

첨단 디지털 기술의 융복합을 통한

농업혁신과 과제

2022. 5. 12.

농업공학부장

이강진



농촌진흥청
Rural Development
Administration

CONTENTS

농업공학부 소개

농업 여건변화

데이터와 디지털 혁신

기술개발 성과

스마트 농업 개발 전략

농업공학부

농업ICT 융복합 기술 개발 확산으로
미래농업기반 구축 지원

농작업 자동화 등 ICT 융복합 기초기반 기술 확보

신재생 에너지 이용 및 시설 환경 최적화 기반 구축

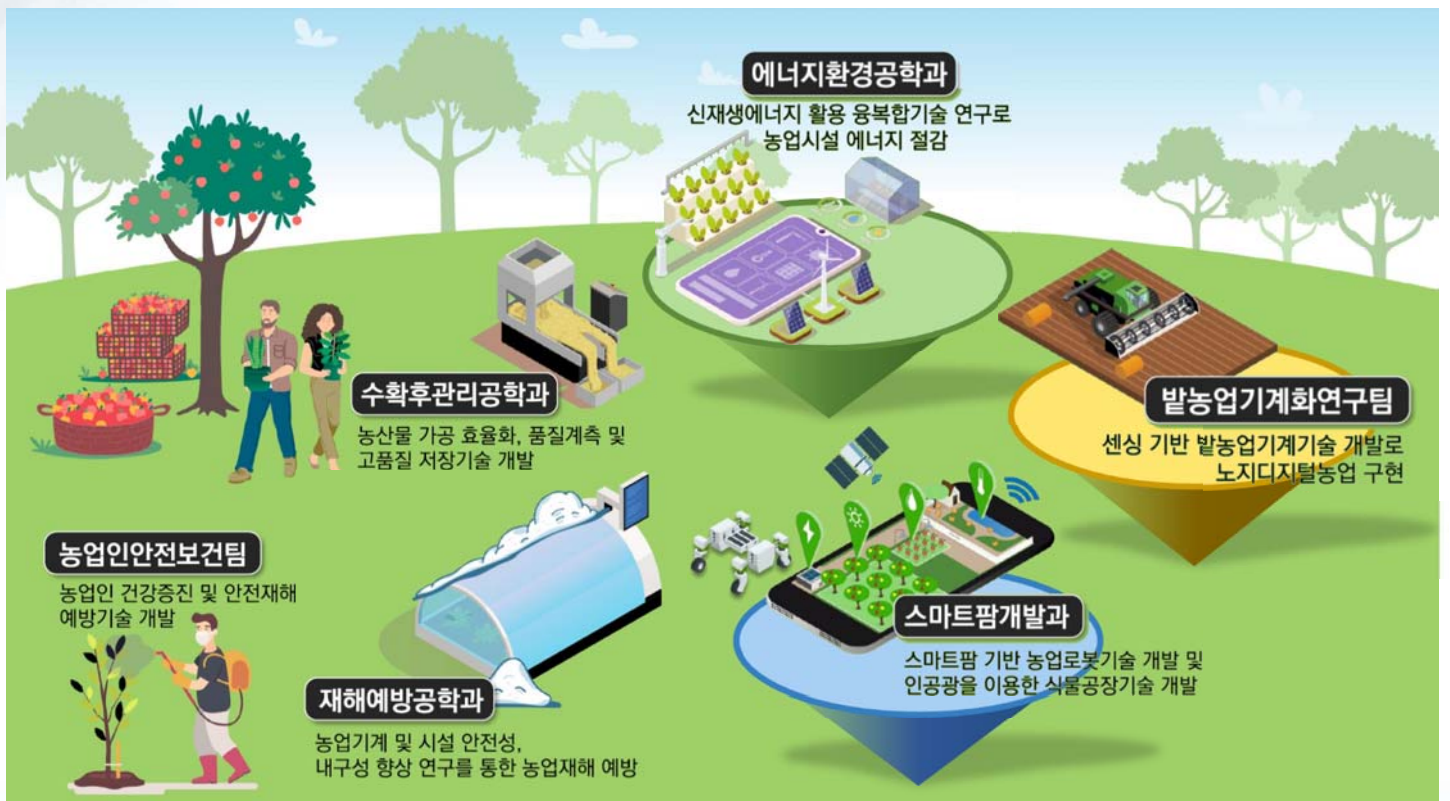
고품질 농산물 수확후관리 기계기술 개발 및 부가가치 향상

농업시설 내재해 기술 연구 및 농업기계 이용체계 개선

주요 발작물 생산 전과정 기계화 기술 확대

농작업 안전보건 기술 개발 및 안전재해 통계 수집 관리

농업공학부



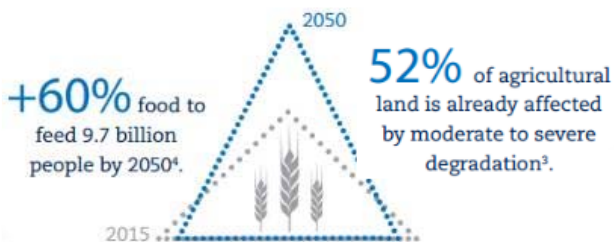
국내외 농업 환경 변화

02 농업 여건 변화

국내외 농업 생산 환경 변화

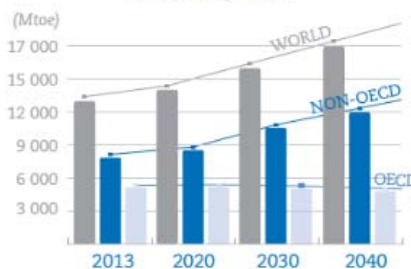


GLOBAL DEMAND | Growing tensions on water-food-land resources

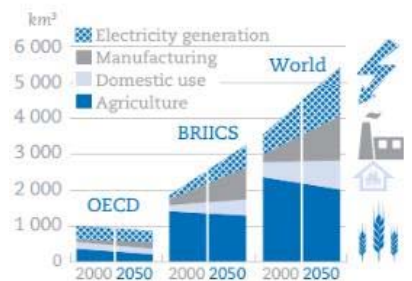


Economic growth in non-OECD will drive further increases in global energy consumption. Asia will account for around 60% of the total increase.

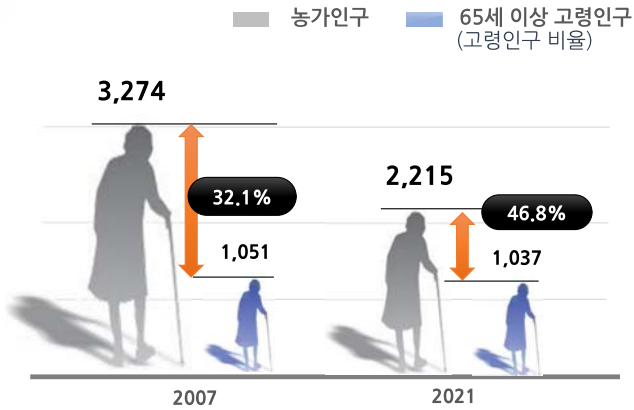
+37% increase in global energy demand by 2040⁶.



+55% water demand by 2050⁵.



국내 농가 인구 감소와 고령화



* 자료: 농림어업조사 결과, 통계청, 2021

COVID-19 확산에 따른 식량 생산 중요성 증대

▶ 농산업은 인적, 물적 이동 기반



(작물재배업)외국인 근로자 고용 9,147명(10) → 20,301명(15), 122% 증가

* 자료: 농업부문 외국인 근로자 고용실태와 정책과제, 한국농촌경제연구원, 2017

▶ 식량안보의 리스크 대응

- 한국 곡물 자급률(22~24%), 해외의 농산물 수출금지 사례

과학기술 환경 변화와 첨단 기술의 농업적 응용 필요

4차 산업혁명, 초지능 시대 HW, SW 개발 진행

지속 가능한 식량 생산 소득 창출 지원 기술 수요 증가

기후변화대응 기술로 급속 전환 요구



<4차 산업혁명 대응 정부 R&D 플랫폼>

데이터·AI 기반의 디지털 전환이 국가와 기업의 경쟁력 좌우

세계적 경쟁 심화

‘인공지능 국가전략’
‘데이터·AI경제 활성화(’19)’
한국판 뉴딜(’20)

고령화·기후변화·식량문제 해결
지속가능한 농업
빅데이터·AI 유력 대안으로 부상



농업분야



디지털-그린분야: '22년 49조원, '25년 114.1조원 투자예정

디지털 농업

• UN의 지속 가능한 발전 생태계 조성 17가지 목표 중 9가지 분야에 기여 (UN, 2016~2030)



농업과 디지털 기술



Agriculture and Digital Technology

Getting the most out of digital technology to contribute to the transition to sustainable agriculture and food systems



