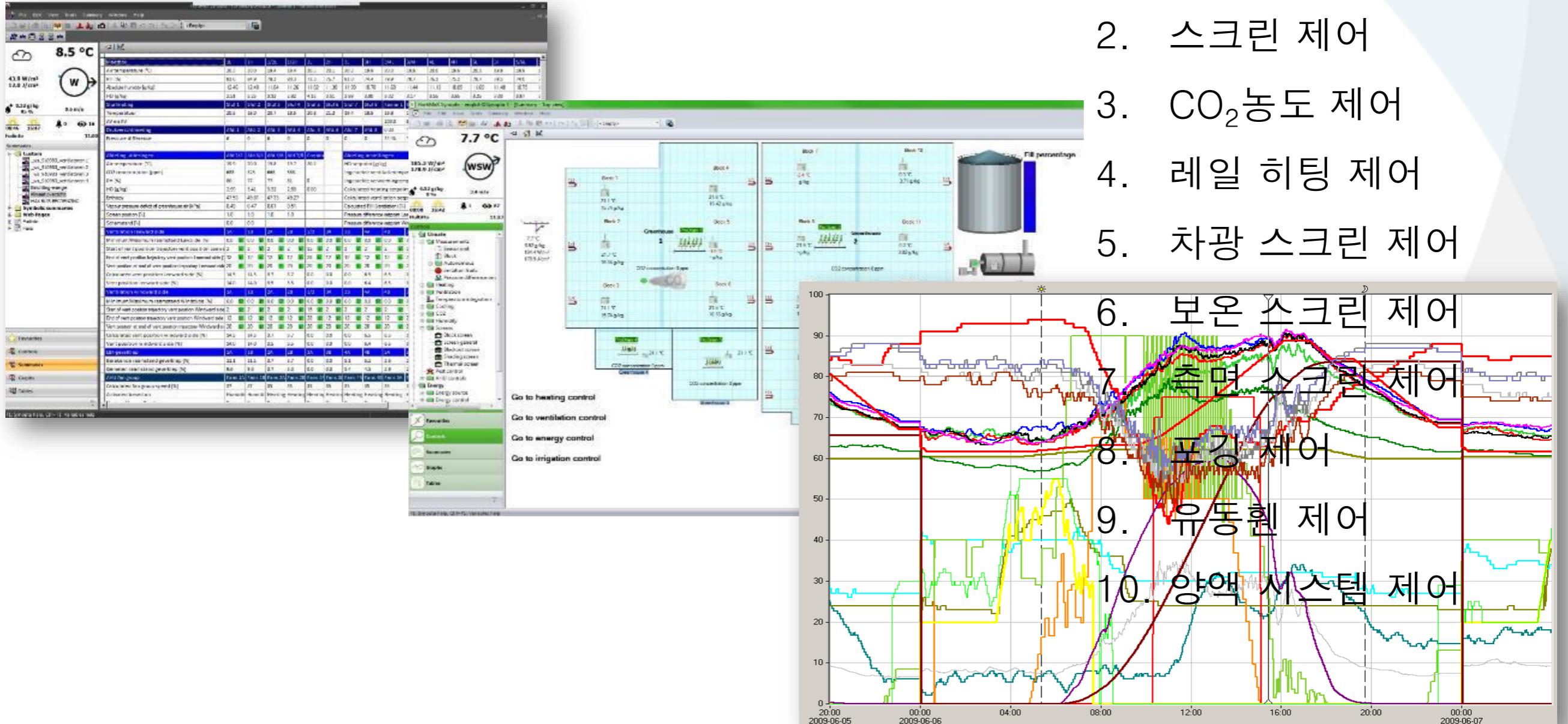
□ 환경제어의 역할은 외부 환경의 변화에 영향 받지 않는 식물 성장 환경 구현

- 환경 제어의 역할 : 외부 기상 변화를 예측하여 온실 내 환경 설비를 외부 환경 변화에 맞추어 구동(동적 최적화), 온실 내 환경 변화를 최소화하여 재배자가 지정한 환경을 최대한 효율적으로 유지하는 것



스마트팜 - 복합환경제어기

□ 복합환경 제어 시스템 데이터 확인



스마트팜 - 복합환경 : 모니터링(센서)

