

# 자율·전동 농기계 보급과 스마트 농업 구현

2021. 9. 10

대동

## 약력

감 병 우(Gam, Byoung Woo)

### 약력

- √ 울산대학교 전기전자정보시스템공학 석사
- √ 대우자동차 전장설계
- √ 현) 대동 미래사업추진실장
- √ 현) 하이드로텍 대표이사

### 주요 개발 이력

- √ TCU (파워셔틀 / HST / 파워쉬프트) 개발
- √ 전기트랙터 / 전기 UTV 개발
- √ 1톤 경상용 전기 자동차 개발(르노삼성, LG전자외)
- √ 자율주행 농기계(트랙터,콤바인,이앙기) 개발 진행중
- √ 농기계 텔레매틱스 개발
- √ 미래농업 (정밀농업 및 모빌리티) 기술 개발중



설립일자 : 1947년 5월 20일

생산제품 : 트랙터, 콤바인, 이앙기, UTV,  
경운기, 다기통 디젤엔진 등

매 출 액 : 8,958억원 (20년 기준)

종 업 원 : 1000명 (연구인력 : 128명)

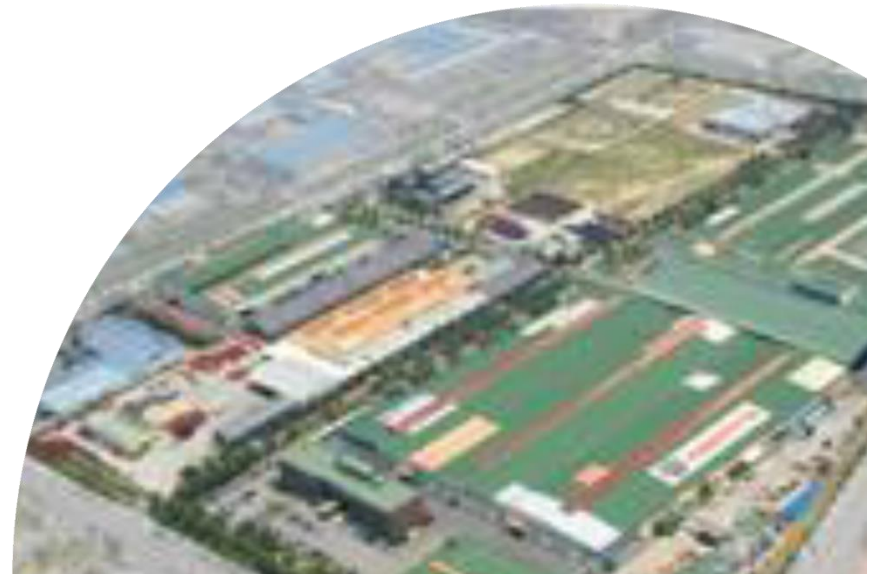
## 중장기 비전

▶ 매출 : 1조

▶ 미래 농업으로 업의 전환



주요생산제품



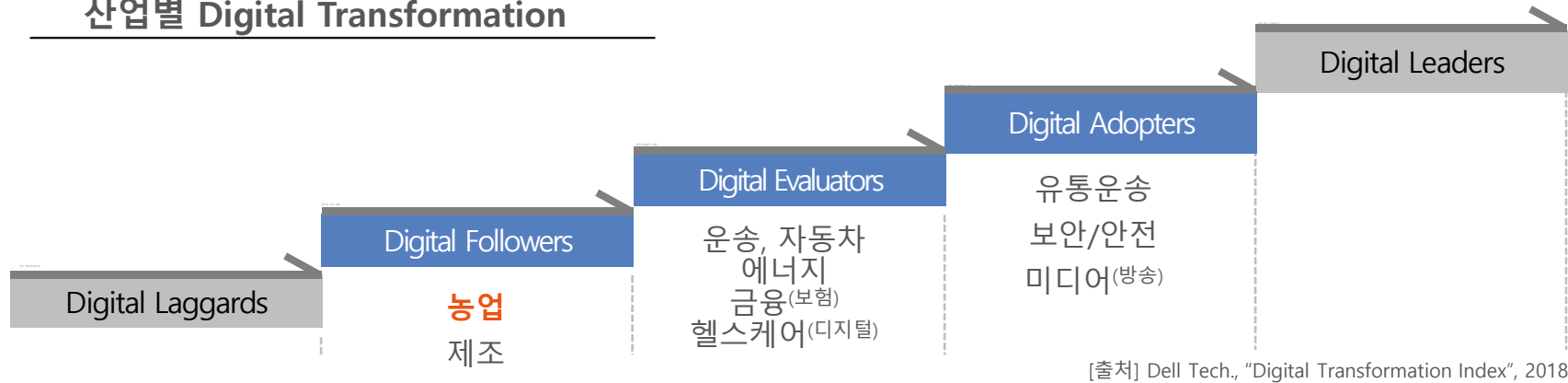
# Contents

- 1 미래 농업 기술 현황 및 전동자율농기계 개요
- 2 스마트 농업 구현
- 3 자율농기계 기술 동향
- 4 전동농기계 기술 동향

## 1. 미래 농업 기술 현황 및 전동자율농기계 개요

최근 농촌 현실의 변화에 따라 농업 분야의 DX에 대한 니즈가 빠르게 증가  
 농촌의 인구감소, 경험기반 농작업 현실을 해결하기 위해 “농업 무인화·지능화”에 대한 니즈 증가

## 산업별 Digital Transformation



## 지금 농촌의 현실은?

농가 인구 감소, 고령화

높은 노동강도,  
 경험 기반 농작업

귀농/귀촌 및  
 농업법인 증가

농업 ICT  
 수요 증가

## 스마트 농업 니즈 증가

### 무인화 · 자동화

고투입·저산출·관행  
 농업

저투입·고산출  
 미래농업

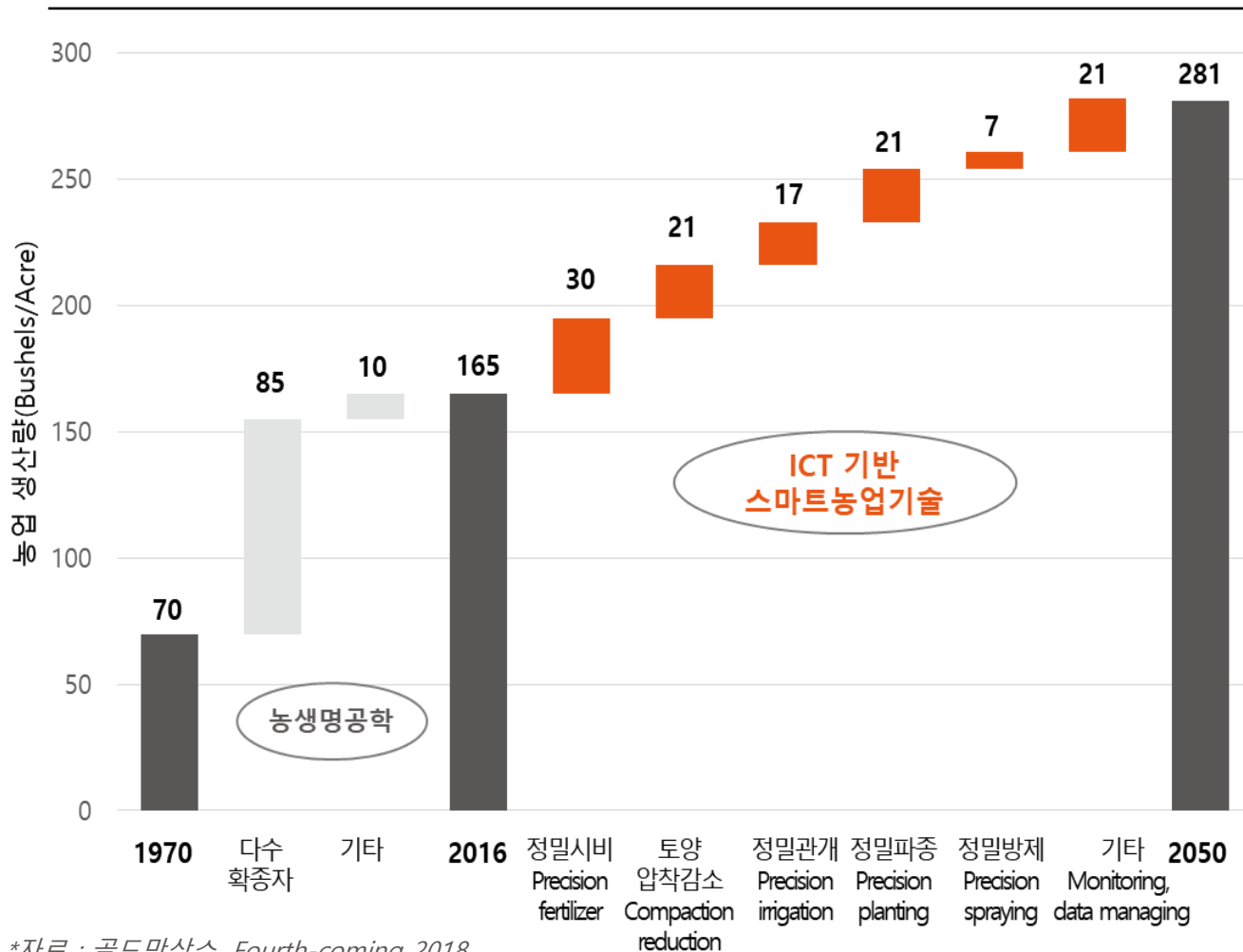
### 지능화

경험/관행/  
 육안/직접확인

데이터 기반의  
 과학적 영농

ICT기반 정밀농업 기술은 지금보다 약 2배의 생산성 향상을 가져올 것이며  
미래농업 시장은 레거시기술이 아닌 정밀농업 기술에 의해 성장할 것임