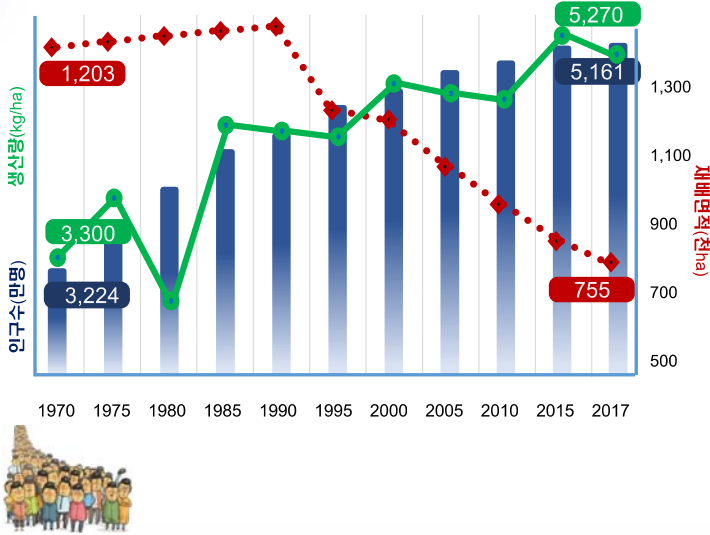
Theme: Digital and Automation

Low-cost, easy-to-use, broadly dispersed sensors and biosensors are needed across all agricultural sectors, providing real time information with high spatial resolution in areas of active cultivation. Standards are needed for data collection, processing, and management to enable device designs that function seamlessly in the Internet of Things. Broadband access to rural communities is needed to underpin the digital agricultural environment, including wireless networks with access to cloud-based computing. Digital tools and solutions should be scale-neutral, and useful for all types of farming/forestry systems and environments. Digital tools should also collect data that quantify environmental benefits to validate conservation programs and enable ecosystem service markets and carbon sequestration markets. Automated solutions are needed that deliver precise input amounts with high temporal and spatial resolution, and/or address common issues in the agricultural production system, including worker availability and improvements in worker safety. Automated data collection and reporting processes could enhance existing survey methods and create a data-rich environment (with protections) for further enabling the digital agricultural environment. Blockchain or similar types of technology, coupled with sensors that detect product quality and safety, are needed to ensure transparency, traceability, and safety throughout the agricultural production system.

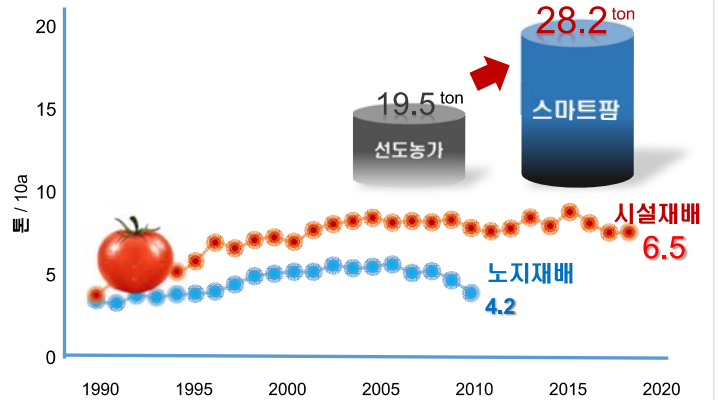
데이터와 농업생산

국내 농업 여건과 기술 개발 효과

환경 변화와 쌀 생산



토마토 생산량 (10a당)



스마트 농업 정의

- 농업 관련(생산·유통·소비 등) 데이터를 디지털 형식으로 수집, 저장·관리, 결합, 분석 및 공유하여 지능적으로 의사결정을 하고 새로운 가치를 창출

인공지능 클라우드 등

농업분야
신기술

고도화된
기술

사물인터넷
모바일 등

하나의 시스템
융합

스마트 농업

농업디지털화

데이터
네트워크

- 영농 경험과 직관에 의한 의사결정을 딥러닝과 인공지능 기술로 대체
- 농업 데이터가 유통과 소비자에게 연결되어 새로운 기술혁신 촉발

데이터와 융복합 최근 성과



과수원 자동 물관리 시스템

농가 적용 사례

과수원 자동 물관리 시스템

생체 및 환경정보

- 적외선 엽온센서
- 기상센서
- 토양수분센서
- 토양정보센서
- 온도센서
- 습도센서



통합 제어기

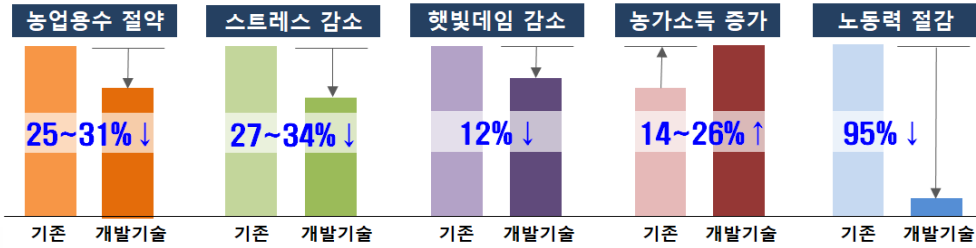
모니터링 및 원격제어

관수

분석결과수신
관수 제어



사과와 복숭아 나무의 자동 물관리 시스템 효과



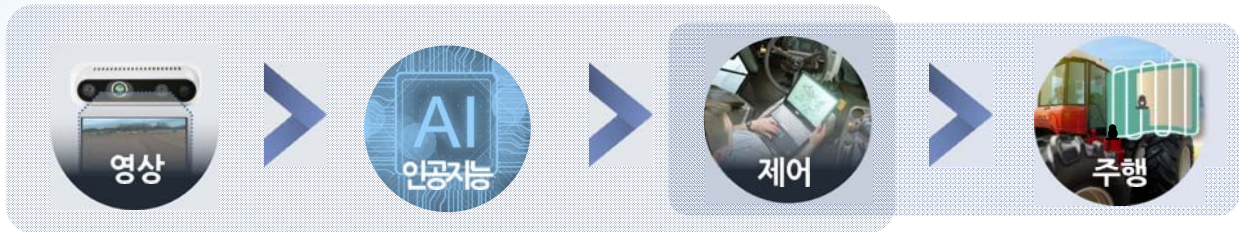
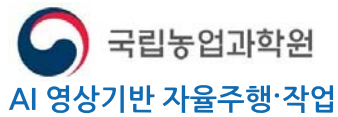
성과2

무인작업



자율주행

자율주행 기반 지능형 농업로봇 개발

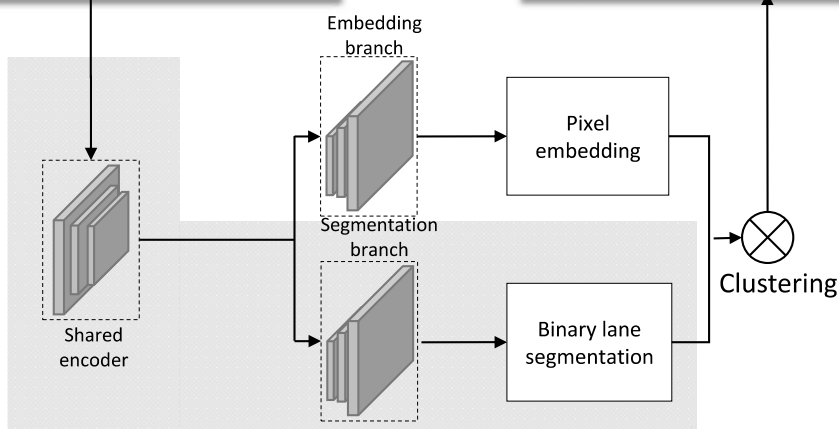


- ▶ 두둑 등 밭 경계
- ▶ 쇠토 작업 유무
- ▶ 선회 위치 결정

- ▶ 경계 인식 AI 알고리즘

- ▶ CAN 통신기반 제어 환경

- ▶ 주행, 농작업



04 기술개발 성과 인공지능 기반 노지 농작업용 트랙터 자율주행기술



로터리 작업속도 3km/h 시 경로 오차 ±9.5cm
(사람이 운전한 경우 ±21.2cm)

04 기술개발 성과

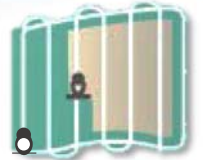
과원용 스마트 로봇방제기

구조 및 특성

기존 연속 방제, 유인운전



SS(승용형)



