

주요국의 4차 산업혁명과 한국의 성장전략: 미국, 독일, 일본을 중심으로

김규판 대외경제정책연구원 아시아태평양본부
일본팀 연구위원
keiokim@kiep.go.kr

이형근 대외경제정책연구원 아시아태평양본부
일본팀 선임연구원
hklee@kiep.go.kr

김종혁 대외경제정책연구원 구미·유라시아본부
미주팀 전문연구원
jhkim@kiep.go.kr

권혁주 대외경제정책연구원 구미·유라시아본부
미주팀 연구원
hjkwon@kiep.go.kr



1. 연구의 배경 및 목적

- 1990년대 중반 이후 세계경제는 IT 혁명을 바탕으로 디지털 경제(digital economy) 혹은 인터넷 경제(internet economy)로 상징되는 패러다임 전환을 경험
 - 경제활동의 무대 역시 전자상거래(e-commerce)나 공유경제(share economy)가 상징하듯 모바일상의 플랫폼으로 대거 이동하였고, 컴퓨팅과 인공지능(AI)을 중심으로 한 기술혁신은 급기야 제조업으로까지 확산되어 인터스트리 4.0(Industry 4.0)이나 스마트 공장(smart factory)과 같은 용어들이 전혀 낯설지 않은 상황이 됨.
 - 특히 Klaus Schwab(2016)이 4차 산업혁명을 IT 혁명이 초래한 3차 산업혁명에 견주어, CPS(Cyber Physical System) 도입에 따른 새로운 산업혁명, 즉 제조업에 맞춤형 생산과 대량 생산이 공존하는 소량다품종 생산(Mass-customization) 사회의 도래라고 요약한 것은 제조업에 인터넷 기술이 접목되는 현상에 우리가 주목해야 하는 이유를 제공
- IT 혁명 이후 최소한 미국, 독일, 일본 등 선진국 정부가 자국의 제조업 경쟁력 강화 맥락에서 과거 1960~70년대의 산업정책(industrial policy) 못지않게 적극적으로 기업을 4차 산업혁명의 장으로 끌어들이는 정책을 추진하고 있음.
 - 미국은 주지하는 바와 같이 IT에 이어 4차 산업혁명의 핵심기술이라 할 수 있는 컴퓨팅, AI, IoT(Internet of Things) 등의 분야에서 기술혁신을 주도함과 동시에 스타트업, 액셀러레이터, 벤처캐피탈과 같은 창업생태계를 잘 갖춘 국가이고, 정부 역시 제조업 혁신을 위한 각종 지원책을 시행
 - 독일은 2010년부터 자국이 비교경쟁우위를 갖는 제조업에 IT를 접목하는 인터스트리 4.0(Industrie 4.0)을 추진 중에 있고, 2013년에는 이것을 실행에 옮기기 위해 플랫폼 인터스트리 4.0(Plattform Industrie 4.0)이라는 산관학 협력기구를 조직화하면서 4차 산업혁명을 국가 차원의 ‘운동’으로까지 승화시키고 있음.
 - 일본정부도 2015년 성장전략의 각의 결정 이후 잇따라 4차 산업혁명 관련 정책들을 발표하였고, 로봇혁명이니셔티브(RRI)와 IoT 추진컨소시엄(ITAC) 등 그것을 추진할 민관협력기구 중심의 실행체계도 정비
 - 우리 정부 역시 2016년 들어 제조업 혁신 3.0 등 4차 산업혁명 관련 정책을 발표한 바 있고, 신정부 들어서도 ‘4차 산업혁명 위원회’ 신설 등 4차 산업혁명을 정책의 최우선과제로 선정

