

제4차 산업혁명에 대응하기 위한  
국토교통 플랫폼 구축 방안 연구  
(국외장기훈련)

2020년 5월

국토교통부  
양 윤 정



# 차 례



□ 국외훈련 개요 .....	1
□ 훈련기관 소개서 .....	2
□ 결과보고 요약서 .....	5
I. 서 론 .....	10
1. 연구 배경 및 필요성 .....	10
2. 연구 방향 및 방법 .....	11
II. 전방위적 정책환경의 변화 : 제4차 산업혁명 .....	12
1. 제4차 산업혁명의 개념 .....	12
2. 제4차 산업혁명의 진행영역 .....	22
3. 각국의 대응 동향 .....	28
III. 국토교통 분야에서의 제4차 산업혁명 .....	52
1. 도시의 미래 : 스마트시티 .....	52
2. 모빌리티 산업의 변화 : 자율주행과 공유경제 .....	73
3. 혁신적 물류 산업 : 드론 무인택배와 화물 운송 ....	94
IV. 나가며 - 4차산업혁명 시대, 대한민국 국토교통 정책이 나아갈 길 .....	102
□ 참고문헌 .....	104
□ 그림·표 목록 .....	108

## 국외훈련 개요

1. 훈련국 : 미국

2. 훈련기관명 : 하버드 대학교

(Harvard University, Harvard Kennedy School of Government)

3. 훈련분야 : 교통 물류

4. 훈련기간 : 2018. 8. 9 ~ 2020. 5. 24

# 훈련기관 소개서

칭	Harvard University, John F. Kennedy School of Government 대학교, 존 F. 케네디 공공 행정대학원	훈련기관 성 격	대학교
소재지 (홈페이지)	79 John F. Kennedy Street, Cambridge, MA 02138 ( <a href="http://www.ox.ac.uk">http://www.ox.ac.uk</a> )		
연혁	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1636년 : 하버드 대학 설립</li> <li>• 1935년 : 공공정책대학원 설립준비위원회 발족</li> <li>• 1936년 : 공공정책대학원(Graduate School of Public Administration) 설립</li> <li>• 1966년 : 케네디 행정대학원(J. F. Kennedy School of Government) 으로 개명, 동시에 존 F. 케네디 대통령의 업적을 기리기 위한 정치연구소(The Institute of Politics) 설립</li> </ul>		
기관 소개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하버드 대학교 케네디 스쿨은 1936년 설립되어, ‘공공 분야의 리더 양성을 통한 사회의 변혁’ 을 목표로 새로운 가치를 창출할 리더 육성</li> <li>• 케네디스쿨의 목표인 ‘공공 분야의 리더십 육성’ 에 따라 단순한 이론 수업이 아닌, 행정과 정치 분야에서 실무 경험을 바탕으로 한 수업과 사례 스터디를 통해 현실 세계의 이슈를 해결하고자 함</li> <li>• 13개의 산하 연구소를 운영하며, 각국에서 특별연구원(Senior Fellow, Visiting Scholar)을 초빙하여 그들의 전문적인 지식과 경험을 학생들과 공유 할 수 있도록 상호작용 촉진</li> </ul>		
소속학과 소개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하버드 케네디스쿨은 총 4가지의 석사과정을 운영               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공정책석사(MPP, 2년 과정), 행정학석사(MPA, 2년 과정), 국제개발정책석사(MPA/ID, 2년 과정), 행정학석사(MC/MPA, 경력 7년이상, 1년 과정)</li> </ul> </li> <li>• 2년 과정의 MPP는 직업경력 3년 내외의 젊은 집단으로, 주정부나 연방정부에서 근무하려는 미국 학생이 거의 80%를 차지</li> <li>• 2년 과정의 MPA는 30세 전후의 학생이 주로, 유학생 비중 약 50%. 필수 과목이 많은 MPP나 MPA/ID에 비해 선택의 폭이 넓으나, 상대적으로 같은 과정에 속한 classmate들끼리의 단결력이 약함. 수강생 전체가 얼굴을 마주하는 기회는 1주일에 한 번 있는 세미나로 한정.</li> </ul>		

<p style="text-align: center;">소 개</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 과정의 MPA/ID는 2000년에 설립된 국제개발 정책석사 과정이며, 타 석사과정에 비해 경제학을 활용한 양적 분석을 중요하게 여기는 것이 특징 <ul style="list-style-type: none"> <li>- MPA/ID 전 학장이자 필수과목 중 하나인 Development:Theory, Policy, and Evidence를 가르치는 데니 로드릭 교수는 “지식과 경험이 풍부하고 독자적인 비전/의견을 확실히 전할 수 있는 인재“를 육성하는 것이 이 과정의 목표라고 언급</li> <li>- 지원 자격이 엄격하여 미시·거시경제학, 미적분학 등 Quantitative 과목을 대학 때 수강했거나, 이후에라도 수강할 것을 필수로 상정</li> <li>- 박사과정 수준의 경제학 지식과 분석력을 익히면서 동시에 조직학, 법학, 정치학 지식을 융합한 다각적 접근 방법을 시도하며, 개발 현장에서 활용할 수 있는 실용적인 지식을 배움</li> <li>- 개발도상국 정부나 국제기구 등 개발 관련 문제를 해결하기 위한 여류 인턴십 과정은 필수이며, 석사 논문은 정부나 국제기구에 제출할 것을 상정한 정책 문서로 작성</li> </ul> </li> <li>• 1년 과정의 MC/MPA(미드커리어 MPA)는 사회 경력이 7년 이상인 학생들을 받으며, 평균연력은 약 39세. 학교는 이 학생들에게 현실 세계의 이슈를 학교에 가져와 주길 기대하고, 공공 정책에 대한 문제의식과 경험, 이를 다른 학생과 적극적으로 공유하려는 의지를 평가하여 합격 여부를 가린다고 함</li> </ul>
<p style="text-align: center;">학사일정 및 소요 학자금</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정규 학기는 9월 초 시작이고, MPA/ID 과정의 경우 Mandatory Math Camp를 8월 14일부터 9월 초까지 필수로 수강해야 함. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개강 후 첫 1주는 강의를 들어본 후 수강 여부를 선택할 수 있는 Shopping period를 운영하며 동 기간에 교수들은 참고도서 목록, 제출해야 할 리포트, 시험 시간표와 최종 성적 산출 방침 등을 소개</li> </ul> </li> <li>• 소요 학자금은 1년 당 5만5천불 가량으로, 한 학기당 학비와 보험료를 합쳐 2만7천불 정도를 지불함. 책값이나 Activity fee, course material 비용은 별도이고, 렌트비도 별도. 보스턴은 렌트비가 비싸 Harvard University Housing 기준 침실 하나짜리 아파트가 한달에 2,500불 가량</li> </ul>
<p style="text-align: center;">입학지원서류 관 련</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 케네디스쿨에 지원하려면 12월 중에 있는 Deadline까지 입학지원서류를 제출해야 함. 외국인 학생의 경우 TOEFL 점수가 필수이며, GRE나 GMAT 점수를 같이 제출해야 함. <ul style="list-style-type: none"> <li>- TOEFL: TOEFL 점수에 대한 커트라인은 공개되어 있지 않지만, 학교 측은 최소 100점 이상이어야 플루언트한 소통을 할 수 있다고 주장 <ul style="list-style-type: none"> <li>*토플 형식 관련 참고 : <a href="https://www.ets.org/ko/toefl/ibt/about/content/">https://www.ets.org/ko/toefl/ibt/about/content/</a></li> </ul> </li> <li>- GRE/GMAT: 일반 대학원 입학 시 필요한 GRE, MBA 지원을 위해 필요한 GMAT으로 분류. GMAT 점수는 지원자의 역량을 정량적으로 평가할 수 있는 주요 지표이기 때문에 점수가 높으면 좋음</li> </ul> </li> </ul>

캘린더  
(2018~2019)

2018-2019 Academic Calendar

**June-August**

June 25-July 9 MCMPA Seminar  
 July 11-Aug 9 MCMPA Summer Camp  
 Aug 1 Fall&January course syllabi due  
 Aug 27-31 Orientation (for incoming two-year students only)  
 Aug 31 Registration Round I begins

**September**

Sept 4-5 Shopping days  
 Sept 6 Classes begin  
 Sept 6-7 Fall bidding  
 Sept 7 Registration Round II begins  
 TBD Fall term cross-registration petitions for HKS credit deadline  
 Sept 20 Full-term and Fall 1 courses add/drop deadline  
 Sept 20 Cross-registration deadline

**October**

Oct 5 Fall 1 drop deadline  
 Oct 19 Fall 1 ends  
 Oct 22 Fall 2 begins  
 Oct 22 January session registration  
 Oct 26 Fall 1 final papers due

**November**

Nov 2 Fall 1 grades due, Fall 2 add/drop deadline (without notation)  
 Nov 30 Full-term and Fall 2 classes drop deadline (with notation)

**December**

Dec 7 Full-term, Fall 2 classes end  
 Dec 8-11 Reading period  
 Dec 8-20 Fall semester papers due  
 Dec 12-20 Fall semester exam  
 TBD January session drop deadline  
 Dec 15 Spring course syllabi due

**January 2019**

Jan 2-18 January session (optional)  
 Jan 3 January session add/drop period  
 Jan 24-25 Shopping days  
 TBD Registration Round I  
 Jan 25 January session grades due  
 Jan 28 Full-term and Spring 1 begin  
 TBD Spring bidding  
 TBD Registration Round II  
 TBD Spring term cross-registration petitions for HKS credit deadline

**February**

Feb 8 Cross-registration deadline (Full-term and Spring 1 courses)  
 Feb 8 Full-term and Spring 1 courses add/drop period

**March**

March 8 Spring 1 drop deadline  
 March 15 Spring 1 ends  
 March 16-24 Spring break  
 March 25 Spring 2 begins  
 TBD Graduation Paper Deadline  
 March 29 Spring 1 final papers due

**April**

April 5 Spring 2 add/drop deadline  
 April 5 Spring 1 grades due  
 April 26 Full-term and Spring 2 classes drop deadline (with notation)

**May**

May 3 Spring 2 classes end  
 May 4-7 Reading period  
 May 4-17 Spring semester papers due  
 May 8-17 Spring semester exam  
 May 20 Full-term grades due  
 May 27-31 Commencement Week

# 훈련결과보고서 요약서

훈 련 자	양윤정	직 급	5급
소 속	국토교통부		
훈 련 국	미국	훈련기간	‘18.08.09~ ‘20.05.23
훈련기관	하버드 대학교	훈련구분	장기
훈련목적	제4차 산업혁명에 대응하기 위한 국토교통 플랫폼 구축방안 연구	보고서매수	109매
<p>□ 연구의 배경 및 필요성</p> <p>○ 디지털·물리학·생물학적 영역의 기술이 융합되는 새로운 혁명으로 이해되는 ‘제4차 산업혁명’은 기업 비즈니스는 물론 국민의 일상과 삶의 질에 지대한 영향을 미치고 있음</p> <p>○ 제4차 산업혁명은 국토교통 분야에도 전방위적 영향을 미치고 있는데, 다양한 첨단기술을 국토교통 정책영역에 융복합하기 위해서는, 혁신적 기술을 엮은 서비스 제공의 장(場)으로서 ‘플랫폼’과 그 뒤에 자리잡은 생태계에 대한 심도있는 이해가 필요함</p> <p>* 국토교통 정책분야의 4차 산업혁명과 관련된 기술개념에는 스마트 도시, 스마트 도로, 자율주행 자동차, 드론 기술, 교통정보 빅데이터 활용, 시공 무인화, 3차원 모델링 설계, SOC 실시간 모니터링 등이 있음</p> <p>○ 본 보고서는 제4차 산업혁명이 이루어지는 진행영역과 각국의 정책대응 동향을 점검한 뒤, ‘도시·모빌리티·물류’를 중심으로 국토교통 정책 분야에서의 혁신을 다루어, 이를 활용하기 위한 국토교통 플랫폼 구축에의 정책적 시사점을 도출하는 것을 내용으로 함</p>			

□ 전방위적 정책환경의 변화 : 제4차 산업혁명

- 제4차 산업혁명에서 중추적 역할을 하는 세 가지 핵심기술로는, (1) 사물인터넷(IoT: Internet of Things : 사물 간 센싱, 네트워킹, 정보처리 등을 인간의 개입 없이 처리), (2) 빅데이터 기술(Big Data : 다양한 형태의 대규모 정보를 빠른 속도로 생성·유통·처리), (3) 인공지능(Artificial Intelligence : 인간과 유사하게 사고하며 학습하는 컴퓨팅)을 들 수 있음
- 세계 각국 정부는 제4차 산업혁명에 따른 변화에 발맞춰 첨단 기술을 보유한 민간이 활동할 수 있는 다양한 기반 인프라 마련과 인력 육성 등 실질적 지원 사업을 추진하고 있음
  - 주요국의 구체적 대응전략은 기존 산업의 경쟁우위를 강화하는 데 초점을 두고 있으며, 스마트 공장 설립(독일), 로봇공학(일본), 선진 제조업 설비 마련 및 사이버화폐 사용(중국), 클라우드·빅데이터 플랫폼 구축(미국), 금융산업 선진화(영국) 등 국가별로 조금씩 다른 양상
  - 또한 개별기술 단위의 진흥과 투자의 한계를 경험한 선진국들은 기술표준을 제정하여 산업 간 교류와 이종결합, 그리고 글로벌 기술표준을 선점하고자 노력중임
  - \* ‘인더스트리 4.0’이라는 정책 패키지의 한계를 경험한 뒤, 산업혁명에 수반되는 제도적 기반(보안, 표준화, 고용정책)을 마련하는 ‘플랫폼 인더스트리 4.0’을 가동 중인 독일이 대표적
- 우리 정부 역시 ‘제4차 산업혁명 전략위원회’를 조직하여 범정부적 대응을 적극 도모하고 있음에도, 교육, 기술 숙련도 등에 비해 법·제도적 기반은 상대적으로 취약한 실정
- 그러므로 규제 샌드박스의 활용도를 높이고 기술변화에 맞지 않는 규제를 정비하는 등, 정책환경 변화에 민첩하게 대응하기 위한 혁신적 행정·규제 패러다임으로의 전환이 요구됨

□ 국토교통 분야에서의 제4차 산업혁명

- '초연결(hyperconnectivity)'과 '지능화(superintelligence)'를 특징으로 하는 제4차 산업혁명이 물리적 공간에서 효과적으로 진행되기 위해서는 도시, 모빌리티, 물류 영역에서의 국토교통 정책이 잘 갖추어져야 함

[1] 도시의 미래 : 스마트시티

- '도시의 디지털화를 통한 지속가능한 도시'를 만드는 것으로 이해되는 '스마트시티'는, 정보기술을 교통, 환경, 에너지, 상·하수도 등 도시 인프라와 연계하여 도시 관리의 효율성을 제고하고 시민의 삶의 질을 높이는 것이 핵심
  - 지역 주도형 개발계획을 중심으로 민간기업이 참여가능한 시장 조성에 주안점을 둔 미국, 기존 도시공간 내 사업을 지원하는 경향을 지닌 유럽과 달리, 아시아권 국가들은 도시인구 증가로 인한 문제해결의 수단으로 정보통신기술에 기반한 첨단 인프라 중심의 서비스 보급에 초점
- 스마트 시티에서 디지털 기술이 눈에 띄는 요소이기는 하나, 완전히 기능하는 스마트시티는 도시계획 및 관리, 디지털 생태계, 시민참여라는 세 가지 요소가 중요함
  - 그간 우리나라는 택지개발, 신도시 건설, 도시재생 등에서 정부주도의 체계적 접근을 취해왔는데, 시민의 의견반영과 참여가 다소 미진하였다는 평가가 존재함
  - 성공적인 스마트시티 건설을 위해서는, 3차원 공간정보 플랫폼과 연계하여 시민참여를 확대하고, 해외수출을 통한 신성장 동력으로 발돋움할 수 있도록 국가적 차원의 가이드라인을 마련해야 함
  - 또한 민주적 거버넌스의 틀로서 스마트시티가 기능하기 위해, 감시·통제 체제로의 전환 등의 우려는 불식시킬 수 있도록 개인정보 보호나 정보 보안을 위한 제도적 대책도 마련해야 함

## [2] 모빌리티 산업의 변화 : 자율주행과 공유경제

- '운전자의 개입 없이 차량 스스로 주변 환경과 위험을 인지하여 스스로 안전주행하는 자동차'를 의미하는 자율주행 모빌리티 기술은 차량 탑승 경험과 이동시간의 의미를 전면적으로 바꾸나가고 있음
- 전통적 자동차 제조업체는 기존 자동차 산업의 주도권을 유지한 상태에서 자율주행의 단계적 기술개발을 진행하고 있는 반면, 테슬라·구글·우버 등의 정보기술 기업들은 인공지능과 소프트웨어 기술을 기반으로 1~3단계를 뛰어넘어 바로 완전자율주행(4~5단계)을 구현하고자 노력 중임
  - 완전자율주행 단계의 자율주행차 보급이 확대되면 운전자 과실로 인한 교통사고 감소, 장애인이나 노약자의 이동성 제고, 운전자 여가시간 확대 등이 기대됨
- 이러한 자율주행 기술이 대중교통 서비스 분야에서 공유경제 개념과 접목될 경우 교통체증 완화, 배기가스 감소 등의 효과를 기대할 수 있음
  - 신기술의 등장에 따라 경쟁력이 줄어드는 기존 산업의 종사자들을 보호하기 위한 방법으로, 공유차량 서비스 이용에 일정율 혹은 일정액의 세금을 부과하여 기존 택시업계에 보조금을 지급하는 방식도 존재(호주, 미국 메사추세츠 주 등)
- 자율주행 기술의 우리 사회가 과실을 향유하려면, 기술혁신 못지않게 시스템 혁신이 뒷받침되어야 하며. 자율주행차 맞춤형 도로 및 교통 시스템 구축, 보험 제도의 변경 등의 규제 합리화가 이에 해당
- 관련 기술 R&D 지원뿐 아니라, 공공부문만이 수행할 수 있는 지능형도로와 초정밀지도 등 공공 인프라 구축, 안전 보장과 위험의 합리적 분담을 위한 제도를 마련한다면, 운전자 개인 차원은 물론 사회 전체적인 효율성 혁신 향유 가능

[3] 혁신적 물류 산업 : 유통 시스템과 드론 무인택배

- '자동비행이 가능한 무인항공체'를 뜻하는 드론은, 비행체와 지상통제장비, 데이터링크와 지원체계 등으로 구성된 첨단 기술의 집약체로 그 활용가능성이 무궁무진함
- 드론을 활용한 국토교통 혁신 분야의 하나는 물류 혁신으로, 글로벌 기업 아마존이 추진중인 '드론 택배'가 이에 해당됨
  - 상업용 화물 운송 혁신을 주도하기 위한 민관협력제도 활발히 형성되고 있으며, 다수 화물회사의 물류허브 역할을 하고 있는 미국 텍사스 주 덴튼 지역에 모빌리티 혁신 기술을 검증하기 위한 모빌리티 혁신 지구(Mobility Innovation Zone)를 설립한 AllianceTexas의 행보가 대표적
- 드론을 활용한 또다른 혁신은 교통 분야에서 진행중이며, 항공동력 기술의 진전과 공역 관리의 제도혁신이 수반된다면, 개인비행체와 에어택시 등의 아이디어는, 돌발변수가 많은 도로 위 자율주행 자동차보다 오히려 더 빨리 실현될 것이라는 전망도 존재

□ 4차 산업혁명 시대, 대한민국 국토교통 정책이 나아갈 길

- 첨단 개별기술의 진보와 이를 지원하는 역할 못지않게 중요한 정부의 역할은 바로 제4차 산업혁명이 이루어지는 산업 생태계를 잉태하고 활성화하는 기반인 플랫폼 구축을 위해 정부가 정책환경 변화에 부응하는 제도 혁신을 하는 것
- 기술 표준화, 기술 검증과 정보교류·연계 플랫폼의 구축 등이 제도혁신의 요체이며, 신기술이 개발되었음에도 법·제도의 미비로 국토교통 분야의 발전이 지체되는 일은 방지해야 함
- 나아가 신속한 산업구조 재편에 따른 부작용과 문화 지체, 파괴적 혁신에 따른 기존 산업의 급속한 구조조정 등의 문제를 해결하기 위한 포용적 정책수단의 도입도 고려한다면, 국토교통 분야에서의 제4차 산업혁명이 국민 삶의 질 개선과 경제발전의 기폭제로 작용할 수 있을 것

# I. 서론

## 1.1. 연구 배경 및 필요성

2016년 1월 개최된 다보스 포럼(World Economic Forum)에서 처음 ‘제4차 산업혁명’이라는 개념이 화두가 되었다. 디지털과 물리학, 생물학적 영역의 기술이 융합되어 기존과 상이한 속도, 범위, 연결성을 보이며 경제사회 전반에 영향을 미치고 있는 새로운 현상을 정의하고, 실현하기 위한 세계 각국 기업과 정부, 연구기관들의 움직임이 활발하다.

사물인터넷(IoT: Internet of Things), 인공지능(AI: Artificial Intelligence), 빅데이터 기술 등 변화의 동인이 되는 핵심 기술에 대한 인식은 형성되었지만 기술 발전으로 구현된 ‘플랫폼’과 그 뒤에 자리잡은 생태계에 대해서도 조명이 필요하다. 플랫폼 전략론의 권위자인 MIT(Massachusetts Institute of Technology)의 안드레이 학주 교수는 “제4차 산업혁명 시대에서는 ‘장(場)’을 가진 자가 부의 미래를 지배한다”고 언급하였으며 우버, 페이스북, 알리바바, 에어비앤비 등 세계적 기업은 강력한 플랫폼을 기반으로 영향력을 증대시키고 있다.

일례로 세계 최대의 택시 회사인 우버(Uber)는 차량을 소유하고 있지 않으며, 가장 인기있는 미디어 소유자인 페이스북(Facebook)은 콘텐츠를 생산하지 않는다. 가장 광범위한 유통업체로 평가되는 알리바바(Alibaba)는 재고를 갖고 있지 않으며, 가장 큰 숙박시설 제공 업체인 에어비앤비(Airbnb)는 부동산을 소유하지 않는다. 제4차 산업혁명이 도래하는 시대에서는 소비자를 한 곳에 모으고 그들 간, 그리고 그들과 생산자를 연결해 주는 것이 사람들이 소비하고자 하는 것을 직접 생산하고 판매하는 것보다 더 영향력이 크다는 것을 보여주는 예다.

제4차 산업혁명은 국토교통 분야에도 전방위적 영향을 미치고 있다. 스마트 도시, 스마트 도로, 자율주행 자동차, 드론 기술, 교통 정보 빅데이터 활용, 시공 무인화, 3차원 모델링 설계(BIM: Building Information Modeling), SOC 실시간 모니터링 등의 기술을 국토교통 영역에 어떻게 융복합하고 적용할 지에 대한 연구가 필요하다. 또한 국토교통 영역에 예상되는 근본적 변화에 대응하여 제4차 산업혁명의 핵심인 ‘플랫폼’ 개념을 국토교통 분야에 어떻게 적용할 수 있는지에 대해서도 심도있는 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 제4차 산업혁명이라는 새로운 패러다임이 가져온 변화를 활용하고, 더 나아가 이를 선도적으로 이끌어가기 위해 제4차 산업혁명의 정확한 개념과 경제사회적 영향력, 국내 및 선진국의 다양한 대응 전략을 살펴봄으로써 제4차 산업혁명의 핵심 기술을 국토교통 분야에 접목시킬 수 있는 방안과 이를 정책적으로 활성화할 수 있는 가능성을 모색하고자 한다.

## 1.2. 연구 방향 및 방법

먼저 제4차 산업혁명의 개념과 진행영역을 살펴보고, 선진국 및 신흥국의 대응 동향을 살펴보고자 한다. 제4차 산업혁명에 대응한 각국의 정책기조 및 정책 수단 변화를 살펴보고, 이를 통해 각국의 제4차 산업혁명 대응 전략과 장단점을 파악하여 국내 정책 도출을 위한 기반으로 삼고자 한다.

이후 스마트시티, 자율주행차, 공간정보 등 국토교통 분야에서 활용가능한 4차 산업혁명 기술 및 동 기술의 도입으로 나타날 영향을 도시, 주택, 모빌리티, 물류로 나누어 분석하고, 제4차 산업혁명으로 인한 기회와 위기 분석을 바탕으로 대한민국 국토교통 정책이 나아갈 길을 모색하고자 한다. 이와 연계하여 국토교통 정책 목표에 따른 플랫폼 구축 전략 또한 다루고자 한다.

## II. 전방위적 정책환경의 변화 : 제4차 산업혁명

### 2.1. 제4차 산업혁명의 개념

#### 1) 산업혁명(Industrial Revolution)의 정의 및 발달 과정

‘혁명’이라는 용어는 ‘경제 시스템과 사회 구조를 완전히 바꾸는 새로운 기술 또는 새로운 세계관의 출현’으로 정의된다. 즉, 어떠한 사회 현상이 혁명으로 정의되기 위해서는 ① 새로운 기술과 ② 그로 인한 사회의 완전한 변화라는 두가지 전제 조건이 충족되어야 한다. 혁명에 대한 동 정의는 영국 역사가 아놀드 토인비(Arnold Joseph Toynbee)가 처음 제시한 ‘산업혁명’에 대한 정의와도 맞물려 있다. 우리가 경험하는 ‘산업혁명’이라는 현상은 이전에 보지 못했던 새로운 기술의 출현으로 우리가 살고 있는 사회가 완전히 다른 형태로 변화하는 것을 의미한다.

신기술	→	완전한 사회 변화
증기기관	제1차 산업혁명 (18세기 ~19세기)	생산의 기계화로 인간 수작업을 기계가 대체
전기	제2차 산업혁명 (19세기 중반 ~ 20세기 초)	가정노동 부담 완화로 여성 인력의 사회 진출
컴퓨터, 인터넷	제3차 산업혁명 (1960년대 ~ )	모두가 손쉽게 정보 접근이 가능
사물인터넷, 빅데이터, 인공지능	제4차 산업혁명 (2016년대 ~ )	모든 것이 상호 연결된 스마트 사회

표 1. 각 산업혁명을 정의하는 핵심 신기술 및 사회 변화

제1차 산업혁명은 인간 사회가 농업 및 수공업 노동에 기반한 산업에서 대량생산이 가능한 시대로 전환되었음을 의미한다. 증기기관의 발명으로 교통수단과 생산이 자동화되면서 인간의 수작업으로 하던 생산의 영역에 기계가 들어와 생산의 역할을 하는 개념이 자연스러운 사회가 되었다. 기계로 가득한 대형 공장이 설립되며 일자리를 찾아 도시로 몰려든 사람들로 인해 급격한 도시화가 발생하였고, 증기선 및 기차의 잇따른 발명으로 원거리 운송이 가능해져 도시에 사는 인구에게 농촌에서 생산된 농산물을 유통시킬 수 있게 되어 도시화를 유지할 수 있는 기반이 형성되었다.

증기기관 발명이 제1차 산업혁명을 촉발했다면, 제2차 산업혁명은 전기의 발견으로 시작되었다고 볼 수 있다. 전기 에너지 기반의 컨베이어 벨트 체계는 생산 공정을 자동화시키며 생산성이 대폭 증가했고, 대량 생산으로 인한 자원의 풍요는 소비자가 개인의 취향에 관심을 가지고 이를 추구할 수 있는 기반이 되었다. 자동차의 보급으로 개인적 운송수단 사용이 늘었고, 다양한 가전제품은 여성의 가사 노동 부담을 덜어주어 적극적으로 사회에 진출할 수 있는 기술적 기반으로 작용했다. 일례로, 세탁기가 발명되기 전 일반 가정에서 세탁에 필요한 시간은 한달에 40시간이었으나, 제품 발명 후 거의 10분의 1가량으로 줄었다.

3차 산업혁명은 ‘컴퓨터’와 ‘인터넷’이라는 새로운 기술로 대표된다. 인터넷을 통해 전세계가 연결되며 장소와 시간에 구애받지 않고 정보 공유가 활발히 일어났다. 정보의 디지털화는 이전까지 소수의 엘리트만이 정보에 접근할 수 있던 구조를 중심으로 구성되었던 권력 역학을 변화시켰다. 가상공간이라는 개념이 등장하며 사람들의 의사소통 패턴을 변화시켰다. 제3차 산업혁명이라는 용어를 처음 제시한 미국의 경제학자 제레미 리프킨(Jeremy Rifkin)은, 산업 활동이 수평적 권력 구조를 중심으로 이루어지고 공유경제가 활성화된 사회를 제안했다.

## 2) 제4차 산업혁명의 특징

제4차 산업혁명은 인공 지능, 사물 인터넷, 빅데이터 등 첨단 정보통신 기술이 경제사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명이라 정의한다. 현재 진행되고 있는 변화를 3차 산업혁명의 연장이 아니라 4차 산업혁명으로 따로 구분하는 이유는 ‘초연결(hyperconnectivity)’ 과 ‘지능화(superintelligence)’ 때문이다. 3차 산업혁명 시대에는 컴퓨터와 휴대전화만이 인터넷 연결 대상이었다면 지금은 자동차, 세탁기 등이 사물인터넷을 통해 연결되고 있다. 기존의 산업혁명이 인간의 육체 노동을 자동화하는 것인 반면, 4차 산업혁명의 기술 혁신은 인간의 정신 노동 및 지식 작업까지 자동화시키는 방향으로 발전하고 있다.



그림 1. 제1~4차 산업혁명 연혁 (출처: 4차산업혁명위원회, 2017)

제4차 산업혁명이라는 용어는 2016년 1월 다보스에서 개최된 세계경제포럼에서 스위스 경제학자 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)이 처음 제시하였으며, 디지털 기술과 물리학, 생물학이 융합되어 엄청난 폭과 깊이의 변화가 도래한 새로운 산업 시대를 대표하는 용어로 자리잡았다. 제4차 산업혁명의 핵심은 대표 신기술 간 상호작용이다. 사물인터넷은 빅데이터를 생산하고, 빅데이터와 머신 러닝은 인공지능의 발전을 가능하게 한다. 일례로 자율주행을 실현하기 위해서는 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷의 3박자가 맞아떨어져야 한다.

### 3) 제4차 산업혁명의 핵심 기술

제4차 산업혁명은 다양한 새로운 기술을 기반으로 하지만 다음의 세 가지 기술이 제4차 산업혁명을 기존 기술로 인한 변화와 차별화하는 핵심이라고 할 수 있다.

#### ① 사물인터넷 기술(IoT: Internet of Things)

사물인터넷 기술은 물리적 세계에 있는 ‘사물’을 인터넷에 연결시키는 기술이다. 사물인터넷이란 광의적으로 사물 간 센싱, 네트워킹, 정보 처리 등을 인간의 개입 없이 상호 협력하며 지능적인 서비스를 제공해 주는 사물 공간 연결망을 의미한다.

사물인터넷이 구현되기 위해서는 사물에 설치한 센서들이 수집하는 정보가 유·무선 네트워크로 연결되어 공유될 수 있는 ‘센서 네트워크’와, 센서 네트워크를 통해 생성된 방대한 양의 데이터를 수집·관리하는 ‘빅데이터 기술’, 그리고 효과적인 빅데이터 분석을 통해 사물인터넷 환경이 목적에 맞게 제대로 동작하도록 지원하는 ‘인공 지능’ 간 유기적 상호 작용이 필요하다.

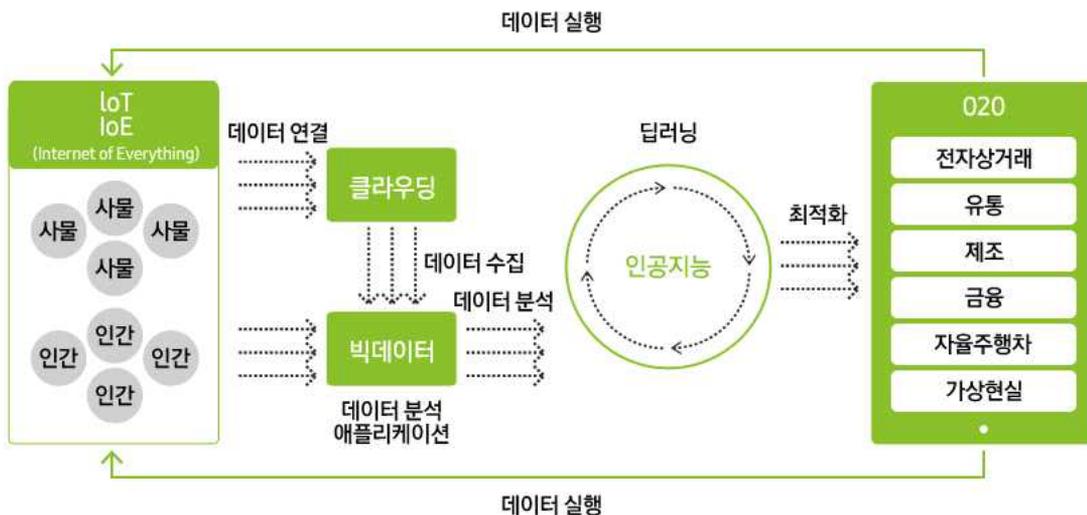


그림 2. 제4차 산업혁명의 작동원리-IoT, 빅데이터, 인공지능 간 상호연관성 (출처: 삼성뉴스룸, 2017)

사물인터넷은 사람들의 일상 생활을 획기적으로 변화시킬 것으로 예상된다. 예를 들어 매사추세츠 공과대학(MIT)에서는 기숙사 공용 세탁실에 센서를 설치하고 인터넷에 연결하여, 학생들이 어떤 세탁기와 건조기가 사용 중인지를 실시간으로 파악할 수 있게 해두었다. 이외에도 쓰레기통에 부착된 센서가 쓰레기가 얼마나 가득찬는지에 대한 정보를 제공하여 관련 기관이 수거차량의 배차 간격과 최적 루트를 조정할 수 있게 해주는 사례와, 도로에 부착된 센서가 불법 주차 차량을 실시간으로 인식하고 규제기관에 정보를 제공하는 사례가 있다.

