

4차 산업혁명 대비 미래산업 정책 분석 IV

[산업 분야별 육성 및 고도화 정책 분석]



4차 산업혁명 대비 미래산업 정책 분석 IV

산업 분야별 육성 및 고도화 정책 분석

2017. 10.



국회에산정책처
National Assembly Budget Office

이 보고서는 「국회법」 제22조의2 및 「국회예산정책처법」 제3조에 따라 국회의원의 의정활동을 지원하기 위하여, 국회예산정책처 「보고서발간심의위원회」의 심의를 거쳐 발간되었습니다.

발 간 사



4차 산업혁명은 초연결, 초지능 및 융합화에 기반하여 상호 연결되고 보다 지능화된 사회로 변화하는 특성을 지니며, 이는 산업생태계 전반에 지대한 영향을 끼칠 것으로 예측되고 있습니다.

미국·독일·일본 등 주요 선진국들은 이미 정보통신기술(ICT)과 제조업 융합을 중심으로 4차 산업혁명 대응전략과 체계를 마련하여 추진하고 있습니다.

우리나라는 그간 미래성장동력 정책을 통해 세계 최고 수준의 ICT 인프라를 확보하는 등 성과가 있었습니다.

새정부에서도 핵심 경제성장 전략의 하나로 혁신성장을 제시하고, 과학기술 혁신과 중소기업 창업 활성화를 통한 효과적인 4차 산업혁명 대응을 위해 4차산업혁명위원회를 설치하고 구체적인 실행계획을 수립 중에 있습니다.

이에 국회예산정책처에서는 4차 산업혁명 대응 정책에 대한 종합적인 분석을 담아 「4차 산업혁명 대비 미래산업 정책 분석」 보고서를 발간하였습니다. 본 보고서에서는 4차 산업혁명에 대한 정부의 정책 대응을 총괄적으로 검토하고, 분야별로 과학기술과 R&D혁신, ICT융합과 SW산업 등에 대한 구체적인 정책 및 재정사업 분석을 수행하였습니다.

분석결과에 따르면, 4차 산업혁명 대응을 위한 범부처 차원의 정책 추진체계는 마련되었으나, 과학기술·ICT 중심의 정책 설계에 따라 파생되는 분야인 산업구조, 고용환경 및 국민의 삶 전반에 대한 정책적 검토가 이루어져야 할 것으로 보입니다.

본 보고서가 4차 산업혁명 대응을 통한 국가 미래성장동력 발굴 및 육성에 관심을 가지고 계신 국회의원님들의 의정활동에 기여할 수 있기를 바랍니다.

2017년 10월

국회예산정책처장 김 춘 순

요 약 (I. 제조업 혁신)

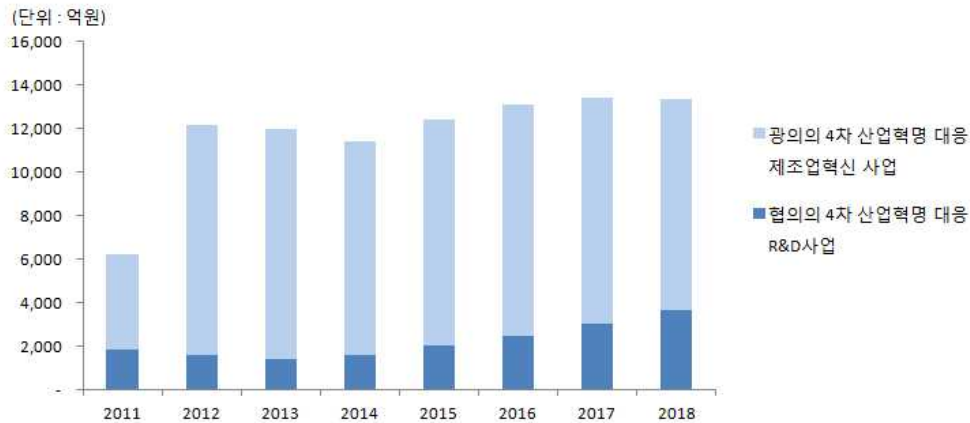
1. 분석 배경 및 개요

- 4차 산업혁명이 제조업 혁신을 이끌 수 있는 주요 동인이 될 수 있다는 점에서 제조업 전반에 미치는 영향과 주요 과제를 검토
 - 제조업혁신을 통한 4차 산업혁명 대비는 신 정부의 100대 국정과제 중 주력 산업 경쟁력 제고로 산업경제의 활력회복과 연계됨.
 - 정부는 제조 경쟁력에 ICT 및 서비스를 융합한 미래형 신산업을 육성하며, 2022년까지 스마트공장 2만개를 보급하고 2019년까지 산업 전반에 대한 구조조정을 시행하는 방안을 마련함

2. 예산·재정 현황

- 4차 산업혁명 대응을 위한 2018년 산업통상자원부 소관 R&D사업예산은 3,642억원 규모이나, 제조업 혁신역량을 키우는 사업을 포함할 경우 약 1조 3,338억원으로 예상
 - 협의의 4차 산업혁명 대응 R&D사업은 정부에서 발표한 4차 산업혁명 대응 R&D사업을 의미하며 산업통상자원부 소관 19개 사업 3,642억원 규모임
 - 협의의 4차 산업혁명 대응 R&D사업은 전자시스템전문기술개발사업과 로봇산업핵심기술개발사업, 소재부품산업미래성장동력사업, 제조기반생산시스템, 지식서비스핵심기술개발, 신에너지 관련 기술 등으로 구성됨.
 - 광의의 4차 산업혁명 대응을 위한 제조업혁신 사업은 주력산업진흥 및 신산업진흥사업을 포함하며 정부 발표 4차 산업혁명 대응 사업을 포함하여 1조 3,338억원임
 - 4차 산업혁명 대응 산업통상자원부 소관 R&D사업의 2018년 예산안은 20.1% 증가함

[그림 4] 4차 산업혁명 대응 제조업혁신 분야 재정지원 현황



자료: 산업통상자원부 자료를 바탕으로 국회예산정책처 재작성

3. 해외 주요국 사례

□ 미국

- 미국은 2012년 첨단 제조업 구상(AMI: Advanced Manufacturing Initiative)을 발표하고, 2014년 12월 오바마대통령이 「미국 제조업 재활력법 (Revitalize American Manufacturing Act)」에 서명하는 등 제조업 육성정책을 실시함
 - － 제조업혁신센터(MII)를 신설하여 향후 10년간 45개 기관으로 확대하고 이들을 연결하는 국가 제조혁신네트워크(NNMI)를 조성함

□ 독일

- 독일은 2006년 하이테크전략, 2010년 하이테크전략2020을, 2014년에는 신하이테크전략을 발표하고, Industry 4.0을 추진할 추진기구를 설립함
 - － 신하이테크전략의 5대 우선과제는 디지털경제 및 사회, 지속가능경제 및 에너지, 혁신적인 일터, 건강한 삶, 스마트 모빌리티로 구성됨
 - － Industry 4.0의 플랫폼은 독일 연방교육연구부와 연방경제에너지부가 공동관리하며 중소 제조기업의 스마트팩토리 생산체제로의 이행을 지원하고 기술, 표준, 비즈니스 모델개발, 테스트 베드 운영을 참고함

□ 일본

- 일본은 2016년 산업혁명 선도전략으로 ‘신산업구조비전’을 제시함
 - 아베 총리가 의장으로 2016년 9월 출범한 ‘미래투자회의’ 산하에서 유망 성장시장의 창출, 인구감소와 일손 부족을 보충할 생산성 혁명, 산업구조를 지탱하는 인재강화를 목표로 함

□ 중국

- 중국은 2015년 제조업을 활성화하기 위한 「중국제조 2025」계획을 수립하여, 10대 핵심 산업 분야를 선정하고 5대 중점프로젝트 계획을 명시함
 - 중국이 전략적으로 육성하려는 산업은 차세대 IT, 고급 정밀 수치제어 공작기계 및 로봇, 항공 우주설비, 해양엔지니어링 설비 및 첨단 선박, 신소재, 선진철도 교통설비, 에너지 절약 신에너지 자동차, 전력설비, 농업기계설비, 바이오 의약 및 고성능 의료기계임

□ 시사점

- 4차 산업혁명은 공장 자동화 및 효율화 이상의 의미를 가지며 우리나라 뿐 아니라 독일, 미국, 일본, 중국 등 주요 제조업 국가들은 공정혁신, 제품기획, 신모델 개발, 판매제품에 대한 원격관리 등을 통해 비용 절감 및 기술개발을 시도하고 있음
 - 한국이 지속해서 저비용우위나 가성비 전략을 유지할 경우 선진국 뿐 아니라 중국과의 경쟁에서도 어려움이 있을 것으로 예상됨

4. 주요 쟁점 분석

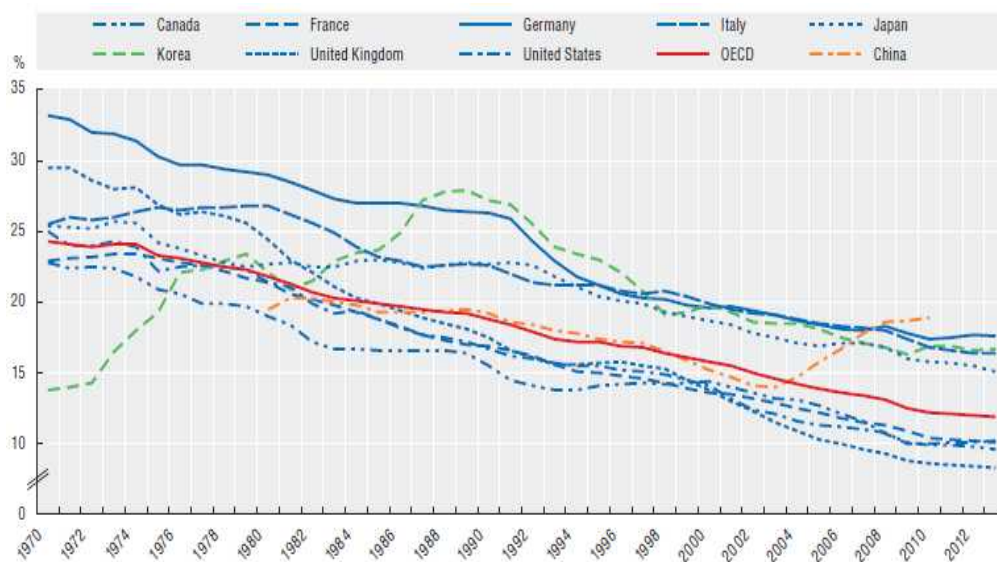
- (제조업경쟁력 비교) 우리나라의 제조업경쟁력지수(GMCI)는 2016년 5위로, 세계 순위 26위를 기록한 국가경쟁력지수(GCI)보다 높아 4차 산업을 통한 제조업 경쟁력을 유지할 방안이 필요함

- 세계경제포럼(WEF)에서 발표하는 우리나라 국가경쟁력지수(Global Competitiveness Index: GCI)는 2014-2016년 3년 연속 26위
- 딜로이트그룹이 발표하는 세계제조업경쟁력지수(Global Manufacturing Competitiveness Index: GMCI)에서 우리나라는 2013년과 2016년 연속 5위를 기록했으나 2020년 6위로 다소 낮아질 것으로 전망함.
- 제조업의 설비투자에서 기존 제품의 설비 확장과 유지 투자의 비중이 R&D 및 신제품 개발에 비해 높아 미래 성장동력 확보가 상대적으로 미흡함.

□ (제조업의 고용 비중) 제조업의 GDP 기여도가 지속적으로 높은데 반해, 제조업의 일자리 기여도는 감소하고 있음

- 우리나라는 2000년 이후 제조업 일자리 비중이 지속적으로 낮아진 반면, 독일은 2010년 이후 제조업 일자리 비중이 다소 증가함
 - 우리나라는 자동차, 조선, 통신기기, 디스플레이 등 수출주도형 제조업의 성장으로 제조업의 GDP 기여도가 높은 상황임

[제조업 일자리의 비중(1970-2013)]



주: 총 고용 대비 제조업부문의 고용 비중

자료: OECD, *Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society*, 2015, p.28

□ (소재산업·신산업부문) 우리나라 제조업부문이 4차 산업혁명분야의 기술 우위를 확보하기 위해서는 소재산업과 신산업부문에서 보다 적극적인 대응이 필요

- 우리나라의 4차 산업혁명 대응수준은 신산업과 소재산업 등의 분야에서 뒤처짐
 - IT부품산업은 선진기업과 격차가 1년 미만이지만, 소재산업과 신산업은 선진기업 대비 75% 수준임

[선진국 대비 산업군별 4차 산업혁명 대응 수준 비교]

(단위: %)

	원료조달	R&D	디자인	제조	물류	마케팅	서비스
IT부품	90	95	100	100	100	100	100
소재산업	80	65	85	78	78	73	70
신산업	78	83	80	88	80	70	78

자료: 장석인, “4차 산업혁명 시대 한국 제조업의 발전전략과 과제”, 산업연구원, 2017

□ (스마트공장 보급) 스마트공장은 공정 효율화 뿐 아니라 산업구조조정과 연계되도록 지원 목표와 지원방식 구체화가 필요

- 4차 산업혁명 대비의 대표사업인 스마트공장 구축사업은 2016년까지 민간 재원을 포함하여 1,379억원을 투입하여 2,800개 스마트공장 구축을 지원함
 - 정부는 스마트공장 구축결과 생산성 개선(23%), 불량률 감소(△46%), 원가절감(△16%), 납기단축(△35%)의 성과가 있었다고 함.
 - 정부는 2025년까지 스마트공장 3만개 구축을 목표로 함

[스마트공장보급확산사업 예산 현황]

(단위: 억원)

	2015	2016	2017	2018(안)
스마트공장보급확산사업	80	520	653	640
생산현장디지털화	80	99	150	142
지역특화사업	21	29	22	20
계	181	648	825	802

주: 스마트공장보급확산사업은 산업통상자원부에서 수행했으며, 2017년 하반기 중소벤처기업부 출범 이후 이관됨

자료: 산업통상자원부 및 중소벤처기업부

- 제조업3.0 혁신전략의 대표 사업인 스마트공장은 산업공정 전반에 대한 컨설팅을 통해 산업기술 변화를 야기할 수 있도록 할 필요가 있음
 - 스마트 공장 구축은 생산설비 교체가 목표가 아니라 기업의 미래 성장 방향에 맞추어 설비투자가 기존 설비의 확장 및 유지보수 보다 공정 효율화와 산업구조조정과 연계되어야 함
 - 스마트공장의 스마트화는 4단계로 구분되는데, 고도화단계 공장은 아직 없고, 기초단계 스마트공장이 전체 76%이며 중간1단계가 21.5%로 대부분의 스마트공장은 생산이력관리 수준임

[스마트공장 스마트화 단계별 보급현황]

(단위: 개사, %)

구분	기초	중간1	중간2	고도화
수준	생산 이력 추적·관리	실시간 생산정보 수집·관리	실시간 공장 자동 제어	설비·시스템의 자율 생산
보급(개사)	2,139	601	60	-
비율(%)	76.4	21.5	2.1	-

자료: 중소벤처기업부

- 스마트공장 보급으로 공장설비 보급뿐 아니라 산업용 로봇과 센서기술의 개발과 연계될 필요가 있음
 - 2015~2019년의 연평균 산업용 로봇 수요가 13%씩 증가할 전망이며 세계 센서시장은 2010년 이후 연평균 12%의 고성장을 하고 있음
- 미래성장동력산업의 선정시, 정부는 국내 기술여건과 산업분야별 성장가능성 고려하되 일관성 있는 추진이 필요
 - 미국, 일본, 독일, 중국도 미래성장동력산업을 선정하고 있으나, 우리나라에 비해 넓은 범위의 산업을 선정함
 - 지구적 문제, 미래산업, 첨단자동차, 우주산업, 스마트시티, 첨단제조업 등
 - 산업의 성장은 정부 지원이 아니라 민간 시장에서 성장하고 확대되어야 한다는 점에서 세부 분야는 시장에서 결정되도록 유도하는 것이 효율적임
 - 국가차원의 미래성장산업이 자주 변경되지않고 일관성을 유지하여 산업이 자생적으로 기다리는 방안이 필요할수도 있음

[미래성장동력 산업의 비교]

우리나라		미 국	일 본	중 국
민 간 주 도 형	스마트자동차	첨단자동차	자동주행·모빌리티	선진 궤도 교통설비
	5G 이동통신			차세대IT기술
	실감형콘텐츠	교육용 기술	미디어콘텐츠	
	착용형스마트기기			
	지능형 사물인터넷		교육	
	지능형반도체	고성능컴퓨팅		반도체
민 관 공 동 추 진 형	고기능무인기	우주산업		항공장비, 우주장비
	지능형로봇			로봇
	빅데이터	두뇌 이니셔티브	스마트보안	
	융복합소재			신소재
장 기 산 업 화 분 야	심해저해양플랜트			해양장비 및 첨단기술선박
	가상훈련시스템			
	맞춤형 웰니스케어	정밀의학, 헬스케어	의료·건강, 관광	바이오의약 및 고성능 의료기기
	스마트바이오시스템		농업	농업 기계장비
	신재생하이브리드	청정에너지 및 에너지효율기술	스마트에너지	에너지절약 및 신에너지 자동차
	재난안전시스템			
	직류송배전시스템			
	초임계CO2발전			전력설비
	첨단소재가공시스템			고정밀수치제어
		스마트시티	스마트하우스커뮤니티	
		첨단제조업	장인정신혁신유통소매	
		미래산업, 혁신경제	금융	
		지구적 문제 대응		

주: 우리나라는 산업화속도가 높은 분야 중 민간주도형과 민관공동추진형을 구분하며, 산업화에
시일 소요가 예상되는 분야는 민관 공동

자료: 산업통상자원부, 「미래성장동력 종합실천계획」, 2015(우리나라), 백악관, A Strategy for
American Innovation, 2015(미국), 일본 경제산업성 산업구조심의회 신산업구조부회(일본), 중
국제조2025(중국)의 10대 전략산업

요 약 (II. 농업 혁신)

1. 분석 배경 및 개요

- 4차 산업혁명 도래에 따른 논의와 그 준비를 위한 정부차원의 대책이 국가별로 활발하게 진행되는 가운데, 농업·농촌 부문에서도 4차 산업혁명 도입에 따른 영향과 파급효과가 기대되고 있음
- 정부의 농업·농촌 분야 4차 산업혁명 대응을 위한 정책분야 중 해외사례 분석, R&D 대응방안, 스마트팜 등 유사정책의 성과, 농업 분야 일자리 변화 전망 등을 바탕으로 정책과제를 발굴·제안

2. 예산·재정 현황

- 농림축산식품부 등은 범정부 차원의 4차 산업혁명 대응을 위해 「4차 산업혁명 대응 기술융복합 스마트 농업 육성 방안」을 수립중
 - 농림축산식품부·농촌진흥청·산림청을 비롯하여 한국농어촌공사·한국농수산식품유통공사·농협 등 유관기관 공동으로 수립중
 - 동 대책은 6개의 전략프로젝트와 4개의 인프라로 구성될 계획
 - － 전략 프로젝트: 스마트팜 업그레이드, 첨단농기계 개발·보급, 관측·위험관리 고도화, 유통·식품산업, 생명산업, 농촌형 스마트빌리지
 - － 인프라: 전략적 R&D 추진, 데이터 생태계 조성, 교육 등 현장 역량 강화, 창업생태계 조성

□ 2018년도 4차 산업혁명 관련 농업·농촌 부문 R&D 예산안¹⁾은 3개 부처 5개 세부사업 433억원임(전년 대비 32.9% 증가)

- ICT 융복합시스템, 무인이동체(드론)활용 농경지관측과 현장적용기술, ICT 융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발 등 ICT활용 R&D사업으로 구성
- 중기재정계획상 연도별 투자계획을 보면, 2017년 326억원에서 2018년 433억원까지 증가하였다가 2021년 262억원으로 축소될 전망

[4차 산업혁명 대응 관련 농식품분야 R&D 중기재정계획]

(단위: 백만원, %)

	사업명	2017	2018	2019	2020	2021
농림축산 식품부	첨단생산기술개발 (ICT융복합시스템)	15,834	17,418	17,418	17,418	17,418
농촌 진흥청	무인이동체(드론)활용 농경지 관측과 현장적용기술	0	3,000	3,000	4,000	4,000
	ICT융합 한국형 스마트팜 핵 심기반기술개발	13,119	12,091	0	0	0
	첨단기술 융복합 차세대 스마 트팜 기술개발	0	6,000	17,200	12,000	0
산림청	융복합기반 임산업의 신산업 화 기술개발(ICT 등 융복합 첨 단기술개발)	3,635	4,790	4,790	4,790	4,790
합 계		32,588	43,299	42,408	38,208	26,208

3. 해외 주요국 사례

□ 일본은 「i-Japan 2015 전략」을 수립하고 농업 클라우드 서비스 제공을 중심으로 스마트 농업정책을 시행중

- 주요 목표는 기계화·자동화 등을 통한 에너지절감, 편리성도모, 수익향상, 건강증대 및 안전성 확보 등임

1) 현재 정부에서는 농식품 분야를 포함한 4차 산업혁명 관련 재정사업의 규모와 내역에 대해 발표하고 있지 않으며, 다만 R&D 분야의 경우 과학기술정보통신부에서 정부연구개발 예산 중 4차 산업혁명 대응 예산을 집계하고 있다.

- 이를 위해 농업 클라우드 솔루션, 에너지절감 시스템 등의 기술을 도입하였으며, 농업 클라우드는 농지 작업 실적과 작물 이미지 등을 데이터로 저장하고 분석해 수확량 증가와 품질 향상을 위한 최적의 운영 방안을 제공
- 농업 클라우드 도입의 장점은 농업 경영에 관한 기술 노하우·경험의 축적이 적은 신규 농가에게 농업 클라우드를 이용함으로써 단기간에 기술을 습득하여 생산성을 올릴 수 있고, 초기 도입 비용이 적게 드는 점

□ 네덜란드는 우리나라 면적의 2/5에 불과하지만 ICT를 활용해 한계를 극복한 대표적인 농업 수출 국가로 농산물 수입액의 1.5배를 수출

- 네덜란드의 농업 부문 중 특히 시설원예는 1990년 이전까지는 생산성 중심으로 발전해왔으나, 이후 지속가능성에 초점을 두고 기술 개발이 이루어짐
- 이를 위해 ‘과학기술 농업’을 표방하고 정부 주도 아래 농업에 ICT 기술을 접목, 생육환경을 정밀하게 조절하는 자동화 기술을 개발하고 시스템을 구축
- 농업 ICT 융합의 대표적 사례는 정밀화 사업(Programma Precisie Lanbouw, PPL)으로, 이는 농업기술을 개선하는 ICT 기술개발 등 민관 파트너십형 사업을 통하여 농업의 정밀화를 추진하는 사업임
- 대학, 연구기관, 기업 등으로 구성된 푸드밸리를 설치하여 농업기술 연구개발의 지속적인 진화와 발전을 꾀하고 있음

□ 미국은 고도로 발달된 첨단 ICT와 빅데이터²⁾ 기술을 바탕으로 정밀농업(Precision Agriculture)을 시행하고 있음

- 정밀농업은 농경지의 세분화 관리를 통해 농업생산성을 높일 수 있도록, 관찰(조사)·처방(분석)·농작업·결과분석 단계별로 ICT기술을 도입하는 것이며, 초기에 빅데이터 기반 플랫폼 형성에 중점을 두었음
- 미국 농무부(USDA)와 국립기상서비스는 오픈데이터 정책 추진을 통해 ‘Climate Cooperation’ 서비스를 제공하고 있으며, 수많은 기상, 토양, 수확량 데이터를 바탕으로 지역·작물별 수확 피해 발생 확률을 계산하고 이를 토대로 농가를 위한 맞춤형 보험 프로그램을 제공

2) 빅데이터(Big Data)란 데이터를 구성하고 있는 물리적 하드웨어로부터 시작해 이를 기반으로 하는 어플리케이션과 소프트웨어를 포괄하는 거대 플랫폼을 의미한다.

- 미국과 캐나다 산림청은 산악기상정보, 위성정보, 빅데이터와 ICT 기술을 접목하여 산림재해를 예측하고 대국민 경보체계를 운영
- 해외 주요국의 농업·농촌·임업부문 4차 산업혁명과 관련한 시사점은 다음과 같음
 - 주요 국가의 4차 산업혁명이 추구하는 목표는 투입 에너지의 최소화와 생산성 극대화이며, 이를 달성하기 위한 수단으로 사물인터넷³⁾, 빅데이터 등을 이용하였으나, 우리나라의 경우 소규모 생산기반과 노후화된 생산시설이 많으므로 이를 감안한 맞춤형 정책 추진 필요
 - 일본(농업 클라우드), 네덜란드(정밀화사업), 미국(정밀농업 및 산림재해) 등의 사례에서 모두 초기에 빅데이터 기반 플랫폼 형성에 중점을 두었으며, 우리나라에서도 이를 위한 생태계 조성 검토 필요

4. 주요 쟁점 분석

가. 4차 산업혁명 관련 농식품 R&D 기술수준 검토

- 4차 산업혁명과 관련된 우리나라의 R&D(농림식품 융복합 부문)의 기술수준(2016)은 최고기술보유국에 비해 73% 수준으로 낮고 기술격차도 4.2년으로 차이가 발생
 - 연도별로 보면, 2014년에 비해 기술수준은 73%로 그대로이며, 기술격차는 5.6년에서 4.2년으로 일부 단축
 - 이와 같이 기술수준·격차가 발생하는 원인은 연구인력 부족(26.4%), 인프라 미비(19.9%), 연구비 부족(18.3%), 산학연협력 미흡(14.3%)의 순으로 나타남

3) 사물인터넷(Internet of Thing: IoT)이란, 각종 사물(가전제품, 모바일 장비, 웨어러블 컴퓨터 등 다양한 임베디드 시스템)에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술을 의미한다.

[농림식품 융복합 기술수준-기술격차 추이]

(단위: %, 년)

	2014			2016			증감	
	최고기술	기술수준	기술격차	최고기술	기술수준	기술격차	기술수준	기술격차
	보유국	(A)	(B)	보유국	(C)	(D)	(C-A)	(D-B)
농림식품융복합	독일	73.0	5.6	미국	73.0	4.2	0.0	△1.4

	산학연협력 미흡	국제협력 미흡	연구인력 부족	인프라 미비	법·제도 미비	연구비 부족	기타
격차 발생요인	14.3	5.4	26.4	19.9	13.9	18.3	1.8

자료: 농림수산식품기술기획평가원의 「농림식품 기술수준평가」 자료를 바탕으로 재작성

□ 4차 산업혁명과 관련된 농식품 R&D(첨단생산 기술개발 부문)의 사업화 및 인력양성 성과는 타 부문에 비해 저조하고 연례적으로 감소 추세임

- 첨단생산 기술개발 부문의 투입 10억원당 사업화⁴⁾ 건수는 2016년도의 경우 1.79건으로 타부문에 비해 낮으며, 전체 합계에서 차지하는 비중도 2013년 14.2%에서 2016년 6.6%로 감소
- 인력양성⁵⁾ 건수는 2016년 181건으로 전체에서 중간수준이며, 전체 합계에서 차지하는 비중은 2012년 13.7%에서 2016년 15.6%로 약간 증가

[농식품 연구개발 사업별 사업화 건수(투입 10억원당) 및 인력양성 추이]

(단위: 건, %)

		2012	2013	2014	2015	2016
사업화 건수 (투입 10억원당)	농생명산업 기술개발	2.10	1.69	2.35	1.54	1.94
	고부가가치 식품기술개발	1.31	1.76	1.22	3.42	5.51
	기술사업화 지원	1.50	2.22	4.51	4.89	9.60
	첨단생산 기술개발	0.65 (7.9)	1.39 (14.2)	0.57 (4.5)	1.42 (7.8)	1.79 (6.6)
	수출전략 기술개발	1.58	2.75	2.50	2.80	2.66
	합 계	8.22	9.81	12.75	18.09	27.16
인력 양성	농생명산업 기술개발	347	386	304	249	291
	고부가가치 식품기술개발	187	226	250	224	332
	기술사업화 지원	58	42	50	84	61
	첨단생산 기술개발	132 (13.7)	124 (12.4)	88 (10.0)	124 (13.7)	181 (15.6)
	수출전략 기술개발	123	106	89	86	108
	합 계	961	997	882	908	1,162

주: 괄호안은 합계에서 차지하는 비중임

자료: 농림수산식품기술기획평가원의 「농식품 R&D 연구개발사업 성과조사분석」 자료를 바탕으로 재작성

- 4) 재정투입의 효율성을 파악하기 위해 정부출연금 10억원 당 사업화된 건수를 분석한 것이다.
5) 사업수행의 효율성 측정을 위해 연구개발사업을 통한 석·박사 등 전문인력 양성성과를 나타낸 것이다.

- 향후 농림축산식품부·농촌진흥청·산림청 등은 4차 산업혁명 관련 R&D 사업을 추진함에 있어, 기술수준·격차, 사업화 및 인력양성의 문제점을 개선하고 발전시켜 나갈 필요

나. 스마트팜 사업의 성과 분석

- 농림축산식품부는 2013년 「농식품 ICT 융복합 확산대책」을 마련하고 스마트팜⁶⁾ 도입을 위해서 시설현대화와 스마트팜 보급을 동시 추진하고 있으며, 4차 산업혁명과 관련하여 대표적 사업으로 확대될 전망
 - 정부의 주요 정책목표는 스마트팜을 집중 보급하여 농가 생산성 향상 및 농업경쟁력을 강화하고 스마트팜 관련 산업의 선순환 생태계를 조성하는 것임
- 농축산분야 ICT 융복합 시설보급 사업의 최근 3년간 결산현황을 살펴보면, 50% 수준의 저조한 실행행률을 보이고 있음
 - 2014년 26.8%, 2015년 25.5%, 2016년 51.7%로 일부 증가하고는 있으나, 실행실적은 매우 미진한 상황
 - 농림축산식품부는 농축산 ICT 융복합 시설보급 사업(2014~2016년도)의 실행률 부진사유로 'ICT 융복합 사업의 수요 부족' 등을 공통적으로 제시

[농축산분야 ICT 융복합 시설보급 사업 결산 및 성과 추이]

(단위: 백만원, %)

집행 실적		예산현액	실집행액	실집행률
	2014	8,969	2,407	26.8
	2015	14,322	3,650	25.5
	2016	41,127	21,254	51.7
사업 성과		목표	실적	달성률
	시설원예 스마트팜	4,000ha	1,912ha	47.8
	축산 스마트팜	700호	411호	58.7

자료: 농림축산식품부 자료를 바탕으로 재작성

6) 스마트팜(Smart Farm)은 ICT를 비닐하우스·축사·과수원 등에 접목하여 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적절히 제어할 수 있는 농장으로, 노동력·에너지·양분 등을 기존 관리방식보다 덜 투입하고도 생산성과 품질향상이 가능할 것으로 기대되고 있다.

- 스마트팜 농가 보급률은 2017년 정부 목표치 대비 평균 53.3%달성에 그치고 있는 등 성과도 저조한 상황
 - 시설원에 스마트 팜은 2016년 실적 기준으로 1,912ha를 달성하여 2017년 목표치 4,000ha의 47.8%를 달성했고, 축산 스마트 팜은 2016년 실적기준으로 411호가 보급되어 2017년 목표치 700호 대비하여 58.7%를 달성
 - 성과 부진 사유는 초기투자 및 관리비용 부담 등으로 인한 사업수요 저조 등에 기인한 것으로 보임
- 향후 4차 산업혁명을 추진하면서 스마트팜 사업이 확대될 것으로 전망되는 가운데, 이러한 사업수요 저조 문제를 해결할 수 있는 개선방안 마련 필요

다. 4차 산업혁명으로 인한 농업·농촌 일자리 변화 전망

- 4차 산업혁명이 농업·농촌 분야 일자리에 미치는 영향에 대해 부정적인 측면과 긍정적인 측면이 동시에 존재함
 - 한국언론진흥재단(2017)의 조사⁷⁾에 따르면, 4차 산업혁명의 일자리가 축소될 직군에 대한 조사결과, 농업(20.7%)은 제조업·노동자(63.7%), 은행원(41.2%), 사무직노동자(29.0%) 등에 이어서 6번째로 많은 감소가 예상
 - 이에 대한 대응을 위해 교육혁신 및 실업대책, 기술개발지원 등이 중요하다고 조사됨
 - 한국고용정보원(2016)에서, 4차 산업혁명 등 기술적 요인에 의한 일자리 증감에 대한 조사결과⁸⁾에서도, 농림어업 부문 응답자의 52.3%는 감소할 것으로 조사되어, 전체 평균(44.7%)에 비해 높은 것으로 나타남
 - 한편, 한국농촌경제연구원(2017)⁹⁾에서는 향후 빅데이터 등을 통한 다양한 소비자 수요에 맞춘 고품질 소량 다품목 생산 및 유통혁신 등이 가능하여 새로운 일자리 창출이 가능하다는 긍정적인 방향도 제시

7) 4차 산업혁명의 인지도, 일자리에 미치는 영향 등에 대해 20~50대 성인남녀 1,041명으로 조사한 것이다.

8) 4차 산업혁명이 직업에 미치는 영향을 살펴보기 위해 한국고용직업분류 23개 직종에 종사하는 1,006명의 재직자를 대상으로 한 것이다.