기술요소별 농업생산 증대 기여도



스마트농업 기술 시장 규모

(2050년 기준)

**Total: 2,400억 달러**

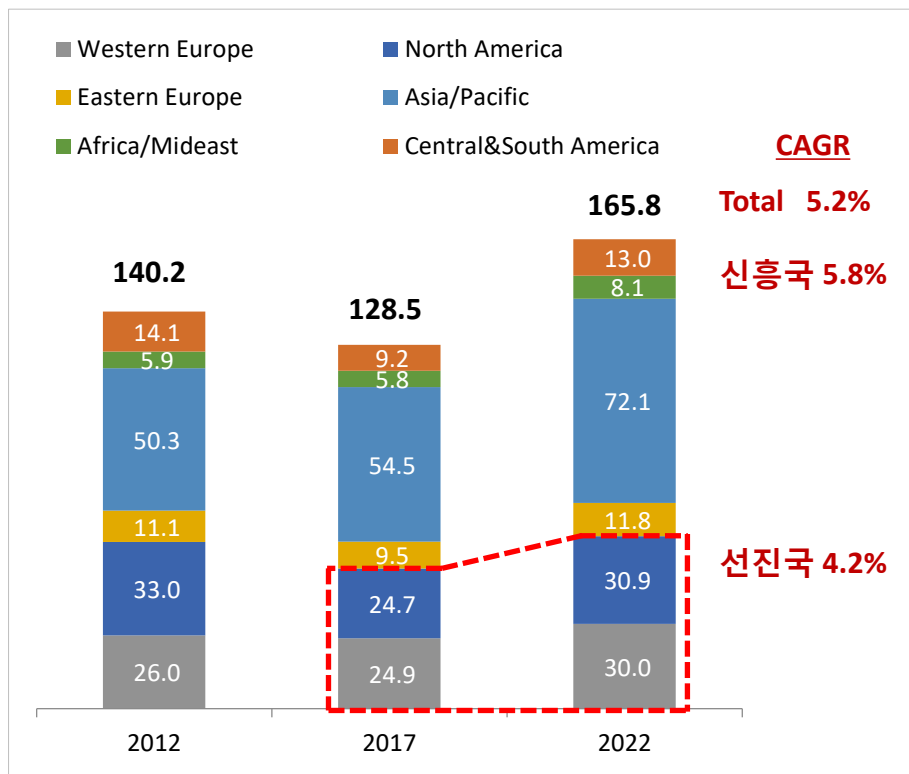
정밀시비	650억 달러
토양압착감소	450억 달러
정밀파종	450억 달러
정밀관개	350억 달러
모니터링 데이터관리	350억 달러
정밀방제	150억 달러

\*자료 : 골드만삭스, Fourth-coming 2018

세계 농기계 시장은 지속적으로 상승할 전망이며 자율 농기계 시장이 큰폭으로 상승 전망  
국내 내수시장은 정체되고 수출 비중이 늘고 있어 자율 농기계 시장 확대 노력 필요

## 농기계 세계시장 전망

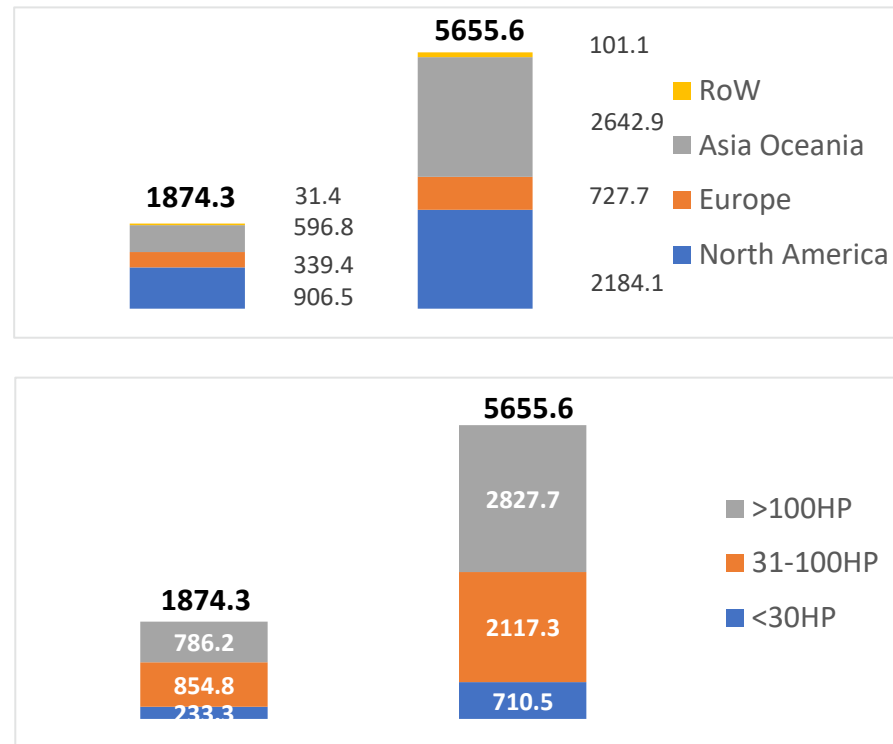
단위 : 십억\$



- 세계 농기계 시장은 지속적으로 확대될 전망으로 2022년 1,658억 \$로 연평균 5.2% 상승할 전망

## 자율주행 트랙터 세계시장 전망

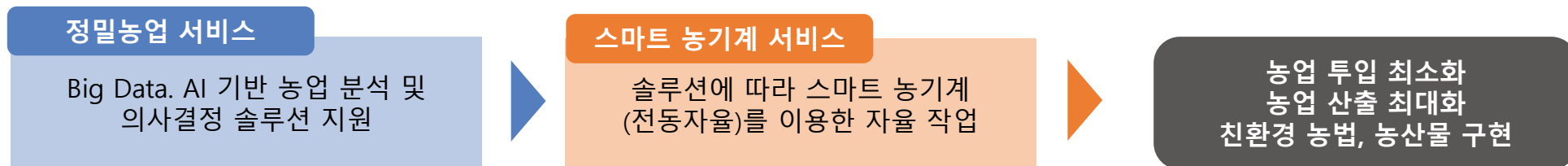
단위 : 백만\$



- 자율주행 트랙터 시장은 2022년 19억\$ 에서 2030년 57억\$ 로 연평균 14.8% 상승할 전망
- 자율주행 트랙터는 아시아 시장 및 100HP 이상 트랙터 시장이 큰폭으로 확대될 전망이다.



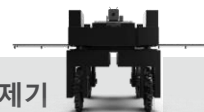
미래농업은 정밀농업 플랫폼 기반 정밀 농업 서비스 및 스마트 농기계 서비스로 구성  
스마트 농기계 서비스를 구현하기 위해 전동화 / 자율주행 기능 필수



정밀농업을 통한 적시·적소·적정 농작업을 수행하여 최소 투입과 최대 산출을 지향  
정밀농업 솔루션에 따른 자동화 작업을 수행할 전동자율 농기계 필요

## ■ 벼농사 전주기 정밀농업

작업 내용	경운		이앙 및 시비	병해충 방제	잡초 방제	수확	물대기	
	전	후						
농기계	트랙터		이앙기		경운기		콤바인	경운기
작업내용_Data	토양진단 →시비(밀거름)		토양, 기상 →이앙	생육 진단 →시비	병해충 진단 →처방	잡초 인식 →잡초제거	수확 Mapping →수익성 분석	관개 Plan →관개 최적화
솔루션	1.최적품종 추천 2.연도별 수확량 비교 3.토양 맞춤 시비		1.수확량 최대화 2.육묘 절감	1.구역별 맞춤시비 2.과다 시비방지	1.Spray Map 기반 가변 방제 2.무인 잡초제거		1.마케팅 플랜 지원 2.최적 수확시기 추천	1.생장별 물높이 맞춤 조절
								



