

발간등록번호

11-1543000-001829-01

스마트팜 핵심기술 국산화 및  
서비스 전략 개발을 통한 기술사업화  
최종보고서

2017. 09. 21.

주관연구기관 / 솔트웨어(주)  
협동연구기관 / 호서대학교

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “스마트팜 핵심기술 국산화 및 서비스 전략 개발을 통한 기술사업화”(개발기간 : 2017. 04. ~ 2017. 06.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 07. 31.

주관연구기관명 : 솔트웨어(주)           (대표자)       (인)  
협동연구기관명 : 호서대학교           (대표자)       (인)

주관연구책임자 : 김 창 배  
협동연구책임자 : 구 경 완

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의  
합니다.



## 보고서 요약서

과제고유번호		해 당 단 계 연 구 기 간	2017.04.01. ~ 2017.06.31.	단 계 구 분	기획/ 총 3 단 계
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	기술사업화지원사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	스마트팜 핵심기술 국산화 및 서비스 전략 개발을 통한 기술사업화			
연구책임자	김창배	해당단계 참 여 연구원 수	총: 9명 내부: 3명 외부: 6명	해당단계 연 구 개 발 비	정부: 20,000천원 계: 20,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 13.80명 내부: 13.80명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:1,240,000천원 계:1,240,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	솔트웨어(주) 호서대학교			참여기업명 솔트웨어(주)	
위 탁 연 구	연구기관명:			연구책임자:	
1. 스마트팜 원격재배컨설팅 서비스 개발 ○ 스마트팜 원격재배 컨설팅은 노지 및 시설에서 농작물의 생육·환경 정보를 수집하고 재배 환경을 제어하며, 농작물에 대한 자문을 수행하여 농작물의 수확량 증대와 품질을 향상시키는 서비스로, 핵심기술을 탐색하고 서비스를 모델화하였음 2. 스마트팜 핵심요소 국산화 ○ 스마트팜 핵심기술요소의 자재 및 기능을 분석하여 개발원가 절감 및 유지보수 편의성 확보를 위한 산업 퍼준 자재 사용 가능성을 분석 3. 서비스 및 상품 시장 조사 및 평가 ○ 스마트팜의 국내 및 해외 시장에 대한 기술요구 및 시장 환경 조사 ○ 국내 농가와 농업회사 등 수요처의 스마트팜 기술·가격 등에 대한 요구조사				보고서 면수	

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 환경·생육·시장 정보를 활용한 스마트팜 원격 재배 컨설팅 서비스 개발을 통해 기술경쟁력 제고 및 부가가치 창출             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 선진 기술/특허 분석을 통해 핵심기술 개발                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오픈 H/W, S/W를 활용 제품화</li> <li>- 산업표준 자재로 모듈화, DIY화, 호환성유지</li> <li>- 안정적인 사후관리와 농가의 자주 보수</li> <li>- 원가절감 방안 및 경쟁요소 발굴</li> </ul> </li> <li>○ 다양한 테스트베드로 데이터 축적 및 확보                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 농가의 da참여로 데이터 축적</li> <li>- 기존 온실 참여를 위한 과도기(Interim) 제품</li> <li>- 원격 컨설팅을 위한 생육측정 장치개발</li> <li>- 기 확보 100여 종의 생육정보 공유</li> <li>- 컨설팅을 위한 전문가 풀 구성</li> </ul> </li> <li>○ 지속 가능한 제품 및 서비스 개발                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자문단의 의견수렴 및 평가로 기능 확장</li> <li>- 서비스 모델의 차별화 전략 마련 및 사업성 분석</li> <li>- 서비스 수익 모델 개발</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>□ 스마트팜 서비스에 필요한 핵심요소·부품 국산화를 통해 스마트팜 자재 수입 대체 및 수출 역량 확보             <ul style="list-style-type: none"> <li>- ICT를 활용한 서비스 개발로 경쟁력을 높이고 부가가치를 창출</li> </ul> </li> </ul>
------------------------	--

<p>연구기획성과</p>	<p><b>1. 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 개요             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트팜 원격재배 컨설팅은 노지 및 시설에서 농작물의 생육·환경 정보를 수집하고 재배 환경을 제어하며, 농작물에 대한 자문을 수행하여 농작물의 수확량 증대와 품질을 향상시키는 서비스를 의미</li> <li>- 비전을 활용한 원격 생육분석 및 생육 진단 시스템과 머신러닝 기법을 활용한 인공지능 생육 분석 프로그램을 포함</li> <li>- 컨설팅 그룹과 분석시스템은 수집된 농작물의 생육 정보와 농가의 영농일지를 자동으로 분석하고, 농가의 애로 사항에 대한 자문 수행</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">&lt; 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 운영체계 &gt;</p>
---------------	--

□ 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 구성

○ 환경정보 수집 및 제어 시스템

- 스마트폰 일반카메라로 작물을 생육상태를 촬영하고, 빛 파장대역별로 영상을 분리한 후 스트레스 및 병충해를 측정하여 생육상태를 분석
- 신규 설치되는 스마트팜 시설과 기존 농가에도 특별한 시설 변경 없이 설치할 수 있으며 산업 표준의 모듈형 구조로 유지보수 및 비용 절감이 가능한 시스템
- 재배단지별 네트워크 또는 스마트폰과 센서 네트워크를 통한 재배환경 정보 수집 및 제어를 통해 인터넷 설치 등 초기구축 비용 절감 가능



< 환경 정보 수집 및 제어 시스템 운영체계 >

○ 원격재배 컨설팅

- 주로 소규모 농가를 대상으로 스마트폰을 활용하여 서비스를 제공하고, 스마트폰과 환경 센서를 통해 생육정보 수집하여 전문가 분석과 컨설팅, 영농일지 작성 등에 활용되는 서비스
- 환경 센서와 이미지를 활용한 생육 관련 데이터를 수집하고, 머신 러닝 기법을 활용하여 생육 상태 측정 및 분석
- 농가의 생육 데이터와 최적화된 재배환경의 생육 데이터를 비교·분석하고, 이를 기반으로 전문가 자문을 통해 작업일정, 방제 방법, 품질관리 등 생육 전반에 대한 컨설팅과 판매, 유통 등 농가 경영에 대한 전문적 컨설팅 수행



< 원격재배 컨설팅 운영체계 >

○ 생산관리

- 전문가 컨설팅 결과를 바탕으로 작물, 생산시설별 재배매뉴얼을 시스템에서 선택하여 재배 환경 및 장치를 제어·관리
- 파종, 수확, 방제 등 작물별 농작업 일정을 조정·관리하고, 농가 환경 및 재배 방식에 따른 생육 상태를 측정하여 농산물에 대한 생산 및 품질 관리



< 생산관리 운영체계 >

2. 스마트팜 핵심요소 국산화 전략 수립

- 스마트팜, 비닐하우스 등 농업생산시설에 활용되는 자재는 크게 골조자재, 피복자재, 생육환경 조절 자재, 관수·양액자재로 구분 될 수 있음
  - 골조자재의 종류로는 목재, PVC, 알루미늄, 철재(파이프, PVC 피막, 원형, 각관, 기타) 등이 있으며, 시설의 기초 뼈대로 태풍이나 폭설 등에 견뎌낼 수 있도록 내구성 요구
    - 골조자재의 부속자재로는 볼트, 너트, 연결용T, 연결용L, 연결 소켓이 있음
  - 피복자재는 내부 작물의 생육관리 환경을 결정하는 가장 중요한 기초 자재 중 하나로, PE, PVC, EVA, PO, 직조필름, 불소수지, PET 등의 필름과 유리, PC, PET 등의 유리로 구분
    - 보온커튼이나 알루미늄스크린 등 보온자재는 작물의 보온성 확보와 화석연료 에너지 절감을 위해 그 중요성이 계속 커지고 있음
  - 생육환경조절자재는 온·습도, 광도 조절, 가온 시설, 관수 등 각종 제어시스템을 의미하며 냉·난방보온덮개, 난로, 보일러, 온풍난방기, 냉방장치, 제어기, 방제기, CO<sub>2</sub> 발생기, 환풍기, 가습기, 제습기, 송풍기 등이 있음
  - 관수·양액 자재는 PE파이프, 점적호스, 분수호스, 스프링클러, 점적단추, 피막철재, 스티로폼, 암면(락울), 펄라이트, 왕겨, 훈탄, 질적, 피트머스, 코코피트, 혼합 배지, 순환펌프, 여과기, 양액공급장치, 양액탱크 등이 있음
- 국내 시설농자재 산업의 시장 규모는 약 1조 1,345억 원으로 이 중 시설골조자재는 5,399억 원(47.6%), 피복자재는 3,552억 원(31.3%)로 높은 비중을 차지하고 있음에 따라 두 자재에 대한 국산화 대체와 수출역량 확보가 필요
  - 스마트팜은 주로 중대형 연동형 구조로 높은 내구성을 지닌 철골 자재를 필요로 하고 있으나, 높은 원가와 생산업체간 과다 경쟁으로 농업용 철골자재에 대한 내수시장의 수익성이 낮음
    - 강관 등과 같은 철강 구조는 높은 하중으로 광 투과율이 낮고 설치가 어렵고, 시설내부의 높은 습도로 인해 항부식성이 낮은 반면 알루미늄 구조 대비 구축 비용이 저렴

- 스마트팜 설치에 사용되는 강관의 연간 내수 시장규모는 연간 300~350만 톤 수준으로 대부분 건설용(50%), 자동차용(15%), 전기전자(10%), 일반기계 및 조립금속(10%), 조선(5%) 등의 용도로 이 중 농업용 강관 생산량은 전체의 2.5% 정도에 불과
- 농업용 강관의 원료가격이 정가의 80% 이상으로 높은 비율을 차지하고 있으며, 생산업체 간 과도한 경쟁으로 인한 생산업체의 수익성이 매우 낮은 편
- 농업용 철골소재의 유통은 최근 농협 계통구매 비중이 점차 감소하고 대리점 등을 통한 업계 자체브랜드의 유통이 더욱 활발해지면서 저가의 중국산 자재 사용률 증가
- 국내에서 생산되는 농업용 피복자재는 계절성 수요와 낮은 시설 가동률로 생산효율이 떨어지며, 생산업체간 과다경쟁으로 수익성이 낮음
  - 피복자재에 대한 표준화의 부재로 다양한 규격 요청과 개별 구매로 판매, 운송비가 증가하고 있으며 상품 회전률이 저하되고 있음
  - 또한, 피복자재에 대한 R&D 투자가 낮아 고품질, 기능성 피복 자재의 생산이 불가능함에 따라 수입산 자재의 점유율이 확대 되고 있음
- 이와 같이 스마트팜 구축에 필수적인 자재의 국산화와 수출 역량 확보를 위해 고내식강 자재 개발 및 유통이 활성화 되어야 하며, 이러한 자재로는 POSMAC과 내충격 PMMA가 있음
- POSMAC<sup>POS</sup>COMagnesium Alloy Coating product 는 POSCP에서 개발된 고내식 합금 도금강판으로 중동지역 스마트팜 사업용 제품에 적용될 예정
  - POSMAC은 Zn-3% Mg-2.5% Al 3원계 고내식 합금도금강판으로 용융아연도금강판(GI,HGI) 대비 5배 이상의 내식성을 보유하고 있으며, 알루미늄 및 PE 자재와 대비하여 30% 가량의 원가 절감이 가능

	POSMAC		GI(H)	Galvalume
SST,Flat 800hr	1.2t, 120g/m <sup>2</sup>	1.2t, 180g/m <sup>2</sup>	1.2t, 180g/m <sup>2</sup>	1.2t, 100g/m <sup>2</sup>
SST,Flat 1000hr				

< POSMAC의 내구성 시험 결과 >



재배기



재배용 커트



스마트팜 구조물

< POSMAC을 활용한 스마트팜 구조물 >



- 내충격 PMMA<sup>Polymethyl methacrylate</sup>는 아크릴 수지로서 최근 유럽에서 유리온실을 대체품으로 많이 사용되고 있음
  - PMMA는 투명성, 내후성 등이 우수하여 자동차, 전기전자의 부품 소재 및 건축 자재 등으로 널리 사용되고 있는 고분자 소재로 식물생육에 최적의 제품
  - 90~92%의 우수한 광 투과성과 열관류율 2.5W/m<sup>2</sup>K의 우수한 단열성능을 갖추었으며, 최소 15년 간 황변 현상 방지가 가능
  - 유리 소재와 대비하여 구축비용이 110% 가량 저렴하며, 소재의 무게 50%이하로 구조 절감과 빠른 구축이 가능
  - 중동의 고온지역을 위한 제품으로 개발되었음



< 시공 후 5년이 경과한 PMMA를 활용한 재배시설 >

- 스마트팜 자재의 국산화를 위한 사업화 진행을 위해 경기도농업기술원, 맥스포, LG 등 제품 설계 및 시업 사업을 진행하고 있음
  - 고내식강-식물 재배기 및 베드, 고내식강-온실용 구조물, PMMA-온실용 피복 등에 대한 개발과 중동지역의 스마트팜 시스템에 적용을 위한 협의 등 활발한 사업화가 진행되고 있음
- 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스는 재배시설의 측정 및 제어를 위한 오픈소스 기반의 HW/SW 제품과 이를 연결하는 센싱·제어 인터페이스, 외부와 연결하는 외부 연동 인터페이스로 구성



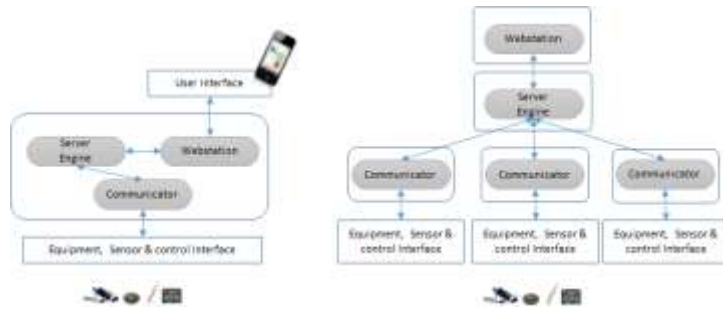
< 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스의 구성 >

- 오픈소스 기반의 SW는 PLC 형태로 스케줄링 제어 및 Rule 기반의 제어가 가능하며, 계산·수식 처리, 상황인식 및 단순 프로그램 수행이 가능
- 또한, 웹 환경과 모바일 환경에서 모두 지원 가능한 HTML5 기반으로 독립적 동작과 다층 형태의 분산기능 동작 모드로 활용이 가능



< 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 핵심 제품의 특징 >

- 제품의 인터페이스 모듈은 WiFi, Bluetooth로 구성된 서비스 연동용 통신 인터페이스를 활용하며, 시스템 모듈은 Raspberry Pi, Orange Pi 같은 산업표준의 저가 시스템을 활용
- 센싱·제어용 인터페이스는 확장형 인터페이스 보드를 활용하여 Analog, Digital, Relay의 방식으로 제공
- Rola, LTE-M 등과 같은 IoT 네트워크 구성은 옵션



< 제품 인터페이스 모듈의 특징 >

- 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 핵심요소의 국산화 방안으로는 국내외 오픈 시스템을 활용한 센서 및 제어장치 어플리케이션 개발
- 해외의 스마트팜용 어플리케이션 제품의 판매가는 HW 원가의 30% 내외로 책정되고 있고, 최근 IoT 솔루션 확산에 따라 범용 어플리케이션의 개발가도 낮아지는 추세이지만, 국내수요가 적고 해외대비 국내가격이 높아 국내업체 들은 개발과 생산을 기피하고 있음

< IoT 솔루션을 활용시 해외대비 국내가격과 시장의 특징 비교 >

품목	해외대비 국내가격	시장특징
측정·제어용 메인보드	130%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해외에서 대량생산으로 가격경쟁력 떨어짐</li> <li>• 해외제품은 Upgrade 및 구매 용이</li> <li>• 세계 표준화로 유지보수에 유리</li> </ul>
센서류	60%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해외유명 제품에 국내 센서가 OEM 납품됨</li> <li>• 판매량 및 해외 어플리케이션에 연동 때문에 국내 판매망이 거의 없음</li> </ul>
제어장치	150%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정밀제어장치 부분이 적음</li> <li>• 단순제품은 많으나 통신제어부분이 없어 스마트 팜에 통합적용이 어려움</li> </ul>
솔루션	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 소프트웨어 기술 수준에서는 가능하나 시장이 없어 개발 없음</li> </ul>

- 스마트팜용 어플리케이션 개발시 국내외의 오픈 시스템(메인보드)를 개발에 활용하면, 개발 원가를 절감하고 제품의 지속성과 유지보수의 편의성 확보 가능
- 오픈 시스템과 연동되는 디바이스드라이브 개발·공급하고, 산업 표준 제품과 호환 가능한 제품 발굴하여 사용 매뉴얼 및 동영상과 함께 보급
- 또, IoT 커뮤니티의 슈퍼 컨슈머, 커뮤니티에게 어플리케이션 개발을 위한 전문지식 및 자금 지원하여 다양한 어플리케이션을 제작

### 3. 서비스 및 상품 시장조사 및 평가

- 스마트팜의 국내 및 해외 시장 진출을 위해 현황조사를 통한 기술요구 및 시장 환경 분석이 필요함
- 시설원에 스마트팜 재배농가의 50%는 재배면적이 1천 평 미만이며, 채소류 재배 농가 수가 가장 많아 다수의 고객확보에 유리

< 시설원에 스마트팜 재배면적별 농가 수 >

	채소		화훼		과수		특용		전체	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1천 평 미만	430	46.1	83	43.7	49	70	28	66.7	590	47.8
1천~3천 평	325	34.8	58	30.5	17	24.3	5	11.9	405	32.8
3천~5천 평	75	7.8	35	18.4	2	2.9	2	4.8	114	9.2
5천~1만 평	82	8.7	8	4.2	2	2.9	4	9.5	96	7.8
1만~3만 평	16	1.7	6	3.2	-	0	3	7.1	25	2
3만 평 이상	5	0.4	-	0	-	0	-	0	5	0.4
<b>전체</b>	<b>933</b>	<b>100</b>	<b>190</b>	<b>100</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>42</b>	<b>100</b>	<b>1,235</b>	<b>100</b>

- 시설원에 스마트팜은 농가의 69%가 연동형으로 구성되어 있고, 온실의 형태는 비닐온실이 85%로 대다수를 차지하며 특히 채소류와 화훼류에서 높은 비율을 보임

< 시설원에 스마트팜 온실종류 별 농가 수 >

		채소	화훼	과수	특용	기타	전체
온실분류	단동	34.1%	18.4%	0%	73.5%	50%	31%
	연동	65.9%	81.6%	100%	26.5%	50%	69%
<b>전체</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
온실형태	유리온실	7.1%	2.7%	1.7%	0%	0%	5.2%
	경질판온실	0.8%	0%	0%	2.9%	0%	0.8%
	비닐온실	90.9%	94.6%	98.3	11.8%	75%	85.2%
	재배사	1.2%	2.7%	0%	85.3%	25%	8.8%
<b>전체</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

- 시설원에 분야 ICT 적용 기술은 양액 또는 신재생에너지만을 활용하는 단순 구동방식의 농가수가 21.5%, 양액제어, 개폐제어, 온습도제어, 보안시설 등을 2개 이상 제어하는 농가가 46.5%, 3개 이상 구동하는 농가가 15.5%, 모든 시설을 갖춘 농가는 0.6%로 나타남
- 채소류는 단순 구동 방식이 36.1% 가장 높아 스마트 팜 보급 규모에 비해서는 ICT 제어 수준은 떨어지는 것으로 나타났음. 화훼류, 과수류, 특용작물은 대부분 위 시설 중 2개 이상을 구동하는 방식이 가장 많음

< 시설원에 분야별 ICT 적용 기술 >

구분	채소	화훼	과수	특용	전체
양액제어	35.1%	10%	-	-	20.9%
신재생에너지시설	1%	-	-	-	0.6%
양액제어+개폐제어	29.9%	25%	1.9%	33.3%	20.9%
개폐제어+온습도제어	13.4%	35%	76.9%	33.3%	35.5%
개폐제어+보안시설	2.1%	5%	21.2%	-	8.1%
양액제어+온습도제어	4.1%	-	-	-	2.3%
온습도제어+보안시설	-	-	-	33.3%	0.6%
양액제어+개폐제어+온습도제어	6.2%	5%	-	-	4.1%
개폐제어+온습도제어+보안시설	5.2%	5%	-	-	3.5%
양액제어+개폐제어+보안시설	3.1%	10%	-	-	2.9%
개폐제어+양액제어+온습도제어+보안시설	-	5%	-	-	0.6%
<b>전체</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

- 생산 품목별 ICT 제어수준을 구분해 보면 순위가 높은 품목은 대부분 시설 재배가 진전된 과채류 및 시설과수류인 것으로 나타났으며 장미, 국화를 제외한 화훼류, 양파 등은 순위가 낮게 나타남

< 생산품목별 ICT 제어수준 >

단계	ICT 제어수준 (ICT기술수준 지수)	품목
1단계	단순제어 (0.1 ~ 0.3)	야생화, 복숭아, 심비디움, 양파, 안개꽃, 자두, 카네이션, 고구마, 시금치
2단계	복합제어 (0.4 ~ 0.8)	난, 수박, 콩나물, 버섯, 호박, 풋고추, 국화, 가지
3단계	복합제어 (0.4 ~ 0.8)	파프리카, 오이, 장미, 만감류, 포도, 토마토, 딸기

- 원예시설농가 85개를 대상으로 실시한 ICT 적용 기술에 대한 만족도 설문 결과, 대체적으로 만족하는 응답을 보였음

< 원예시설농가 대상 ICT 적용 기술 만족도 설문조사 결과 >

구분	도입율(%)	만족도(점)	
외부 환경 센터	온도	100	4.53
	습도	88.2	4.52
	풍향/풍속	98.8	4.5
	강우	98.8	4.57
	일사량	96.5	4.57
내부 환경 센터	온도	100	4.62
	습도	97.6	4.63
	CO2	89.4	4.67
	토양수분(토경)	38.8	4.67
	양액측정센서	89.4	4.61
	수분센서	78.8	4.58

구분		도입율(%)	만족도(점)
영상장비	적외선카메라	82.4	4.56
	DVR	94.1	4.53
시설별 제어 및 통합제어장비	환기	100	4.64
	난방	90.6	4.65
	에너지절감시설	75.3	4.7
	차광커튼	89.4	4.67
	유동팬	96.5	4.63
	온수/난방수 조절	81.2	4.64
	모터제어	83.5	4.63
	양액기 제어	88.2	4.64
	LED	22.4	4.42
최적 생육환경 정보관리시스템	실시간 생장환경 모니터링	45.9	4.62
	시설물 제어 환경	57.6	4.69
	생육정보 DB 분석시스템	29.4	4.6

(1: 매우불만족, 2: 불만족, 3: 보통, 4: 만족, 5: 매우만족)

