

노지 스마트농업을 위한 공학분야 연구 동향 및 전망

2024. 11. 7

이시영

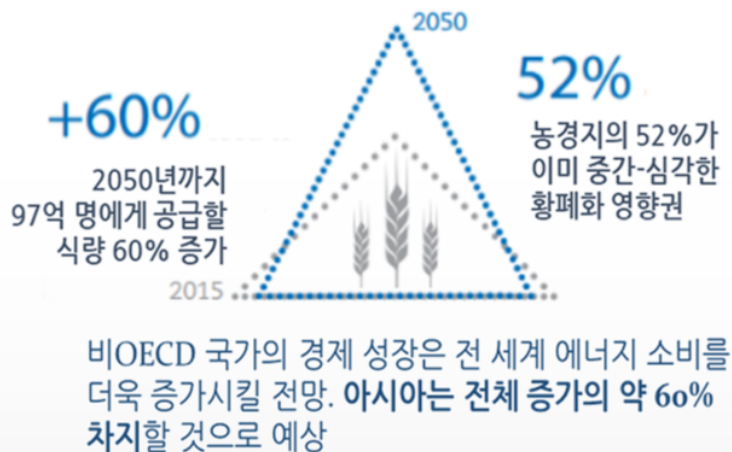
농촌진흥청 국립농업과학원
농업공학부 스마트팜개발과

농업 여건 변화

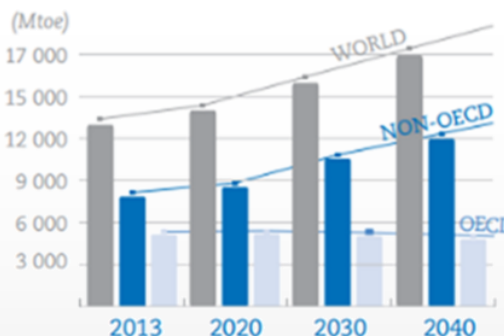
국내외 농업 생산 환경 변화

글로벌 위기

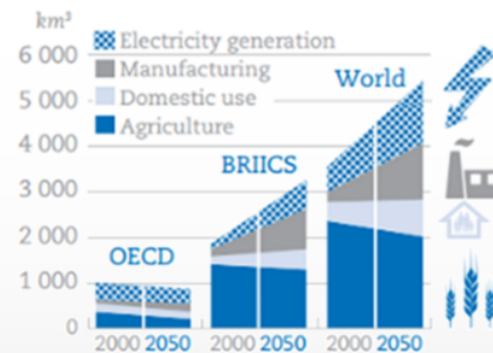
| 수자원, 식량, 토지 자원에 대한 수요 경쟁적으로 증가



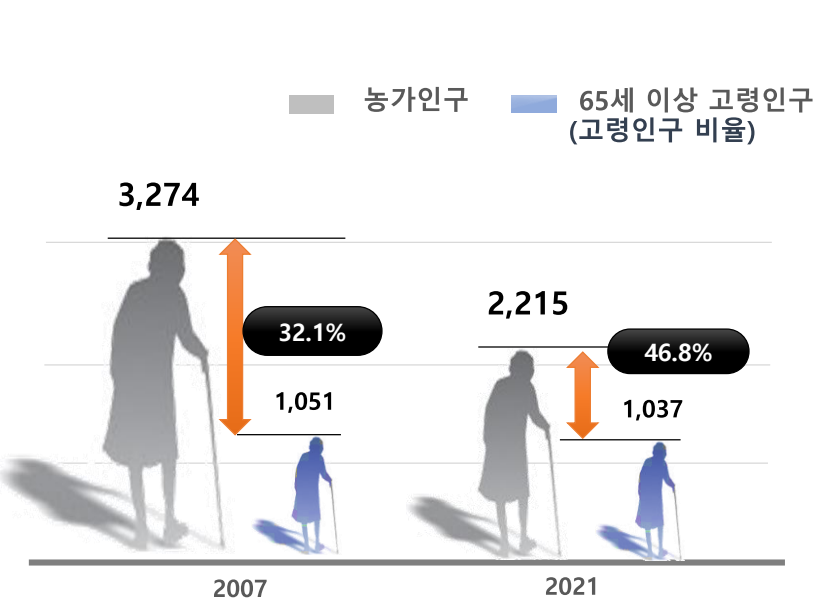
+37% 2040년까지 세계 에너지 수요 37% 증가



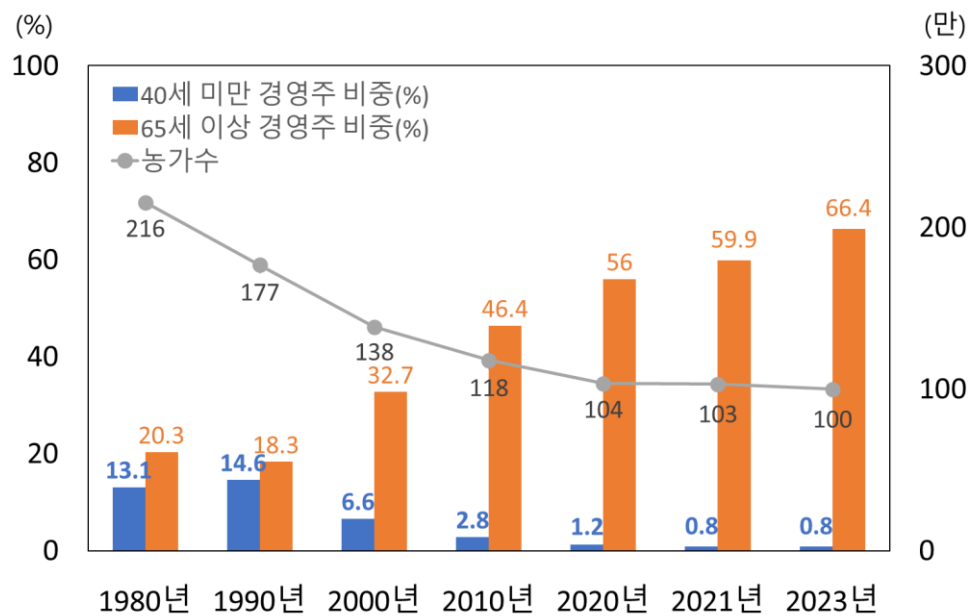
+55% 2050년까지 물 수요 55% 증가



국내 농가 인구감소와 고령화



* 자료 : 농림어업조사 결과, 통계청, 2021

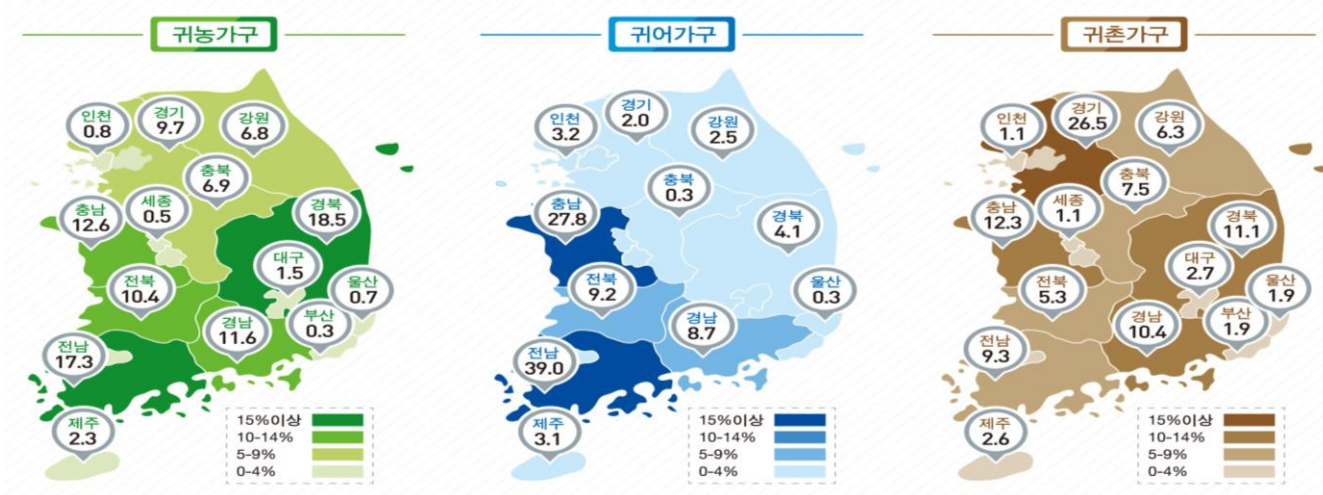


농업 여건 변화

시도별 귀농가구

구분	전국	경북	전남	충남	경남	전북	경기	충북
2021년	14,327 (100.0)	2,710 (18.9)	2,564 (17.9)	1,800 (12.5)	1,689 (11.8)	1,507 (10.5)	1,281 (8.9)	1,068 (7.4)
2022년	12,411 (100.0)	2,530 (20.4)	1,966 (15.8)	1,562 (12.6)	1,502 (12.1)	1,216 (9.8)	1,172 (9.4)	942 (7.6)
2023년	10,307 (100.0)	1,911 (18.5)	1,781 (17.3)	1,299 (12.6)	1,193 (11.6)	1,076 (9.8)	1,000 (9.7)	942 (7.6)

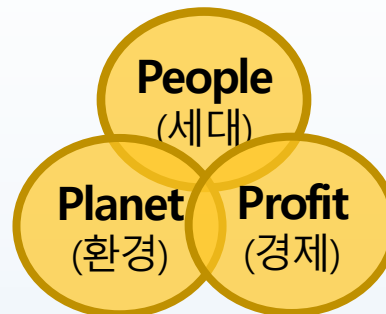
시도별 귀농어·귀촌 가구 분포 (단위: %)