자율 농기계

자율주행 트랙터

자율주행 이앙기

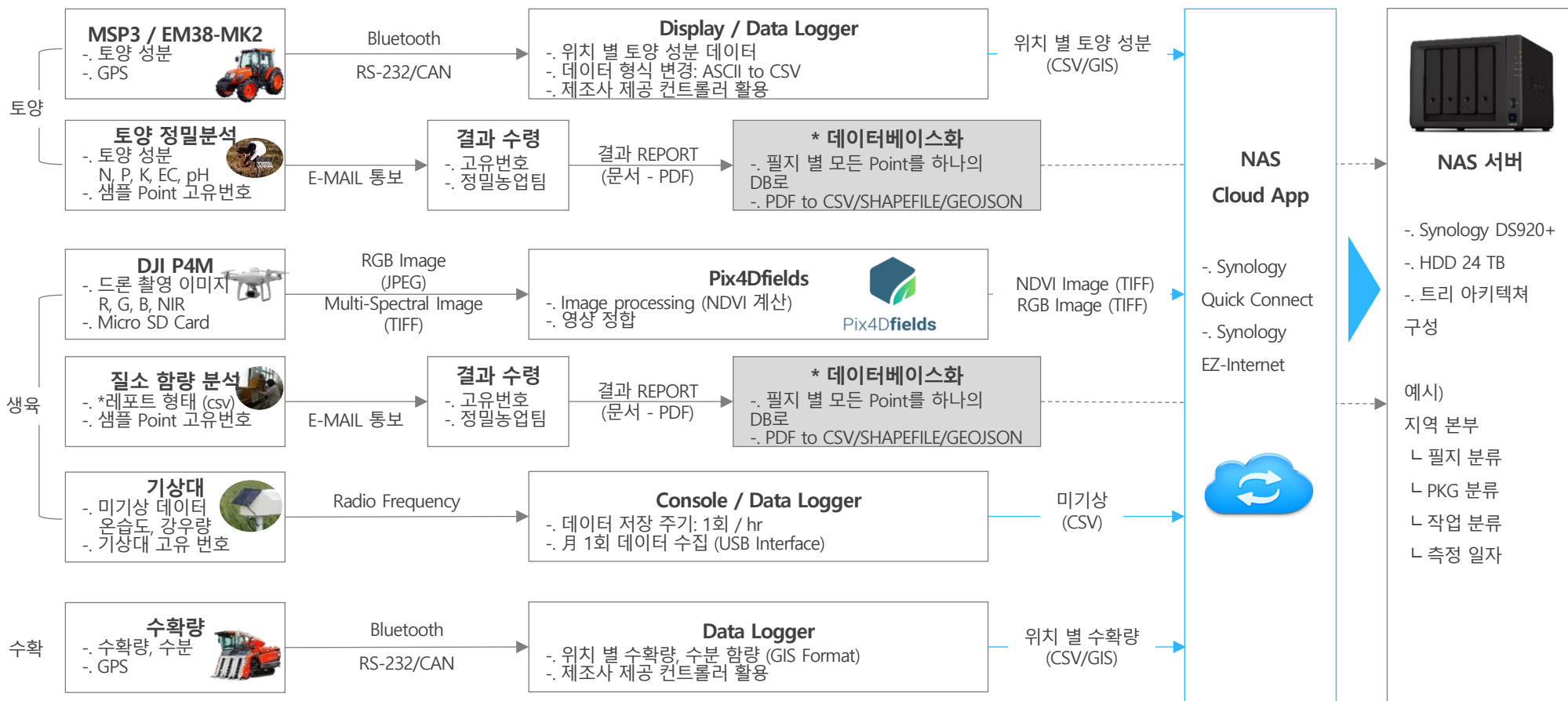
자율주행 방제기  
잡초제거로봇(자율)  
다목적플랫폼(자율)

무인 콤바인

-

## 2. 스마트 농업 구현

### 필드에서 수집한 데이터들의 특성에 따라 적합한 업로드 방식 선정 및 로컬 PC 저장



논벼는 27필지, 밭작물은 우선순위 기준으로 14필지 준비

### | 필지 선정 조건

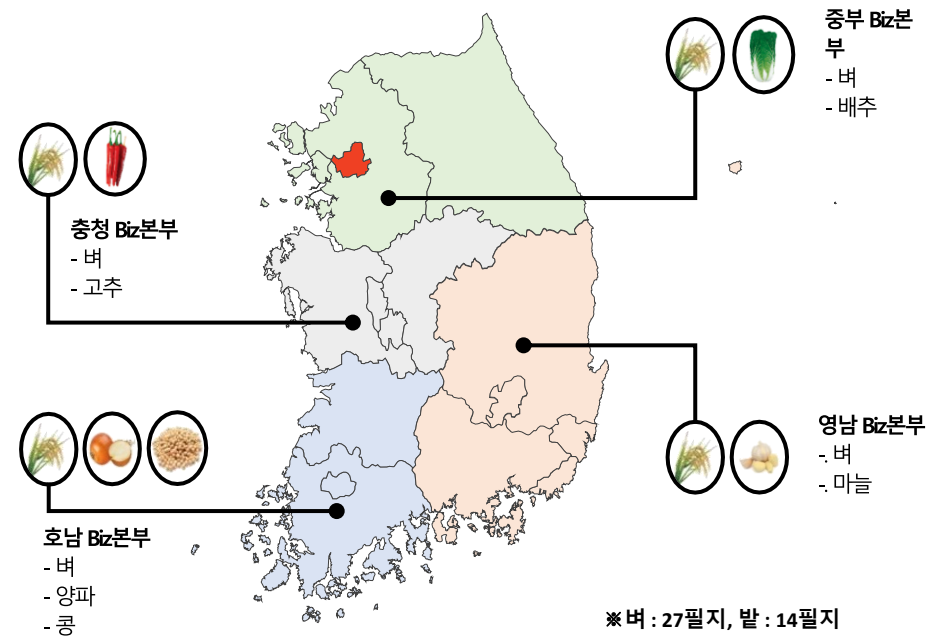
NO	필지 조건
1	필드당 수확량, 작업일정, 수매비용 등 설문 참여 가능한 농민
2	3~5년간 대여 가능한 필지 (농민과의 지속 협조 필요)
3	한 지역내 인접한 필지 위주 선정
4	여러 필지를 운영하는 영농법인 또는 개인 농가
5	데이터수집 기간 중 객토작업을 하지 않는 필드 선정
6	전년도 필지당 품종, 수확량, 수매가격 조사 가능한 농민 선정

### | 밭작물 선정 순위

선정기준 : 지역별 특산물, 재배면적 기준

우선순위	중부 Biz	충청 Biz	호남 Biz	영남 Biz
1	배추	고추	콩	마늘
2	콩	마늘	양파	콩
3	고추	배추	고추	양파
4	마늘	콩	마늘	고추
5	양파	양파	배추	배추

출처 : 20년 농업조사 면적(통계청)



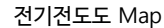
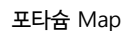
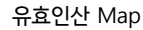
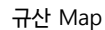
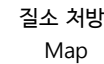


## | 토양 데이터 수집

## | 처방 알고리즘







- 인산 : 전량 밀거름(기비)로 시비
- 질소, 포타슘 : 밀거름(기비) 70%, 이삭거름(수비) 30%로 분할하여 시비

## | 시비 처방



## 샘플 포인트 지정 후 정밀분석 결과를 토대로 센서 2종을 활용하여 시각화

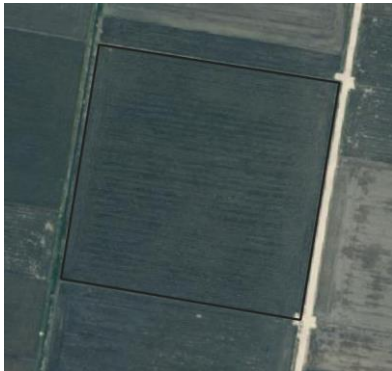
## | 데이터 수집

사 진			
	Portable sensor	Analytical chemistry [농업기술과학원]	견인형 EC sensor
명 칭	WT-3000 (미래 센서)	농업기술센터 토양 정밀 검정	EM38-MK2 (Geonics)
측정 항목	EC, 지온, 지습	EC, 질소, 유효인산, 칼륨	위치정보, EC 데이터
출력 포맷	센서에 저장 (*별도 DB화 必)	결과 보고서 (*별도 DB화 必)	csv file
수집 방법	샘플 포인트 채취 [CELL 단위: 최소 7 X 14 m (논)] - Portable 센서 3회 측정 후 평균 값 기입 (EC, 지온, 지습)		
데이터 활용 및 예상 결과물	- csv 형식 DB화 (X, Y, EC_wt, T_wt, H_wt, EC, P, N) → 필지 별 토양 DB 구축 - Point 출력 방식 토양 Map 작성		
	 [Sample Point index]	 [CSV data table]	 [Point soil map]

### 샘플 포인트 지정 후 정밀분석 결과를 토대로 시판되고 있는 센서 2종을 활용하여 시각화

#### | 데이터 수집 계획

- 수집목적 : 토양 성분 분석기(WT-3000) 검증
- 시험장소 : ① 보령시 주교면 은포리 1105-10 ② 공주시 의정면 울정리 64-2 ③ 공주시 의당면 울정리 64-6
- 시험장비 : 오거(토양 샘플 채취기), WT-3000, EM38-MK2
- 시험방법 : WT3000으로 필드당 3회 측정후 토양 500g 채취
- 측정인자 : EC(전기전도도), OM, P, K, Si, pH



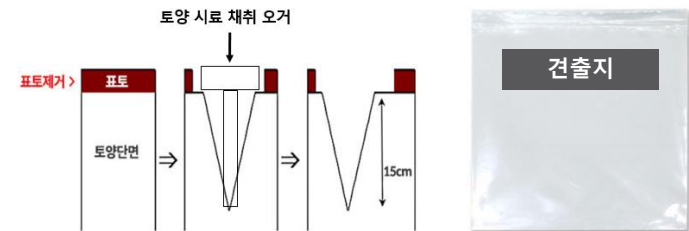
① 보령시 주교면 은포리 1105-10



② 공주시 의정면 울정리 64-2



③ 공주시 의당면 울정리 64-6



#### ▪ 토양 샘플 채취 및 분석 의뢰

1. 표토 1~2 cm 걷어냄
2. 18 cm 깊이의 토양을 500g 채취
3. 라벨링이 부착된 지퍼백 보관
4. 비토분석센터 의뢰

- WT-3000은 장비 사용 매뉴얼을 준수하여 실험.