□ 측정/계측 단계 (Monitoring) - 센서류

✓ 토양센서

수분함량 / 장력
EC(전기전도도), pH(산도) / 온도



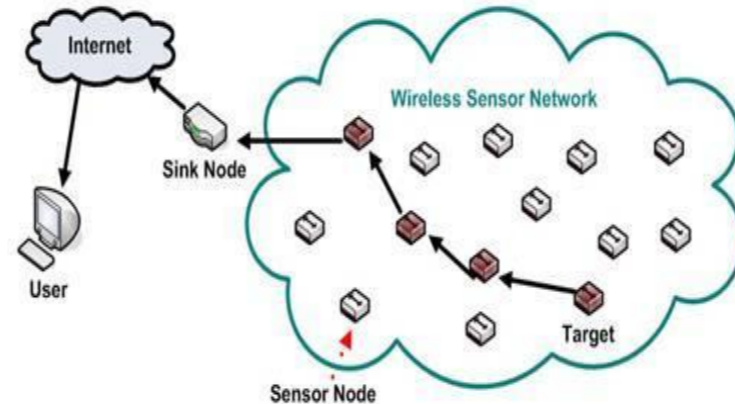
✓ 생체 측정 센서

광합성
수분 / 양분



✓ 환경센서

온도, 습도, CO₂농도
광 조사량, 풍속, 강수량



✓ 측정시스템

온실 설비

✓ 전송시스템

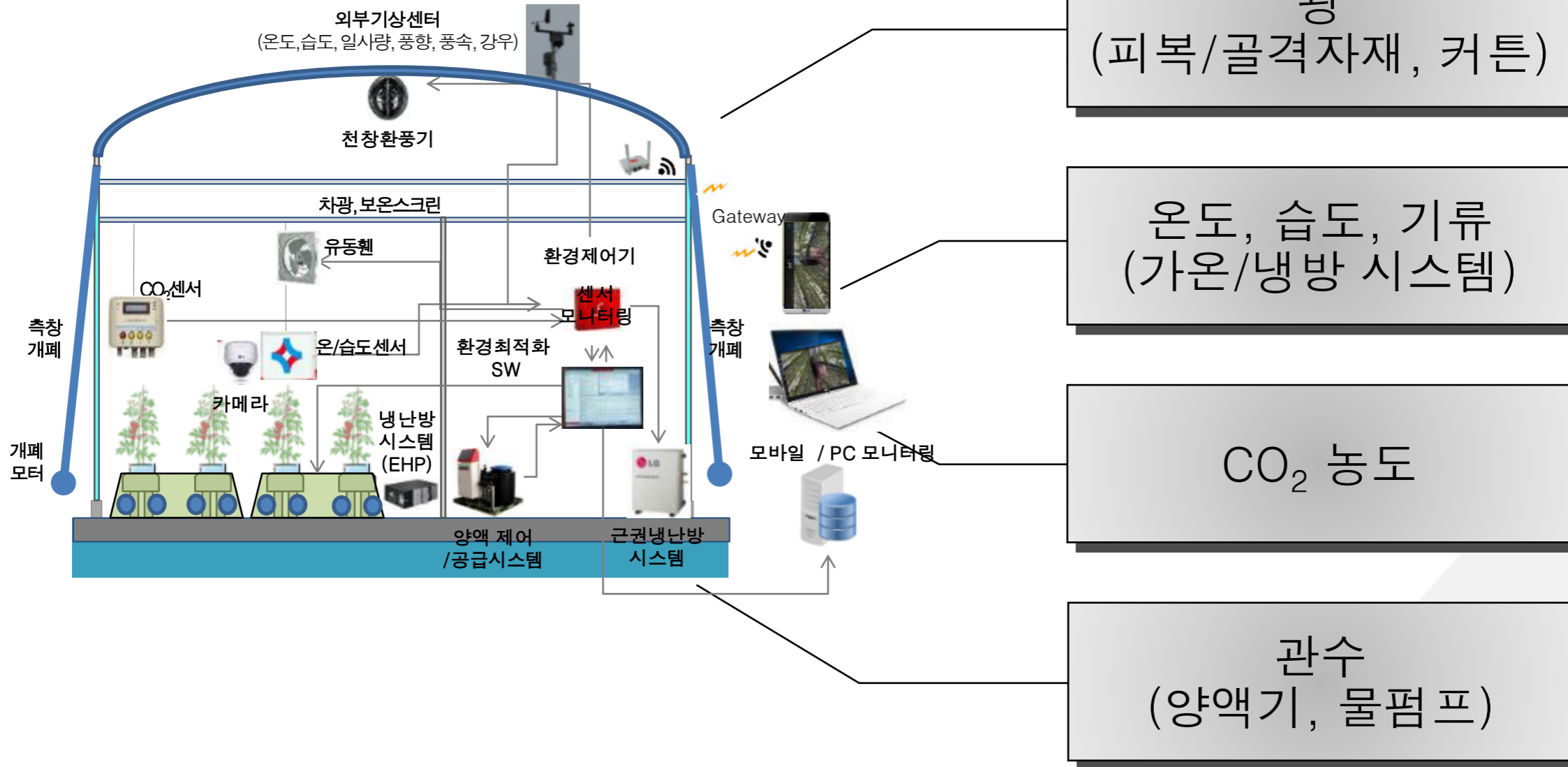
통신, 화상(Web & Smartphone)