- 스마트팜 도입농가와 미 도입농가의 특성에 대한 조사 결과, 스마트팜 도입농가 경영주의 평균 연령은 미 도입농가보다 5.7세 젊으며, 재배규모도 더 큰 것으로 나타남
- 경영주의 평균 연령은 도입농가가 52.6세로 미 도입농가의 58.3세보다 5.7세 젊으며, 50대 이상의 비율도 도입농가가 72.9%로 미 도입농가의 85.1%보다 12.2% 낮은 것으로 나타남
- 하지만 연령 차이와 비교해서 농업종사기간 차이는 약 1년으로 크지 않아, 도입농가는 미 도입농가와 비슷한 수준의 영농경험을 가지고 있지만 나이는 젊은 것으로 분석됨
- 시설원예의 경우 스마트 팜 도입농가의 규모가 미 도입농가보다 크지만 사용 노동력은 비슷하게 조사됨
- 도입농가의 전반적인 재배규모가 미 도입농가보다 큰 것으로 조사되었으며, 시설원예의 경우 도입농가의 재배면적은 7,249㎡로 미 도입농가의 6,771㎡보다 평균 478㎡ 넓은 것으로 나타남
- 시설의 재질은 도입농가와 미도입농가 모두 대부분 비닐로 조사되고, 미 도입농가의 경우 시설의 형태가 단동이 많지만 도입농가는 연동이 많은 것으로 나타남
- 이는 연동형태가 단동에 비해 스마트 팜 설치 시 효율성 면에서 유리하여 연동 시설농가가 스마트 팜 도입을 선호하는 것으로 분석됨

		스마트 팜 도입농가		스마트 팜 미도입농가	
		농가수	비율	농가수	비율
총 응답자 수		107		200	
경영주 연령	평균(세)	52.6	58.3%		
	39세 이하	13	12.1%	9	4.8%
	40대	16	15%	19	10.1%
	50대	55	51.4%	72	38.3%
	60대	20	18.7%	68	36.2%
	70세 이상	3	2.8%	20	10.6%

		스마트 팜 도입농가		스마트 팜 미도입농가	
		농가수	비율	농가수	비율
농업종사 기간	평균(년)	19.6	20.9%		
	10년 미만	24	22.4%	46	23.1%
	10-19년	28	26.2%	53	26.6%
	20-29년	23	21.5%	44	22.1%
	30-39년	26	24.3%	31	15.6%
	40년 이상	6	5.6%	25	12.6%
영농 형태	노지작물	0	0%	45	22.8%
	시설원예	85	79.4%	88	44.7%
	과수	4	3.7%	19	9.6%
	축산	18	16.8%	45	22.8%
농지 형태	자가	90	84.1%	147	75.4%
	10년 이상 임차지	14	13.1%	27	13.8%
	10년 미만 임차지	3	2.8%	21	10.8%
사용노동력 (남=1,여=0.8)	평균	3.4		3.4	
	노지작물	-		3.5	
	시설원예	3.3		3.5	
	과수	2.4		3.4	
	축산	4.3		2.9	

○ 현재 스마트팜 도입농가 중 시설원예 분야의 비율이 가장 높게 나타났으며, 현재 도입농가의 34.1%는 향후 스마트팜을 확대할 예정인 것으로 나타남

< 스마트팜 적용 비율 및 향후 규모 확대·축소 계획 >

구분		전체	시설원예	과수	축산
현재	도입비율	84.6%	89.2%	87.5%	61.9%
향후 계획	확대	40.2%	34.1%	100%	55.6%
	유지	56.1%	63.5%	0%	33.3%
	축소	0%	0%	0%	0%
	중단	3.7%	2.4%	0%	11.1%

○ 스마트팜의 도입 효과 및 애로 사항에 대한 면접조사 실시 결과, 가장 크게 개선된 부분은 '영농편이성'으로 스마트 팜 도입 이후 23.9% 증가하고, '투입노동시간(-13.6%)', '상품화율(11.4%)' 순으로 실제 도입효과가 큰 것으로 나타남

- 스마트팜 사용상 애로사항으로 '시공업체의 사후기술지원서비스 및 교육 미흡'이 가장 높으며, 다음으로 '기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성', '투자비용 대비 저조한 성과' 순으로 나타나, 농가들이 스마트 팜 도입 후 부품교환이나 시스템 상 문제가 발생 시 해결에 어려움을 가장 크게 느끼고 있는 것으로 분석됨

- 시공업체의 애로사항으로 '운영지침서에 따르지 않는 무리한 조작'과 '자가 유지 관리 부족'이 가장 높게 나타났으며, 가장 큰 원인으로 사용자의 제품에 대한 이해 부족이 원인으로 분석됨

- 사후기술지원서비스 부분에 대해서는 도입 농가 수가 적어서 전국의 서비스망을 갖출 수 없고, 설치 후 유지보수 계약 등의 절차가 없어 장애시만 서비스를 수행하기 때문에 부품수급과 출장에 어려워 지역별 공동 서비스망 또는 모듈화에 대한 택배 서비스 등이 필요한 것으로 분석

- 제품의 비표준 부분은 국내의 KS 규격과 주로 유럽에서 수입되는 농업 부품인 ISO 규격의 단위차이에 오는 시설 규격 문제와 제어 제품의 인터페이스 및 프로토콜 문제 발생

< 스마트팜의 도입 효과 및 애로 사항에 대한 면접조사 실시 결과 >

구분		시설원예	과수	축산	전체 응답자 수
사용상 애로사항	투자비용 대비 저조한 성과	103 (82%)	3 (2%)	20 (16%)	126 (100%)
	기자재의 저품질로 인한 활용도 저하	59 (78%)	1 (1%)	16 (21%)	76 (100%)
	기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성	151 (78%)	6 (3%)	36 (19%)	193 (100%)
	시공업체의 사후기술지원서비스 및 교육 미흡	199 (83%)	11 (5%)	29 (12%)	239 (100%)
	유지비용 부담	86 (72%)	6 (5%)	27 (23%)	119 (100%)
시공업체 애로사항	기술교육 및 사후기술지원서비스 체계 미흡	257 (90%)	6 (2%)	21 (7%)	284 (100%)
	사용 부품이 표준화되어 있지 않아 부품 확보 및 호환에 어려움이 있음	109 (79%)	8 (6%)	21 (15%)	138 (100%)
	시공업체가 영세하고 낮은 기술력	31 (63%)	5 (10%)	13 (27%)	49 (100%)
	시공업체가 재배품목 및 농업에 대한 이해력이 부족	41 (69%)	3 (5%)	15 (25%)	59 (100%)
	시공비 및 장비가 높은 가격	148 (77%)	5 (3%)	38 (20%)	191 (100%)
	없음	55 (69%)	5 (6%)	20 (25%)	80 (100%)

○ 스마트팜 관련 기술개발에 대한 전문가 평가 결과 ‘온실 기자재 표준화 및 국산화’와 ‘자주 정비 기술 및 기술 지원 체계’의 필요성이 가장 높게 나타남

< 스마트팜 관련 기술에 대한 전문가 평가 결과 >

스마트 팜 기자재 및 시설 표준화·국산화	전문가 평가
온실 기자재 표준화 및 국산화	4.5점
온실 작물 생육 관리	4.4점
온실 생산 및 작업 관리	3.5점
온실 온도 관리 자동화	4.0점
노지 관수 관비 자동화	4.1점
병해충 예찰 및 방제 기술	3.9점
작황 예측 평가 기술	3.5점
경영 및 작업 분석	3.6점
자주 정비 기술 및 기술 지원 체계	4.5점
스마트 온실 표준 모델 개발	4.2점
전문 인력 및 생육 컨설팅	4.2점

<p>연구기획성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>□ 기술적 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ FTA/DDA 등 국제적 환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 기술경쟁력 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산 환경 최적화 등 ICT 융복합기술* 활용 수준 향상을 통해 스마트팜 기술의 자립도 및 기술경쟁력 확보</li> </ul> </li> <li>○ 농업에 IoT 융·복합 기술 보급 및 사후관리 서비스 개선 등에 활용 가능 <ul style="list-style-type: none"> <li>- IoT와 농업 커뮤니티를 통해 다양한 농업용 융·복합 어플리케이션 개발하고 온라인 유지보수 및 DIY 동영상 제작·배포를 통해 사후관리 체계 확립</li> <li>- 산업 표준 하드웨어를 활용하여 제품의 호환성 유지하고 유지보수의 편리성을 확보</li> </ul> </li> <li>○ IoT 기술이 결합된 농작물 생육관리 기술과 빅데이터 처리 관련 기술 국산화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농작물 재배 환경 및 생육 정보를 추적하여 최적의 생장환경 알고리즘을 개발하고, 빅데이터 및 머신러닝 처리 기술을 확보하여 작물 생산량 및 품질 관리를 국산화</li> <li>- 추적 데이터를 각종 센서와 환경 관리 제어 장치 개발로 작물 생산량 및 품질 최적화</li> </ul> </li> <li>○ 오픈 하드웨어와 오픈 소프트웨어를 활용한 다양한 농업용 어플리케이션 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 타 분야의 오픈 소프트웨어를 활용하여 어플리케이션 개발 비용 절감 및 기간 단축하고, 유지보수의 용이성 확보</li> <li>- 사용자 맞춤형 어플리케이션을 개발하여 사용자의 농가에 최적화된 서비스 구현</li> </ul> </li> </ul> <p>□ 산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농업 생산비 저감과 효율성 향상으로 농가소득 증대와 경쟁력 향상 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경상남도의 한 파프리카 농장은 자동화온실 도입 후 생장환경 관리시간(180분/일 →10분/일) 및 관리비용(27만원/월→1.5만원/월)이 모두 절감되었으며,</li> <li>- 전북 장수군의 한 양돈장은 ICT 융합 관리시스템 도입 후 모돈 당 출하두수(15.2두/년 →18.4두/년) 및 AB등급 판정율(72%→85%)이 증가하였음</li> <li>- 글로벌 컨설팅사 맥킨지는 IoT, 빅데이터를 기반으로 한 정밀농업에 의해 농업 생산성이 2025년까지 10~20%로 향상될 것으로 전망('13)</li> </ul> </li> <li>○ 농업과 ICT와의 융·복합 사업 확대 <ul style="list-style-type: none"> <li>- IoT 기반 농업용 어플리케이션, 프로그램, 인터페이스 제작 확대를 통해 국내의 산업표준 센서, 제어기의 농업용 어플리케이션 적용으로 시장이 확대될 전망</li> </ul> </li> <li>○ 첨단기술을 활용한 스마트 농업 보편화 등 미래 농업환경 변화에 대응 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 기반의 통합정보시스템 및 의사결정시스템을 중심으로 전개될 미래 스마트팜에 대비</li> <li>- 스마트팜에는 순수 농업 기술뿐만 아니라 다른 수많은 기술과 산업이 서로 복합적으로 연결되어 관련 연관 기업에 새로운 비즈니스 기회 제공</li> </ul> </li> </ul> <p>□ 경제적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 첨단 시설농업 적용으로 농업 생산성과 품질을 향상시키고 농가 고령화를 극복 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 첨단 시설농업을 통해 시설원예(딸기, 0.5ha 기준)는 24백만 원 소득 증대효과, 양돈(모돈 100두 기준) 축사관리시스템 도입 후 64백만 원 소득 증대효과</li> <li>- 한국형 스마트팜 기술을 통해 고강도 노동이 요구되는 농작업 노동력 절감이 가능</li> <li>- 농업전문가 풀(Pool) 운영으로 퇴직 농업전문가의 재취업</li> </ul> </li> </ul>				
<p>중심어 (5개 이내)</p>	<p>스마트팜</p>	<p>영농기자재</p>	<p>원격재배관리</p>	<p>빅데이터</p>	<p>산업화</p>



## < SUMMARY >

		코드번호	D-02
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Developing Smart Farm remote cultivation consulting service to enhance technological competitiveness and create added value               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Technology and patent analysis for core technology development                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- Product development using Open H/W and S/W</li> <li>- Modularization into industry standard materials</li> <li>- Reliable follow-up management and self-maintenance</li> <li>- Derivation of cost-down method and Finding competitiveness factor</li> </ul> </li> <li>o Accumulating and securing data through test beds                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- Accumulating data through participation of many farmers</li> <li>- Development of growth measuring device for remote consulting</li> <li>- Sharing growth information</li> <li>- Organization of expert pool for remote consulting</li> </ul> </li> <li>o Developing sustainable products and services                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- Developing a differentiation strategy for service model</li> <li>- Profitability analysis of service model</li> <li>- Service revenue model development</li> </ul> </li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Localization of core element part for Smart Farm service to secure expert capability of Smart Farm materials               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Enhancing competitiveness and value added creation by service development using ICT</li> </ul> </li> </ul>		
Results	<p><b>1. Smart Farm Remote Cultivation Consulting Service Development</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Smart Farm Remote Cultivation Consulting Services Overview               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Smart Farm Remote Cultivation Consulting is a service that collects the growth and environment information of crops, controls cultivation environment, and advises on crops to improve the yield and quality of crops                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- The service includes remote growth analysis using vision, growth diagnosis system and artificial intelligence growth analysis program using machine learning technique.</li> <li>- The consulting group and the analysis system automatically analyze the farming information of the crops and the farming logbook of the farmers and advise the farmers about the difficulties.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>		



< Smart Farm Remote Cultivation Consulting Service Operating System >

□ Configuring Smart Farm Remote Cultivation Consulting Services

o Environmental information collection and control system

- The system captures the growth state of crops with a smartphone general camera, separates images by light wavelength band, and measures stress and pest damage and analyzes the growth state.
- This system can be easily installed in newly installed smart farm facility and existing farmhouse.



< Environmental information collection and control system operating system >

o Smart Farm Remote Cultivation Consulting Services

- This service mainly provides services to small farmers by utilizing smart phones.
- It is a service that is used for collecting information on growth through smart phones and environmental sensors, and for analyzing experts, consulting, and creating an agricultural journal.
- The system collects growth related data using environmental sensors and images, and uses the machine learning technique to measure and analyze the growth state.



< Smart Farm Remote Cultivation Consulting Services >

o Production Management System

- Based on the results of expert consulting, the system manages the cultivation environment and devices by selecting the cultivation manual for each crop and production facility from the system.



< Production Management System >

2. Establish strategy to localize core elements of smart farm

- Smart farms, vinyl houses, and other agricultural production facilities are mainly divided into framing materials, coating materials, growth environment control materials, water and nutrient materials.
- The market size of the domestic facilities and materials industry is about 1.134 trillion won, which means that the construction materials of the facilities occupy a high proportion of 539.9 billion won (47.6%) and the covering material is 355.2 billion won (31.3%). It is necessary to substitute Korean localization and secure export capability.
- The development and distribution of high corrosion resistant steel materials should be promoted in order to localize materials necessary for smart farm construction and to secure export capability. These materials include POS-MAC and impact resistant PMMA.
- Smart farm remote cultivation consulting service Localization of core elements is development of sensor and control device application using domestic and overseas open system.

	<p>o The sales of overseas smart application products are set at about 30% of HW cost, and the development of general-purpose applications has been lowered due to the recent spread of IoT solution. However, domestic demand is low and domestic prices are higher than overseas</p> <p><b>3. Service and product market research and evaluation</b></p> <p><input type="checkbox"/> In order to advance SmartParm into domestic and overseas markets, it is necessary to analyze the technical requirements and market environment through current research.</p> <p>o Currently, the ratio of the horticulture sector is the highest among smart farm-introduced farm households. At present, 34.1% of the farmers are planning to expand the smart farm in the future.</p> <p>o As a result of the research on smart farm related technology development, 'greenhouse equipment standardization and localization' and 'maintenance technology and technical support system' were the most needed.</p> <p>o As a result of the survey on the effectiveness and difficulties of Smart Farm, 'Smart Farm' increased by 23.9% since Smart Farm introduction.</p>				
<p>Expected Contribution</p>	<p><input type="checkbox"/> Technical side</p> <p>o Securing technological competitiveness capable of actively coping with changes in international environment such as FTA / DDA</p> <p>o Utilization of IoT fusion / complex technology in agriculture and improvement of post management service</p> <p>- IoT and agricultural communities develop a variety of agricultural and composite applications</p> <p>o Development a variety of agricultural applications using open hardware and open software</p> <p><input type="checkbox"/> Industrial side</p> <p>o Increase farm income and competitiveness by reducing agricultural production cost and improving efficiency</p> <p>o Expansion of fusion and complex business between agriculture and ICT</p> <p>- IOT-based agricultural applications, programs and interfaces will be expanded to expand the market by applying agricultural applications to domestic industry standard sensors and controllers.</p> <p>o Responding to changes in the future agriculture environment, such as universalization of smart agriculture utilizing advanced technology</p> <p><input type="checkbox"/> Economic side</p> <p>o Improving agricultural productivity and quality through application of advanced facilities agriculture and coping with aging of farm household</p> <p>- Korean smart farm technology can save labor force required for high-intensity labor</p>				
<p>Keywords</p>	<p>Smart farm</p>	<p>Farming-materials</p>	<p>Remote-cultivation-consulting</p>	<p>Big data</p>	<p>Industrialization</p>



# < CONTENTS >

## (영문목차)

### Chapter 1. Outline of study

1. Background and purpose of Research and Development
2. Purpose and range of Research and Development

### Chapter 2. Domestic and Foreign situation

1. Current Situation of Smart Farm technical development
  - ① Definition and Range of Smart Farm technology
  - ② Domestic situation of thetechnical development
  - ③ Foreign situation of thetechnical development
  - ④ Technical standard analysis
  - ⑤ Patent trend analysis
2. Current situation of Smart Farm industrialization
  - ① Domestic Smart Farm industial
  - ② Domestic situation of thetechnical development

### Chapter 3. Performance and results of study

1. Development strategy of study
2. Promotion system of study
3. Performance of study
4. Development result of study
5. Schedule of study

### Chapter 4. Achievement and Contribution to related fields

1. Achievement in the planning
2. Expectation and Contribution to related fields

### Chapter 5. Performance and future plans

1. Future plans

### Chapter 7. References



## < 목 차 >

### 제 1장 연구개발 과제의 개요

제 1절 연구개발 배경 및 필요성

제 2절 연구개발 목적 및 범위

### 제 2장 국내외 기술개발 및 산업 현황

제 1절 국내외 기술개발 현황

1. 기술의 정의 및 범위
2. 국외 기술동향
3. 국내 기술동향
4. 기술수준분석
5. 특허동향분석

제 2절 국내외 산업 현황

1. 국외 산업동향
2. 국내 산업동향

### 제 3장 연구수행 내용 및 결과

제 1절 연구 추진전략

제 2절 연구개발 추진체계

제 3절 연구개발 내용

제 4절 연구개발 성과 및 결과

제 5절 연구개발 추진일정

### 제 4장 목표달성도 및 관련 분야 기여도

제 1절 연구기획 목표 달성도

제 2절 관련 분야에의 기여도 및 기대효과

### 제 5장 연구개발 성과 활용계획

제 1절 연구기획 활용 계획

### 제 7장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황





주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 ‘스마트팜 핵심기술 국산화 및 서비스 전략 개발을 통한 기술사업화’사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 ‘스마트팜 핵심기술 국산화 및 서비스 전략 개발을 통한 기술사업화’사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.



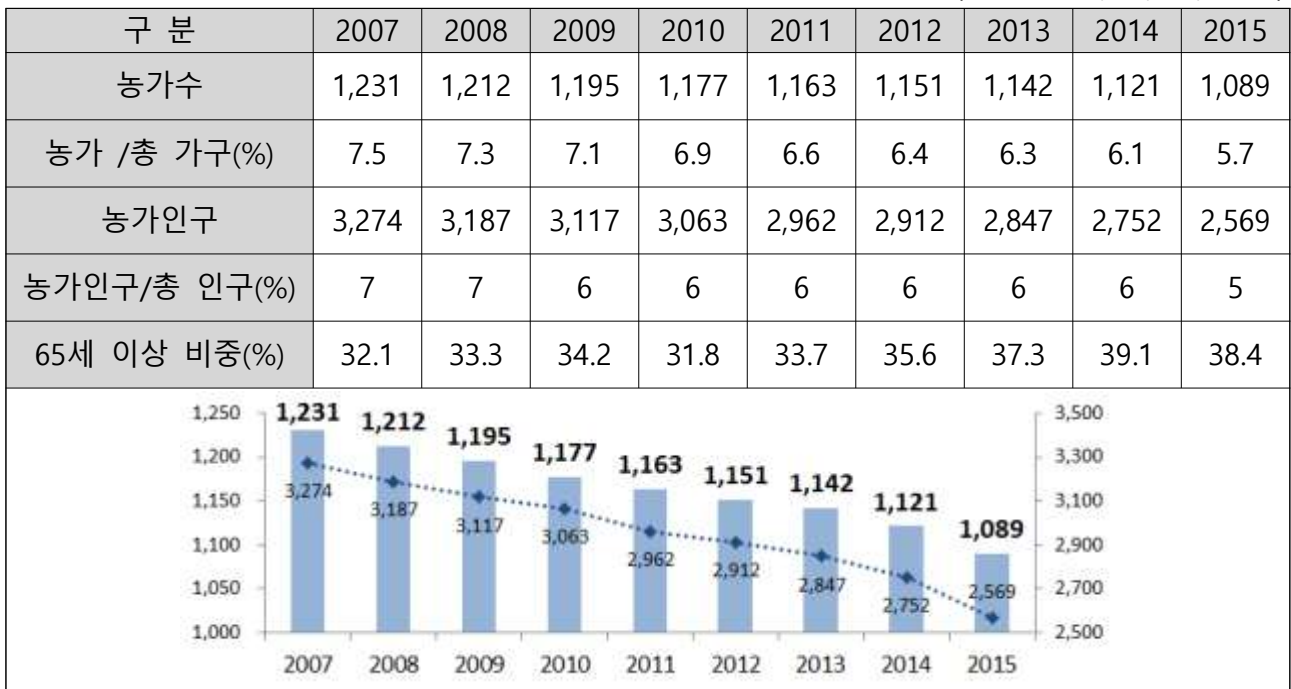
# 제 1장 연구개발과제의 개요

## 제 1절 연구개발 배경 및 필요성

- 국내 농가, 농가인구의 감소, 농가 소득 정체, 기후변화로 인한 생산량 감소 등으로 인해 농업 관련 산업이 약화되고 있는 추세로 농업기술 경쟁력 강화를 위한 기술개발 추진이 요구됨
- (농가 감소) 통계청 자료에 따르면, 2015년 농가(수)는 전체 가구 수 대비 5.7% 수준에 불과하며, 농가인구 역시 5% 수준인 약 257만명 수준인 것으로 나타남
- (농가 고령화율 증가) 농가 고령화율은(65세 이상 인구비중) 2015년 기준 38.4%로 2010년 보다 6.6% 상승한 것으로 나타남

[표 1] 농가 및 농가인구

(단위: 천호, %, 명, 천명)



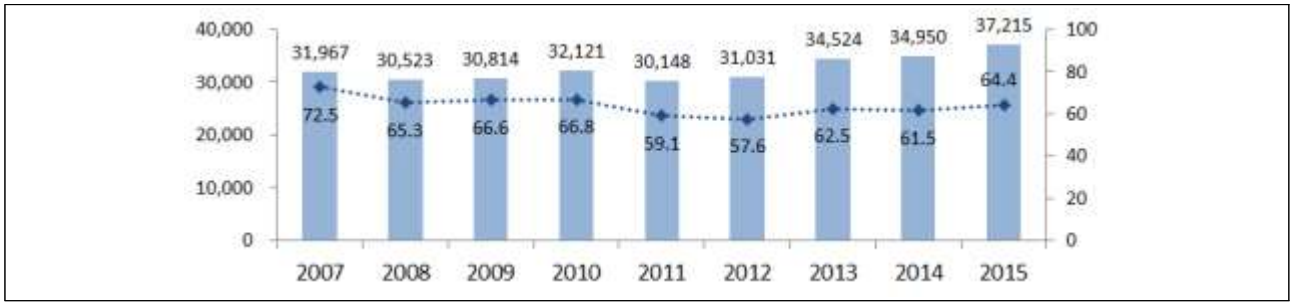
\* 자료: 통계청

- (농가소득 정체) 통계청 자료에 따르면, 농가소득은 일부 등락세를 보이며 3,000만원대 수준이었으나, 도시근로자 가구 대비 소득 수준은 72.5%( '07)에서 64.4%( '15)으로 낮아짐