토양 EC 센서로 측정한 값과 실제 EC 값은 위치정보와 결합하여 Mapping 하고 선형회귀분석을 통해 토양 EC 센서(WT-3000)를 검증함

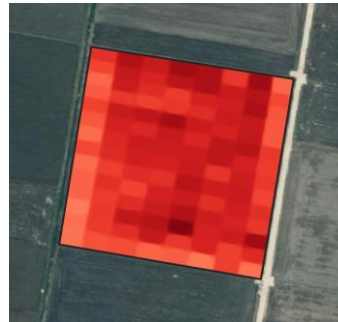
## | 토양 진단\_EC Map

보령시 주교면 은포리 1105-10

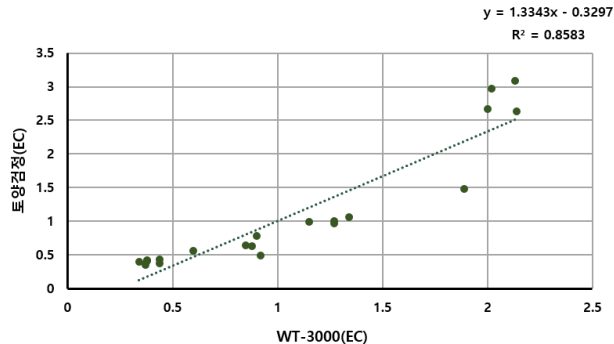
공주시 의정면 울정리 64-2

공주시 의당면 울정리 64-6

토양 EC 센서  
WT-3000  
데이터 시각화



토양 화학성  
분석 결과 시각화



```
Call:
lm(formula = EC ~ WT, data = data_fields)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.71364 -0.25199  0.09934  0.23348  0.60828

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.3297    0.1605   -2.054  0.0548 .
WT           1.3343    0.1278   10.441 4.58e-09 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3612 on 18 degrees of freedom
(3 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.8583, Adjusted R-squared:  0.8504
F-statistic: 109 on 1 and 18 DF, p-value: 4.581e-09
```

- P-value = 0.000000004581
- 결정계수 0.86 으로 WT-3000으로 측정한 EC는 정밀분석법으로 측정한 EC를 추정하는 회귀모형을 신뢰할 수 있다고 판단됨.
- 토양검정(EC) =  $-0.3297 + 1.3344 * WT-3000(EC)$

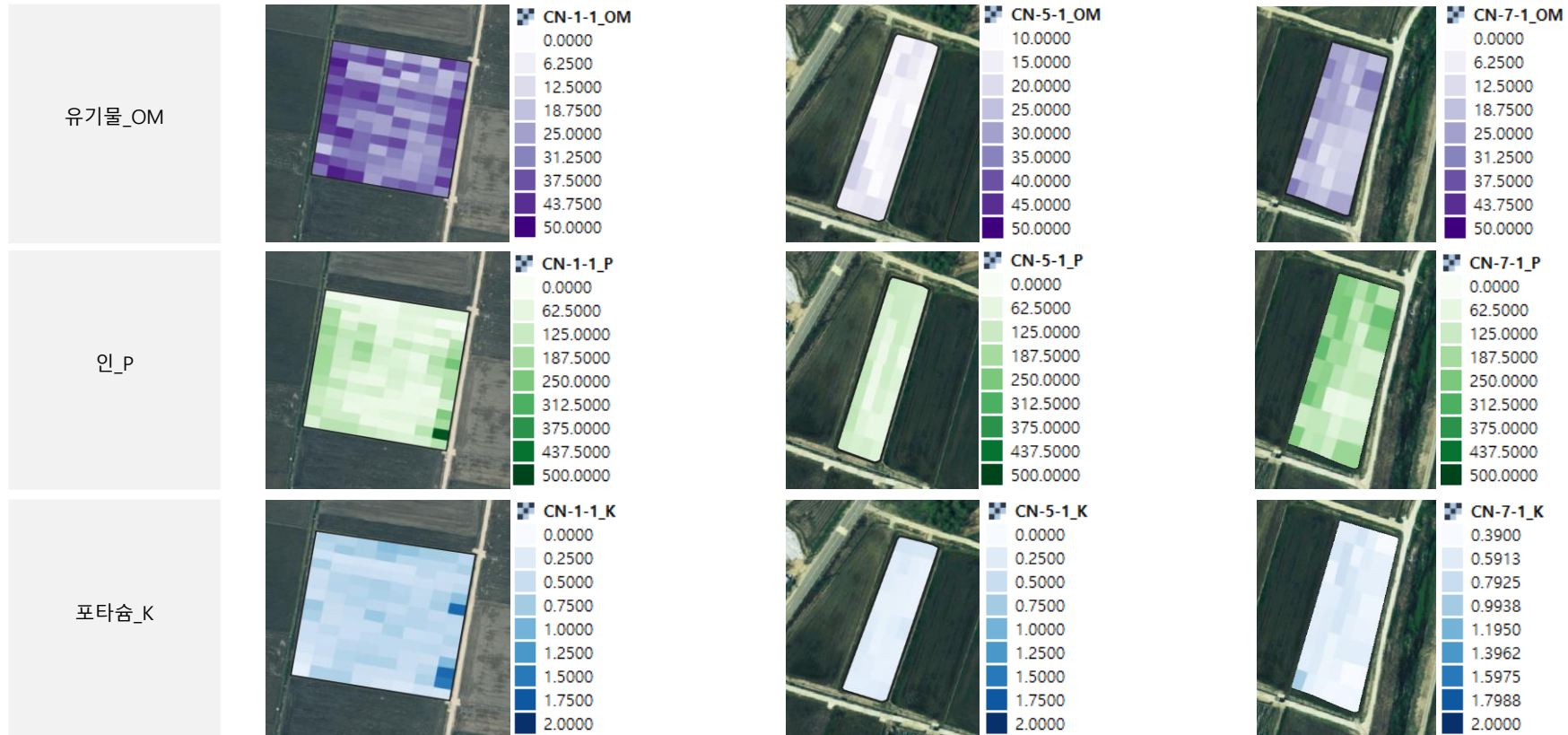
## 토양정밀 분석 후 OM, P, K 데이터는 지리정보와 결합하여 역거리가중법으로 Mapping 함

## | 토양 진단\_OM, P, K Map

보령시 주교면 은포리 1105-10

공주시 의정면 울정리 64-2

공주시 의당면 울정리 64-6



항목	유효 인산 (mg/kg)	치환성칼륨 (cmolc/kg)	유효 규산 (mg/kg)	전기전도도 (dS/m)	pH
적정 범위 - 벼(일반답)	80~120	0.2~0.3	157 이상	2 이하	5.5~6.5

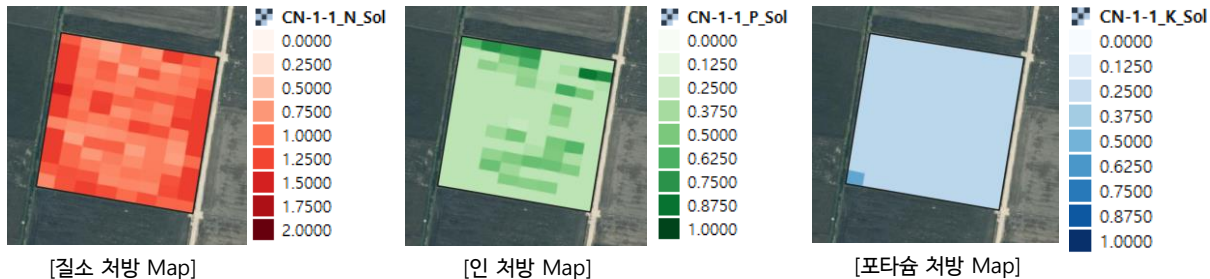
토양 영양 정보 데이터를 분석하여 지리정보와 결합, Mapping 한 후 처방 알고리즘을 기반으로 위치별 최적의 비료 사용량 추천

### | 처방 알고리즘

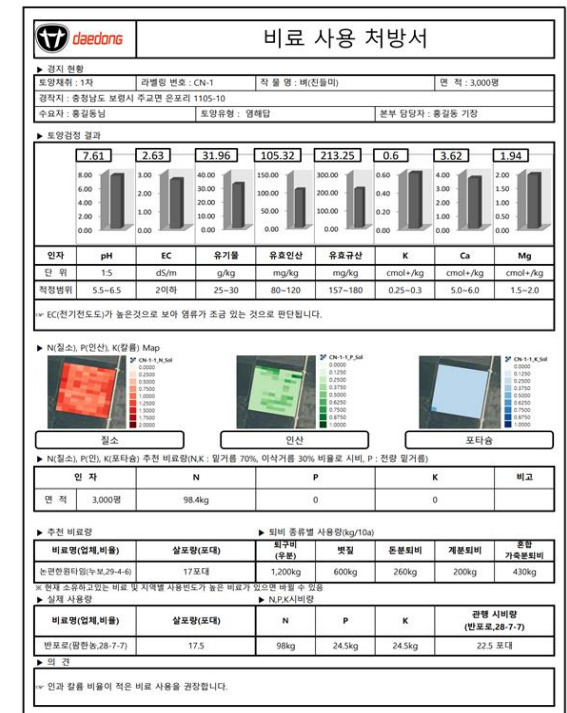
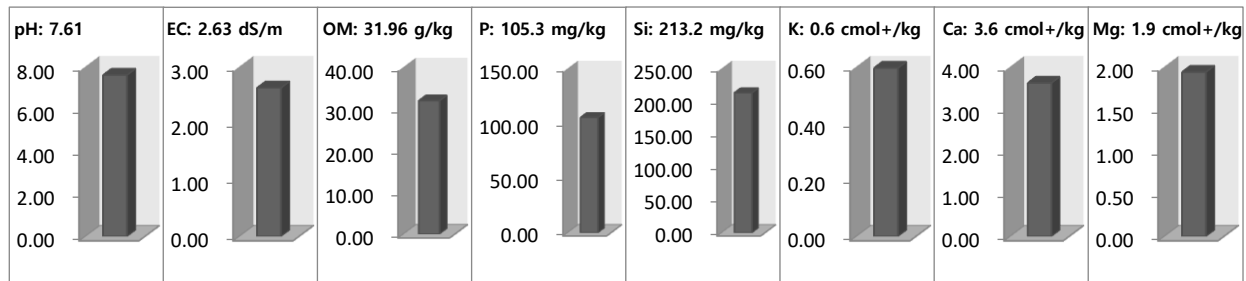
영양소	토양	시비량 산정식 (kg/10a)	최대 사용량 (kg/10a)	최저 사용량 (kg/10a)
질소	일반	$N = 9.14 - 0.109 \times OM + 0.020 \times SiO_2$	13	-
	염해	$N = 9.05 - 0.108 \times OM + 0.020 \times SiO_2$	18	-
인산	일반/염해	$P_2O_5 = (100 - Av.P_2O_5) \times 0.1$	-	3
포타슘	일반/염해	$K_2O = (0.03 \times \text{토양 CEC} - K) \times 47.1$	-	3