9) 한국농촌경제연구원, 「4차 산업혁명과 농업 농촌」, 2017.5

□ 최근 농림어업 취업자수 및 비중은 계속해서 감소하고 있음

- 최근 12년간 우리나라의 전체 취업자수는 2005년 2,286만명에서 2016년 2,624만명으로 14.8% 증가한 반면, 농림어업 취업자수는 181만명에서 129만명으로 29.1% 감소
 - － 전체 취업자수에서 농림어업 취업자수가 차지하는 비중도 같은 기간 중 7.9%에서 4.9%로 3.0%p 감소
- 한편, 우리나라의 일자리 예산은 2013년 11조 2,221억원에서 2017년 17조 736억원으로 계속 증가하고 있는 반면, 농림수산물분야 일자리 예산은 2013년 5,074억원에서, 2017년 1,597억원으로 계속 감소되는 것으로 집계¹⁰⁾
 - － 전체 일자리 예산에서 농림수산물분야 일자리 예산이 차지하고 있는 비중도 2013년 4.52%에서 2016년 0.94%로 감소

[농림수산물분야 일자리 예산 추이]

(단위: 억원, %)

	2013	2014	2015	2016	2017
전체 일자리 예산(A)	112,221	120,088	139,748	157,978	170,736
농림수산물분야 일자리 예산(B)	5,074	4,794	2,102	2,039	1,597
비중(B/A)	4.52	3.99	1.50	1.29	0.94

주: 농림수산물분야의 일자리 예산은 농림축산식품부, 해양수산부, 농촌진흥청, 산림청을 합한 것임
자료: 고용노동부

□ 정부는 4차 산업혁명으로 인한 일자리 변화의 부정적인 영향에 대해 교육 혁신 및 실업대책, 기술개발지원 등을 통해 체계적으로 관리하는 한편, 빅 데이터 등을 통한 다양한 소비자 수요에 맞춘 고품질 소량 다품목 생산 및 유통혁신 등을 통해 새로운 일자리를 창출할 수 있도록 지원해 나갈 필요

10) 농림축산식품부는 재정지원 일자리 사업은 매년 선정되므로 해마다 일자리 예산으로 분류되는 사업이 다르며, 일자리 예산이 감소한 것이 아니라 재정지원 일자리 사업으로 선정되지 않아 통계에 집계되지 않았다고 설명하고 있다.

라. 4차 산업혁명이 농업·농촌 기대효과 검토

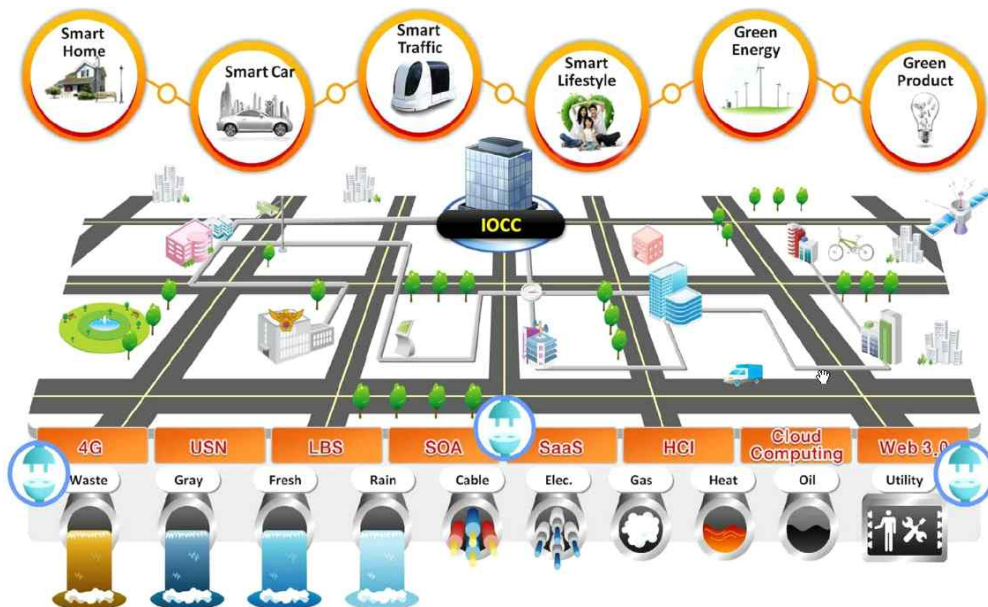
- 농업생산 부문에서 첨단 융합기술을 기반으로 하는 식품공장, 온실·양묘장·노지 등을 포괄하는 스마트팜, 정밀농업기계 등이 확대될 수 있음
 - 농약살포 드론, 무인트랙터, 자동 수확기 등의 지능형 농기계 및 농업·축산용 로봇의 상용화로 고령화로 인한 노동력 부족이 해결될 수 있음
 - 센서, 정보시스템, 기계, 정보관리, 자동제어 등 다양한 기술이 융복합된 농업생산시스템(정밀농업)의 발전으로 자원의 효율적 이용이 가능
 - 빅데이터 활용 농업서비스 플랫폼 등을 통해 재배환경 데이터 등을 수집하고 시장선호도 분석에 따라 시장 판매 추이 파악이 가능
- 유통소비 부문에서 고령화, 1인가구 확대, 초고속 드론 등 배송기술의 발전 등으로 스마트 생산, 유통, 소비시스템이 활성화 될 수 있음
 - 빅데이터를 통한 출하량 조절 및 소비자 식생활을 고려한 개인 맞춤형 농산물 주문시스템, 농림수산물 콜드체인 등이 도입 가능
 - 3D 프린팅을 활용하여 식품 및 농자재·농기계 부품, 도구의 자체 제작을 통해 개인들의 창의성과 아이디어를 반영한 소비가 가능
- 농촌경제 부문에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 농촌 공유경제 시스템 확산 등 규모화·집단화된 경제 공동체 개념이 확산될 수 있음
 - 농지, 주택 등 농촌자원 공유 시스템 구축을 통한 새로운 농촌 소득 모델이 확산될 수 있으며, 이는 귀농귀촌인들을 위한 농지 공유시스템 및 빈집 공유시스템으로 활용
- 이와 같이, 4차 산업혁명의 핵심기술인 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능 등의 기술을 농림업·농산촌 부문에 적용한다면 생산, 유통소비 등 전후방 부문에 파급효과가 있을 것으로 기대
 - 다만, 4차 산업혁명이 항상 긍정적인 요인만 있는 것은 아니므로, 정부는 4차 산업혁명 도입과 동시에 긍정적인 요소는 크게 확대하고 부정적인 요소는 최소화하는 정책이 필요

요 약 (Ⅲ. 스마트시티 구축)

1. 분석 배경 및 개요

- 도시는 4차 산업혁명의 플랫폼으로 간주되고 있으며, 일반적으로 4차 산업혁명에 부응하는 도시를 스마트시티라고 정의
 - 4차 산업혁명에서 도시가 중요한 이유는 자율주행차, 스마트홈, 드론 등과 같은 각종 신산업이 실질적으로 도시 안에서 구현되기 때문임
 - 2017년 9월 22일 시행된 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」은 스마트도시를 ‘건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속가능한 도시’로 규정

[4차 산업혁명의 플랫폼으로서 스마트시티 기본개념]



주: IOCC(Integrated Operation and Control Center) 도시통합관제센터

- 스마트시티는 특정한 도시형태가 아니라 위 [그림]과 같이 다양한 도시서비스를 제공하면서 기존 도시문제를 해결한 도시 혹은 미래지향적 도시를 의미
- 정부가 스마트시티를 구축하기 위해서는 구축하려는 스마트시티의 모습을 구체적으로 설정해야 할 필요
- 4차 산업혁명 대응을 위해 바람직한 스마트시티 구축이 요구되고 있으므로, 지금까지 추진된 스마트시티 관련 사업들을 살펴보고, 스마트시티가 공급해야 하는 융·복합 도시기반시설 및 도시서비스보다는 4차 산업혁명을 위한 ‘플랫폼으로서의 도시(city as a platform)’가 되기 위한 도시구조 측면 위주로 정책방향을 모색

[스마트시티와 일반도시 비교]

	일반도시	스마트시티
도시 구조	<2차원 도시> - 도시구조가 경직되어 변경, 추가 어려움 - 자원 활용이 평면적 (배타적, 독점적이어서 낭비 발생)	<3차원 도시> - 도시구조가 플랫폼화, 레고화되어 신규 기능과 서비스 유연하게 추가 가능 - 자원 활용이 입체적 (공유와 지능기술로 활용 극대화)
	<분절적 도시> - 도시가 도메인으로 잘게 구분 - 도메인 사이에 데이터, 기능 공유 어려움	<유기적 도시> - 도시 전체가 하나의 플랫폼으로 연결 - 수직적, 수평적으로 단절 없는 그리드
도시 운용	<기계적 도시> - 투입과 산출이 기계적으로 연결 - 문제해결 위해 투입 증가 (예: 주차장 증가 → 주차난 해결)	<창의적 도시> - 지식과 아이디어 활용하여 문제 해결 - 창의성과 신기술로 문제해결 (예: 정보·자원 공유 → 주차난 해결)
	<통제 도시> - 소수가 도시운용 - 컨트롤 타워를 통해 질서 유지 - 시민들은 도시에 대한 정보 배제	<자기조직화 도시> - 시민이 도시운용에 적극 참여 - 시민과 지능사물이 스스로 질서 창출 - 도시운영에 대한 정보 자세히 공유
서비스	<도시중심 서비스> - 시민이 도시 운영체계에 적응 - 서비스보다 도시 기능유지 중요	<시민중심 서비스> - 시민의 필요에 맞춤형 서비스 - 도시 서비스 수준이 도시 경쟁력 결정
	<프로세스 기반 서비스> - 시민이 요구해야 서비스 개시 - 사전에 정의된 대로 서비스 제공	<데이터 기반 서비스> - 도시가 실시간 상황과 시민요구 인지 - 도시가 하나의 assistant로 기능 (시민에게 필요한 지식과 데이터 제공)

2. 예산·재정 현황

가. 사업 현황

- 우리나라는 2003년부터 본격적인 기술 주도형 스마트시티인 ‘U-City’ 사업을 추진하여 스마트시티 선도국으로 주목을 받음
 - 동탄, 판교 등 U-City 구축을 시작으로 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」 제정(2008), 개별 요소기술 해외수출 등을 선제적으로 추진한 바 있음

[국내 U-City 구축 사업지구 현황(2017년 9월 기준)]

	합 계	완료	구축 중
U-City 사업지구	52개 지구	27개 지구	25개 지구

자료: 한국토지주택공사

- U-City 사업을 시작으로 산업통상자원부, 행정안전부, 과학기술정보통신부 등 각 부처에서도 부처 성격에 부합하는 다양한 사업을 진행
 - 산업통상자원부는 스마트그리드 등 에너지 효율 위주 정책을, 행정안전부는 U-서비스¹¹⁾ 등 지자체 지원사업과 전자정부 사업을 진행
 - 과학기술정보통신부도 사물인터넷(IoT) 중심의 스마트시티 실증사업을 활발히 추진 중
- 국내에서 스마트시티 사업으로 추진된 U-City사업 및 IoT 실증사업을 스마트시티와 비교하면 아래 [표]와 같으며, 스마트시티는 U-City사업 및 IoT 실증사업으로 구축되는 도시를 포함하는 포괄적 개념

11) U-도서관, GPS기반 도시생활폐기물관리 시스템, IT기반 섬지역 긴급이송시스템 등

[스마트시티 추진사업 비교]

	U-City 사업	IoT 실증 사업	스마트시티(Smart City)
사업목표	U-City 건설과 효율적 관리 도시경쟁력 향상	민간자립형 생태계활성화	도시 인프라관리 효율화, 통합플랫폼구축, 공유경제형 서비스
대상도시	신도시(150만㎡ 이상)	기존 도시	신도시 및 기존 도시 모두 해당
중점분야	도시관제(안전, 방범) 통합플랫폼 구축	개방형 IoT플랫폼 민간서비스개발	도시인프라정보공유, 통합도시관리플랫폼, 공공, 민간서비스개발, 오픈데이터
개발주체	민간 SI 업체 (대학, 연구소참여)	민간통신업체, 민간 SI업체	대학, 연구소, 민간기업(SI, 통신, 시스템 엔지니어링, 건축, 토목, 전기, 교통 등)
기반인프라 연계기술	없음	없음	있음 (에너지, 교통, 수자원 등)
플랫폼 특징	단일모듈 결합형	단일플랫폼	복합모듈 통합형
네트워크	초고속통신망	모바일 LORA망	초고속통신망, 3G, 4G, 5G, 근거리통신망
서비스 특징	11개분야 공공서비스(일방향)	민간제공서비스	공공 및 민간서비스 중심, 오픈플랫폼

나. 재정투자 현황 및 중장기 투자규모

□ 4차 산업혁명 플랫폼으로 간주되는 스마트시티 관련 예산은 아래 [표]와 같이 2009년부터 편성

- 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」이 2017년 9월에 「스마트도시의 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」로 개정됨에 따라 ‘U-City’는 ‘스마트 시티’로 사업 명칭이 변경
- ‘U-City 인력양성’과 ‘U-City 플랫폼 기반구축’은 2016년부터 ‘U-City 기반구축’으로 통합

[스마트(유비쿼터스) 시티 관련 예산 현황]

(단위: 백만원)

단위 사업	세부사업	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 안
U- City 지원	U 시범도시 지정 및 지원	6,000	4,000	4,900	4,300	3,900	-	-	-	-	-
	U-City 인력양성	1,772	2,800	2,500	2,100	1,890	1,800	1,400	-	-	-
	U-City 플랫폼 기반구축	-	-	-	-	-	-	600	-	-	-
	U-City 기반구축	-	-	-	-	-	-	-	1,580	-	-
스마트 시티 지원	스마트시티 기반구축	-	-	-	-	-	-	-	-	4,580	9,490

3. 해외 주요국 사례

- 미국정부는 2013년부터 ‘스마트 아메리카’라는 명칭의 프로젝트를 백악관 중심으로 추진하여 사물인터넷 기술이 사회 속으로 스며들 수 있도록 노력
 - 백악관은 2015년에 ‘스마트시티 추진계획(Smart City Initiative)’으로 1.6억 달러를 25개 신기술 적용사업에 투자
 - 지방정부들은 교통 혼잡 경감, 범죄와의 전쟁, 경제성장 촉진, 기후변화 대응, 도시 행정서비스의 효과적 제공을 위해 스마트시티 구축을 위한 노력을 하고 있음

[미국의 스마트시티 추진계획(Smart City Initiative)상 신기술]

	기술/기본개념	목적
교통	ICT를 통한 다층 응용 및 모델들 수요에 따른 디지털 교통 자전거 및 보행로 설계 전기모터 교통 촉진 자율주행자동차	시간절약, 편안 또는 생산성 저 원가 이동 및 만능 접근 교통설비의 운영비 저감 배출가스, 충돌, 치명상 제로화 소음 감소, 라이프스타일 고령자, 장애인, 저소득층에 맞춤 해법
에너지	신재생 분산 발전, 열병합발전 지역난방 및 냉방 저가 에너지 저장시설 스마트 그리드, 마이크로 그리드 에너지 효율 조명, 첨단 공조시스템	에너지 효율, 공해 제로화, 소음 적음 물과 교통 자원관리 시너지 기후변화 및 자연재해 대응회복력 강화
건물 및 주택	신 건설 및 디자인 기술 생애 주기 디자인 및 최적화 실시간 감지 작동 공간관리 적응공간설계 혁신형 재정, 코드, 표준 제정	공급 주택 여유 건강한 삶과 작업환경 저가 창업가 공간 열 보완, 회복력 강화
물	통합 수처리시스템 설계 및 관리 지역 재활용 스마트계측에 의한 효율적 물관리	생태시스템 통합 실천 물, 위생, 홍수관리, 농업, 환경의 스마트 통합시스템, 회복력 강화
도심 제조업	첨단 수요대응 제조, 3D프린팅 소량주문제조 인재와 설계가 필요한 고부가가치 활동, 혁신 파크	새로운 일자리 창출 교육 및 훈련 도심 공간 변환 및 재활용, 일과 삶의 결합
도심 농업	도심농업과 수직농업	저수량 농업, 정화공급, 싱싱한 농산물 공급

- 유럽의 스마트시티 개념은 스마트 경제, 스마트 거버넌스, 스마트 생활, 스마트한 사람, 스마트 환경, 스마트 이동성을 모두 포함하는 개념
- 스마트시티에서 사라져야 할 요소는 혼잡, 공해, 범죄, 에너지 고비용이며, 스마트시티가 자랑삼을 요소는 에너지 효율성, 청정 환경, 그리고 편리한 교통 환경 등임

- 2020년까지 일본의 스마트시티 관련 시장규모는 3.3조엔 규모로 주로 전기차용 배터리 저장시스템과 피크전력 수요 시에 대응할 수 있는 백업 전원으로 에너지 저장시설 구축에 주력
 - 클라우드 기반의 에너지 데이터 관리시스템(EDMS)을 구축하고, 스마트 그리드 구축을 위해 80% 이상의 가정에 스마트미터를 설치하는 프로그램을 착수
- 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」에서 규정한 우리나라의 스마트시티는 구체적인 목적 달성을 위한 도시라기보다는 유럽과 같이 미래도시를 의미한다고 볼 수 있음.
 - 정부 정책 방향은 어떠한 스마트시티를 구축할 것인가에 대한 고민을 바탕으로 마련될 필요

4. 주요 쟁점 분석

- 스마트시티가 플랫폼 기능을 수행할 수 있도록, 가장 비용효과적으로 새로운 기능과 서비스를 입체적으로 구축할 수 있는 제도적 장치 마련 필요
 - 기존 도시는 공간적으로 3차원이지만 기능적으로는 2차원 구조이며, 평면적 지도가 도시의 모습을 불편 없이 표시할 수 있을 정도로 공간과 기능이 1:1 매칭
 - 스마트시티에서는 하나의 공간이 여러 가지 기능을 수행할 수 있을 뿐 아니라 새로운 기능을 추가하거나 기존 기능을 변경하는 등 유연한 조정이 필요
 - 2010년 건설된 마이애미 해변에 있는 다기능주차장은 결혼식장, 요가교실 등 다양한 용도로 전환가능

[1:N 공간활용 사례; 마이애미 해변에 있는 다기능 주차장]



- 국내에서도 도시재생 뉴딜사업의 ‘사회통합형 도시재생 어울림 플랫폼’ 및 스타트업 인큐베이팅 존 등은 한 건물 내에 매장, 공연장, 사무공간 및 주거공간을 수용

[국내 다기능 건축물]

(a) '사회통합형 도시재생 어울림 플랫폼'



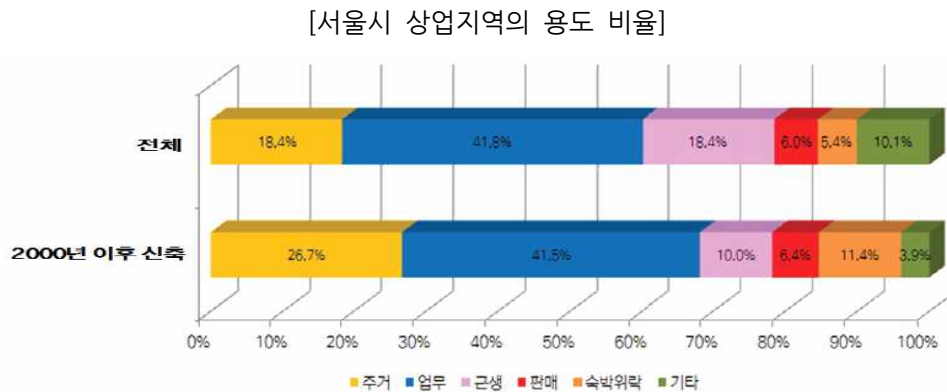
(b) 동탄2 도시첨단산단내 스마트시티 스타트업 인큐베이팅 존



□ 기능과 구조 양 측면에서 입체적인 스마트시티 구축을 위해 용도지구 유연화, 직주근접 정책 등을 추진하고, 역세권을 입체·복합 토지로 이용하도록 유도할 필요

- 이태원, 가로수길, 홍대 등 상업지역이 아닌 지역에서도 시장수요에 의해 새로운 유형의 상권을 형성하면서 상업기능을 활발히 수행하고 있음

- 서울 상업지역에 입지한 건축물의 비주거용도 비율은 82%로 높게 나타나고 있으나, 2000년 이후 주거용도의 비율이 증가하는 추세임
- 역세권은 높은 대중교통 접근성을 지니고 있으므로, 주거와 비주거 기능을 입체·복합적으로 유도하여 직주근접을 실현하는 공간구조로 조성 필요



5. 정책적 시사점

- 스마트시티는 4차 산업혁명 도래에 따른 사회·경제적 변화에 부응하여 앞으로 만들어가야 하는 미래도시를 지향해야 하므로, 스마트시티 구축 방향에 대한 폭넓은 사회적 공감대를 형성할 필요
 - 스마트시티는 기존 도시와 기능적으로 구분하기 위해 “플랫폼으로서의 도시 (city as a platform)”로 이해되고 있음
 - 기능과 구조 양 측면에서 입체적인 스마트시티 구축을 위해 용도지구 유연화, 직주근접 정책 등을 추진하고, 역세권을 입체·복합 토지로 이용하도록 유도할 필요
- 도시인프라, ICT인프라, 공간정보인프라, IoT 및 도시혁신 등을 포함하는 지속가능한 도시로 발전해 나갈 수 있도록 국가 차원의 스마트시티 구축 방향을 조기에 마련할 필요
 - 국토교통부는 기존 ‘유비쿼터스도시종합계획’을 2018년까지 ‘스마트시티도시 종합계획’으로 활용할 계획

차 례

CONTENTS

I. 제조업 혁신 / 1

1. 분석 배경 및 개요	1
2. 예산·재정 현황	2
가. 협의의 4차 산업혁명 대응 사업 예산 현황	2
나. 광의의 4차 산업혁명 대응 사업 예산 현황	4
3. 해외 주요국 사례	7
가. 미국	7
나. 독일	9
다. 일본	10
라. 중국	11
마. 시사점	12
4. 주요 쟁점 분석	14
가. 제조업의 GDP 기여도	14
나. 제조업의 4차 산업혁명 대응 현황	18
다. 스마트공장 지원 목표와 지원방식	21
라. 미래성장동력산업의 비교	26
마. 신산업 진흥 사업 지원대상 산업의 투자성과 분석	28

II. 농업 혁신 / 31

1. 분석 배경 및 개요	31
2. 예산·재정 현황	32
가. 정부 주요계획 수립 경과	32
나. 주요 사업운용과 추진체계	33
다. 재정투자현황 및 중장기 투자규모	38



3. 해외 주요국 사례	40
가. 일본	40
나. 네덜란드	42
다. 미국	43
라. 시사점	45
4. 주요 쟁점 분석	46
가. 4차 산업혁명 관련 농식품 R&D 기술수준 검토	46
나. 스마트팜 사업의 성과 분석	50
다. 4차 산업혁명으로 인한 농업·농촌 일자리 변화 전망	53
라. 4차 산업혁명을 통한 농업·농촌 기대효과 검토	56

III. 스마트시티 구축 / 61

1. 분석 배경 및 개요	61
2. 예산·재정 현황	67
가. 사업 현황	67
나. 재정투자 현황 및 중장기 투자규모	70
3. 해외 주요국 사례	73
가. 미국	74
나. 유럽	76
다. 일본	77
라. 시사점	78
4. 주요 쟁점 분석	79
가. 스마트시티 플랫폼 구축	79
나. 입체적 스마트시티 구축	81
5. 정책적 시사점	83

참고문헌 / 85

표 차례

CONTENTS

[표 1] 산업통상자원부 소관 4차 산업혁명 대응 국가R&D사업 목록	3
[표 2] 주력산업진흥 사업 재정지원 추이	4
[표 3] 신산업진흥 사업 재정지원 추이	5
[표 4] 미국 행정부의 제조업 활성화 노력	7
[표 5] 일본 「산업경쟁력 강화법」의 주요 내용	10
[표 6] 「중국제조 2025」의 10대 핵심 산업분야	12
[표 7] 미국, 일본, 독일의 제조 혁신 정책동향	13
[표 8] 4차 산업혁명 주요 핵심기술의 가치사슬에 대한 영향력	20
[표 9] 선진국 대비 산업군별 가치사슬별 4차 산업혁명 대응 수준 비교	21
[표 10] 스마트공장보급확산사업 예산 현황	22
[표 11] 스마트공장 스마트화 단계별 보급현황	23
[표 12] 스마트공장 지원 기관 및 사업	25
[표 13] 지역별 산업별 로봇 수요량 전망	26
[표 14] 미래성장동력 산업의 비교	27
[표 15] 산업기술 분야별 기술수준의 비교: 2011년 vs 2015년	29
[표 16] 2015년도 국가R&D 상위평가결과	30
[표 17] 4차 산업혁명 대응 관련 전략별·프로젝트별 T/F	32
[표 18] 4차 산업혁명 대응 농식품 분야 추진 경과	33
[표 19] 스마트 농어촌 분야 전략 프로젝트 주요 과제(안)	34
[표 20] 농업·농촌 분야 4차 산업혁명 대응방안(안)	35
[표 21] 유관기관별 대응 계획	37
[표 22] 2018년도 4차 산업혁명 대응 관련 농식품분야 R&D 예산안 현황	38
[표 23] 사업내용	39
[표 24] 4차 산업혁명 대응 관련 농식품분야 R&D 중기재정계획	40



[표 25] 농림식품 기술수준 추이	46
[표 26] 농림식품 기술격차 발생요인	47
[표 27] 농림식품 기술격차 해소정책	48
[표 28] 농식품 연구개발 사업별 사업화 건수(투입 10억원당)	49
[표 29] 농식품 연구개발 사업별 전문인력 양성 추이	49
[표 30] 농축산분야 ICT 융복합 시설지원 사업 결산 추이	51
[표 31] 농축산분야 ICT 융복합 시설보급 사업 실집행률 부진사유(2014~2016년)	51
[표 32] 농축산분야 ICT 융복합 시설보급 성과 추이	52
[표 33] 4차 산업혁명에 따른 일자리 영향 주요 연구	53
[표 34] 4차 산업혁명에 따른 농업부문 일자리 영향 주요 내용	54
[표 35] 농림어업 일자리 추이	55
[표 36] 농림수산물식품분야 일자리 예산 추이	56
[표 37] 4차 산업혁명에 따른 부문별 기대효과 전망	58
[표 38] 스마트시티 개념 정의에 포함된 키워드 분포	63
[표 39] 플랫폼으로서 스마트시티의 구조	65
[표 40] 스마트시티와 일반도시 비교	67
[표 41] 국내 U-City 구축 사업지구 현황(2017년 9월 기준)	68
[표 42] 스마트시티 추진사업 비교	70
[표 43] 스마트(유비쿼터스) 시티 관련 예산 현황	71
[표 44] 2018년도 스마트시티 예산 현황	71
[표 45] 2018년도 스마트시티 내역사업 예산안	72
[표 46] 중기재정계획 상 연도별 투자계획('17~'21)	73
[표 47] 미국 백악관이 예시하는 미래 도시 필요 기술	74

그림 차례

CONTENTS

[그림 1] 4차 산업혁명 대응 제조업혁신 분야 재정지원 현황	6
[그림 2] 미국 피츠버그市 자율주행택시 실증사업 사례	8
[그림 3] 주요국의 GDP 대비 제조업(manufacturing) 부가가치 비중	15
[그림 4] 고속련 기술집약 수출액의 비중과 노동자 생산성의 관계	16
[그림 5] 주요 산업의 동기별 설비투자 비중: 제조업	17
[그림 6] 제조업 일자리의 비중(1970-2013)	18
[그림 7] 창의산업 경쟁력 현황 및 전망(2013~2018)	19
[그림 8] 4차 산업혁명 주요 핵심기술이 제조업 가치사슬에 미치는 영향	19
[그림 9] 스마트시티 개념의 의미론적 분류	62
[그림 10] 스마트시티 플랫폼 구성체계	64
[그림 11] 4차 산업혁명의 플랫폼으로서 스마트시티 기본개념	66
[그림 12] 세계 주요 도시들의 스마트시티 추진 현황	73
[그림 13] 유럽연합이 지원하는 스마트 프로젝트에서 취급하는 영역들	76
[그림 14] 일본의 미래형 작은 거점 구상	78
[그림 15] 1:N 공간활용 사례: 마이애미 해변에 있는 다기능 주차장	80
[그림 16] 국내 다기능 건축물	80
[그림 17] 새로운 도시 형태의 특징	81
[그림 18] 서울시 상업지역의 용도 비율	82

I. 제조업 혁신

1. 분석 배경 및 개요

독일에서 추진중인 인더스트리 4.0이란 ‘가치사슬을 따라 자율적으로 소통하는 기술과 기기에 기반하여 구축된 생산과정의 조직화’를 의미한다. 한마디로 제조의 전 과정이 정보네트워크에 완전하게 연결되어 스마트하게 생산효율성을 높이는 시스템이라고 할 수 있다. 4차 산업혁명은 제조업 혁신이 뒷받침되지 않고는 이루어질 수 없으며, 제조업 자체도 4차 산업혁명이 갖는 특성인 초자동화, 초연결성, 초지능화를 갖춘 사이버 물리시스템(CPS; Cyber Physical System) 기반의 생산방식으로서의 혁신이 필요하다.

우리나라 제조업은 그동안 빠른 추격자(fast follower) 전략을 사용하여 선진국의 기술수준을 빠르게 쫓아왔다. 하지만 이제 우리나라의 제조업은 선진국의 원천기술과 중국의 추격 사이에서 돌파구를 마련해야 한다. 4차 산업혁명 시대에는 시장의 데이터를 이용하여 유연한 생산체계를 갖추고 시장변화에 빠르게 대응할 필요가 있다는 점에서 제조업의 변화가 필요하다. 우리가 취한 빠른 추격자 전략을 중국 및 인도도 적용하고 있다는 점에서 향후 4차 산업혁명으로 인한 변화에 어떻게 대처하느냐에 따라 제조업 자체 뿐 아니라 우리나라의 전체 경쟁력도 달라질 수 있다. 4차 산업혁명은 제조업 혁신을 통한 생산성 향상을 꾀할 수 있다. 사물인터넷이나 빅데이터, 인공지능(AI) 등이 접목된 스마트 공장의 도입으로 개인화된 제품을 대량 생산가격에 맞추어 제공하는 것이 가능해질 수 있기 때문이다.

이와 같은 제조의 디지털 전환으로 4차 산업혁명은 우리나라 제조업 혁신을 이끌 수 있는 주요 동인이 될 수 있다는 점에서 제조업 전반에 미치는 영향과 유인체계를 검토할 필요가 있다. 정부도 “제조업 혁신 3.0”을 통해 제조업의 변화를 주요 정책과제로 삼고 있으므로 4차 산업혁명에 대비한 제조업 혁신의 대응현황과 과제를 살펴보고자 한다.

허가형 경제분석관(hurgh@assembly.go.kr, 788-4753)

2. 예산·재정 현황

가. 협의의 4차 산업혁명 대응 사업 예산 현황

제조업혁신을 통한 4차 산업혁명 대비는 새정부의 5대 국정목표 20대 국정전략 100대 국정과제와도 연관된다. 정부는 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명을 산업부문의 국정전략으로 설정하고 이를 실천하기 위한 산업분야 국정과제로 주력산업 경쟁력 제고를 통한 산업경제의 활력회복을 설정하고 있다. 고부가가치를 창출할 수 있는 미래형 신산업을 발굴하며, 제조업의 스마트화·융복합화·서비스화를 통해 주력산업의 경쟁력을 제고한다는 목표를 설정하고 있다. 이와 같은 제조업 경쟁력 강화의 실천방안으로는 ICT 및 서비스를 융합한 미래형 신산업을 육성하며, 2022년까지 스마트공장 2만개 보급을 제시하고 있다.

산업통상자원부는 2018년 예산안에서 4차 산업혁명 대응 국가 연구개발사업을 다소 확대하였다. 2017년에 산업통상자원부가 수행하는 4차 산업혁명 대응 국가연구개발사업은 18개 단위사업 3,032억원 규모였으나, 2018년 예산안에 따르면 신규사업이 추가되어 19개 단위사업 3,642억원 규모이다.

산업통상자원부 4차 산업혁명 대응 R&D사업에서 가장 큰 비중을 차지하는 사업은 주력산업진흥 프로그램하의 기계산업핵심기술개발사업 중 제조기반생산시스템 사업이다. 동 사업은 ‘제조업 혁신 3.0 전략과 맞추어 기계·장비의 스마트화를 연계 지원하고 신시장창출에 기여할 수 있는 융합형 R&D를 집중 발굴·지원하여 국내 기계·장비 업체의 신시장 진입을 중점 지원하고자 한다. 기계산업핵심기술개발사업은 3D프린팅, 스마트 센서, 레이저 적용과 같은 생산시스템과 제조업-ICT 융합을 통한 가치사슬 연계형 스마트 공장 시스템(솔루션, 플랫폼) 개발을 지원하며, IT, 자동차 조선 분야 등의 수요연계형 기계·장비 개발을 대상으로 한다. 스마트카 개발을 위한 자동차산업핵심기술개발사업과 에너지저장기술개발을 위한 ESS기술개발사업과 에너지 신산업, 인공지능개발을 위한 로봇산업핵심기술개발사업도 주요 사업이다. 에너지저장핵심기술개발사업은 404억원이 편성되어 전년 대비 14%가 증액되었으며, 스마트카개발사업은 2018년 401억원이 편성되어 전년 대비 8.1%가 증가했다. 그밖에 인공지능융합로봇시스템기술과 신산업창출 파워반도체 실용화사업은 예산 규모는 230억원과 129억원이며 전년대비 증가율이 각각 57.5%와 164.2%로 높은 것으로 나타났다.

[표 1] 산업통상자원부 소관 4차 산업혁명 대응 국가R&D사업 목록

(단위 : 백만원)

세부사업명(내역사업)	2015	2016	2017	2018(안)
산업통상자원부 소관 4차 산업혁명 대응 R&D사업 계	202,774	246,907	303,216	364,221
전자시스템전문기술개발사업				
(장비연계형3D프린팅소재기술개발)	3,800	6,700	8,223	6,030
(레이저핵심부품국제공동기술개발)	2,375	2,221	2,721	3,190
(차세대조선,에너지부품3D프린팅제조공정연구개발)	-	1,300	1,500	3,100
(제조혁신3D프린팅공정기술)	-	-	-	5,000
(지능융합전자정보기기기술개발)	-	-	-	4,000
로봇산업핵심기술개발(인공지능융합로봇시스템기술)	-	-	14,600	23,016
센서산업고도화전문기술개발사업	6,883	14,834	13,795	13,984
소재부품산업미래성장동력				
(글로벌수요연계시스템반도체)	-	-	3,863	5,314
(신산업창출파워반도체실용화)	-	-	4,875	12,880
(웨어러블스마트디바이스용핵심부품및요소 기술개발사업)	-	1,920	10,480	10,393
기계산업핵심기술개발사업(제조기반생산시스템)	69,139	75,481	61,096	63,676
국가전략프로젝트(가상증강현실) (EGD부품·디바이스원천기술)	-	-	2,000	1,667
창의산업미래성장동력				
(경험지식기반체험형가상훈련)	3,000	3,800	3,300	3,290
(스마트바이오생산시스템개발)	3,000	3,800	3,625	3,615
(PHR기반개인맞춤형건강관리시스템개발)	3,000	2,300	2,300	898
인공지능 바이오로봇 의료융합사업(산업부)	-	-	-	2,800
스마트공장제조핵심기술개발	5,000	9,945	7,928	3,994
지식서비스핵심기술개발사업(제조업지원서비스)	3,116	4,351	6,789	7,894
자동차산업핵심기술개발사업(스마트카)	20,190	26,247	37,053	40,089
권역별신산업육성(자율주행자동차핵심기술개발)	-	-	8,882	18,090
국민안전감시및대응무인항공기융합시스템구축및운용	-	-	3,439	4,945
에너지수요관리핵심기술개발(에너지신산업)	11,500	26,546	28,643	30,556
ESS기술개발(에너지저장핵심기술개발)	30,574	30,303	35,414	40,444
초절전LED융합기술개발(마이크로LED융합기술개발)	-	-	-	2,018
스마트그리드핵심기술개발(지능형송배전)	14,875	10,814	11,346	11,658
스마트그리드핵심기술개발(지능형소비자)	26,322	22,345	23,444	25,680
산업전문인력역량강화사업				
(지능형반도체전문인력양성)	-	4,000	4,900	6,100
(미래형자동차R&D전문인력양성)	-	-	1,500	6,100
(스마트공장운영설계전문인력양성)	-	-	1,500	3,800

자료: 산업통상자원부

나. 광의의 4차 산업혁명 대응 사업 예산 현황

4차 산업혁명이 국내 제조업에 뿌리내리기 위해서는 4차 산업혁명을 목적으로 하는 사업 외에, 기존 제조업의 경쟁력 강화와 새로운 산업육성이 필요하다. 산업통상자원부 소관 사업 중 이를 목적으로 제조 기술의 혁신을 유도할 수 있는 주력산업진흥사업과 신산업진흥사업을 광의의 4차 산업혁명 대응 사업으로 구분해보았다.