출처: Smart farm Korea Market Research Report
김용환교수(매치업강의자료, 2020)

스마트팜 - 복합환경 : 모니터링(센서)

□ 제어 단계 (Controlling)



스마트팜 - 복합환경 : 모니터링(센서)

□ 최적화 단계 (Optimization)



- 실시간 작물정보를 기반으로 의사결정
 - 작물생육 상태 / 양분 / 병해충 예찰
 - 수확량 예측
- 재배 시스템 & 프로세스 확립

출처: 김용환교수(매치업강의자료, 2020)

스마트팜 - 복합환경 : 모니터링(센서)

□ 자율화 단계(Automation)

모니터링, 제어, 최적화 기술을 기반으로 자율화 구현

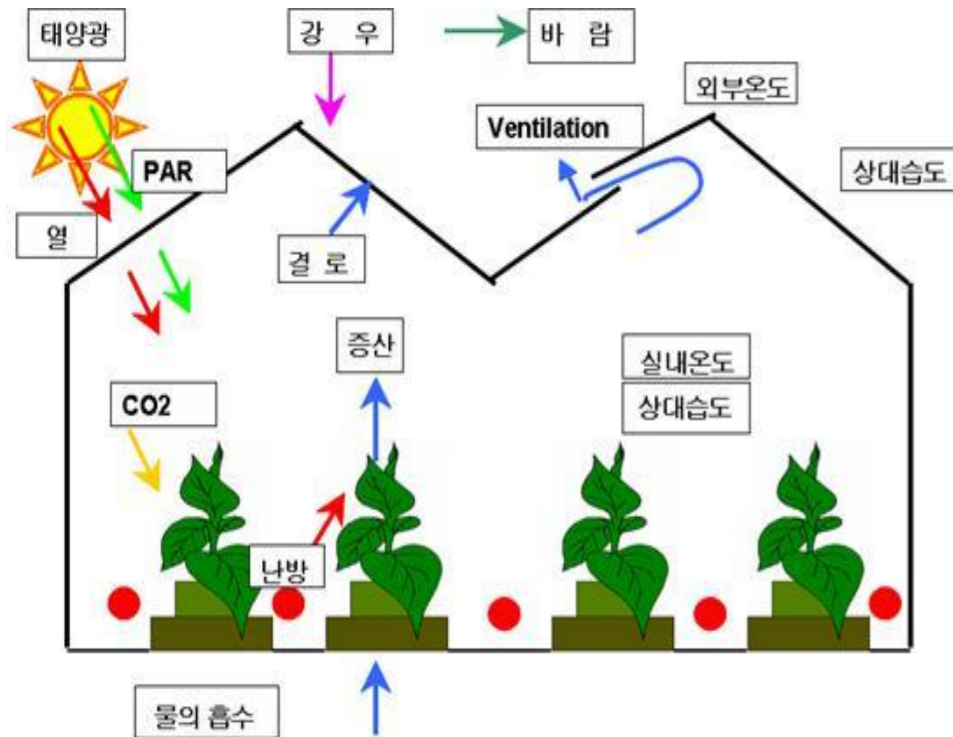
- 지능화 농기계
 - 자율화 및 무인생산
 - IoT & 인공지능
- 드론 기술
- 영상분석
 - 카메라 & 센서기술
 - 농업용 식생지수(NDVI)¹⁾ 분석 기술
가뭄 / 병해충 / 작물생육
- 식물-환경조건 반응을 이용하여 최적생산
조건 알고리즘 구축