사물인터넷은 전력산업의 사업모델도 변화시키고 있다. 전력 소비자, 소규모 신재생에너지 발전시설, 전기차 충전시설, 에너지저장장치(ESS) 등을 연결하여 양방향 전력거래나 에너지 소비 합리화가 가능하도록 하는 것이다. 독일을 중심으로 발전되는 중인 ‘스마트 공장’은 사물인터넷을 제조 현장에 적용한 것이다. 인더스트리 4.0 이라고도 불리는 산업용 사물인터넷(IIoT)은 지능형 커넥티드 디바이스를 통한 운영 프로세스 자동화를 추구하고 있으며, 운송, 제조, 에너지 등 다양한 산업 분야에 활용되고 있다. 일례로 선박 엔진, 항공기 엔진, 가스 터빈 등을 제조하는 중공업 회사 롤스로이스(Rolls-Royce)는 사물인터넷을 오퍼레이션에 적용해 운행 중인 엔진들에서 데이터를 수집하고 분석하여 실시간으로 모니터링하고, 고장 가능성을 진단하여 이상상황이 예측될 시 원격으로 조치하거나 정비팀을 배치시키고 있다.

서비스 분야에 사물인터넷이 적용된 대표적 사례는 핀테크와 디지털 헬스케어다. 중국 전자상거래 업체인 알리바바(Alibaba)는 지급결제 서비스인 알리페이에서 고객 거래데이터를 분석하여 신용평가 모델에 접목함으로써 대출, 자산관리, 보험 등 다양한 금융 서비스를 제공하고 있다. 헬스케어 분야에서 생체 정보 센서와 사물인터넷이 상호작용한다면, 병원을 방문하지 않고도 건강 상태를 실시간으로 확인할 수 있다.

	<b>인공지능 디라닝</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>20163월 인간고수와의 배독대결 41 승리</li> <li>인간 지적능력을 보조해 의사결정 효율화</li> <li>주요 업종에서 인간 대체, 장기적으로 인간 지배 우려</li> </ul>		<b>산업인터넷</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>GE, 2015년 센서와 데이터분석으로 산업용장비를 최적화 하는 Predix 시스템 도입</li> <li>장비 성능 최적화로 효율성 제고, 에너지 절감(항공기의 실시간 경로 최적화로 매년 연료 2조원 절감 가능)</li> </ul>
	<b>자율주행차</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>구글, 20174월 250만 마일 시험주행(400년 운전경력에 해당)</li> <li>운전자 과실로 인한 교통사고 감소, 차량 운용 효율화로 배기가스 감소</li> <li>사고 관련 윤리적 문제, 책임 문제 우려</li> </ul>		<b>스마트 공장</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>아디다스, 2015년 독일에 스피드 팩토리 설립</li> <li>1컬러 제작시간 3주 → 5시간 목표</li> <li>제조 생산성 제고, 선진국의 리소어령 확대</li> </ul>
	<b>인공지능 의사</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>IBM 왓슨, 수백 권의 저널, 수만 건의 치료사례 학습 후 실제 병원에서 진단</li> <li>질병 진단의 속도 및 정확도 제고 기대</li> <li>의료사고 책임 소재 불분명, 기존 의료체계와의 갈등 우려</li> </ul>		<b>로보어드바이저</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>인간 개입을 최소화하여 온라인에서 재무상담 제공( robo advisor)</li> <li>미국 로보어드바이저 운용자산 규모: 20144월 115억 달러 → 2016년 3천억 달러</li> </ul>
	<b>공유경제</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>전 세계 581개 도시에서 서비스 제공, GM, 포드 등의 시가총액 추월</li> <li>차량 운용 효율화, 서비스 품질 제고</li> <li>기존 사업자(택시)와의 갈등</li> </ul>		<b>디지털 비서</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>애플 시리, 구글 나우, 아마존 알렉사 등</li> <li>음성만으로 기기 조작, 고령자, 장애인 사회활동 보조 기대</li> <li>안식 오류로 기기 오작동, 개인 사생활 노출 우려</li> </ul>
	<b>무인 매장</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>아마존, 201612월 매장직원과 결제라인 없는 '아마존 go' 시범 운영(미국 시애틀)</li> <li>소비자 편의성 증대, 유통의 효율화 기대</li> <li>고용 감소 우려</li> </ul>		<b>로봇요리사 웨이터</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>마소로보틱스, 20173월 햄버거 조리 로봇 플리피 매장 도입 (미국 캘리포니아)</li> <li>중국 저장성 레스토랑, 2015년 로봇 웨이터 도입</li> </ul>
	<b>스마트 광능업</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Climate(온산도 안수)는 "필드뷰" 시스템을 통해 과거 수십년간 기후, 토양, 작물 상태, 예상 수확일자 수확량 등의 정보를 제공해 단위면적당 수익 증가</li> <li>경험기반 농업 → 데이터기반 농업</li> </ul>		<b>스마트 시티</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>구글 자회사 Sidewalk Labs는 미국 교통부와 함께 교통데이터 플랫폼 Flow를 개발</li> <li>세계 스마트 시티 시장은 2020년까지 1조 달러에 이를 전망</li> </ul>

그림 3. 분야별 사물인터넷 적용 사례 (출처: STEPI, 2017)

## ② 빅데이터 기술(Big data technology)

빅데이터란 Volume(엄청난 규모), Variety(다양한 형태), 그리고 Velocity(빠른 생성·유통속도)의 특성을 띤 데이터를 의미한다. 빅데이터 기술이란 이러한 데이터를 수집하고 분석하여 의미있는 정보를 발견하는 것이다. 빅데이터 기술은 데이터를 바탕으로 결론을 도출하므로 사람의 직관에만 의존하는 것보다 더 정확한 예측을 얻을 수 있다. 전략컨설팅 회사 맥킨지(McKinsey)에서는 빅데이터를 혁신과 경쟁력 강화, 생산성 향상을 위한 주요 원천이라고 언급했다.

스마트폰 사용, 사물인터넷과 클라우드 컴퓨팅 등으로 데이터의 양과 범위가 비약적으로 늘어나면서 빅데이터의 활용과 분석기술이 제4차 산업혁명 시대 핵심역량으로 부상하였다. 빅데이터 환경과 관련, 글로벌 시장조사 기관 IDC(International Data Corporation)는

2020년 기준 전세계 인구가 생성하는 연간 데이터가 50조 기가바이트에 이를 것이라 예측했다.

구분	기존	빅데이터 환경
데이터	정형화된 수치자료 중심	비정형의 다양한 데이터 - 문자 데이터(SMS, 검색어) - 영상 데이터(CCTV, 동영상) - 위치 데이터
관련 장비/ 하드웨어	고가의 저장장치 데이터베이스 데이터웨어하우스 (data-warehouse, 기업이 보유한 데이터 통합)	분산 병렬처리 기술 클라우드 컴퓨팅 등 비용 효율적인 장비 활용 가능
소프트웨어/ 분석 방법	관계형 데이터베이스(RDBMS) 통계패키지(SAS, SPSS) 데이터마이닝(data mining) 머신 러닝	비관계형 데이터베이스(NoSQL) 오픈소스 프레임워크(Hadoop), 오픈소스 통계패키지(R) 텍스트 마이닝(text mining) 온라인 버즈 분석(opinion mining), 감성 분석(sentiment analysis)

표 2. 빅데이터 환경의 특징 (출처: KISRI, 2012)

빅데이터 기술은 이미 다양한 산업 분야에서 활용되고 있다. 미국 배달 앱 Doordash의 배달경로 최적화나 아마존의 도서 추천 시스템, 넷플릭스의 콘텐츠 추천 알고리즘 뿐 아니라 영화의 성공 예측, 유행할 것으로 예상되는 의류 제작 등에도 활용되고 있다. 구글의 자동번역시스템은 이미 번역된 문서들을 데이터화하고, 컴퓨터가 패턴을 발견해 번역하는 방식을 활용하고 있다.

빅데이터 환경은 민간 기업의 경영활동 뿐 아니라 공공 부문의 혁신을 이끄는 기반으로도 활용되고 있다. 도로 모니터링을 통한 포트홀 예방 체계, 재난 경보 시스템 등이 있으며, 서울시의 경우 KT의 이동통신망 데이터와 서울시가 보유한 교통 데이터를 융합·분석하여 심야 시간에 유동인구가 많은 곳을 중심으로 심야버스 노

선을 운영한 바 있다. 공유된 데이터를 기반으로 한 가치 창출은 정부와 기업, 전문가 집단 간 소통과 협업 뿐 아니라 다수의 일반 시민이 참여하는 크라우드 소싱(Crowd-sourcing)을 통해서도 이루어질 수 있다. 기업의 제품 생산이나 서비스 개선 과정에 소비자를 참여시키는 크라우드 소싱 전략을 정부 정책 수립과정에 활용하는 것이다.

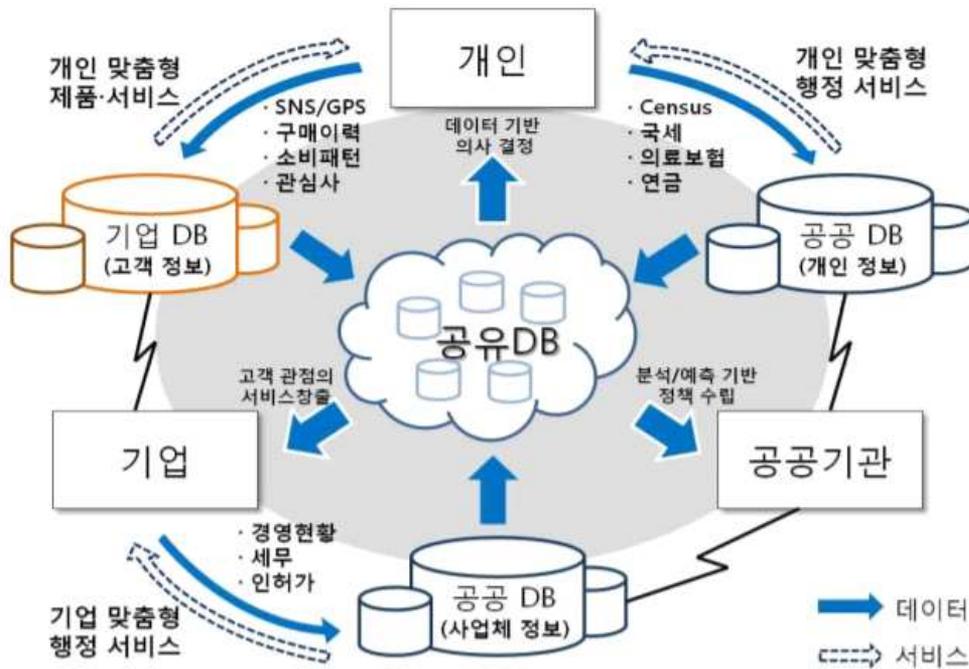


그림 4. 빅데이터 기반 맞춤형 서비스 개념도 (출처: KISRI, 2012)

### ③ 인공지능(Artificial Intelligence)

인공지능은 컴퓨터를 인간처럼 생각하게 하는 기술이다. 인간의 학습 능력, 고도의 추론 능력, 지각 능력, 언어 이해 능력 등을 컴퓨터로 모방하기 위해 관련 기술이 지속적으로 발전해 왔다. 인공지능의 핵심 원리는 사람이 일일이 정보를 입력하거나 판단 기준을 정해주지 않아도 기계가 스스로 정보를 모아 패턴을 학습하는 ‘딥러닝(Deep Learning)’이다. 데이터를 입력·분류해 스스로 학습하는 다양한 기계학습(Machine Learning) 방법 중 딥러닝은 인공신경망 이론을 기반으로 인간의 뉴런과 유사한 복수의 입·출력 계층을 활용한다.

산업 부문에서 인공지능은 빅데이터, 사물인터넷과 연동되어 활용되고 있다. 인공지능 알고리즘으로 맞춤형 투자 포트폴리오를 제공하는 로보어드바이저(Robo-Advisor), 인공지능 소프트웨어로 모바일 메시징 플랫폼에서 활용되는 챗봇(Chatbots), 센서를 통해 주변상황을 파악해 운전자 주행을 지원하는 자율주행자동차 등이 있다.

AI 기술은 교육, 법률, 의료와 같은 서비스 부문으로도 확장될 것으로 예상된다. 일례로 AI 변호사는 인간 변호사보다 약 만 배 가량 빠르게 법률 상담을 처리한다는 실험 결과가 있다. IBM의 인공지능시스템인 왓슨(Watson)은 美 메모리얼 슬론 케터링 암센터와 협력하여 수만건의 치료사례와 수백만페이지의 자료를 학습하고, 수만 시간 동안 의사를 보조하면서 진단 정확도를 향상시켜 실제 병원에서 임상 의사결정을 지원하고 있다. 인공지능 기반 헬스케어 산업은 연평균 성장률 60.3%로 인공지능의 다양한 응용산업 중 가장 빠르게 성장할 것으로 전망된다.(Markets and markets, 2016)

기술	내용	의료분야로의 적용 현황
기계학습/딥러닝	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 데이터가 주어졌을 때 프로그래밍된 논리나 정형화된 규칙 등을 바탕으로 스스로 학습 할 수 있는 컴퓨터 프로그램</li> <li>- 딥러닝은 기계학습의 한 분야로 숨겨진 다층구조 형태의 신경망을 기반으로 사람이 모든 판단기준을 정해주지 않아도 스스로 인지추론 판단 할 수 있는 컴퓨터 프로그램</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 의료 빅데이터를 기반으로 스스로 데이터를 분석하여 신약개발 및 의료 서비스 의사결정에 도움 제공</li> <li>- 최근 인공지능 기술 중 딥러닝의 발전이 가장 눈부시며, 영상 및 음성인식 기술과 접목하여 다양하고 새로운 헬스케어 서비스를 창출함.</li> </ul>
자연어처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간의 언어를 컴퓨터가 이해할 수 있도록 지식 및 기술을 연구하는 분야</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 텍스트 기반의 자연어처리와 관련하여 IBM 왓슨은 세계 최고 수준의 기술을 보유</li> </ul>
영상인식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사진, 동영상 등의 외부사물이 주어졌을 때 이미지 속 대상이 무엇인지 분별하고 위치를 파악하는 분야로 딥러닝 기술이 적용되어 가장 괄목할 만한 성과를 나타냄.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 의료이미지 분석을 통해 의사들의 진단과 처방에 도움 제공</li> <li>- 초기 진단시장에 진출 가능성이 높음.</li> </ul>
음성인식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 음향학적 신호를 컴퓨터가 듣고 텍스트 정보로 맵핑하는 과정</li> <li>- 사물인터넷과 접목하여 높은 파급력이 기대되는 분야</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 의료녹취, 실시간대화통역 등으로 의료산업에 도움 제공</li> <li>- 의료기록 작성에 들어가는 시간 단축</li> </ul>

표 3. 헬스케어 분야 주요 인공지능 기술 정리 (출처: KISTI, 2016)

## <인공지능(AI), 기계 학습(ML), 딥러닝(DL)의 개념구분>

- (인공지능) 인간과 유사하게 사고하는 컴퓨터 지능을 일컫는 포괄적 개념. 우리 인간의 뇌와 뉴런 신경망을 모방해 언젠가는 컴퓨터나 로봇들이 인간처럼 사고하고 행동하게 하는 것. 우리는 사진만으로 개와 고양이를 아주 쉽게 구분할 수 있지만 컴퓨터는 구분하지 못함. 이를 위해 기계 학습이라는 방법이 고안됨.
- (기계 학습) 데이터를 통해 컴퓨터를 학습시키거나, 컴퓨터가 스스로 학습하여 인공지능의 성능(정확도, 속도, 응용 범위 등)을 향상시키는 방법. 저장된 개 사진과 비슷한 사진이 입력되면, 이를 개 사진이라고 컴퓨터가 분류하도록 하는 것
- (딥 러닝) 데이터를 분류하는 많은 기계 학습 방법 중 인공신경망 이론 기반의 방식으로 인간의 뉴런과 유사한 입/출력 계층 및 복수의 은닉 계층을 활용

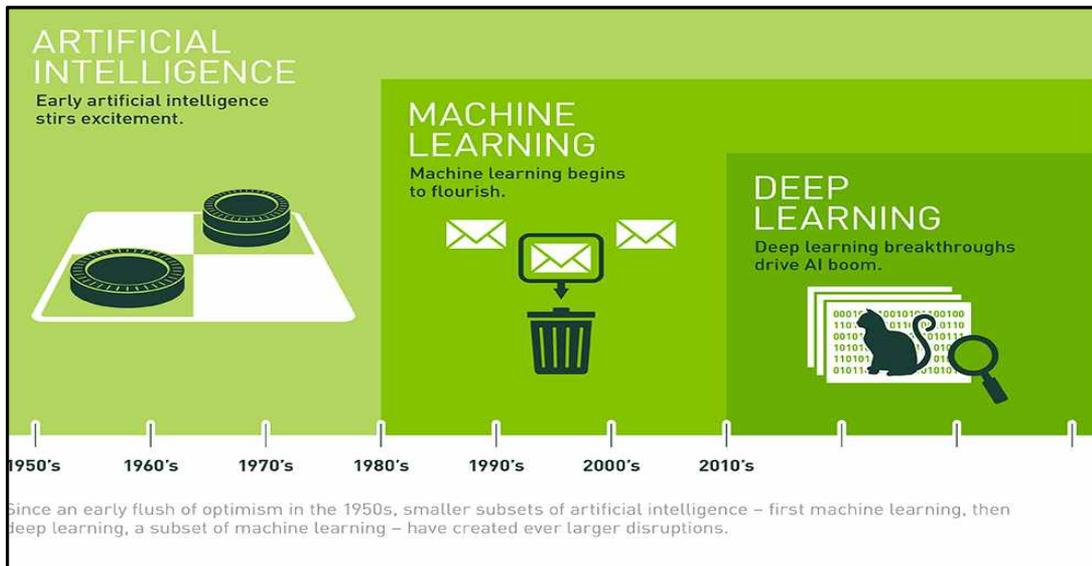


그림 5. AI, 기계 학습, 딥러닝 발전 연혁 (출처: San Jose State University 4차산업혁명 대비 HR 훈련과정, 2017)

## 2.2. 제4차 산업혁명의 진행영역

### 1) 경제·산업 부문

산업 부분에서는 제품이나 장비에 소프트웨어 및 통신 시스템을 장착한 ‘제품의 스마트화’, 스마트 공장을 통한 제조 공정 혁신, 제조업과 서비스의 융합, 플랫폼 비즈니스의 확대 등의 트렌드 변화가 일어나고 있다. 3D 프린팅 및 로봇 등 신산업이 등장하였고, 다변화된 수요에 대응하여 생산의 양과 시기를 조절하는 온디맨드 경제(On demand Economy), 공유 경제(Sharing Economic) 등의 새로운 비즈니스 모델도 등장했다.

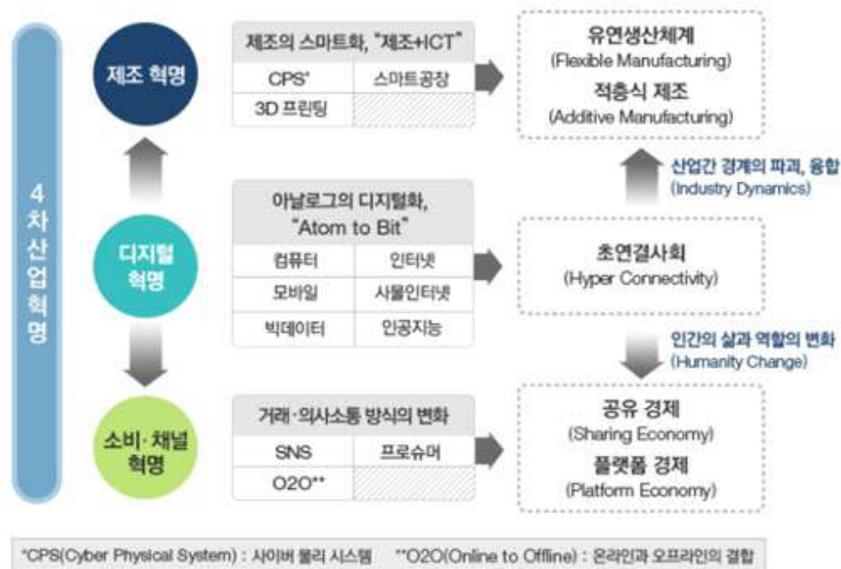


그림 6. 4차 산업혁명이 가져올 산업 트렌드 변화 (출처: 포스코, 2017)

산업과 사회의 각 부문이 디지털화되는 현상도 확대되고 있다. ‘배달의 민족’, ‘카카오택시’ 등 오프라인과 온라인을 융합한 O2O(On-line to Off-line) 서비스, ‘삼성페이’, ‘애플페이’ 등 ICT 기술과 금융을 연동시킨 핀테크 등 새로운 가치를 창출하고 소비자 편익을 증진시키는 측면도 있지만, 플랫폼의 우위를 점한 기업의 이윤 독식 등 슈퍼스타 경제가 심화될 수 있다는 측면도 살펴야 한다.

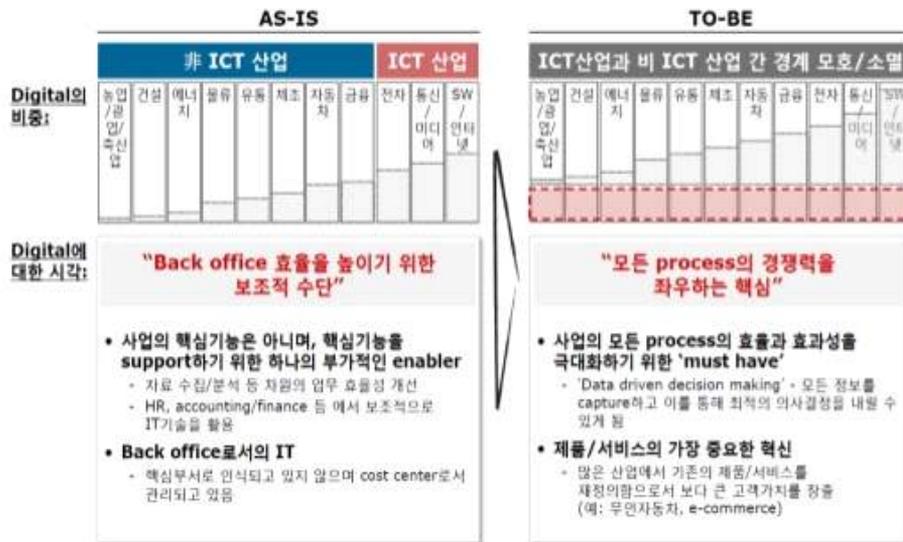


그림 7. 제4차 산업혁명이 산업에 미치는 영향 - 디지털화의 확대·심화 (출처: 이지효 2016)

## 2) 노동·사회 부문

클라우드 슈باط은 제4차 산업혁명이 삶과 일, 인간관계의 방식을 근본적으로 바꾸는 혁명이라 주장한다. 하지만 그 규모, 범위, 그리고 복잡성으로 미루어 볼 때, 제4차 산업혁명이 고용에 미치는 영향에 대해서는 다양한 견해가 존재한다. 인공지능의 등장으로 자동화·무인화 가능한 직무의 범위가 확대되어 전반적인 일자리 감소로 귀결될 것이라는 견해도 있지만, 새로운 비즈니스 창출로 경제 전체가 성장하면 고용이 유지·증가될 것이라는 견해도 있다. 포춘(Fortune) 잡지 편집장인 제프 콜빈은 ‘관계 노동자’라는 용어를 제시하며 여가와 관련된 서비스 업종, 문화 생활 등에서 인간 노동력의 가치가 커질 것이라 주장한다. 자동화와 원가 절감으로 소비자 잉여가 발생하면서 또다른 수요가 발생하여 그를 충족시키는 새로운 산업과 일자리가 발생할 것이라는 예측이다.

직업별로 요구되는 핵심역량이 달라지면서 교육 커리큘럼이나 교수·학습 환경에도 변화가 예상된다. 실제로 2020년 코로나(COVID 19)로 인한 비상 상황에서 미국 우수 대학들은 발빠르게 ICT 기술을 접목한 실시간 온라인 강의로 교습 환경을 바꿔 전염 확산을 예방했다.

### 3) 공공·규제 부문

공공 인프라적 측면에서는 자율주행차, 스마트 그리드 보급 등으로 교통 체계와 도시 구조, 에너지 시스템 등이 전환될 전망이다. 4차 산업혁명이 물리적, 디지털적, 생물학적 분야를 통섭(convergence)하며 산업 구조, 노동 시장, 사회 규범, 경제 시스템 등을 근본적으로 변화시킴에 따라 변화의 속도를 법제가 따라가지 못하는 현상이 발생하고 있다. 이는 규제가 신기술·산업 발전에 걸림돌이 되는 경우, 혁신을 촉진하는 제도가 부족하거나 존재하지 않는 병목현상(Regulatory Bottleneck)의 경우, 혹은 규제 부재로 인한 기술 남용의 위험성이 억제되지 않는 경우로 나타나고 있다.

첫 번째 경우는 4차 산업혁명을 이끌 신기술들이 법과 제도의 틀에 갇혀 빛을 볼 수 없을 것이라는 우려와 맞물린다. 이를 해결하기 위해 미국은 2017년 트럼프 대통령 취임 직후 ‘Two for One Rule(규제 1건을 도입하면 2건을 폐지하는 원칙)’ 행정명령에 서명했다. 영국은 2010년부터 ‘One In, One Out’(규제 1건을 도입하면 1건을 폐지하는 원칙)이라는 규제총량제를 시행했고, 2013년부터는 ‘One In, Two Out’으로 규제의 총량을 줄이고 있다. 일본 정부는 신산업 관련 규제 완화를 주된 내용으로 하는 특례법을 제정해 모든 법보다 상위법으로 현장에서 적용되도록 했으며, 중국 정부는 2013년 원격의료기술 발전계획에 따라 관련 규제를 완화하고 2016년부터 원격의료 서비스를 본격 도입했다.

우리나라는 2019년 규제샌드박스(Regulatory sandbox: 새로운 제품이나 서비스가 출시될 때 일정 기간 기존 규제를 면제 또는 유예시켜주는 제도) 제도를 도입했다. 하지만 1990년대 수도권 인구과밀화에 따른 교통혼잡을 해소하기 위해 여객자동차 운수사업법 개정을 통해 시작된 국내 승차공유 산업에서 최근 ‘타다’ 서비스의 중지를 촉발한 관련 법령 개정이 중소 벤처업계의 혁신 성장 가능성을 저해한다는 논란이 있었다. 모빌리티 관련 신사업 시작 시 정부 허가 와 기여금 납부가 필수화 되면서 자본력이 없는 스타트업의 플랫폼

운송사업 진출에 진입장벽이 생겼다는 것이다. 정부가 이해관계자 간 갈등 조정을 통하여 기존 산업 종사자를 보호하고 완만한 변화를 기획하는 역할도 해야 한다는 점, 수개월에 걸친 택시·카풀 대 타협기구에서 합의된 사항이라는 점을 고려하면 합리적이지만, 싱가포르에 기반을 둔 승차공유 스타트업인 ‘그랩(Grab)’이 현지화된 서비스와 가격경쟁력으로 동종 부문 세계적 기업인 우버(Uber)와의 경쟁에서 이기고 우버의 동남아 사업부를 인수하며 3년만에 기업가치가 3배로 성장하는 등의 혁신 사례 등장은 어려워졌다는 평가가 지배적이다.

병목현상과 관련해서는 4차 산업혁명이 기술과 조직, 제도가 함께 맞물려 형성하는 생태계 차원의 경쟁인 만큼, ICT 기술의 빠른 변화에 신속히 반응하고, 스타트업에 친화적인 제도적 환경을 만들 필요성이 있다. 일례로 우리나라에서는 무인기 국가표준을 제정(‘16.12)하고 드론 관련 신기술 실용화 지원 및 스마트 관제 시스템 개발을 통해 단순 여가에 머물렀던 드론 산업을 물류 배달용, 조난 구조용, 설비 점검용 등 다양한 영역에서 활용할 수 있도록 혁신을 이끌어내고 있다.

마지막으로 규제 부재의 위험성에 경종을 울리는 측면에서는 제 4차 산업혁명의 핵심 중 하나인 사물인터넷의 특성과 관련된 예를 들 수 있다. 사물인터넷의 궁극적인 목적은 인간의 개입 없이도 사물 간의 정보 교류 및 가공을 통해 최적화된 서비스를 제공하는 것이나, 데이터 수집 과정에서의 프라이버시 문제나 해킹에의 노출 등 시스템 리스크 증가라는 취약성도 도사리고 있다. 이는 데이터 공유를 통한 다양한 서비스 제공을 목적으로 하는 빅데이터 유통 체계에서도 이슈가 된다.

BI 인텔리전스(Business Insider Intelligence)에 따르면, 전 세계 IoT 디바이스(사물인터넷 환경에 연결된 기기)의 수는 2015년 말 기준 60억 대에서 2019년 200억 대로 연평균 57%의 폭발적인 증가세를 보

였으며, 2025년까지 270억 대 규모로 증가할 것으로 전망된다. 이에 따라 사이버 보안 시장에서의 IoT 섹터의 중요성이 크게 증가했으며 2020년 전세계 사이버보안 관련 IoT 시장 규모가 1000억 달러를 넘어설 것으로 전망된다. 글로벌 IT 자문기관인 가트너(Gartner Inc.)는 전세계 IoT 보안 지출이 2021년 31억 달러(3조 2천억원) 규모로 확대 될 것이라 예측했다.

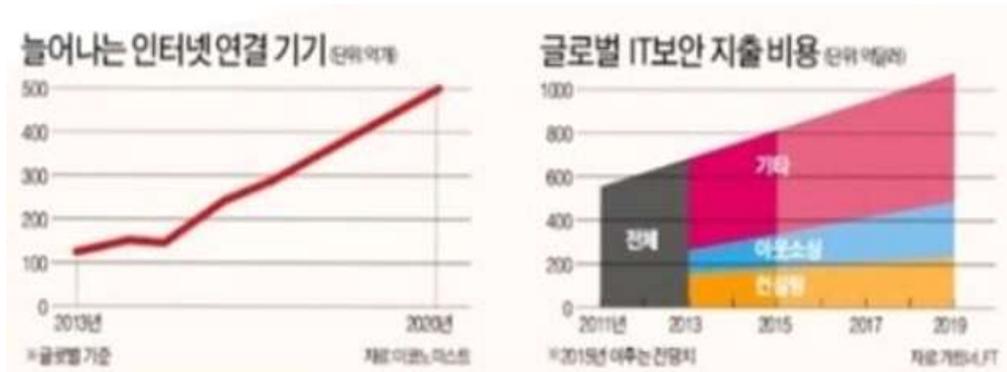


그림 8. 인터넷 연결 기기 및 글로벌 IT 보안 지출 비용 증가 추세  
(출처: 이코노미스트, 파이낸셜 타임즈, 2018)

(단위: 백만 달러)

구 분	2016	2017	2018	2019	2020	2021
엔드포인트 보안	240	302	373	459	541	631
게이트웨이 보안	102	138	186	251	327	415
전문 서비스	570	734	946	1,221	1,589	2,071
총계	912	1,174	1,506	1,931	2,457	3,118

표 4. 전세계 IoT 관련 보안 지출 추정치 (출처: 가트너, 2018)

따라서 사물인터넷 구현 계획에는 보안 요소 또한 포함되어야 한다. 우리나라에서는 현재까지 다양한 프로젝트에서 기초적 수준의 IoT 보안 패턴이 확인되었지만 제도적 정책이나 지속적인 사용이 가능한 설계 템플릿으로 정립되지는 않았다. IoT 보안의 구성요소에 대한 기술 표준은 분야별로 IT 보안 표준 기관과 컨소시엄, 기업 간 합작 하에 수립되기 시작한 실정이며, IoT 보안에 대한 구체적인 규정의 부재는 IoT 제품이나 플랫폼 개발 단계에서 불확실성을 야기하고 있다.