주력산업진흥사업은 제조업 경쟁력 확보 및 구조조정을 위한 핵심사업으로 섬유산업, 시스템산업, 소재부품산업의 경쟁력 강화를 목적으로 하며, 2017년 기준 9,117억원의 재정이 지원되었고 2018년에는 8,633억원으로 5.3% 감액 편성되었다. 특히, 주력산업진흥 사업 내에 있는 소재부품산업핵심기술개발사업은 제조업의 기본 기술로 4차 산업혁명 대응이 특정 분야가 아닌 제조업 전반에 영향을 줄 수 있다.

[표 2] 주력산업진흥 사업 재정지원 추이

(단위: 억원)

		2011	2013	2015	2016	2017	2018
섬유 국 제 협 력	섬유패션생활용품산업육성	233.8	353.4	394.8	445.5	336.2	223.4
	주력산업국제협력	2.6	2.4	2.0	1.9	1.8	2.2
	국제납아연연구분담금	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
시 스 템 산 업	시스템산업핵심기술개발	-	-	-	2,773.7	3,201.8	3,201.9
	시스템산업글로벌전문기술개발	-	-	-	868.9	526.0	500.4
	해외플랜트시장개척	50	37.8	51.6	113.9	77.3	74.8
소 재 부 품	소재부품산업핵심기술개발	742.5	3,723.7	3,737.9	4,333.9	4,155.0	4,055.7
	소재부품산업글로벌전문 기술개발	-	-	-	582.6	565.7	534.8
	계	1,028.9	4,117.6	4,186.6	9,120.7	8,864.1	8,632.6

주: 2017년 주력산업진흥 프로그램의 단위산업(본예산) 기준

자료: 산업통상자원부

신산업 진흥은 최근 10년간 역대 정부의 주요 정책목표였다. MB정부는 대통령 취임식에서 신성장동력 확보를 통한 일자리 창출을 강조하였다.¹⁾ 박근혜 정부도

1) 2008년 2월 25일 대통령취임식사 중 “존경하는 국민 여러분! 경제 살리기가 무엇보다 시급합니다. 신성장동력을 확보하여 더 활기차게 성장하고 더 많은 일자리가 만들어져야 합니다”

140대 국정과제²⁾의 첫 번째 과제로 신산업 진흥을 선정하고, 신산업 민관협의회를 통해 신산업 창출과 주력산업 고도화를 산업정책 방향으로 제시하였다. 신산업 진흥 사업은 이와 같은 목표를 달성하기 위해 신산업 분야의 핵심기술을 개발하고, 창의산업의 육성 및 확산을 지원하는 방식으로 구체화 되었다.

[표 3] 신산업진흥 사업 재정지원 추이

(단위: 억원)

		2013	2014	2015	2016	2017	2018
디자인	디자인산업진흥	162.4	145.4	113.0	178.1	105.9	91.2
	디자인융합 벤처창업학교 구축	-	-	-	60.0	-	-
	디자인혁신역량강화(R&D)	185.5	248.8	365.7	419.7	433.6	404.2
바이오	바이오분야국제협약이행	22.2	24.6	24.6	22.8	23.2	22.6
	바이오나노산업개방형생태계 조성촉진사업	15.0	33.0	29.7	39.2	53.3	45.4
	바이오의료기기산업원천기술 개발(R&D)	882.2	743.9	864.7	-	-	-
	바이오산업핵심기술개발(R&D)	-	-	737.3	731.2	682.6	763.8
	메디컬융합소재산업활성화사업	-	-	-	42.0	33.5	23.4
나노	나노융합산업핵심기술개발(R&D)	307.2	373.1	401.6	399.0	317.4	296.0
지식서비스	지식서비스기반구축	6.2	7.3	6.5	12.6	11.2	10.5
	지식서비스산업핵심기술 개발(R&D)	211.5	263.5	299.1	328.2	340.0	422.2
	제조업소프트파워강화지원	-	-	10.0	20.0	20.0	18.0
	산업융합문화기반조성및산업 융합옴부즈만운영	8.1	5.2	4.9	4.7	5.0	4.7
로봇	지능형로봇보급및확산	227.6	159.1	166.8	152.5	113.2	117.0
	로봇랜드조성사업	-	242.1	264.3	125.0	266.0	213.4
	한국로봇산업진흥원	140.5	107.4	43.9	44.0	46.2	49.9
엔지니어링	엔지니어링핵심기술개발(R&D)	92.0	112.2	118.8	120.4	203.3	214.7
	창의산업전문기술개발(R&D)	92.5	142.7	190.0	162.5	191.2	173.2
계		23529	26083	36409	28619	28456	28702

주: 2017년 신산업진흥 프로그램의 단위산업(본예산) 기준

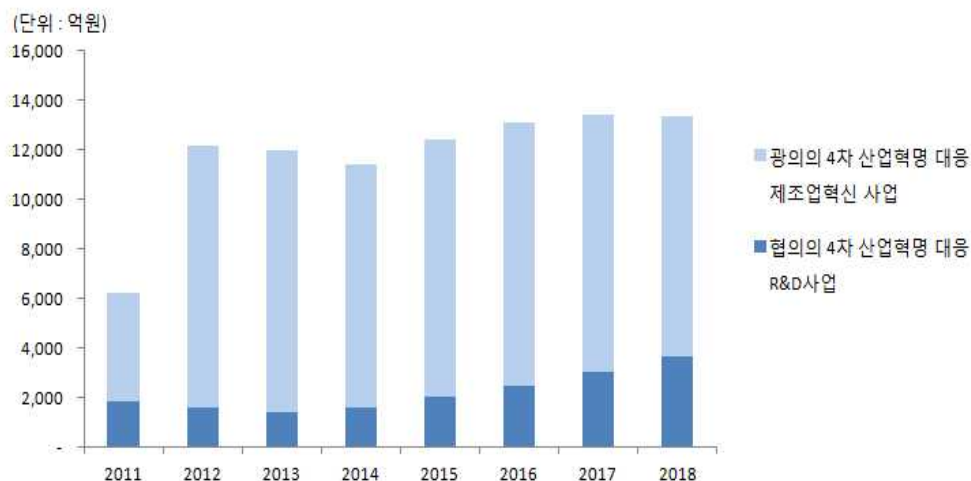
자료: 산업통상자원부

2) 박근혜정부 인수위 제안 140대 국정과제 중 첫 번째 과제가 과학기술을 통한 창조산업육성이었으며, 주요 추진계획이 과학기술과 아이디어 상상력을 융합한 신산업 창출이었다. (2013.2)

신산업 진흥 사업은 2009년부터 편성되어 창의산업 육성 및 확산을 통한 산업
 부문의 창조경제화 추진을 목적으로 하며, 세부사업은 연도별로 증감의 차이가 있
 으나 연간 3,000억원 상당이 지원되었다. 주요 지원 분야는 디자인, 바이오·나노기
 술, 엔지니어링, 지식서비스산업, 로봇산업 등이다. 디자인 분야는 2013년 2개 사업
 에 347.9억원을 편성하였으나, 2018년 예산안에는 495.4억원으로 증가하였다. 바이
 오·나노 분야는 2013년 의료기기산업원천기술개발과 나노융합산업핵심기술개발 등
 에 1,226.6억원을 지원하였으나, 2018년 예산안에서는 1,151.2억원으로 감소하였다.
 지식서비스분야는 2013년 225.8억원에서 2018년 455억원으로 증가하였으며, 로봇분
 야는 368.1억원에서 380.3억원으로 다소 증가하였다.

신산업진흥과 주력산업진흥사업은 4차 산업혁명 대응 사업으로 구분되는 것은
 아니나 궁극적으로 제조업의 경쟁력을 강화하고 제조업 혁신을 목표로 한다는 점에
 서 광의로 해석할 때 4차 산업혁명 대응사업으로 구분할 수 있다. 따라서 협의의 4
 차 산업혁명 대응 예산과 광의의 예산을 종합하여 검토한 결과 2018년 예산안의 제
 조업 혁신분야 예산은 약 1.3조원이다. 그런데 특정 기술을 지원하는 협의의 4차 산
 업혁명 대응 예산은 2013년 이후 매년 증가한 반면 광의의 4차 산업혁명 대응 예
 산인 주력산업 및 신산업진흥을 위한 예산은 최근 3년간 유사한 수준이었다.

[그림 1] 4차 산업혁명 대응 제조업혁신 분야 재정지원 현황



자료: 산업통상자원부 자료를 이용하여 국회예산정책처에서 정리함.

3. 해외 주요국 사례

가. 미국

미국은 2008년 금융위기 이후 금융 부문의 과도한 성장과 제조업 경쟁력 약화가 경제시스템을 위태롭게 할 뿐 아니라 양질의 일자리 창출에 한계가 있다는 인식하에 제조업 부활을 강조하였다. 이에 오바마 행정부는 2009년부터 첨단 제조업을 육성하여 제조업 경쟁력을 강화하는 정책을 시행하였다.

오바마 정부는 첨단 제조업 부문에 대한 지원 확대방안으로 2010년 「제조업 증가법(Manufacturing Enhancement Act)」을 제정하고, ‘미국 제조업 부흥을 위한 기틀’이라는 로드맵을 제시했고, 첨단 제조업 지원을 위한 첨단 제조업 구상(AMI: Advanced Manufacturing Initiative)을 발표하였다.³⁾ 2012년에는 대통령국가과학기술위원회 산하에 민간, 학계 참여의 첨단제조파트너십조정위원회를 설치하고, 제조업 혁신가속화와 상업화 지원을 위한 국가제조업혁신네트워크를 구축하였다. 또한 「국가 첨단제조방식 전략계획」을 통해 첨단 제조업 연구개발분야 5대 목표와 11가지 기술분야를 선정하였다.

[표 4] 미국 행정부의 제조업 활성화 노력

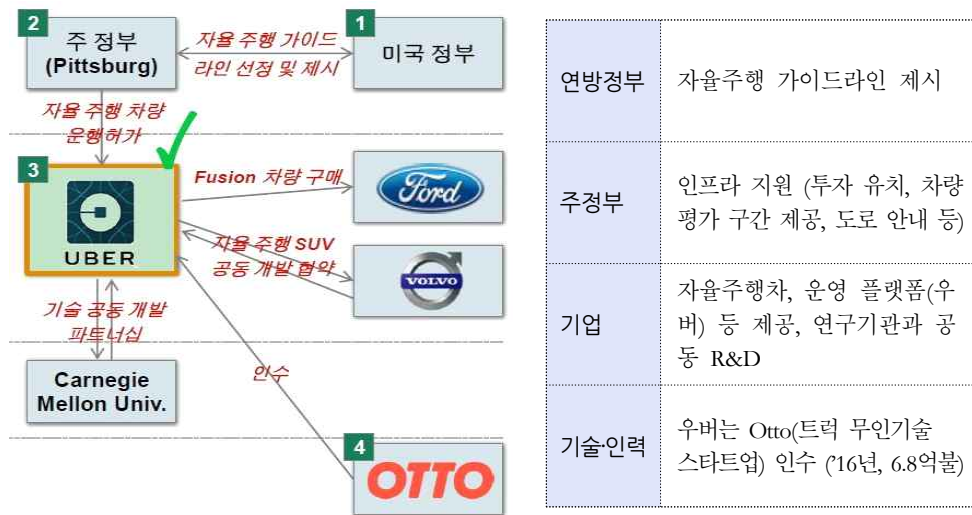
발표시기	제조업 활성화 방안	비고
2010	「제조업 증가법(Manufacturing Enhancement Act)」	
2011	미국혁신전략(Strategic for American Innovation) 첨단제조업파트너십(AMP: Advanced manufacturing Partnership) 첨단 제조업 구상(AMI: Advanced Manufacturing Initiative)	
2012	「국가 첨단제조방식 전략계획」 「미국 제조업 재생계획」	
2013	제조업 혁신연구소(IMI)와 국가제조혁신네트워크NNMI (National Network for Manufacturing Innovation) 구축	
2014	미국에서 만들기 (Making in America) 「미국 제조업 재활력법 Revitalize American Manufacturing Act」	

자료: 국회예산정책처 제작성

3) 첨단 제조업구상(AMI)에 명시된 첨단제조업은 정보, 소프트웨어, 네트워킹 등의 기술을 조합/사용하거나 물리학, 생물과학을 통해 새로운 물질을 만들고 활용도를 높이는 일련의 산업을 말함.

미국은 글로벌 IT기업이 플랫폼을 선점하고 있는 장점을 활용하여 혁신적 민간 기업 중심으로 새로운 사업 분야를 개척하고 있다. 예를 들어 물류혁명을 위한 무인 매장(Amazon go)과 AI 의사(Watson, IBM), 스마트홈(구글 네스트랩 등) 등이다.

[그림 2] 미국 피츠버그市 자율주행택시 실증사업 사례



자료: 산업통상자원부

미국은 신기술 개발과 함께 새로운 시장 시스템 창출을 위한 시장확보, 대규모 실증사업, 제도개선 등의 시스템도 구축하고 있다. 2016년 9월에는 세계 최초로 자율주행차 안전기준 심사 가이드라인을 발표하였으며, 2016년 6월 상업용 드론 상용화 운영규정을 만들고, 2017년 3월에는 세계최초 드론택배 법안을 마련하였다. 이와 같이 미국 정부는 시장에서 만들어진 신기술이 새로운 시장으로 형성되도록 기반을 조성하는 역할을 하고 있다.

또한 미국은 미국 내 제조업 고용감소를 해결할 목적으로 해외에 생산기지를 두고 아웃소싱하던 미국기업의 본국이전과 외국기업의 국내공장 설립과 투자를 용이하게 할 수 있도록 법인세 감면, 지역주민 고용시 조세감면, 국내 인프라 구축 등의 리쇼어링(reshoring)정책을 시행하고 있다.

나. 독일

독일은 제조업이 총 부가가치의 20%를 상회하고 일자리 부문에서도 전체의 약 35%를 차지하여 국가 경제의 중추 역할을 하고 있다.⁴⁾ 독일은 2000년대 높은 수출 증가에 의해 성장을 지속하였고, 선진국의 탈산업화 경향 속에서도 산업, 특히 제조업의 비중 하락 속도가 다른 선진국에 비해 낮고 여전히 큰 비중을 차지하고 있다. 선진 산업국가 중 제조업의 세계시장 점유율을 유지한 유일한 국가가 독일이다.

독일정부가 추진하고 있는 Industry 4.0은 독일 부흥정책인 Hight-Tech strategy 2020 Action Plan의 10대 프로젝트 중의 일환으로 추진하는 전략이다. 독일 제조업이 직면한 사회, 기술, 경제, 생태, 정치 부문의 변화에 ICT를 접목해 대응하겠다는 전략이다. 인터스트리 4.0은 독일 전기·통신·기계 공업회가 운영하는 ‘인터스트리4.0 플랫폼’ 사무국에서 산학연관 워킹그룹이 공동 추진한 것이 첫 번째 동기이다. Industry 3.0은 생산자동화가 부분적으로 ICT와 접목한 형태이며 Industry 4.0은 ICT와 기계 산업의 융합을 통해 ‘제조업의 완전한 자동 생산체계를 구축하고 모든 생산 과정을 최적화’하는 생산체제를 의미한다. 즉, 독일은 강력한 민간기업의 제조 기반을 활용하여 제조업 혁신을 추구한 것이다.

독일 정부는 2013년 「Industrie 4.0」을 발표한데 이어 2016년에는 「디지털 전략 2025」 등을 통해, 강력한 제조 기반과 ICT간 결합을 지원하였다. Industry 4.0을 추진하기 위해 독일 정부는 표준화(standardization) 확대, IT기술 및 네트워크 보안 강화, 연구개발 등을 지원한다.

[독일의 Industry 4.0 관련 주요 내용]

- (Mittelstand 4.0) 독일 내 11개 경쟁력센터를 설치 → 디지털 기술·지식공유, 실증 지원 등 중소기업의 제조 경쟁력 향상 지원 (연방경제에너지부, 2016.8)
- (Arbeiten 4.0) 고용요건·교육체계·사회보장 시스템 개편 등 4차 산업혁명 시대의 새로운 일자리 정책 제시 (연방노동사회부, 2017.1)

4) 독일 제조업 수출에서는 중소기업의 역할이 다른 나라에 비해 중요하다. 전체 중소기업 360만개 중 수출에 참여하는 기업은 30~40만개로 추산되며 중소기업이 총수출에서 차지하는 비중은 20% 정도로 높다. 이와 같이 높은 중소기업 비중이 일자리 확대에 기여하는 것으로 보인다.

다. 일본

일본은 국가주도의 혁신전략을 이용한다. 2013년 각의에서 ‘경제재정운영과 개혁의 기본방침’과 더불어 「일본재흥전략」을 발표하였다. 일본 진흥전략은 기업 등 공급측면을 자극하여 기업 수익을 개선시키고, 그것이 고용 증가, 임금 상승을 통해 가계의 소득 및 소비를 증가시켜 다시 가계의 소비와 기업의 투자를 자극하는 낙수효과(trickle-down effect)’를 노린다. 이에 범부처 참여의 횡단형 프로그램을 통해 연구개발을 강화하고 이를 운영할 중합과학기술회의 사령탑 기능을 강화하였다.

일본 정부는 일본재흥전략을 실행하고 산업경쟁력을 강화하기 위한 목적으로 「산업경쟁력 강화법」을 제정하였다. 동 법은 ‘기업실증특례제도’에 따라 기업 단위에서의 규제개혁이나 사업재편, 중소기업·소규모사업자의 활력 재생, 산업경쟁력 강화를 위한 기타 조치로 구성된다.

[표 5] 일본 「산업경쟁력 강화법」의 주요 내용

항목	주요 내용
‘규제개혁’을 강력히 추진하기 위한 제도의 신설	- 기업 실증특례제도 - 그레이존의 해소제도
산업의 신진대사의 촉진을 도모하기 위한 조치	- 벤처기업 성장 지원 - 사업재편 등을 통해 세계를 지향하는 사업혁신을 촉진하는 조치 - 고위험 첨단설비투자의 촉진을 위한 조치
중소기업·소규모사업자의 활력 재생	- 창업지원 - 경영개선, 사업재생 지원 강화
산업경쟁력 강화를 위한 기타 조치	- 국립대학법인 등에 의한 벤처펀드에 대한 출자 - 중소·벤처기업을 대상으로 한 특허료의 감면조치 - 주식회사산업혁신기구에 의한 벤처투자의 활성화

자료: 강상재, 「진보적 산업정책 방향과 과제」, 국회사무처 연구용역, 2015

동 법은 규제완화의 특례에서 정부에 의한 일률적인 규제개혁이 아니라 기업들이 직접 신청한다는 의미의 상향식 규제 완화 방식을 도입했다는데 의의를 갖는다. 예를 들어 ‘기업실증특례제도’는 새로운 사업활동을 하려는 사업자가 규제의 특례조치를 제안할 경우, 정부가 안전성 등을 확보하는 것을 조건으로 ‘기업단위’로 심사하여 규제의 특례조치의 적용을 인정하는 제도이다. ‘그레이존해소제도’는 현행 규제의 적용 범위가 불명확한 분야에서도 사업자가 안심하고 신사업활동을 전개할

수 있도록 구체적인 사업계획에 따라 사전에 규제 적용 유무를 확인할 수 있는 제도이다.

일본은 4차 산업혁명에 대비하여 보다 구체적으로는 2015년 1월에는 “로봇산업 전략을 발표하고, 2015년 6월에는 과학기술 이노베이션 종합전략을, 2016년 4월에는 “4차 산업혁명 선도전략”을 발표하여 로봇·AI 등 원천기술을 바탕으로 정부 주도로 구체적인 목표 및 이행전략을 제시하고 있다. 데이터 유통시장 활성화 등 빅데이터 활용을 최우선으로 인력, R&D, 금융 등 국가혁신을 위한 7대 전략⁵⁾을 제시하고, 분야별로 국가차원의 구체적인 달성목표와 로드맵을 수립하였다.

라. 중국

중국 국무원은 2015년 제조업을 활성화하기 위한 「중국제조 2025계획」을 제시하였다. 동 계획은 10대 핵심 산업 분야를 선정하고 5대 중점프로젝트 계획을 명시한다.

「중국제조 2025계획」은 전통제조업 일변도에서 제조업과 IT와의 융합을 강조하고 제조업의 디지털화와 스마트화 등을 통해 전자상거래, 공업 네트워크, 인터넷 금융의 발전을 도모하는 것이다. 이와 같은 신흥 산업 발전을 위해 중국 정부는 400억위안(약 7조 1,488억원)에 달하는 ‘신성장산업 창업투자지원기금’을 설립할 예정이다.

「중국제조 2025계획」은 3단계에 걸쳐 산업고도화를 추진하는데 1단계로 2020년까지 스마트제조업 수준을 향상시키고 공업화를 실현한다. 2025년까지는 제조업의 전반적인 수준을 향상하며 ICT와 제조업 융합이 새로운 단계로 진입하여 국제적 경쟁력을 갖춘 글로벌 기업과 신산업군이 형성되도록 한다. 2단계인 2035년까지 중국제조업은 세계 제조업 선진국의 중간수준을 확립하고, 3단계인 2045년에는 세계 제조업 선도국가로 들어간다는 계획이다. 동 계획의 이행을 위해 중국 정부는 제조업 혁신센터(공업기술 연구기지) 건설과 스마트 제조, 공업기반강화, 친환경 제조, 첨단설비 확보 등을 목표로 하고 있다.

중국정부가 이와 같은 투자를 통해 전략적으로 육성하려는 산업은 차세대 IT, 고급 정밀 수치제어 공작기계 및 로봇, 항공 우주설비, 해양엔지니어링 설비 및 첨단 선박, 신소재, 선진철도 교통설비, 에너지 절약 신에너지 자동차, 전력설비, 농업 기계설비, 바이오 의약 및 고성능 의료기계이다.

5) ①데이터 ②인력 ③기술개발 ④금융 ⑤산업/취업구조 ⑥중소/지역경제 ⑦사회시스템

[표 6] 「중국제조 2025」의 10대 핵심 산업분야

	주요 내용
차세대IT산업	- 집적회로 및 전용 설비 - ICT 설비 - 운영체제 및 공업용 소프트웨어
고급 수치제어 공작기계 및 로봇	- 고급 NC 공작기계 - 로봇(공업용, 특수로봇, 서비스형 로봇 등)
항공우주 설비	- 항공설비(대형 항공기, 간선 항공기, 헬기, 무인기 등) - 우주설비(탐색 로켓, 신형 위성, 유인 우주기술 등)
해양 엔지니어링 및 첨단선박	- 해양 엔지니어 설비 기술(해양 탐사, 자원개발 등) - 첨단 선박기술(크루즈, 액화 천연가스 선박 등)
선진 철도교통 설비	- 신소재, 신기술, 신가공 응용 - 안전관리 및 에너지 절약 시스템 - 제품의 경량화, 모듈화, 시스템화
에너지 절약 및 신에너지 자동차	- 전기자동차, 연료전지 동력 자동차, 저탄소 자동차 - 핵심 기술(고효율 내연기관, 첨단 변속기, 경량화 소재, 스마트 제어 등)
전력 설비	- 고효율 석탄 전력 정화설비, 수력 및 원자력 발전, 중형 가스터빈 등 - 신재생에너지, 에너지 저장설비 등
농업기계 설비	- 첨단 농기구 및 핵심 부품
신소재	- 특수 금속, 고성능 구조재료, 기능성 고분자재료 등 신소재
바이오의약 및 고성능 의료기기	- 바이오의약(중대질병 치료약품, 바이오 기술 응용 신의약품 등) - 고성능 의료기기(영상설비, 의료용 로봇 등) - 첨단 의료기기(3D 바이오프린터, 다기능 줄기세포 등)

자료: 강상재, 「진보적 산업정책 방향과 과제」, 국회사무처 연구용역, 2015

마. 시사점

4차 산업혁명은 단순한 공장자동화/업무효율화 이상의 의미를 지니며, 기업 가치사슬 전반에 있어서 획기적인 비용절감 또는 새로운 가치창출 과정으로 이해할 필요가 있다. 현재 4차 산업혁명을 주도하고 있는 독일과 미국의 제조업체들은 제조공정 혁신은 물론 제품기획, 신모델 개발과 시제품 제작, SCM, 판매제품에 대한 원격관리 등을 통해 비용절감 또는 수익성 제고가 있다. 또한 제조업과 서비스업의 연계를 통해 판매한 제품의 사후관리 및 운영 관리 등의 부가 서비스를 개발함으로써 제조업의 확장을 꾀하고 있다. 미국과 일본, 독일 정부도 중소기업R&D 투자에

대한 지원으로 법인실효세율 인하, R&D투자 조세감면제도, 기술전략, 기술개발 특화 프로그램 운영 등을 공통적으로 추진한다. 미국은 첨단제조부문의 세금을 공제하며 국가제조업혁신네트워크를 구축한다.

[표 7] 미국, 일본, 독일의 제조 혁신 정책동향

	미 국	일 본	독 일
세제	- 법인세 상한을 35%에서 제조업 25%로 하향 - 첨단제조부문의 세금공제	- 법인실효세율 인하추진 - 사업재편 촉진세제도입 - 첨단설비 도입 등에 대한 증시 상각, 세액 공제 등	- 중소기업R&D투자에 대한 조세감면제도
교역	- 범부처 통상 강화책을 수립하는 ITCEC 설립	- 2018년 FTA 70% 달성	- 중견기업의 무역활동 지원 및 자금 개선 시책지원
기술	- 민관학 참여의 첨단제조파트너쉽위원회 설치 - 국가제조업혁신네트워크 구축 - 제조강화R&D 증액	- 종합과학기술회의의 기능 강화 - 전략적 이노베이션 창조 프로그램과 혁신적 연구개발추진 프로그램 창설	- 첨단기술전략 2020추진 - 다양한 산학연 R&D 협력 프로그램 운영 - 중소기업 R&D 특화 프로그램

자료: 현대연구원, 「제조업혁신 정책 현황 평가와 시사점」, 현대경제연구원, 2014

향후 미국과 독일이 제조업 가치사슬 전반에 걸쳐 업그레이드를 완결할 경우 한국은 저비용우위나 가성비 전략 등의 기존의 방식으로는 선진국 기업과의 경쟁이 어려울 것으로 전망된다.

중국의 제조업혁신전략도 우리나라의 산업 전략에 시사점을 준다. 중국제조 2025 계획은 우리나라의 제조업 혁신3.0의 발전방향과 거의 일치하여 향후 한중간 경쟁은 심화될 것으로 예상되기 때문이다. 첫째, 양국은 제조방식에서 IT를 활용하는 스마트 생산을 추구한다는 공통점이 있다. 둘째, 전략산업의 유사성이 높다. 한국이 스마트 융합제품, 지능형 소재부품으로 정의한 것은 중국의 10대 전략산업과 유사하다. 이처럼 한중간 산업구조와 생산품목이 유사해지는 상황에서 미래 발전전략도 거의 동일해지는 양상이기 때문에 향후 양국간 경쟁은 보다 치열해질 것으로 예상된다.

과거 중국은 낮은 요소 비용을 기반으로 경쟁하였으나 중국제조 2025에서 알 수 있듯이 향후 기술 및 품질 향상에 주안점을 두고 있어 향후 양국의 경쟁구도가 질적 경쟁으로 전환될 가능성이 높다. 최근 우리나라와 중국 제조업과의 격차가 점점 축소되고 있으며 융합을 통한 차별화, 새로운 부가가치 창출이 절실히 필요한 시점이다. 중국은 과학기술 기반의 기초기술에서 우위를 보이고 있으나 아직까지 산업화 기술은 우리가 우위를 갖고 있으므로 지속적으로 차별화된 스마트 융합제품을 개발하고 이를 충족시킬 수 있는 소재부품을 국산화할 필요가 있다.

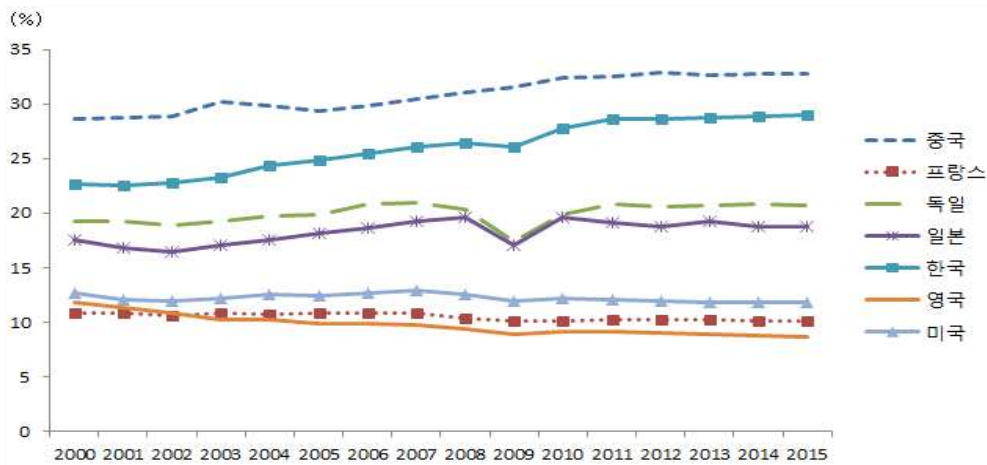
4. 주요 쟁점 분석

가. 제조업의 GDP 기여도

우리나라는 GDP에서 제조업 부가가치가 차지하는 비중이 높으며, 2000년 이후에도 비중이 증가하고 있다. 2000년 제조업 부가가치의 GDP 비중은 22.7%였으나, 2015년 29.0%로 높아졌다. 이는 중국의 32.8%에는 미치지 못하지만 미국, 일본, 독일보다는 높은 수치이다. GDP의 제조업 비중 증가는 국가경제 전체를 조망할 때 제조업의 효율성 중요도가 높아지고 있음을 의미한다.

한국과 중국의 제조업 부가가치 비중이 높은 수준이며 영국과 미국, 프랑스는 제조업의 부가가치 비중이 10% 전후를 차지하고 있다. 2015년 기준으로 미국의 GDP 대비 제조업 부가가치 비중은 11.8%였으며, 프랑스는 10.1%, 영국은 8.7%였다. 이는 2000년 각각 12.7%, 10.8%, 11.8%에서 낮아진 수치이며 특히 영국은 제조업의 비중이 가장 큰 폭으로 낮아진 것으로 나타났다. 우리나라는 중국과 함께 GDP에서 제조업의 부가가치 비중이 높은 그룹에 포함되며 최근 자동차, 조선, 통신기기, 디스플레이 등 수출주도형 제조업의 성장으로 제조업의 GDP 기여도가 높은 상황이다.

[그림 3] 주요국의 GDP 대비 제조업(manufacturing) 부가가치 비중



자료: UN Statistics, unstats.un.org/unsd/snaama/dnllist.asp

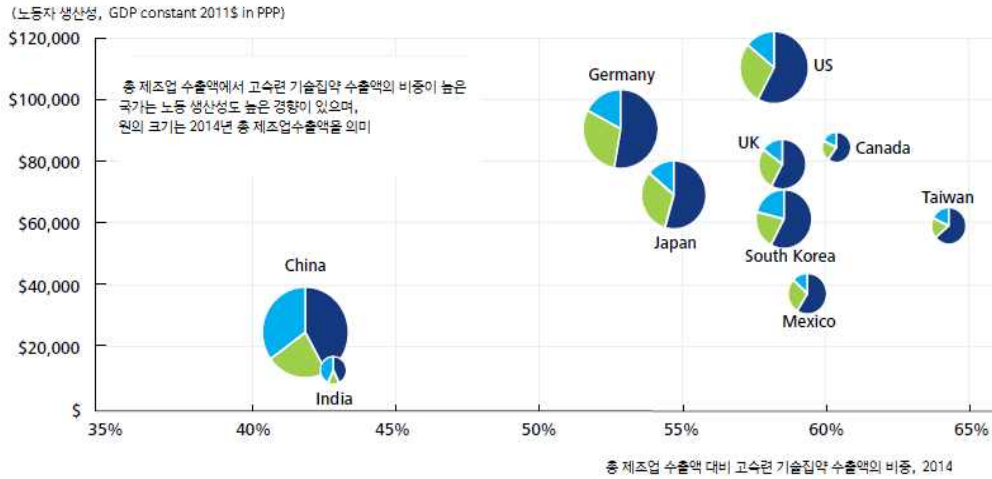
세계경제포럼(World Economy Forum)에서 선정한 2016년 세계 국가별 경쟁력 지수(GCI: Global Competitiveness Index)에서 우리나라는 2014년부터 3년간 연속으로 26위로 평가되었다.⁶⁾ 10위권에는 스위스, 싱가포르, 미국, 네덜란드, 독일, 스웨덴, 영국, 일본, 홍콩, 핀란드가 있으며, 대만 14위, 말레이시아는 25위, 중국은 28위로 아시아권 국가 중에서도 경쟁력 순위가 정해지는 모습을 보인다.

