

완결과제 최종보고서

일반과제(○), 보안과제()

(과제번호 : PJ012786)

첨단기술 융복합 차세대 스마트 팜 R&D 사업기획 연구

(R&D planning for next generation smart farm using cutting-edge technology)

충남대학교 산학협력단

연구수행기간

2017.02.01 ~ 2017.12.31

농촌진흥청

제 출 문

농촌진흥청 장 귀하

본 보고서를 “첨단기술 융복합 차세대 스마트 팜 R&D 사업기획 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2017. 11. .

주관연구기관명: 충남대학교 산학협력단
 주관연구책임자: 충남대학교 교수 정 선 옥
 참 여 연 구 원: 충남대학교 교수 김 용 주
 충남대학교 교수 이 왕 희
 충남대학교 교수 이 승 현
 공주대학교 교수 강 태 환
 전남대학교 교수 이 경 환

주관연구책임자 : 정 선 옥

주관연구기관장 : 충남대학교 산학협력단장



요 약 문

I. 제 목

첨단기술 융복합 차세대 스마트 팜 R&D 사업기획 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 우리나라 농지규모 영세성을 극복하고, 대외 경쟁력을 가질 수 있는 기술 집약적 차세대 농업시스템으로서 한국형 스마트팜 기술개발을 2014년 착수하였음
- 4차 산업혁명의 도래에 따른 첨단기술과의 다양한 융복합을 통한 우리나라 농업기술의 혁신과 변화를 유도할 새로운 전략 마련 필요
- 1단계 사업을 평가하고 2단계 중장기적 사업을 기획하고자 본 연구를 수행함

III. 1단계 사업평가

- 1단계(2014년~2016년) 사업에 대한 사업의 적절성, 효율성, 효과성을 평가하였음
- 사업의 적절성은 사업의 추진 목적 및 정부지원의 적절성, 사업추진체계의 적절성, 사업의 총 예산 규모와 투자전략의 적절성으로 평가
- 사업의 효율성은 결과물의 양적, 질적 효율성, 목표대비 달성도 및 질적 우수성, 인프라 구축 정도 및 활용도, 부처 내 및 타부처 사업과의 유사중복으로 평가
- 사업의 효과성은 과학기술 및 경제사회 성과, 사업 목적 달성 및 진척 여부, 사업의 성과에 영향을 미친 요인 분석, 사업 개선 방안 제시 등으로 수행함
- 종합적으로 기획단계에서 추구했던 정량적, 정성적 목표를 우수하게 달성하였음

IV. 2단계 사업평가

- 국내외 정책 및 기술동향, 중장기 연구개발 계획, 핵심분야별 연구개발 계획, 경제성 평가 등으로 수행함
- 국내외 정책 및 기술동향은 정책동향, 산업동향, 논문 및 특허 등 기술동향을 조사분석하였으며, 기술수준은 최고기술 보유국 대비 70% 수준이며, 기술 격차는 6년 내외 수준으로 나타났음
- 중장기 연구개발 계획을 위하여 6개 추진목표, 14개 추진전략을 수립하고, 선행사업과의 차이 및 연계성을 고려하였으며, 연구개발 목표로 차세대 스마트팜 핵심기술 및 표준 모델 개발, 스마트팜 생산성 향상을 위한 정밀생산기술 개발로 설정함
- 핵심분야별 연구개발 계획으로 2021년까지 중점추진과제를 제시하였으며, 주요 추진전략과 과제 주요 내용을 제시하였음
- 경제성 평가 결과, B/C 비율이 낙관적 시나리오의 경우 1.53, 중립적 시나리오의 경우 1.07로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었음

S U M M A R Y

(영 문 요 약 문)

- This research was conducted for the business planning purpose of phase 2 smart farm based technology development project such as relevance and efficiency, analysing the effectiveness of phase 1 project, evaluation and domestic and overseas policy and technology standards, medium- and long-term research and development plan.

□ Phase 1. Business Evaluation

- Relevance of business: Reflection of Korean smart farm, registration for industrial properly rights, appropriate performance indicator of phase 1 ICT based agricultural utilization technology dissemination. Especially among the performance firstly it is considered to set a weight of 0.5 indicators to achieve standard reflectance of a smart farm model.
- Business efficiency: The quantitative results mostly we have exceeded the goals of each research project, patent, technology transfer, utilization of agricultural technology information, policy suggestions, etc. the results are excellent, especially, farmers technical guide, technical specifications etc. are increasing gradually, therefore, the results of this research and development can be applied to the field.
- Effectiveness of the business: In the case of scientific and technological achievements all target values of phase I performance Indicator has been achieved.
- In addition, the the contribution of the Ministry of Agriculture and Food is large to achieve the goal through cooperation with relevant ministries in Korea and it is expected to set a big contribution by sharing Korea smart farm technology development

□ Phase 2. Business Planning

- Analysis was performed for the next-generation smart farm core technology and standard model, technical analysis was performed on the domestic and foreign policy and technology trends, industry trends, trends in technology development (research papers and patents).
- The vision of the project is to improve the quality of life in rural areas, improve productivity through research and development of integrated ICT agricultural technology. The goal is to establish the Korean smart farm core technology and productivity improvements and ease of agriculture through the development of mainstream model
- In the economic evaluation, the economic analysis was performed utilizing the market demand approach by cost benefit analysis setting the results of the cost-benefit ratio indicators as a reference index.

목 차

Part I : 1단계 사업평가

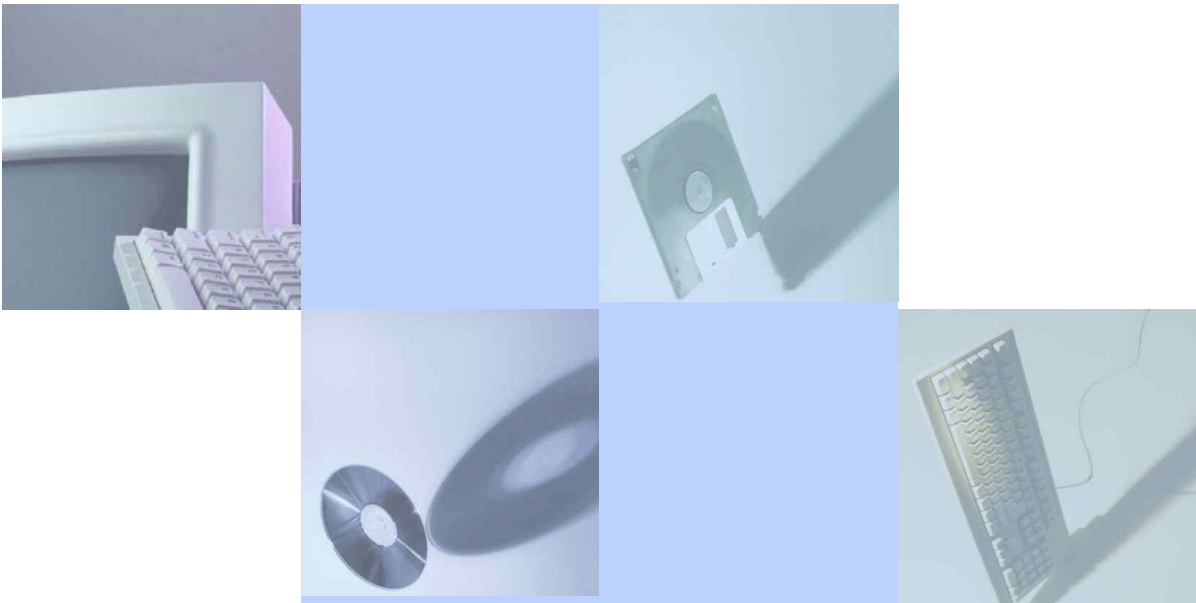
제 1 장 서론	1
제 2 장 재료 및 방법	1
제 3 장 사업 적절성 분석	3
제 4 장 사업 효율성 분석	13
1절 결과물의 양적/질적 효율성	13
2절 목표대비 달성도 및 질적 우수성	15
3절 인프라 구축 정도 및 활용도	17
4절 부처 내, 타부처 사업과의 유사중복 검토	18
제 5 장 사업 효과성 분석	20
1절 과학기술적, 경제적, 사회적 성과	20
2절 사업 성과의 활용·확산을 통한 파급효과	24
3절 사업 목적 달성/진척 여부	28
4절 사업의 성과에 영향을 미친 요인 분석	30
5절 사업 개선 방안	31
제 6 장 분석결과 종합결론	33
제 7 장 참고문헌	34

Part II : 2단계 사업기획

제 1 장 서론	35
1절 스마트팜 기술개발의 중요성	35

2절 연구개발 목표 및 내용	39
제 2 장 국내외 정책 및 기술동향	41
1절 정책 동향	41
2절 산업 동향	50
3절 기술 동향 (논문/특허)	60
4절 국내·외 기술수준 분석	99
제 3 장 중장기 연구개발 계획	111
1절 추진목표 및 전략	111
2절 추진체계	112
3절 선행사업과의 차이	114
4절 기술개발 방향	119
5절 연구개발기술의 활용방안	125
제 4 장 핵심분야별 연구개발 계획	129
1절 한국형 스마트팜 핵심기술 개발	129
2절 지능형 농업생산성 향상 기술 개발	138
제 5 장 경제성 평가	151
제 6 장 기대효과	161
제 7 장 참고문헌	165

Part I : 1단계 사업평가



제 1 장 서론

1. [국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률] 제7조 및 제8조에 의거하여 정부연구개발 사업 중 3년 평가주기가 도래한 사업은 자체평가를 수행해야 함
2. [ICT융합한국형스마트팜핵심기반기술개발]사업은 2014년부터 시행되어 2016년 말로 3년이 경과되어 자체평가 대상에 해당됨
3. 국가연구개발사업의 효율적 추진을 위해 대상사업의 연구성과, 사업운영 등을 종합적으로 평가하며, 성과지표는 성과목표달성도와 성과우수성 등으로 평가함
4. 성과우수성 중 사업의 효과성은 “성과분석보고서”를 바탕으로 평가함
5. 본 연구에서는 2014~2016년 기간에 수행된 [ICT융합한국형스마트팜핵심기반기술개발]사업의 자체평가에 대비하여 필요한 사업의 효과성을 입증하는 “성과분석보고서”를 작성하고자 함

제 2 장 재료 및 방법

1. 성과분석 대상 사업

- 가. 2014~2015에 수행된 [시설농업ICT융합산업화모델개발]사업 및 해당연구과제, 사업 운영방식
- 나. 2016년부터 세부사업명이 변경되어 수행된 [ICT융합한국형스마트팜핵심기반기술개발]사업의 세부내역사업 ① 한국형 스마트팜 핵심기반기술 개발, ② 동식물 생육 정밀관리 모델 개발, ③ 농업분야 사물 인터넷 및 빅데이터 활용 모델개발 및 해당 연구 과제, 사업 추진 내용 및 운영방법
- 다. 2014~2016년 기간에 수행된 7개 연구과제에 대하여 평가함

연도	소관 부처	단위사업명	세부사업명	내역사업명	예산 (백만원)	비고
2014	농촌진흥청	농업공동연구	시설농업ICT 융복합산업화 모델개발	—	2,000	
2015	농촌진흥청	농업공동연구	시설농업ICT 융복합산업화 모델개발	—	3,000	
2016	농촌진흥청	농업공동연구	ICT융합한국 형스마트팜핵 심 기반기술개발	1. 한국형스마트팜 핵심기반기술개 발 2. 동식물생육정밀 관리모델개발 3. 농업분야사물인 터넷및빅데이터 활용모델개발	9,186	세부사업명 변경 및 내역사업 3개 신설

2. 성과분석 시점: 2017년 2월 (1개월)

3. 성과분석 범위: 2014~2016년 3년간의 성과

4. 성과분석 내용

- 가. 적절성: 사업의 추진 목적 및 정부 지원, 사업추진체계, 사업의 총 예산 규모와 투자전략에 대한 적절성
- 나. 효율성: 결과물의 양적/질적 효율성, 목표대비 달성도 및 질적 우수성, 인프라 구축 정도 및 활용도, 부처 내 및 타 부처 사업과의 유사중복 검토
- 다. 효과성: 과학기술/경제사회 성과, 사업 성과의 활용 및 확산을 통한 파급효과, 사업 목적 달성 및 진척 여부, 사업의 성과에 영향을 미친 요인, 사업 개선 방안

구분	내 용
적절성	<ul style="list-style-type: none"> • 사업의 추진 목적 및 정부 지원의 적절성 • 사업추진체계(기획, 집행, 성과관리, 평가 등)의 적절성 • 사업의 총 예산 규모와 투자전략(포트폴리오)의 적절성
효율성	<ul style="list-style-type: none"> • 결과물의 양적/질적 효율성 • 목표대비 달성도 및 질적 우수성 • 인프라 구축 정도 및 활용도 • 부처 내, 타부처 사업과의 유사중복 검토
효과성	<ul style="list-style-type: none"> • 과학기술/경제사회 성과 • 사업 성과의 활용·확산을 통한 파급효과 • 사업 목적 달성/진척 여부 • 사업의 성과에 영향을 미친 요인 분석 • 사업 개선 방안

제 3 장 사업 적절성 분석

1. 사업의 추진 목적 및 정부 지원의 적절성

가. 사업의 목적, 성과목표, 성과지표의 적절성

- (1) 우리나라 농업은 농업노동력 감소 및 고령화, 기후변화, 고품질 농축산물에 대한 소비자의 수요 등으로 인하여 시설농업이 원예, 축산, 과수, 노지분야로 확대되고 있음
- (2) 시설농업 선진국과 대비하여 우리나라는 전체 재배면적이 우위에 있는 경우에도 구조의 차이, 재배기술의 차이, 농가조직의 차이 등으로 인하여 생산성이 매우 낮고 비용이 높은 문제점이 있음

구분	한 국	네 덜 란 드
온실 구조	<ul style="list-style-type: none"> 유리온실: 0.7%('10년 345ha) 비닐온실: 98.7%('10년 51,173ha) 온실높이: 3~5m(측고 2~4m) 낮은 투광율(일반 유리) 	<ul style="list-style-type: none"> 유리온실: 99%('10년 10,374ha) * 광폭형 12%, 벤로형 87% 온실높이: 6~9m(측고 5~6m) 높은 투광율(산란광 유리)
생산 성	<ul style="list-style-type: none"> 파프리카: 190톤/ha 토마토 : 85톤/ha 	<ul style="list-style-type: none"> 파프리카: 300톤/ha 토마토: 486톤/ha
재배 기술	<ul style="list-style-type: none"> 최적 복합환경관리시스템 미구축 수경재배면적: 2% 단기생산 및 전문화 구축 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 최적 복합환경관리시스템 구축 수경재배면적: 99%(과채류) 연중 생산 및 재배 단계별 전문화 * 순환식 수경재배 및 천적 적용
농가 조직	<ul style="list-style-type: none"> 소규모 영세 농가 중심 - 온실규모: 평균 0.6ha 	<ul style="list-style-type: none"> 협동조합 중심 조직화 - 채소농가 90%이상이 그리너리 조합원 - 온실규모: 평균 7ha(개별 농가는 1.4ha)

자료: 농림축산식품부, 2015, 원예시설현대화사업 사업 및 예산 설명 자료

- (3) 고령 및 여성 농업인, 영세한 규모의 한계를 극복하고자 세계 최고 수준인 우리나라 “ICT융복합 기술을 농업에 적용하여 농촌의 삶의 질 향상과 생산성 향상을 도모하고 궁극적으로 농업경쟁력을 제고” 하고자 하는 **전략목표는 시급하고도 매우 적절하다고 판단됨**
- (4) 외국 기술에 의존하는 한계를 극복하기 위하여 국내 영세하고 다양한 규모, 극심한 노동력 부족 현실을 고려한 “ICT융복합 한국형 스마트팜 핵심기술 및 보급형 모델 개발”은 농업의 편이성과 생산성 향상을 위한 필수적이고 **적절한 성과목표임**
- (5) 농촌진흥청의 조직이 “국립농업과학원”, “국립식량과학원”, “국립원예특작과학원”, “국립축산과학원” 등 농업 전 분야의 다양한 전문 연구인력을 보유하고 있으며, “농촌지원국”을 중심으로 도 농업기술원, 시/군 농업기술센터를 통하여 농업

현장과 지속적이고 긴밀하게 소통할 수 있는 장점을 고려할 때, “ICT융합기반 작물 및 가축의 생육환경 정밀관리 기술과 빅데이터 활용 기술 개발”은 시설농업 생산성 향상과 경영비 절감을 위한 **적절한 사업목적**이며, 타부처 및 기관 고유 연구과제와 차별화되고 **농촌진흥청의 역할에 적합한 사업목적임**

- (6) 기존에 과학영농을 위하여 산발적이고 품목중심의 연구를 지양하고, 우리나라의 다양한 영농규모로 인한 표준 모델의 부재를 해결하고자, 1세대 편이성 향상, 2세대 생산성 증대, 3세대 수출형 모델 등 **단계별 스마트팜 모델 및 성과목표를 설정한 것은 위 사업목적을 달성하기 위하여 적절하다고 판단됨**
- (7) 이러한 단계별 성과목표를 달성하기 위하여 한국형 스마트팜 모델의 표준 반영률, 산업재산권 출원등록, ICT기반 영농활용 기술보급은 **1단계 성과지표로 적절하며**, 특히 성과지표 중 가장 우선적으로 달성해야 할 스마트팜 모델의 표준 반영률에 **가중치 0.5를 설정한 것은 적절하다고 판단됨**

구 분	내 용			
사업 전략목표	ICT융복합 농업기술 연구개발을 통한 농촌의 삶의 질 향상과 생산성 향상으로 농업경쟁력 제고.			
사업 성과목표	ICT융복합 한국형 스마트팜 핵심기술 및 보급형 모델 개발을 통한 농업의 편이성과 생산성 향상			
사업목적	ICT융합기반 작물 및 가축의 생육환경 정밀관리 기술과 빅데이터 활용 기술의 개발로 시설농업 생산성 향상과 경영비 절감			
단계별 성과목표	1단계 ('14~' 16)		2단계 ('17~' 18)	
	한국형 스마트팜 기반기술 및 편이성 향상 모델 개발 - 편이성향상(1세대) 스마트팜 모델 : 5건		스마트팜 이용 생산성 향상 기술 개발 - 생산성 향상 : ('17) 25% → ('19) 30%	
성과 지표	지표명	가중치	지표명	가중치
	한국형 스마트팜 모델의 표준 반영률 [기술적 성과, 질적지표]	0.5	한국형 스마트팜 모델 고도화 [기술적 성과, 질적지표]	0.3
	산업재산권 출원·등록 [기술적 성과, 양적지표]	0.25	산업재산권 출원·등록 [기술적 성과, 양적지표]	0.2
	ICT기반 영농활용 기술보급 [기술적 성과, 양적지표]	0.25	ICT기반 영농활용 기술보급 [기술적 성과, 양적지표]	0.2
			스마트팜 농가 생산성 향상 [경제적 성과, 질적지표]	0.3
	합계	1.00	합계	1.00

- (8) 단계별 성과목표와 성과지표를 달성하기 위하여, ICT장비 표준화, S/W 및 핵심기술 국산화, 기반구축, 성과확산 분야별 기획과 연구 과제를 추진하고 있는 바, 현장보급을 통한 스마트팜 관련 농정목표 달성과 국정과제 실현에 기여할 것으로 판단됨



나. 정부지원의 적절성

(1) 지원근거

- (가) 농촌진흥법 제7조(연구개발사업의 실시)(법률 제13253호)
- (나) 농촌진흥법 시행령 제5조(공동연구사업의 분야별 연구과제 선정 등)(대통령령 제26844호)
- (다) 농림수산물 과학기술 종합육성계획(‘10~’14)
- (라) 과학기술 미래비전 2040

(2) 추진경위

- (가) 박대통령께서 “네덜란드농업은 95%가 과학기술이고 5%만이 노동”임을 근거로, 우리농업도 첨단과학기술과 정보통신기술을 융합해 고부가가치화 하는 것이 중요하다고 강조(‘13.1.27 대통령직 인수위원회 국정과제토론회)

* (국정과제 12) 농림축산산업의 미래성장 산업화-농식품 ICT융합

- (나) 농진청과 농식품부 공동으로 농식품 ICT융복합 추진 자문위원회 구성운영(‘13.5.16)

* 산·학·연에서 32명의 전문가가 2개월간 시설농업 문제점과 해결과제 논의를 통해, 현재의 시설농업 근본문제 진단과 해결을 위한 장단기 시설농업 성장모델화 개발 필요성 제시

- (다) 2013. 7 : 농식품 ICT융복합 산업화를 통한 농업경쟁력 강화 보고(자문위원회결과

보고)

* 농식품부장관께서 시설농업 ICT융합 현안과제 해결을 위한 R&D 강조

(라) 농식품부의 “농식품 ICT융복합 확산대책(‘13.8.5 장관결재)”과 관련하여 R&D 분야에서 시급히 시설농업과 시설산업의 산업생태계 신성장산업화 모델 개발 등 사업 발생

(마) 농식품부의 ICT융복합 확산대책과 관련하여 농업인과 기업체의 ICT융합 현장애로 기술 해결을 위한 청의 “시설농업ICT융합 기술개발 추진계획 수립(‘13.12.27 청장결재)”

(바) 농식품부에서는 스마트팜 확산목표를 달성하기 위하여 “스마트 팜 확산 가속화 대책”을 발표하고 추진 중(‘16.3)

스마트 팜 확산 목표(‘17)

◆ (정책목표) 수출 등 경쟁력 제고가 기대되는 분야부터 스마트 팜을 집중 보급하여, 농가 생산성 향상 및 관련 산업 동반 성장 추진

① ‘17년까지 시설원예 4,000ha*(시설현대화 면적의 40%), 축산 농가 730호(전업농의 10%) 및 과수농가 600호(과원규모화농가의 25%)에 스마트 팜 보급

* (첨단형) 파프리카·토마토·화훼 등 수출재배 첨단온실 600 ha

* (복합관리형) 딸기·오이 등 규모화 된 연동형 온실 2,400 ha

* (간편관리형) 참외·수박 등 소규모 재배시설 1,000 ha

② 스마트 팜 도입농가의 생산성 30% 향상

(사) 농촌진흥청에서는 2014~2015년 ‘시설농업ICT융복합산업화모델개발’ 세부사업으로 진행하였으며, 2016년 ‘ICT융합 한국형스마트팜핵심기반기술개발’로 사업명을 변경하고, 종전 단일 내역사업을 ‘한국형스마트팜핵심기술개발’ 등 3개의 내역사업으로 확대 추진하고 있음

* ‘14~’ 17년간 ICT융합 현장애로 해결을 위한 시급한 기술 13개 과제에 143억 원 예산소요

(아) 시장개방화와 고령화, 영세한 영농 규모 등에 효과적으로 대응하고 우리 농업의 경쟁력을 높여 미래성장산업으로 육성하고 있으며, ‘14년부터 우리나라가 가진 세계 최고수준의 정보통신기술(ICT)을 농업에 접목한 스마트 팜 보급 사업을 본격적으로 추진하고 있는 점 등을 고려할 때, 농촌진흥청의 ‘ICT융합 한국형스마트팜핵심기반기술개발’은 적절한 사업이라 판단됨

- (자) 특히, 본 사업은 민간기업의 신제품 개발 등 사업화 추진을 위한 전 단계인 ICT융복합 기술의 농업분야 적용을 위한 실용화 응용기술 연구를 중심으로 구성되어 있으며, 농업과 농산업 기업의 영세성 등 민간분야의 R&D 기반이 취약한 농업분야 특성상 연구인력, 시설, 협업체계를 보유하고 있는 국가연구기관인 농촌진흥청이 수행주체를 담당하는 것이 적절함

다. 사업추진체계(기획, 집행, 성과관리, 평가 등)의 적절성

- (1) 농촌진흥청 농업 R&D 사업은 어젠다시스템 추진체계에 따라 각 분과 또는 분야별로 추진되고 있음
 - (가) (과제공모형태) 본 사업은 공공기술개발 사업으로 대국민 현장수요 또는 농림축산식품부 등 정부정책 수요 대응을 위한 과제를 발굴·추진하는 지정공모(Top-Down)로 운영되고 있음
 - (나) (수행방식) 본 사업은 산학연 공동연구사업으로서 ‘농촌진흥청 농업과학기술개발 공동연구사업 운영규정 및 지침’에 근거하여 「기술수요조사-과제기획-과제공모 및 선정-진도 및 성과관리-결과활용」 절차에 따라 사업을 추진
 - (다) 기획단계에서 현장 기술수요 조사 및 분석, 사전 조정 및 과제기획, 농식품부와 정책협의 절차를 거치는 것은 **다양한 의견 수렴 및 조정을 노력이 돋보임**
 - (라) 과제공모 및 선정단계에서 온라인 평가 및 발표평가를 진행하고, 사전검토를 통해 RFP적합성 및 유사중복성 등을 면밀히 검토하고 있음
 - (마) **중간 진도관리, 결과평가**를 통해 연구성과 달성을 독려하고, 특히 조기에 **우수결과**를 도출하고 **실용화를 촉진하고자 노력함**
 - (바) **결과활용의 심의 및 관리를 상시운영**하여 시간적인 제약을 최소화하고 있음
 - (사) 위 기술한 내용을 종합할 때, 사업추진체계가 “기술수요조사-과제기획-공모 및 선정-진도 및 성과관리-결과활용”의 절차로 수행되며 그 절차에서 다양한 측면의 검토 및 협의가 이루어지고 있으며, 환경변화에 대한 대응과 성과의 체계적 관리가 이루어지고 있다고 판단됨
- (2) “ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발” 사업의 특징
 - (가) (수행부처) 본 사업은 민간기업의 신제품 개발 등 사업화 추진을 위한 전 단계인 ICT융복합 기술의 농업분야 적용을 위한 실용화 응용기술 연구를 중심으로 구성되어 있으며, 농업과 농산업 기업의 영세성 등 민간분야의 R&D 기반이 취약한 농업분야 특성상 국가연구기관인 농촌진흥청이 수행주체를 담당하고 있음
 - (나) (연구기관) 본 사업은 농촌진흥청 소속기관과 산학연 공동연구로 수행되며, 기초·원천 기술은 대학, 응용·실용화 기술은 국공립연구기관, 산업화 기술은 민간기업을 중심으로 연구과제의 성격과 연구기관의 역량을 고려하여 적절하게 배분하여 추진하고 있음
 - (다) (R&D정책 수행의 충실성) 과급효과가 큰 핵심기반기술을 개발하고 있으며, 특히 농업분야 ICT융복합 표준화·실용화 기술의 개발로 산업화 촉진 및 농가 실용화에 기여하고 있음

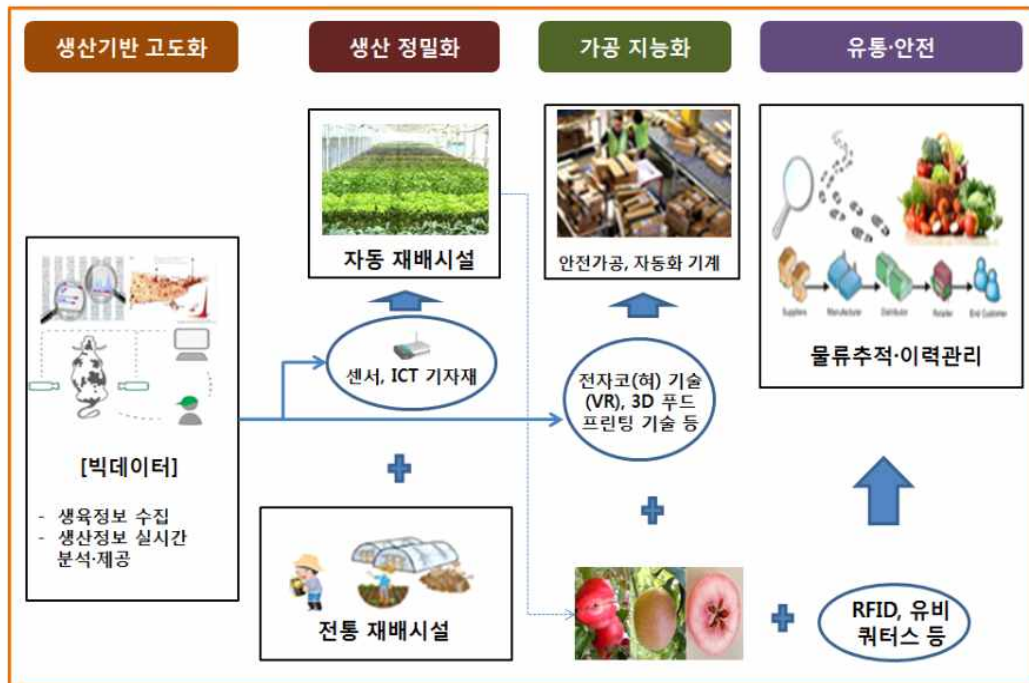
연번 및 시기	내 용
	어젠다 중장기 계획 및 시행계획 수립 어젠다 대과제별 중장기 로드맵(5년 단위) 및 연도별 시행계획 수립
1. 현장 기술수요 조사 2. (2~3월)	○ 정기조사(농식품부 공동, 2~3월) 및 상시조사(연중)
2. 기술수요 분석 (4월)	○ 접수된 기술수요를 분석하여 신규과제 기획을 위한 기본자료로 활용
3. 이해관계자회의 (4~5월)	○ 어젠다별 중장기계획에 따른 사업추진방향 등에 대한 외부의견 수렴
4. 중앙·지방 사전조정협의회 (5~6월)	○ 중앙과 지방농촌진흥기관간 수행예정과제 중복성 검토 및 협력 연구방안 협의
5. 과제기획위원회 운영 (5~8월)	○ 어젠다중장기계획, 기술수요, 정책현안 등을 고려하여 과제제안 요구서(RFP) 작성
6. 농식품부 정책협의회 및 RFP 확정 (8월)	○ 작성된 과제기획안에 대하여 농식품부와 정책협의 실시
7. 신규과제 공모 (9~10월)	○ 확정된 RFP를 근거로 신규과제 정기공모 및 설명회 개최
8. 신규과제 선정평가 (1차 10월, 2차 11월)	○ 접수과제에 대한 1차 온라인평가 및 2차 발표평가 실시(과제 선정평가위원회) * 사전검토 : RFP 적합성 여부, 유사·중복성(NTIS) 및 과제책임자 적격성 등 검토
9. 과제협약 (12~1월)	○ 선정된 과제를 대상으로 연구내용 및 연구비 적정성 등을 검토하여 협약 실시
10. 중간진도관리 (6~7월)	○ 우수 연구성과 달성 독려 및 개발기술의 현장 조기투입과 애로 사항 청취 개선
11. 결과(연차) 평가 (1차 11월, 2차 12월)	○ 연구수행 실적 평가를 통한 우수결과 도출 및 실용화 촉진 - 계속과제(연차평가) : 계속, 중단, 조기완결 등의 조치 - 완결과제(최종평가) : 가점, 감점, 참여제한 등의 조치
12. 결과활용 심의 (12월~1월, 상시운영)	○ 자체심의회 개최 후 농업현장활용 및 농업정책제안심의회 개최
13. 연구성과 관리 및 활용 (상시)	○ 농업인에 대한 기술보급 : 영농활용, 농업기술보급기본서, 표준 영농교본 등 ○ 국가농업 관련 법령개정 등 관련부처 건의 : 정책제안 ○ 농산업체에 대한 기술산업화 : 산업재산권·신품종 등 유·무상 기술이전 ○ 어젠다 사업 조사분석으로 사업관리 개선 방안 마련

라. 사업의 총 예산 규모와 투자전략(포트폴리오)의 적절성

(1) 세부사업 및 내역사업 구성

(가) ICT융합 스마트 팜의 목적은 농축산물의 생산에서 소비까지의 가치사슬 **소단계***에 걸쳐 ICT 기술을 접목함으로써 생산성을 향상시키는 등 새로운 부가가치를 창출하는 것임

* 가치사슬단계: 생산기반고도화-생산정밀화-가공지능화-유통·안전



(2) “ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발” 사업은 아래와 같은 3가지 세부내역 사업으로 구성되며, 가치 사슬 전체 단계에 직·간접적으로 상호 기여하는 것으로 판단 됨

- (가) 한국형 스마트팜 핵심기반기술 개발
- (나) 동식물 생육 정밀관리 모델 개발
- (다) 농업분야 사물 인터넷 및 빅데이터 활용 모델개발

(3) 세부내역사업의 필요성 각각 아래와 같음

- (가) **한국형 스마트팜 핵심기반 기술개발:** 기존의 시설농업과 산업체 분리에 의한 접근이 아닌 가치사슬과 산업생태계 측면에서 ICT융합을 통한 소득·일자리·가치 창출형 한국형 스마트팜 핵심기반 기술개발을 통한 시설농업 성장산업화 기술개발이 필요함
- (나) **동·식물 생육 정밀관리 기술개발:** ICT기반의 시설원예작물 환경제어에 있어 기본이 되는 동·식물의 생육·생체 정보를 이용한 생육단계별 최적 환경설정 모델을 개발하여 ICT활용 시설농가의 생산성 향상과 에너지 절감 및 첨단 과학 영농이 가능하도록 관련 연구개발이 필요함
- (다) **사물인터넷 및 빅데이터 활용모델 개발:** 사물인터넷에 의한 데이터 수집, 빅데이터 분석 및 컨설팅 등 활용모델 개발로 수량 및 품질 향상, 에너지 및 노동력 절감으로 생산성을 향상시킬 수 있는 과제임

2. 사업별 주요내용 및 예산 투자전략

가. 한국형 스마트팜 핵심기반 기술개발 : 우리나라 농지규모의 영세성을 극복하고, 대외 경쟁

력을 가질 수 있는 자본·기술 집약적 차세대 농업생산시스템으로서 한국형 스마트 팜 핵심 기반기술을 개발

- (1) 스마트 팜 센싱 핵심기술 개발
- (2) 농업생산시설 스마트화 기반기술 개발
- (3) 스마트 저장·가공·유통 기술 개발
- (4) 스마트 농작업 자동화·로봇화 기술 개발

주요 성과지표	1단계 (2014~2016)	2단계 (2017~2018)	최종 성과목표
ICT융합 스마트팜 모델설정(건)	5	5	10건
산업재산권 출원 건수(건)	6	9	15건
ICT기반 영농활용 건수(건)	2	8	10건
한국형 스마트팜 모델 고도화(건)	1	4	5건

나. 동·식물 생육 정밀관리 기술개발 : 동·식물 생산 환경의 정밀관리를 위한 기본 기술인 생육모델 개발과, ICT 활용 스마트팜 기본모델의 적용 품목 확대를 위한 품목별 정밀생육관리 기술 개발

- (1) 시설원에 스마트팜 작물 생육 관리 기술 개발
- (2) 노지 작물 최적 생육 관리 모델 개발
- (3) 가축 생체 기반 동물 복지 돈사관리 모형 개발

주요 성과지표	1단계 (2014~2016)	2단계 (2017~2018)	최종 성과목표
산업재산권 출원 건수(건)	12	15	27건
ICT기반 영농활용 건수(건)	12	15	27건

다. 사물인터넷 및 빅데이터 활용모델 개발 : 사물인터넷 기반 빅데이터를 분석·활용하여 생산성 향상을 높이는 모델 개발 연구

- (1) 스마트팜 측정 빅데이터 통합관리 및 활용 모델 개발
- (2) 사물인터넷 기반 생육과 환경데이터 분석 및 활용모델
- (3) 농산물 마케팅 및 수급조절 구현 모델 개발
- (4) 사물인터넷 기반 농업인 건강과 농작업 안전관리 기술개발
- (5) 측정데이터 기반 농가컨설팅 지원 체계 구축

주요 성과지표	1단계 (2014~2016)	2단계 (2017~2018)	최종 성과목표
ICT기반 영농활용 건수(건)	2	15	17건
스마트팜 농가 생산성 향상(%)	20	25	25%

라. 전체사업비를 세부내역사업별로 아래와 같이 투입하였으며, 전체적으로 투입 비중이 높은 핵심기반기술 분야와 동·식물 생육 정밀관리모델 개발 분야는 점차 줄어들고, 데이터 활용 생산성 향상 및 현장실증 투입 비중이 증가하고 있음. 이는 단계별 성과목표 및 R&D현장 적용 process를 고려할 때 적절하다고 판단됨

- (1) 전체사업비는 2014년 2,000백만원, 2015년 3,000백만원, 2016년 9,186백만원으로 3년간 총 투입 사업비는 14,186백만원임
- (2) 한국형 스마트팜 핵심기반 기술 개발
49% ('14년) → 48% ('15년) → 38% ('16년)
- (3) 동·식물 생육 정밀관리모델 개발
43% ('14년) → 40% ('15년) → 35% ('16년)
- (4) 데이터 활용 생산성 향상 및 현장실증
8% ('14년) → 12% ('15년) → 27% ('16년)

마. 연구수행 주체는 대학 41%, 산업체 32%, 연구소27% 수준으로 비교적 잘 배분되고 있는 것으로 판단됨. 농촌진흥청 소속기관과 산학연 공동연구로 수행되며, 기초·원천 기술은 대학, 응용·실용화 기술은 국공립연구기관, 산업화 기술은 민간기업을 중심으로 연구과제의 성격과 연구기관의 역량을 고려하여 적절하게 배분하여 추진하고 있음. 대학과 국공립/출연 연구소 및 정부부처의 비중이 민간기업 보다 높으나, 이는 대학과 국공립연구소 및 정부부처 기관의 특성상 기초연구와 응용연구 수행에 보다 적합한 기관의 성격을 가지고 있기 때문으로 사업의 수행주체 구성 및 수행주체별 연구비 투입이 사업의 목적에 부합하다고 판단됨

구분	대학(%)	산업체(%)	국공립(연)(%)	기타(%)
' 14년	41.5	32.8	25.3	0.4
' 15년	41.3	31.5	26.8	0.4
' 16년	41.3	31.5	26.8	0.4

	과 제 명	연구 기간	'14연구비 (백만원)	'15연구비 (백만원)	'16연구비 (백만원)
	(1) 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발		981	1,430	3,486
1	ICT융합 스마트 온실 산업화 모델 개발	'14-' 16	581	780	583
2	작물생육 자동센싱 기술 개발	'14-' 16	400	650	600
3	데이터 기반 복합환경제어기 기능 개선	'15-' 16			100
4	식물체 내 주요 생체정보 측정 기술 개발	'16-' 18			300
5	배지수분 및 증발산 모니터링 기술 개발	'16-' 18			190
6	온실의 에너지·환경 통합제어기술 개발	'16-' 18			500
7	개방형 3D 공기역학 동적시뮬레이터 개발	'16-' 18			200
8	주요 병충해 실시간 진단 분석 기술 개발	'16-' 18			283
9	ICT 활용 농업인 개인보호장비 연구	'16-' 19			280
10	축산 ICT 표준화 및 빅데이터 활용, 젓소 건강모니터링 기술 연구	'16-' 18			450
	(2) 동·식물 생육 정밀관리모델 개발		867	1,210	3,223
11	토마토, 국화의 생육관리모델 개발	'14-' 16	502	460	503
12	노지 사과 해충 및 생육정밀관리기술	'14-' 16	141	350	240
13	가축생체정보기반 스마트 돈사모델 개발	'14-' 16	224	400	700
14	포도 병해충 예측 및 생육 정밀관리기술	'16-' 18			340
15	버섯 생육모델 개발 및 재배사 표준화	'16-' 18			200
16	축종별 스마트 축사 관리모델 개발	'16-' 18			480
17	생체지표 활용 돼지질병 제어기술 개발	'16-' 18			280
18	시설 과채류 생육 및 수확량 예측 모델 개발	'16-' 20			480
	(3) 데이터 활용 생산성 향상 및 현장실증		152	360	2,477
19	시설농업 ICT융합 운영활성화 모델 개발	'14-' 16	152	360	350
20	농업빅데이터 활용 농경지 이용 방안 연구	'16-' 18			200
21	스마트팜 통합제어 기술개발 및 실증	'16-' 18			600
22	데이터 기반 생산성 향상 기술 권역별 실증	'16-' 18			400
23	대규모 벼 재배단지의 스마트 기술 현장실증	'16-' 18			400
24	품목별 1세대 스마트팜 기술 현장실증연구	'16-' 17			527
	합 계		2,000	3,000	9,186

제 4 장 사업 효율성 분석

1절. 결과물의 양적/질적 효율성

1. 결과물의 정량적인 성과는 대부분 각 연구과제 목표를 초과달성하여(140% 이상) 성과의 양적, 질적 우수성과 효율성이 뚜렷하며, 학술적 성과, 지식재산권 성과, 기술이전 성과, 영농활용 등 현장적용 성과 등 다양하게 구성됨
2. 경험에 의존하지 않고 각종 센서 정보, 생육모델, 빅데이터에 근거하여 동·식물 재배 및 사양관리를 수행하고, 농가경영에 필요한 기반기술을 시설원예, 과수, 축산 분야 대표품목을 중심으로 개발되었음. **본 사업 추진으로 ‘14~ ‘16년 기간에 토마토, 사과, 돼지에 대한 연구가 완료되었으며, ‘16년부터 품목을 다양화하여 핵심기술개발을 추진하고 있음**
3. 특허출원, 기술이전, 영농기술정보활용, 정책제안 등 도출 실적이 우수하며, 특히, 농가기술지도, 기술규격 설정 등이 연차별로 점차 증가하고 있어, 연구개발 된 결과가 현장에 적용되는 성과가 발생함을 알 수 있음

		2014		2015		2016		합계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문게재	SCI			3	4	10	7	13	11
	비SCI	1	3	11	13	5	8	17	24
학술발표	국제	3	8	9	8	15	31	27	47
	국내	9	15	34	28	62	66	105	109
산업재산권 출원	국제								
	국내	5	5	22	14	15	21	42	40
산업재산권 등록	국제								
	국내					4	5	4	5
기술이전	유상				2		5		7
	무상		1			9	3	9	4
농가기술지도·컨설팅·현장기술지원			2		188	378	133	378	323
영농활용 기관제출		2	2	7	11			9	13
영농기술·정보 기관제출						15	19	15	19
영농활용 채택			2		7				9
정책제안 기관제출		1	2	8	8	6	12	15	22
정책제안 채택			2						2
홍보성과		17	461	134	392	380	5838	531	1021.9
대외 협력 건수			1		3				4
DB 구축 및 활용		1	1	2	4	3	34	6	39
사업기획·계획 건수			1						1
신규 사업 발굴 건수			1						1
자료발간			1	3	6	6	12	9	19
정보·전산 프로그램·저작권 등록·개발		1	1	8	10	3	6	12	17
교육훈련 대내외 활동 건수					1				1
국내 행사개최 건수					1				1
심포지엄워크숍세미나 등 발표 건수					3				3
우수인력양성 지원 인원 수				1	1	2	2	3	3
기술규격 설정							1		1
사업화 실적							1		1
시제품 제작						1	3	1	3
전문서 등 저술활동							1		1
제도개선							1		1

2절. 목표대비 달성도 및 질적 우수성

1. 1단계 사업의 성과지표별 목표치를 연차별로 초과 달성하여 달성도가 매우 우수함

○ 한국형 스마트팜 모델의 표준 반영률(%)	'14	'15	'16	'17
■ 목표치	—	—	60	69
■ 달성	—	—	100	
○ 산업재산권 출원·등록(건)*	'14	'15	'16	'17
■ 목표치	4	13	7	10
■ 달성	6	24	27	
○ ICT기반 영농활용 기술보급(건)	'14	'15	'16	'17
■ 목표치	3	10	11	10
■ 달성	2	11	19	

* 산업재산권 출원·등록(건) = 산업재산권 출원(건) + 프로그램등록(건)

* 2014~2016 수행과제 수: ('14) 6 (신규 6) → ('15) 7 (신규 1) → ('16) 24 (신규 17)

2. 대표성과를 바탕으로 판단할 때, 한국형 스마트팜 모델 표준 반영 및 현장실증, 동·식물 생육 모델 개발, 빅데이터 기반 농업분야 활용 모델개발은 시설농업의 농가 편이성 향상, 생산성 향상, 에너지/농약/비료 등 농자재 절감, 노동력 절감에 기여할 것으로 판단되며, 궁극적으로 농업경쟁력을 향상시킬 것으로 판단되며, 성과의 질적 우수성이 인정됨

가. 스마트팜 보급의 가장 큰 걸림돌인 ICT 기기 및 부품의 호환성 문제를 해결하기 위한 표준화를 추진하여 시설원예분야 ICT 기기 25종에 대한 단체표준을 등록하고, 농가보급을 위한 농가맞춤형 1세대 스마트팜 표준모델을 제시함으로써 보급비용을 기존 대비 30% 절감할 것으로 기대됨

나. 시설원에 분야 중, 이미지 기반 토마토 생육정보 자동측정장치의 개발은 바쁜 농사철에 별도의 인력투입 없이도 작물의 생육정보를 자동으로 수집하고 생육상태를 진단할 수 있어 2세대 스마트팜 구현에 핵심적인 기술성으로 꼽을 수 있으며, 생산성 향상을 위한 최적생육관리 의사결정에 필요한 전주기 빅데이터 중 가장 수집이 어려운 생육정보를 자동으로 측정·수집할 수 있을 것으로 판단됨

다. 과수분야 중, 이미지 분석과 성페로몬을 활용한 ICT페로몬트랩 해충예찰시스템은 세계 최초의 기술구현으로 병해충 관리를 획기적으로 개선할 수 있으며, 과수 산업 국제경쟁력 향상에 크게 기여할 것으로 판단됨

- 라. 축산분야 중, 생체정보 활용 스마트 돈사관리기술개발 성과는 체온, 행동, 발성 등 가축의 생체정보를 분석·활용하여 가축의 상태를 진단하고 그에 적합한 최적의 사양 및 돈사 환경관리를 조절할 수 있는 기술의 가능성을 확인하고, 실용화 방안을 제시하여 우수성이 인정되며, 타 축종에도 적용할 수 있는 기술이라 판단됨
- 마. 빅데이터 및 생육모델 기반 시설원예 최적 생육관리 기술개발 성과는 스마트팜의 정밀 생육관리를 통한 생산성과 품질을 향상하는데 가장 핵심적인 기술로서 현재까지 국내에서 개발 및 활용되지 못하고 있는 생육모델의 개발 및 활용을 촉진하고, 빅데이터 분석과 연계한 최적생육관리 기술의 개발로 발전할 수 있는 한국형 스마트팜 2세대 기술의 중요한 성과로 판단됨

3절. 인프라 구축 정도 및 활용도

1. 본 사업은 시설·장비 구축 사업은 아니지만, 연구 수행과정에서 실내 실험장비, 성능시험 시설, 현장 적용을 위한 시범농장 및 테스트베드가 구축되어, 향후 관련 연구를 수행하는 인프라 역할이 기대됨
2. “ICT 융합 스마트 원예시설 산업화 모델 개발” 과제에서 2014년 단동온실, 2015년에 연동온실에 대하여 테스트베드를 구축하였음
3. “시설농업 ICT융합 운동활성화 모델 개발” 과제에서 2014년 1개소, 2015년 4개소 시범농장에 대하여 복합환경 제어기 개선방안 적용 및 평가를 수행하였음

연도	' 14	' 15
과제별 인프라 구축 내역	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT융합 스마트 원예시설 산업화 모델 개발: 단동온실 ○ 시설농업 ICT융합 운영활성화 모델 개발: 시범농장 1개소 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT융합 스마트 원예시설 산업화 모델 개발: 연동온실, 테스트베드 구축 ○ 시설농업 ICT융합 운영활성화 모델 개발: 시범농장 4개소, 복합환경제어기 개선방안 등

4절. 부처 내, 타부처 사업과의 유사중복 검토

1. 본 사업은 농촌진흥청 농업 R&D 사업은 어젠다시스템 추진체계에 따라 각 분과 또는 분야별로 추진되고 있는 바, 기획 및 신규과제 선정평가 과정에서 이해관계자, 관련전문가, NTIS 시스템 등을 통하여 다양하게 유사중복성을 검토하고 있음
2. 특히 “스마트팜 협의체(‘16.2월)”를 구성하여 농식품부 컨트롤타워 하에 농진청, 출연연 등 관계기관 간 긴밀한 협업체제 구축하였음
 - 가. 농식품부: 컨트롤타워 역할(정책 총괄, 스마트팜 R&D역할 조정), 단기 산업화 가능한 핵심 기자재 국산화, 통합 운영장치 개발 등 민간 R&D지원 등
 - 나. 농진청: 기초·원천·실용화 기술개발, 기자재 표준화, 현장 보급형 모델 개발 및 현장 실증연구, 현장지도인력 양성 등
 - 다. 출연연: 보급형 정밀센서 개발, 통합솔루션 개발 지원 등(한국과학기술연구원, 전자통신연구원, 생산기술연구원, 에너지기술연구원 등)



3. 대내·외 협력, 사업간 융복합을 통하여 투자 및 운영을 효율성을 높이하고자 노력하고 있으며, 특히 농진청 소속 연구기관에서 기관고유사업으로 개발한 농업생산 관련 기초/기반 연구결과의 실용화를 위한 ICT 융복합 응용기술의 개발을 산학연 공동연구로 본 사업에서 추진하고 있어, 기관고유사업과 유기적인 연계를 통해 개발기술이 산업현장에 안정적으로 적용될 수 있도록 상호보완 관계를 유지하고 있음
 - 가. (대외협력 강화) 한국형 스마트팜 기술개발의 성과 제고와 조기 보급확산을 위해 부·청·출연연·대학·산업체가 참여하는 스마트팜 산·학·연·관 협의체 운영, 미래부 지원 ‘스마트팜 융합연구단’ 과의 정기업무협의회(매월), 신규공모과제 부·청 공동기획 등 다각적인 협업체제

를 구축·운영하여 선진국 대비 시작이 늦은 국내 R&D 기술수준을 빠른 시간 내에 선진국과 경쟁할 수 있는 수준으로 끌어올리기 위해 노력하고 있음

- 나. (대내협업 강화) 농진청 내 전문연구부서 간 협업을 강화하기 위해 2015년 ‘ICT융합연구협의체’를 구성하여 신규과제기획, 과제간 성과 및 데이터의 공유를 위한 과제협의회(매월)를 개최하는 등 사업목표 달성을 위해 대내협업 추진체계를 강화하였음

제 5 장 사업 효과성 분석

1절. 과학기술적, 경제적, 사회적 성과

1. 과학기술적 성과

가. 본 사업의 1단계 성과지표로 제시된 한국형 스마트팜 모델의 표준 반영률, ICT기반 영농활용 기술보급, 산업재산권 출원·등록 등의 산업화를 위한 성과지표를 모두 목표 대비 초과달성하였음

- (1) 스마트팜 모델 5종, 단체표준 등록 4건(25종), 영농활용 32건, 정책제안 22건, 산업재산권 출원 40건, 프로그램등록 17건 등
- (2) 한국형 1세대 스마트온실 모델 5종: 비닐하우스(기본형 1, 선택형 3), 유리온실 1
- (3) ICT 기기 표준화: TTA 단체표준 등록 25종(센서 13, 구동기 9, 복합장비 3)

나. 대표성과의 경우, 대부분 국내 최고 또는 세계적인 수준의 기술성을 보여주고 있으며, 기술의 안정화 및 산업화는 시간이 소요되겠으나 현장에 보급될 경우 파급력이 크다고 판단됨