[표 2] 농가 및 농가인구

(단위: 천원, %)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
농가소득	31,967	30,523	30,814	32,121	30,148	31,031	34,524	34,950	37,215
도시근로자 가구 소득 대비	72.5	65.3	66.6	66.8	59.1	57.6	62.5	61.5	64.4



\* 자료: 통계청

○ (기후변화로 인한 생산량 감소) 온난화 등 기후변화의 지속으로 인해 2040년대 13.6%, 2060년대 22.2%, 2090년대 40.1% 감소할 것으로 전망됨

\* 농촌진흥청은 기후변화에 관한 국가간패널(IPCC) 5차 보고서, RCP 8.5시나리오(기상청)를 기반으로 벼 재배지역에서 현재 품종과 재배법을 유지한다는 가정아래 쌀 생산성 변화를 분석

[표 3] 시나리오에 따른 쌀 생산 수량 감소율/변화

구분	2040s	2060s	2090s
강원	9.8	15.5	27.4
경기	14.0	26.0	43.1
경남	13.1	22.2	41.6
경북	11.6	20.2	38.2
전남	13.6	20.4	37.8
전북	14.7	22.3	41.4
충남	17.1	26.3	44.0
충북	9.6	18.4	37.3



\* 자료: 식품저널뉴스

\* RCP8.5(Representative Concentration Pathways 8.5)는 온실가스가 현재 추세로 배출되어 2100년 이산화 탄소 940ppm 수준에 도달할 것이라 전망한 지구기온변화 시나리오

- 우리나라 식량·곡물 자급률은 각 50%, 25% 수준 이하로, OECD 회원국 중 최하위 수준임에 따라 식량안보 문제 해결을 위한 스마트 농업 기술 도입이 필요
- 농림축산식품부에 따르면 2015 양곡연도 식량자급률이 전년대비 0.5%p 오른 50.2%로 집계됨에 따라 2011년 이후 지속적으로 상승하는 추세
- 그러나, 식량 자급률은 50% 이하이며, 곡물 자급률은 25% 이하 수준임에 따라 OECD 국가 중 식량안보지수가 최하위 수준임
  - 농림축산식품부에 따르면 우리나라 곡물 자급률은 24.0% 수준임에 따라, OECD 회원국 34개국 중 32번째로 낮음
  - 반면, OECD회원국 중, 호주의 곡물자급률은 229%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 캐나다(192%), 프랑스(181%) 순으로 나타남

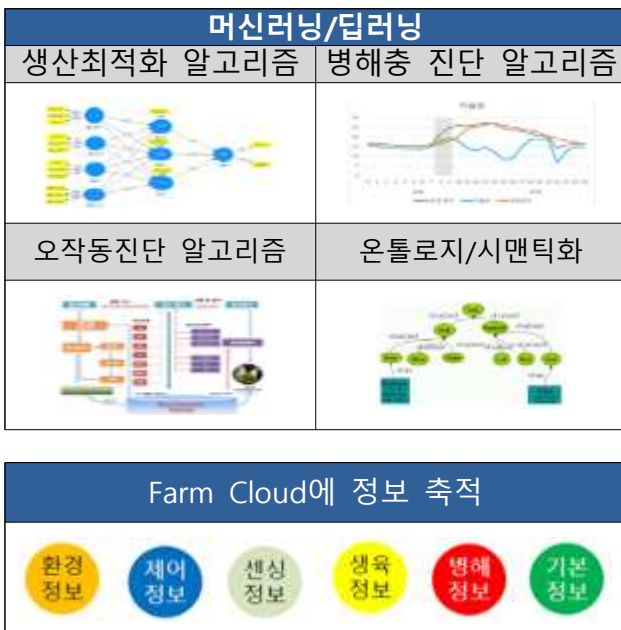
[표 4] 양곡연도별 자급률

구 분	2011	2012	2013	2014	2015
식량자급률(%)	45.2	45.7	47.5	49.7	50.2
곡물자급률(%)	24.3	23.7	23.3	24.0	23.8

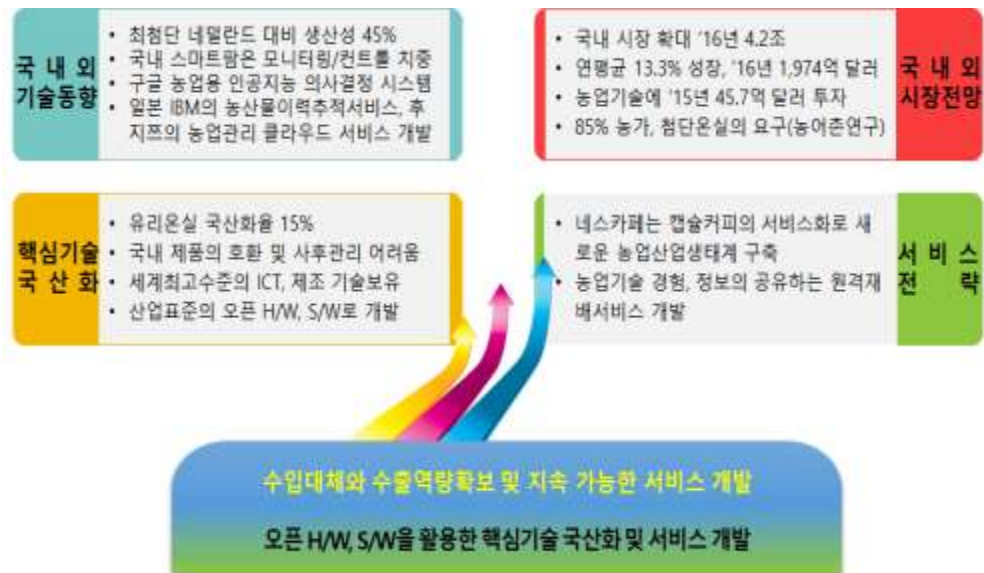
\* 자료: 농림축산식품부

- 상기 언급한 농가, 노동인구, 농업경쟁력 약화, 한반도 기후변화 이상 등의 문제를 타개하기 위한 노력의 일환으로 ICT(Information&Communication Technology) 기반 스마트 농업기술 도입 및 추진이 필요
- 최근 가장 활발한 연구개발이 추진되고 있는 분야가 ‘스마트팜’ 분야로 간주되고 있으나, 우리나라는 외산 장비 의존도가 높으며, 관련 기술이 미흡함에 따라 장비 국산화, 한국형 스마트팜 기술 확보가 시급
  - 유럽, 일본은 자체 개발 시스템을 적용하여 재배작물 품목을 확대하고, ‘생산성 향상’, ‘경비절감’에 초점을 두고 있음
  - 반면, 우리나라는 주요 장비의 해외 의존도가 높으며, 재배작황 및 생장환경관리 기술이 미흡함에 따라 단위 면적당 작물 생산량이 네덜란드의 절반 수준에 머물러 있음
  - 이에 따라, 지속적 연구개발 추진을 통해 장비 국산화, 국내 환경에 적합한 ‘한국형 스마트팜 기술’ 확보가 시급함
- 국내에서는 스마트팜에서의 빅데이터 축정의 중요성을 인지하고 ‘농식품 빅데이터 센터’를 설립 및 운영하고 있음

[표 5] 농식품 빅데이터 센터 운영 체계



- 스마트팜은 단순 원거리에서 농장을 관리하는 것이 아닌, 생육환경 빅데이터를 축적하고 이를 활용한 생산성 제고에 기여할 수 있음
  - 국내에서는 농림수산물교육문화정보원(이하 농정원)이 4차 산업혁명 시대 대비 노력의 일환으로 ‘농식품 빅데이터 센터’를 2017년 4월에 설립
  - 농정원은 스마트팜에서 발생하는 우수농가의 생육·환경 정보를 수집 및 분석하여 기업의 제품 업그레이드에 지원하고, 농가에는 빅데이터 기반 벤치마킹 서비스를 제공하여 생산성 향상에 기여
- 농업 관련 데이터 중, 재배시설 내 환경정보, 생육정보 데이터 등은 농가별 축적이 가능하나, 농축산물 소비패턴, 기상정보, 유통정보, 생산량 등은 개별단위 혹은 특정 기업 단독으로 축적하기 어려움에 따라 정부차원의 스마트팜 관련 데이터 관리 기술 개발이 필요



[그림 15] 연구개발 필요성

## 제 2절 연구개발 목적 및 범위

### 1. 연구개발 목적

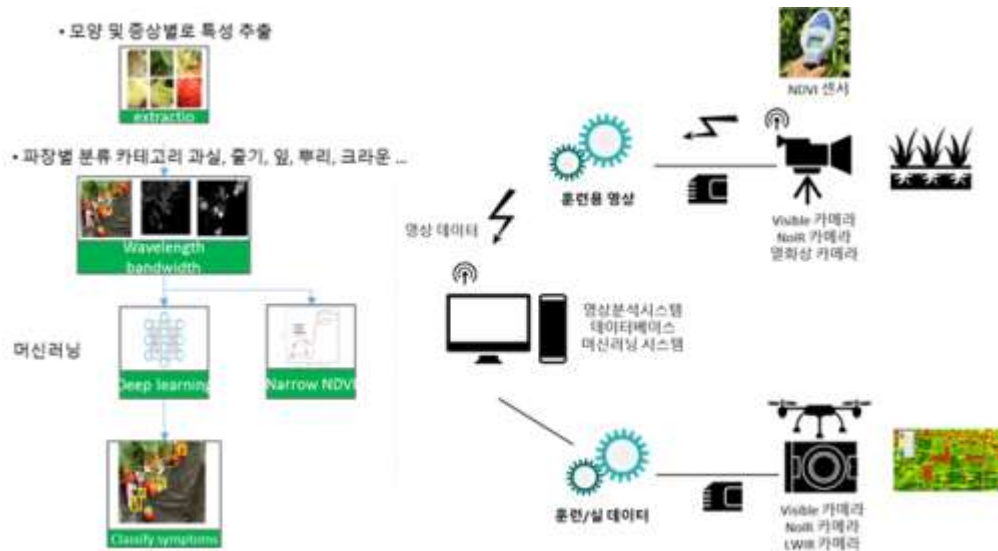
- 환경·생육·시장 정보를 활용한 스마트팜 원격 재배 컨설팅 서비스 개발을 통해 기술경쟁력 제고 및 부가가치 창출
  - 선진 기술/특허 분석을 통해 핵심기술 개발
    - 오픈 H/W, S/W를 활용 제품화
    - 산업표준 자재로 모듈화, DIY화, 호환성유지
    - 안정적인 사후관리와 농가의 자주 보수
    - 원가절감 방안 및 경쟁요소 발굴
- 스마트팜에 필요한 핵심요소·부품 국산화를 통해 스마트팜 자재 수입대체 및 수출 역량 확보
  - 지속 가능한 제품 및 서비스 개발
    - 자문단의 의견수렴 및 평가로 기능 확장
    - 서비스 모델의 차별화 및 사업성 분석
    - 서비스 수익 모델 개발
- ICT를 활용한 서비스 개발로 경쟁력을 높이고 부가가치를 창출
  - 다양한 테스트베드로 데이터 축적 및 확보
    - 다양한 농가의 참여로 데이터 축적
    - 기존 온실 참여를 위한 과도기(Interim) 제품
    - 원격 컨설팅을 위한 생육측정 장치개발
    - 기 확보 100여 종의 생육정보 공유
    - 컨설팅을 위한 전문가 풀 구성



## 2. 연구개발 범위

### □ 스마트팜 원격재배컨설팅 서비스 개발

- 글로벌 시장에서 경쟁할 수 있는 스마트팜 서비스를 사업성과 시장성 평가를 통해 발굴, 선정, 개발하여 고부가가치 창출
- 국내외 스마트팜 서비스 탐색 및 경쟁요소 분석
- 서비스 확장이 가능한 서비스 아키텍처 설계
- 서비스 구현을 위한 최적의 오픈 소프트웨어 및 표준 인터페이스 선정
- 서비스 상품화를 위한 전략수립 및 경쟁소요 개발



[그림 16] 원격재배컨설팅용 생육측정시스템

### □ 스마트팜 핵심요소 국산화

- 스마트팜의 고가의 수입부품 또는 주요부품에 대한 기술·사업성 평가를 통해 개발제품을 선정하고 개발하여 국산화 대체와 수출역량 확보



[그림 17] 확보된 스마트팜 핵심기술

- 제품의 스마트팜 적용성 및 경쟁요소 분석과 수요자 평가
- 유리온실 수입의 85%를 차지하는 고가의 알루미늄 구조재와 결속기구의 대체재로서 고내식장 기술의 경제성 평가
- 우수한 투과율과 단열성을 가진 내충격 아크릴을 온실용 피복재로 활용 시, 국내 및 중동의 극한지역에서의 효율성과 해외제품과의 경제성 분석
- 확보된 자동화 시스템을 대상으로 스마트팜의 대량생산 및 노동력 절감에 효율적이고 경쟁가능성이 높은 제품 선정
- 스마트팜 원격재배 컨설팅에 필요한 환경·생육측정 센서를 선정하고 오픈 하드웨어 적용 및 오픈 프로토콜 적용 검토

□ 서비스 및 상품 시장 조사 및 평가

- 스마트팜의 국내 및 해외 시장에 대한 기술요구 및 시장 환경 조사
- 국내 농가와 농업회사 등 수요처의 스마트팜 기술·가격 등에 대한 요구조사
- 자문단에 의한 기획된 제품과 서비스에 대한 평가

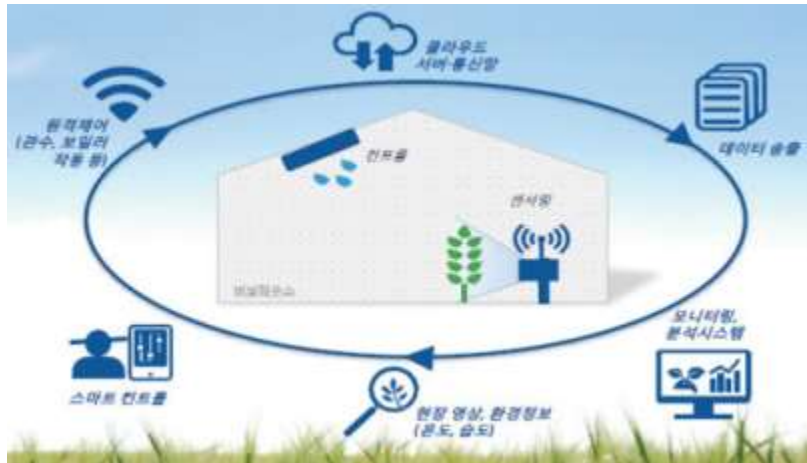


## 제 2장 국내외 기술개발 현황

### 제 1절 기술개발 현황

#### 1. 기술 정의 및 범위

- 스마트팜은 농업분야의 생산, 유통 및 소비 전반에 ICT(정보통신기술)을 적용하여 원격으로 생육환경을 관리하고 생산효율을 높이는 농장을 의미
- 스마트팜을 좁은 의미로 한정한다면, 데이터 기반의 정보통신기술을 비닐하우스·축사·과수원 등에 접목하여 원격으로 작물과 가축의 생육 환경을 적정하게 유지·관리하는 것을 의미



[그림 18] 스마트팜 구조

- 넓은 의미로는 농업분야에서의 농산물 생산·유통·소비 전주기적 과정에 융·복합 기술을 적용하여 농촌 삶의 질을 향상하는 농업형태까지 포괄

[표 6] 농업과 ICT 융복합의 주요 유형 및 사례

구 분		구 분
생산	시설원예 환경제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 센싱기반 시설물 제어 및 생장환경 관리</li> <li>- (환경센서) 온·습도, CO<sub>2</sub>, pH, LED</li> <li>- (시설센서) 정전센서, 창문, 차양, 환풍기 등</li> </ul>
	지능형 축사관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 센싱기반 축사환경 제어 및 사양·질병관리</li> <li>- 환경 및 시설센서 : 온·습도, 암모니아, CCTV 등</li> <li>- Web 기반 cloud 서비스</li> </ul>
유통	산지유통센터 ERP	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 유통센터 경영 및 생산·가공·유통 관리</li> <li>▪ POS-Mall 및 가상스토어를 통한 농산물 전자거래</li> <li>- ERP(입고-선별-가공-포장-저장-출하)</li> <li>- SCM(수발주), POS, NFC 등</li> </ul>

구 분		구 분
소비	식재료 안심유통	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 학교급식 등 식재료 안전·안심 정보 모니터링</li> <li>▪ 생산/가공/유통 이력·인증정보 제공               <ul style="list-style-type: none"> <li>- RFID기반 이력추적관리(Farm 2 Table)</li> </ul> </li> </ul>
농촌	u-농촌관광	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 농촌관광(체험정보, 주말농장, 문화, 축제 등)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- GIS/GPS기반 위치정보 서비스</li> <li>- 문화재, 관광지 등 화재센서 서비스</li> </ul> </li> </ul>

\* 자료: 농림축산식품부

- 현재 국내에서 적용되고 있는 스마트팜 모델로는 ‘스마트 온실’, ‘스마트 과수원’, ‘스마트 축사’ 등이 있으며 본 과제에서는 ‘스마트 온실’ 중심의 서비스 및 부품 개발을 수행 하고자 함
- 이와 같이 국내 스마트팜은 농업생산을 중심으로 전개되고 있으며, 생산 중에서도 모니터링, 반자동 컨트롤 기능에 치중되어 있음

[표 7] 스마트팜 분야별 적용 모델




구 분	구 분
스마트 온실	PC 또는 모바일을 통해 온실의 온도, 습도, CO <sub>2</sub> 등을 모니터링하고 창문 개폐, 영양분공급 등을 원격 자동으로 제어하여 작물의 최적 성장환경을 유지 관리
스마트 과수원	PC 또는 모바일을 통해 온도, 습도, 기상상황 등을 모니터링 하고 원격, 자동으로 관수, 병해충 등을 관리
스마트 축사	PC 또는 모바일을 통해 온도, 습도, 등 축사환경을 모니터링하고 사료 및 물 공급시기와 양 등을 원격자동으로 제어 유지 관리

\* 자료: 농림축산식품부

## 2. 국외 기술동향

- 세계 농업선진국인 미국, 네덜란드, 일본 등에서는 농산물 품질 및 생산성 향상을 위한 첨단 로봇 기술 개발을 추진 중
- 특히 네덜란드와 일본의 경우, 하드웨어나 관제제어 SW, 재배기술 노하우 등을 종합적으로 공급하여 재배관련 전문가 시스템과 생육 진단·분석 알고리즘 분야에서 우위에 있음

[표 8] 주요국 기술동향

구분	주요내용
 <p>&lt;미국&gt;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 미국은 농업에 IoT뿐만 아니라 나노, 로봇 기술 등 본격적 융·복합을 통해 기술개발 추진</li> <li>▪ 구글의 경우, 토양, 수분, 작물건강에 대한 빅데이터를 수집하여 종자, 비료, 농약살포에 도움을 주는 인공지능 의사결정 지원시스템 개발에 박차</li> <li>▪ 다국적 식량 기업인 '몬산토'는 1조 원을 투자하여 '클라이미트 코퍼레이션'을 인수하고, 미국의 주요 기후정보 데이터, 과거 60년간 수확량 데이터, 1,500억 곳의 토양 데이터를 확보하여 '지능형 SW 플랫폼'을 공급</li> </ul>
 <p>&lt;네덜란드&gt;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 대표적 원예국가로 전체 온실의 99%가 유리온실이며, 복합환경제어가 가능한 시스템을 구비하고 있음</li> <li>▪ 수십년 간 누적된 데이터와 재배 환경 최적화 노하우를 기반으로 각종 센서와 제어솔루션을 개발</li> </ul>
 <p>&lt;일본&gt;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 후지쯔, NEC, NTT 등 대기업 중심으로 농업분야에 ICT기술을 접목한 다양한 서비스를 제공             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업관리 클라우드 서비스(후지쯔의 아키사이), 농산물 이력추적 서비스(IBM), M2M기반 생육 환경 감시 및 물류서비스(NEC의 Connexive) 등</li> </ul> </li> </ul>

## (1) 미국, SW 플랫폼 중점 개발

□ (John Deere, SeedStar Mobile) 자사의 재배장비와 연동가능 한 SW 제품을 상용화

- 자사 파종기와 연동하여 파종 수행 현황 및 결과 데이터를 'MyJohnDeere.com' 으로 실시간 전송, 공간정보 연동, 영상 정보 기록·이력관리 등을 지원하는 소프트웨어 제품 'SeedStar Mobile' 상용화

□ (듀퐁) 식량산업의 본격 추진으로 웹 기반 경작기 관리 도구 등을 상용화

- 1999년 종자 회사 파이오니어를 인수한 후, 식량산업 개발을 본격 추진
- 2013년 기후 데이터 분석 플랫폼 'Field360' 공개 이후 웹 기반 경작기 관리 도구 'Field 360 Select', 모바일 앱 'Field360 Notes' 등 상용화
  - (Field360 Select) 기상, 강우량, 토양 정보 등을 기반으로 실시간 농경·기상 정보와 결합하여 관리를 지원하는 SW플랫폼
  - (Field360 Notes) GPS 태그로 메모, 사진 활용 기능 제공, 언제 어디서나 자신의 농장 관리가 가능

[표 9] 'SeedStar Mobile'의 구현 화면과 'Filed360'의 틀




- **(몬산토)** 1조 원을 투자하여 ‘클라이미트 코퍼레이션(The Climate Cooperation)’ 을 인수한 후, 미국 전역에 스마트팜 소프트웨어 플랫폼 공급
  - 미국 250만 개 지역의 주요 기후정보 데이터, 과거 60년간의 수확량 데이터, 1,500억 곳의 토양 데이터를 확보
  - 이를 기반으로 지역이나 작물 별 수확 피해 발생률을 계산하고, 농가에 맞춤형 보험 프로그램 제공
- **(구글)** 토양, 수분, 작물건강에 대한 데이터를 수집해 종자, 비료, 농약 살포에 도움을 주는 인공지능 의사결정 지원시스템 기술 개발 중
  - 최근에는 로봇, 드론, 센서 등의 기술을 적극 활용해 농가를 실시간 관리할 수 있도록 하는 기술들을 상용화
- **(살리나스벨리)** 센서를 통해 농가 생육 환경을 자동으로 모니터링 하고, 무인 농업 로봇을 개발해 노지 농업에 활용할 수 있도록 보급 중

## (2) 네덜란드, 시설원에 ICT 융합(Priva, Hortimax社)

- 네덜란드는 세계 최고 수준의 온실 환경제어 시스템을 개발하여 세계 각국으로 수출
  - 네덜란드는 ICT, 에너지 관리 및 재해방지 기술이 결합된 표준모델에 복합환경 제어가 가능한 시스템을 구비하고 있음
  - 또한, 주요 기자재가 규격화 되어 있을 뿐만 아니라, 내구성과 신뢰성도 우수하며, 누적된 데이터를 기반으로 재배환경에 최적화된 노하우 기반 솔루션을 개발해 왔음
- 식물공장은 고도화된 유리 온실과 대형 시설에서의 계획된 생산을 실시함에 따라 생산성 제고에 기여하고 있음