출처 : 귀농어·귀촌인 통계('21, '22, '23, 통계청)

농업의 지속가능성

- **‘환경적 지속가능성’** : 말 그대로 환경을 훼손하지 않으면서 농업을 지속하는 것
- **‘세대적 지속가능성’** : 청년 세대가 기성 세대의 뒤를 이어 미래에 농업에 종사하려고 하는 정도
- **‘경제적 지속가능성’** : 농업도 돈이 되고 잘 살 수 있는 수익 구조를 마련해 주는 것



출처 : 농촌진흥청 디지털농업추진단(2021)

과학기술 환경 변화에 따른 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



자율주행차



정밀의료



스마트시티



지능형로봇



고기능무인기



미세먼지저감



스마트그리드



디지털 농업

스마트 농업

스마트 농업 정의

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

인공지능
클라우드 등

농업분야
신기술

+

고도화된
기술

사물인터넷
모바일 등

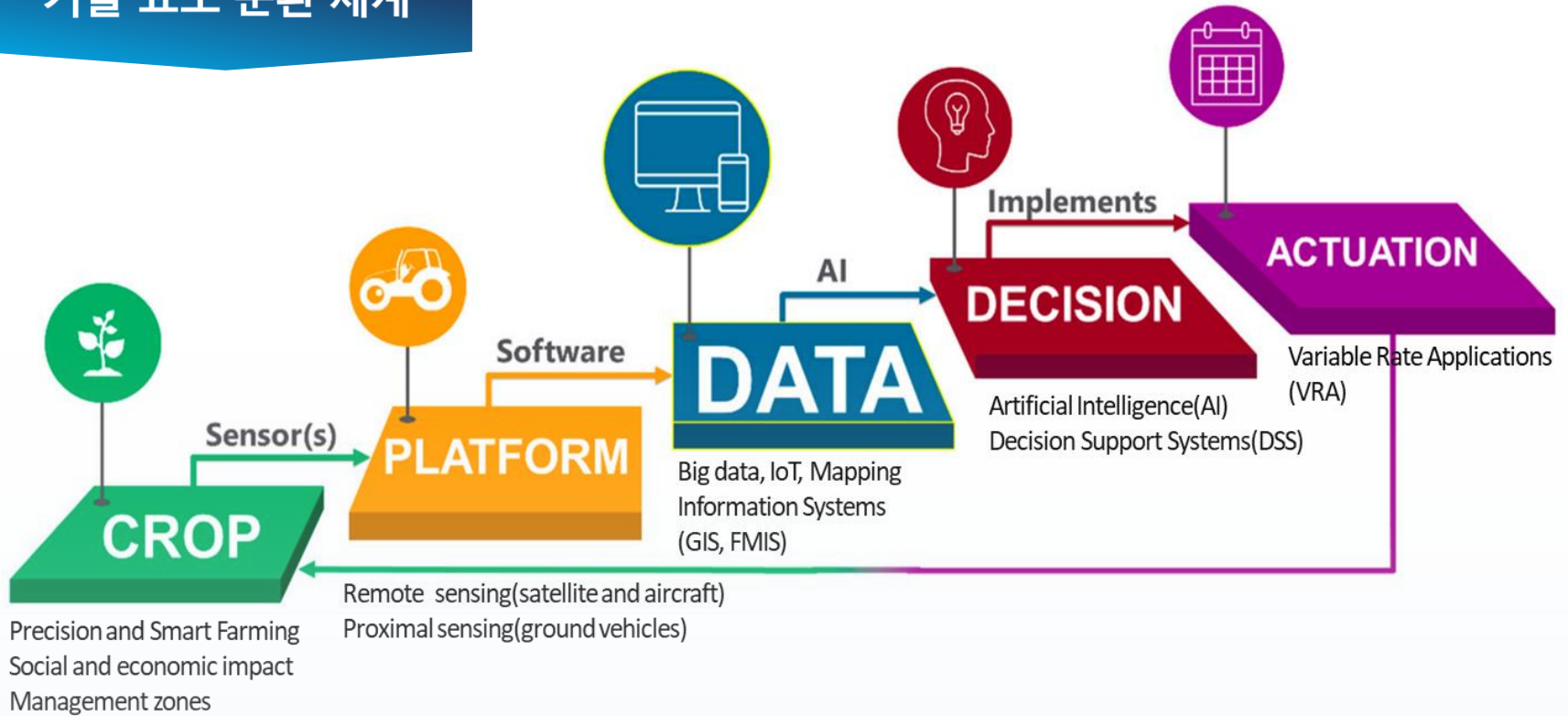
하나의 시스템
융합

스마트 농업

농업디지털화 데이터 네트워크

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

기술 요소 순환 체계



출처 : Verónica Saiz-Rubio and d Francisco Rovira-Más, 2020, From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management, Agronomy, 10(207)

각국의 농업 정책 변화

미국

농촌지역의 데이터 망 인프라 확충하는 스마트 농업 추진전략 수립하고 농민들에게 스마트농업 체계 도입 유도



유럽

친환경 농업 프로세스로 농산물 경쟁력 향상을 위해 호라이즌 유럽 프로그램의 한 축으로 스마트농업을 지정하고 기술 이니셔티브 구축



중국

농촌지역의 경제적 성장을 위해 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 기술 등을 토대로 생육과정의 최적 조건 도출 및 모니터링 시스템 도입



일본

데이터를 활용한 생산성 향상은 물론 소비자 수요 데이터를 토대로 지속 가능한 농업 체계 수립을 위해 농업인 고령화 대응 농업 디지털전환(DX) 계획 수립

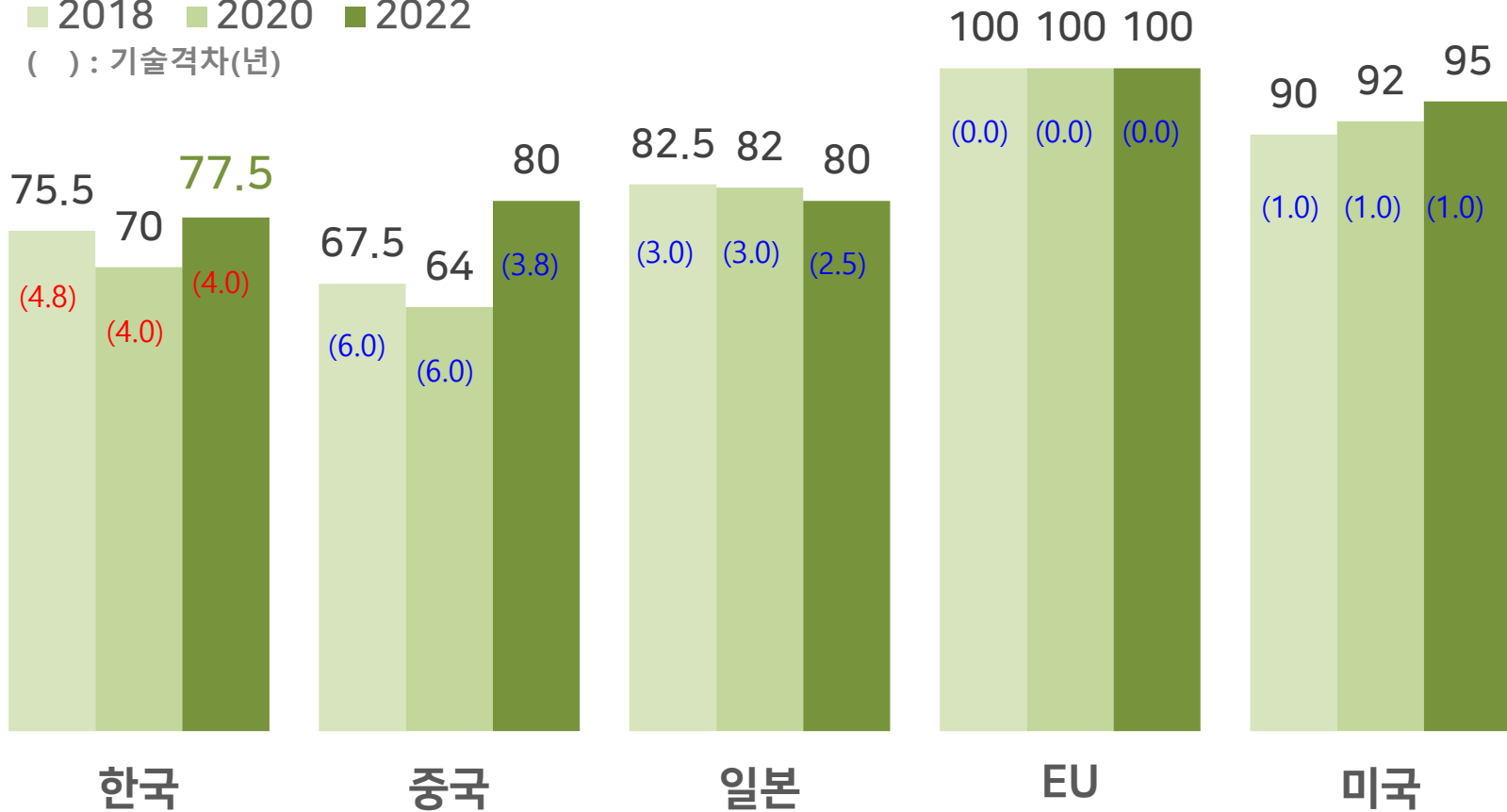


DXグランプリ2023
Digital Transformation

출처: 데이터로 여는 농업의 미래, 스마트농업(KISTI, 2022)