- (1) 한국형 스마트팜 모델 개발, ICT기기 표준화: 스마트팜 및 농업분야 ICT 적용 기술 관련 보급 및 관련 기반산업의 성장을 가속화하여 선진국과의 기술수준 격차 해소에 소요되는 기간을 단축하고, 국산 제품 및 플랜트의 수출 확대에 기여할 것으로 기대됨
- (2) 생체정보를 활용한 스마트 돈사관리 기술: 돼지의 행동 및 음성정보 패턴을 분석하여 생체정보를 모니터링하고, 돈사환경을 동시에 모니터링 하여 효율적인 돈사관리를 통해 비용절감과 질병을 줄일 수 있을 것으로 기대됨
- (3) 토마토 생육정보 자동측정장치 및 생육분석S/W: 토마토 생육정보의 자동측정뿐 아니라 생육량 분석 소프트웨어를 병행 개발하여 선진국 상용화 제품(기술)보다 기능과 활용도 측면에서 우수한 기술로 평가 되며, 수입품 대체효과가 상당할 것으로 기대됨
- (4) 성페로몬트랩 이용 영상기반 무인해충모니터링시스템: 세계적으로 다양한 방법을 통한 해충예찰기술이 개발되고 있으나, 성페로몬을 이용한 해충트랩에 영상분석기술을 적용하여 자동화 원격 무인해충모니터링과 예찰이 가능한 것은 세계 최초 개발 기술임
- (5) 토마토 생육모델, 돼지 생체정보 측정 및 활용 돈사환경 정밀관리기술, 빅데이터 활용 최적생육관리 의사결정지원모델: 세계 최고 기술보유국인 네덜란드의 기술수준에 근접한 2세대 스마트팜의 대표적인 핵심기술이라고 판단됨

2. 경제적 성과

가. 본 사업의 성과를 통해 기존의 인력과 경험에 의한 농업생산방식을 ICT 활용 원격관리 및 자동화 기술로 대체하고, 빅데이터를 이용한 생산관리 의사결정 지원으로 농가의 생산성과 품질을 향상하여 궁극적으로 소득의 향상을 기대할 수 있으며, 농산업과

후방산업의 육성 등의 직·간접적인 경제적 파급효과가 우수한 것으로 기대됨

나. 대표성과들의 경제성을 분석한 결과, 그 효과가 우수한 것으로 판단됨

- (1) 한국형 스마트팜 모델 개발, ICT기기 표준화: 시설현대화 면적 1 ha에 보급 시 스마트팜 설치비 절감효과 1,242.3억원으로 기대됨
- (2) 생체정보를 활용한 스마트 돈사관리 기술: 사료절감 및 폐사율 개선효과로 인하여 전업농 10% 보급 시 797.7억원/년의 효과가 기대됨
- (3) 토마토 생육정보 자동측정장치 및 생육분석S/W: 매년 독일 및 네덜란드에서 수입되는 생육자동분석시스템(대당 5억원)의 국산화를 통한 산업경쟁력 향상이 기대됨
- (4) 성페로몬트랩 이용 영상기반 무인해충모니터링시스템: 농약사용 감소효과가 전업농 10% 보급 시 11.5억원/년의 효과가 기대됨
- (5) 토마토 생육모델, 돼지 생체정보 측정 및 활용 돈사환경 정밀관리기술, 빅데이터 활용 최적생육관리 의사결정지원모델: 소득향상 및 경영비 절감효과로 농가 10%에 보급 시 456.6억원/년의 효과가 기대됨

성과명	성과의 우수성		
	기술성	경제성	사회성
한국형 스마트팜 모델 개발 및 ICT기기 표준화	1세대 스마트온실 모델 개발, ICT 기기 및 센서 표준화	스마트팜 설치비 절감효과 1,242.3억원 (시설현대화 면적 1만ha 보급 시)	ICT 융합을 통한 스마트농업 실현 기반 마련
생체정보를 활용한 스마트 돈사관리 기술 개발	돈사환경 및 생체정보 모니터링 기술 개발	사료절감 및 폐사율 개선효과 797.7억원/년 (전업농 10% 보급 시)	동물복지 실현 및 축산 ICT를 통한 지속가능한 양돈산업 발전에 기여
이미지 기반 토마토 생육정보 자동측정시스템 개발	생육데이터 자동측정 프로세스 구현	생육자동분석시스템 수입대체 효과	생육자동분석시스템의 기술자립화에 기여
ICT 응용 무인 해충 모니터링 시스템 개발	세계 최초 무인 해충발생 예찰장비 개발	농약사용 감소효과 11.5억원/년 (전업농 10% 보급 시)	고품질 친환경 농산물 생산에 기여
빅데이터 및 생육모델 기반 시설원에 최적 생육관리 기술 개발	스마트팜 실현으로 시설환경 정밀제어 및 생산성 향상	소득향상 및 경영비 절감효과 456.6억원/년 (농가 10% 보급 시)	시설원에 기술의 자립화

* 자료 : 농촌진흥청 주요 사업별 대표성과분석(2016, STEPI)

다. 우리나라 농업여건에 맞는 한국형 스마트팜 구현으로 생산비 절감, 소득 증대뿐 아니라, 농산물 수출 확대, 수출형 스마트팜 등 경제적 효과가 점점 더 증가할 것으로 판단됨

- (1) 1단계 스마트팜 모델 도입으로 도입전 대비 시설원예분야 생산성 평균 25% 향상, 소득 평균 31% 향상('15.11., 서울대)
- (2) 품목별 스마트팜 도입성과를 우수농가 30호를 대상으로 분석한 결과, 토마토는 수량 44.6%, 소득 13.2% 증가하였으며, 딸기는 소득 21.5% 증가하였으며, 참외는 수량 9.6%, 소득 15.3% 증가하였음('16.11., 농촌진흥청)

◆ 스마트팜 도입 농가의 경영성과 (품목별 우수농가 30호 분석)

- ▶ 토마토 : 수량 44.6%, 소득 13.2% 증가

〈토마토 재배 온실 유형별 스마트팜 설치농가의 수익성 비교〉

구분	스마트팜			소득자료 (D)	비율		
	유리(A)	비닐(B)	평균(C)		A/D	B/D	C/D
조수입	58,148,438	47,812,500	52,980,469	35,224,380	1.65	1.36	1.5
생산량	31,013	25,500	28,256	19,569	1.58	1.3	1.44
3.3㎡당수량 (kg)	103	85	94	65	1.59	1.31	1.45
kg당 수취가격	1,875	1,875	1,875	1,800	1.04	1.04	1.04
중간재비	34,358,165	26,016,069	30,187,117	17,930,782	1.98	1.42	1.70
경영비	45,829,197	32,694,819	39,262,008	23,103,487	2.03	1.46	1.74
소득	12,319,241	15,117,681	13,718,461	12,120,893	1.02	1.25	1.13
소득율(%)	21	32	26	34			

- ▶ 딸기 : 소득 21.5% 증가

* 품질향상 : 특품 생산비율 증대로 kg당 판매가격 22.6% 증가

- ▶ 참외 : 수량 9.6%, 소득 15.3% 증가

* 품질향상 : kg당 판매가격 9.8% 증가

* 소득(천원/10a) : (도입 전) 5,962천원 → (도입 후) 6,873천원

3. 사회적 성과

가. 1세대 한국형 스마트팜의 목표인 편의성 향상을 통해 품목별 차이는 있으나 원격관리의 도입으로 농작업 시간을 크게 절감하고, 농업인이 항상 농장에 머물고 있지 않아도 되는 등 편의성 향상, 작업자 건강 및 안전 향상, 농업인의 복지 및 삶의 질 향상 등에 미치는 사회적 효과가 우수한 것으로 인정됨

- (1) 재배 및 사양관리 과정에서 개발된 제품, 기술이 직접 활용되어 환경관리, 작업관리 등 노동의 양적 절감과 질적 개선이 이루어졌음
- (2) 0.33 ha 미만의 단독형 시설에 1세대 기본형(원격제어, 모니터링) 수준의 장비를 도입하는 소규모 간편형의 경우 원격관리의 편리성으로 인한 여가시간 확보 등 전반적 만족도(평균 4.0 / 5.0 기준)가 매우 높음('15.11, 서울대)

* 온실 관리시간 : (도입 전) 4시간/일 → (도입 후) 1시간/일

4. 기술적, 경제적, 사회적 성과를 종합할 때, 스마트팜 핵심기반기술개발 R&D사업의 1단계('14~' 16) 추진성과는 정량적인 목표를 초과달성 하였으며 질적인 면에서도 우수하였고, 해당 기술이 현장에 보급될 경우 우리나라 농업의 생산성 등 열악한 기술수준의 향상으로 산업화를 촉진하여 경제적 파급 효과가 크고, 농작업 시간의 감소 등에 따른 여가시간의 활용으로 농업인의 삶의 질 향상에도 기여하는 등 그 효과가 기대됨

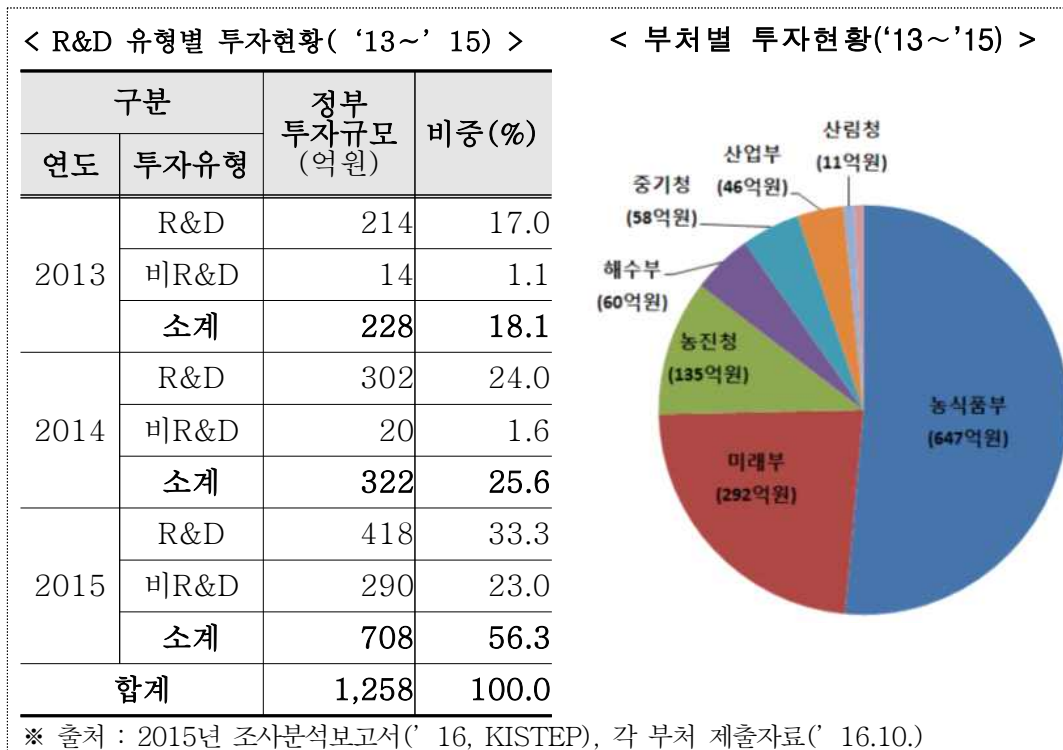
2절. 사업 성과의 활용·확산을 통한 파급효과

1. 본 사업의 추진성과를 전반적으로 분석한 결과, 농식품부의 스마트팜 보급확산사업의 목표달성에 기여하는 바가 크고, 사업 추진 과정에서 농식품부, 미래부 등 관계 부처와 협력체계를 통해 사업의 목표와 성과를 공유함으로써 **우리나라 스마트팜 기술개발 및 정착에 기여한 바가 큰 것으로 판단됨**

가. (사업간 융복합) 농촌진흥청의 R&D사업인 ‘ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술 개발’ 사업과 비R&D사업인 ‘신기술시범보급사업(보조)’의 융합을 통해 품목별 스마트팜 모델 현장실증연구 및 시범보급을 공동 추진함으로써 개발기술의 안정적 보급 및 확산 가속화에 기여하였다고 판단됨

나. 정부의 농식품 ICT분야 투자가 최근 급속히 증가하고 있으며, 그 중 농식품부의 투자가 50% 이상을 차지하는 것을 고려할 때, 스마트팜 기술개발 및 확산의 중요성을 인식할 수 있음

- (1) 2013~2015년 기간에 농식품 ICT분야 투자는 지속적으로 증가하였으며, 이러한 경향은 향후 지속될 전망이다



- (2) 정부 ICT융복합 사업에 참여하는 기업은 총 74개('15년)이며, 매출액은 총 3,672억원, 상위 10개 기업의 매출액(2,682억원)은 전체의 73.0%를 차지하고 있음. 시설원예, 축산분야, 융복합분야가 매출액, 고용규모가 가장 큰 것으로 나타나 향후 이러한 분야의 산업활성화가 기대됨

<농식품 ICT융복합 사업 참여기업 현황(2015)>

구분	시설원예	노지	축산	복합	수산	합계
참여기업 수 (개)	28	2	26	11	7	74
자본금 (백만원)	11,021	1,050	5,101	2,981	2,438	22,591
매출액 (백만원)	209,593	4,715	59,830	74,432	18,614	367,184
고용규모* (명)	506	37	301	339	159	1,342

* 20인 이상 기업 17개

- (3) 시설원예 수출 분야에서 스마트팜의 기여도를 조사한 결과, 스마트팜 농가가 전체 농가의 12.8%이었으며 수출량의 40%를 담당한 바, 비교적 규모가 큰 규모를 운영하는 농가가 스마트팜 기술을 적극적으로 도입하여 그 효과를 달성하였음

※ 시설원예 수출 분야 스마트 팜 기여도 * 유통공사(aT) 조사

전체 수출량(톤)	원예전문단지 수출			원예전문단지 내 스마트 팜 농가 수출			
	수출량(톤)	비중(%)	농가 수	수출량(톤)	비중(%)	농가수	비중(%)
40,368	32,896	81.5	2,846	15,969	48.5	365	12.8

* 스마트 팜 농가는 전체 수출량의 40% 담당(원예전문단지 이외의 지역에는 스마트 팜이 전혀 없다고 가정하여 산출)

2. ‘ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발’ 사업은 우리나라 스마트팜 관련 기술을 개발하고, 현장실증 등을 통한 산업화 및 현장보급화를 달성하고자 추진되고 있으며, 기술적, 경제적, 사회적 파급효과가 기대됨

가. 기술적 측면

- (1) 콘텐츠 기반의 한국형 스마트 팜 차세대 기술 확보로 그동안 하드웨어 중심, 공급자 중심의 농림축산식품과 ICT융합사업의 효율성을 제고하고 미래성장동력을 확보
- (2) 농업가치사슬 전반의 ICT 융복합을 통해 고기능, 고효율을 달성하고, 농업과 전후방 산업을 포함한 농산업의 미래성장동력 확보와 ICT 융복합 농업의 신성장 산업화
- (3) ICT·BT·기계·전자 등 신기술 접목을 통해 농업을 6차산업화, 생명산업화, 소재산업화, 에너지산업화, 콘텐츠산업화 등 신산업으로 확장

나. 경제적 측면

- (1) 사물인터넷에 의한 데이터 수집, 빅데이터 분석 및 컨설팅 등 활용에 의한 작물 생육 및

- 가축사양의 정밀관리로 수량 및 품질 향상, 에너지 및 노동력 절감으로 생산성 향상
- (2) 영농측면에서 예상되는 스마트 팜 경제적 효과는 농자재 및 에너지 절감 30%, 생산성 향상 20%, 관수 50% 등으로 보고되고 있음
- (3) 스마트 팜 보급 8000농가, 발농사 기계화율 65%, 농산부산물 에너지화 1% 달성 시 3년간 국내 산업에 미치는 경제적 파급효과는 누적 5조 700억원으로 보고됨

McKinsey('13)보고서는 IoT, 빅데이터 기반의 정밀농업에 의해 2025년까지 농업 생산성이 10~20% 향상될 전망, 보수적으로 10년 후 성장률을 10%(매년 9.6%씩 성장)로 가정, 3년후에는 농업생산액이 현재 대비 약 1조 3천600억원 증가 예상, 3년간 전체 산업 누적효과는 5조 700억원('14, 국가과학기술자문위원회보고서)

다. 사회적 측면

- (1) 농작업 시간을 크게 절감하고 원격에서 시설생산 환경을 모니터링 및 관리하여 농업 노동력의 양적 감소, 고령화·여성화 등 질적 감소로 인한 노동력 부족한 실정에 대응
- (2) 농업은 힘든 산업이라는 인식을 전환하고, 농업인의 건강 및 농작업 이력 정보 관리로 편이성 향상, 복지 및 삶의 질 향상 등에 기여함
3. 정부의 스마트팜 보급정책, 4차 산업시대 도래 등을 고려할 때 본 사업의 향후 파급효과는 우리나라 농산업의 본질적인 변화를 초래할 것으로 기대되며, 특히 농축산식품 분야의 국내 시장 성장뿐 아니라, 수출에도 그 효과가 클 것으로 기대됨

가. 스마트팜 시장규모는 '17년 2,516억원에서 향후 2조 4천억원으로 급속하게 증가할 전망이다('17. 1., 농촌진흥청). 이는 시설채소와 축산분야만을 전망한 것으로 과수, 노지 품목을 추가하고, 관련 산업까지 포함하면, 스마트팜 시장규모는 이보다 훨씬 클 것으로 전망됨

◆ 스마트팜 시장규모 추정 : ('17) 2,516억원 → (향후) 2조4천억원

▶ 시설채소 : ('17) 946억원 → (향후) 8,373억원(35,331ha)

* 평균단가 : 24백만원/ha,

품목	2017년 (4,000ha)	장기목표 (35,331)	품목	2017년 (4,000ha)	장기목표 (35,331)
시설채소	946억원	8,373	풋고추	122	1,083
딸기	280	2,477	상추	84	742
참외	91	808	수박	110	975
토마토	195	1,722	오이	64	566

▶ 축산 : ('17) 1,570억원(730농가) → (향후) 1조6천억원(7,300농가)

* 평균단가 : 약 215백만원

4. 농림축산식품부의 스마트팜 보급 목표 달성과 보수적 보급 전망의 두 가지 시나리오에 따른 스마트팜 보급에 따른 편익 분석 결과, 보급 농가의 생산액 증가가 아래와 같이 나타나, 그 효과가 농가의 소득증대 및 경쟁력 강화로 나타날 것으로 기대됨((주)날리지웍스, '16.03.)

가. 농림축산식품부의 스마트팜 보급 목표가 달성될 경우, 향후 13년 스마트팜 보급을 통한 관련 관련 기업의 매출 증대가 7,128억원, 보급 농가의 생산액 증가가 2조 1,112억원 규모로 추정

나. 반면, 국내 스마트팜 보급 전망을 보수적으로 전망한 경우에는 관련 기업의 매출 증대가 4,318억원, 보급 농가의 생산액 증가가 1조 2,808억원 규모로 추정

<한국형 스마트팜 보급에 따른 편익 종합 (단위 : 백만원)>

구분	스마트팜 유형		스마트팜 보급기업 매출 효과	농가 생산량 증대 효과	농가 노동비 절감 효과
농림부 보급 계획	시설원예	첨단	79,871	294,623	62,608
		복합	212,900	548,270	135,417
		간편	44,363	24,579	7,834
		합계	337,044	867,472	205,859
	축산		341,993	350,171	—
	과수		33,925	26,039	11,545
	합계		712,842	2,111,155	423,262
보수적 보급 계획	시설원예	첨단	54,464	207,817	41,473
		복합	113,148	300,699	69,380
		간편	21,133	11,713	3,733
		합계	188,745	520,229	114,587
	축산		209,741	214,820	—
	과수		33,278	25,558	11,331
	합계		431,764	1,280,835	240,505

3절. 사업 목적 달성/진척 여부

1. 본 사업은 세계 최고 수준의 한국형 스마트팜 표준모델을 구축하고자 3가지 내역사업으로 추진하고 있음

가. 한국형 스마트팜 핵심기반 기술개발

나. 동·식물 생육 정밀관리 기술개발

다. 사물인터넷 및 빅데이터 활용모델 개발

2. 한국형 스마트팜 핵심기반 기술개발

가. ICT기기 25종 표준화 및 단체표준 제정, 1세대 스마트 온실 4종 개발, 토양 pH센서, 토마토/사과/돼지 생체정보 자동 측정, 토마토 생육 및 돈사관리 자동화 기술이 집중 개발되었음

나. 2세대 스마트 온실 및 축사 모델 개발, 토양센서를 배지로 확대, 젖소 건강모니터링, 에너지/환경 통합제어 등이 추진되고 있으나, 스마트 저장/가공/유통 기술은 다소 미흡한 실정임

3. 동·식물 생육 정밀관리 기술 개발

가. 사과 해충 및 생육 정밀관리, 토마토/국화 생육 모델, 생체정보 기반 스마트 돈사모델이 집중 개발되었으며, 노지에서는 포도, 시설원예에서는 버섯, 가축에서는 축종별로 확대되고 있음

4. 사물인터넷 및 빅데이터 활용모델 개발

가. 사물인터넷 기반 토마토/돼지 생육/환경데이터 분석 시스템, 빅데이터 수집기반 구축 및 활용매뉴얼 작성, 현장실증 등이 집중 연구되었음

나. ICT활용 농업인 개인보호장비, 현장실증과 신기술보급사업의 접목, 스마트팜 현장 지도전문가 양성 등이 추진되고 있으며, 농산물 마케팅 및 수급조절 구현 모델은 다소 미흡한 실정임

세부 내역사업	주요내용(목표)	추진달성도
한국형 스마트팜 핵심기반 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ○농업생산시설 스마트화 기반기술 <ul style="list-style-type: none"> -ICT 기기 표준화 -세대별/유형별 표준 모델 개발 ○스마트 팜 센싱 핵심기술 <ul style="list-style-type: none"> -토양 환경 실시간 계측 -동/식물 생육 및 질병 비파괴/실시간 측정기술 ○스마트 농작업 자동화·로봇화 기술 <ul style="list-style-type: none"> -환경/재배/사양관리 자동화, 원격 감시/제어, 응급조치 등 ○스마트 저장·가공·유통 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ○농업생산시설 스마트화 기반기술 <ul style="list-style-type: none"> -25종 표준화 및 단체표준 제정 -1세대 스마트 온실 4종 개발 ○스마트 팜 센싱 핵심기술 <ul style="list-style-type: none"> -토양 pH-EC-수분-온도 센서, 배지로 확대 -토마토 생육정보 자동 측정, 사과 해충 자동 측정, 돼지 생체정보 자동 측정 -젓소 건강모니터링으로 확대 ○스마트 농작업 자동화·로봇화 기술 <ul style="list-style-type: none"> -토마토 생육, 돈사관리 자동화 -에너지/환경 통합제어로 확대
동·식물 생육 정밀관리 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ○노지 작물 최적 생육 관리 모델 <ul style="list-style-type: none"> -위성/항공/무인기 기반 농경지 관측, 공간정보 활용기술 ○시설원예 스마트팜 작물 생육 관리 <ul style="list-style-type: none"> -생장제어 모델링, 작물 생육정보 기반 복합환경제어 ○가축 생체 기반 동물 복지 돈사관리 <ul style="list-style-type: none"> -생장제어 모델링, 생체 정보 기반 사육환경제어시스템, 돈사출입관리 	<ul style="list-style-type: none"> ○노지 작물 최적 생육 관리 모델 <ul style="list-style-type: none"> -사과 해충/생육 정밀관리 -포도로 확대 ○시설원예 스마트팜 작물 생육 관리 <ul style="list-style-type: none"> -토마토/국화 생육 모델 -버섯으로 확대 ○가축 생체 기반 동물 복지 돈사관리 <ul style="list-style-type: none"> -생체정보 기반 스마트 돈사모델 -축종별로 확대
사물인터넷 및 빅데이터 활용모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○사물인터넷 기반 생육과 환경데이터 분석 및 활용모델 ○스마트팜 측정 빅데이터 통합관리 및 활용 모델 개발 ○사물인터넷 기반 농업인 건강과 농작업 안전관리 기술개발 ○측정데이터 기반 농가컨설팅 지원 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> -실증 및 후방산업 육성 지원 ○농산물 마케팅 및 수급조절 구현 모델 	<ul style="list-style-type: none"> ○사물인터넷 기반 생육과 환경데이터 분석 및 활용모델 <ul style="list-style-type: none"> -토마토, 돼지 생육/환경데이터 분석 ○스마트팜 측정 빅데이터 통합관리 및 활용 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> -빅데이터 수집기반 구축, 활용매뉴얼 ○사물인터넷 기반 농업인 건강과 농작업 안전관리 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> -ICT활용 농업인 개인보호장비 ○측정데이터 기반 농가컨설팅 지원 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> -현장실증과 신기술보급사업 접목 -스마트팜 현장 지도전문가 양성 ○농산물 마케팅 및 수급조절 구현 모델

5. 사업의 목표 달성에 필요한 적절한 성과를 도출하고 있음

가. 1단계 성과지표로 제시된 정량적 목표는 모두 초과 달성하였음

나. 3가지 세부 내역사업별로 당초 계획되었던 목표를 대부분 달성하고 있음

다. 스마트 저장/가공/유통 기술, 농산물 마케팅 및 수급조절 구현 모델 등은 기술의 우선 순위 등으로 아직 개발이 미흡한 실정으로 판단되어 향후 예산 확보 및 집중 추진이 요망됨. 또한, 중복투자 최소화 및 효율성 극대화를 위하여 이미 개발된 기술을 활용하여 다양한 품목과 스마트 시설 모델에 확대가 요망됨

4절. 사업의 성과에 영향을 미친 요인 분석

1. 우수한 성과 도출: 정량적 성과지표 초과 달성, 특히 ICT 기기 표준화 및 단체표준 제정과 세대별 모델 개념 설정 및 개발 추진은 우수한 성과로 평가됨

가. 우수 성과 도출 원인은 효율적인 사업추진체계로 판단됨. 아젠다 수행 체계에서 기술 수요조사단계에서 성과관리 및 결과활용 단계까지 전주기적으로 다양한 측면의 검토 및 협의가 이루어지고 환경변화에 대한 대응과 성과의 체계적 관리가 이루어짐

나. 연구수행 주체 측면에서는 본 사업을 농촌진흥청 소속기관과 산학연 공동연구 형태로 수행하였으며, 연구기관 및 예산 배분을 기초/원천 기술은 대학, 응용/실용화 기술은 국공립 연구기관, 산업화 기술은 민간기업을 선정하여 추진하였음

다. 연구과제 편성 측면에서는 공통핵심 기술, 현장적용 기술, 모델실증 및 평가, 산업화 지원 체계 구축으로 구성하고, 특히 파급효과가 큰 핵심기반기술을 위주로 기획하였음

라. 또한 투자 및 운영을 효율적인 사업추진을 위하여 대외·외 협력체계를 구축하였음

(1) (대외협력 강화) 한국형 스마트팜 기술개발 성과 제고와 조기 보급·확산을 위해 부처·출연연·대학·산업체가 참여하는 스마트팜 산·학·연·관 협의체 운영, 미래부 지원 ‘스마트팜 융합연구단’ 과의 정기업무협의회(매월) 등

(2) (대내협업 강화) 농진청 내 전문연구부서 간 협업을 강화하기 위해 2015년 ‘ICT융합 연구협의체’를 구성하여 신규과제기획, 과제간 성과 및 데이터의 공유를 위한 과제협의회(매월)를 개최

2. 미흡한 성과 도출: 당초 추진목표 중, 스마트 저장·가공·유통 기술, 농산물 마케팅 및 수급조절 구현 모델 등은 아직 그 추진이 미흡한 실정임. 또한 ICT기기 표준화 등은 추진본 사업의 핵심 기반이 되는 부분이므로 가속화가 요망됨

가. 수확 후 처리 기술, 마케팅 및 수급조절 분야는 농촌진흥청 타 내역사업에서 추진하고 있는 바, 향후 타 내역사업과 연계를 통해 스마트팜 기술의 가치가될 전주기적 과정에서 공백이 없도록 해야 할 것임

나. ICT 기기 표준화 및 단체표준을 제정하고 있으나, 아직도 산업체 간 이해관계 조정 및 협의가 필요하며, 타 부처 R&D사업과도 유사중복성을 완전히 해결할 필요가 있음

5절. 사업 개선 방안

1. 1단계 사업기간 중, 세대별/유형별 스마트팜 모델 개발, ICT 기기 표준화 및 단체표준 제정 등 ICT융복합 한국형 스마트팜 핵심기반기술 개발을 위한 상당한 성과를 도출하였으며, 이는 편이성 향상을 목표로 하는 1세대 스마트팜 전략에 크게 기여하고 있음. 향후 2단계 사업추진 시 스마트팜 기술 개발 및 현장 보급을 확대하기 위하여 아래와 같은 개선 방안을 제시함
2. **사업운영 측면**에서는 농업생산 전주기적 스마트팜 기술개발 및 보급확대를 위하여 범부처 사업으로 추진, 내·외 유사중복성 해소, 연구개발부터 농가보급 및 사후관리까지 고려한 사업추진 요구됨
 - 가. **범부처 사업으로 추진**: 각종 평가나 회의에서 타 부처 사업과의 중복성이 지속적으로 지적되는 바, 범부처 협의를 통하여 업무 조정 및 협력을 통해 시너지 효과를 발휘해야 함
 - (1) ICT융복합 스마트팜 핵심기반기술은 다분히 다양한 분야의 전후방 기술이 함께 투입되어야 하므로, 범부처 차원의 사업 기획, 역할분담, 결과 통합이 요구됨
 - (2) 법·제도적 장애요인, ICT 기기 표준화 시 산업체 간 이해관계 조정, 예산확보 방안 등이 통합적으로 다루어져야 함
 - 나. **내·외 유사중복성 해소**: 기존에 운영하고 있는 관련 협의체 및 과제협의회를 더욱 활성화하여 사업 진행과정에서 지속적이고 심도 있는 정보공유가 요구됨
 - 다. **전주기적 사업운영**: 농촌진흥청에서 연구개발되는 스마트팜 핵심기술이 농가에 보급되고 사후관리가 될 수 있는 다양한 사업과 연계되어야 함
 - (1) 연구개발 “연구개발 → 농가 현장 실증 → 테스트베드에서 검증 및 성능향상 → 농가보급 → 사후관리 (컨설팅, 유지보수 등)” 의 전주기적 사업운영이 요구됨
 - (2) 도 농업기술원, 시·군 농업기술센터와 협력체계를 강화
 - (3) 농촌진흥청 역량개발과의 교육사업과 연계하여 사후관리 인력양성과 연계
3. **R&D 내용 측면**에서는 1단계의 미흡한 부분을 보완하여 스마트 농업생산 가치사슬 전주기적 추진이 원활하도록 개선이 요구됨
 - 가. (표준화) 스마트팜 구현을 위한 센서, 제어기 등이 대부분 수입품이며, 제작 및 판매 업체마다 각기 다른 프로토콜을 사용하는 경우가 많아, 부품간 호환성 향상으로 유지보수, 설비 확장 및 효율화 제고 필요함
 - 나. (세대별, 유형별 모델) 노지, 시설원예, 시설축산 등 분야별, 품목별로 규모, 인프라, 농가실정을 고려한 다양한 모델 개발 및 제시가 필요함
 - 다. (국산화) 스마트팜에 투입되는 H/W, S/W의 국산화율이 매우 미흡한 실정임, 비닐하우스는 대부분 국산을 활용하고 있으나 유리온실의 경우 85%, 축산분야 자동급이기 50% 등으로 나타나, 출연연, 산업체와 연계하여 국산화가 시급한 실정임

라. (빅데이터, 생산성 향상 지원) 스마트팜은 다양한 데이터 취득, 분석, 의사결정, 농자재 투입 작업 과정으로 이루어짐으로, 관련 기술이 변수별, 품목별 지속적으로 개발되어야 함

- (1) 생체 및 생산환경 자동 계측 시스템, 빅데이터 DB구축, 생산성 향상 및 소득 증대로 연계하는 S/W 분석 기술 등

마. (저장, 가공, 유통) 1단계 사업에서 미흡하게 다루어졌던 분야인 바, 스마트 생산과정 이후 저장, 가공, 유통 과정의 기술개발도 연계하여 추진이 요구됨

바. (기술보급) 개발된 기술이 연구단계로 끝나는 것이 아니라, 도 농업기술원, 시·군 농업기술센터, 농촌진흥청 역량개발과 등과 연계하여 다양한 방법으로 현장에 보급되고 지속적으로 운영되도록 지원이 요구됨

- (1) 현장기술지원단, 영농실증시범포, 교육장 구축 등
- (2) 농가교육에 필요한 다양한 교육 프로그램 및 교재 개발, 가이드라인 등

사. 1단계는 주로 스마트팜 핵심기반기술 확보에 중점을 두었으며, 2단계는 현장중심형 집단 장기 연구를 중심으로 요소기술의 호환성, 내구성, 안정성 확보 부분 강화가 요구됨

아. 3세대 수출전략형 스마트팜 모델을 준비하기 위하여, 국내 기술의 해외 진출을 위한 국제 협업 연구 강화 요구됨

제 6 장 분석결과 종합결론

1. “ICT융합한국형스마트팜핵심기반기술개발” 1단계 사업이 3년 평가주기가 도래하여 자체평가를 수행해야 하며, 본 보고서에서 사업 효과성을 2014~2016년 기간에 수행된 사업, 연구과제, 사업운영방식 등을 대상으로 평가하였음

2. 사업 적절성 분석 결과

- 가. ICT융복합 기술을 농업에 적용하여 농촌의 삶의 질 향상과 생산성 향상을 도모하여 농업경쟁력을 제고하고자, 세대별 모델을 설정하고 한국형 스마트팜 모델의 표준 반영률, 산업재산권 출원등록, ICT기반 영농활용 기술보급 등 성과지표를 설정하였으며, ICT장비 표준화, S/W 및 핵심기술 국산화, 기반구축, 성과확산을 적절하게 달성하고자 하였음
- 나. 정보의 첨단과학기술을 활용한 고부가가치 농업 정책과, 농식품부의 스마트팜 확산대책에 기여할 수 있는 사업의 특성상 적절한 정부주도의 R&D 사업이라 판단되며, “농촌진흥청 농업과학기술개발 공동연구사업 운영규정 및 지침”에 의거하여 기획단계에서부터 성과관리 및 결과활용까지 운영하고 있으며, 다양한 의견 수렴 및 유사중복성 등을 면밀히 검토하며 추진되고 있음
- 다. 세부사업 및 내역사업은 생산에서 소비까지 가치사슬 전단계를 포함하고 있으며, 단계별 성과목표를 고려하여 예산 배분을 하였으며, 기초기술개발과 산업화를 고려하여 대학, 산업체, 곡공립 연구소에 적절하게 예산을 배분한 것으로 평가됨

3. 사업 효율성 분석 결과

- 가. 각 연구과제별로 목표를 140%정도 초과달성하여 양적 우수성을 보여주었으며, 토마토 생육 자동 측정, 사과 해충 영상 활용 측정, 돼지 소리 패턴 감지에 의한 질병 감시 등 국내 최고 및 세계적인 수준의 우수한 결과를 도출하였음
- 나. 특허출원, 기술이전, 영농기술정보활용, 정책제안 등 개발된 기술의 현장적용을 위한 다양한 성과가 도출되었으며, 세대별·유형별 스마트팜 모델 개발, ICT기기 표준화 및 단체표준 제정 등은 스마트팜을 구현을 위한 핵심기술로 평가됨
- 다. “스마트팜 협의체”를 구성하여 농진청, 출연연 등 관계기관과 긴밀한 협업체제를 구축하고, 대내·외 협력체제를 통해 정보 공유, 중복성 최소화 등 연구의 효율성 제고를 위하여 노력하였음

4. 사업 효과성 분석 결과

- 가. 스마트팜 모델 5종, 단체표준 등록 4건 등 과학기술적 성과를 달성하였으며, 이러한 성과는 인력과 경험에 의한 기존의 농업생산방식을 개선하여 농산업과 후방산업 육성 등 경제적 파급효과가 우수한 것으로 판단됨
- 나. 한국형 스마트팜 기술은 농축산물 생산비 절감, 소득 증대뿐 아니라, 농산물 수출 확대 등을 기대할 수 있는 미래농업의 핵심기술로 평가되며, 성공적인 추진으로 그 성과가

기술적, 경제적 성과뿐 아니라, 농업인의 편이성 향상, 작업자 건강 및 안전 향상, 복지 및 삶의 질 향상 등 사회적 성과가 우수할 것으로 판단되었음

다. 본사업의 성공적인 추진은 타 부처 사업 및 농식품부의 타 사업들과 연계되어 스마트팜 보급 확산뿐 아니라, 전후방 산업의 활성화에도 기여할 것으로 판단됨

라. 1세대 스마트팜 모델을 위한 핵심기반기술 개발 목표를 대부분 달성하고 품목확대가 원만하게 추진하고 있다고 판단되며, 스마트 저장·가공·유통 기술, 농산물 마케팅 및 수급조절 구현 모델은 그 추진이 다소 미흡하다고 판단됨

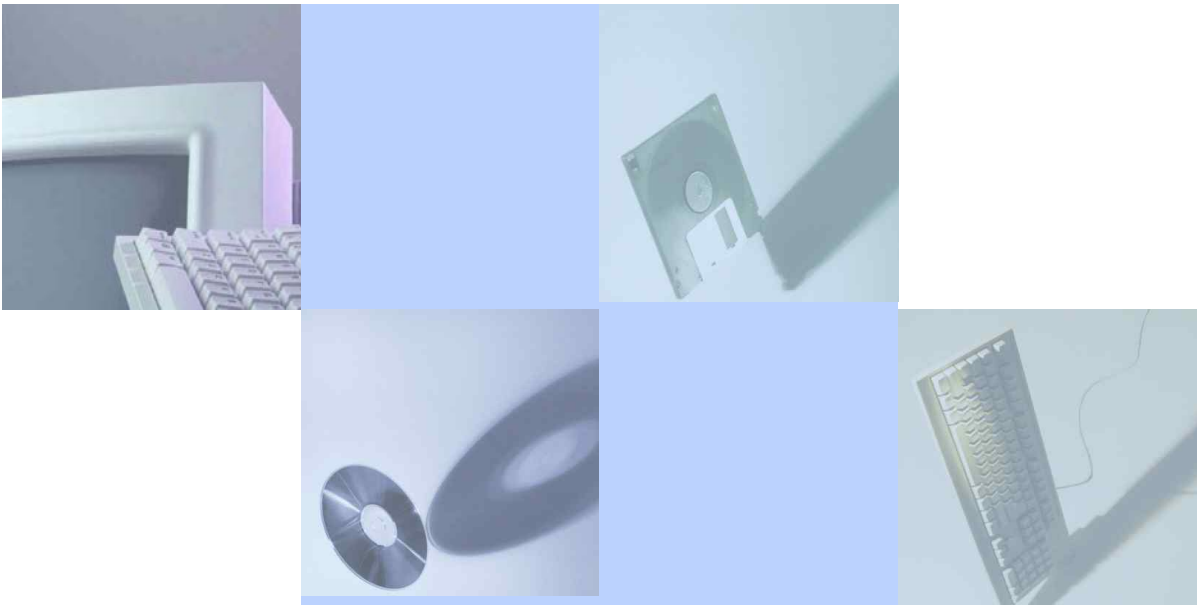
마. 사업운영 측면에서 범부처 사업으로의 확대 추진, 내·외 유사중복성 해소, 연구개발부터 농가보급까지 전주기적 사업운영 등, R&D 측면에서는 1단계에서 미흡하게 추진된 분야를 공백없이 추진하되 현장실증, 테스트베드 운영 및 장기집단 연구, 현장 지도 인력 양성 등의 방향으로 개선이 요구됨

5. 이상을 종합할 때, 1단계 사업은 효율적인 전략, 예산투자, 지속적인 대내·외 협력체계를 통하여 기획단계에서 추구했던 정량적, 정성적 목표를 우수하게 달성하였으며, 2단계 사업에서는 개발된 기술이 다양한 품목과 농가에 적합하도록 호환성, 내구성, 안정성 확보를 위한 사업운영이 요망됨

제 7 장 참고문헌

- (주)날리지웍스. 2015. 한국형 스마트팜 기술개발 사업 기획연구. 농촌진흥청
- _____. 2016. “한국형 스마트팜 R&D 협의체” 2차 회의 자료 (농림축산식품부, 농촌진흥청, SFS융합연구단)
- 농촌진흥청 연구운영과. 2015. ICT융합 한국형 스마트팜 추진 방안
- _____. 2016. 스마트팜 확산 가속화 대책. 농림축산식품부 창조농식품정책관실
- 구한승, 민재홍, 박주영. 2015. 스마트농업 동향분석. 전자통신동향분석 30(2): 49~58.
- 과학기술정책연구원. 2016. 농촌진흥청 주요 사업별 대표성과분석
- 김연중, 박지연, 박영구. 2016. 스마트 팜 실태 및 성공요인 분석. 한국농촌경제연구원
- 이병철, 정용제. 2016. 농축산 ICT융복합 지원사업 평가. 국회예산정책처

Part II : 2단계 사업기획



제 1 장 서론

1절. 스마트팜 기술개발의 중요성

1. 스마트팜의 세계적 추이

4차 산업혁명 기술의 진보가 문명의 새로운 패러다임으로 등장(2016년 다보스포럼)하면서, 새로운 기술의 신속한 적용 능력이 국가와 산업의 흥망을 좌우하는 시대에 진입

가. (정책) 스마트팜은 과학기술을 통한 농업·농촌의 지속가능한 발전과 혁신을 추구하는 미래 농업의 세계적 트렌드

- (1) (미국) 대규모 경작지의 효율적 관리를 위한 정밀농업과 ‘로봇공학 이니셔티브 농업 분야 R&D Program’ 을 추진
- (가) 전통 농기계에 로봇기술 적용, 인간 협업형 농업로봇 플랫폼, 로봇-인간, 로봇-환경 인터페이스 핵심 기술 개발에 집중

사업명	사업 내용
로봇공학 이니셔티브 농업 분야 R&D Program	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 통합 작물 및 해충 관리를 위한 나뭇잎·토양 샘플 자동수집 로봇 ▪ 상이한 지형과 토양 조건에서 농업생산량 증대를 위한 인간 협업형 농업로봇 플랫폼 개발 ▪ 로봇-인간 및 로봇-환경 인터페이스 핵심 기술 개발

- (2) (일본) 총리 주관의 IT종합전략본부 산하 농업분과를 중심으로 ‘농업정보 창출·유통촉진 전략’ 추진
- (가) 센서 활용 농업, 농산물 생산이력시스템, 농산물 유통정보와 노하우의 활용에 의한 농업기계 및 시설농업 솔루션 개발
- (나) 원격탐사, 자연재해 예측, 농기계 자동화 등 스마트팜 구현을 위한 세부 요소기술개발과 함께 농업로봇의 실증 확대

사업명	사업 내용
고품질·생력화 동시 달성 시스템 (SIP)	<ul style="list-style-type: none"> 원격 탐사 활용 대규모 농장 관리, 기상재해 방지 시스템 농기계 자동화·지능화, 농장 관리 시스템 가축 개체별 정밀 관리 시스템
로봇기술 도입 실증사업	<ul style="list-style-type: none"> 시설 원예 환경 제어 통합 시스템, 과일 선별 포장 자동화 자율주행 농기계, 수확, 운반 자동화, 제조, 추수 로봇 시설원예 고도 환경제어기술, 딸기수확 로봇, 자동 선별 로봇

(3) (EU) ‘ICT-AGRI’ 및 ‘Smart Agri-Food’ 프로젝트 추진

(가) 지속가능성 확보를 위한 정밀농업과 시설원예 및 축산의 통합제어시스템 관련 기술 개발을 중점 추진

* 무선센서 네트워크를 이용한 노지작물의 정밀 수분관리 연구프로젝트 「WaterBee」 수행 후 실용화 단계

(나) 농장 관리 및 경영 의사결정 지원, 농산물 생산이력 정보, 시설원예 및 축산 스마트화 기술 등

사업명	사업 내용
ICT-AGRI (EU)	<ul style="list-style-type: none"> 곡물 및 축산 분야 정밀농업 실내 기후통제 및 품질통제 자동화 농업분야 로봇활용 농장관리 및 정보시스템 개발
Smart Agri-Food (EU)	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 농업 : 농장 경영 및 운영 관리, 의사결정 지원 스마트 농업 물류 : 스마트 농업 물류 관련 품질 관리, 추적 및 폐기물 감소 스마트 농식품에 대한 인식 제고 : 농식품 정보 제공
Robotics Advance for Precision Farming (EU)	<ul style="list-style-type: none"> 자동/반자동 농업 차량, 정교한 센서 등 정밀농업을 위한 로봇 시스템 구현 작물 센서, 가축 관리 및 수확 농산물 추적, 위성 관측 등 농업 프로세스 최적화 분류, 포장 수확, 파종 및 재배 작업을 수행하는 디지털 제어 농기구, 무인 운송 수단 등 농업로봇
Programma Precisie Landbouw (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> 센서, 의사결정 지원 시스템, 자동화 차량 등 농업 관련 분야에 ICT 기술을 적용한 정밀농업 연구 추진

나. (축산) 농업은 4차 산업혁명의 영향과 효과가 가장 극명한 산업

(1) 웨어러블(Wearable) 장치는 인간을 넘어 가축의 건강을 관리

- (가) 동량, 반추, 체온, 맥박 등을 측정할 수 있는 목걸이, 이표 등 수집장치를 이용해 개체의 건강상태를 확인
- (나) 소의 위장 속에 각종 센서가 탑재된 삽입형 장치는 외부환경에 영향을 받지 않고 안정적으로 생체정보를 수집

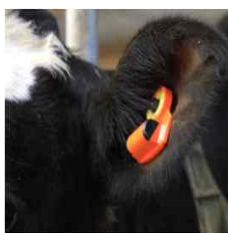
(2) 농업용 로봇기술 개발은 새로운 산업 분야를 창출

- (가) 해외 농업용 로봇 시장규모는 8억 1,700만 달러('13)에서 163억 달러('20)에 이를 것으로 빠른 성장세를 보임
- (나) 로봇팔, 레이저 스캔, 개체인식, 센싱 기술 등 첨단기술의 집약체로 이루어진 네덜란드 Lely사의 젓소 자동착유로봇은 현재 60개국에 걸쳐 40,000대 이상 판매하였으며 세계시장을 주도

* 로봇팔, 레이저 스캔, 개체인식, 센싱기술 등 첨단기술의 집약체로 이루어짐

(3) 빅데이터 분석, 인공지능(AI)은 농가의 생산체계, 경영구도를 재설정

- (가) 가축의 발성음을 구별할 수 있는 알고리즘에 기초한 음성분석 기술로 질병을 조기에 찾아내는데 활용
- * 네덜란드 : SoundTalk, pig cough monitor
- (나) Depth, 열화상, CCD 카메라 등을 통해 얻은 영상정보를 분석하여 가축의 성장, 체중 등을 측정하는 장치를 개발
- * 독일 : Optiscan, Piggy Check, 스웨덴 : Delaval VMS, 네덜란드 : eYescan, eYenamic



[웨어러블 장비(부착, 삽입형)]



[착유로봇]



[음성인식]



[3D 카메라]

[센싱, 로봇, 음성인식, 기술이 탑재된 축산기자재(유럽)]

다. (노지) 채소, 과수 등 생산량의 대부분이 노지에서 생산되고 있어 정밀관리를 통해 수급안정 및 품질 향상 필요

(1) 채소작물의 노지생산 비중이 높기 때문에 스마트 정밀관리 필요

* 채소생산량('15) 8,548천톤중 노지 생산량 5,990천톤(70% 차지)

(2) 노지작물 소득증대와 생산성 향상으로 연계하는 S/W 개발 필요

(3) 생육관리, 관수, 관비, 병충해방제 등 빅데이터 수집·분석을 통해 최적 관리모델 개발

라. (공정육묘·식물공장) 농업분야 4차 산업혁명 기술 도입의 최적 분야

(1) 육묘는 농작물 생산의 전 단계로서 정식 후 작물 생산의 성패를 좌우할 만큼 매우 중요하며, 육묘와 재배의 분업화·전문화로 스마트온실(육묘공장)의 플랜트 수출모델화 접근이 용이

(2) 최대 2개월의 기간 내에 파종, 발아, 접목·활착, 생장조절, 병해충 관리, 저장, 수송 등 재배관련 모든 기술이 일련의 프로세스로 집대성된 **종합적 정밀산업**으로 4차 산업의 주요 키워드인 ICBM과 AI, 로봇 적용의 가용성이 매우 높음

구분	주요 적용 가능 분야
IoT	<ul style="list-style-type: none"> - 모종 생육 및 환경 정보 수집과 제어 ※ 센서 및 영상장치 활용 - RFID 칩 등 이용 모종 생산 이력 정보 수집 및 관리
Cloud	<ul style="list-style-type: none"> - 모종 식물체, 환경, 경영 정보 수집 및 관리
Big Data	<ul style="list-style-type: none"> - 작물 수급 예측 가능 모종 생산 및 경영 정보 분석
Mobile	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트폰 기반 모종 생산 및 경영 관리
AI(인공지능)	<ul style="list-style-type: none"> - 기계 학습 기반의 모종 생육, 시비·관수, 병충해 관리
로봇(자동화)	<ul style="list-style-type: none"> - 파종·접목·관수 작업 로봇화, 모종 이송 자율 주행 시스템 등



[네덜란드 공정육묘 생산 전과정 자동화 장치 및 로봇]

2절. 연구개발 목표 및 내용

1. (배경) 4차 산업혁명 시대를 맞아 우리농업이 규모와 자본의 영세성을 극복하고, 기술과 아이디어로 생산기반의 안정화와 산업적 경쟁력을 가질 수 있는 기회이자 위기의 시점이 도래

가. 스마트농업은 농업의 성장한계를 극복하고 차세대 신성장 산업으로 발전하기 위한 핵심적이며 현실적인 대안

(1) 가치사슬의 고기능·고효율화로 농업의 지속적 성장동력 제공

2. (현황) 정부는 그동안 농업과 ICT 기술의 융복합을 미래농업의 핵심 수단으로 설정하고 다양한 고민과 확산사업을 전개

가. 시설농업 ICT융복합 산업화 모델개발 사업 추진(' 14~' 16, 3분야 7과제, 81억)

나. 시설원예·과수, 양돈을 중심으로 ICT 융복합 모델 현장 실증·보급(' 17)

* 스마트 온실(4000ha, 현대화 온실의 40%), 스마트 축사(730호, 전업농의 10%)

다. (문제점) 생산분야 중심의 1세대 스마트팜을 개발 보급하고 있으나, 농사에 효과적으로 이용해 소득과 연계 하는 농가가 많지 않고 시장은 초기상태에 머물러 있으며, 현장 만족도도 낮음

라. (원인) 공급자 중심의 기술 개발로 스마트팜 시스템의 현장 적응성이 낮고 유지보수가 어려움

(1) 1세대 스마트팜은 농가의 시스템 설정이나 직접 제어에 의해 농사 환경이 조절됨으로 농사에 대한 풍부한 지식이 필요

(2) 좋은 기능과 성능을 가진 스마트팜 기기라 하더라도 농민의 ICT 기기에 대한 이해와 조작 능력이 필요

(3) 여러 업체에서 다양한 기술과 방법으로 스마트팜 시스템을 제조 공급함으로 부품과 기기의 호환성 부족과 수리 정비의 어려움

(4) 스마트팜 제조업체의 영세성과 기술 개발 역량 미흡으로 안정된 제품공급과 급변하는 기술환경의 변화에 신속한 대응이 어려움

(5) ICT 제조업체의 농업에 대한 이해 부족, 전후방 산업 등이 취약

3. (대안) 4차 산업혁명기술의 농업 융합을 통한 수요자 중심의 기술개발과 스마트팜 ICT 제품 및 기술의 표준화 추진

가. 농가별 영농여건과 환경에 적합한 맞춤형 ICT 융복합 한국형 스마트팜 모델 개발과 산업화로 농업·농촌에 혁신동력 제공

(1) 작목별 2세대 스마트팜 기술의 조기 개발과 모델화, 현장확산

(2) 차세대 스마트팜 기술 개발을 위한 농업용 인공지능 엔진, 클라우드 플랫폼 등 서비스 인프라 구축

나. **(기술융합)** 인공지능, IoT, 빅데이터, 클라우드 기술 등을 이용해 스마트팜이 당면한 기술적 난제 해결.