- 최근 2020년까지 자급 에너지 뉴트럴(energy-neutral) 온실 시스템 구축을 목표로, 환경에 미치는 영향을 최소화함과 동시에 유리온실에서 에너지 비용 절감, 작물 보호, 생산 증대 등 다목적 프로그램을 수립하여 운영 중
  - ‘에너지를 생산하는 온실로의 변혁 프로그램(‘06)’은 2020년까지 ‘에너지 뉴트럴(energy-neutral)\* 온실시스템’을 구축하는 것으로 목표로 하고 있음
    - \* 에너지 뉴트럴(energy-neutral): 온실내의 에너지 투입과 산출이 제로섬
- 또한, 시설원에 ICT 융합기술은 토마토 등 일부 작물의 경우 재배기술을 SW화하여 최적 환경 제어를 통한 품질 고급화를 이미 달성하고 있음
- (Priva社, 온실환경제어시스템) 시설원에 관리시스템 개발업체인 ‘Priva’는 온식 작물 재배를 위한 생육환경을 관리할 수 있는 온실환경제어시스템 및 양액자동제어 시스템을 개발
  - 온실 작물이 필요로 하는 온도, 습도, 조명, 영양요소를 자동으로 관리할 수 있는 온실환경 제어시스템 및 양액자동제어 시스템을 개발 및 보급
  - 온실 환경제어 기술을 기반으로 빌딩 내부 환경과 에너지 소비량을 관리할 수 있는 시스템 개발을 통해 네덜란드 공공건물의 약 30%에 적용
- (Hortimax社, 복합환경제어기) Hortimax는 복합환경제어기 생산 전문회사로, 국내 파프리카 농사에 주로 활용하고 있음

[표 10] Priva社의 온실환경제어시스템과 Hortimax社의 복합환경제어기

온실환경제어시스템(Priva社)	복합환경제어기(Hortimax社)
	

### (3) 일본, 후지쓰의 ‘Akisai’ 및 ‘클린룸’

- 후지쓰의 아키사이는 IoT센서를 이용하여 재배환경 관련 데이터를 실시간으로 계측·수집과 동시에 클라우드 서비스를 이용하여 데이터를 축적·분석하여 작물재배에 활용
- 재배시설에서 기온, 지온, 수분, 일사량 등을 측정하고 이를 클라우드 서버에 전송하여 수집·분석·예측 등을 수행 후, 각 농가에 최적의 물과 비료량을 제시

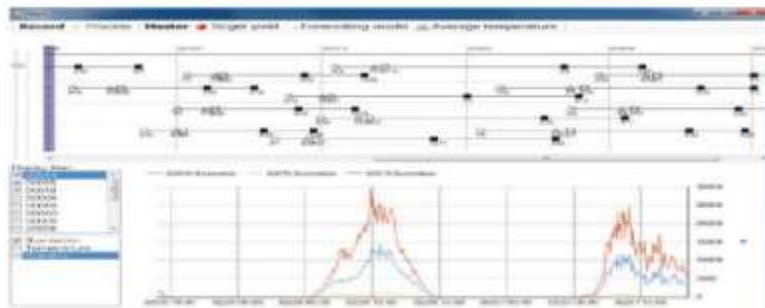


- 본 시스템을 농가 수확량이 20~30% 증가하였으며, 농가별 생산계획, 수확량 예상 등 관리 가능하여 농산물 조달 계획 수립을 위한 데이터 기반자료로 활용되고 있음



[그림 19] 토양수분센서 및 양액제어시스템

- 아울러, 기후변화 속, 소비자 만족도 제고에 기여할 수 있는 토마토를 연중 일정양 공급할 수 있도록 스케줄링 SW를 개발하여 시험 운영 중에 있음
- 스케줄링 SW는 온실 내 온·습도, 조도 센서를 통해 획득한 데이터를 기반으로 누적 온도 기반의 작물생육 예측 모델과 스케줄 및 환경정보를 표시해 줌



[그림 20] 스케줄링 시스템 화면

- 일본의 시설원에 ICT 융합기술 개발은 단순 환경제어 자동화를 통한 인력절감이 아닌, 향후 재배기술 노하우를 소프트웨어화하여 최적 환경 관리를 통한 품질 최적화를 위한 정보수집 및 생육진단 기술개발을 추진
- 더불어, 후지쯔는 ‘클린룸’ 이라는 클라우드 기반 폐쇄형 식물공장을 만들어 날씨에 관계 없이 안정적 농산물 재배가 가능한 환경을 구축

#### (4) 대만, 패킷에러 발생방지와 클라우드 기반 온실모니터링

- 대만은 무선 센서네트워크(WSN, Wireless Sensor Network)를 기반으로 센서노드를 통한 실시간 데이터 수집을 위해 자동 백업 메커니즘을 개발
- 무선센서네트워크 기반 난초 환경 모니터링 시스템, 멀티채널 무선센서네트워크 기술 및 농업 클라우드 기반 온실모니터링시스템 등이 개발되어 생산효율성 향상에 기여



[그림 21] 농업클라우드기반 온실모니터링시스템

### 3. 국내 기술동향

- 국내에서 정부를 중심으로 스마트팜 시범사업 등을 추진하여 농업 ICT 융합기술 개발을 진행하고 있으나 선진국 대비 60% 수준으로 평가되고 있음
- 농업 ICT 융합기술과 모델에 대한 표준화, 농업인의 인식 부족, 전문인력 부족 등 인프라가 미흡한 실정이며, 민간주도의 농업·ICT 융합기술 개발에 한계가 있음
- 국내 다양한 사업의 산발적 추진으로 농가 현장의 만족도가 낮음에 따라 세계 최고 수준의 ‘한국형 스마트팜 모델 및 기반 구축’을 위한 사업을 추진할 예정
  - 국내에서는 ‘시설농업 ICT 융복합 산업화 모델개발 사업’, ‘시설원예·과수·양돈을 중심으로 ICT 융복합 모델 현장 실증·보급 사업’을 추진 중
  - 그러나, 구체적 방향 정립 없이 산발적으로 추진되고 있음에 따라 산업생태계 형성이 미흡
  - 이러한 여건 속에서 2020년까지 세계 최고 수준의 ‘한국형 스마트팜 모델 및 기반 구축’을 목표로 ICT 융·복합 스마트팜 핵심요소기술개발, 스마트팜 운용 기술기반 및 인프라 구축, 한국형 스마트팜 표준모델 개발 및 수출 산업화 기반 조성을 추진할 예정

[표 11] 한국형 스마트 온실의 세대별 모델

구분	세부내용
1세대 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 센서, CCTV를 통해 온실 환경을 모니터링하고, 설정된 환경 기준에 따라 원격·자동 제어</li> <li>▪ 농업 작업의 편리성 향상을 목표로 함</li> </ul>
2세대 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 온실 대기·토양환경과 작물 스트레스를 실시간으로 계측</li> <li>▪ 이에 환경제어 알고리즘을 적용하여 지상·지하부 환경 제어</li> <li>▪ 빅데이터 분석을 통한 영농 의사결정을 지원하는 서비스 제공</li> <li>▪ 최적 생육환경 제어를 통한 생산성과 품질 향상을 목표로 함</li> </ul>

구분	세부내용
3세대 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>복합에너지 최적기술 적용, 로봇 및 지능형 농기계를 통한 농업작업을 자동화</li> <li>작물의 영양, 질병 감염 상태를 조기 진단·처방하는 기술개발을 통해 최적 에너지 관리 및 농업 작업의 자동화를 목표로 함</li> </ul>

□ 국내 기업 중, 스마트팜 관련 기술개발을 추진 중인 기업은 이동 통신 3사(SKT, KT, LGU+)이며, 스마트팜 보급·확산을 추진 중







[표 12] 국내 이동통신 3사의 스마트팜 관련 기술개발 현황

구분	세부내용								
SKT	<ul style="list-style-type: none"> <li>SK텔레콤은 세종시와 협력하여 공동으로 스마트 팜을 구축</li> <li>스마트폰을 통해 원격 제어가 가능한 '지능형 비닐하우스 관리시스템'을 구축</li> <li>재배시설의 개폐 및 제어, CCTV 카메라 모니터링, 온·습도 등 센싱 정보 모니터링 등의 서비스 제공</li> <li>농작물 재배에 IoT 기술과 SK 텔레콤이 자체 개발한 '스마트팜 앱'을 활용해 농작물 재배 효율성을 극대화</li> <li>국내 농가는 유리농장보다 비닐하우스가 상대적으로 많으므로 비닐하우스 기반의 재배 환경으로 구축</li> <li>실제 농작물 재배를 통해 다양한 생육환경 테스트를 진행하는 테스트베드 역할을 위해 직접 농산물을 재배하고 판매하여 수익을 공유</li> <li>더불어 '신농사직설'로 명명된 프로젝트를 통해 스마트팜 서비스 확대에 주력</li> </ul> <p style="text-align: center;">&lt;신농사직설 프로젝트 진행 단계별 주요내용&gt;</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">구 분</th> <th>세부내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1단계</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>최대한 많은 농장에 저렴한 ICT 장비를 보급해 빅데이터 생성을 위한 데이터 수집 기반 구축</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>2단계</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>중앙서버와 사물인터넷 센서를 연결하는 플랫폼을 구축</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>3단계</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>수집된 빅데이터를 활용해 농가에 다양한 정보를 제공</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	구 분	세부내용	1단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>최대한 많은 농장에 저렴한 ICT 장비를 보급해 빅데이터 생성을 위한 데이터 수집 기반 구축</li> </ul>	2단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>중앙서버와 사물인터넷 센서를 연결하는 플랫폼을 구축</li> </ul>	3단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>수집된 빅데이터를 활용해 농가에 다양한 정보를 제공</li> </ul>
구 분	세부내용								
1단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>최대한 많은 농장에 저렴한 ICT 장비를 보급해 빅데이터 생성을 위한 데이터 수집 기반 구축</li> </ul>								
2단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>중앙서버와 사물인터넷 센서를 연결하는 플랫폼을 구축</li> </ul>								
3단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>수집된 빅데이터를 활용해 농가에 다양한 정보를 제공</li> </ul>								
KT	<ul style="list-style-type: none"> <li>KT는 2016년 5월 스마트 팜 설비 구축비용을 최대 40%까지 낮추고, 온실시설 제어 성능을 향상시킨 'KT GiGA 스마트팜' 서비스를 출시</li> <li>국내 농촌 10개 지역에 실습교육장과 현장지원센터 개설</li> <li>KT는 스마트팜 솔루션을 접목해 작물별 '최적 생육 환경 조건 및 자동재배 솔루션'을 고도화 해 나갈 계획</li> <li>2016년 6월, 농업회사법인 지엔바이오와 협력하여 경남 진주시 이반성면에 국내최대 규모의 '이슬송이버섯 스마트 팜'을 구축</li> <li>임자도 섬 內 초등학교에서 지역특산물 농산물을 실시간 모니터링하고 자동 개폐, 온·습도 원격 제어가 가능한 어린이 체험형 스마트팜을 개설('16.3)</li> </ul>								

구분	세부내용						
	<p style="text-align: center;">&lt;스마트팜 사업 추진(KT)&gt;</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td data-bbox="357 389 715 465">KT스마트팜</td> <td data-bbox="719 389 1077 465">이슬송이버섯(스마트팜 재배)</td> <td data-bbox="1082 389 1437 465">임자도 기가아일랜드 (체험형 스마트팜)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 472 715 645"></td> <td data-bbox="719 472 1077 645"></td> <td data-bbox="1082 472 1437 645"></td> </tr> </table>	KT스마트팜	이슬송이버섯(스마트팜 재배)	임자도 기가아일랜드 (체험형 스마트팜)			
KT스마트팜	이슬송이버섯(스마트팜 재배)	임자도 기가아일랜드 (체험형 스마트팜)					
							
LGU+	<ul style="list-style-type: none"> <li>강원, 경기, 충청 등 국내 100여 개 농가에 고속 이동통신 LTE망으로 스마트팜 솔루션을 연동하는 서비스 제공</li> </ul>						

- ‘우성하이텍’은 국내 시설원예·작물재배 환경제어 기술 기업으로, 기존 온실 조건에 적합한 환경제어 제품을 생산하고 A/S, 기술자문을 통해 국내·외 품질을 인정받고 있음
- ‘우성하이텍’의 주요 제품은 시설원예 원격제어시스템, ICT복합환경시스템, 자연환기시스템, 배양액 자동공급기, 시설원예 커튼제어 시스템 등이 있음
  - 국내 환경에 적합하도록 환경 제어가 가능한 제품들을 생산함에 따라 적용 시스템에 대한 A/S 및 기술자문을 통해 국내·외에서 품질을 인정받고 있음

[표 13] 우성하이텍의 스마트팜 환경제어 시스템 기능

구분	세부내용		
팜시스 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>생산성 향상을 위한 정밀제어 기능, 스마트 원격제어가 가능</li> <li>환기창 개폐, 환경설비(커튼, 팬, 펌프, 난방기 등) 제어, 경보 발생 시 문자(SMS) 발송 통보, CCTV 영상 확인</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td data-bbox="384 1435 890 1713"> <p>우성하이텍 ‘팜시스’</p>  </td> <td data-bbox="895 1435 1401 1713"> <p>‘팜시스’ 시스템 구성도</p>  </td> </tr> </table>	<p>우성하이텍 ‘팜시스’</p> 	<p>‘팜시스’ 시스템 구성도</p> 
<p>우성하이텍 ‘팜시스’</p> 	<p>‘팜시스’ 시스템 구성도</p> 		

- ‘유비엔’은 농업 정보기술 전문기업으로, 시설 원예농가를 중심으로 스마트팜 솔루션 ‘팜링크’ 보급을 진행 중
- 서두에 소개한 SK텔레콤과 KT가 출시한 스마트팜이 대형 연동형 하우스 중심의 사업이라면, 유비엔은 단동형 하우스 중심으로 진행

\* 국내 시설원예의 86.5%가 단동형 하우스임에 따라 농장 전체를 하나의 네트워크로 연결 및 통합 관리

[표 14] 유비엔의 스마트팜 솔루션 '팜링크' 기능

구분	세부내용
팜링크 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>팜링크는 4년 동안의 개발로 2015년 말 출시된 분산처리 방식 스마트팜 솔루션임</li> <li>IoT, 클라우드, 빅데이터 기술을 적용해 1개 시스템으로 하우스 256동(5만평 규모)를 제어하고 통합관리 하는 기능</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="384 533 890 869"> <p style="text-align: center;">유비엔의 '팜링크'</p> </div> <div data-bbox="895 533 1401 869"> <p style="text-align: center;">'팜링크' 시스템 구성도</p> </div> </div>

□ 'KIST' 은 SFS 융합연구단(Convergence Research Center for Smart Farm Solution)은 스마트팜 산업 글로벌 경쟁력 확보를 위한 재배환경/생육계측 기반 표준 복합환경 제어플랫폼 개발과 이와 연계된 생산 효율성, 정보 활용성, 경제성이 확보된 고부가가치 스마트팜 상용화 통합 솔루션 개발을 진행중임

○ 주요 연구분야는 토마토, 파프리카 생산관리를 위한 생육계측 센서 기술, 표준기반 시설원에 복합환경제어용 개방형 플랫폼, 온실 스마트 작업관리 시스템(HW/SW), 스마트팜 에너지 최적관리 시스템(HW/SW), 스마트팜 재배-생산-유통 모니터링 일관 시스템, 스마트팜 상용화를 위한 실증연구 및 연계 비즈니스 모델 개발 등 임

- 본 과제에서는 서비스 플랫폼의 서비스는 동일하나 사업표준의 오픈 HW 제어시스템을 사용할 수 있도록 펌웨어 단위에서 시스템을 제공
- 플랫폼이 복합환경제어 시스템보다는 서비스를 위한 플랫폼으로 온오프 컨설팅 서비스를 위한 생육측정 및 재배매뉴얼 등을 제공

#### 4. 기술수준 분석

- 선진국의 농업 ICT 분야는 생산, 가공, 유통, 판매, 소비, 농촌지역개발 등 넓은 범위에서 이루어지고 있으며, 국가별 농업환경에 따라 ICT융합 기술 활용 현황 차이가 있음
- 농림축산식품부에 따르면 주요국의 분야별 농업 ICT 융합 기술 활용은 국가별 차이가 존재하며, 우리나라는 농업ICT 융합 기술수준은 최고기술 보유국인 네덜란드(86.4%)대비 65.1% 수준으로 약 9.8년의 기술격차가 있는 것으로 조사 됨( '14)

□ 스마트팜 분야는 ICT 기자재 표준화·국산화, 스마트팜 시설 표준화, 빅데이터 기반 생장 (사양)관리, 스마트팜 확산모델 등으로 구분할 수 있음


[표 15] 우성하이텍의 스마트팜 환경제어 시스템 기능

분야	원예분야 농업선진국(네덜란드)	한국
ICT 기자재 표준화·국산화	<ul style="list-style-type: none"> <li>온·습도, CO<sub>2</sub> 센서 등 대부분의 기자재가 규격화 되어 있으며, 내구성과 신뢰성이 우수함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서소자를 구입하여 조립품 생산수준</li> <li>온도 습도 및 CO<sub>2</sub> 센서는 업체별 다양하게 개발되어 호환성 부족, 스마트 팜 기자재 규격화 미흡</li> </ul>
스마트 팜 시설 표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계기준과 시방서가 국가표준으로 정립되어 있음(NEN3859)</li> <li>복합환경제어가 가능한 환경 조절장치 및 재배시스템이 일체형으로 구성된 온실 설계서가 보급</li> <li>CASTA 프로그램에 의한 기본설계서를 토대로 현장여건에 맞는 설계도면 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계기준과 시방서가 없어 시공업체가 제각기 운영</li> <li>시공시 설계에 공사비가 5~10% 소요</li> <li>내재해형 설계서 및 시방서가 있으나 구조측면만 명시, 환경 조절 장치 및 재배 시스템 일체형 설계서는 부재</li> </ul>
빅데이터 기반 생장(사양) 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가차원의 표준 매뉴얼은 없으나, 업체별 최적 생육관리를 위한 프로세스가 정립되어있음</li> <li>환경제어모델이 복합환경제어 시스템에 탑재</li> <li>파프리카, 토마토, 화훼류 등 재배 품목이 단조로워 최적 생육관리 기술 개발이 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT 기반의 최적생육관리는 일부선도 농가를 중심으로 진행중</li> <li>우리나라의 경우, 재배 품종이 다양하고 지역별 환경요소도 상이하여 최적 생육관리모델링에 애로</li> </ul>
스마트 팜 확산모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>원예시설 중 99%가 유리온실로 벤로형이 87%로 규격화 되어있음</li> <li>보급 온실 대부분이 시설현대화</li> <li>ICT+에너지+내재해형이 결합된 표준 모델 보급 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비닐온실이 98.8% 이며, 온실의 형태도 품목별, 지역별로 다양함</li> <li>첨단온실은 대부분 자동화</li> <li>연동온실은 천창과 측창, 보온커튼 장치, 양액, 난방기 등 자동화 진입</li> <li>단동온실은 반자동 또는 수동으로 자재 활용</li> </ul>

\* 자료: 농업과 ICT 융합, 한국형 스마트팜 확산, 농림축산식품부, 2016

□ 스마트팜 시설원에 분야는 네덜란드가 선도하고 있으며, 시설표준화, ICT 기자재 개발수준, 생장 관리 측면에서 우리나라 기술수준 대비 우수함

[표 16] 시설원예/노지농업 분야 선도국의 스마트팜 기술

구분	세부내용
 스마트폰 환경제어 장치 (스마트 온실)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(최고기술 보유국) 네덜란드</li> <li>자동화된 설비와 스마트폰을 활용하여 온실환경을 진단 및 원격으로 조정관리</li> <li>외국기술은 정밀도·완성도가 우수하며, 국내 기술은 가격이 저렴</li> </ul>



구분	세부내용	
		하고 A/S 측면에서 우수함
	점적관수	<ul style="list-style-type: none"> <li>(최고기술 보유국) 이스라엘</li> <li>관을 통해 작물 포기마다 물방울 형태로 물을 주는 방식</li> <li>가뭄 및 물부족 해소와 수분 공급 시기 조절 용이</li> </ul>
	양액 자동 공급기	<ul style="list-style-type: none"> <li>(최고기술 보유국) 덴마크</li> <li>작물에 물 공급 시 영양분을 함께 공급할 수 있도록 제어</li> <li>양분의 효율 향상과 수확물 품질 향상 효과</li> </ul>
	자동수확 작업기	<ul style="list-style-type: none"> <li>(최고기술 보유국) 일본</li> <li>수확방법의 자동화, 기계화로 작업효율 향상과 연속적 작업 용이</li> <li>고노동력을 요구하는 수확 작업의 인력 투하율 감소 효과</li> </ul>
	농작물 도난방지 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>(최고기술 보유국) 한국</li> <li>지역적 제한조건 없이 농장 내·외부 침입자 감시 및 도난 예방 가능</li> <li>일부 취약지역 설치 가능</li> <li>휴대폰 알림을 통한 식속 대처 가능</li> </ul>
	무인해충 예찰 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>(최고기술 보유국) 네덜란드, 덴마크</li> <li>ICT기술을 활용한 해충 예찰의 정확도 향상 및 약제 살포 적정량 측정 가능</li> <li>농약사용량 절감 및 사용효과 거양</li> <li>예찰시간 감소를 통한 노동력 감소</li> </ul>
	환경 감지 통합 센서 장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>(최고기술 보유국) 미국</li> <li>농산물의 생육 환경 모니터링을 위한 통합 센서 장비</li> <li>토양의 물리화학적 특성을 종합적 모니터링 하는 센서 패키지 활용</li> <li>환경제어장치와 연계활용 가능</li> </ul>
	유해동물·조류방지 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>(최고기술 보유국) 덴마크</li> <li>지향성 음파 기반 방식으로 유해동물·조류의 퇴치 가능</li> </ul>

\*자료: 농림축산식품부, ICT 기반 한국형 스마트팜 기술개발 계획, 2015

- 우리나라의 경우, ICT 발전 지수가 가장 높으나, ICT 융합분야 최고 기술 보유국인 미국 대비 74.8% 수준이므로 4.6년 정도의 기술격차가 존재하는 것으로 나타남
- 아울러, 선진국 대비 농업의 생산성이 낮은 중국, 한국 등의 국가에서 ICT 융합 기술수준이 낮은 것으로 파악됨

[표 17] 2015년 국가별 글로벌 ICT 발전지수 순위

순위	국가	점수	순위	국가	점수
----	----	----	----	----	----

순위	국가	점수	순위	국가	점수
1	한국	8.93	11	일본	8.47
2	덴마크	8.88	12	핀란드	8.36
3	아이슬란드	8.86	13	호주	8.29
4	영국	8.75	14	독일	8.22
5	스웨덴	8.67	15	미국	8.19
6	룩셈부르크	8.59	16	뉴질랜드	8.14
7	스위스	8.56	17	프랑스	8.12
8	네덜란드	8.53	18	모나코	8.10
9	홍콩	8.52	19	싱가포르	8.08
10	노르웨이	8.49	20	에스토니아	8.05

\*자료: ICT를 활용한 과수재배 환경관리 연구 동향과 발전 방안

[표 18] ICT융합분야 주요국 최고기술국 대비 기술수준 및 격차

구분	미국	네덜란드	일본	독일	영국	한국	중국
기술수준 그룹	최고	선도	선도	선도	선도	추격	추격
기술수준(%)	100	99.1	97.7	93.3	89.5	74.8	61.1
기술격차(년)	0	0	0.8	1.4	2.1	4.6	7.0

\*자료: ICT를 활용한 과수재배 환경관리 연구 동향과 발전 방안

- 해외시스템은 자국의 농산업을 바탕으로 제품에 운영 기술이 축적되어 있고, 전 세계 시장에 공급을 하고 있어 가격적 우의를 가지고 있음
- 상대적으로 국내는 ICT와 제조업 설비에 대한 기술 우의를 가지고 있으나, 소규모 농가 위주의 농업구조로 인하여 국내 적은 농산업시장에 진출하려고 하는 기업이 적음
- 대부분의 농업용 시스템 개발업체는 농업자체에 대한 이해도가 낮아 하드웨어 위주로 시스템에 투자하여, 해외 시스템에 비하여 운영 소프트웨어에 대한 부분이 낮은 상태이고 이를 보완하기 위해 산업체-농업연구소 등의 클러스터형 개발이 필요함



## 5. 특허동향 분석

- 국내 ICT 기반의 스마트팜 기술은 선진국 대비 기술수준이 낮으므로 특허기술 동향 분석을 통하여 핵심기술 분야에 대한 투자의 선택과 집중이 필요
- 이에 따라 Emerging technology인 스마트팜의 특허동향 분석을 위하여 ‘ICT 기반 스마트팜 기술’ 로 범위를 설정하여 수행
- 본 분석에서는 ICT기반의 스마트팜 관련 기술을 ‘ICT 기자재’, ‘스마트팜 시설’, ‘빅데이터 기반 생산(사양)관리’ 기술로 구분하여 특허분석을 수행
- **(분석범위)** 분석 대상은 ICT 기반 스마트팜과 관련한 특허로, 1994년 1월 1일부터 2016년 12월 31일까지 한국(KIPO), 일본(JPO), 미국(USPTO), 유럽(EPO), PCT(WIPO)에 출원된 특허를 대상으로 분석을 수행

[표 19] 특허 검색 범위

검색DB	국가	검색범위	분석구간	검색대상 문서
WIPSON	한국(KR)	서지 요약 대표청구항	1994.01.01. ~2016.12.31	특허공개 및 공고/등록
	일본(JP)			특허공개 및 공고/등록
	미국(US)			특허공개 및 공고/등록
	유럽(EP)			특허공개 및 등록
	PCT			특허공개 및 등록

\* 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있으므로, 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2015~2016년 출원된 특허는 그 정량적 의미가 유효하지 않음.