1세대

LiDAR

과수 유무/형상 인식 및 방제 노즐 개별 제어

GPS

슬레노이드 밸브

제어PC

송풍 장치

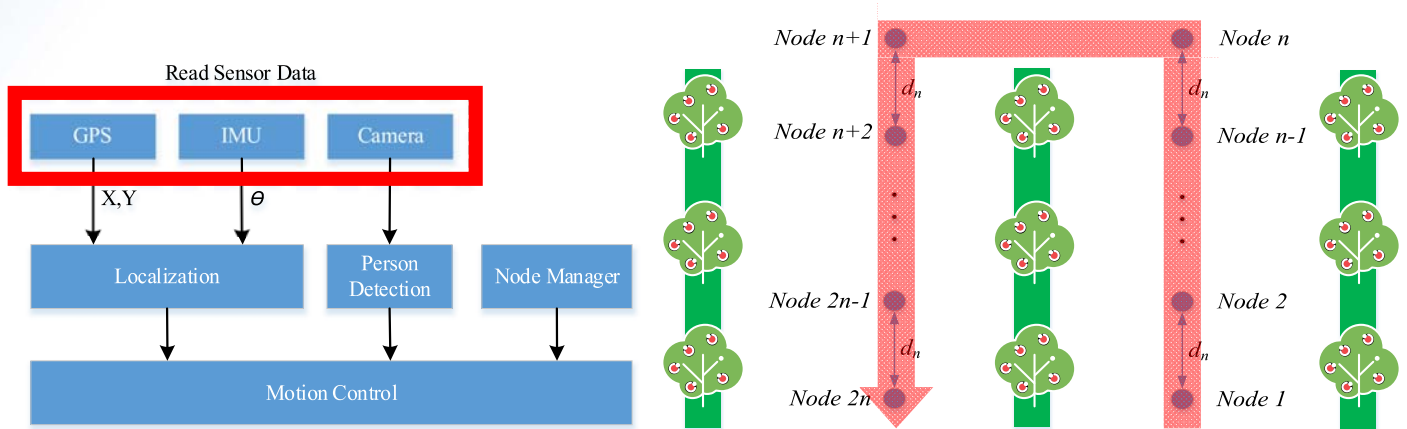
개선 선택 방제, 무인 자율주행



궤도형 주행부

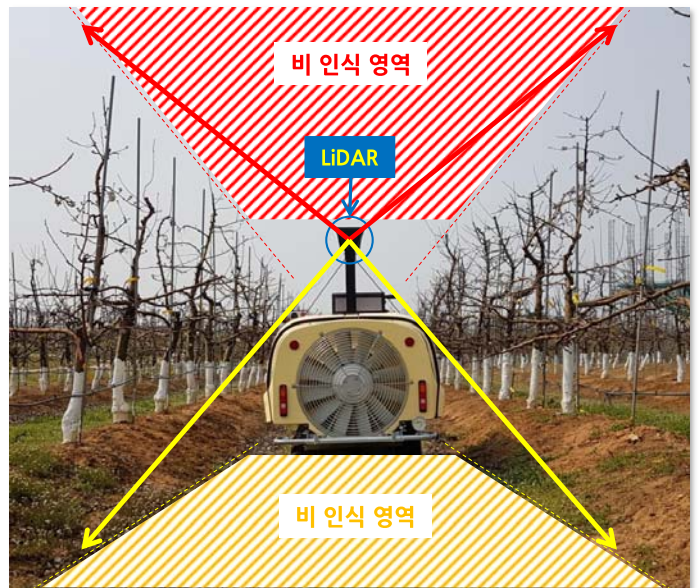
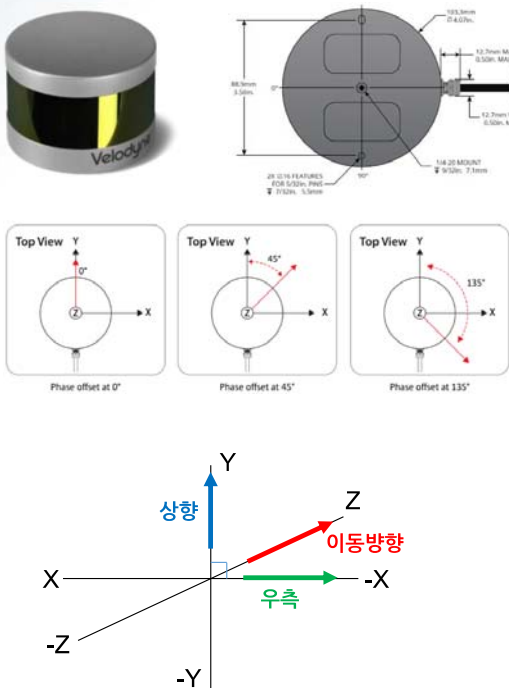
2세대

사전 주행 경로 설정 후, GPS 기반 자율주행
관성측정장치를 활용한 로봇 자세 및 위치 보정



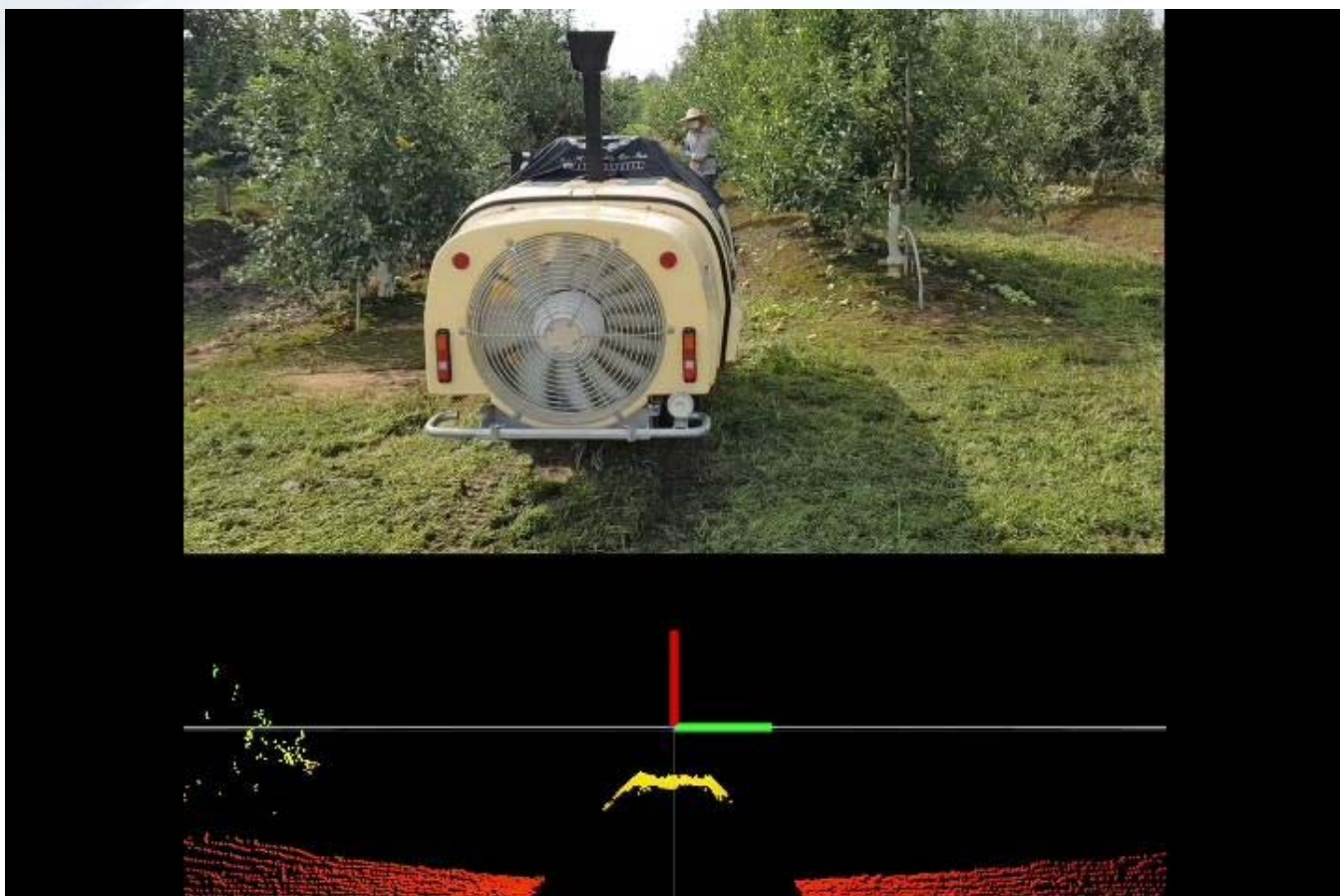
<GPS/IMU 기반 주행 알고리즘 및 경로 설정>

과수 인식 센서 : LiDAR



과원 현장에서의 LiDAR 센서 및 SS기 구조 분석

LiDAR 배치 및 SS기 진행방향에 따른 직교 좌표계



11.3분/10a
자율주행형
(1.6km/h 기준)



경제성



농약살포량 ↓



농약비용 ↓

안전·사고

3.2%



농기계 사고 ↓

2.8%



농약 사고 ↓

로봇 기술의 농가 적용을 위한 **현장점목연구** 수행(21)
 * (협업) 잔류화학평가과, 작물보호과, 기술 개선 및 실증 후 산업화 추진(22)

자율주행 및 라이다 인식 기술 등 **개발 기술 확대 적용**
 * 과원 대상 지능형 제초기 개발(21~23)



첨단 로봇 기술 기반 **과원 무인 작업 체계 구축**
 * 자동 수확을 위한 로봇 팔 기반 작업 메커니즘 연구(21~24)



국립농업과학원



첨단농기계 및 지능형 농작업기술 연구협력, 정보 공유 등
협의체 구성 운영(20.11) * 농식품부, 농협, 실용화재단 포함

자율주행 핵심 요소 기술 **조기 산업화 및 국산화 추진**
 * 무인 농작업을 위한 자동 조향 시스템 연구(20~22)