- (1) (농사경험 계량화) 대용량 영상 정보와 인공지능을 이용한 동식물의 실시간 생체 정보 계측
- (2) (디지털 지식화) IoT, 빅데이터, 클라우드 기술을 이용한 동식물의 성장 모델, 영양 진단, 질병 감지
- (3) (서비스 지능화) ICT 지식이 필요치 않고, 초보 농업인도 쉽게 농사를 지을 수 있는 인공지능 농업 서비스 시스템

다. **(표준화)** 스마트팜 기술 및 ICT 기자재의 표준화 · 국제 규격화

- (1) 시설원예, 축산, 노지 스마트 팜 ICT 기기의 표준 규격 개발
- (2) 스마트 팜 ICT 기기의 국가 표준제정과 국제 규격화
- (3) 고품질 스마트 팜 장비 현장공급을 위한 검인증 기준 설정
- (4) 한국형 스마트팜의 글로벌 수출을 위한 테스트베드 구축

라. **(개방형 기술)** 국가 개발 스마트팜 기술, 농업 공공 데이터 등을 창업 및 산업 활용이 가능하도록 플랫폼 구축

- (1) 스마트팜 기술의 클라우드 서비스화 및 Open 소스 S/W 인프라
- (2) 국내외 농업 관련 공공 데이터의 산업 활용 API 개발 공급
- (3) 창·영농 지식 공유 플랫폼 구축

제 2 장 국내외 정책 및 기술 동향

1절. 정책 동향

1. 국내 정책 동향

가. 한국은 농업·농촌의 지속적 성장토대 마련을 위해 스마트팜과 같은 기술 집약적인 첨단농업으로의 전환을 추진 중임

나. 2000년대 초반부터 정보통신부, 지식경제부, 농림축산식품부를 중심으로 농업부문과 ICT 기술간 융합을 촉진하는 정책을 추진하고 있음

(1) 2012~2015년 농림축산식품부를 비롯한 정부부처는 농업의 미래성장산업화를 목적으로 농업기술과 ICT 기술간 융합을 촉진하는 각종 정책을 추진

(가) ICT 융합 확산전략의 일환으로 지식경제부는 2012년 IT융합확산전략을 발표하고 농업분야에 ICT를 융합한 성공모델의 발굴과 정책수요 대응을 위한 과제를 제시함

(2) 정보통신부와 지식경제부는 농수축산업 생산, 유통, 소비분야에 적용 가능한 ICT 융합 기술개발을 위해 연구개발 및 시범사업을 추진 중임

(가) (제1차 산업융합발전 기본계획) 2012년, 지식경제부는 농업의 혁신역량 강화를 실현하고자 IT 기술과의 접목을 통해 농업생산성 제고 및 타 산업과의 연계를 통한 농촌경제의 고부가가치화를 제시함

(3) 2013년 미래창조과학부는 창조비타민 프로젝트를 통해 농축수산분야의 고부가가치화를 통한 지역경제 활성화를 지원

(4) 농림축산식품부는 2002년부터 3차에 걸쳐 정보화 기본계획을 수립하여 지역 정보화 기반 마련, 농정 시스템 효율성 제고, 신 시장 및 신 가치 창출을 위해 농업과 ICT 기술간 융합을 시도하고 있음

(가) (제3차 농업·농촌 정보화 기본계획) 2012년 농림축산식품부는 제3차 농업·농촌 정보화기본계획을 발표하고 농촌지역 정보화 인프라 확대 및 농정시스템 효율성 제고 도모를 위한 과제를 추진

(나) (농식품 ICT 융복합 확산대책) 2013년, 농림축산식품부는 농업분야에서의 ICT 적극 도입, 활용을 통한 첨단농업육성을 목표로 하는 농식품 ICT융복합 확산대책을 수립 및 발표함

(다) (농업의 미래성장산업화 방안) 2014년 농림축산식품부는 농업의 경쟁력을 확보하고 농촌활력 창출을 위한 과제 중 하나로 ICT 기반 농축산업의 과학화를 제시하며, 농업의 미래성장 산업화를 추진

(5) 2010년 이후, 농림축산식품부를 중심으로 현장 적용을 통한 농업·ICT 융합 기술 확산 모델 발굴사업 추진 중임

- (가) 현장에 RFID/USN 등의 신기술을 적용하여 최적 생장(사육) 환경을 조성하고 농작업의 자동화를 통해 생산비를 절감
- (나) RFID, QR코드 기반의 농산물 생산, 유통, 소비단계 이력관리를 통한 식품안전관리 체계 마련

다. 4차 산업 혁명에 적합한 농업과 ICT 기술을 융합한 모델로써, 정부는 스마트 팜의 정책 기본 방향으로 정책자금 지원, R&D, 교육훈련, 기업육성 등의 종합적 접근과 스마트 팜 확산의 장애 요인을 해소해 스마트 팜 보급을 가속화하고 관련 산업 성장기반을 강화하는 것으로 추진하고 있음

- (1) 농림축산식품부는 2015년 미래 성장 산업화 가속화를 위한 경쟁력 제고와 성장동력 창출을 목표로 스마트팜확산대책을 마련함
- (2) 시설현대화 사업과 스마트 팜 보급을 동시에 추진해 ICT 융복합 시설 도입이 가능한 기반 자체를 확대하고, 농가의 투자 부담을 완화함
- (3) 스마트 팜 도입에 따른 생산성 향상, 노동력 절감 등의 성과를 객관적으로 분석·홍보해 농업인이 자발적으로 스마트 팜을 도입하도록 유도함
- (4) 관련 기자재 및 생육관리 등 스마트 팜의 핵심 부품 및 기술을 국산화·표준화해 우리 농업 환경 및 여건에 맞는 한국형 스마트 팜 모델을 만들고 단가를 인하함
- (5) 농업인과 관련 인력이 ICT 활용 능력 및 작목별 전문성을 갖춰 현장에서 스마트 팜의 효과를 100% 발휘할 수 있게 지원하고 농업인에게 꼭 필요하나 기업이 충족시키지 못하는 A/S와 같은 핵심 기능을 정부에서 지원해 농가의 애로사항도 해소하고, 관련 기업도 성장할 수 있는 발판을 마련함

라. 스마트팜의 육성 및 보급을 통해 농가 생산성 향상 및 농업 경쟁력을 강화하고 스마트 팜 관련 산업의 선순환 생태계를 조성하기 위한 다부처의 노력이 정책적으로 추진되고 있음

- (1) 스마트팜 육성을 위해 기획재정부에서 2016-2020 국가재정운용 계획을 수립, 스마트팜의 면적 확대 및 스마트팜 도입 농가의 생산성 향상 목표를 설정함
 - (가) 스마트팜의 면적을 2016년 2,235ha(2,235만㎡)에서 2020년 5,945ha(5,945만㎡)로 확대하고 생산성을 2016년 27%에서 2020년 40%로 향상함
- (2) 과학기술기반 농업혁신 전략 보고회를 통해 2017년까지 한국형 스마트팜을 개발하여 토지면적 1,983m²(약 600평) 이하 영세 농가 8,000가구 대상, 농가당 300만 원대의 저가형 제공 계획을 제시함

<정부 부처별 스마트팜 정책 현황>

부처	구분	주요내용
농림축산식품부	농업·농촌 정보화 기본계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농림축산식품부는 2002년부터 2017년까지 세 차례의 정보화 기본계획 수립, 농업부문의 ICT 융합 확산 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 제1차 ('02~'06) : 농업·농촌 정보화 기반 조성 - 제2차 ('07~'11) : 농업분야 IT기술 융합 확산 모델화 사업 - 제3차 ('12~'17) : IT융합 확산을 통한 스마트 정부 구현
	2013-2017 농림식품과학기술 육성 중장기 계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농림축산식품산업과 ICT 융복합 기술개발을 통한 첨단 산업화 기반 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 고부가가치 산업 조성 및 경쟁력 강화 ○ 부처 및 중앙과 지방간 시너지 효과 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 부처(미래창조과학부, 산업통상자원부, 국토해양부) 간 융합형 거버넌스 구축 - 중앙-지방간 사업연계 강화
	농식품 ICT 융복합 확산 대책	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농축산물의 생산·유통·소비 전 단계에 걸쳐 ICT융복합 산업 생태계 구축을 위해 2013년부터 두 차례 농식품 ICT융복합 확산 대책 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 제1차 ('13. 7) : 농식품 ICT융복합 개념 및 분야별 유형 정립, ICT 융복합사업 개선방향 도출 - 제2차 ('15.10) : 스마트팜 실현을 위한 주요 과제 및 추진 체계 (스마트팜 보급 확대, 스마트팜 수출산업 육성 등)
	농업의 미래성장 산업화 세부 실천 계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업의 6차 산업화와 일자리 창출, 글로벌 경쟁력 강화 및 수출 확대, 행복한 농촌 만들기과 삶의 질 향상 등 3대 핵심과제에서 5개의 주요실천계획 마련
산업통상 자원부	IT융합 확산전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ IT 융합 확산기('13~'17) <ul style="list-style-type: none"> - 먹거리 IT : 농식품 생산·유통·소비 단계의 IT 융합 - 안심 먹거리 환경 구축과 농식품 산업의 경쟁력 제고
	2013-2017 제1차 산업융합발전 기본계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ IT 기술 등을 활용하여 낙후된 농림수산업의 생산성을 제고하고 타 산업과 연계하여 농촌경제의 고부가가치 창출 <ul style="list-style-type: none"> - IT 기술 등의 융합으로 농림수산업의 혁신 : 생산성 및 에너지 효율 향상 - 농축산물 유통, 물류 체계 고도화 및 품질 안전 관리 시스템 구축 - 타 산업과 연계한 농림수산업의 고부가가치 창출
미래창조	창조비타민	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농림수산식품 분야에 ICT 기술등을 활용하여 산업경

과학부	프로젝트 (A,F)	<p>쟁력 강화</p> <p>○ 창조비타민 프로젝트 추진(' 13. 7)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농축수산 분야의 고부가가치화로 지역경제 활성화 및 안전한 식의약품 이용 환경 조성 - 생산정밀화, 유통지능화, 소비안전화 등 농업 전반에 첨단 사업화, 기업화, 대형화 등을 지원하고 새로운 비즈니스 모델 확산 - 식의약품(먹거리)에 대한 이력추적과 빅데이터 관리 <p>○ 전국 18개 시도에 '창조경제혁신센터' 운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농업부문 : 세종시, 강원도, 충청남도, 전라남도 <p>○ 농축수산식품분야 창조비타민 프로젝트 선정(' 14 ~ ' 15) : 농축수산식품분야에 과학과 ICT 융합 신산업 창출 확대 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제1차(' 14. 3) : ICT기반 농업재해 예측, 대응 서비스, ICT기반 시설원예 에너지 통합관리, 농산물 집적센터와 소상공인 간 농산물 직거래 서비스, 스마트컨테이너를 활용한 농산물 수출 환경 관리, 로봇기반 해파리 탐지 및 제거 - 제2차(' 14. 7) : 사물인터넷 기반으로 염전의 생산자동화 지원, 고부가산업인 종자산업의 육성 및 수출위한 빅데이터 기반 우량 품종 선발 - 제3차(' 15. 3) : 스마트 축사 모델 개발 및 보급 확산을 통한 가축질병 선제적 대응, 신선도가 중시되는 농산물 직거래 활성화를 위한 이미지 경매기술 도입
		<p>정보통신산업진흥 및 융합 활성화를 위한 실행계획</p> <p>○ 농업분야의 정보통신기술 융합 본격 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고부가가치 농산물 생산을 위한 기술개발과 스마트팜 보급·확산 지원 - 시설원예, 과수, 축산분야 확산 지원
		<p>2014-2017 농업ICT융합 기술개발 추진</p> <p>○ ICT영농현장의 주요 애로사항 및 현장 필요기술 발굴 및 3대 주요기술개발 과제 선정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생육관리모델 개발, 시스템 표준화, 데이터 기반의 현장컨설팅 지원 체계 구축
농촌진흥청	한국형 ICT융합 스마트팜 추진	<p>○ ICT기반의 농식품 산업 신성장동력 창출, 수익성 개선, 고용창출 등을 목표로 '한국형 스마트팜'의 선도적 지위 확보 방안 수립</p>

(3) 농림축산식품부를 비롯한 관계 부처는 농업의 경쟁력 강화와 지속가능한 농업 실현을 위한 수단으로써 스마트팜 관련 정책들을 다양하게 추진하고 있음

(가) 농림축산식품부는 2015년 10월 스마트팜 확산대책을 마련하고, 2017년까지 시설원예 4,000ha(시설현대화 면적의 40%), 축산농가 700호(전업농의 10%), 과수농가

- 600호(과원규모화 농가의 25%)에 스마트팜 솔루션 및 서비스 보급 계획을 발표함
- * 시설원예는 ICT 융복합 시설 설치가 가능한 현대화된 시설(2014년 기준11,700ha)의 40% 수준까지 스마트 팜 보급
 - * 축산분야는 양돈·양계 중심에서 젖소, 한우 등 축종별 모델 개발을 순차적으로 진행해 축산 전업농의 10% 수준인 700호까지 단계적 확대
 - * 노지분야는 과원규모 1.5ha 이상, 농산물 판매액 1억원 이상 농가(2,582호)의 25% 수준인 600호 까지 확대

분류		목표	내용
시설 원예	첨단수출형	600ha	파프리카, 토마토, 화훼 등 첨단온실에 기반한 주요 수출품목 시설면적 전체(100%)
	연동복합형	2,400ha	오이, 딸기 규모화·현대화가 진전된 연동형온실(7,853ha)의 30% 수준
	단동간편형	1,000ha	참외, 수박 주산지 단동형온실(10,719ha)의 10% 수준
축산	양돈	310호	주요 축종별 전업농의 10% 수준
	낙농	230호	
	양계	160호	
노지	과수	600호	규모화된 과원 농가의 25% 수준

<2017년 스마트팜 보급목표(농림축산식품부)>



<국내 스마트팜 관련 정책 추진 및 로드맵(농림축산식품부, 삼정 KPMG 경제연구원)>

2. 국외 정책 동향

가. 미국

- (1) 미국 정부는 1990년대부터 식량안보 및 농업의 성장을 위해서 지속 가능한 농업 및 환경 축진을 주요 전략으로 설정하고 식량안보의 직접적 해결책 모색 차원에서 농업과

ICT 기술간 융합을 위한 기술개발 투자 확대 전략 추진함

- (가) 2002년, 국립과학재단(National Science Foundation)은 NBIC Converging Technology를 수립하고 농업을 비롯한 사회 전반에 ICT를 융합하는 원천기술 개발을 지원하기 위해 R&D 자금을 지원
- (2) 국가과학기술위원회(NSTC)를 중심으로 ICT 융합 기반이 되는 원천기술에 투자를 지속적으로 늘리고 있으며, 2014년에는 국립기상서비스와 농무부(USDA)를 중심으로 오픈 데이터 정책과 농업·ICT 융합 R&D 정책을 추진하여 각종 농업 서비스 개발을 진행 중에 있음
 - (가) 원천기술 투자액을 2002년 18억 달러에서 2012년 37억 달러까지 증가시켰음
- (3) 국립식품농업연구원(National Institute of Food and Agriculture, NIFA)은 2012년 로봇공학 이니셔티브의 일환으로 농업생산 분야의 로봇사용 확대를 위해 총300만 달러의 보조금 투입계획을 발표함
 - (가) 2012년 농무부, 국립과학재단, 국립보건원, 항공우주국의 4개 정부기관은 국립과학재단 예산을 기반으로 로봇연구를 지원하는 부처간 간 협력 선진 제조 파트너십의 일환으로 로봇공학 이니셔티브를 발표하였음
 - (나) 농업분야와 관련하여 추진된 로봇공학 이니셔티브 프로그램은 관련 분야의 산학협력 기반을 마련하고 차세대 기술인력을 양성하며, 농업생산 효율제고와 시간 및 비용 저감하는데 기여하고 있으며, 농업분야 로봇공학과 센서기술 등 첨단기술 발전을 위한 산학 협동 연구를 촉진함
 - (다) 개발된 농업 지원용 로봇 및 센서 기술은 생산과정에서의 시간과 비용 저감에 기여하여, 생산자뿐만 아니라 소비자까지 기술개발의 혜택 부여함
 - (라) 로봇공학 이니셔티브를 통해 제공되는 연구 프로그램은 농산물의 기계화 생산에 기여할 차세대 과학자, 기술자, 공학자 양성에 기여함

나. EU

- (1) 유럽 연합은 2000년대에 세계 최대 R&D 프로그램인 Framework Programme을 통한 지식사회 건설을 위한 융합 기술 발전 전략에 농업을 주요 분야로 포함시켜 농업과 ICT 기술간의 융합을 구체화하기 위한 정책을 수립하고 있음
 - (가) 유럽연합(EU)은 2013년까지 진행되는 7th Framework Programme 2007~2013에 농업 분야를 포함시켜 농업과 ICT의 융합 기술을 구체화 할 수 있는 정책을 수립함
 - (나) 2014년 이후 앞선 전략을 연장한 Horizon 2020을 통해 사회적 현안 해결을 위한 지속가능한 농업의 역할을 강조함
- (2) 유럽연합의 농업연구상임위원회(SCAR)에서는 농업 및 ICT 융합 R&D 정책 추진을

통해 농식품 분야에 대한 투자를 확대하고 유럽의 지식기반 바이오 경제를 달성하는 것을 목표로 하고 있음

- (3) 주요 농업 프로젝트 중 하나로 정밀농업분야에 대한 연구역량 및 회원국 간의 연구협력 네트워크 강화 등을 위해 EU 차원의 국제공동 연구 프로젝트(EU ICT-AGRI 프로젝트)를 진행 중
 - (가) 1단계(2009~2014)에 7개 프로젝트 421만 유로를 투입하였으며, 2단계(2014~2017)에 8개 프로젝트 562.6만 유로를 투자 중임
 - (나) 특히, 공통의 연구 의제 설정을 통해서 농업분야 ICT 및 로봇기술 연구개발의 효과성과 효율성 제고를 위해 노력 중임
 - (다) 개발된 기술을 농업 분야에서의 지속가능성을 높이고 혁신적인 기술 개발을 촉진하기 위해 민관협력을 장려하고 있음
- (4) 대표적인 농업 선진국이자 스마트팜의 선두주자인 네덜란드에서는 산·학·연 협력을 통해 그린포트(Green ports)와 시드밸리(Seed Vally)라는 원예산업 클러스터 단지를 조성하여 기업, 연구기관, 정부가 협업을 이루며 기술혁신 추진 및 기반시설을 제공하고 있음

다. 일본

- (1) 1980년대 이후, 농업의 생산기술 및 경영의 정보화를 도모하는 기술의 개발을 촉진하기 위한 ICT 융합 기반 농업 정책을 추진하고 있음
 - (가) 1980년대 초반부터 일본의 농식품 IT 융합기술을 위한 정책을 발표하였으나, 지방의 열악한 네트워크 기반시설과 IT 문맹으로 인해 성과는 미흡하였음
- (2) 2001년부터 2010년까지 신산업창조전략, e-Japan 전략, u-Japan 전략 등의 IT 융합정책을 발표하고 농업과 IT 기술 간 접목을 지속적으로 시도하고 있음
 - (가) 일본정부는 2004년 ‘신산업창조전략’을 통해 융합신산업창조전략을 추진하고 있음
 - (나) 2001~2005년간 초고속 네트워크인프라 정비 및 보급목적의 e-Japan전략을 추진하였으며, 2006~2010년간 유비쿼터스 네트워크 환경실현을 목적으로 하는 u-Japan 전략을 추진하여 자동차, 엔터테인먼트, 유통, 서비스 등 전 산업분야에서의 IT 융합을 촉진함
 - (다) 2010년, 총무성은 ICT 유신비전을 포함한 하라구치 비전을 통해 농업분야 ICT프로젝트 추진하여 농업 개혁을 및 지역실정에 근거한 농업분야의 ICT 프로젝트를 전국적으로 전개하는 계획을 수립하였음
- (3) 일본정부는 2011년 i-Japan 전략을 수립 하여 농업을 ICT 융합기반의 신산업으로 육

성하기 위한 6대 중점 분야 가운데 하나로 선정하고 농업에 대한 R&D 투자를 확대함

- (가) 2011년 6차산업·지산지소법을 제정하고 농업과 타 산업과의 결합을 통한 신산업창출, 부가가치 제고를 통한 농촌 지역사회 활성화 방안을 추진함
- (나) 일본의 농업·ICT 융합기술은 기계화, 편리성 도모, 수익향상, 건강증대, 안정성 확보 등의 측면에서 광범위하게 적용되고 있다.
- (4) 2011년 이후 농림수산성을 주축으로 총무성과 경제산업성은 ‘농업정보의 생성, 유통 촉진전략’을 수립하고 농업관련 데이터의 수집 및 분석활성화를 모색
- (가) 지능형 농작물생산시스템의 시연, ICT를 활용한 농업생산지도 시스템의 실증, ICT를 활용한 청과물 정보유통, 플랫폼 시연 등 다양한 시범사업 전개
- (나) 2013년 농림수산성은 스마트 농업의 실현을 위한 연구회를 설치하고 ICT와 로봇 기술을 활용한 농업생산성 향상 연구를 진행 중임

라. 중국

- (1) 중국은 2015년 이후 국가가 주도하여 농업경쟁력 증대와 농업현대화를 목적으로 농업설비 및 농업설비제조 공정의 스마트화, 디지털화와 관련된 기술개발을 추진 중
- (가) 2015년 농업부는 농업경쟁력 제고와 농업현대화촉진을 위한 행동계획인 전공정 기계화촉진행동을 발표하고 주요 식량 작물 생산 공정의 기계화 수준 제고 및 취약한 환경에서의 기계응용 난제 해결과 전략성 경제작물의 생산 과정을 기계화하기 위한 기술 개발을 추진 중임
- (2) 국가제조강국건설전략자문위원회는 2015년에 중국제조 2025 계획을 통해서 중점기술영역 로드맵을 발표하고 농업설비의 현대화를 추진하고 있음
- (가) 2025년까지 농업총생산 가치 800억원, 국산농기구생산시장 점유율 95% 이상, 첨단설비시장의 점유율 60% 이상에 도달하는 것을 목표로 추진되고 있음
- (나) 주요 기술개발분야로써 대형 트랙터, 대형 고효율 수확기계 등 최첨단 농업설비 및 관련 핵심 부품의 개발과 농업설비의 데이터 수집능력과 정확하고 지능적인 결정 능력을 제고하는 것과 유관한 기술 개발을 추진
- (3) 공업정보화부는 2015년에 스마트제조전문프로젝트 목록을 공시하여 농업설비공장의 지능화, 디지털화 관련 기술개발을 추진하고 있으며 5개 프로젝트가 스마트팜과 관련된 기술 개발임
- (가) 스마트제조 전문 프로젝트 중 농업관련 기술개발 프로젝트는 주로 농업설비공장의 지능화, 디지털화와 유관하며, 모두 민간 기업에 의해 수행 중

<주요 선진국의 농수산업분야 ICT 확산 정책>

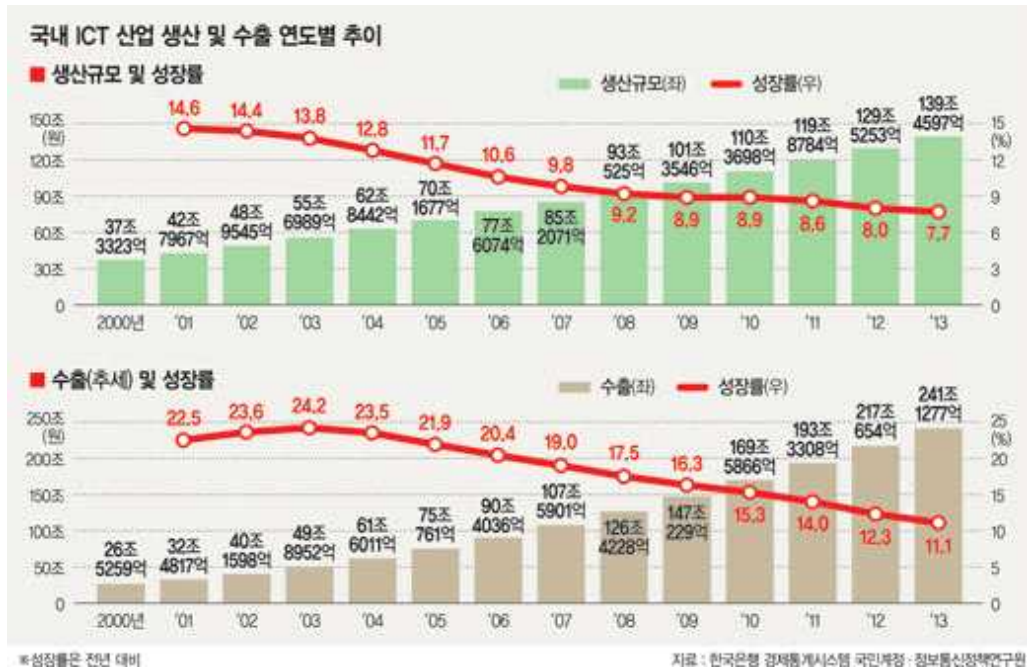
국가	주요 정책
미국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가과학기술위원회(NSTC)를 중심으로 ICT 융합 기반이 되는 원천기술에 투자를 지속적으로 늘리고 있으며, 2014년 부터는 오픈데이터 정책을 기반으로 예는 국립기상서비스와 농무부를 중심으로 농업·ICT 융합 R&D 정책을 추진하여 각종 농업 서비스 개발 진행 중 <ul style="list-style-type: none"> - 2002년 18억 달러에서 2012년 37억 달러까지 투자액 증가
유럽연합 (EU)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2013년부터 세계 최대 R&D 프로그램인 Framework Programme에 농업을 포함하여 농업-ICT 기술의 구체화를 추진하고 있음 ○ 정밀농업분야에 대한 연구역량 및 회원국 간의 연구협력네트워크 강화 등을 위해 EU 차원의 국제공동 연구 프로젝트(EU ICT-AGRI 프로젝트)를 진행 중임 <ul style="list-style-type: none"> - 1단계(2009~2014)에 7개 프로젝트 421만 유로 투입, 2단계(2014~2017)에 8개 프로젝트에 562.6만 유로 투자 중 - 대표적 사례로 네덜란드의 농업 정밀화사업과 산·학·연 협력을 통한 그린포드(Green ports)와 시드밸리(Seed Vally) 원예산업 클러스터 단지를 조성하고 있음 - 2010년부터 4년에 걸쳐 민관 공동출자에 기반한 정밀농업 프로젝트 추진
일본	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정부차원에서 농업·ICT 융합 기술 연구개발을 적극적으로 지원하고 있으며, 농림수산성은 ‘농업계와 경제계의 협력에 의한 첨단 농업 모델 확립 실증사업’ *을 추진 중 <ul style="list-style-type: none"> - 2014년도에 착수, 농업에 ICT 기술을 적용하여 저비용·고효율의 생산체계 구축을 위한 정부 보조금 지급 ○ 2011년 i-JAPAN 전략 6대 중점분야에 농업의 ICT 융합을 포함한 세부 추진전략을 마련함 <ul style="list-style-type: none"> - 지능형 농작물생산, ICT 활용 농업 생산지도시스템, 청과물 유통정보 플랫폼 개발 - 발작물 등의 기계화를 위해 농업기계 등 긴급 개발 및 실용화 촉진 사업을 정부 주도로 추진('14년 5억엔 투자)
중국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2015년 중국제조 2025에 ICT 기반 농업장비 제조업 육성 계획 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 대형 트랙터와 멀티 공작기계, 고효율 콤바인 등 첨단 농업장비와 핵심부품을 중점 육성

2절. 산업 동향

1. 국내 산업 동향

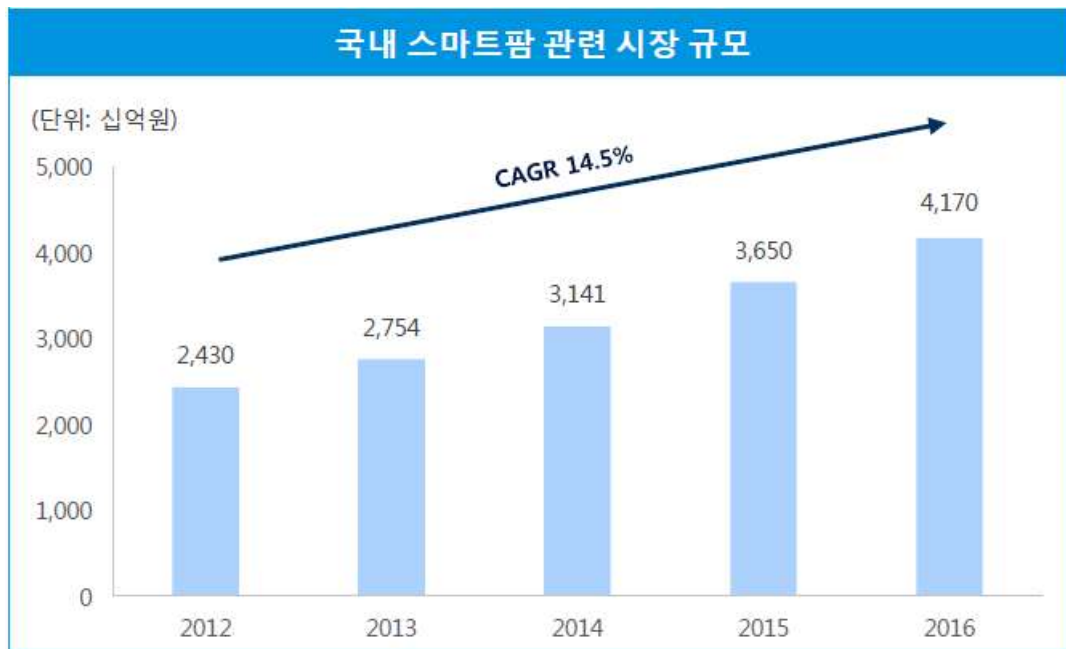
가. 국내 산업 규모 및 현황

- (1) 21세기 시작과 동시에 로봇·빅데이터·사물인터넷(IoT)·인공지능(AI) 등 기술의 융합과 조화에 의해 촉발되는 혁신과 변화를 의미하는 4차 산업혁명이 글로벌 위기를 극복할 키워드로 대두됨에 따라, 농업에도 이와 같은 변화를 받아들이기 위한 대응이 지속적으로 시도되고 있음
 - (가) 특히, 산업생태계가 새로운 먹거리 중심으로 재편되고 있는 추세이므로, 농업에 있어서의 4차 산업 혁명의 적용이 강조되고 있으며, 이에 따라 스마트팜과 같은 ICT 융복합 기술의 농업 활용이 기술적, 정책적으로 추진되고 있음
- (2) 4차 산업혁명에서 강조되는 농업-ICT 융합기술은 기존의 1차 산업 중심 농업기술에 자동제어, 센서, 통신, 소프트웨어 등 다양한 IT 기술을 융합시켜 농업의 생산, 유통, 소비 전 과정에 걸쳐 생산성과 효율성 향상, 품질 향상등과 같은 고부가가치 창출을 추구하는 기술임
 - (가) 4차 산업 혁명에 따른 기술의 변화는 농촌지역에 과거에 없던 변화를 초래할 것이며, 교통기술(TI), 공간정보기술(GIS), 컴퓨팅기술(CT), 정보통신기술(ICT) 등 4가지 유형의 기술 중 특히 멀리 떨어진 지역, 외딴 지역의 단점을 해결하는 대안으로 ICT 기술에 주목하고 있음
 - (나) 농업 ICT 융합기술은 생산정밀화·유통지능화·소비안전화에 기여함으로써 농업생산의 정체 현상, 농촌 노동력의 감소와 고령화, 복잡한 유통구조에 따른 고비용 구조 등 국내 농업의 주요 문제를 해결하는 방안으로 강조되고 있음
- (3) 국내의 ICT 산업은 4차 산업 혁명의 추세에 맞추어 지속적인 성장을 하고 있으며, 최고 수준의 ICT 경쟁력을 가지고 있음에도 불구하고 ICT의 농업분야 적용은 초기 단계임. 하지만, 농업 ICT, 스마트 팜 시장은 4차 산업 혁명의 성장동력으로 지목될 만큼 성장 가능성이 높은 분야로 그 중요성이 지속적으로 높아지고 있음
 - (가) 2013년 농림축산식품부의 ICT융합기술 R&D 투자실적은 93억원(1.7%)으로 중점분야 중에서 가장 투자가 적은 분야였으나, 2014년에는 농림식품산업과 ICT 융합을 통한 산업경쟁력 강화를 위해 ICT 융합부분의 투자를 강화함(34.4% 증가)



<국내 ICT 산업생산 및 수출 연도별 추이>

- (4) 국내 스마트농업의 시장규모는 2012년 2조 4,295억원에서 연평균 14.5%씩 성장하여 2015년 3조 6,051억 원, 2016년에는 4조 1,699억 원으로 규모가 증가할 것으로 예상되며, 2020년에는 7조 1,672억 원 규모가 될 전망이다



<국내 스마트팜 관련 시장 규모(중소기업청)>

<표> 국내 스마트 농업과 관련한 시장 현황 및 전망

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	연평균 성장률
생산시스템 (스마트 팜)	1조 3,378억 원	1조 4,274억 원	1조 5,231억 원	1조 6,251억 원	1조 7,340억 원	6.7%
식물공장	500억 원	767억 원	1,175억 원	1,800억 원	2,759억 원	53.3%
지능형 농작업기	1조 417억 원	1조 2,500억 원	1조 5,000억 원	1조 8,000억 원	2조 1,600억 원	20.0%
합계	2조 4,295억 원	2조 7,541억 원	3조 1,406억 원	3조 6,051억 원	4조 1,699억 원	14.5%

출처: World Agricultural Equipment(2011), 중소기업청 재정리(2013)

<국내 스마트 농업 시장 현황표>

나. 국내 산업 동향

- (1) 현재 국내 스마트팜은 유통, 소비 등의 분야로 확산되고 있지만, 아직까지는 농업 생산을 핵심으로 하여 전개되고 있음
 - (가) 생산 중에서도 모니터링 및 제어단계에 집중되어 있으며, 빅데이터 등을 활용한 최적화 알고리즘 개발, 로봇 등과 연계된 자동화 기술 등은 현재 연구개발단계에 머물러 있음
- (2) 국내 기업 중에서는 이동 통신 3사(SKT, KT, LGU+)가 스마트팜 시범 사업을 추진 중이며, 이를 통해 스마트팜의 보급 확산이 상업적으로 추진되고 있음
 - (가) (SKT) 세종시에 지능형 비닐하우스 관리시스템을 구축하여 스마트폰을 통해 원격으로 재배시설의 개폐 및 제어, CCTV 카메라 모니터링, 온·습도 등 센싱 정보 모니터링이 가능한 서비스 제공
 - (나) (KT) GIGA 스마트팜 사업을 추진 중으로 농림축산식품부와 함께 전남 신안군을 비롯한 전국 농촌 10개 지역에 실습교육장과 현장지원센터 개설을 통해 지역사회 활성화에 기여
 - ① KT는 국내 유일의 어린이 체험형 스마트팜을 개설(2016년)하여 운영 중으로 섬 내 초등학교에 지역특산물 농작물을 실시간으로 모니터링하고 스마트 기기에서 하우스 시설 자동개폐, 온도 습도 원격제어 가능
 - (다) (LGU+) 강원, 경기, 충청 등 100여 개 농가에 고속이동통신 LTE 망으로 스마트팜 솔루션을 연동하는 서비스를 제공 중임
- (3) 시설원예 작물재배 환경제어기술 기업 우성하이텍은 국내 온실조건에 적합하도록 환경제어가 가능한 제품들을 생산하고 적용 시스템에 대한 A/S 및 기술자문을 통해 국내·외에서 품질을 인정받고 있음
 - (가) 주요 생산 제품은 시설원예 원격제어시스템, ICT복합환경시스템, 자연환기시스템, 배양액 자동공급기, 시설원예 커튼제어시스템 등

- (4) 국내 식물공장은 최근 대두된 새로운 생산시스템으로 그 역할에 대한 관심이 집중되어 왔으며, 국내 식물공장 사업과 관련된 업체는 크게 재배시스템 개발업체, 영농업체, 식품업체, 건설업체 등으로 영역 구분 가능함
 - (가) 재배시스템 개발 업체는 성테크, 와이즈센싱, LG CNS, 카스트친환경농업기술, 오디텍, 파루, 세기교역상사, 유양디앤유 등으로 LED광, 센서, 재배시스템 등을 식물공장에 접목하고 있는 업체들로서, 국내 보급용 소형 식물공장시스템, 해외 수출용 컨테이너형 식물공장 등을 개발·생산 중
 - (나) 영농업체로는 리프레시함양, 참농원, 태연친환경농업기술, NBM, 에코스프라우트, 베지텍스 등이 있으며, 첨단영농의 일환으로 업체류 재배·판매를 추진하고 있으며, 고부가가치 작물을 생산·판매하는 방향으로 확대 중
 - (다) 식품업체는 안전하고 안정적인 식자재 확보를 목적으로 식물공장을 이용하고 있으나, 작물 재배기술 부족과 높은 시설비로 인해 적극적으로 추진하지는 못하고 있는 실정
 - (라) 건설업체는 아파트 고급화를 위한 비포마켓(Before Market) 용도의 식물공장을 추진 중이며, 일부 기업은 식물공장 하우스형 건설을 플랜트 사업으로 추진
- (5) 산업용 식물공장의 경우 인성테크, 카스트친환경농업, 파루스, 그린플러스 등에 의해 식물공장이 제작·설치되어 상업생산을 위한 준비단계에 있음
 - (가) 과거 민간 영농업체인 베지텍스, 리프레시함양, 세이프푸드 등이 식물공장을 운영하였으나, 경영난으로 운영을 중단한 상태
- (6) 축산 스마트팜 분야는 스마트 웰빙 양돈장을 통해서 환경조화, 사육환경 제어, 정보관리(출하경영관리)를 제공하는 서비스가 있음
 - (가) 국내 터보소프트사와 보아스SE사는 스마트 센서를 통해 젓소의 승하행위 등을 파악하여 최적의 인공 수정 시점을 찾아줄 수 있는 우군관리시스템을 2016년 상용제품 출시를 목적으로 공동 개발하였음

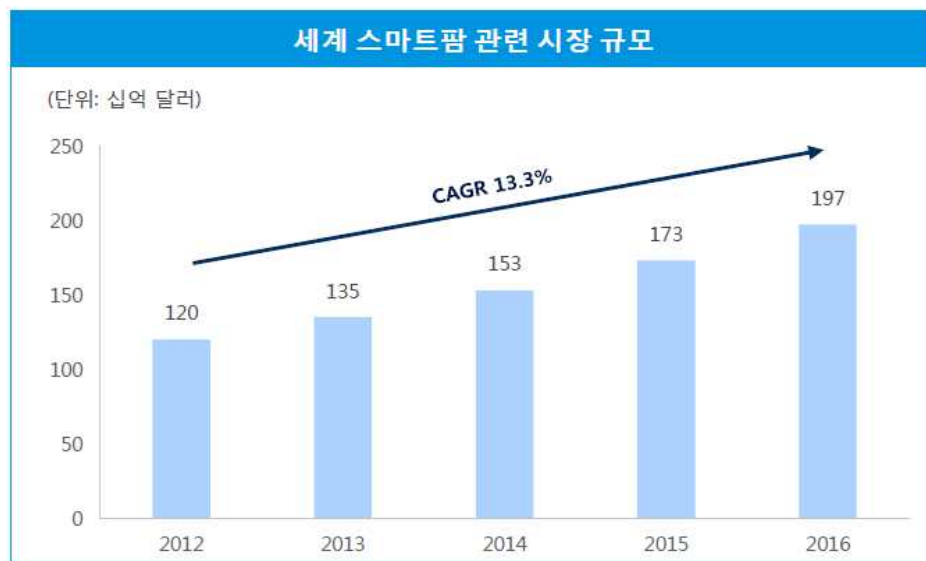
2. 국외 산업 동향

가. 국외 산업 규모 및 현황

- (1) 국외 식품산업의 시장규모는 2010년 기준으로 약 4.4조 달러, 농산물 시장규모 1.6조 달러로 IT(3.5조 달러)산업보다 규모가 큰 시장이며, 향후 농업 생산성 감소 및 안전한 먹을거리 수요 증가에 따른 지능형 정밀농업, 식물공장 등 스마트농업을 위한 IT 기반의 기술 요구가 증가할 것으로 예상됨
 - (가) 2010년 기준 880억 달러에 이르는 세계 농업기계 시장규모 중 IT 기반 정밀 농업 기계는 약 10%인 80억 달러의 시장을 형성하고 있음.
 - (나) 세계 스마트 농업 기술 투자 현황은 2014년 23억 달러, 2015년 40억 달러의 투자

가 이뤄진 것으로 나타나 세계 농업 융복합 시장규모는 꾸준히 증가하고 있음

- ① 네덜란드는 대표적인 농업 수출국으로서 농산물 수입액의 1.5배를 수출(세계 2위의 농산물 수출국, 2013년 기준 1,115억불)하고 있음. 특히, Priva사는 세계 최고 수준의 온실 환경제어 시스템을 생산하고, Leiy사는 세계 착유로봇 시장 65% 이상 점유하고 있음
- ② 일본의 스마트 농업 시장 규모는 2013년 66억1400만 엔에서 2020년 308억4900만 엔으로 2013년 대비 3.6배 정도 확대될 전망이다. 2009년 농지법이 개정 이후 다른 업종의 농업 진출이 가능해지면서 일반 기업의 진출이 증가하는 추세임(농업에 진출한 일반 법인 수는 2010년 6월 기준 175개사에서 2014년 12월 1,712개)
- (2) 글로벌 스마트팜 시장은 2012년 1,198억 달러(약 136조 7,000억 원)에서 2016년 1,974억 달러(약 225조 3,000억 원)로 연평균 13.3%의 성장률을 보이며 꾸준히 확대되고 있으며 미국, 일본, 네덜란드 등이 스마트팜을 적극 육성하면서 경쟁체제에 돌입함



<세계 스마트팜 관련 시장 규모(중소기업청)>

- (가) 미국은 농업에 ICT 뿐만 아니라 나노기술, 로봇기술 등을 본격적으로 접목하려는 시도를 하고 있음

- ① 구글은 토양, 수분, 작물 건강에 대한 빅데이터를 수집해 종자, 비료, 농약살포에 도움을 주는 인공지능 의사결정지원시스템 기술을 개발 중임

- (나) 네덜란드는 전체 온실의 99%가 유리온실이며 복합환경제어가 가능한 시스템을 구비하고 있으며, 오랫동안 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어 솔루션을 개발하고 농업 ICT 기술을 통해 생산량 및 품질 최적화를 도모하고 있음

② 네덜란드 프리바(Priva)사는 세계최고 수준의 온실환경제어시스템을 생산하여 세계 각국에 수출하고 있음

(다) 일본에서는 후지쯔, NEC, IBM, NTT 등 기업들이 농업분야에 ICT 기술을 접목하여 다양한 서비스를 제공하고 있음

① 일본 IBM의 농산물이력추적서비스, NEC의 M2M기반 생육환경감시 및 물류서비스, 후지쯔의 농업관리클라우드서비스 시스템 등이 대표적인 사례임

나. 국외 산업 동향

(1) 현재 국내 스마트팜 경영 농가 또는 기업들이 대부분 모니터링 및 반자동컨트롤 기능에 치중해 있는 반면 해외 스마트팜 기업들은 첨단분석기술 및 로봇기술 등을 활용하여 품질 및 생산성 향상에 힘쓰고 있음

〈해외 스마트팜 기술 도입 선도 기업 사례(삼정KPMG 경제연구원)〉

구분	국가	기업	활용 현황
노지 농업	미국	살리나스 벨리	○ 환경이 센서를 통해 자동 모니터링 되고 있으며, 무인 농업로봇을 개발하여 활용함
시설 재배	덴마크	크리스텐센	○ 통제된 시설안에서 빛과 공기, 열등 생물이 자랄수 있는 환경을 인공적으로 조절하여 공산품처럼 농산물을 계획 생산함
	벨기에	홀티플란	○ 재배베드자동이송시스템(MGS:MobileGullySystem)을 중심으로 묘자동이식로봇, 자동재식거리조정방식, 재배베드가 수확장소로 이송됨
	일본	와이즈 와카마츠 Akisai 야채공장	○ 후지쯔그룹의 폐쇄형 대규모 식물공장으로, 클린룸이라고 불리는 식물공장에서 각종첨단 기술을 활용하여 우량 품수확률 향상 ○ 식·농클라우드인 Akisai 재배환경과 작물품질의 상관관계를 데이터를 통해 파악하여 날씨나 계절에 좌우되지 않고안정적으로 농산물 재배
축산	덴마크	호센스 도축장	○ 인건비 절감을 위해 약100년전부터 생산라인의 자동화를 연구해왔으며, 계류장 시설의 자동화 설비를 완비
	독일	비온 도축장	○ 비온푸드그룹에서 운영하는 도축장으로, 특화된 기술력을 바탕으로 품질 차별화 도모

(2) 미국

(가) 미국은 발전한 ICT 및 로봇 기술을 농업에 적용함으로써 농업의 전과정에 걸친 자동화와 효율화는 추구하는 넷 서비스(net service)형 농업으로 산업의 방향을 발전시키고 있음

- ① 트랙터 제조업체인 John Deer는 GPS 기반의 수확 트랙터 자동운전을 실현하였으며, 농약살포형 드론 및 파종기와 연동하여 파종 수행 현황 및 결과 데이터 통해 공간-영상-이력을 실시간으로 관리하는 Seedstar mobile을 상용화함
- ② 오토노머스 트랙터사는 첨단기술을 탑재한 자율주행 무인 트랙터 스피릿(Spirit)을 개발하여 농업 전문 기업인 패밀리팜스(FarmilyFarms Group)에 판매함
- ③ 작물의 최적관리에 실시간으로 이용가능한 미세유동칩(microfluidic chip)이 장착된 워터센서를 개발하여 어니스트 & 줄리오 갈로 와이너리(Ernest and Julio Gallo Winery) 및 웰치스 주스(Welch's juice)회사에서 현장 적용을 위한 관심을 보이고 있음
- ④ Bucher사는 광학센서를 통해 이용하여 포도 2톤을 12분 만에 선별할 수 있는 시스템인 Bucher Delta R2 Vistalys를 개발하여 상용화하였음.