1) 농업용 식생지수(NDVI) : 영상 처리 기술로서 식생의 유·무를 강조하는 데 사용되는 기술

스마트팜 - 복합환경 : 모니터링(센서)

□ 생육환경과 측정요소



[지상부 환경관리]

- 광도, 광량
 - 온도관리와 CO₂공급기준
 - 관수량 조절 요소
- 온도(낮/밤, 여름/겨울)
- 풍향 : 양쪽 환기창을 어느 쪽부터 열지 기준
- 풍속 : 환기율/환기정도를 조절하게 됨
- 강우/강수
 - 작물을 강우로 보호, 병의 피해 감소

[지하부 환경관리]

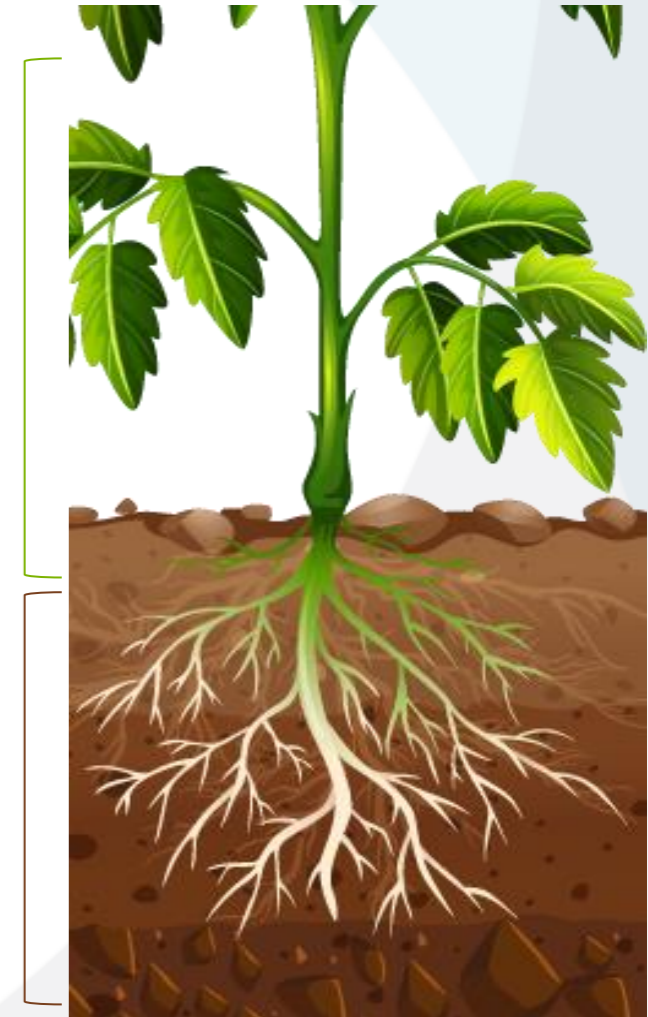
- 수분 : 급액, 배액(폐양액)
- 급액 상태 : EC(전기전도도), pH(산도)
- 배액 상태 : EC(전기전도도), pH(산도)
- 함수율 : 실시간 무게 변화 및 변화율
- 배지 상태 : 배지내부 온도, 습도

지상부 환경관리

온실 환경제어

지하부 환경관리

관수 & 양액제어



스마트팜 - 복합환경 : 모니터링(센서)

□ 외부기상환경 계측기기



외부 기상 계측기기 설치 사례



온습도 센서 및 간이 백엽상



일사 센서



강우 감지 센서

□ 온실내부환경 계측기기



건구온도/습구온도 센서



CO₂ 농도 센서

스마트팜 - 복합환경 : 모니터링(센서)