- 인산 : 전량 밀거름(기비)로 시비
- 질소, 포타슘 : 밀거름(기비) 70%, 이삭거름(수비) 30%로 분할하여 시비

### | 시비 처방



[토양 성분 분석 결과]



## 2. 스마트 농업 구현

## 생육분석 및 처방 요약

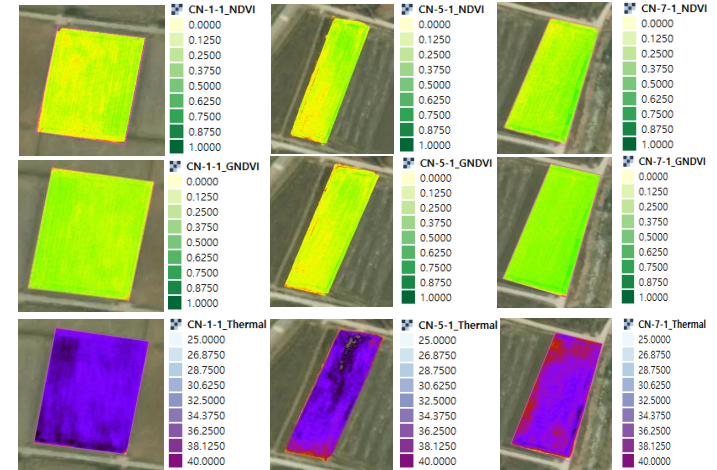
생육 데이터 수집, 분석을 통한 생육 진단 및 적시, 적소 시비 알고리즘 개발  
이를 통한 수확량 증대 및 고품질화로 연결되는 정밀농업 솔루션 개발

### | 생육 데이터 수집 장비

사진			
명칭	고정익 : eBee-X, Disco 회전익 : Phantom, M200/300-RTK, Matrice 600 Pro	RedEdge, Altum, Mx Altum, S110 RGB/NIR, SEQUOIA	농업기술실용화재단 의뢰
측정 항목	RGB, Nir, Thermal Blue(450~490nm), Green(490~570nm), red(630~750nm), NIR(800~2500nm)	N, Ca, K, Mg, P	
출력 포맷	tiff file(Index Map), csv file(Min, Max, Mean, height)	결과 보고서 (*별도 DB화 必)	
수집 방법	작물 촬영 및 온도 분포 데이터 추천 촬영 방법0 [Altitude: 50~60m, GSD: 2~4cm, Speed : 3~5m/s, Overlap : 70~80%]	생육데이터와 교차분석	
데이터 활용 및 예상 결과물	 Multispectral Image, Index Map, Harvest Map	 Nitrogen GIS map	

### | 생육 Index Map

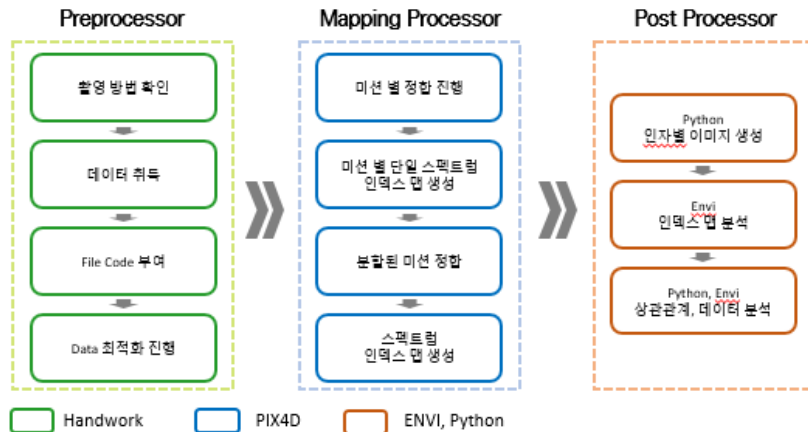
NDVI



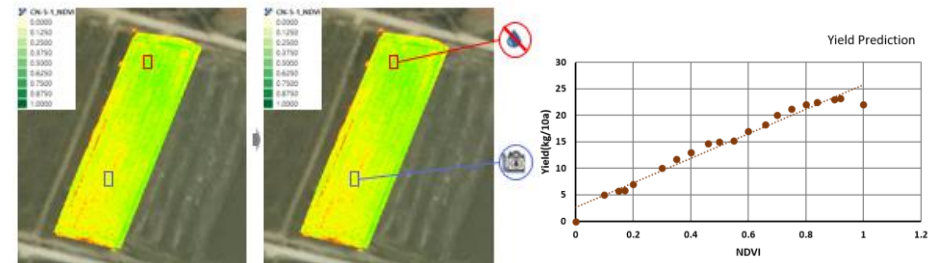
GNDVI

Thermal

### | 정합 및 분석 알고리즘



### | 시비 처방 및 처방



NDVI 및 GNDVI	0.3 이하	0.31~0.5	0.5~0.7	0.71 이상
시비 처방	2.6kg / 10a	2kg / 10a	1kg / 10a	무시비 또는 엄화칼륨 3~5kg / 10a



생육 데이터 수집, 분석을 통한 생육 진단 및 적시, 적소 시비/방제 알고리즘 개발  
이를 통한 수확량 증대 및 고품질화로 연결되는 정밀농업 솔루션 개발

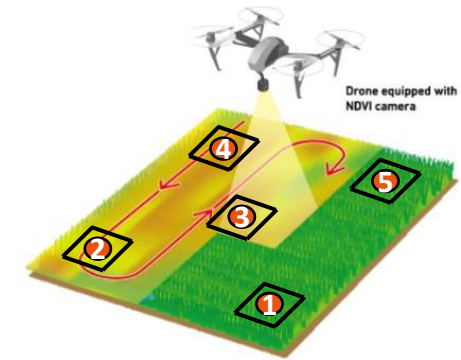
### | 생육 데이터 수집 장비

사진			
명칭	고정익 : eBee-x, Disco 회전익 : Phantom, M200/300-RTK, Matrice 600 Pro	RedEdge, Altum, Mx Altum, S110 RGB/NIR, SEQUOIA	농업기술실용화재단 의뢰
측정 항목	RGB, Nir, Thermal Blue(450~490nm), Green(490~570nm), red(630~750nm), NIR(800~2500nm)		N, Ca, K, Mg, P
출력 포맷	tiff file(Index Map), csv file(Min, Max, Mean, height)		결과 보고서 (*별도 DB화 必)
수집 방법	작물 촬영 및 온도 분포 데이터 추천 촬영 방법0 [Altitude: 50~60m, GSD: 2~4cm, Speed : 3~5m/s, Overlap : 70~80%]		생육데이터와 교차분석
데이터 활용 및 예상 결과물	 <p>Multispectral Image      Index Map      Harvest Map</p>		 <p>Nitrogen GIS map</p>

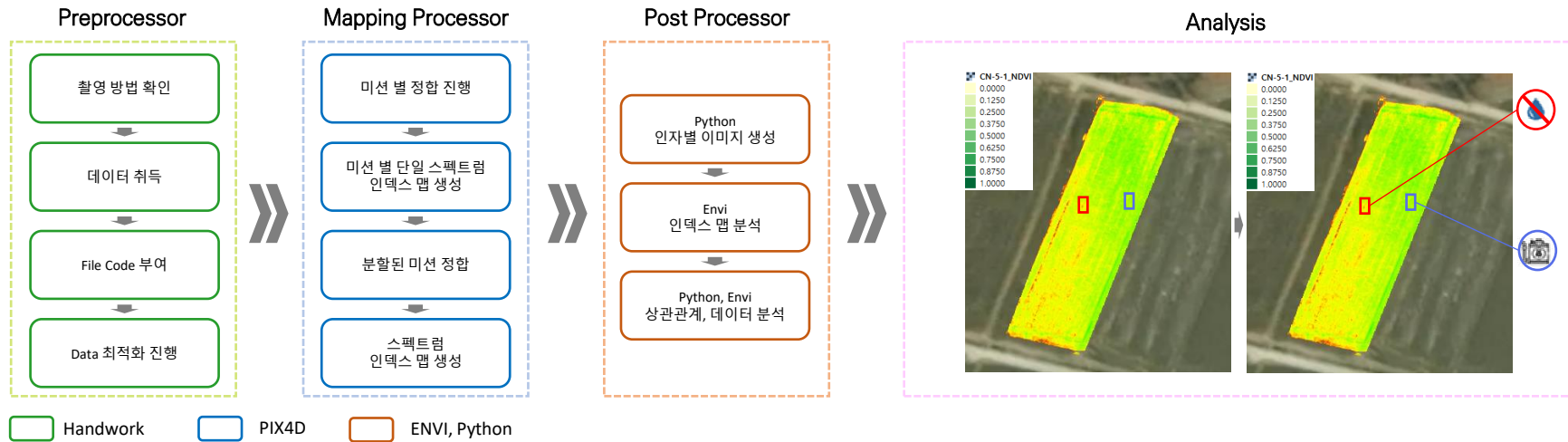
생육 데이터 수집, 분석을 통한 생육 진단 및 적시, 적소 시비/방제 알고리즘 개발  
이를 통한 수확량 증대 및 고품질화로 연결되는 정밀농업 솔루션 개발