(나) 미국기업 들은 이미지 인식 및 영상 처리 기술을 이용하여 농약 살포, 작물 모니터링, 농경 관리 및 농업 기후 관리에 적용한 제품을 개발 및 사용화하고 있음

- ① 블루리버테크놀로지사는 이미지 인식 기술을 통해 잡초와 농산물을 구분해내고, 모종별 상황을 정확하게 파악하여 제초 효율을 증대함
- ② 클라이미트코퍼레이션 몬산토(Climate Corporation, Monsanto)社は 기상 데이터와 농무부의 과거 데이터를 활용하여 날씨를 예측하여 작물 계획, 모니터링, 권장사항을 제공하는 온라인 서비스 및 수입보장형 보험 상품 제공
- ③ 듀폰 파이오니어사는 2013년 기후 데이터 분석 플랫폼을 기반으로 차세대 웹기반 경작기 관리 도구 Field360 Select, 모바일 앱 Field360 Notes등을 상용화 함
- ④ 듀폰 파이오니어는 작물 식부 유형과 개발 상태를 기록할 수 있는 재배일지인 Encirca Yield를 전개하고 있으며, 이를 통해 비료의 시비적당량을 파악하는 것이 가능함

(다) 미국은 경작지의 특성으로 인해 완전 제어형 식물공장과 같은 집약적 농업에 대한 요구가 적어 식물공장 생산시스템 사업화는 중단되었으나, 최근 도심의 고층 수직농장개념으로 발전하고 있음

(라) 시설 농업분야에서는 로봇기술을 활용하여 식물재배와 관리에 투입됐던 노동력과 시간을 절약해주기 위한 농업용 로봇들이 상용화되어 시판

(3) 유럽

(가) 유럽은 주로 자동화설비를 갖춘 유리온실 형태로서 엽채류·허브·과채류 생산 및 신품종 육종 등 다양한 작물을 생산하거나 품종을 개발하는 데 식물공장을 이용하고 있음

- ① 덴마크의 크리스텐센농장은 1957년 최초의 식물공장이며, 1960년대에는 오스트리아의

루스나사에서 빌딩 형태의 입체식 자동 식물공장을 개발하여 운영함

- ② 스웨덴의 Agritech Innovation사에서 개발한 스웨데포닉(Swedeponic)이라는 채소·허브용 엽채류를 생산하는 식물공장이 유럽 전역에 설치되어 실용화되었음
- ③ 네덜란드의 경우 자연광 식물공장을 자동화로 전환하고 있으며, 신재생에너지 이용 및 에너지 절감 관점에서 새로운 개념의 식물생산시스템을 제시하여 세계의 식물공장 생산기술을 선도하고 있음
- ㉠ 네덜란드 PRIVA사는 각종 센서 및 시설 제어 기술과 기자재에 기반하여 시설 내 환경을 최적으로 제어하며, 각종 센서 및 제어 장치 등의 다양한 모듈을 유기적으로 통합하여 연동시켜 최적의 제어, 생산량과 품질 최적화 모니터링을 지원
- ㉡ 네덜란드 HortiMax사는 다양한 센서 및 날씨 정보를 이용하여 시설의 기상정보를 예측하고 시설 내의 온도 편차를 최적화하는 솔루션 제공
- ④ 벨기에 홀티플란사에서 개발된 재배베드 자동이송시스템(Mobile Gulley System, MGS 시스템)에 의해 완전 자동화된 채소류 식물공장시스템을 저가로 설치하여 운영하는 회사도 증가하는 추세임

(나) 노지 농업 분야에서 유럽은 농장 관리와 생육 정보 모니터링과 관련된 스마트 농업 제품들이 상용화 되고 있음

- ① 네덜란드는 적외선 센서에 의해 식물의 생육 영역을 구분하고, 활성도를 측정하고 수확 시기를 판단하기 위해 위성 영상 데이터 분석을 활용하는 스마트농업·정밀농업을 전개하고 있음
- ㉠ 네덜란드 eLEAF사는 지구 관측 영상을 통한 스마트 농업을 전개하여 상업용 제품을 출시한 바 있음
- ② 프랑스, 포르투갈, 독일, 이탈리아 등의 경우도 재배 과정에서 식물 병징을 탐지하여 작물의 품질 및 농업 생산성을 향상시키기 위해 다양한 기술을 개발, 실용화시키고 있음
- ㉠ 프랑스는 식물 질병의 조기 진단을 통해 농약사용량과 횟수를 줄일 수 있는 방안으로 영상처리기술을 이용하였음
- ㉡ 포르투갈은 포도 품질을 향상시키고 와인의 가치를 높이기 위해 광학 기술과 ICT를 접목하여 현장 품질 관리 시스템을 개발함
- ㉢ 독일은 스마트폰을 이용한 식물병징 탐지 장치를 개발하였음
- ㉣ 이탈리아는 경우 과일 품질의 비파괴적 모니터링을 위한 광학센서를 도입하여 과일의 생육 상태를 확인할 수 있도록 함

(다) 축산 분야에서는 축산 자동화를 실현하기 위한 개체 시스템의 개발 및 상용화를 통한 보급이 활발하게 이루어지고 있음

- ① 네덜란드는 2013년 기준 로봇착유기가 네덜란드 농가의 약 15%에 보급되어 있고 신규농가의 50%는 로봇착유기를 구입함
- ㉠ 대표적인 네덜란드산 로봇착유기는 Lely사의 Astronaut와 Delaval사의

VMS(Voluntary Milking System)가 있음

- ㉔ 네덜란드 Lely사의 로봇착유기 Astronaut는 2011년까지 전 세계 60여 개국에서 9,000대 이상 판매되었으며 세계 착유로봇 시장의 약 65% 점유율을 차지하고 있고 국내에도 보급되어 있음
- ② 네덜란드에서는 IoT 기술을 실현해 각종 센서로 가축의 생체 신호를 감지하거나 자동으로 축사를 청소할 수 있는 제품들이 활발히 개발되고 있음
- ㉔ 네덜란드의 스파크드사는 젖소 귀에 생체 신호를 감지하는 무선 인터넷 센서를 부착해 젖소의 건강 상태를 실시간 점검할 수 있는 장치를 개발하여 가축들의 전염병 감염이나 임신 여부를 모니터링 할 수 있게 함
- ㉔ 네덜란드의 JOY사는 가축의 배설물이나 쓰레기를 제거할 수 있는 축사 청소용 로봇 JOY-TECH을 개발하였음

(4) 일본

(가) 일본은 IoT 및 클라우드 기술의 강세로 인해 ICT와 농업을 결합한 다양한 스마트 농기계, 솔루션 등을 제공하고 있음

- ① ICT 관련 기술 도입으로 농산물 생산 현장에서의 프로세스에 대한 분석 및 개선, 데이터의 디지털화·전자적 관리를 통한 농업분야의 생산 및 기술의 효율화와 이를 위한 생산지원, 노하우의 전달 및 후계자 육성에도 초점을 맞추고 있음

(나) 후지쯔, NEC, IBM, NTT 등의 대기업들이 농업 종사자의 고령화로 인한 농업의 구조 변화를 예상하여, 농업분야에서 ICT 기술을 접목함으로써 스마트 농기계 개발에 힘을 쏟고 있으며, 이에 다양한 서비스를 제공하고 있음

- ① 일본 최대 농기계 제조업체인 쿠보타는 2014년부터 위성 위치 확인 시스템(GPS)과 카메라를 탑재해 무인 주행으로 농사를 지을 수 있는 트랙터 개발에 돌입하여 2018년 실용화를 목표로 하고 있음. 또한, 2014년부터 농업 지원 클라우드 서비스인 쿠보타 스마트 농업 시스템을 제하고 있어 농기계에 부착된 센서를 통해 벼의 생육 데이터를 자동으로 수집 하고 스마트 폰을 통해 작업을 관리할 수 있음
- ② 농기계업체 안마사는 무인 헬기로 농작물의 분포 상황과 생육 상태를 공중에서 촬영 및 수집하는 서비스를 시작함
- ③ 이세키농기 흙의 깊이 등을 바퀴에 장착된 센서로 파악하고 균일하게 벼와 비료를 뿌릴 수 있도록 돕는 스마트 이앙기를 개발 중임

(다) 일본은 로봇기술을 활용한 작물의 수확 및 재배 관리를 위해서 오렌지, 오이, 포도, 딸기 등 다양한 작물을 대상으로 한 수확로봇, 재배관리 로봇 개발 연구 수행 중에 있음

- ① 시부야정기사가 농림수산연구소와 공동으로 딸기 수확작업 자동화를 추진해 지정된 위치에서 자동수확이 가능한 고정형 딸기 수확 로봇을 개발한 바 있음

(라) 2008년 이후 일본은 미래 신성장동력산업으로 식물공장 산업을 육성하여, 전 세계 국가 중 가장 활발한 연구와 활용이 이루어지고 있음

- ① 일본 식물공장 전문업체인 미라이사는 일본 내 대규모 시설 운영 노하우를 바탕으로 해외진출을 도모
- ② 미쓰비시, 파나소닉, 키스톤 하이테크, 니혼 어드밴스 등의 기업은 인공광형 식물공장 설비 및 노하우를 카타르, UAE, 한국, 몽골, 호주, 싱가포르 등으로 수출
- ③ 이외에도 도시바, 후지쯔, 샤프, NEC, NTT 등의 전자·정보통신 관련 기업들도 스마트 농업 및 식물공장 사업에 적극 진출

(마) 최근 일본에서는 시설 원예 농업분야에서의 클라우드 및 빅데이터 관련 서비스가 활발히 도입, 농업에 관련된 비즈니스 솔루션들이 등장하고 있음

- ① 후지쯔의 아키사이는 IoT 센서를 이용하여 재배환경의 데이터를 실시간으로 계측, 수집하는 동시에 클라우드 서비스를 이용하여 데이터를 축적/분석하여 토마토 등 작물재배에 활용하고 있음

(바) 축산 분야에서도 ICT 기술을 접목시킨 지능형 축산의 실현을 위해 정보통신 관련 기업들이 축산정보시스템, 축사관리시스템 등의 솔루션 서비스 제공

- ① 2014년 일본 최대 무선통신업체 NTT도코모는 축산농가를 위해 스마트폰을 활용한 가축 원격감시 시스템 등을 JA전농과 제휴하여 공동 개발하고 판매를 추진하였음
- ② 후지쯔는 암소에 센서와 무선통신 기능이 장착된 만보기를 착용시켜 데이터를 수집·분석하는 소의 번식관리 솔루션인 우보시스템을 개발함

3절. 기술 동향 (논문/특허)

1. 국내 기술 동향

가. 국내 기술개발 배경 및 현황

- (1) 4차 산업과 농업의 지속가능한 융합을 위하여, 스마트팜, ICT 기술 기반의 농수산물품의 환경제어, 농업 생산량 증가, 자동화를 통한 노동력 절감, 안정적인 관리를 통한 고품질 생산을 위한 노력이 지속되고 있음
 - (가) 국내에서는 복합환경제어시스템을 이용한 생육환경정보를 수집 및 진단, 첨단 센싱장비를 통한 병충해 예찰, 온·습도 모니터링 및 재배관리시스템, 가축 생산이력시스템 등 생산성, 편리성, 유통 투명성, 고품질화를 위한 ICT 기술의 농업 융합이 시도되고 있음
- (2) 하지만 다른 산업 부문에 비해 농업 ICT 기술융합은 아직 초보 단계로 전반적인 활용도가 낮은 상황이며, 외국의 높은 수준의 기술과 고가의 기자재를 도입에 의존하는 등 국내 농업 ICT 기술 개발이 필요한 실정임
 - (가) 현재까지의 기술 수준은 모니터링과 제어 단계에 머물고 있으며 빅데이터를 활용한 시스템, 로봇 등의 기술은 연구개발 단계임.
 - (나) 국내의 농업 ICT 융합은 생산부분에 대부분 집중되어 있으며, 시설원예와 축산돈사 분야를 중심으로 ICT 기술의 도입이 진행됨. 대표적인 사례로는 2011~2013년 경상남도 파프리카 시설원예 복합환경제어시스템 구축사업과 2012~2013년 장수 친환경 양돈사양 관리시스템 구축사업이 있음
- (3) 현재 한국형 스마트팜 기술개발은 분야별 편중이 심각한 상황으로, 4차 산업 혁명에 부합하는 농업 첨단화를 위해서는 수확 이후부터 유통까지의 단계를 포함하는 전주기적 과정에 ICT기술의 확대 적용 및 스마트팜의 개념 확장이 필요할 것으로 사료됨
 - (가) 국내 스마트팜 분야 R&D는 시설원예 부문의 환경 및 작물 모니터링과 환경제어 기술에 치중
 - (나) 노지 농업의 경우, 과수 농업을 제외한 곡물 및 채소 경작을 위한 스마트팜 기술 개발 및 보급 미비
 - (다) 국내 시설원예의 대부분을 차지하고 있는 단동 비닐하우스용 복합환경제어를 위한 추가적인 기술 개발 필요하며, 식물공장 시스템에 최적화된 ICT 기반 통합 관리 시스템 개발 미흡
 - (라) 축산 분야의 경우 환경관리 기술은 보급이 진행되고 있으나, 사양관리 및 질병감시 기술 보급 미비
 - (마) 저장·유통 분야의 경우 개별 농가에 설치된 저온저장고의 환경 모니터링 및 제어 기술 개발 필요

(4) 국내 스마트농업의 연구 개발은 농림부, 산업부 및 농진청에서 스마트팜 분야의 R&D 투자를 주도하고 있으며, 농진청에서 가장 많은 수의 과제를 수행함

(가) 전체 614개 과제 중 농진청은 292개의 과제(320억원)를 수행하여, 부처 중 가장 높은 비중(48%)으로 스마트팜 관련 분야의 과제를 수행

나. 국내 기술 동향

(1) 본 장에서는 국내 주요 연구개발 내용 및 기술동향을 농촌진흥청의 첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발의 주요 핵심분야로 지정된 차세대 스마트팜 핵심기술 및 표준 모델개발과 스마트팜 생산성 향상을 위한 정밀생산기술 개발, 노지 식량작물의 규모화를 위한 스마트팜 체계 구체화로 나누어서 정리함

(2) 차세대 스마트팜 핵심기술 및 표준모델 개발

(가) 한국형 스마트팜 1세대 모델 개발 및 ICT 표준화를 통해서 ICT 적용 스마트 비닐 온실 1세대 모델 개발 및 25종의 한국형 스마트 온실 핵심부품을 표준화 함

① ICT 적용 스마트 비닐온실 1세대 모델 개발

㉠ 단동형(기본형) : 원격제어(환기+보온), 모니터링(환경+영상감시)

㉡ 연동형(기본형+옵션) : 기본형+관수, 난방, CO2, 안전 등

② 한국형 스마트 온실 핵심부품 표준화: 22종(제어기9, 센서13) 및 3종(양액기 등)

(나) ICT 기반 온실 운영 관련 기술 개발 및 빅데이터와 생육모델 기반 최적 생육관리기술 개발과 관련한 연구 수행

① 환경요인(광, 온도, CO2 농도)에 따른 생육 토마토 및 수확량 예측 모델 개발

② 영상정보를 이용하여 생육 정보를 자동측정하고 정량화 할 수 있는 토마토 생육정보 자동측정시스템 개발

③ <생육모델+생체정보+빅데이터>를 활용하여 작물의 최적 생육관리 의사결정 지원용 생육관리 S/W 개발

(다) 스마트팜 빅데이터를 활용하여 품목별 우수 경영체 30농가에 대한 경영성과 분석 수행

(라) 축산 스마트팜 확산을 위한 한국형 모델 및 ICT 장비 개발연구를 통해서 6종의 주요 축종의 스마트 팜 모델을 정립하고, 축산 ICT 장치의 표준안 및 국내형 ICT 접목 축사시설 개발 연구를 수행함

① ICT 융복합 한국형 축산 스마트팜 모델 개발

- ㉠ 주요축종 6종(돼지, 산란계, 육계, 오리, 한우, 젓소)에 대한 축산 스마트팜 모델 정립
- ㉡ 축산 ICT장치 단체표준(안) 제시 : 환경정보 수집 센서 19종
- ② 국내 사육여건에 적합한 ICT 접목 축사시설 개발
 - ㉠ 축사 환경개선을 위한 풍속풍향 연동 스마트 송풍팬 개발
 - ㉡ 자동 액상사료 급이기 시작품 개발 및 성능평가

(3) 스마트팜 생산성 향상을 위한 정밀생산기술 개발

- (가) 최근 식물공장에 대한 다양한 연구가 농촌진흥청을 중심으로 진행되고 있으며, 국내 식물공장 사업과 관련된 업체는 크게 재배시스템 개발업체, 영농업체, 식품업체, 건설업체 등으로 영역 구분하여 연구 및 사업화가 진행 중임
 - ① 재배시스템 개발업체: LED광, 센서, 재배시스템 등을 식물공장에 접목하고 있는 업체들로서, 국내 보급용 소형 식물공장시스템, 해외 수출용 컨테이너형 식물공장 등을 개발·생산 중
 - ② 영농업체: 첨단영농의 일환으로 업체류 재배·판매를 추진하고 있으며, 고부가가치 작물을 생산·판매하는 방향으로 확대 중
 - ③ 식품업체: 안전하고 안정적인 식자재 확보를 목적으로 식물공장을 이용하고 있으나, 작물 재배기술 부족과 높은 시설비로 인해 적극적으로 추진하지는 못하고 있는 실정
 - ④ 건설업체: 아파트 고급화를 위한 비포마켓(Before Market) 용도의 식물공장을 추진 중이며, 일부 기업은 식물공장 하우스형 건설을 플랜트 사업으로 추진
- (나) 가축의 질병관리 및 건강진단 기술 개발을 위해 ICT 접목 가축 생체지표를 활용한 질병 모니터링 연구를 수행함
 - ① 모든 개체관리 및 질병예찰을 위한 생체지표 탐색 및 설정
 - ㉠ 행동특성, 호흡기질환, 교배적기 행동특성 등 생체지표 설정
 - ㉡ 모든 생체정보(체온, 호흡, 심박수 등) 감지 및 통합 관리시스템 개발
 - ② ICT 이용 실시간 젓소 건강진단기술 개발
 - ㉠ 젓소의 행동, 생리상태 기반 실시간 건강진단장치 개발
- (다) 가축 사육 환경의 제어 및 환경내의 성장을 예측하기 위해서 센싱정보 기반 돈사환경 미세조절 및 가축 성장예측모델 개발 연구가 수행됨
 - ① 영상정보 활용한 실시간 돼지 정밀 사양관리 기술 개발
 - ② 돈사 및 가축분뇨 처리시설 유해가스 배출 예측 모델 개발
 - ③ ICT 데이터 이용 돼지 성장 및 생산성 예측 모델 개발
- (라) 가축의 일반 사양관리 ICT 기술 개발 및 보급을 위해서 사료, 음수 및 정전 등 축사

시설에 대한 ICT 관리 기술을 개발함

① 사료 및 음수 급이기, 로봇 포유기 등 시설 개발 완료

② CCTV를 이용한 축사 상황 모니터링 및 관찰 프로그램 개발

(마) 공정육묘 시스템을 구축하여 발아, 접목·활착, 생장조절, 병해충 관리 등 재배관련 육묘 전과정을 자동화하여 고품질 모종생산을 위한 공정육묘 자동화 시스템 구축이 시도되고 있음

① 육묘베드 이송시스템, 과채류 접목묘 환경자동제어 활착실, 고추·토마토 합접식 접목로봇 개발, 자동접목장치 개발, 인공광 이용 폐쇄형 접목 활착 시스템 개발 연구 수행

② 시스템 및 환경에 대한 계측기술뿐 아니라 국내에서 상대적으로 기술개발이 미흡한 대상작물 자체에 대한 생육 모니터링 기술개발이 시급한 실정임

(4) 노지 식량작물의 규모화를 위한 스마트팜 체계 구체화

(가) 과원 규모화 증가로 노동력 절감형 자동화 기술 및 정밀관리 기술 개발 수요 증가하고 있어, 개발된 요소 기술의 구체적인 종합화를 통한 실제 농업의 도입이 필요함

① 농촌 노령화 및 농촌 노동 인구 감소로 노동력 절감형 과원체계 필요성 증대

㉠ 농가인구 변화: 연 평균 2.5% 감소 (2015~2025)

㉡ 65세 농가인구 비율: 39.0%(2015) → 47.7%(2025)

② 과원의 규모는 점점 커지는 추세로 농작업의 자동화 및 기계화 도입 시급

㉠ 3ha 이상 사과 농가: 410호(2010) → 923호(2015)

㉡ 향후 고령으로 인한 폐원에도 사과 소비는 꾸준하여 과원 규모 확대는 가속화될 것으로 전망(사과 1인당 연간 소비량 9.7kg(2016) → 10.0kg(2025))

③ 따라서 고투입 다수확 보다는 생산비 절감 통한 수익성 향상 추진, 전정, 적과 등 많은 노동력 필요 작업 중심의 대체 기술 검토 및 최신 개발 계측 기술의 적용 통한 과원 정밀 관리 방법의 모색이 필요하며, 이를 위해서 각 기술 적용 가능성 평가 후 한국형 사과 스마트팜 구축 예정

(나) 농작업의 기계화 범위 좁고 단순한 환경 계측 수준으로 그 활용 범위 한정적인 문제를 해결하기 위한 연구를 추진 중임

① 사용 횟수가 많은 일부 농작업 기계 중심의 기술 개발 수행

㉠ ICT 기반의 자율주행 농작업 기계의 개발이 상대적으로 활발히 이루어지고 있음

㉡ 동양물산의 자율 주행에 성공한 'TX803' : 국내 농기계업체인 동양물산은 2017년 물논에서 무인트랙터의 로터리 작업의 시연회를 성공적으로 수행함. 2015년 자율주행에 성공한 'TX803'은 GPS등을 이용한 위치 인식 시스템과 작업경로 생성 및 추종 알고리즘이 트랙터 제어시스템과 연동되어 트랙터가 무인 자동으로 경운, 정지등의 농

작업을 수행함으로써 고효율 정밀농업 가능



<2017년 물논에서 시연회를 성공한 트랙터와 2015년 처음 자율주행을 성공한 'TX803' >

- ㉔ 동양물산의 자율 주행 이앙기: 직선 구간에서 이앙작업 시 보조 인원의 지원 없이 혼자서 묘 간격을 일정하게 심는 직선 자율 기능이 있어 작업자의 피로도 감소와 운전의 편리성 등 탁월한 기능이 있으며, GPS 오차범위 1.5cm까지 정밀하게 제어가 가능



<자율주행 이앙기의 시연회 모습>

- ㉔ 과원 규모가 작은 국내 여건상 과원 농작업 기계 시장은 여전히 초기 상태에 머물러 있는 실정임
- ㉔ 과거 단순 작업 대체용 기계(인공수분기, 적엽기 등) 개발되었으나 노동력 절감 효과 적어 확대되지 못함
- ㉔ SS(Speed Sprayer)기를 중심으로 농작업 중 약제 살포만이 기계화되어 현재는 원격 조종 또는 무인화 연구가 진행
- ㉔ 최근 다양한 농작업에 활용 가능한 과원 적합 자율주행 플랫폼 개발 중
- ② 노지 재배 특성상 단순한 예측 및 제어 수준의 연구 수행
- ㉔ ICT 기반 원격 관수제어시스템 및 노지 과수(사과) 종합정보서비스 시스템 구축을 통

해 증발산량 센서를 이용하여 관수시점은 결정 가능했으나 관수량의 정밀한 제어는 어려웠음

- ㉔ 인삼생장환경 모니터링을 위해 다양한 센서로 토양온도, 토양수분, 줄기변화, 수액흐름 등 성장상태와 실외온도 습도, 풍향, 풍속 등 성장환경을 계측하고 병충해 방제를 위한 모니터링을 진행하는 u-IT기반 인삼생장환경 제어 통합관리시스템이 구축된 바 있음
- ㉕ ICT 페로몬 트랩 이용 나방류 해충 모니터링 시스템 개발이 수행되어 트랩 내 이미지 센싱을 이용한 해충 예찰 기술이 개발되었으나 정확도 향상을 위한 추가적인 연구가 필요함
- ㉖ 기상계측 정보 통한 수확량 및 과실 품질 예측 연구 추진 중임

(다) 스마트팜 확산사업을 통한 시설·장비·서비스의 요소 기술을 반영하여 국내 주요 통신업체인 SKT KT, LG유플러스 등과 관련 기업들이 농업 ICT 융합 제품 및 솔루션을 개발, 보급 및 운영하고 있음

- ① SKT는 세종시에 지능형 비닐하우스 관리 시스템을 구축하여 스마트폰을 통한 원격 제어 및 모니터링 서비스를 제공
- ㉔ 스마트 폰 등으로 비닐하우스를 관리할 수 있는 서비스를 제공하며, 각종 센서를 이용한 실시간으로 비닐하우스의 상태 통보 및 이에 따른 비닐하우스 개폐나 물주기 등을 원격 조종
- ㉕ SKT는 스마트팜에서 산출되는 농작물 생육 데이터를 저장할 수 있도록 클라우드 및 관제시스템 등 ICT 인프라를 제공하여 스마트 농촌을 위한 에코 시스템 조성에도 적극 참여
- ㉖ SKT는 향후 스마트팜의 적용 대상을 기존 농업에서 소, 돼지, 양계, 양식 등으로 확대해 업종별 제품군을 개발할 계획



〈SKT의 지능형 비닐하우스 관리 시스템 구성도〉

- ② KT는 강원도 강릉시 셋돌지구(전원마을)에 ICT기술을 접목한 첨단농업 재배시설인

‘스마트 식물공장 토털 솔루션’을 구축 및 운영 중에 있으며, 농림축산식품부와 함께 전국 농촌 지역에 10개 거점을 두고 실습교육장과 현장지원센터인 GIGA 스마트팜을 개설함



〈KT의 GIGA 스마트팜 구성도〉

- ㉠ 해당 솔루션을 통해 농작물 재배에서 중요한 온도·습도 등을 자동 조절하고, 스마트폰을 통해 공장 내 재배환경도 실시간 확인할 수 있음
- ㉡ 전북 장수 토마토 농가, 전남 고흥 딸기 농가에도 KT 스마트 식물공장 토털 솔루션 시스템이 도입되었으며, 향후 전북 김제, 경북 영천, 대구, 경남 사천, 산청, 창녕, 강원 평창, 경기 이천 등으로 확대될 전망임
- ㉢ KT는 스마트폰이나 태블릿PC로 원격에서 시설재배 환경(온도, 습도, CO₂, 양액, 조도 등)을 감시·제어하고, 작물 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 애플리케이션인 ‘올레 스마트팜’을 출시한 바 있음
- ㉣ 아직까지는 모니터링과 제어 단계에 머물러 있으며, 빅데이터를 활용한 시스템, 로봇 등의 기술은 연구개발 단계임.
- ③ LG유플러스는 LTE 무선망을 통해 스마트농장(복합환경제어설비) 솔루션을 연동하는 서비스를 경기, 강원, 충남 등 100여개 농가에 제공 중임
- ㉠ 원격으로 축적된 데이터를 통해 농작물 키우는데 필요한 온도, 이산화탄소, 수분량 등 최적의 생육환경을 제공함
- ㉡ 특히 충남 논산의 경우 농가경영체를 조직하여 10여개 이상 여러 농가의 비닐하우스를 통합해 위탁 관리하면서, 한 번에 대규모의 농작물을 수확할 수 있도록 일괄 관리하는 시스템을 적용 중

2. 국외 기술개발 동향

가. 국외 기술개발 배경 및 현황

- (1) 4차 산업 혁명에 따른 융복합 기술의 농업 활용성 증대, 식량 재고율의 지속적 하락에 따른 미래 식량 문제의 대두와 같은 최근 농업을 둘러싼 환경의 변화로 인해 농업 선진국에서는 적극적으로 ICT 기술을 농업에 융합하고 있음
 - (가) 2000년대 이후 전 세계적으로 곡물의 재고율 하락이 장기화되고, 인구증가 및 생활여건의 개선에 따라 향후에는 심각한 식량 부족상태가 예측됨에 따라 세계 각국은 곡물의 생산성 제고 및 품질향상 방안을 확보하기 위하여 다방면으로 노력하고 있음
 - (나) 농업 선진국에서는 농업분야에 ICT 기술을 접목하여 농/축산물 및 식품의 생산, 유통, 판매, 소비 전주기 프로세스에 대한 생산성, 안전성, 경제성 및 품질 향상과 각 단계의 활동주체(생산, 유통, 소비)들 간에 상생의 생태계 구축을 위한 스마트농업 기술을 활발히 개발 중임과 동시에 이를 전략적으로 농업에 적용하기 위한 정책을 수립하여 추진하고 있음
 - ① 일본은 2011년 I-japan 2015 전략 수립을 통해 IT 융합 기술 중점 분야 중 하나로 농업에 대한 투자를 확대하고 있음
 - ② 미국은 농업연구청(ARS)과 국립식품농업연구소(NIFA)를 중심으로 ICT 융합 R&D 사업을 진행 중임
 - ③ 유럽은 IT 융합 기술 개발 뿐만 아니라 법 규제, 정책지원 등의 정부의 노력이 활발하게 이루어지고 있는데, 특히 네덜란드는 네트워크 및 조직 형성을 통한 효율화를 추진하고 있고, 독일은 교육·연구 기관 등과 함께 산학 협력적인 기술 개발 노력을 실시하고 있음
- (2) 농업 선진국인 미국, 일본, EU 등은 선진 재배기술과 함께 특히 최근의 유무선기술, 성장 및 생육환경 측정기술 등을 기반으로 고품질, 고수확 또는 재배비용 절감 등을 위한 다양한 요소 기술을 개발하고 이를 현장에 적용하고 있음
 - (가) 영상·센서·로봇기반 작물 특성 분석시스템은 2005년 프랑스의 초기 버전을 시작으로 독일 등의 농업강국을 중심으로 활발히 진행되고 있으며 2010년 CropDesign사가 종자개발을 위한 작물특성 통합분석 연구 시스템으로 발전시킴
 - (나) 작물 뿌리 이미지 분석을 통해 뿌리 구조에 영향을 주는 유전자 및 중금속 내성 등 연관성 분석(2013, 미국)하였으며 적외선(IR) 등 영상을 이용한 가뭄·염 저항성 등 기후변화 대응 내재해 작물 개발에 이용(2011 호주)
 - (다) 농작물의 병해충 진단, 품질관리 등의 정밀농업으로 확대하여 영상처리에 의한 병원균 감염 조기 탐지(2013, 프랑스, 네덜란드), 영상 이용 포도 품질관리(2013, 포르투갈) 등에 적용 활용하고 있음

나. 국외 기술개발 동향

- (1) 농업기계의 ICT 기술 기반 종합적 관리 기술 및 시스템 개발 연구
 - (가) 농업기계의 내비게이션 시스템 개발에 관한 연구는 북미 및 유럽 등에서 활발히 진행

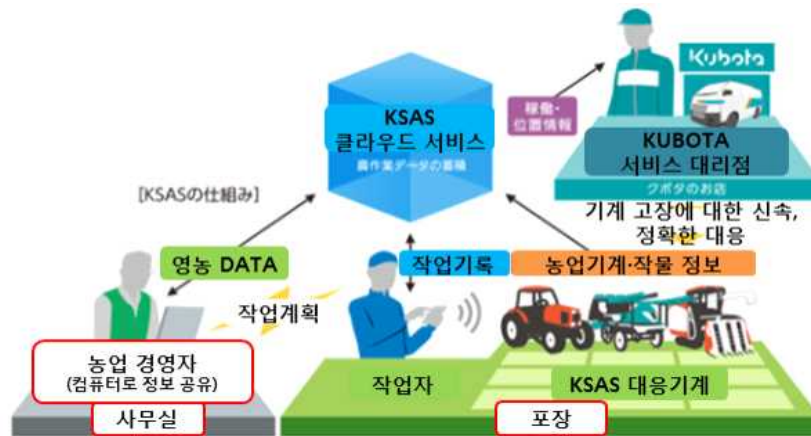
되어 왔으며, 특히, 영상처리기술, 무선제어기술 등과 융합하여 무인 방제 등의 다양한 작업에 활용되고 있음.

- (나) 최근에는 ISO11783 기반의 CAN버스 데이터 통신 표준화를 통하여 다양한 작업기를 쉽게 장착하고 작업기 간에 분산제어 가능하게 하여 지능화된 농기계기술로 발전되고 있음
- (다) 일본 경우 이앙기와 트랙터에 GPS와 센서를 이용하여 위치와 방향을 인식하고 조향장치를 전자적으로 제어하는 자율조향 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 실용화 전 단계에까지 도달하였음.
- (라) 농기계 단일 제품에서 농기계, 농장, 생산 등을 종합적으로 관리하는 Smart Farming Total Solution 관련 연구
 - ① CNH는 Connected Farm을 운영하여 농업기계, 농업현장, 작업자/관리자를 연결하여 무인 농업 기계, 정밀 농업 등에 적용이 가능한 연구를 수행함
- (마) 일본은 농기계 간 협업을 위한 Connected Farming 기술 개발을 통하여 작업 효율 증대, 일관 농작업 기술 등 종합적 농장 관리 기술 개발을 진행 중임
- (바) 농작물의 생육 상태를 빅 데이터로 분석하여 수확량이나 농약 살포 등의 작업을 스마트폰, 태블릿 PC 등으로 상태 파악 가능한 시스템 개발
 - ① 구보다(KUBOTA)는 NTT(일본전신전화)와 기술 제휴를 통하여 본 시스템을 2018년 목표로 개발 진행
 - ② GPS, 수확량 예측, 기상 정보는 NTT가 기술 제공하며, 구보다(KUBOTA)는 농업기계 및 드론으로 생육 상태 분석과 비료 또는 농약 살포를 가능한 Total Solution을 제공



<Kubota와 NTT 무인운전 농업기계 출시 기술제휴>

- (사) 일본 농기계 3사는 첨단 기술과 ICT (Information and Communication Technology)를 융합하여 과학농업, 정밀농업 기술 실용화 진행



<Kubota, KSAS (Kubota Smart Agri System)>

(2) 생체정보 모니터링을 통한 건강 징후 판정 시스템 개발

- (가) 센서를 이용한 생체정보 모니터링으로 동물의 이상 징후, 발정 시기 판별 등과 관련된 연구 및 기기 개발이 꾸준히 진행됨
- (나) 부착형(목걸이, 이표) 생체정보 수집장치를 이용하여 가축의 건강상태를 실시간으로 모니터링하는 기기가 개발되어 판매 중
 - ① 이스라엘: ENGS, SCR, 네덜란드: Astronut, Cow manager, 아일랜드: Moocall
- (다) 소의 반추위 내 삽입이 가능한 장치를 개발하여 저작수를 비롯한 다양한 건강상 정보 모니터링을 실시
 - ① 독일: Fraunhofer food chain사, 호주: Kahne사

(3) 노동력 절감 및 생산성 제고를 위한 농업로봇 개발

- (가) 해외 농업용 로봇 시장규모는 8억 1,700만 달러('13)에서 163억 달러('20)로 예상되고 있음
- (나) 일본 Yamaha사에서 개발한 드론(RMAX)은 일본 논의 65%에 달하는 농경지에 농약을 살포하는데 활용되고 있음
- (다) 독일의 Kula사는 농산물 및 식음료의 물류에 필요한 포장, 적재 로봇을 생산하는 산업용 로봇 기업으로 '13년 기준 세계 농업용 로봇 시장의 3%를 점유하고 있음
- (라) 자동착유로봇, 축사청소로봇, TMR 자동급이 로봇 등을 생산하는 대표적인 농업 로봇 기업인 네덜란드 Lely사는 40,000대(60개국) 이상 판매하고 있음

(4) 축사 시설(온도, 습도 및 사료) ICT 기술 개발 및 확대

- (가) 축산과 ICT를 접목한 정밀 가축사양(Precision Livestock Farming) 기술 개발 진행
- (나) ICT기술 이용 축종 별 주요 질병 및 AI의 조기 발견 기술 개발

(다) 돼지 또는 닭의 기침 모니터링을 통한 이상징후 파악 등 조기 질병 발견 기술 개발

(5) 기상이변 대응 스마트 팜 대형 온실의 확산 및 보급

(가) 연중 채소 생산의 안정된 수급을 위해 온실 면적이 전 세계적으로 급격히 증가

- ① 세계온실 면적 추이: 402천('11) → 405천('12) → 414천('15) → 473천 ha('16)

(나) 기상이변 대응 최첨단 온실 자재 및 기술 개발

- ① 온도에 따른 투광을 변화 기능을 가진 필름 개발 및 보급(일본)
- ② 에너지 효율이 높으면서 고생산성을 가진 반밀폐 온실 설계 기술 개발(네덜란드)

(다) 온실 내 작물의 생장 및 생육 상태의 진단 및 모니터링 기술 개발

- ① 온실 내 작물 생장 상태를 조기에 진단하고 경보 서비스, 이미지 및 영상정보를 전송하는 기능을 제공하고 스마트폰을 통해 정보를 모니터링 하는 증강현실 기반 온실 관리 시스템 개발(포르투갈)
- ② 작물 모니터링을 위한 Hand Framing을 카메라, AR 마커, Laptop PC를 연계하여 개발(일본)

(6) 과수분야의 전 과정 기계화 추진 및 다양한 계측과 다각적 응용 기술 개발

(가) 노동력 절감 위한 대규모 적용 가능 기계 개발 및 이에 적합한 과원체계 구축 연구 진행

(나) 기계전정 및 기계수확 효율 및 영향 평가 활발

(다) 기계화에 적합한 과실벽(Fruiting wall: 기계화가 가능하도록 벽처럼 단순화된 나무 재식열 형태)과 같은 새로운 과원체계 연구

(라) 적과 효율 향상을 위한 타격식 적과 기계 개발

(마) 이미지 센싱 기술과 융합하여 정밀 전정이 가능한 자동화 기계 개발 연구 진행

(바) 다양한 계측 기술 활용 및 다각적 응용 연구 진행

- ① 정확도 향상 및 비용 절감형 마이크로 수분 센서 개발 연구
- ② 생물계절단계와 탄수화물 균형 등 생리적 접근의 모델링 통한 착과량 설정과 적과 의사결정 도구 개발
- ③ 이미지 센싱 기술 바탕의 과원 착과량 예측 플랫폼 개발
- ④ 광범위 기상정보 수집 및 모델링 통한 해충발생, 기상재해 예측과 이를 이용한 방제 및 예방 정보

(7) 민간기업 주도로 경영 분석 및 생산 기술, 판매, 물류, 회계 등의 정보를 농산물 생산자에게 제공하는 농업 클라우드 서비스 제공

(가) 일본에서 개발한 농가의 기업적 경영을 지원하는 클라우드 기반 서비스는 농업법인의

경영관리 효율성·고도화를 지원하고 생산, 작업, 수확, 출하계획과 실적 을 집계 및 분석하여 생산품질의 시각화와 PDCA를 효율화하는, 농업과 ICT 융합을 통해 노지, 시설, 축산 등을 포함한 생산에서 유통·판매에 이르는 통합 경영 서비스를 제공함

(나) 후지쯔(Fujitsu)는 축적된 데이터를 기반으로 SaaS(Software as a Service)형태의 ‘Akisai 식·농 클라우드 서비스’ 제공

- ① 온실과 클라우드를 연결하고 원격 감시 및 제어, 클라우드에 축적된 빅데이터 기반 재배기술 향상 지원

(다) 토요타 미디어 서비스는 농업 IT관리 솔루션 ‘농작계획’ 개발 추진 중

- ① 단순한 환경제어 자동화를 넘어서, 재배기술 노하우를 소프트웨어화하여 최적의 환경 관리, 생체정보 수집 및 생육진단을 위한 기술 개발

(8) ICT·에너지관리 및 재해 방지 기술이 결합된 표준모델에 복합 환경제어시스템 개발 및 운용

(가) 네덜란드는 전체 온실의 99%가 유리온실로 운영되며, 업체별로 최적의 생육관리를 위한 프로세스가 정립되어 있고, 세계최고 수준의 온실 환경제어 시스템을 개발해 수출함

- ① Priva사는 세계 제일의 복합 환경제어기술을 보유하고 있으며 기술수준은 건축물에 확대 적용될 정도로 정밀도와 완성도가 높음
- ② Priva사는 각종 센서와 RFID, Labor Tracking등의 기술과 다양한 연동모듈 라이브러리를 통하여 제어장치 모듈을 유기적으로 연동시켜 작물의 생장에 필요한 최적 환경을 제공함
- ③ Hoogendoorn사는 범용센서 채택과 자유로운 반개방구조로 보일러와 같은 작동기의 선택과 설치가 쉽고 자유로운 복합 환경제어시스템 제공으로 가장 많이 보급되어 있음
- ④ Hortimax는 다양한 센서 및 날씨정보를 이용하여, 시설의 기상정보를 예측 하여 보다 정확한 작물 주변 환경 정보를 수집하도록 지원하고 사용자 설정이 가능한 소프트웨어 기반의 제어시스템 및 서비스 제공하고 있음
- ⑤ 이스라엘 히브리대학 농대는 센서를 통해 최적의 수분을 공급하여 생산량을 40%까지 증가시켰음. 또한 센서를 통해 작물의 크기, 줄기변화, 잎 온도 등을 측정하고 급수주기 급수량을 통한 재배법을 개선하여 수확량을 예측함

(9) 육묘시스템 상용화 및 공정 육묘 전과정 자동화 시스템 연구

(가) 폐쇄형 육묘시스템 모종 생산 시스템 개발 연구 수행

- ① 일본 치바대학교에서는 폐쇄형육묘시스템 모종 생산 시스템 개발 연구와 베르그아스(BergEarth)사는 2006년부터 폐쇄형육묘시스템에서 생산한 묘를 e묘-시리즈로 브랜드화하여 일본 육묘 시장을 선도하고 있음

(나) 영상기반 모종 선별 및 공정육묘 전과정 자동화 시스템 연구

- ① 일본 생연센터와 ISEKI사가 공동으로 토마토, 오이용 반자동 접목기 및 오이용 전자동 접목장치에 관한 연구와 네덜란드 및 스페인에서는 가지과 전용 반자동 접목기가 개발
- ② 네덜란드 와겐닝겐 대학은 영상을 이용한 식물표현체학을 도입한 모종 선별 시스템 연구 수행
- ③ 네덜란드 비서(Visser)사는 공정육묘 파종 → 생산 → 출하 전과정 자동화 시스템 장치를 개발하여 전 세계적으로 수출하고 있음

다. 국외 기술개발 사례

(1) 쿠보타의 자율주행 트랙터

- (가) 자율주행 기술은 유인 통제하에 무인 운전이 가능한 레벨 2단계의 제품 개발
- (나) 트랙터가 영농 지원 시스템과 연계해 경작지의 외곽을 주행하고, GPS를 이용해 최적의 작업 경로를 계산해 작업
- (다) 트랙터는 GPS를 사용해 위치를 파악하고 미리 지정된 범위 내에서 자동으로 경작할 수 있다. 시동이나 정지는 리모컨으로 조작



<장애물 확인 시 정지하는 무인트랙터와, 유인 통제하에 무인 운전이 가능한 시험 모습>

(2) 오토노머스의 ‘Spirit’ 트랙터 (Autonomous Spirit Tractor)



〈Autonomous tractor 사의 ‘Spirit’ 제품〉

- (가) 본 자율주행 트랙터는 레이저를 이용해 거리 간 차이를 정밀 측정할 수 있는 레이저 전파위치 측정법, 인공지능, 초음파를 방출하는 음향표정장치인 소나(sonar)등 첨단 신기술들 탑재
- (나) 벼, 보리, 밀, 목초종자 등을 동시에 탈곡, 선별할 수 있는 콤바인 기능등 다양한 일들을 사람 없이 수행 가능
- (다) 트랙터에 부착된 여러 대의 카메라는 트랙터가 어떤 쪽으로 움직이고 있는지 수시로 확인이 가능하며, 장애물이 있다고 판단하면 이동을 멈추고, 상황 촬영 및 트랙터 주인에게 관련 정보를 전송. 많은 눈이 쌓였을 경우 바람을 일으켜 청소할 수 있는 기능, 잔디 깎기, 곡물 수송 등의 기능도 가능

(3) CNH 인더스트리얼의 자율 주행 트랙터

- (가) 태블릿이나 PC 등을 이용해 원격으로 미리 설정해 놓은 작업 명령을 내리면 작업 수행이 가능하여 24시간 내내 농작물을 수확할 수 있음
- (나) 본 트랙터는 레이더, 라이다(LiDAR)등을 포함한 각종 센서와 함께 비디오 카메라가 탑재되어 실시간 데이터 모니터링 기능도 제공함
- (다) 자율 주행차와 마찬가지로 장애물을 피하면서 필요한 작업을 수행, 작업 중인 트랙터 주변에 예상치 못한 사람이나 장애물이 출현하면 트랙터는 하던 일을 멈추고 관련정보를 송신 가능하며, 카메라를 통해 장애물이 무엇인지 확인하고 필요한 조치 가능
- (라) 트랙터를 통한 데이터 모니터링이 꾸준히 이뤄질 경우 농부들이 이를 통해 토양이나 농작물의 상태 등을 확인해 필요한 결정을 내리는데 도움



〈CNH의 무인 자율주행 시스템〉

(4) John Deere, AGCO 등의 주행경로 추종이 가능한 내비게이션 및 자동조향 시스템

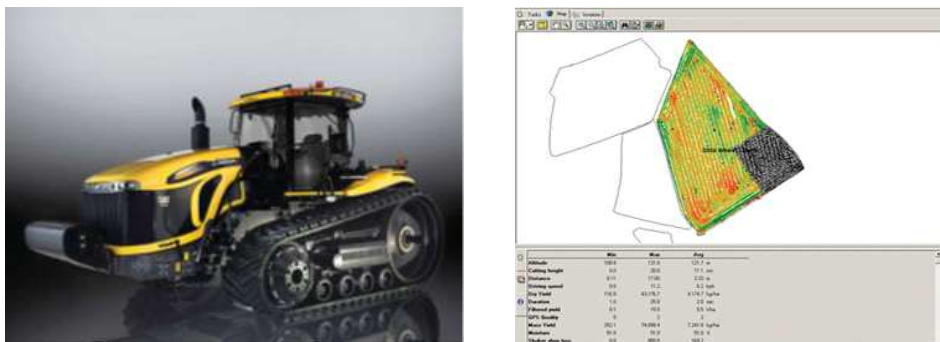


〈John deere사의 Auto Pilot 시스템〉

(가) John Deere, AGCO 등의 북미 및 유럽의 선진사에서는 기존의 트랙터에 RTK 급의 고정밀 GPS와 별도제작한 제어기를 장착하여 정밀도 5cm 수준으로 주행경로 추종이 가능한 내비게이션 및 자동조향 시스템을 시판하고 있음

(5) AGCO사의 ATS(Advanced Technology Solution)

(가) AGCO사는 농기계를 위한 자율 주행 솔루션을 개발해서 자사의 트랙터 및 콤바인에 장착 판매하고 있으며 농작업의 기계화, 정밀화, 대형화 및 지능화를 위한 농기계시스템 개발을 목표로 지속적인 연구 개발을 진행 중에 있음



〈AGCO사의 ATS 시스템〉

(6) 자동수확 시스템

- (가) 미국 카네기멜론 대학은 Holland 콤바인에 DGPS, 관성항법시스템, 카메라를 장착하여 작물의 예취와 미예취부를 자동으로 인식하면서 수확하는 시스템을 개발하였으며 1997년에 알파파 수확에 적용하여 그 효용성을 증명하였음. 또한, 카메라를 이용하여 장애물을 감지하면서 콤바인의 주행을 제어하는 기술도 함께 연구하였음



〈GPS와 자동조향 기술을 이용한 파종작업(왼쪽)과 수확작업(오른쪽)〉

(7) 마이크로컴퓨터 형태의 통합 단말기

- (가) 운전자 없이 무인 자율작업을 수행하기 위해서는 작업 상태를 모니터링하고 주어진 명령에 따라 자동으로 제어하는 마이크로컴퓨터 형태의 통합 단말기가 필요하며 이에 Topcon, Raven, Trimble 등 여러 GPS 솔루션업체에서는 관련 통합 콘솔을 제품화하여 트랙터와 베일러 등에 장착되어 파종, 경운, 베일링 등에 활용되고 있음

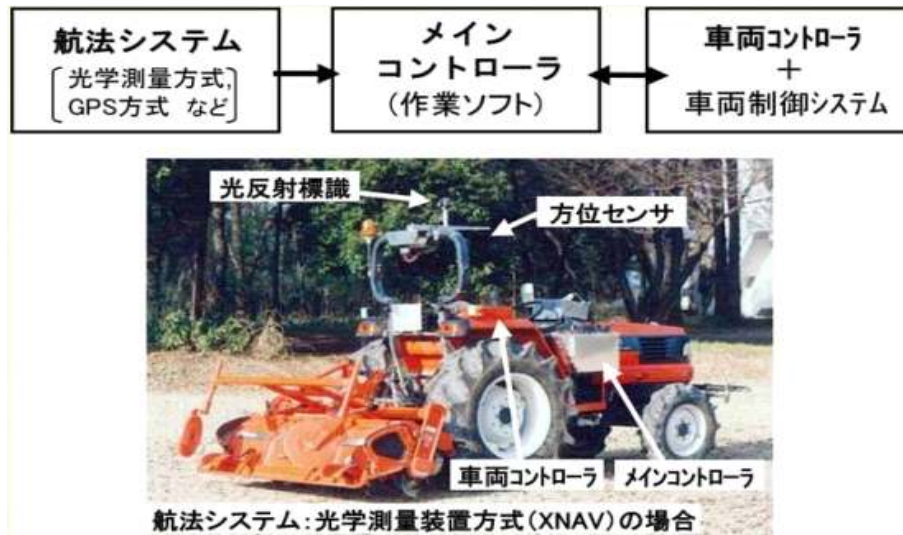


〈Topcon 통합단말기(왼쪽)와 트랙터에 탑재되어 사용 중인 모습(오른쪽)〉

(8) 구보다, 닛폰항공전자공업, 생연센터의 경운 트랙터

- (가) 일본의 구보다와 닛폰항공전자공업, 생연센터는 32마력 시판 트랙터를 베이스로 경운 트랙터를 개발하고 있으며, 이 트랙터는 항법시스템, 작업 소프트웨어가 설치된 메인 컨트롤러, 차량 컨트롤러 및 차량제어 시스템으로 구성되어 있으며 항법시스템은 이용 상황에 따라서 광학측량방식, DGPS(Differential GPS)방식, 전자유도방식

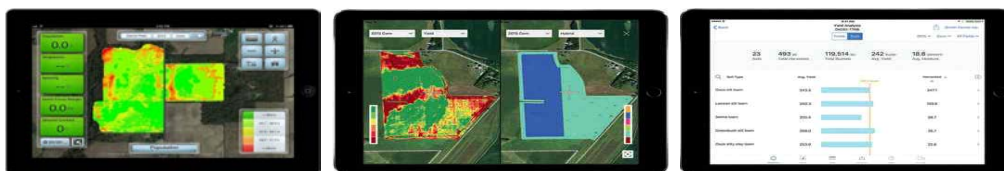
가운데 하나를 선택할 수 있도록 제작되었음.