성과3

배추
들깨



배추·들깨 생산 전과정기계화 기술

04 기술개발 성과

발경지기반정비미흡 논 65%('04), 밭 16%('19)
규모영세 및 다품목 재배

기계화
기반 미흡

기계화율(20)
밭 61.9%, 논 98.6%

공급저조
기계화 미흡

다품목소량생산구조
기계생산↓ 기계가격↑

농기계
도입 어려움

발농업기계화
저해 요인

농가구매
저조

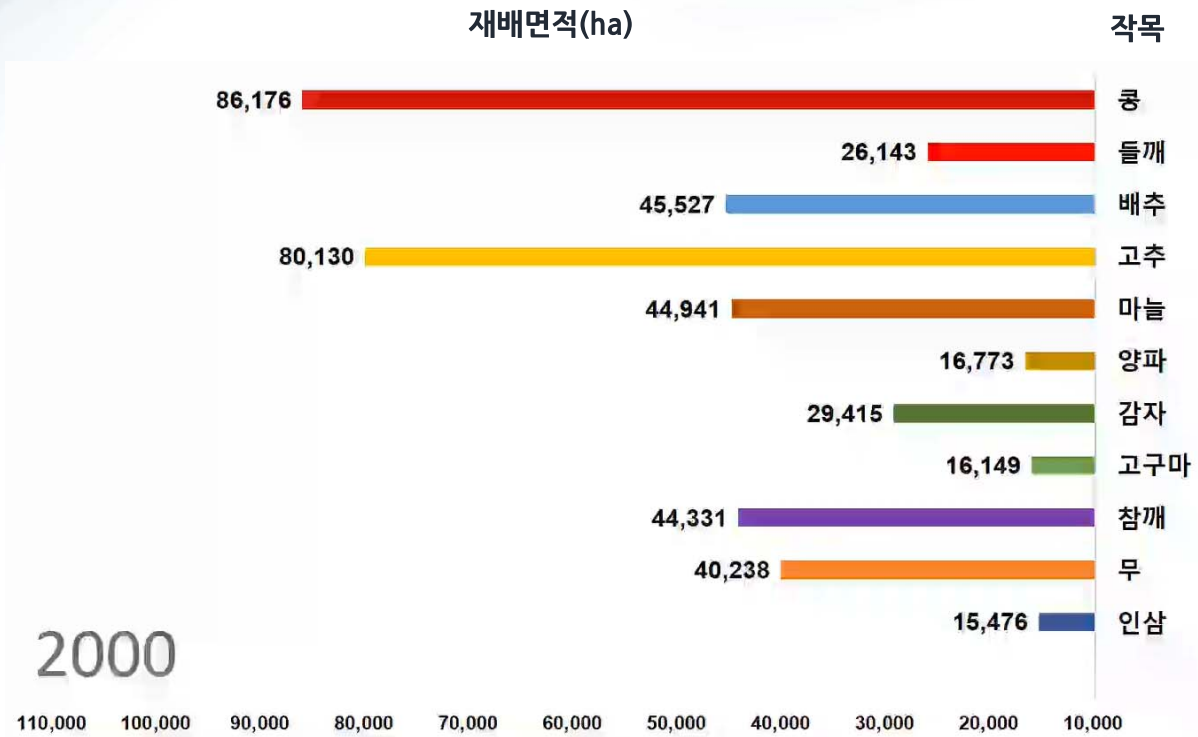
수요, 시장성, 중소기업
- 시장:10~13백억원('17)

R&D,
산업체 생산
기피

영세소농구조구매력↓
- 90%(0.3ha 미만)

구조적 악순환 반복

구분	연도	평균	경운 경지	파종 관시	이앙	이랑 피해	방제	수확	건조
논 농업	'19	98.6	100		100		98.0	100	95.0
밭 농업	'19	61.9	99.6	12.2		73.0	93.2	31.6	
	'22*	75.0	100	44.1		91.0	96.4	44.2	



재배양식

공동 농업기술개발사업 국립원예특작과학원

동근두둑 1줄 두둑폭 40~50cm, 조간 70~90, 주간 35~40
 평두둑 2줄 두둑폭 90cm, 조간 40, 주간 35~40

노동력 55.6%, 비용 54.2% 절감

정식

- ▶ 묘뽑기+이송+정식+진압
- ▶ 결주율 2%
- ▶ 노동력 86%, 비용 51%

12.3시간/10a
↓
1.7

방제

- ▶ 3단 접이식
- ▶ 장애물 자동 회피
- ▶ 노동력 84%, 비용 17%

6.3시간/10a
↓
1.0

수확(수집형)

- ▶ 절단(인력)+이송+수집
- ▶ 손상률 0.5%
- ▶ 노동력 79%, 비용 24%

22.0시간/10a
↓
1.9

재배양식

공동 정부연구 분야별 선도사업 국립식량과학원

등근두둑 1줄 두둑폭 40~50cm, 조간 100, 주간 30~50

노동력 58.1%, 비용 49.5% 절감

정식

- ▶ 배추, 참깨 범용
- ▶ 결주율 2%
- ▶ 노동력 84%, 비용 13%

10.0시간/10a
↓
1.7

수확(예취)

- ▶ 참깨 범용
- ▶ 손실률 3%
- ▶ 노동력 92%, 비용 61%

13.3시간/10a
↓
1.0

탈곡

- ▶ 자주식, 2중 탈곡
- ▶ 손실률 4.7%
- ▶ 노동력 88%, 비용 26%

8.4시간/10a
↓
1.0

정선, 석발

- ▶ 들깨, 참깨, 수수 범용
- ▶ 이물질 혼입률 5%
- ▶ 노동력 70%, 비용 79%

10.0시간/10a
↓
1.7

밭농업 기계의 조기 실용화 촉진을 위한 산업체 기술지원

지역 적응성 향상을 위한 현장 실증 강화

* 실증 시험 및 보완, 신기술시범사업('22)

밭농업 기계의 보급 확산을 위한 체계 구축

* 보급 정책사업 연계(장·단기 임대사업), 현장 연시를 통한 홍보



첨단디지털온실 구축

04 기술개발 성과

세계 최초의 가온 온실



造家大小任意三面築蔽塗紙油之南面皆作箭窓塗紙油之造突勿令煙生突上積土一尺半許春菜皆可載植於夕令溫勿使入風氣天極寒則厚編飛令掩窓日瑗時則撤去日日酒水如露房內常令溫和有潤氣勿令土白乾又云作(光)於築外掛釜於壁內朝夕使釜中水氣薰扁房內

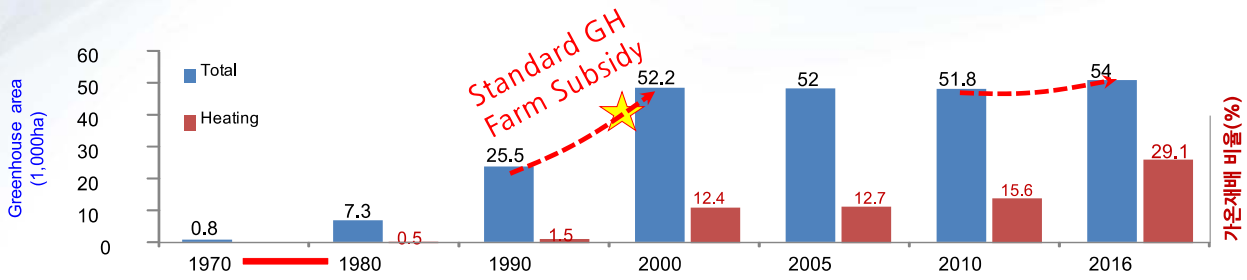


The first description of a heated greenhouse is from the *Sanga Yorok*, a treatise on husbandry compiled by a royal physician of the Joseon dynasty of *Korea* during the *1450s*, in its chapter on cultivating vegetables during winter...

The *Annals of the Joseon Dynasty* confirm that greenhouse-like structures incorporating *ondol* were constructed to provide heat for mandarin orange trees during the winter of 1438.

The concept of greenhouses also appeared in the *Netherlands* and then *England* in the *17th century*, ...





시설원예는 80년대 이후 급속 성장,
백색혁명 달성

피복재 : 플라스틱 필름 99% (구조 : 단동 85%)
 * 가온재배 32.8% / 정보화기기 30% / 양액재배 8%(4,224ha) * '18 기준

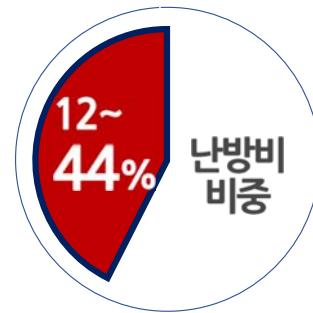


시설원예는 겨울철 채소 생산위주로 발전

溫室 = 시설원예용 하우스

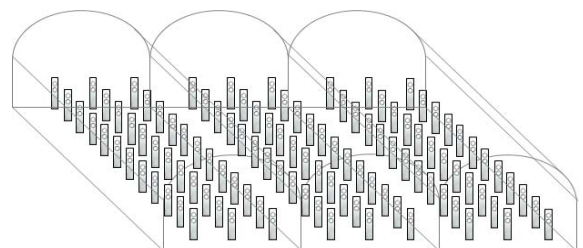
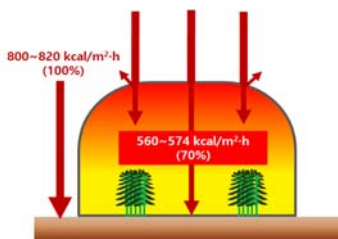


최대냉방부하는 난방부하의 3.5배
 (냉방기준 히트펌프 설치비 50억원/ha)