사물인터넷 보안을 위해서는 기업, 정부, 사용자 모두 노력해야 하는데, 대부분의 기업들이 스마트 기기에 내장된 소프트웨어에 대한 보안 통제력을 가지지 못한 경우가 많고, 네트워크 연결성의 외부화가 가지는 시스템 리스크에 대한 고려가 드물다. 기업에서는 제품 기획 단계부터 보안을 우선하고, 정부에서는 보안을 위한 가이드라인을 제시할 필요가 있다. 정부는 기업들의 공통 아키텍처를 활용한 협업, 그리고 지속성 있는 IoT 보안 구현을 위한 적정 가이드라인과 규제를 마련할 필요가 있다. 사용자도 개인 보안에 위협을 받지 않도록 보안을 강화해야 하며, 네트워크에 연결되는 기기를 선택할 때 기능뿐 아니라 보안 능력도 고려하여야 한다.

빅데이터 생태계(Big data ecosystem) 활성화를 위한 인프라 및 제도 정비 역시 중요하다. 정부는 빅데이터 환경의 촉매자로서 공공 데이터 공개를 통한 공공과 민간 영역의 데이터 공유와 활용을 촉진시키는 역할, 중재자로서 빅데이터의 확산이 미치는 과급효과를 분석하는 역할, 그리고 정책 집행자로서 소통과 신뢰가 유지될 수 있도록 협업을 통해 마련한 정책을 투명하고 효율적으로 집행하는 역할을 해야 한다.

빅데이터 환경은 데이터 자원을 보유하고 이를 활용할 능력을 가진 개인과 기업에게는 기회로 작용하지만, 동시에 데이터 이용 격차 발생과 소외되는 정보 약자가 양산될 가능성이 높다. 따라서 새로운 사회 자본인 데이터 인프라를 활용할 수 있는 기반 마련과 더불어 데이터를 이해하고, 합리적인 판단을 내릴 수 있는 데이터 문해(Digital literacy) 교육 병행이 요구된다. 개인 정보(Privacy)를 사고 팔 수 있는 상품으로 간주하는 미국과, 기본 인권으로서 보호가 필요한 부분이라고 보는 유럽의 사례를 참고해 프라이버시를 과도하게 침해하지 않는 범위 내에서 데이터 활용을 활성화할 수 있는 제도 마련도 필요하다.

## 2.3. 각국의 대응 동향 및 시사점

### 1) 세계 각국의 주요 대응 정책

세계 각국 정부는 제4차 산업혁명에 따른 변화에 발맞춰 첨단 기술을 보유한 민간이 활동할 수 있는 다양한 기반 인프라 마련과 인력 육성 등 실질적 지원 사업을 추진하고 있다. 하지만 제4차 산업혁명을 준비하는 실질적 전략에서는 스마트 공장 설립(독일), 로봇 개발(일본), 선진 제조업 설비 마련 및 사이버화폐 사용(중국), 클라우드·빅데이터 플랫폼 구축(미국), 금융 산업 선진화(영국) 등 국가별로 조금씩 다른 양상을 보인다.

국 가	제4차 산업혁명 주요 대응 정책
미 국	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국가제조혁신네트워크(NNMI, '12~)를 발족해 미국 전역에 제조업혁신 센터를 확대하고 R&amp;D 투자 및 인프라 확충 정책 추진</li> <li>○ 새로운 미국 혁신전략(NSAI, '15~)는 9대 전략기회분야(첨단제조, 정밀의료, 두뇌, 첨단자동차, 스마트시티, 청정에너지, 교육기술, 우주, 고성능컴퓨팅)에서 민간 활동을 활성화하기 위한 클라우드·빅데이터 플랫폼 구축</li> </ul>
독 일	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인더스트리 4.0('12~) 추진을 위해 2억 유로의 자금을 확보, 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷, 스마트그리드, 지능형로봇, 커뮤니케이션 인프라, 임베디드시스템 국가로드맵, 위성통신 및 관련 분야 전문인력 양성 목표</li> <li>○ 플랫폼 인더스트리 4.0('15~)는 4차산업혁명 대비 연구개발 결과를 활용한 빠른 표준화, 중소기업 육성, 디지털 시스템 보안 강화, 쉬운 창업을 위한 인프라 구축 등 실용적 대응방안 위주 추진</li> </ul>
일 본	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 4차산업혁명 선도전략('16~)을 발표하며 첨단기술 개발과 함께 교육, 노동, 금융 등 경제사회 전반에 걸친 총체적 대응전략 추진</li> <li>○ 제조관련 모든 데이터를 네트워크 플랫폼으로 구축·관리하는 과학기술 이노베이션 종합전략, IoT 기술과 로봇기술을 연계해 사회문제를 해결하는 로봇신전략 등으로 구성되어 '20년까지 30조엔의 부가가치 창출 목표</li> </ul>
중 국	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제조업의 종합경쟁력을 독일과 일본 수준으로 끌어올리는 것을 목표로 하는 하드웨어 중심의 중국제조 2025, ICT 기술을 기존 제조업에 적극 융합하고 활용하는 소프트인프라 중심의 인터넷플러스 정책 추진</li> <li>○ 신용카드 단계를 생략하고 모바일 결제로 발전. 전자상거래 및 모바일 결제와 연계한 핀테크 발달.</li> </ul>

표 5. 각국의 제4차 산업혁명 주요 대응 정책

## 1-1) 미국

미국은 정부보다는 민간 주도의 산업발전을 추구하는 4차 산업혁명 관련 정책을 추진해왔다. 2010년 대통령 과학자문위원회가 발간한 ‘디지털 미래전략 보고서(Designing a Digital Future)’에서 모든 연방 정부기관 차원에서의 빅데이터 전략이 필요함이 강조되며 4차 산업혁명 선두주자로서 민간이 활동할 수 있는 기반 인프라를 구축하는 형태로 정책을 집행하고 있다.

관련 정책으로 첨단제조파트너십(Advanced Manufacturing Partnership)과 새로운 미국 혁신전략(New Strategy for American Innovation)이 대표적이다. 첨단제조파트너십은 미국 제조업의 해외 아웃소싱을 되돌리는 이른바 리쇼어링(Reshoring) 정책으로, R&D 투자와 인프라 확충을 추진하는 국가제조업혁신네트워크(NNMI: National Network for Manufacturing Innovation) 프로그램을 기반으로 한다. 산업 내 기술 이슈 해결에 도움을 주는 제조업혁신센터를 미국 전역에 설치하고, 유망 제조 인력 양성 및 제조 공정 혁신 등을 추진 중이다.

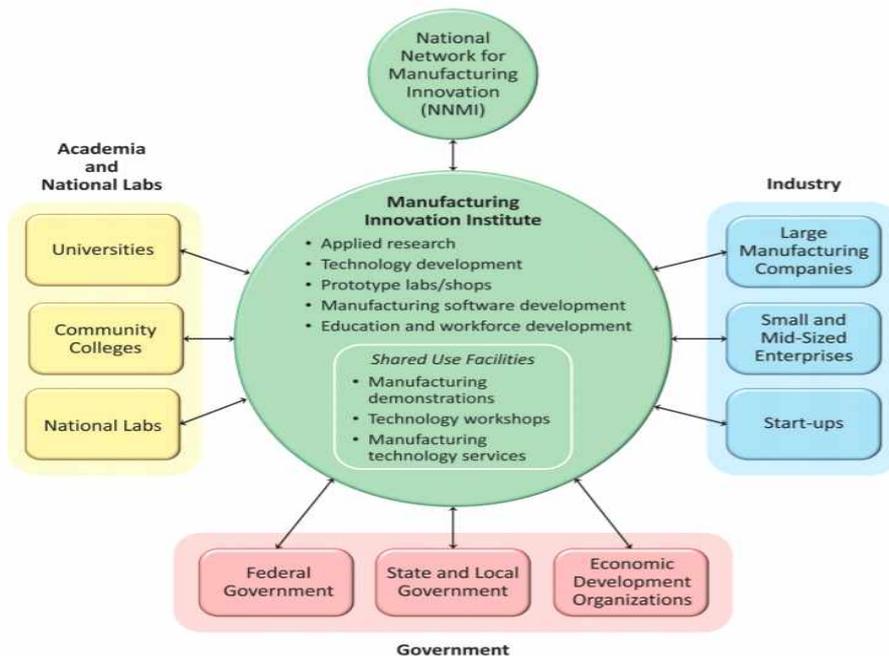


그림 9. 국가제조업혁신네트워크 참여기관 에코시스템 (출처: NNMI, 2015)

새로운 미국 혁신전략은 1차(2009년), 2차(2011년)에 이어 2015년부터 추진된 정책으로, 4차 산업혁명과 관련된 기술 중심의 9대 전략기회 분야(첨단제조, 정밀의료, 두뇌, 첨단자동차, 스마트시티, 청정에너지, 교육기술, 우주, 고성능컴퓨팅)에서 민간 주도의 혁신환경을 조성하는 것을 목표로 한다. 동 분야에서 유수의 스타트업과 중견 기업들의 신제품·서비스가 개발되도록 하는 것이 정책적 비전이다.

트럼프 정부에서도 이를 이어받아 과학기술정책실(OSTP: Office of Science and Technology Policy)을 중심으로 5G, AI, 양자정보과학, 첨단제조업 등 첨단 산업을 육성하며 중국과의 기술 패권 경쟁에서 주도권을 확보하기 위해 적극적인 정책을 펴고 있다. 사물인터넷 기술 구현에 필요한 데이터 크기와 네트워크 솔루션을 찾기 위해 첨단 무선통신 연구플랫폼(PAWR) 관련 기반연구 시설 지원에 ‘18년부터 7년간 4억 달러(약 4,500억원)를 투입할 예정이며, 소규모 도시 전체를 연구 플랫폼으로 활용해 5G 네트워크 구축을 활성화할 계획이다. 이를 위해 국립과학재단(NSF)와 AT&T, 버라이즌, 퀄컴, 삼성 등과 공공-민간 파트너십을 구축했다.

**< 트럼프 행정부의 과학기술 성과 요약 >**

구분	1차('18.3.)	2차('19.2.)
인공지능	·규제철폐, 자율주행차 안전성 확보, 머신러닝 의료부문 활용	·인공지능 행정명령 서명, 인공지능 특별위 설치
첨단수송	-	·무인항공시스템에 드론을 통합
양자정보과학	-	·국가 양자이니셔티브 법안 통과
바이오의료	·신약 치료법 허가 바이오의료사업 절차 간소화	·전염병 연구, 정밀의학 발전, 퇴역군인 건강 증진
통신	·5G 및 사물인터넷 기술 강조	·국가 무선 주파수 전략 수립
보안·전자정부	·정부 IT 현대화 사업 및 행정명령 서명, 사이버 보안 강화	·국가 사이버전략 채택, 사이버 회복 에-지 전달시스템 연구
개인정보보호		·소비자신뢰 증진, 개인정보위험 관리
디지털경제	·디지털 거래 데이터 이동 제한 방지	·디지털 무역 지원 및 국가간 탄력적 데이터 공유
첨단제조	-	·첨단제조 전략계획 발표
에너지	·국내 에너지 부문 재활성화	·원자력 혁신 강화, 원유와 천연가스 수출 강화
환경	-	·음용수 오염물질 대응, 안전한 물 그랜드챌린지 출범
국방	·국방을 위한 유망기술 개발	·국가생명체보호전략 발표, 국방혁신부대 재지정
자연재해	-	·자연재해 데이터 공유, 지진·쓰나미 복원력 향상
기초	·노벨상 수준 연구 지원	·측정분야 국제시스템 재정의, Lab to Market 촉진
사회 문제	·약물중독 정부 대응 개선 등	·전염병 대응 진통제 과다 복용 위험 대응
거대 공공	·국가우주위원회 부활, 태양계 유인탐사	·화성탐험, 우주전략 발표
STEM	·STEM 컴퓨터 교육 우선지원, 직업훈련 강화	·커리어기술교육법 재승인,STEM교육강화 전략계획 발표

표 6. 트럼프 행정부의 과학기술 성과 요약 (출처: KISTEP, 2019)

인공지능 분야에서 미국의 구글, 아마존과 같은 민간기업이 선도적 역할을 수행하고 있는 만큼 미 정부도 적극적 지원 정책을 펼치고 있다. 트럼프 대통령은 ‘19년 연두교서에서 첨단산업에 대한 투자의 중요성을 강조한 바 있으며, 이에 대한 후속 작업으로 미국 AI 이니셔티브를 추진하는 내용의 행정명령에 서명했다. AI 이니셔티브는 연방 정부의 자원을 AI를 개발하는데 활용해 국가의 번영을 견인하고, 국방을 강화하며, 삶의 질을 향상시키는 것을 목표로 5개 핵심분야(AI 연구개발 투자, AI 자원의 활용, AI 거버넌스 표준 구축, AI 업무환경 조성, 국제정 활동 참여, AI 경쟁력 보호)에 초점을 맞췄다.

이에 따라 미 연방기관들은 AI 프로그램에 우선순위를 두고 예산을 운용하며 적극적 공공데이터 개방을 통해 AI 기술 개발을 촉진하고 있다. 방위고등연구계획국(DARPA)은 차세대 AI 기술의 발전을 촉진하기 위해 20억 달러 투자 방안을 수립(‘18.9)했으며, 국가과학기술위원회(NSTC) 산하에 설치된 인공지능 특별위원회는 R&D 전략계획을 실행하고 있다. 주요 전문가들과 인공지능 실현 정책을 논의하는 ‘AI 서밋’도 진행하고 있다.

< 트럼프 정부의 인공지능 기술 지원 정책 >

6대 부문	정책 사례
인공지능 R&D 예산 우선 지원	- 2015년 이후 연방 정부의 R&D 투자 40% 이상 증가 - 머신러닝과 자동화 시스템을 강조하는 지침 제공 - 예산 신청(안)에서 R&D 우선과제로 명시
규제 장벽의 제거	- 2016 연방 자율주행차 정책 제시 - 주 및 지방 정부에 드론의 운행 허가권 제공 - FDA는 인공지능 기반 망막증 진단 기기의 사용 허가
미래 인력 양성	- 어프랜티스십을 촉진하는 행정명령에 서명 - STEM 교육 강화를 위한 자원 확보
전략적 군사력 우위 확보	- 군사안보전략에 인공지능의 중요성 명시 - 국방전략을 통한 자동화, 인공지능, 머신러닝 투자
정부 서비스 부문에의 활용	- 자동화 소프트웨어의 활용 - 총무청의 인공지능 활용 시범 사업 수행
국제적 인공지능 협상 주도	- 2018 G7 혁신장관 회의 인공지능 관련 성명서 작성 주도 - 영국, 프랑스와의 과학기술 협력 협정 체결

표 7. 트럼프 정부의 인공지능 기술 지원 정책 (출처: KISTEP, 2019)

트럼프 대통령의 ‘제조업 부활’ 이니셔티브와 연계해 첨단 제조업을 성장시키기 위한 정책적 지원도 활발하다. 국가 첨단제조 전략계획(Stratgy for American Leadership in Advanced Manufacturing, '18.10)에 따라 다양한 정부 부처에서 기존 제조업의 경쟁력을 향상시키고 및 신규 첨단 제조업을 발전시키는 것을 목표로 13개 분야에서 전략계획을 실행하고 있다. 일례로 에너지부(DOE)는 130개 이상의 공동연구개발협정을 통해 적층제조법(Addictive Manufacturing)을 개발하고, 제조시연 시설을 설치해 2만 5천명 이상의 방문자를 유치하였다.

목표	목적	D O D	D O E	D O C	H H S	N S F	N A S A	D O L	D O A	E D
새로운 제조 기술 개발 적용	지능형 제조 시스템의 미래 포착	○	○	○		○	○			
	세계 선도의 소재공정 기술 개발	○	○	○		○	○			
	내수 제조를 통해 의학 제품 접근성 보장	○		○	○	○				
	전자기기 설계 제조 부문 리더십 유지	○	○	○		○	○			
	식품 및 농업 제조의 기회를 강화함	○				○			○	
제조 인력 교육·훈련 연계	미래 제조 인력을 유지하고 육성함	○	○	○		○	○	○		○
	진로·기술 교육 경력을 업데이트	○	○	○		○	○	○		○
	어프랜티스십 활동, 산업계 자격증 취득	○	○	○		○	○	○	○	○
	숙련 근로자와 수요 기업간 연계	○			○			○	○	
국내 제조 공급 사슬 역량 확대	첨단제조업내 중소기업 역할 확대	○	○	○	○	○	○		○	
	제조 혁신 생태계 육성	○	○	○	○		○			
	국방 제조 기반 강화	○	○	○	○		○			
	농어촌 지역 첨단 제조 강화								○	

표 8. 국가 첨단제조 전략계획에 대한 연방기관별 업무 연관성 (출처: KISTEP, 2019)

## 1-2) 독일

독일의 4차 산업혁명 관련 정책은 크게 인더스트리 4.0(Industry 4.0)과 플랫폼 인더스트리 4.0(Platform Industry 4.0)의 두가지로 구분할 수 있다. 인더스트리 4.0은 정보통신기술을 활용한 제조업 혁신 프로젝트다. 2010년 수립 후 4년마다 갱신 중인 ‘하이테크 전략 2020’의 10대 프로젝트 중 하나로 포함되어 스마트 공장 구현을 목표로 한다. 단순한 공정의 자동화를 넘어 모든 공정 요소와 인프라의 스마트화를 목표로 하는 스마트 공장 표준 플랫폼 개발을 통한 글로벌 시장 장악이 목표다. 독일 정부는 이를 위해 2억 유로의 자금을 확보하여 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷 표준, 스마트 그리드, 지능 로봇, 커뮤니케이션 인프라 등 주요 R&D에 투자했다.



그림 10. 인더스트리 4.0 현황 지도 예제 (출처: KOTRA, 2017)

기술 경쟁력을 보유한 독일의 장비 산업이 인더스트리 4.0을 통해 개발된 제조·생산 솔루션으로 무장한다면 독일을 중심으로 세계의 생산 시스템이 재편될 가능성이 높다는 판단 하에 추진되었지만, 데이터 보안 문제와 중소기업들의 전문인력 부족으로 신기술을 적용할 역량이 부족하다는 평가가 있었다.

2015년부터 시작된 플랫폼 인더스트리 4.0은 이전의 정책 경험을 바탕으로 산업 가치사슬에서 중소기업의 중요성을 인식하고 5개 핵심 분야에서의 직접적인 사업모델 개발과 실용화를 도모한다. 기존의 인더스트리 4.0 정책이 주로 연구개발 중심으로 이루어져 실질적인 사업화가 진행되지 못했다는 평가 하에 신속한 표준화, 중소기업의 참여, 보안 강화, 관련분야 인력 양성 강화 등을 추진한다는 점이 특징이다. 디지털화를 통한 O2O 시스템 구축, 관련 인력을 양성하여 창업이 쉬운 기반 인프라 구축을 목표로하고 있다.

과제명	주요 내용
디지털 플랫폼 시스템 혁신 (INDIZ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경제적, 윤리적, 법적, 사회적 미래를 위한 디지털 플랫폼 시스템 혁신</li> <li>- 디지털 플랫폼 시스템 혁신의 윤리적, 법적, 노동 및 사회적 측면에서 시민들에게 미치는 영향을 분석하고 혁신전략 수립에 기여</li> </ul>
식량·모빌리티 플랫폼 연구 (regGEM:digital)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미래 기본식량 공급 및 모빌리티를 위한 디지털 플랫폼 시스템</li> <li>- 식량 및 모빌리티 분야 사례를 통해 지역 디지털 플랫폼의 공공 서비스 기여와, 플랫폼의 경제적, 환경 및 사회적 지속 가능성 결정요인을 분석</li> </ul>
정치+데이터 과학 연구 (REVOLUTION)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정치적 커뮤니케이션의 디지털 혁명</li> <li>- 정치와 데이터 과학이 결합된 분야로 기계학습 및 시뮬레이션 등의 컴퓨터 보조방법을 활용하여 정치적 커뮤니케이션을 다학제적으로 분석</li> </ul>

표 9. 독일 디지털 플랫폼 시스템 프로젝트 (출처: KISTEP, 2019)

제조업 디지털화는 네트워크 보안 문제로 발생할 수 있는 해킹 공격, 악성프로그램 침투 등을 예방하는 것이 중요하며, 이를 위해 독일은 외부와 차단된 네트워크를 구축하거나 해킹 루트를 사전에 연구하기 위한 해킹 대회가 열리는 등 다방면으로 IT 보안을 논의하고 있다. 또한 국가 안보와 밀접한 관련이 있는 인프라 산업 관련 기업은 독일 연방정보기술보안청(BSI)에 의무적으로 보고를 하도록 제도를 마련했다.

## <플랫폼 인더스트리 4.0>

- (역할) 기업의 인더스트리 4.0 관련 이해 제고, 기업 간 협력 활성화, 인더스트리 4.0에 수반되는 제도적 기반(보안, 표준화, 고용) 마련
- (구성) 5개 워킹그룹(표준화 체계 구축, 연구·혁신, 네트워크 시스템 보안, 법적 체계, 노동·직업교육)으로 구성. 산업부, 교육연구부, 지멘스, 도이치텔레콤, 보쉬, 프라운 호퍼 연구소 등 산학계·정부 대표들이 각 분과를 담당하여 관리
- (대표 정책) 인더스트리 4.0 이니셔티브 수행을 위한 민관합동 프로젝트 플랫폼 구축. 현재 약 300개 기업과 159개 기관이 참여하여 250여개 관련 프로젝트가 등재됨

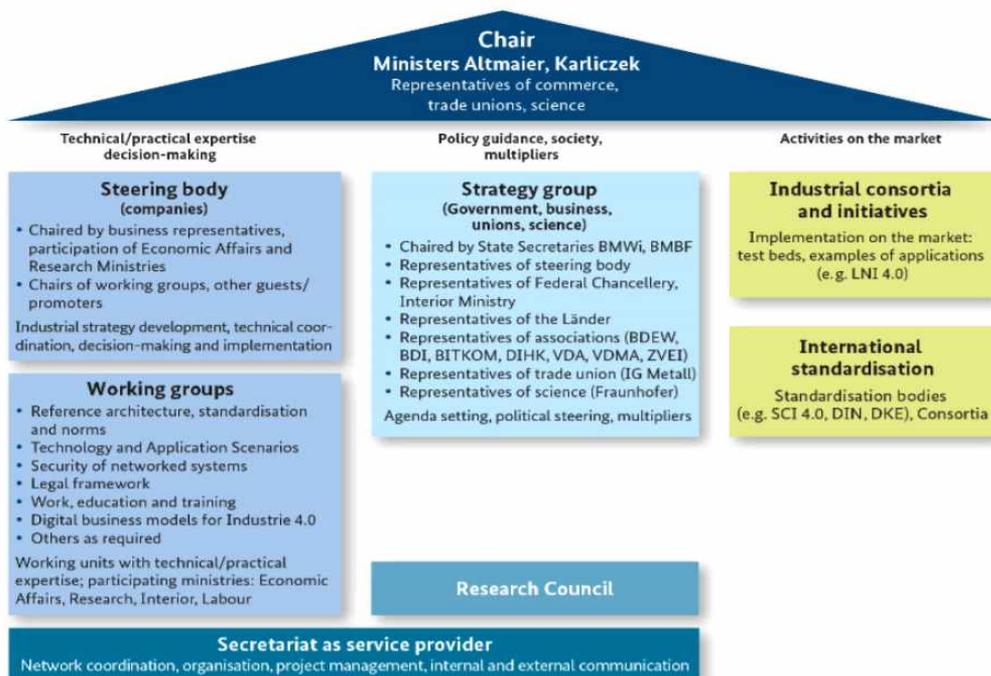


그림 11. 플랫폼 인더스트리 4.0 조직도 (출처: KIET, 2018)

- (인더스트리 4.0 표준화위원회) 플랫폼 인더스트리 4.0 실현을 위해 독일의 주요 산업협회(BITKOM, VDMA, ZVEI)와 표준화기관(DIN, DKE) 컨소시엄을 통해 설립. Standard Roadmap을 발간하여 기존 산업 및 신산업 자동화 관련 표준화에 대한 이해를 돕고, 플랫폼 인더스트리 4.0의 청사진을 함께 구축

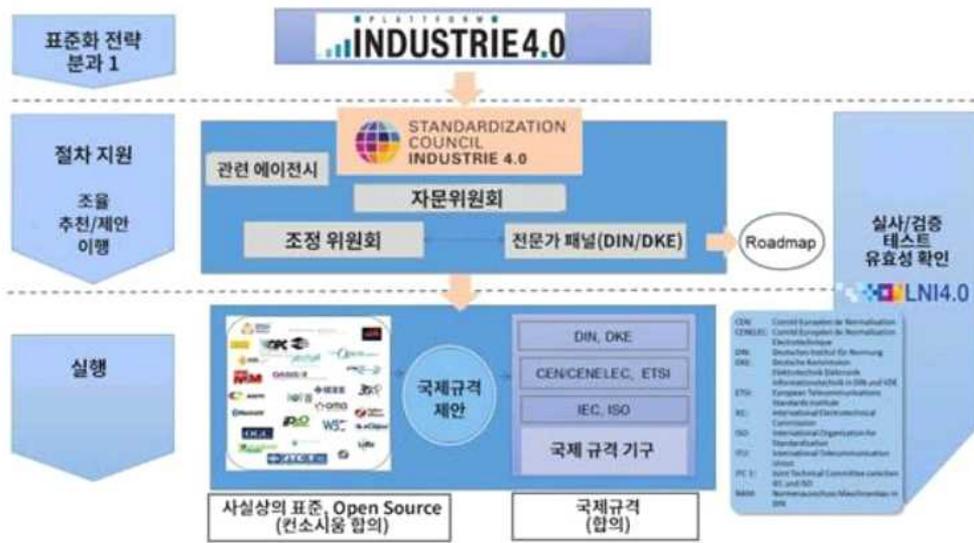


그림 12. 인더스트리 4.0 표준화위원회 구조표 (출처: KOTRA, 2017)

독일 정부는 또한 미래의 기술혁신을 분석하기 위한 ITA 프로젝트를 수행하고 있다. 미래 기술의 기술적 가능성, 사회적 가치, 경제적 요구사항 등을 조사하고 사회적 수용성을 제고하기 위함이다.

### 1-3) 일본

일본의 4차산업 관련 정책은 4차 산업혁명에 대한 전체적 대응 전략과 동시에 일본이 비교우위를 가진 분야를 분석하여 집중 투자하고 있다는 점이 특징이다. 일본 정부는 2016년 ‘4차산업혁명 선도전략’을 발표하며 첨단기술 개발과 함께 교육, 노동, 금융 등 경제사회 전반에 걸친 총체적 대응전략을 추진 중이다. 치바市 드론 배달 사업화, 후지사와市 자율주행 실증실험 등 각종 지역특구를 신기술 테스트베드로 활용하고 있으며, IoT, 빅데이터, AI, 로봇 기술 등을 통해 2020년까지 30조엔의 부가가치를 창출하는 것을 목표로 한다.

일본의 「4차 산업혁명 선도전략」 주요 내용

정 책	내 용
<b>■ 기술 분야</b> (데이터 활용촉진 환경 조성) (혁신기술개발 가속화)	· 데이터 플랫폼 구축 및 데이터 유통시장의 활성화 · 개인데이터 활용 촉진 조성 · 보안기술과 관련 인재 육성의 생태계 구축 · 오픈 이노베이션 시스템 구축 · 혁신거점 정비, 국가프로젝트 구축, 사회구현 가속화
<b>■ 인재육성 및 고용시스템 개선</b>	· 새로운 니즈에 대응한 교육시스템 구축 및 글로벌 인재 확보 · 다양한 노동참가 촉진 및 노동시장고용제도의 유연성 향상
<b>■ 금융기능의 강화</b>	· 리스크머니 공급을 위한 자금조달기능 강화 · 무형자산 투자의 활성화 및 핀테크 금융결제 고도화
<b>■ 산업 및 취업 구조 전환</b>	· 신속하고 과감한 의사결정을 위한 거버넌스 체제 구축 · 유연한 사업 재생·재편이 가능한 제도 및 환경 정비
<b>■ 중소기업 및 지역경제 파급</b>	· 중소기업 및 지역에서의 IoT 등 도입활용 기반 구축
<b>■ 경제사회시스템 고도화</b>	· 규제개혁 재정비 · 4차 산업혁명의 사회 공감대 확산

표 10. 일본의 4차 산업혁명 선도전략 주요 내용 (출처: 한국은행, 2016)

일본 산업 재흥전략에서는 인공지능, 빅데이터, IoT 중심의 제4차 산업혁명에 대한 대비를 강조하였으며, 4차 산업혁명이 가져올 미래사회상을 공공과 민간이 공유하면서 협력하고자 했다. 민간에서는 인공지능과 빅데이터를 활용해 최적화된 생산을 하고, 공공부문에서 민간과 함께 고령화로 인한 노동인구 감소, 에너지 제약, 산업 구조 변화로 인한 위기 상황 해결방안 등 당면한 정책과제를 해결하는 것을 주 내용으로 한다.

제조 관련 모든 데이터를 네트워크 플랫폼으로 구축·관리하는 ‘과학기술 이노베이션 종합 전략’은 제4차 산업혁명에서 부가치의 원천을 데이터로 산정하고, 이를 가상 데이터와 현실 데이터로 구분하여 현실 데이터 플랫폼을 주도하는 것을 목표로 한다. 가상 데이터는 온라인 공간에서 발생하는 데이터로 구글, 아마존 등이 플랫폼을 지배하는 반면, 현실 데이터는 건강 정보, 주행 데이터, 공장설비 가동 데이터 등 개인과 기업이 생산해 낸 데이터로 일본이 경쟁력을 가질 수 있다고 본 것이다. 일본 정부는 빅데이터화를 위해 데이터를 공유·활용하는 플랫폼 구축을 위해 노력 중이다. 2017년 개인정보보호법을 개정해 비식별화한 익명의 가공정보는 정보 주체의 동의 없이도 활용할 수 있도록 규제를 완화해 빅데이터와 AI 부문에의 폭넓은 활용을 도모했다.

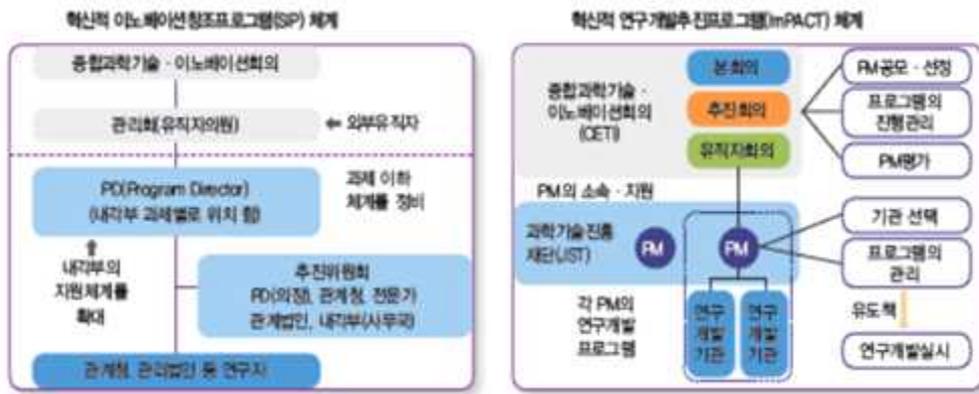


그림 13. 과학기술 이노베이션 전략 하 프로그램 추진 체계 (출처: STEPI, 2017)

IoT 기술과 로봇기술을 연계하여 사회문제를 해결하는 ‘로봇신 전략’도 추진 중으로, 로봇 강국으로서 일본의 경쟁우위를 지속하고 인간 공존 로봇틱스 관련 분야에서 세계 공통의 표준을 확립하는 것을 최종 목표로 한다. 산업용 로봇과 달리 인간 공존 로봇은 공공 장소 및 일반 가정에서 활용이 가능하다. 일본 산업경쟁력 강화를 위해 기업가들이 모여 혁신 정책을 제안하고 관련 활동을 추진하는 ‘산업경쟁력간담회(COCN)’에서는 이와 관련한 관리 표준 및 법 정비, 인증시스템 구축을 내용으로 하는 ‘인간 공존 로봇틱스 보급기반 구축 보고서’를 발간(‘19.2)했다.

일본 정부와 산업협회가 로봇신전략 실행을 위해 2015년 설립한 ‘로봇혁명 이니셔티브 협의회(RRI)’는 ‘로봇 이노베이션’, ‘IoT에 의한 제조업 변혁’, ‘로봇 이용 및 활용 촉진’의 3개 워킹그룹을 운영하는 협의체로, 산·학·연 1,000여개 기관으로 구성되어 있으며 미국, EU의 핵심 기업도 참여하고 있다. 2016년 하노버 박람회에서 독일과 인더스트리 4.0 협력에 합의하는 등 국제적 협력도 활발하게 진행 중이다.