□ 지하부환경 계측기기



무게



급액량



배액량



EC



온도



습도



배지온도



pH



지하부환경 측정기기

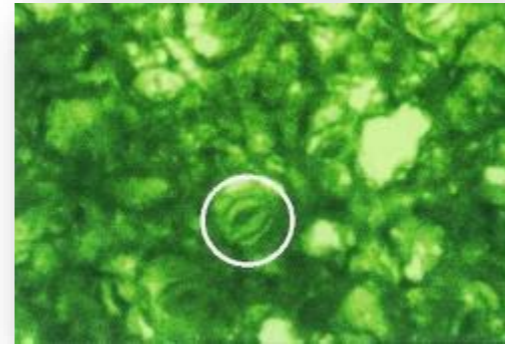
□ 생장환경 계측기기



PAR센서



Net 센서



기공센서



Phytoclip



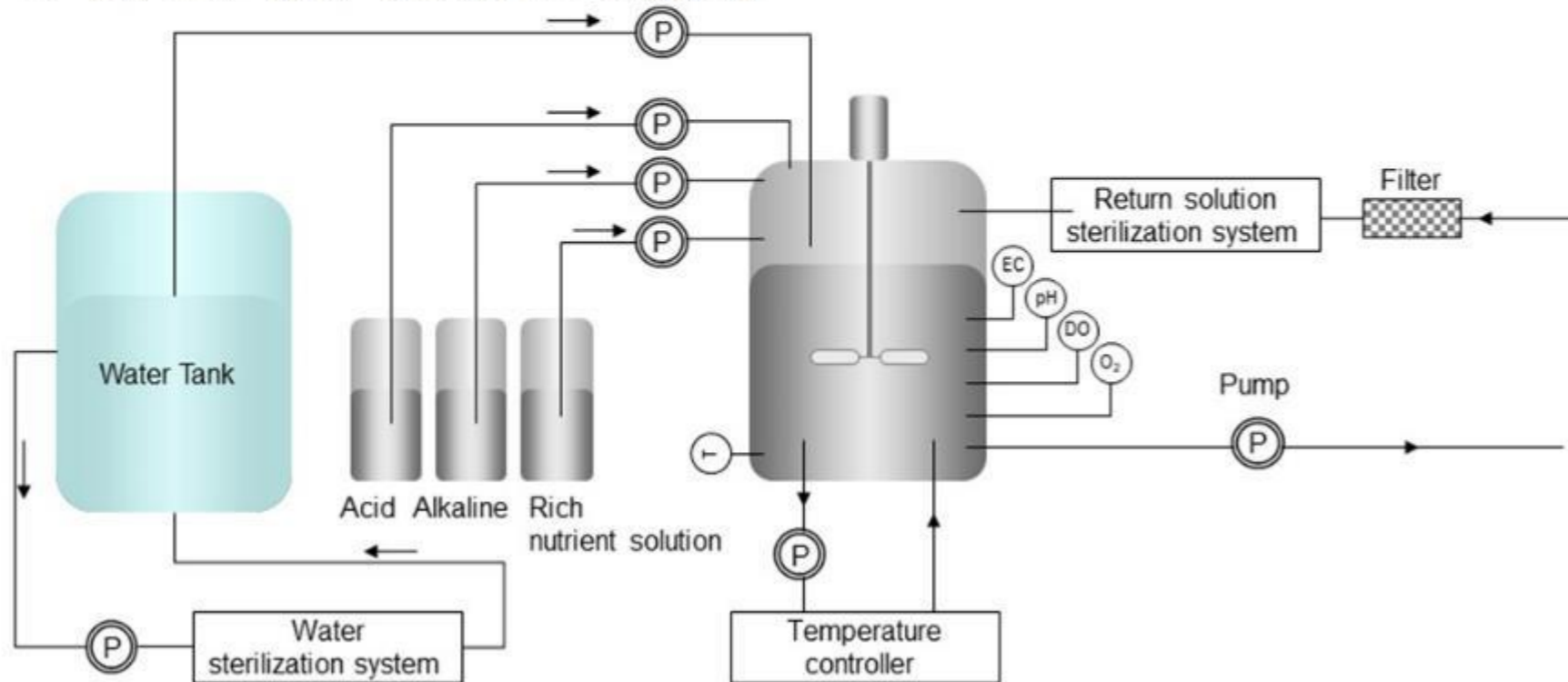
열화상카메라

- * PAR센서 : 식물 Canopy에서 유효 광합성량 측정
- * 기공센서 : 기공의 열린정도 측정
- * 열화상카메라 : 작물의 온도 측정
- * Net 센서 : 복사에너지를 측정