- 본 연구는 IT 혁명에서 디지털, 인터넷 경제까지 모든 분야에서 기술혁신을 주도하고 있는 미국과 전통적인 제조업 강국인 독일, 일본이 제조업과 IT를 융합하는 4차 산업혁명을 선도하고 있음에 주목
 - 미국, 독일, 일본 등 선진국에서 전개되고 있는 4차 산업혁명의 '실체(presence)'를 구명하는 작업에 앞서 구체적으로 이 국가들이 추진하고 있는 정책의 상(像)을 조감하고, 거기서 우리 정부의 대응책을 찾는 것을 연구목적으로 설정
 - 특히 미국, 독일, 일본의 4차 산업혁명의 본질이 제조업 이노베이션 혹은 디지털 제조(digital manufacturing)에 있다고 보고, 이 선진 주요국의 4차 산업혁명을 정부정책 관점에서 접근하여 우리나라의 성장전략에 대한 정책적 시사점을 도출하는 것을 연구목적으로 삼았음.
 - 우리나라는 물론이고 독일, 일본, 심지어 미국에서도 정부 차원의 성장전략 마련에 부심하고 있음을 감안하면, 비록 이 주요국의 산업기반과 기술력이 우리와 차이가 있다고 하더라도 이 국가들의 정부정책을 면밀히 분석할 필요가 있다고 봄.
 - 나아가 정부정책 중에서도 앞에서 언급한 독일의 플랫폼 인더스트리 4.0과 같은 산관학 협력기구의 활동에 주목함으로써, 이 선진국 정부들이 4차 산업혁명에 대응하기 위해 어떠한 제도적 장치들을 마련하고자 하는지, 거기서 우리가 얻을 수 있는 정책적 시사점은 무엇인지를 모색하고자 함.

2. 조사 및 분석 결과

1) 미국의 4차 산업혁명

① 첨단제조업(Advanced Manufacturing) 육성

- 미국정부는 4차 산업혁명에 필요한 제조업 기술지원을 위해 2012년 7월 'The President's Plan to Revitalize American Manufacturing'을 공표함과 동시에, 제조업 이노베이션을 추진할 산관학 협력주체(hub)로서 15개의 '제조업 혁신연구소(Institutes for Manufacturing Innovation)'를 설립함.
 - 이 연구소들을 전국적으로 연결하는 'NNMI: National Network for Manufacturing Innovation' 프로그램도 추진 중이며, NNMI는 하이테크 중심의 산학연관 협력을 통해 지역협력거점을 마련함과 동시에 장기적인 혁신을 추구하고 있다는 점이 특징임.
 - 제조기술 혁신을 위한 미국정부의 노력으로 2017년 미국의 제조업 R&D 투자 예산은 2011년에 비해 40% 증가한 것으로 나타났으며, NNMI 프로그램을 통해 지금까지 약 1,000개의 기업, 대학, 비영리 연구재단 등이 산학연 협력체제의 구성원으로 참여
 - 가장 먼저 설립된 '국립적층가공 혁신 연구소'의 경우 3D 프린팅 기술과 관련하여 140개 이상의 파트너와 협업관계를 형성하고 있으며, 교육프로그램을 통해 7,000여 명의 이수자를 배출하

였으며, 이 지역에 수억 달러의 3D 프린팅 관련 투자를 유치하는 성과를 이루었음. GE와 Alcoa는 각각 3,200만 달러, 6,000만 달러를 투자

● 미국정부는 제조기술의 혁신을 통해 제조업 경쟁력을 강화하고 4차 산업혁명에 대비하기 위하여 제조기술 중점육성분야를 선정해왔음.

- 2012년 7월 처음으로 센서·측정·공정관리, 적층가공 기술(3D 프린팅), 바이오 제조와 생물정보학, 나노기술, 지속가능한 제조공정, 산업용 로봇, 첨단 설비 및 검사장비 등 11개 제조 기술 분야가 선정되었음.
- 약 4년 후인 2016년 4월에는 첨단재료 제조, 재생의료를 위한 바이오 제조 등 향후 5개의 유망 제조기술과 연방정부 차원의 잠재적 투자 유망 분야 10개를 선정