하지만, 제조업 부문을 구분하여 비교하면 우리나라의 현재 제조업 경쟁력 수준은 전세계 최상위 그룹에 포함된다. 딜로이트그룹에서 3년마다 발표하는 세계제조업경쟁력지수(GMCI: Global Manufacturing Competitiveness Index)에서 한국의 제조업경쟁력지수는 2016년에는 5위로 예측하였다. 다만, 2020년에는 인도에 밀려 6위로 다소 하락할 것으로 예측했다.

우리나라보다 높은 순위에 있는 중국, 미국, 독일, 일본의 제조업 수출액 중 고숙련 기술집약 수출액의 비중을 비교하면 중국을 제외한 3개국은 우리나라보다 고숙련 기술집약 수출액의 비중이 높았다. 우리나라가 미국, 독일, 일본과 비교할 때 가장 큰 차이는 저숙련 분야의 수출액 비중이 상대적으로 높고, 기술수준의 중간단계의 비중이 약한 것으로 나타났다. 또한 노동자의 생산성도 미국, 독일, 일본, 영국보다 낮아 노동자의 생산성을 높이는 제조업의 부가가치 확대 필요성이 제기된다.

6) World Economic forum, *The Global Competitiveness Index 2016-2017*, Insight Report, 2016

[그림 4] 고속련 기술집약 수출액의 비중과 노동자 생산성의 관계

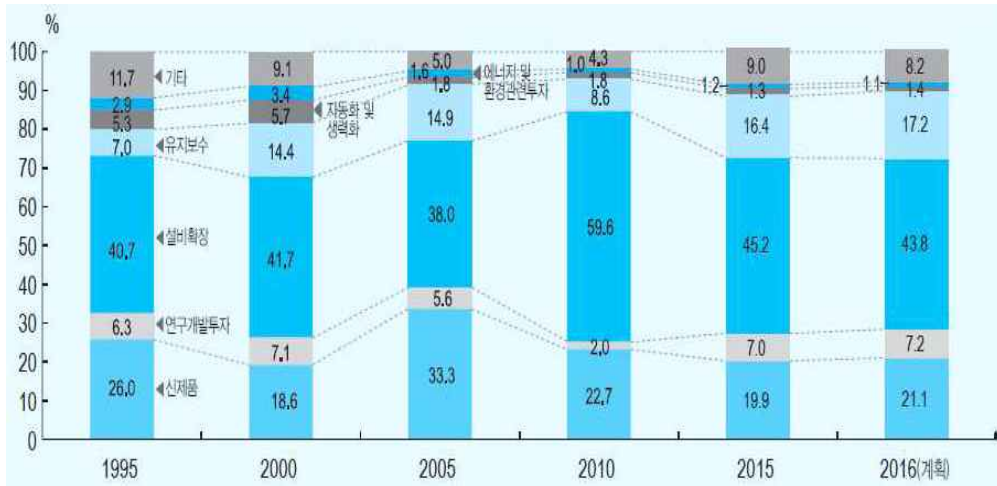


주: 원은 제조업 수출액 중 고속련, 중속련, 저속련 기술집약 수출액을 의미함

자료: DTIL, *Global Manufacturing Competitiveness Index*, 2016

제조업 부가가치를 확대하기 위해서는 소재 및 장비, 주요 부품의 해외의존도를 낮추고, 4차 산업혁명의 도입으로 제조 혁신을 가속화하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 R&D확대와 핵심원천 기술 확보를 통한 부품소재 장비국산화 노력과 함께 새로운 신소재/부품/장비에 대한 전략적 R&D 투자와 해외우수기업의 M&A, 국내 중소벤처기업과 수요대기업과의 공동연구와 생태계 구축이 필요하나 제조업의 투자 중 연구개발 및 신제품 개발 등 혁신적 투자는 상대적으로 부진하다고 볼 수 있다. 최근 우리나라 제조업 설비투자가 에너지 및 환경, 자동화와 연구개발, 신제품 개발보다는 기존 설비 확장과 유지보수 차원의 투자동기가 더 큰 비중을 차지한다는 조사결과가 있다. 제조업의 동기별 설비투자 비중에 대한 조사에 따르면 유지보수의 비중이 1995년 7%에서 2016년에는 17.2%로 증가했으며, 설비확장이 40.7%에서 43.8%로 증가하였고, 연구개발투자는 6.3%에서 7.2%로 소폭 증가에 그쳤다. 신제품 개발투자는 1995년 26%에서 2016년 21.1%로 감소했으며 2005년을 제외하고는 모두 1995년 수준에 미치지 못하였다. 이와 같이 기존 제품의 설비확장과 유지투자의 비중이 R&D 및 신제품 개발에 비해 높은 것은 미래 성장동력 확보에는 상대적으로 미흡하다는 것을 의미하며 이는 신산업 진출이 지연되고 있는 현상의 한 원인으로도 볼 수 있다.

[그림 5] 주요 산업의 동기별 설비투자 비중: 제조업



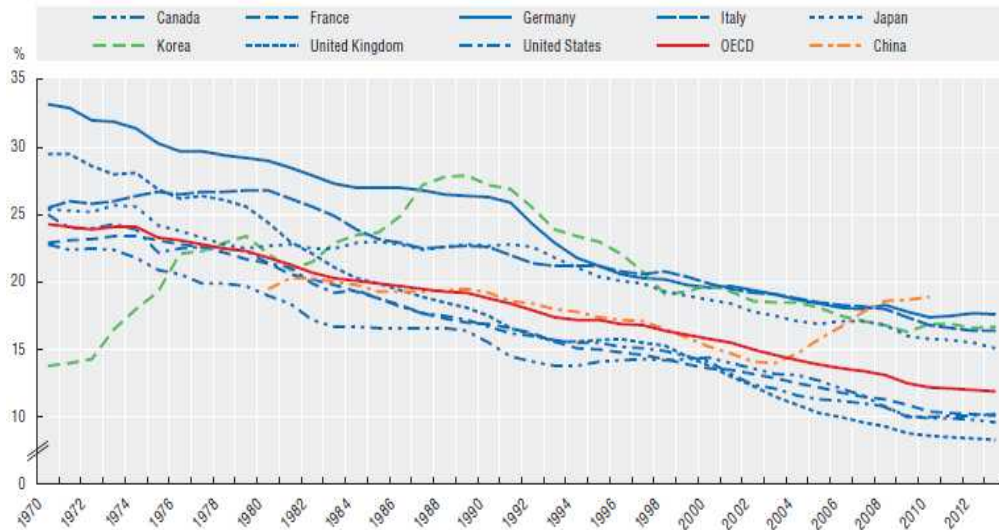
자료: 장석인, “4차 산업혁명 시대 한국 제조업의 발전전략과 과제”, 산업연구원, 2017

제조업의 혁신이 발생하면 제조공정상의 안전성과 효율성이 크게 향상가능하다. 3D 프린팅과 로봇의 활용이 늘어나고 초연결성을 통해 제어가 가능해지면 공정이 위험한 화학산업에서는 실시간 제어, 위험의 사전 예측 등 생산공정의 안전성이 향상되면서 근로자들의 산업재해 발생확률도 낮출 수 있다. 반면 단순 조립 및 생산관리 분야의 인력은 공정 자동화의 영향으로 일자리가 줄어들 수 있다.

제조업의 일자리 기여도가 감소하는 현상은 전세계적인 흐름으로 우리나라만의 문제는 아니다. 우리나라는 총 고용에서 제조업이 차지하는 비중이 1980년대 후반에서 90년대 초반까지 25%를 상회하며 세계적으로도 가장 높은 수준이었다. 그런데 1990년대 후반 이후 점진적으로 감소하여 20%를 하회한다.

제조업 일자리 비중의 감소는 전세계적인 흐름이긴 하나, 우리나라는 2000년 이후에도 제조업 일자리 비중이 지속적으로 낮아진 반면 독일은 2010년 이후 제조업 일자리 비중이 다소 증가했다. 따라서 2013년 기준 독일의 제조업 일자리 비중은 우리나라보다 높은 수준이다. 이는 독일이 제조업 경쟁력 강화로 인해 제조업에서 부가가치를 창출하고 일자리가 확대되었기 때문이라는 점에 주목할 필요가 있다. 제조업 경쟁력 강화로 제조업의 일자리 총량이 증가할 수 있다는 것이다. 즉, 4차 산업혁명이 반드시 제조업 일자리 감소를 의미하는 것은 아니라는 점에서 제조업 혁신과 일자리가 상충되지 않도록 정책적 고려가 필요하다.

[그림 6] 제조업 일자리의 비중(1970-2013)



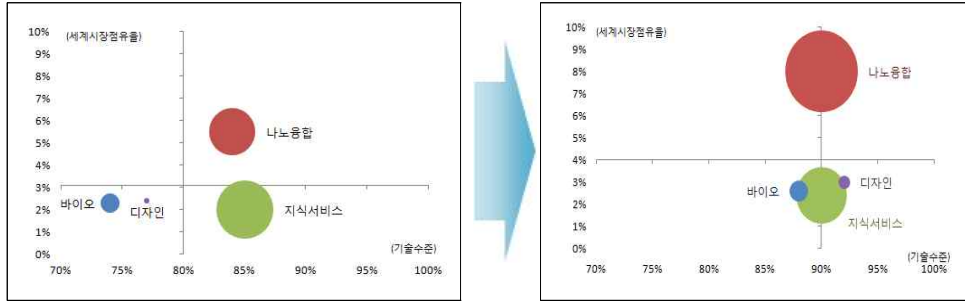
주: 총 고용 대비 제조업부문의 고용 비중

자료: OECD, *Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society*, 2015, p.28

나. 제조업의 4차 산업혁명 대응 현황

산업통상자원부는 산업기술을 창의산업, 소재부품산업, 시스템산업, 에너지산업의 4대 산업군 27개 세부산업으로 분류하는데, 이 중 시스템산업과 소재부품산업은 세계시장의 점유율 및 수출액이 상대적으로 높은 현재의 주력산업이고, 창의산업은 현재 수출규모가 330억불로 적지만 향후 개선될 것으로 전망되며, 특히 나노융합산업의 성장세가 빠를 전망이다. 산업통상자원부는 2018년까지 창의산업 경쟁력 전망에서 우리나라의 바이오 및 디자인 산업의 기술수준이 크게 상승하나 세계 시장 규모가 급격히 커지지 않는 반면, 나노융합산업은 2013년 대비 2018년의 세계시장 규모가 크게 확대될 것으로 전망하였다. 따라서 세계 시장 전망에 따라 단기적으로는 나노융합산업의 시장확대를 검토하면서 국내 기술발전 속도가 빠른 바이오 산업의 시장확대 방안도 고려할 필요가 있다.

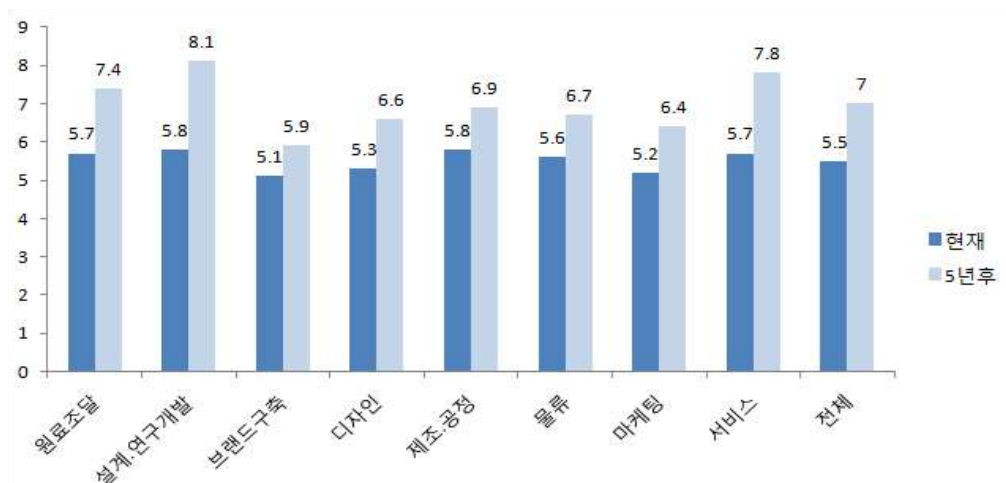
[그림 7] 창의산업 경쟁력 현황 및 전망(2013~2018)



자료: 산업통상자원부

4차 산업혁명이 주요 제조업의 가치사슬에 미치는 영향은 크지 않지만 향후 5년 후에는 영향이 점차 커질 것으로 전망되고 있다. 특히 제조공정에서의 변화가 상대적으로 빠른 편이며 향후에는 제품설계와 연구개발, 기획단계와 아울러 제품 혁신도 빠르게 진행될 것으로 예상된다. 제조공정은 부분적 적용이 활발한 편이며 제품 경쟁력 제고를 위한 정보 획득, 이를 활용한 기획 및 연구개발, 소비자 선호를 반영하기 위한 판매 서비스 영역에서 빠르게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 5년 후 공정 내 데이터의 수집과 분석을 통해 더욱 뚜렷해지며 제품설계와 연구개발, 원료조달 및 디자인 등 가치사슬 상류에 대한 영향이 클 전망이다.

[그림 8] 4차 산업혁명 주요 핵심기술이 제조업 가치사슬에 미치는 영향



자료: 정은미, 「4차 산업혁명이 한국 제조업에 미치는 영향과 시사점」, 산업연구원, 2017

제조공정의 경우 IoT(사물인터넷), 빅데이터 등이 접목된 스마트 공장의 도입으로 공장 내부설비가 서로 연결되고 자율화된 형태로 작동이 가능해지면서 제품수요에 대해 다양한 개인 요구사항을 반영할 수 있게 된다. 빅데이터의 이용과 클라우드 기술이 활용되면서 소프트웨어 중심의 제조환경이 중요해지고, 산업생태계 내에서 IT기업의 역할이 늘어날 것으로 전망된다. 예를 들어 자동차산업의 경우 구글 등 IT기업들이 자율주행 시스템을 설계한 후 하드웨어 차량 제작을 위탁생산업체에 맡기는 애플방식의 산업 생태계 구성이 확대될 것으로 예상된다. 빅데이터의 이용과 클라우드 기술이 활용되면서 소프트웨어 중심의 제조 환경이 중요해지고, 산업생태계 내에서 IT기업의 역할이 늘어날 것으로 전망한다. 다만, 설비의 전면교체를 위한 투자 비용 부담으로 인해 다른 영역에 비해 상대적으로 속도가 더딜 것으로 예상된다. 4차 산업혁명이 주요 제조업의 가치사슬(value chain)에 미치는 영향은 점차 커질 것으로 보인다. 디자인이나 마케팅, 원료조달이 4차 산업혁명과의 연계고리가 인공지능이나 빅데이터에 한정되는데 비해 제조/공정은 사물인터넷(IoT)과 모바일, 클라우드, 3D프린팅, NT(나노기술), BT(바이오기술) 등 4차 산업혁명 관련한 대부분 분야에서 영향을 받기 때문이다. 우리나라 제조업의 4차 산업혁명 대응 현황은 대부분의 조사에서 높은 점수를 받지 못하고 있다. 빅데이터와 모바일, IoT, 클라우드 기술의 적용은 활발하게 이루어지고 있으나 최근 가장 주목을 받고 있는 AI(인공지능)의 경우 제조업 전체로는 아직 조사검토 단계에 그친다.⁷⁾

[표 8] 4차 산업혁명 주요 핵심기술의 가치사슬에 대한 영향력

가치사슬	원료조달	R&D	디자인	제조	물류	마케팅	서비스
AI		◎		◎	◎	◎	◎
IoT				◎	◎		◎
빅데이터	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
모바일				◎	◎		◎
클라우드		◎		◎	◎		◎
3D프린팅				◎			
CPS				◎			
NT·BT				◎			

자료: 정은미, “한국 제조업의 4차 산업혁명 대응현황과 평가”, KIET 산업경제, 2017.5

7) 정은미, “한국 제조업의 4차 산업혁명 대응현황과 평가”, KIET 산업경제, 2017.5

산업군별로 선진국 대비 가치사슬별 4차 산업혁명 대응수준을 검토하면, 우리가 글로벌 경쟁력을 가진 IT제품산업군과 IT부품산업군은 4차 산업혁명에 대한 대응수준이 높다. 기계산업군도 제조와 마케팅 부문의 대응수준은 높은 편으로 나타났다. 하지만 신산업과 소재산업 등의 분야에서는 대응 수준이 뒤처져 있는 것으로 나타났다. IT산업은 대응수준이 약 97% 수준으로 선진기업과의 격차는 1년 미만이지만, 소재산업과 신산업은 선진기업 대비 75% 수준에 머물러 있는데, 이는 소재산업은 개발부터 상용화에 이르기까지 장시간이 소요되는 특성에서 비롯된 것으로 보인다.

[표 9] 선진국 대비 산업군별 가치사슬별 4차 산업혁명 대응 수준 비교

	원료조달	R&D	디자인	제조	물류	마케팅	서비스
기계산업군	84	82	75	91	80	87	81
IT제품산업군	98	98	98	99	93	95	100
IT부품산업군	90	95	100	100	100	100	100
소비재산업군	88	88	88	88	88	88	88
소재산업군	80	65	85	78	78	73	70
신산업군	78	83	80	88	80	70	78

자료: 장석인, “4차 산업혁명 시대 한국 제조업의 발전전략과 과제”, 산업연구원, 2017

다. 스마트공장 지원 목표와 지원방식

스마트 공장 구축은 정부의 제조업3.0 혁신전략의 대표 사업이다. 정부는 2015년부터 2017년 9월까지 ICT융합 스마트공장 보급확산사업을 통해 스마트공장 4,485개를 구축하였으며, 연말까지 누적해서 5,000개의 스마트공장 설립을 목표로 한다. 2018년에는 2,000개의 공장을 추가하여 총 7,000개의 스마트공장을 보급목표로 설정하였다.⁸⁾

8) 스마트공장보급확산사업은 2017년 중소벤처기업부로 이관되었으나 산업통상자원부에서 편성되어 2017년 중반까지 집행되었으므로 동 분석 범위에 포함한다.

[스마트공장보급확산사업 예산 현황]

(단위: 억원)

	2015	2016	2017	2018(안)
스마트공장보급확산사업	80	520	653	640
생산현장디지털화	80	99	150	142
지역특화사업	21	29	22	20
계	181	648	825	802

주: 스마트공장보급확산사업은 산업통상자원부에서 수행했으며, 2017년 하반기 중소벤처기업부 출범 이후 이관됨

자료: 산업통상자원부 및 중소벤처기업부

스마트공장이란 설계·개발·제조·유통·물류 등 생산 전체 과정에서 디지털 자동화 솔루션이 결합된 선진적 ICT 기술을 적용하여 생산성, 품질, 고객 만족도를 향상시키는 지능형 유연생산공장으로 수준과 분야에 따라 다양한 모습으로 구현가능하다. 따라서 스마트화의 수준은 기업의 수요에 따라 다양할 수 있다. OECD(2016)에 따르면 데이터에 의한 의사결정으로 기업의 생산성이 5~6% 상당 높아질 수 있으며, 데이터 품질과 접근성을 10% 개선하면 노동생산성을 평균적으로 14% 증가시킨다고 한다.⁹⁾

정부는 스마트공장 구축결과 구축전후 대비 생산성 개선(23%), 불량률 감소(△46%), 원가절감(△16%), 납기단축(△35%)으로 구축기업의 경쟁력이 향상되었다고 주장한다.¹⁰⁾ 이와 같은 성과를 위해 정부는 2016년까지 민간재원을 포함하여 1,379억원을 투입하여 2,800개 중소/중견기업에 스마트공장 구축을 지원하였다. 금년에는 2,600개 중소/중견기업의 스마트공장 구축을 지원함으로써 누적기준 5,400여개 기업의 스마트공장 구축을 달성하며, 2025년까지 스마트공장 3만개를 구축한다는 목표를 갖고 있다. 이를 위해 R&D지원, 스마트공장 기반기술R&D에 총 2,154억원을 투입하여 SW, 컨트롤러, 로봇, 센서분야 기술개발을 지원한다.

9) OECD council, *Enabling the next production revolution: the future of manufacturing and services*, 2016.4

10) 스마트공장 추진단 조사결과, 2016년 12월말까지 구축 완료된 1,861개사의 전후 성과비교분석 결과이다.

그런데 스마트 공장은 기술 적용범위에 따라 다양한 범위로 이해될 수 있는 만큼 단순한 스마트팩토리가 아니라 지원 목표와 지원방식에 대한 구체적인 검토가 필요하다. 정부는 스마트공장을 ICT 기술의 활용정도 및 역량에 따라 4단계로 구분하고 있다. 첫 단계인 기초 스마트공장은 생산이력추적관리만이 가능하며, 두 번째 단계인 중간1 스마트공장은 광범위한 생산정보를 실시간으로 모니터링할 수 있는 공장이다. 세 번째 단계인 중간2 스마트공장은 IT와 SW 기반의 실시간 자율제어가 가능하며, 최종 단계인 고도화 스마트공장은 IoT 기반 맞춤형 유연생산이 가능한 공장이다.

정부 재정지원을 통해 구축된 2,800개 스마트공장의 스마트화 단계별 보급현황을 검토한 결과, 정부는 기초단계와 중간1단계의 스마트공장을 주로 지원한 것으로 나타났다. 기초단계 스마트공장인 생산이력 추적 및 관리가 가능한 단계가 전체의 76.4%로 2,139개 공장이었다. 실시간 생산정보의 수집과 관리까지 가능한 중간1단계 스마트공장이 21.5%, 601개사, 실시간 공장 자동제어가 가능한 중간2단계 공장이 60개사로 전체의 2.1%를 차지하였다.

[표 11] 스마트공장 스마트화 단계별 보급현황

(단위: 개사, %)

구분	기초	중간1	중간2	고도화
수준	생산 이력 추적·관리	실시간 생산정보 수집·관리	실시간 공장 자동 제어	설비·시스템의 자율 생산
보급(개사)	2,139	601	60	-
비율(%)	76.4	21.5	2.1	-

자료: 중소벤처기업부

스마트공장의 스마트화는 단계별로 상이하며 독일에서도 최종단계인 고도 스마트공장의 비중은 크지 않다는 점에서 고도단계 스마트공장이 희소한 것이 재정사업의 성과가 미흡한 것을 의미하는 것은 아니다. 하지만, 제조공정의 일부를 개선하는 설비투자가 스마트공장으로 이어지는 것은 아니라는 점에서 스마트공장의 양적 확대를 정책목표로 삼는 것은 스마트공장의 궁극적인 목표와 차이가 있을 수 있다.

독일정부도 기업수준에 맞는 단계적 스마트공장 구축 전략을 추진 중인데, 독일 기계산업협회에서 2015년 소속 20인 이상 사업장 268개를 대상으로 조사한 결과 IT 미적용 사업장이 56.5%였으며 기초~중간1 수준 공장이 41.9%, 중간2 수준 이상이 1.5%, 최종 단계의 공장은 0.3%에 불과했다. 즉 스마트 공장은 특정 설비구입으로 인정되는 것이 아니라 생산과정의 정보와 데이터가 교류되는 하나의 시스템을 구축하는 사업이라는 점에서 기업의 설비투자 판단에 기초하게 된다.

기업의 입장에서 공정설비 투자는 중장기적 생산방식을 결정하는 중요한 투자 결정이며, 단위 기업의 변화가 생산방식의 변화, 산업용 에너지 이용형태의 변화를 야기할 수 있다는 점에서 스마트공장 구축은 산업구조조정의 좋은 기회가 될 수 있다. 스마트공장 구축지원으로 지능형 유연생산시스템을 구축하여 불량률 감소 및 납기 단축 등 원가 절감을 통한 경쟁력 향상을 일차적으로 달성할 수 있지만, 스마트 공장 도입 과정에서 가치사슬상의 연계와 네트워크 과정의 기업군과 연계하는 등의 제조 혁신으로 연계되기 위해서는 기업별 산업별 맞춤형 컨설팅이 포함되는 것이 필요하다.

즉, 스마트 공장 구축은 생산설비 교체가 목표가 아니라 기업의 미래 성장방향에 대한 고민과 병행되어야 한다는 것이다. 스마트공장 전문가의 컨설팅은 스마트 공장 구축이 아니라 기업 경영 전반 혹은 산업공정 전반에 대한 정보에 기초할 필요가 있다. 현재 스마트공장 컨설팅은 민관합동스마트공장추진단이나 전국의 창조경제혁신센터 18개소 등을 통해 이루어진다. 하지만 해당 센터는 스마트공장의 설비확보에 보다 초점을 두고 있다.

민관합동스마트공장추진단외에도 국가뿌리산업진흥센터, 지역혁신기관, 중소기업기술정보진흥원, 창조경제혁신센터 등 다양한 기관에서 스마트공장을 진행하고 있다. 그런데 스마트공장 확대가 공정 개선을 위한 설비투자나 운영 소프트웨어의 지원보다 산업기술의 변화에 초점을 맞추기 위해서는 기업별 맞춤 진단을 위한 인력과 네트워크의 축적이 필요할 것이다. 따라서 스마트공장 보급이 일회성 사업으로 그치지 않고 지역 기업의 구조변화를 지원할 수 있도록 지역혁신기관간의 유기적인 정보교환 방안도 필요하다고 판단된다.

[표 12] 스마트공장 지원 기관 및 사업

기 관 명	지원사업	비 고
민관합동스마트공장추진단	스마트공장 보급확산 지원사업	- 2~4천만원
국가뿌리산업진흥센터	뿌리기업공장스마트화지원사업	- 뿌리산업 중소기업 - 최대2억원(1:1매칭)
지역혁신기관, 산업단지 관리공단	지역특화산업 공정혁신지원 및 스마트공장 확산사업	- 지역 주력산업 및 전후방 연관기업 - 최대 5천만원(1:1매칭)
중소기업기술정보진흥원	생산현장디지털화사업	- 중소기업 - 최대1억원 (1:1매칭)
창조경제혁신센터	ICT융합 스마트공장 보급·확산 지원사업	- 전국 18개소 - 최대 5천만원(1:1매칭)
	스마트팩토리 자체지원사업	- 광주/경북 창조경제혁신센터 - 2~5천만원
지자체	K-ICT클라우드(지역투자보조) 스마트공장 지원사업	지자체

자료: 산업통상자원부

또한, 스마트공장의 확대는 스마트공장의 구성요소인 산업용 로봇과 센서기술에 대한 연구개발과 연계할 필요가 있다. 스마트공장은 제조공정 혁신을 위한 종합적인 플랫폼인 반면 산업용 로봇과 센서기술은 스마트공장을 구성하는 요소기술이며, 전세계적인 스마트공장 확대 추세와 더불어 성장세가 높을 것으로 전망되기 때문이다. 세계 산업용 로봇수요량은 2019년까지 연 14%의 고성장이 예상되며, 특히 인도, 동유럽 등의 신흥국 수요가 20% 내외의 고성장을 주도할 것으로 전망된다.

센서기술도 최종단계 스마트공장의 필요기술인 사물인터넷 시대의 핵심기기이며 스마트 홈, 스마트 시티, 스마트카에 적용이 확산되고 있다. 센서는 측정대상물로부터의 압력이나 가속도, 온도, 주파수 등을 감지하여 전기신호로 변환시켜주는 장치이다. 센싱 기능에 데이터 처리와 통신기능이 결합되면서 스마트공장에서 생산정보를 모을 수 있는 핵심적인 역할을 하게 된다. 따라서 스마트공장의 보급은 산업용 로봇과 센서기술과 병행하여 관련 산업을 육성할 필요가 있다.

[표 13] 지역별 산업별 로봇 수요량 전망

(단위: 만대, %)

	2015	2016	2019	2015-2019연평균증감률
세 계	25.4	29.0	41.4	13
아시아	16.1	19.0	28.6	16
중 국	6.9	9.0	16.0	24
한 국	3.8	4.0	4.6	5
일 본	3.5	3.8	4.3	5
대 만	0.7	0.9	1.3	16
인 도	0.2	0.3	0.6	30
유 럽	5.0	5.4	6.9	8
미 국	3.6	3.8	4.6	6

자료: IFR *World Robotics*, 2016

라. 미래성장동력산업의 비교

우리나라는 2015년 정부합동으로 발표한 「미래성장동력-산업엔진 종합실천계획」에서는 4대 분야 19개 산업 중 미래 신산업으로 로봇, 스마트 바이오 생산시스템, 실감형 콘텐츠, 착용형 스마트 기기, 가상훈련 시스템을 선정하였다. 2016년에는 4차 산업혁명 시대 신산업 창출을 위한 정책과제로 ‘신산업 민관협의회’에서 12대 신산업을 선정하였다. 12대 신산업 중에는 로봇, 스마트 친환경선박(엔지니어링), 바이오헬스와 같이 기존의 신산업과 중복되는 분야도 있지만, IoT 가전, 항공 드론과 같이 신규 선정된 분야도 다수 있는 것으로 나타났다.

그런데 미국, 일본, 독일, 중국에서 선정한 미래성장동력산업을 비교하면 우리나라보다 넓은 범위의 산업을 지정하는 것으로 보인다. 우리나라는 미래성장동력산업의 범위를 구체적으로 설정하고, 범위내에서 특정 기술분야를 선정하는데 비해 주요 국가의 경우 항공우주산업, 스마트시티, 첨단제조업, 고령화대응과 같이 보다 넓은 범위의 산업을 지정하는 경향성이 있다.

[표 14] 미래성장동력 산업의 비교

우리나라		미 국	일 본	중 국
민 간 주 도 형	스마트자동차	첨단자동차	자동주행·모빌리티	선진 철도교통 설비
	5G 이동통신			차세대IT기술
	실감형콘텐츠	교육용 기술	미디어콘텐츠	
	착용형스마트기기			
	지능형 사물인터넷		교육	
	지능형반도체	고성능컴퓨팅		반도체
민 관 공 동 형	고기능무인기	우주산업		항공장비, 우주장비
	지능형로봇			로봇
	빅데이터	두뇌 이니셔티브	스마트보안	
	융복합소재			신소재
장 기 산 업 화 분 야	심해저해양플랜트			해양 엔지니어링 및 첨단선박
	가상훈련시스템			
	맞춤형 웰니스케어	정밀의학, 헬스케어	의료·건강, 관광	바이오의약 및 고성능 의료기기
	스마트바이오시스템		농업	농업 기계장비
	신재생하이브리드	청정에너지 및 에너지효율기술	스마트에너지	에너지절약 및 신에너지 자동차
	재난안전시스템			
	직류송배전시스템			
	초임계CO2발전			전력설비
	첨단소재가공시스템			고정밀수치제어
		스마트시티	스마트하우스커뮤니티	
		첨단제조업	장인정신혁신유통소매	
		미래산업, 혁신경제	금융	
		지구적 문제 대응		

주: 우리나라는 산업화속도가 높은 분야 중 민간주도형과 민관공동추진형을 구분하며, 산업화에
시일 소요가 예상되는 분야는 민관 공동

자료: 산업통상자원부, 「미래성장동력 종합실천계획」, 2015(우리나라), 백악관, A Strategy for
American Innovation, 2015(미국), 일본 경제산업성 산업구조심의회 신산업구조부회(일본),
중국제조2025(중국)의 10대 전략산업

예를 들어 우리나라는 고기능무인기를 특정하지만 미국, 독일, 중국은 항공우주 산업이나 항공장비산업을 지칭한다. 우리나라는 맞춤형 웰니스 케어로 제시하지만, 일본, 독일은 의료 및 건강, 혹은 고령화대응으로 제시하고 있다. 에너지 기술도 신재생 하이브리드, 직류송배전시스템, 초소형 발전시스템으로 세분한데 비해, 미국은 청정에너지 및 에너지효율기술로 통칭하고 일본도 스마트 에너지, 독일도 에너지기술을 폭넓게 정의하였다. 우리나라는 실감형 콘텐츠를 선정한데 비해 미국과 일본은 교육용 기술 혹은 미디어콘텐츠로 관련 분야의 범위가 넓다. 또한 가상훈련시스템, 직류송배전시스템, 재난안전시스템과 같이 우리나라만이 선정한 분야도 존재한다.

우리나라가 미래성장동력 산업을 구체적으로 선정한 것은 중점추진방향을 설정하고 지원 성과를 계량화하기 위한 것으로 판단된다. 정부는 매년 미래성장동력 종합실천계획을 통해 분야별 목표와 주요 추진전략, 단계별 목표, 연간 투자계획을 설정하고 있다. 상세계획을 통해 정책목표를 수행하는 것은 조직적이고 체계적이라는 장점이 있다. 상시 성과점검을 통해 기존 미래성장동력 분야를 조정하거나 신규 분야의 발굴이 가능한 것도 장점이다. 하지만 원칙적으로 산업의 성장은 정부의 지원이 아니라 민간 시장에서 성장하고 확대되어야 한다는 점에서 계획과 성과의 괴리가 존재할 수 밖에 없다. 성장동력산업에 대한 정부의 역할은 방향성을 제시하고 세부 분야는 시장에서 경쟁을 통해 설정되도록 유도하는 것이 보다 효율적일 것으로 판단된다.

마. 신산업 진흥 사업 지원대상 산업의 투자성과 분석

기업단위의 투자 뿐 아니라 재정사업으로 지원하는 신산업진흥 지원대상 사업에서도 나노융합과 지식서비스분야의 기술수준은 다소 정체되는 모습을 보이고 있다. 신산업 진흥 사업에서는 바이오, 나노융합, 지식서비스, 엔지니어링, 디자인 산업을 대상으로 2009년부터 2015년까지 재정지원을 통해, 전 분야의 기술수준을 최고기술국에 근접할 것을 목표로 삼았다.¹¹⁾ 산업기술 분야별 기술수준을 검토한 결과 우리나라의 기술수준은 최고 기술국인 미국 뿐 아니라 일본과 유럽에 비해서도 여전한 격차를 유지하고 있는 것으로 나타났다.