- **(분석대상 기술 및 검색식)** ICT 기반 스마트팜을 포괄할 수 있는 키워드를 도출하여 검색식을 작성하고, 이를 기반으로 Tech-tree를 구성하여 심층적 특허분석을 수행
  - 핵심 키워드로 ICT 기반 스마트팜을 포괄할 수 있는 ‘스마트팜’, ‘작물’, ‘가축’, ‘온실’, ‘축사’ 로 정하고 각 키워드 관련 용어를 한글과 영어로 도출 및 키워드 확장
  - 작성된 검색식에 대한 유효데이터를 추출하여 ‘ICT 기반 스마트팜’ 기술 분야 전체에 대한 특허분석을 수행하고, Tech-tree를 통한 기술별 심층분석 수행

[표 20] 검색식 및 유효데이터 건수

기술분야	검색식	건수	
		국가	유효데이터 건수
ICT기반 스마트팜 관련 기술	((스마트팜* 스마트* 인터넷* 이더넷* 컴퓨터* 원격* 리모콘* 리모트* 모바일* 첨단* 지능* 지혜* smartfarm* (smart* adj farm*) internet* ethernet* comput* communicat* remote* mobile* hightech* high-tech* intelligen*) and (작물* 과수* 농업* 재배* 생육* 생장* 화훼* 논작물* 밭작물* 농산물* 원예* 축산* 온실* 축사* 목축* 가축* farm* greenhouse* glasshouse* livestock* stockbreed* crop* "crop product" "farm product" "upland crop" "lowland crop" (cattle* adj shed*) barn* pigsty* agriculture* horticulture* fruit* flower* agronom*)),ti,ab,cl.	한국(KR)	326
		일본(JP)	409
		미국(US)	332
		유럽(EP)	178
		PCT	283
		합계	1,528

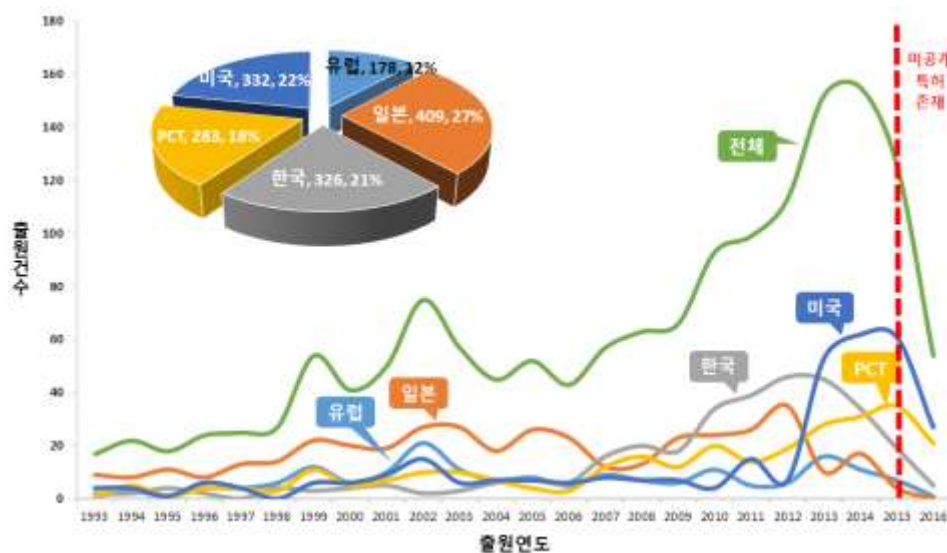
[표 21] 분야별 기술개요와 유효데이터건수

분야		기술개요		유효건수
ICT기반 스마트팜 관련 기술	ICT 기자재 표준화 국산화	원예	작물 생산과 관련한 온실 내의 환경 데이터 수집·송수신 장치 및 장비와 정보를 수신하는 모바일, 단말기, 브로드캐스팅 등에 대한 기술 등	127
		축산	가축 생육환경을 데이터를 센싱하여 수집·송수신 하는 장치 및 장비와, 환경 데이터 수집·송수신 장치 및 장비와 정보를 수신하는 모바일, 단말기, 브로드캐스팅, 정보제공에 대한 기술과 자동급이 장치 및 환경제어기 관련 기술	58
		미구분	상기 분류로 구분하기 모호하나, ICT 기자재 표준화 국산화 관련 기술들	12
	스마트팜 시설 표준화	원예	작물 생장의 모니터링 시스템, 원격 환경관리(온도, 습도, 풍속) 및 생장관리(양액, 창 조절) 시스템 관련 기술	140
		축산	가축 생육의 모니터링 시스템, 원격 환경 조절(온도, 습도 등) 시스템 관련 기술	35
		미구분	상기 분류로 구분하기 모호하나, 스마트팜 시설 표준화 관련 기술들	118
	빅데이터 기반 생장(사양)관리	원예	작물 생장 환경 모니터링 데이터의 DB화 기술, 작물 생육 모델링, 수확량 예측 기술, 영농이력 DB화 및 이를 이용하는 응용 프로그램 관련 기술	308
		축산	가축 생육 환경(온도, 습도 등) 데이터의 DB화 기술, 생육 환경 모델링, 고품질의 가축 생육을 위한 축사 이력 DB화 등에 관한 기술	150
	미구분		상기 분류로 구분하기 모호하나, ICT기반 스마트팜 관련 기술들	580
	합계			

- (분석방법) 한국, 일본, 중국, 미국, 유럽, PCT 특허를 대상으로 연도별 출원동향, 구간별 다출원인, 주요 특허리스트 등을 도출
- 분석 특허 대상국은 한국, 일본, 중국, 미국, 유럽, PCT로 선정하고 연도별 출원동향, 주요 상위 다출원인 분석을 통해 관련분야의 주요 활동 기관(기업, 출연연, 대학 등)을 분석
- 국가별 상위 다출원인을 도출하고, 주요 출원인 현황과 주요 시장국, 주요 특허리스트 ('11~ '16)을 추출

### (1) 연도-국가별 출원동향

- ICT기반 스마트팜 기술분야의 특허동향은 2010년 이후로 급격히 성장하고 있으며 최근까지 지속적으로 성장하고 있는 것으로 분석됨
- 각국 특허청의 출원점유율은 일본특허청이 27%로 가장 높으며, 다음으로 미국특허청이 22%, 한국특허청이 21%, PCT 출원이 18%, 유럽특허청이 12%로 나타나, 해당 기술 분야의 특허활동은 주로 일본에서 이루어지고 있는 것으로 판단됨



[그림 22] ICT 기반 스마트팜 기술 분야의 연도-국가별 특허동향

- (미국) 미국의 특허동향은 2012년까지 10건 내외의 소량의 특허를 출원하였으나, 2013년부터 급격히 증가하는 양상이 나타남

- (유럽) 유럽의 경우 2000년대 초반에 출원이 다수 이루어졌으나, 전반적으로 증감을 반복하고 있는 것으로 나타남
- (일본) 2006년 초기에 타 국가대비 출원건수가 많았으나, 2012년에 35건으로 최다 출원수를 기록하고 최근까지 감소세가 나타남
- (한국) 2007년부터 출원이 급격히 증가하여 2012년에 46건으로 최다 출원건수를 나타내고, 그 후 감소하는 추세로 나타남

[표 22] 주요국가별 연도별 특허동향



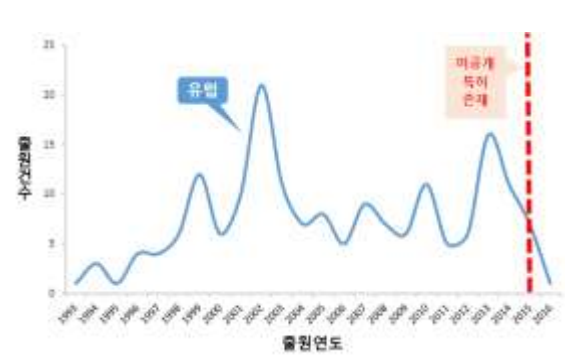
<한국특허청 연도별 특허동향>



<일본특허청 연도별 특허동향>



<미국특허청 연도별 특허동향>

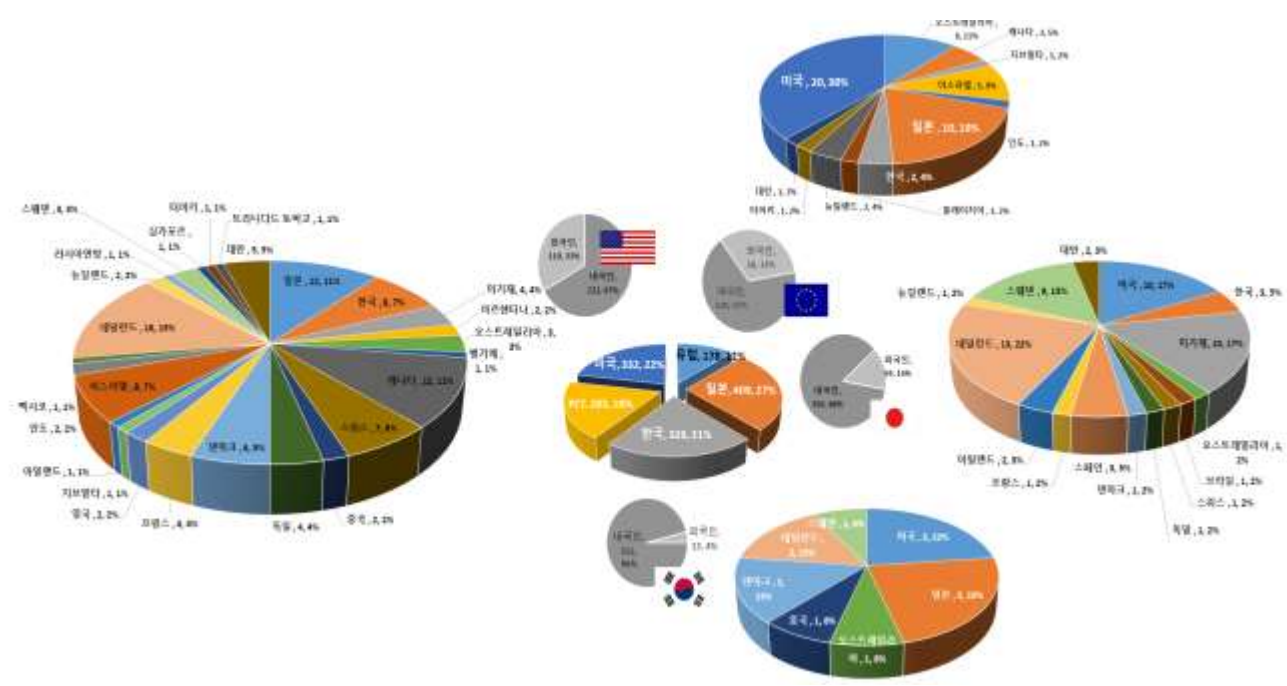


<유럽특허청 연도별 특허동향>

## (2) 출원 주체별 출원동향

- 각국 특허청 내·외국인의 출원점유율 현황을 살펴보면, 미국과 유럽 특허청의 경우 외국인의 출원점유율이 33%로 나타나며, 일본 특허청의 경우 14%로 조사되었고, 외국인의 출원점유율이 가장 낮은 한국 특허청은 4%로 나타남

- **(미국)** 미국은 다양한 국적의 외국인이 출원활동을 하고 있는 것으로 나타났으며, 그 중 네덜란드가 15%로 가장 높으며 그 다음으로 일본, 캐나다(각 11%) 순으로 나타남
- **(유럽)** 유럽에서 미국이 38%로 가장 높은 점유율을 차지하고 있으며, 그 다음으로 일본(19%), 오스트레일리아(11%)순으로 나타남
- **(일본)** 내국인의 출원활동이 86%로 활발하게 나타났으며, 외국인 국적으로는 네덜란드가 22%로 가장 높게 나타남
- **(한국)** 내국인 출원활동 비중은 96%로 외국인보다 매우 활발한 것으로 나타났으며, 외국인 국적의 특허 비중은 일본과 미국이 23%, 그 다음으로 덴마크와 네덜란드가 각 15%로 나타남



[그림 23] 국가별 내·외국인 출원 점유율 현황

### (3) 주요 출원인 동향

□ 주로 내국인 중심으로 특허출원이 이루어지고 있으며, 각국 주요 다출원인으로는 ITERIS, INC., Lely Enterprises Ag, CASIO COMPUT CO LTD, Panasonic, 순천대학교 산학협력단 등으로 나타남

- **(미국)** 미국 특허청의 상위 다출원인은 11개 출원인이 미국국적이거나, 최다 출원인은 ITERIS, INC.이 16건 출원한 것으로 나타남

[표 23] 미국특허청 상위 다출원인

순위	한국특허청 상위 다출원인	출원인국적	출원건수
1	ITERIS, INC.	US	16
2	SKYDROP, LLC	US	13
3	Technologies Holdings Corp.	US	12
4	Lely Enterprises Ag	CH	10
5	Deere & Company	US	9
6	Micro Beef Technologies	US	6
6	The Climate Corporation	US	6
6	Unverferth Manufacturing Company	US	6
9	Fujitsu Limited	JP	5
9	Trimble Navigation Limited	US	5
11	Can Technologies	US	4
11	Cornell University	US	4
11	Hana Micron America Inc.	US	4
11	한국전자통신연구원	KR	4

○ (유럽) 유럽 특허청의 상위 다출원의 경우, Lely Enterprises Ag가 21건을 출원하여 최다 출원인으로 조사되었으며, 스웨덴 국적의 Delaval Holding Ab은 13건을 출원한 것으로 조사됨

[표 24] 유럽특허청 상위 다출원인

순위	한국특허청 상위 다출원인	출원인국적	출원건수
1	Lely Enterprises Ag	CH	21
2	Delaval Holding Ab	SE	13
3	N.V. Nederlandsche Apparatenfabriek Nedap	NL	8
4	Maasland N.V.	NL	6
5	Lely Patent N.V	NL	5
6	Can Technologies	US	4
6	Kristoffer Larsen Innovation A/S	DK	4
8	KUBOTA CORP	JP	3
8	Rumitag, S.L.	ES	3

- **(일본)** 일본 특허청의 상위 다출원인은 스웨덴 국적의 Delaval Holding Ab이외에는 전부 일본 국적의 출원인으로, 외국인 국적의 일본 특허청 대상의 특허출원 활동이 많지 않은 것으로 판단됨

[표 25] 일본특허청 상위 다출원인

순위	한국특허청 상위 다출원인	출원인국적	출원건수
1	CASIO COMPUT CO LTD	JP	16
1	Panasonic	JP	16
3	National Agriculture & Food Research Organization	JP	11
3	Yanmar Co., Ltd.	JP	11
5	Fujitsu Limited	JP	10
5	KUBOTA CORP	JP	10
7	NTT	JP	9
8	SATAKE CORP	JP	7
9	Delaval Holding Ab	SE	6
9	Hitachi Solutions	JP	6

- **(한국)** 한국특허청의 상위 다출원인을 살펴보면, 상위 10개 출원인이 전부 한국 국적으로 한국 특허청 대상의 특허활동이 내국인 중심으로 이루어지고 있는 것으로 판단됨
  - 한국에서는 대학, 공공기관의 출원이 활발하며 다출원인으로는 순천대학교, 건국대학교, 경상대학교, 대한민국, 한국전자통신연구원이 있음

[표 26] 한국특허청 상위 다출원인

순위	한국특허청 상위 다출원인	출원인국적	출원건수
1	순천대학교 산학협력단	KR	19
2	대한민국	KR	22
3	한국전자통신연구원	KR	7
4	(주)유양디앤유	KR	4
4	그린씨에스(주)	KR	4
6	건국대학교 산학협력단	KR	3
6	경상대학교산학협력단	KR	3

순위	한국특허청 상위 다출원인	출원인국적	출원건수
6	김기주	KR	3
6	이완섭	KR	3
6	주식회사 엘시스	KR	3
6	주식회사 태종	KR	3
6	주식회사 텔레웍스	KR	3
6	한국농어촌공사	KR	3

#### (4) 기술발전단계

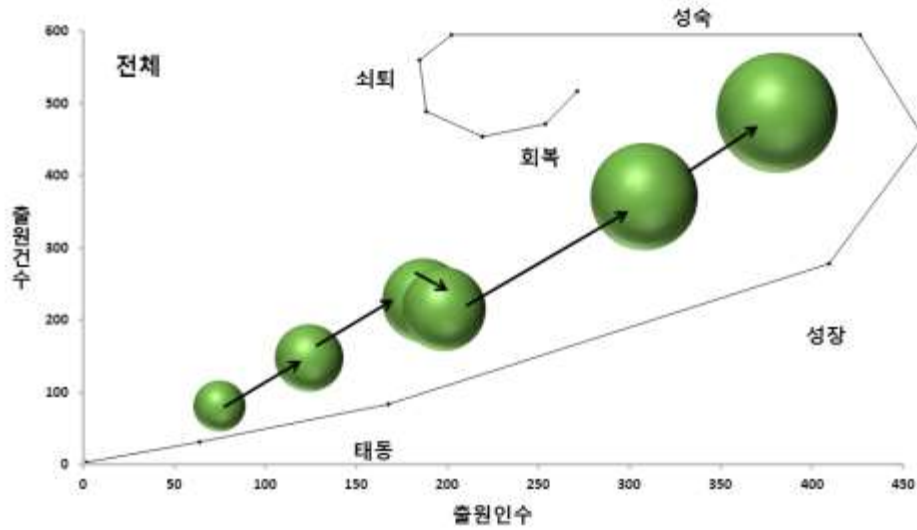
- 분석대상 특허를 기반으로 출원연도 기준으로 구간을 설정하고, 구간별 출원인수와 출원건수 증감 정도에 따라 특허포트폴리오를 분석
- 본 분석에서 분석구간은 출원연도를 기준으로 4년 단위로 구분하였고, 이에 따라 유효 특허의 분석 구간을 1구간(1993년~1996년), 2구간(1997년~2000년), 3구간(2001년~2004년), 4구간(2005년~2008년), 5구간(2009년~2012년), 6구간(2013년~2016년)으로 나누었음



[그림 24] 특허 포트폴리오

- 본 기술의 특허포트폴리오는 출원건수와 출원인건수가 지속적으로 증가하고 있는 성장기 단계에 있는 것으로 나타남

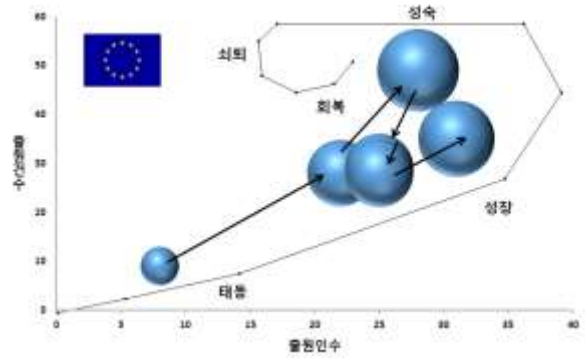
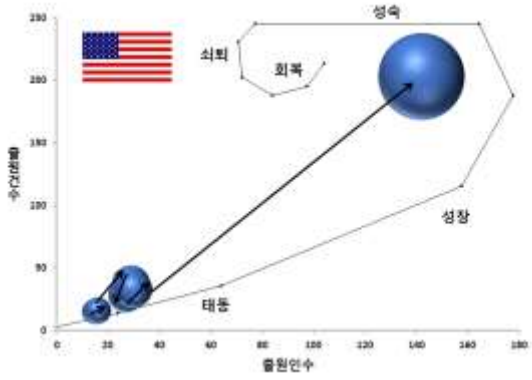
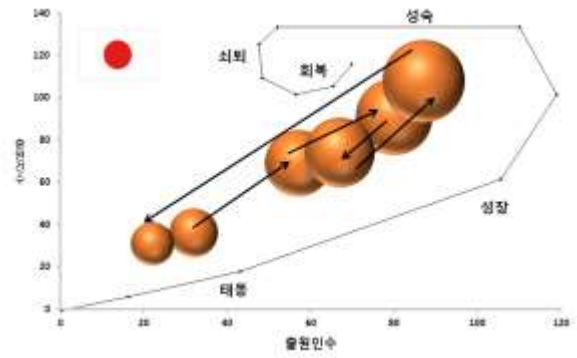
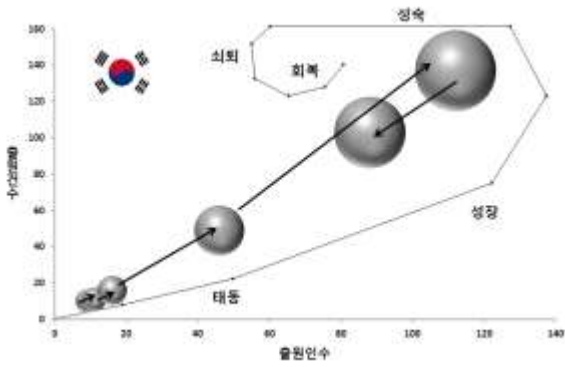




[그림 25] ICT기반 스마트팜 기술의 포트폴리오

- 미국, 한국은 특허포트폴리오의 성장기 단계를 나타내고 있으나, 유럽과 일본 특허의 경우 3~6구간에서의 출원인수와 출원건수의 증감이 나타나고 있음
- 미국 특허의 포트폴리오는 5구간(2009년~2012년)에서 6구간(2013년~2016년) 사이 출원인수와 출원건수가 큰폭으로 증가하여 성장기에 있는 것으로 조사됨
- 유럽 특허는 1구간(1993년~1996년)에서 3구간(2001년~2004년)까지 출원인수와 출원건수가 증가하는 성장기의 양상을 보이다가, 4구간(2005년~2008년)부터 5구간(2009년~2012년)까지 출원인수와 출원건수가 감소하였다가, 6구간(2013년~2016년)에서 다시 증가하는 것으로 나타나 현재 기술이 회복단계에 있는 것으로 파악됨
- 일본 특허는 1구간(1993년~1996년)부터 3구간(2001년~2004년)까지 출원인수와 출원건수가 증가하다가 3~6구간에서는 출원인수와 출원건수의 증감이 나타남
- 한국 특허의 경우 1구간(1993년~1996년)부터 6구간(2013년~2016년)에 걸쳐서 나타나며, 출원인수와 출원인건수가 지속적으로 증가하는 것으로 나타남