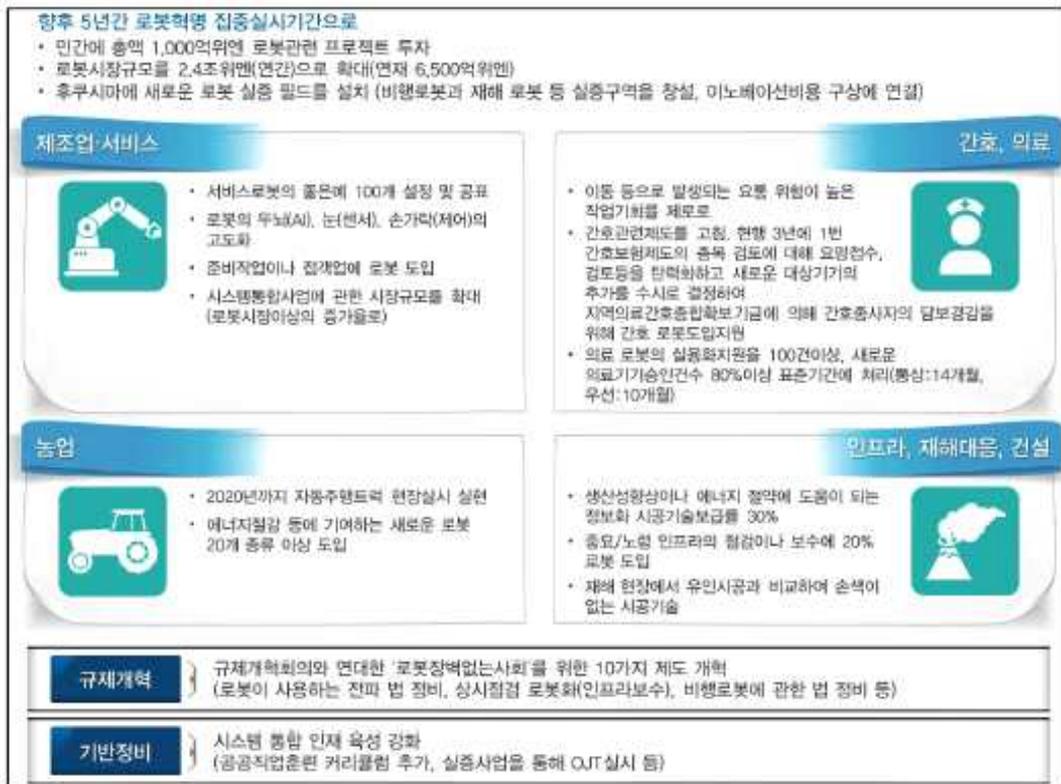


그림 14. 일본의 로봇신전략 주요 내용 (출처: 간사이 신문, 2016)

일본은 ‘Connected Industries’ 구현으로 미래 사회(Society 5.0)를 실현하겠다는 비전에 따라 4차 산업혁명에 대응한 벤처 에코시스템 진화도 도모하고 있다. 대학과 연구개발 법인을 핵심으로 한 시드 액셀러레이터 설치, 지식재산전략 지원 강화, 지식 및 데이터 집약 기반 강화, 창업환경 정비, 산업 분야에서 AI의 적절한 활용을 위한 AI-Ready화 가이드라인 마련, 인재 교육 및 연구개발환경 개혁, 신뢰할 수 있는 사회 제도 및 산업기반 생태계 구축이 내용이다.

#### 1-4) 중국

중국은 내수 시장의 규모를 활용하여 정부 주도의 강력한 4차 산업혁명 관련 정책을 추진하고 있다. 제조업의 종합경쟁력을 독일과 일본 수준으로 끌어올리는 것을 목표로 하는 하드웨어 중심의 ‘중국제조 2025’, ICT 기술을 기존 제조업에 적극 융합하고 활용하는 소프트 인프라 중심의 ‘인터넷플러스 정책’ 등이 대표적이다.

중국제조 2025는 독일의 ‘인더스트리 4.0’을 벤치마킹하여 제조업의 경쟁력 확보가 주 내용이다. 저임금 노동력을 기반으로 한 수주 제조 중심의 양적 성장에서 패러다임을 바꿔 직접 제품을 설계 및 제조하는 역량을 키우고 제조업의 고도화 및 스마트화를 목표로 한다. 차세대 IT 기술, 로봇 등 10개의 주력 제조업 분야의 고도화를 통해 2035년까지 독일·일본을 추격하고, 2045년에는 미국을 추월하여 세계 최고의 제조강국으로 도약하는 것을 목표로 하고 있다. 중국의 하드웨어 기반 스타트업 기업들이 다수 동 정책에 동참하고 있으며, 첨단 공업 기계, 농업 장비, 신에너지 자동차, 차세대 IT 기술 등 분야에서 실적이 나타나고 있다.

분류	지표	2015년	2020년	2025년
혁신 역량	제조업체 매출액 대비 R&D 지출 비중(%)	0.95	1.26	1.68
	제조업체 매출 1억 위안당 발명특허 수(건)	0.44	0.7	1.1
질적 성장	제조업 품질 경쟁력 지수	83.5	84.5	85.5
	제조업 부가가치 증가율	-	2015년 대비 2.0%p 증가	2015년 대비 4.0%p 증가
	제조업 노동생산성 증가율(%)	-		6.5
IT·제조업 융합	디지털 R&D 설계 도구 보급률(%)	58	72	84
	핵심공정 CNC 비중(%)	33	50	64
	인터넷 보급률(%)	50	70	82
친환경 성장	기업의 산업 생산량 단위당 에너지 소모 감축 비율(%)	-	2015년 대비 18% 감축	2015년 대비 34% 감축
	산업 생산량 단위당 이산화탄소 배출 감축 비율(%)	-	2015년 대비 22% 감축	2015년 대비 40% 감축
	산업 생산량 단위당 수자원 사용 감축 비율(%)	-	2015년 대비 23% 감축	2015년 대비 41% 감축
	공업용 고체폐기물 사용률(%)	65	73	79

표 11. 중국제조 2025의 주요 계획지표 (출처: STEPI, 2017)

인터넷 플러스 정책은 포털사이트, 메신저, 게임 등을 서비스하는 중국 민간기업 텐센트의 제안을 바탕으로 정책 수립까지 이어졌으며, 기존 제조업 분야에 정보통신기술을 적극 활용하는 것 뿐 아니라 경제·사회 각 분야에 인터넷을 융합하는 것을 목표로 한다. 인터넷 플러스 정책에서 집중 투자 대상으로 지정한 11대 분야는 신산업 창출의 가능성이 높다고 여겨지는 제조, 금융, 농업, 인공지능, 공공서비스, 교통, 전자상거래, 창업, 물류, 생태환경, 에너지다. 중국 정부는 동 정책의 추진을 위해 경제 발전, 사회 발전, 기초인프라 육성, 환경 조성의 4대 목표를 설정하여 구체적 지원 방안을 마련하고 있다.

분야	세부 목표 및 계획
인터넷+창업혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대형 ICT 기업의 기술력을 바탕으로 중소기업의 혁신을 위한 플랫폼 제공</li> <li>· 인터넷 오픈 플랫폼을 바탕으로 대중 창업공간의 발전을 견인</li> <li>· 시장의 수요를 반영하고 혁신의 자원이 자유롭게 공유되는 오픈 이노베이션 실현</li> </ul>
인터넷+제조	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 스마트 팩토리를 중심의 제조 능력 향상</li> <li>· 개인의 니즈를 반영할 수 있는 맞춤형 제조 시스템 구축</li> <li>· 제조기업의 연결을 통한 생산 시스템 효율 및 품질 관리 능력 개선</li> <li>· 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터의 도입을 통한 제조업의 서비스화 촉진</li> </ul>
인터넷+농업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ICT 기업의 농업 분야 진출을 장려하여 고도화된 농업 생산관리 시스템 구축</li> <li>· 인터넷을 활용한 재해 관측, 생산성 모니터링을 통한 스마트 농업 체계 구축</li> <li>· 데이터베이스화를 통한 먹거리 안전 관리 시스템 구축</li> </ul>
인터넷+에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 에너지 생산·제어, 관리 시스템을 구축 통한 에너지 효율 향상</li> <li>· 스마트 에너지 그리드 시스템 구축을 통한 전력 시스템의 안정화</li> <li>· 에너지 관련 네트워크 정보·통신 시스템을 개발 및 보급</li> </ul>
인터넷+금융	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷, 빅데이터를 활용한 금융 상품 및 서비스의 혁신 촉진</li> <li>· 온라인 신용 평가 시스템 구축 및 인터넷 금융 관리 감독 체계 완비를 통한 인터넷 금융거래의 안전성 제고</li> </ul>
인터넷+민생	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전자 정부 시스템 도입을 통한 공공 부문 서비스 효율 제고 및 데이터 개방</li> <li>· 온라인 거래, 모바일 결제 등의 활성화를 통한 O2O 및 공유경제 활성화</li> <li>· 의료 정보 시스템을 구축하고, 온라인 진료예약, 결제 등의 서비스를 제공</li> <li>· 스마트 인터넷 기술을 활용한 실버산업 육성</li> <li>· 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 도입을 통한 교육시장 개혁</li> </ul>
인터넷+물류	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인터넷 기술 도입을 통한 물류 정보 서비스 플랫폼 구축</li> <li>· 스마트 센서 및 관련 인터넷 기술을 활용한 물류 관리 및 화물 저장 시스템 구축</li> <li>· 스마트 물류 장비 활용을 통한 물류 효율성 제고</li> </ul>
인터넷+전자상거래	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 통합 서비스 네트워크 도입을 통한 농촌지역 전자상거래 활성화</li> <li>· 에너지, 화학, 철강, 전자, 의약 분야의 전자상거래 플랫폼 도입</li> <li>· 전자상거래 제품의 품질 추적 체계와 온라인 품질 정보 공유 시스템, A/S 평가 시스템 구축을 통한 전자상거래의 신뢰성 제고</li> <li>· 전자 상거래 분야의 국제협력 강화</li> </ul>
인터넷+교통	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인터넷 플랫폼을 통한 실시간 교통 정보 제공, 스마트 주차 서비스 제공</li> <li>· 인터넷 기술을 활용한 주요 도로, 철도, 항공, 항구의 실시간 통행 정보 수집</li> <li>· 빅데이터를 이용한 인구 이동, 운행 특성을 반영한 스마트 교통 인프라 구축</li> </ul>
인터넷+생태환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정밀 지도 및 스마트 관측 시스템을 활용한 천연자원 및 생태환경 모니터링 강화</li> <li>· 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 도입을 통한 폐기물 활용도 제고</li> <li>· 실시간 폐기물 거래 플랫폼 구축 및 보급</li> </ul>

표 12. 중국 인터넷+ 정책의 11대 중점 분야별 세부 계획 (출처: STEPI, 2017)

중국 정부는 ‘先허용-後규제’ 방식을 채택하여 일단 규제 없이 허용하고 문제가 발생하면 규제를 만들어가는 형식으로 제4차 산업혁명 관련 정책을 운영하고 있다. 특히 인터넷, 모바일, O2O와 같은 신성장동력 분야에서 일단 저변을 확대하고 생태계를 조성하는데 집중하고, 이후 시장이 성숙되면 순차적으로 대응되는 규제를 발표하여 부작용을 최소화하는 방식이다. 중국이 금융 분야에서 신속한 디지털 전환을 이룬 배경이다. 현재 중국은 신용카드 단계를 생략하고 바로 모바일 결제로 도약하여 모바일 결제가 전자상거래 뿐 아니라 노점상 등에까지 광범위하게 활용되고 있으며, 전자상거래·모바일 결제와 연계한 핀테크도 발달하였다.

중국 정부는 온라인 결제 관련 신규 서비스의 출시 후 5년에서 11년의 기간을 두고 규제를 순차적으로 도입했다. 2005년 알리페이 가 온라인 송금 서비스 시작 후 2016년 송금 상한액 관련 규정을 도입했으며, 2005년 에스크로(제3자 결제대금 예치) 서비스 시작 후 2014년 소비자 보호를 위한 전자상거래 규정을 도입한 사례가 대표적이다.

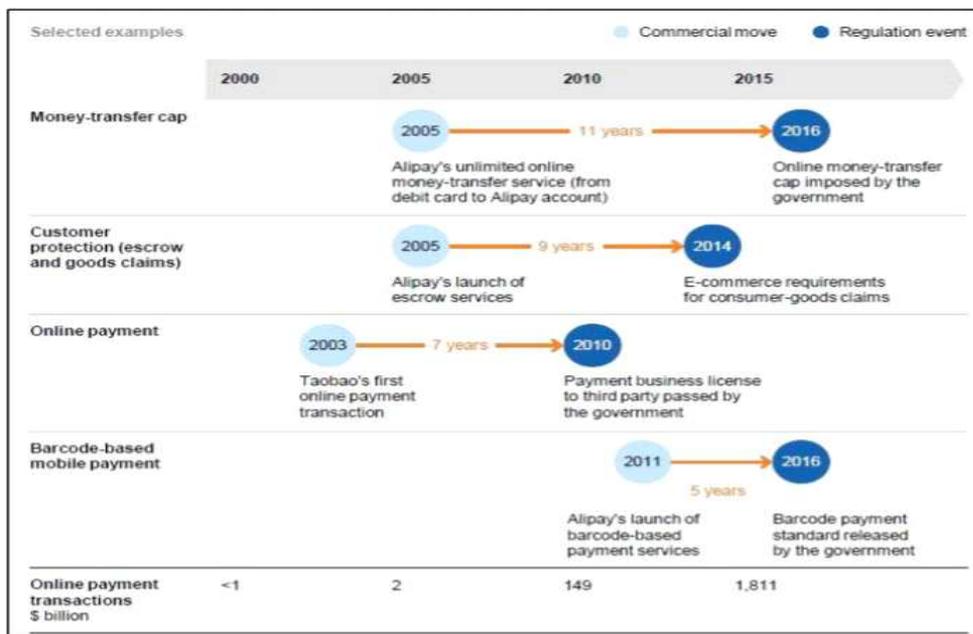


그림 15. 중국 모바일 결제시장 규제 도입 시기 (출처: McKinsey, 2017)

스타트업 기업 지원도 활발한데, 정부 차원의 각종 행정 규제의 간소화 및 자금 지원에 더해 인큐베이터 회사가 사무공간 대여, 경영 노하우 제공, 제조공장 연결, 투자 제공 등으로 스타트업 기업의 초기 성장을 지원한다. 베이징은 고급 인력과 풍부한 인프라를 기반으로 한 기업을, 선전은 다수의 부품 공장을 기반으로 한 하드웨어 기업을, 상하이에는 금융산업을 기반으로 핀테크, 게임 등의 소프트웨어 기업을 육성하는 등 지역별 특색을 살렸다.

중국 과학기술부의 ‘2017년 중국 유니콘기업 발전보고’에 따르면 기업가치가 100억달러 이상인 ‘슈퍼유니콘’ 스타트업은 10개, 기업가치 10달러 이상의 유니콘 기업은 139개(‘18.5)가 있는 것으로 추정된다.

2017년 기업가치 100억 달러 이상 중국 스타트업 기업

기업명	기업가치 (억 달러)	업종	기업명	기업가치 (억 달러)	업종
엔트파이낸셜(螞蟻金服)	750	알리페이 운영기업	닝더스다이(寧德時代)	200	배터리 생산기업
디디추싱(滴滴出行)	560	자동차 공유서비스	진르터우타오(今日頭條)	200	뉴스 서비스 제공 기업
샤오미(小米)	460	스마트폰 제조회사	차이나오넷(菜鳥網絡)	200	택배 서비스 기업
아리윈(阿里云)	390	알리바바 클라우드 서비스	루진쉬(陸金所)	185	P2P 투자 플랫폼
메이판디엔핑(美團点评)	300	음식 배달 서비스 기업	제다이바오(借貸寶)	107.7	온라인 대출 플랫폼

자료 : Torch High Technology Industry Development Center, Ministry of Science and Technology (科技部火炬中心)

표 13. 중국 슈퍼유니콘 스타트업 목록 (출처: 한국금융연구원, 2018)

일례로 전통 제조업을 기반으로 발전한 선전市の 경우 IT 제품 제조를 위한 우수한 인프라와 공장 간 클러스터가 잘 형성되어 있어 스타트업 기업이 프로토타입을 만들기 용이하고, 국가적 엑셀러레이터 정책지원이 더해져 ‘중국의 실리콘밸리’라 불리며 스타트업의 천국으로 여겨진다. 텐센트, 샤오미, 화웨이 출신의 엔지니어나 유학과 인재들의 과학기술 기반 창업 기업들이 성공을 거둠에 따라 계속해서 민관 협력 네트워크를 통해 과학기술 연구 및 창업 지원을 강화하는 추세다.



그림 16. 중국의 스타트업 지원체계 (출처: 한국금융연구원, 2018)

국가 공인을 받은 하드웨어 전문 엑셀러레이터인 대공방(大功坊)은 2013년 설립되어 창업자의 아이디어 구현, 투자, 생산까지 스타트업 전 프로세스를 지원하고 있다. 아이디어의 창의성, 시장성, 기술성 등의 기준으로 지원 기업을 선정하고 사무공간을 제공하며, 3~6개월 내에 시제품 개발 및 상품 출시가 가능하도록 지원한다.

홍콩 증시에 상장되기도 한 잉단(硬蛋)은 선전의 우수한 하드웨어 인프라와 1만여개에 달하는 자사 네트워킹을 통해 예비 창업가 및 중소기업들이 성장하는 발판을 마련하는 인큐베이터 기업이다. 바이두, 샤오미, 마이크로소프트, 인텔 등 세계적 대기업과 협력하여 부품사 연결, 제조, 마케팅, 유통 등을 원스톱으로 지원하며 미국의 클라우드 펀딩 서비스와도 연계해 국제적 유통망을 확보하고 있다.

## 2) 국내 주요 대응 정책 및 평가

국내에서는 조직적 측면에서 제4차 산업혁명에 대응하여 범부처 간 일관성 있는 비전 수립을 위해 대통령 직속 ‘4차 산업혁명 전략위원회’를 신설하였으며, 국회에서도 신산업의 활성화를 위한 법률 개혁을 담당할 ‘4차 산업혁명 법·제도 개선 특별위원회’를 운영하고 있다. ‘17년 11월 마련된 종합대책(혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획)은 정책 기본방향을 ① 지능화 혁신으로 다양한 신산업 창출 및 튼튼한 주력산업 육성, ② 고질적 사회문제를 해결하여 국민의 삶의 질 제고, ③ 양질의 새로운 일자리 창출 및 일자리 변화에 대응한 사회안전망 강화로 설정하고 있다.

기존 개별 산업 중심의 칸막이형 법과 제도가 걸림돌로 작용해 신성장동력을 활용한 융복합 산업 출현과 사업화가 지연되는 사례를 고려할 때 컨트롤타워 설치의 바람직한 방향이라고 할 수 있다. 실제 4차위가 설치된 후 2020년 4월 기준 14차례의 전체회의를 통해 ‘개인주도형 의료데이터 활성화 전략’, ‘5G 기반 스마트공장 활성화 전략’ 등 총 17건의 안건을 심의·의결했다. 하지만 민간위원이 정책 수립에 주도적으로 참여한 사례와 정부안이 마련된 후 민간위원이 자문하는 방식이 2:8의 비율로 이루어지고, 위원회 기능 자체가 심의·조정이다 보니 당초의 의욕적 출발에 비해 규제개선을 위한 민관 소통채널로서는 뚜렷하게 보이는 성과는 내지 못했다는 평가가 있다.

4차위가 컨트롤 타워로서 보다 중심적 역할을 수행하며 제4차 산업혁명에 필요한 혁신적 규제완화를 이루어내기 위해서는 정부 제출 안건에 대한 자문과 더불어 민간위원들이 산업현장을 찾아 애로사항을 청취하여 위원회 주도로 정책 아젠다를 발굴하고, 특별위원회·테스크포스(TF) 등 위원회와 부처 간 협업체계를 구축해 정책 수립단계부터 적극 참여할 필요가 있다. 심의 안건에 대해 차년도 예산과 연계하여 구체적 성과를 내도록 독려하는 역할도 필요하다.

### <4차산업혁명 전략위원회>

- (역할) 제4차 산업혁명의 도래로 나타나게 될 우리나라의 경제, 사회 전반의 변화를 국가 차원에서 대비하기 위한 방향성 제시
- (구성) 위원장과 민간위원 20명, 정부위원 5명(과학기술정보통신부장관, 국토교통부 장관, 산업통상자원부 장관, 고용노동부 장관, 중소벤처기업부 장관) 등 총 26명으로 구성되었으며, 총 3팀(총괄기획팀, 기술산업팀, 사회혁신팀)으로 이루어진 지원단에서 업무 지원



그림 17. 4차산업혁명위원회 조직도 (출처: 4차산업혁명위원회 홈페이지, 2020)

- (대표 정책) 기업들의 데이터 서비스 활용 관련 질의 및 제언을 청취하고 관계부처 검토를 통해 현장의 애로를 해소하는 ‘4차위 데이터 옴부즈만’, 민간의 규제혁신 요구와 관련, 1박2일의 집중토론을 통해 사회적 합의를 이루는 ‘규제·제도 혁신 해커톤’ 등을 시행



그림 18. 4차위 데이터 옴부즈만 (출처: 4차산업혁명위원회 홈페이지, 2020)

정부부처 차원에서는 부처합동 종합대책을 마련( '17.11)한 후, 과학기술정보통신부에서 제4차 산업혁명 대응 관련 주무부처 역할을, 산업통상자원부에서 공업 및 산업기술 연구개발정책을, 중소벤처기업부에서 창업기업 지원 및 중소기업 정책 기획을, 국토교통부에서 국토교통 분야 대응 전략 및 스마트 인프라 마련 등을 담당하고 있다. 국가과학기술자문회의는 기존 자문기능과 심의기능으로 나뉘어져있던 기구들을 통합( '18.4)한 것으로, 국가연구개발사업 예산 배분과 조정을 담당한다.

부 처	제4차 산업혁명 관련 부처별 주요 정책
과학기술정보통신부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 5G 글로벌 시장 선점 추진 - 세계이동통신사업자연합회(GSMA)와 5G 융합 서비스 분야 활성화를 위한 업무협약 체결 등</li> <li>○ 4차 산업혁명 인재 4만명 양성 - 인공지능대학원 지원 사업 등</li> <li>○ 블록체인 민간주도 프로젝트 추진 - 탈중앙화 기부 플랫폼(이포넷), 블록체인 기반 중고차 서비스 플랫폼(현대오토에버), 블록체인 ID/인증 네트워크 기반 금융·통신·교육 분야 서비스 개발(SK 텔레콤) 등</li> <li>* (블록체인 기술) 네트워크 참여자가 공동으로 거래내역 등의 정보를 기록·검증·보관하는 기술</li> </ul>
기획재정부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제2벤처 붐 확산 전략 - 新산업·高科技 스타트업 발굴, 벤처투자 시장 내 민간자본 활성화, 스케일업 및 글로벌화 지원, 규제 샌드박스 확대로 스타트업 친화적 인프라 구축</li> </ul>
산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제조업 혁신 전략 - 독일 등 선진국 사례를 벤치마킹하여 업종별 스마트공장 보급, 관련 부품 개발, 기존 제품에 스마트 센서와 빅데이터 수집·분석 클라우드 플랫폼을 결합해 신규 서비스 모델을 창출하는 '제조 서비스화 플래그십 프로젝트' 추진</li> <li>○ 산업기술정책펀드 운용, 산업기술 연구개발 성과의 시장진출 지원 시스템 마련</li> </ul>
중소기업벤처부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중소환경기업 사업화 지원 - (기반 구축) 기술 사업화 단계에서 겪는 어려움을 극복할 수 있도록 종합 진단 및 맞춤형 상담 지원 (개발 촉진) 시제품 제작, 인·검증, 마케팅 등 사업화 자금 지원 (투자유치) 국내외 민간투자자 발굴을 위한 투자 설명회 활동 지원</li> </ul>
국토교통부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트시티 이니셔티브 추진 - 에너지·교통·상하수도 등에 ICT 기술을 도입한 도시통합운영시스템과 스마트홈을 융복합한 플랫폼으로서의 '스마트 시티' 생태계 확산</li> <li>○ '지능형 교통시스템' 등 신교통수단 기반 인프라 마련, 자율차·무인기 등 무인이동체 차세대 시장 선점을 위한 원천 기술 개발 및 초기시장 창출 지원</li> </ul>

표 14. 제4차 산업혁명 관련 부처별 주요 정책

### 3) 시사점 - 제도 혁신과 플랫폼 선점의 필요성

제4차 산업혁명은 각국의 제도에 따라 크게 두가지 방향으로 나타나고 있다. 유연한 고용, 파괴적 혁신을 중심으로 소프트웨어·인터넷 부문의 빠른 사업화를 추구하는 미국형 4차 산업혁명과 안정적 고용, 점진적 혁신을 중심으로 제조업 고도화를 추구하는 독일·일본식 4차 산업혁명이 그것이다. 우리나라는 제도적 특성은 독일·일본과 유사하나 인터넷 경쟁력을 바탕으로 한 역동적인 미국식 4차 산업혁명을 지향한다는 점에서 제도적 괴리가 나타나고 있다. 이러한 상황에서 정부 차원의 중요한 과제 중 하나는 제도 혁신(Institutional Innovation)이다.

중국의 경우 빠른 디지털 혁신과 인공지능을 핵심 동력으로 하는 미국형 4차 산업혁명에 근접한 양상을 보인다. 온라인 결제, O2O, 창업 등 중국이 앞서가는 분야의 지식과 경험은 우리가 적극적으로 학습하고 벤치마킹할 필요가 있지만, 제조업 분야에서는 아직 선진국의 사례를 도입하는 단계로 독창적 개념이나 가치를 창출하지는 못한 것으로 관찰된다. 중국은 독일의 Industry 4.0을 벤치마킹하여 제조업 고도화를 지향하지만 사실상 큰 내수시장을 유인책으로 외국기업을 유치하고, 선진기술을 이전시키는 정책이 추가되고 있기 때문이다.

구분		독일·일본	미국
제도적 특성	노동시장	▪중신 고용	▪유연한 고용
	금융시스템	▪간접금융(대출) 중심 ▪기업과의 장기적 신뢰관계 기반	▪직접금융(투자) 중심 ▪기술/사업성 전망에 기반
	규제 체계	▪Positive System(대륙법 체계)	▪Negative System(영미법 체계)
산업적 특성	주력 산업	▪제조업(장비/부품/로봇, 중소기업)	▪SW, 인터넷, 바이오(벤처기업)
	특징	▪(DUI형)점진적 혁신, 장기간의 숙련 축적 ▪낮은 위험부담, 안정적 생태계	▪(STI형)파괴적 혁신, R&D와 빠른 사업화 ▪높은 위험부담, 역동적 생태계
“두 개의 4차 산업혁명”		① 산업인터넷, 스마트공장 ▪기존 제조업체가 주도하는 <b>존속성 혁신</b> ▪HW 제조역량이 여전히 중요하고, 여기에 SW가 결합	② 자율주행차, O2O, 핀테크, 디지털헬스케어 등 ▪ICT기업/스타트업이 주도, <b>파괴적/보완적 혁신</b> (경쟁지형/게임의 규칙 바꾸고 산업 재정의) ▪주로 SW적 혁신

\*DUI mode: Learning by Doing, Using and Interacting / STI mode: Science, Technology and Innovation

그림 19. 제도와 산업의 조응관계 (출처: 이지효, 2016)

제4차 산업혁명에 대한 대응능력에 있어서 우리나라는 총 140개의 평가 대상국 중 종합 25위, 이 중 법적 보호 수준은 62위\*로 법제도적 기반이 취약한 것으로 나타났다.

\* 교육-기술 시스템 19위, 사회적 기반 수준 20위, 기술숙련도 23위, 노동유연성 83위, 기업윤리 110위, 지식재산권 보호 114위, 재산권 보호 124위 (UBS, 2016)

제도 혁신을 통해 제4차 산업혁명이 가져올 경제성장 기회를 최대한 활용하기 위해서는 시장의 흐름에 민첩하게 대응하기 위한 혁신적 행정·규제 패러다임으로의 전환이 필요하다. 새로운 기술이나 서비스를 테스트할 수 있도록 일정기간 기존 규제에서 면제해주는 규제 샌드박스의 활용도를 높이고, 정부는 관련 기업과의 교류를 통해 기술변화에 맞지 않는 규제를 정비하는 등 선제적 대책 마련을 해야 한다. 신기술의 대거 등장, 기술간 연결 및 융복합, 디지털 플랫폼을 통한 파괴적 혁신으로 인해 산업의 형태나 구조를 예측하는 것이 어려워졌고, 기존 규제가 신기술을 수용하지 못하고 진입장벽으로 기능하는 경우가 빈번하기 때문이다.

신산업 분야의 경우 포괄적 네거티브 규제 방식으로 사후규제로의 전환이 검토( '17)되었으나 관련 기업에서는 아직 실감하지 못하는 분위기다. 대한상공회의소가 5개 신산업분야 700여개 기업을 대상으로 한 조사 결과 신산업 분야 기업 2곳 중 1곳은 최근 1년 사이에 규제로 인해 사업 차질을 빚은 것으로 나타났다.



그림 20. 국내 신산업 규제에 의한 실태조사 결과 (출처: 대한상공회의소, 매일경제 2017)

제도 혁신에 더해 앞서 살펴본 주요국 4차산업혁명 정책에서 공통적으로 추구하는 목표는 자국 경쟁우위와 맞물린 플랫폼의 선점이다. 차량, 숙박, 음식 등 산업영역 전반에 걸친 온·오프라인 통합 가속화로 거의 모든 산업의 플랫폼화가 진행되고 있다는 점을 파악한 것이다. 물리적 시스템(생산현장의 자동화, 센서·사물인터넷 등을 통한 자동적인 정보 수집)과 사이버 시스템(수집된 데이터를 통합 관리하고 자율적으로 판단)의 결합이 플랫폼에서 이루어지며, 플랫폼 이용자들의 데이터 분석을 통해 소비자가 원하는 서비스를 적시에 제공하는지 여부가 플랫폼의 경쟁력이 된다.

우리나라의 4차 산업혁명 기반기술은 미국, 일본, 중국에 비해 현재는 물론 5년 후에도 비교 열위에 있다는 한국경제연구원 조사 결과가 있었다( '18.5). 클라우드 슈밥이 제시한 4차 산업혁명 12가지 분야(바이오, 사물인터넷, 우주 기술, 3D 프린팅, 드론, 블록체인, 신재생에너지, 첨단소재, 로봇, 인공지능, 증강현실, 빅데이터)를 대상으로 우리나라의 기술 수준을 100으로 설정했을 때, 2018년 기준 중국이 108, 일본이 117, 미국이 130이며 5년 후에도 중국 113, 일본 113, 미국 123으로 기술 분야의 비교열위가 지속될 것으로 전망했다. 제4차 산업혁명 관련 기술 수준이 이미 선진국보다 뒤쳐져 있는 상황에서 선진국과의 격차 해소를 정책문제로 본다면, 이 기술격차를 어떻게 해소할 것인지, 전략적으로 어느 부문에 기술경쟁력을 갖추고 시장을 선점해 나갈 것인가가 중요하다.

일례로 제4차 과학기술 기본계획 정책기조 중 하나인 ‘세계 최초 5G 상용화’와 관련해서 실제로 우리나라는 5G 서비스를 2019년 4월 3일 밤 11시에, 美 Verizon보다 1시간 먼저 개통함으로써 ‘세계 최초’라는 타이틀을 얻었다.

이는 앞으로의 5G 서비스 수출에 도움이 되는 자극적인 타이틀이지만, 글로벌 5G 시장을 선점하려면 이를 통해 어떤 서비스와 콘텐츠를 제공하고, 신산업에 어떻게 적용을 확산해 나갈지를 고민해

야 한다. 5G 기술은 4G LTE 대비 데이터 용량은 1,000배, 속도는 200배 빠른 차세대 통신으로 인터넷 뿐 아니라 스마트시티, 자율주행차 등에도 핵심 기술로 평가된다. 자율주행차나 스마트 공장이 5G 수익원으로 부상하려면 최소 10년 이상 걸릴 것이라는 글로벌 시장 조사기관 가트너의 예측이 있었으나 우리나라가 앞선 5G망을 기반으로 센서 데이터를 신속히 클라우드로 모아 인공지능으로 분석하고 현장에 적용하는 5G 기술 플랫폼을 선점한다면 원격제어 산업의 지형 자체를 변화시킬 수도 있다.

플랫폼을 주도하는 주체가 누구인가에 따라 기업과 산업의 성패가 좌우될 것이다. 현재까지 구글, 아마존, IBM 등 해외 기업들이 플랫폼 경제를 주도하고 있어 4차 산업혁명이 심화될수록 국내 산업의 대외의존도가 더욱 커질 것으로 우려된다. 국내 스마트폰 제조기업들은 구글의 안드로이드 운영체제에 의존하고 있으며, LG 전자 냉장고는 아마존의 인공지능 플랫폼 알렉사(Alexa)를 탑재하고 있다. 우리나라의 급속한 경제발전 과정에서 핵심이었던 도로, 항만, 상하수도과 같은 사회간접자본(SOC)은 다수의 기업 활동 및 전체 공익과 관련된 중요한 역할을 해왔다. 제4차 산업혁명에서 플랫폼이 가지는 의미가 이와 유사하다. 플랫폼에 대한 접근은 거대한 시설이나 공간을 필요로 하지 않고 아이디어를 가진 사람과 관련 소프트웨어 역량을 가진 소수에 의해서도 가능하다는 점에서 잘 구축된 플랫폼은 기존 기업 뿐 아니라 벤처 기업이나 스타트업에게도 새로운 기회를 제공할 것이다.