11) 한국산업기술평가원에서 주요 기술분야별 기술수준과 기술격차에 대해서 조사하여 발표하는 「2010년 산업기술수준조사보고서」에 따르면, 2015년경에는 12개 기술 전 분야의 기술수준이 최고 기술국 수준에 근접할 것으로 전망함. (90% 이상 4개 분야 85% 이상 8개 분야)

[표 15] 산업기술 분야별 기술수준의 비교: 2011년 vs 2015년

(단위: %, 년)

	2011년		2015년	
	기술수준	기술격차	기술수준	기술격차
바이오	73.5	2.9	75.7	2.4
엔지니어링	73.6	2.9	79.4	2.3
나노융합	81.3	1.7	80.6	1.8
지식서비스	82.9	1.5	80.9	1.5
디자인			83.9	1.3

자료: 「산업기술수준조사보고서」, 한국산업기술평가관리원, 2016

신산업 분야 중 최고기술국 대비 가장 기술수준이 낮은 분야는 바이오와 엔지니어링 분야이다. 그런데 두 분야는 2011년 대비 2015년의 기술수준이 다소 상승한 것으로 나타났다. 바이오분야의 경우 최고기술국 대비 2011년 기술수준은 73.5%이고 기술격차는 2.9년이었는데, 2015년에는 기술수준은 75.7%이고 기술격차는 2.4년으로 다소 줄어든 것으로 나타났다. 엔지니어링 분야의 경우 2011년 대비 2015년에는 기술수준이 73.6%에서 79.4%로, 기술격차는 2.9년에서 2.3년으로 줄어들었다.

그런데 나노융합과 지식서비스 분야는 최고기술국 대비 기술수준이 여전히 격차를 보이고 있다. 나노융합은 2011년 기술수준이 81.3%였는데 2015년에는 80.6%로 다소 낮아졌으며 기술격차도 1.7년에서 1.8년으로 다소 정체기에 있는 것으로 확인되었다. 지식서비스산업도 2011년 기술수준이 82.9%로 신산업 중 가장 높은 수준이었으나 2015년에는 80.9%로 낮아졌다.

나노융합분야는 기술개발 정체현상이 반영되어 재정사업의 성과도 높지 않은 것으로 나타났다. 2015년 국가R&D 상위평가결과에 따르면 나노융합산업핵심기술개발사업의 내역사업 중 그래핀소재부품상용화사업과 나노소재수요연계제품화지원사업은 자체평가와 상위평가 모두에서 미흡으로 나타났다.

[표 16] 2015년도 국가R&D 상위평가결과

사업명	내역사업	자체평가	상위평가
		등급	등급
나노융합산업핵심 기술개발사업	나노융합	보통	보통
	그래핀소재부품상용화	미흡	미흡
	나노소재수요연계제품화지원	미흡	미흡

자료: 산업통상자원부, 국가R&D상위평가결과보고서

나노융합산업은 원천기술 개발을 위한 연구개발사업인 반면 그 외 두 사업은 상용화 및 제품화를 위한 시장적용기술개발이라는 점에서 나노융합산업은 아직은 시장 성장의 진입기로 판단된다. 이는 여전히 나노소재 등 첨단소재에 대한 기존시장의 진입장벽이 높고, 상용화를 위해 요소기술과 공정지원 등에 관한 추가적인 정책적 지원이 고려되어야 하는 것으로 사료된다. 따라서 나노융합산업에 대한 심층평가를 통해 나노산업의 신산업 진흥 필요성 및 기술격차 감소 방안, 시장확대 방안에 대한 검토가 필요하다고 판단된다.

II. 농업 혁신

1. 분석 배경 및 개요

최근 들어 ‘4차 산업혁명’에 대한 논의가 각종 매체를 통해 활발하게 대두되고 있다. 기존 증기기관(1차 산업혁명), 전기(2차 산업혁명), 컴퓨터·인터넷(3차 산업혁명)에 이어서, 인공지능(AI; Artificial Intelligence)과 빅데이터(Big Data) 등 파괴적 기술(disruptive technology)을 통해 사물과 인간, 가상과 현실의 경계를 허무는 초연결 사회(4차 산업혁명)가 도래하였다는 것이다. 이와 관련 미국, 독일, 일본, 중국을 비롯한 주요국에서는 정부와 민간부문에서 다양하게 4차 산업혁명 대응을 위한 전략을 마련·추진하고 있으며, 우리나라에서도 금년 8월부터 대통령 직속으로 ‘4차산업혁명위원회’를 설치하고 4차 산업혁명 도래에 따른 국가 대응전략 마련을 추진하고 있다.

농업·농촌 부문에서도 4차 산업혁명이 도입되면서 생산-유통-소비 전 부문에 걸쳐 여러 가지 영향과 파급효과가 있을 것으로 기대되고 있다. 4차 산업혁명의 도래에 따른 경제·사회적 변화를 고려할 때, 이의 대응을 위한 정책 분야는 단순히 기술·산업 분야에 그치는 것이 아니라 교육, 고용, 사회안전망 등 광범위하게 파급될 수 있다.

본 보고서에서는 농업·농촌 부문 4차 산업혁명 대응을 위한 정책분야 중 R&D 대응방안, 스마트팜 등 유사정책의 성과, 농업 분야 일자리 변화 전망 등을 바탕으로 정책과제를 발굴·제안하고자 한다.

2. 예산·재정 현황

가. 정부 주요계획 수립 경과

과학기술정보통신부는 2016년 12월 27일 4차 산업혁명의 미래상과 비전 및 2030년까지의 중장기 정책 방향을 제시한 「지능정보사회 중장기 종합대책」을 발표하였다. 이후 2017년 경제정책방향에서 4차 산업혁명 대책방향이 발표되었는데, 여기에서는 종합대책 마련을 위한 전략별·프로젝트별 T/F를 구성·운영하여 향후 5개년의 구체적 실행계획을 담은 종합대책을 마련한다는 계획이다.

전략별 T/F는 ①핵심기술 및 창의인재 확보, ②혁신창업 및 신산업 창출, ③글로벌 혁신거점화 및 제조업 혁신, ④노동·사회시스템 보완으로 구성되어 있다. 그리고 프로젝트 T/F는 국민체감도가 높은 8개 핵심 분야별로 구성되어 있는데, ①제조 혁신, ②스마트 농어촌, ③디지털 헬스케어, ④핀테크, ⑤지능형 도시, ⑥커넥티드 홈, ⑦스마트 물류, ⑧지능형 정부이다. 또한 범부처 컨트롤타워인 ‘4차 산업혁명 전략위원회’가 구성되어 있다.

[표 17] 4차 산업혁명 대응 관련 전략별·프로젝트별 T/F

	주요 내용
전략별 T/F	• 핵심기술 및 창의인재 확보 • 혁신창업 및 신산업 창출 • 글로벌 혁신거점화 및 제조업 혁신 • 노동·사회시스템 보완
프로젝트 T/F	• 제조 혁신 • 스마트 농어촌 • 디지털 헬스케어 • 핀테크 • 지능형 도시 • 커넥티드 홈 • 스마트 물류 • 지능형 정부

자료: 과학기술정보통신부 자료를 바탕으로 제작됨

농림축산식품부에서도 2017년 1월부터 농업·농촌의 4차 산업혁명 대응 및 범부처 T/F 참여를 위하여 ‘스마트 농업·농촌 T/F’를 구성·운영하고 있다. 여기에는 농촌진흥청, 한국농촌경제연구원 등의 유관기관과 스마트팜·빅데이터·로봇 분야 전문가 40여명이 참여하고 있다.

이를 통해 4차 산업혁명에 대한 내부의 이해 향상 및 공감대 형성을 위하여 간부 특강 및 이해 자료 제작·배포 등을 추진하였다. 그리고 농업계 실태진단을 위한 인식조사 및 기술 수준 조사·선도 사례 조사 등을 실시하였다. 또한 농업인, 식품기업 등의 관심 제고를 위하여 주요기관 릴레이 기고 등을 추진하고 있다. 2017년 4월에는 외부 전문가 의견 수렴 및 농업계 관심 제고를 위하여 한국농촌경제연구원 주관으로 ‘농업·농촌·식품 부문 4차 산업혁명 포럼’이 구성되었다.

또한, 농림축산식품부, 한국농수산대학교, 농림수산식품기술기획평가원, 농업기술실용화재단 등 유관기관을 대상으로 농식품 분야 4차 산업혁명 대응을 위한 연찬회도 실시되었다. 동 연찬회에서는 4차 산업혁명에 대응하기 위하여 스마트팜 등 핵심 분야의 추진상황을 점검하고, 신성장 동력 발굴과 농산업 전반의 혁신 역량 강화를 위한 연구개발 및 산업화 지원방안 등이 검토되었다.

[표 18] 4차 산업혁명 대응 농식품 분야 추진 경과

	주요 내용
2017. 1	• 스마트 농업·농촌 T/F 구성
2017. 3	• 4차 산업혁명에 대한 이해와 공감대 형성을 위한 특강
2017. 4	• 농업계 실태진단을 위한 인식 조사(한국농촌경제연구원) • 기술수준 조사 및 선도사례 조사(농림수산식품기술기획평가원) • 농업·농촌·식품 부문 4차 산업혁명 포럼 구성 • 농식품 분야 4차 산업혁명 대응을 위한 유관기관 연찬회 실시(농림축산식품부, 농촌진흥청, 한국농수산대학교, 농림수산식품기술기획평가원, 농업기술실용화재단 등)

자료: 농림축산식품부 자료를 바탕으로 재작성

나. 주요 사업운용과 추진체계

농림축산식품부는 4차 산업혁명 대응체계 구축에 따른 작업 일정을 관리하고 있는데, 범정부 차원의 4차 산업혁명 종합대책이 발표되면 순차적으로 「4차 산업혁

명 대응 기술융복합 스마트 농업 육성 방안」 및 스마트 농어촌 분야에 대한 전략 프로젝트 등을 발표한다는 계획이다.

이를 위해 기 구성·운영중인 스마트 농업·농촌 T/F와 전문가 포럼을 중심으로 세부 과제를 선정하고 보완한다는 계획이다. T/F에서는 그동안의 논의 결과를 바탕으로 핵심과제를 선정하고 구체적인 세부 추진계획을 마련한다는 계획이다. 여기에는 관련 기술수준 평가 및 선도사례 조사, 농업인·식품기업 인식조사 등 별도 진행 중인 조사결과도 반영한다는 것이다.

스마트 농어촌 분야 전략 프로젝트는 ①스마트팜 업그레이드, ②첨단농기계 개발보급, ③관측위험관리고도화, ④유통식품산업, ⑤생명산업, ⑥농촌형 스마트빌리지 등 6개 부문으로 구성될 계획이다.

[표 19] 스마트 농어촌 분야 전략 프로젝트 주요 과제(안)

분야	과제	참석 대상
전략 프로젝트	스마트팜 업그레이드	농림축산식품부(과학기술정책과, 원예경영과, 축산경영과), 농촌진흥청, 농림수산식품교육문화정보원
	첨단농기계 개발·보급	농림축산식품부(과학기술정책과, 농기자재정책팀), 농촌진흥청, 농업기술실용화재단, 농협중앙회
	관측·위험관리 고도화	농림축산식품부(원예산업과, 재해보험정책과, 축산정책과), 산림청, 한국농어촌공사, 한국농수산식품유통공사, 한국농촌경제연구원
	유통·식품산업	농림축산식품부(유통정책과, 식품산업정책과, 식생활소비정책과), 농림수산식품교육문화정보원
	생명산업	농림축산식품부(종자생명산업과), 농촌진흥청, 농림식품기술기획평가원
	농촌형 스마트빌리지	농림축산식품부(지역개발과), 한국농어촌공사, 농림수산식품교육문화정보원
인프라	전략적 R&D 추진	농림축산식품부(과학기술정책과), 농촌진흥청, 농림수산식품교육문화정보원, 산림청
	데이터 생태계 조성	농림축산식품부(정보통계정책담당관실), 농촌진흥청, 농림수산식품교육문화정보원
	교육 등 현장 역량 강화	농림축산식품부(경영인력과), 농촌진흥청, 농림수산식품교육문화정보원
	창업생태계 조성	농림축산식품부(과학기술정책과, 농업금융정책과), 농업기술실용화재단

자료: 농림축산식품부 자료를 바탕으로 재작성

2017년 10월 현재, 범정부 차원의 「4차 산업혁명 종합대책」 및 농업·농촌 분야 4차 산업혁명 대응방안은 공식적으로 발표되지 않은 상황이지만, 다음과 같은 내용으로 추진될 것으로 전망되고 있다.

우선, 국제경쟁력을 갖춘 미래성장산업으로서의 농업·농촌을 구현하기 위해, ICT·BT 기술을 활용한 신성장동력을 발굴하여 현안 문제를 해결하고, 농업·농촌의 지속 성장을 위한 혁신역량을 강화하고 인프라를 조성한다는 목표이다. 이를 위해, 종래 스마트팜 중심에서 농산업 전반으로 단계적 확산을 유도하고, 정부는 R&D 투자와 초기 시장 창출 기능에 집중하며, 농업인이 혁신의 주체가 되는 상향식 4차 산업혁명을 지향하는 단계적·상향식 추진전략을 마련한다는 계획이다.

[표 20] 농업·농촌 분야 4차 산업혁명 대응방안(안)

	주요 내용
목표	국제경쟁력을 갖춘 미래성장산업으로서의 농업·농촌 구현 - ICT, BT 기술을 활용한 신성장동력 발굴 및 현안 문제 해결 - 농업·농촌의 지속 성장을 위한 혁신역량 강화와 인프라 조성
전략	핵심분야를 중심으로 단계적·상향식 추진 - 스마트팜 중심에서 농산업 전반으로 단계적 확산 유도 - 정부는 R&D 투자와 초기 시장 창출 기능에 집중 - 농업인이 혁신의 주체가 되는 상향식 4차 산업혁명 지향
핵심분야	4차 산업혁명 선도를 위한 핵심과제 발굴·추진 - 스마트팜 업그레이드 등 첨단 시스템 도입 - BT 산업과 농기자재 산업 활성화 - 관측 및 위험관리 고도화 - 농업 유통과 식품산업의 새로운 가치 창출 - 농촌형 스마트 빌리지 조성
인프라	농산업 전반의 혁신역량 강화를 위한 혁신 생태계 조성 - (R&D) 핵심기술 확보를 위한 전략적 R&D, 융합연구 확대 - (빅데이터) ‘데이터 생산·수집 → 빅데이터·AI 분석 → 최적화’ 생태계 조성 - (인력) 농업·ICT 등 첨단기술을 관통하는 통섭형 인재 육성 - (창업 생태계) 벤처 + 농산업 창업 자금지원, R&D 매칭 등 - (규제·제도) 사전발굴 및 정비로 민간 활동의 걸림돌 제거

주: 동 내용은 현재 정부에서 검토 중인 내용으로서, 실제 대응방안은 다를 수 있음

자료: 농림축산식품부 자료를 바탕으로 작성됨

핵심분야로서는 스마트팜 업그레이드 등 첨단 시스템 도입, BT 산업과 농기자재 산업 활성화, 관측 및 위험관리 고도화, 농업 유통과 식품산업의 새로운 가치 창출, 농촌형 스마트 빌리지 조성 등 5개 분야가 선정될 전망이다.

그리고, 농산업 전반의 혁신역량 강화를 위한 혁신 생태계 조성을 위해 인프라를 확충한다는 것인데, R&D 부문에서는 핵심기술 확보를 위한 전략적 R&D 및 융합연구를 확대하고, 빅데이터 부문에서는 ‘데이터 생산·수집→빅데이터·AI 분석→최적화’ 생태계를 조성한다는 것이다. 인력 부문에서는 농업·ICT 등 첨단기술을 관통하는 통섭형 인재를 육성하고, 창업 생태계 부문에서는 벤처 및 농산업 창업 자금지원과 R&D 매칭 등을 확충한다는 계획이다.

한편 유관기관별 대응현황을 살펴보면, 농촌진흥청은 국내외 정책 및 기술동향, 실용화 사례분석 및 R&D 사업화 수요를 발굴하고 IoT 기반 데이터 수집, 영농의사결정 등 지능정보기술 융합과제를 발굴하며, 4차 산업혁명 대응 한국형 스마트팜 R&D 전략 T/F를 구성·운영하고 있다. 산림청은 산림 분야 4차 산업혁명 대응 전략을 수립하여, IoT 기반 산림복지 서비스 확대, 경영·관리 효율화 등 관련 과제를 발굴·확정하고, 산림데이터 활용 신산업 육성 및 스마트 산림경영·관리 효율화를 위해 관련 전문가 등 의견 수렴 및 핵심기술 확보 연구를 수행 한다는 계획이다.

농협중앙회는 범농협 4차 산업혁명 대응 추진위원회를 설치하고, 상호금융 빅데이터 플랫폼 구축 및 신사업 적용과 더불어, 스마트팜 관련 자재 및 컨설팅 사업을 시행한다는 계획이다. 한국농어촌공사는 통합물관리 시스템 구축 지속 추진 및 정책·기술 관련 선행연구와 더불어, 투자 플랫폼 시범사업 도입방안 관련 경제성 분석을 실시하고, 한국농수산식품유통공사는 농산물유통 종합정보시스템 구축, 화훼수급 예측기능 고도화, 온라인 수출채널 확대 및 수출전문농가 통합지원플랫폼 구축, 식품산업종합포털 구축 등을 실시할 계획이다. 한국농촌경제연구원 농업관측본부는 ICT를 활용한 농업관측정보 수집체계 개선을 위한 사업의 일환으로 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 운영중이며, 재배면적, 작황, 출하동향 파악 등 산지정보 수집을 위해 드론을 도입하여 운영할 계획이다.

농림수산식품기술기획평가원은 4차 산업혁명 요소기술의 농업적용을 위해 다양한 학제 전문가를 활용한 심층분석 보고서를 발간하고, 농림수산식품교육문화정보원은 농식품 데이터 지도 및 농식품 데이터 표준화 전략 수립, 스마트팜 선도 농가를 대상으로 생육·환경 빅데이터 수집 확대, 농업경영체 DB 활용 유형별 지방농

정지원 서비스 모델 시범 적용, 현장·활용 중심의 공간정보 데이터 발굴 및 지원 등을 시행할 계획이다.

[표 21] 유관기관별 대응 계획

	주요 내용
농촌 진흥청	- 국내외 정책 및 기술동향, 실용화 사례분석 및 R&D 사업화 수요발굴 - IoT 기반 데이터 수집, 영농의사결정 등 지능정보기술 융합과제 발굴 4차 산업혁명 대응 한국형 스마트팜 R&D 전략 T/F 구성·운영
산림청	- 산림 분야 4차 산업혁명 대응 전략 수립 - IoT 기반 산림복지 서비스 확대, 경영·관리 효율화 등 관련 과제 발굴·확정 - 산림데이터 활용 신산업 육성 및 스마트 산림경영·관리 효율화
농협 중앙회	- 범농협 4차 산업혁명 대응 추진위원회를 설치 - 상호금융 빅데이터 플랫폼 구축 및 신사업 적용 - 스마트팜 관련 자재 및 컨설팅 사업
한국 농어촌 공사	- 통합물관리 시스템 구축 지속 추진 및 정책·기술 관련 선행연구 - 투자 플랫폼 시범사업 도입방안 관련 경제성 분석 실시
한국 농수산식품 유통공사	(수급) 농산물유통 종합정보시스템 구축 (유통) 화훼 수급예측기능 고도화 (수출) 온라인 채널확대 및 수출전문농가 통합지원플랫폼 구축 (식품) 식품산업종합포털 구축
한국농촌 경제연구원	- 드론을 활용한 재배면적, 작황, 출하정보 수집 - USN(Ubiauitous Sensor Network) 활용 주산지 기상데이터 DB 구축 - CCTV를 활용한 고랭지배추 출하정보 수입
농림수산 식품기술 기획평가원	4차 산업혁명 요소기술의 농업적용을 위해 다양한 학제 전문가를 활용한 심층분석 보고서 발간
농림수산 식품교육 문화정보원	- 농식품 데이터 지도 및 농식품 데이터 표준화 전략 수립 - 스마트팜 선도 농가를 대상으로 생육·환경 빅데이터 수집 확대 - 농업경영체 DB 활용 유형별 지방농정지원 서비스 모델 시범 적용 - 현장·활용 중심의 공간정보 데이터 발굴 및 지원

주: 동 내용은 현재 정부에서 검토 중인 내용으로서, 실제 대응방안은 다를 수 있음
 자료: 농림축산식품부 자료 등을 바탕으로 재작성

다. 재정투자현황 및 중장기 투자규모

농업·농촌부문 4차 산업혁명 대응 관련 재정사업은 스마트팜 확산, 스마트농정체제 구축, 전후방 연관산업 육성, R&D 등으로 구성될 것으로 보이지만, 현재 정부에서는 이러한 농식품 분야를 포함한 4차 산업혁명 관련 재정사업의 규모와 내역에 대해서 발표하고 있지 않다. 다만, R&D 분야의 경우, 과학기술정보통신부에서 정부연구개발(R&D) 예산 중 4차 산업혁명 대응 예산을 집계하고 있다.

이에 따르면, 2018년도 4차 산업혁명 대응 관련 농식품 분야 R&D 예산안은 433억원으로 전년 대비 108억원(32.9%) 증가되었다. 이는 전체 4차 산업혁명 대응 R&D 안의 2.8%에 해당하는 규모이며, 농식품 분야 R&D 예산안 증가율(32.9%)은 전체 4차 산업혁명 관련 R&D 예산 증가율(25.5%)에 비해 7.4%p 높게 나타났다.

[표 22] 2018년도 4차 산업혁명 대응 관련 농식품분야 R&D 예산안 현황

(단위: 백만원, %)

	세부사업명(내역사업명)	2017 (A)	2018 (B)	증감	
				B-A	(B-A)/A
농림축산 식품부	첨단생산기술개발 (ICT융복합시스템)	15,834	17,418	1,584	10.0
농촌 진흥청	무인이동체(드론)활용 농경지관측과 현장적용기술 (무인기 기반 농경지 관측시스템 고도화)	0	1,500	1,500	순증
	무인이동체(드론)활용 농경지관측과 현장적용기술 (작황평가모형개발 및 현장실증)	0	1,500	1,500	순증
	ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발 (동식물 생육 경밀관리 모델개발)	3,620	3,620	0	0.0
	ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발 (한국형 스마트팜 핵심기반기술 개발)	4,840	4,840	0	0.0
	ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발 (사물인터넷 및 빅데이터 활용모델 개발)	4,659	3,631	△1,028	△22.1
	첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발 (한국형 스마트팜 핵심기술 개발)	0	3,000	3,000	순증
	첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발 (지능형 농업생산성향상 기술개발)	0	3,000	3,000	순증
	소 계	13,119	21,091	7,972	60.8
산림청	융복합기반 임산업의 신산업화 기술개발 (ICT등 융복합 첨단기술개발)	3,635	4,790	1,155	31.8
농식품 4차 산업대응 R&D 합계(C)		32,588	43,299	10,711	32.9
전체 4차 산업대응 R&D(D)		1,212,135	1,521,871	309,736	25.5
비중(C/D)		2.7	2.8		

자료: 과학기술정보통신부 자료를 바탕으로 재작성

농식품분야 R&D 관련 재정사업은 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청 4개 부처의 5개 세부사업 및 9개 내역사업으로 구성되어 있으며, 사업내용은 다음과 같다.

[표 23] 사업내용

세부사업명(내역사업명)	사업내용
첨단생산기술개발 (ICT융복합시스템)	인공지능, 빅데이터 등 4차 산업혁명을 활용한 생산시설의 첨단화 및 ICT 활용 스마트팜 산업화 기술개발 지원
무인이동체(드론)활용 농경지관측과 현장적용기술(무인기 기반 농경지 관측시스템 고도화)	농작물 특성구분 및 생육평가 등을 위한 무인기 탑재체 영상 센서별 성능평가 및 최적 활용을 위한 어플리케이션 개발, 농작물 촬영 무인기 영상 전송·관리·전처리 및 표출기술 최적화 연구 등
무인이동체(드론)활용 농경지관측과 현장적용기술(작황평가모형 개발 및 현장실증)	무인기 영상활용 작물구분 및 재배면적 등 자동산정 기술개발, 무인기 영상과 5대 기간채소 및 주요 식량작물의 생육모형 결합을 통한 주요 생육시기별 작황평가 및 수량예측 모형개발 등
ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발(동식물 생육 정밀관리 모델개발)	스마트팜 주요 품목의 생육진단 및 수확량 예측을 위한 지능형 생육모델 개발, 생체정보 활용 정밀생육관리, 최적 환경·사양 관리 기술개발 등
ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발(한국형 스마트팜 핵심기반기술 개발)	작유로봇, 스마트 공정육묘생산시스템 등 생력자동화, 한국형 2세대 스마트팜 모델 등 스마트팜 핵심기술개발의 지속 추진을 통한 기술의 완성도 제고 등
ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발(사물인터넷 및 빅데이터 활용모델 개발)	사물인터넷을 이용한 스마트팜 유형별·품목별 기상환경·생육·경영정보 등 데이터의 수집 및 빅데이터 분석을 통한 생산성 향상 기술개발, 품목별 스마트팜 현장실증 및 생산성 분석, 식품·소비·공간 등의 농업 빅데이터 활용 농업·농촌 소득 및 삶의 질 향상 기술개발 계속 추진
첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발(한국형 스마트팜 핵심기술 개발)	ICT, 인공지능, 로봇 등 첨단기술 융복합을 통한 한국형 스마트팜 핵심기술의 완성도 제고 및 플랜트 수출을 위한 3세대 한국형 스마트팜 표준모델 개발
첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발(지능형 농업생산성 향상 기술개발)	스마트팜 생산성 향상을 위한 생육예측모델과 빅데이터 활용 지능형 정밀생육관리 기술개발 등 2세대 스마트팜 모델의 품목별 적용확대 연구
융복합기반 임산업의 신산업화 기술개발(ICT등 융복합 첨단기술 개발)	ICT 기반 타분야 첨단기술 융복합연구로 주요 임산물 생산성 향상을 위한 빅데이터 구축 및 자동화 관리시스템 개발 스마트 기기를 활용한 맞춤형 산림복지서비스 제공 등

자료: 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청 자료를 바탕으로 재작성

한편, 동 사업들의 중기재정계획상 연도별 투자계획을 살펴보면, 2017년 326억 원에서 2018년 433억원까지 증가하였다가, 2020년 382억원, 2021년 262억원으로 축소될 전망이다.

[표 24] 4차 산업혁명 대응 관련 농식품분야 R&D 중기재정계획

(단위: 백만원, %)

	사업명	2017	2018	2019	2020	2021
농림축산 식품부	첨단생산기술개발 (ICT융복합시스템)	15,834	17,418	17,418	17,418	17,418
농촌 진흥청	무인이동체(드론)활용 농 경지관측과 현장적용기술	0	3,000	3,000	4,000	4,000
	ICT융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발	13,119	12,091	0	0	0
	첨단기술 융복합 차세대 스마트팜 기술개발	0	6,000	17,200	12,000	0
	융복합기반 임산업의 신산 업화 기술개발(ICT 등 융 복합 첨단기술개발)	3,635	4,790	4,790	4,790	4,790
합 계		32,588	43,299	42,408	38,208	26,208

자료: 농림축산식품부 등 자료를 바탕으로 재작성

3. 해외 주요국 사례¹³⁾

가. 일본

2001년 ‘e-Japan 전략’, 2004년의 ‘u-Japan 전략’ 등 일본의 it 융합 정책이 발표됨에 따라 지방에도 저렴한 인터넷이 보급되면서 농업에 유비쿼터스 기술의 접목이 시작되었다. 이후 2011년에는 ‘i-Japan 2015 전략’을 수립하면서 농업이 IT 융합 기반의 시스템 혁신산업 육성을 위한 6대 중점분야 중 하나로 선정되었다.

지금까지는 IT와 농업이 결합된 농업방식을 IT 농업, ICT 농업, 정밀 농업, AI(Agri-Information) 농업 등 다양한 용어들로 혼재되어 불리지게 되었으나, 2013년 11월 농림수산성 주도로 ‘스마트 농업 실현을 위한 연구회’가 만들어지면서 용어들이 ‘스마트 농업’으로 통일되기 시작했다.

13) 이하에서는 이종원(2017), 임영훈(2017), 김연중(2017), 일본 농림수산성(2016) 등을 바탕으로 해외 주요국의 농업·농촌 부문 4차 산업혁명 대응 사례를 정리하였다.

일본의 농식품 ICT 융합 기술 개발의 주요 목표는 기계화·자동화 등을 통한 생력화, 편리성 도모, 수익향상, 건강증대 및 안전성 확보 등이다. 이러한 농식품 ICT 융합의 주요 기술은 Smartagri 시스템, 영농정보관리 시스템(Farm Management System, FARMS), 농업 클라우드 솔루션, 에너지절감 시스템 및 복합환경제어시스템 도입, 고품질 감귤생산시스템, 방목용 음용수 공급시스템, 무선 분만·발정 감지 시스템, 드론 및 무인헬기를 이용한 리모트센싱 기술, 농용차량 자율 직진주행시스템, 트랙터 로봇 등이 있다.

Smartagri 시스템은 농업과 관련된 여러 가지 정보(환경, 생체 등) 수집, 분석 및 디지털화를 통해 식물 생육을 최적으로 제어하는 시스템이며, FARMS는 농작업 이력 추적 및 DB화를 통해 GIS의 지도정보와 밀접하게 관련시키는 종합적 관리 시스템으로 작업진척 상황 파악을 통한 작업 계획 수립 등 대규모 영농의 효율적 수행을 지원하는 시스템이다.

그리고 최근 일본 스마트팜의 대표적인 기술은 농업 클라우드 솔루션이다. 농업 클라우드 도입의 장점은 농업 경영에 관한 기술 노하우·경험의 축적이 적은 신규 농가에게 농업 클라우드를 이용함으로써 단기간에 기술을 습득하여 생산성을 올릴 수 있고, 초기 도입 비용이 적게 드는 점이다. 농업 클라우드 서비스 도입으로 영농인들이 모든 면에서 즉각적인 효과를 누릴 수 있는 것은 아니다. 도입 초기에는 데이터 축적이 필요하며, 이러한 데이터 축적에 의해 생산공정의 개선 사항이 명확하게 되고, 이것을 개량하여 다음 생산에 활용하여 검증하는 과정이 필요하게 된다. 이러한 농업 클라우드는 빅데이터의 분석과 처방(컨설팅)을 전문적으로 하는 새로운 일자리를 창출할 수 있을 뿐만 아니라, 새로 농업에 종사하려는 사람들에게 그 정보를 활용하여 쉽게 농업에 진출할 수 있도록 한다.

농림수산성 등 국가 기관에서는 저비용 생산기술을 확립하거나 ICT를 활용한 효율적인 생산체계를 구축하는 것을 목적으로 한 실증사업 등에 대하여 지원하고 있다. 농업 클라우드는 토요타, 컴퓨터 시스템 등의 사업이 채택되어 있다. 예를 들어 토요타는 쌀 생산 농업 법인 전용으로 ‘풍작계획’을 개발하여 작업의 효율화, 품질향상을 위한 실증 실험을 하고 있다. 풍작계획은 자동차 사업에서 축적된 생산관리 기법과 공정개선 노하우를 농업에 응용하여 농사 계획을 자동 생성하고 추적할 수 있으며, 작업 데이터와 품질 데이터를 추적·분석하여 저렴한 비용으로 맛있는 쌀 만들기에 활용할 수 있는 구조이다.

나. 네덜란드

네덜란드는 우리나라 면적의 2/5에 불과하지만 ICT를 활용해 한계를 극복한 대표적인 농업 수출 국가로 농산물 수입액의 1.5배를 수출하고 있다. 축산물과 화훼가 농업총생산의 74%를 차지, 생산량의 절반 이상을 수출하고 있다. 네덜란드 농산물 수출액은 세계 2위로 동식물성 원료(화훼구근, 씨앗 등 포함), 치즈, 담배 등이 상위로 나타나고 있으며, 화훼류 및 채소류는 각각 수출액의 10%를 차지하는 규모이다.

네덜란드의 농업 부문 중 특히 시설원예는 1990년 이전까지는 생산성 중심으로 발전해왔으나, 이후 지속가능성에 초점을 두고 기술 개발이 이루어지고 있다. 지속 가능성은 에너지와 노동력 투입을 줄이는 것이 가장 중요한 목표이다. 특히 화석에너지 사용, 온실가스 배출, 용수와 토지 사용을 줄이는데 초점을 두고 있다. 이를 위해 ‘과학기술 농업’을 표방하고 정부 주도 아래 농업에 ICT 기술을 접목, 생물환경을 정밀하게 조절하는 자동화 기술을 개발하고 시스템을 구축하였다.

그 결과 현재 네덜란드 농업은 95%가 과학기술이고 나머지 5%가 노동력이라고 할 만큼 첨단화되어 ‘창조농업의 본산’으로 불린다. 네덜란드는 유럽국가들 중에서도 농업의 기계화가 가장 잘 진전된 국가 중 한 곳으로 매우 효율적인 농업이 실시되고 있다. 네덜란드 정부는 자국의 농업이 국제적으로 경쟁력 있는 비즈니스로 지속적인 발전을 하기 위해 ICT와 로봇공학을 적극적으로 농업 경영에 도입하여 농업 비즈니스의 부가가치를 높이기 위해 ICT 기술융합을 꾀하고 있다.

이러한 네덜란드의 농업 ICT 융합 R&D의 대표적인 사례로 꼽히는 것이 정밀화 사업(Programma Precisie Lanbouw, PPL)이다. PPL은 민관 파트너십형 사업을 통하여 농업의 정밀화를 추진하는 사업으로 농업기술을 개선하는 ICT 기술개발 및 네트워크와 조직의 형성 등을 다루고 있으며, 농업의 효율화를 추진하여 에너지 사용량의 억제 및 온실가스 감축을 달성하고 지속가능한 농업의 발전을 목표로 하고 있다.

이 사업은 ①GPS 등을 활용한 지도정보와의 융합을 통한 보다 상세한 작물의 재배관리, ②센서를 통해 얻을 수 있는 실시간 데이터(미네랄, 수분, 질소 등)에 기초하여 안내되는 적절한 시기와 장소로의 비료 공급 및 살수를 통한 토지의 비옥화, ③작물의 보호(제초와 전염병 예방)의 3가지 테마에 대처하는 사업을 지원하고

있으며, 현재 PPL사업은 제2기를 완료한 단계에서 72개의 사업이 완료되었다. 그리고 이사업을 통하여 개발된 사례는 ①경작지에 적합한 재배관리 시스템 개발, ②농작업 지시정보 교환시스템 개발, ③기계적 제초시스템 개발이 있다.