<일본에서 연구 중인 자율주행 트랙터>

(9) 미국 Monsanto의 필드스크립트(FieldScripts)

- (가) 필드스크립트는 많은 트랙터들과 콤바인들에 설치된 GPS를 활용하여 크고 작은 정보를 주고받으며, 토양 상태, 작물의 성장 상황, 일기예보, 심지어 지난 수십 년 간의 기후변화 도표 등과 같은 농작물 재배 관련 정보와 특수 농작물 재배와 관련, 농업 전문가들의 견해를 모아놓은 정보를 스마트폰, 컴퓨터 등을 활용해 농부들에게 제공
- (나) 농부들은 이를 통해 지역별로 차이를 보이고 있는 기후 상황에 맞춰 이앙 심도를 조절하거나, 작물 재배 간격의 조절을 통해 수확량 증산
- (다) 미국 옥수수 농가의 에이커 당 생산량이 160부셀(4,352kg)에서 200부셀(5,440kg) 수준까지 향상되었으며, 곡물의 최적 생산으로 추가 되는 부가가치도 연간 200억달러(24조원)로 추정됨



<몬산토(Monsanto)社 필드스크립트(FieldScripts)>

<출처 : <http://test.monsanto.com/products/pages/fieldscripts.aspx>>

(10) 미국 Dupont의 Pioneer Field360

- (가) Pioneer Field360은 미국 DTN사의 날씨정보 솔루션 ‘The Progressive Farmer’을 적용하여 경작지별 데이터와 기상정보를 결합하여 실시간으로 농장을 관리할 수 있도록 하는 시스템임
- (나) 태플릿을 통해 뉴스와 시장 정보, 가축 및 장비, 토지관리, 농업 정책은 물론 농작물에 대한 선물옵션이나 투자 정보 등에 이르기까지 다양한 정보들을 실시간으로 제공



<듀퐁(Dupont)社 Pioneer® Field360™ Tools>

<출처 : <http://www.pioneers.com/home/site/us/programs-services/pioneer-field360>>

(11) 미국 John Deere의 SeedStar Mobile

- (가) 시드스타 모바일(SeedStar Mobile)은 모바일 장비를 사용하여 파종 작업을 실시간으로 전송하고 공유할 수 있도록 하고 트랙터 좌석에서 행 단위로 파종 수행 작업을 제공하여 풍부한 정보를 얻을 수 있도록 하는 시스템임
- (나) 모바일 시스템은 문서를 시각화하고 실시간으로 파종 데이터에 접근할 수 있으며 작업의 정밀도와 정확도에서 가장 높은 수준으로 실행되고 있고 생산자가 사무실이나 현장에서 일하는 동안 와이파이 및 셀룰러데이터와 연결하여 My John Deere의 운영센터로 데이터 전달
- (다) 획득한 정보는 설정을 최적화하고 잠재적인 문제를 진단하며 필드를 정찰하고 농업 운영의 다른 영역에서 의사결정을 할 때 도움을 줌

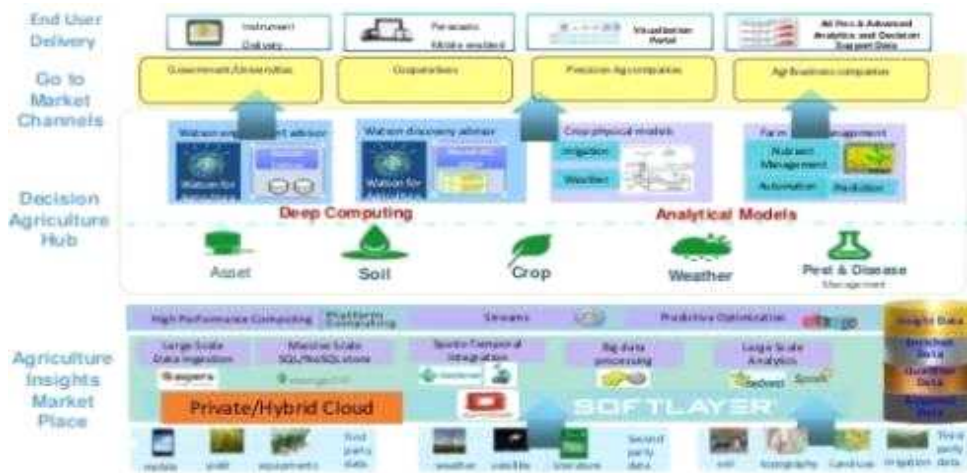


<존디어(John Deere)社 시드스타 모바일(SeedStar Mobile)>

<출처 : https://www.deere.com/en_US/products/equipment/ag_management_solutions>

(12) 미국 IBM의 Deep Thunder

- (가) 1~2 km²의 좁은 지역에 정확한 일기예보를 제공하는 “Deep Thunder” 시스템을 개발하여 작물 손실 25% 축소를 실현, SWIMM, 통합해충관리, NFARM 등 다양한 서비스 제공

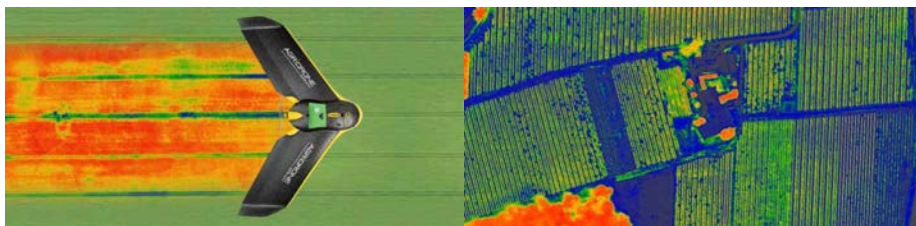


〈IBM社의 Smarter Agriculture “Insight as a Service” Architecture〉

〈출처 : AGRIFOODTECH IBM 발표자료〉

(13) 프랑스 Airinov의 광학센서를 이용한 경작지 모니터링

- (가) 광학 탐지 장비가 탑재된 드론으로 경작지 자료를 모아 분석한 후 특정 포인트에 적절한 양의 비료를 사용하여 농장 사용량 절감



〈광학 탐지 장비가 탑재된 드론을 활용한 경작지 모니터링〉

〈출처 : Tech Holic〉

(14) 이스라엘 Phytech의 작물·환경 관리 소프트웨어

- (가) 클라우드 기반의 서버 및 웹 기반의 소프트웨어 응용프로그램에서 지원하는 식물 센서 기반 시스템
- (나) 실시간으로 데이터를 공유하여 재배를 원활하게 하고 높은 생산량과 최상의 품질이 되도록 생산자의 결정을 돕고 관련정보와 노하우의 지식 공유를 통해 성장 과정의

투명성 및 시장성 향상

- (다) 센서에 연결되어 토양 수분 및 마이크로 기후 센서에 의한 지원으로 지속적으로 모니터링하여 작물의 성장률과 상태를 보여주고 작물이 스트레스 받는 상황과 그 근본 원인을 경고해주어 문제점을 미리 예측할 수 있으며 식물에게 받은 정보와 지식으로 자신의 행동을 피드백하고 신속한 대응이 가능



〈Phytech社의 작물·환경 관리 소프트웨어〉

〈출처 : <http://www.phytech.com>〉

(15) 일본 Fujitsu의 아키사이(Akisai)

- (가) 농업법인의 경영관리, 생산관리, 다수생산자의 정시·정품·정량·정가 등의 집약관리, 시설원예환경제어, 육우관리 등 농가의 기업적 경영을 지원하는 클라우드 기반의 상용화 서비스



〈후지쯔(Fujitsu)社 농업관리 클라우드 서비스〉

〈출처 : <http://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/agri>〉

(16) 일본 NEC의 M2M 기반 Agriculture ICT Solution

- (가) 농지에 M2M을 적용하여 효율적인 농업활동을 가능하게 하고 있으며, 농지에 온도, 습도, 강우량, 일조량 등을 계측하는 센서를 설치해 정보를 수집·전송하면 농가는 PC나 스마트폰으로 확인하여 관리
- (나) 이를 통해 과학적 데이터를 바탕으로 농업 전문가의 지도를 통해 경영 효율성이 증대

시키고, 가뭄이나 홍수 등을 예측하여 피해를 예방

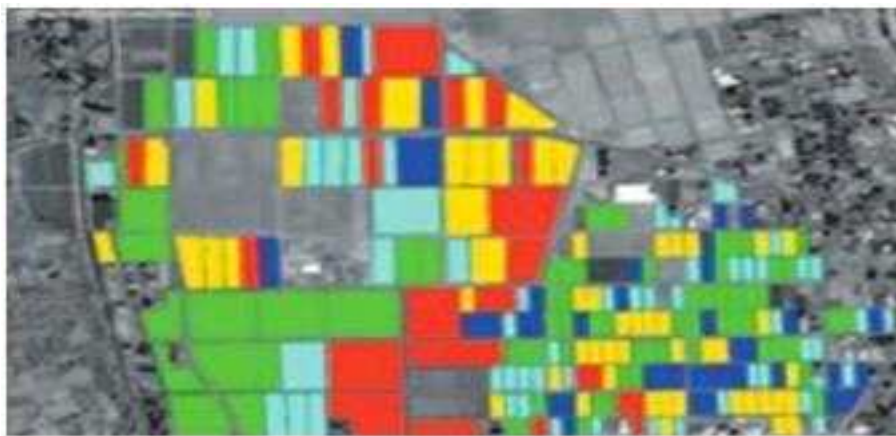


〈NEC社の Agriculture ICT Solution〉

〈출처 : <http://www.nec.com/en/global/solutions/agri/index.html>〉

(17) 일본 하쿠이시의 인공위성을 활용한 쌀의 맛 관리 시스템

- (가) 일본의 이시카와현 하쿠이시는 (주)ST에어스페이스와의 협력을 통해 인공위성에서 촬영한 벼의 이미지 데이터 및 무인 헬리콥터의 보충 촬영을 통해 쌀알에 포함된 단백질 함량을 분석하는 ‘인공위성을 활용한 쌀의 맛 관리 시스템’을 개발
- (나) 근적외선 디지털 카메라 기법으로 60cm 단위로 쌀알의 단백질 함량이 6.5% 이하로 조절된 쌀을 분석하여 수확 시 브랜드 화하여 프리미엄급으로 판매



〈쌀의 단백질 함량 분석 결과〉

〈출처 : 일본 총무성 정보통신백서, 일본경제신문, KOTRA 해외시장뉴스〉

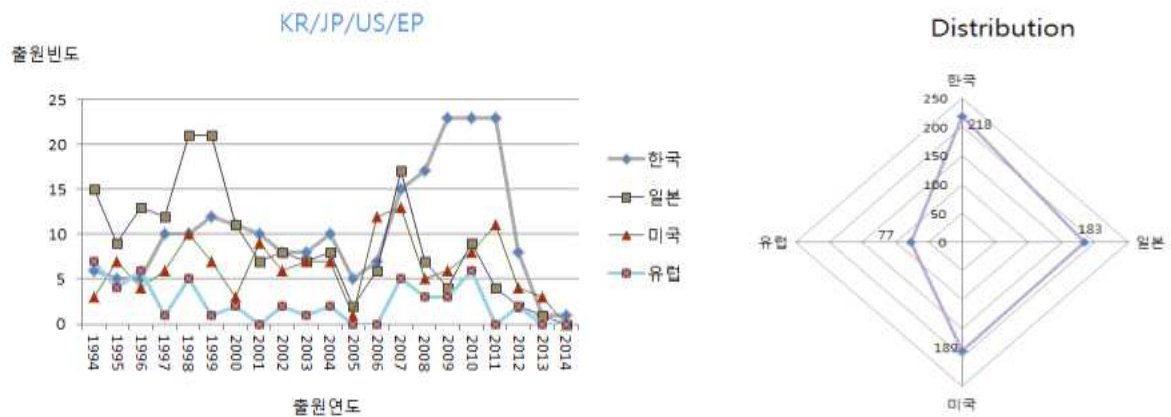
3. 국내외 특허 현황

가. 전체적 특허출원동향

- (1) 스마트팜 핵심 기술 특허 동향 분석에서는 초기년도를 1994년으로 통일하였으며, 1994년도 이전의 출원은 1994년도 이후의 출원 동향을 구체적으로 살펴보기 위하여 출원 연도에 따른 동향분석의 지표로는 판단하지 않음

- (2) 전 국가에 걸쳐서 빈도가 높지 않으며, 대한민국을 제외하고는 최근으로 갈수록 출원의 쏠림현상이 발견되지 아니함
- (3) 출원 빈도가 높지 않다는 것은 동 기술 분야는 전반적으로 공백기술에 해당하므로 향후 개발의 여지가 충분하며, 경쟁기술을 배제하고 기술을 선점할 수 있는 가능성이 크다는 결론을 도출하기 위한 근거가 될 수 있음
- (4) 기술 분야의 전체동향은 2005년도 이전과 이후로 나누어 판단할 수 있으며, 2005년도 이전에 출원이 다수 발생되었으며, 2005년까지 감소하다가 2005년 이후부터 비교적 최근 년인 2010년도까지 다시 증가하는 패턴을 나타내었음
- (5) 이는 특허출원의 전형적 주기성을 나타내는 것으로서, 일정 기간을 사이에 두고 새로운 기술이 지속적으로 출현하는 현상을 반영하는 것이며, 따라서, 이러한 주기에 따른 기술 변동 패턴을 면밀히 조사함으로써, 향후 개발되어야 하는 틈새기술을 발굴하는 것이 매우 중요함
- (6) 동 기술 분야는 특허출원의 주기성으로부터 판단하였을 때, 향후 기술개발 - 특허출원의 선순환이 다시 도래할 여지가 있음
- (7) 미국공개특허(미국등록특허 포함)의 경우 차세대 스마트팜 핵심기술의 출원은 2005년을 중심으로 이전과 이후가 출원 건수면에서는 대칭을 이루도록 유사함.
 - (가) 다만, 2005년 이후에 출원이 비교적 다소 활발하게 진행되었음을 감지할 수 있으며, 2007년도에 최고 출원 빈도를 기록함
- (8) 한국공개특허(한국등록특허 포함)의 경우 2006년도를 기점으로 최근까지 출원건수가 이전의 출원건수에 비하여 많으며, 출원동향도 활발한 것으로 보임
 - (가) 출원건수의 최저점을 나타내는 2005년도 이전과 이후로 비교하면, 최근의 출원건수 증가가 두드러짐. 2009년과 2011년도에 가장 높은 출원빈도를 기록하였으며, 23건으로 조사됨
- (9) 일본공개특허의 경우 최저점을 기록하고 있는 2005년도를 기준으로 그 이전에서 보다 출원이 활발히 진행되었으며, 최근 들어서는 감소하는 추세에 있음
 - (가) 출원건수는 1998년과 1999년도에 가장 높은 빈도를 나타냄. 출원건수 증감의 주기성을 판단하였을 때, 향후 10년 이내에 출원이 증가추세로 전환되는 변곡점이 발생될 여지가 있음
- (10) 유럽공개특허의 경우 출원빈도가 타 국가에 비하여 낮음. 최저점을 기록하고 있는 2005년도를 기점으로 증감패턴이 바뀌고 있음
 - (가) 다만, 2011년도에 출원이 크게 감소하였으며, 2005년도 이후 증가추세로 판단하기에는 이룸. 가장 출원이 많이 진행된 연도는 1994년임

- (11) 차세대 스마트팜 핵심기술의 국가별 점유율은 한국공개특허가 218건(33%)으로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음에 미국특허가 189건(28%), 일본공개특허가 183건(27%), 유럽공개특허가 77건(12%) 순으로 나타남
- (12) 2012년 이후 출원건수의 감소현상은 출원 후 공개까지 행정절차가 1년 6개월이 소요되는 규정 때문이며, 이 기간 내의 출원정보는 미공개(未公開) 상태이기 때문에 향후 일정기간이 경과되어야만 정확한 출원건수가 파악될 수 있음



〈주요국의 특허 동향 및 분포〉

나. 한국특허에서의 국가별 동향

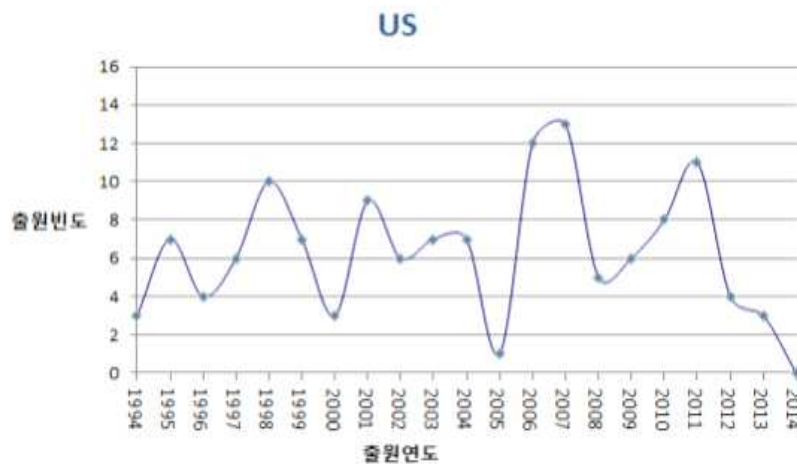
- (1) 차세대 스마트팜 핵심기술 분야의 한국특허출원건수는 최근 들어 증가추세임. 이러한 증가추세는 해당기술의 레드오션화와 해당기술의 첨단성을 모두 나타내는 것이므로, 장단점을 가짐. 이런 경우에는 틈새기술의 발굴이 매우 중요함
- (2) 외국인에 의한 한국특허출원이 건의 존재하지 아니하므로, 내국인에 의한 한국 특허출원 동향은 한국특허출원의 전체동향을 대변함



<연도별 특허 출원 동향 (한국특허)>

다. 미국특허에서의 국가별 동향

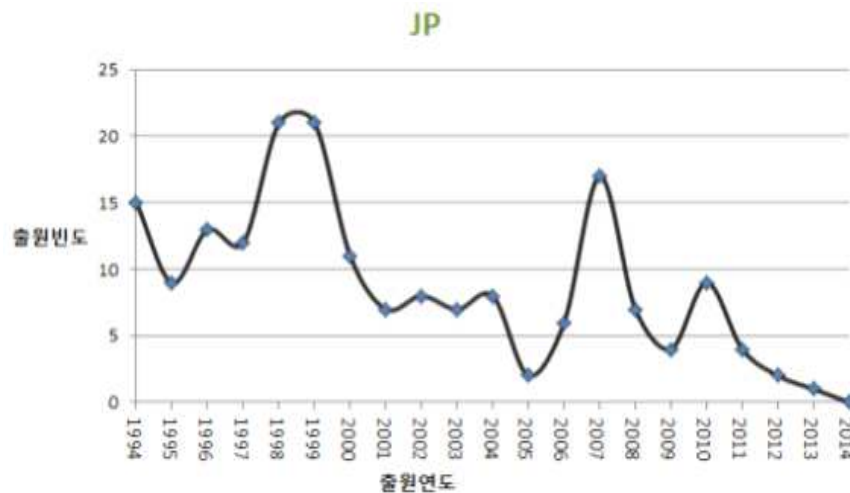
- (1) 미국특허에서의 차세대 스마트팜 핵심기술 분야는 조사년도 초기부터 최근까지 등락을 거듭하는 패턴을 나타내고 있으나, 최근 들어 출원의 비중이 높아짐. 동 패턴은 한국과는 다소 다르나, 이 또한 기술개발의 지속성을 의미하는 것으로서, 미국에서도 기술개발의 여지와 틈새기술의 발굴 필요성이 높다고 볼 수 있음
- (2) 미국특허에서의 내국인에 의한 출원이 상당히 우세한 것으로 조사되었으며, 그 밖에도 다양한 외국 국적의 출원인이 특허를 출원한 것으로 나타남. 내국인에 의한 출원의 경우 1998년, 2007년, 2011년에 공히 최고의 출원건수를 나타내며, 조사년도 전년도에 걸쳐서 출원건수의 뚜렷한 감소나 증가 패턴이 나타나지 않음. 외국인에 의한 출원은 2006년도에 최고점을 기록함



<연도별 특허 출원 동향 (미국특허)>

라. 일본특허에서의 국가별 동향

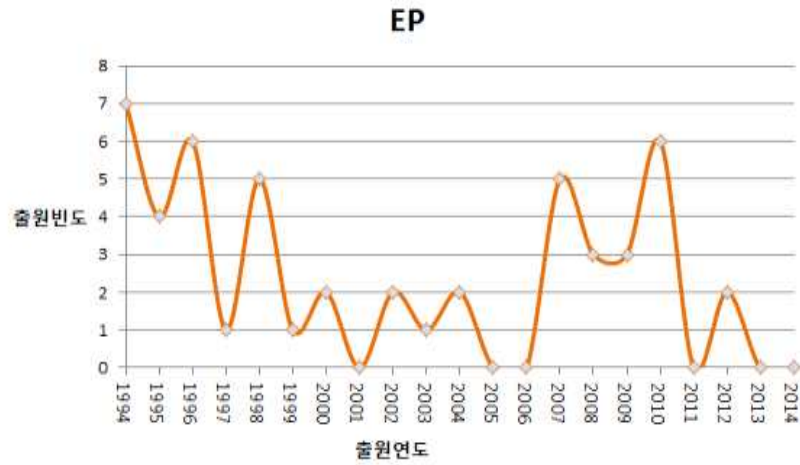
- (1) 일본특허에서의 차세대 스마트팜 핵심기술 분야는 2005년도를 기점으로 최근 하향하는 추세임. 이는 전술한 바와 같이, 특허출원의 주기성을 의미하는 것이며, 다른 국가에서 지속적으로 연구개발되고 있는 점을 감안할 때, 상승주기의 시기가 다시 도래할 것으로 예상됨
- (2) 일본특허에서는 내국인에 의한 출원건수가 외국인에 의한 출원건수보다 절대적으로 우세한 추세임. 이는 일본특허의 전형적인 패턴으로서, 일본특허의 출원인층이 매우 두텁고 다양함을 나타내는 것이며, 이는 타 국적의 출원인에 의한 일본 내에서의 출원빈도가 높지 않은 경향을 나타내게 되는 원인이 됨



<연도별 특허 출원 동향 (일본특허)>

마. 유럽특허에서의 국가별 동향

- (1) 유럽특허에서의 차세대 스마트팜 핵심기술 분야는 2005년도까지 감소하는 패턴을 나타내다가 이후 다시 증가하였으나, 최근 4개년간의 출원빈도는 미미함. 그러나, 다른 나라에서와 같이 동 기술분야에 대한 출원은 지속적으로 발생되고 있으므로, 향후 증가 추세로 전환될 수 있을 것으로 예상됨



〈내·외국인 연도별 특허 출원 동향〉

바. 차세대 스마트팜 핵심기술에 대한 기술 흐름도

- (1) 차세대 스마트팜 핵심기술 분야는 방제와 파종이 출원의 주종을 이루고 있으며, 시비와 제초분야는 상대적으로 출원빈도가 낮은 것으로 조사됨. 또한, 여러 기능이 하나로 집약된 트랙터도 여러 건 조사됨



〈차세대 스마트팜 핵심기술 분야 세부 기술흐름〉

- (2) 최근으로 오면서 직접적 방제, 파종 등뿐만 아니라 파종의 감지, 실시간 영상모니터링에 의한 파종, 자율형 로봇을 이용한 주행 등 IT기술과 접목된 기술이 출원되고 있음. 즉, 자율주행, 무인 시스템과 관련된 출원은 비교적 최근에 출원이 이루어진 것이며, 따라서 현재 유인 시스템에서 무인 시스템으로 이동되는 전환기인 것으로 판단됨. 이와 같은 전환은 일본을 기준으로 보면 2000년대 중반경 일어나기 시작하고 있는 것으로 보임
- (3) 첨단 자동화 개념의 기술은 수동 또는 반자동 기술에 비하여 아직까지는 많은 빈도를 보이고 있지 아니하며, 수동 또는 반자동 기술의 내용을 개량하거나 센서 부착 등 간단한 방법에 의해서 IT기술과 융합하는 수준에 그치고 있음

- (4) 국가별로 살펴보면, 미국이 타국에 비하여 2배 이상 높은 출원빈도를 나타내고 있으며, 한국, 유럽, 일본에서의 출원빈도는 상호 근소한 차이를 이루고 있는 것으로 조사됨

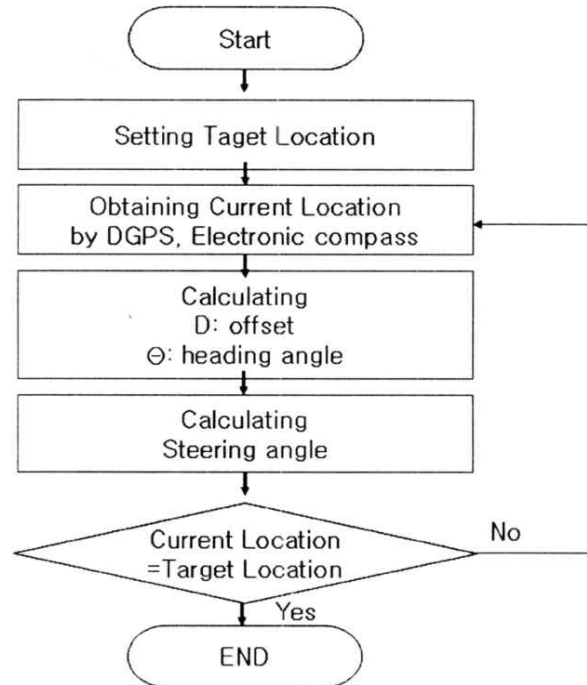
4. 국내외 논문 현황

가. 자율 주행 농업기계를 이용한 스마트팜 구현 위한 연구

- (1) 스테레오 비전 기반 3차원 자아 움직임 추정 시스템 제안 및 농업용 차량의 실시간 네비게이션이 가능 시험 실시(Jiang et al., 2014)
- (2) 자율경운 농용트랙터를 위한 경로생성 및 경로탐색 기술 개발을 위한 수학적 모델과 포장에서의 실제 자율 주행 경운 작업을 위한 경로 생성 및 알고리즘 구현 시뮬레이션 프로그램 개발(Han, 2013)
- (3) 작업기 ECU 제어 및 센싱 시스템 설계(Moon et al., 2013)
- (4) 종 방향 및 횡 방향 미끄럼 요인과 적응모델을 기반으로 자율적인 트랙터 탐색을 위한 MHE-NMPC 프레임 워크 제시(Kraus et al., 2013)
- (5) 자율 농업 차량의 움직임을 조정하기 위한 분산 제어 프레임 워크를 제시 연구(Vougioukas, 2012)
- (6) 카메라 영상에 컴퓨터에서 생성 된 가상 3차원 이미지 기반의 증강 현실을 이용한 직관적 트랙터 네비게이션 시스템 개발(Kaizu, et al., 2012)
- (7) 비선형 모델 예측 제어를 이용한 경로 예측 기반의 농업용 네비게이션 시스템 개발(Backman et al., 2012)
- (8) 50KW 트랙터 용 고정밀 전산화 계측 패키지를 개발 및 모니터링을 통한 트랙터의 성능 파라미터 및 시스템 구현(Singh et al., 2011)
- (9) RTK-DGPS에 기초한 자율주행 로봇 알고리즘 개발 및 경로 맵핑 연구(Bakker et al., 2011)
- (10) 구조적 설계 방법을 이용한 자율 주행이 가능한 안심 제초 로봇 개발(Bakker, 2010)
- (11) uDEAS를 이용한 이동 로봇의 최적 경로 생성 연구(Kim et al., 2010)
- (12) 오버헤드 가이드 시스템 이용을 이용한 과수 방제기의 무인화를 위한 조향 제어기 개발 및 성능평가 실시(Park, 2008)
- (13) 온실 내 작물 재배 및 수확을 위한 u-IT 기반의 정밀농업을 위한 수확량 모니터링 시스템 설계(Joo et al., 2008)
- (14) 트랙터에 설정된 경로에서 RTK-GPS 시스템에 의해 자율 주행 데이터의 수집 및 분석을 통해 편차 측정의 방법론 제시(Gan-Mor et al., 2007)
- (15) 트랙터의 무인경운을 위한 작업경로 생성, 경로 확인을 위한 시뮬레이터 제작 및 성

능평가 기술개발(Lee et al., 2007)

(16) 농업용 로봇 플랫폼의 자율주행 시스템 연구(Kim, 2001)



<시뮬레이터 동작 알고리즘(Lee et al, 2007)>

나. 빅데이터를 분석 및 활용하여 스마트팜 구현을 위한 연구

- (1) 빅데이터 기술을 활용하여 최상의 품질의 작물을 재배할 수 있는 온실 환경 데이터 컨설팅 시스템을 설계함 (Kim & Yoe., 2015)
- (2) 빅데이터 처리 기술을 활용하여 스마트팜의 효율적인 보안 방안을 제시하고, 의사결정 지원시스템의 활용방안을 연구함 (Lee & Yoe., 2015)
- (3) 예상 가능한 다양한 자원을 활용하여 스마트팜 빅데이터 분석을 위한 이기종간 심층 학습 기법을 연구함 (Min & Lee., 2017)
- (4) 한국형 스마트팜 시스템 모델을 제시함 (Roh et al., 2016)

다. 축산 및 시설원에 스마트팜 모델 연구

- (1) 스마트팜 생육환경 모니터링 및 제어를 위한 IoT 시스템을 개발함 (Yeon & Lee., 2016)
- (2) 스마트 에어하우스 내 생육환경 조절을 위한 IoT 플랫폼 기법을 연구함 (Soe et al., 2017)
- (3) 스마트 돈사 내에서 열환경 모델링을 목표로 데이터 분석 알고리즘을 분석함 (Lee et

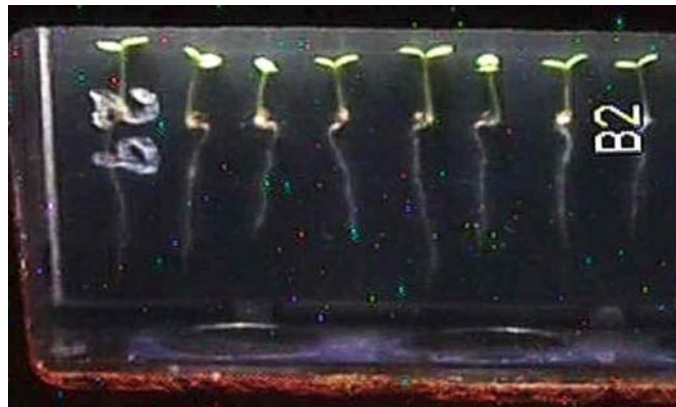
al., 2017)

- (4) 시설원에 분야에 접목 가능한 ICT기반 미래 핵심 기술을 분석하고 제시함 (Yeo et al., 2016)
- (5) AHP 기법을 활용하여 시설원에 스마트팜을 구성하고 있는 요인들 간의 상대적 중요도를 연구함 (Kim & Kim., 2017)

5. 국내외 기술 현황

가. 우주농업 관련 주요 기술 및 연구개발 현황

- (1) 우주농업(space agriculture)이란 아직 개념이 정확히 규정되지는 않았으나, 지구 또는 지구 밖의 생물에 대한 우주환경인자의 영향을 연구하여 우주공간이 건설되어 인공 지능 로봇이 농작물을 재배하는 시대가 도래할 것임
- (2) NASA에서는 우주에서의 식물 실험이 독립적이면서도, 지속가능하며, 경제적으로 인간의 삶에 도움이 될 수 있는 실험을 계획 중에 있음. 또한 실험의 일환으로 마이크로중력상황에서 기물이 적응하여 잘 자랄 수 있는지에 대한 실험을 설계 중에 있음
- (3) 유럽에서는 작물재배모듈시스템(European Modular Cultivation System, EMCS)을 활용하여 수행하고 있는 우주에서의 식물생장실험은 세포수준에서 식물이 자라나는 과정에 대한 이해를 도울 것으로 기대되며, 현재는 세가지 식물의 성장을 연구하고 있는데 특별히 우주에서의 씨앗발아과정에 대한 연구를 수행 중에 있음



<ISS에서 수행하고 있는 씨앗 연구>

- (4) 우리나라의 우주개발은 우리별1호 발사('92), 무궁화1호 발사('95), 아리랑1호 발사('99), 나로호 개발(2009), 천리안위성 발사(2010) 등으로 발전하여 2025년에는 달 탐험선 발사를 목표로 하고 있음. 선진국들은 이미 우주농업 실험에 착수하였으나, 우리나라는 2050년경에 우주공간의 식물공장시스템 구축을 실현할 것으로 전망됨
- (5) 교육과학기술부(2009)는 우주농업을 유망한 미래 기술로 상정하고, 2050년경에는 우주왕복선이 우주의 운송 수단으로 활용되어 인공위성에 탑재된 식물공장을 사람이 직

접 방문하고, 우주에서 생산된 청정 농산물을 짧은 시간 내에 지구로 운송하는 일이 보편화될 것이라고 예측함

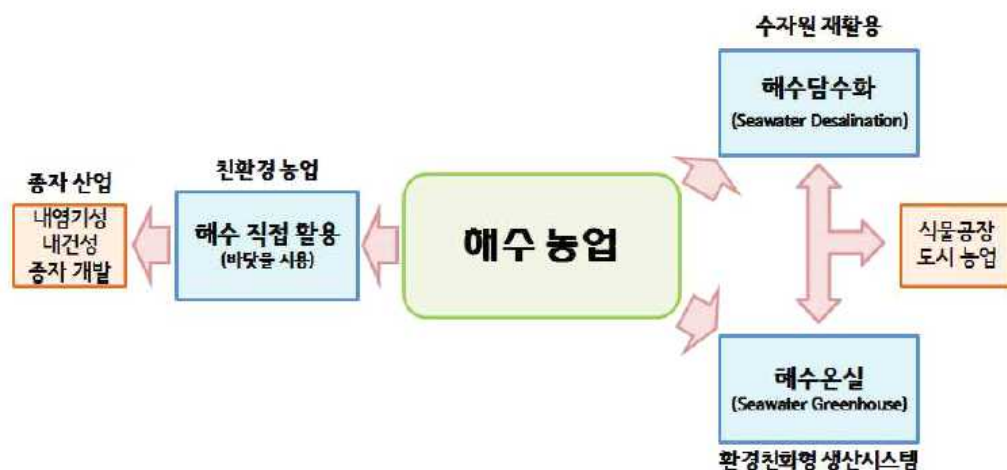


<우주정거장의 채소재배 실험 가상도>

나. 해수농업 관련 주요 기술 및 연구개발 현황

- (1) 기후변화 및 미래 물 부족에 대응하여 안정적인 식량자원 확보를 위한 미래 핵심 기술 중 하나가 바닷물을 활용한 해수농업이 될 것임
 - (가) 지구상에 존재하는 물 중 해수가 97%를 차지하고 있고, 기후변화에 따른 가뭄, 사막화 등이 심화되고 있는 상황에서 담수의 대체 수자원으로서 해수를 활용하는 방안이 모색되고 있음
 - (나) 담수에만 의존하는 현 농업 생산시스템은 미래 물 부족에 따른 위험 부담이 크기 때문에 해수를 활용한 방안을 모색할 필요가 있음
 - (다) 또한 3면이 바다인 우리나라의 지형적 특성을 고려하면 해수농업은 미래 물 부족에 대응한 효율적 농업 생산시스템일 것으로 전망
- (2) 해수농업은 크게 바닷물을 직접 농지에 사용하는 해수 직접 활용 농업 방식과 바닷물의 염분을 제거하고 담수화하여 활용하는 방식으로 구분할 수 있음
 - (가) 해수의 직접 활용(친환경 유기농업)
 - ① 바닷물에는 나트륨·염소·황·마그네슘 등 미네랄이 풍부하게 들어 있어 적정량만 사용하면 작물 생장에 유리하다는 것이 전문가들의 공통된 견해임
 - ② 이에 최근에는 친환경 농업의 일환으로 채소 및 과수 작물을 중심으로 바닷물을 직접 농작물에 살포하는 경우가 있으며, 국내에서는 농촌진흥청을 중심으로 바닷물의 농업 직접 활용에 관한 연구개발이 추진 중에 있음
 - ③ 또한 바닷물의 직접 살포 및 미래 물 부족 시대에도 안정적인 농업생산성을 유지할 수 있는 방안으로 관련 종자(내염기성, 내건성 종자 등)산업 분야가 광의적으로는 관련 연구개발 범위에 속한다 할 수 있음
 - (나) 해수의 담수 전환을 통한 농업적 활용

- ① 해수의 염분을 제거하여 담수로 전환하여 농업에 활용하는 방안이 최근 연구개발 추진되고 있음
- ㉓ 수자원이 극도로 부족한 지역에서는 해수담수화 시설을 활용하여 식수를 활용한 이후 발생하는 잔여 수자원(오펜수 등)을 농업에 적용하는 방안이 모색되고 있음
- ④ 최근에는 첨단농업 생산시스템으로서 사막과 같은 극한 지역에서 해수를 온실로 끌어와 사막의 온도, 태양열 등을 활용하여 담수로 전환하여 농업에 활용하는 프로젝트가 추진 중에 있음
- ㉔ 수자원이 부족한 지역에서의 농업 생산시스템의 고도화는 식물공장 및 도시농업 등과 같은 미래농업 생산시스템과 접목할 수 있는 첨단농업생산 기술분야임



<해수농업 관련 기술 범위>

- (3) 해수가 많이 함유된 간척지나 해풍의 영향을 받은 농경지에서는 작물이 튼튼하게 자라고, 농산물의 품질이 우수하다고 국내외적으로 이미 알려진 사실 (출처: 농촌진흥청 국립식량과학원, 2011)
 - (가) 바닷물에는 식품 생육에 필요한 다양한 각종 무기성분들이 함유되어 있어 오래전부터 국내는 물론 일본에서도 작물생육 촉진 및 당도, 색도 등 품질향상을 위해 농업적으로 활용되어 왔음
 - (나) 농산물의 품질 향상은 바닷물에 풍부하게 포함되어 있는 각종 영양분을 이용하여, 생산물의 풍미, 당도, 색도 향상 등을 도모
 - (다) 방제기술을 오이, 호박, 토마토, 참외 등에서 문제시 되고 있는 흰가루병과 양파의 노균병 등을 대상으로 살포시기, 살포량, 살포 농도, 살포 회수 등에 대하여 최적의 방제기술 개발
 - (라) 바닷물의 지속적 사용에 따른 토양의 염류집적정도, 이화학성분의 변화, 그리고 염농도가 미생물 및 작물에 미치는 영향 등을 체계적으로 연구 진행
- (4) 바닷물을 농작물 재배에 활용 시 작물에 피해가 발생되지 않도록 작물의 종류, 사용시

기, 사용량, 희석농도 등을 충분히 고려하여 작물생육 촉진, 병해충 및 잡초방제 등 사용목적에 적합한 안전사용 농도를 지켜 활용하여야 함

<농촌진흥청의 해수농업 분야 연구개발 현황>

사업연도	수행 기관	정부연구비 (백만원)	세부 과제명
2009년	대구광역시 농업기술센터	20	바닷물처리 농산물의 기능성 성분분석 (국책기술개발)
	신안군 농업기술센터	10	바닷물 이용 채소류 병해충방제 실증시험포 운영 및 연사회 (국책기술개발)
2010년	국립농업 과학원	37	바닷물을 이용한 친환경농산물 생산기술 개발 (벼맥류시험연구)
		180	바닷물을 이용한 친환경농산물 생산기술 개발 (농업현장실용화기술개발)

- (5) 최근 바닷물을 활용한 사례로 대구광역시 농업기술센터의 오이, 호박, 참외의 흰가루병 방제, 전라남도 신안군 농가의 양파 노균병 방제, 무안군 농가의 고구마 맛 향상, 농촌진흥청의 뚝새풀 방제 등이 있으며, 이는 현재 연구개발 중에 있거나 일부 적용 중

다. 극지농업 관련 주요 기술 및 연구개발 현황

- (1) 일본은 도심의 빈 건물, 폐창고, 건물의 지하 등을 활용하여 초기 비용을 줄여 전국에 150여개의 식물공장을 운영
- (2) 2010년 남극 세종기지에 식물공장이 설치되었고, 국내 기상이변으로 농산물가격이 급등하여 자연환경과 상관없이 식물을 재배할 수 있는 식물공장에 대한 관심이 사회적으로 높아져 많은 언론사에서 식물공장에 대해 보도하였으며, 국내의 대학과 기업, 연구기관에서 많은 관심을 가지고 연구개발과 적극적인 투자가 현재 이루어지고 있음



<남극 세종기지>

- (가) 남극 세종기지에서는 농촌진흥청에서 제작하여 제공한 컨테이너형 식물공장을 이용하여 보급물자에 의존하던 채소를 자급하며, LED와 형광등으로 상추, 치커리, 새싹채소 등을 재배함
- (나) 식물공장의 유형은 폐쇄형 시설에서 태양광을 이용하지 않는 완전 인공광형과 온실에서 태양광 이용을 기본으로 하고, 인공광을 보완하거나 여름철 고온 억제기술 등을 이용하여 연중생산과 계획생산을 하는 태양광 이용형으로 구분되며, 식물공장은 외부 자연환경에 그다지 영향을 받지 않고, 좁은 땅에서 작물을 대량생산할 수 있다는 특징임
- (다) 현재 식물공장에서 생산되는 상품은 일반 노지재배보다 2배정도 높은 생산비를 보이고 있어, 식물공장의 초기 투자비용과 운영비를 낮추어서 종합적인 생산비용을 낮추어야 하고, 기술적인 측면에서는 식물생리, 재배 노하우, 용액재배관리 등, 공학적인 부분에서는 조명기술 등, 그리고 사업으로서 성공하기 위해서는 상품개발, 마케팅 등 경영전략에 대한 지식이 필요하며, 이를 갖춘 인재의 확보와 육성이 매우 중요함
- (라) 남극에 설치된 식물공장이 정상적으로 가동되면 20피트 컨테이너 하나에서 생산할 수 있는 양은 하루에 1kg 정도로, 연구원 1인이 하루에 50g의 신선채소를 먹을 수 있는 양으로는 충분치 않으나 비타민과 엽록소의 공급에 큰 도움이 될 것으로 기대되고 있으며, 메밀싹, 보리싹 등의 새싹채소는 파종해 일주일이면 생즙용으로 이용 가능하며, 상추, 쪽갓, 케일 등은 약 2개월이 지나면 쌈채소로 이용할 수 있음

(3) Polar Permaculture Solutions: 북극의 지속가능한 농업 솔루션

- (가) Polar Permaculture Solutions은 2015년에 설립된 지오데식 돔(5각형으로 만든 돔)으로 지속가능한 퇴비 시스템을 이용하여 Svalbard섬에 유기농 먹거리를 제공함



<Polar Permaculture Solutions>

- (나) 바다로 버려지거나 소각을 위해 스웨덴으로 운반되었던 Svalbard섬의 폐기물들은 Polar Permaculture 퇴비 시스템을 통해 자연비료로 분해되어 녹차, 콩나물 등의 작물퇴비로 사용됨
- (다) Polar Permaculture에는 10,000개의 붉은 지렁이(red worm)가 토양에 유기농 천연 비료를 효율적으로 만들어 주며, 바다오염 물질을 줄여줌

라. 사막농업 관련 주요 기술 및 연구개발 현황

- (1) 사막국가 이스라엘을 농업수출국으로 만든 Netafim의 수처리 기술
 - (가) 이스라엘은 천연자원이 절대적으로 부족한 나라, 최근 천연가스가 발견되기도 했지만 이스라엘은 석유가 전무한 중동의 몇 안 되는 국가
 - (나) 특히 물 부족문제는 건국 때부터 이스라엘을 괴롭히는 고질적인 문제가 돼 왔음. 건기(3~10월, 8개월)에는 비가 전혀 오지 않아 해마다 6~8월이 되면 심각한 물 부족 현상을 겪음
 - (다) 2000년 이후 인구수 지속적으로 늘어 물 사용량은 더욱 증가
- (2) 50년 이상의 기술개발 역사
 - (가) 해마다 유럽 및 세계 각국에서 이민해 오는 유대인들로 인한 기하급수적 인구 증가에 비해 수자원은 매우 한정
 - (나) 이스라엘은 일찍부터 담수화를 중심으로 한 물 관련 기술 개발에 몰두해 왔으며, 현재 세계 최고 수준의 담수화 기술을 자랑하게 됐음

<이스라엘의 농업 발전 역사(농어촌 공사)>

연도	정책	내용
1951	1차 4개년 농업개발계획	식량 자급 목표
1956	농업개발계획 수정안 발표	식량 자급 달성
1959	농경지 이용 효율화 방안발표	
1960~1970	농촌 확대 정책	안보 차원에서 정착민 유도
1970~1980	농가소득 안정화 정책	정착민 유도 위한 농가소득 향상책
1990~현재	수출농업 정책	유럽의 겨울철 겨냥한 수출농업 육성

(3) 사막국가 이스라엘 환경에 가장 적합한 해결책, 담수화 기술



<네게브 사막으로 연결된 파이프 라인, 1948년>

- (가) 짧은 공사 기간, 적은 면적으로 다량의 수자원 확보 가능
- (나) 이스라엘은 물을 확보하기 위한 노력의 일환으로 지하수 개발, 상·하수 재활용 등 다양한 물 관련 기술이 개발
- (다) 댐 다음으로 다량의 수자원을 비교적 짧은 공사기간으로 확보할 수 있는 해수담수화 기술은 사막국가 환경에 가장 적합한 기술



<점적관수>



<Dripper Emitter 장비>

(4) Netafim사의 점적관수 방법

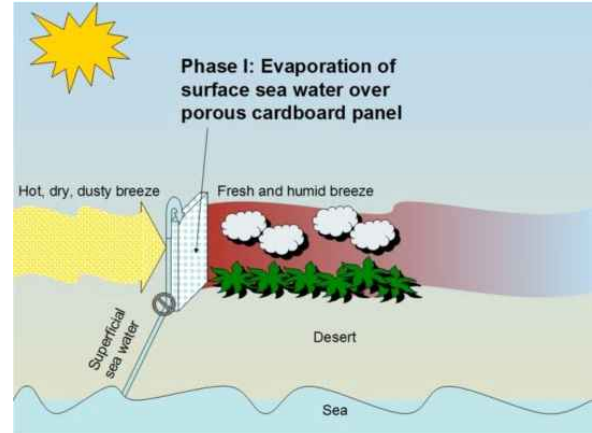
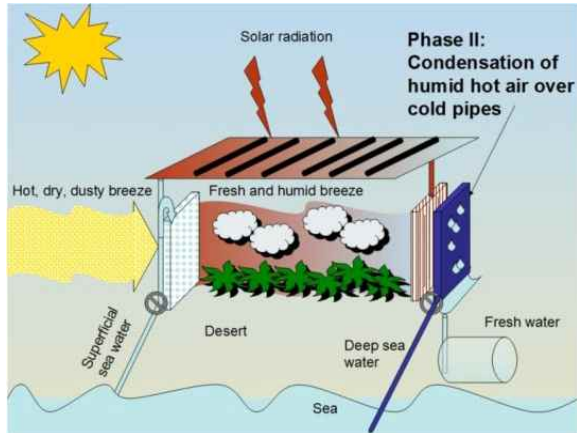
- (가) 수자원을 최대한 효율적으로 활용하고자 물이 지나가는 튜브(파이프)에 조그만 구멍을 내어 여기서 나오는 물방울로 농작물, 화훼 등에 수분을 공급하는 점적(물방울)관수(drip / micro irrigation)기술을 상용화 함
- (나) 이러한 기술은 수자원, 노동력, 에너지, 비료 투입량을 크게 줄일뿐 아니라 농작물의 필요한 부분에 물을 공급함으로써 수확량을 크게 제고할 수 있다는 큰 장점이 있음
- (다) 인도, 중국, 독일, 터키, 멕시코 등 여러 나라에서 추진해 온 점적 관수기술 활용 프로젝트가 성공을 거두었다며, 스프링클러를 활용한 Rain Gun 등 여타 관수방식에 비해 수자원 절감, 수확량 제고 등에서 약 20~40% 개선을 보였음(Cor. Netafim)
- (라) 상기 튜브는 관수 활용 목적에 따라 연한 재질, 딱딱한 재질 등 다양한 종류가 있으며, 튜브 안에 물 공급량을 정확히 통제하는 Dripper를 일정한 간격으로 삽입되어 있음
 - ① Dripper는 물 등에 함유된 이물질이 튜브를 통과하면서 튜브에 난 구멍 주위에 침전됨으로써 튜브의 관수 성능이 저하되는 것을 막기 위해 Netafim사가 개발한 장비로 “Turbulence Grow” 원리를 이용, 지속적으로 물이 회전하도록 함으로써 물의 침전 가능성을 최소화하거나 차단함
 - ② Dripper의 수명은 활용 목적에 따라 1~3년에서 7~10년까지 되는 등 다양한바, 수명이 지난 Dripper는 교체해야 하며, 튜브 가격은 Dripper 수명에 대체적으로 비례함
 - ③ Netafim사에 의하면 튜브에 물을 공급하는 물탱크의 높이 관련, 가령 스프링클러를 활용하는 관수기술인 경우 약 30m 높이의 물탱크가 필요하나, Netafim사의 점적 관수기술의 경우 불과 1m 높이의 물탱크로 관수가 가능한 혁신 기술로 향후 아프리카 등 저개발국에서 활용도가 아주 높을 것으로 예상됨

〈Netafim사 점적관수의 장·단점〉

장점	단점
수자원 활용도 제고	태양에 노출된 파이프의 수명단축
균일한 모양이 아닌 토양에 관수능력 제고	관수용 물에 이물질이 낄 경우 점적 관수 시설이 막힐 가능성
관수를 위한 노동력 감소	적절히 설치가 되지 않을 경우 오히려 수자원 낭비 가능성
비료 낭비 최소화	—
여타 관수방식에 비해 상대적으로 낮은 수압으로 관수를 함으로써 에너지 비용 절감	—

(5) 사막에서 바닷물을 이용한 농업기법

- (가) 20세기의 가장 중요한 자원이 석유였다면, 21세기의 가장 중요한 자원은 물이 될 것
- (나) 물은 식수뿐 아니라 생활용수, 농업용수, 공업용수 등 모든 분야에서 필수 불가결한 자원임. 다만 인구가 늘고 경제가 발전하면서 물의 사용량이 늘어나는 반면 기후 변화와 지하수 고갈로 충분한 수자원 확보에 어려움이 커지면서 점차 많은 국가들이 이를 중요한 자원으로 인식함
- (다) 바닷물을 담수로 바꾸는 해수 담수화 공정은 상당한 비용과 에너지가 든다는 문제가 있음. 따라서 가능하면 비용도 적게 들고 에너지도 태양 에너지 처럼 공짜로 얻을 수 있는 친환경 에너지원을 사용하는 방안이 연구
- (라) 사막에 바닷물을 끌어들여 특수한 증발 장치를 통해서 증발시킴. 낮 동안 사막의 뜨겁고 건조한 기후는 쉽게 물을 증발 시킬 수 있지만 효율을 높이기 위해서는 접촉 표면적을 넓히는 장치가 필요한데, 많은 구멍을 지닌 다공성 막을 통과시켜 이 문제를 해결, 이렇게 증발된 물을 가득 품은 따뜻한 공기는 온실로 들어감. 태양 에너지로 더 따뜻한 온실 내부는 식물과 토양에서 나오는 수증기가 합쳐져 습기가 가득 찬 공기가 됨
- (마) 습하고 따뜻한 공기에서 물을 회수함. 냉각수로 식혀지는 냉각장치를 건너면서 공기 내부의 습기는 응결되어 밖으로는 다시 건조한 공기가 배출됨. 회수한 물은 작물을 재배하는데 사용할 수도 있고 일부는 식수 등 다른 용도로도 사용이 가능함. 이러한 형태의 온실은 외부로 증발되는 물을 잡기 때문에 적은양의 물로도 작물을 재배할 수 있음



<해수 온실의 개념>

4절. 국내 · 외 기술수준 분석

1. 국내외 기술수준 비교

가. 국내외 기술수준 비교

- (1) 국내 스마트팜 관련 분야의 기술수준은 최고기술 보유국 대비 70% 내외의 수준이며, 기술 격차는 6년 내외 수준으로 나타남
- (가) 농림수산식품기술기획평가원에 따르면, 정밀농업, 자동화 · 농업로봇, 스마트 저장 · 유통기술 분야에 해당하는 핵심전략기술의 평균 기술수준은 73.8%로 나타났으며, 최고 기술 보유국과의 기술격차는 6.1년으로 나타남
- ① 정밀농업 기술 분야의 기술수준은 73%로 나타났으며, 최고 기술 보유국과의 기술격차는 6.4년으로 나타남
- ② 자동화 · 농업로봇 기술 분야의 기술수준은 69.4%로 나타났으며, 최고 기술 보유국과의 기술격차는 5년으로 나타남
- ③ 스마트 저장 · 유통기술 분야의 기술수준은 78.2%로 나타났으며, 최고 기술 보유국과의 기술격차는 6.4년으로 조사됨

〈국내 스마트팜 분야 기술수준 현황〉

기술 분야	핵심전략기술	기술 수준 (%)	기술 격차 (년)
정밀농업	첨단 지능형 정밀농업 구현 기술	70.8	5.7
	지능형 농업용수 통합제어 시스템	71.2	6.1
	농림축산 실시간 첨단 기상재해 예측경보 시스템	78.6	4.7
	BIT 융복합 병해충 · 질병 신속진단 기술	71.3	9.0
	시설원예 경영비 절감 및 생산성 향상 기술	73.1	6.3
	평균	73.0	6.4
자동화 · 농업로봇	스마트(완전 제어형) 친환경 식물공장 상용화 기술	81.9	3.2
	첨단 친환경 동물복지형 축사 개발	58	7.1
	농림축산 활용 로봇 기반 기술	68.4	4.8
	평균	69.4	5.0
스마트 저장 · 유통 기술	신선 농축산물 수확 후 관리 및 선도유지 저장유통기술	74.3	6.4
	농산물 안전생산 및 위해요소 안전관리기술	81.3	5.6
	전주기 축산식품 안전관리 체계구축 기술	81.4	6.9
	농산물(농식품) 생산단계 안전성 조사 및 품질관리 기술	75.8	6.8
	평균	78.2	6.4
전체 평균		73.8	6.1