스마트팜 - 요소역량(양액기)

□ 제어항목

- 온도 (T, Temperature)
- 전기전도도 (EC, Electric Conductivity)
- 산도 (pH, potential of Hydrogen, 수소이온 지수)
- 용존산소(DO, Dissolved Oxygen)



양액기

스마트팜 전개 현황 - 한국형 스마트팜

□ 제1세대 한국형 스마트팜 : 원격제어 중심 편의성 향상



스마트팜 전개 현황 - 한국형 스마트팜

□ 제2세대 한국형 스마트팜 : 빅데이터 인공지능 활용지능형제어



스마트팜 전개 현황 - 한국형 스마트팜

□ 제3세대 한국형 스마트팜 : 무인자동화 수출모델



"한국형 스마트 온실로 농산업 성장동력화"

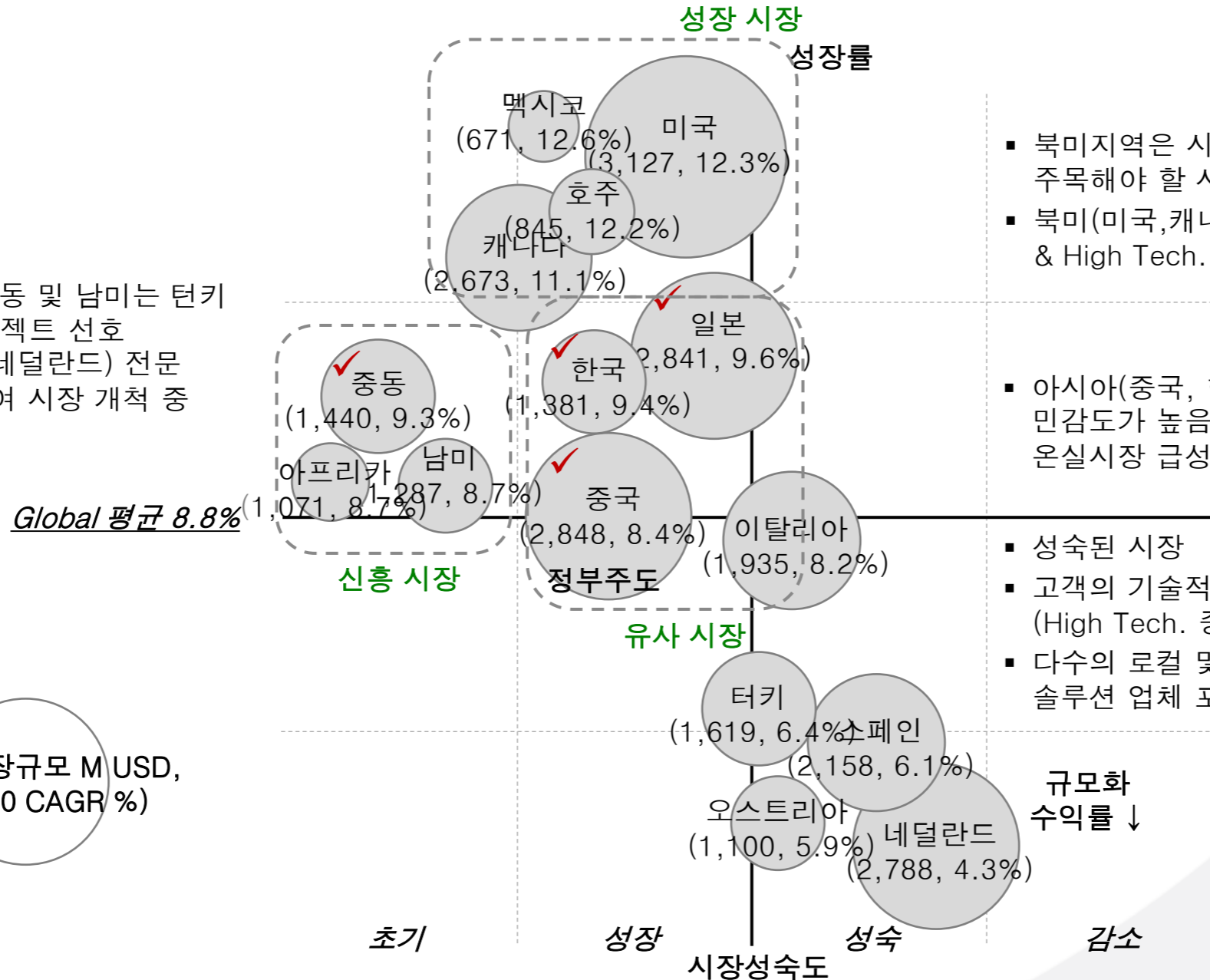
국제 규격 적용과 부품 표준화로 글로벌 시장 진출

해외 스마트폰 현황 - 시장분석

□ 스마트폰 시장은 성숙 시장-유럽, 성장기-북미 및 아시아, 신흥 시장-중동/남미/아프리카

- 신흥 시장인 중동 및 남미는 턴키 중심 사업/프로젝트 선호
→ 주로 유럽(네덜란드) 전문 업체가 진출하여 시장 개척 중

('20년 시장규모 M USD,
'14~'20 CAGR %)



- 북미지역은 시장규모 및 성장률 측면에서 주목해야 할 시장
- 북미(미국, 캐나다) : 자동화 수준이 높은 Mid & High Tech. 온실이 다수

- 아시아(중국, 한국)시장은 시설의 가격 민감도가 높음 → Mid Tech. + 플라스틱 온실시장 급성장

- 성숙된 시장
- 고객의 기술적 요구 수준 높음. (High Tech. 중심)
- 다수의 로컬 및 글로벌 턴키, 솔루션 업체 포진

해외 스마트팜 현황 - 네덜란드

□ 정책

- 정부/공공기관 → 장기적인 행동 지침(정책)

- 정책 / 혁신 / 협력

- 경쟁과 비즈니스

- 시장경쟁과 비즈니스 존중

- 산학연관 협력강화

- WUR 중심

- 지식 씨클(Kenniskring), 종자 밸리, 푸드 밸리



WUR Unifarm

□ 규모화

- 소규모(1ha) 농가는 줄고 대규모(3ha) 농가는 증가