또한 네덜란드 농업은 클라우드 시스템과 스마트폰을 활용한 어플리케이션을 통하여 농업 운영에 종사하는 복수의 오너가 농장에 관한 정보를 공유할 수 있으며, 농가는 농학자나 농업 컨설턴트 등 전문가의 도움을 쉽게 받는 것이 가능해졌다. 클라우드 시스템의 이용에서는 육류의 공급체인 전반에 걸쳐 데이터간의 호환성을 꾀하고 실시간으로 유통상황을 파악하는 서비스를 개발하고 있으며, 현재는 업계에서 이용되고 있는 기술과 기존 서비스의 실체를 파악하고 프레임워크를 정리한 단계이다.

농업·식품과학의 ‘지식의 인프라’로 푸드밸리를 설치해 농업기술 연구개발의 지속적인 진화 발전을 꾀하고 있다. 그 중심에 와게닝겐 UR인 국립 및 민간연구기관, 기업 등이 주변에 연구소를 마련해 일상적이 정보교환, 연구자 교류를 통하여 새로운 기술이 선보이고 있다. 또한, 연구개발이나 새로운 농업기술에 정통한 컨설팅을 생산자가 활용함으로써 생산성이 향상되고 있다.

다. 미국

미국 농업은 막강한 생산능력을 기반으로 농산물 생산량 및 교역량 측면에서 세계적으로 큰 비중을 차지하고 있다. 광대한 토지와 초지를 바탕으로 옥수수, 밀, 콩, 건초 등 조방적인 곡물류에서 이상적 농업생산 구조의 강점을 발휘하고 있으며, 19세기 후반부터 본격적으로 추진해 온 농업기반시설 구축 연구 및 지도사업, 기계화 등을 통해 농가의 규모화, 품목의 전문화, 농작업의 기계화 등을 달성하고 있다.

미국의 농업 R&D는 농무부(USDA)의 정책목표에 따라 장기적이고 위험도가 높은 고비용의 기반기술개발을 위한 R&D 연구과제를 주로 수행하고 있다. 농업기술과 나노 기술의 융합을 통한 나노 농약(농약 사용량을 최소화시켜 환경을 보호하고 작물 생산 비용을 절감), 나노 제초제, 나노 비료, 나노센서 및 감별기(토양분석, 축산 번식관리, 스마트 유통시스템 등에 활용) 등의 분야에 대한 연구개발에 집중하고 있다.

2014년에는 국립기상서비스(National Weather Service)와 농무부가 오픈데이터 정책 추진을 통해 각종 농업관련 서비스 개발을 촉진하고 있다. 일례로 ‘The Climate Cooperation’은 250만개의 기상데이터와 과거 60년간의 수확량 및 1,500억 곳의 토양데이터를 바탕으로 지역·작물별 수확 피해 발생 확률을 계산하고 이를 토대로 농가를 위한 맞춤형 보험 프로그램을 제공한다.

최근 인공위성으로부터 받은 위치 정보를 이용해 밭을 가는 무인트랙터로 농장을 원격관리한다. 이제는 정보통신기술, 생명공학기술, 나노기술 등 첨단기술과의 융합을 통해 시공간의 제약 없이 언제 어디서나 농장을 관측하고 필요한 제어를 할 수 있다. 지금까지 농업은 노동집약적인 1차 산업, 즉 직접 재화를 생산하는 산업이라고 여겨졌으나, 스마트 농업은 이에 더 나아가 유통과 소비 분야까지도 확대되고 있다.

정밀농업(Precision Agriculture)은 1929년 미국 일리노이 대학의 ‘농경지의 세분화 관리를 통하여 농자재 투입량을 줄일 수 있다’는 주장에서 처음 제기되었다. 이후 50여년이 지난 1980년대 말 미국 토양학자로부터 정밀농법에 관한 아이디어가 나온 뒤 항공사진과 토양도를 이용해 비료를 변량 살포하는 장비가 처음으로 개발되어 농가에서 활용되기 시작했다. 1995년 GPS의 도입과 함께, 급진적으로 발전하였으며, 정밀농업은 관찰(조사) → 처방(분석) → 농작업 → 결과분석 단계로 이루어지면 단계별로 ICT 융합기술이 적용된다.

최근 미국의 농업은 4차 산업혁명과 더불어 고도로 발달된 첨단 ICT와 빅 데이터 기술을 기반으로 하고 있다. 이러한 미국의 처방농업은 농기계와 농경지 이곳저곳에 센서를 최대한 장착하고 이들이 수집하는 방대한 자료를 ‘빅데이터’ 기법으로 분석, 해당 지역에 최적 농법을 처방하는 방식이다. 해상도가 10m×10m(100m²)인 경우, 6,000에이커는 구역을 2,400분의 1로 세분화된 맞춤형 관리를 받게 된다. 처방농법은 농부들에게 토양정보, 일기예보, 작물의 생장 상황은 물론 곡물 시세에 이르는 다양한 정보를 제공한다.

농부는 곡물을 재배하는 과정에서 작물 선택, 파종시기, 시비량 조절 등 40가지 의사결정을 내려야 하는데, 이 가운데 한두가지만 정확하게 이루어지더라도 농업 생산성이 크게 향상된다고 한다. 그리고 처방농업이 미국 전역에서 전면 실시될 경우, 옥수수 농가의 에이커 당 생산량은 4,352kg에서 5,440kg 수준까지 높아질 것으로 예측하고 있으며, 곡물의 최적 생산으로 추가되는 부가가치도 연간 200억 달

리(24조원)에 달할 것으로 추정하였다. 아직 전면적이지는 않지만 미국 전체 농민의 60% 가량이 한두가지 종류의 데이터 서비스를 이용하고 있으며, 미국에서 운행되는 농업용 트랙터의 80%에 데이터 송수신 장치가 장착되어 있다.

한편, 미국과 캐나다 산림청은 산악기상정보, 위성정보, 빅데이터와 ICT 기술을 접목하여 산림재해를 예측하고 대국민 정보체계를 운영하고 있다.

라. 시사점

해외 주요 국가의 농업분야에서 4차 산업혁명에 대한 시사점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 4차 산업혁명에 대응한 해외 주요국가의 농업이 추구하는 목표는 투입 에너지의 최소화와 주어진 조건에서 생산성 극대화이며, 이를 달성하기 위한 수단으로 IoT, 빅데이터 등을 이용한 정밀농업과 노동력 부족을 해결하기 위한 무인자율구동시스템을 활용하는 것이다. 미국, 네덜란드 등은 대규모 농업생산기반이 정비되어 있으며, 생산시설 또한 첨단형이 많아 4차 산업혁명의 핵심기술이 농업에 미치는 영향은 클 것으로 판단된다.

국내의 경우에는 소규모의 농업 생산기반과 노후화된 생산시설이 많은 관계로 4차 산업혁명의 핵심기술이 적용되기까지는 한계가 있으므로 생산기반 정비와 4차 산업혁명의 핵심기술의 개발·보급을 위한 정책이 필요할 것으로 보인다.

둘째, 정밀농업을 비롯한 스마트 농업을 위한 ICT 융복합 기술 개발 및 보급 시 선진국의 단위기술을 무작정 따라할 것이 아니라, 선진국의 농업정책, 농업 구조적 특성, 농민의 요구도 및 지역적 특성 등을 고려하여 우리나라에 접목 가능한 부분을 선택하여야 한다. 예를 들어 미국 등 농경지가 넓은 곳의 정밀농업을 위한 단위기술은 농경지가 넓지 않은 국내 여건과 맞지 않은 관계로 국내에 적용될 수 있는 기술의 선택이 매우 중요하다고 할 수 있다.

셋째, 일본의 농업클라우드, 네덜란드의 정밀화사업, 미국의 정밀농업 등의 사례에서 모두 초기에 빅데이터 기반 플랫폼 형성에 중점을 두었으며, 우리나라에서도 이를 위한 생태계 조성에 중점을 둘 필요가 있을 것으로 보인다.

4. 주요 쟁점 분석

가. 4차 산업혁명 관련 농식품 R&D 기술수준 검토

앞서 살펴본 바와 같이, 농림축산식품부, 농촌진흥청 등은 첨단생산기술개발, ICT 융합 한국형 스마트팜 핵심기반기술개발 등 R&D 사업을 통해 4차 산업혁명을 지원할 계획이다.

4차 산업혁명과 관련된 우리나라의 농식품 기술수준을 농림수산물기술기획평가원의 「농림식품 기술수준평가」¹⁴⁾ 자료를 바탕으로 검토하였다. 먼저 전체 농식품 분야 기술수준을 살펴보면, 2016년의 경우 우리나라는 최고기술 보유국(미국) 대비 78.4% 수준으로, 기술격차는 약 4.3년 뒤쳐져 있는 것으로 나타났다. 연도별로 보면, 2년전에 비해 기술수준은 최고기술 보유국 대비 76.1%에서 78.4%로 2.3%p 증가하였으며, 기술격차도 5.6년에서 4.3년으로 단축된 것으로 나타났다.

[표 25] 농림식품 기술수준 추이

(단위: %, 년)

		2014			2016			증감	
		최고기술 보유국	기술수준 (A)	기술격차 (B)	최고기술 보유국	기술수준 (C)	기술격차 (D)	기술수준 (C-A)	기술격차 (D-B)
농산	미국	77.4	6.4	미국	83.6	4.2	6.2	△2.2	
축산	미국	74.0	6.5	미국	75.0	5.1	1.0	△1.4	
산림자원	독일	75.3	5.1	미국	82.3	3.8	7.0	△1.3	
식품	미국	76.4	5.9	미국	79.5	4.0	3.1	△1.9	
농림환경생태	미국	72.1	8.0	미국	77.9	4.4	5.8	△3.6	
수의	미국	76.2	7.1	미국	74.8	4.8	1.4	△2.3	
농림기계시스템	미국	72.7	5.9	미국	75.0	4.6	2.3	△1.3	
농림경제사회	네덜란드	72.3	7.2	미국	80.5	3.4	8.2	△3.8	
농림식품융복합	독일	73.0	5.6	미국	73.0	4.2	0.0	△1.4	
농림식품 전체	미국	76.1	5.6	미국	78.4	4.3	2.3	△1.3	

자료: 농림수산물기술기획평가원의 「농림식품 기술수준평가」 자료를 바탕으로 재작성

14) 농림식품 과학기술 육성을 위해 중요한 핵심기술의 수준을 평가하고 관련기술 향상을 위한 정책 수립을 위해 격년으로 시행되고 있으며, 한국, 미국, 일본, 영국 등 9개국을 대상으로 조사된 것이다.

이중에서 4차 산업혁명과 밀접한 관련이 있는 농림식품 융복합 부문¹⁵⁾의 기술 수준을 살펴보면, 2016년의 경우 최고기술 보유국 대비 73%로 전체 평균(78.4%)보다 낮은 것으로 나타났으며, 기술격차는 4.2년인 것으로 나타났다. 연도별로 보면 기술수준은 동등한 수준이지만, 기술격차는 일부 단축된 것으로 나타났다.

이와 같이 기술격차가 발생하는 요인에 대해서 살펴보면, 전체 농림식품 R&D의 경우 연구인력 부족(26.1%), 인프라(19.4%), 연구비(18.6%), 산학연협력(15.4%)의 순으로 나타났다. 농림식품 융복합 부문에서도 기술격차 발생요인은 연구인력 부족(26.4%), 인프라(19.9%), 연구비(18.3%), 산학연협력(14.3%)의 순으로 유사하게 나타났다.

[표 26] 농림식품 기술격차 발생요인

(단위: %)

	산학연 협력	국제협력	연구인력	인프라	법·제도	연구비	기타
농산	16.3	5.7	28.9	20.1	7.4	20.0	1.6
축산	15.2	3.3	24.6	22.8	13.1	18.9	2.1
산림자원	12.5	7.8	32.9	18.3	9.8	18.0	0.7
식품	17.9	6.5	22.9	17.7	14.8	18.9	1.3
농림환경생태	13.3	6.6	27.1	16.8	16.7	19.5	0.0
수의	12.8	9.3	29.9	15.8	11.7	19.7	0.8
농림기계시스템	14.4	3.8	27.3	24.3	9.4	20.5	0.3
농림경제사회	17.4	11.0	18.7	21.8	17.5	12.9	0.7
농림식품융복합	14.3	5.4	26.4	19.9	13.9	18.3	1.8
농림식품 전체	15.4	6.5	26.1	19.4	13.0	18.6	1.0

자료: 농림수산물기술기획평가원의 「농림식품 기술수준평가」 자료를 바탕으로 재작성

그리고, 이러한 기술격차를 해소하기 위해서는 전문인력양성(22.4%), 정부지원 정책개선(19.7%), 연구개발자금확보(17.3%), 기술의 실용성 향상(13.7%) 등의 정책 시행이 필요한 것으로 나타났다.

15) 「농림과학식품기술분류체계 기술분류표」상의 분류에 따라, 농생명 신소재시스템(바이오칩, 바이오센서, 바이오공정기기, 나노소재, 기능성소재, 식물공장), 농생명에너지자원(농산·축산·임산에너지 생산·활용), 농생명 정보·전자(유비쿼터스 정보화, 농생물정보, 바이오페노믹스)에 관한 것이다.

[표 27] 농림식품 기술격차 해소정책

(단위: %)

	연구개발 자금확보	전문인력 양성	인프라 확보	산학연협력 활성화	정부지원 정책개선	국제협력 활성화	기술의 실용성향상
농림식품융복합	17.3	22.4	11.1	12.4	19.7	3.1	13.7
농림식품 전체	17.7	22.4	10.8	13.7	17.4	6.0	11.5

자료: 농림수산물기술기획평가원의 「농림식품 기술수준평가」 자료를 바탕으로 재작성

기술수준 평가에 이어서, 4차 산업혁명 관련 농식품 R&D 사업의 사업화 추이를 농림수산물기술기획평가원의 「농식품 R&D 연구개발사업 성과조사분석」¹⁶⁾ 자료를 바탕으로 검토하였다. 동 조사분석에서는 농생명산업 기술개발, 고부가가치 식품기술개발 등 8개 부문으로 나누어 평가하고 있으며, 이중 4차 산업혁명과 밀접한 관련이 있는 것은 첨단생산 기술개발 부문¹⁷⁾이다.

첨단생산 기술개발 부문의 투입 10억원당 사업화¹⁸⁾ 건수는 2016년의 경우 1.79건으로 농림축산식품연구센터 지원, 포스트게놈 다부처유전체를 제외하면 가장 낮은 수준이다. 연도별로 보면, 2012년 0.65건에서 2013년 1.39건으로 증가한 이후 증감을 반복하다가 2016년 1.79건이다. 이에 따라 전체 합계에서 차지하는 비중은 2012년 7.9%, 2013년 14.2%에서 2016년 6.6%로 낮아지고 있다.

16) 농림수산물기술기획평가원의 R&D 연구개발 성과에 대한 효율성 파악을 위해, 매년 용역을 통해 시행하고 있다.

17) 첨단생산 기술개발 부문은, 농업인구 감소 및 고령화, 농업경영비 상승 압력 증대 등 불리여건을 최소화하고, ICT를 활용한 농업의 첨단 산업화를 위해 생산비 절감형 첨단생산기술 개발을 지원하기 위한 것이다.

18) 재정투입의 효율성을 파악하기 위해 정부출연금 투입 10억원 당 사업화 건수를 분석한 것이다.

[표 28] 농식품 연구개발 사업별 사업화 건수(투입 10억원당)

(단위: 건, %)

	2012	2013	2014	2015	2016
농생명산업 기술개발	2.10	1.69	2.35	1.54	1.94
고부가가치 식품기술개발	1.31	1.76	1.22	3.42	5.51
기술사업화 지원	1.50	2.22	4.51	4.89	9.60
첨단생산 기술개발	0.65	1.39	0.57	1.42	1.79
	(7.9)	(14.2)	(4.5)	(7.9)	(6.6)
수출전략 기술개발	1.58	2.75	2.50	2.80	2.66
농림축산식품연구센터 지원	0.33	0.00	0.00	2.88	0.76
가축질병대응 기술개발	0.75	0.00	1.60	0.34	3.42
포스트게놈 다부처유전체	-	-	0.00	0.80	1.48
합 계	8.22	9.81	12.75	18.09	27.16

주: 괄호안은 합계에서 차지하는 비중임

자료: 농림수산물기술기획평가원의 「농식품 R&D 연구개발사업 성과조사분석」 자료를 바탕으로 재작성

그리고, 사업별 전문인력 양성¹⁹⁾ 추이를 살펴보면, 2016년의 경우 181명으로 고부가가치 식품기술개발(332명), 농생명산업 기술개발(291명)에 이어 중간 수준이다. 연도별로 보면, 2012년 132명에서 2013년 124명, 2014년 88명으로 감소하다가, 이후 증가하여 2016년 181명 수준이다. 전체 합계에서 차지하는 비중은 2012년 13.7%에서 2016년 15.6%로 소폭 상승하였다.

[표 29] 농식품 연구개발 사업별 전문인력 양성 추이

(단위: 명, %)

	2012	2013	2014	2015	2016
농생명산업 기술개발	347	386	304	249	291
고부가가치 식품기술개발	187	226	250	224	332
기술사업화 지원	58	42	50	84	61
첨단생산 기술개발	132	124	88	124	181
	(13.7)	(12.4)	(10.0)	(13.7)	(15.6)
수출전략 기술개발	123	106	89	86	108
농림축산식품연구센터 지원	73	104	77	108	140
가축질병대응 기술개발	41	9	24	16	15
포스트게놈 다부처유전체	-	-	-	17	34
합 계	961	997	882	908	1,162

주: 괄호안은 합계에서 차지하는 비중임

자료: 농림수산물기술기획평가원의 「농식품 R&D 연구개발사업 성과조사분석」 자료를 바탕으로 재작성

19) 사업수행의 효율성 측정을 위해 해당 연구개발사업을 통한 석·박사 등 전문인력 양성 성과를 나타내는 것이다.

이와 같이, 우리나라의 4차 산업혁명과 관련된 R&D 기술수준은 해외 주요국에 비해 낮은 수준이며, 국내에서도 다른 분야에 비해 낮은 수준인 가운데, 사업화 건수 및 전문인력 양성 등에 있어서도 성과가 보통 수준인 것으로 나타났다. 향후 농림축산식품부 등은 4차 산업혁명 관련 R&D 사업을 추진함에 있어 이와 같은 문제점을 개선하고 발전시켜 나갈 필요가 있을 것으로 보인다.

나. 스마트팜 사업의 성과 분석

농림축산식품부는 2013년 ‘농식품 ICT 융복합 확산대책’을 마련하여 생산, 유통, 소비 등 부문별 ICT 융복합 현황을 진단하고, 스마트팜 보급 등 정책 기본 방향을 설정하였다. 농림축산식품부는 스마트 팜 도입을 위해서 온습도 제어장비 등 시설현대화가 선행되어야 함을 기술하고 있으며, 시설현대화와 스마트 팜 보급을 동시 추진해 도입가능한 기반 자체를 확대할 계획이다.²⁰⁾

정부의 정책목표는 스마트팜을 집중보급하여 농가 생산성 향상 및 농업경쟁력을 강화하고 스마트팜 관련 산업의 선순환 생태계를 조성하는 것을 골자로 하고 있다. 이에 2017년까지 시설원예 4,000ha(시설현대화 면적의 40%), 축산농가 700호(전업농의 10%) 및 과수농가 600호(과원규모화 농가의 25%)에 스마트팜을 보급할 계획이다.

농축산분야 ICT 융복합 시설보급 사업의 최근 3년간 결산현황을 살펴보면, 융자 + 보조 사업인 ‘원예시설현대화 ICT 융복합 사업’ 및 ‘축사시설현대화 ICT 융복합 사업’, ‘과수생산유통지원의 과수스마트팜 확산사업’은 50% 수준의 저조한 실행률을 보이고 있다.

20) 농림축산식품부, 「스마트팜 확산 추진현황 및 '16년 정책 방향」, 2016.3., 9쪽

[표 30] 농축산분야 ICT 융복합 시설지원 사업 결산 추이

(단위: 백만원, %)

		예산현액	실집행액	실집행률
2014	원예시설현대화(ICT융복합)	2,358	492	20.9
	과수생산유통지원(과수스마트팜)	2,100	294	14.0
	축사시설현대화(ICT융복합)	4,511	1,621	35.9
	소 계	8,969	2,407	26.8
2015	원예시설현대화(ICT융복합)	4,581	1,243	27.1
	과수생산유통지원(과수스마트팜)	2,200	207	9.4
	축사시설현대화(ICT융복합)	7,541	2,200	29.2
	소 계	14,322	3,650	25.5
2016	원예시설현대화(ICT융복합)	19,632	12,273	62.5
	과수생산유통지원(과수스마트팜)	1,740	226	13.6
	축사시설현대화(ICT융복합)	19,755	8,755	44.3
	소 계	41,127	21,254	51.7

주: 1. 보조와 융자사업을 합한 것임
 2. 예산현액 및 실집행액은 보조사업자 기준임
 자료: 농림축산식품부 자료를 바탕으로 재작성

농림축산식품부는 농축산 ICT 융복합 시설보급 사업의 실집행률 부진사유로 ‘ICT 융복합 사업의 수요 부족’ 등을 공통적으로 제시하고 있다.

[표 31] 농축산분야 ICT 융복합 시설보급 사업 실집행률 부진사유(2014~2016년)

구 분	원예시설현대화 ICT 융복합	축사시설현대화 ICT 융복합	과수생산유통지원 과수스마트팜
실집행률 부진사유 (2014~2016)	ICT 융복합 사업의 사업추진 여건 미성숙	축산농가의 참여 부족, 사업추진 여건미흡	ICT 융복합 시설장비의 효용성에 대한 경험 및 인식부족

자료: 농림축산식품부 제출자료를 바탕으로 국회예산정책처 재작성

농가 보급률은 2017년 정부 목표치 대비 평균 53.3% 달성에 그치고 있다. 시설원에 스마트팜은 2016년 실적 기준으로 1,912ha를 달성하여 2017년 목표치 4,000ha의 47.8%를 달성했고, 축산 스마트팜은 2016년 실적기준으로 411호가 보급되어 2017년 목표치 700호 대비하여 58.7%를 달성했다.

하지만 시설원에 총면적대비 스마트팜 보급률로 살펴보면 2016년 기준으로 1.9%, 축산분야 스마트축사 누적실적은 축산총농가 대비 0.2%를 기록하여 전체 농가 대비로는 ICT 융복합 보급률이 매우 낮은 편이다.

[표 32] 농축산분야 ICT 융복합 시설보급 성과 추이

	목표	실적	달성률
시설원에 스마트팜	4,000ha	1,912ha	47.8%
축산 스마트팜	700호	411호	58.7%

자료: 농림축산식품부 자료를 바탕으로 제작성

농림축산식품부 조사에 따르면²¹⁾, 최근 2016년 12월 기준으로 고정식온실 부문은 전체면적 34,000ha 중 스마트팜은 1,912ha(5.6%)이며, 노지과수 부문은 전체면적 165,985ha 중 스마트팜은 59.6ha(0.03%)이고, 축산부문은 한육우·젖소·돼지·닭 전체두수 735,190,022두 중 스마트축산두수는 1,862,887두(0.3%)에 그치고 있다.

이렇게 시설보급률이 낮은 이유에 대해 농림축산식품부가 실시한 ‘스마트팜 여론조사’ 결과를 살펴보면, 스마트팜 등 첨단시설 도입에 가장 큰 걸림돌은 ‘초기투자 및 관리비용 부담’으로 조사되었다. ‘스마트 팜 시설원예단지 조성방안 온라인 정책토론’ 조사 결과에서도 시설원예분야 스마트 팜 확산을 위한 전제조건으로 ‘정부예산지원’이 가장 높은 비율로 응답하였다. 전반적으로 스마트 팜 확산을 위한 성과를 측정하기 위하여 농림축산식품부가 실시한 여론조사 등에서 ‘초기투자 및 관리비용 부담’ 및 ‘보조금비율이 낮음’ 등 재정지원 문제가 공통적으로 지적되어 이를 개선할 필요가 있다는 의견이 제시되었다.

향후 4차 산업혁명 대응을 위해 스마트팜 정책이 확대될 것으로 예상되는 가운데, 정부는 기존 사업의 성과²²⁾와 문제점에 대한 검토를 바탕으로 면밀히 추진해 나갈 필요가 있을 것으로 보인다.

21) 농림축산식품부 제출자료

22) 농림축산식품부는 스마트팜 확산 가속화 대책을 수립·추진하여 확산실적이 2014년 대비 20~30배 증가하는 성과를 거두고 있다고 설명하고 있다.

다. 4차 산업혁명으로 인한 농업·농촌 일자리 변화 전망

4차 산업혁명으로 인해 현재 일자리 구조에 영향을 미칠 것으로 전망되고 있는 가운데, 향후 일자리에 긍정론과 비관론이 동시에 존재하고 있다.

다보스포럼(WEF, 2016)은 2020년까지 인공지능과 로봇의 영향에 의해 전 세계적으로 일자리 710만 개가 사라지고, 200만개가 창출되어 결과적으로 약 510만개의 일자리가 감소될 것으로 예상하였다. 사무직, 제조업, 건설업 등이 줄어들 것으로 예상되는 반면, 경영·재무, 관리감독, 컴퓨터·수학 분야에서는 증가될 것으로 전망하였다.

자동화에 따른 일자리 감소를 체계적으로 분석한 Frey와 Osbourne(2013)의 연구에서는 텔레마케터, 회계사 등 단순 판매직과 서비스직을 중심으로 일자리 감소가 일어날 것으로 예측하였으며, 이러한 단순·반복적인 사무행정직이나 저숙련 직업 뿐만 아니라, 인공지능에 의해 의사, 재무관리자, 고위간부 등 고숙련 고임금 직업도 자동화될 가능성이 있을 것으로 예상하였다.

[표 33] 4차 산업혁명에 따른 일자리 영향 주요 연구

	주요 내용
다보스포럼 (2016)	2020년까지 인공지능과 로봇의 영향에 의해 전 세계적으로 일자리 710만개가 소멸되고, 200만개가 창출되어 결과적으로 약 510만개의 일자리가 감소될 것으로 예상 - 사무직, 제조업, 건설업 등이 줄어들 것으로 예상되는 반면, 경영·재무, 관리감독, 컴퓨터·수학 분야에서는 증가될 것으로 전망
Frey와 Osbourne (2013)	- 단순 판매직과 서비스직을 중심으로 일자리 감소가 일어날 것으로 예측 - 단순·반복적인 사무행정직이나 저숙련 직업 뿐만 아니라, 인공지능에 의해 의사, 재무관리자, 고위간부 등 고숙련 고임금 직업도 자동화될 가능성이 있을 것으로 예상
맥킨지 글로벌연구소 (2016)	- 제4차 산업혁명에서 신생 기술과 관련한 새로운 직군과 산업분야에서 일자리가 등장하고 고숙련 노동자에 대한 수요가 증가할 것으로 예상 - 직무 관점에서 로봇과 인공지능이 담당하지 못하는 인지능력과 복합문제 해결 능력에도 요구가 높아질 것으로 보여 이에 대한 훈련이 필요할 것으로 예상

자료: 다보스포럼(WEF, 2016), 이승규(2017), 정보통신정책연구원(2017) 등을 바탕으로 재작성

맥킨지 글로벌연구소에서는 제4차 산업혁명에서 신생 기술과 관련한 새로운 직군과 산업분야에서 일자리가 등장하고 고숙련 노동자에 대한 수요가 증가할 것으로 예상하였으며, 직무 관점에서 로봇과 인공지능이 담당하지 못하는 인지능력과 복합문제 해결 능력에도 요구가 높아질 것으로 보여 이에 대한 훈련이 필요할 것으로 전망하였다.

한편 농업분야에서도 마찬가지로 4차 산업혁명이 일자리에 미치는 영향에 대해서 부정적인 측면과 긍정적인 측면이 동시에 존재하고 있다.

한국언론진흥재단(2017)의 조사²³⁾에 따르면, 4차 산업혁명의 일자리가 축소될 직군에 대한 조사결과, 농업(20.7%)은 제조업·노동자(63.7%), 은행원(41.2%), 사무직노동자(29.0%), 판매사원(25.4%), 택배기사(20.7%)에 이어서 6번째로 많은 감소가 예상되었으며, 이에 대한 대응을 위해 교육혁신 및 실업대책, 기술개발지원 등이 중요하다고 조사되었다.

[표 34] 4차 산업혁명에 따른 농업부문 일자리 영향 주요 내용

	주요 내용
한국언론진흥재단(2017)	4차 산업혁명의 일자리가 축소될 직군에 대한 조사결과, 농업(20.7%)은 제조업·노동자(63.7%), 은행원(41.2%), 사무직노동자(29.0%), 판매사원(25.4%), 택배기사(20.7%)에 이어서 6번째로 많은 감소가 예상 - 이에 대한 대응을 위해 교육혁신 및 실업대책, 기술개발지원 등이 중요하다고 조사됨
한국고용정보원(2016)	4차 산업혁명 등 기술적 요인에 의한 일자리 증감에 대한 조사결과, 농림어업 부문 응답자의 52.3%는 감소할 것으로 조사되어, 전체 평균(44.7%)에 비해 높은 것으로 나타남
한국농촌경제연구원(2017)	빅데이터 등을 통한 다양한 소비자 수요에 맞춘 고품질 소량 다품목 생산 및 유통혁신 등이 가능하여 새로운 일자리 창출 가능

자료: 한국언론진흥재단(2017), 한국고용정보원(2016), 한국농촌경제연구원(2017) 자료를 바탕으로 제작성

23) 4차 산업혁명의 인지도, 일자리에 미치는 영향 등에 대해 20~50대 성인남녀 1,041명으로 조사한 것이다.

한국고용정보원(2016)에서, 4차 산업혁명 등 기술적 요인에 의한 일자리 증감에 대한 조사결과²⁴⁾에서도, 농림어업 부문 응답자의 52.3%는 감소할 것으로 조사되어, 전체 평균(44.7%)에 비해 높은 것으로 나타났다.

한편, 한국농촌경제연구원(2017)²⁵⁾에서는 향후 빅데이터 등을 통한 다양한 소비자 수요에 맞춘 고품질 소량 다품목 생산 및 유통혁신 등이 가능하여 새로운 일자리 창출이 가능하다는 긍정적인 방향도 제시하고 있다.

이와 같이, 4차 산업혁명으로 인한 농업부문 일자리 변화에 대한 긍정적 요소와 부정적 요소가 존재하는 가운데, 최근 농업부문 일자리 추이를 검토하였다. 최근 12년간 우리나라의 전체 취업자수는 2005년 2,286만명에서 2016년 2,624만명으로 14.8% 증가한 반면, 농림어업 취업자수는 181만명에서 129만명으로 29.1% 감소하였다. 전체 취업자수에서 농림어업 취업자수가 차지하는 비중도 같은 기간 중 7.9%에서 4.9%로 3.0%p 감소하였다.

[표 35] 농림어업 일자리 추이

(단위: 천명, %)

	전체 취업자수 (C)	농림어업 취업자수 (D)	비중 (D/C)
2005(A)	22,856	1,813	7.9
2006	23,151	1,781	7.7
2007	23,433	1,723	7.4
2008	23,577	1,686	7.2
2009	23,506	1,648	7.0
2010	23,829	1,566	6.6
2011	24,244	1,542	6.4
2012	24,681	1,528	6.2
2013	25,066	1,520	6.1
2014	25,599	1,452	5.7
2015	25,936	1,345	5.2
2016(B)	26,235	1,286	4.9
증감[(B-A)/A]	14.8	△29.1	

주: 농림수산물분야의 일자리 예산은 농림축산식품부, 해양수산부, 농촌진흥청, 산림청을 합한 것임
자료: 통계청, 고용동향

24) 4차 산업혁명이 직업에 미치는 영향을 살펴보기 위해 한국고용직업분류 23개 직종에 종사하는 1,006명의 재직자를 대상으로 한 것이다.

25) 한국농촌경제연구원, 「4차 산업혁명과 농업 농촌」, 2017.5

한편, 우리나라의 일자리 예산은 2013년 11조 2,221억원에서 2015년 13조 9,748억원, 2017년 17조 736억원으로 계속 증가하고 있는 반면, 농림수산물분야 일자리 예산은 2013년 5,074억원에서, 2015년 2,102억원, 2017년 1,597억원으로 계속 감소하고 있다. 전체 일자리 예산에서 농림수산물분야 일자리 예산이 차지하고 있는 비중도 2013년 4.52%에서 2016년 0.94%로 감소되는 것으로 집계되고 있다.²⁶⁾

[표 36] 농림수산물분야 일자리 예산 추이

(단위: 억원, %)

	2013	2014	2015	2016	2017
전체 일자리 예산(A)	112,221	120,088	139,748	157,978	170,736
농림수산물분야 일자리 예산(B)	5,074	4,794	2,102	2,039	1,597
비중(B/A)	4.52	3.99	1.50	1.29	0.94

주: 농림수산물분야의 일자리 예산은 농림축산식품부, 해양수산부, 농촌진흥청, 산림청을 합한 것임
자료: 고용노동부

앞서 살펴본 바와 같이, 4차 산업혁명으로 인해 농업 부문의 일자리는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 받을 것으로 예상되고 있다. 정부는 부정적인 영향에 대해 교육혁신 및 실업대책, 기술개발지원 등을 통해 체계적으로 관리하는 한편, 빅데이터 등을 통한 다양한 소비자 수요에 맞춘 고품질 소량 다품목 생산 및 유통혁신 등을 통해 새로운 일자리를 창출할 수 있도록 지원해 나갈 필요가 있을 것으로 보인다.

라. 4차 산업혁명을 통한 농업·농촌 기대효과 검토

앞서 살펴본 바와 같이, 해외 주요국은 4차 산업혁명을 계기로 새롭게 부각되는 기술과 사회 시스템의 변화를 농림축산업의 성장과 경쟁력 강화의 수단으로 활용하고 있다. 우리나라에서도 농업생산, 유통소비, 농촌경제 등에 있어서 다음과 같은 기대효과가 전망되고 있다.²⁷⁾

26) 농림축산식품부는 재정지원 일자리 사업은 매년 선정되므로 해마다 일자리 예산으로 분류되는 사업이 다르며, 일자리 예산이 감소한 것이 아니라 재정지원 일자리 사업으로 선정되지 않아 통계에 집계되지 않았다고 설명하고 있다.

27) 이하에서는 농림수산물기술기획평가원(2016), 농림식품산업 미래창조포럼(2017), 김연중(2017), 이주량(2017) 등을 바탕으로 4차 산업혁명이 농업·농촌에 미치는 기대효과를 정리하였다.

첫째, 농업생산 부문에서, 첨단 융합기술을 기반으로 하는 식품공장, 온실·양묘장·축사·노지 등을 포괄하는 스마트팜, 정밀농업기계 등이 확대되어, 노동력 절감, 단수 증가, 품질향상, 사료비 절감, 질병 예방 등의 효과를 거둘 수 있다.