- (2) 세계는 자국의 농업 특성에 적합한 스마트팜 시스템 개발을 위해 경쟁하고 있으며, 국가별로 자국의 농업 특성에 따라 스마트팜 관련 기술분야별 기술수준 및 중점추진분야가 상이함
 - (가) 일반적으로 미국과 네덜란드가 스마트팜 분야의 최고 기술 보유국으로 분석됨
 - ① 미국은 정밀농업, 원격 모니터링 및 (자동)제어, 농업로봇 관련 분야를 중심으로 세계 최고수준의 기술을 보유
 - ② 네덜란드는 시설원예와 축산시설 관련 스마트팜 기술 분야를 중심으로 세계 최고 수준의 기술을 보유
- (3) 농업 관련 선진국과의 기술격차를 따라잡기 위해서 우리나라의 발달된 IT를 농업에 융합시키는 스마트농업 기술에 대한 관심이 급증하고 있으나, 국내의 경우 세계 최고 수준의 IT 경쟁력에도 불구하고(IT 인프라 및 속도는 선진국 대비 120%의 수준), 아직까지 사업성 미흡, 기존 관행 유지 및 인식부족 등으로 IT의 농업분야 적용은 아직 초기단계에 머물고 있는 실정임.
- (4) 또한, 분야별 편중이 심각하여 대부분의 스마트팜 분야 R&D는 시설원예 부문의 환경 및 작물 모니터링과 환경제어 기술에 치중되어 있음
- (5) 따라서 다양한 ICT 기술이 농업 분야에 접목될 수 있도록 연구 및 산업 생태계 조성 필요함
 - (가) 노지 농업의 경우, 과수 농업을 제외한 곡물 및 채소 경작을 위한 스마트팜 기술 개발 및 보급 미비
 - ① 곡물 및 노지 채소의 경작 생산성 향상 및 노동 부담 완화를 위한 기술개발 미흡
 - (나) 국내 시설원예의 대부분을 차지하고 있는 단동 비닐하우스용 복합환경제어를 위한 추가적인 기술 개발 필요
 - ① 현재 단동 비닐하우스의 경우 간편관리 기능만 적용 가능, 단동 비닐하우스의 생산성 증대를 위한 정밀농업 구현 기술 추가 개발 필요
 - (다) 축산 분야의 경우 환경관리 기술은 보급이 진행되고 있으나, 사양관리 및 질병감시 기술 보급 미비
 - ① 사료급여, 사육환경 관리 기술은 보급이 진행되고 있으나, 가축 개체별 사양관리 및 질병발생 감시 및 조기진단을 위한 방역 시스템 기술개발 필요
 - (라) 축산 분야의 경우 환경관리 기술은 보급이 진행되고 있으나, 사양관리 및 질병감시 기술 보급 미비
 - ① 사료급여, 사육환경 관리 기술은 보급이 진행되고 있으나, 가축 개체별 사양관리 및 질병발생 감시 및 조기진단을 위한 방역 시스템 기술개발 필요
 - (마) 저장·유통 분야의 경우 개별 농가에 설치된 저온저장고의 환경 모니터링 및 제어 기

술 개발 필요

- ① 2만 여개에 달하는 국내 농가의 저온 저장고의 경우, 기본적인 온습도 관리만 이루어지고 있는 상황에서 농산물의 스마트한 저장을 위해 정밀한 스마트 저장고 모델 개발 필요

나. 분야별 기술수준 비교

- (1) 첨단 지능형 정밀농업 구현 기술의 세계 최고 수준 기술 보유국은 미국과 네덜란드로 최고 기술 대비 79.0%로 평가되었으며, 그 뒤로 일본(74.5%)과 독일(72.1%)이 존재하며, 한국의 경우 55.9% 수준으로 도입기에 해당
 - (가) 최고 기술 보유국인 미국·네덜란드와 한국 간의 기술격차는 '14년 5.7년으로 나타났으나, '19년에는 3.1년으로 감소할 것으로 예상
 - (나) 미국과 네덜란드는 선진농업기술을 적용 중에 있으며, 한국은 도입기로서 선진국의 기술을 빠르게 추격하고 있음
 - (다) 첨단 지능형 정밀농업 구현 기술 기술의 경우 ICT기술의 성숙도는 높은 편에 속하나 산업에 적용하기에는 부족한 부분이 존재하므로, 고도의 기술 적용과 함께 이를 활용하는 수요자 및 지원기관과의 유기적인 협력 필요
- (2) 지능형 농업용수 통합제어 시스템의 세계 최고 기술 보유국은 네덜란드(86.9%)로 평가되었으며, 그 뒤 미국(82.9%), 독일(80.8%)이 존재하며, 한국의 경우 61.9% 수준으로 도입기 단계에 해당
 - (가) 최고 기술 보유국인 네덜란드와 한국 간의 기술격차는 '14년 6.1년으로 나타났으나, '19년에는 3.4년으로 감소할 것으로 예상
 - (나) 네덜란드는 관개시설이 원활하게 정비되어 있어 수량 및 수질관리가 일관되고 효율성이 높은 것으로 평가받고 있으며, 한국은 선진국의 기술을 빠른 속도로 추격하여 선진국보다 기술향상 정도가 월등한 것으로 분석
 - (다) 현재 국내에도 물 관리정보 유통시스템을 운영하고 있으나 제공되는 정보가 기초자료에 불과하여 실제 농업 현장 활용에 한계가 있는 상황에서 정부의 R&D 투자가 미비한 실정임
 - (라) 높은 ICT 기술수준으로 인해 국내 농업용수의 원격 모니터링은 세계적 수준이나 농업용수의 특수성을 반영한 통합 관리를 위한 연구 미흡
 - (마) 국내 농업용수 공급원의 수량, 수질 정보에 대한 통합 관리 및 가뭄 대비 농업용수의 효율적 관리 방안 수립 등 농업 현장에서의 활용을 위한 기초, 응용 연구 지원 필요
- (3) 농림축산 실시간 첨단 기상재해 예측경보 시스템의 세계 최고 기술 보유 국가는 일본(86.1%)으로 평가되었으며, 그 뒤로 미국(85.9%), 독일(81.5%)이 존재하며, 한국은 67.7% 수준으로 도입기에 해당

- (가) 최고 기술 보유국인 일본과 한국 간의 기술격차는 ‘14년 4.7년에서 ‘19년 3.6년으로 감소할 것으로 예상
 - (나) 일본은 국가 자체적으로 관측망을 운영하며 오랜 노하우를 축적한 결과 동 기술 분야의 최고 기술을 보유한 국가로 평가되었으며, 한국과 중국은 선진국의 기술수준을 빠르게 추격하고 있는 것으로 분석
 - (다) 국내의 경우 기상재해에 대처하기 위한 기본적인 모니터링이 매우 부족한 실정임. 특히, 기상데이터는 추적되어 관리되고 있으나 기상데이터와 농림축산 데이터와의 연계 분석이 이루어지고 있지 않아 이에 대한 연구가 시급하며, 기상재해 모델링 기법 및 경보시스템 개발이 필요
 - (라) 향후 농업용 위성 발사에 대비하여 위성, 해상, 지상 레이더의 관측 정보를 활용한 수치모델링 및 연관 분석기술 고도화가 필요
- (4) BIT 융복합 병해충·질병 진단기술의 세계 최고 기술 보유국은 미국(90.4%)으로 평가되었으며, 그 뒤로 일본(76.7%), 영국(75.5%), 네덜란드(74.6%)가 추격 중에 있으며, 한국은 64.5% 수준으로 도입기에 해당
- (가) 최고 기술 보유국인 미국과 한국 간의 기술격차는 ‘14년 9.0년으로 나타났으나, 5년 후인 ‘19년에는 5.7년 수준으로 감소할 것으로 예상
 - (나) 미국은 BIT 융복합 병해충·질병 진단기술 관련 최고기술 보유국으로 무인 항공기를 이용하여 병해충 예찰 시스템을 활용하고 있는 등 2위 그룹인 일본(76.7%), 영국(75.5%), 네덜란드(74.6%)와도 10% 이상의 격차를 보유
 - (다) 국내의 경우 BIT 융복합 병해충·질병 진단기술에 대한 기초연구가 부족한 상황에서 향후 벼, 인삼 등 식량자원 확보 및 부가가치가 높은 작물을 중심으로 기초연구와 함께 장기적인 진단기술 개발 지원이 필요
- (5) 시설원에 경영비 절감 및 생산성 향상 기술의 세계 최고 기술 보유 국가는 네덜란드(91.8%)로 평가되었으며, 한국은 68.2% 수준으로 성장기에 해당
- (가) 동 기술의 최고 기술 보유국은 네덜란드(91.8%)로 후발 주자인 독일(78.3%), 일본(77.1%), 영국(76.3%)와의 격차가 상당한 것으로 나타나며, 한국의 기술수준은 68.2%로 기술발전단계는 성장기
 - (나) 최고기술 보유 국가인 네덜란드와 한국 간의 기술격차는 ‘14년 6.4년에서, ‘19년 3.6년으로 감소할 것으로 예상
 - (다) 네덜란드는 경제성을 고려한 시설 에너지 절감 기술을 중점적으로 연구하는 것으로 나타났으며, 우리나라는 선진국 보다 기술향상 정도가 컸으나 중국보다는 작은 것으로 분석
 - (라) 국내의 경우 일부 선도적 농가 및 영농법인에서 세계 최고 수준의 시설과 기술을 도입하여 활용하고 있으나, 소규모 가족중심의 국내 시설농가에 대한 획일적인 전자동 복합환경관리 시스템 보급에는 한계

(마) 국내 소규모 시설농가에 적합한 시설 모델 및 재배환경관리기술 개발이 필요

(6) 스마트(완전제어형) 친환경 식물공장 상용화 기술의 세계 최고 기술 보유국은 네덜란드(82.8%)로 평가되었으며, 그 뒤로 일본(81.8%), 미국(75.5%)이 존재하며, 한국의 기술수준은 67.8%으로 도입기에 해당

(가) 최고 기술 보유국인 네덜란드와 한국 간의 기술 격차는 '14년에 2.9년으로 나타났으나, 5년 후인 '19년 1.4년으로 감소할 것으로 예상되며, 향후 선진국의 기술을 빠른 속도로 추격하여 '19년에는 영국보다 앞선 수준을 보유할 것으로 전망

(나) 네덜란드는 자국내 시설농업을 통해 축적된 다양한 환경제어 기술력을 바탕으로 스마트(완전제어형) 친환경 식물공장 상용화 기술 분야에서도 세계 최고 수준의 기술을 보유

(다) 국내의 경우 시설원에 분야를 중심으로 관련 기술개발이 추진되며 식물공장 운영에 필요한 H/W 기술은 확보가 되었으나, 관련 S/W의 개발 지연으로 현재 도입 초기 단계에 정체

(7) 첨단 친환경 동물 복지형 축사 개발의 세계 최고 기술 보유국은 네덜란드(82.9%)로 평가되었으며, 그 뒤로 독일(79.0%), 영국(78.5%)이 존재하며, 한국의 기술수준은 48.1%로 개발기 단계에 해당

(가) 최고 기술 보유국인 네덜란드와 한국 간의 기술 격차는 '14년 7.1년에서 '19년 4.6년으로 감소 예정

(나) 네덜란드를 비롯한 독일(79.0%), 영국(78.5%) 등 유럽 국가들이 첨단 친환경 동물 복지형 축사 분야 기술을 선도하고 있는 것으로 보이며, 특히 네덜란드는 오랜 기술 축적과 IT 산업과의 연계를 통해 최고 기술 보유국에 오른 것으로 추정

(다) 현재 협소한 경지면적 등 불리한 환경 여건과 생산성 위주의 가축관리 틀에서 벗어나지 못하고 있는 실정이며, 이를 해결하고자 해외 기술을 벤치마킹하되 사계절의 환경 특성을 고려한 한국형 첨단 친환경 동물복지형 축사 개발이 시급

(라) 국내의 경우 협소한 경지 및 축사 면적 등 환경여건이 불리하고 생산성 위주의 가축 관리에 치중되어 첨단 친환경 동물 복지형 축사 개발과 관련하여 기초적인 기술개발 시험단계 수준에 불과

(8) 농림축산 활용 로봇 기반 기술의 최고 기술 보유 국가는 미국(89.9%)으로 평가되었으며, 그 뒤로 일본(86.0%), 독일(79.6%)이 존재하고, 한국은 현재 61.5%의 기술수준을 보유하며 도입기에 해당

(가) 최고 기술 보유 국가인 미국과 한국 간의 기술 격차는 '14년 4.8년으로 나타났으나, 5년 후인 '19년에는 3.0년으로 감소할 것으로 예상

(나) 미국은 넓은 농지를 기반으로 오래 전 부터 농업 관련 자동화 시설을 개발한 결과 현재 최고 기술을 보유한 국가로 평가

- (다) 국내의 경우 산업용 로봇 기술은 상당한 수준에 있으나, 농림축산용 로봇은 단편적인 자동화 수준에 머물러 있고 산업용 로봇 기술을 농림축산용으로 융복화하려는 노력 미흡으로 기술수준 향상에 한계
- (9) 신선 농축산물 수확 후 관리 및 선도유지 저장유통기술의 최고 기술 보유국은 미국(88.2%)으로 평가되었으며, 그 뒤로 네덜란드(88.1%), 독일(84.1%)이 존재하며, 한국은 67.1% 수준으로 성장기에 해당
- (가) 최고 기술 보유국인 미국과 한국 간의 기술 격차는 ‘14년 5.0년으로 나타났으나, 5년 후인 ’19년에는 3.3년으로 감소할 것으로 예상
- (나) 미국은 장거리 수송을 위한 콜드체인 시스템이 구축되어 있으며, 이로 인해 수확 후 관리 및 선도유지 저장유통기술을 위한 최고 기술 보유국으로 평가
- (다) 국내의 경우 저온저장기술 이외에는 기술개발이 미흡하며, 품목의 품질 특성에 대한 이해가 부족하여 기술의 현장 적용에 한계
- (라) 이에 향후 수확 후 즉각적인 선도를 유지시킬 수 있는 기술과 저장 품질 및 기간을 향상시킬 수 있는 기술에 대한 우선 지원이 필요하며 산지에서부터 큐어링, 패킹하우스, 저온저장, 유통망 등 요소기술의 집적화·연계화 중요
- (10) 농산물 안전생산 및 위해요소 안전관리기술의 최고 기술 보유 국가는 미국(88.3%)으로 평가되었으며, 그 뒤로 독일(84.8%), 네덜란드(84.3%)가 존재하며, 한국의 기술 수준은 71.8%로 도입기에 해당
- (가) 최고 기술 보유국인 미국과 한국 간의 기술 격차는 ‘14년 5.6년에서 ‘19년 3.6년으로 감소할 것으로 예상
- (나) 미국은 최대 규모의 농산물 시장을 보유하며 안전관리 기술에 대한 연구가 활발한 배경에 기반을 두어 최고 기술 보유국의 확보
- (다) 국내의 경우 독성평가 및 잔류농약 검출기술 등 위해요소를 진단, 분석하는 기술은 발달이 되어 있으나 오염제거 저감 기술은 상대적으로 미흡
- (11) 전주기 축산식품 안전관리 체계구축 기술의 최고 기술 보유국은 독일(88.3%)로 평가되었으며, 그 뒤로 미국(87.1%), 호주(85.0%) 등이 존재하고, 한국의 경우 71.9%의 수준으로 성장기 단계에 해당
- (가) 최고 기술 보유국인 독일과 한국 간의 기술 격차는 ‘14년 6.9년이나, 5년 후인 ‘19년 에는 4.6년으로 감소할 것으로 예상
- (나) 국내의 경우 체계적인 축산물 위생관리 시스템 구축을 위해서는 축산물 및 도축장의 위생처리에 대한 기술 개발이 시급
- (12) 농산물 생산단계 안전성 조사 및 품질관리 기술의 최고 기술 보유국은 미국(93.3%)으로 평가되었으며, 그 뒤로 네덜란드, 프랑스(이상 87.8%)가 적은 격차로 추격하고 있었으며, 한국은 70.7% 수준으로 성장기에 해당

- (가) 최고 기술 보유국인 미국과 한국 간의 기술 격차는 ‘14년 6.8년이었으며, 5년 후인 ’ 19년 4.6년으로 감소할 것으로 예상
 - (나) 식품 안전에 대한 높은 시스템적 완성도, 높은 국가적 지원 및 국민의식 수준을 보유한 미국이 최고 기술 보유국으로 평가되었으며, 한국과 중국이 빠른 속도로 선진국을 추격하고 있는 추세
 - (다) 국내의 경우 현재 선진국을 모방하는 단계로 관련 기술분야 내에서 선진국의 기술 및 특허 선점으로 기술 확보에 한계
- (13) 농업 분야의 4차 산업 혁명의 주요 키워드에 따른 국내와 선진국의 기술내용에 대한 비교는 다음과 같음

기술내용	국내	선진국
○ ICT 기기 표준화	○ ('16) 단체표준 25종 → ('20) 국가표준 12종, 국제표준 3종	○ 글로벌 시장의 선점으로 표준을 대체
○ 스마트온실 모델	○ ('16) 1세대(편의성) → ('18) 2세대(생산성) → ('20) 3세대(수출형)	○ 자재의 규격화로 표준모듈 자동설계
○ 온실 정밀 생산기술	○ 온실 복합환경제어기 및 양액공급기 국산화 ○ 작물자동생육측정 및 정밀수분모니터링 시스템 국산화	○ 열병합 발전 시스템 적용으로 에너지 절감 ○ 반밀폐 온실의 상용화로 생산성을 높임(200kg/3.3m ²)
○ 스마트팜 모델 및 핵심기술	○ 편이성 향상 스마트팜 1세대 모델 보급 단계 - 원격 모니터링 및 제어 ○ 시설 하우스 냉난방 등 단위 기술 개발 및 보급	○ 클라우드 기반 서비스 제공(KSAS, 아키사이 등) ○ 대단위 시설온실 복합환경제어(내외기 환경 및 양수분 등) 시스템 상용화
○ ICT 융복합기술 개발	○ ICT기기 단체표준 제정 및 검증기준 마련 ○ 이미지 프로세싱 기반 영상판독	○ 농자재의 국제규격화로 스마트팜 시스템 수출 ○ 딥러닝 이용 생체 영상 정보의 정밀 판독
○ 농작업 자동화 로봇화 기술개발	○ 상용화된 접목로봇 보급 ○ GPS기반 제초로봇 실용화 단계	○ 자율직진 주행장치 보급 ○ 차량계 농업 로봇 실용화 단계
○ 사과 과원 기계화 및 계측을 통한 정밀 관리	○ 기계화 범위 및 수준 - 약제살포(SS기) 위주 기계화로 매우 제한적 ○ 계측 및 정보 활용 수준 - 주로 기상정보 대상 계측 - 관수 등 단순 제어 실시	○ 기계화 범위 및 수준 - 전정, 적과, 수확, 약제살포 등 전 과정 기계화 추진 ○ 계측 및 정보 활용 수준 - 생체정보 등 다양한 정보 수집 - 기상재해 예방, 적과 의사 결정 등 다각적으로 정보 활용
○ 육묘 산업 기반 구축(육묘 전용 온실 및 환경관리 시스템)	○ 기술개발 현수준 70% → 목표 90%	○ 기술최고보유국: 일본, 네덜란드
○ 육묘 생산 시스템 및 자동화 기술	○ 기술개발 현수준 70% → 목표 90%	○ 기술최고보유국: 일본, 네덜란드
○ 클라우드 기반 모종 생산 및 경영 관리 시스템	○ 기술개발 현수준 70% → 목표 90%	○ 기술최고보유국: 일본, 네덜란드

다. 주요국의 스마트팜 기술개발

- (1) 주요국의 스마트팜 관련 기술개발은 ‘농작업의 자동화’와 ‘스마트팜 통합제어 시스템’ 관련 기술개발에 집중
- (2) 국가별로 자국의 농업 특성에 따라 스마트팜 관련 기술분야별 기술수준 및 중점추진분야가 상이함
 - (가) 미국은 대규모 경작지의 효율적 관리를 위한 농업로봇 개발에 집중
 - (나) EU는 정밀농업과 정밀농업 구현을 위한 통합제어시스템 관련 기술개발과 함께 농업로봇 관련 기술개발 중점 추진
 - (다) 일본은 원격탐사, 기상재해 예측, 농업용수관리, 농기계 자동화 등 스마트팜 구현을 위한 세부 요소기술개발과 함께 농업로봇의 실증 분야에 집중

<미국의 스마트팜 관련 R&D 프로그램>

프로그램명	프로그램 상세 내용
로봇공학 이니셔티브 농업 분야 R&D Program	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 통합 작물 및 해충 관리를 위한 나뭇잎·토양 샘플 자동수집 로봇 ▪ 상이한 지형과 토양 조건에서 농업생산량 증대를 위한 인간 협업형 농업로봇 플랫폼 개발 ▪ 로봇-인간 및 로봇-환경 인터페이스 핵심 기술 개발

<EU의 스마트팜 관련 R&D 프로그램>

프로그램명	프로그램 상세 내용
ICT-AGRI (EU)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 곡물 및 축산 분야 정밀농업 ▪ 실내 기후통제 및 품질통제 자동화 ▪ 농업분야 로봇활용 ▪ 농장관리 및 정보시스템 개발
Smart Agri-Food (EU)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 스마트 농업 : 농장 경영 및 운영 관리, 의사결정 지원 ▪ 스마트 농업 물류 : 스마트 농업 물류 관련 품질 관리, 추적 및 폐기물 감소 ▪ 스마트 농식품에 대한 인식 제고 : 농식품 정보 제공
Robotics Advance for Precision Farming (EU)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 자동/반자동 농업 차량, 정교한 센서 등 정밀농업을 위한 로봇 시스템 구현 ▪ 작물 센서, 가축 관리 및 수확 농산물 추적, 위성 관측 등 농업 프로세스 최적화 ▪ 분류, 포장 수확, 파종 및 재배 작업을 수행하는 디지털 제어 농기구, 무인 운송 수단 등 농업로봇
Programma Precisie Landbouw (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 센서, 의사결정 지원 시스템, 자동화 차량 등 농업 관련 분야에 ICT 기술을 적용한 정밀농업 연구 추진

<일본의 스마트팜 관련 R&D 프로그램>

프로그램명	프로그램 상세 내용
고품질·생력화 동시 달성 시스템 (SIP)	<ul style="list-style-type: none"> 원격 탐사 활용 대규모 농장 관리 기상 재해 방지 시스템 자동 물 관리 제어 기술 및 물 분배 시스템 농기계 자동화·지능화 농장 관리 시스템 정밀 가축 개체 관리 시스템
로봇기술 도입 실증사업	<p>[생산현장 분야]</p> <ul style="list-style-type: none"> 과일 선별 작업 및 상자 포장 자동화 기술 농산물 자동 추수 로봇 시설 원예 환경 제어 통합 시스템 중산간 지역을 고려한 제조 로봇 개발 <p>[실증 분야]</p> <ul style="list-style-type: none"> 자동주행 농기계, 수확기 및 운반기 자동화 기술, 시설원예 고도 환경제어기술 딸기 수확 로봇, 자동 판별 로봇 등

2. SWOT 분석

가. 차세대 스마트팜 핵심기술 및 모델 개발

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> 백색혁명으로 대변되는 비닐 온실 기술 보유 세계적 수준의 ICT 기술 경쟁력 보유 세계 최고 접목묘 생산 기술 보유 과종기 및 접목로봇 등 국내 자체 기술 보유 	<ul style="list-style-type: none"> 농업 선진국 대비 정보 수집 인프라 및 빅데이터 기반 미흡 농업 ICT 기자재 업체의 영세성 농업 생산 인력의 고령화 육묘 농가 고령화 육묘 농가 영세화 및 스마트(4차산업혁명) 관련 기술 이해도 부족
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> 농업의 4차 산업혁명은 스마트팜이 선도한다는 부처 인식 공유 청장년층의 귀농 귀촌 증가 중아시아 등 개도국에서 우리나라 농자재에 대한 관심 증가 육묘 농가의 2세대 진입 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 일본, 네덜란드 등 농업 선진국 스마트팜 시스템 국내 보급 계획 추진 국내 스마트팜 시장 수요 미흡 푸드 마일리지 등 대외 수출 기회 감소 농촌 인구 고령화 및 인건비 상승

구분	추진전략
공격전략(SO) (강점 + 기회)	<ul style="list-style-type: none"> 2세대 스마트팜의 생산성 향상 및 쉬운 농업 비즈니스 모델제시, 귀농 활성화 및 정착 지원 3세대 스마트팜 기술 개발로 한국형 모델의 수출 및 글로벌화 추진 접목묘 생산 기술의 4차 산업혁명 기술 도입으로 전 세계 접목묘 생산 기술 선도
우회전략(ST) (강점 + 위협)	<ul style="list-style-type: none"> 기술 수준별 단계적 스마트팜 모델 개발로 국외 농업 시스템 도입 대응 설치 비용이 저렴한 비닐온실 스마트팜으로 국내 농가 구매 수요 확보 노동 인구 부족 및 인건비 상승에 따른 모종 생산 규모화 및 자동화 기술 개발
만회전략(WO) (약점 + 기회)	<ul style="list-style-type: none"> 클라우드 컴퓨팅 기반 인공지능 의사결정 시스템 개발로 농업선진국 추격 농업 빅데이터 시스템, 인공지능 기술 확보로 개도국 대상 생산성 향상 스마트팜 시스템 수출 육묘 농가 2세대 중심의 4차 산업혁명 신기술 조기 적용 및 확대
생존전략(WT) (약점 + 위협)	<ul style="list-style-type: none"> 농작업 자동화를 통한 농촌 고령화 대비 및 힘든 농작업 이미지 탈피로 청장년층 귀농 유도 국가기관이 주도하여 빅데이터 인프라를 구축하여 해외 민간 업체로 국내 농업환경 정보 유출 대응 모종 생산 자동화를 향상을 제고

나. 스마트팜 생산성 향상을 위한 정밀생산기술 개발

강점 (Strength)	약점 (Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> ICT기술 발달 시설자재가 저렴한 가격대비 품질이 뛰어남 시설원예의 기술 숙련도가 뛰어남 과수 집약농업을 통한 고품질 생산 	<ul style="list-style-type: none"> 제품 개발기간이 짧아 안정도가 떨어짐 제조사 규모가 영세하고, 기술 개발 투자가 미미함 뚜렷한 사계절로 온실에 다양한 작동기가 필요함 많은 인력 투입이 요구됨
기회 (Opportunity)	위협 (Threat)
<ul style="list-style-type: none"> 좁은 국토에 넓은 온실 면적을 가짐 중국 및 일본의 큰 소비 시장을 가짐 한국은 시설원예 강국으로 인식되고 있음 과수원 경영자의 기술 수준이 높음 개발 기술의 확대 적용이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 북핵 위기로 인한 국가 신용도 하락 검증된 네덜란드 온실 기술 및 기자재 중국 시설원예 기술의 성장 및 상품화 농촌인구 고령화로 인력부족 심화

구분	추진전략
공격전략(SO) (강점 + 기회)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가 투자로 인한 빠른 기술 개발 및 안정화 ▪ 온실 플랜트 수출로 시설자재 시장 확대 ▪ 정밀농업 기술의 신속한 도입을 통한 품질향상 및 과수분야 경쟁력 강화
우회전략(ST) (강점 + 위협)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가격 대비 높은 성능을 기반으로 신규수출시장 개척 ▪ ICT 기술 기반 신규 제품 개발 및 보급 ▪ 기계화, 정밀화 기술을 통한 노동 인력 대체 기술 개발
만회전략(WO) (약점 + 기회)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 아시아 온실 자재 시장에 적극적으로 진출 ▪ 다양한 환경제어 자재 개발 및 보급을 통한 기술적 축적 ▪ 고도의 생산기술을 가진 전문가 양성 및 과원관리 자동화 기술의 조기 보급을 통해 경쟁력 확보
생존전략(WT) (약점 + 위협)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내 스마트팜 온실 제어기 보급에 국산 자재로 한정 ▪ 온실 자재 시장의 아시아 불록화(표준화) ▪ 스마트 과원관리를 통한 노동력 부족 해소

제 3 장 중장기 연구개발 계획

1절. 추진 목표 및 전략

1. 추진목표

- 가. 첨단기술 융복합 스마트팜 핵심기술 개발
- 나. 세계 최고 수준의 한국형 스마트팜 표준모델 개발
- 다. 표준 및 개방형 플랫폼 기반 스마트팜 통합제어기술 개발
- 라. 한국형 스마트팜의 플랜트 수출 기반 조성
- 마. ICT 융합 스마트팜 기술 개발 및 글로벌화
- 바. 스마트팜 시설원예의 기술 우위 확보(온실, 식물공장)

2. 추진전략

- 가. 작물 및 가축의 스마트 센싱, 빅데이터 분석, 자동화 및 지능화 기술 개발
- 나. 표준화 및 개방형 플랫폼 기반 스마트팜 통합관리시스템 개발 및 현장실증
- 다. 시설원예, 축사, 버섯사, 농경지 등 적용 분야별 모델 개발 및 현장실증
- 라. 한국형 스마트팜 모델 및 핵심기술 개발
- 마. ICT 융복합 기반 기술 개발
- 바. 농작업 자동화·로봇화 기술 개발
- 사. 시설원예 국가 투자로 인한 빠른 기술 개발 및 보급을 통한 경쟁성 확보
- 아. 온실 제어기 및 플랫폼의 아시아 표준화를 통한 시장 블록화를 통한 시장 확대 및 경쟁력 확보
- 자. 공정육묘 시장 규모 확대 : ('18) 2,400 → ('22) 3,000억원
- 차. 모종 및 육묘 기자재 수출 확대 : ('18) 10 → ('22) 100억원
- 카. 공정육묘 전과정 자동화 기술 확립 : ('18) 50 → ('22) 90%
- 타. 공정육묘장 자동화 보급을 향상 : ('18) 30 → ('22) 60%
- 파. 육묘 산업 기반반 구축 및 자동화를 향상과 조기 보급을 위한 산(한국육묘산업연합회)·학(대학, 한국공정육묘연구회)·관(농촌진흥청) 협업을 통한 역할 정립과 이행과제 실행. 육묘 농가 2세대 중심의 4차 산업혁명 기술 적용 및 조기 확산
- 하. 대내(기관고유사업과 중복성 회피 및 연계) 및 대외(농식품부, 출연연, 도원 등과의 역할 분담 및 협의체 구성·운영) 협력 강화를 통한 개발 기술, 플랫폼, 모델의 조기 현장적용 및 확산유도

2절. 추진체계

1. 정부기관 및 단체와의 역할분담

가. 첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발 사업의 추진은 사업주관 부처인 농촌진흥청을 중심으로 농촌진흥청 소속기관, 농림수산식품부 및 국내 대학, 출연(연), 산업체, 도원과의 협력을 통해 수행 예정

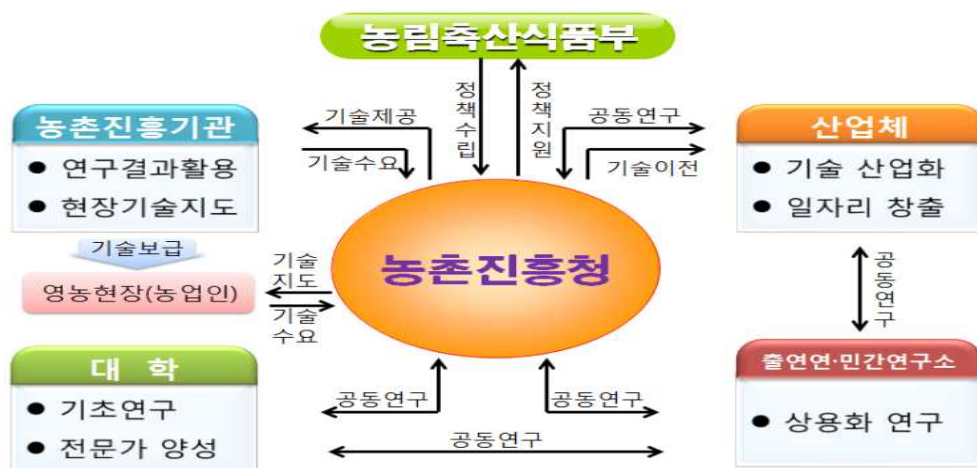
(1) 사업 주관부처인 농촌진흥청과 농촌진흥청 소속기관은 사업의 기획·관리, 핵심기반기술 개발 및 현장실증, 지자체 보급 지원 등을 담당

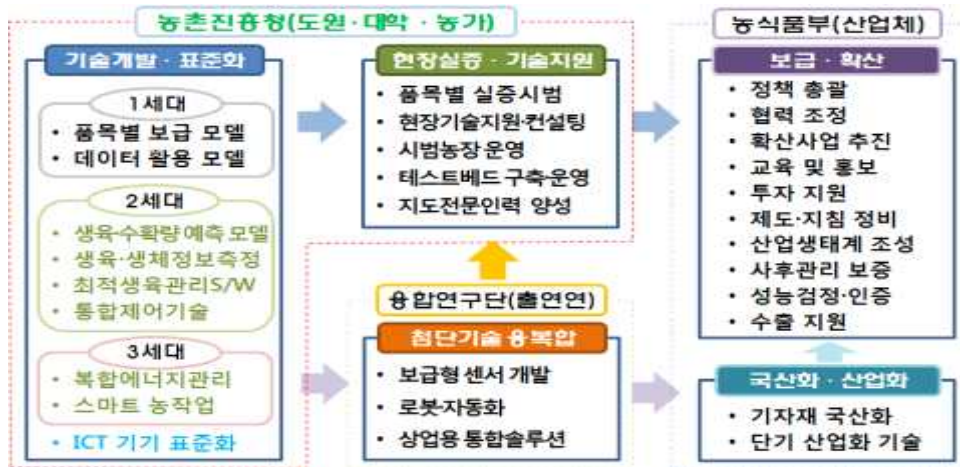
(가) 농촌진흥청은 사업 기획·관리, 성과확산 및 지자체 보급 지원을 담당

(나) 농업과학원, 원예과학원, 축산과학원 등 농촌진흥청 소속기관에서는 한국형 스마트팜 표준모델의 개발·구축 및 지능형 농업생산성 향상 핵심기술의 개발 및 현장 시범·실증을 수행

(2) 유관부처인 농림수산식품부에서는 융복합 차세대 스마트팜 보급과 관련된 정책수요 발굴, 표준화·산업화 및 보급 확산을 위한 정책 개발과 함께 IPET을 활용한 산업화 R&D 지원을 담당

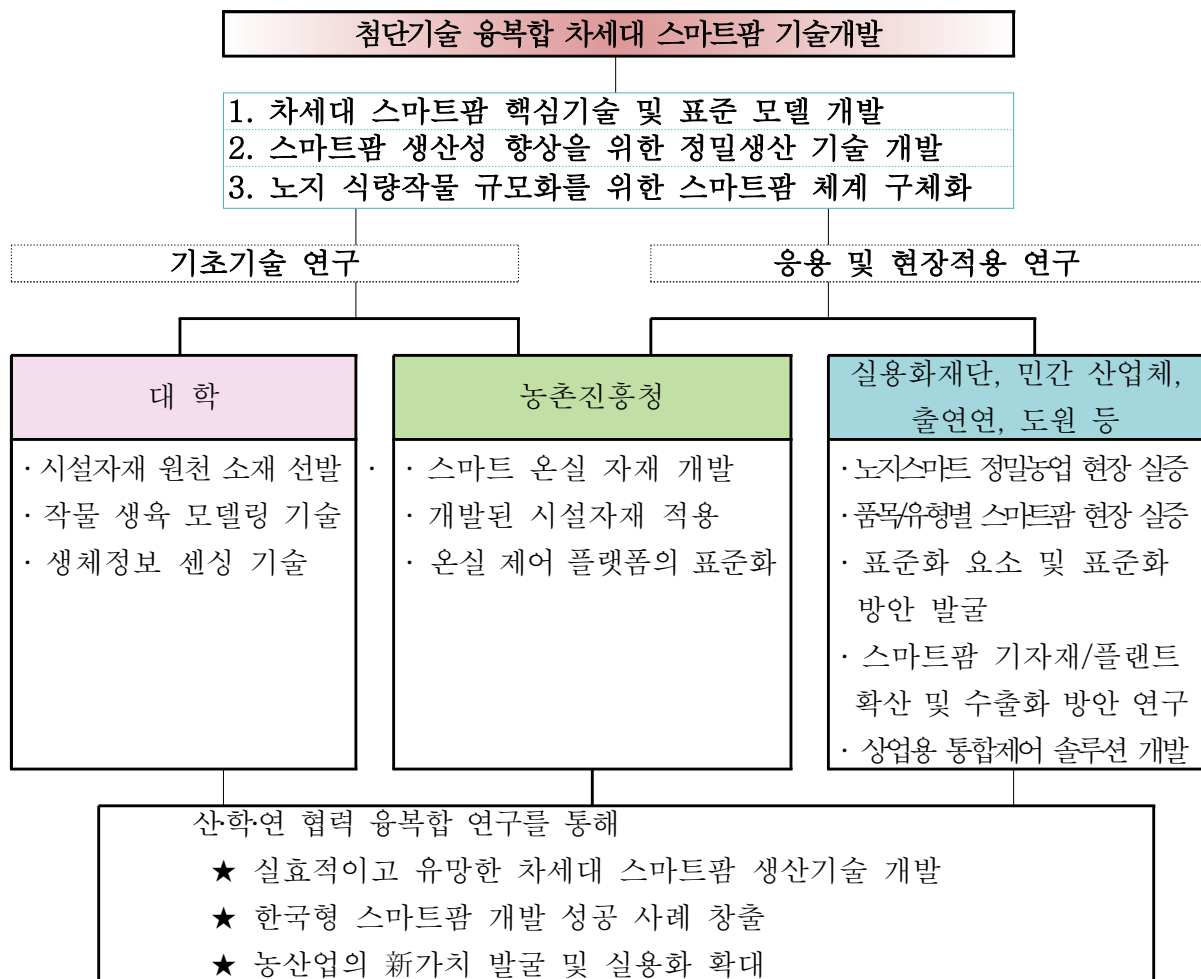
(3) 국내 대학 및 출연(연), 산업체, 도원 등에서는 농촌진흥청 소속기관과 연계하여 차세대 한국형 스마트팜 핵심기술(스마트 센싱·빅데이터 분석·인공지능 기반 통합제어 등)의 기초 및 고도화, 표준화 확산 및 실증, 산업화 연구 수행에 협력





* 농식품부 주관으로 농진청·출연연 등의 ‘스마트팜 R&D 공동 협의체’ 구성·운영(‘16.2~)

2. 연구개발 추진체계



3절. 선행사업과의 차이

1. 기존 사업과의 연계성, 차별성

가. (기술수준) 기존(1단계) 사업에서 추진한 단체표준 및 핵심기술의 고도화로 선도국의 기술수준을 이루고, 품목별·유형별 적용기술의 개발 확대 및 시범실증을 통해 현장 적용성을 향상

* 세계최고 기술보유국(네덜란드, 미국) 대비 기술수준 : ('16) 80%→ ('23) 95%

나. (연구내용) 인공지능·IoT·빅데이터·로봇 활용 차세대 스마트팜 핵심·원천 기술(설계, 모니터링, 통합제어, 지능형 생육관리·의사결정 지원 서비스) 확보, 한국형 스마트팜 2세대·3세대 표준모델, 품목별 보급모델 개발 및 현장실증으로 세계적 수준의 스마트팜 기술 및 산업화 기반 구축

다. (사업화단계) 4차 산업혁명 기술의 스마트팜 적용 본격화로 농산업의 생산성 향상과 국제경쟁력 제고를 통해 국내 산업의 안정적 성장기반 및 수출산업화 기반 구축

* ('18) 2세대 기본모델(토마토) → 2세대 스마트팜 적용 확대(시설원예, 축산, 버섯) → ('20) 3세대 수출형 기본모델(토마토) → 한국형 스마트팜 산업기반 안정화 및 수출 확대

개발 단계		1세대	2세대	3세대
지향 목표		편이성 향상	생산성 증대	글로벌 수출
핵심 기술		인터넷 연결 원격 감시 간편 제어	생체 계측 생육 모델 지능 제어	한국형 모델 모듈, 플랫폼 글로벌 표준
적용 분야	노지	정밀농업, 스마트농기계, 작황·재해 관측 RS		
	원예	한국형 스마트온실, 스마트저장·가공·유통		
	축산	중소규모 스마트축사 모델, 지능형 방역시스템		
기반 기술		환경계측, IoT, 모듈화·시스템화·산업화 기술		
인프라		통신·클라우드 인프라, 테스트베드, 법·제도		
적용 범위		생산	소비	유통
				농촌

중점추진과제	선행사업 내용	선행사업과의 차별화 포인트
스마트팜 모델 및 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 1세대 스마트팜 모델 <ul style="list-style-type: none"> 원격모니터링 및 제어로 편이성 향상 숙련된 농업인이 온실 환경조절 의사결정 	<ul style="list-style-type: none"> 2세대 스마트팜 모델 <ul style="list-style-type: none"> 작물 생육정보 측정 및 빅데이터화 클라우드 컴퓨팅 기반 인공지능 의사 결정 시스템 * 비숙련 농업인 활용 가능 3세대 스마트팜 모델 <ul style="list-style-type: none"> 2세대 모델+복합에너지관리+로봇 시스템 국제 규격 부품 장착 수출형 모델
ICT 융복합기반 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ICT 부품 및 기자재 단체표준안 제정 * TTA단체 표준 시설온실 25종 다중 스펙트럴 영상 기반 과수 병 진단 	<ul style="list-style-type: none"> 단체표준 ICT 부품 및 기자재 국가표준, 국제표준 제정 ‘16단체표준 25종 → ‘18국가표준 12 → ’ 20 국제표준 3종 딥러닝을 이용한 병해충 정밀 예찰 및 진단 기술 개발 센서, 복합기 등 ICT 장비의 고장예지 및 건전성 관리(PHM) 시스템 개발 측정정보 및 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 스마트팜의 환경예측 및 경영의사 지원이 가능한 가상(증상) 현실 기술 개발
농작업 자동화 로봇화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 농작업자를 추종하는 파트너 로봇 고설재배용 익은 딸기만 수확하는 딸기수확로봇 벼농사용 및 밭농사용 제조로봇 시설원예용 스마트 작업차 등 스마트팜 내 방제로봇 	<ul style="list-style-type: none"> 시설 내 작업 장비 실시간 위치추적에 의한 이송 로봇 3세대 생육정보 및 수확량 예측을 통한 시설 내 무인 수확 로봇 사용자 농작업 편이를 고려한 지능정보융합형 농작업 웨어러블 로봇 빅데이터 분석 및 농작업 생육관리 시스템 기반 협업 로봇 인공지능이 적용된 가축 복지형 반려 로봇
구조기능모델 연구 병해충진단시스 템 연구 반밀폐온실연구	<ul style="list-style-type: none"> 작물생육모델 연구 자동생육측정시스템 개발(이미지기반) 가스히트펌프로 통합에너지 공급 	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 프로세스 베이스 모델에서 스마트센서·이미지 기반 구조기능 모델로 발전 IOT·자동생육측정시스템 기반 병해충 진단 및 방제로 생산성 향상 통합에너지 공급 및 습도와 병해충 조절로 생산성 향상

중점추진과제	선행사업 내용	선행사업과의 차별화 포인트
노 지 작 물 의 ICT기반 생육정 밀관리 모델 개 발	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 기반 노지작물 정밀 생육관리 및 활용모델 개발 • 노지작물 환경 및 생육관리 계측장비 구성과 설치·활용 매뉴얼화 	<ul style="list-style-type: none"> • 원예작물→식량작물로 확대 • 현재는 환경 계측과 수분,양분 제어중 계측 중심이며 자동제어와 관련된 부분이 더 필요함 • 환경 계측을 넘어서 노지에서 비파괴적으로 작물생육을 진단하라 수 있는 광학계측, 작물모형 연구 필요
육묘 산업 기반 구축 (육묘 전용 온실 및 환경관리 시스템)	<ul style="list-style-type: none"> • 1990년대 초반 공정육묘 도입과 계기로 육묘장 온실설계 연구 수행되었음 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후 변화 대응 및 4차 산업혁명 기술(바이오센서, 사물인터넷, 인공지능) 적용이 가능한 육묘 전용 온실 개발 관련 선행연구가 수행된 바 없어, 해당 분야의 연구가 필요
육묘 생산 시스템 및 자동화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 1990년대 초반 공정육묘 도입과 계기로 육묘장 필요 기자재에 대한 레이아웃과 관련 장치(파종기 등) 개발 연구 수행되었음 	<ul style="list-style-type: none"> • 4차 산업혁명 기술을 적용한 육묘 전용 생산·자동화 시스템 개발과 관련된 연구가 수행된 바 없어, 자동화 및 생산 기술 고도화를 위한 해당 분야의 연구가 필요
클라우드 기반 모종 생산 및 경영 관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 2010년대에 엑셀 기반의 육묘장 경영관리 프로그램 개발 연구가 수행되었음 	<ul style="list-style-type: none"> • 클라우드 기반 모종 생산 및 경영 관리 시스템 개발 관련 선행 연구가 수행된 바 없음. 따라서, AI를 기반으로 모종의 생산·환경·경영 관리 정보의 수집 및 Big Data 분석이 가능한 클라우드 플랫폼 개발 연구가 필요

2. 타부처 사업과의 차별성

가. (농식품부) 공동 사업 및 과제 기획, 정책목표 공유를 통해 개발 기술·성과의 신속하고 안정적인 농가보급 및 산업화를 위한 연계·협력을 강화하여 산업화 성과 제고

* (농진청) 한국형 스마트팜 핵심·원천 기술 개발 및 현장실증 → (농식품부) 핵심기술 표준화·산업화 지원 및 확산보급

나. 중점추진 과제별 타부처(농림수산식품부) 사업과의 차별성은 다음과 같음

중점추진과제	농진청 사업	농식품부 사업
구조기능모델 연구 병해충진단시스템 연구 반밀폐온실연구	<ul style="list-style-type: none"> • 작물생육모델 연구 • 자동병해충 생육 진단 방제 시스템 개발(하드웨어 포함) • 반밀폐온실용 에너지공급시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 작물생육 모델 연구를 진행하지 않음 • 단순 이미지를 이용한 인공지능 진단(S/W) • 반밀폐 온실 개발 과제를 진행하지 않음
AI, 구제역 등 가축질병 대응기술	<ul style="list-style-type: none"> • 면역력 증강 사료개발 • 가축사양기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 축종·사육형태별 농장 맞춤형 청소 및 소독 방법 메뉴얼화 • 질병조기 예찰을 위한 철새서식지 드론 활용 기술 개발
육묘 산업 기반 구축 (육묘 전용 온실 및 환경관리 시스템)	<ul style="list-style-type: none"> • 상기 내용 관련 연구 수행되고 있지 않음 • 4차 산업혁명 대표기술이 적용된 육묘 전용 온실·환경 관리 시스템 개발의 필요성 대두. 2단계 사업에서 관련 연구 진행 예정. 	<ul style="list-style-type: none"> • 상기 내용 관련 연구 수행되고 있지 않음
육묘 생산 시스템 및 자동화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 상기 내용 관련 연구 수행되고 있지 않음 • 4차 산업혁명 대표기술이 적용된 육묘 전용 생산·자동화 시스템 개발의 필요성 대두. 2단계 사업에서 관련 연구 진행 예정. 	<ul style="list-style-type: none"> • 상기 내용 관련 연구 수행되고 있지 않음
클라우드 기반 모종 생산 및 경영 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 상기 내용 관련 연구 수행되고 있지 않음 • 빅데이터·클라우드 기반의 모종 생산·경영 관리 플랫폼 개발의 필요성 대두. 2단계 사업에서 관련 연구 진행 예정. 	<ul style="list-style-type: none"> • 상기 내용 관련 연구 수행되고 있지 않음

다. 본과제의 사업목적, 내용, 역할분담 세부내용별 타부처(농림수산식품부 및 미래부) 사업과의 차별성은 다음과 같음

구분	첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발(기획사업)	첨단기술개발 사업 - ICT융복합시스템 (농식품부)	SFS 융합연구단(미래부)
사업 목적	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 표준화·규격화, 편이성 및 생산성 향상 기술 개발 ☞ R&D를 통한 실용화·산업화 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · ICT 기술을 농업 현장에 접목 ☞ 첨단산업화 도모 	<ul style="list-style-type: none"> · 시설원예에 첨단 ICT 기술을 접목하여 선진국형 기술의 단기간 구현 ☞ 단기 산업화 모델 개발
사업 내용	(핵심·원천기술 확보를 위한 연구) <ul style="list-style-type: none"> · 한국형 스마트팜 표준 및 품목별 보급모델 설정을 위한 기반연구로 표준화·규격화·최적생육관리 기술 개발, 현장실증연구 	(제품화·산업화 개발 지원) <ul style="list-style-type: none"> · ICT 융복합을 위한 센서 국산화, 자동화 등 산업화 지원 연구 	(ICT 핵심기술 적용 스마트온실 모델 개발) <ul style="list-style-type: none"> · 시설원예에 ICT 융복합을 위한 센서, 통신, 자동화 등 핵심기술 개발 및 기능성 자원식물 생산·가공을 통한 고부가가치형 시설원예 비즈니스 모델 개발 연구
역할 분담 세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> · 작물, 가축의 생체정보·생육정보 자동측정기술개발 · 생육 예측 모델 개발 및 고도화 · 품목별 지능형 생육관리 S/W 개발 · 단계별/품목별 스마트팜 모델 개발 · 테스트베드 기반연구 및 현장실증 · 유형별/품목별 스마트팜 모델 개발 · 농작업·생산 이력관리 스마트화 기술개발 · 스마트팜 경영정보 종합지원모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 수입의존 기자재 국산화 기술 개발 (산업체 주관) · ICT 접목 신제품 개발(산업체 주관) · 산업생태계 조성 등 민간 R&D 지원 · ICT 기기 표준화 	<ul style="list-style-type: none"> · 수입의존 기자재 국산화 기술 개발 (피노믹스 기반 작물생육정보 측정장치, 온실 복합환경 제어시스템, 순환식 수경재배시스템) · 온실 에너지·농작업 시스템 개선 · 기능성 물질생산을 통한 고부가가치형 스마트팜 비즈니스 모델 개발

4절. 기술개발 방향

1. 연구개발 목표

가. 차세대 스마트팜 핵심기술 및 표준 모델 개발

나. 스마트팜 생산성 향상을 위한 정밀생산기술 개발

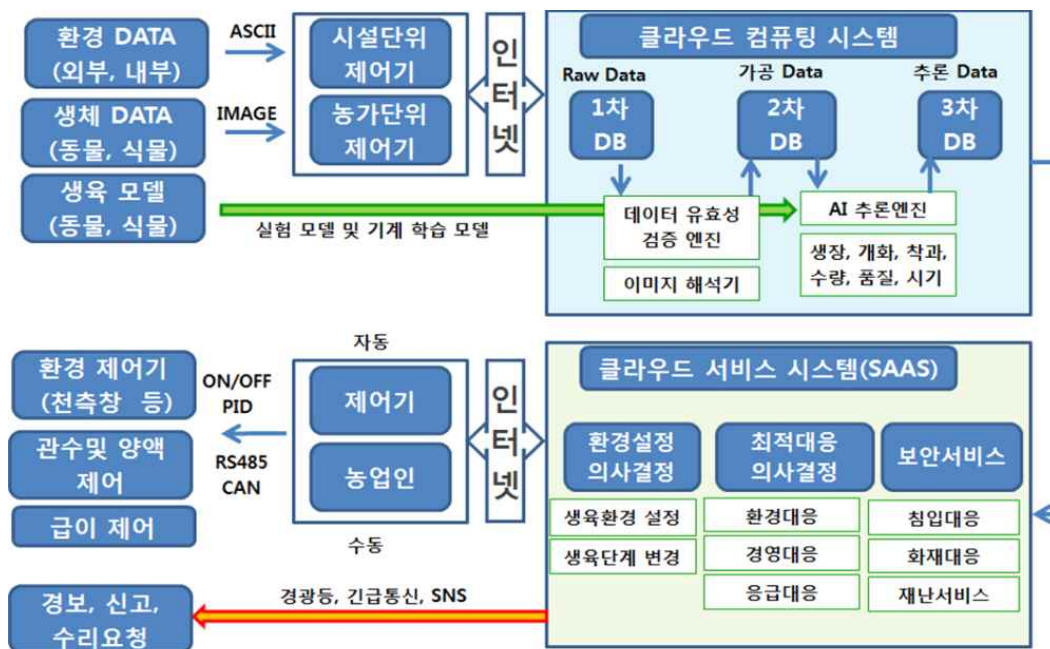
(1) 상기 목표의 주요 연구분야 및 단계별 세부내용은 다음과 같음

주요 연구 분야	1단계('14~ '17)	2단계('18~ '21)	3단계('22~ '26)
	편이성 향상으로 농업인 복지 실현	쉬운 농사, 생산성 증대로 일자리 창출	국산 스마트팜 수출로 농업의 미래산업화
○ 스마트팜 모델 및 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 1세대 스마트팜 모델 개발 및 보급 유형별 스마트팜 통합제어 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 2세대 스마트팜 모델 개발 및 보급 AI 기반 의사결정 시스템 개발 클라우드 기반 SaaS 시스템 개발I 	<ul style="list-style-type: none"> 3세대 스마트팜 모델개발 및 보급 AI 기반 복합에너지 관리 시스템 개발 클라우드 기반 SaaS 시스템 개발II
○ ICT 융복합 기반 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ICT 기기 단체표준 제정 영상정보 딥러닝 이용 예찰기술 개발 다중 스펙트럴 영상기반 병해충 진단 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ICT 기기 국가표준 제정 2D 영상과 DNN이용 병해충 진단기술 IoT센서 활용 예지적 유지보수 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ICT 기기 국제표준 제정 3D 영상 및 품질정보 측정기술 개발 작물 전기신호 기반 생체진단 기술
○ 농작업 자동화 로봇화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 드론의 자율항법 및 관제시스템 벼농사용 제초로봇 딸기 수확로봇 및 적재시스템 과원 내 무인 작업용 로봇 플랫폼 및 자율항법 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 시설 내 작업 장비 이송 로봇 작업자 추종 관리 로봇 과원 내 무인 조향 제어시스템 지능정보융합형 농작업 웨어러블 로봇 	<ul style="list-style-type: none"> 시설 내 무인 수확 로봇 농작업 생육관리 시스템 기반 협업 로봇
○ 육묘 산업 기반 구축 (육묘 전용 온실 및 환경관리 시스템)		<ul style="list-style-type: none"> 공정육묘 전용 온실 및 환경 관리 시스템 개발 공정육묘 시설 공간 가변형 에너지 절감 냉난방 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 권역별 모델 육묘장 현장 실증