현재까지 건설·교통 등 SOC 인프라를 기반으로 한 국토교통 서비스가 대국민 편의성과 안정성, 친환경성을 증대시켜 왔듯, 국토교통 분야에서 다양한 영역이 제4차 산업혁명에 대응해 고도화되며 국가 경제 발전을 견인할 미래 신성장동력으로 주목받고 있다. 다음 장에서는 각 국토교통 분야별 신성장동력을 세부적으로 살펴보고, 국내 국토교통 환경 및 여건에 맞는 정책·기술·금융 분야 플랫폼 구축 등 제4차 산업혁명 대응 전략 수립에 활용하고자 한다.

### Ⅲ. 국토교통 분야에서의 제4차 산업혁명

#### 3.1. 도시의 미래 : 스마트시티

##### 1) 스마트시티(Smart City)의 정의 및 구성 요소

신기술이 일반화되고, 서로 연결되어 도시 인프라 관리에 활용되는 폭이 커지면서 제4차 산업혁명은 도시의 기5능과 형태에도 지대한 영향을 미치고 있다. 제4차 산업혁명의 다양한 혁신 기술을 융복합하는 공간적 플랫폼이자 대한민국의 새로운 성장동력으로 ‘스마트시티’가 주목받고 있다.

스마트시티란 간단히 ‘도시의 디지털화’로 설명 가능하다. 스마트시티는 독립된 특정 기술을 의미하기보다는 자율주행차, 에너지 시스템, 드론 등 미래 신기술과 서비스를 포괄적으로 엮어놓은 플랫폼을 의미한다. 스마트시티의 목표는 정보 기술을 교통, 환경, 에너지, 상하수도 등 도시 인프라와 연계해 도시 관리의 효율성을 높이고, 시민의 삶의 질을 향상시키는 지속가능한 도시를 만드는 것이다.

기관	정의
IBM	‘Smarter cities’는 도시를 운용하기 위해서 도시시스템 모델을 가지고 있고 이를 통해 핵심적인 시스템의 열쇠가 되는 정보를 ICT를 이용하여 수집하고, 분석하며, 통합할 수 있는 도시
Smart Cities Council	정보와 정보통신기술을 활용, 거주성(Livability), 실행가능성(Workability), 지속가능성(Sustainability)을 향상시킨 도시
US DOT	ICT를 활용하여 다양한 시스템을 컨트롤 하고 거주자의 삶에 영향을 주는 도시
ITU	생활의 질, 도시운영과 서비스의 효율성, 도시경쟁력을 개선하는 동시에 경제 사회적, 환경적 측면에서 현재와 미래 세대의 필요를 충족시키기 위해 ICT기술을 비롯한 수단을 활용하는 혁신도시

출처: IBM(2009.6.), Smart cities council (<http://smartcitiescouncil.com/smart-cities-information-center/definitions-and-overviews>, 2017.4.20. 최종접속), US DOT(2014.10.), 황종성(2016.10.7.) 등을 참고하여 정리.

표 15. 스마트시티 정의 (출처: STEPI, 2017)

스마트 시티에서 디지털 기술이 눈에 띄는 요소이기는 해도, 완전히 기능하는 스마트시티는 도시 계획 및 관리, 디지털 생태계, 시민 참여라는 세 가지 요소로 구성된다. 도시 계획 및 관리는 스마트시티의 아날로그적 기반이다. 인프라 계획, 토지 사용, 효과적인 공공서비스 제공 등과 같은 전통적인 공공서비스가 모두 이 분야에 포함된다.

디지털 생태계는 디지털 연결성과 데이터로 구성되며, 도시 계획 및 관리를 지원하는 도구로써 작동한다. 스마트시티에서는 사물인터넷 장치 및 센서를 활용하여 다양한 도시 인프라에서 정보를 수집하고 분석한다. 이를 통해 도시는 공공 자산의 지능적 관리, 서비스 효율성 증가, 비용 저감, 운송 수단 혁신 등으로 주민의 전반적인 삶의 질을 향상시킬 수 있다.

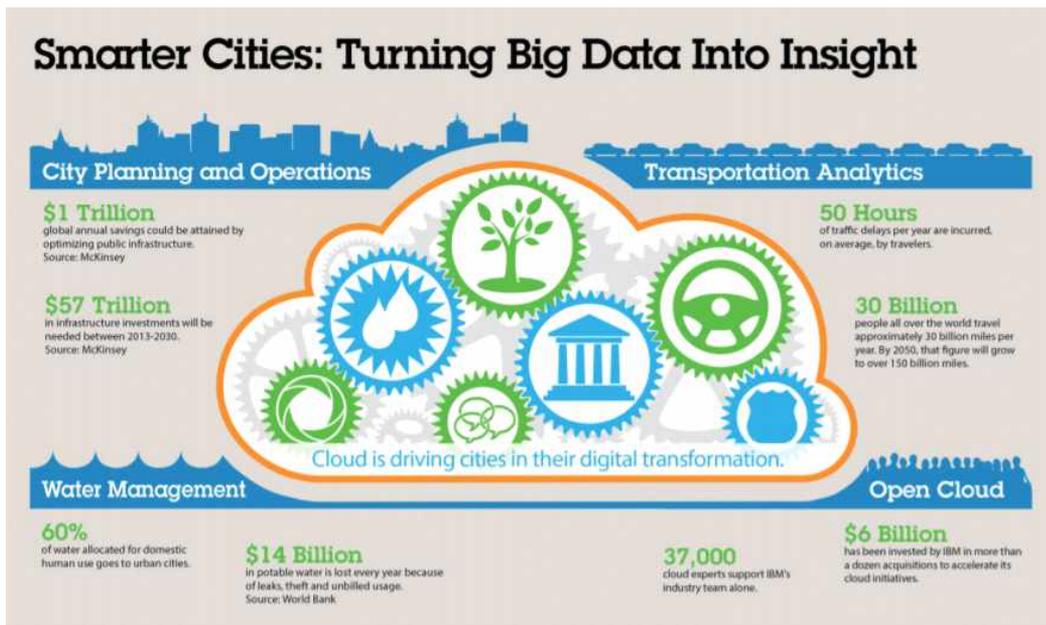


그림 21. 스마트 시티 구현을 위한 빅데이터 활용 구상 (출처: IBM)

시민 참여는 도시 계획 및 서비스에 대한 이해관계자의 참여를 의미한다. 여기에는 인프라 및 서비스 계약 기관 뿐 아니라 일반 시민도 포함된다. 초기 스마트시티는 정부가 기술 중심의 탑다운 방식으로 개발했으나, 오늘날에는 다양한 주체가 스마트시티 개발에

참여하고 있으며, 시민들의 의견을 적극적으로 반영하는 거버넌스 모델을 기반으로 서비스를 향상시키고 있다. 일례로 스마트시티 이니셔티브가 추진된 주요 도시 중 하나인 서울은 지난 15년간 거버넌스의 디지털화를 통해 시민 주도의 전자정부 거버넌스 모델을 도시 행정과 관련된 의사결정에 활용하고 있다.

스마트시티는 디지털 기술을 활용해 도시의 경쟁력을 높이고 높은 생산성의 경제 인프라를 구축하는 ‘스마트 경제’, 교통 시스템과의 유기적인 연계를 해주는 ‘스마트 이동’, 도시를 구성하는 자연 자원을 모니터링하고 이를 보호하는 ‘스마트 환경’, 도시에 거주하는 시민들의 능력을 극대화하고 사회적 자본을 축적하도록 하는 ‘스마트 인력’, 시민들의 삶의 질을 높이는 ‘스마트 생활’, 도시 운영과 관련한 의사결정 과정에 시민 참여를 이끄는 ‘스마트 거버넌스’로 구현된다.

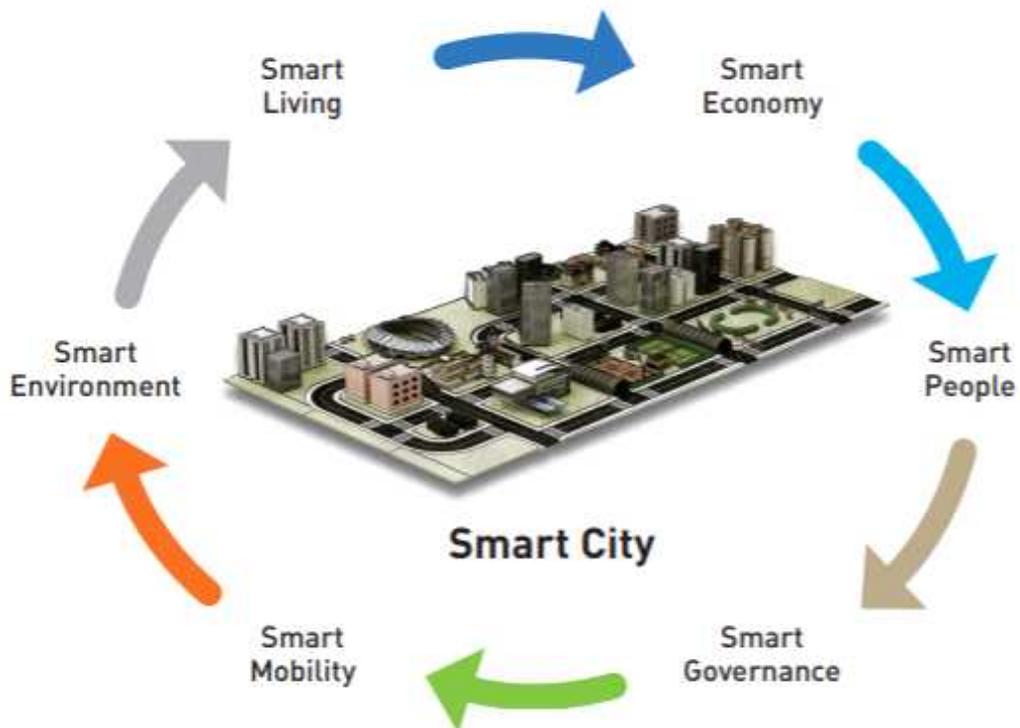


그림 22. 스마트시티의 6가지 구현요소 (출처: 국토연구원, 2018)

## 2) 해외 스마트시티 동향 및 정책 사례

세계적으로 급속한 도시화에 따른 자원 부족, 교통 혼잡, 에너지·환경 문제 등을 해결하기 위해 첨단기술을 활용한 스마트시티 조성을 위한 움직임이 활발하다. IDC는 전세계 스마트시티 조성 및 추진을 위한 투자규모가 '20년 1,240억 달러로 지난해 958억 달러보다 약 19% 증가했다고 발표했다. 나아가 스마트시티 관련 투자는 '22년 1,580억 달러에 달할 것이며 스마트시티와 같은 경제사회적 허브는 보안·프라이버시는 물론 자동화 업계, 솔루션 회사 등에 새로운 성장 기회를 제공하는 호재가 될 것으로 전망했다.



그림 23. 글로벌 스마트시티 투자 규모와 부문별 전망 (출처: IDC, '20.2.10)

프로스트앤설리번에서는 스마트시티 시장을 2020년 1.5조 달러로 전망하고, 섹터별로는 스마트 정부 및 교육 부문이 가장 큰 비율(24.6%)을 차지할 것으로 예측했다. 헬스케어, 에너지, 보안, 인프라 역시 주요 섹터로 분류했다.

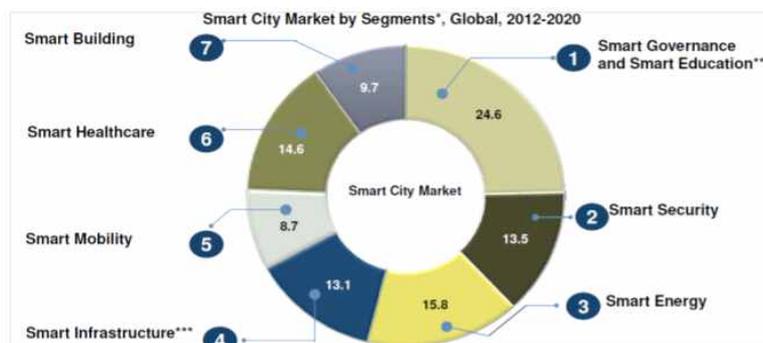


그림 24. 스마트시티 섹터별 전망 (출처: Frost&Sullivan, 2014)

해외 정부들의 스마트시티 관련 동향을 살펴보면 국가별 추진 목적과 방향성을 가지고 활발히 정책을 추진 중이라는 것을 알 수 있다. 미국 정부에서는 지역 주도형 개발 계획을 중심으로 민간기업이 참여하기 좋은 시장을 조성하고, 민간에서 사업모델을 구상하고 참여하는 형태로 스마트시티를 개발하고 있다. 유럽 국가들은 지속가능한 도시 개념이 진화하면서 스마트시티 개념이 정립된 만큼 지속가능성에 초점을 두고 기존 도시 공간 내에서 활용할 수 있는 사업들을 지원하는 경향이 있으며, 이에 비해 아시아권 국가들은 도시인구 증가로 인한 문제해결의 수단으로 정보통신기술에 기반한 첨단 인프라 중심의 서비스 보급에 초점을 맞추는 경우가 많다.

해외 스마트시티 관련 전략 및 현황

단계	내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2015년, Smart Cities Initiative 발표 : 교통혼잡 해소, 범죄예방, 경제성장 촉진, 공공서비스 등과 관련한 지역문제 해결을 위해 1.6억달러 투자</li> <li>• 2016.12월, 미국교통부(DOT) Smart City Challenge 실시 : 콜롬버스티 선정</li> </ul>
EU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horizon2020 계획에 디지털아젠다로 Smart Cities 명시</li> <li>• 2013년, 스마트시티 및 커뮤니티 혁신 파트너십 전략 실행계획 발표 : 유럽집행위원회(EC)가 에너지와 교통문제 해결에 중점을 두고 정책 총괄</li> </ul>
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012년부터 'Open Data, Future Cities Demonstrator' 정책 추진 : 스마트시티 세계 시장점유율 10% 목표, 스마트시티 관련 ICT 기술표준화에 집중 투자</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012.12월, 12차 5개년 계획에 따라 국가 스마트시티 시행지역 공고 : 2015년까지 320개 智慧城市 구축 목표, 약 53조원 투자</li> <li>• 2015년, 신형도시화계획 발표 : 500개 스마트시티 개발, 2020년까지 R&amp;D 500억위안(10조원)과 인프라구축 등에 1조위안(182조원) 투자</li> </ul>
인도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2014년, 신임 총리가 2020년까지 100개 스마트시티 건설과 총 19조원 투자 공약</li> </ul>
싱가폴	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2014년, 스마트네이션(Smart Nation) 프로젝트 출범, SNPO(Smart Nation Programme Office) 설치</li> <li>• 국내외 대학 및 민간단체, IBM 등 다국적기업, 시민 등과의 협업체계를 구축하여 시범사업 추진</li> <li>• 2015.10월, ITU의 스마트시티 핵심성과지표 개발을 위한 시범평가모델로 선정</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2014.4월, 제4차 에너지기본계획 : 에너지 이용 효율화와 고령자 돌봄 등 생활지원 시스템을 포함한 스마트시티 구축 계획 발표</li> <li>• 후쿠시마 원전사고 이후 에너지와 환경 분야에 중점을 두고 4개지역(요코하마, 교토, 도요타, 기타큐슈)에 집중 투자</li> <li>• 2018.6월, 미래투자전략2018(Society 5.0) 발표 : 교통·안전을 위한 스마트시티 실현 계획 발표 : 2020년까지 IoT 기술을 활용한 안전·방재시스템 구축시스템을 100개 지방자치단체에 도입</li> </ul>

표 16. 해외 스마트시티 관련 정책 동향 (한국정보통신기술협회, 2018)

미국은 ‘15년 Smart Cities Initiative를 발표하며 교통부를 중심으로 각 지역별 특색을 살린 스마트시티 사업을 지원하는 ‘스마트시티 챌린지(SCC)’ , 상무부 산하 국립표준기술원이 주관하는 ‘글로벌 시티 팀 챌린지(GCTC)’ 프로그램을 시행 중이다. SCC는 교통정체 해소, 안전통행, 환경보호, 기후변화 대응, 커뮤니티 연결 등을 목적으로 하는 실증 시범사업이다. 사업 공모에서 최종 선정된 콜럼버스시는 ‘Access for all’ 이라는 슬로건 하에 V2X<sup>1)</sup>, RFID, NFC 기술을 활용한 지능형 교통관리로 모든 시민에게 교통친화적인 환경을 조성하는 비전을 내세웠다.

GCTC는 기존 스마트시티 사업들이 개별 도시 및 커뮤니티에 특화되어 개별적으로 진행된 결과 타도시에 적용하기 어렵다는 관찰을 토대로 ‘협동’ 과 ‘표준 개발’ 을 전략적 방법론으로 채택했다. 다양한 도시들이 경험과 지식을 서로 공유하고 협동하면서 표준을 개발하고, 표준에 기반한 스마트시티 모델을 기획하는 것이 목표다. 추진 체계는 민간기업들이 스마트시티 실증사업을 지자체에 먼저 제안하는 등 민관협력을 강화했고 가시적 혜택 입증을 위하여 도시의 출퇴근 시간 15% 감축, 도시 공기 오염도 20% 감축 등 계량 가능하고 구체적인 성과측정 방식도 개발했다.

세계 10대 스마트도시 중 하나로 손꼽히는 뉴욕의 경우 세계 최대 규모의 도시 와이파이 네트워크인 LinkNYC를 구축하고 도시 재생 관련 스마트 기술 스타트업을 지원하는 Urban Tech NYC 프로그램, 스마트 조명 등 프로젝트를 추진했다. 시민, 민간단체, 학교, 기업 등 지역사회에서 나온 아이디어를 사업계획에 반영하고 전문가 참여와 협력을 도모하는 등 스마트시티 생태계를 뒷받침하기 위한 노력도 전개했다. 특히 뉴욕시는 IDC와 협업 하에 ‘스마트시티 실현에 필요한 거버넌스’ 를 주제로 미국 내 20여개 도시관리자들과 워크숍도 개최했다.

---

1) 차량 사이의 무선 통신(V2V: Vehicle to Vehicle), 차량과 인프라 간 무선 통신(V2I: Vehicle to Infrastructure), 차량 내 유무선 네트워킹(IVN: In-Vehicle Networking), 차량과 이동 단말 간 통신(V2P: Vehicle to Pedestrian) 등을 총칭

## <GCTC 프로그램>

- (목표) 확장가능하며 지속가능한 스마트시티 모델 확립, 실증을 통해서 커뮤니티와 도시에 가시적인 혜택이 있음을 입증
- (구조) 액션클러스터와 슈퍼클러스터로 구성. 액션클러스터는 프로그램에 참여하는 기본 팀 단위로, 기업, 학계, 비영리기관은 물론 해외 도시들과도 팀을 이뤄 프로젝트를 수행. 슈퍼클러스터\*는 여러 도시들을 공통 영역으로 묶어 최적의 스마트시티 솔루션을 위한 협력 방안을 도출하는 단위

\* 현재 교통, 안전, 에너지·수자원 환경, 건강관리, 도시데이터 플랫폼, 데이터 관리 및 교환, 공공 와이파이 등 7개 영역으로 구성

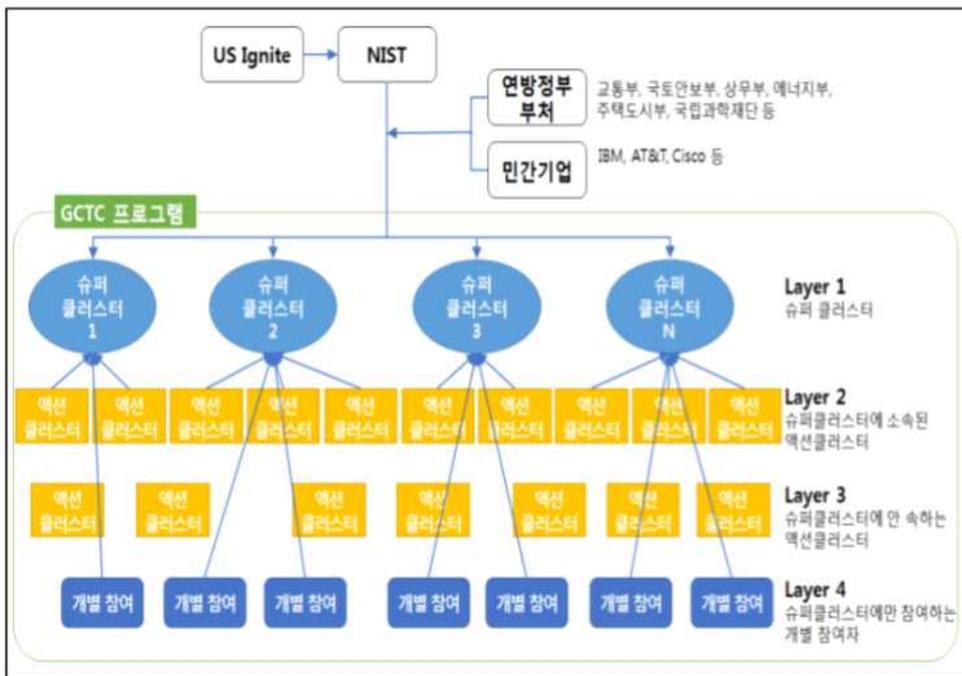


그림 25. GCTC 프로그램 구조 (출처: KRIHS, 2018)

유럽은 ‘스마트시티 및 커뮤니티 혁신 파트너십’을 출범 (‘12.7)해 유럽 주요 도시간 협력을 추진하고 있으며, 기후변화 대응을 위한 에너지 효율적 도시모델로서 스마트시티를 정의했다. 스마트시티 추진을 위한 공공 재정으로 EU의 연구혁신 프로그램인

Horizon 2020의 예산을 활용하며, ‘Urban Challenge’ 라는 구체적인 측정가능한 성과 기준을 설정하여 운영하고 있다. 일례로 GrowSmarter 프로젝트의 성과 기준은 ①기존 빌딩의 에너지효율화를 통해 10만㎡ 구역의 에너지 소비량을 70~90% 가량 삭감 ②도시 이동 효율화와 스마트 그리드, 가정용 쓰레기의 바이오연료 활용 등을 통한 대기오염 물질 60% 이상 삭감 달성을 제시하고 있다.

스마트시티 확산을 위해 Horizon 2020 내 특정 스마트시티들을 ‘등대도시(Smart Cities Lighthouse)’ 로 지정해 솔루션을 검증하고, 이미 검증된 솔루션을 후속도시에 도입하는 방식을 택하고 있다. 등대도시 프로젝트 제안 시 등대도시와 후속 도시가 공동으로 참여하며, 솔루션 검증에 90%의 재원을, 후속도시 도입에 10%의 재원을 투자한다.

유럽은 도시간 네트워크를 통해 스마트시티 추진 결과 및 성공 사례를 교류하고 있으며, 그 중심에 유럽의 리빙랩 네트워크인 ENoLL(European Network of Living Labs)가 있다. ENoLL은 혁신적인 실증방법 중 하나로 ‘사용자 중심의 공개 혁신을 위한 공공-민간 기업-시민 파트너십’ 인 리빙랩 개념이 전세계 스마트시티 정책에 반영되는데 일조했다.

일례로 네덜란드는 비콘 기술<sup>2)</sup>을 실생활에서 체험할 수 있는 비콘 마일(Beacon Mile)이라는 리빙랩을 만들어 시민들이 직접 서비스를 검증해 볼 수 있게 했다. ‘암스테르담 스마트시티 체험랩’ 이라는 전시공간에서 해커톤을 통해 탄생한 시제품을 체험해 볼 수도 있다. ‘암스테르담 스마트시티 플랫폼’ 이라는 시민참여형 추진체계도 운영한다. 동 플랫폼에서는 디지털 시티, 에너지, 모빌리티, 자원 순환, 거버넌스와 교육, 시민과 생활이라는 6개 주제 아래 현재 6천여명의 시민과 민간 기업 등이 주도적으로 도시 생활과 관련된 아이디어, 서비스, 제품을 제안해왔으며 이 중 2백여개가 실제 프로

2) 블루투스를 활용해 반경 50m 내외에 있는 사용자들에게 서비스를 제공하는 근거리 통신 기술. 현재 진행 중인 박물관 전시회, 도서관 문화행사 정보, 버스 도착시간 등 정보 전송, 모바일 결제 등 서비스가 있다.

젝트로 연결되었다. 건물 옥상에 원통형의 특수장치를 통해 빗물을 저장했다가 자동 센서를 통해 식물에 물을 주는 스마트 루프 프로젝트는 인근 레스토랑의 제안으로 시와 수자원 관리회사 워터넷, 연구기관이 모여서 만들어낸 작품이다.



그림 26. 3.4km에 걸친 비콘마일 (출처: KBS, 2019)

덴마크에서는 가로등 스마트 조명을 시민들과 함께 실험하는 DoLL(Danish Outdoor Lighting Lab) 프로젝트를 추진하였고, 스페인은 Smart City Barcelona 프로젝트를 통해 환경, 이동, 관광, 공공 서비스 개선을 꾀하고 있다. 싱가포르 다음으로 선도적 스마트시티로 평가되는 오스트리아의 빈은 스마트시티 프레임워크를 마련하여 정부 데이터 공개, 환경과 모빌리티 솔루션, e-헬스 프로젝트 등을 추진하고 있다. Smart City Agency에서는 모든 스마트시티 프로젝트에 대해 표준화된 모니터링 시스템을 도입<sup>3)</sup>하기도 했다.

중국은 ‘제13차 경제개발 5개년계획(‘15)’에서 ‘20년까지 전국에 500개 스마트시티를 개발하고 ‘25년까지 1조위안(약182조원) 투자한다는 목표를 발표했다. 주택도시농촌건설부가 스마트시티 사업의 대상 도시를 선정하고, 3~5년간 중앙정부 예산을 지원해 사업 추진 후 1~3성으로 성과를 측정하는 체계다. 최근 중국은 스마트시티와 관련한 기존의 대규모 인프라 건설 정책을 ICT 기술을 기반으로 한 산업 고도화 정책으로 변경하고, 인터넷 플러스 전략과 스마트시티 실증을 연계하여 활용하고 있다.

3) <https://smartcity.wien.gv.at/site/en/approach/monitoring/>

이러한 전략의 일환으로 텐센트가 민관협력으로 상하이에서 인터넷플러스 스마트시티를 추진하거나 알리바바가 항저우에서 시티브레인 프로젝트를 추진하는 사례가 있다. 항저우의 경우 알리바바가 개발한 인공지능 ‘시티브레인(City Brain)’을 각종 도시문제 해결에 활용하며 중국 스마트시티 백서 상 인터넷과 사회서비스 지수가 가장 높은 최고의 스마트도시로 선정됐다. 일례로 교통 정체를 해소하기 위해 5만여대의 폐쇄회로 카메라를 통해 차량 상황을 실시간으로 모니터링하고, 도로 위에 있는 차량의 수, 속도, 진행 방향을 파악해 8만여개의 신호등을 조정해 차량의 흐름을 원활하게 한다. 시티브레인은 동영상과 데이터 분석을 통해 하루 3만건에 달하는 교통 관련 민원 업무도 처리하고 있다. 인력으로 처리하면 15만명의 교통경찰관이 필요한 작업이다. 시티브레인의 능력이 입증되면서 취저우, 쑤저우, 마카오 등 중국의 도시들은 물론 말레이시아의 쿠알라룸푸르도 교통 문제 해결에 시티 브레인을 도입했다.<sup>4)</sup>

IDC 보고서 상 스마트시티 건설에 가장 많은 투자를 하고 있는 것으로 알려진 싱가포르는 ‘스마트 국가 이니셔티브(Smart Nation Initiative)’에 따라 정부 주도의 적극적 인프라 투자, 민간 분야 협력 생태계, 신기술을 적극 수용하는 국민들의 태도가 함께 어우러지며 스마트시티 선도국으로 발돋움했다. 민간 기업들의 협력 네트워크인 론치패드(Launch Pad)는 14개의 액셀러레이터, 23개의 인큐베이터, 440개의 스타트업, 15곳의 벤처 캐피털이 참여해 스마트 네이션 건설에 필요한 각종 혁신 기술을 개발하고 있다.

스마트시티를 잘 구현하기 위해 정보, 교통, 에너지 등 각 요소 기술 간 상호호환성이 중요해진 만큼 국제기구를 중심으로 스마트 시티의 통합시스템 기술 표준화 작업도 진행되고 있다. 현재 스마트 시티 관련 국제표준은 IEC(국제전기표준회의), ISO(국제표준화기구), ITU(국제전기통신연합) 등에서 주도하고 있으며, 스마트 시티의 안정적인 구축과 확산을 위해 “공통기능, 인터페이스, 서비스의 표준

4) , 알리바바와 인공지능의 도시. KBS. 2019.5.10. <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4198242>

화” 를 목표로 하고 있다. 국제표준화 논의는 크게 공통 기술<sup>5)</sup>과 세부 요소기술<sup>6)</sup>로 나누어 진행되고 있다.

표준화 기구	현황
ISO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술관리이사회(Technical Management Board: TMB) 산하에 Strategic Advisory Group on Smart Cities(SAG_SCities)를 구성, 표준화 추진 전략 연구</li> <li>- TMB 산하 Standing Smart Cities Task Force(SSCTF) 구성</li> <li>- (TC 268) 도시와 공동체에 대해 지속 가능 개발을 촉진할 수 있도록 요구사항, 지침, 프레임워크 및 관련 기술 표준 개발</li> </ul>
IEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- System Evaluation Group on Smart Cities(SEG1)를 구성, 시스템 통합 성격을 갖는 스마트시티 분야의 표준화 추진 방안 연구</li> <li>- (SyC Smart Cities) (WG2) 스마트시티 관련 요구사항 분석을 위한 설문 설계, (WG3) 스마트시티 참조 구조를 정의하는 신규표준에 대한 NMIP 제안 예정</li> </ul>
ITU-T	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ITU-T의 멤버가 아닌 전문가들도 참여할 수 있는 Focus Group on Smart Sustainable Cities(FG SSC)를 구성, 스마트시티 관련 21개의 문서 개발</li> <li>- (SG20) ICT 활용, 친환경 지속가능성 등의 평가를 위한 성능평가지표(KPI), 스마트시티 구축과 운영을 위한 표준화 진행</li> <li>※ (2018.2.) 스마트시티 플랫폼 요구사항 및 참조구조 정의 권고안 Y.4201, 스마트시티 플랫폼의 상호운용성 요구사항 권고안 Y.4200 개발</li> </ul>
ISO/IEC JTC 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Study Group on Smart Cities(SG1)를 구성, 스마트시티 표준화 추진을 위한 사전 연구</li> <li>- (WG11) IEC SyC Smart Cities 및 ISO TC 268과의 표준화 중복 방지 및 상호협력, 스마트시티 참조 구조, 성능평가 지표, 성능지표를 위한 온톨로지 정의 표준 개발</li> </ul>

표 17. 스마트시티 관련 국제표준화 기구 현황 (출처: 정보통신기획평가원, 2019)

민간 부문의 변화도 활발하다. 스마트시티 개념의 등장으로 전통적 건설, 엔지니어링 기업이 주도하던 도시 개발 분야에 IBM, Cisco, Microsoft 등 ICT 기업의 참여가 확대되고 있다. 일례로 IBM은 ‘10년부터 리우데자이네이루(브라질), 송도(한국), 마스다르(UAE) 등 도시들에 자사의 ICT기반 도시 관리 솔루션을 이식하고 2천여건 이상의 사업 경험을 기반으로 IBM IOC(Intelligent Operation Center) 소프트웨어를 개발했다. IBM이 사회적 공헌 활동으로 전개한 ‘스마터 시티 챌린지(SCC: Smarter City Challenge, SCC)’ 프로그램은 전세계 100여개 도시를 대상으로 700명의 전문가를 파견해 스마트시티 무상 컨설팅을 지원하며 스마트시티 개념을 글로벌하게 확산한 기폭제 역할을 했다는 평가를 받는다. Cisco는 부동산, 공공설비, 교통, 안전·방범, 교육, 건강, 행정, 여가·문화의 8개 분야 서비스 제

5) 도시 평가지표, 요소기술별 상호 연계 기술, 스마트시티 모델, 표준화 초기 단계.

6) 스마트홈: ISO/IEC JTC 1/SC25, 스마트헬스: ISO TC 215, 스마트교통: ISO TC 204 등의 포럼에서 추진

공 플랫폼인 ‘Smart+Connected Communities(S+CC)’ 를 ‘12년부터 바르셀로나, 코펜하겐, 캔자스, 노스캐롤라이나 등에 공급해 왔다. 특히 네트워크 디바이스와 클라우드 컴퓨팅 플랫폼 기능에 기반한 원격교육, 헬스케어 및 교통 분야에 주력하고 있다.