농약살포 드론, 무인트랙터, 자동 수확기 등의 지능형 농기계 및 농업·축산용 로봇의 상용화로 고령화로 인한 노동력 부족이 해결될 수 있다. 농업로봇의 경우 빅데이터, 인공지능 등이 결합하여 단일 기능의 개별 로봇들이 단일 로봇으로 통합된 형태로 발전될 수 있다. 이에 따라 파종, 제초, 방제, 관수, 수확, 유통의 전 과정을 무인 자동화하여, 사람은 시스템의 관리 및 운영계획 수립에 제한적으로 관여하게 된다.

센서, 정보시스템, 기계, 정보관리 등 다양한 기술이 융복합된 농업생산시스템(정밀농업)의 발전으로 자원의 효율적 이용이 가능하다. 생육정보, 기상정보, 농기자재(농기계, 온실 등) 정보를 실시간으로 획득하여 농업 생산 활용을 정밀하게 자동화하여 생산량을 극대화하고, 천재지변, 시스템 오류로 인한 실패 가능성을 최소화할 수 있다.

빅데이터 활용 농업서비스 플랫폼²⁸⁾ 등을 통해 재배환경 데이터 등을 수집하고 시장선호도 분석에 따라 시장 판매 추이 파악이 가능하다. 플랫폼은 재배환경 데이터 및 병해충 정보, 기후, 위성, 기상정보, 토양의 비옥도, 지형관련 정보 등을 수집하고 농가에 서비스하여 최적의 생산환경 조성 및 생산량 제고가 가능하다.

28) 재배환경 데이터 및 병해충 정보, 기후, 위성, 기상정보, 토양의 비옥도 및 지형관련 정보 등을 수집하고 농가에 서비스하여 최적의 생산환경 조성 및 생산량 제고가 가능하다.

[표 37] 4차 산업혁명에 따른 부문별 기대효과 전망

	주요 내용
농업생산	첨단 융합 기술을 기반으로 하는 식물공장, 온실·축사·노지 등을 포괄하는 스마트팜 및 정밀농업기계 등이 확대되어 노동력 부족, 품질향상 기대 • 농약살포 드론, 무인트랙터, 자동 수확기 등의 지능형 농기계 및 농업·축산용 로봇의 상용화로 노동력 부족 해결 • 센서, 정보시스템, 기계, 정보관리, 자동제어 등 다양한 기술이 융복합된 농업생산시스템(정밀농업)의 발전으로 자원의 효율적 이용 가능 • 빅데이터 활용 농업서비스 플랫폼 등을 통해 재배환경 데이터 등을 수집하고 시장선호도 분석에 따라 시장 판매추이 파악가능 • 농축산 유전공학 연구 등이 빅데이터와 인공지능을 통해서 기존보다 적용가능한 분야가 대폭 확대
유통소비	고령화, 1인 가구 확대, 초고속 드론 등 배송기술의 발전 등으로 스마트 생산·유통·소비·시스템이 활성화 • 빅데이터를 통한 출하량 조절 및 소비자 식생활 스타일을 고려한 개인 맞춤형 농산물 주문시스템, 농림수산물 콜드체인 등 도입 • 스마트 산지유통센터를 통한 농산물 전자거래, 이력추적관리, 위해요소 관리 등 기존 유통 시스템의 스마트화 가속화 • 온라인과 모바일을 통한 중간 유통 단계 없이 생산자에서 음식점이나 소비자로의 공급이 증가 • 3D 프린팅을 활용하여 식품 및 농자재·농기계부품·도구의 자체 제작 등을 통해 개인들의 창의성과 아이디어를 반영한 소비 가능
농촌경제	소셜 네트워크를 기반으로 한 농촌 공유경제 시스템 확산 등 규모화·집단화 된 경제공동체 개념이 확산 • 각지의 특화된 관광정보를 모아놓은 앱 등을 통해 농촌민박, 체험테마, 축제 정보 등 맞춤형 농어촌 정보를 다양하게 제공 • 농지, 주택 등 농촌자원 공유시스템 구축을 통한 새로운 농촌소득 모델 확산

자료: 농림식품산업 미래창조포럼, 농림수산식품기술기획평가원 등의 자료를 바탕으로 제작성

농축산 유전공학 연구 등이 빅데이터와 인공지능을 통해서 기존보다 작용가능한 분야가 대폭 확대된다. 법과 규제, 윤리 문제가 해결된다면 극단적 기후나 가뭄에서도 자랄 수 있는 식용작물과 바이오작물 재배가 가능하며 동물의 유전자를 변형시켜 보다 경제적이고 지역 환경에 더 적합하게 기를 수 있다.

둘째, 유통소비 부문에서, 고령화, 1인가구 확대, 초고속 드론 등 배송기술의 발전 등으로 스마트 생산, 유통, 소비시스템이 활성화 될 수 있다.

빅데이터를 통한 출하량 조절 및 소비자 식생활을 고려한 개인 맞춤형 농산물 주문시스템 등이 도입되며, 농산물은 공산품에 비해 보관기간이 짧고 계절에 따라 출하시기가 다르기 때문에 대체품 배송 등 맞춤형 주문 등에 용이하다. 스마트 산지유통센터를 통한 농산물 전자거래, 이력추적관리, 위해요소 관리 등 기존의 유통시스템의 스마트화가 가속화될 수 있다. 그리고 온라인과 모바일을 통해 중간 유통단계 없이 생산자에서 음식점이나 소비자로의 공급이 증가한다. 미국의 블루에이프런, 독일 헬로프레쉬 등이 유럽 5개국과 미국, 호주에 배송을 서비스하고 있고, 국내에서는 한 살림, 헬로네이처, 카카오 등이 친환경농산물의 직배송에 중점을 두고 서비스를 실시하고 있다.

3D 프린팅을 활용하여 식품 및 농자재농기계 부품, 도구의 자체 제작을 통해 개인들의 창의성과 아이디어를 반영한 소비가 가능할 수 있다. 3D 프린터로 어린이 및 노인용 건강기능 식품 및 소화가 용이하도록 부드러운 가공식품 개발이 가능하고, 개인형 농자재 및 도구의 자체 개발을 통한 도시농업 활성화가 가능할 수 있다.

셋째, 소셜 네트워크를 기반으로 한 농촌 공유경제 시스템 확산 등 규모화 집산화된 경제 공동체 개념이 확산될 수 있다.

각지의 특화된 관광 정보를 모아놓은 앱 등을 통해 농촌민박, 체험테마, 축제 정보 등 맞춤형 농어촌 정보를 다양하게 제공하며, 농어촌 버전의 에어비앤비 및 트립어드바이저 구축이 가능하고 홀로그램 가상체험 등을 통해 특화된 관광 체험 프로그램을 소득자원으로 활용가능하다. 농지, 주택 등 농촌자원 공유 시스템 구축을 통한 새로운 농촌 소득 모델이 확산될 수 있으며, 이는 귀농귀촌인들을 위한 농지 공유시스템 및 빈집 공유시스템으로 활용될 수 있다.

이와 같이, 4차 산업혁명의 핵심기술인 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드컴퓨팅, 인공지능 등의 기술을 농림업·농산촌 부문에 적용한다면 생산, 유통소비 등 전후방 부문에 파급효과가 있을 것으로 기대된다. 다만, 4차 산업혁명이 농업·농촌 뿐만 아니라, 제조업, 물류 등 어떤 분야에 적용되어 발전되더라도 항상 긍정적인 요인만 있는 것은 아니다. 따라서 정부는 4차 산업혁명 도입과 동시에 긍정적인 요소는 크게 확대하고 부정적인 요소는 최소화하는 정책이 필요할 것으로 보인다.

III. 스마트시티 구축

1. 분석 배경 및 개요

2016년 1월에 열린 다보스포럼(세계경제포럼·WEF)에서 초연결·초지능·대융합의 시대로 들어가는 4차 산업혁명의 시작이 선포됐다. 따라서 4차 산업혁명에 대처하기 위해 우리는 인터넷을 넘어 초연결 네트워크를 기반으로 한 공유경제와 시민 중심의 사회라는 새로운 관점에서 도시를 이해할 필요가 있다.³⁰⁾ 4차 산업혁명을 위해 우리가 도시를 이해해야 하는 이유는 자율주행차, 스마트홈, 드론 등과 같은 각종 4차 산업혁명 관련 신산업이 실질적으로 도시 안에서 구현되기 때문이다. 이와 같은 배경에서 도시는 4차 산업혁명의 플랫폼으로 간주되고 있으며,³¹⁾ 일반적으로 4차 산업혁명에 부응하는 도시를 스마트시티라고 칭하고 있다.

‘스마트시티’라는 용어는 도시에 대한 정의 외에도 산업기술 관점에서 사용되고 있다. 산업기술 관점에서의 스마트시티는 인공지능, 자율주행차, 드론 등과 함께 대표적인 4차 산업혁명의 핵심 분야 중 하나이며, 미국, 유럽, 중국, 인도 등 세계 각국이 시장 선점을 위해 치열하게 경쟁하고 있는 분야이다. 해외 컨설팅 기관에서는 2016년 1조 달러였던 스마트시티 시장이 2020년까지 1.5조 달러 규모로 급성장할 것으로 예측하고 있으며, 스마트시티 시장을 선점하기 위한 IBM이나 CISCO 같은 글로벌 기업들의 기술경쟁도 이미 시작된 지 오래다. 이와 같이 스마트시티는 특정된 도시 혹은 신산업 분야를 의미할 수 있다.

다의적 용어인 스마트시티의 의미를 크게 구분하면, 스마트시티는 [그림 9]와 같이 목적으로서의 의미와 수단으로서의 의미를 가진다. 목적으로서의 스마트시티는 스마트한 성장을 추구하는 도시를 의미하는 것으로 지금까지의 도시성장 방식이 자원낭비를 초래하거나 시민을 소외시키는 등 여러 문제가 있었다는 반성에서 출발

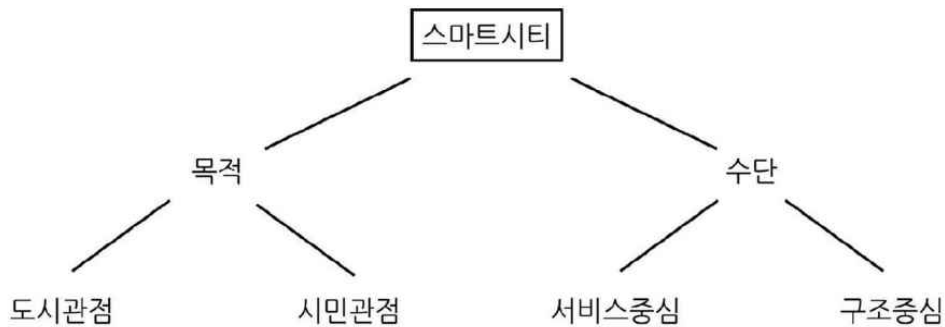
안태훈 예산분석관(matins10@assembly.go.kr, 788-4747)

30) 삼정KPMG 경제연구소, 「소셜시티, 공유경제와 시민중심의 초연결 도시」, 삼정 Insight, 2016, 7쪽.

31) 국토교통부 설명자료

한다. 도시가 지향하는 가치에 근거하여 스마트시티를 정의하기 때문에 아주 다양한 개념정의가 가능하다. 수단으로서의 스마트시티는 스마트한 수단을 활용하는 도시를 의미하는 것으로서 좁은 의미로 ICT를 활용하는 도시를 의미하지만 넓게는 신기술 전반을 포함한다.

[그림 9] 스마트시티 개념의 의미론적 분류



자료: 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 5쪽.

스마트시티가 갖는 의미가 광범위하므로, 본 보고서에 다루고자 하는 ‘스마트 시티 구축’을 위해 무엇을 해야 하는가에 대해 명확히 설명하기 어렵다. 특히, 2017년 9월 22일 시행된 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」은 스마트도시를 ‘건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속가능한 도시’로 규정하고 있는데, 이와 같은 규정에서 유추할 수 있듯이 스마트시티를 만들기 위해 건설해야 하는 융·복합 도시기반시설의 범위 및 제공해야 하는 도시서비스는 광범위하다.³²⁾

32) 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "스마트도시"란 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속가능한 도시를 말한다.
2. "스마트도시서비스"란 스마트도시기반시설 등을 통하여 행정·교통·복지·환경·방재 등 도시의 주요 기능별 정보를 수집한 후 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 서비스로서 대통령령으로 정하는 서비스를 말한다.
3. "스마트도시기반시설"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 시설을 말한다.
가. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호에 따른 기반시설 또는 같은 조 제13호에 따른 공공시설에 건설·정보통신 융합기술을 적용하여 지능화된 시설

스마트시티가 추구하는 융·복합 도시기반시설 및 도시서비스의 범위가 광범위하기 때문에 국제전기통신연합(ITU, International Telecommunication Union)이 2014년에 조사한 바에 따르면, 스마트시티(Smart Sustainable Cities)에 대한 정의가 116개에 달하는 것으로 나타났다. 개념정의에 사용된 키워드도 [표 38]과 같이 환경과 지속성장에서부터 ICT와 지능에 이르기까지 매우 다양하다. 스마트시티 개념이 혼란스러운 이유는 그것이 다의적인 의미로 사용되기 때문이다.³³⁾

[표 38] 스마트시티 개념 정의에 포함된 키워드 분포

유 형	빈 도
생활과 생활의 질(Quality of life and lifestyle)	6%
인프라와 서비스(Infrastructure and services)	17%
ICT, 통신, 지능, 정보(ICT, communication, intelligence, information)	26%
사람, 시민, 사회(People, citizens, society)	12%
환경과 지속성장(Environment and sustainability)	17%
거버넌스, 관리와 행정(Governance, management and administration)	10%
경제와 재정(Economy and Fiance)	8%
이동성(Mobility)	4%

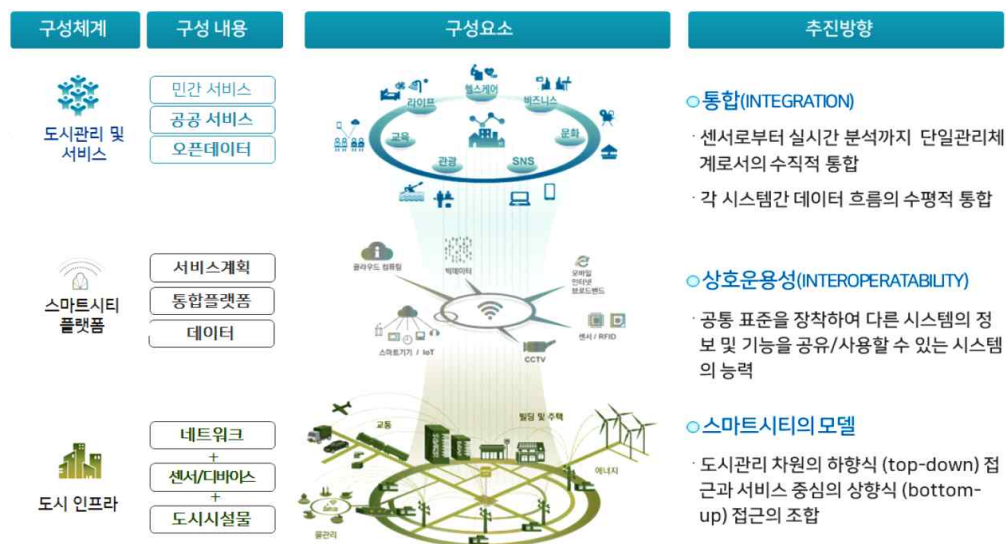
자료: 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 4~5쪽.(출처: ITU-T(2014))

- 나. 「국가정보화 기본법」 제3조제13호의 초고속정보통신망, 같은 조 제14호의 광대역통합정보통신망, 그 밖에 대통령령으로 정하는 정보통신망
- 다. 스마트도시서비스의 제공 등을 위한 스마트도시 통합운영센터 등 스마트도시의 관리·운영에 관한 시설로서 대통령령으로 정하는 시설
- 라. 스마트도시서비스를 제공하기 위하여 필요한 정보의 수집, 가공 또는 제공을 위한 건설기술 또는 정보통신기술 적용 장치로서 폐쇄회로 텔레비전 등 대통령령으로 정하는 시설
4. "스마트도시기술"이란 스마트도시기반시설을 건설하여 스마트도시서비스를 제공하기 위한 건설·정보통신 융합기술과 정보통신기술을 말한다.
5. "건설·정보통신 융합기술"이란 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호에 따른 기반시설 또는 같은 조 제13호에 따른 공공시설을 지능화하기 위하여 건설기술에 전자·제어·통신 등의 기술을 융합한 기술로서 대통령령으로 정하는 기술을 말한다.
6. "스마트도시건설사업"이란 제8조에 따른 스마트도시계획에 따라 스마트도시서비스를 제공하기 위하여 스마트도시기반시설을 설치·정비 또는 개량하는 사업을 말한다.
7. "스마트도시산업"이란 스마트도시기술과 스마트도시기반시설, 스마트도시서비스 등을 활용하여 경제적 또는 사회적 부가가치를 창출하는 산업을 말한다.

33) 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 4쪽

다행히도 이와 같이 다의적으로 사용되는 스마트시티 용어가 최근에는 기존 도시와 기능적으로 구분하기 위해 스마트시트를 ‘플랫폼으로서의 도시(city as a platform)’로 받아들여지는 추세이다. ‘플랫폼으로서의 도시’는 수단으로서의 구조중심³⁴⁾ 개념을 가지며, ① 개별 인프라 고도화 ② 데이터 공유 이를 통한 ③ 다양한 서비스 개발이 선순환 되는 구조중심의 도시이다. 윈도우, 안드로이드 등 PC운영체제가 다양한 서비스 개발을 유도했듯이 ‘스마트시타’는 도시가 [그림 10]과 같이 하나의 운영체제(플랫폼)가 되어 데이터를 공유하고 새로운 서비스를 창출한다.³⁵⁾

[그림 10] 스마트시티 플랫폼 구성체계



자료: 조대연, 「4차산업혁명과 초연결스마트시티」, 2017 HSN workshop, 2017, 41쪽

플랫폼으로서 스마트시티의 구조는 [표 39]와 같이 기본적으로 인프라, 데이터, 서비스 등 7계층으로 구성되지만 세부적으로 다양한 분화가 가능하다. 또한 7개 계층이 완비되어야 스마트시티 플랫폼이 제대로 작동할 수 있지만, 실제로는 몇 개 요소에만 의존하는 스마트시티도 적지 않다.³⁶⁾

34) 특정 기능이나 서비스를 나열하는 대신 기존 도시와 구분되는 구조적 특징을 가지고 스마트시티 정의

35) 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 7~8쪽

36) 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 8쪽.

[표 39] 플랫폼으로서 스마트시티의 구조

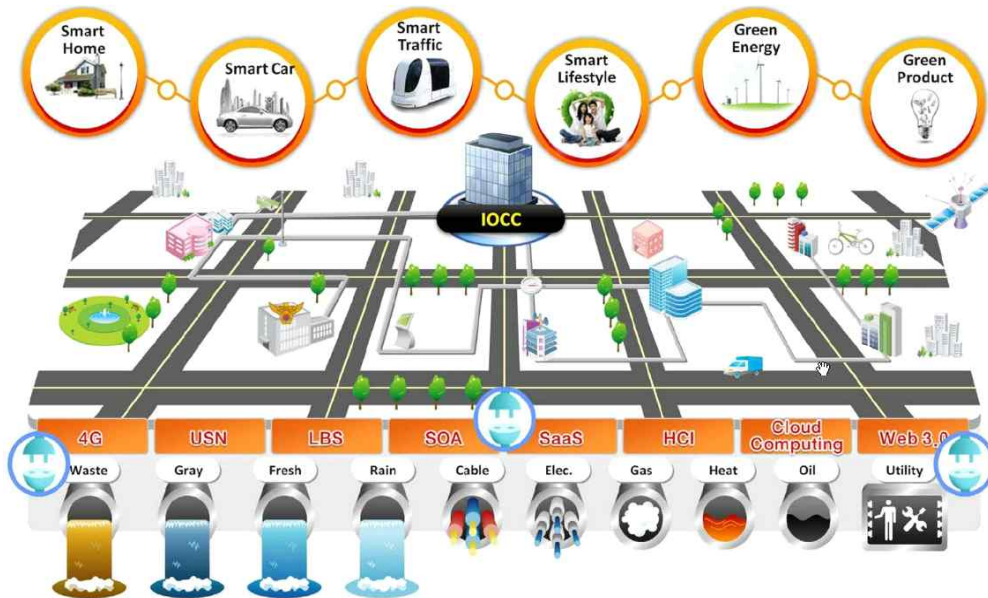
계층	특성	추진체계
⑦ 도시혁신	- 도시문제를 해결하기 위한 새로운 방법을 고안하고 새로운 서비스가 가능하게 도시체도를 혁신 - 정치적 리더쉽의 영역이자 사회신뢰 등 사회적 자본이 작용하는 영역 - 중앙정부의 법제도 혁신 기능도 중요	- 시민이 주도하고 정치권이 지원
⑥ 알고리즘 & 서비스	- 실제 활용 가능한 정도의 높은 품질과 신뢰도를 갖는 지능서비스를 개발하는 계층 - 데이터를 처리, 분석하는 데이터 활용능력이 일차적 관건 - 유럽의 Living Lab 등 다양한 시범사업 전개	- 공공, 민간의 다양한 주체 등장 - 신뢰성 관리가 도시의 역할 - 한국 취약
⑤ 데이터 공유	- 좁은 의미의 스마트시티 플랫폼 - 데이터의 자유로운 공유, 활용 지원 - 작은 공유(동일 분야 기관 간)와 큰 공유(다른 분야 간)로 구분하면 큰 공유 실현이 매우 중요 - 도시 내 스마트시티 리더들의 주도적 역할이 필요	- 유형1: 도시주도 - 유형2: 데이터 시장이 형성되어 민간 주도
④ IoT	- 도시내 각종 인프라와 사물을 네트워크로 연결 - CCTV를 비롯한 각종 센서 장착 - 스마트시티 전체에서 시장규모가 가장 크고 투자도 가장 많이 필요 - 개별적 추진이 가능하여 점진적 투자확대 가능	- 교통, 에너지, 안전 등 각종 도시운영 주체가 주도
③ 공간정보 인프라	- 현실공간과 사이버공간의 융합을 위해 공간정보가 핵심 플랫폼으로 등장 - 공간정보의 이용자가 사람에서 사물로 변화 - 지도정보(외부지 + 내부지도), 3D지도, GPS 등 위치측정 인프라, 인공위성, Geotagging(디지털 콘텐츠의 공간정보화) 등	- 과거 GIS시절은 공공이 주도 - 향후 민간주도 바람직
② ICT인프라	- 유무선 통신인프라가 도시 전체를 촘촘히 연결 - 과거에는 사람과 컴퓨터 연결이 주목적이었으나 스마트 시티에서는 사물 간 연결이 핵심 - 향후 5G 무선통신 등장이 큰 변수	- ICT 산업
① 도시 인프라	- 스마트시티는 기본적으로 SW적이지만 도시 HW 발전도 반드시 필요	- 도시 개발사업자주도 - 건설산업 등

자료: 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 8~9쪽.

지금까지의 내용을 정리하면, 스마트시티는 특정한 도시형태가 아니라 [그림 11]과 같이 다양한 도시서비스를 제공하면서 기존 도시문제를 해결한 도시 혹은 미래 지향적 도시를 의미한다고 볼 수 있다.³⁷⁾ 그러므로 정부가 스마트시티를 구축하기 위해서는 구축하려는 스마트시티의 모습을 구체적으로 설정해야 할 것이다.

37) 한국지역정보개발원, 「제4차 산업사회, 스마트시티로 대응하다」, 2016년 지역정보화 이슈 리포트 제7호, 2016.

[그림 11] 4차 산업혁명의 플랫폼으로서 스마트시티 기본개념



주: IOCC(Integrated Operation and Control Center) 도시통합관제센터

자료: 이상건, “국내외 스마트시티의 현황과 교훈”, 「국토연구원 개원 38주년 기념세미나」, 국토연구원, 2016, 19쪽.(출처: 삼성 SDS)

4차 산업혁명은 도시 내에서 이루어지므로, 4차 산업혁명을 위해 바람직한 스마트시티 구축이 요구되고 있다. 따라서 본 보고서에서는 지금까지 추진된 스마트시티 관련 사업들을 살펴보고, 스마트시티가 공급해야 하는 융·복합 도시기반시설 및 도시서비스보다는 ‘플랫폼으로서의 도시(city as a platform)’가 되기 위한 정책방향을 살펴보고자 한다. 그러나 플랫폼으로서 스마트시티의 7개 계층과 관련한 모든 정책방향을 살펴보는 것은 방대한 작업이므로, 본 보고서에서는 [표 40]에서 제시된 도시구조 측면에서 ‘플랫폼으로서의 도시’가 되기 위한 정책방향으로 검토범위를 한정한다.

[표 40] 스마트시티와 일반도시 비교

	일반도시	스마트시티
도시 구조	<2차원 도시> - 도시구조가 경직되어 변경, 추가 어려움 - 자원 활용이 평면적 (배타적, 독점적이어서 낭비 발생)	<3차원 도시> - 도시구조가 플랫폼화, 레고화되어 신규 기능과 서비스 유연하게 추가 가능 - 자원 활용이 입체적 (공유와 지능기술로 활용 극대화)
	<분절적 도시> - 도시가 도메인으로 잘게 구분 - 도메인 사이에 데이터, 기능 공유 어려움	<유기적 도시> - 도시 전체가 하나의 플랫폼으로 연결 - 수직적, 수평적으로 단절 없는 그리드
도시 운용	<기계적 도시> - 투입과 산출이 기계적으로 연결 - 문제해결 위해 투입 증가 (예: 주차장 증가 → 주차난 해결)	<창의적 도시> - 지식과 아이디어 활용하여 문제 해결 - 창의성과 신기술로 문제해결 (예: 정보·자원 공유 → 주차난 해결)
	<통제 도시> - 소수가 도시운용 - 컨트롤 타워를 통해 질서 유지 - 시민들은 도시에 대한 정보 배제	<자기조직화 도시> - 시민이 도시운용에 적극 참여 - 시민과 지능사물이 스스로 질서 창출 - 도시운영에 대한 정보 자세히 공유
서비스	<도시중심 서비스> - 시민이 도시 운영체계에 적응 - 서비스보다 도시 기능유지 중요	<시민중심 서비스> - 시민의 필요에 맞춤형 서비스 - 도시 서비스 수준이 도시 경쟁력 결정
	<프로세스 기반 서비스> - 시민이 요구해야 서비스 개시 - 사전에 정의된 대로 서비스 제공	<데이터 기반 서비스> - 도시가 실시간 상황과 시민요구 인지 - 도시가 하나의 assistant로 기능 (시민에게 필요한 지식과 데이터 제공)

자료: 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 12쪽.

2. 예산·재정 현황

가. 사업 현황

정보기술(IT, Information Technology)을 도시 관리에 도입한 이후 도시는 E-City → 유시티(U-City) → 스마트시티(Smart City)로 변화하고 있다.³⁸⁾ E-City는 행정업무 전산화에 중점을 둔 것이고, U-City는 IT-도시건설의 결합을 통한 지역정보화가 핵심이다.

38) 오동하, 「BDI포커스 : 부산형 스마트시티 모델과 구축 방안」, 부산발전연구원, 2011, 1쪽.

우리나라는 2003년부터 본격적인 기술 주도형 스마트시티인 ‘U-City’ 사업을 통해 스마트시티 선도국으로 주목을 받았다. 동탄, 판교 등 U-City 구축을 시작으로 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」 제정(2008), 개별 요소기술 해외수출 등을 선제적으로 추진한 바 있다. 한국토지주택공사(LH) 중심으로 개발되는 U-City는 [표 41]과 같이 2017년 9월 기준으로 27개 지구에서 완료되었고, 25개 지구가 추진 중에 있다.

[표 41] 국내 U-City 구축 사업지구 현황(2017년 9월 기준)

지 역	완료 지구(27개)	추진 지구(25개)
서울시	· 마곡 · 은평뉴타운	· 위례신도시
부산시		· 강서명지
경기도	· 성남판교 · 용인흥덕 · 화성동탄1 · 화성향남1 · 화성동탄산단 · 수원호매실 · 광교신도시 · 파주운정1,2 · 평택소사별 · 오산세교1 · 남양주별내 · 의정부민락2	· 고양삼송 · 파주운정3 · 양주옥정 · 김포한강 · 하남미사 · 남양뉴타운 · 화성향남2 · 화성동탄2 · 시흥목감 · 시흥배곧 · 시흥은계 · 시흥장현 · 갈매 · 시화MTV · 평택고덕
IFEZ	· 인천청라	· 인천영종 · 미단시티 · 인천송도
대전시	· 대전도안	
울산시	· 울산혁신	
세종시		· 행복도시
경상남도	· 경남혁신	
경상북도	· 경북혁신	· 경북도청이전신도시
대구시	· 대구혁신 · 테크노폴리스	
전라남도	· 광주전남혁신	
전라북도	· 전북혁신	
충청북도	· 충북혁신	· 충주기업도시
충청남도	· 아산배방	· 내포신도시 · 아산탕정
강원도	· 강원혁신 · 기업도시	

자료: 한국토지주택공사

우리나라 U-City는 수도권 중심의 신도시 건설이 많아지면서 시작된 ‘신도시 개발 + 신성장동력 육성형’이라는 특징을 갖고 있다. 에너지 효율, 교통정체 해소 등 도시문제 해결을 위한 스마트시티라기 보다는 ICT 인프라 구축, 해외진출 등 성장동력 확보차원이라는 점에서 미국·EU 등과 차이를 보이고 있다.

U-City 사업을 시작으로 산업통상자원부, 행정안전부, 과학기술정보통신부 등 각 부처에서도 부처 성격에 따른 다양한 사업을 진행하고 있다. 산업통상자원부는 스마트그리드³⁹⁾ 등 에너지 효율 위주 정책을 추진하고, 행정안전부는 U-서비스⁴⁰⁾ 등 지자체 지원사업과 전자정부 사업을 진행하고 있다. 과학기술정보통신부도 사물인터넷(IoT) 중심의 스마트시티 실증사업⁴¹⁾을 활발히 추진 중이다.

개별 지자체 차원에서도 다양한 스마트시티 사업을 추진하고 있다. 서울시는 교통혁신 프로젝트, 안양시는 CCTV 활용 프로젝트로 성과를 달성하고 있으며, 송도 등 일부 신도시도 스마트시티에 주력하고 있다.

국내에서 스마트시티 사업으로 추진된 U-City사업 및 IoT 실증사업을 스마트시티와 비교하면, [표 42]와 같다.

39) 스마트그리드(Smart Grid)는 기존 전력망에 정보통신기술(ICT)을 더해 전력 생산과 소비 정보를 양방향, 실시간으로 주고받음으로써 에너지 효율을 높이는 차세대 전력망이다.

40) U-도서관, GPS기반 도시생활폐기물관리 시스템, IT기반 섬지역 긴급이송시스템 등

41) 대구 스마트헬스케어 실증단지, 부산 IoT 실증단지 사업 등 지자체 연계지원

[표 42] 스마트시티 추진사업 비교

	U-City 사업	IoT 실증 사업	스마트시티(Smart City)
사업목표	U-City 건설과 효율적 관리 도시경쟁력 향상	민간자립형 생태계활성화	도시 인프라관리 효율화, 통합플랫폼구축, 공유경제형 서비스
대상도시	신도시(150만㎡ 이상)	기존도시	신도시 및 기존도시 모두 해당
중점분야	도시관제(안전, 방법) 통합플랫폼 구축	개방형 IoT플랫폼 민간서비스개발	도시인프라정보공유, 통합도시관리플랫폼, 공공, 민간서비스개발, 오픈데이터
핵심기술	USN, U-City 통합관제플랫폼	개방형 IoT 연계플랫폼	시스템통합기술, 인프라연계통합기술, Data Flow 관리기술, 통합공유형 플랫폼, 오픈데이터
개발주체	민간 SI 업체 (대학, 연구소참여)	민간통신업체, 민간 SI업체	대학, 연구소, 민간기업(SI, 통신, 시스템 엔지니어링, 건축, 토목, 전기, 교통 등)
기반인프라 연계기술	없음	없음	있음 (에너지, 교통, 수자원 등)
플랫폼 특징	단일모듈 결합형	단일플랫폼	복합모듈 통합형
네트워크	초고속통신망	모바일 LORA망	초고속통신망, 3G, 4G, 5G, 근거리통신망
데이터관리	일반 DBMS	DBMS	빅데이터 DBMS, 클라우드컴퓨팅
서비스 특징	11개분야 공공서비스(일방향)	민간제공서비스	공공 및 민간서비스 중심, 오픈플랫폼
컬러서비스	안심귀가서비스(안양) 등 (top down)	스마트주차 서비스(부산) 등 (bottom up)	공유경제형 서비스, 수요자반응형 서비스, (Top Down과 bottom up)

자료: 조대연, 「4차산업혁명과 초연결스마트시티」, 2017 HSN workshop, 2017, 32쪽

나. 재정투자 현황 및 중장기 투자규모

4차 산업혁명 플랫폼으로 간주되는 스마트시티 관련 예산은 [표 43]과 같이 2009년부터 편성되었다. 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」이 2017년 9월에 「스마트도시의 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」로 개정됨에 따라 ‘U-City’는 ‘스마트 시티’로 사업 명칭이 변경되었다. ‘U-City 인력양성’과 ‘U-City 플랫폼 기반구축’은 2016년부터 ‘U-City 기반구축’으로 통합되었다.

[표 43] 스마트(유비쿼터스) 시티 관련 예산 현황

(단위: 백만원)

단위 사업	세부사업	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 안
U-City 지원	U 시범도시 지정 및 지원	6,000	4,000	4,900	4,300	3,900	-	-	-	-	-
	U-City 인력양성	1,772	2,800	2,500	2,100	1,890	1,800	1,400	-	-	-
	U-City 플랫폼 기반구축	-	-	-	-	-	-	600	-	-	-
	U-City 기반구축	-	-	-	-	-	-	-	1,580	-	-
스마트 시티 지원	스마트시티 기반구축	-	-	-	-	-	-	-	-	4,580	9,490

주: 1. 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」이 「스마트도시의 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」로 개정(17.3) 됨에 따라 'U-City' → '스마트 시티'로 사업 명칭 변경
 2. 'U-City 인력양성'과 'U-City 플랫폼 기반구축'은 '16년부터 'U-City 기반구축'으로 통합
 3. U 시범도시 지정 및 지원은 2013년으로 종료

자료: 국토교통부

스마트시티 지원사업의 2018년도 예산안은 [표 44]와 같이 94억 9,000만원으로 2017년 대비 49억 1,000만원 증가(107%)하였다.