스마트 농업 기술 수준

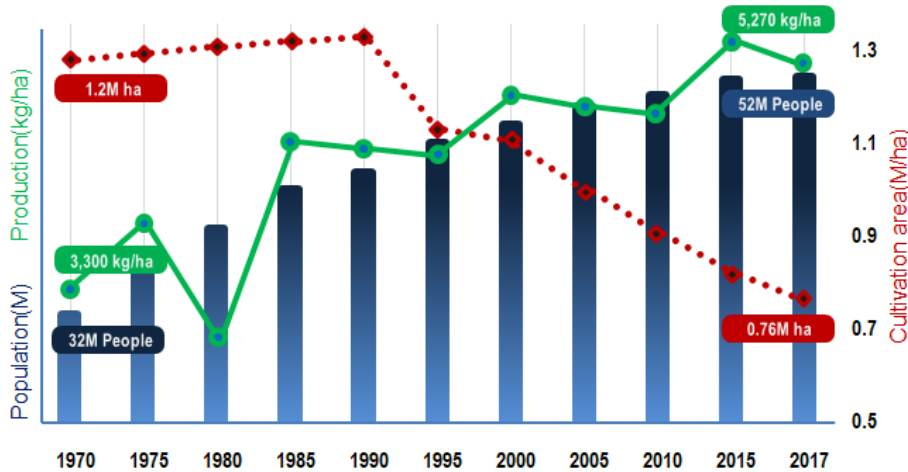
■ 2018 ■ 2020 ■ 2022
() : 기술격차(년)



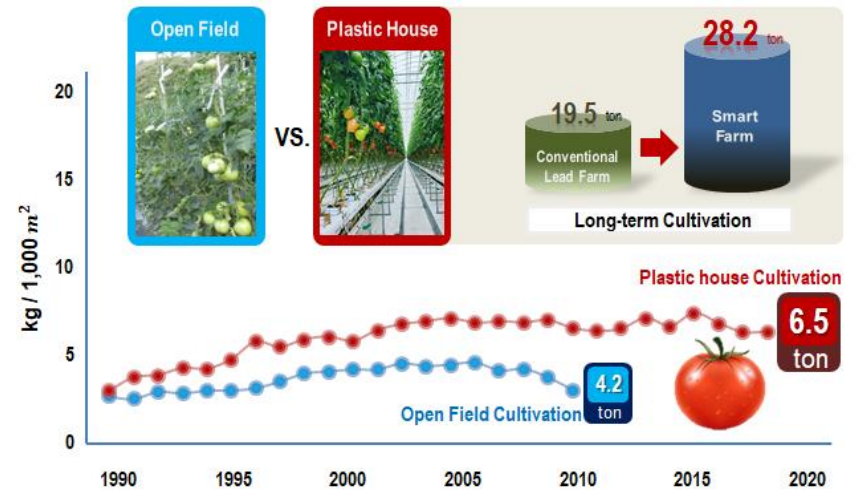
출처 : 해당년도 기술수준평가(KISTEP)

국내 농업 여건과 기술 개발 효과

Changes in Agriculture Environment & Rice Productivity



Tomato yield (per 10a)



스마트 농업

☞ 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 농업**

✓ 언제 어디서나 적절한 제어·처방 가능

✓ 최소한의 노동력·에너지 자원 투입 실현

스마트 온실의 개념



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

스마트 축사의 개념



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

스마트 노지의 개념



외부 환경요소(대기, 토양 등) 획득, 데이터 기반의 **농산물 품질, 생산성과 부가가치**를 향상시키는 노지

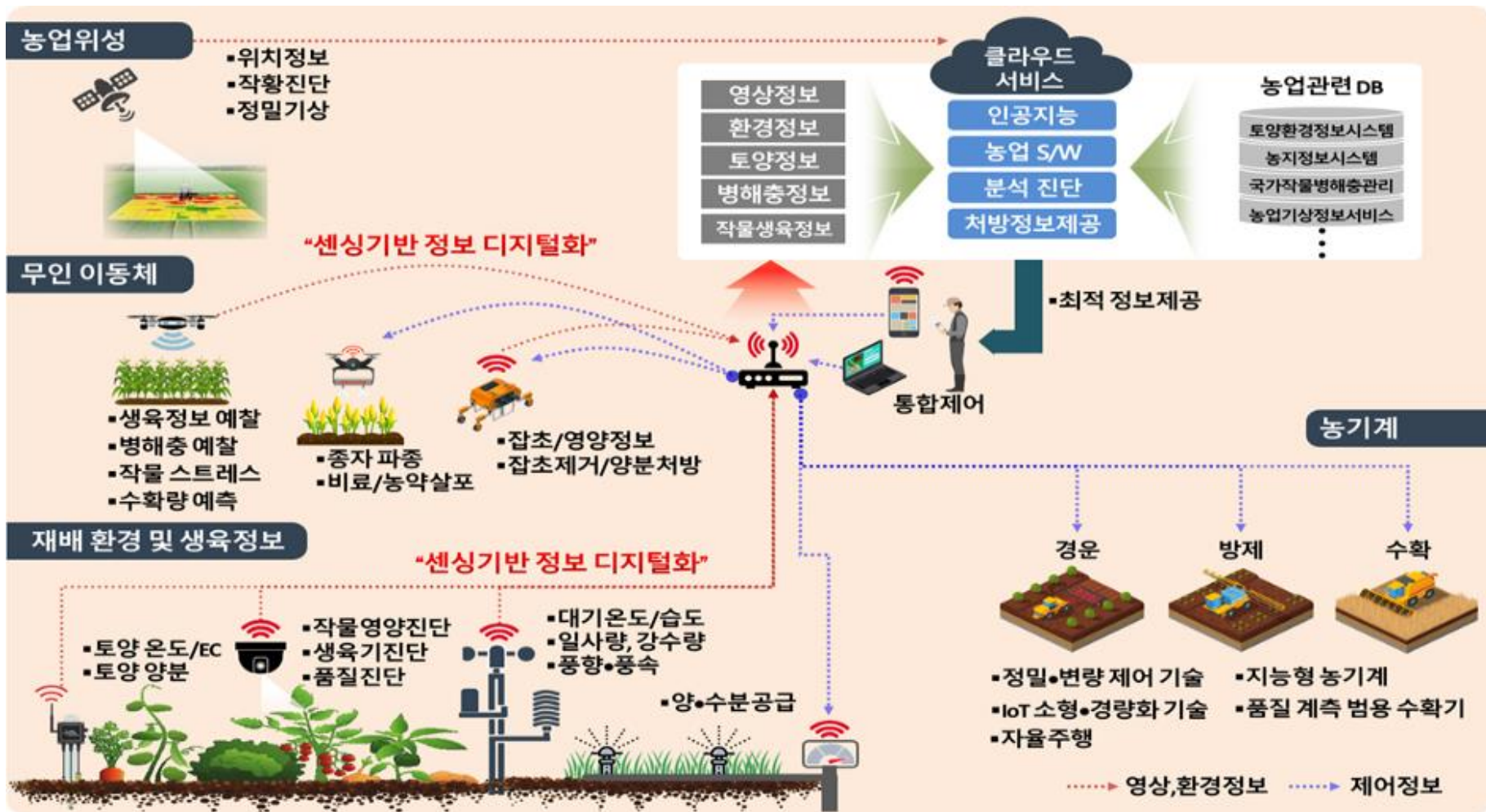
(단위: 억 원, %)



노지 스마트 농업

노지 스마트 농업 - 발

구성도



노지 스마트 농업 - 밭

장비 설치

□ 노지 스마트팜(밭) 장비설치 기준

구 분	장비구분	장비 목록	생성 데이터
노지작물 통합제어시스템	제어시스템(S/W)	제어시스템(S/W)	- 제어기준 데이터, 제어 데이터, 이슬점 온도, 누적 일사량 등
노지작물 환경제어기	노지작물 환경제어기	노지작물 환경제어기	
환경정보 수집장비	환경센서	온도센서, 습도센서, 풍향/ 풍속센서, 일사량센서, 관 수EC센서, 관수pH센서, 강 우센서, 유량센서 등	- 온도, 습도, 풍향/풍속, 일사량, 관 수EC, 관수pH, 강우량, 관수량 등
	토양센서	토양수분센서, 지온센서 등	- 토양수분, 지온 등
	병해충	스마트 해충 트랩 등	- 해충 발생 여부
	안전센서	침입탐지센서	- 침입여부
영상장비		CCTV, 웹카메라, DVR	- 영상정보