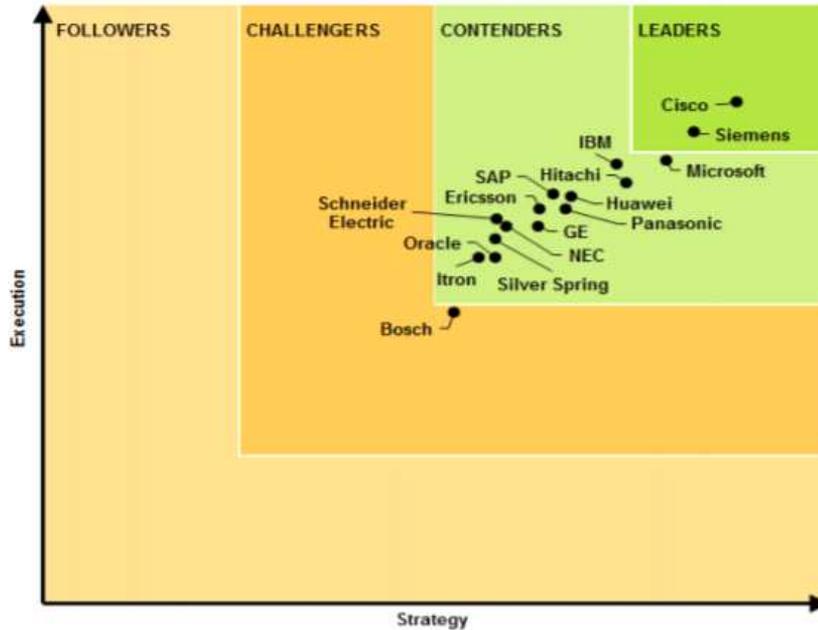


그림 27. 스마트시티 분야의 주요 기업 (Guidehouse Insights, 2017)

### 3) 국내 스마트시티 정책 현황

국내 스마트시티는 스마트시티 인프라 구축단계( '03~ '14), 정보 및 시스템 연계 단계( '14~ '16), 본격 추진 단계( '16~)에 걸쳐 20년 가까이 다져진 결과다. '03년부터 165만 제곱미터 이상의 택지개발 사업 추진 시 기반시설 조성비로 스마트시티 관련 인프라를 구축하고 세계 최초로 스마트시티 유사 개념의 U-city 개발을 위한 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」을 제정( '08)하였으며, 도시통합운영센터와 R&D 기술 성과로 개발된 플랫폼을 활용해 정보를 연계하고, 「스마트도시의 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」로 개정( '17)하여 스마트시티를 4차 산업혁명 시대의 도시문제 해결과 혁신산업 창출을 위한 공간으로 규정했다.

	1단계(~2014)	2단계(2014~2016)	3단계(2016~)
목표	건설산업과 정보통신산업이 융·복합된 신성장 동력 육성	기 구축된 인프라를 활용한 센터 시스템 연계·통합 기반 저비용 고효율 서비스 제공	도시 문제해결 및 혁신적 일자리 공간 창출
정보	개별 서비스 분야 내 정보 활용 수직적 데이터 통합	수평적 데이터 통합 제한적 양방향	클라우드소싱 데이터 취득 클라우드 기반 데이터 통합 수평적 데이터 통합 다자간 양방향 목표
플랫폼	개별 서비스 단위의 폐쇄형 플랫폼	유관 기관간 정보를 공유하는 제한적 형태의 공공 플랫폼	민간과 공공 정보를 공유하고 활용하는 오픈형 플랫폼 목표
제도	U-City법 제1차 U-City종합계획	U-City법 제2차 U-City종합계획 U-City 활성화 지원계획	스마트시티 법 스마트시티 추진전략(4차위)
추진주체	국토교통부 중심	국토부, 과기부, 산업부 등 개별 중앙정부의 독립적 추진	범부처 체계 마련
대상공간	165만㎡ 이상 신도시 구축지역	신도시+기존도시	신도시 구축지역 기존 도시 쇠퇴 도시
사 업	도시통합운영센터, 통신망 등 물리적 인프라 구축	도시통합플랫폼 보급 및 서비스 연계 사업	국가시범도시사업 (신도시 구축지역) 도시통합플랫폼 보급 및 서비스 연계사업, 스마트시티 국가전략 R&D 사업, 테마형 스마트시티 사업, 스마트시티 챌린지 사업 등 (기존 도시) 스마트시티형 도시재생 (쇠퇴 도시)
투자 자원	택지개발 사업비	중앙정부 + 지자체 예산	중앙+지방+민간기업 예산

표 18. 국내 스마트시티 정책 흐름 (출처: 국토연구원, 2018)

국토교통부는 5년 중장기 로드맵인 「제3차 스마트도시 종합계획(‘19~‘23)」에서 도시 성장단계별 맞춤형 스마트시티 모델 조성, 지자체 대상 공모사업 확대 개편, 스마트시티 혁신 생태계 활성화, 해외진출 및 글로벌 협력 강화 등의 사항을 담았다. ‘20년 2월 한국 스마트시티와 관련된 콘텐츠를 집약한 ‘스마트시티 종합포털(smartcity.go.kr)’을 개시했으며, ‘스마트챌린지 사업’을 통해 기존 도시에 스마트 솔루션을 구축하기 위한 공모사업도 확대 추진하고 있다. 과감한 규제개선과 창업지원으로 스마트시티 혁신 생태계를 활성화시키기 위해 「스마트도시법」을 개정(‘20.2)하여 스마트시티형 규제 샌드박스 제도를 도입했다. 이를 통해 스마트시티 내에서 규제 제약 없이 혁신 기술과 서비스를 실증 및 사업화할 수 있는 환경을 마련했다.

공공 부문 서비스 간 연계를 확대하는 동시에 민간과 공공 분야 정보를 통합하여 활용할 수 있는 방안들도 검토되고 있다. 지자체들 간 플랫폼 클라우드를 활용하여 상호 서비스를 연계·통합하는 방안을 논의하고 있으며, 민간 정보의 수집과 관련하여 휴대용 센서, 스마트폰 위치 정보, 카드회사 매출 정보 등을 활용하는 클라우드 소싱 기법 등 다양한 기술과 관련해 연구 및 실증을 진행하고 있다. 플랫폼의 고도화, 리빙랩 형태의 실증사업 등을 포함한 스마트시티 국가전략 R&D 사업 또한 정부예산 789억원 규모로 추진 중이다.

「스마트시티 추진 전략(‘18.1)」의 일환으로 미래형 스마트시티 선도모델을 조성하기 위해 ‘국가 시범도시’ 2곳을 선정했으며, 기본구상 수립(‘18.7), 구체화된 추진계획 발표(‘19.2)를 거쳐 ’21년 말부터 최초 주민 입주를 목표로 하고 있다. 세종 국가시범도시는 ‘20년 7월에 착공될 예정으로 세종 5-1 생활권에 조성된다. 인공지능과 데이터, 블록체인 기술을 기반으로 시민의 일상을 바꾸는 스마트시티 조성이 목표로, 최적화된 모빌리티 서비스를 제공할 수 있도록 도시 구상 단계에서부터 공간 구조를 계획하여 자율주행·공유 기반의 첨단교통수단 전용도로와 개인 소유차량 진입 제한 구역 등을 설치할 예정이다. 골든타임 확보를 위한 응급용 드론 활용, 응급센터까지 최적경로 안내 등 헬스케어 서비스도 실현할 계획이다.

< 세종 5-1 생활권 공간구상 >



그림 28. 세종 5-1 생활권 공간 구상 (출처: 스마트시티 국가 시범도시 시행계획, ‘19.2.13)

부산 에코델타시티에서는 기후변화에 대응하는 ‘한국형 물 특화 도시모델’을 구축할 예정이다. 도시 내 물 순환 전 과정(강우-하천-정수-하수-재이용)에 스마트 기술을 적용하고 물관리 관련 신산업 육성을 도모한다. 고령화나 일자리 감소 등 도시 문제에 대응해 헬스케어 로봇 클러스터를 도입하고, 의료로봇, 재활센터, 웨어러블 로봇, 주차 로봇, 물류이송 로봇 등 로봇 신산업 육성도 추진한다. 민간기업 주도의 스마트시티 조성을 위해 113여개 기업이 창립회원사로 참여한 ‘융합 얼라이언스’를 발족하고 기술 협력, 비즈니스 모델 개발, 해외 공동진출 등도 모색한다.

< 부산 에코델타시티 공간구상 >

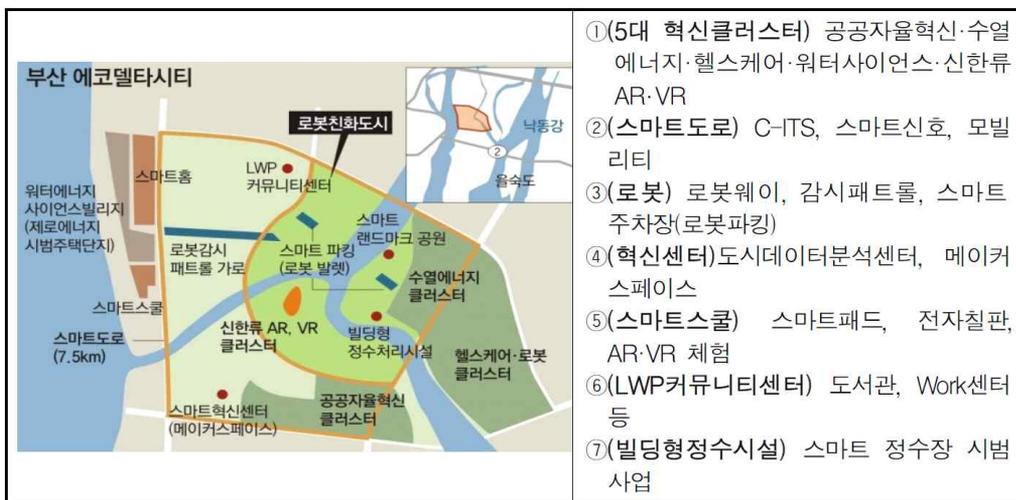


그림 29. 부산 에코델타시티 공간 구상 (출처: 스마트시티 국가 시범도시 시행계획, '19.2.13)

또한 국토부는 향후 5년간 국가공간정보 정책의 추진방안을 제시하는 「제6차 국가공간정보정책 기본계획( '18~ '22)」에서 초연결성, 초지능화로 대변되는 4차 산업혁명의 시대의 국가차원 정책 방향으로 ‘기반전략 - 가치를 창출하는 공간정보 생산’, ‘융합전략 - 혁신을 공유하는 공간정보 플랫폼 활성화’, ‘성장전략 - 일자리 중심 공간정보 산업 육성’, ‘협력전략 - 참여하여 상생하는 정책 환경 조성’ 등 4대 추진전략을 수립하고 12개 추진과제를 도출하였다.

#### 4) 시사점 및 정책 제언

우리나라는 그동안 신도시, 택지개발, 도시재생 등에서 국가 주도의 체계적인 도시 건설 모델을 택해 왔다. 하지만 유시티(U-City) 사업은 정부 정책 내용과 목표에 대한 공감대 형성이 부족했으며, 탑다운식 집행방식으로 도시에 살고 있는 시민의 의견 반영이나 참여가 부족해 도시의 특성을 살리지 못했다는 평가가 있다. 현재 우리나라 도시 대부분은 노후한 기반시설로 유지·관리 비용이 증대되고 있고, 도시 안전망, 교통 관리 등 공공서비스도 개선할 부분이 많다. 세종과 부산에 구역을 정해 백지 상태에서 스마트시티 플랫폼을 구축한다는 청사진을 내놓았지만, 기존 도시를 어떻게 스마트화시킬 수 있을지에 대한 방안은 공모에만 맡기고 있다.

##### ① 3차원 공간정보 플랫폼과 연계한 시민참여형 스마트시티

하버드 케네디스쿨에서 도시경제 연구를 이끌고 있는 에드워드 글레이저(Edward Glaeser) 교수는 도시의 발전은 인프라보다는 사람, 즉 인적 자본이 핵심이라고 강조한다. 저작 「도시의 승리」에서도 그는 “행복한 가정은 서로 닮았지만, 불행한 가정은 모두 저마다의 이유로 불행하다”는 톨스토이의 말을 비틀어 “도시들 사이에 실패는 닮았지만 성공은 제각각이다”라 평한다. 성공한 도시들은 개성 있는 고유 공간을 갖고 사람들의 에너지를 집약하는 모습을 드러낸다.

스마트시티 추진 시 반드시 염두에 두어야 할 것은 ‘사람’, 즉 도시에 사는 시민들을 중심으로 기획하고 구현해야 한다는 점이다. 스마트시티의 최종 목적은 국민들의 삶의 질 향상이다. 두바이는 스마트시티의 평가지표로 ‘행복계량기’를 설치해 시민이 체감하는 만족도를 채집하고 있으며 싱가포르와 뉴욕은 가상플랫폼을 통해 다양한 도시 재생 계획들 중 주민들이 가장 선호하는 계획을 파악하고, 도시 행정의 개선점을 제안할 수 있도록 하고 있다. 따라서

스마트시티를 구축하고 개선해나가는 과정에 시민 참여를 이끌어내기 위해서는 시민이 도시 서비스의 수요자이자 생산자인 ‘리빙랩’ 개념을 활용하고, 3차원 공간정보 기반의 가상 플랫폼을 기반으로 시민이 선호하는 계획을 파악하는 등의 정책적 노력이 필요하다.

이와 관련하여 3차원 공간정보 기반의 가상플랫폼을 만들어 도시 관리 및 운영 계획을 검토하고 있는 싱가포르의 사례를 벤치마킹할 만하다. ‘버추얼 싱가포르(Virtual Singapore)’는 단순한 지도가 아닌, 건물 높이, 면적, 실내지도, 도로에 있는 가로등과 가로수 등 상세정보가 내장되어 실제 도시와 똑같은 가상플랫폼으로 ‘15년부터 3년에 걸쳐 약 천억원을 투입해 완성했으며, 지속적인 데이터 업데이트를 통해 스마트 네이션 건설의 핵심 플랫폼으로 활용할 계획을 가지고 있다. 실제 싱가포르의 도시계획 담당자들은 싱가포르 북부에 미니 신도시 펀골(Punggol)을 설계할 때 동 가상플랫폼을 활용했다. 바람의 방향을 고려해 통풍이 잘 되도록 건물 배치를 조정하여 도시 전체의 대기 질을 높이고, 건물 그림자 분석을 통해 모든 주거시설이 일조권을 충분히 확보하도록 했다. 싱가포르 전체의 건물별 전력량과 태양광 발전정보를 실시간으로 수집해 대체 에너지 활용도도 체크한다.



그림 30. 바람의 방향과 건물의 그림자 분석을 통한 미니 신도시 설계 (출처: How we design and build a smart city and nation, TEDx Talks, 2019)

우리나라는 입체적 관리가 가능한 3차원 공간정보 기반의 도시 운영 플랫폼을 구축하기 위한 기반이 잘 발달해 있다. 한국국토정보공사에서는 국토정보 기본도, 지적도, 건물 데이터 등 다양한 공간정보를 보유한 ‘국가공간정보포털(nsdi.go.kr)’을 운영하고 있으며, 최근 드론을 활용한 지적 정보 업데이트 체계를 구축해 도로 유희부지 등을 주기적으로 관리하는 시범사업도 운영하고 있다. 해외에 공간정보 역량 강화 컨설팅 사업과 맞춤형 교육도 진행 중이다. 매력적인 플랫폼이 개발되어 성능이 검증되면 기존의 해외 네트워크를 활용해 수출로 연계할 수 있다.

## ② 해외 수출을 통한 신성장동력으로서의 스마트시티

스마트시티를 신성장동력으로 활용하기 위해서는 국가 정책실증 사업으로 스마트시티 운영 플랫폼, 즉 도시 인프라를 관리하는 지능형 관리시스템을 개발·검증하고, 국제시장 진출을 위한 비즈니스 모델 개발을 지원해야 한다. 정부에서 선정한 시범도시들은 실험의 장으로 최적의 공간이다. 스타트업 기업들이 도시 운영관리와 관련한 혁신적 서비스를 실증하고 사업화할 수 있는 생태계를 마련하기 위해 앞서 언급한 중국이나 싱가포르의 스타트업 지원 체계도 참고 가능하다.

구체적 스마트시티 추진 계획을 실행함과 동시에 연계 가능한 정책 사업과 R&D도 지속적으로 발굴해야 한다. 국가간 공동 연구나 공동 사업으로 발전시켜 G2G 협력 프레임워크 하에서 국내 기업들이 안정적으로 사업에 참여할 수 있는 기반을 마련하면 좋다. 이를 위해 세계 각국 스마트시티 이니셔티브의 선진 모델을 꾸준히 모니터링하며 실효성 높은 분야에서의 기술 교류를 추진하고, 해외 니즈에 맞춘 스마트시티 모델을 구상해야 한다. 선진국의 경우 기존의 노후화된 도시인프라를 재생하기 위한 수단으로 ICT 기술을 활용한 ‘에너지 효율’에 초점을 맞추고 있다면 개발도상국의 경

우는 부동산 개발을 통한 신도시 건설에 주목하고 있다<sup>7)</sup>. 특히 개도국의 경우 도시 인프라나 인터넷 보급 등 측면에서 국내와 환경이 다르지만, 이에 대한 이해와 고려 부족으로 해외 진출이 미흡한 상황이다. 그 나라의 스마트시티 구축 목적과 현재의 상황을 분석하고 그에 맞는 맞춤형 서비스를 만들어 홍보해야 한다.

스마트시티 구축을 위한 공공의 역할을 매뉴얼과 가이드라인으로 정리하고, 이를 다양한 언어로 번역하여 해외 협력사업에 활용할 필요도 있다. 중동이나 개도국에서는 정부 재정 부족으로 인프라 개발에 민간 주도 투자 사업인 PPP(Public-Private-Partnership)의 형태를 활용하려는 경향이 강한데, 정부가 사업 안정성을 위해 제도적으로 뒷받침해줘야 한다는 사실은 인지하지 못하는 경우가 많다.

우리나라 스마트시티의 해외수출을 활성화하기 위해서는 글로벌 기술 표준과의 부합성을 확보하고 국내기술의 국제표준화에 힘써 기술 우위성을 입증해야 한다. 따라서 정부 차원에서 스마트시티 모델 개발 시 호환성을 보장할 수 있는 명확한 표준 절차 및 프레임워크에 기반한 기술개발 가이드라인 제시가 필요하다.

### ③ 상생과 민주적 발전 기반으로서의 스마트시티

스마트시티는 전력, 상하수도, 운송 시스템, 안전 관련 CCTV 및 각종 센서를 연결하고, 시스템화했을 때 구현된다. 연결되는 범위가 넓어질 때 부가가치가 높아지는 네트워크 효과가 적용되는 것이다. 스마트시티 개발 시에는 도시 내 일부 구역에 국소적으로 집중하는 방식보다는 도시 전역 차원에서 포괄적으로 관리하여 거주민 간 상생이 가능한 매력적인 도시로 만들어야 한다. MIT 미디어랩의 조이 이토(Joi Ito) 소장은 미래의 도시는 현재보다 인구밀도가 높으면서도 건강한 생태계를 이룰 것이라 전망한다. 기존 도시계획처럼 상업지구와 주거지구를 나누는 식의 천편일률적 접근 방식보다는 용

7) 주도권 확보를 위한 사물인터넷 플랫폼 전략. STEPI, 2017.12.

도지역 구분을 유연하게 적용하여 도시 곳곳에서 사람들 간 활발한 교류가 가능하도록 하는 기획이 필요하다. 도시에서 다양성을 촉진하기 위해 복합용도 지역제(multi-use zoning), 즉 한 지구 내에 주거, 상업, 여가 기능 등 상호 보완적인 여러 기능들이 함께 있도록 하는 토지 이용 제도도 고려해야 한다.

도시 내 상호작용 뿐 아니라 도시 간 상호작용에서도 상생가능한 네트워크형 국가도시체계를 장려해야 한다. 기존 한국의 도시체계는 소수의 중심도시에 타 도시들이 의존하는 형태였다. 대표적으로 수도권 전역에 걸쳐 서울이 강한 지배성을 갖고 신도시와 위성도시가 발달한 서울 중심 1극화 현상을 들 수 있다. 국가발전계획에서 도시간 상호작용 패턴을 고려할 때, 경직적이고 위계적인 국가도시체계에서 벗어나 유연하고 변화에 신속히 적응할 수 있는 상호의존적 네트워크 체계를 만들어야 한다. 국토의 균형발전 측면에서 낙후된 지역에 슈퍼스타 스마트시티를 본떠 성공사례를 천편일률적으로 이식하는 방식보다는 지역별 특색을 살린 도시재생 사업 지원 등 각 도시별 개성있는 발전 방식이 필요하다. 이와 관련해 일본의 빅데이터 기반 지역경제분석시스템 사례를 참고할 수 있다.

일본은 지역 산업, 인구, 사회 인프라 등에 관한 데이터를 분석하여 지역 현황과 실태를 정확히 파악하고, 미래 모습을 객관적으로 예측함으로써 지역특성을 반영한 자발적이고 효율적인 정책 과제를 도출하여 대응할 수 있도록 '15년부터 '지역경제분석시스템(resas.go.jp)' 서비스를 시작했다. 동 시스템에서는 국가가 지역경제에 관한 다양한 빅데이터를 수집·제공함으로써 지자체가 효과적으로 지역의 종합전략을 수립·실행·검증하도록 지원한다. 현재 산업지도, 지역경제순환지도, 농림수산업지도, 관광지도, 인구지도, 지자체 비교지도 등 6개의 메뉴가 개발·제공 중에 있다. 일례로 홋카이도의 니세코 지역에서는 지역경제순환지도와 산업구조지도, 관광지도 등을 활용하여 음식을 통한 마을의 관광촉진 전략을 제공했으며, 군마현 오타시에서는 인구지도, 산업구조지도 등을 활용하여

육아 중인 여성의 취업 지원을 위한 시책을 마련했다<sup>8)</sup>.

효율적 공공 서비스, 참여적 도시 거버넌스 확대 등 스마트시티의 장점은 취하되 개인정보 보호나 정보 보안, 감시·통제 체제로의 전환 등의 우려는 불식시킬 수 있도록 제도적 대책도 마련해야 한다. 도시가 설계되고 작동하는 근간이 사람이 아닌 데이터 기반의 학습, 플랫폼 기반의 운영체제로만 규정되는 디스토피아적 미래는 피해야 한다.

구글 모회사인 알파벳이 2015년에 설립한 도시재생 전문기업인 사이드워크랩스와 토론토 시정부 합작으로 키사이드 지역에 미래형 신도시를 구축하는 프로젝트에서는 공공성이 있어야 하는 도시 공간을 기업이 통제하는 서비스로 채울 경우 민주적인 거버넌스가 유지될 수 있을지에 대한 비판이 많다. 사이드워크랩의 비전은 소프트웨어처럼 작동하는 도시다. 초고속 인터넷이 전기나 수도 같이 기본 설비로 제공되고 다양한 생활 편의 서비스를 누릴 수 있는 대신 거주민들이 제공한 개인 정보는 도시 소프트웨어의 각종 기능을 최적화하는 데이터로 활용된다. 도시의 모든 기반 망이 인터넷으로 연결되어 수백만개의 센서가 교통, 환경, 범죄 등 도시의 각종 상태를 실시간으로 측정한다. 도로 상황을 웹사이트 트래픽처럼 실시간 모니터링 가능하고, 주택과 건물은 레고블록처럼 해체와 이동이 자유로운 모듈형 건축구조를 채택해 필요에 따라 재구성할 수 있으며, 더 나아가 도시 공간의 배열도 상황에 따라 변경할 수 있다<sup>9)</sup>. 실제의 공간을 가상공간에서처럼 프로그래밍 가능하게 되는 것이다. 정보 보안과 개인정보 보호에 대한 우려가 나오는 이유다. 본 프로젝트의 스마트시티 기술 라이선스를 타 도시에 판매하는 것을 주 수익원으로 삼겠다고 했기 때문에 주민들의 우려는 더 거세졌다.

따라서 국가적 차원에서 각 도시의 스마트시티 플랫폼을 모니터링하고, 체계적으로 관리할 수 있는 전략을 세우고, 스마트시티 내 정보보호·보안 이슈와 관련된 가이드라인을 마련할 필요가 있다.

8) , 삶을 풍요롭게 바꾼다. 공간정보 19호. 한국국토정보공사. 2018.7.2.

9) 구글이 꿈꾸는 스마트시티의 미래를 말한다. Bloter. 황치규. 2020.3.24., 가상은 현실이다. 주영민. 2019.

## 3.2. 모빌리티 산업의 변화 : 자율주행과 공유경제

### 1) 자율주행 자동차의 정의

자율주행 자동차란 운전자의 개입 없이 차량 자체가 주변 환경을 인지하여 위험요소를 판단하고, 주행경로를 스스로 설정하여 스스로 안전주행을 하는 자동차를 뜻한다. 자율주행 자동차는 사람이 자동차 안에서 더 다양한 활동을 할 수 있도록 하는 수단이자 더 나아가 공유경제와 연결되며 도심의 교통문제를 해결할 수 있는 수단으로 기대를 모으고 있다.

자율주행이 가능하도록 하는 자동차용 인공지능 시스템은 크게 인지, 판단, 제어 분야로 구성된다. 사람에 비유하면 인지는 눈, 판단은 뇌, 제어는 신경계에 해당한다. 인지·판단·제어의 세가지 구성요소가 유기적으로 작동해야 진정한 의미의 자율주행이 가능하다. AI 시스템은 자동차에 설치된 라이다(Lidar) 센서, 레이더, 초음파 센서(Sensor), 적외선 카메라, 모노/스테레오 카메라에서 정보를 수집하여 주변 환경을 인지하고, 스스로 상황을 판단하여 주행 경로를 계획하고 안전한 주행을 구현한다.



그림 31. 자율주행기술 구성도 (출처: 이재용, 2017.10.30)

자율주행 AI 시스템을 구성하는 기술 모듈에는 기계 학습, 자연어 처리, 이미지 처리, 음성 인식 등이 있다. 기술 모듈 관련 세계 시장은 연평균 55%로 급격한 성장세를 보이고 있다.

단위: 백만 달러, 억 원

구 분	2013년	2014년	2015년	2016년	2018년	2020년	CAGR(%)
기계 학습	17.5	24.0	34.3	49.8	118.6	311.9	55.5
자연어 처리	4.5	6.3	9.2	13.5	33.1	89.4	57.6
이미지 처리	10.3	13.9	19.6	28.0	64.8	166.2	53.4
음성 인식	0.4	0.5	0.7	0.9	1.6	3.2	36.5
세계 시장	32.7	44.7	63.8	92.2	218.1	570.7	55.0
국내 시장	6.8	10.2	15.7	24.4	66.0	194.7	65.6

표 19. 자율주행 인공지능 기술 모듈의 시장 규모 전망 (출처: KISTI, 2016)

자율주행 관련 기술은 국제자동차기술자협회(Society of Automotive Engineers International)에서 발표한 6단계 기준을 바탕으로 분류되고 있다. 운전자 혹은 자율주행 시스템(AI 시스템)이 어떤 수준까지 운행에 관여하는지에 따라 레벨 0인 비자동운전(No Automation)에서 레벨 5인 완전 자율운전(Full Automation)까지 구분된다. 시스템 제어의 수준이 높아질수록 더 높은 레벨을 부여한다. 美 교통부 도로교통안전국(NHTSA)에서는 SAE 기준 상 레벨 4와 5를 통일해 총 5단계로 구분한다.

SAE Level	SAE 정의	핸들조작, 가속, 감속	운전환경 모니터링	고장 대응	NHTSA Level	NHTSA 정의
0	비 자동운전 (No Automation)	운전자	운전자	운전자	0	비 자동운전(No Automation)
1	운전자 지원기능 (Driver Assistance)	운전자	운전자	운전자	1	기능 특화 자동운전 (Function Specific Automation)
2	부분 자동운전 (Partial Automation)	AI시스템	운전자	운전자	2	조합 기능 자동운전 (Combined Function Automation)
3	조건부 자동운전 (Conditional Automation)	AI시스템	AI시스템	운전자	3	제한된 자율운전 (Limited Self-Driving Automation)
4	자율 운전(운전자 탑승) (High Automation)	AI시스템	AI시스템	AI시스템	4	완전 자율운전 (Full Self-Driving Automation)
5	완전 자율운전(운전자 없음) (Full Automation)	AI시스템	AI시스템	AI시스템		

표 20. 자동차용 인공지능 시스템의 적용 단계 (출처: SAE, KISTI, 2016)

레벨 0(비자동운전)은 운전자가 항상 자동차를 제어해야 하는 단계다. 운전자의 상황판단을 도와줄 수 있는 충돌방지 보조(FCA: Forward Collision-Avoidance Assist), 충돌경고(BCW: Blind-spot Collision Warning) 등 차량이 안전을 위해 보내는 경고 메시지 시스템 수준까지 동 레벨에 포함된다. 전방 충돌방지 보조 시스템(FCA)은 자동차에 탑재된 전방 레이더 센서와 전방카메라 신호를 집합하여 위험 상황을 실시간으로 확인하고, 위험상황으로 판단될 시 차량이 긴급 제동을 지원해 충돌에 따른 운전자의 피해를 최소화시킨다. 미 IIHS(고속도로안전보험협회)에서 보험사 및 경찰 자료를 분석한 결과에 따르면 FCA를 장착한 경우 사고율이 41%나 줄어든다. 충돌경고 시스템은 사이드미러나 룸미러에 잘 비치지 않아 확인하기 어려운 후측방 영역에서 차량 발생 등 긴급상황시 경고등과 경고음을 통해 알려주는 것이다.

레벨 1(운전자 지원기능)은 자율주행 시스템이 방향 또는 속도 제어 중 하나를 수행하는 단계다. 조향과 감·가속 중 특정기능을 자동화시키고 운전자는 다른 요소를 항상 통제해야 되는 상태다. 자동차가 차로 중앙을 유지하며 주행할 수 있도록 하는 ‘차로 유지 보조(LFA: Lane Following Assist)’, 차로를 벗어나려 할 때쯤 조향을 제어해 차량이 차로를 벗어나지 않도록 도와주는 ‘차로 이탈방지 보조(LKA: Lane Keeping Assist)’, ‘크루즈 컨트롤(ACC: Adaptive Cruise Control)’ 등이 포함되는 경우가 이에 해당된다. LKA는 카메라로 차선정보만을 인식해 기능을 수행하고, LFA는 차선 및 앞서가는 차의 정보를 같이 활용한다. 크루즈 컨트롤의 경우 운전자가 원하는 속도를 설정하면 그에 맞춰 차량의 속도를 시스템이 유지해준다.

레벨 2(부분 자동운전) 자율주행 기술은 AI 시스템이 스스로 차선을 변경하거나 추월하는 등 시스템이 제한적으로 주행 가능한 상태다. 여기에 활용되는 ‘첨단 운전자 보조 시스템(ADAS: Advanced Driver Assistance System)’은 고속도로와 같이 정해진 조건에서 앞차와의 일정 간격을 유지하고 일정 차로를 유지하면서 주행할 수

있는 고속도로 주행보조(HDA: Highway Driving Assist), 도로 위 속도 제한 지점에 맞춰 속도를 낮추는 기능 등을 수행한다. HDA의 경우 자동차에 내장된 전방 카메라, 전방 레이더 센서 및 내비게이션 정보를 활용해 시스템이 속도 조절, 차간 거리 유지, 조향 제어를 한다. 이를 통해 운전자는 손과 발이 자유로운 자율주행에 가까운 편리함을 누리지만 항상 주변상황을 주시하고 적극적으로 주행에 개입해야 하는 의무도 있다.

레벨 2에서는 안전을 위해 일정 시간이 지나면 차에서 핸즈오프 경고를 하고 이후 기능을 해제하는 핸즈오프 시간이 설정된다. 2019년 4월 유럽에서 핸즈오프 경고 시점에 대한 법규가 만들어져 최초 경고는 약 15초 이후, 핸즈오프 최대 시간 1분으로 제한된다. 국내 법규에 따르면 ADAS 기능을 작동시킨 상태에서 운전자가 약 15초 간 운전대를 잡지 않으면 1차적으로 시각 경고등을 띄우고, 30초가 경과된 시점에서는 경고등에 경고음까지 발생하며, 1분이 경과된 시점에서는 기능이 해제된다. HDA 기능은 국토교통부에서 지정한 고속도로에만 활용할 수 있도록 한정된다.



그림 32. 국내 핸즈오프 경고요건 법규 시각화  
(출처: HMG Journal, 2020)

레벨 3(조건부 자동운전)은 차량이 대부분의 경로를 스스로 주행하며, 운전자는 적극적으로 주행에 개입할 필요는 없지만 자율주행 한계 조건에 도달하면 정해진 시간 내에 대응해야 한다. 대부분 시스템 판단 하에 비상상황이거나 안전을 보장할 수 없다고 판단되는 상황에 운전자가 즉시 개입하게 된다. 레벨 4(자율운전)는 도심이나 고속도로 등 정해진 도로 조건의 모든 상황에서 AI 시스템이 주행을 하고, 그렇지 않은 험로나 예상치 못한 지점에서는 운전자가 주행을 하는 단계다. 레벨 5(완전자율운전)는 자동차가 모든 상황을 스스로 판단하고 주행하는 최종 진화상태다. 운전자라는 개념이 사라지고 탑승자라는 개념으로 인식하는 상태다. 美고속도로교통안전국(NHTSA)에서는 '16년 2월 자율주행 소프트웨어를 공식 자동차 운전자로 인정한 상태다.