- 축성딸기 12%
- 완숙토마토 20%
- 파프리카 28%
- 시설감귤 44%

경영비 중 난방비 비중 : 12~44%



** 최대냉방부하 기준 온실 2.7평당 에어컨(15평 가정용, 6kW) 1대 필요

겨울 (평균기온 5°C 이하)
: 150일 → 102일



데이터 기반 설계와 ICT를 접목한
첨단디지털온실

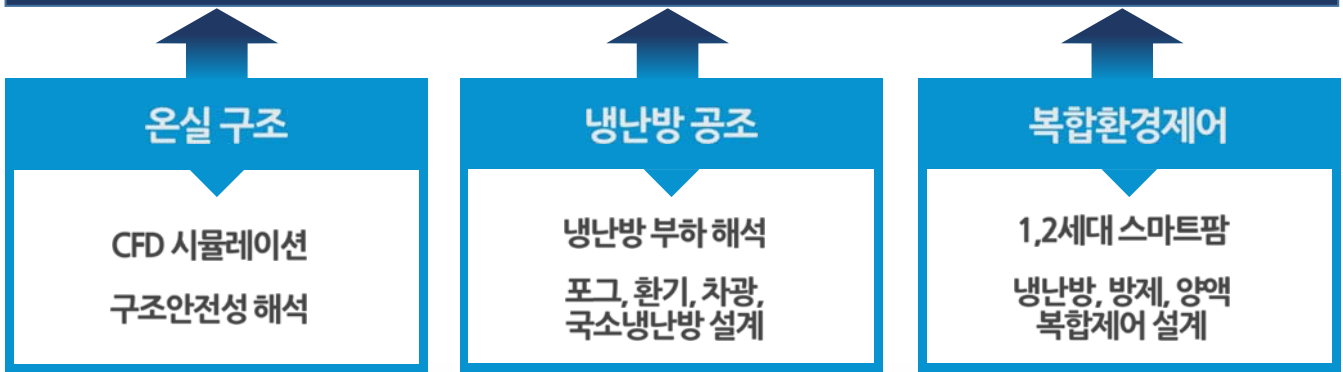
특징

고온기 생산성 유지(사계절 재배) | 시설원에 첨단기술 시험전시 | 내외부 전문가 양성

데이터기반 설계 + (4차산업혁명) ICT 기술 접목

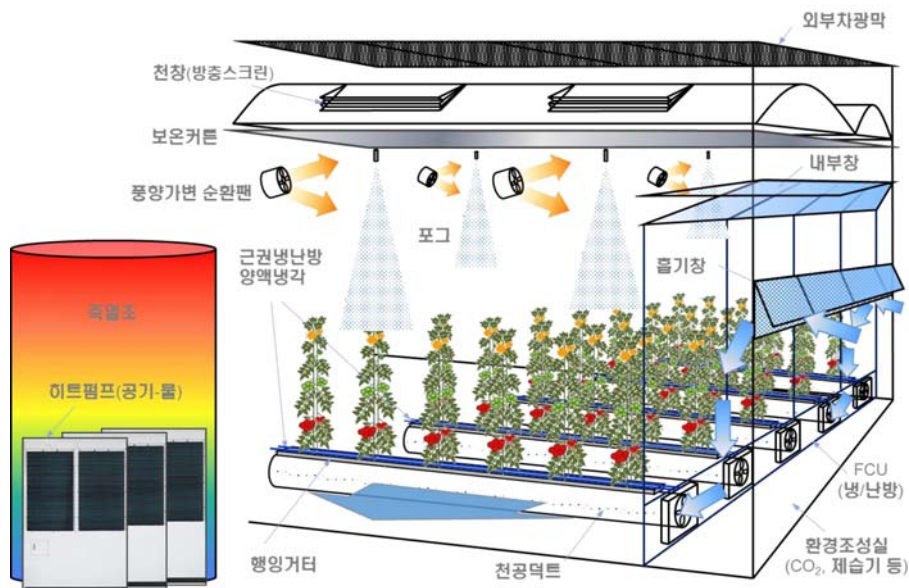


연중 고품질 재배 첨단 디지털 온실 구축



“구조”

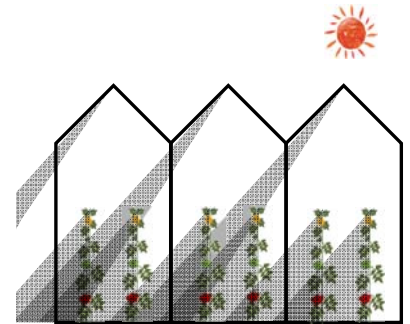
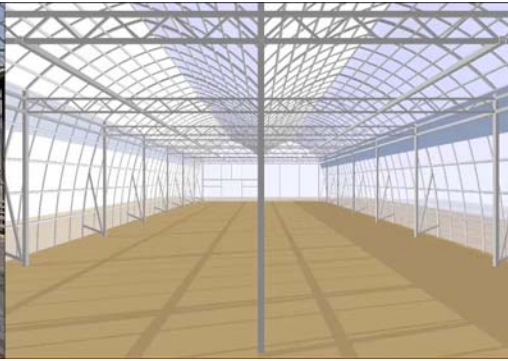
기본 온실 : 19-연동-3, 환기창면적/상면적 : 고온극복형 7.9%, 19-연동-3 48%



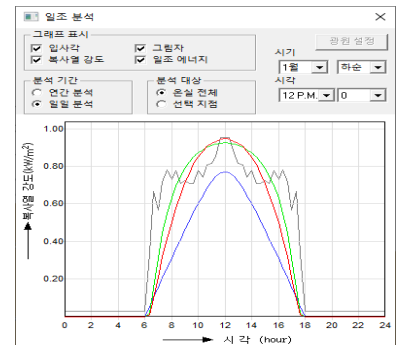
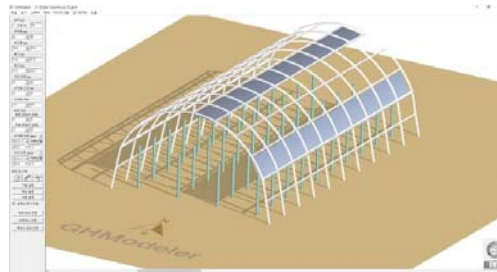
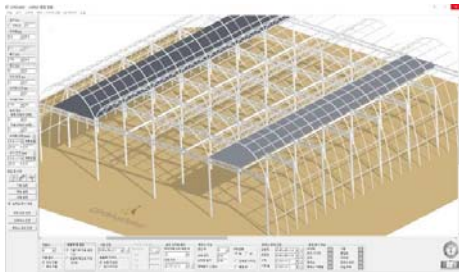
측고 6~10m(동고 7.1~11.1m)에 대한 구조해석 및 CFD시뮬레이션 융합해석
→ 최적높이 결정, 냉난방 최적화, 구조보강 등 설계

“광환경 최적화”

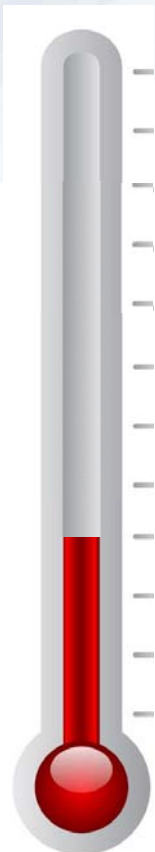
(내부환경분석) 골조 및 커튼 등 고려, 온실 방향, 시간, 계절 변화에 따라 그늘분석



광량 1% = 수확량 1%



“냉방 기술”



자연 환기

강제 환기

자연환기 + 53% 차광

외기온 35~37°C

3°C

2°C

1~1.5°C

6~7°C

Fog & fan

Pad & fan



Fog & fan

- Temperature drop (6~7°C)
- Humidification
- Low installation and operation cost