주요 연구 분야	1단계('14~ '17)	2단계('18~ '21)	3단계('22~ '26)
	편이성 향상으로 농업인 복지 실현	쉬운 농사, 생산성 증대로 일자리 창출	국산 스마트팜 수출로 농업의 미래산업화
○ 육묘 생산 시스템 및 자동화 기술		<ul style="list-style-type: none"> • 접목 작업 고도화 시스템 개발 • 모종 이송 자율이동 시스템 개발 • 고효율 파종 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 권역별 모델 육묘장 현장 실증
○ 클라우드 기반 모종 생산 및 경영 관리		<ul style="list-style-type: none"> • 모종 식물체, 환경, 경영정보 수집 및 분석 클라우드 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 권역별 모델 육묘장 현장 실증 • 한국육묘산업연합회 테스트 운영 현장 실증
○ 스마트 축산 핵심기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 기반 축종별 스마트팜 모델 개발 • ICT 기반 사양관리 보조장치 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 무인축사 구현을 위한 요소기술 개발 • 로봇팔을 이용한 수의로봇, 인공수정 로봇 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 무인축사 테스트베드 구축 • 휴머노이드형 축사관리 로봇 개발
○ 축사 정밀관리기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 빅데이터 분석을 통한 농가컨설팅 기법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능을 이용한 정밀 사양관리, 질병 예찰 알고리즘 개발 • 챗봇(Chatbot)을 이용한 영농정보 서비스 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 휴머노이드형 축사관리 로봇 알고리즘 개발
○ 노지작물 스마트팜 기술 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 노지채소의 증발산 모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소플럭스, 광학스펙트럼 활용 양수분관리 기술개발 • 노지채소 증발산 모델을 활용한 관수 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 광학스펙트럼 활용 병해충 발생 예측 시스템 개발 • 원격탐사 기반 노지작물 작황 추정
○ 구조기능모델 연구 ○ 병해충진단시스템 연구 ○ 반밀폐온실연구	<ul style="list-style-type: none"> • 국화 생육모델 • 파프리카 병해충 진단 시스템 • 반밀폐온실 에너지 공급 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 토마토 구조기능 모델 • 파프리카 병해충 진단 방제 시스템 • 반밀폐온실 에너지 공급 시스템 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 파프리카 구조 기능 모델 • 토마토 병해충 진단 방제 시스템 • 반밀폐온실 에너지 공급 시스템 보급

	1단계('14~ '17)	2단계('18~ '21)	3단계('22~ '26)
주요 연구 분야	편이성 향상으로 농업인 복지 실현	쉬운 농사, 생산성 증대로 일자리 창출	국산 스마트팜 수출로 농업의 미래산업화
○ 사과 스마트팜 연구	<ul style="list-style-type: none"> ICT 기반 사과 주요 해충 방제 체계 구축 ICT 기반 기상재해 정보 및 환경정보 계측 시스템 실용화 이미지센싱 기반 해충 모니터링 정밀도 향상 모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 기계 전정 영향 평가 및 모델 과원 설계 기계화 근권 관리 및 양분 정밀관리 기술 구축 ICT 활용 약제 살포 자동화 시스템 개발 마이크로 센싱을 이용한 정밀 수분 관리 시스템 개발 한국형 자동화 과원 관리 기계 개발 	<ul style="list-style-type: none"> IoT 기술 적용 과원 관리 자동화 모바일 기반 기상재해 예방 시스템 구축 자동화 과원 관리 기계의 자율주행 기술 개발 드론 이용 병해충 및 생리장해 발생 예측 사과 스마트팜 ICT 기기 표준화

(2) 다음은 세대별(2세대: 2단계('18~ '21), 3세대: 3단계('22~ '26)) 한국형 스마트 온실의 개념도를 나타냄



<2세대 한국형 스마트온실의 핵심요소기술 간 연계 및 통합 관리 흐름도>



<3세대 플랜트 수출형 한국형 스마트온실의 개념도>

2. 첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술 개발 로드맵

가. 세부 연구목표별 기술 개발 로드맵은 다음과 같음

(1) 차세대 스마트팜 핵심기술 및 표준 모델 개발



추진과제	추진과제 ('18~'21년)				
	2018	2019	2020	2021	2022
○ 스마트팜 모델 및 핵심기술 개발	2세대 스마트팜 모델 개발 및 보급				
	AI기반 의사결정 시스템 개발				
	클라우드 기반 SaaS I 개발				
	3세대 스마트팜 모델 개발				
	클라우드 기반 SaaS II 개발				
○ ICT융복합 기반 기술 개발	시설온실 ICT기기 국가표준		시설온실 ICT기기 국제표준		
	축산 사양관리 기기단체표준				
	축산 ICT기기 국가표준				
			축산 ICT기기 국제표준		
	2D영상과 DNN이용 병해충 진단		3D영상 및 품질정보 측정기술		
	IoT센서 활용 예지적 유지보수 시스템				
			작물 전기신호 기반 생체 진단 기술개발		
○ 농작업 자동화 로봇화 기술 개발	시설 내 작업 장비 이송 로봇				
	과원 내 무인 조향 제어시스템		농작업자 추종 관리 로봇		
	지능정보융합형 농작업 웨어러블 로봇				
	시설 내 무인 수확 로봇		농작업 생육관리 시스템 기반 협업 로봇		

(2) 스마트팜 생산성 향상을 위한 정밀생산기술 개발

추진과제	추진과제 ('18~'21년)				
	2018	2019	2020	2021	2022
○ 노지작물 스마트팜 기술 적용	빅데이터 수집분석	관수알고리즘 개발	원격탐사기술 적용 노지작물 작황예측	최적관리모델개발	광학스펙트럼 활용 병해충 발생 예측 시스템 개발
○ 구조기능모델 연구	국화 토마토 모델	파프리카 모델	파프리카 토마토 병해충 진단·자동방제 시스템		
○ 병해충진단시스템 연구			반밀폐온실 에너지공급 시스템 개발 및 보급		
○ 반밀폐온실연구					
○ 사과 스마트팜을 위한 기반기술 구축 및 모델과원 조성	기계 전정에 의한 수채 반응 및 과실 품질 평가	기계화 가능 및 최적 생산 위한 과원 시스템 설계	기계화 단근 통한 수채 제어 기술 개발	양분 정밀관리를 위한 바이오센싱 기반 연구	과원 구조물 활용 약제 살포 자동화 설비 구축
			과원 구조물 활용 약제 살포 자동화 설비 구축	약제 살포 효율 및 방제 효과 검토	마이크로 센서의 수채 내 적용 기술 개발
			수채 내 생체정보 수집 및 관수 제어 모델링	자동화 전정 기계 개발	자동화 적과 기계 개발

추진과제	추진과제 ('18~'21년)				
	2018	2019	2020	2021	2022
○ 육묘 산업 기반 구축 (육묘 전용 온실 및 환경관리 시스템)	공정육묘 전용 온실 및 환경 관리 시스템 개발	현장 실증	공정육묘 시설 공간 가변형 에너지 절감 냉난방 시스템 개발	현장 실증	
○ 육묘 생산 시스템 및 자동화 기술	접목 작업 고도화 시스템 개발	현장 실증	모종 이송 자율이동 시스템 개발	현장 실증	
	고효율 파종 시스템 개발	현장 실증			
○ 클라우드 기반 모종 생산 및 경영 관리	모종 식물체, 환경, 경영정보 수집 및 분석 클라우드 시스템 개발	현장 실증			

* 현장 실증 시 각 분야별 연구결과 개별 적용 및 통합 적용 모델 수행

5절. 연구개발기술의 활용방안

1. 차세대 스마트팜 핵심기술 및 표준 모델 개발

가. 품목별 수준별 스마트팜 모델 개발로 보급·확산 촉진

- (1) 2세대 스마트팜은 인공지능을 이용 농업인에게 농장 상황에 대한 합리적 의사 결정 서비스 제공
- (2) 클라우드 컴퓨팅 기반으로 유통정보와 연계하여 시설온실 작물의 출하시기 조절을 통한 국내 농산물 수급 안정
 - * 국내 경제 안정화에 필수
- (3) 작업편이성과 더불어 생산성 향상을 위한 관리방법을 클라우드 서비스에서 제공하여 비숙련자도 농사를 지을 수 있는 비즈니스 모델 제시
 - * 귀농 활성화 및 청년 일자리 창출

나. ICT 융복합 기반기술 개발

- (1) ICT 장비 표준 규격은 검인증 제도와 함께 농업인에게 신뢰할 수 있고 호환성이 확보 되는 농자재를 공급하여 경제적 손실 방지
- (2) 한국형 스마트팜을 수출하는 국내 농자재 산업체의 글로벌 시장 진출이 유리하도록 ICT 부품 및 기기의 국제규격을 제시
- (3) 병해충 예찰, 진단, 방제, 예지적 유지보수 등 ICT 융복합 기술은 자연 순환형 농업 구현과 농업 편이성 향상의 기반이 됨
- (4) 농업 ICT시스템 프로토콜 표준화로 국가 농업정보의 체계적인 관리를 위한 빅데이터 시스템의 안정적인 구축 가능
 - * 미래는 농업 빅데이터 확보가 국가의 경쟁력

다. 농작업 자동화·로봇화 기술 개발

- (1) 농작업 편이성 향상 및 노동력 절감
 - (가) 시설 내 작업 장비실시간 위치추적에 의한 이송
 - (나) 사용자 농작업 편의를 고려한 지능정보융합형 웨어러블 로봇
- (2) 4차 산업혁명 핵심기술 기반 무인화 및 협업화
 - (가) 3세대 생육정보 및 수확량 예측을 통한 시설 내 무인
 - (나) 빅데이터 분석 및 농작업 생육관리 시스템 기반 협업

라. 스마트팜 기자재 및 플랜트 수출

- (1) 스마트팜 기자재/플랜트의 국산화 및 첨단화를 통한 해외시장 진출
 - (가) 스마트팜 주요 기자재, 제어기, SW 등 핵심 부품·기술의 국산화 및 표준화를 통해 한국형 스마트팜 모델 정립 및 수출경쟁력 확보
- (2) 수출 대상국 맞춤형 스마트팜 모델 설계 및 실증을 통한 플랜트 기술의 첨단화
 - (가) 3세대 스마트팜 모델의 수출대상국 맞춤형 설계기술 개발 및 실증기술 확립(시설원예, 축사·버섯사, 노지농업 등 적용 분야별 모델 개발 및 실증)
 - (나) 국제표준 기반 한국형 스마트팜 플랜트의 성능·품질 향상 연구를 통해 수출 고도화 실현

2. 스마트팜 생산성 향상을 위한 정밀생산기술 개발

가. 스마트 온실

- (1) 주요 채소 우량 공정묘의 연중 안정적 공급을 통한 FTA 대응 고품질 채소 생산 기반 구축
 - (가) 생산성 증대(20%), 생산비 절감(20%)
- (2) 4차 산업 혁명 기술 적용 한국형 공정육묘 시스템 해외 수출
 - (가) 일본, 중국 등 아시아, 유럽 및 미국 등 관련 시스템 수출
 - (나) 전 세계적인 접목묘 이용 증가로 관련 장비 수요 급격히 증가 중
 - * 2017년 현재, 중국, 터키 및 미국 측에서 농진청 개발 접목 자동화 시스템 도입 문의 중
- (3) 작물 구조기능 모델 개발
 - (가) 원예작물 생육 모델 개발: 국화, 토마토, 파프리카, 딸기
 - * 프로세스베이스 작물 모델 개발: 국화, 방울토마토, 파프리카(‘16-’ 20)
 - * 이미지기반 구조기능 작물 모델: 토마토, 파프리카(‘17-’ 21)
- (4) 온실 작물 병해충 진단·자동 방제 시스템개발로 생산성 향상
 - (가) 이미지 기반 병해충 진단시스템: 인공지능 분석
 - * 전문가 시스템과 인공지능 결합을 통한 정확도 높은 병해충 진단시스템
 - (나) 스마트폰 이용한 자동 방제 시스템 개발
 - * 병해충 진단 시스템에 기초한 스마트폰 원격 자동 방제 시스템 개발
- (5) 네덜란드식 반밀폐 온실 기술의 국산화로 생산성 향상
 - (가) 반밀폐 온실 에너지 공급 시스템 개발

* 냉난방, 탄산시비, 습도 조절이 가능한 반밀폐 온실 에너지 공급 시스템 개발

(나) 개발한 반밀폐 온실 에너지 공급 시스템 적용 및 효과 분석

* 에너지 절감, 병해충 발생 빈도, 생산성

나. 스마트 축산

(1) 전염성 질병의 감염경로 차단 및 환경제어가 용이한 지능형 스마트 축사모델 개발

(가) 전염병 감염 경로의 물리적 차단 및 온도·습도·정전·화재·풍속 등 축사 내·외부 환경의 센싱·제어가 가능한 체계적인 축사 환경 관리

(2) 생체 및 생산예측 정보의 자동수집을 통한 개체별 정밀관리

(가) 실시간으로 모니터링되는 사육개체별 생체정보(체온·맥박·활동량·영양·질병 등)와 생산 예측정보(우유생산량 등)의 자동수집을 통해 DB 구축과 축군 정밀관리 가능

(3) 통합 데이터 구축 및 분석을 통한 스마트 축사 경영 관리

(가) 환경관리, 사양관리, 질병관리 및 생산관리 데이터 등 축사관련 통합데이터 구축

(나) 빅데이터 분석을 통해 종합 사양관리 및 생산성 분석이 가능한 스마트 축사 경영관리 모델 개발

다. 스마트 노지

(1) 실시간 생체정보를 이용한 수체 상태진단을 통한 최적 생육관리 모델 개발로 품질향상 및 수요자 맞춤형 생산 기반 구축

(가) 내수 및 수출용 과실의 당도증진 등 품질향상에 의한 경쟁력 강화

(나) 내수 선물용(대과)과 일상소비용 및 수출용(중소과) 과실 계획생산

* 소비자 맞춤형 수출상품 생산으로 수출 증대 : 배 26,046톤('16) → 30,000톤('22)

(2) 수분스트레스 경감에 의한 열과, 돌배 등 생리장해 경감

(가) 생육 중 급변하는 토양 수분변화를 최소화하여 과실 열과 방지

(나) 최적 토양수분 유지로 돌배, 바람들이 등 생리장해 경감

(3) 실시간 영상정보 및 빅데이터 분석 기반의 과수 생육 시뮬레이션 모델 개발 및 수체관리 최적화 기술개발

(가) 생육 및 재배환경에 따른 가지 발육양상에 대한 실시간 모니터링

(나) 생육 상태에 따른 실시간 맞춤형 시비 및 수채 관리

(다) 수채 관리 최적화를 통한 과수 품질향상

(4) 과수 생육 시뮬레이션 활용 전문인력 양성 및 자동화 기반 구축

(가) 과수 전정 전문인력 양성 교육 프로그램으로 활용

(나) 전정 등 수채관리 자동화를 위한 관련 장비·장치 개발에 필요한 기초자료로 활용

* 과수 전정 자동화로 농촌 고령화 대응 가능 : 고령화 추세 16.2('95) → 38.4%('15)

(5) ICT 기반 관수, 관비 등 스마트 정밀관리 모델 개발로 품질향상

(가) 노지작물 생육단계별 관수량, 관수시기의 최적 관리기술 적용으로 품질 및 수량 확보

(6) ICT 기술을 활용한 병해충 조기 진단

(가) 노지작물 병충해 생리·생태적 특성 분석으로 최적 방제시기 제공

(나) 빅데이터 수집 분석을 통해 지역별 병충해 방제 시스템 구축

(다) 광학스펙트럼을 활용한 병해충 발생 예측 시스템 개발

(7) 원격탐사 기술을 활용한 노지작물 작황예측

(가) 주산단지 드론을 활용한 생육 모니터링 및 작황 예측

제 4 장 핵심분야별 연구개발 계획

1절. 한국형 스마트팜 핵심기술 및 표준 모델 개발

1. 최종목표

가. 세계 최고 수준의 한국형 스마트팜 기술 개발을 위한 핵심 요소 및 원천 기반기술의 확보와 표준 모델의 개발, 품목별 현장실증을 통한 신속하고 안정적인 보급·확산 기반 구축

나. ICT 융합 스마트팜 기술 개발 및 글로벌화

다. 스마트팜 핵심기술 반영 미래형 사과 과원 모델 구축

< ‘18 ~ ‘21년 필요기술 및 중점추진과제 >

필요기술	중점추진과제
1. 표준 기반 개방형 플랫폼 (IoT+클라우드)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내·국제 표준 기반 개방형 플랫폼(H/W, S/W) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 표준 기반 개방형 모듈(H/W, S/W) 개발 - 클라우드 기반 통합 제어 및 서비스 플랫폼(H/W, S/W) 구축
2. 스마트 센싱 (IoT+빅데이터)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재배환경 및 생체 정보, 병충해 등 실시간 측정기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - IoT를 통한 작물 및 가축의 생육·생체 정보의 실시간 측정·진단 - 작물의 병충해, 가축의 건강·질병 등을 실시간 모니터링·예찰·진단
3. 스마트 농작업 (IoT+AI+로봇드론)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산비 절감을 위한 농작업 자동화·로봇화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 환경·재배·사양관리 자동화, 농작업 이력 및 생산량 자동기록시스템 등 - IoT, 인공지능, 로봇·드론 활용 스마트 농작업 계획·관리 생력화 기술
8. 플랜트 수출	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출 대상국 맞춤형 스마트팜 모델 설계 및 실증 <ul style="list-style-type: none"> - 3세대 스마트팜 모델의 수출대상국 맞춤형 설계 기술 개발 및 실증 - 국제표준 기반 한국형 스마트팜 플랜트 및 기자재 성능·품질 향상 연구

2. 사업내용

〈중기 계획('18 ~ '21)〉

필요기술	사업 주제	사업 내용
표준 기반 개방형 플랫폼	컨텐츠 기반의 한국형 차세대 스마트팜 핵심기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜 센싱 핵심기술개발 및 실용화 - 표준 모듈 기반의 스마트 농업시설의 자동 설계 및 성능 고도화 - 클라우드 기반 지능형 스마트팜 통합제어 및 경영지원서비스 시스템 구축 - 스마트 농작업을 위한 로봇자동화 기술 개발 - IoT활용 농산물 품질 및 생산이력관리 기술 개발 - 스마트팜 ICT 기기의 단체표준 고도화 : 국가표준, 국제표준 규격 개발
	스마트팜 모델 및 핵심요소기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 2세대 스마트팜 모델 개발 · 클라우드 컴퓨팅 기반 인공지능 한국형 2세대 스마트 온실 및 축사 모델 개발 * 에너지 30%↓, 투입 농자재 30%↓, 생산성 20%↑ - 핵심 요소 기술 개발 · 세계적 수준의 한국형 복합환경제어 시스템 개발 · 한국형 복합환경 제어기 플랫폼의 표준화
	ICT 융복합 기반 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - ICT 기기 표준화 · 농업(온실, 축산 등)ICT 기기 국가표준 제정 및 검증기준 마련 · 한국형 스마트팜 수출을 위한 ICT 기기 국제 표준 제정 - 농업 ICT 기반 기술 개발 · 2D영상 및 딥러닝 기반 병해충 예찰, 진단 기술 개발 · 3D영상 및 품질 계측 분광기법 기반 품질 균일화 시스템 개발
스마트 센싱	기계화 근권 관리 및 양분 정밀관리 기술 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 기계화 단근을 통한 수세 제어 기술 개발 - 양분 정밀관리를 위한 바이오센싱 기반 연구
	마이크로 센싱을 이용한 정밀 수분 관리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 마이크로 센서의 수체 내 적용 기술 개발 - 수체 내 생체정보 수집 및 관수 제어 모델링

필요기술	사업 주제	사업 내용
스마트 농작업	농작업 자동화 로봇화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 시설 재배용 차세대 농작업 로봇 플랫폼, 스마트 농작업기 등 적용 - 지능정보융합형 웨어러블 로봇 등 농작업 편리성 향상 및 노동력 절감 - 빅데이터 분석 및 농작업 생육관리 시스템 기반 협업 및 무인화
	기계 전정 영향 평가 및 모델 과원 설계	<ul style="list-style-type: none"> - 기계 전정에 의한 수채 반응 및 과실 품질 평가 - 기계화 기능 및 최적 생산을 위한 과원 시스템 설계
	ICT 활용 약제 살포 자동화 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 과원 구조물 활용 약제 살포 자동화 설비 구축 - 약제 살포 효율 및 방제 효과 검토
	한국형 자동화 과원 관리 기계 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 트랙터 부착형 자동화 전정 기계 개발 - 트랙터 부착형 자동화 적과 기계 개발
	노동력 절감을 위한 편이장비 및 저비용 웨어러블 로봇 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 근골격계 질환 예방을 위한 작업자 맞춤형 편이장비 개발 - 클라우드 기반으로 저비용 웨어러블 로봇 개발
플랜트 수출	차세대 한국형 스마트팜 표준모델 개발 및 플랜트 수출 기반 조성	<ul style="list-style-type: none"> - 2세대 및 3세대 한국형 스마트팜 표준모델 개발 - 품목별, 유형별 차세대 한국형 스마트팜 모델의 융합형 현장실증 및 매뉴얼 개발

3. '18 ~ '21년 중점 추진과제

가. 국내국제 표준 기반 개방형 플랫폼(H/W, S/W) 개발

- (1) (추진전략) 표준 기반 개방형 모듈(H/W, S/W) 개발, 클라우드 기반 통합 제어 및 서비스 플랫폼(H/W, S/W) 구축
- (2) 차세대 한국형 스마트 온실 모델 개발
 - (가) 생육 모델 기반 재배환경 제어 기술 개발
 - (나) 지능형 진단 및 처방 시스템 개발
- (3) 농축산 ICT 기자재 표준 기술 개발

(가) 표준화가 진행되지 않은 스마트 온실/축산/유통 부품 및 기자재 단체 표준화 (누적 60종 이상)

(나) 단체표준으로 확정된 농축산 부품 및 기자재 요구사항 및 공동규격을 대상으로 하는 ICT I/F 표준 개발

(다) 단체표준으로 제정된 기자재의 국가표준 및 국제 표준화 기술 개발 (10종 이상)

(4) ICT 온실 및 축산 기자재 표준화 및 국산화

(가) 복합형 기자재 규격 및 운영 체제 표준화

* 우수한 ICT 역량을 결집하여 표준화, 인증 등을 고려한 핵심 온실 기자재 개발

(나) 복합환경제어시스템 국산화 및 신제품 개발

* 수입 의존도가 높거나 정밀도가 떨어지는 센서, ICT 기자재의 개발 및 호환성 강화

(다) 개발된 ICT 온실 기자재의 인증제도 도입

* 개발된 기자재의 국가인증 체계마련

(라) 양돈, 양계 환경, 시설, 통합관리 모델 개발

(마) 축종별, 규모별 맞춤형 기자재 및 관리 프로그램 개발

* 축종(양돈, 양계, 축우)별, 농가 규모별(대·중·소) 사육 단계별로 필요로 한 기자재 개발 및 산업화

* 표준과 인증을 고려한 센서 및 센싱시스템, ICT 융합기기, 첨단 사양장비 등 관련 제품 개발

(바) 축산 기자재 표준화 완료 및 인증제 도입

(사) 개발된 ICT 온실 및 축산 기자재, 운영시스템 고도화

(아) ICT 온실 및 축산 기자재 대량생산 체계 확립

(자) 수출 유망 ICT 온실 및 축산 기자재 기자재의 개발 및 해외진출

(5) CNN 기법을 활용한 가축 주요 호흡기 질환 조기 발견 및 대응 체계 구축

(가) 축종별 주요 소모성 호흡기 질환에 따른 가축 외형적 병리적 특성의 머신러닝 학습을 위한 DB 표준화 및 구축 연구

(나) CNN 기법을 활용한 가축 호흡기 질환 판독 알고리즘 개발

(다) 질병 조기 판독을 위한 챗봇(Chatbot) 기반 스마트폰 앱 개발 및 관제, 경보 시스템 구축 연구

(6) 챗봇(Chatbot)기반 실시간 R-R(Request-Response) 영농정보 서비스 제공 시스템 구축

(가) 축종, 지역 및 시설유형에 따른 사양관리 표준 매뉴얼 개발

(나) 축산 전문가, 농업인 대상 설문조사 주요 질문 선정 및 설문조사 통한 DB 구축 및 Chatbot 기본 로직 설계

(다) CNN 기반 가축 질병 이미지 판독을 위한 DB 표준화 및 구축 연구

(라) 축산 영농 후계자 양성을 위한 Chatbot 플랫폼 제작 및 실증 연구

(7) 축종별 생체정보 모니터링 기기 국산화 및 고도화 기술 개발

(가) 축종별 생체정보 모니터링 장치 국산화를 위한 주요 요소기술 개발 및 실증연구

(나) 머신러닝 기법을 활용한 가금류 성장 예측 모델 및 질병 징후 예측 기반 기술 개발

(다) 머신러닝 기법을 활용한 양돈 성장 예측 모델 및 질병 징후 예측 기반 기술 개발

(라) 머신러닝 기법을 활용한 한우 성장 예측 모델 및 질병 징후 예측 기반 기술 개발

(마) 머신러닝 기법을 활용한 젓소 성장, 산유량 예측 모델 및 질병 징후 예측 기반 기술 개발

(8) 스마트 저장·가공·유통 기술 개발

(가) 농산물 비파괴 품질판정 및 등급화 기술

① 대표 작목별 품질판정 시스템 및 등급화 모델 개발

② 환경변화에 따른 벼 생육 및 장해 요인 판정 기술 개발

(나) 실시간 농산물 식별 및 스마트 태깅 기술

① 원산지 식별, 농산물 이력관리 및 실시간 농산물 부가정보 제공 기술

(다) 실시간 농산물 안전 및 위해성 감지 기술

① 위해 요인별 화학적, 생물학적 오염여부 실시간 진단 센서

(라) 농산물 스마트 패키징 및 유통기술

① 신선, 간편, 고품질 지속 유지기술

나. 재배환경 및 생체 정보, 병충해 등 실시간 측정기술 개발

(1) (추진전략) IoT를 통한 작물 및 가축의 생육·생체 정보의 실시간 측정·진단 기술 개발, 작물의 병충해, 가축의 건강·질병 등을 실시간 모니터링·예찰·진단 기술 개발

(2) 가금 질병발생억제를 위한 스마트 헬스 케어 영상관리 사육 시스템 개발

(가) 가금 사육환경별 성장단계에 따른 행동생리 및 생체반응 변화 감지를 위한 표준영상 시스템 개발

① 개체 및 군집 행동생리 판별 영상시스템 개발

② 가금 체온변화 등 생체변화 판별 영상시스템 개발

(나) 가금의 건강상태 측정을 위한 사육시설별 영상시스템 적용 관리 시스템 개발

① 평사 및 케이지 사육시설별 영상시스템 적용 시스템 개발

(다) 영상시스템을 이용한 가금 주요 질병 발생 임상특성 판별기술 개발

① 악성전염병 및 소모성질병 발생시 행동 및 생체반응 특성 구명

(라) 가금 사육시설에 적합한 건강관리 및 질병예측 영상시스템 적용 기술 확립

① 사육환경별 행동학적 특성과 생산성과의 상관관계 분석/적용

② 질병발생별 특성과 생산성과의 상관관계 분석/적용

(3) 축종별 ICT장치 데이터에 대한 수집 및 상호연동 표준 개발

(가) 환경 모니터링 데이터 수집 표준화 및 이종 장치간 데이터 상호연동 표준개발

(나) 영상 및 열화상 데이터 수집 표준화 및 이종 장치간 데이터 상호연동 표준개발

(다) 음성 데이터 수집 표준화 및 이종 장치간 데이터 상호연동 표준개발

(라) 원천 데이터로 부터 딥러닝(Deep learning)기법 접목을 위한 이상정보 필터링 및 유용정보 마이닝 기술 개발

(4) 시설원에 주요작물 품목별 생육모델 개발

(가) 파프리카 등 10개 품목의 환경 및 생육 데이터 수집

(나) 품목별 재배방법, 생육환경(광, CO2, 온도) 등 주요 요인별 상호관계분석 및 생장 모델화

(다) 주요 품목별 생육 반응 예측을 통한 생산자 의사결정 시스템 개발

(라) 표준화 및 개방형 플랫폼 기반 개방형 생육관리 알고리즘 및 SW개발

* 생육관리 알고리즘은 기존 제품화된 복합환경제어SW를 쉽게 수정·적용할 수 있도록 공개(개방형)하여 기존 선발 업체들의 참여를 유인

(마) 개발된 SW는 데이터 기반 스마트팜 생산성 향상 컨설팅 실증연구에 적용

(바) 재배조건 및 환경에 따른 주요품목(토마토, 파프리카, 딸기 등)의 동화산물 분배 모델 개발

(5) 병해충 예찰 및 방제 기술

(가) 병해충 발생 예측 고도화 기술 개발

* 국내의 우수한 ICT 및 빅데이터 기술을 활용하여, 병해충 예찰·진단·무인 방제 일관화 시스템 및 상용화 기술 개발

(나) 병해충 확진 현장 진단 시스템 개발

* 스마트폰 기반 현장에서 병해충을 진단하고 처방할 수 있는 시스템 구축

(다) 병해충 예찰·진단·방제 시스템의 실증 시험

(라) 개발 시스템의 상용화 기술 확보 및 보급 확대

(6) 작물 구조기능 모델 개발

- (가) 구조-기능적 작물모델 구축을 위한 생육정보 수집 및 데이터베이스 구축
- (나) 온실 광환경, 작물 수광량 예측 및 광합성 예측 모델 구축
- (다) 작물의 수광량 적용 작물의 착색 모델 개발

(7) 식물표현체(Phenomics) 기반 육묘관리 및 환경제어 기술 연구

- (가) 육묘의 생육관리를 위한 이미지분석 시스템 개발
- (나) 육묘 생육 단계별 영상을 통한 생육메커니즘 분석
- (다) 육묘 생육메커니즘에 따른 환경제어시스템 개발

다. 생산비 절감을 위한 농작업 자동화·로봇화 기술 개발

- (1) (추진전략) 환경·재배·사양관리 자동화, 농작업 이력 및 생산량 자동기록시스템 등 개발, IoT, 인공지능, 로봇·드론 활용 스마트 농작업 계획·관리 생력화 기술 개발

(2) 로봇팔을 이용한 측사관리로봇 개발

- (가) 대가축(한우, 젖소) 무인 인공수정장치 개발
- (나) 임신돈 무인 인공수정장치 개발
- (다) 질병예찰 알고리즘 기반 로봇수의사 개발
- (라) 산란계 폐사축 선별 및 자동수거장치 개발

(3) 무인측사 구현을 위한 핵심기술 개발

- (가) 한국형 자율주행 측사 청소로봇 개발
- (나) 무인 측사방역을 위한 시스템 설계 및 현장실증 연구
- (다) 무인측사형 산란계 케이지 설계 및 현장실증 연구

(4) 노력 절감형 과채류 전자동 정밀 접목 장치 연구

- (가) 영상인식 모종 자동 공급 시스템 연구
- (나) 접목집게 형상 설계 및 자동공급 시스템 연구
- (다) 과채류 접목묘 자동 접목 시스템 연구

(5) 드론을 이용한 시설원예 하우스 열에너지 손실량 예측 및 방지연구

- (가) 드론과 열화상 카메라를 이용한 시설원예 하우스의 손실 열에너지 영상 취득 시스템 연구

(나) 열화상 영상을 이용한 열에너지 손실량 예측 및 방지 대책 연구

(6) GIS 기반 스마트 농작업기(변량형 시비기, 농기계 자동 조향 시스템, 가이드스 시스템 등) 개발

(가) 스마트 농기계 핵심 요소기술 개발

① 국산 농기계 디지털화 요소기술 개발

* 전자 변속 제어기, 엔진 ECU, 트랙터 전자 유압제어기, 액추에이터(브레이크, 클러치 등)

② 농기계 스마트화 기반기술 개발

* 복합항법장치, 자동조향장치, 스마트 플랫폼, 지능형 제어시스템 등

(7) 비닐온실 농작업 로봇화 시스템(시설 구조, 로봇 관리기, 로봇 운용 시스템 등) 개발

(가) 단동 및 연동 비닐 하우스 전용 스마트 농작업 기계

① 시설원예용 스마트 관리기, 스마트 작업차 등 개발

② 전동 및 하이브리드 동력 스마트 농기계 개발

라. 수출 대상국 맞춤형 스마트팜 모델 설계 및 실증

(1) (추진전략) 3세대 스마트팜 모델의 수출대상국 맞춤형 설계 기술 개발 및 실증, 국제 표준 기반 한국형 스마트팜 플랜트 및 기자재 성능·품질 향상 연구

(2) 노지 및 재배시설에서 위치정보, 지리적 좌표(GPS)와 GIS정보를 인식하여 사람과 협력, 힘든 농작업 대체 등 정밀 농작업 가능 농기계 개발

(가) 스마트 농기계 핵심 요소기술 개발

① 국산 농기계 디지털화 요소기술 개발

* 전자 변속 제어기, 엔진 ECU, 트랙터 전자 유압제어기, 액추에이터(브레이크, 클러치 등) 개발

② 농기계 스마트화 기반기술 개발

* 복합항법장치, 자동조향장치, 스마트 플랫폼, 지능형 제어시스템 등

(나) 수출 지향 글로벌 규격 스마트 농기계 개발

① 농기계 국제규격(ISO11783) 적용 수출형 스마트 농기계

* 스마트 트랙터, 스마트 콤바인, 스마트 이앙기 등

② GIS 기반 스마트 농작업기계 개발

* 변량형 시비기, 농기계 자동 조향 시스템, 가이드스 시스템 등

③ 농업용 로봇

* 벼농사 및 밭농사용 제초 로봇, 방제 로봇, 스카웃 로봇, 농업용 드론 등

(다) 원예시설

- ① 단동 및 연동 비닐 하우스 전용 스마트 농작업 기계
 - * 시설원예용 스마트 관리기, 스마트 작업차 등
- ② 전동 및 하이브리드 동력 스마트 농기계 개발

(3) 농기계 국제규격(ISO11783)적용 수출형 스마트 농기계 개발(스마트 트랙터, 스마트 콤바인 등) 개발

(가) 수출 지향 글로벌 규격 스마트 농기계 개발

- ① 농기계 국제규격(ISO11783) 적용 수출형 스마트 농기계 개발
 - * 스마트 트랙터, 스마트 콤바인, 스마트 이앙기 등 개발

(나) GIS 기반 스마트 농작업 기계

- ① 변량형 시비기, 농기계 자동 조향 시스템, 가이드스 시스템 등 개발

(다) 농업용 로봇 개발

- ① 벼농사 및 밭농사용 제초 로봇, 방제 로봇, 스카웃 로봇, 농업용 드론 등 개발

(4) 수출 지향형 스마트 온실 모델

(가) 한국형 스마트 온실 국제 규격화

- * 설계 개발된 시스템을 기반으로 구동OS, 시스템 저작도구를 국산화하여 무상 제공하고 일본, 중국, 한국 등 아시아 온실 제어기 플랫폼 표준화로 시장 경쟁력 확보

2절. 지능형 농업생산성 향상 기술 개발

1. 최종목표

가. 소비자 요구 및 노동력 절감으로 생산성 향상을 위한 기술확립

나. 스마트팜 기술 적용으로 노지작물 품질향상 및 수급안정

- (1) 네덜란드 생산성에 근접한 반밀폐 온실 기술 개발
- (2) 수체내 양·수분 실시간 모니터링을 통한 과실 품질향상기술 개발
- (3) 과수생장 시뮬레이션을 활용한 수체관리 최적화 기술 개발

< '18 ~ '21년 필요기술 및 중점추진과제>

필요기술	중점추진과제
5. 스마트 시설원예	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2세대 한국형 스마트 온실 고도화 및 적용 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 표준모델 : ('18) 토마토 -> (' 21) 7품목(과채류, 버섯, 식물공장) - 에너지·환경 통합관리, 지능형 생육관리S/W 활용 최적 생산관리모델
6. 스마트 축산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동물 복지형 2세대 스마트 축사 모델 개발 및 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 표준모델 : ('19) 돈사(비육돈사) → (' 21) 7종 - 생체정보·사양관리정보 등 빅데이터 분석을 통한 환경·사양 최적관리모델
7. 스마트 노지 정밀농업	<ul style="list-style-type: none"> ○ IoT·빅데이터 활용 노지 정밀농업의 스마트 시스템화 <ul style="list-style-type: none"> - 노지 채소 및 식량·약용작물의 스마트 정밀농업 모델 개발 및 적용 확대 - 노지 과수 스마트 정밀농업 모델 고도화 및 적용 확대

2. 사업내용

<중기 계획('18~ '21)>

필요기술	사업 주제	사업 내용
스마트 시설원예	소비자 구매 요구를 수용(On-Demand) 하는 소비자 주문 앱 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 품종, 수량, 납품일, 등급 등 생산자와 연계 후 재배 착수 - 소비자 수요예측(구매비용 20% 송금), 생산자는 계획생산 및 판매 후 만족도 유지로 자원낭비 방지
	작업자가 직접 작성하는 클라우드 기반 스크래치 제어프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 누구나 작성이 가능한 제어프로그램 보급으로 확장 시 AS 및 노력 절감 - 클라우드 기반으로 저비용 시스템 개발
	자원 저투입형 비용관리 등 영농일지 확립	<ul style="list-style-type: none"> - 소비전력, 유류, 방제약품, 양액 등 자동 계측용 센서 및 실시간 소비량 표시 - 자원 저투입 요인에 따른 비용절감 예측 프로그램 개발
	생체정보 실시간 수집 기술 및 수체 영양진단과 생리장해 경감 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 생체 삽입형 소형 정밀센서를 이용한 수체 내 양·수분 이동 모니터링 - 생육 중 양·수분 수집 정보와 생육 및 생리장해 발생 관계 구명 - 최적 생육관리 모델 개발 및 자동화 기반기술 개발
	이미지 정보를 활용한 과수 수체생육 시뮬레이션 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 과수 수체생육 이미지 정보 실시간 자동 측정 기술 개발 - 과수 수체생육 실시간 정보를 활용한 시뮬레이션 개발 - 용 빅데이터 축적 및 영상정보 처리 기술 개발 - 실시간 이미지 정보를 활용한 수체 생장반응 구명 - 과수 수체생육 시뮬레이션 개발 및 활용성 증진
스마트 축산	지능형 정밀생산기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 생체정보+생육모델+빅데이터 기반 작물의 지능형 최적생육관리 모델 개발 - 개체정보+빅데이터 기반 지능형 가축 사양환경 정밀관리 모델 개발 - 생육전주기 측정수집 데이터의 표준화 및 수집 확대 - 생육 예측진단 모델 개발 확대 및 고도화
스마트 노지정밀 농업	재배방식 개선 및 양액공급 정밀화	<ul style="list-style-type: none"> - 근권부 분무 수경을 위한 재배장치 개선 - 양액 조성-성분계측-회수-보충을 위한 각종 양액센서 개발
	노지작물 스마트팜 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 노지작물 양수분 최적 관리 모델 개발 - 원격탐사 기술을 활용한 노지작물 작황 예측 기술 개발 - 노지 빅데이터 수집 및 표준화, 클라우드 기반 인공지능 분석 시스템 개발 - 광학스펙트럼을 활용한 병해충 발생 예측 시스템 개발

3. '18 ~ '21년 중점 추진과제

가. 2세대 한국형 스마트 온실 고도화 및 적용 확대

(1) (추진전략) 표준모델 : ('18) 토마토 → ('21) 7품목(과채류, 버섯, 식물공장) 확대, 에너지·환경 통합관리, 지능형 생육관리S/W 활용 최적 생산관리모델 개발

(2) 빅데이터 이용 시설채소 병해충 진단 및 방제 시스템 개발 연구

(가) 시설채소 생리장해·병해충 이미지 빅데이터 기준설정 연구

(나) 딥러닝 기반 시설채소 생장 및 병해충 진단 기술 개발

(3) 고생산성 반밀폐 온실 기술 개발

(가) 반밀폐 온실 에너지 공급 시스템 개발: 냉난방, 탄산시비, 습도조절

(나) 반밀폐 온실 환경제어 최적화 및 보급

(4) 공정육묘 온실·시설 표준화 및 환경관리 구획화 연구

(가) 공정육묘온실 표준 모델 및 시설규격 설정 연구

(나) 공정육묘 온실 모델의 가변형 벽체 설계를 통한 구획화 연구

(다) 공정육묘 온실 모델의 외부기상에 따른 구조안전성분석 연구

(라) 공정육묘 온실 구획화에 따른 구역별 환경관리 연구

(5) 공정육묘장 공간 가변형 에너지 절감 냉난방 시스템 개발

(가) 공정육묘장 국부 및 구획별 환경 분석 연구

(나) 공정육묘장 국부 및 구획별 계절변화에 따른 냉난방부하 및 가습량 측정연구

(다) 공정육묘장 국부 및 구획별 냉난방 시스템 개발과 현장 실증

(6) 육묘 시설 전용 복합환경제어를 위한 스마트 환경관리 시스템 연구

(가) 육묘온실 온도, 습도 등 환경요인 측정 시스템 개발 연구

(나) 빅데이터 이용 육묘온실 복합환경제어 시스템 개발 연구

(다) 육묘온실 환경요인 간 상호 복합제어 방법 및 시스템 연구

(라) 육묘온실 미기상 환경제어를 위한 공기 조화 시스템 연구

(7) 클라우드(Cloud) 기반 모종 생산 및 경영관리 통합 시스템 연구

(가) 모종 식물체, 환경, 경영 정보 등 Big data 분석 연구

(나) 모종생산 및 경영관리 정보 수집 분석 클라우드 플랫폼 개발

(다) AI 기반 모종 생산, 환경 및 경영 관리 프로그램 개발

(8) 작업 공간과 재배 공간 분리를 위한 모종 이송 시스템 연구

- (가) 이동형 모종 자동 이송 재배베드 시스템 개발 연구
- (나) 재배베드 단위별 이송 방법 및 관리 시스템 연구

(9) 고효율 고속 파종, 복토, 관수 시스템 자동화 연구

- (가) 소립 및 대립종자 고속파종, 복토, 관수 시스템 개발 및 연계제어 시스템 개발 연구

(10) 고소득 시설채소 빅데이터 수집 및 생산성 향상 모델 개발

- (가) 품목별 생육단계, 재배시기별 최적 환경설정 모델 개발을 위한 데이터 수집 확대

- ① 환경·생육·경영 데이터가 결합된 전주기 빅데이터 수집
- ② 생육단계별 최적의 환경설정 산출을 위해 충분한 데이터 필요

* (' 17) 20농가(6품목×연동1·단동1×10농가) → (' 18~' 20) 360농가(6품목×연동1·단동1×30농가)

- (나) 인공지능망 등 빅데이터 분석모델을 적용한 환경설정 모델 개발

- (다) 모델개발 확대: 방울토마토, 딸기, 파프리카, 참외, 수박 등 확대

- (라) 품목: 방울토마토, 딸기, 파프리카, 참외, 수박 등

* (' 17) 완숙 토마토 → (' 18~' 20) 방울토마토, 딸기, 참외, 수박, 파프리카

* 작물 생육특성을 반영한 환경설정 모델 개발

(11) 시설원에 스마트팜 생산비용 절감 모델 개발

- (가) 계절별 온도 및 습도 등 환경관리를 위해 발생하는 냉·난방 비용 및 품목의 가격과 농가수익성 분석 연구

* 연중 원예작물의 생산 및 품질 향상을 위해서 난방비가 큰 비중을 차지하며, 국제 원유시장에서 국제 유가가 지속적으로 급등할 가능성이 있으므로 농가소득에 큰 영향을 줄 것임

- ① 품목/지역/에너지원별 특성이 고려된 생산비 절감 모델 개발
- ② 에너지 절감시설(다중피복, 보온커튼, 수막 시설) 반영된 시스템 개발
- ③ 온도증가에 의한 생산량 증가, 소모된 난방비용, 시설원예작물의 시장가격에 따른 편익분석을 통한 의사결정 시스템 개발

* 편익분석을 통한 농가의 환경설정관리 의사결정 지원 및 농가수익성 최적화 가능

(12) (완숙토마토) 스마트팜 수익성 최적화 인공지능 개발

- (가) 소비예측 및 출하시기 조절을 통한 농가 수익 최적화 모델 개발

- ① 농식품 소비관련 데이터 분석을 바탕으로 소비예측모델 개발, 생산성 향상모델 및 소비 예측 모델을 결합한 농가 수익성 최적화, 소비 예측에 따른 시기 및 생산량 조절
- ② 생산·저장·유통·소비 모니터링을 일원화하여 스마트팜 농가의 수익성 최적화와 시장 수

급 균형을 맞출 수 있음

* 최적화 인공지능으로 스마트팜 확산 정책 반영

(13) 시설원예 작물 생육 이미지 분석 모델 개발

(가) 주요 원천 이미지를 이용한 딥러닝 기반 품목별 이미지 분석 기술 개발

- ① 작물 이미지 분석을 통한 식물 생장 촉진 요소 및 생장 저해 진단 요소 데이터 수집
- ② 딥러닝 기반 모델 적용을 위한 데이터 필터링 및 마이닝 기술 개발
- ③ 이미지 정보를 바탕으로 작물 생장 특성 측정 연구

* 이미지 정보로부터 식물 생장 촉진, 생장 저해 진단하여 품질 및 생산 조절 예측

(14) 실시간 수집 생체정보를 활용한 수체 영양진단 및 생리장해 경감 기술 개발

(가) 수체 내 수분함량 실시간 수집 기술 개발

(나) 수체 내 양분이동 실시간 모니터링 기술 개발

(다) 양수분 실시간 모니터링 결과를 활용한 영양진단 기술 개발

(라) 양수분 실시간 모니터링 결과를 활용한 생리장해 경감 기술 개발

(마) 양수분 자동 공급 시스템 구축을 위한 기초 장치·장비 개발

(15) 영상정보를 활용한 과수 수체생육 시뮬레이션 기술 개발

(가) 이미지 분석기술을 활용한 수체 생장정보 실시간 수집 기술 개발

(나) 수체생장 시뮬레이션 개발에 활용할 영상정보 처리기술 개발

(다) 실시간 이미지 정보를 활용한 전정에 따른 수체반응 해석

(라) 과수 수체생장 시뮬레이션 개발

나. 동물 복지형 2세대 스마트 축사 모델 개발 및 고도화

(1) (추진전략) 표준모델 : ('19) 돈사(비육돈사) → ('21) 7종, 생체정보·사양관리정보 등 빅데이터 분석을 통한 환경·사양 최적관리모델 개발

(2) ICT 기술을 접목한 젓소 개체별 생체정보 자동수집 센서 개발 및 DB 구축, 개체별 정밀관리기술 개발

(가) 개체별 실시간 생체정보 자동수집 스마트 센서 개발

- ① 실시간 개체별, 분방별 산유량 수집 센서 개발
- ② 유량계와 연계하여 유성분, 체세포 수 등과 같은 우유품질 간이 분석 시스템 개발
- ③ 체온, 맥박, 호흡수, 활동량, 반추활동 및 반추위내 pH 등과 같은 생체변화 실시간 정보수집 센서 개발

(나) 수집된 생체 및 환경정보의 통합 DB 구축

- (다) 젖소의 건강상태 및 우유생산량 예측 등 축군 정밀관리 모델 개발
- (라) 빅데이터를 활용한 실시간 개체 관리 및 건강정보 알림 프로그램 개발
- (마) 젖소 착유우의 발육정도, 산유량, 활동량 등을 고려한 적정 영양소 급여수준 결정 프로그램 개발
- (바) 젖소의 건강, 유질 등 관련 생체정보를 활용한 사육환경 설정
- (사) 질병발생과 연관된 생체정보 패턴 구명을 통한 건강정보 알림 알고리즘 개발
- (아) 우사 내 환경정보 빅데이터 기반 맞춤형 우사환경 제어 시스템 구축
- (자) 개체 정밀 영양관리를 위한 ICT 기술접목 체형·체중 실시간 측정 장치 개발
- (차) 생체정보 기반 인공지능(AI)을 적용한 젖소 개체별 정밀사양관리 시스템 개발

(3) 한국형 2세대 낙농 스마트팜 시범 모델 개발

- (가) 개체별 정밀 사양을 위한 무인 사료배합 시스템 구축
- (나) 자율 주행형 개체별 정밀 사료급여 장치 개발
- (다) 우군 관리를 위한 생산정보, 생체정보, 환경정보, 동물복지정보 통합운영 프로그램 개발
- (라) 증강현실 기술 적용 실시간 개체별 산유, 섭취, 건강 알림 스마트 장비(ex. 스마트 안경) 개발
- (마) 증강현실 기술 적용 한국형 2세대 낙농 스마트팜 시범 모델 개발

(4) 3D 스캔 카메라를 이용한 대가축(한우, 젖소, 제주마) 체중측정 시스템 개발

- (가) Depth 카메라를 이용한 대가축(한우, 젖소, 제주마) 체중측정 시스템 개발
- (나) 대가축(한우, 젖소, 제주마) 체형측정 알고리즘 설계 및 데이터베이스 구축
- (다) 대가축(한우, 젖소, 제주마) 체형측정시스템 현장실증 연구

(5) 딥러닝 기반 가축의 생체정보 기반 정밀 사양관리 및 질병 조기예찰 기술 개발

- (가) 생체정보 기반 빅데이터로 부터 가축의 질병발생 징후 예측을 위한 알고리즘 및 스마트폰 앱 개발
- (나) 딥러닝 기법을 이용한 질병예측 알고리즘의 고도화
- (다) 딥러닝 기법 적용 생체정보 기반 개체별 정밀 사양관리 프로그램 개발
- (라) 생체정보와 사양정보 기반 가축의 최적 생산성 유지모델 개발