[표 44] 2018년도 스마트시티 예산안 현황

(단위: 백만원, %)

	2016 결산	2017		2018 예산안 (B)	증 감	
		예산	추경(A)		B-A	(B-A)/A
스마트시티 지원	1,580	4,580	4,580	9,490	4,910	107
스마트시티 기반구축						

자료: 국토교통부

세부사업인 '스마트시티 기반구축'은 [표 45]와 같이 '스마트시티 통합플랫폼 기반구축' 및 '스마트시티 인력양성' 등 5개 내역사업으로 구성되어 있다. 예산 비중

이 가장 높은 ‘스마트시티 통합플랫폼 기반구축’은 지자체 50% 매칭으로 2015년부터 1개 지자체당 6억원을 자본보조방식으로 지원하는 사업이다. 기반구축 내용은 방법·방재, 교통 등 분야별 정보시스템을 통합·관리하는 스마트시티 통합플랫폼 기반구축과 112·119 등을 연계하여 재난구호·범죄예방·사회적 약자 지원을 위한 스마트 도시 안전망 구축으로 구성된다. 정부는 지자체의 각종 정보시스템을 연계 및 효율화하기 위하여 관련 부처 간 MOU(2008.8)를 통하여 통합플랫폼⁴²⁾을 개발(2013.1)하였다. 2015년부터 통합플랫폼으로 스마트시티 센터의 방법, 교통 등 시스템 연계를 지원하고 있으며, 2017년부터 스마트시티 센터와 112·119 등을 연계하여 재난구호·범죄예방을 위한 스마트 도시 안전망 구축 사업을 추가하고 있다. 정부는 2022년까지 전국 80개 지자체에 스마트시티 기반 조성 및 도시 안전망 구축을 추진할 계획이다.

[표 45] 2018년도 스마트시티 내역사업 예산안

(단위: 백만원)

	사업 내용	예산안
스마트시티 통합플랫폼 기반구축	각종 정보시스템을 연계·활용하기 위한 기반 소프트웨어(S/W) 구축	7,200
스마트시티 특화단지 구축 지원	기성시가지지를 대상으로 스마트시티 사업계획 수립 지원	950
스마트시티 인증제 지원	우수 지자체에 대한 인증기준·절차 등을 마련	180
스마트시티 체감도 증진 사업 지원	스마트시티 정책 인지도 향상	180
스마트시티 인력양성	전문인력(석·박사과정) 양성	980
합 계	-	9,490

자료: 국토교통부

스마트시티 중기재정계획 상 연도별 투자계획은 [표 46]과 같다. 중기재정계획 상 2018년도 예산안은 138억원이었으나, 국회에 제출된 예산안은 95억원으로 향후 스마트시티 관련 예산은 100억원 수준을 유지할 전망이다.

42) 지자체 스마트시티 센터에서 각종 정보시스템 연계 및 도시상황을 통합관리하기 위한 기반 S/W로 U-City R&D('09-'13, 100억원)로 개발

[표 46] 중기재정계획 상 연도별 투자계획('17~'21)

(단위: 백만원)

	2017	2018	2019	2020	2021
스마트시티 통합플랫폼 기반구축	3,600	9,000	9,000	9,000	7,800
스마트시티 특화단지 구축 지원	0	2,300	3,000	4,000	0
스마트시티 인증제 지원	0	400	400	400	400
스마트시티 체감도 증진 사업 지원	0	600	600	600	600
스마트시티 인력양성	980	980	980	980	980
월드 스마트시티 위크 지원	0	500	500	500	500
합 계	4,580	13,780	14,480	15,480	10,280

자료: 국토교통부

3. 해외 주요국 사례

세계 각국은 [그림 12]와 같이 다양한 목적으로 스마트시티를 추진하고 있다. 본 절에서는 미국, 유럽 및 일본의 스마트시티 추진 현황을 살펴보고자 한다.

[그림 12] 세계 주요 도시들의 스마트시티 추진 현황



자료: 조대연, 「4차산업혁명과 초연결스마트시티」, 2017 HSN workshop, 2017, 25쪽

가. 미국⁴³⁾

미국정부는 2013년부터 ‘스마트 아메리카’⁴⁴⁾라는 명칭의 프로젝트를 백악관 중심으로 추진하며 사물인터넷 기술이 사회 속으로 스며들 수 있음을 확인했다. 이를 기반으로 백악관은 2015년에 ‘스마트시티 추진계획(Smart City Initiative)’⁴⁵⁾으로 1.6억달러를 25개 신기술 적용사업에 투자하였고, [표 47]과 같이 미래 도시들이 필요한 기술들을 정리하여⁴⁶⁾ 미래에 대비하고 있다. 또한 지방정부들은 교통 혼잡 경감, 범죄와의 전쟁, 경제성장 촉진, 기후변화 대응, 도시 행정서비스의 효과적 제공을 위해 스마트시티 구축을 위한 노력을 하고 있다.

[표 47] 미국 백악관이 예시하는 미래 도시 필요 기술

	기술/기본개념	목 적
교통	ICT를 통한 다층 응용 및 모델들 수요에 따른 디지털 교통 자전거 및 보행로 설계 전기모터 교통 촉진 자율주행자동차	시간절약, 편안 또는 생산성 저 원가 이동 및 만능 접근 교통설비의 운영비 저감 배출가스, 충돌, 치명상 제로화 소음 감소, 라이프스타일 고령자, 장애인, 저소득층에 맞춤 해법
에너지	신재생 분산 발전, 열병합발전 지역난방 및 냉방 저가 에너지 저장시설 스마트 그리드, 마이크로 그리드 에너지 효율 조명, 첨단 공조시스템	에너지 효율, 공해 제로화, 소음 적음 물과 교통 자원관리 시너지 기후변화 및 자연재해 대응회복력 강화
건물 및 주택	신 건설 및 디자인 기술 생애 주기 디자인 및 최적화 실시간 감지 작동 공간관리 적용공간설계 혁신형 재정, 코드, 표준 제정	공급 주택 여유 건강한 삶과 작업환경 저가 창업가 공간 열 보완, 회복력 강화
물	통합 수처리시스템 설계 및 관리 지역 재활용 스마트계측에 의한 효율적 물관리	생태시스템 통합 실천 물, 위생, 홍수관리, 농업, 환경의 스마트 통합시스템, 회복력 강화
도심 제조업	첨단 수요대응 제조, 3D프린팅 소량주문제조 인재와 설계가 필요한 고부가가치 활동, 혁신 파크	새로운 일자리 창출 교육 및 훈련 도심 공간 변환 및 재활용, 일과 삶의 결합
도심 농업	도심농업과 수직농업	저수량 농업, 정화공급, 싱싱한 농산물 공급

자료: 한국지역정보개발원, 「제4차 산업사회, 스마트시티로 대응하다」, 2016년 지역정보화 이슈 리포트 제7호, 2016.

43) 한국지역정보개발원, 「제4차 산업사회, 스마트시티로 대응하다」, 2016년 지역정보화 이슈 리포트 제7호, 2016.

44) <http://smartamerica.org/>

45) <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/09/14>

46) <https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/images/Blog/PCAST%20Cities%20Report%20-%20FINAL.pdf>

미국의 스마트시티 핵심 전략은 다음과 같다.

첫 번째로 사물인터넷 적용의 테스트베드(Test bed)를 만들고 다중 협력모델을 개발하는 것이다. 기술발전과 IT비용 감소에 따라 스마트 센서와 유비쿼터스 네트워크 그리고 빅데이터 분석을 결합한 사물인터넷 기술적용기반이 갖춰져 가고 있다. 따라서 미국정부는 이 분야의 글로벌 리더가 되어 사물인터넷 응용사례를 만들어 내고자 한다. 이를 위해 산업체, 교육기관, 각종 공공기관을 포함해서 공공부문과 민간부문의 성공적 응용사례를 만들어 확산시키고, 개인·창업가·비영리기관 등도 IT기술을 활용하여 지역문제해결에 참여하도록 할 계획이다.

둘째, 기존 연방정부활동을 차용한다. 광대역통신망에 투자하는 센서 네트워크, 사이버 보안 연구로부터 스마트시티 효과를 높일 수 있는 기술을 제공 받고 활용한다.

마지막으로 국제적 협력을 추진하는 것이다. 2050년이 되면 전 세계 도시인구가 25억명으로 예상되며, 아시아 및 아프리카에서 부상하는 도시지역에선 상품과 서비스 시장이 급팽창한다. 미국은 이 새로운 시장을 개척하여 수출을 90% 증가시킬 수 있다고 판단하고 있다.

미국의 스마트시티 관련 주요 정부사업은 건강·웰빙, 에너지 효율, 빌딩 자동화, 교통, 공공안전을 포함한 중요한 과제들을 해결하는 기술을 개발하여 새로운 디지털 도구들과 결합시켜 실사회에 적용시키는 것이다. 예를 들면, 차세대 기가비트용 인터넷적용 프로토콜 개발에 1,150만 불을 투자하였고, 새로운 ‘사이버-물리 시스템(CPS) 프로그램’⁴⁷⁾에 1천만 불이 투자되었다. 2016년에는 현실세계에서 삶의 질, 건강, 학습능력을 높이는 첨단디지털 도구들 개발에 750만불을 투자했다.

47) 신뢰를 할만한 CPS기술은 아직 존재하지 않는다. 전통적인 분석도구들이 CPS가 추구하는 상황을 제대로 구현하기는 역부족이다. 실제로 사물인터넷이 수십억 개의 스마트 센서들이 제공하는 데이터를 분석해서 사람과 실제 현실세계에 맞는 적절한 대응책을 수립하는 단계에 와 있지 않다. 이런 어려움은 엔지니어링 시스템과 실제 세상간의 상관관계를 명확히 규정할만한 개념이 정립되어 있지 않고, 이를 기술적으로 처리할만한 엔지니어링 기술이 부족하기 때문이다. 미국도 이런 점을 감안해서 앞으로 사람들이 신뢰하여 활용할 수 있는 CPS프로그램을 개발하는 것이 우선 목표이다.

나. 유럽⁴⁸⁾

글로벌화로 인해 촉발된 경제기술변화에 대응하기 위해 유럽도시들도 경쟁력을 높이고 지속가능한 도시로 변화해야 할 과제를 안게 됐다. 특히 대도시와 달리 중소도시들은 대도시에 비해 점차 경쟁력을 상실해 가는 위기에 처해있다. 따라서 유럽은 인구 10만명 이상 중소도시를 대상으로 스마트시티 전략을 수립하고 있다.

유럽이 이야기 하는 스마트시티의 개념은 스마트 경제, 스마트 거버넌스, 스마트 생활, 스마트한 사람, 스마트 환경, 스마트 이동성을 모두 포함하는 개념이다. 스마트시티에서 사라져야 할 요소는 혼잡, 공해, 범죄, 에너지 고비용으로 보고 있고 스마트시티가 자랑삼을 요소는 에너지 효율성, 청정 환경, 그리고 편리한 교통 환경 등이다.

특히 유럽연합이 추구해 온 스마트시티 개발 프로젝트는 도시교통, 데이터 공개, 새로운 비즈니스 모델, 재정 및 구매방식의 변화, 정책과 법규 조정, 스마트 실적평가지표, 에너지-통신-교통이 통합된 네트워크, 에너지 효율과 저탄소 사회구조 등 사회적 기본 틀을 바꾸는 데 주력한다.

[그림 13] 유럽연합이 지원하는 스마트 프로젝트에서 취급하는 영역들



자료: 한국지역정보개발원, 「제4차 산업사회, 스마트시티로 대응하다」, 2016년 지역정보화 이슈 리포트 제7호, 2016, 12쪽.

48) <http://ec.europa.eu/cip/smartcities/>

다. 일본⁴⁹⁾

2020년까지 일본의 스마트시티 관련 시장규모는 3.3조엔 규모로 주로 전기차용 배터리 저장시스템과 피크전력 수요 시에 대응할 수 있는 백업 전원으로 에너지 저장시설 구축에 주력하고 있다. 이와 함께 클라우드 기반의 에너지 데이터 관리시스템(EDMS)을 구축했다. 또 스마트 그리드 구축을 위해 80%이상의 가정에 스마트 미터를 설치하는 프로그램을 착수 했다.⁵⁰⁾

일본은 에너지 절약량을 측정하는 빌딩에너지관리시스템(BEMS), LED, 옥상 태양전지설치를 기본으로 앞으로 신재생에너지를 스마트빌딩에 접목시키는 활동에 힘을 계획이다. 아울러 재해발생시 즉각적으로 회복하는 능력에 중점을 두고 재해 위험을 측정하는 기술개발에 관심이 높아 네덜란드의 홍수방지 시스템을 활용하는 방안을 협력 중이다. 농업인구감소와 에너지 비용증가로 인해 스마트 농업을 지역 재생사업으로 삼고 기술을 개발하는 중이며, 가정 내 가전기기들도 모두 스마트폰을 이용해서 ICT로 연결하는 추세다.

또한 일본은 유래 없이 인구가 감소하고 자연재해가 증가한다는 의식이 매우 높다. 전 국토에 걸쳐 주민 감소현상이 뚜렷하여 거주민이 없는 지역이 19%나 증가하고 50% 이상의 인구가 감소되는 지역이 44%에 이르는 반면에 인구가 증가하는 곳은 국토의 2%에 불과할 것으로 추정된다.

이에 대한 노력으로 [그림 14]와 같은 ‘마을거점’ 만들기가 있다. 마을 거주 인구희박지역에서 주민들의 삶을 편리하게 지원하는 방법으로 지역거점 서비스 중심을 설치하는 방법을 채택했다. 예전 초등학교 터나 마을회관에 일상 쇼핑과 의료서비스를 포함한 일상의 삶을 지원하는 기본 서비스를 제공한다. 그리고 지방도시 간 고속도로망 구축으로 경제권을 통합한다. 소규모 지역들의 경제권이 점차 소멸되어 가는 현상을 극복하기 위해서 소도시들 간 이동이 편리해지도록 고속도로로 연결하면 여러 개의 도시기능이 하나의 경제권으로 합쳐져서 인구가 줄더라도 생존력이 유지될 수 있다. 또한 대도시간 고속교통망을 도시 지하철망과 같이 조밀하게 연결한다. 전 국토를 일일 생활권으로 변화시키기 위해 초고속 열차를 촘촘히 운행하여 마치 대도시 지하철망이 구축된 것과 같은 효과를 얻을 수 있다.

49) <http://www.mlit.go.jp/common/001088248.pdf>

50) 도쿄전기는 2018년까지 1,700만개의 스마트미터를 설치하는 프로그램을 진행 중이다.

[그림 14] 일본의 미래형 작은 거점 구상



자료: 국토연구원, 「미래 국토발전 전략 수립방안 연구」, 2015, 75쪽.

라. 시사점

앞에서 살펴본 바와 같이 선진국은 구체적인 스마트시티 구축 목표를 설정하고 추진하고 있다. 미국은 건강·웰빙, 에너지 효율, 빌딩 자동화, 교통, 공공안전을 포함한 중요한 과제들을 해결하는 기술을 개발하여 새로운 디지털 도구들과 결합시켜 스마트시티 구축을 추진하고 있다. 일본은 주로 전기차용 배터리 저장시스템과 피크전력 수요 시에 대응할 수 있는 백업 전원으로 에너지 저장시설 구축에 주력하고 있다. 반면 유럽의 스마트시티는 구체적인 목적 달성보다 스마트 경제, 스마트 거버넌스, 스마트 생활, 스마트한 사람, 스마트 환경, 스마트 이동성을 모두 포함하는 도시 개념으로 인식되고 있다.

우리나라의 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」에서 규정한 스마트시티는 구체적인 목적 달성을 위한 도시라기보다는 유럽과 같이 미래도시를 의미한다고 볼 수 있다. 따라서 정부 정책 방향은 어떠한 스마트시티를 구축할 것인가에 대한 고민을 바탕으로 마련될 필요가 있을 것이다.

4. 주요 쟁점 분석

가. 스마트시티 플랫폼 구축

20년 이상 스마트시티를 추진한 결과 이제는 초기의 개념상 혼란을 극복하기 시작하였다. 초기에는 목적론적 정의가 많이 강조되었던 반면, 이제는 수단적 의미로 개념정의가 모이고 있고, 그 중에서도 스마트시티를 플랫폼으로 보는 개념정의가 최근 급속히 증가하고 있다.⁵¹⁾ 플랫폼으로의 스마트시티와 기존 도시를 비교하면, 기존 도시에 새로운 기능과 서비스를 추가하기 위해서는 도시 시설을 변경하는 등 많은 비용과 사전 작업이 수반되어야 하지만, 스마트시티는 플랫폼 기능을 하기 때문에 가장 비용효과적으로 새로운 기능과 서비스를 입체적으로 쌓을 수 있다.

도시는 3차원 공간 내에 있으므로, 기존 도시도 새로운 기능과 서비스를 입체적으로 쌓을 수 있다. 그러나 기존 도시는 공간적으로 3차원 공간에 존재하지만 기능적으로는 2차원 구조다. 평면적 지도가 도시의 모습을 불편 없이 표시할 수 있을 정도로 공간과 기능이 1:1 매칭된다. 스마트시티에서는 하나의 공간이 여러 가지 기능을 수행할 수 있을 뿐 아니라 새로운 기능을 추가하거나 기존 기능을 변경하는 등 유연한 조정이 가능하다.⁵²⁾

실제 사례를 살펴보면, [그림 15]는 2010년에 건설된 마이애미 해변에 있는 다기능주차장으로 결혼식장, 요가교실 등 다양한 용도로 전환가능하다. 프랑스 파리의 건물들에는 주거 및 업무 공간이 공존한다. 도시 내 건축공간이 유연하게 활용되고 있다.

51) 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 7쪽.

52) 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 10쪽.

[그림 15] 1:N 공간활용 사례; 마이애미 해변에 있는 다기능 주차장



자료: 한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016, 10쪽.

국내에서도 다기능 건축물을 건축할 예정이다. 국토교통부는 도시재생 뉴딜사업의 일환으로 공공임대주택, 공공임대상가 및 공공지원센터를 같은 건물 내에 배치하는 ‘사회통합형 도시재생 어울림 플랫폼’을 추진하고 있다. 또한 한국토지주택공사가 건설할 동탄2 도시첨단산단내 스마트시티 스타트업 인큐베이팅 존은 한 건물 내에 매장, 공연장, 사무공간 및 주거공간을 수용하고 있다.

[그림 16] 국내 다기능 건축물

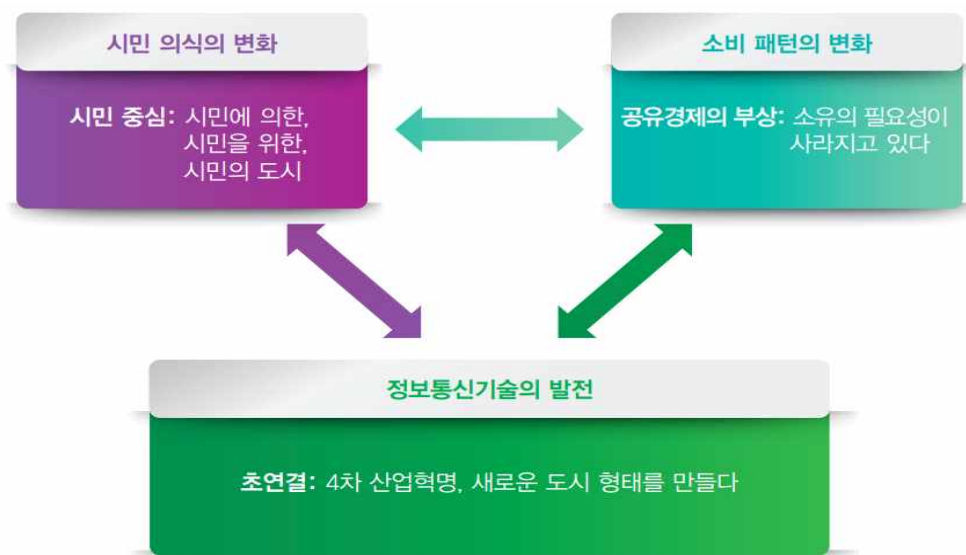
(a) '사회통합형 도시재생 어울림 플랫폼' (b) 동탄2 도시첨단산단내 스마트시티 스타트업 인큐베이팅 존



자료: 국토교통부, 한국토지주택공사

스마트시티와 일반도시는 큰 차이가 있다. 스마트시티는 유기체로서 지속적으로 변화하고 있으며, 시민중심, 공유경제, 초연결 기술을 바탕으로 새로운 도시 형태를 만들어가야 한다. 새로운 도시 형태의 특징은 시민 중심, 공유경제의 부상 및 초연결로 나타나기 때문이다.⁵³⁾ 따라서 새로운 사회적 요구에 따라 도시가 유연하게 성장할 수 있는 제도가 마련될 필요가 있을 것이다.

[그림 17] 새로운 도시 형태의 특징



자료: 삼성KPMG 경제연구소, 「소셜시티, 공유경제와 시민중심의 초연결 도시」, 삼성 Insight, 2016, 2쪽.

나. 입체적 스마트시티 구축

스마트시티 구축을 위해서는 먼저 초기 계획단계부터 주거와 업무, 상업지역 등을 인접해서 배치하는 등 직주근접⁵⁴⁾을 고려한 토지이용계획을 추진하고, 이를 통해 통행거리를 줄이려는 노력이 필요하다. 또한 직주근접을 통한 이동저감사회를

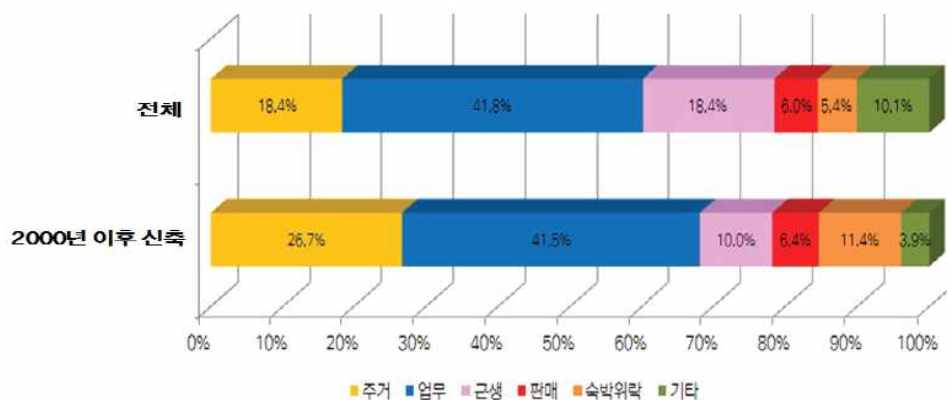
53) 삼성KPMG 경제연구소, 「소셜시티, 공유경제와 시민중심의 초연결 도시」, 삼성 Insight, 2016, 1쪽.

54) 직주근접(職住近接)은 직장과 주거가 가까운 것을 말한다. 이것은 물리적 요인과 시간적 요인이 함께 작용한다. 물리적으로 가까워도 통근시간이 길거나, 물리적으로 멀어도 통근시간이 짧을 수 있는데, 도로, 전철이 발달하면 직주근접의 효과가 있다. 직주근접은 역세권 개발이나 토지이용의 집약도로 개선할 수 있다. 직주근접은 직장인의 통근을 편리하게 하고 여가시간을 활용하여 삶의 질을 개선시키므로 도시계획 및 관리에서 중요한 과제다.(부동산용어사전, 2011. 5. 24., 부연사)

구현할 필요가 있을 것이다.⁵⁵⁾ 집과 직장이 가까이에 있거나, 대중교통만으로도 편리하게 통행할 수 있다면 승용차 없이도 편리하게 생활할 수 있다. 출퇴근 시간대 시내 도로와 대중교통차량 내부는 매우 혼잡한 수준으로, 이를 근본적으로 해결하기 위해서는 집과 직장 사이의 거리를 줄이는 직주근접 실현이 필요하다. 이와 함께 재택근무와 스마트워크 등 유연근무제를 활성화하고, 장기적으로 주요 대중교통 결절점을 중심으로 고밀·복합·입체적으로 개발하여 대중교통과 집과 직장이 가까이에 위치하는 대중교통 중심의 직주근접 도시구조를 지향해야 한다.

둘째, 용도지구⁵⁶⁾ 합리화가 필요하다. 서울 상업지역에 입지한 건축물의 비주거용도 비율은 82%로 높게 나타나고 있지만, [그림 18]과 같이 2000년 이후 주거용도의 비율이 증가하는 추세이다.⁵⁷⁾ 실질적으로 용도지구를 엄격히 유지해야 하는 이유가 명확하지 않다.

[그림 18] 서울시 상업지역의 용도 비율



자료: 맵다미·장남중, 「2030 서울플랜에 따른 중심지 용도지역의 재편방향 기초연구」, 서울연 2014-BR-11, 서울연구원, 2015, 16쪽.

55) 서울특별시, 「2030 서울도시기본계획」, 2014, 23쪽.

56) 용도지구는 독일에서 처음 도입되었는데, 밀도 개발에 의한 지가상승이라는 경제적 이익의 실현과 저밀도 주택의 보호라는 상충되는 욕구간 타협의 역사적 산물이었다.(조진우, “미국 토지이용규제 법제의 체계에 관한 연구”, 비교법연구 제11권 제1호, 2011, 159~188쪽.) 즉 독일은 시가지를 고밀도로 개발하고, 교외지 저밀도 개발을 유도하기 위해 도입되었다.(어경수, 「도시 토지이용 규제에 관한 비교연구 -독일·미국·일본·한국의 지역제를 중심으로-」, 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 1995, 142쪽.) 그러나 독일의 용도지구는 미국으로 건너가면서 공해산업을 배제하여 높은 수준의 주거환경과 상업용도 지역을 보호하는 목적으로 도입되었다.(조진우, “미국 토지이용규제 법제의 체계에 관한 연구”, 비교법연구 제11권 제1호, 2011, 159~188쪽.)

57) 맵다미·장남중, 「2030 서울플랜에 따른 중심지 용도지역의 재편방향 기초연구」, 서울연 2014-BR-11, 서울연구원, 2015, 16쪽.

셋째, 역세권 내에 도시환경정비사업 등이 시행되는 경우에는 역세권의 입지적 특성을 고려하여 근린상업, 업무, 주거, 공공서비스 등으로 기능을 특화하여 입체·복합화를 유도해야 한다.⁵⁸⁾ 역세권은 높은 대중교통 접근성을 지니고 있으므로, 주거와 비주거 기능을 입체·복합적으로 유도하여 직주근접을 실현하는 공간구조로 조성하고 있다.⁵⁹⁾ 준주거지역은 역세권을 중심으로 도심형 주거와 상업·업무기능을 보완하기 위한 복합용도지역으로 관리하는 방안을 검토할 필요가 있을 것이다.

이태원, 가로수길, 홍대 등 상업지역이 아닌 지역에서도 시장수요에 의해 새로운 유형의 상권을 형성하면서 상업기능을 활발히 수행하고 있다.⁶⁰⁾ 이와 같이 기능과 구조 양 측면에서 입체적인 스마트시티 구축을 위해서는 용도지구 합리화, 직주근접 정책 추진 등으로 역세권 입체·복합 토지이용 유도가 필요할 것이다.

5. 정책적 시사점

최근 스마트시티는 기존 도시와 기능적으로 구분하기 위해 ‘플랫폼으로서의 도시(city as a platform)’로 이해되고 있으므로, 입체적 스마트시티 구축을 위해 용도지구 유연화, 직주근접 정책 추진 등으로 역세권 입체·복합 토지이용을 유도할 필요가 있을 것이다. 이를 위해서는 다기능 공간 구축을 추구하는 스마트시티의 창의성과 역동성을 위해 용도지구 규제 합리화가 필요하다. 스마트시티는 4차 산업혁명 도래에 따른 사회·경제적 변화에 부응하여 앞으로 만들어가야 하는 미래도시를 지향해야 하므로, 스마트시티 구축 방향에 대한 폭넓은 사회적 공감대를 형성할 필요가 있을 것이다.

도시는 4차 산업혁명의 플랫폼으로 간주되고 있으며, 4차 산업혁명 대응을 위해 바람직한 스마트시티 구축이 요구되고 있다. 그런데 국토교통부는 기존 ‘유비쿼터스도시종합계획’을 2018년까지 ‘스마트시티도시종합계획’으로 활용할 계획이다. 도시인프라, ICT인프라, 공간정보인프라, IoT 및 도시혁신 등을 포함하는 지속가능한 도시로 발전해 나갈 수 있도록, 국토교통부는 국가 차원의 스마트시티 구축 방향을 조기에 마련할 필요가 있을 것이다.

58) 서울특별시, 「2030 서울도시기본계획」, 2014, 157쪽.

59) 서울특별시, 「2030 서울도시기본계획」, 2014, 157쪽.

60) 자료: 맹다미·장남중, 「2030 서울플랜에 따른 중심지 용도지역의 재편방향 기초연구」, 서울연 2014-BR-11, 서울연구원, 2015, 2쪽.

참고문헌

- 강상재, 「진보적 산업정책 방향과 과제」, 국회사무처 연구용역, 2015.
- 경기연구원, 「제4차 산업혁명 시대, 일자리 전략은?」, 2017.4
- 국회입법조사처, 「4차 산업혁명의 도래와 대응방안」, 2016.12
- 김남규, 「4차 산업혁명과 일자리, 그리고 기록관리」, 2017.6
- 김연중, 「4차 산업혁명과 우리 농업의 미래」, 세계농업 제202호, 2017.6
- 김보림, 「농업과 ICT의 융합 - 스마트팜」, 2016.12
- 농림수산식품기술기획평가원, 「제4차 산업혁명과 농업」, 2016.7
- 농촌진흥청, 「농업 R&D와 4차 산업혁명기술의 융합」, 2017.6
- _____, 「일본의 스마트농업 추진전략」, 2016.4
- 농림식품산업 미래창조포럼, 「4차 산업혁명과 농업·농촌 변화전망」, 2017.5
- 농림축산식품부, 「농식품분야 4차 산업혁명 대응 연찬회」, 2017.4
- 맹다미·장남중, 「2030 서울플랜에 따른 중심지 용도지역의 재편방향 기초연구」, 서울연
2014-BR-11, 서울연구원, 2015.
- 산업통상자원부, 국가R&D상위평가결과보고서
- 서울특별시, 「2030 서울도시기본계획」, 2014.
- 송중국, 「4차 산업혁명과 농업농촌」, 2017.1
- 오동하, 「BDI포커스: 부산형 스마트시티 모델과 구축 방안」, 부산발전연구원, 2011.
- 이상건, “국내외 스마트시티의 현황과 교훈”, 「국토연구원 개원 38주년 기념세미나」, 국토연
구원, 2016.
- 이승규, 「4차 산업혁명과 일자리 변화에 대한 국내 산업계의 인식과 전망」, 2017.2
- 이종원, 「4차 산업혁명과 농업부문 해외 관련 기술 및 연구동향」, 세계농업 제202호, 2017.6
- 이주량, 「4차 산업혁명과 미래 농업」, 세계농업 제200호, 2017.2
- 이현정, 「4차 산업혁명과 농업의 미래, 스마트팜과 공유경제」, 세계농업 제200호, 2017.2
- 임영훈, 「4차 산업혁명 대응 주요국 농업과학기술 정책동향」, 세계농업 제201호, 2017.4
- 장석인, “4차 산업혁명 시대 한국 제조업의 발전전략과 과제”, 산업연구원, 2017.
- 장승동, 「제4차 산업혁명과 농업」, 2017.4
- 정보통신정책연구원, 「4차 산업혁명과 일자리」, 2017.6

정은미, 「4차 산업혁명이 한국 제조업에 미치는 영향과 시사점」, 산업연구원, 2017.

한국고용정보원, 「4차 산업혁명이 직업세계에 미치는 영향」, 2016.9

한국경제연구원, 「제조업의 서비스화를 통한 산업경쟁력 강화방안」, 2016.

한국농촌경제연구원, 「4차 산업혁명과 미래 농식품 포럼」, 2017.4

한국언론진흥재단, 「4차 산업혁명에 대한 국민들의 인식」, 2017.4

한국정보화진흥원, 「스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력」, IT & Future Strategy 제6호, 2016.

한국지역정보개발원, 「제4차 산업사회, 스마트시티로 대응하다」, 2016년 지역정보화 이슈 리포트 제7호, 2016.

현대연구원, 「제조업혁신 정책 현황 평가와 시사점」, 현대경제연구원, 2014

DTTL, *Global Manufacturing Competitiveness Index*, 2016.

IFR, *World Robotics*, 2016.

OECD, *Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society*, 2015.
p.28

World Economic Forum, 「*The Future of Jobs*」, 2016.1

農林水産省, 「人工知能やIoTによるスマート農業の加速化について」, 2016.11

農林水産省, 「スマート農業の実現に向けた研究会の設置について」, 2013.11

<http://smartamerica.org/>

<http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/09/14>

<http://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov>

http://www.nist.gov/public_affairs/releases

<http://www.citydigital.uilabs.org/>

<http://www.dallasinnovationalliance.com/>

<http://www.mlit.go.jp/common/001088248.pdf>

<http://ec.europa.eu/eip/smartcities/>

<http://unstats.un.org/unsd/snaama/dnllist.asp>

<http://smartamerica.org/>

집 필

총괄 | 조용복 예산분석실장

심의 | 고기석 사업평가심의관
상지원 예산분석총괄과장
서세욱 산업예산분석과장
임종수 사회예산분석과장
박혜진 행정예산분석과장
정연수 경제산업사업평가과장
김수옥 사회행정사업평가과장
박홍엽 공공기관평가과장

작성 | 안태훈 예산분석관
변재연 예산분석관
허가형 예산분석관

지원 | 김현실 행정실무원
유선주 행정실무원
이병주 자료분석지원요원

4차 산업혁명 대비 미래산업 정책 분석 IV 산업 분야별 육성 및 고도화 정책 분석

발간일 2017년 10월 31일

발행처 국회예산정책처

이 책은 국회예산정책처 홈페이지(www.nabo.go.kr)에서
보실 수 있습니다.

ISBN 978-89-6073-485-2 93350

© 국회예산정책처, 2017