[표 27] 주요국가별 기술발전단계



## (5) 기술분야별 주요 특허 리스트

### (가) ICT기자재 기술

□ (원예) ICT 기자재 기술 분야에서 원예 분야의 상위출원인의 출원특허 중에서, 2011년부터 2015년에 출원된 주요 특허들을 추출

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
1	EP	2013-871633	FARM WORK MACHINE, FARM WORK MANAGEMENT METHOD, FARM WORK MANAGEMENT PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM RECORDING FARM WORK MANAGEMENT PROGRAM	2013-09-09	KUBOTA CORP	JP
2	EP	2013-880570	AGRICULTURAL WORK MACHINE, AGRICULTURAL WORK MANAGEMENT METHOD, AGRICULTURAL WORK MANAGEMENT PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM HAVING AGRICULTURAL WORK MANAGEMENT PROGRAM RECORDED THEREON	2013-09-09	KUBOTA CORP	JP
3	US	14/315255	WATER REDUCTION OPTIMIZING IRRIGATION PROTOCOLS	2014-06-25	SKYDROP, LLC	US
4	US	14/315258	WATERING INSTRUCTIONS AND IRRIGATION PROTOCOLS SENT OVER A NETWORK	2014-06-25	SKYDROP, LLC	US
5	US	14/321651	NETWORKED IRRIGATION CONTROLLER	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
6	US	14/321656	STACKED CONFIGURATION IRRIGATION CONTROLLER	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
7	US	14/321660	EXPANSION STACKED COMPONENT IRRIGATION CONTROLLER	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
8	US	14/321665	COMMUNICATING WITH USERS THROUGH CONTROLLER OUTPUTS	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
9	US	14/321715	IRRIGATION PROTOCOLS WHEN CONNECTION TO A NETWORK IS LOST FOR AN EXTENDED PERIOD	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
10	US	13/771727	PER PLANT CROP SENSING RESOLUTION	2013-02-20	Deere & Company	US
11	US	13/771760	CROP SENSING DISPLAY	2013-02-20	Deere & Company	US
12	US	14/942500	METHOD FOR CONTROLLING UNLOAD OF A MOBILE FARM IMPLEMENT	2015-11-16	Unverferth Manufacturing Company	US

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
13	US	14/940687	Method For Controlling An Unload Operation On A Mobile Farm Implement	2015-11-13	Unverferth Manufacturing Company	US
14	US	14/213246	Method for controlling unload of a mobile farm implement	2014-03-14	Unverferth Manufacturing Company	US
15	US	14/213744	Method for controlling an unload operation on a mobile farm implement	2014-03-14	Unverferth Manufacturing Company	US
16	JP	2014-153613	재배 모니터링 장치, 재배 모니터링 방법 및 재배 모니터링 프로그램	2014-07-29	CASIO COMPUT CO LTD	JP
17	JP	2013-103724	관측 관리 시스템, 관측 장치, 휴대 단말 장치 및 프로그램	2013-05-16	CASIO COMPUT CO LTD	JP
18	JP	2013-103725	통신 장치 및 프로그램	2013-05-16	CASIO COMPUT CO LTD	JP
19	JP	2011-030395	휴대 단말 장치 및 관측 관리 시스템 및 프로그램	2011-02-16	CASIO COMPUT CO LTD	JP
20	KR	2011-0100336	센서 이동형 작물성장환경 모니터링 장치 및 그 방법	2011-09-30	순천대학교 산학협력단	KR
21	KR	2011-0100375	영상 처리를 이용한 식물 온도 측정 및 그 방법.	2011-09-30	순천대학교 산학협력단	KR
22	KR	2011-0068546	작물의 생육 상태 모니터링 방법	2011-07-11	한국전자통신연구원	KR
23	KR	2011-0114664	작물 관측 장치 및 그 방법	2011-11-04	한국전자통신연구원	KR

□ (축산) ICT 기자재 기술 분야에서 축산 분야의 상위출원인의 출원특허 중에서, 2011년부터 2015년에 출원된 주요 특허들을 추출

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
1	US	14/992138	System and method for improved attachment of a cup to a dairy animal	2016-01-11	Technologies Holdings Corp.	US
2	US	15/209096	AUTOMATED SYSTEM FOR APPLYING DISINFECTANT TO THE TEATS OF DAIRY LIVESTOCK	2016-07-13	Technologies Holdings	US

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
					Corp.	
3	US	15/218305	SYSTEM AND METHOD FOR MILKING STALL ASSIGNMENT USING REAL-TIME LOCATION	2016-07-25	Technologies Holdings Corp.	US
4	US	15/273929	VISION SYSTEM FOR FACILITATING THE AUTOMATED APPLICATION OF DISINFECTANT TO THE TEATS OF DAIRY LIVESTOCK	2016-09-23	Technologies Holdings Corp.	US
5	US	14/589385	System and method for milking stall assignment using real-time location	2015-01-05	Technologies Holdings Corp.	US
6	US	14/695279	System and method for filtering data captured by a 3D camera	2015-04-24	Technologies Holdings Corp.	US
7	US	14/842034	System and Method for Determining Whether to Operate a Robot in Conjunction with a Rotary Milking Platform Based on Detection of a Milking Claw	2015-09-01	Technologies Holdings Corp.	US
8	US	14/941830	SYSTEM AND METHOD FOR ANALYZING DATA CAPTURED BY A THREE-DIMENSIONAL CAMERA	2015-11-16	Technologies Holdings Corp.	US
9	US	14/260585	Automated system for applying disinfectant to the teats of dairy livestock	2014-04-24	Technologies Holdings Corp.	US
10	US	14/329655	Automated system for applying disinfectant to the teats of dairy livestock	2014-07-11	Technologies Holdings Corp.	US
11	US	14/507964	System and method for analyzing data captured by a three-dimensional camera	2014-10-07	Technologies Holdings Corp.	US
12	US	14/548399	System and method for filtering data captured by a 2D camera	2014-11-20	Technologies Holdings Corp.	US

## (나) 스마트팜 시설 기술

□ (원예) 스마트팜 시설 기술 분야에서 원예 분야의 상위출원인의 출원특허 중에서, 2011년부터 2015년에 출원된 주요 특허들을 추출함

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
1	US	14/315267	BACKUP WATERING INSTRUCTIONS AND IRRIGATION PROTOCOLS WHEN CONNECTION TO A NETWORK IS LOST	2014-06-25	SKYDROP, LLC	US
2	US	14/321666	AUTOMATIC DETECTION AND CONFIGURATION OF NEW IRRIGATION SYSTEM COMPONENTS	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
3	US	14/321674	AUTOMATIC DETECTION OF LEAKS WITHIN AN IRRIGATION SYSTEM	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
4	US	14/321720	ADDITION OF NEW IRRIGATION ZONE AND OPERABLE COMPONENTS WITHIN AN IRRIGATION SYSTEM	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
5	US	14/321738	AUTOMATIC DETECTION AND CONFIGURATION OF FAULTS WITHIN AN IRRIGATION SYSTEM	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
6	US	14/321747	Automatic detection of expansion component irrigation controller	2014-07-01	SKYDROP, LLC	US
7	US	13/771795	Soil compaction reduction system and method	2013-02-20	Deere & Company	US
8	US	13/942003	Method and apparatus for determining fraction of hay at different moisture levels	2013-07-15	Deere & Company	US
9	US	14/216160	WEIGH SYSTEM WITH HITCH OVERLOAD AND ROLLOVER DETECTION	2014-03-17	Unverferth Manufacturing Company	US
10	JP	2014-195387	농업 관리 시스템	2014-09-25	KUBOTA CORP	JP
11	JP	2014-195389	농업 관리 시스템	2014-09-25	KUBOTA CORP	JP
12	KR	10-2014-01470 67	센서를 이용한 온실 천창 자동화 시스템	2014-10-28	순천대학교 산학협력단	KR
13	KR	10-2014-01470 80	온실내부의 효율적 활용을 위한 레일 시스템	2014-10-28	순천대학교 산학협력단	KR
14	KR	10-2013-01592 01	스마트 단말기를 이용한 온실 관리 방법 및 시스템	2013-12-19	순천대학교 산학협력단	KR

□ (축산) 스마트팜 시설 기술 분야에서 축산 분야의 상위출원인의 출원특허 중에서, 2011년부터 2015년에 출원된 주요 특허들을 추출

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
1	KR	10-2013-00184 30	가축 분만 및 감지 모니터링 시스템과 그 방법	2013-02-21	순천대학교 산학협력단	KR
2	KR	10-2013-01593 13	IT 기반의 모돈 주간관리 시스템 및 그 운영법	2013-12-19	순천대학교 산학협력단	KR

## (다) 빅데이터 기반 생장(사양)관리 기술

□ (원예) 빅데이터 기반 생장(사양) 관리 기술 분야에서 원예 분야의 상위출원인의 출원  
특허 중에서, 2011년부터 2015년에 출원된 주요 특허들을 추출

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
1	EP	2014-843027	AGRICULTURAL ASSISTANCE SYSTEM	2014-09-03	KUBOTA CORP	JP
2	US	15/049044	MODELING OF SOIL COMPACTION AND STRUCTURAL CAPACITY FOR FIELD TRAFFICABILITY BY AGRICULTURAL EQUIPMENT FROM DIAGNOSIS AND PREDICTION OF SOIL AND WEATHER CONDITIONS ASSOCIATED WITH USER-PROVIDED FEEDBACK	2016-02-20	ITERIS, INC.	US
3	US	15/049045	MODELING OF SOIL TILTH AND MECHANICAL STRENGTH FOR FIELD WORKABILITY OF CULTIVATION ACTIVITY FROM DIAGNOSIS AND PREDICTION OF SOIL AND WEATHER CONDITIONS ASSOCIATED WITH USER-PROVIDED FEEDBACK	2016-02-20	ITERIS, INC.	US
4	US	15/049047	SIMULATION OF SOIL CONDITION RESPONSE TO EXPECTED WEATHER CONDITIONS FOR FORECASTING TEMPORAL OPPORTUNITY WINDOWS FOR SUITABILITY OF AGRICULTURAL AND FIELD OPERATIONS	2016-02-20	ITERIS, INC.	US
5	US	14/603381	Modeling the impact of time-varying weather conditions on unit costs of post-harvest crop drying techniques using field-level analysis and forecasts of weather conditions, facility metadata, and observations and user input of grain drying data	2015-01-23	ITERIS, INC.	US
6	US	14/603383	Risk assessment of delayed harvest operations to achieve favorable crop moisture levels using field-level diagnosis and forecasting of weather conditions and observations and user input of harvest condition states	2015-01-23	ITERIS, INC.	US
7	US	14/603384	Modeling of time-variant threshability due to interactions between a crop in a field and atmospheric and soil conditions for prediction of daily opportunity windows for harvest operations using field-level diagnosis and prediction of weather conditions and observations and user input of harvest condition states	2015-01-23	ITERIS, INC.	US
8	US	14/603385	Modeling of plant wetness and seed moisture for determination of desiccant application to effect a	2015-01-23	ITERIS, INC.	US

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
			desired harvest window using field-level diagnosis and forecasting of weather conditions and observations and user input of harvest condition states			
9	US	14/725139	MEASUREMENT AND MODELING OF SALINITY CONTAMINATION OF SOIL AND SOIL-WATER SYSTEMS FROM OIL AND GAS PRODUCTION ACTIVITIES	2015-05-29	ITERIS, INC.	US
10	US	14/738836	Harvest advisory modeling using field-level analysis of weather conditions and observations and user input of harvest condition states and tool for supporting management of farm operations in precision agriculture	2015-06-13	ITERIS, INC.	US
11	US	14/842852	Modeling of time-variant grain moisture content for determination of preferred temporal harvest windows and estimation of income loss from harvesting an overly-dry crop	2015-09-02	ITERIS, INC.	US
12	US	14/842854	Modeling of re-moistening of stored grain crop for acceptable time-of-sale moisture level and opportunity windows for operation of storage bin fans based on expected atmospheric conditions	2015-09-02	ITERIS, INC.	US
13	US	14/853593	CONTINUAL CROP DEVELOPMENT PROFILING USING DYNAMICAL EXTENDED RANGE WEATHER FORECASTING WITH ROUTINE REMOTELY-SENSED VALIDATION IMAGERY	2015-09-14	ITERIS, INC.	US
14	US	14/952670	MODELING OF CROP GROWTH FOR DESIRED MOISTURE CONTENT OF TARGETED LIVESTOCK FEEDSTUFF FOR DETERMINATION OF HARVEST WINDOWS USING FIELD-LEVEL DIAGNOSIS AND FORECASTING OF WEATHER CONDITIONS AND OBSERVATIONS AND USER INPUT OF HARVEST CONDITION STATES	2015-11-25	ITERIS, INC.	US
15	US	14/952679	MODELING OF CROP GROWTH FOR DESIRED MOISTURE CONTENT OF BOVINE FEEDSTUFF AND DETERMINATION OF HARVEST WINDOWS FOR CORN SILAGE USING FIELD-LEVEL DIAGNOSIS AND FORECASTING OF WEATHER CONDITIONS AND FIELD OBSERVATIONS	2015-11-25	ITERIS, INC.	US
16	US	14/952686	MODELING OF CROP GROWTH FOR DESIRED MOISTURE CONTENT OF BOVINE FEEDSTUFF AND DETERMINATION OF HARVEST WINDOWS FOR CORN EARLAGE	2015-11-25	ITERIS, INC.	US



No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
			USING FIELD-LEVEL DIAGNOSIS AND FORECASTING OF WEATHER CONDITIONS AND FIELD OBSERVATIONS			
17	US	14/952698	MODELING OF CROP GROWTH FOR DESIRED MOISTURE CONTENT OF BOVINE FEEDSTUFF AND DETERMINATION OF HARVEST WINDOWS FOR HIGH-MOISTURE CORN USING FIELD-LEVEL DIAGNOSIS AND FORECASTING OF WEATHER CONDITIONS AND OBSERVATIONS AND USER INPUT OF HARVEST CONDITION STATES	2015-11-25	ITERIS, INC.	US
18	US	14/703131	SENSING AND SURFACING OF CROP LOSS DATA	2015-05-04	Deere & Company	US
19	US	14/495212	RECALLING CROP-SPECIFIC PERFORMANCE TARGETS FOR CONTROLLING A MOBILE MACHINE	2014-09-24	Deere & Company	US
20	US	14/675992	FORECASTING NATIONAL CROP YIELD DURING THE GROWING SEASON	2015-04-01	The Climate Corporation	US
21	US	14/691280	GENERATING AN AGRICULTURE PRESCRIPTION	2015-04-20	The Climate Corporation	US
22	US	14/739823	COLLECTING DATA TO GENERATE AN AGRICULTURAL PRESCRIPTION	2015-06-15	The Climate Corporation	US
23	US	14/810809	UPDATING EXECUTION OF TASKS OF AN AGRICULTURAL PRESCRIPTION	2015-07-28	The Climate Corporation	US
24	US	14/842016	ESTIMATING CROP YIELD DATA	2015-09-01	The Climate Corporation	US
25	US	14/846659	METHODS AND SYSTEMS FOR MANAGING CROP HARVESTING ACTIVITIES	2015-09-04	The Climate Corporation	US
26	JP	2015-512255	식생 판정 프로그램, 식생 판정 장치 및 식생 판정 방법	2013-04-18	Fujitsu Limited	JP
27	JP	2012-058011	수확 시기 예측 방법 및 프로그램	2012-03-14	Fujitsu Limited	JP
28	JP	2012-150030	작부 시뮬레이션 프로그램, 작부 시뮬레이션 장치 및 작부 시뮬레이션 방법	2012-07-03	Fujitsu Limited	JP

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
29	JP	2012-232470	작물 추정 방법, 작물 추정 프로그램 및 작물 추정 장치	2012-10-22	Fujitsu Limited	JP
30	JP	2011-180313	정보 처리 장치, 수확 시기 예측 프로그램 및 수확 시기 예측 방법	2011-08-22	Fujitsu Limited	JP
31	JP	2011-233532	식물종 특정을 위한 프로그램, 정보 처리 방법 및 장치	2011-10-25	Fujitsu Limited	JP
32	JP	2014-195388	농업 관리 시스템	2014-09-25	KUBOTA CORP	JP
33	JP	2014-195390	농업 관리 시스템	2014-09-25	KUBOTA CORP	JP
34	JP	2012-040780	식물 재배 시스템, 식물 재배 방법 및 프로그램	2012-02-27	NTT	JP
35	JP	2012-040781	식물 재배 시스템, 식물 재배 방법 및 프로그램	2012-02-27	NTT	JP
36	JP	2012-040782	식물 재배 시스템, 식물 재배 방법 및 프로그램	2012-02-27	NTT	JP
37	KR	2011-0146456	식물재배용 스마트 LED 조명장치	2011-12-29	대한민국	KR
38	KR	2012-0104571	과실 인지 장치	2012-09-20	한국전자통신연구원	KR

□ (축산) 빅데이터 기반 생장(사양) 관리 기술 분야에서 축산 분야의 상위출원인의 출원 특허 중에서, 2011년부터 2015년에 출원된 주요 특허들을 추출함

No	국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인	출원인 국적
1	EP	2013-716467	SYSTEM AND METHOD FOR GROOMING-RELATED FARM DECISION SUPPORT	2013-03-15	Delaval Holding Ab	SE
2	EP	2013-805624	METHODS, ARRANGEMENTS AND DEVICES FOR ANIMAL MANAGEMENT	2013-11-05	Delaval Holding Ab	SE
3	KR	10-2014-0021244	가축 꼬리 움직임을 활용한 발정 감지 장치 및 그 시스템 운용 방법	2014-02-24	순천대학교 산학협력단	KR
4	KR	10-2013-0159069	스마트 기기를 활용한 가축이력관리시스템 및 그 방법	2013-12-19	순천대학교 산학협력단	KR

## 제 2절 국내외 산업 현황

### 1. 국외 산업동향

- 스마트팜 시장은 약 1,200억 달러( '12)에서 약 1,970억 달러( '16)로 연평균 13.3% 씩 성장하고 있는 것으로 나타났으며, 미국, 일본, 네덜란드를 중심으로 경쟁체제에 돌입하고 있음

[그림 26] 세계 스마트팜 시장규모

(단위: 십억 달러)



\* 자료: KISTI

- 해외 스마트팜 기업들은 품질 및 생산성 향상을 중심으로 기술개발하고 있으며, 대규모 농장, 식물공장 형태, 기업형 영농 형태를 띄고 있음

[표 34] 해외 스마트팜 기술도입 선도기업

구분	국가	기업	활용현황
노지농업	미국	살리나스 밸리	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 생육환경이 센서를 통해 자동 모니터링 되고 있으며, 무인 농업로봇을 개발하여 활용</li> </ul>
시설재배	덴마크	크리스텐센	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 통제된 시설 안에서 빛과 공기, 열 등 생물이 자랄 수 있는 환경을 인공적으로 조절하여 공산품처럼 농산물을 계획 생산</li> </ul>
	벨기에	홀티플란	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 재배베드자동이송시스템(MGS: Mobile Gully System)을 중심으로 묘 자동이식로봇, 자동재식거리조정방식, 재배베드가 수확장소로 이송됨</li> </ul>
	일본	와이즈 와카마츠 Akisai 야채공장	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 후지쯔 그룹의 폐쇄형 대규모 식물 공장으로, '클린룸'이라고 불리는 식물공장에서 각종 첨단 기술을 활용하여 우량품 수확률 향상</li> <li>▪ 식·농 클라우드인 Akisai 재배 환경과 작물품질의 상관관계를 데이터를 통해 파악하여 날씨나 계절에 좌우되지 않고 안정적으로 농산물을 재배</li> </ul>

## 2. 국내 산업동향

- 국내 스마트팜 시장은 2012년 약 2조 4,300억 원 수준에서 2016년에 약 4조 1,700억 원으로 성장할 것으로 전망됨
- 현재 국내 기술수준은 모니터링, 제어 단계에 머물고 있으며 향후 빅데이터를 활용한 시스템과 로봇기술을 접목한 융·복합 형태의 기술개발이 이루어질 것으로 전망됨
- 이에 따라 스마트팜 관련 시장은 연평균 14.5%씩 고성장 할 것으로 전망됨

[그림 27] 국내 스마트팜 시장규모

(단위: 십억 달러)



\* 자료: KISTI



## 제 3장 연구수행 내용 및 결과

### 제 1절 연구 추진전략

#### 1. 연구 추진전략

##### □ 스마트팜 핵심기술 탐색

- 선진국의 농업 생산방식의 변화와 식물 생산 단계의 연계성에 따른 필요 기술요소를 수집 분석
- 핵심기술요소에 대한 제조원가와 현업에 적용시의 생산 효율성 분석을 통하여 핵심기술 개발요소 선정
- 선정된 핵심기술요소의 자재 및 기능을 분석하여 산업 표준 자재 사용 가능성을 분석하여 개발 원가 절감

##### □ 농업 서비스 모델화

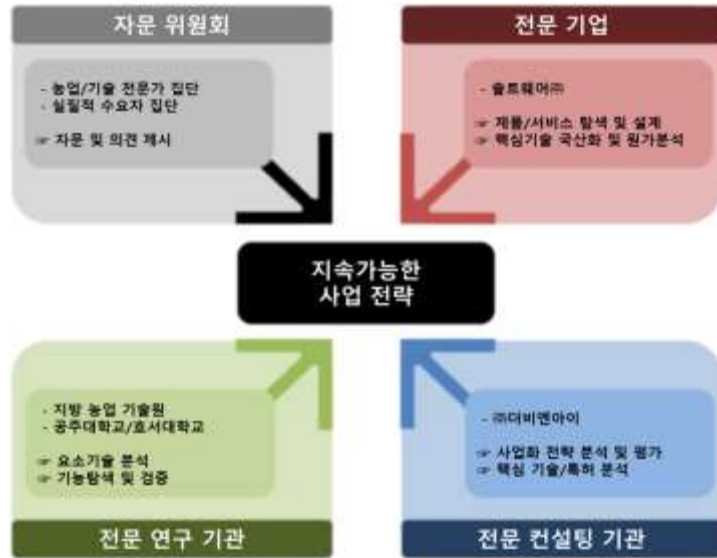
- 스마트팜의 소프트웨어는 단순 운영 시스템으로 공급되고 있으나, 단위 농가별로 설치된 시스템을 활용한 농업관련 다양한 서비스 모델을 개발
- 전문가 Pool을 활용한 원격재배 서비스 모델 등으로 농가의 환경, 생육, 병해충의 정보를 수집, 데이터와 기술을 축적할 수 있는 체계 수립
- 단순 제품판매로 얻는 스마트팜 구축의 효과를 서비스 또는 농가의 투자 이익 공유 등으로 스마트팜 확대와 수익 모델을 개발
- 농업, IT, 제조, 신소재, 농민이 참여하는 전문가 풀을 구성하여 핵심요소기술과 서비스 개발 및 운영 컨설팅 자문
- 전문가 Pool에 의한 스마트팜 핵심기술을 타 산업의 적용 모델과 비교를 통해 기술의 장단점과 원가 및 생산효율성 분석