Aluminum screen for shading



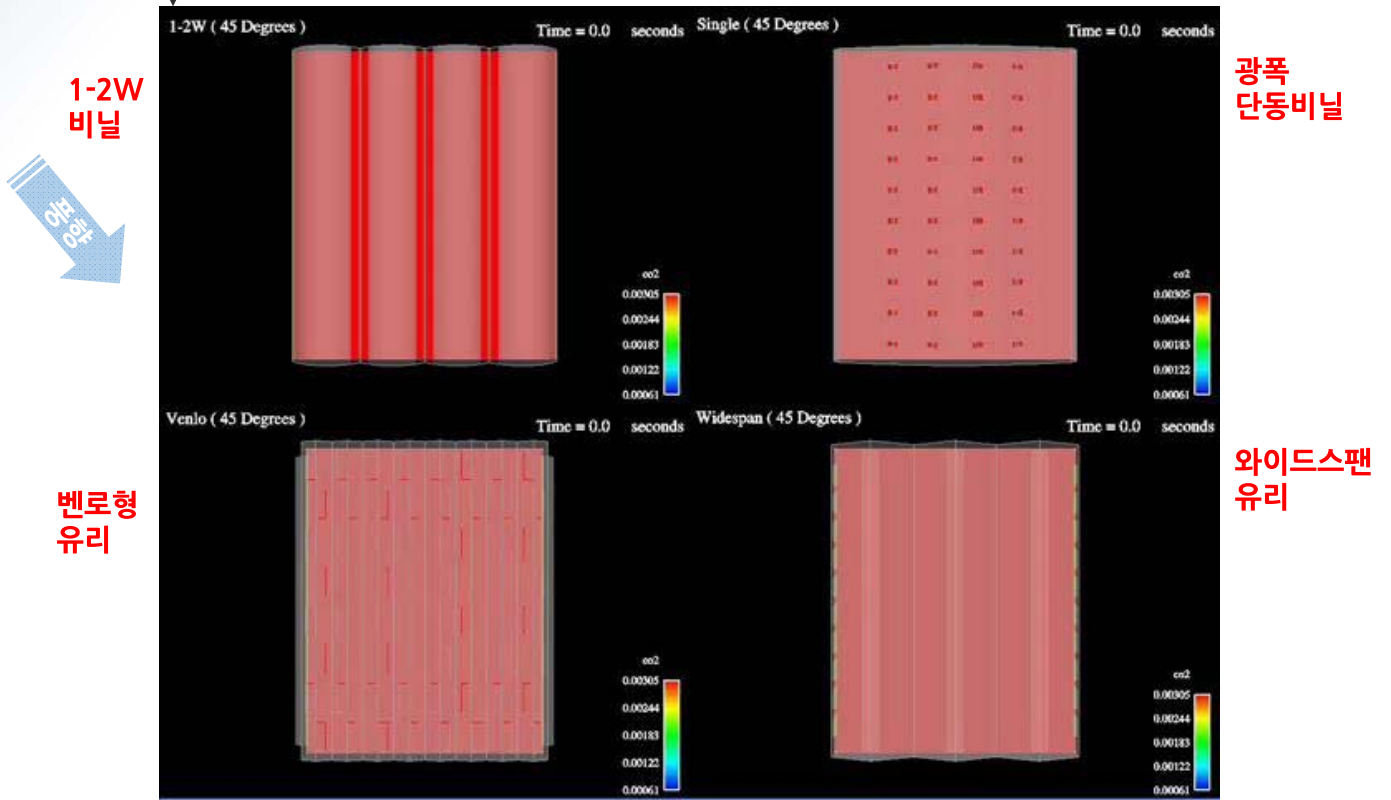
Paint spray for shading



Fan & Pad system

“환기, 냉난방 설계” CFD, Computational Fluid Dynamics
전산유체역학

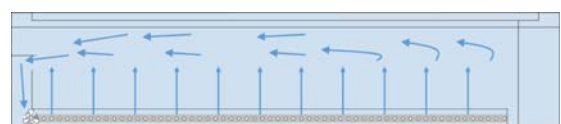
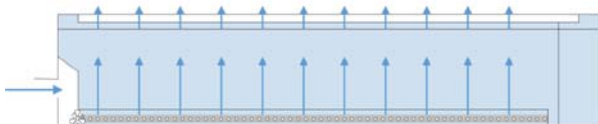
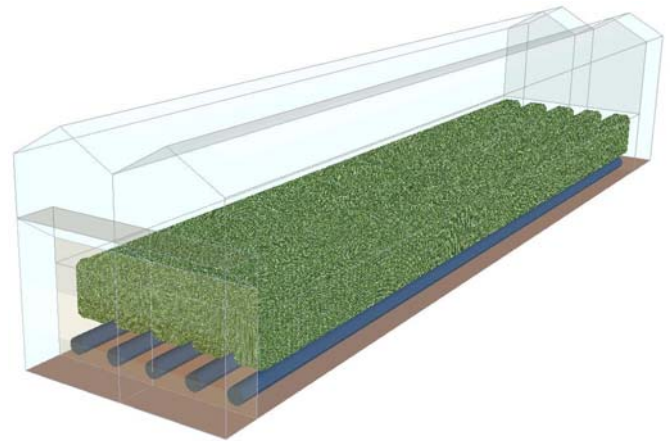
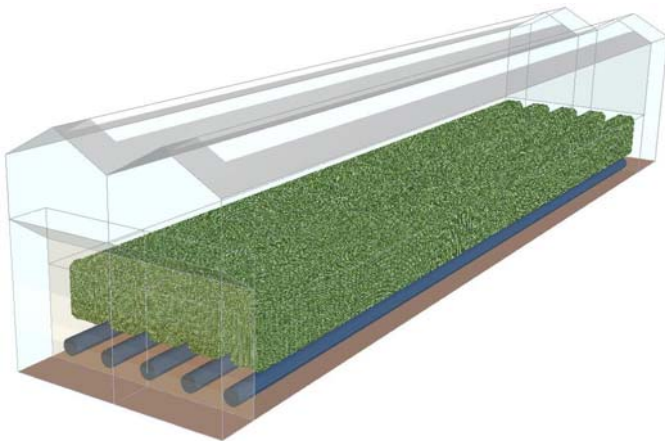
예) 대표적 온실의 자연환기(측창, 천창) 평가



“복합 공조 시스템”

하절기 풍량 : 200 CMM

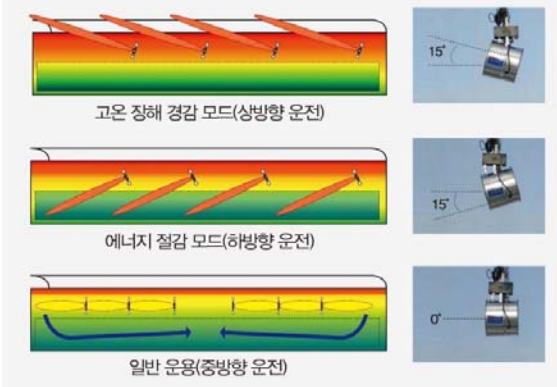
동절기 풍량 : 200 CMM



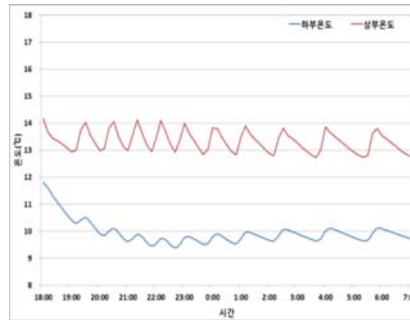
“강제송풍 / 내부 공조 개선”



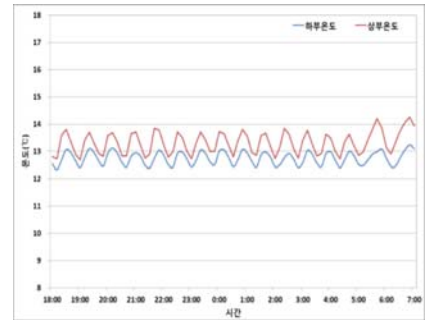
- 하절기 온도하강 (외기 37℃시)
 - ① 자연환기+차광스크린 → 42.3℃
 - ① + 풍향가변형 순환팬 → 37.6℃
 - * 환기 촉진으로 4.7℃ 하강
- 동절기 상하부온도편차 감소
 - 상하부 온도편차 3.5℃ → 0.5℃



풍향가변형 공기순환팬 운용 예



동절기 미운용 시



동절기 운용 시

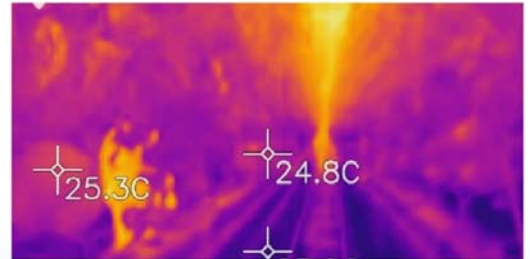
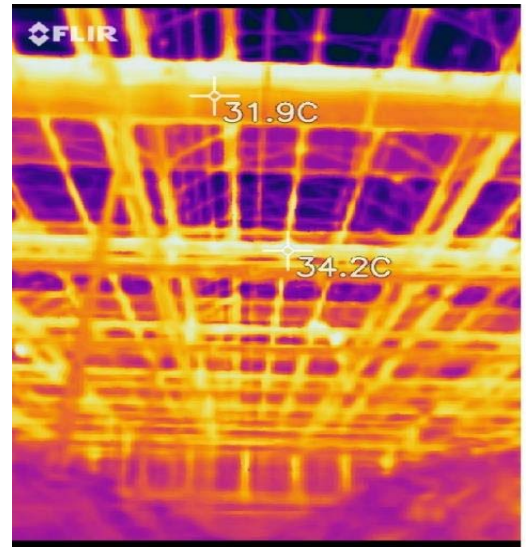
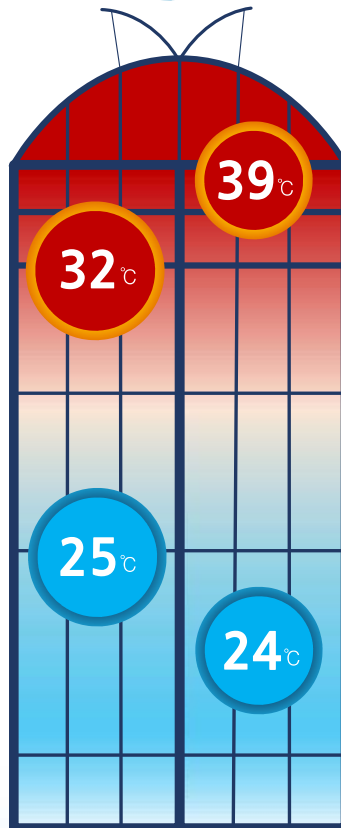
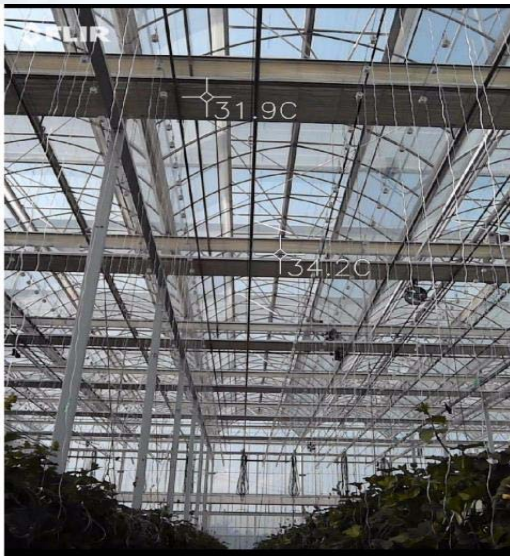
첨단디지털온실 환경 시뮬레이션