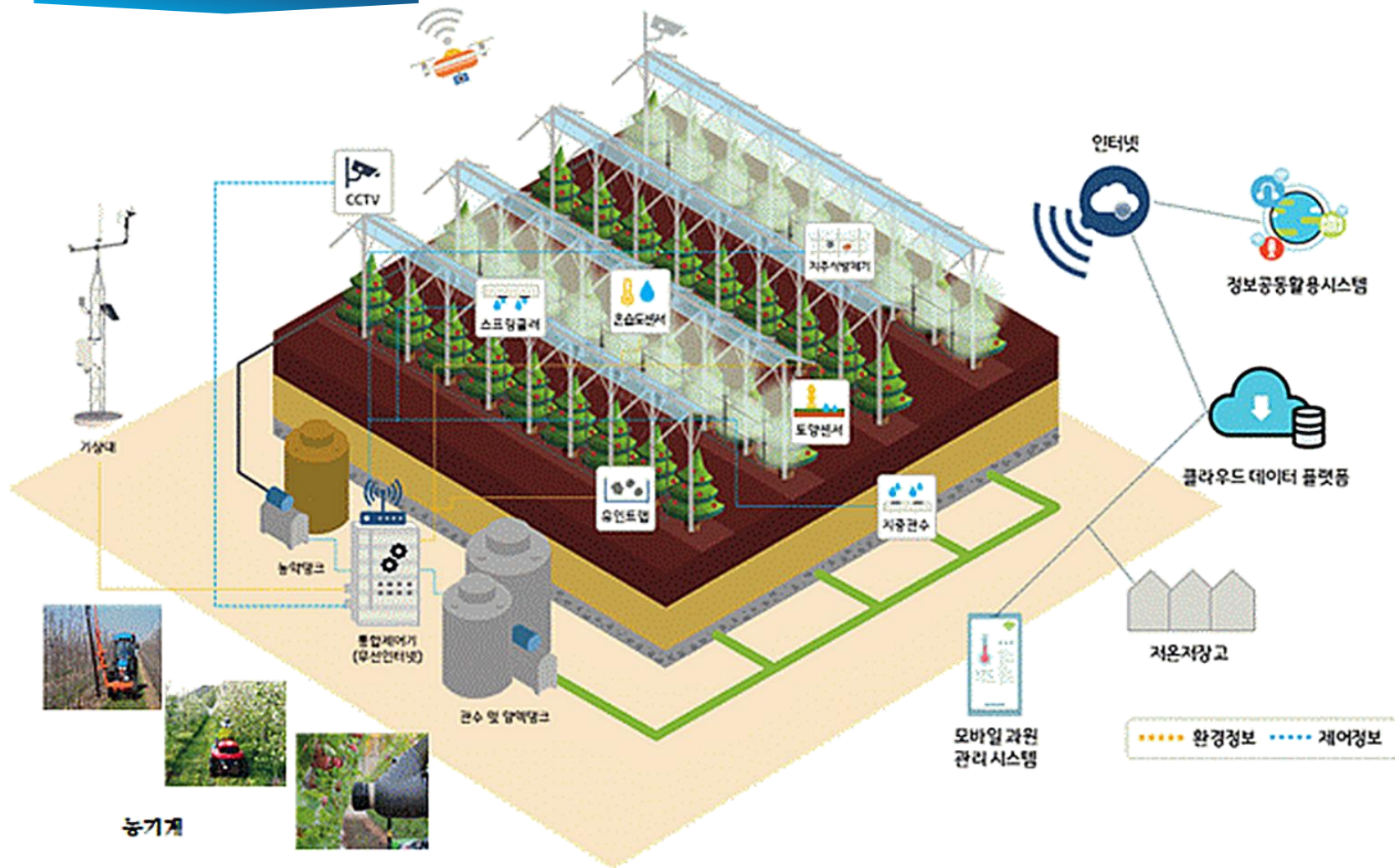
□ 노지 스마트팜(밭) 투입 기계

품목	구분	경운·정지	파종	비료살포	방제	수확
밀	기개발	트랙터	파종기	살포기	동력방제기	콤바인
	개발중	자율주행	균일파종기	변량시비기	드론	자율주행
콩	기개발	트랙터	파종기		동력방제기	콤바인
	개발중	자율주행	자율주행	드론	드론	자율주행

품목	구분	경운·정지	두둑성형	비닐피복	파종(정식)	방제	수확
마늘	기개발	트랙터	두둑성형기	피복기	파종기	동력방제기	수확기
	개발중	자율주행			균일파종기	드론	자율주행
양파	기개발	트랙터	두둑성형기	피복기	정식기	동력방제기	수확기
	개발중	자율주행			자율주행	드론	자율주행
배추	기개발	트랙터	두둑성형기	피복기	정식기	동력방제기	수확기
	개발중	자율주행			자율주행	드론	자율주행
고추	기개발	트랙터	두둑성형기	피복기	정식기	동력방제기	수확기
	개발중	자율주행			자율주행	드론	자율주행

노지 스마트 농업 - 과원

구성도



노지 스마트 농업 - 과원

장비 설치

□ 노지 스마트팜(과수원) 장비설치 기준

구 분	장비구분	장비 목록	생성 데이터
과수원 통합 제어시스템	제어시스템(S/W)	제어시스템(S/W)	- 제어기준데이터, 제어데이터, 이슬점온도, 누적일사량 등
과수환경제어기	환경제어기	과수환경제어기	
환경정보 수집장비	환경센서	온도센서, 습도센서, 토양수분센서, 풍향/풍속센서, 일사량센서, 관수 EC/pH센서 등	- 온도, 습도, 토양수분, 풍향/풍속, 일사량, 관수EC, 관수pH 등
	방범 및 조류피해 방지센서	침입감지센서	- 침입여부, 영상
		소음 센서	- 조류출몰여부
해충 예찰	해충예찰	페로몬트랩 등	- 포집 해충수
병 예찰	병예찰	결로센서 등	- 결로 지속시간
영상장비		CCTV, 웹카메라, DVR	- 동영상, 정지영상

□ 노지 스마트팜(과수원) 투입 기계

품목	구분	경운정지	가지치기	적화	적과	비료살포	방제	수확
사과	기개발	트랙터				살포기	방제기	수확기
	개발중	자율주행	가지치기	적화	적과 로봇		드론,로봇	자율주행

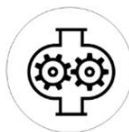
자율주행 트랙터



RTK-GPS (Real Time Kinematic GPS)



HMI (Human Machine Interface)



Electro-hydraulic Steering Gear

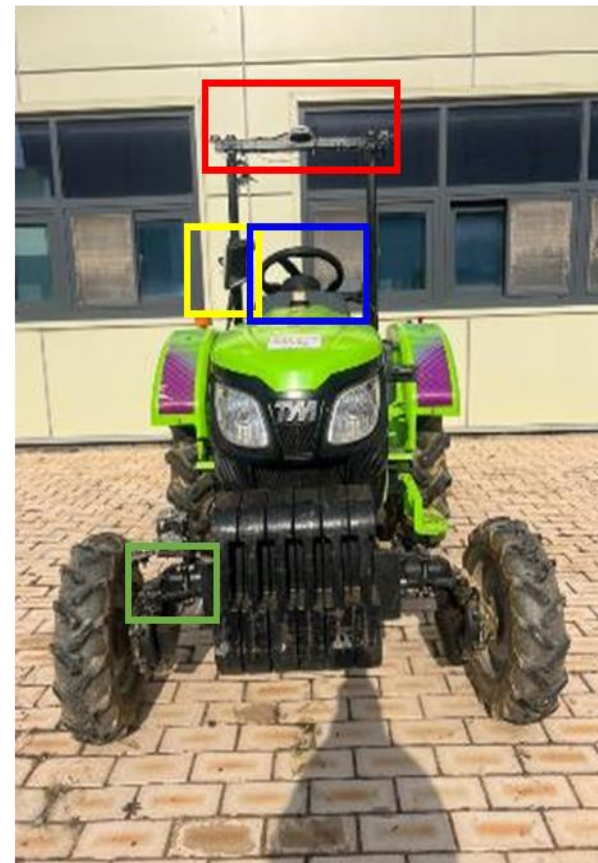


Emergency stop Brake



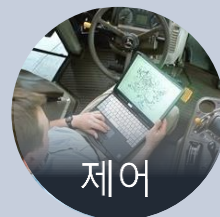
작업속도 3km/h 일때 경로 오차 $\pm 9.5\text{cm}$ (사람 $\pm 21.2\text{cm}$)

트랙터 자율주행 - 직진 자동조향



 : GPS
 : IMU
 : 전동핸들
 : HMI
 : 휠 각도 센서

트랙터 자율주행 - 영상인식



- ▶ 두둑 등 발 경계
- ▶ 쏜토 작업 유무
- ▶ 선회 위치 결정

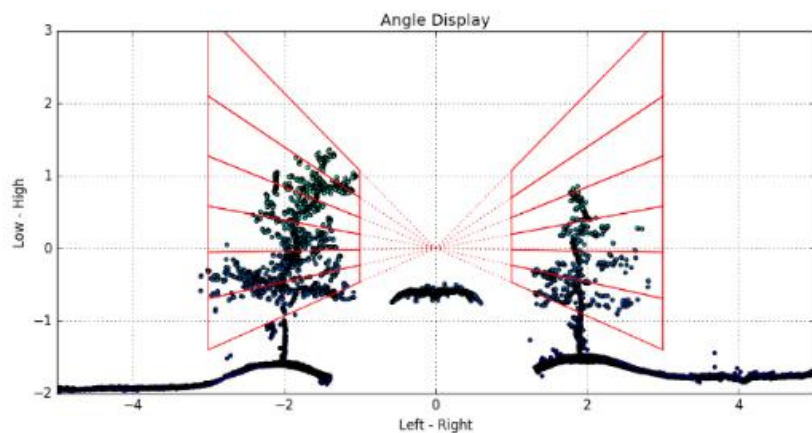
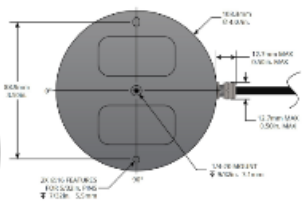
- ▶ 경계 인식 AI 알고리즘