##### □ 사업화 모델 개발

- 전문연구소와 농가가 참여할 수 있는 서비스 모델 및 방안 수립
- 기능, 서비스, 설치 등의 평가 기준 수립
- 기술, 경제성 분석을 통한 사업화 모델 개발
- 해외 제품과의 경쟁력분석을 통한 수입대체 및 수출용 제품 개발

## 제 2절 연구개발 추진체계

- 요소 기술, 서비스, 사업화 모델 개발을 위한 전문기관 참여와 전문 자문그룹을 통한 요구 조사 및 평가



[그림 28] 스마트팜 기술사업화 추진체계

- 스마트팜 핵심기술 국산화 및 서비스 전략 기획의 추진체제로 학계 및 전문연구소, 전략기획사, 산업체와 농업과 기술이 전문가, 농업 및 수요자의 전문가 그룹의 구성
  - 지속 가능한 사업의 전략계획을 수립하기 위해 학계와 전문연구소에서는 스마트팜의 핵심 기술요소 분석 및 경쟁력 검증
  - 산업체에서는 학계와 연구소의 분석된 기술 결과를 바탕으로 제품·서비스 설계 및 생산 기술·원가를 분석하고,
  - 핵심기술과 제품, 서비스에 대해 시장 경쟁성과 수요자의 의견 수렴 등을 통해 수익 증대와 지속적인 사업을 위한 전략 수립
  - 각 단계별로 농업과 엔지니어와 수요농가로 구성된 자문그룹을 구성하여 제품 서비스에 대한 의견수렴과 자문을 받음

[표 35] 스마트팜 기획연구 전문가 그룹

분류	기관명		역할
전문 연구	공주대학교	김영춘 교수	스마트팜 하드웨어 분석
	호서대학교	구경완 교수	스마트팜 소프트웨어 분석
산업체	솔트웨어(주)	김창배 연구소장	생산기술·서비스 기획
컨설팅	(주)더비엔아이	고민구 팀장	기술적·경제적 타당성 분석
자문	경기도농업기술원	미래농업팀	생육 최적화 분석

### 제 3절 연구개발 내용

#### 1. 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 개발

##### □ 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 개요

- 스마트팜 원격재배 컨설팅은 노지 및 시설에서 농작물의 생육·환경 정보를 수집하고 재배 환경을 제어하며, 농작물에 대한 자문을 수행하여 농작물의 수확량 증대와 품질을 향상시키는 서비스를 의미
- 비전을 활용한 원격 생육분석 및 생육 진단 시스템과 머신러닝 기법을 활용한 인공지능 생육 분석 프로그램을 포함
- 컨설팅 그룹과 분석시스템은 수집된 농작물의 생육 정보와 농가의 영농일지를 자동으로 분석하고, 농가의 애로 사항에 대한 자문 수행



[그림 29] 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스의 운영체계

##### □ 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 구성

###### ○ 환경정보 수집 및 제어 시스템

- 스마트폰 일반카메라로 작물을 생육상태를 촬영하고, 빛 파장대역별로 영상을 분리한 후 분석하여 스트레스 및 병충해를 측정하여 생육상태를 분석
- 신규 설치되는 스마트팜 시설과 기존 농가에도 특별한 시설 변경 없이 설치할 수 있으며 산업 표준의 호환성 제품의 모듈형 구조로 유지보수 및 비용 절감이 가능한 시스템
- 재배단지별 네트워크 또는 스마트폰과 센서 네트워크를 통한 재배환경 정보 수집 및 제어를 통해 인터넷 설치 등 초기구축 비용 절감 가능





[그림 30] 환경정보 수집 및 제어 시스템 운영체계

○ 원격재배 컨설팅

- 주로 소규모 농가를 대상으로 스마트폰을 활용하여 서비스를 제공하고, 스마트폰과 환경 센서를 통해 생육정보 수집하여 전문가 분석과 컨설팅, 영농일지 작성 등에 활용되는 서비스
- 환경 센서와 이미지를 활용한 생육 관련 데이터를 수집하고, 머신 러닝 기법을 활용하여 생육 상태 측정 및 분석
- 농가의 생육 데이터와 최적화된 재배환경의 생육 데이터를 비교·분석하고, 이를 기반으로 전문가 자문을 통해 작업일정, 방제 방법, 품질관리 등 생육 전반에 대한 컨설팅과 판매, 유통 등 농가 경영에 대한 전문적 컨설팅 수행



[그림 31] 원격재배 컨설팅 시스템 운영체계

○ 생산관리

- 전문가 컨설팅 결과를 바탕으로 작물, 생산시설별 재배매뉴얼을 시스템에서 선택하여 재배 환경 및 장치를 제어·관리

- 파종, 수확, 방제 등 작물별 농작업 일정을 조정·관리하고, 농가 환경 및 재배 방식에 따른 생육 상태를 측정하여 농산물에 대한 생산 및 품질 관리



[그림 32] 생산관리 운영체계

## 2. 스마트팜 핵심요소 국산화 전략 수립

- 국내 비닐하우스와 철골온실(경질판 및 유리) 등 시설 설치면적은 1990년 25,450ha에서 2000년대 초반 52,000ha 수준으로 빠르게 증가한 후 증감을 반복하며 최근에는 53,000ha 수준을 유지

[표 36] 2014년 시설채소 온실 현황 및 채소류 생산 비율

	비닐(단동)	비닐(연동)	유리	비가림 등	계
국내 면적(ha)	41,528	5,219	401	1,299	48,447
전체 생산율 중 차지하는 비율 (%)	85.7	10.8	0.8	2.7	100

- 스마트팜, 비닐하우스 등 농업생산시설에 활용되는 자재는 크게 골조자재, 피복자재, 생육환경 조절 자재, 관수·양액자재로 구분 될 수 있음
  - 골조자재의 종류로는 목재, PVC, 알루미늄, 철재(파이프, PVC 피막, 원형, 각관, 기타) 등이 있으며, 시설의 기초 뼈대로 태풍이나 폭설 등에 견뎌낼 수 있도록 내구성 요구
    - 골조자재의 부속자재로는 볼트, 너트, 연결용T, 연결용L, 연결 소켓이 있음
  - 피복자재는 내부 작물의 생육관리 환경을 결정하는 가장 중요한 기초 자재 중 하나로, PE, PVC, EVA, PO, 직조필름, 불소수지, PET 등의 필름과 유리, PC, PET 등의 유리로 구분
    - 보온커튼이나 알루미늄스크린 등 보온자재는 작물의 보온성 확보와 화석연료 에너지 절감을 위해 그 중요성이 계속 커지고 있음

- 생육환경조절자재는 온·습도, 광도 조절, 가온 시설, 관수 등 각종 제어시스템을 의미하며 냉·난방보온덮개, 난로, 보일러, 온풍난방기, 냉방장치, 제어기, 방제기, CO<sub>2</sub> 발생기, 환풍기, 가습기, 제습기, 송풍기 등이 있음
- 관수·양액 자재는 PE파이프, 점적호스, 분수호스, 스프링클러, 점적단추, 피막철재, 스티로폼, 압면(락울), 펄라이트, 왕겨, 훈탄, 질적, 피트머스, 코코피트, 혼합배지, 순환펌프, 여과기, 양액공급장치, 양액탱크 등이 있음
- 국내 시설농자재 산업의 시장 규모는 약 1조 1,345억 원으로 이 중 시설골조자재는 5,399억 원 (47.6%), 피복자재는 3,552억 원(31.3%)로 높은 비중을 차지하고 있음에 따라 두 자재에 대한 국산화 대체와 수출역량 확보가 필요
  - 스마트팜은 주로 중대형 연동형 구조로 높은 내구성을 지닌 철골 자재를 필요로 하고 있으나, 높은 원가와 생산업체간 과다 경쟁으로 농업용 철골자재에 대한 내수시장의 수익성이 낮음
    - 강관 등과 같은 철강 구조는 높은 하중으로 광 투과율이 낮고 설치가 어렵고, 시설내부의 높은 습도로 인해 항부식성이 낮은 반면 알루미늄 구조 대비 구축비용이 저렴
    - 스마트팜 설치에 사용되는 강관의 연간 내수 시장규모는 연간 300~350만 톤 수준으로 대부분 건설용(50%), 자동차용(15%), 전기전자(10%), 일반기계 및 조립금속(10%), 조선(5%) 등의 용도로 이 중 농업용 강관 생산량은 전체의 2.5% 정도에 불과
    - 농업용 강관의 원료가격이 정가의 80% 이상으로 높은 비율을 차지하고 있으며, 생산업체 간 과도한 경쟁으로 인한 생산업체의 수익성이 매우 낮은 편
    - 농업용 철골자재의 유통은 최근 농협 계통구매 비중이 점차 감소하고 대리점 등을 통한 업계 자체브랜드의 유통이 더욱 활발해지면서 저가의 중국산 자재 사용률 증가
  - 국내에서 생산되는 농업용 피복자재는 계절성 수요와 낮은 시설 가동률로 생산효율이 떨어지며, 생산업체간 과다경쟁으로 수익성이 낮음
    - 피복자재에 대한 표준화의 부재로 다양한 규격 요청과 개별 구매로 판매, 운송비가 증가하고 있으며 상품 회전률이 저하되고 있음
    - 또한, 피복자재에 대한 R&D 투자가 낮아 고품질, 기능성 피복 자재의 생산이 불가능함에 따라 수입산 자재의 점유율이 확대 되고 있음
- 이와 같이 스마트팜 구축에 필수적인 자재의 국산화와 수출 역량 확보를 위해 고내식강 자재 개발 및 유통이 활성화 되어야 하며, 이러한 자재로는 POSMAC과 내충격 PMMA.가 있음
  - POSMAC<sup>POSCOMagnesium Alloy Coating product</sup> 는 POSCP에서 개발된 고내식 합금도금강판으로 중동 지역 스마트팜 사업용 제품에 적용될 예정

- POSMAC은 Zn-3% Mg-2.5% Al 3원계 고내식 합금도금강판으로 용융아연도금강판(GI,HGI) 대비 5배 이상의 내식성을 보유하고 있으며, 알루미늄 및 PE 자재와 대비하여 30% 가량의 원가 절감이 가능

	POSMAC		GI(H)	Galvalume
SST,Flat 800hr	1.2t, 120g/m <sup>2</sup>	1.2t, 180g/m <sup>2</sup>	1.2t, 180g/m <sup>2</sup>	1.2t, 100g/m <sup>2</sup>
SST,Flat 1000hr				

[그림 33] POSMAC의 내구성 시험 결과



[그림 34] POSMAC을 활용한 스마트팜 구조물

- 내충격 PMMA<sup>Polymethyl methacrylate</sup>는 아크릴 수지로서 최근 유럽에서 유리온실을 대체품으로 많이 사용되고 있음
  - PMMA는 투명성, 내후성 등이 우수하여 자동차, 전기전자의 부품 소재 및 건축 자재 등으로 널리 사용되고 있는 고분자 소재로 식물생육에 최적의 제품
  - 90~92%의 우수한 광 투과성과 열관류율 2.5W/m<sup>2</sup>K의 우수한 단열성능을 갖추었으며, 최소 15년 간 황변 현상 방지가 가능
  - 유리 소재와 대비하여 구축비용이 110% 가량 저렴하며, 소재의 무게 50%이하로 구조 절감과 빠른 구축이 가능
  - 중동의 고온지역을 위한 제품으로 개발되었음



[그림 35] 시공 후 5년이 경과한 PMMA를 활용한 재배시설

- 스마트팜 자재의 국산화를 위한 사업화 진행을 위해 경기도농업기술원, 맥스포, LG 등 제품 설계 및 시업 사업을 진행하고 있음
- 고내식장-식물 재배기 및 베드, 고내식장-온실용 구조물, PMMA-온실용 피복 등에 대한 개발과 중동지역의 스마트팜 시스템에 적용을 위한 협의 등 활발한 사업화가 진행되고 있음
- 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스는 재배시설의 측정 및 제어를 위한 오픈소스 기반의 HW/SW 제품과 이를 연결하는 센싱·제어 인터페이스, 외부와 연결하는 외부 연동 인터페이스로 구성



[그림 36] 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스의 구성

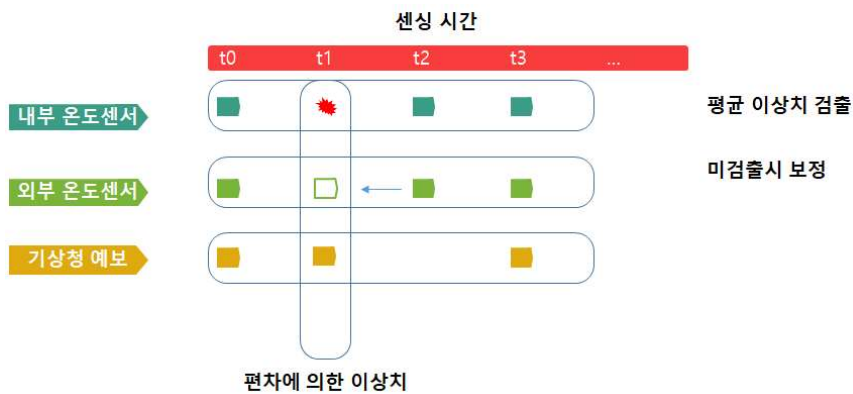
- 오픈소스 기반의 SW는 PLC 형태로 스케줄링 제어 및 Rule 기반의 제어가 가능하며, 계산·수식 처리, 상황인식 및 단순 프로그램 수행이 가능
- 또한, 웹 환경과 모바일 환경에서 모두 지원 가능한 HTML5 기반으로 독립적 동작과 다층 형태의 분산기능 동작 모드로 활용이 가능



[그림 37] 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 핵심 제품의 특징

○ 기능고장으로 인한 처리

- 원가 및 유지보수를 위한 표준 센서를 사용하는 경우 신뢰도를 높이기 위해서는 복수의 센서를 하는 방안과 소프트웨어적인 처리 필요
- 소프트웨어적인 방식을 센서의 MTTF(평균고장수명, Mean Time To Failure) 관리 의한 자주 유지보수 필요
- 복합상황인식 프로세싱 (Complex Event Processing)으로 센싱 장애와 환경에 오류에 보정

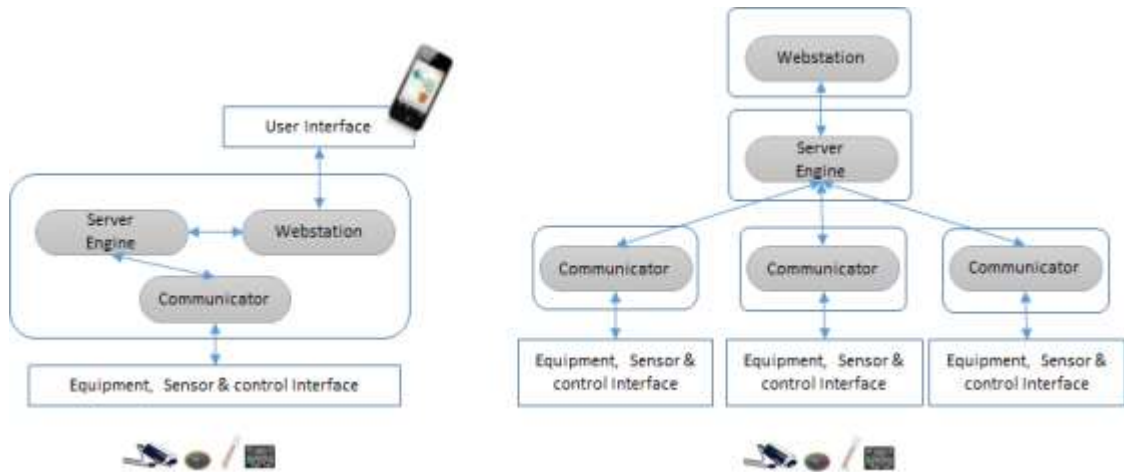


[그림 38] 복합상황인식 프로세싱

- 제품의 인터페이스 모듈은 WiFi, Bluetooth로 구성된 서비스 연동용 통신 인터페이스를 활용하며, 시스템 모듈은 Raspberry Pi, Orange Pi 같은 산업표준의 저가 시스템을 활용
- 센싱·제어용 인터페이스는 확장형 인터페이스 보드를 활용하여 Analog, Digital, Relay의 방식으로 제공



- Rola, LTE-M 등과 같은 IoT 네트워크 구성은 옵션



[그림 39] 제품 인터페이스 모듈의 특징

□ 스마트팜 원격재배 컨설팅 서비스 핵심요소의 국산화 방안으로는 국내외 오픈 시스템을 활용한 센서 및 제어장치 어플리케이션 개발

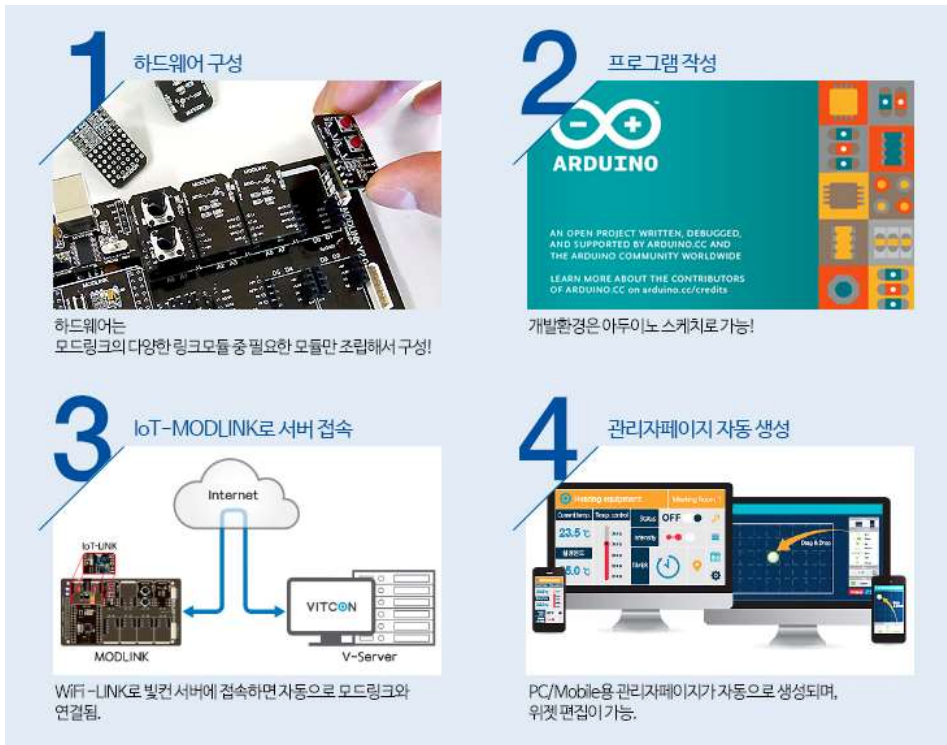
○ 해외의 스마트팜용 어플리케이션 제품의 판매가는 HW 원가의 30% 내외로 책정되고 있고, 최근 IoT 솔루션 확산에 따라 범용 어플리케이션의 개발가도 낮아지는 추세이지만, 국내 수요가 적고 해외대비 국내가격이 높아 국내업체들은 개발과 생산을 기피하고 있음

[표 37] IoT 솔루션을 활용시 해외대비 국내가격과 시장의 특징 비교

품목	해외대비 국내가격	시장특징
측정·제어용 메인보드	130%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해외에서 대량생산으로 가격경쟁력 떨어짐</li> <li>• 해외제품은 Upgrade 및 구매 용이</li> <li>• 세계 표준화로 유지보수에 유리</li> </ul>
센서류	60%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해외유명 제품에 국내 센서가 OEM 납품됨</li> <li>• 판매량 및 해외 어플리케이션에 연동 때문에 국내 판매망이 거의 없음</li> </ul>
제어장치	150%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정밀제어장치 부분이 적음</li> <li>• 단순제품은 많으나 통신제어부분이 없어 스마트팜에 통합 적용이 어려움</li> </ul>
솔루션	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 소프트웨어 기술 수준에서는 가능하나 시장이 없어 개발 없음</li> </ul>

○ 스마트팜용 어플리케이션 개발시 국내외의 오픈 시스템(메인보드)를 개발에 활용하면, 개발 원가를 절감하고 제품의 지속성과 유지보수의 편의성 확보 가능

- 오픈 시스템과 연동되는 디바이스드라이브 개발·공급하고, 산업 표준 제품과 호환 가능한 제품 발굴하여 사용 매뉴얼 및 동영상과 함께 보급
- 새로운 센싱 및 제어용 서비스가 보급될 시 필요한 기능을 펌웨어로 제작하여 배포



[그림 40] 오픈서비스 방안 예

- IoT 커뮤니티의 슈퍼 컨슈머, 커뮤니티에게 어플리케이션 개발을 위한 전문지식 및 자금 지원하여 다양한 어플리케이션을 제작 배포

### 3. 서비스 및 상품 시장조사 및 평가

- 스마트팜의 국내 및 해외 시장 진출을 위해 현황조사를 통한 기술요구 및 시장 환경 분석이 필요함
- 시설원예 스마트팜 재배농가의 50%는 재배면적이 1천 평 미만이며, 채소류 재배 농가 수가 가장 많아 다수의 고객확보에 유리

[표 38] 시설원예 스마트팜 재배면적별 농가 수

	채소		화훼		과수		특용		전체	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>1천 평 미만</b>	<b>430</b>	<b>46.1</b>	83	43.7	49	70	28	66.7	590	47.8
1천~3천 평	325	34.8	58	30.5	17	24.3	5	11.9	405	32.8
3천~5천 평	75	7.8	35	18.4	2	2.9	2	4.8	114	9.2
5천~1만 평	82	8.7	8	4.2	2	2.9	4	9.5	96	7.8
1만~3만 평	16	1.7	6	3.2	-	0	3	7.1	25	2
3만 평 이상	5	0.4	-	0	-	0	-	0	5	0.4
<b>전체</b>	<b>933</b>	<b>100</b>	<b>190</b>	<b>100</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>42</b>	<b>100</b>	<b>1,235</b>	<b>100</b>



- 시설원에 스마트팜은 농가의 69%가 연동형으로 구성되어 있고, 온실의 형태는 비닐온실이 85%로 대다수를 차지하며 특히 채소류와 화훼류에서 높은 비율을 보임

[표 39] 시설원에 스마트팜 온실종류 별 농가 수

		채소	화훼	과수	특용	기타	전체
온실분류	단동	34.1%	18.4%	0%	73.5%	50%	31%
	연동	65.9%	81.6%	100%	26.5%	50%	69%
전체		100%	100%	100%	100%	100%	100%
온실형태	유리온실	7.1%	2.7%	1.7%	0%	0%	5.2%
	경질판온실	0.8%	0%	0%	2.9%	0%	0.8%
	비닐온실	90.9%	94.6%	98.3%	11.8%	75%	85.2%
	재배사	1.2%	2.7%	0%	85.3%	25%	8.8%
전체		100%	100%	100%	100%	100%	100%

- 시설원에 분야 ICT 적용 기술은 양액 또는 신재생에너지만을 활용하는 단순 구동방식의 농가수가 21.5%, 양액제어, 개폐제어, 온습도제어, 보안시설 등을 2개 이상 제어하는 농가가 46.5%, 3개 이상 구동하는 농가가 15.5%, 모든 시설을 갖춘 농가는 0.6%로 나타남
- 채소류는 단순 구동 방식이 36.1% 가장 높아 스마트 팜 보급 규모에 비해서 는 ICT 제어 수준은 떨어지는 것으로 나타났음. 화훼류, 과수류, 특용작물은 대부분 위 시설 중 2개 이상을 구동하는 방식이 가장 많음