시계열모니터링

총 4 | 측정 시작일 2021-08-04 | 시간 7시 | 측정 종료일 2021-08-04 | 시간 18시

시간주기 30분 | 센서 온도 | 측정시간 1초 | 선택된 날짜 2021-08-04 07:00:00

첨단디지털온실 환경 시뮬레이션



방제 시스템

시설내 방제 횟수(토마토) : 15~20회/작기

→ 고온다습 온실내에서 농약 호스를 끌면서 하는 고역 작업

→ 밀폐된 공간, 농도 상승 - 분해속도 느림, 농약중독 우려 상존

* 시설재배 농업인 58.9% 중독 경험(수도작 53.6%)

행거레일식



40m×76열 농약살포 시 0.7시간 소요

자율주행식



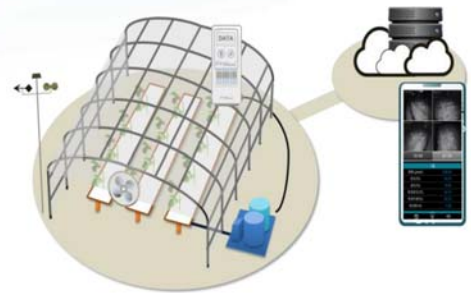
2.7시간 (농약보충 0.2시간)

모니터링시스템 / 참외 수경 재배



2세대 기술 현장 구현 및 개선안 도출

- AI이용 작물 생육 정보 계측, 병해 및 해충 판별



3세대 기술 도입준비 : 무인화, 자동화, 로봇화, 글로벌 수출

- 로봇 적용을 위한 3세대 온실 기반 구축

* 자율이동 : 콘크리트(자기 유도선 추종), 재배공간(레일 자율주행)

- 온실 방제 로봇(2모델) : 약액탱크 적재형 방제, 약액공급
- 작업자 추종형 운송로봇
- 속도 판정 및 생산량 예측 로봇



설계부터 완공까지



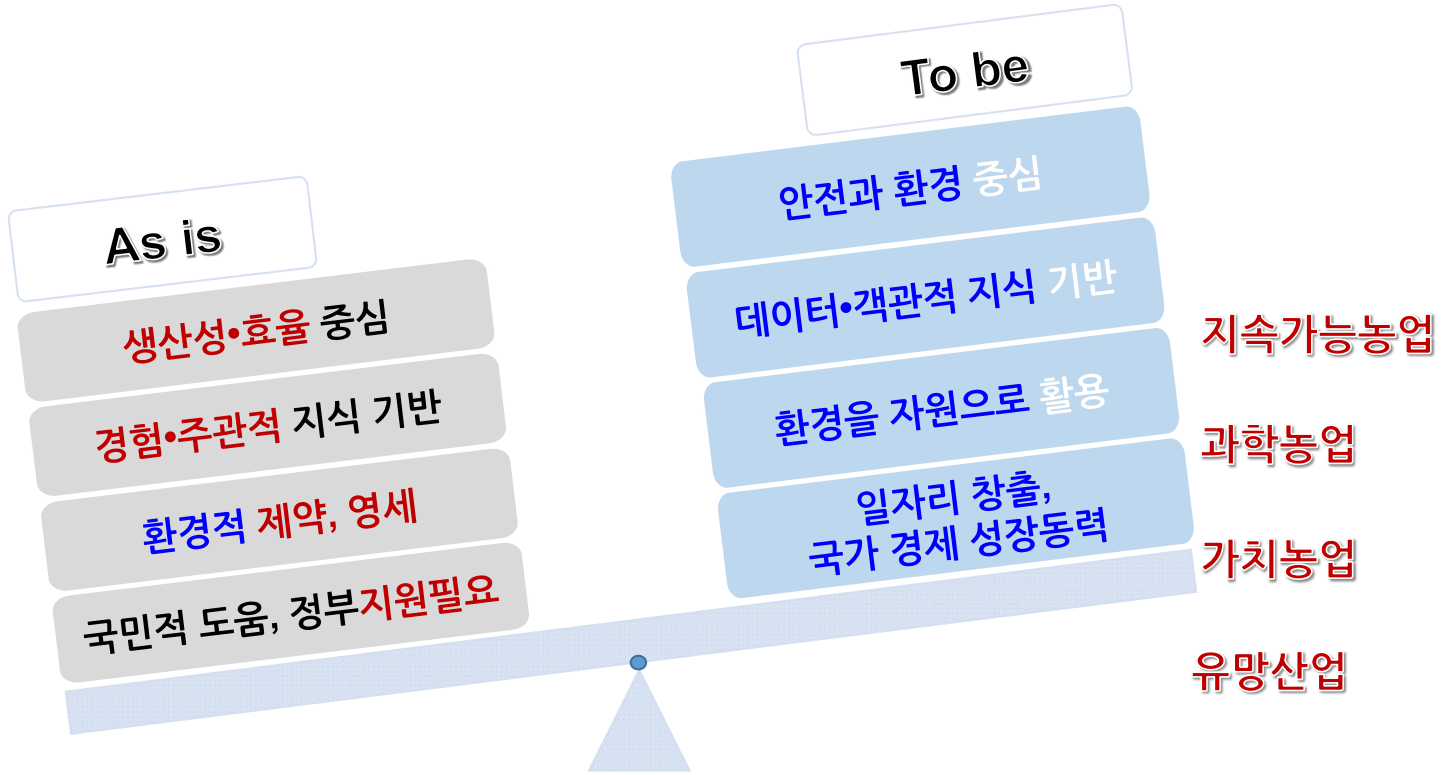
달라지는 농업 변화, 그리고 제언

농업이 달라지고 있다.

식량생산에서 벗어나 융복합산업이 되고 있고, 인간의 삶을 편리하고 풍요롭게 만들고 있다.
스마트 농업은 농촌의 고령화 문제를 해결하고 청년들에게 새로운 사업기회를 열어주고 있다.

첨단 농업은 미래산업으로 각광받으며 세계인의 주목을 받고 있다.

우리가 스마트 농업에서 길을 찾아야 하는 이유이다.



스마트 농업 개발 전략

스마트팜

빅데이터, AI, 무인자동화 기술 등 첨단 융합기술을 온실·축사 등에 접목해 **원격·자동**으로 작물과 가축의 **생육환경을 적정하게 유지·관리**할 수 있게 하는 **지능화된 시설 농장**

언제 어디서나 **적절한 제어 및 처방가능**

최소한의 **노동력 및 에너지 자원 투입** 실현

누구나 더 편하고 쉽게 고품질 농산물을 **안정적으로 생산**할 수 있는 **고생산성 온실**

깨끗하고 안전한 환경에서 편리하게 가축을 기르는 **똑똑하고 자동화된 축사**



스마트팜 다부처패키지사업 '21 ~ '27

- 전체 사업 예산은 2021~2027년까지 7년간 총 3,867억 원 소요
- 국고 3,333억 원(86.2%), 민간 534억 원(13.8%)으로 구성

스마트팜 실증 고도화 연구사업

지역, 생산규모, 품목 등의 특성을 고려한 **현장 맞춤형 스마트팜 솔루션 상용화**

차세대 융합 원천기술 연구사업

최첨단 지능 정보융합·원천기술 개발을 통한 **글로벌 스마트팜 기술 선도**

전략과제

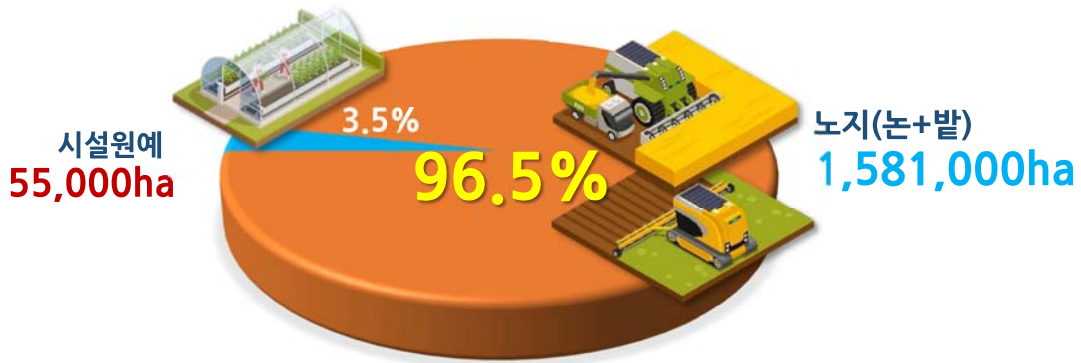
- 고생산성 디지털 재배관리 기술 개발
- 현장 맞춤형 스마트팜 최적화 기술 개발
- 고생산성 정밀가축관리기술 개발
- 스마트 축사 지능형 복합환경 관리 기술 개발
- 스마트 축산 K-FARM 모델 최적화 기술 개발



- 완전자율형 스마트온실 통합제어 플랫폼 개발
- 온실 생산 전주기 무인/자동화 기술
- 그린에너지 100% 순환 및 이용 기술 개발
- 무인 자율형 스마트 축산 K-FARM 통합 솔루션 개발
- 에너지/자원 완전 순환형 축산 모델 개발