- 1ha 이하 감소, 3ha 이상 (130개 → 900개)

- 농가당 경지 면적이 증가

- 0.56ha (1980년) → 2.3ha (2013년)

- 고령화 및 노동비용 증가: 절화 / 분화류 → 과채류 전환

- 인건비 개선 : 자동화, 로봇 도입



스마트팜 규모화

□ 기술개발

- 스마트팜 확대 전개, 지능적인 농업화

- 반밀폐형 온실 도입 : 생산량 극대화

- 탄소중립 시설원에 의무화 추진중

- 엽채류 생산 자동화

- 인건비 개선, 노동생산성 향상

- 로봇기술 도입, 생물학적 방제

- 수확 로봇, 방제 로봇,



반밀폐형온실

□ 비즈니스 강화

- Next Generation Growing / Plant Empowerment

- 최신 센서와 Data Driven Cultivation

- 네덜란드 정부 추진 중인 과제

- 기존 농업 세대 : 변화 어렵다. 새로운 참여자 교육

- GreenTech 2021 : 9/18 ~ 9/20, On/Off라인 동시 진행

- Corvus Drone : 드론 온실 작물 모니터링 서비스

- Green Switch (R) Original from VAN IPEREN

스마트팜 - 전개 사례

□ 청년창업농

삼색멜론(경기 이천)
비닐온실 - 멜론재배



두레일대마을(충남 아산)
비닐온실 - 고추재배/가공



(주)아람(전북 정읍)
유리온실 - 토마토 재배



감자밭(강원 춘천)
6차산업 - 카페, 감자/옥수수



그린로드(전북 익산)
가공, 판매 - 라이브홈쇼핑



Wanna Verry(전북 김제)
비닐온실 - 딸기 재배



드림플라워팜(전북 완주)
비닐온실 - 카페, 체험, 치유



그래도팜(강원 영월)
비닐온실 - 토마토재배



추억트리(경북 상주)
비가림 - 블루베리, 체험



청년연구소(경북 청송)
노지재배 - 사과 판매/마케팅



스마트팜의 과제

[농민]

- ◆ 스마트팜 활용 : 교육참가
→ 생산성 향상, 적기 생산
→ 소득증대(직판 확대, 6차 산업)
- ◆ 데이터 기반 농업 전개
- ◆ 영농정보 공유
- ◆ 안정성 확보

[연구기관/학계]