[표 40] 시설원에 분야별 ICT 적용 기술

구분	채소	화훼	과수	특용	전체
양액제어	35.1%	10%	-	-	20.9%
신재생에너지시설	1%	-	-	-	0.6%
양액제어+개폐제어	29.9%	25%	1.9%	33.3%	20.9%
개폐제어+온습도제어	13.4%	35%	76.9%	33.3%	35.5%
개폐제어+보안시설	2.1%	5%	21.2%	-	8.1%
양액제어+온습도제어	4.1%	-	-	-	2.3%
온습도제어+보안시설	-	-	-	33.3%	0.6%
양액제어+개폐제어+온습도제어	6.2%	5%	-	-	4.1%
개폐제어+온습도제어+보안시설	5.2%	5%	-	-	3.5%
양액제어+개폐제어+보안시설	3.1%	10%	-	-	2.9%
개폐제어+양액제어+온습도제어+보안시설	-	5%	-	-	0.6%
전체	100%	100%	100%	100%	100%

- 생산 품목별 ICT 제어수준을 구분해 보면 순위가 높은 품목은 대부분 시설재배가 진전된 과채류 및 시설과수류인 것으로 나타났으며 장미, 국화를 제외한 화훼류, 양파 등은 순위가 낮게 나타남

[표 41] 생산품목별 ICT 제어수준

단계	ICT 제어수준 (ICT기술수준 지수)	품목
1단계	단순제어(0.1 ~ 0.3)	야생화, 복숭아, 심비디움, 양파, 안개꽃, 자두, 카네이션, 고구마, 시금치
2단계	복합제어(0.4 ~ 0.8)	난, 수박, 콩나물, 버섯, 호박, 풋고추, 국화, 가지
3단계	복합제어(0.4 ~ 0.8)	파프리카, 오이, 장미, 만감류, 포도, 토마토, 딸기

○ 원예시설농가 85개를 대상으로 실시한 ICT 적용 기술에 대한 만족도 설문 결과, 대체적으로 만족하는 응답을 보였음

- 만족도설문은 5점 리커트척도를 사용함

[표 42] 원예시설농가 대상 ICT 적용 기술 만족도 설문조사 결과

구분		도입율(%)	만족도(점)
외부 환경 센터	온도	100	4.53
	습도	88.2	4.52
	풍향/풍속	98.8	4.5
	강우	98.8	4.57
	일사량	96.5	4.57
내부 환경 센터	온도	100	4.62
	습도	97.6	4.63
	CO2	89.4	4.67
	토양수분(토경)	38.8	4.67
	양액측정센서	89.4	4.61
	수분센서	78.8	4.58
영상장비	적외선카메라	82.4	4.56
	DVR	94.1	4.53
시설별 제어 및 통합제어장비	환기	100	4.64
	난방	90.6	4.65
	에너지절감시설	75.3	4.7
	차광커튼	89.4	4.67
	유동팬	96.5	4.63
	온수/난방수 조절	81.2	4.64
	모터제어	83.5	4.63
	양액기 제어	88.2	4.64
	LED	22.4	4.42
최적 생육환경 정보관리시스템	실시간 생장환경 모니터링	45.9	4.62
	시설물 제어 환경	57.6	4.69
	생육정보 DB 분석시스템	29.4	4.6

(1: 매우불만족, 2: 불만족, 3: 보통, 4: 만족, 5: 매우만족)

○ 스마트팜 도입농가와 미 도입농가의 특성에 대한 조사 결과, 스마트팜 도입농가 경영주의 평균 연령은 미 도입농가보다 5.7세 젊으며, 재배규모도 더 큰 것으로 나타남

- 경영주의 평균 연령은 도입농가가 52.6세로 미 도입농가의 58.3세보다 5.7세 젊으며, 50대 이상의 비율도 도입농가가 72.9%로 미 도입농가의 85.1%보다 12.2% 낮은 것으로 나타남
- 하지만 연령 차이와 비교해서 농업종사기간 차이는 약 1년으로 크지 않아, 도입농가는 미 도입농가와 비슷한 수준의 영농경험을 가지고 있지만 나이는 젊은 것으로 분석됨
- 시설원예의 경우 스마트 팜 도입농가의 규모가 미 도입농가보다 크지만 사용 노동력은 비슷하게 조사됨
- 도입농가의 전반적인 재배규모가 미 도입농가보다 큰 것으로 조사되었으며, 시설원예의 경우 도입농가의 재배면적은 7,249㎡로 미 도입농가의 6,771㎡보다 평균 478㎡ 넓은 것으로 나타남
- 시설의 재질은 도입농가와 미도입농가 모두 대부분 비닐로 조사되고, 미 도입농가의 경우 시설의 형태가 단동이 많지만 도입농가는 연동이 많은 것으로 나타남.
- 이는 연동형태가 단동에 비해 스마트 팜 설치 시 효율성 면에서 유리하여 연동 시설농가가 스마트 팜 도입을 선호하는 것으로 분석됨

[표 43] 스마트팜 도입농가와 미 도입농가 특성 조사 결과

		스마트 팜 도입농가		스마트 팜 미 도입농가	
		농가수	비율	농가수	비율
<b>총 응답자 수</b>		107		200	
<b>경영주 연령</b>	평균(세)	52.6	58.3%		
	39세 이하	13	12.1%	9	4.8%
	40대	16	15%	19	10.1%
	50대	55	51.4%	72	38.3%
	60대	20	18.7%	68	36.2%
	70세 이상	3	2.8%	20	10.6%
<b>농업종사 기간</b>	평균(년)	19.6	20.9%		
	10년 미만	24	22.4%	46	23.1%
	10-19년	28	26.2%	53	26.6%
	20-29년	23	21.5%	44	22.1%
	30-39년	26	24.3%	31	15.6%
	40년 이상	6	5.6%	25	12.6%
<b>영농 형태</b>	노지작물	0	0%	45	22.8%
	시설원예	85	79.4%	88	44.7%
	과수	4	3.7%	19	9.6%
	축산	18	16.8%	45	22.8%
<b>농지 형태</b>	자가	90	84.1%	147	75.4%
	10년 이상 임차지	14	13.1%	27	13.8%
	10년 미만 임차지	3	2.8%	21	10.8%

		스마트 팜 도입농가		스마트 팜 미 도입농가	
		농가수	비율	농가수	비율
사용노동력 (남=1,여=0.8)	평균	3.4		3.4	
	노지작물	-		3.5	
	시설원예	3.3		3.5	
	과수	2.4		3.4	
	축산	4.3		2.9	

○ 현재 스마트팜 도입농가 중 시설원예 분야의 비율이 가장 높게 나타났으며, 현재 도입농가의 34.1%는 향후 스마트팜을 확대할 예정인 것으로 나타남

[표 44] 스마트팜 적용 비율 및 향후 규모 확대·축소 계획

구분		전체	시설원예	과수	축산
현재	도입비율	84.6%	89.2%	87.5%	61.9%
향후 계획	확대	40.2%	34.1%	100%	55.6%
	유지	56.1%	63.5%	0%	33.3%
	축소	0%	0%	0%	0%
	중단	3.7%	2.4%	0%	11.1%

- 스마트팜의 도입 효과 및 애로 사항에 대한 면접조사 실시 결과, 가장 크게 개선된 부분은 ‘영농편이성’으로 스마트 팜 도입 이후 23.9% 증가하고, ‘투입노동시간(-13.6%)’, ‘상품화율(11.4%)’ 순으로 실제 도입효과가 큰 것으로 나타남
- 스마트팜 사용상 애로사항으로 ‘시공업체의 사후기술지원서비스 및 교육 미흡’이 가장 높으며, 다음으로 ‘기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성’, ‘투자비용 대비 저조한 성과’ 순으로 나타나, 농가들이 스마트 팜 도입 후 부품교환이나 시스템 상 문제가 발생 시 해결에 어려움을 가장 크게 느끼고 있는 것으로 분석됨
  - 시공업체의 애로사항으로 ‘운영지침서에 따르지 않는 무리한 조작’과 ‘자가 유지 관리 부족’이 가장 높게 나타났으며, 가장 큰 원인으로 사용자의 제품에 대한 이해 부족이 원인으로 분석됨
  - 사후기술지원서비스 부분에 대해서는 도입 농가 수가 적어서 전국의 서비스망을 갖출 수 없고, 설치 후 유지보수 계약 등의 절차가 없어 장애시만 서비스를 수행하기 때문에 부품수급과 출장에 어려워 지역별 공동 서비스망 또는 모듈화에 대한 택배 서비스 등이 필요한 것으로 분석
  - 제품의 비표준 부분은 국내의 KS 규격과 주로 유럽에서 수입되는 농업 부품인 ISO 규격의 단위차이에 오는 시설 규격 문제와 제어 제품의 인터페이스 및 프로토콜 문제 발생

[표 45] 스마트팜의 도입 효과 및 애로 사항에 대한 면접조사 실시 결과

구분		시설원예	과수	축산	전체 응답자 수
사용상 애로사항	투자비용 대비 저조한 성과	103 (82%)	3 (2%)	20 (16%)	126 (100%)
	기자재의 저품질로 인한 활용도 저하	59 (78%)	1 (1%)	16 (21%)	76 (100%)
	기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성	151 (78%)	6 (3%)	36 (19%)	193 (100%)
	시공업체의 사후기술지원서비스 및 교육 미흡	199 (83%)	11 (5%)	29 (12%)	239 (100%)
	유지비용 부담	86 (72%)	6 (5%)	27 (23%)	119 (100%)
시공업체 애로사항	기술교육 및 사후기술지원서비스 체계 미흡	257 (90%)	6 (2%)	21 (7%)	284 (100%)
	사용 부품이 표준화되어 있지 않아 부품 확보 및 호환에 어려움이 있음	109 (79%)	8 (6%)	21 (15%)	138 (100%)
	시공업체가 영세하고 낮은 기술력	31 (63%)	5 (10%)	13 (27%)	49 (100%)
	시공업체가 재배품목 및 농업에 대한 이해력이 부족	41 (69%)	3 (5%)	15 (25%)	59 (100%)
	시공비 및 장비가 높은 가격	148 (77%)	5 (3%)	38 (20%)	191 (100%)
	없음	55 (69%)	5 (6%)	20 (25%)	80 (100%)

- 스마트팜 관련 기술개발에 대한 전문가 평가 결과 ‘온실 기자재 표준화 및 국산화’ 와 ‘자주 정비 기술 및 기술 지원 체계’ 의 필요성이 가장 높게 나타남

[표 46] 스마트팜 관련 기술에 대한 전문가 평가 결과

스마트 팜 기자재 및 시설 표준화·국산화	전문가 평가
온실 기자재 표준화 및 국산화	4.5점
온실 작물 생육 관리	4.4점
온실 생산 및 작업 관리	3.5점
온실 온도 관리 자동화	4.0점
노지 관수 관비 자동화	4.1점
병해충 예찰 및 방제 기술	3.9점
작황 예측 평가 기술	3.5점
경영 및 작업 분석	3.6점
자주 정비 기술 및 기술 지원 체계	4.5점
스마트 온실 표준 모델 개발	4.2점
전문 인력 및 생육 컨설팅	4.2점

#### 4. 사업화계획 및 매출실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	3년			
	소요예산(백만원)	1,240백만원			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		-	27.8억원	85.2억원	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	-	-	-
		국외	-	-	-
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		-			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	-	-	-	
	수 출	-	-	-	

## 제 4절 연구개발 성과 및 결과

### 1. 사업화

항목	세부항목		성 과
사업화 성과	매출액	스마트팜 운영관리 서비스	향후 3년간 매출 35억원
		스마트팜 제어시스템	향후 3년간 매출 4.2억원
		에너지 절약형 모듈형 재배기	향후 3년간 매출 63억원
	시장 점유율	스마트팜 운영관리 서비스	향후 3년간 매출 국내 : 20% 국외 : 5%
		스마트팜 제어시스템	향후 3년간 매출 국내 : 10% 국외 : 1%
		에너지 절약형 모듈형 재배기	향후 3년간 매출 국내 : 5% 국외 : 10%
	세계시장 경쟁력 순위	3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위 위	

## 제 5절 연구개발 추진일정







## 제 4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

### 제 1절 연구기획 목표 달성도

구 분	당초 목표	추진 내용 및 실적	목표 달성도
기술개발의 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환경·생육·시장정보를 활용한 스마트팜 원격재배컨설팅 서비스 개발</li> <li>○ 스마트팜 서비스에 필요한 핵심요소 국산화</li> <li>○ 스마트팜 관련 시장 경쟁력 분석</li> <li>○ 스마트팜 사업화 전략 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원격재배컨설팅 서비스 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서비스 비즈니스 캔버스 모델개발</li> <li>- 모델별 서비스 개발</li> </ul> </li> <li>○ 스마트팜 핵심요소 국산화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원격재배컨설팅용 핵심부품 비즈니스 모델 개발</li> <li>- 원격재배컨설팅용 핵심부품 구성 설계</li> <li>- 스마트팜용 자재 선정 및 설비 설계</li> </ul> </li> <li>○ 스마트팜 관련 시장 경쟁력 분석                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트팜 기술, 특허, 시장 분석</li> </ul> </li> <li>○ 스마트팜 사업화 전략 수립                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원격재배컨설팅 모델에 따른 사업전략</li> </ul> </li> </ul>	100%
세부목표1	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트팜 원격재배컨설팅 서비스 아키텍처 설계 (오픈 소프트웨어 / 하드웨어 포함)</li> <li>○ 원격재배컨설팅 서비스 설계 및 평가</li> <li>○ 현장 생육·환경 데이터 추적 및 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트팜 원격재배컨설팅 서비스 아키텍처 설계                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서비스 아키텍처 및 특성 분석</li> <li>- 사업화 모델 분석</li> </ul> </li> <li>○ 원격재배컨설팅 서비스 설계 및 평가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서비스 설계에 따른 전문가 평가</li> </ul> </li> <li>○ 현장 생육·환경 데이터 추적 및 분석                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전문기관의 데이터 및 환경 분석</li> </ul> </li> </ul>	100%
세부목표2	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고내식강 온실용 구조재 및 결속 기구</li> <li>○ 내충격 아크릴 소재의 온실 피복 재료</li> <li>○ 보급형 자동·반자동 재배시스템</li> <li>○ 스마트팜용 이미지 센서 및 제어기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고내식강 온실용 구조재 및 결속 기구                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 포스코의 POSMAC 선정 및 시범 운영</li> <li>- 고내식용 온실, 재배기, 베드 설계</li> <li>- 중동지역 제안 및 시험 검토</li> </ul> </li> <li>○ 내충격 아크릴 소재의 온실 피복 재료                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- LG의 재배시설 적용 시험중</li> </ul> </li> <li>○ 보급형 자동·반자동 재배시스템                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- POSMAC 제품 재배시스템 적용</li> </ul> </li> <li>○ 스마트팜용 이미지 센서 및 제어기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원격재배컨설팅 서비스 모델 개발</li> <li>- 제품 구성 및 모델 구축</li> </ul> </li> </ul>	100%
세부목표3	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트팜 관련 시장 분석</li> <li>○ 스마트팜 관련 선행 특허 분석 및 특허 회피전략 수립</li> <li>○ 스마트팜 사업화 전략 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트팜 관련 시장 분석</li> <li>○ 스마트팜 관련 선행 특허 분석 및 특허 회피전략 수립                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- ICT 기자재, '스마트팜 시설', '빅데이터 기반 생장(사양)관리' 특허 분석</li> </ul> </li> <li>○ 스마트팜 사업화 전략 수립</li> </ul>	100%

## 제 2절 관련 분야에의 기여도 및 기대효과

### □ 기술적 효과

#### ○ FTA/DDA 등 국제적 환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 기술경쟁력 확보

- 생산 환경 최적화 등 ICT 융복합기술\* 활용 수준 향상을 통해 스마트팜 기술의 자립도 및 기술경쟁력 확보

\* ICT 융복합·정보기술 수준(선진국대비) : ('12) 70.8% → ('17) 82%

#### ○ 농업에 IoT 융·복합 기술 보급 및 사후관리 서비스 개선 등에 활용 가능

- IoT와 농업 커뮤니티를 통해 다양한 농업용 융·복합 어플리케이션 개발하고 온라인 유지보수 및 DIY 동영상 제작·배포를 통해 사후관리 체계 확립
- 산업 표준 하드웨어를 활용하여 제품의 호환성 유지하고 유지보수의 편리성을 확보

#### ○ IoT 기술이 결합된 농작물 생육관리 기술과 빅데이터 처리 관련 기술 국산화

- 농작물 재배 환경 및 생육 정보를 축적하여 최적의 성장환경 알고리즘을 개발하고, 빅데이터 및 머신러닝 처리 기술을 확보하여 작물 생산량 및 품질 관리를 국산화
- 축적 데이터를 각종 센서와 환경 관리 제어 장치 개발로 작물 생산량 및 품질 최적화

#### ○ 오픈 하드웨어와 오픈 소프트웨어를 활용한 다양한 농업용 어플리케이션 개발

- 타 분야의 오픈 소프트웨어를 활용하여 어플리케이션 개발 비용 절감 및 기간 단축하고, 유지보수의 용이성 확보
- 사용자 맞춤형 어플리케이션을 개발하여 사용자의 농가에 최적화된 서비스 구현

### □ 산업적 측면

#### ○ 농업 생산비 저감과 효율성 향상으로 농가소득 증대와 경쟁력 향상

- 경상남도의 한 파프리카 농장은 자동화온실 도입 후 성장환경 관리시간(180분/일→10분/일) 및 관리비용(27만원/월→1.5만원/월)이 모두 절감되었으며,
- 전북 장수군의 한 양돈장은 ICT 융합 관리시스템 도입 후 모돈 당 출하두수(15.2두/년→18.4두/년) 및 AB등급 판정율(72%→85%)이 증가하였음
- 글로벌 컨설팅사 맥킨지는 IoT, 빅데이터를 기반으로 한 정밀농업에 의해 농업 생산성이 2025년까지 10~20%로 향상될 것으로 전망('13)

#### ○ 농업과 ICT와의 융·복합 사업 확대

- IoT 기반 농업용 어플리케이션, 프로그램, 인터페이스 제작 확대를 통해 국내의 산업표준 센서, 제어기의 농업용 어플리케이션 적용으로 시장이 확대될 전망

○ 첨단기술을 활용한 스마트 농업 보편화 등 미래 농업환경 변화에 대응

- 데이터 기반의 통합정보시스템 및 의사결정시스템을 중심으로 전개될 미래 스마트팜에 대비
- 스마트팜에는 순수 농업 기술뿐만 아니라 다른 수많은 기술과 산업이 서로 복합적으로 연결되어 관련 연관 기업에 새로운 비즈니스 기회 제공

□ 경제적 측면

○ 첨단 시설농업 적용으로 농업 생산성과 품질을 향상시키고 농가 고령화를 극복

- \* 첨단 시설농업을 통해 시설원예(딸기, 0.5ha 기준)는 24백만 원 소득 증대효과, 양돈(모돈 100두 기준) 축사관리시스템 도입 후 64백만 원 소득 증대효과
- 한국형 스마트팜 기술을 통해 고강도 노동이 요구되는 농작업 노동력 절감이 가능
  - \* 농가인구 절감 추세 : ('95)485만 명 → ('13)285만 명 → ('18)257만 명 → ('23)230만 명
  - \* 65세 이상 비율(%): ('00) 14.7 → 37.3 → 39.6 → 44.0
- 농업전문가 풀(Pool) 운영으로 퇴직 농업전문가의 재취업



## 제 5장 연구결과의 활용계획

### 제 1절 연구기획 활용 계획

#### □ 해외 스마트팜 구축 사업에 연구개발 성과 활용

- 중동 및 아프리카 지역의 스마트팜 구축사업이 진행되고 있으며 엽채류, 과채류 중심의 식물공장과 스마트 그린하우스 구축 예정
  - \* 본사의 시스템이 유럽과 일본과 경쟁하여 우선협상 대상 선정되어 설계와 가격협상 진행 중
- 원격재배컨설팅 서비스 시스템을 활용하여 해외 스마트팜 관리 및 데이터 수집
- 생육측정 전문가 컨설팅 풀을 활용하여 병충해 예찰과 재배 컨설팅 제공
- 고내식장과 PMMA를 자재를 식물재배기 및 그린하우스에 적용
- 오픈하드웨어와 소프트웨어를 활용한 환경제어관리 시스템

#### □ 지방자치단체 농업기술센터의 서비스 포털 플랫폼 개발에 활용

- 지자체 농업기술센터에 농가의 생산성 증대 및 품질 향상을 위한 농업용 서비스 포털 개발 및 지역 농업 데이터 수집·분석에 활용
- 지자체 농업기술센터의 재배 마스터의 컨설팅 솔루션으로 활용

#### □ 스마트팜 환경관리 모니터링용 제품 판매 및 원격재배컨설팅 서비스 사업화 활용

- IoT 커뮤니티를 통한 농업용 어플리케이션, 스마트팜 환경관리 제품, 영상 이미지 기반의 원격재배컨설팅 서비스 판매와 유지보수를 통한 소득 창출

#### □ 스마트팜 관련 기술 및 제품 판매

- 해외 스마트팜 구축 사업을 통해서 확보된 기술 및 제품 국내 유통
- 커뮤니티에서 제공되는 농업용 어플리케이션 및 기술을 응용한 제품 개발에 대한 기술·비용을 지원하고 개발된 상품을 판매



## 제 6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

### □ 해외 국가별 스마트팜 관련 기술개발 현황

- 스마트팜 시장은 약 1,200억 달러('12)에서 약 1,970억 달러('16)로 연평균 13.3% 씩 성장하고 있으며, 농업선진국인 미국, 일본, 네덜란드를 중심으로 경쟁체제에 돌입
- 미국은 농업에 사물인터넷, 나노, 로봇 기술 등 융·복합을 통해 기술개발을 추진하고 있으며, 몬산트, 듀폰 등 글로벌 기업이 토양·기후 데이터 수집, 스마트팜 관리 도구 개발 등에 앞장서고 있음
- 네덜란드는 세계 최고 수준의 온실 환경 제어 시스템을 개발하여 세계 각국으로 수출하고 있으며, 토마토 등 일부 작물에 대한 재배기술을 SW화 하여 온실 환경 제어를 통한 품질 고급화를 달성하고 있음
- 일본은 IoT 센서를 이용해 재배환경 관련 데이터를 계측·수집하는 기술과 클라우드 서비스를 통해 이 데이터를 분석하는 기술이 작물재배에 활용되고 있음
- 대만은 최근 클라우드 기반 온실모니터링 기술과 실시간 데이터 수집을 위한 자동 백업 매커니즘을 개발하여 생산효율성 향상에 기여하고 있음

### □ 해외 국가별 스마트팜 관련 기술도입 현황

- 스마트팜 시장은 약 1,200억 달러('12)에서 약 1,970억 달러('16)로 연평균 13.3% 씩 성장하고 있으며, 농업선진국인 미국, 일본, 네덜란드를 중심으로 경쟁체제에 돌입
- 미국의 경우 생육환경 모니터링 센서, 무인 농업로봇을 활용하여 농작물의 품질과 생산성을 높인 노지농업이 활성화 되고 있음
- 일본은 식·농 클라우드를 활용하여 재배환경이나 작물 품질의 데이터를 분석하여 우량 품 수확률을 향상시키는 대규모 식물공장을 활용하고 있음





## 제 7장 참고문헌

1. KISTI, 융합 Weekly TIP, 농업과 ICT의 융합-스마트팜(Smart Farm), 2016.12
2. ETRI, 스마트팜 기술동향 및 전망, 2015.10
3. 귀농人, 스마트팜 빅데이터 축적된다, 2017. 04
4. 농림축산식품부, 스마트 팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구, 2016.10