데이터/네트워크 기반 노지 스마트 농업



05 스마트 농업 개발 전략

비전

데이터 기반의 스마트 농업으로 지속가능한 농업 구현

목표

스마트 농업 기술개발로 농업 생산성 향상 및 지속가능한 농업 실현

추진전략

데이터 수집, 이용, 공유를 위한
데이터 생태계 구축

자동화·지능화를 통한
농업생산기술 디지털 혁신

스마트 농업 기술로
유통·소비·정책을 지원

추진분야

농업기술 데이터
생태계 구축

- 데이터 수집과 관리
- AI 서비스 플랫폼 구축
- 데이터 개방·공유 및 활용

농업생산기술의
디지털 혁신

- 자동화·지능화 농업기술 개발
- 곡물 생산성 향상 디지털 기술
- 원예작물 수급안정과 품질향상
- 가축 정밀사양 디지털 기술

유통, 소비, 정책 지원
스마트 농업기술

- 작목선택·유통·소비 의사결정 지원
- 농촌과 농업정책 지원

스마트 농업의 촉진

현장 연구 데이터

데이터 수집/분석
지역단위 접근

데이터 기반
농가 이익 창출

지능형 기술 고도화

스마트 농업기술 확산
편리성, 생산성 향상

온실: (14) 405ha → (20) 5,621
축사: (14) 23호 → (20) 3,150

정밀 재배, 최적생육 관리
노지 빅데이터 확보

공유·개방형 플랫폼

현장 연구 데이터
체계적 수집 확대

휴토람, 농업기상, 농사로 등
16개 주요 DB 운영(데이터량 340 TB)

연구 데이터 증대를 위한
클라우드 플랫폼

데이터의 연계성

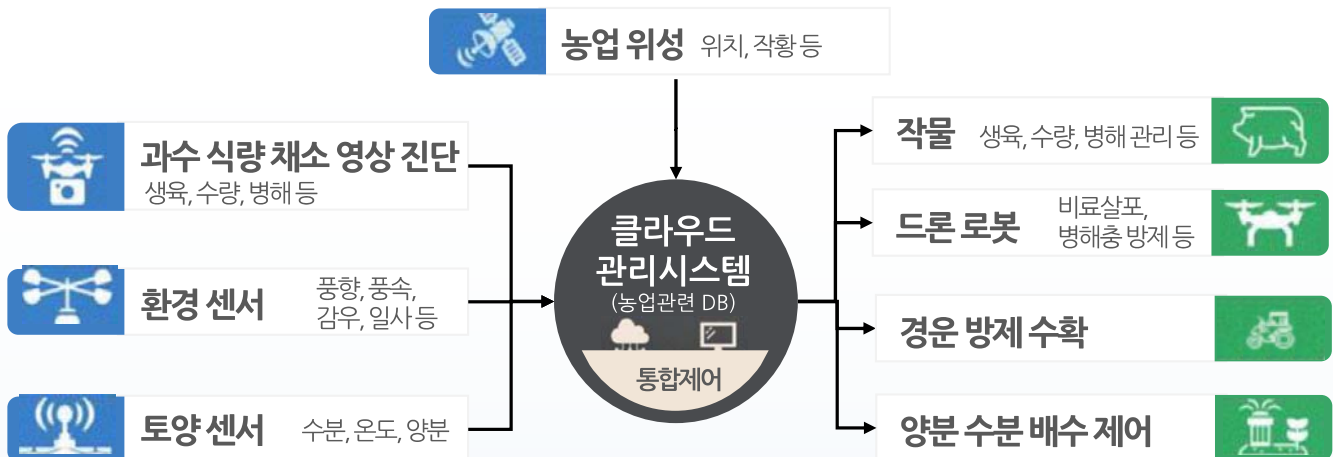
농업 현안문제 해결
농업R&D
외부 데이터 연계

데이터 상호연계
농업의 새로운
가치 창출

시장에서 이용 가능한 기술 중심의 지역단위 접근
규모의 경제 실현 및 일자리 창출로 연계

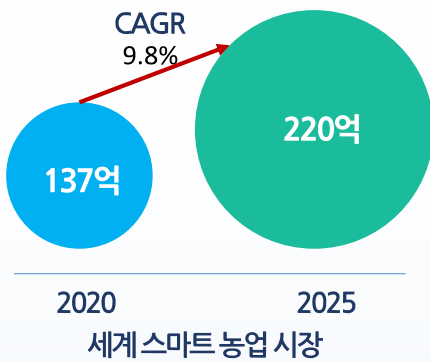
노지 스마트 농업

- 토양, 기상, 생육 생장, 영상 센서 등으로 획득한 정보를 기반으로 고된 농작업을 정밀 농업과 자율주행 농작업기술을 적용하여 자동화



노지
스마트 농업
자율주행

- 농기계만 판매하는 데서 더 나아가 종합적인 솔루션을 제공하는 종합 농업 기업으로 변모 중
- 기계의 지능화로 효율 극대화 및 새로운 서비스 창출하는 지능 연결형 변화



* 자료 : MarketandMarkets, 머니투데이



* 자료 : IDTechEX, 농수축산신문

노지
스마트 농업
자동화/자율주행

- 작업 환경 고려 경로 계획 연구와 생성된 경로의 정밀 추종 연구 활발
- 직진 주행 보조 모듈 또는 자동 선회 기능 자율주행 트랙터 기술 개발 및 보급
- 자율주행기술, 영농관리정보 시스템과 연계된 커넥티드 팜 시스템 기술 상용화
- 다양한 모델 형태 개발 및 보급

ex) 전자동 정식기를 보행형, 승용형, 트랙터 부착형 등으로



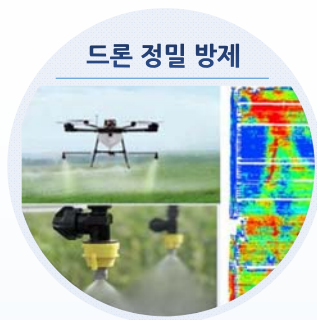
노지
스마트 농업
자동화/자율주행

- 영상 이용 주행 보조/ 안전 농작업 확보
- 농기계 구동부 제어 ISOBUS 통신 제어기
- 작업조건 입력, 작업 정보 위치별 저장 등



노지
스마트 농업
드론/원격탐사

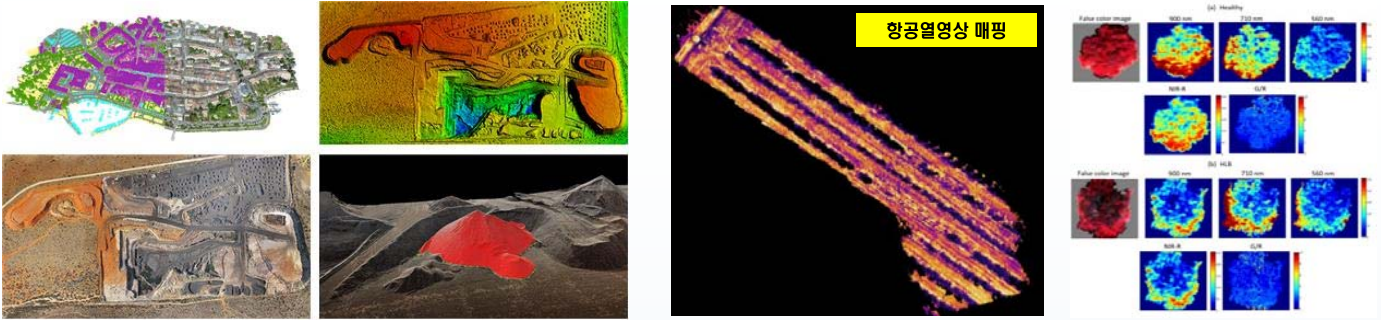
- 방제용 드론과 맵핑 드론 상용화
- 드론 기반의 노지 농작물 생육 모니터링 기술 및 3D 농경지 정보화 기술 개발
- 최적 변량 기술을 탑재한 드론 정밀 방제 기술 개발
- 인공지능 기반 농작물 정밀 분석을 위한 빅데이터 구축



05 스마트 농업 개발 전략

노지 스마트 농업 드론/원격탐사

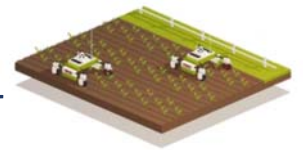
- 비산 방지 정밀 살포 제어기술 / 제형에 따른 방제 기술
- 자동 비행 및 살포량 공간 맵핑
- 항공 영상 실시간 전처리 및 분석(잡초 검출, 병해충 정도 판독, 수확량 지도 작성)
- 공간정보 3차원 맵핑 및 분석(바이오매스, 가축 이동 형태, 작물 분리)



05 스마트 농업 개발 전략

노지 스마트 농업 Agri-Bot 농작업 SW

- 파종, 제초, 시비, 방제 및 수확 로봇의 기술 발전과 상용화 가능성 확대
- ICT 기반의 스마트 관개 관리 시스템의 실용화 기술 확보
- 농장 관리 소프트웨어를 통한 지능형 농업 구현 기술 개발



지능형 농업로봇



스마트 관개



농작업 SW



“CONCLUSION”

스마트 농업은 일자리 창출은 물론,
농업과 농촌을 변화시키고 삶의 질을 향상시킬 수 있는 기술

4차산업혁명기술의 수용과 적용
신조류(Quantum Jump)

산-학-관-연 / 학제간 연계 강화
온실, 축사 → 노지디지털연구

ARE YOU
OK?



힘든 노동
부지런함
인내
희생
작물중심 생활



~~가족과의 외출
여가생활
문화생활
웰빙 ...~~



힘내라!
대한민국!
KOREA



농촌진흥청