- ◆ 빅데이터 분석기법
- ◆ 최적 생육환경 연구
- ◆ 개발기술 실증 : 실용화 연구
- ◆ 무인/자동 재배
- ◆ 기술/인재 융합 : 관련 전공자

고령화에 따른
농사 일손의
부족 해결

신규 농민(귀농)
유입 유도

기업농의
기회

센서 확장

온습도, 조도, CO₂

설치 확장

무선 플랫폼

활동 확장

카메라, 원격 모니터링/제어

서비스 확장

6차 산업

[산업체]

- ◆ 신제품개발 (인공지능) : 투자
→ 에너지절감 제품
- ◆ 성능 업그레이드
- ◆ 서비스 역량 확보(사업 연속성)
- ◆ 로봇 개발 : 재배, 가공

[정부]

- ◆ 제도, 정책 마련/개선 (지속성)
- ◆ 인재육성
- ◆ 빅데이터 수집/공유 체계 구축
- ◆ 지속 가능한 첨단 농업 구현

스마트팜의 미래 - 성공요인

- ☐ 데이터의 표준화 및 라이브러리 구축
- ☐ 농업에너지 절감
- ☐ 최적화 재배역량 확보
- ☐ 융복합 우수인력양성
- ☐ 적극적인 투자 환경 조성
- ☐ 유용물질 생산 최적화
- ☐ 종자 육종

출처 : STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)

Greenhouse Management



What comes to your mind when you think of "Greenhouse Management"?



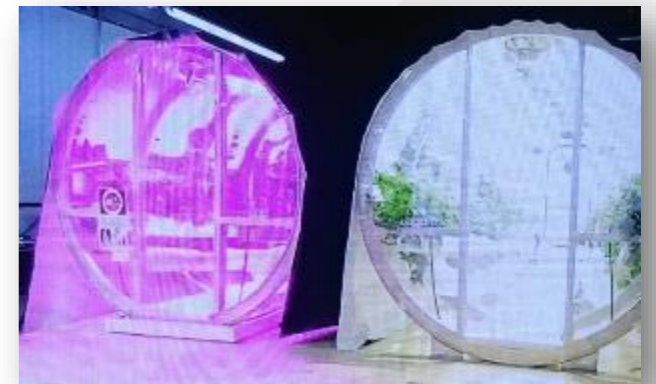
스마트팜의 미래가치

- **작물의 생산능력 최적화** : IoT + Big Data 의 결합으로 생육 최적화 → 최적 시스템
- **기능성 식물유래 의약품 원료 생산** 최적화 → 고소득화
- **기후변화에 대한 대처**, 생산지와 소비지의 간극 축소: “**푸드 마일리지**” 최소화
- 소비자 기호에 맞는 **안전하고 건강한 농산물** 생산 → 맞춤형 생산
- **노동력 절감**과 생산성 극대화 → 프로세스화, 스마트팜 업그레이드
- **농업기술 사용의 편의성** : 농업초보자도 쉬운 의사결정 가능 → 메뉴얼화



분자농업

지속 가능한 농업



우주농업

한국 농산업 발전

□ 우리는 무엇을 해야하는가?

인재육성(예비 영농인)

- 청년농부(~ 39세) 육성
- 중장년층(40세 ~) 육성, 지원
- 비즈니스 → 사업(영농)계획서
- 기업가 정신(인적자원 혁신)

기술/인재융합

- ICT기술 확대 전개, 데이터 농업
- 부품, 기술의 국산화 표준화
- 제도 및 법률의 정비(기술 혁신)
- 지속가능한 자본의 참여 유도
- 기술전문가 참여

지속 가능한 농촌 & 농업!
안전하고 건강한 농산물!
도농 상생의 농업!



평생교육(영농인)

- 영농인 정기 재교육
- 경험과 감 → 재배 시스템 & 프로세스
- 연구기관성과 → 실증 → 전파
- 경영 교육강화(사업관리, 인력관리 등)

시장확대

- 한국 농업에 대한 관심
- 전략적 수출농업 전환(지역, 품목 등)
- 유통구조 혁신(직판)
- 고객 맞춤형 생산 → 적기 공급
- 6차산업 전개 : 체험, 치유, 힐링, 문화

Agriculture Strategy



한국형 스마트팜

한국 농산업 발전