(6) 첨단 생체정보 측정기술 활용 축종별 동물복지 실시간 모니터링 기술 개발

- (가) 실시간 측위 시스템(RTLS, real-time location system)을 이용한 모돈 및 소의 실시간 움직임 측정 및 복지수준 평가 알고리즘 개발

(나) 동물복지 모니터링 정보 기반 농장주 의사결정 지원 AI시스템 개발

(다) 영상정보와 AI를 활용한 실시간 계군 및 축군 관리 및 복지수준 모니터링 알고리즘 개발

(7) 축종별 시설 내부 실내 공기질 측정 및 오염원의 외부 배출량 알고리즘 정립 및 조기경보 시스템 구축

(가) 축종별 계절별 시설 유형별 실내·외 공기질 평가를 위한 데이터 표준 정립 및 현장 모니터링을 통한 주요환경변수 빅데이터 구축

(나) 머신러닝 기법을 이용한 실시간 내부 IAQ 예측 알고리즘 개발 및 농가 작업환경 안전 보건 달성을 위한 조기경보시스템 구축

(다) 머신러닝 기법을 이용한 축산 시설의 실시간 오염원 배출량 산정 예측 알고리즘 구축 및 확산 예경보 시스템 개발

(8) 영상처리 기술을 접목한 ICT 기기 고도화 연구

(가) 워터컵 부착형 대가축(한우, 젖소) 음수량 측정장치 개발

(나) 사료급여기 부착형 대가축(한우, 젖소) BCS 측정장치 개발

(다) 영상처리기술 기반 무저울 임신돈 및 모돈 관리장치 개발

(9) 축산, 노지분야 스마트팜 빅데이터 활용 모델 개발

(가) 효율적인 농경지 활용 제고를 위한 노지데이터 수집기반구축

(나) 빅데이터를 활용한 축산 분야 생산성 향상모델 개발

* 에너지 이용효율 향상, 축종별 생산성 제고(낙농, 육우, 양계, 양돈 등)

(다) 빅데이터를 활용한 축산분야 폐기물 효율적 관리시스템 구축

* 낙농, 육우, 양계, 양돈 등

(라) 빅데이터를 활용한 농경지 효율적인 물관리 시스템 개발

* 작목별, 계절별 물 이용, 기상재해에 따른 적절 물 관리 등

(마) 빅데이터 활용 농경지 시비관리 및 환경오염 저하 모델 개발

* 계절별 작목별 농경지 시비량 모니터링 및 작물 이용효율 향상 제고

(바) 빅데이터 활용 경·축분야 유기물 순환시스템 구축

* 축산 분야 배출 및 경작지 유기물 모니터링을 통해 순환시스템 향상

(사) 해충 발생 조기경보 시스템 구축으로 작물 피해 감소 및 농약 사용 효율 제고

* 식량 및 원예작물에 피해 비중이 큰 해충의 종합적 관리 시스템 구축으로 작물 피해 감소와 농약 사용량 감소 유도

(아) 빅데이터 이용 축산, 작물재배 분야 비점오염 관리

- * 축산분야 폐기물, 작물 재배시 비료 및 농약 유출에 의한 지하수 오염 관리 등
- (자) 빅데이터 활용 경사지 유기물 관리 및 토양 유출 감소 모델 개발
- * 집중 강우에 의한 경사지 토양 유출 방지를 위해 적정 작부시스템 개발
- (차) 빅데이터 기반 식량작물 및 축산물 수확 후 관리 및 이력 시스템 구축
- * IoT 이용 농축산물 이력관리, 유통기간단축 및 효율상승, 신선도제고 등

(10) ICT 축산 통합 관리 플랫폼 개발

- (가) 측정 센서 및 데이터 표준화 및 통합
- (나) 축사환경제어 시설 통합 기술 개발
- (다) 가축 관리 자동화 시설 통합 기술 개발
- (라) 통합 관리 플랫폼 개발 및 구축

(11) 빅데이터 기반 가축 사양 관리기술 개발

- (가) 양계, 축우, 오리분야 규모별, 농가수준별 사양관리 기술 개발
 - * 축종과 사육규모를 고려한 스마트팜 표준 사양관리 모델 및 매뉴얼 개발 보급
- (나) 품목별 사양방법, 환경 등 주요 요인별 상호관계 분석 및 성장 모듈화
 - * ICT 축사 보급 확산사업을 통해 설치된 축사를 활용 축사 환경 및 사양 데이터를 수집하고, 생산성 향상을 위한 사양관리기술을 축종별(양돈, 양계, 낙농·한우)로 개발 및 보급
- (다) 사양, 환경 및 경영을 통합한 프로그램 확산
- (라) 축종별 스마트팜 실증시험을 통한 시스템 고도화
- (마) 축우 생체정보 분석을 통한 예측모델 개발

(12) 사양, 출하관리 최적화를 위한 돼지선별기 개발

- (가) 돈선별기 본체 생산설비 개발
 - * 세계 최고수준의 내구성 재질 연구 개발
 - * 축사용도에 최적화된 재질 연구
- (나) 컨트롤러 및 통신모듈 개발
 - * 독일 포시테크, 네덜란드 네답 수준인 자동용, 중돈검정용, 출하돈용 선별기 개발
 - * 디스플레이 유선, 무선 통신모듈 개발
- (다) 돼지 선별용 소프트웨어 개발
 - * 선별기 훈련용 소프트웨어 개발 및 적용 프로그램 개발
 - * 훈련모드, 자동모드, 선별모드, 출하모드, 환돈관리 모드 등 개발
- (라) 수출용 돼지 선별장치 개발

- * 중국과 베트남 시장 등 수출목적형 선별기 모드 개발

(13) ICT기반 한우, 젖소용 고품질 사료 진단 및 자동 급이 시스템 개발

(가) 현장적용을 위한 고품질 안전사료 제조공정 및 급이 표준모델 개발

- * 사료 제조공정별 품질 안전화 처리체계 표준화 모델 설계 : 처리규모별(10톤/일, 5톤/일, 1톤/일), 생산형태별(농가형, 공동농가형, 공장형), 생산방법별(조사료, TMR, TMF, 부산물사료 등), 축종별(한우, 젖소) 등에 따른 제조 공정설계 및 품질체계 모델 설계
- * 모델에 따른 사료 제조공정별 품질(수분, pH 등) 변화 및 평가체계 구축
- * 사료의 스마트 품질(신선도, 안전) 예측 모델 개발
- * 사료의 위해요소, 변패, 품질관리 모니터링 통합 솔루션 구축 및 안전 대응 가이드라인 제시

(나) 간이식(농가보급용) 및 연속식(공장용) 사료용 센서(수분, pH 등) 센서 개발 및 제품화

- * 사료종류별(부산물사료, 조사료, TMR 사료, TMF 사료), 사료생산형태별(간이식, 연속식)에 적합한 센서 선별 및 시험
- * 사료용 센서 calibration 표준화(2.0% 오차율) 및 적합한 센서 구조 개선(TDR / FDR 방식)
- * 사료용 센서의 디스플레이 및 소프트웨어 개발

(다) 사료 제조공정, 급이시 스마트폰 기반 사료의 위해요소 신속 검출기 개발

- * 축산 사료의 병원성 미생물 (대장균, 살모넬라 등) 측정을 위한 현장용 간이 센서 개발
- * 병원성 미생물의 다중 검출이 가능하고, 측정한도가 100 CFU/mL 이하 인 간이센서 개발
- * 간이 센서 측정 결과를 스마트폰으로 분석하고 결과를 사용자에게 보고하는 사용자 인터페이스 어플리케이션(앱) 개발

(라) 사료급여의 지능화 구현 기술 개발

- * 축종별(한우, 젖소), 급이두수별(50두, 100두 등) 사료의 배출량, 배출시간 자동조절 장치 개발
- * 사료 위해요소 신속검출 후 사료급이 인지(판단) 기술 개발
- * 스마트폰 기반 급이 위치 자동인식 및 주행 기술 개발
- * 개체식별장치 및 제어시스템 개발을 통한 개체관리 통합시스템 구축

(14) 가축질병예찰 및 관리시스템 개발

(가) AI(조류 인플루엔자), 구제역 등 국가적 차원에서 대응이 필요한 가축질병제어 기술 개발

- * AI 바이러스의 생존성 연구를 바탕으로 AI에 대한 물리·화학적 제어기술 개발

(나) 축사환경개선을 위한 악취 절감기술 개발

- * 우사, 양계사 등에서 발생하는 악취배출 특성을 조사하여 위험성 악취를 검출할 수 있는 센서 개발

다. IoT·빅데이터 활용 노지 정밀농업의 스마트 시스템화

(1) (추진전략) 노지 채소 및 식량·약용작물의 스마트 정밀농업 모델 개발 및 적용 확대, 노지 과수 스마트 정밀농업 모델 고도화 및 적용 확대

(2) 노지 작물의 생산량 증대를 위한 관수·관비 자동화 개발

(가) SMART 관수, 관비 시스템의 상용화 및 국내 보급 확대

- * 토양·작물의 특성을 효율적으로 파악할 수 있는 자체 센싱 플랫폼 및 통신·제어기술 개발 추진
- * 관수·관비 작업 시기결정과 투입량 조절을 자동으로 할 수 있는 SMART 운용 모듈 개발

(나) 국내 표준화 및 인증 체계 확산 및 고도화

(다) 한국형 지능형 관수, 관비 시스템 고도화

- * 관수 시스템에 비료공급을 자동화할 수 있는 추가적인 모듈을 부착시켜 시비효율이 높은 관비 자동화 시스템 구현

(라) 수출형 시스템 표준·인증 검증 및 보급 확대

(3) ICT 기반 스마트 농경지 관측 시스템 구축 및 작황 예측 기술 개발

(가) 5대 채소 재배현황·작황변동 평가 도단위 확대

(나) 공간기반 국내외 작황정보시스템 구축

- * 위성·항공·무인기 기반 농경지 관측, 공간정보 활용기술 구축을 통하여, 작황·농업 환경 평가, 병해 피해 분석 실시

(다) 개발 시스템의 국내외 상용화 기술 확보 및 보급 확대

(라) 드론을 이용한 농로 지도화 및 위험요소 개선

(4) 노지작물 스마트팜 기술 개발

(가) 배추 증산모델 적용 스마트관수시스템 개발

(나) 마늘 최적 관비기술 및 생육 예측모형 개발

(다) 원격탐사 활용 5대 채소 작황추정

(라) 드론 기반예찰 시스템 및 노지 환경 계측 기술 개발

(마) 스마트팜(노지) 빅데이터 수집 및 표준화

(바) 클라우드 기반 인공지능 분석 시스템 개발

(사) 사과 스마트팜 기반기술 구축 및 모델과원 조성

(아) 광학스펙트럼을 활용한 병해충 발생 예측 시스템 개발

(5) 사과 스마트팜을 위한 기반기술 구축 및 모델과원 조성

(가) 기계 전정 영향 평가 및 모델 과원 설계

(나) 기계화 근권 관리 및 양분 정밀관리 기술 구축

(다) ICT 활용 농약 절감형 약제 살포 자동화 시스템 개발

(라) 마이크로 센싱을 이용한 정밀 수분 관리 시스템 개발

(마) 한국형 자동화 과원 관리 기계 개발

(바) ICT 활용 과원 토양 관리 기계 개발

① 토양 성분 분석시스템, 심토관리기 개발

4. 노지 식량작물의 규모화를 위한 스마트팜 체계 구체화

가. 최종목표

(1) 개발이 완료된 요소 기술을 구체적으로 종합화하여 노지작물의 스마트팜 체계구체화

* 관측센서, 관수장치, 발작물 전용 기계 등의 요소기술 종합화

(2) 스마트팜 도입을 통한 노지 식량작물 생산성 향상

* 표준화된 재배관련 제어시스템 개발로 농가 수량 격차 해소

< '18~ '21년 필요기술 및 중점추진과제>

필요기술	중점추진과제
3. 지능형 정보서비스 (AI+빅데이터+클라우드)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생체정보 등 빅데이터 기반 지능형 생육관리지원 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 작물의 생육 및 수확량 예측 모델, 가축의 성장 예측 모델 개발 확대 - 생체정보+생육모델+빅데이터 활용 지능형 생육관리 의사결정지원 S/W

나. 사업내용

<중기 계획('18~ '21)>

필요기술	사업 주제	사업 내용
지능형 정보 서비스	발작물 관수 자동제어를 위한 스마트팜 기술 종합화	<ul style="list-style-type: none"> - 작물모형을 이용한 발작물 수분스트레스 관리 기술 개발 - IoT 기술을 이용한 토양-발작물간의 원격 및 자동제어 시스템 - 논토양에서 발작물 재배를 위한 수분제어 시스템
	발작물 재배관리 기계 및 인공지능 연계 제어를 위한 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 발작물 공간/시간적 생육진단을 위한 작물별 big data 수집 - 발작물의 광학센서/환경센서/작물모형을 결합한 생육진단 알고리즘 개발

다. '18~ '21년 중점 추진과제

(1) 생체정보 등 빅데이터 기반 지능형 생육관리지원 모델 개발

(가) (추진전략) 작물의 생육 및 수확량 예측 모델, 가축의 성장 예측 모델 개발 확대, 생체정보+생육모델+빅데이터 활용 지능형 생육관리 의사결정지원 S/W 개발

(나) 작물모형을 이용한 발작물 수분스트레스 및 관리 기술 개발

- ① 주요 발작물에 대한 토양수분변화와 작물생육과의 변화 연구
- ② 기상관측장치와 연계한 작물생육모형을 실시간 구동을 통한 현재 상태 진단
- ③ 작물모형 진단결과에 근거한 최적 재배조건 산출 알고리즘 개발

(다) IoT 기술을 이용한 토양-발작물간의 원격 및 자동제어 시스템

- ① IoT 기술을 활용한 실시간 생육정보 관측 및 진단 알고리즘 개발
- ② 생육정보 진단을 이용한 AI를 활용한 최적화 정보 결정 기술

(라) 논토양에서 발작물 재배를 위한 수분제어 시스템

- ① 발작물 논 재배확대를 위한 자동 지하수위 제어시스템 개발
- ② 농지 관개 실시간 수위관측 시스템, 관개(물고) 자동제어 장치 개발

(마) 발작물 공간/시간적 생육진단을 위한 작물별 big data 수집

- ① 주요 유지작물에 대한 광학/환경센서 자료 및 생육정보 수집
- ② 주요 식량작물에 대한 광학/환경센서 자료 및 생육정보 수집

(바) 발작물의 광학센서/환경센서/작물모형을 결합한 생육진단 알고리즘 개발

- ① 실시간 생육정보와 작물모형을 활용한 생육진단 알고리즘 개발
- ② 인공지능을 이용한 생육정보 big data 분석 및 생육 진단 기술 개발

(사) 벼 생육환경 변화로 발생하는 다양한 생육장애 검출 기술 개발

- ① 기후의 고온화로 인한 등숙기 벼 고온장애 검출 알고리즘 개발
 - ㉠ 드론 및 위성영상을 이용한 고온장애 국소 및 광역 진단기술 개발
 - ㉡ GIS를 활용한 고온장애 지역 지도화 및 환경요인 분석
- ② 고온장애 벼의 생육 및 수확관리 기술 개발
 - ㉠ GIS를 이용한 고온장애 벼 구역 지도화 및 관리기술 개발
 - ㉡ GIS와 스마트 콤바인을 이용한 고온장애 벼 별도 수확기술 개발
 - ㉢ 고온장애 벼 수확 전후 품질 판정기술 개발
- ③ 인공지능을 이용한 고온 장애 벼 생육정보 big data 분석 및 생육 진단 기술 개발

제 5 장 경제성 평가

- ‘연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2판)’ 준용
- 비용편익 분석에 의한 결과 지표 중 비용편익 비율을 기준 지표로 함

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

B_t : t 시점의 편익, C_t : t 시점의 비용, r : 할인율, n : 분석기간

- 시장수요접근법(Market demand approach)을 활용하여 경제성 분석 수행

수식	미래 시장규모 × 사업기여율 × R&D기여율 × R&D사업화성공률 × 부가가치율	
비용	투자계획	－ 과거 투입된 총사업비와 향후 투자계획된 사업비
편익	편익 기간	－ 내역사업별 IPC분류를 추출하여 해당 IPC의 TCT 중앙값 적용
	미래 시장규모	－ 통계청, 중소기업청, 해외자료 등 활용 내역사업별 시장규모 산출
	사업기여율	－ 동 사업의 5년 간 정부출연금 비중 65.9% 적용
	R&D기여율	－ 국가과학기술심의회 제3차 과학기술기본계획에 따라 35.4% 적용
	R&D사업화 성공률	－ 2014년 기준 농림식품R&D 기술사업화율 29.8% 적용
	부가가치율	－ 한국은행 산업연관표 제시 농림어업분야 부가가치율 54.4% 적용
	할인율	－ 예비타당성조사 기준인 적정 사회적 할인율 5.5% 적용

- ‘첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발사업’의 경제적 타당성 분석 결과, 중립적 표준 시나리오에서 B/C 비율이 1 이상으로 경제성이 있는 것으로 분석

구분	낙관적 시나리오	중립적 시나리오	비관적 시나리오
비용 현재가치	1,332.6억원	932.8억원	399.8억원
편익 현재가치	500.1억원	350.1억원	150.1억원
B/C 비율	1.53	1.07	0.46

<경제적 타당성 분석 요약>

1. 개요

가. 본 경제성 분석의 신뢰성을 확보하기 위해 ‘연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2판)’의 지침 준용

(1) 비용편익 분석에 의한 결과 지표는 비용편익 비율(B/C Ratio), 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR), 비용변제기간, 순평균수익률 등이 존재하나, 본 분석에서는 비용편익 비율*을 기준 지표로 함(연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2판), KISTEP, 2014.11)

* (비용편익 비율) 사업의 진행으로 인한 총편익과 총비용을 현재가치로 환산하여 총편익의 현재가치를 총비용의 현재가치로 나눈 것

(2) 비용편익 비율은 비용 대비 편익의 비율이 높은 사업일수록 경제성이 높은 것으로 평가하는 기준

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

B_t : t 시점의 편익, C_t : t 시점의 비용, r : 할인율, n : 분석기간

나. 본 분석에서는 시장수요접근법(Market demand approach)을 활용하여 경제성 분석을 수행

* 동 사업을 통해 개발될 기술로부터 발생할 것으로 예상되는 산출물에 대한 시장규모 예측을 통해 R&D 투자의 직접 편익을 추정하는 방법

2. 비용 및 편익 추정

가. 비용 추정

(1) 본 분석에서는 총 사업비를 제안된 사업기간 내에 포함되는 연구개발비를 모든 비용으로 정의함(총사업비 관리지침에서는 국가재정법 시행령에서 규정하는 사업의 추진에 소요되는 모든 경비로 총사업비를 정의하고 있는 반면, 예비타당성조사 운용지침 제6조 제3항에서는 각 중앙관서의 장이 제시한 금액을 총사업비로 상이하게 정의하고 있음)

(가) (과거비용) 동 사업은 2014년부터 2017년까지 약 273억 원을 투자하였으며, 연간 평균 약 68억 원이 소요된 것으로 분석

<총 사업비('14~' 17년)>

(단위 : 억원)

구분	2014	2015	2016	2017	합계
합계	20	30	92	131	273

* 출처 : NTIS DB

(나) (향후 투자계획) 동 사업의 예산계획은 2018년부터 2020년까지 약 367억 원을 소요하여 연간 평균 약 122억 원이 소요가 예상

- ① 2단계 연구개발 계획(' 18~' 20)만 반영하여 연도별 R&D투자 금액의 적정성을 검토, 할인율 5.5%로 현재가치화 시켜 최종 Cost를 산정

<투자계획('18~' 20년)>

(단위 : 억원)

구분	2018	2019	2020	합계
합계	64	176	127	367

* 출처 : 첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발사업 중장기 계획(2017, 농촌진흥청)

나. 편익 추정

(1) 일반적으로 연구개발부문 예비타당성조사에서는 시장 수요의 추정에 의한 편익을 추정

(가) 본 분석에서는 시장수요접근법을 활용하여 생산자 중심의 편익을 계산

- ① 시장수요접근법은 시장가치 창출을 목적으로 하는 많은 연구개발사업의 예비타당성조사 경제성 분석 과정에서 대표적으로 활용
- ② 시장수요접근법에서는 해당 연구개발사업의 시행에 의한 미래 시장규모의 증가분에 동 사업의 기여로 창출된 직접적 편익을 한정시키기 위한 다양한 변수를 고려하여 편익을 산정

<시장수요접근법 개념 수식>

$$\text{편익} = \text{미래 시장규모} \times \text{사업기여율(기준선 분석)} \times \text{R\&D기여율} \\ \times \text{R\&D사업화성공률} \times \text{부가가치율}$$

(2) 편익은 편익 기간, 미래 시장규모, 사업기여율, R&D기여율, R&D사업화성공률, 부가가치율 등을 기준으로 추정

(가) (편익 기간) 연구개발부문 예비타당성조사의 경제적 타당성 분석에서는 기술수명기

간을 도입하여 편익기간 산정

- (나) (미래 시장규모) 해당 연구개발의 결과물과 직접적으로 관련된 국내 산업의 미래 총 생산액(또는 매출액을 의미, 생산액 또는 매출액은 시장에서 형성되는 가격과 수량의 곱한 값을 기본적으로 의미)
- (다) (사업기여율) 사업기여율은 해당 사업이 전체시장에서 어느 정도 사업에 기여를 할 수 있는지를 측정하는 경제적 확률변수
- (라) (R&D기여율) R&D기여율은 연구개발성과의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때 전체 부가가치 가운데 연구개발에 의한 기여분이 어느 정도인지를 나타내는 지표
- (마) (R&D사업화성공률) 국가연구개발사업을 통한 기술개발 결과가 시장에서의 편익창출로 이어지기 위해서는 기술의 실증 및 상용화의 과정에서 존재하는 불확실성을 반영하기 위한 변수
- (바) (부가가치율) 부가가치율은 매출액 중에서 실제 새롭게 창출된 경제적 편익이 차지하는 비율을 의미

다. 편익 기간

- (1) 스마트팜 관련기술의 IPC분류를 추출하여 해당 IPC의 기술수명기간(TCT, Technology Cycle Time)의 중앙값으로 편익 기간을 추정
- (가) 스마트팜 관련기술의 IPC분류의 평균 기술수명주기는 11년임
- ① 관련 IPC 분류 : A01B, A01C, A01D, A01G로 한정

<ICT 융복합 관련 IPC분류>

IPC	내용	중앙값
A01B	농업 또는 임업에 있어서의 토작업; 농기구 또는 기구의 부품, 세부 또는 부속구 일반	11
A01C	식부; 파종; 시비	10
A01D	수확; 예취	10
A01G	원예; 채소, 화훼, 벼, 과수, 포도, 호프 또는 해초의 재배; 임업; 관수	11
평균		11

라. 미래 시장규모

- (1) 스마트팜 관련 시장규모의 합계액에 시장점유율을 적용하여 편익으로 활용
- (가) 국내 스마트팜 관련 시장은 2015년 3조 6,051억 원에서 2020년 7조 1,571억 원으로 연평균 14.5%의 성장률로 증가할 전망(해외 시장자료를 기반으로 미래 시장규모를 추정)
- (나) 이중 동 사업과 밀접히 관련이 있는 생산시스템 부문 시장의 연평균증감률(CAGR)

6.7%를 적용하여 미래 시장규모를 추정

<국내 스마트팜 미래 시장규모 추정>

(단위 : 억원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR
생산시스템(스마트팜)	16,251	17,340	18,502	19,741	21,064	22,475	6.7%
식물공장	1,800	2,759	4,229	6,481	9,933	15,224	53.3%
지능형농작업기	18,000	21,600	25,920	31,104	37,324	44,788	20.0%
합계	36,051	41,699	47,729	54,630	62,529	71,571	14.5%

* 2016년 이후 성장률은 2012~2016년 CAGR 적용

* 출처 : World Agricultural Equipment(2011), 중소기업청(2013) 자료 재가공

마. 사업기여율

(1) 미래시점 기준의 연구개발활동 중 동 사업이 차지하는 비중을 적용한다는 개념을 의미

(가) 동 사업의 향후 3년 간 정부출연금 비중인 65.9%를 적용

<총 사업비('18~' 20년)>

(단위 : 억원, %)

구분	2018		2019		2020		합계	
	억원	%	억원	%	억원	%	억원	%
정부출연금	43	67.2	116	65.9	83	65.3	242	65.9
시험연구비	21	32.8	60	34.1	44	34.7	125	34.1
총사업비	64	100	176	100	127	100	367	100

* 출처 : NTIS DB

바. R&D기여율

(1) 연구개발성과의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때 전체 부가가치 가운데 연구 개발에 의한 기여분이 어느 정도인지를 나타내는 지표

(가) 국가과학기술심의회 제3차 과학기술기본계획에 따라 도출한 35.4%를 적용

사. R&D사업화성공률

(1) 국가연구개발사업을 통한 기술개발 결과의 기술의 실증 및 상용화 과정의 불확실성을 반영하기 위한 지표

- (가) 2014년 기준 농림식품 R&D 기술사업화율 29.8%를 적용함(제2차 농림식품과학기술 육성 종합계획, 국가과학기술심의회, 2016)

아. 부가가치율

- (1) 편익은 사업 수행으로 창출된 매출액이 전체가 아닌 부가가치를 기준으로 산정되기 때문에 부가가치율을 고려
- (가) 한국은행 산업연관표에서 제시된 농림어업분야 부가가치율은 54.4%을 적용

<산업별 부가가치율(2012년 기준)>

업종	산업별 부가가치율
농림어업	54.4%

* 출처 : 2011~12년 산업연관표(연장표)를 이용한 우리나라 경제구조 분석, 한국은행, 2014.06.26

자. 할인율

- (1) 미래의 편익과 비용을 현재가치로 환산하기 위한 비율
- (가) 현재가치(Present Value) 산출을 위한 할인율은 예비타당성조사 기준인 적정 사회적 할인율 5.5%를 적용함(예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판), KDI, 2008.12)

3. 비용편익 분석

가. 시나리오 구성

- (1) 국내 시장점유율을 기준으로 낙관적, 중립적, 보수적 시나리오를 구성하여 편익 분석을 실시
- (가) 매출액은 R&D투자 이후인 2017년부터 각각 품목군의 기술수명주기 동안 발생하는 것으로 가정
- ① 매출액은 시장점유율에 따라 달라지기 때문에 3개의 시나리오로 구분하여 추정

<시장점유율 예측 시나리오>

낙관적 시나리오	중립적 시나리오	보수적 시나리오
국내 시장점유율 10%	국내 시장점유율 7%	국내 시장점유율 3%

나. 비용편익 분석 결과

- (1) (낙관적 시나리오) 미래 시장규모 중 10%를 점유하는 것을 가정한 낙관적 시나리오를 기준으로 B/C는 1.53 수준으로 경제성이 있는 것으로 분석

<시장점유율 예측 시나리오(낙관적)>

구분	비용		편익								
	비용	비용 현가	미래 시장규모	시장 점유율	시장 규모	사업 기여율	R&D 기여율	사업화 성공률	부가 가치율	편익	편익 현가
2018	64.0	60.7									
2019	176.0	158.1									
2020	127.0	108.2									
2021			23,981	10.0%	2,398	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	90.7	69.4
2022			25,588	10.0%	2,559	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	96.8	70.2
2023			27,302	10.0%	2,730	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	103.3	71.0
2024			29,131	10.0%	2,913	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	110.2	71.8
2025			31,083	10.0%	3,108	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	117.6	72.6
2026			33,165	10.0%	3,317	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	125.4	73.4
2027			35,388	10.0%	3,539	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	133.8	74.3
2028			37,759	10.0%	3,776	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	125.5	66.0
2029			40,288	10.0%	4,029	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	134.0	70.5
2030			42,988	10.0%	4,299	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	142.9	71.3
2031			45,868	10.0%	4,587	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	152.5	72.1
합계	367.0	326.9								1332.6	500.1

- (2) (중립적 시나리오) 미래 시장규모 중 7%를 점유하는 것을 가정한 중립적 시나리오를 기준으로 B/C는 1.07 수준으로 경제성이 있는 것으로 분석

<시장점유율 예측 시나리오(중립적)>

구분	비용		편익								
	비용	비용 현가	미래 시장규모	시장 점유율	시장 규모	사업 기여율	R&D 기여율	사업화 성공률	부가 가치율	편익	편익 현가
2018	64.0	60.7									
2019	176.0	158.1									
2020	127.0	108.2									
2021			23,981	7.0%	1,679	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	63.5	48.6
2022			25,588	7.0%	1,791	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	67.7	49.1
2023			27,302	7.0%	1,911	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	72.3	49.7
2024			29,131	7.0%	2,039	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	77.1	50.3
2025			31,083	7.0%	2,176	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	82.3	50.8
2026			33,165	7.0%	2,322	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	87.8	51.4
2027			35,388	7.0%	2,477	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	93.7	52.0
2028			37,759	7.0%	2,643	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	87.9	46.2
2029			40,288	7.0%	2,820	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	93.8	49.3
2030			42,988	7.0%	3,009	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	100.1	49.9
2031			45,868	7.0%	3,211	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	106.8	50.4
합계	367.0	326.9								932.8	350.1

- (3) (비관적 시나리오) 미래 시장규모 중 3%를 점유하는 것을 가정한 비관적 시나리오를 기준으로 B/C는 0.46 수준으로 경제성이 없는 것으로 분석

<시장점유율 예측 시나리오(비관적)>

구분	비용		편익								
	비용	비용 현가	미래 시장규모	시장 점유율	시장 규모	사업 기여율	R&D 기여율	사업화 성공률	부가 가치율	편익	편익 현가
2018	64.0	60.7									
2019	176.0	158.1									
2020	127.0	108.2									
2021			23,981	3.0%	719	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	27.2	20.8
2022			25,588	3.0%	768	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	29.0	21.1
2023			27,302	3.0%	819	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	31.0	21.3
2024			29,131	3.0%	874	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	33.1	21.5
2025			31,083	3.0%	932	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	35.3	21.8
2026			33,165	3.0%	995	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	37.6	22.0
2027			35,388	3.0%	1,062	65.9%	35.4%	29.8%	54.4%	40.1	22.3
2028			37,759	3.0%	1,133	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	37.7	19.8
2029			40,288	3.0%	1,209	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	40.2	21.1
2030			42,988	3.0%	1,290	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	42.9	21.4
2031			45,868	3.0%	1,376	65.9%	35.4%	26.2%	54.4%	45.8	21.6
합계	367.0	326.9								399.8	150.0

4. 종합 결론

가. 산출 수식 및 분석 지표 요약

(1) 본 분석에서의 산출 수식 및 분석 지표는 아래의 표와 같음

<경제성 분석 산출 수식 및 분석 지표 요약>

수식	미래 시장규모 × 사업기여율 × R&D기여율 × R&D사업화성공률 × 부가가치율	
비용	투자계획	－ 과거 투입된 총사업비와 향후 투자계획된 사업비
편익	편익 기간	－ 내역사업별 IPC분류를 추출하여 해당 IPC의 TCT 중앙값 적용
	미래 시장규모	－ 통계청, 중소기업청, 해외자료 등 활용하여 내역사업별 시장규모 산출
	사업기여율	－ 동 사업의 5년 간 정부출연금 비중 69.5% 적용
	R&D기여율	－ 국가과학기술심의회 제3차 과학기술기본계획에 따라 35.4% 적용
	R&D사업화성공률	－ 2014년 기준 농림식품R&D 기술사업화율 29.8% 적용
	부가가치율	－ 한국은행 산업연관표에 제시된 농림어업분야 부가가치율 54.4% 적용
	할인율	－ 예비타당성조사 기준인 적정 사회적 할인율 5.5% 적용

나. 경제성 분석 결과

(1) 비용편익 분석 결과 중립적 시나리오에서 경제성이 있는 것으로 분석

(가) 비용편익 비율의 범위는 0.46~1.53으로 나타났으며, 중립적 시나리오에서 비용편익 비율이 1.07 수준인 것으로 보아, 비교적 경제성이 있는 것으로 분석

* 본 보고서에서 활용한 경제성 분석 결과는 시장규모 및 시장점유율 가정에 따라 달라질 수 있음

<비용편익 분석 종합결과>

구분	낙관적 시나리오	중립적 시나리오	비관적 시나리오
비용 현재가치	326.9억원	326.9억원	326.9억원
편익 현재가치	500.1억원	350.1억원	150.0억원
B/C 비율	1.53	1.07	0.46

제 6 장 기대효과

1. 기술적 측면

가. 농업 ICT 부품 및 장비 국산화 및 표준화로 스마트팜 기술 선도국 지위 확보

- (1) 스마트팜 시스템의 국산화와 표준화로 산업생태계 조성 및 수출동력 제공
 - (가) ICT 부품 규격화, 네트워크 표준화, 개방형 플랫폼 기술 적용
 - (나) 스마트 팜 ICT 표준화 대상 및 목표: 시설원예('16)25종, 축산('17)30종
 - * ('16)시설원예 ICT 기기 단체표준 → ('17)축산분야 ICT 기기 단체표준 → ('18) 스마트팜 ICT 국가표준 → ('20) 국제표준

나. 과수 생체 실시간 관리기술을 통한 생리장해 경감으로 품질 및 생산성 향상

- (1) 실시간 생체정보를 이용한 수체 상태진단을 통한 최적 생육관리 모델 개발로 품질향상 및 수요자 맞춤형 생산 기반 구축
 - (가) 내수 및 수출용 과실의 당도증진 등 품질향상에 의한 경쟁력 강화
 - (나) 내수 선물용(대과)과 일상소비용 및 수출용(중소과) 과실 계획생산
 - * 소비자 맞춤형 수출상품 생산으로 수출 증대 : 배 26,046톤('16) → 30,000톤('22)
- (2) 수분스트레스 경감에 의한 열과, 돌배 등 생리장해 경감
 - (가) 생육 중 급변하는 토양 수분변화를 최소화하여 과실 열과 방지
 - (나) 최적 토양수분 유지로 돌배, 바람들이 등 생리장해 경감

다. 과수 전정 자동화 기계 개발을 위한 기초자료 획득

- (1) 자동 전정기계의 효과적인 구동에 필요한 기초 원천자료 제공
 - (가) 가지의 상태나 재배환경 등을 고려하여 최적의 절단위치 선정 등에 필요한 기초정보 제공
 - * 자동 전정기계에서 가지절단 장치의 효율적인 이동 및 최적 위치선정에 활용

라. 공정육묘 산업 시설 현대화 기반 기술 개발

- (1) 공정육묘 전용 공간 가변형 온실 구조 및 환경관리 기술 모델 구축
 - (가) 4작물 이상 육묘 가능한 가변형 구조 온실 및 환경 제어시스템 개발
- (2) 기후변화 및 이상기상 대응 공간 가변형 냉·난방 시스템 개발
 - (가) 관행 대비 에너지 이용 효율 10~20% 향상

마. 공정육묘 산업 생산비 절감 자동화·로봇화 기술 개발

- (1) 우량 규격묘 생산 정밀 환경 최적화 설비 개발

(가) 기존 대비 5~10% 향상

(2) 노력 절감형 과채류 전자동 정밀 접목 로봇 개발

(가) 기존 대비 20~30% 노력 절감, 접목 작업 성공률 98% 수준으로 향상

2. 경제적 측면

가. 스마트팜 적용으로 생산성 증대와 노동력 절감

(1) 스마트 팜 핵심기술 국산화를 통한 생산성 40% 증대

(가) 정보수집·분석·처리의 자동화·지능화·서비스화 기술 실현

* ('16)환경계측 기술→('17)생육모델 및 생체계측 기술→('18)클라우드 기반 영농 서비스시스템→('20)인공지능 기반 농업 빅데이터 분석 기술

(2) 품목별 한국형 스마트팜 모델 개발로 편의성 향상 및 노동력 30% 절감

(가) 시설원예, 축사·버섯사, 노지재배 등 적용분야의 작목별 대표모델 구축

* ('16) 1세대(편의성) → ('17) 1세대 보급 확산 → ('18) 2세대(생산성) → ('20) 3세대(수출형)

나. 정부에서는 2017년까지 스마트팜 8,000개를 공급하여 향후 3년간 누적 5.7조원대의 경제 파급효과를 기대하고 있음 (국가과학기술자문회의('14. 12월))

다. 스마트팜 도입농가의 경영성과 분석결과 토마토는 수량 증대되었으며, 딸기는 품질 제고됨 (농촌진흥청 언론보도자료('16.12월))

(1) 토마토(스마트팜/일반농가) : 수량 44.6% 증대

(가) 수량(kg/3.3m²) : 스마트팜 농가 94kg → 일반농가 65kg

(2) 딸기(도입후/도입전) : (품질제고) 소득 21.5% 증가

(가) 품질제고 : 특품 생산비율 제고로 kg당 판매가격 22.6% 증가

(나) 딸기는 봄철(3~5월) 외부기온 상승으로 경도가 낮아져 품질이 떨어지나 스마트팜의 경우 근권부 온도(지중가온)와 양수분 자동제어로 경도 상승

(3) 참외(도입후/도입전) : 수량 9.6% 증대, 소득 15.3% 증가

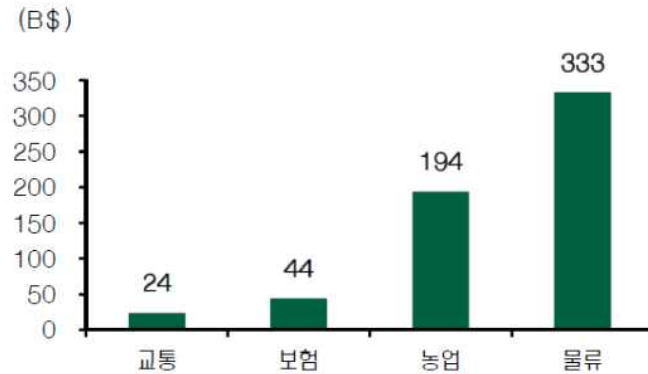
(가) 품질제고 : kg당 판매가격 9.8% 증가

(나) 소득(천원/10a) : 스마트팜 도입전 5,962천원 → 도입후 6,873천원

라. IoT, 빅데이터 기반 정밀농업에 의해 2025년까지 10~20% 생산성 향상 전망 (McKinsey('13))

(1) 보수적으로 10년 후 성장률을 10%(매년 0.96씩 성장)로 가정, 3년 후에는 농업총생산액이 현재 대비 약 1조 3,600억원 증가 예상, 3년간 전체 산업 누적 파급효과는 5조 700억원에 이를 것으로 예상함

마. 농작물 생육환경과 관련된 빅데이터 구축은 스마트팜의 핵심이며, 이를 통해 글로벌 시장도 2025년에는 1.94조 달러 시장으로 성장 예상



2025년 Data 공유 경제 창출 규모 전망

<출처 : Analysis mason, 현대증권>

바. 노지 발작물의 생산성 향상 및 규모화로 소득 증대

- (1) 스마트팜 기술의 확대로 농가간 수량 격차 해소로 전체 생산성 향상
- (2) 발작물 재배관리의 주요 부분을 자동화를 통한 대면적 재배 확대

사. 농업 노동인구 부족을 해결하고 품질향상에 의한 경쟁력 확보

- (1) 전정 자동화로 작업편리성 제공 및 최적 수채관리를 통한 과실 품질 향상
 - (가) 전정 작업인력을 기계로 대체하여 노동력 부족 해결
 - (나) 최적 수채관리를 통해 수요자 맞춤형 고품질 과실 생산
 - * 열과, 돌배, 바람들이 등 생리장해 경감으로 상품과율 10%P 향상

아. 실시간 영상정보를 활용한 과수 생육 시뮬레이션 개발 및 수채관리 자동화 기반 기술개발

- (1) 영상정보를 활용한 실시간 생육정보 분석을 통해 수채관리 최적화
 - (가) 생육 및 재배환경에 따른 가지 발육양상에 대한 실시간 모니터링
 - (나) 생육 상태에 따른 실시간 맞춤형 시비 및 수채 관리로 품질향상

자. 공정육묘 시장 규모 및 수출 확대

- (1) 국내 육묘 산업 : ('18) 2,400 → ('22) 3,000억원
- (2) 모종 및 육묘 기자재 수출 : ('18) 10 → ('22) 100억원

차. 공정육묘 생산비 관행 대비 30% 절감

- (1) 공간 가변형 온실, 냉난방 시스템 및 전과정 자동화 적용 시

3. 사회적 측면

가. 편한 농사, 돈되는 농업으로 농촌·농업인의 삶의 질 향상과 새로운 일자리로 부상

- (1) “편한 농사” 이미지로 귀농·귀촌 등 창농 촉진요인으로 작용
- (2) 모바일 기기로 농장을 원격 관리하면서 확보된 여유시간에 신기술 교육 및 농산물 직거래 판매 등 기술 향상과 소득 증대는 물론 해외여행 등 삶의 질도 개선

나. 스마트팜 기술을 활용한 귀농인력의 조기 정착 가능

- (1) 귀농인력의 빠른 기술습득을 통한 조기 정착

다. 재배관련 작업의 자동화로 고령화된 농촌의 인력문제 해소

라. 과원관리 자동화를 통해 고령농업인 활용 과원 운영

- (1) 과수 생육 시뮬레이션 활용 전문인력 양성 및 자동화 기반 구축
 - (가) 과수 전정 전문인력 양성 교육 프로그램으로 활용
 - * 귀농·귀촌하는 과수 초보자도 손쉽게 전정기술 습득 가능
 - * 과수 전정 자동화로 농촌 고령화 대응 가능 : 고령화 추세 16.2(’95) → 38.4%(’15)

마. 육묘 산업 확대 및 제반 기술 선진화

- (1) 모종, 육묘 기자재 수출을 통한 육묘산업의 확대 및 균일 우량묘 생산을 위한 제반 생산 기술과 자동화 기술 확립

바. 우량묘 연중 안정적 공급 체계 구축을 통한 국내 채소 생산성 제고

- (1) 이상 기상 등 불량환경 대응 우량묘 생산 기술 구축

제 7 장 참고문헌

- 최계영(2016), “4차 산업혁명 시대의 변화상과 정책 시사점”, ISSN 2233-6583, 정보통신정책연구원.
- 송중국(2017), “4차 산업혁명과 농업농촌”, 과학기술정책연구원.
- 이주량(2017). “4차 산업혁명과 미래 농업”, 『세계농업 제200호』, 3-16, 한국농촌경제연구원.
- 장필성(2017). “4차 산업혁명의 기술적 특징과 농업 적용 기술”, 『세계농업 제200호』, 167-182, 한국농촌경제연구원.
- KREI 미래정책연구실(2017), “4차 산업혁명의 농업, 농촌 영향과 대응 방향 등”, 『주간 농업농촌동향 Vol. 13』, 6-9, 한국농촌경제연구원.
- 주원, 정민, 조규림(2016), “4차 산업혁명의 등장과 시사점”, 『새로운 경제시스템 창출을 위한 경제주평』, 16-32(통권 705호), 현대경제연구원.
- 김재홍(2016), “4차 산업혁명 시대를 여는 ICT 응용 신산업: 경쟁력 진단과 인도 활용전략”, 『Global Strategy Report』, 16-011, KOTRA.
- 김진하(2017), “제4차 산업혁명 시대, 미래사회 변화에 대한 전략적 대응 방안 모색”, 『KISTPEP InI 15호』, 45-58, 한국과학기술기획평가원.
- 이상길(2016), “제4차 산업혁명과 농업”, 농림수산식품기술기획평가원.
- 이종원(2017), “4차 산업혁명과 농업부문 해외관련 기술 및 연구동향”, 『세계농업 제202호』, 99-120, 한국농촌경제연구원.
- 김연중(2017), “4차 산업혁명과 우리 농업의 미래”, 『세계농업 제202호』, 121-137, 한국농촌경제연구원.
- 이인복 외 6명(2012), “해수농업 관련 주요 기술 및 연구개발 동향”, 『물 부족 시대를 대비한 해수의 농업적 활용 관련 연구개발 동향』, 11-41, 농림식품기술기획평가원.
- 미래부(2017), “4차 산업혁명 대응을 위한 정부 R&D 전략적 투자 범위 및 기준”, 『2018년도 정부 연구개발사업 예산 배분조정(안)』, 미래창조과학부. (회의자료)
- 홍성주(2017), “국가 R&D 체계와 운영 방향”, 『제7차 중장기 전문가 수립 세미나 발표자료』, 1-25, 과학기술정책연구원.
- 농촌진흥청 4차 산업혁명 대응단(2017), “4차 산업혁명 시대와 농업의 대전환”, 『제7차 중장기 전문가 수립 세미나 발표자료』, 26-67, 농촌진흥청.
- 장민기(2017), “새정부 정책 변화와 농업 R&D 방향”, 『제7차 중장기 전문가 수립 세미나 발표자료』, 68-87, 농정연구센터.
- 정재진, 송미령, 광재원(2017), “4차 산업혁명과 농업·농촌 변화 전망”, 『제13회 농림식품산업 미래창조포럼』, 농림수산식품기술기획평가원.
- 오경태(2017), 『4차 산업혁명시대 지능정보기술동향과 농업 R&D 추진방향』, 농림식품기술기획평가원.
- 서울대학교(2016), “2016년 스마트 팜 성과분석”, 농림수산식품교육문화정보원.
- 김연중, 서대석, 박지연, 박영구(2016), “스마트 팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구”,

한국농촌경제연구원.

- 김정옥, 문지인(2016), “생산량은 늘고! 비용은 줄고! 똑똑한 스마트 팜을 추천합니다!” 『농식품부, 2016년 스마트 팜 성과분석 결과 발표』, 농림축산식품부.
- 김지현, 오평록, 김진묵(2015), 『농림축산식품 미생물유전체전략연구사업 2016년 연구기획 보고서』, 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업단.
- 김수경, 차윤기, 김광석(2016), “스마트팜이 이끌 미래 농업” 『삼정 KPMG ISSUE MONITOR 제62호』, 삼정KPMG.
- 김연중, 서대석, 박지연, 박영구(2016), 『스마트 팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구』, 등록번호 11-1541000-001674-01, 한국농촌경제연구원.
- 김관중, 허재두(2015), “스마트팜 기술동향 및 전망”, 『전자통신동향분석 제30권 제5호』, 1-10, ETRI.
- 김철영(2016), “스마트 팜(Smart Farm)산업 - 농업과 ICT의 융합을 통한 고부가가치 6차 산업으로 육성 필요”, 『현대able Daily 2016년 8월 30일』, 1-6, 현대증권.
- 김연중, 박지연, 박영구(2016), “스마트 팜 실태 및 성공요인 분석”, 한국농촌경제연구원.
- (주)날리지웍스(이재희, 권태우, 김우리, 김현정, 신용숙, 안선영, 정문수, 정술아)(2015), “한국형 스마트팜 기술개발 사업 기획연구”, 과제번호 PJ011692, 농촌진흥청.
- 스마트팜 R&D 협의체 회의자료(2016), “한국형 스마트팜 R&D 협의체 - 2016년 제2차 회의 자료집”, 농림축산식품부, 농촌진흥청, SFS 융합연구단. (회의자료)
- 충남대학교 산학협력단, 장동일(2010), “IT융합 차세대 농기계 수출전략형 핵심기술 기획”, 지식경제부.
- 전북테크노파크, IT 융합 차세대 농기계 종합기술지원사업 기획위원회(2009), “IT 융합 차세대 농기계 종합기술지원사업”, 『연구기획사업 최종보고서 제출서』, 지식경제부.
- 이동필, 남태현, 김현수, 김정옥, 이덕민, 서봉열, 김호균, 도재규, 김병철(2016), 『농업과 ICT의 융합, 한국형 스마트 팜 확산』, 등록번호 11-1543000-001157-01, 농림축산식품부.
- 고기석, 최미희, 이병철, 정용제, 이정아, 이희선(2016), 『농축산 ICT 융복합 지원사업 평가』, 사업평가 16-23(통권 378호), 국회예산정책처.
- 구한승, 민재홍, 박주영(2015), “스마트농업 동향분석”, 『전자통신동향분석 제30권 제2호』, 49-58, ETRI.
- 장동일, 정선옥(2010), “IT융합 농기계 종합기술지원사업 기술개발 연구계획서”, 전북대학교. (안건 및 계획 보고)
- 정선옥(2008), 『정밀농업을 위한 생산기반 필요조건 도출』.
- 정선옥(2016), 『기후변화 적응 정밀농업 및 ICT발전 방안』, 국립식량과학원.
- 이동필, 김정옥, 문지인, 전효주, 도재규, 김상남, 이승규, 양종열, 원주언, 신승구, 정명중, 김태후, 윤중근, 심세용, 김남훈(2016), 『현장에서 전하는 유형별 스마트 팜 선도사례』, 등록번호 11-1543000-001373-01, 농림축산식품부, 농촌진흥청, 농림수산식품교육문화정보원.
- KISTEP(2017), “2018년도 정부 R&D 투자방향 및 기준(안)”, 연구개발투자심의관.
- _____.(2017), “생육모델 및 생육관리 S/W 개발 추진 계획”, 농촌진흥청.

- _____.(2017), “4차 산업혁명 대응 농식품 R&D 추진 현황 및 계획 보고”, 농촌진흥청 연구정책과.
- _____.(2017), “부청공동 4차 산업혁명 대응 신규사업기획 연구용역 추진계획(안)”, 농촌진흥청 연구정책국.
- _____.(2017), “농업농촌 분야 4차 산업혁명 대응 전략”, 농림축산식품부.
- _____.(2014), “제2차 지능형 로봇 기본계획(안)”, 관계부처 합동.
- _____.(2017), “농업분야 4차 산업혁명 대응계획”, 농식품부.
- _____.(2017), “스마트 농업 4.0 추진방안, 4차 산업혁명 대응 농식품 R&D 추진 전략”, 농촌진흥청.
- _____.(2017), “첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발”, 농촌진흥청.
- _____.(2017), “‘17년도 스마트 팜 R&D 추진 계획”, 농림축산식품부.
- _____.(2015), “ICT 기반 한국형 스마트팜 기술개발 계획”, 농림축산식품부.
- _____.(2016), “ICT 기반 한국형 스마트팜 기술개발을 위한 ‘16년 R&D 추진계획(안)”, 농림축산식품부.
- 이지원, 강삼석(2015), “2015년도 국가연구개발사업 성과목표 및 지표”, 농촌진흥청.
- 농업공학부장(2016), “차세대 한국형 스마트팜 기술 개발”, 『2017년 주요업무계획(III) [Top5 융복합프로젝트]』, 농촌진흥청.
- _____.(2015), “지능형 정밀농업을 통한 고부가가치 창출 - ICT 융합 한국형 스마트팜 추진방안(안)”, 농촌진흥청.
- _____.(2016), “농림수산식품분야 ICT융복합 R&D 투자 전략(안)”, 연구개발투자심의관, 생명기초조정과.
- _____.(2016), “스마트 팜 확산 가속화 대책 - 한국 농업의 국제 경쟁력 강화 전략”, 농림축산식품부.

주 의

1. 이 보고서는 농촌진흥청에서 시행한 「ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용·발표할 때는 반드시 농촌진흥청에서 시행한 「ICT융합 한국형 스마트팜핵심기반기술개발사업」의 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.