## 2) 자율주행 자동차의 발달 과정 및 산업 전망

자율주행 개념은 1986년 美카네기멜론대학 자율주행 연구팀 내브랩(NavLab)에서 웨보레 밴을 개조하여 선보이며 처음 등장하였으며, 이후 자동차 제조업체에서 개발을 주도해왔다. 현재는 인공지능 기술이 발달하면서 소프트웨어, 반도체 등 정보기술 기업들이 경쟁적으로 자율주행 자동차 개발에 투자하고 있다. 전통적인 자동차 제조업체인 다임러·BMW·폭스바겐·도요타·현대·GM 등에서는 자율주행의 단계별 점진적인 기술 개발을 통해 기존 자동차 산업의 주도권을 잡은 상태에서 자율주행 시대를 실현하겠다는 비전을 그리는 반면, 구글·애플·우버·아마존 등 정보기술 기업들은 인공지능과 소프트웨어 기술을 기반으로 1~3단계를 뛰어넘어 바로 완전 자율주행(4~5단계)을 구현함으로써 자율주행차 플랫폼과 소프트웨어 알고리즘 분야에서 주도권을 차지하겠다는 비전을 그리고 있다.<sup>10)</sup>

국내외 우수 자동차 기업들이 경쟁적으로 자율주행차 기술을 개발하고 있는 만큼 향후 몇 년 내에 자율주행 자동차 상용화도 전망

10) 자동차의 현주소, 조기준, 2017.12.7.

된다. 美 시장조사·컨설팅 업체 IHS 보고서에 따르면 무인자동차 판매량은 2025년 60만대에서 2035년 2,100만대에 달하며 높은 성장세를 보일 것으로 추정된다. 일본의 야노 경제연구소는 자율주행 AI 시스템이 장착된 차량이 ‘14년 914만대에서 ‘30년 6,555만대로 연평균 13.2% 성장할 것으로 예측했다. 보스턴컨설팅그룹은 자율주행차가 ‘25년에 전체 자동차의 12.9%, ‘35년에는 24.8%가 보급될 것으로 보수적인 예측치를 내놓았다.

업체명	주요 기능	출시 연도	적용 차량	자율주행 수준 (SAE 기준)
아우디(Audi)	교통 정체 지원(TJA)	2017년	A8, A7, Q8	Level 2
BMW	교통 정체 지원(TJA), 교차로 지원, 비상 운전 지원	2018년	7 Series, 5 Series	Level 3
GM(카딜락)	자제 조종, 차선 유지	2017년	CTS, Escalade	Level 3, V2X 협업 운전, 2016년 3월 "크루즈 오토메이션" 인수
포드	자제 조종, 자동 주차	2020년	Fusion, Escape	Level 3
메르세데스-벤츠	적응형 크루즈 컨트롤(ACC), 교통정체 지원(TJA)	2019년	S-Class, E-Class	Level 3
폭스바겐(VW)	적응형 크루즈 컨트롤(ACC), 교통정체 지원(TJA), 동 비상 브레이크 시스템(AEBS)	2020년	A8, A7 등	Level 3
볼보	자제 조종, 차선 유지	2016년	XC90, S90	Level 3
테슬라	적응형 크루즈 컨트롤(ACC)	2015년	Model S, X3	Level 2
구글	완전 자율 주행	2021년	미정	Level 5
애플	완전 자율 주행	2023년	미정	Level 5
현대자동차	교통 정체 지원(TJA), 차선 유지 지원(LKA), 어드밴스드 스마트 크루즈 컨트롤(ASCC)	2020년	제네시스 EQ900	Level 3

표 21. 기업별 자율주행 기술 주요 기능 및 개발 단계 (출처: Frost&Sullivan, 2016)

아우디와 GM은 ‘17년에 자제 조종, 차선 유지, 교통 정체 지원 기능을 적용했다. 볼보는 ‘16년 자제 조종, 차선 유지 기능을 XC90, S90 모델에 적용했고, 테슬라는 ‘15년 모델 S에 크루즈 컨트롤 기능을 적용했다. 현대차는 ‘20년 교통 정체 지원, 차선 유지 지원, 스마트 크루즈 컨트롤 기능을 적용한 모델을 내놓고 라스베이저스 도심에서 야간 자율주행 기술을 시연하기도 하며, ‘30년까지 완전 자율주행차를 상용화한다는 포부를 내보였다.

가장 많은 주행기록을 가지고 있는 구글은 안드로이드 운영체계를 기반으로 스마트폰 시장에 지배적 영향을 미친 것처럼 자율주행

자동차 운영체계를 통해 자율주행차 시장을 선점할 전략을 구상하고 있다. 구글은 ‘10년 자율주행 자동차 개발계획을 발표한 후 연구소 구글 X를 설립하여 운전자의 개입이 필요 없는 ‘완전자율주행’ 자동차 연구를 시작했다. 구글의 자율주행 자동차는 ‘12년 네바다주에서 자율주행허가를 받아 실험을 시작하고, ‘13년 캘리포니아주 공공도로에서도 실험을 진행했다. 2017년 4월 기준 250만 마일 시험주행을 완료하였는데 이는 인간으로 말하면 400년 운전경력에 해당한다. 구글은 17년 11월 애리조나주 피닉스에서 ‘Early Rider Program’ 이라는 주문형 자율주행 서비스 운영을 시작하였으며, 2018년 캘리포니아 지역에서 ‘운전자 없는 자율주행차’의 운행허가를 받았다. 구글카는 주행과 관련한 모든 것은 자동차의 AI 시스템이 담당하도록 하고, 데이터 전송을 통한 모니터링과 고장 진단에만 통신 기술을 사용한다. 모든 통신은 암호화되어 해킹의 위험을 예방한다. 2020년 완전 자율주행차의 상용화를 목표로 하고 있다. 고속도로에서의 자율주행을 테스트하는 자동차회사들과는 달리 도시주행에서의 기술적 경쟁력을 인정받고 있다.



그림 33. 구글의 자율주행차 내·외부 및 통신기술 응용사례 (출처: LG CNS, 2018)

구글카 주행을 허용한 캘리포니아주는 ‘18년 2월 운전자 없는 자율주행차를 위한 법개정을 통해 운전대나 엑셀, 브레이크 페달이 없는 자율주행차의 시범운행을 허용하는 대신, 속도를 35mph로 제한하고, 고장 발생 시 자율주행차의 위치 및 상태 정보를 제공하도록 했다. 500만달러 상당의 보험 가입도 명시했다. 동 법령에서는 승객과 원격 운영자간의 쌍방향 통신 연결, 제조사의 통신 모니터링 방법 인증을 요구하는 등 통신 기술의 자율주행차 적용에 대한 시사점도 주고 있다.

### 3) 자율주행과 공유 경제의 접목

자율주행차 보급이 확대되면 운전자 과실로 인한 교통사고 감소, 장애인이나 노약자의 이동성 제고, 운전자 여가시간 확대 등이 기대된다. 맥킨지 보고서에 따르면 자율주행 자동차가 상용화되면 운전 미숙, 피로, 운전자 과실 등 운전자의 문제로 발생하는 교통사고가 현재보다 90% 가량 줄어들 것으로 전망하고 있다. 교통사고 건수가 줄어들면 피해액 역시 약 1,900억 달러(230조원) 가량 줄어들 것으로 추산했다. 또한 동 보고서에서는 운전자 1인당 하루 50분의 여가시간 창출이 가능하며, 차량 안에서 스마트 기기를 활용한 다양한 서비스를 제공하는 커넥티드 산업이 활성화될 것으로 전망했다. 2017년 인텔 보고서<sup>11)</sup>는 세계에서 가장 복잡한 50대 도시에서 자율주행차는 연간 2억 5천만 시간의 통근시간을 절감할 수 있다고 예측했다. 자율주행 시대에 자동차는 단순 이동수단이 아닌, 다양한 정보통신 서비스를 제공하는 종합 문화공간으로 변모할 것이다.

공유경제 개념과 맞물린다면 경제사회적 변화에 미치는 영향력이 훨씬 커진다. BCG 보고서는 ‘30년에는 미국 도로에서 차량 주행거리의 4분의 1은 자율주행 공유차량일 것이라 전망하고, 도심의 차량 수가 60%, 온실가스 배출량은 80%, 교통사고는 90% 감소할 것으로 예상했다.<sup>12)</sup> 딜로이트에서 발표한 자율주행차량의 공유경제 연구에 따르면 평균적인 차량의 활용비율은 하루 중 3~4%에 불과하다. 하지만 차량 관련 지출은 평균적인 미국인 가정(소득 연 6천만원)에서 2번째로 높은 비중을 차지한다. 구글 사이드워크랩스에서 모델링한 결과, 자율주행차량과 공유경제가 활성화된 세상에서는 평균적인 미국 가정의 교통비 지출이 현재의 절반 가량으로 줄어들고, 도시 가용 토지의 30%를 차지하고 있는 주차장 및 분리된 도로 공간을 획기적으로 절약할 수 있다는 결과가 도출됐다. 자동차를 소유하면서 다용도로 활용하는 개념에서 벗어나, 필요에 따라 그에

11) Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy

12) Autonomous Vehicles are just around the corner. Economist Special Report. 2018.3.1.

맞는 용도의 공유차량을 부르는 개념으로 추세가 변화할 것으로도 예측된다.

대중교통 서비스 분야에서 자율주행과 공유경제 개념을 활용한다면 교통체증 완화, 배기가스 감소 등의 효과를 기대할 수 있다. 싱가포르 정부는 장기적으로 개인이 차량을 소유하는 시스템을 공유서비스 모델로 바꾸기 위해 온디맨드 자율주행차량 시스템을 구축하고 있다. 도시 국가로 장거리 주행이 적은 대신 교통 체증이 심하고 자동차 공해로 인한 대기오염이 심한 문제를 타결하기 위한 일석이조의 해법이다. 자율주행 택시로 싱가포르의 자가 차량 이용률을 90만대에서 30만대로 줄일 수 있을 것으로 예상<sup>13)</sup>되며 원하는 위치로 택시를 부를 수 있는 데다가 인건비 절감으로 비용이 버스요금과 비슷하며 대기시간도 15분 내외라 국민들도 기대감이 높다.

자율주행 택시는 미쓰비시의 전기차 i-MiEV를 개조하고, MIT 연구팀이 2013년 설립한 기업인 ‘누토노미(Nutonomy)’에서 개발한 무인자동차 소프트웨어를 장착했다. 누토노미는 재규어 랜드로버를 위한 자동주차 기능을 개발하고 ‘19년 삼성과 시그널 벤처스 등에서 260만 달러의 투자자금을 유치하기도 한 저력있는 스타트업 기업이다. 누토노미의 기술은 자율주행 4단계 수준으로 자동 스티어링, 장애물 감지, 차선 변경, 신호등 감지 등이 가능하다. 누토노미는 싱가포르 내 스마트폰 기반 차량공유 서비스인 그랩(Grab)과 손잡고 자사의 자율주행 차량 소프트웨어와 그랩의 차량예약 및 이동 경로 설정 노하우를 접목하기로 했다. 싱가포르 육상교통청(LTA)은 2015년 싱가포르 내 첨단업무지구인 원노스(One North) 지역에 시험 운행 구역을 지정해 무인자동차 실험이 가능하도록 허가했다. 싱가포르 교통부는 대중교통과 자율주행 기술의 접목도 시도하고 있다. 센토사섬에 시험 운행 구간을 설정해 자율주행버스를 실험하고, ‘20년 40인승 버스를 통해 본격적인 상용화에 나설 계획이다.

---

13) *Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated Mobility-on-Demand Systems: A Case Study in Singapore*, Emilio Frazzoli, 2014.

### <공유경제(共有經濟)>

- (개념) 소량생산된 재화를 다수의 사람들이 함께 이용하는 ‘협력적 소비’에 가치를 두는 경제체계
- (공유경제 모델) 기존 상품거래처럼 소유권을 거래하는 것이 아닌, 온라인·모바일 플랫폼을 통해 재화·서비스에 대한 접근권을 공유. 수요자는 자주 사용하지 않는 상품이나 서비스에 대한 지출을 줄일 수 있고, 공급자는 잉여자원을 활용하여 이윤을 창출함.

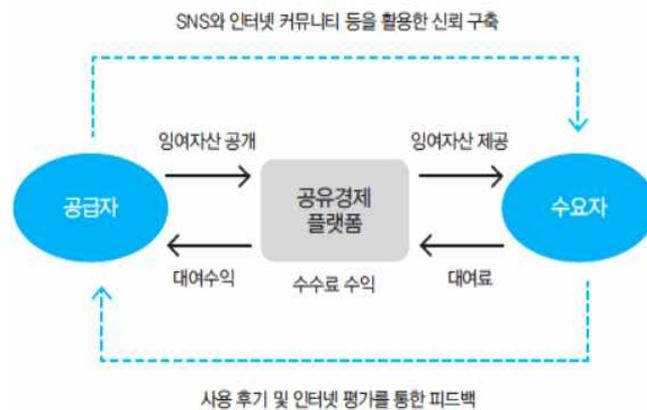


그림 34. 공유경제 비즈니스 모델 (출처: 차두원, 2018)

- (활용 분야) 숙박, 교통, 금융, 공간, 재능 등 분야에서 기업 활동

주요 분야	서비스 제공이용 방식	주요 글로벌 기업	
숙박	빈집빈방을 숙박공유 플랫폼에 제공	에어비앤비(Airbnb)	
교통	차량공유	모바일 기반 무인렌트업, 시간단위 대여·이용	Zipcar, 씨타카셰어(Citycarshare)
	승차공유	비상업용 자동차 이용한 유상 운송	우버(Uber), 리프트(Lyft)
금융 (크라우드 펀딩)	증권형	펀딩 대가로 지분 취득, 배당수익 등 수취	고펀드미(GoFundMe), 킥스타터(KickStarter)
	대출형	펀딩 대가로 약정된 금리·원금 수령 (P2P 대출)	
	기부형	기부금 및 개인적인 프로젝트 자금 모집	이퀴티넷(EquityNet), 크라우드큐브(CrowdCube)
	보상형	펀딩 대가를 물품으로 수령 (사전 판매)	렌딩클럽(Lendingclub), 조파(Zopa)
공간	매장, 회의실, 주차장 등을 공동 이용	리퀴드스페이스(LiquidSpace), 저스트파크(JustPark)	
재능	노동(청소, 수리 등), 지식·경험 공유	태스크래빗(Taskrabbit), 핸디(Handy)	

- (관련 정책 동향) 해외 주요국은 부정적 영향을 받을 수 있는 소비자와 제3자를 보호하기 위하여 기존의 규제를 조정하거나 새로운 규정 도입
  - 차량공유 서비스 관련 운전자에 대한 범죄기록 조회를 의무화하고, 플랫폼 사업자에게 운행설비의 안전성, 보험가입 여부 등에 대한 통제 및 보증책임을 부과
  - 신기술의 등장에 따라 경쟁력이 줄어드는 기존 산업의 종사자들을 보호하기 위하여, 보조금 지급 등을 통하여 완만한 구조조정 유도
    - \* 호주 NSW는 5년간 우버 탑승객에게 1달러의 보조금을 걷어 택시 운전사에 연간 2만 달러씩 지급
    - \* 미국 Massachusetts는 우버 서비스를 합법화하는 조건으로 이용 횟수당 20센트의 세금을 부과하고, 이를 통해 마련된 재원의 25%를 기존 택시 업계에 지원

#### 4) 해외 자율주행 기술·정책 동향

해외 동향을 파악하기 위한 기준으로 세계 25개국의 자율주행차 기술 준비 지수를 분석한 ‘2019 자율주행차 준비지수<sup>14)</sup>’를 활용하였다. 동 지수는 ①정책·제도 ②기술·혁신 ③사회기반시설 ④소비자 수용성의 4대 부문 25개 지표로 구성되어 있으며 한국은 ‘18년 전체 10위, ‘19년 전체 13위를 차지했다.

14) 2019 Autonomous Vehicles Readiness Index: Assessing countries' preparedness for autonomous vehicles. KPMG. 2019.

(<https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2019/02/2019-autonomous-vehicles-readiness-index.html>)

< 2019 자율주행차 준비 지수 >

순위		국가	2019 점수	순위		국가	2019 점수
2019	2018			2019	2018		
1	1	네덜란드	25.05	14	-	이스라엘	19.60
2	2	싱가포르	24.32	15	14	호주	19.01
3	-	노르웨이	23.75	16	12	오스트리아	18.85
4	3	미국	22.58	17	13	프랑스	18.46
5	4	스웨덴	22.48	18	15	스페인	15.50
6	-	핀란드	22.28	19	-	체코	14.46
7	5	영국	21.58	20	16	중국	14.41
8	6	독일	21.15	21	-	헝가리	11.99
9	8	UAE	20.69	22	18	러시아	8.55
10	11	일본	20.53	23	19	멕시코	7.73
11	9	뉴질랜드	19.87	24	20	인도	6.87
12	7	캐나다	19.80	25	17	브라질	6.41
13	10	한국	19.79				

표 22. 2019 자율주행차 준비 지수 (출처: KISTEP, 2019)

사회기반시설 및 정책·제도 면에서 자율주행에 가장 잘 준비되어 있는 국가로 평가되며 2018년과 2019년 연속 1위를 차지한 네덜란드의 사례를 살펴보면, 자율주행차를 위한 법적 프레임워크를 제시하고, 자율주행차 운전면허를 준비 중이며, 자동차 안전·보안 프레임워크를 통해 자동차 소프트웨어를 평가할 계획을 수립했다.

전체 순위 2위(정책·제도 부문 1위)인 싱가포르는 ‘17.11월 난양 기술대학에 자율주행차 시험 및 연구 전문센터를 개설하고, 시범 운행 결과를 바탕으로 ‘19년 초까지 새로운 도로교통법규를 개발할 예정이다. 스마트 네이션(Smart Nation) 이니셔티브의 일환으로 자율주행 택시와 자율주행 버스도 부분적으로 도입했다.

전체 순위 3위(기술·혁신 부문 2위)인 노르웨이는 ‘18.1월 ‘운전자 동승, 최대 6인 탑승, 최대 시속 12km’ 를 조건으로 하는 공공도로 자율주행차 시범 운영을 합법화하였으며, 이를 바탕으로 기업들이 소규모 자율주행 버스와 자율주행 택시 서비스를 계획하고 있다.

전체 순위 4위(기술·혁신 부문 3위)인 미국은 ‘18.10월 교통부(DOT)에서 자율주행 가이드인 ‘자율주행자동차 3.0’을 발표하였으며, 자율주행 기술 실용화에 가장 큰 장애물로 여겨졌던 법규 개정작업이 활발히 진행되고 있다. 네바다, 캘리포니아, 플로리다, 워싱턴, 미시건 등의 주에서 자율주행차 관련 법안이 통과된 상태다. 하버드 케네디스쿨에서 주정부 및 지방정부 관련 연구를 전담하는 텡만 센터에서는 자율주행 관련 정책입안을 지원하기 위한 정책 이니셔티브(AVPI: Autonomous Vehicles Policy Initiative)를 운영하며 자율주행을 구현하기 위한 실질적 분석 및 정책입안 컨설팅을 제공하고 있다. 특히 애리조나, 오하이오, 미시간, 매사추세츠, 버지니아 등 지역이 적극적으로 자율주행차 기술의 발전 및 적용을 지원하고 있다.

미국 정부는 또한 최첨단 기술 개발 및 테스트를 위한 샌드박스 제도 및 관련 기반 인프라를 제공해 혁신을 장려하고 있다. 플로리다 교통부(FDOT)와 턴파이크엔터프라이즈(FTE)가 합작 투자한 최첨단시설 Suntrax는 고속도로 및 도시 환경에서 자율주행 기술을 테스트하기 위한 25만평의 공간을 제공한다. Texas Innovation Alliance는 오스틴, 휴스턴, 달라스 등 지역 환경에서 자율주행 기술을 실험할 수 있는 공간을 제공한다. 미시간주는 자율주행 및 커넥티드카(CV) 생태계 구축을 목표로 ‘15년 7월부터 M-city 이니셔티브를 시행하고 있다. 무인차 실험 및 무인차 산업 유치를 활성화하기 위한 동 프로그램은 미시간 대학교와 65개 기업들이 협업하여 주도하고 있다. 오하이오주는 미국 내 가장 큰 자율주행 실험시설인 SMARTCenter를 보유하고 있으며, 오하이오 교통국(ODOT)와 학계 합작으로 시골길 자율주행 안전도를 높이기 위한 DriveOhio 이니셔티브를 진행하고 있다.



그림 35. 미국 내 자율주행·모빌리티 테스트베드 현황 (출처: Deloitte, 2020)

‘2019 자율주행차 준비지수’ 상 한국의 경우 전년 대비 3단계 하락한 13위를 기록했다. 기술·혁신(7위), 사회기반시설 측면(4위)에서 상위권에 올랐으나 소비자 수용성(19위), 정책·제도(16위)에서 최하위권으로 평가받은 결과다. 정부 지원 자율주행차 시범 사업, 산업 파트너십, 전기 충전소, 4G 서비스 지역 등에서 높은 점수를 얻었으나, 3단계 수준의 자율주행차의 시범 운행만 허용하는 등 입법 과정의 효과성에서 낮은 점수를 기록했다.

4대 부문	구성 척도	네덜란드	싱가포르	노르웨이	미국	스웨덴	한국
정책·제도	(1) 자율주행차 규제	1.000	1.000	0.917	0.833	0.667	0.833
	(2) 자율주행차 전담 부서	0.714	1.000	0.643	0.714	0.714	0.857
	(3) KPMG 변화 대비도 중 정부 역량 부문 지수	0.766	1.000	0.856	0.527	0.968	0.380
	(4) 세계경제포럼 - 입법기구 효과성	0.732	1.000	0.792	0.422	0.785	0.216
	(5) 세계경제포럼 - 변화하는 규제 내 법제 시스템 효율성	0.837	0.697	0.654	0.986	0.730	0.391
	(6) 정부 지원 자율주행차 시범 사업 수	0.917	1.000	0.833	0.917	0.667	1.000
	(7) 데이터 공유 환경 평가	0.688	0.411	0.674	0.771	0.625	0.766
기술·혁신	(1) 산업 파트너십	0.667	0.833	0.917	1.000	0.750	1.000
	(2) 자율주행차 기업 본사	0.129	0.039	0.126	0.176	0.179	0.043
	(3) 자율주행차 관련 특허	0.016	0.000	0.009	0.340	0.214	0.863
	(4) 자율주행차 관련 기업 투자	0.071	0.073	0.155	0.141	0.124	0.040
	(5) 세계경제포럼 - 최신 기술의 존재 여부	0.907	0.771	0.971	0.931	0.937	0.633
	(6) 세계경제포럼 - 혁신 역량	0.855	0.606	0.662	1.000	0.904	0.438
	(7) 전기자동차의 시장 비중	0.069	0.002	1.000	0.031	0.161	0.033
사회 기반 시설	(1) 전기자동차 충전소	1.000	0.090	0.523	0.044	0.121	0.256
	(2) GSMA 세계 연결성 지수 - 기반시설	0.772	1.000	0.887	0.649	0.725	0.747
	(3) 4G 서비스 지역	0.756	0.640	0.853	0.780	0.719	1.000
	(4) 세계경제포럼 글로벌 경쟁력 지수 중 도로 수준	0.933	0.994	0.445	0.445	0.745	0.766
	(5) LPI 사회기반시설 지수	0.899	0.805	0.572	0.799	0.918	0.597
	(6) KPMG 변화 대비도 중 사회기반시설 점수	0.784	0.882	0.588	0.706	0.667	0.784
소비자 수용성	(1) 자율주행차 수용에 대한 소비자 조사 결과	0.466	0.654	0.599	0.103	0.466	0.725
	(2) 시범 지역 내 인구 비중	0.775	1.000	0.339	0.355	0.351	0.020
	(3) KPMG 변화 대비도 중 기술 활용 부문 지수	0.985	0.832	0.960	0.852	1.000	0.362
	(4) 세계경제포럼 기술 대비도	1.000	0.921	0.931	0.966	0.987	0.784
	(5) 차량 공유 서비스 시장 비중	0.429	0.408	0.565	0.832	0.424	0.293

표 23. 2019 자율주행차 대비 지수 세부 평가결과 (출처: KISTEP, 2019)

## 5) 국내 자율주행 정책 및 향후 발전 방안

자율주행자동차의 상용화는 기술적 완성도와 사용자의 수용 정도에 의해 결정된다. 모든 운전 환경을 99%의 정확도로 안정적으로 운행할 수 있는 혁신적인 자율주행 기술 개발, 특수 자율주행 인프라를 모든 도로에 구축하도록 하는 교통 정책 수립, 그리고 이를 토대로 사용자들이 거부감 없이 전구간 운행을 AI 시스템에 맡길 수 있는 분위기가 형성된다면 안정적으로 완전자율주행 단계에 이를 수 있다. 아직 우리나라의 기술적·정책적 여건 상 단계별 자율주행 기술을 점진적으로 구현하고 검증하는 방법을 통해 사용자들의 신뢰도와 수용성을 높여야 한다.

개별기술 혁신도 중요하지만 시스템 혁신이 뒷받침되어야 한다. 자율주행차 상용화를 위해서는 자율주행차 맞춤형 도로 및 교통 시스템 구축과 보험 제도의 변경, 규제 합리화가 필요하다. 제4차 산업혁명을 주도할 주요 기술 중 하나인 자율주행차의 성공은 자동차 회사만의 힘으로는 이루어질 수 없다. 신기술 차량 운영 알고리즘과 인터페이스 기술, 수요자의 다양한 니즈를 만족시키는 플랫폼, 주변에서 벌어지는 상황을 빠르게 전송하고 주행에 반영하기 위한 초고속 이동통신 기반 및 도로 인프라 등의 뒷받침이 필요하다.

### ① 자율주행 관련 기술 개발 지원

정부에서는 현재 기술 개발 지원을 위해 국토교통부, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 경찰청이 공동으로 ‘자율주행 기술개발 혁신사업’을 추진하고 있다. ‘19년 10월 정부에서 발표한 ‘미래자동차 발전 전략’의 일환이며 5개 분야(차량 융합, 정보통신 기술 융합, 도로교통 융합, 자율주행 서비스, 자율주행 생태계 구축) 84개 세부과제로 구성되어 ‘21년부터 ‘27년까지 총 1조 974억원을 투입한다. 차량 융합 분야에는 사고발생 제로 수준의 자율주행 시스템을 위한 영상 인식·처리 기술, 차량 플랫폼 기술, 차량 부품·시스템의 평가기술 등의 신기술 개발이 포함되었다. 자율주행 시스

템의 지능을 고도화하기 위해 클라우드를 활용한 데이터 처리, 차량통신·보안, 자율주행 인공지능(AI) 소프트웨어 개발도 포함된다. 도로·교통안전시설 등 교통 인프라 정보와 자율주행 기술을 연계하기 위한 자율주행 차량 테스트베드 구축, 자율주행 서비스 개발, 자율주행 생태계 기반 완성을 위한 안전성 평가기술 개발 및 표준화 기반 확보도 목표하고 있다. 이와 관련해 국토교통부는 기술, 산업, 제도를 함께 지원하는 패키지형 R&D 투자플랫폼을 개발하고 있다.



그림 36. 패키지형 R&D 투자플랫폼: 자율주행차 (출처: 정부 R&D 투자 혁신방안, 2018)

하지만 연간 1,567억원의 사업비로 필요한 모든 기술을 개발할 수 있을 것이라는 환상은 금물이다. 미국, 일본 등의 세계적 기업에서는 조 단위의 연구개발비를 쏟아붓고 있다. 현대차의 경우만 봐도 자율주행차 기술 개발에 5년간 총 14조 7,000억원을 투자했다. 관련 업계 및 학계에서는 신기술에 대한 직접적 경쟁보다는 우리나라의 강점인 ICT 기반의 부품 및 솔루션 개발에 먼저 집중해야 한다는 의견도 있다.<sup>15)</sup>

15) “자율주행 레벨4”에 1조원 투입해 1등 목표. 박성우. 조선비즈. 2020.4.28.

## ② 지능형도로, 초정밀지도 등 공공 인프라 구축

현재의 도로 시스템은 사람이 인지하고 행동하는 것을 전제로 설계되어 있다. 운전자가 기계인 경우를 포괄한 도로 조건을 정의하고, 자율주행을 지원할 수 있는 도로 시설로의 보완 및 V2X 기술 연계가 필요하다.

등급	도로시스템		대상자율자동차 (NHTSA)	허용되는 자율주행 방식			
				도로조건	기후조건	차량 기능	운전자
1	ITS	-	Level 0	일반 도로	-	-	직접 주행
2	C-ITS	-	Level 1	일반 도로	-	부분적인 자동차 자체 대응	직접 주행
3	A-ITS(S)	L (low)	Level 2	연속류 본선 특정구간	이상적 기후조건	차로변경불가	수초내 반응토록 대기
4		M (medium)		연속류 본선 특정구간	이상적 기후조건	차로변경 일부가능 (주행속도는 주변 순응속도)	수초내 반응토록 대기
5	A-ITS(H)	L	Level 3	연속류 본선 전체 구간	이상적 기후조건	차로변경가능 (추월행위 가능)	수초내 반응토록 대기
6		M		연속류 전체 구간	이상적 기후조건 (야간 가능)	연결로, 톨게이트 구간 주행 가능	수분내 반응 토록 대기
7		H (high)		연속류, 준연속류 전체 구간	준 이상적 기후조건 (약한 비, 눈 가능)	교차로 신호 대응 가능	수분내 반응 토록 대기
8		S (special)		시가지 도로구간	불안정한 기후조건 가능	보행자, 신호, 돌발대응 가능	수분내 반응 토록 대기
9	A-ITS(F)	H	Level 4	모든 도로에서 가능	기후조건 제한없음	스스로 주행	Free
10		S		3차원 공간에서도 가능	기후조건 제한없음	스스로 주행	Free

표 24. 자율주행차와 도로시스템의 연계 (출처: 이기영, 2016)

공공 인프라와 관련해 눈이나 안개로 인해 자동차 센서 기술로는 시야를 확보할 수 없을 때 활용가능한 초정밀지도(정확도 20cm 수준)와 GPS 기술로 자율주행 상용화를 도울 수 있다. 자율주행에 필요한 정밀도로지도 구축은 민간 영역에서 생산하기에 어려움이 많으므로 정부 차원의 구축 및 관리가 필요하다. 현재 우리나라는 광역시·시급에 구축된 1/1,000 대축적지도(정확도 70cm 수준)와 1/5,000 수치지도(정확도 1~2m 수준)를 사용하고 있으나 차선, 도로 경사, 도로 표현 정보 등 공간 정보 수준이 낮아 자율주행이나 무인택배 서비스 산업에 사용하기는 어렵다고 평가된다<sup>16)</sup>. ‘자율주

행차 상용화 지원계획’에 따라 국토지리정보원에서 전국 고속도로 3,700km 이상 구간에 대한 정밀도로지도 구축을 ‘19년에 완료했다<sup>17)</sup>. 하지만 자율주행 택시, 자율주행 버스 등 대중교통과 연계한 서비스 제공이나 자율주행차의 도심 운행을 지원하기 위해서는 도시 내 도로에 대한 구축도 필요한 상황이다.

정밀도로지도 구축과 병행하여 스마트시티 분야에도 활용될 수 있는 3차원 맵 기반의 가상 플랫폼을 만든다면 자율주행 테스트에서 발생하는 빅데이터를 입력해 정확도를 높이고, 또 여기서 발생한 빅데이터를 자율주행차 서비스 개발 및 효율화에 이용할 수 있는 피드백 루프를 형성할 수 있다.

일본의 경우 ‘18년 4월부터 일본 내 전지역 초정밀 GPS 기반 위치서비스를 실시해 차량이 움직이지 않을 때는 6cm, 주행 중일 때는 12cm 정확도로 위치를 확인할 수 있다. 이는 ‘03년 위성항법 보강체계(JANS) 계획에 따라 일본과 주변 지역을 정밀하게 볼 수 있도록 한 조치에 기반한 것으로, 현존하는 위성항법체계 중 가장 정확하다고 평가받는다. 일본 정부는 또한 5가지 다른 분야에서 데이터베이스를 구축하여 빅데이터를 활용한 경제 활성화 및 새로운 산업 구축 전략을 담은 ‘빅데이터 로드맵’을 발표하고 도로 및 기타 지형의 3차원 맵 데이터베이스 구축, 범죄 및 자연 재해를 막기 위한 방법 카메라 및 기타 카메라 데이터베이스 구축, 스마트폰 사용자 및 자동차 사용자 등의 위치 데이터베이스 구축, 자연 기후 등의 데이터베이스 구축, 물품 재고 데이터베이스 구축을 꾀하고 있다. 이 중 도로 및 지형의 3차원 맵 데이터베이스 구축은 자동차 센서 등을 토대로 가장 먼저 현실적으로 구축이 가능한 데이터베이스로 예상되고 있다.

---

16) 없는 자율주행 꿈도 꾸지 마라. 김상봉. IT Chosun. 2018.3.20.

17) 4차 산업혁명을 이끄는 정밀도로지도. 문지영. 국토지리정보원. 2018.12.31.