- ▶ CAN 통신기반 제어 환경

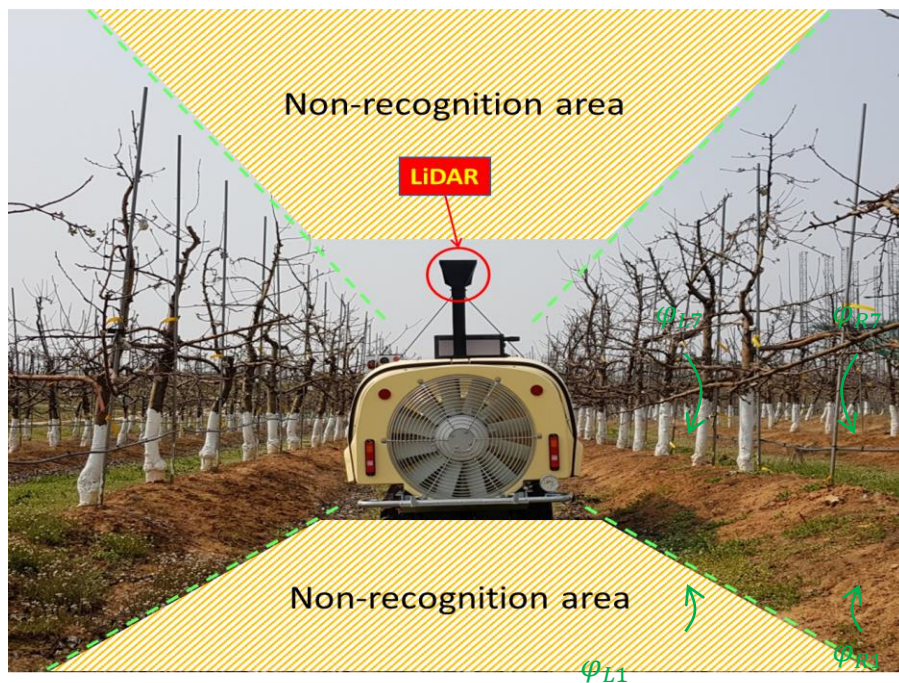
- ▶ 주행, 농작업



과수 인식 : LiDAR

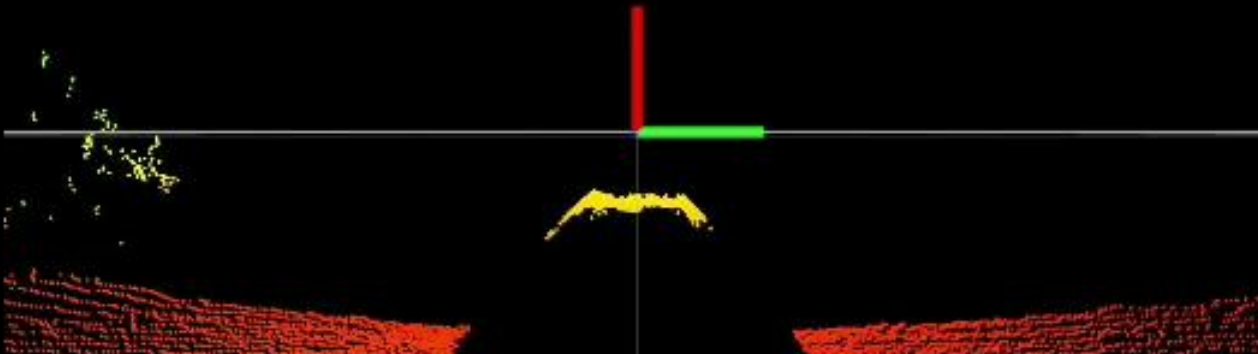


< 노즐별 분사 구역 범위 설정 >



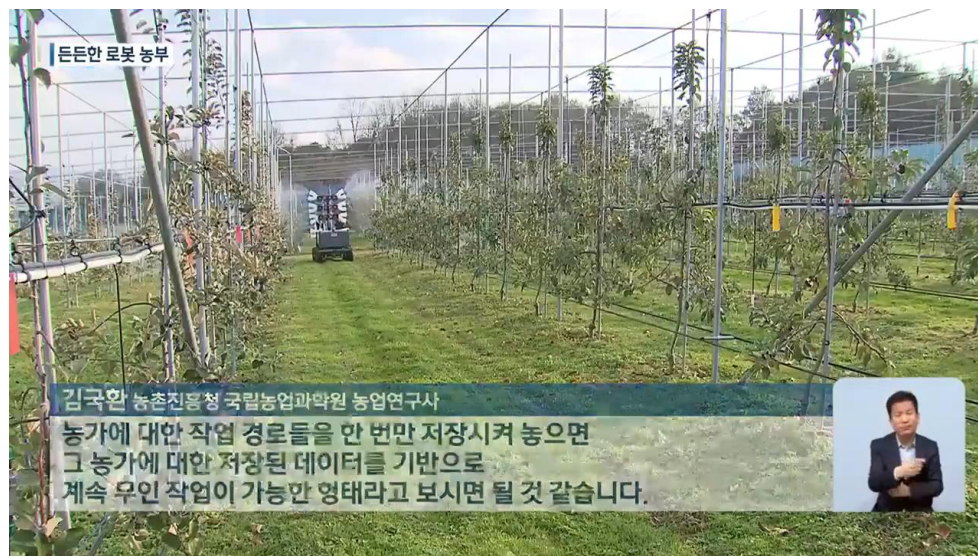
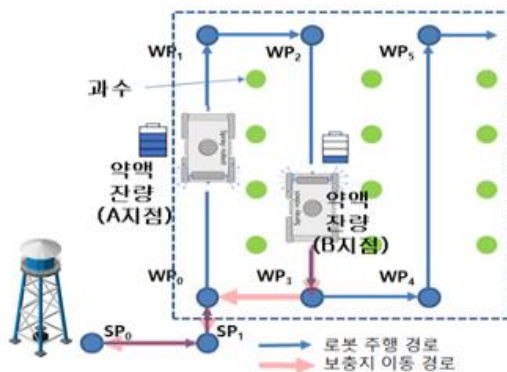
< 과원 내 재식된 사과나무 포장 현장 >

과수원 방제로봇

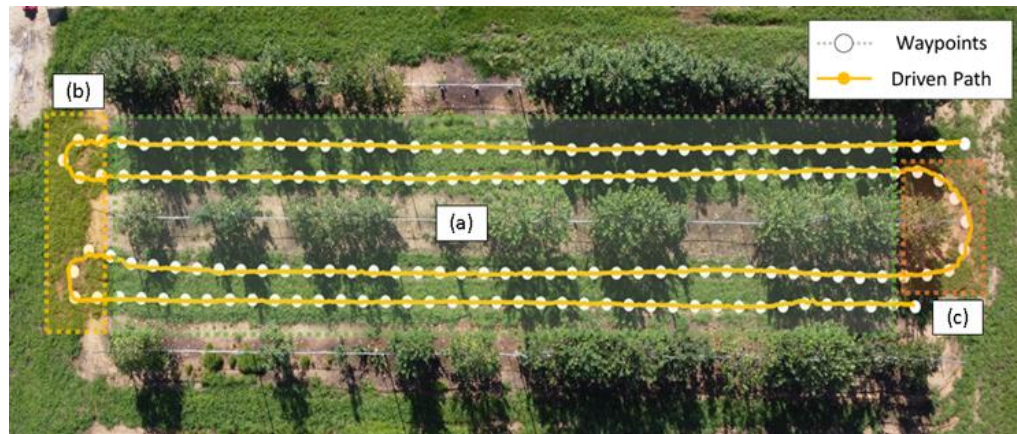


리튬-이온 배터리 적용

- 최대 적재량 : 500L
- 연속 사용 가능 : 5시간(1회 충전)
- 주행 오차 : 10cm 이하(고정밀 위성항법 시스템)



과수원 제초 로봇



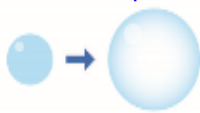
비산 저감형 드론 방제

- (비산 저감 AI 노즐) 액적에 공기방울을 유입하여 비산 억제 및 부착률 향상
 - 분무 입경 : 관행 XR노즐 150 μ m → 신개발 AI 노즐 340 μ m (비산 30%이상 저감)
- (최적분무 시스템) 드론 하향풍에 적합하고 비산이 최소화 되도록 장치 개선
 - 비행속도(2m/s), 고도(1.5~2m), 분무압력(2.76bar, 40PSI)

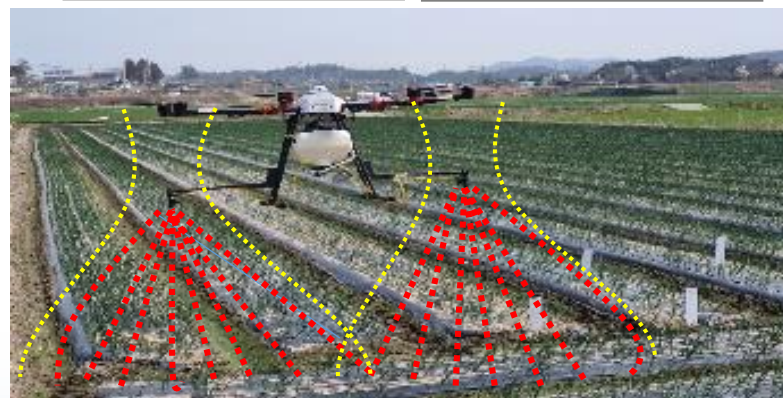
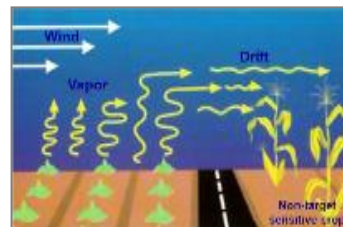
< 관행 노즐 >