### | 수집 계획

- 시험목적 : 생육데이터 촬영 및 생육 데이터 검증
- 시험장소 : 토양데이터 수집 장소와 동일
- 시험장비 : M300-RTK, Altum
- 시험방법 : 드론 촬영 후 NDVI, GNDVI 등 생육 Value 값 추출, 엽 채취 후 데이터 상관관계 분석 및 Mapping
- 측정인자 : RGB, NIR, Thermal, N, K, Ca, Mg, P



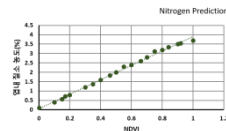
### | 정합 및 분석 알고리즘



### | 시비 처방

- 엽내 질소 및 NDVI 상관관계 분석
- NDVI 지수에 따른 시비 처방

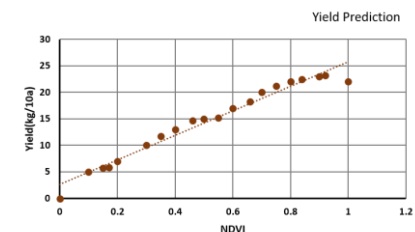
질소 함량	2.5% 이하	2.51~3.19%	3.2~3.39%	3.4% 이상
시비 처방	표준시비량의 30% 증량 2.6kg/10a	표준 시비량 2kg/10a	표준시비량의 50% 감량 1kg/10a	무시비 or 염화칼륨 3~5kg/10a



출수전 30~40일 경 기준 농사로

### | 수확량 예측

- 생육데이터 분석을 통한 수확량 추정
- 작물별 생육데이터 및 수확량 DB화



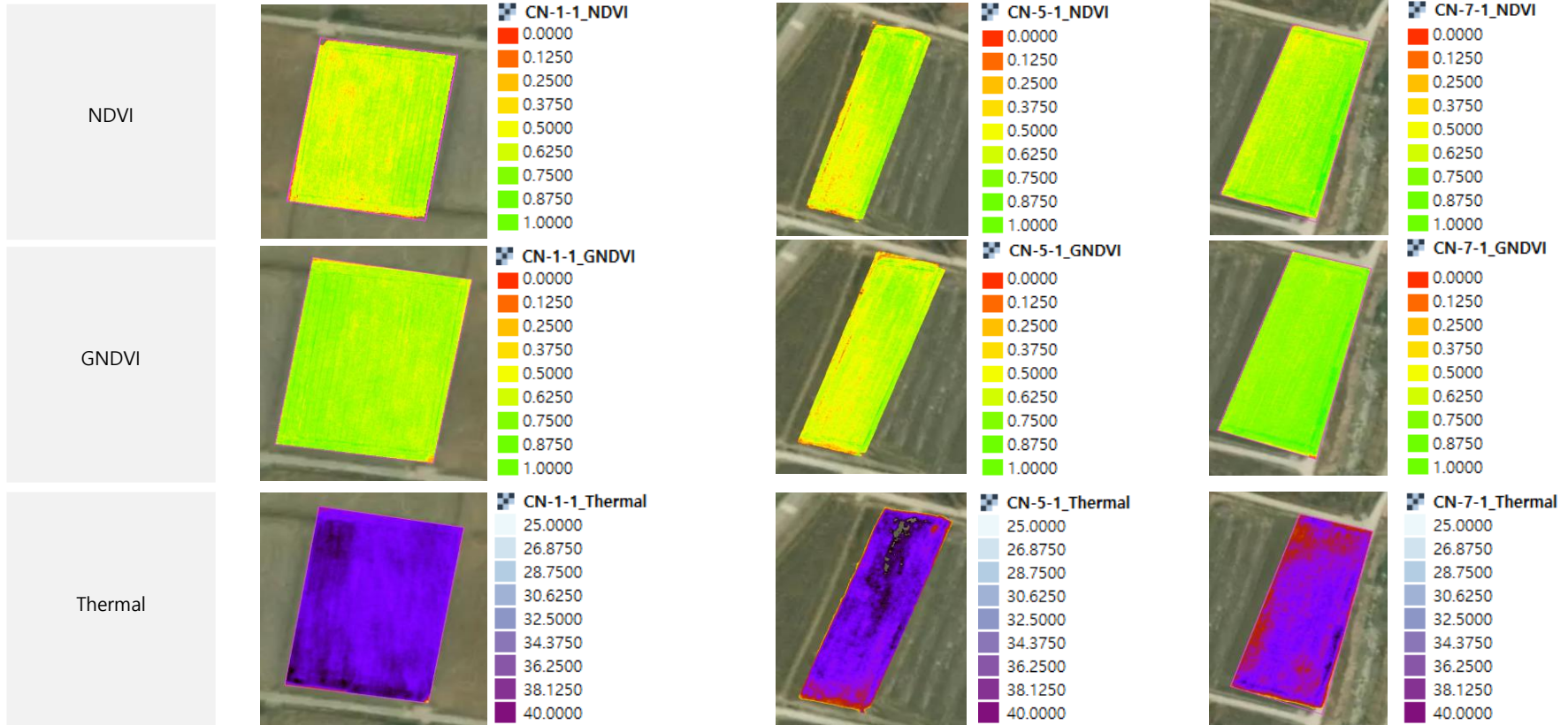
### 생육데이터 촬영 후, 촬영 인자를 사용하여 NDVI, GNDVI, Thermal Index Mapping

#### | 생육 Index Map

보령시 주교면 은포리 1105-10

공주시 의정면 율정리 64-2

공주시 의당면 율정리 64-6



NDVI 및 GNDVI	0.3 이하	0.31~0.5	0.5~0.7	0.71 이상
시비 처방	2.6kg / 10a	2kg / 10a	1kg / 10a	무시비 또는 염화칼륨 3~5kg / 10a

### 수확량 및 품질을 측정하고 정밀분석하여 Mapping 후 이듬해의 시비 설계

#### | 수확량 모니터링 시스템 개발 Process



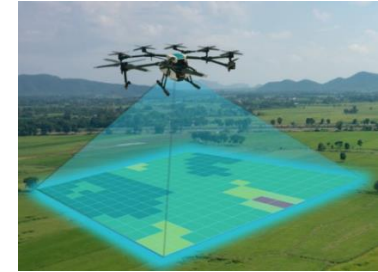
① 필지별 콤바인 수확



② 수확량 측정 및 샘플 채취



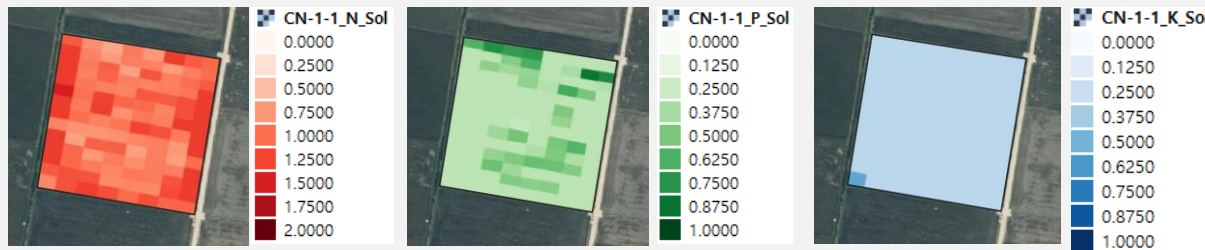
③ 수분 및 단백질 함량 측정



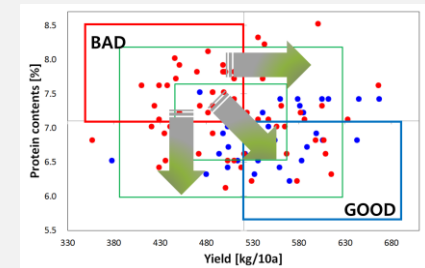
④ NDVI↔수확량 관계구명  
NDVI↔단백질 관계구명

#### | 기대 효과

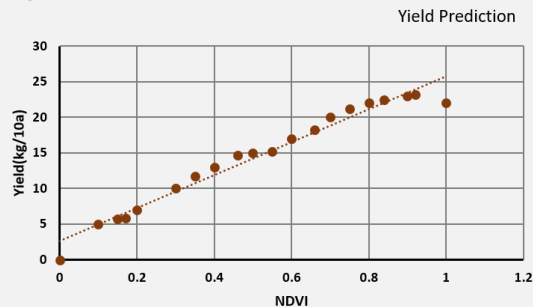
##### ■ 차년도 시비 설계



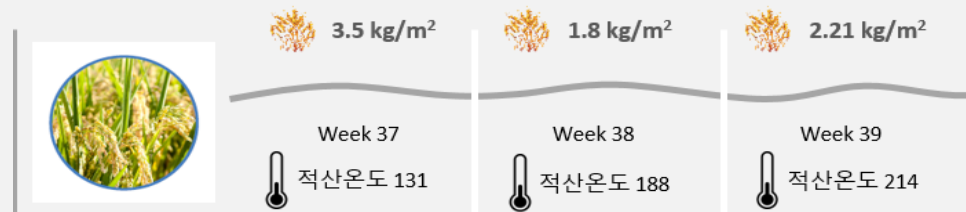
##### ■ 수확량 증대 및 품질 향상



##### ■ 수확량 예측 알고리즘 개발



##### ■ 수확량 기반 수확시기 추천





### 3. 자율 전동 농기계 보급

농기계 자율주행 기술은 Level 0(원격제어) ~ Level 4(무인자율작업) 단계로 분류  
기술 Level에 따라 농기계는 비자동화에서 완전자율농기계로 발전