### <정밀도로지도>

- (개념) 규제선(차선, 경계선 등), 도로시설(터널, 교량 등), 표지정보(교통안전표지, 노면표지, 신호기 등) 등을 3차원으로 표현한 정확도 25cm의 공간정보



- (구축 방법) 레이저 스캐너, 라이트센서, 측량용 카메라, GNSS/INS 등을 차량에 탑재하여 자료를 수집 후 모바일 맵핑시스템을 통해 수집 자료의 보정, 객체 추출, 편집.
- (향후 정책 방향) 빠른 갱신주기의 정밀도로지도를 통한 자율주행 기술의 안전성 확보, 국내 중복투자 방지(자율협력주행 산업발전 협의회 활용), 정밀도로지도 표준화(ITS Korea·국토지리정보원 협력 작업반 운영 중)

### ③ 안전 보장과 위협의 합리적 분담을 위한 제도 마련

자율주행차는 도시 계획, 예산, 대중교통 및 이동성에 대한 정책 입안자의 시각을 근본적으로 변화시킬 것이다. 자율주행차 기술 혁명의 사회적 결과를 완화하는 데 도움이 되는 법제 및 정책도 구상해야 한다. 미국 DOT에서 차량 규제를 담당하는 NHTSA 담당자는 “자율주행차에 대해서 대중들은 걱정이 앞선다. 정책을 통해 이러한 걱정을 완화시키는 것이 필요하다. 정책 입안자의 선결 과제 중 하나는 대중들이 걱정하는 부분인 ‘안전’을 보장하면서도 기술 발달에 제한을 가하지 않도록 균형을 맞추는 것이다. 기업에게 올

바른 정보를 얻고, 자발적으로 안전 규제를 챙기도록 인센티브를 짜야 한다.” 고 언급했다. 싱가포르는 자율주행 차량이 도로로 나오기 전 통과해야 하는 주행 테스트를 제시하고 있다. 이 테스트를 통과하는 것만으로 안전이 전부 보장되지는 않지만, 개발 시 염두에 두어야 하는 최소한의 기준을 마련한 것이다.

자율주행자동차 상용화 단계에서 인간 운전자보다 인공지능 알고리즘에 의한 개입 또는 조작 가능성이 높아지는 상황을 고려한 법률적 근거 마련도 필요하다. 완전자율주행에 가까워질수록 위험 보장 역할의 상당 부분이 제조물배상책임 보험으로 이동한다. 완전 자율주행 상용화를 가정했을 때, 사고가 발생하면 누구의 과실인지를 따지지 않고 법에 지정된 보험회사가 자율주행차 탑승자와 피해자를 정해진 약관에 따라 보상해 주는 과실불문자동차보험(No Fault Auto Insurance) 형태가 가장 유력한 대안으로 떠오르고 있다. 자율주행차 시험운행을 통해 적지 않은 자율주행차 오류와 에러 등에 대한 빅데이터를 보유한 구글 같은 기업들이 새로운 보험사로 떠오를 가능성도 배제할 수 없다. 사고원인도 현재와 같이 상호합의나 블랙박스, CCTV 분석이 아니라 자율주행 소프트웨어 및 센서, 차량 운행 데이터 로그 분석 등의 절차가 필요해 하드웨어, 소프트웨어 개발사 등의 분석에 의존해야 한다<sup>18)</sup>.

따라서 자율주행차 상용화를 대비해 위험 및 책임의 합리적 분담을 위한 보험 제도, 손해 배상 및 보상 체계를 개선하는 것이 필요하다. 일례로 독일은 ‘17년 도로교통법 개정을 통해 컴퓨터를 운전자로 인정하고 자율주행 모드에서 교통사고가 발생할 경우 제조자에게 책임을 물을 수 있는 법적 근거를 마련했다. 우리나라의 경우 ‘자동차손해배상보장법’, ‘도로교통법’, ‘제조물책임법’ 등 현행 책임 법제가 갖는 한계 극복을 위해 기존의 법을 개정하거나 ‘자율주행차법’, ‘인공지능책임법’ 과 같은 신규 법제를 구상할 수 있다.

---

18) 미래, 차두원. 2018. 12.

### 3.4. 혁신적 물류 산업 : 유통 시스템과 드론 무인택배

#### 1) 드론의 정의

드론(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)이란 GPS 장치를 탑재하고, Return to Home에 준하는 자동비행이 가능한 무인 항공체를 뜻한다. 원래는 무인 항공기가 정식 용어였으나, 드론이라는 별칭이 많이 사용됨에 따라 공식적인 문서에서도 쓰이기 시작했다. 드론은 조종사가 비행체에 탑승하지 않고 지상에서 원격조종 또는 사전 설정된 경로에 따라 반자동으로 비행시키는 방식과, 인공 지능을 탑재하여 자체 판단에 따라 임무를 수행하는 방식이 있다.

각국의 드론에 대한 기준은 다르지만 정부간 국제기구로서 UN 전문기구의 지위를 가지고 있는 국제민간항공기구(ICAO)는 비행 시 조종사의 간섭이 없는 무인항공기로 정의하고 있으며, 美 연방항공청(FAA)에선 원격 조종 또는 자율 조종으로 시계 밖 비행이 가능한 비행체로써 승객이나 승무원을 운송하지 않는다고 정의하고 있다. 美 국방장관실(OSD)의 UAV 로드맵에서는 조종사를 태우지 않고 자율적으로 또는 원격 조종으로 비행을 하며, 무기 또는 일반 화물을 실을 수 있는 일회용 또는 재사용가능한 동력 비행체로 정의하고 있다.

국내에선 드론을 조종사를 탑승하지 않고 지정된 임무를 수행할 수 있도록 제작한 비행체로써 독립된 체계 또는 우주/지상 체계들과 연동시켜 운용하는 것이라고 정의한다. 항공법 제2조 및 시행규칙 14조에서는 연료를 제외한 자체 중량이 150kg 이하인 것은 ‘무인비행장치’로, 이를 초과한 것은 ‘무인항공기’로 규정한다.

비행체 자체만으로 임무를 수행할 수 없으므로 무인항공기 시스템(UAS)은 비행체(Flight Vehicle), 지상통제장비(Ground Control Station), 데이터 링크(Data Link), 지원 체계(Support System)으로 구성

된다. 비행체는 비행제어 컴퓨터와 항법장비로 이루어진 항공전자장비와 통신 장비를 탑재하고, 지상통제장비는 원격제어를 위한 장비다. 데이터 링크는 지상통제장비와 비행체 간 통신을 위한 장비이며, 지원체계는 임무 수행을 위해 필요한 임무장비와 지상지원장비를 통칭한다.

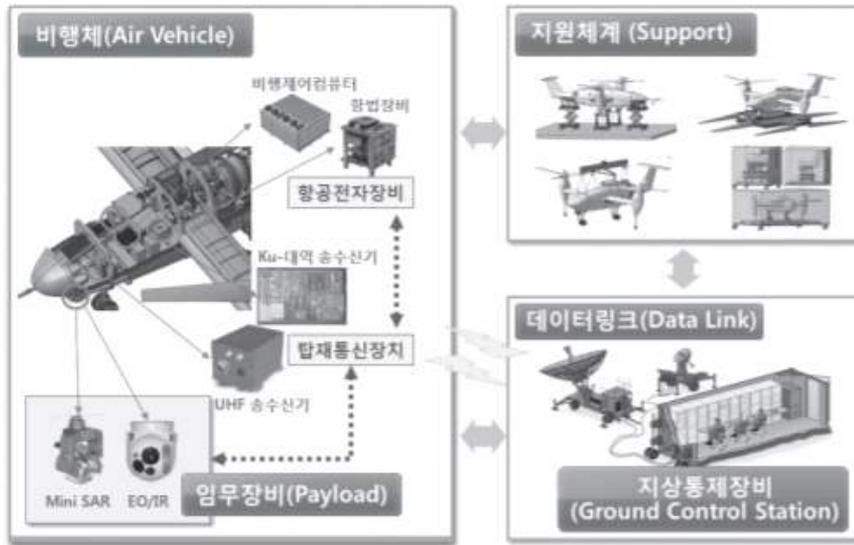


그림 37. 무인항공기 시스템 구성도 (출처: KEIT, 2015)

드론의 종류는 크게 운용주체, 형태, 크기, 무게, 고도에 따라 나눈다.



그림 38. 무인기의 분류 (출처: 국토교통부)

운용 주체 기준으로 구분할 때 군용 무인기는 고성능화를 통해 유인기의 임무영역을 일부 대체하고 유인·무인기 간 연계를 통한 전투 체계를 짜하고 있으며, 민수용으로는 기술 성숙에 따라 택배, 정밀 농업, 인프라 관리 등 분야에 활용도가 높아지고 있다. 무인기 시장은 ‘16년 56억불에서 ‘25년 239억불 규모에 달할 것으로 전망되며, 용도별 군수용은 연평균 17%, 민수용은 연평균 37% 이상의 성장이 전망된다. 본고에서는 민수용 무인기에 집중하여 분석한다.

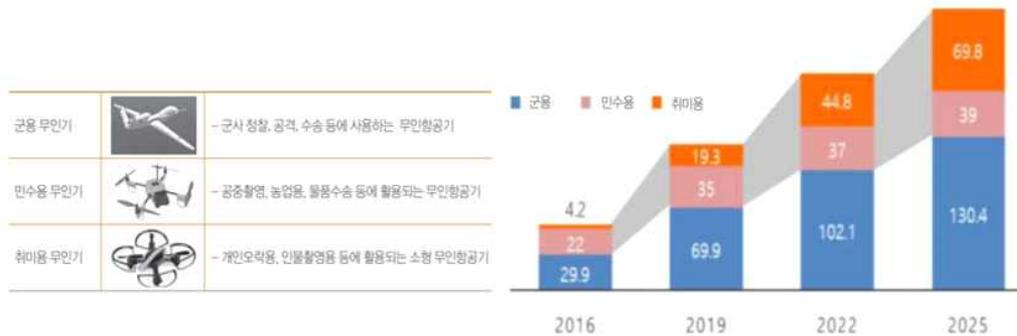


그림 39. 무인기 용도별 시장 전망 (출처: 항공우주산업진흥협회, 2016)

## 2) 드론의 활용 분야 및 각국 정책 동향

글로벌 기업과 각국 정부 지원을 통해 드론 기반의 물류 혁신을 꾀하는 움직임이 관찰된다. 드론 택배 서비스를 활용하는 가장 대표적인 기업으로 아마존이 있다. 아마존은 소형 무인기 드론을 이용한 운송시스템을 운영할 예정으로 고객이 주문한 물품을 전용 케이스에 포장하면 무인기가 GPS를 이용해 고객의 주소로 배송하며, 운송 가능한 무게·거리 등에 제약이 있지만 기존 택배서비스 보다 빨리 운송이 가능하다. 아마존에서 사용하는 프라임에어는 비행시간 30분, 비행거리 16키로, 탑재중량 2키로까지 운송이 가능하다.



그림 40. 아마존 프라임에어 드론 이미지 (출처: 항공우주산업진흥협회, 2016)

상업용 화물 운송 혁신을 주도하기 위한 민관협력 이니셔티브로는 AllianceTexas가 있다. AllianceTexas는 아마존 에어, FedEx 등 다수 화물회사의 글로벌 물류 허브 역할을 하고 있는 텍사스주 덴튼(Denton) 지역에 스마트 인프라 및 모빌리티 혁신 기술을 검증하기 위한 모빌리티 혁신 지구(Mobility Innovation Zone)를 설립하고, 샌드박스 제도가 적용되는 환경에서 무인항공시스템(UAS: Unmanned Aerial Systems)과 자율 통합 화물관리 시스템을 실험 중이다.

드론 기술 향상은 지상에서 공중으로 대중교통 체계가 변화할 가능성도 제기한다. 항공기처럼 에너지를 많이 소비하는 제트 엔진이 필요하지 않으며 공항 없이도 이착륙이 가능하고, 헬리콥터보다 작고 조용해 환경오염과 소음을 줄이면서 교통체증을 피할 수 있는 차세대 교통수단으로 드론 택시가 재조명되고 있다. 에어택시는 원래 공항과 공항 사이를 부정기적으로 운항하는 소형 항공기를 지칭했으나, 드론 기술 발달로 드론 택시, 드론 앰블런스의 형태로 실용화될 수 있다.

현재 에어버스(Airbus)와 우버(Uber), 이볼로(E-Volo), 릴리움(Lilium) 등 20여개의 기업들이 무인 드론 택시와 개인 비행차량을 위한 기술개발에 나서고 있다. 에어버스는 '18년 1월 美 오레건주에서 건물 옥상에서 탑승 후 택시처럼 이동가능한 소형 비행체인 바하나(Vahana) 시험비행에 성공했다. 우버는 미항공우주국(NASA)과 협약을 체결해 무인항공 교통 사업인 '우버 엘리베이트(Uber Elevate)' 프로젝트를 진행하고 있다. 이외에 플라잉카 프로젝트로 호주 멜버른과 두바이에서 시범운행을 진행하고 '23년부터는 드론 택시 운영을 상용화한다는 계획을 세웠다. '28년에는 휴대폰으로 드론택시를 불러서 이동이 가능하게 하겠다는 계획도 포함되어 있다. 우버의 플라잉카는 헬리콥터와 비행기를 결합한 구조로 설계되어 승객 4명이 탑승할 수 있는 형태이며, 시속 241km 수준으로 비행할 수 있다.

돌발상황이 많은 도로보다는 정해진 항로만 운행하면 되는 하늘에서의 자율주행 드론이 더 빨리 상용화될 것이라는 예측도 있다. 구글 자율차 개발의 세바스찬 스런이 2010년 설립한 스타트업 기업인 키티호크(Kitty Hawk)에서는 세계 최초로 자율주행 드론 택시 ‘코라(Cora)’를 선보였다. 코라는 현재 5년 내 상용화를 목표로 뉴질랜드에서 비행 테스트 중이며, 뉴질랜드 상공에 상업용 항공택시 네트워크 구축도 검토 중이다. 독일의 드론제작사 이블로는 독일 자동차업체인 다임러와 협약을 맺어 수직이착륙과 저공비행이 가능한 차량인 ‘블로콥터(Volocopter)’를 개발했다. 조종사 없이 자동 운항하는 2인승 드론으로 두바이와 에어택시 공급계약도 맺었다.



그림 41. 키티호크와 이블로의 드론 택시 모델 이미지 (출처: 이성주, 2018)

드론과 관련해 미국, EU, 중국 등은 저고도 무인 비행장치 운용에 관한 활발한 연구개발과 함께 안전하고 효율적인 공역관리와 신산업 창출을 기획하고 있다. 미국의 NASA와 FAA는 기존 항공 교통관제와 달리 관제사의 지속적 모니터링이 필요없는 자동화 체계를 구축하기 위해 투자 중이다. 무인기에 대한 포괄적 규제와 사전허가를 엄격하게 요구하고 있었으나, 최근 코로나 사태에 무인 드론택배를 활용하여 유통 부담을 덜어주기 위해 규제를 대폭 완화했다. EU는 위험성 정도에 따라 개방적 항목, 구체적 항목, 인증이 필요한 항목으로 구분하고 항목별로 다른 수준의 규정을 적용하고 있다. 또한 무인비행체 교통관리를 위해 유럽연합, 유로컨트롤, 기업 등이 16억 유로를 투입하여 ‘24년까지 U-Space를 개발한다. 중국

은 이동통신망을 이용한 클라우드 기반의 드론교통관리 시스템(U-Cloud)을 구축하여 관리하고 있다. 드론은 7단계로 구분해 비행 시에는 U-Cloud에 접속하여 비밀집지역에서 운용 시 최소 분당 1회 또는 30초당 1회 비행정보를, 인구 밀집지역에서 운용 시 최소 1초에 1회 보고해야 한다.

구분	 한국	 미국	 중국	 일본
기체 신고·등록	사업용 또는 자중 25kg 초과	사업용 또는 250g 초과	250g 초과	비행승인 필요시 관련 증빙자료 제출
조종자격	12kg 초과 사업용 기체	사업용 기체	자중 7kg 초과	비행승인 필요시 관련 증빙자료 제출
비행고도 제한	150m 이하	120m 이하	120m 이하	150m 이하
비행구역 제한	서울 일부(9.3km), 공항(반경 9.3km), 원전(반경 19km), 휴전선 일대	워싱턴 주변(24km), 공항(반경 9.3km), *워싱턴 공항(28km), 원전(반경 5.6km), 경기장(반경 5.6km)	베이징 일대, 공항주변, 원전주변 등	도쿄 전역 (인구 4천명/km <sup>2</sup> 이상 거주지역), 공항(반경 9km), 원전주변 등
비행속도 제한	제한 없음	161km/h 이하	100km/h 이하	제한 없음
야간, 비가시권, 군중 위 비행	원칙 불허 예외 허용 * 특별승인제 도입 위험한 방식의 비행금지	원칙 불허 예외 허용	원칙 불허 예외 허용 * 클라우드시스템 접속 및 실시간 보고 필요	원칙 불허 예외 허용 * 사람, 차량, 건물 등과 30m 이상 거리 유지
드론 활용 사업범위	제한 없음 (국민의 안전·안보에 위해를 주는 사업 제외)	제한 없음	제한 없음	제한 없음

표 25. 주요국 드론 관련 규제 현황 (출처: 드론산업 기반 구축 방안, 2017.12.28)

### 3) 국내 드론 정책 및 향후 발전 방안

국내 드론 기술 수준은 Tier 1 수준으로, 무인기 기술 및 체계 종합 능력, 부품 공급망 등 전반적으로 무인기 독자개발기반이 구축되었다고 평가된다. 현 세계 7위권인 드론 기술을 세계 5위로 올리기 위해 정부에서는 공통 요소부품, 소프트웨어 플랫폼, 안전운용 인프라, 역기능 예방 등 무인기 공통기술 및 연관 기술 발전을 지원하는 ‘무인기 산업 생태계 추진전략’을 ‘16년부터 추진하고 있으며, 무인이동체 발전협의회를 설치해 통합 로드맵 수립 및 협력사업 발굴 또한 하고 있다.



그림 42. 세계무인기 기술 국가군 분류 (출처: KEIT, 2015)

하지만 소형 드론급 안전성 인증, 보험, 프라이버시 침해 방지 등 이슈에 대한 제도 정비와 비행 승인과 관련한 합리적 규제 완화가 필요한 상황이다. 일례로 유통사업자의 경우 택배사업과의 겸업이 사실상 제한돼 아마존과 같은 유통사업자가 직접 드론을 활용해 물건을 배송하는 서비스가 막혀있다. 이와 관련하여 정부는 ‘드론 분야 선제적 규제 혁파 로드맵’을 통해 국내 드론 기술, 산업 발전 시기에 따라 개선이 필요한 규제 개선 방안 35건을 제시했다. 또한 항공기 항로와 다른 드론 전용 공역(Drone Space)을 설정하고 드론 교통관제시스템을 마련한다. 드론 택배 실용화를 위해 도서지역을 대상으로 드론 배송 기준을 마련하고, ‘23년까지 도입한다는

계획도 있다. 동 로드맵은 자율비행, 사람 탑승, 인구 밀집 지역 운행과 비가시권 운행까지 예상하고 마련해 드론을 활용한 물류 혁신 뿐 아니라 드론 택시, 드론 앰블런스 분야도 포괄이 가능하다.



그림 43. 정부의 3단계 드론 관련 로드맵 (출처: 매일경제, 2019.10.17)

정부는 드론 기술의 발전과 더불어 산업 생태계 조성을 뒷받침할 수 있는 통합적 인프라 구축을 위한 경쟁력있는 정책들을 시행하고 있다고 평가된다. ICAO 국제기준 수립 일정에 맞춘 드론 기술 기준 가이드라인 및 인증 표준을 마련해 국내 제품의 해외 수출을 증진하고, 원천기술 개발과 민관협력 실증사업을 통한 상용화 지원도 바람직하다. 세계에서 2번째로 틸트로터 기술을 개발하였듯이, 향후에도 드론 관련 원천기술을 확보하고 기술과 통신망, 운용시스템의 하드웨어적 요소와 경쟁력있는 서비스를 패키지화해 글로벌 시장에서의 헤게모니를 선점하는 것이 필요하다.

#### IV. 나가며 - 4차산업혁명 시대, 대한민국 국토교통 정책이 나아갈 길

4차 산업혁명이 가져오는 변화에 대응하여 산업 생태계가 활성화될 수 있는 기반인 플랫폼 구축을 정부 차원에서 지원하는 것이 중요하다. 스마트시티(국토도시), 자율주행차(교통), 드론(물류) 등 국토교통 분야 핵심 신기술 개발 및 표준화 지원, 개발 결과의 실제 적용 및 활성화를 위한 기술 검증·교류·연계 플랫폼의 구축이 필요하다. 일례로 스마트 주차장 정책 추진 당시 결제 단말기의 코드 정보가 표준화되어 있지 않아 난항이 있었고, 도로교통 분야 우수 신기술이 개발되었는데도 사업 실적 부재로 적용 확대가 되지 않는 사례도 다수 발견되어 이와 같은 기술 플랫폼의 필요성을 절감한 적이 있다.

또한 파이낸싱과 관련해 상업 분야의 경우 창의적 아이디어와 비즈니스 모델만 있으면 크라우드 펀딩 등의 플랫폼을 활용해 새로운 사업을 시작하기 비교적 용이하지만, 인프라 건설 분야, 특히 해외건설 사업의 경우 정부 예산의 한계로 시공사 금융 주선이나 프로젝트 파이낸싱 등 민간의 금융 조달능력이 중요해진 반면 아직도 정부 지원이나 금융권이라는 전통적 펀딩 수단만을 활용하고 있는 실정이다. 따라서 해외 투자개발사업의 수주경쟁력 확보 및 상업성 기준만으로 해결할 수 없는 국내 인프라 확충을 위한 新금융 플랫폼이 가능한지 보다 세부적인 연구가 필요하다. 현재 테라펀딩, 루프펀딩, 빌리 등 P2P 금융플랫폼에서 소규모 투자자들을 모아 개인 건설업자에게 대출해 주는 형태가 발달해 있지만 부동산 담보, 수익률 위주, 소규모 주택이 대부분이라 한계가 있다.

SOC 인프라를 중심으로 한 우리나라 국토교통 정책이 국토의 효율적 이용을 도모한 경험을 바탕으로 제4차산업혁명이 가져오는 정책환경 변화에 기민하게 대응한다면, 국토교통 플랫폼을 활용하여 국민의 삶의 질을 제고하고 나아가 미래 신성장동력으로 국토교

통 서비스를 육성할 수 있을 것이다.

본 보고서에서 서술한 스마트시티를 통한 도시 생활의 개선, 자율주행을 통한 접근성과 이동성 증대, 드론을 활용한 교통물류 시스템 혁신 등을 중심으로 국토교통 정책 분야에서 4차 산업혁명을 십분 활용할 수 있다.

첨단 개별 기술 개발 지원 못지않게 중요한 정부의 역할은 바로 제4차 산업혁명이 이루어지는 산업 생태계를 잉태하고 활성화하는 핵심 기반인 플랫폼을 구축하는 것이다. 이를 위해 정부는 기술 표준화, 기술 검증과 정보 교류 및 연계 플랫폼 구축, 정부 예산에만 의존하지 않는 파이낸싱 활성화 등 정책환경 변화에 부응하는 제도 혁신을 병행할 필요가 있다. 신속한 산업구조 재편에 따른 부작용과 문화 지체, 파괴적 혁신이 가져오는 기존 산업의 급속한 구조조정 등의 문제를 해결하기 위한 포용적 정책수단의 도입도 고려한다면, 제4차 산업혁명은 국민의 삶의 질 개선과 경제 발전의 기폭제로 작용할 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

Transportation trends 2020-What are the most transformational trends in mobility today? Rana Sen et al. Deloitte. 2020.4.13.

스마트시티(지능형도시), 정책 위키. 2020.3.2.

Worldwide Smart Cities Spending Guide. IDC. 2020.2.10.

알고 쓰면 더욱 편리한 ADAS 기술. HMG Journal. 2020.1.6.

스마트시티 국제 표준화 동향. 이정구. 정보통신기획평가원 주간기술동향. 2019.11.27.

“한국이 중국 벤처산업에서 배워야 할 세가지.” 김만기. 2019.11.08.

4차 산업혁명 기반 드론 산업 국내외 동향연구 보고서. 경상북도. 2019.11.

“암스테르담, 시민참여 방식의 개방적 스마트시티.” KBS News. 2019.4.13.

과학기술&ICT 정책 · 기술 동향. 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 정보통신기획평가원(IITP). 2019.3.15.

“세계 각국 규제 풀어 4차 산업혁명 준비...우리는?” 한국일보. 2019.02.28.

도심 자율주행서비스 테스트를 통한 자율주행 기술개발 현황 및 5G 연계 미디어의 역할. 최정단 외. 한국전자통신연구원. 2019.

스마트시티 유형에 따른 전략적 대응방안 연구. 이재용 외. 국토연구원 (KRIHS). 2018.11.

빅데이터, 삶을 풍요롭게 바꾸다. 공간정보 19호. 한국국토정보공사 (LX). 2018.07.

미래도시의 차세대 교통수단. 이성주. 공간정보 19호. 2018.07.

중국 스타트업의 최근 동향과 발전 환경. 한국금융연구원. 2018.06.

두 개의 4차 산업혁명과 한국의 선택. 김석관. 과학기술정책연구원 (STEP). 2018.05.

독일 인더스트리 4.0 전략의 확산·발전 동향과 정책적 시사점. 이상현, 장윤중, 김상훈. 산업연구원(KIET). 2018.05.

Work in the Digital Age - Challenges of the Fourth Industrial Revolution. Max Neufeind et al. 2018.03.

“2018년 전세계 IoT 보안 지출 규모 1조 6천억원 전망“ AI Times. 2018.03.22.

Autonomous Vehicles are just around the corner. Economist Special Report. 2018.3.1.

4차 산업혁명과 규제개혁. 강준모, 김정언, 이시직. 정보통신정책연구원 (KISDI). 2018.01.

미국의 4차 산업혁명 담론과 전략, 제도. 유인태. 2018.

이동의 미래-모빌리티 빅뱅, 누가 최후의 승자가 될 것인가. 차두원. 2018.

글로벌 주도권 확보를 위한 사물인터넷 플랫폼 전략. 최병삼 외. 과학기술정책연구원(STEPI). 2017.12.30.

중국의 디지털 전환 동향과 시사점. 백서인, 김단비. 과학기술정책연구원(STEPI). 2017.10.16.

“독일 인더스트리 4.0, 제조업은 어떻게 변화하고 있나“ 김혜윤 독일 함부르크무역관. KOTRA. 2017.05.18.

일본의 과학기술혁신정책과 추진체계 특징. 최해옥. 과학기술정책연구원(STEPI). 2017.03.31.

4차 산업혁명과 지능정보사회의 규범 재정립. 이원태. 정보통신정책연구원. 2017.06.

“4차 산업혁명, 세계 각국과 기업은 어떻게 준비하고 있을까?” 삼성 뉴스룸. 2017.05.18.

“美, 사이버 보안시장의 현재와 미래“ 테크월드. 2017.03.28.

사물인터넷의 특징과 기반기술 동향. 소프트웨어정책연구소. 2016.11.

자율주행 자동차용 인공지능 시스템. 권영일. KISTI. 2016.09.

제4차 산업혁명은 도시를 어떻게 변화시킬 것인가. 정지훈. 세계와도시 14호. 2016.7.

National Network for Manufacturing Innovation Program Annual Report, Advanced Manufacturing National Program Office, 2016.02

Automotive Revolution - Perspective towards 2030.  
McKinsey&Company. 2016.01.

Artificial Intelligence Market by Technology, Application and Geography  
- Global Forecast to 2020. Markets and markets. 2016.

제4차 산업혁명: 주요국의 대응현황을 중심으로. 한국은행. 2016

4차 산업혁명의 충격. 클라우드 슈밥 외 26인. 2016.

빅데이터가 만드는 제4차 산업혁명. 김진호. 2016.

대담한 디지털 시대. 이지효. 2016.

자율주행 시대를 대비한 도로의 역할. 이기영. 한국통신학회지. 2016.

A Strategy for American Innovation. National Economic Council, Office  
of Science and Technology Policy. 2015.10

무인항공기 기술 동향과 산업 전망. 한상철 외. 한국산업기술평가관리  
원(KEIT). 2015.07.

빅데이터 혁명과 미디어 정책 이슈. 정용찬. 정보통신정책연구원.  
2012.02.

# 그림 목록

그림 1. 제1~4차 산업혁명 연혁	14
그림 2. 제4차 산업혁명의 작동원리-IoT, 빅데이터, 인공지능 간 상호연관성	15
그림 3. 분야별 사물인터넷 적용 사례	17
그림 4. 빅데이터 기반 맞춤형 서비스 개념도	19
그림 5. AI, 기계학습, 딥러닝 발전 연혁	21
그림 6. 4차 산업혁명이 가져올 산업 트렌드 변화	22
그림 7. 제4차 산업혁명이 산업에 미치는 영향 - 디지털화의 확대·심화	23
그림 8. 인터넷 연결 기기 및 글로벌 IT 보안 지출 비용 증가 추세	26
그림 9. 국가제조업혁신네트워크 참여기관 예코시스템	29
그림 10. 인더스트리 4.0 현황 지도 예제	33
그림 11. 플랫폼 인더스트리 4.0 조직도	35
그림 12. 인더스트리 4.0 표준화위원회 구조표	36
그림 13. 과학기술 이노베이션 전략 하 프로그램 추진 체계	38
그림 14. 일본의 로봇신전략 주요 내용	39
그림 15. 중국 모바일 결제시장 규제 도입 시기	42
그림 16. 중국의 스타트업 지원체계	44
그림 17. 4차산업혁명위원회 조직도	46
그림 18. 4차위 데이터 옴부즈만	46
그림 19. 제도와 산업의 조응관계	48
그림 20. 국내 신산업 규제애로 실태조사 결과	49
그림 21. 스마트 시티 구현을 위한 빅데이터 활용 구상	53
그림 682. 스마트시티의 6가지 구현요소	54
그림 23. 글로벌 스마트시티 투자 규모와 부문별 전망	55
그림 24. 스마트시티 섹터별 전망	55
그림 25. GCTC 프로그램 구조	58
그림 26. 3.4km에 걸친 비콘마일	60
그림 27. 스마트시티 분야의 주요 기업	63
그림 28. 세종 5-1 생활권 공간 구상	65
그림 29. 부산 에코델타시티 공간 구상	66
그림 30. 바람의 방향과 건물의 그림자 분석을 통한 미니 신도시 설계	68
그림 31. 자율주행기술 구성도	73
그림 32. 국내 핸즈오프 경고요건 범규 시각화	76
그림 33. 구글의 자율주행차 내·외부 및 통신기술 응용사례	79
그림 34. 공유경제 비즈니스 모델	82
그림 35. 미국 내 자율주행 모빌리티 테스트베드 현황	86
그림 36. 패키지형 R&D 투자플랫폼: 자율주행차	89
그림 37. 무인항공기 시스템 구성도	95

그림 38. 무인기의 분류	95
그림 39. 무인기 용도별 시장 전망	96
그림 40. 아마존 프라임에어 드론 이미지	96
그림 41. 키티호크와 이블로의 에어택시 모델 이미지	98
그림 42. 세계무인기 기술 국가군 분류	100
그림 43. 정부의 3단계 드론 관련 로드맵	101

## 표 목 록

표 1. 각 산업혁명을 정의하는 핵심 신기술 및 사회 변화	12
표 2. 빅데이터 환경의 특징	18
표 3. 헬스케어 분야 주요 인공지능 기술 정리	20
표 4. 전세계 IoT 관련 보안 지출 추정치	26
표 5. 각국의 제4차 산업혁명 주요 대응 정책	28
표 6. 트럼프 행정부의 과학기술 성과 요약	30
표 7. 트럼프 정부의 인공지능 기술 지원 정책	31
표 8. 국가 첨단제조 전략계획에 대한 연방기관별 업무 연관성	32
표 9. 독일 디지털 플랫폼 시스템 프로젝트	34
표 10. 일본의 4차 산업혁명 선도전략 주요 내용	37
표 11. 중국제조 2025의 주요 계획지표	40
표 12. 중국 인터넷+ 정책의 11대 중점 분야별 세부 계획	41
표 13. 중국 슈퍼유니콘 스타트업 목록	43
표 14. 제4차 산업혁명 관련 부처별 주요 정책	47
표 15. 스마트시티 정의	52
표 16. 해외 스마트시티 관련 정책 동향	56
표 17. 스마트시티 관련 국제표준화 기구 현황	62
표 18. 국내 스마트시티 정책 흐름	64
표 19. 자율주행 인공지능 기술 모듈의 시장 규모 전망	74
표 20. 자동차용 인공지능 시스템의 적용 단계	74
표 21. 기업별 자율주행 기술 주요 기능 및 개발 단계	78
표 22. 2019 자율주행차 준비 지수	84
표 23. 2019 자율주행차 대비 지수 세부 평가결과	87
표 24. 자율주행차와 도로시스템의 연계	90
표 25. 주요국 드론 관련 규제 현황	99