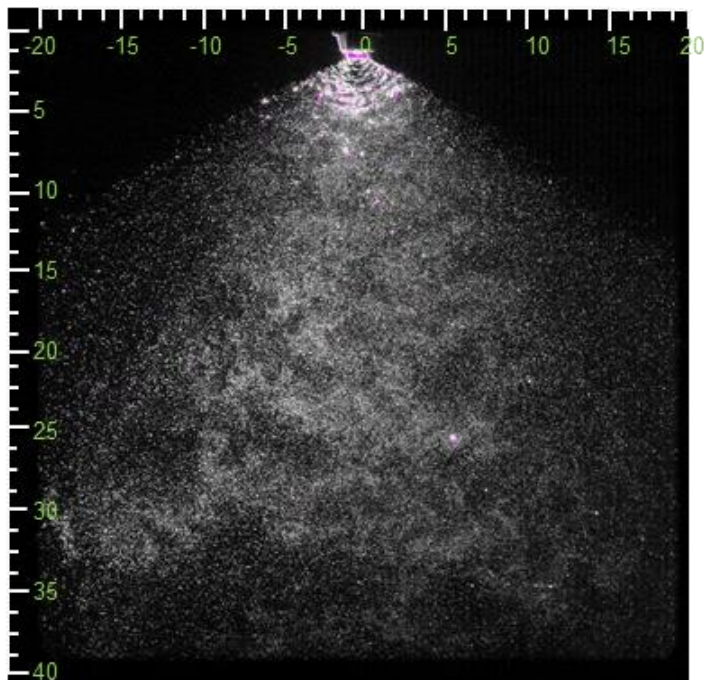
체적
약 4배 ↑



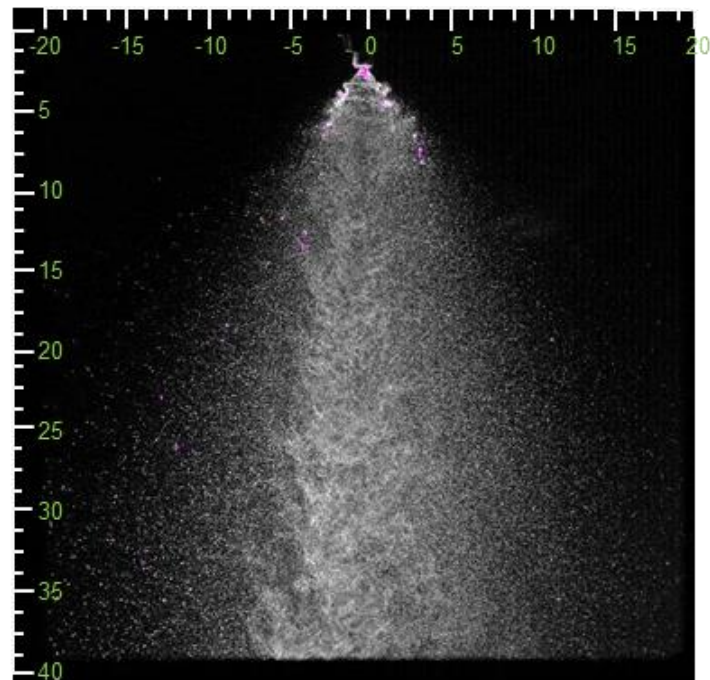
< AI노즐 >



농약 비산 저감형 노즐



기존 노즐



비산 저감형 노즐

무재료 땅속 배수 기술

- 트랙터 후미에 부착하여 기존 심토파쇄와 동일한 방식으로 작업
 - 80마력 이상 트랙터 + 진동식 1, 2, 3, 5조 암거 천공기
- 암거 배수로 형성과 심토 파쇄를 동시에 수행, 10a당 작업시간 30~40분 내외
 - 배수성 최대 2.8배 향상, 토양EC 35% 감소, 논콩 생산성 53.8% 증수



무재료 암거 천공기

천공기(2조식) 트랙터 장착



천공 작업



〈관행 재배〉



〈무관로 암거 처리 재배〉

VS



〈관행 재배〉



〈무관로 암거 처리 재배〉

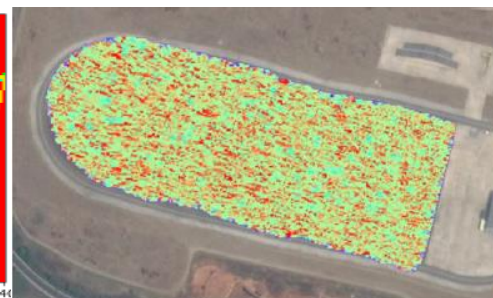
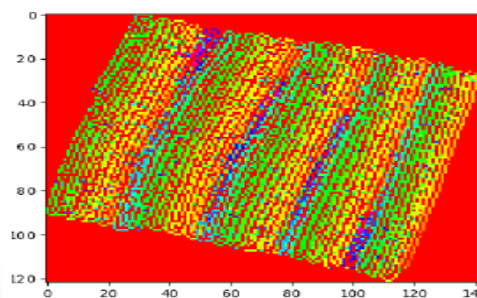
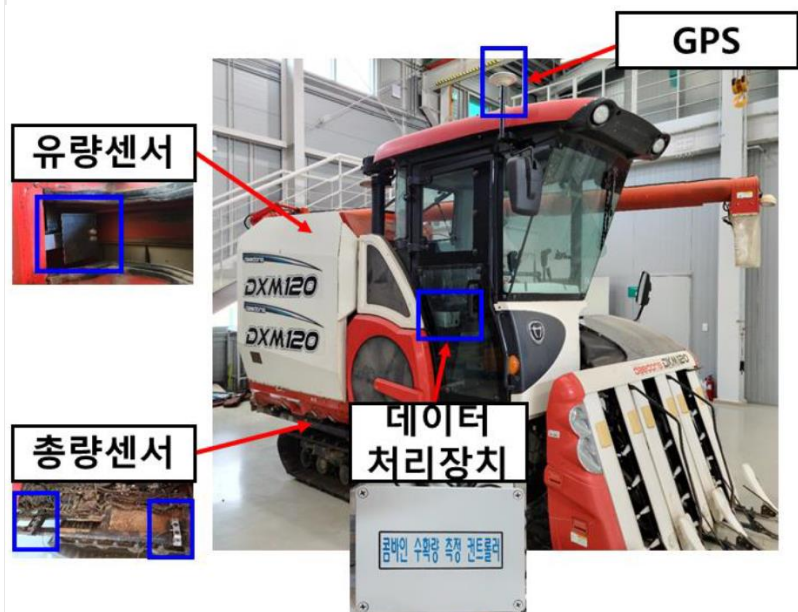
VS

수확기 생육상태

실시간 벼 수확량 모니터링 및 맵핑 기술

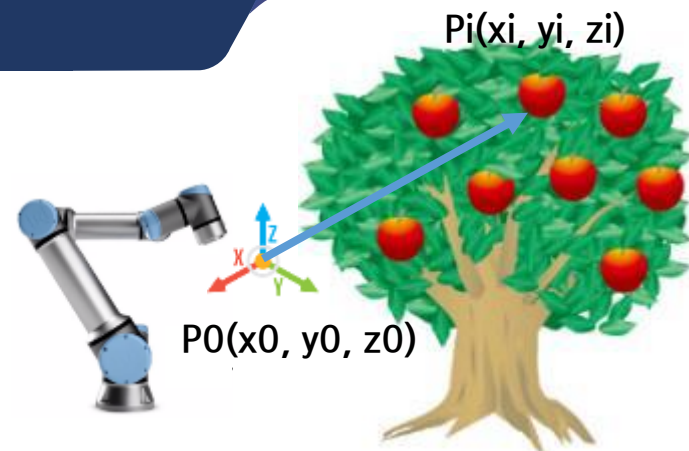
■ 콤바인 탑재 실시간 벼 수확량 모니터링 시스템 개발

- 충격판식 유량센서, RTK-GPS 활용 경로 생성, 수확량 모니터링 및 맵핑
- 유량센서(실시간 수확량) + 총량센서(총 수확량) + GPS(위치정보)
⇒ 필지내 벼 수확량 지도 작성(오차 3.4%)



과일 인식 및 로봇팔 제어

- 3차원 위치 정보 기반
로봇팔 동작 제어



지능형 농업 기술

작물생산성 및 가격 예측

농민에게 이익을 최대화하기 위해 작물의 수확량을 분석하고 몇 주 후 시장에 판매될 때의 가격을 예측

정밀 농약살포

AI 센서를 이용하여 잡초를 검출하고 필요한 곳에 정밀하게 제초제를 살포하여 제초제 사용을 줄임

분석예측 영농

기상조건 변동에 대한 영향을 분석예측하여 최대 생산성 달성을 위한 파종 적정시기를 결정



자율주행/농업용 로봇

로봇과 AI 기술을 이용하여 포장 내 작물생육 예찰과 정밀 농작업으로 노력 절감 및 생산성 향상

작물과 토양 모니터링

머신러닝과 AI 기술을 이용하여 작물생육과 토양상태, 영양분 결핍 정도를 센싱하여 효율적 대응

병해충 진단

과거 수집된 빅데이터와 실시간 센싱 정보를 이용하여 작물의 병해충 진단으로 적절한 처방을 수행

지능형 농업 기술

- 데이터 기반 스마트 농업기술은 농업의 구조적 문제 해결과 농가 소득 안정, 지속 가능한 농업 구현을 위해 필수적
 - 적정 양·수분 관리, 병해충 예방 등 개발 기술의 고도화 및 실증 필요
 - 기술 적용을 위한 고도화된 센싱/제어 기술 및 기준 수립 필요

농업인

경험과 직관에 의존한 의사결정을 데이터, AI 기술로 전환
→ 편리성 및 생산성 향상과 소득증대

소비자

농산물 가격 안정과 이력관리를 통해 안심구매 지원
→ 국산 농산물의 소비 촉진 효과

기업

농업생산 - 유통 - 소비 데이터 연계로 기술혁신 촉발
→ 농업 및 전후방 산업 혁신 성장 도모

농촌ONAIR
SEASON 2

농림위성, 미래 농업의 새로운 눈을 뜨다

지구위농부의 눈 '농림위성'

12° 25°



국내 첫 농림위성, 2025년 하반기 발사!