#### ■ 농기계 자율주행 기술 단계

단계	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
기술 구분	원격제어식	자동조향	자율주행	자율작업	무인자율작업
자동화 범위					




#### ■ 자율주행 농기계 시스템 구성



시스템	구성품
• 자율주행시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ GPS모듈</li> <li>➢ 조향모듈</li> <li>➢ 주행제어기</li> <li>➢ 모니터</li> </ul>
• 환경인식시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 비전인식센서</li> <li>➢ 환경인식제어기</li> </ul>

국외 기업은 Level 3단계의 경로생성 및 추종을 통한 자율작업 단계까지 상용화  
완전무인화 단계인 Level 4단계의 연구 진행중

#### 국외 자율주행 농기계 기술 동향

기업명	John Deere (미국)	CASE IH (CNH Industrial, 미국)	Kubota (일본)
구성	 <p>Receiver</p> <p>Display</p> <p>Steering Controller</p> <p>Sensor</p>	 <p>Receiver</p> <p>Display</p> <p>ElectriSteer</p> <p>AFS Corrections &amp; Accuracy</p> <p>Sub-inch Accuracy: CENTERPOINT™ RTK, CENTERPOINT RTK, CENTERPOINT VRS</p> <p>Medium Accuracy: OMNISTAR™ HP, OMNISTAR™ XP, OMNISTAR™ G2</p> <p>Low Accuracy: WAAS, OMNISTAR™ VRS, RANGEPOINT RTK</p>	 <p>RTK 안테나 장치</p> <p>Display</p> <p>장애물 감지</p>
자율주행 기술단계	• LEVEL3	• LEVEL3	• LEVEL3
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A/B 직진 및 커브 주행</li> <li>• 헤드랜드 감지 자동선회</li> <li>• 작업기 경로 보정</li> <li>• 차량간 군집 주행</li> <li>• 여러 센서를 통하여 주행 정밀도 확보 (카메라, 작물 감지)</li> <li>• 무인 트랙터 실증검증 진행 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A/B 주행 패턴 생성</li> <li>• 자동선회</li> <li>• 작업기 경로 보정</li> <li>• GPS 보정 방식에 따라 위치 정밀도 차등</li> <li>• 무인 트랙터 실증검증 진행 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A/B 직진 및 커브 주행</li> <li>• 일부 기종 완전 무인작업 가능 (단, 외각 경로 수동 주행 필요)</li> <li>• 외부 센서를 통한 안전 기능 확보 (초음파, 라이다)</li> </ul>

국내 농기계 자율주행은 3단계로 진행, 1단계: 직진자율주행/ 2단계: 선회/ 3단계: 차량연동제어  
 국내 기업은 Level 2~3단계의 시제품 개발 진행 중, 대동공업 1level 직진자율주행 이앙기 양산



구분	Step1	Step2	Step3
대동	상용화	PILOT 개발	연구개발단계
LS엠트론	PILOT 개발		
동양물산			
국제종합기계			



< 대동 직진자율주행 이앙기 >



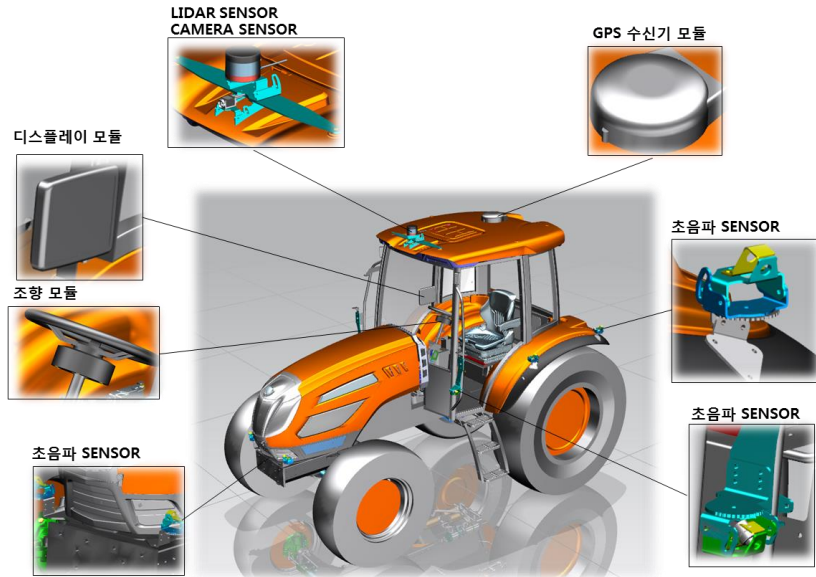
< 대동 자율주행 트랙터 >



< LS엠트론 자율주행 트랙터 >

## 농기계 자동화, 지능화 구현을 위한 자율주행 트랙터 개발 100~130HP급 오토 파워시프트 기반 LEVEL3 자율주행 기능 적용

### | 자율주행 시스템 구성



### | 자율주행 트랙터 형상 및 동작 원리

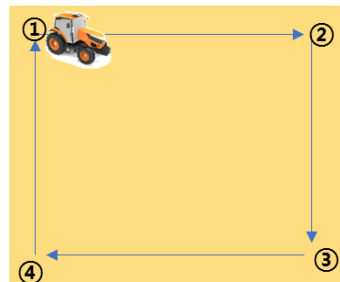


#### ➤ 동작원리

- ① 수cm급 정밀도를 가진 RTK급 GPS로 작업지 최외곽 절대좌표(위도, 경도) 입력
- ② 입력된 포장지의 최외곽부 좌표를 기준으로 최적 작업 방법 및 경로 생성
- ③ 생성된 경로에 따라 조향 제어를 통해 트랙터 작업 수행

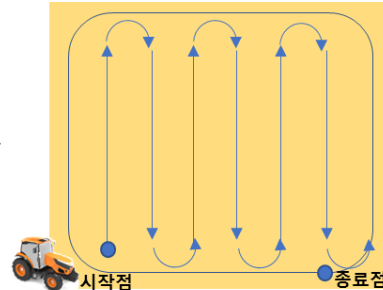
### | 자율주행 조작 방법

#### 1. 작업지 인식



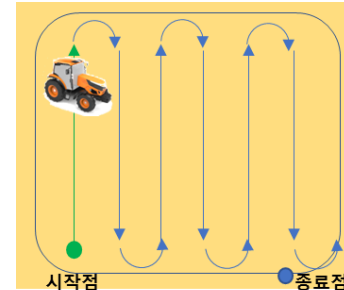
-작업지 외주 수동 주행을 통한 외곽 4지점 위치 인식 (버튼 입력)

#### 2. 경로 생성



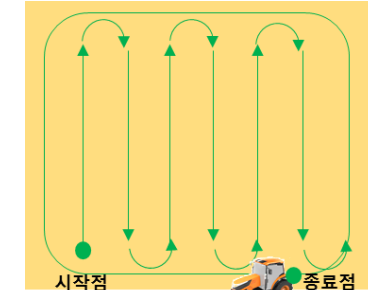
-인식된 작업지를 매핑하여 최적화된 주행 및 작업 경로 생성 (직진, 선회, 회경 구간)

#### 3. 경로 추종



-시작점으로 차량 이동후 자율주행 시작  
-작업 시나리오에 따라 작업부 자동 동작

#### 4. 자율주행/작업 완료



-자율주행 경로 추종 완료 후 기대 정지



콩 재배 골 생성 작업



자율직진 주행을 사용하여 콩 재배 골 생성 작업한 경우는 1필지 기준 4~5골 추가 생성되며, 1골당 25kg정도의 수확량을 감안시 100~125kg 추가 생산 가능 ( 45 ~54만원)

## 시스템의 효율 분석 (콩)

### 1. 수동 vs 자동 조작 비교

- 수동 조작 = 골작업 줄수 **47~ 48줄** ; 경작시간 2시간
- 오토스티어링 = 골작업 줄수 **52줄** ; 경작시간 1시간 40분

### 2. 콩 정부 구매 단가 및 경작 줄 당 가격

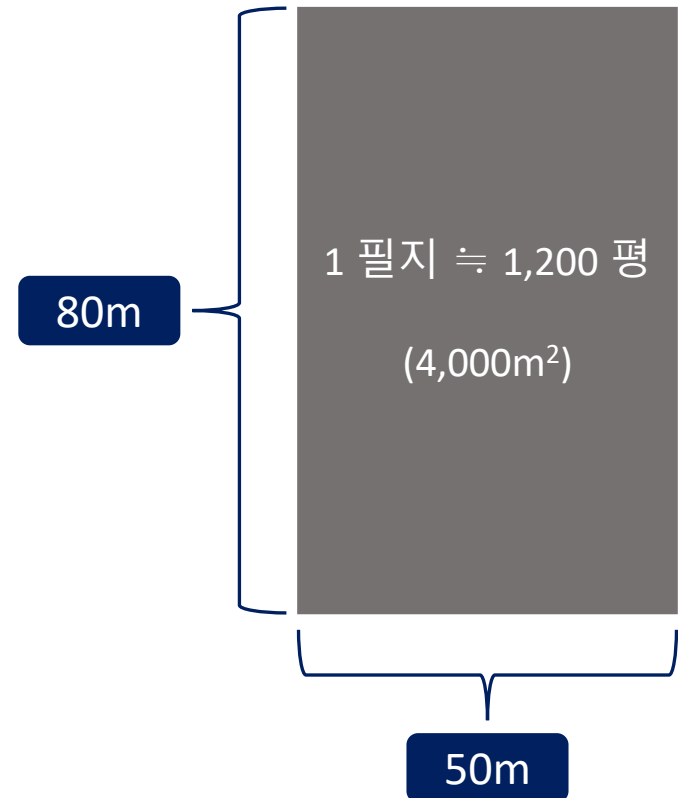
- 콩 1kg 구매가 = 4,500원
- 80미터 1줄 = 콩 생산 평균 25Kg
- 골 4줄 = 콩 100Kg = 45만원

### 3. 효율성 비교 (수확량, 경작시간)

- 1필지당 콩 100Kg 수확량 증대 (수확량 8% 증가)
- 수동조작 대비 경작시간 효율 : 약 20% 증가

### 4. 경제적 이익

- 콩 경작 면적이 200필지라고 가정하면 9,000만원 수확량 증가.



※ 자료 출처 : 김제 진봉면 콩연구회 문윤만 회장 및 정읍 노지섭 농업인

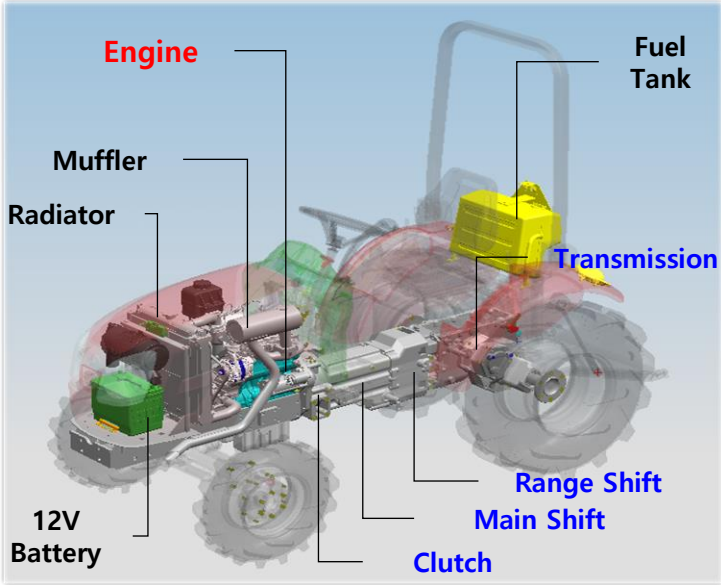
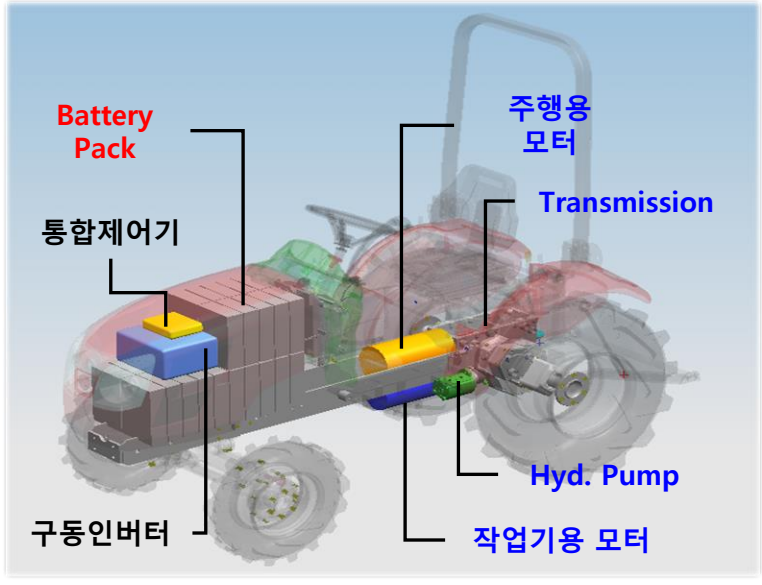
## 4. 전동농기계 기술 동향



#### 4. 전동농기계 기술 동향

내연 기관 vs 전기구동 차이점

전기트랙터는 디젤트랙터 기반에서 엔진이 장착된 공간에 모터, 인버터, 배터리 등 고전압 부품 장착  
엔진 악세서리부품이 불요하여 구조 단순하며 모터구동으로 배기가스 배출 없음

구분		내연기관(디젤) 트랙터	전기트랙터
구성			
주요 구성	핵심 부품	디젤 엔진	전기모터 + Battery Pack + 인버터 + 통합제어기
	악세서리부품	연료탱크, 라디에이터, 냉각팬, 소음기, 에너지리너	불 요
사용 동력 비율		디젤엔진 : 100%	전기모터 + Battery : 100%
배기가스 여부		배기가스 배출	배기가스 배출 없음 (Zero - Emission)
기타		배기가스 규제 강화로 비용 상승	고가 (Battery 가격) 배터리 가격 점진적으로 하향 추세

해외 선진사에서 전동 농기계에 대한 기술 개발을 지속  
일부 제조사에서 소형 전기 트랙터를 출시, 시장 형성 초기 단계

제조사	모델	사진	사양	동향
JOHN DEERE	1RE		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept Vehicle</li> <li>• 순수 전기트랙터</li> <li>• 리튬이온배터리</li> <li>• 급속 충전</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형 트랙터는 순수 전기</li> <li>대형트랙터는 하이브리드 타입 연구 진행중</li> <li>• 전기 트랙터 양산 모델               <ul style="list-style-type: none"> <li>- FENDT e100(70마력급),</li> <li>- FARMTRAC 25G(25마력)</li> </ul> </li> </ul>
FENDT	E100 Vario		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양산 모델</li> <li>• 순수 전기트랙터</li> <li>• 리튬이온배터리 :100kWh</li> <li>• 시스템 전압 : 650V</li> <li>• 급속충전 적용( 40분 80%)</li> </ul>	
STEYR	Concept		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept Vehicle</li> <li>• 200hp급 Hybrid 트랙터</li> <li>• 배터리 30kWh or 60kWh</li> </ul>	
Farmtrac	25G(electric)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양산모델</li> <li>• 리튬이온 300Ah 72V</li> <li>• 구동모터 : 15kW AC유도기</li> </ul>	

주요 선진사에서 전동자율 기반의 농업용, 작업용 로봇 연구를 진행하고 있으며  
국외 농업용 전동자율 로봇은 상용화 단계에 진입

## 국외 전동자율 로봇 기술 동향

기업명	KUBOTA X Tractor (Concept)	혼다 3E-D18	John Deere J/D spray robot
구성		  	
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>전동자율 로봇 트랙터</li> <li>리튬이온전지 및 태양광충전 조합</li> <li>4륜 크롤러 적용으로 모든 지형에서 안정적으로 자율주행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전동자율주행 오프로드 작업차량</li> <li>상부 작업기 교체를 통해 농사, 건설, 소방 등의 다양한 작업 수행</li> <li>오프로드 및 다양한 환경에서 자율주행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전동자율 로봇 방제기</li> <li>560리터 탱크</li> <li>30피트 붐</li> <li>1.9m의 지면높이</li> <li>4륜 조향</li> <li>4개의 트랙으로 지면 압력 최소화</li> </ul>

국내 농기계업체 소형 전기 트랙터 및 하이브리드 트랙터 기술 개발 수행  
 주요 농기계 제조사에서 전동화에 대한 연구는 진행되었으나 보급으로 이어지지는 않음

모델	대동공업	LS엠트론	동양물산
사진			
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 순수 전기트랙터</li> <li>• 리튬이온배터리</li> <li>• 원격조향제어</li> <li>• 완속 충전(220V)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양산출시 ('16년)</li> <li>• 병렬형 하이브리드 시스템</li> <li>• 원격모니터링 시스템 장착</li> <li>• 리튬-인산철 배터리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 순수 전기 트랙터</li> <li>• 리튬이온 배터리</li> <li>• 350V 고전압</li> <li>• 급속 / 완속 충전</li> <li>• V2G 활용 가능</li> </ul>

## 국내 농기계 업체 및 벤처기업에서 기존 농기계외 새로운 전동자율 플랫폼 개발 진행중

### ■ 국내 전동자율 로봇 기술 동향

기업명	그리노이드 다목적 플랫폼	대동공업 자율주행 골프카트
구성	 <p>The image shows the Greenoid platform in two states: a disassembled view of its modular components (top) and a fully assembled unit operating in a rice field (bottom).</p>	 <p>The diagram illustrates the evolution of autonomous golf carts. On the left, a standard golf cart is equipped with a '카메라 센서' (camera sensor) and 'GPS+IMU' (GPS+IMU) system, labeled '비전 및 GPS 기반 자율주행' (vision and GPS-based autonomous driving). An arrow points to the right, showing a more advanced '미래형 카트 모델' (future-type cart model) with a '필드 자율 주행' (field autonomous driving) capability.</p>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>전동 자율주행 플랫폼 기반</li> <li>제조, 방제, 생육분석 등 모듈 탑재하여 논/밭농업 대응</li> <li>4륜 독립 구동으로 다양한 패턴 주행 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비전 및 GPS 융합 전동자율주행</li> <li>자율주행 관제 기술 적용</li> <li>골퍼 위치 Following 기술 적용</li> </ul>

**END OF DOCUMENT**