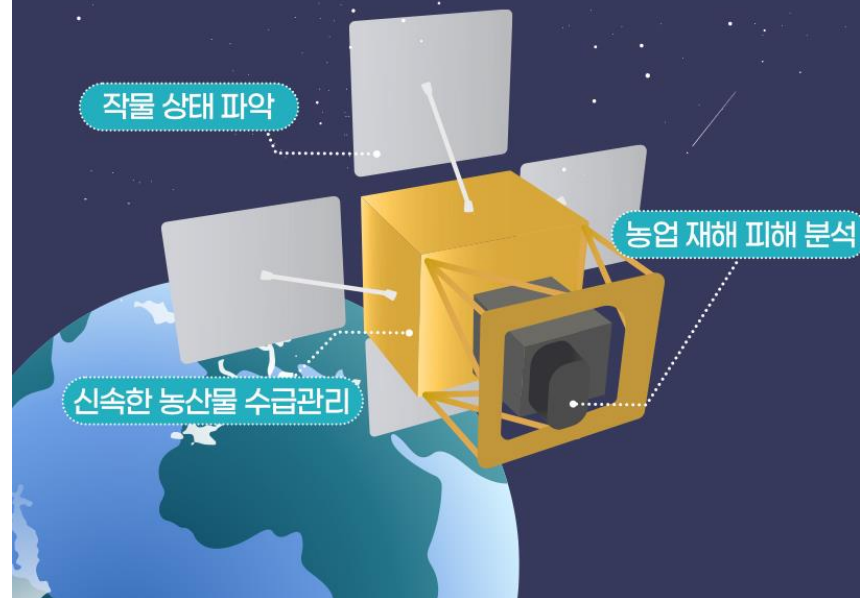
먼저 알고 가실까요!

농·산림 상황 관측, 홍수·가뭄 등 재해 대응을 위해
농촌진흥청, 산림청, 우주항공청이 공동으로 개발하고 있는
국내 첫 농림분야 특화 위성입니다!

작물 상태 파악

신속한 농산물 수급관리

농업 재해 피해 분석



농림위성, 매일 한반도 지나며 120km 폭 촬영

농림위성(CAS500-4)

국내 독자 개발한 500kg급 표준형 위성 본체를 활용하여
농림·산림 부문 관측 및 공공서비스를 목적으로 개발된 차세대중형위성 4호.

촬영폭	120km
촬영주기	1일
공간 해상도	5m
채널	가시광선~근적외선 (R, G, B, RE, NIR)
운영고도	888km

태양전지판

위성본체

탑재체
(광역전자광학카메라)

본격적인 농업위성시대 농업위성센터 개소!

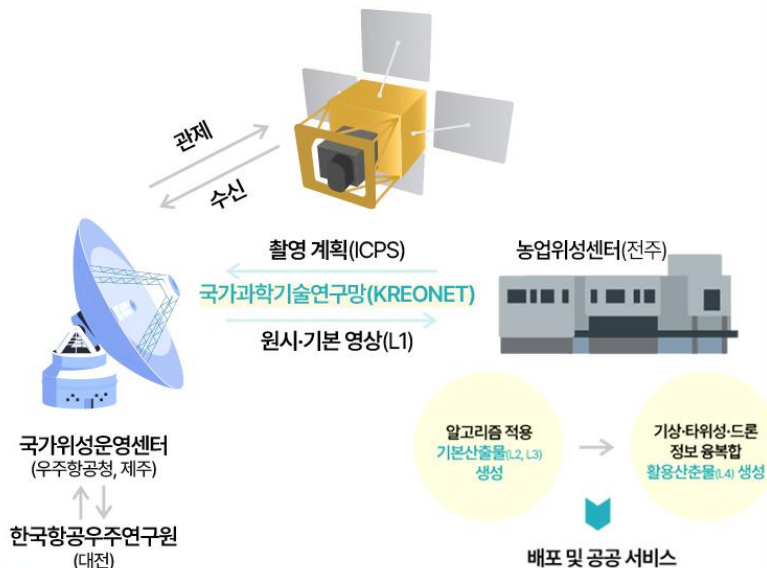


농림위성의 농업분야 운용을 담당하는 농업위성센터가 10월 31일 개소합니다!

농림위성의 촬영계획 관리, 영상정보의 생산 및 배포
국내외 위성관측 자료 융합을 통해
우리나라 주요 농작물의 생육, 재배면적, 작황,
농경지 이용 변화 등을 지속적으로 관측할 계획입니다!

농림위성으로 우주서 작황 '실시간 체크'

이렇게 운영돼요!



농림위성은 과학적 원리를 이용해
영상 데이터를 전달하고,
농업위성센터는 이를 전달 받아
수신한 정보를 처리·저장·관리·배포 합니다!

미래를 여는 농림위성, 농업 혁신의 중심 역할

1. 농산물 수급 안정

채소 등 수급 민감 작물
재배면적을 조사하고
생육 이상을 관측해요.

2. 식량정책 자급률

벼, 콩 등 식량작물
재배면적 조사,
생육 모니터링, 생산량 관측 등

3. 해외농업(식량안보)

주요 곡물 수입국의
작황 정보를 파악해요.

4. 디지털농업(재해포함)

작물 구분도, 작물 수량 분포,
재배 시기 등을
파악하고 분석해요.

이 외에도 농업 수자원 관리 기후변화 감시 대응 /
북한농업 통계 / 국제개발협력(ODA) 등
다양한 농업부문에서 활용될 계획입니다!

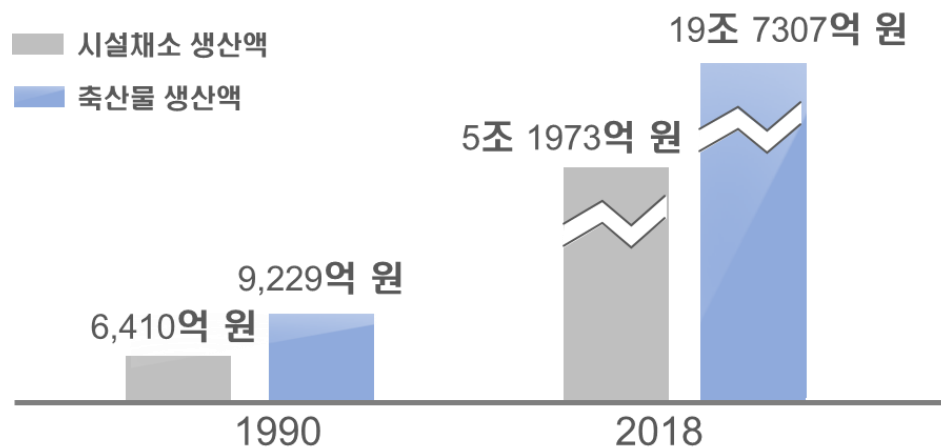


FARM FORWARD 2.0

극복과제 및 발전방향

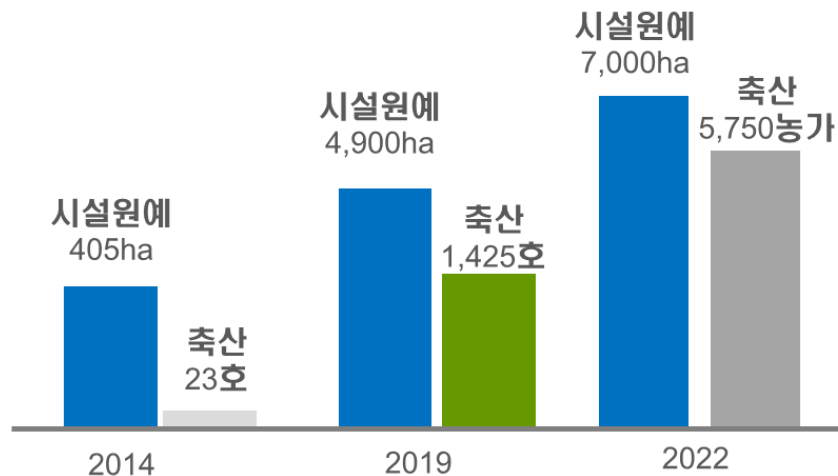
극복해야 할 과제

• 시설농업 생산액의 높은 성장세



* 자료 : 농림생산지수, 통계청, 2018

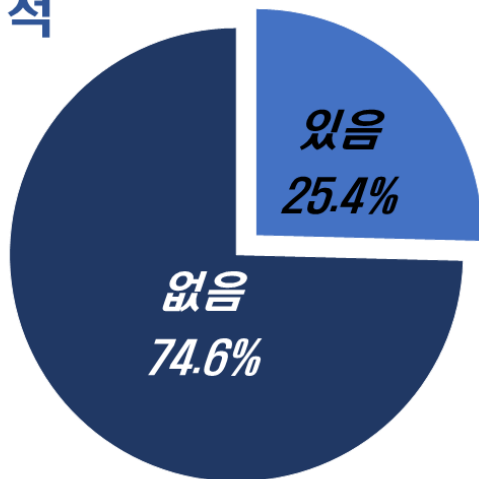
• 미미한 스마트팜 보급면적



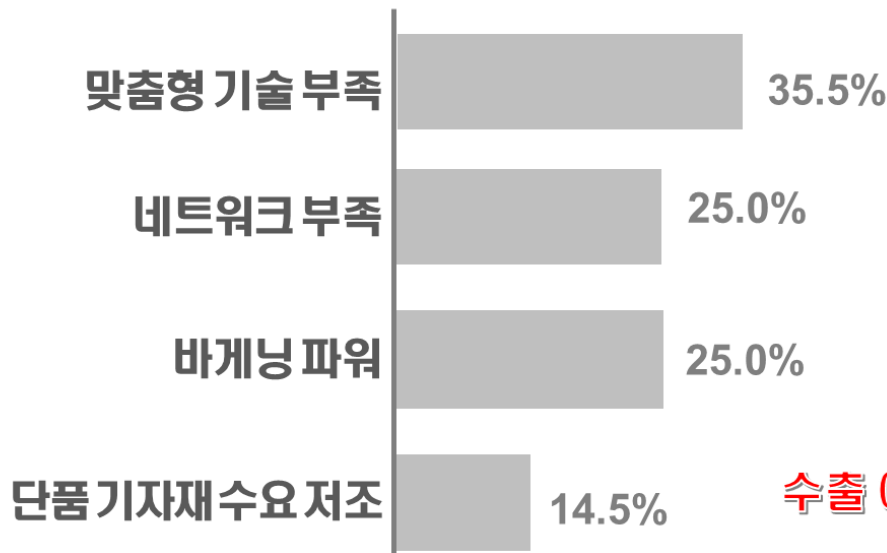
경험 의존적, 노동집약적 농업의 저투입·고효율 구조 전환,
농업의 첨단 산업화를 위해서는 스마트팜을 통한 농업혁신 시급

극복해야 할 과제

수출실적



취약한 산업 기반



수출 애로사항

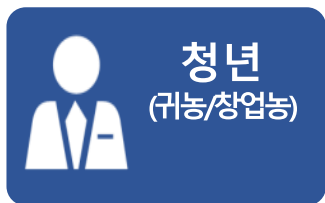
기술개발 추세는 발전기에 진입하였으나 기술수준은 여전히 미흡한 수준,
관련산업의 성장을 견인할 R&D 투자 필요

극복해야 할 과제

• 현장의 목소리



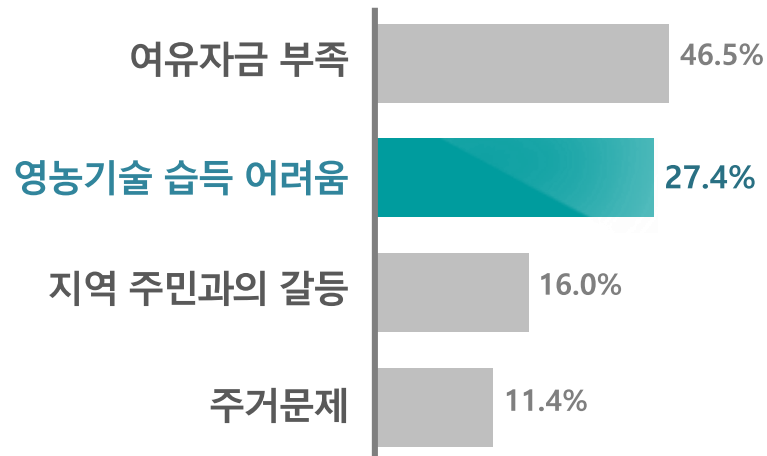
"자동화·첨단시설 초기투자 부담도 크고, 사용법과 유지관리가 힘들어요"



"전문적인 농업 지식이나 기술/노하우가 없어서 잘 할 수 있을지 걱정이에요"

※ 걸림돌 : 초기투자 및 관리비용 부담(53.8%),
ICT기술 사용 어려움(16.7%),
불확실한 성과(12.8%),
관련 업체의 기술신뢰 부족(12.2%)

• 귀농귀촌의 걸림돌 영농기술



* 자료 : 귀농·귀촌 정착과정 애로사항 설문결과

스마트농업 육성 지원 법률 (24년 7월 시행)

01. 목적 (제1조)



농업과
첨단 기술의 융합



농업의
자동화·정밀화·무인화 촉진



농업인 소득증대 및
농업·농촌 성장·발전에 이바지

02. 기본계획 등 수립 (제4조~제6조)

농식품부

5년 단위 기본계획과
연도별 시행계획 수립

지자체

지자체 여건에 맞춰
시·도계획을 수립

정부와 지자체 스마트농업 정책 간
유기적인 연계로 품목·지역별 특성에 맞는
스마트농업 지원사업 추진



스마트농업 관련 주요 정책사업은
'스마트농업 지원센터'로 지정된
공공기관이 총괄 수행

스마트팜 및 스마트농산업체의
성장단계별 육성정책을
효율적으로 추진

스마트농업 육성 지원 법률

03. 스마트농업 전문인력 양성(제8조~제10조)



스마트농업 전문인력 교육기관 지정 및
'스마트농업관리사' 자격제도 신설

스마트농업 경영 및 솔루션 개발에 필요한
영농·IT기술 교육과정을 제시, 농업인과 농산업체
재직자의 IT기반 스마트농업 기술역량 고도화

04. 스마트농업 기술개발 및 표준화 추진(제11조~제12조)



스마트농업 고도화에
활용되는 인공지능,
로봇 등의 기술개발 지원



기자재 및 데이터의
표준화 지원 근거 마련



기술 실증과 기자재 검정
및 사후관리 지원 등

스마트농업 기술경쟁력 강화, 국가표준 확산
등을 통해 신뢰성, 내구성, 호환성 등 제품 품질
경쟁력 제고 및 스마트팜 생산성 향상

스마트농업 육성 지원 법률

05. 스마트농업 지원 거점단지 및 육성지구 지정(제14조~제18조, 제22조)



거점단지

스마트농업의
교육·실습·창업을
체계적으로 지원



육성지구

스마트농업의
지역단위 집적화와
확산 지원

청년농 육성, 스마트팜 기자재
연구·실증 기능을 집약해

농업인-기업-연구기관 간 시너지 창출

* 부칙 제2조에 따라 기 조성한 혁신밸리 4개소는 거점단지로 의제

지역단위 스마트농업
발전에 기여

* 거점단지와 육성지구 입주 농업인·기업에게 수의계약,
사용료 감경 등 「공유재산법」의 특례도 신설

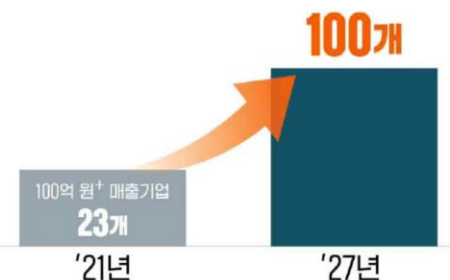
스마트농업 육성 지원 법률

스마트농산업 비전 및 발전전략

스마트농산업 글로벌 경쟁력을 확보하겠습니다



* 전체 온실 55천ha 중 30%인 16,500ha 스마트화



스마트농산업 국내 기반 강화

* 스마트팜코리아 등록업체 기준



스마트팜 수출 확대

스마트농업 육성 지원 법률

전략1 스마트농산업 혁신을 위한 제도 개선



1 수직농장 지원 제도 정비

- ☑ 산업단지 입주 허용
- ☑ 농지 위 설치 허용
- ☑ 경제성 개선 위한 정책지원 강화



2 스마트팜 관련 농업경영체 지원 강화

- ☑ 전문기업의 사업 가능 범위 확대
- ☑ 농업경영정보 등록 기준 완화



3 ICT 농기자재 부가세 환급 특례 적용

- ☑ 센서·구동기·복합환경제어기(2월)
- ☑ 주요 기자재 환급 대상 확대 추진



4 스마트농산업 발전 거버넌스 강화

- ☑ 종양-지자체 연계 중장기 육성계획 수립
- ☑ 스마트농업 육성 민관 협의체 운영

스마트농업 육성 지원 법률

전략 2 기술적 역량 강화를 통한 산업경쟁력 제고



1 데이터·AI 기반 솔루션 확산

- ☒ 현장·기업수요 반영 핵심기술 개발·표준화
- ☒ 주요 생산지 중심 데이터 솔루션 확산



2 스마트농업 전문인력 육성

- ☒ 스마트농업 전문 교육기관 지정
- ☒ 스마트농업관리사 자격제도 도입
- ☒ 스마트팜 전문 농업인 육성



3 기술기반 유망기업 집중 지원

- ☒ 민간투자 유치·경영실적 우수 기업 지원
- ☒ 수출 확대를 위한 전방위 지원

스마트농업의 미래

TO-BE

AS-IS



생산성·효율 중심



경험·주관적 지식



환경적 제약



정부주도·지원

“안전·환경” 중심 지속가능한 농업

“데이터” 지식 기반 과학농업

“환경자원” 다원적 기능 가치농업

“성장동력” 일자리 창출 유망산업

Tevel Aerobotics Technologies

Mashable