표 1. 연방정부의 첨단 제조기술 중점육성분야

구분	기술분야
향후 유망 제조기술	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단 재료 제조(Advanced Material Manufacturing) • 첨단 바이오 제조 공학생물(Engineering Biology to Advanced Biomanufacturing) • 재생의료를 위한 바이오 제조(Biomanufacturing for Regenerative Medicine) • 첨단 바이오제품 제조(Advanced Bioproducts Manufacturing) • 제약의 연속 제조(Continuous Manufacturing of Pharmaceuticals)
잠재적 투자 유망 분야	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단 기계도구 및 제어장치(Advanced Machine Tools and Control Systems) • 보조 및 유연 로봇(Assistive and Soft Robotics) • 재생의료를 위한 생체공학(Bioengineering for Regenerative Medicine) • 여러 기술분야의 바이오 프린팅(Bioprinting across Technology Sectors) • 증명, 평가, 자격(Certification, Assessment and Qualification) • 제조업을 위한 사이버보안(Securing the Manufacturing Digital Thread-Cybersecurity for Manufacturing) • 화학 및 열 공정 집적화(Chemical and Thermal Process Intensification) • 지속가능(에너지효율 개선)한 제조공정(Sustainability in Manufacturing) • 고부가 Roll-to-Roll 제조(High Value Roll-to-Roll Manufacturing) • 혹독한 환경에 적용가능한 재료(Materials for Harsh Service Conditions)

자료: The White House(2016. 4), "Advanced Manufacturing: A Snapshot of Priority Technology Areas Across the Federal Government."

② 벤처기업 육성

● 미국정부는 4차 산업혁명과 관련된 혁신기술 개발에 벤처기업의 역할이 중요하다고 판단하고, 벤처기업에 대한 지원을 강화해 왔으며, 특히 오바마 정부는 'Startup America Initiative'를 발표(2011년 1월 31일)하는 등 벤처기업의 창업과 일자리 창출 지원을 매우 적극적으로 추진

- 정부를 비롯한 공공부문의 정책들은 기업이 정신 고취에 초점을 맞추고 있으며, 중점을 두고 있는 부문은 5개로 △스타트업 성장을 위한 자본접근성 확보 △기업가 정신 교육 및 멘토십 프로그램 확대 △창업기업 진입장벽 해소 및 정부의 창업지원 효율화 △'연구소부터 시장까지' 혁신의 가속화 지원 △의료·청정에너지·교육과 같은 산업으로 시장 진출기회 제공임.

- 민간부문은 장기적으로 성장할 수 있는 기업이 생태계 조성, 차세대 기업가 양성, 창업가와 멘토의 연결, 창업가와 대기업의 연결, 혁신 가속화의 역할을 주로 담당하고 있음.
- 미국은 실리콘밸리를 중심으로 전 세계가 부러워하는 창업생태계 시스템을 갖추고 있는데, 이는 대규모 벤처캐피털과 엔젤투자가 기존 기업이나 스타트업에 자금을 원활히 공급할 수 있는 생태계 시스템을 갖추고 있기 때문임.
 - 모험자본으로서의 벤처캐피털은 창업 초기 기업에 대한 투자 비중이 높을수록 질적인 측면에서 우수하다고 볼 수 있으며, 미국의 경우 아이디어·스타트업 단계, 기술개발단계와 같이 창업 초기 기업에 투자하는 비중이 44.5%로 나타났음.
- 미국의 벤처캐피털들은 주로 인수합병(M&A)나 기업공개(IPO)를 통해 투자금을 회수하고 있으며, M&A 또는 IPO와 같은 회수시장의 발달이 중요한 것은 투자금 회수를 용이하게 할 뿐 아니라 투자 회수시점의 불확실성을 제거하는 데에도 중요한 역할을 하기 때문임.
 - M&A와 IPO를 통한 투자 회수 가운데 M&A가 차지하는 비중은 75%를 상회해왔으며, 이는 미국에서 IPO 전 단계인 중간 회수시장이 발달되어 있어 벤처캐피털의 성장과 벤처생태계의 선순환에 중요한 역할을 하고 있음을 시사하고 있음.

표 2. 미국 벤처캐피털 투자 회수 금액 및 건수 추이

연도	인수합병(M&A)		기업공개(IPO)	
	회수금액(십억 달러)	건수	회수금액(십억 달러)	건수
2008	175	455	6	10
2009	144	472	13	10
2010	266	651	37	42
2011	310	687	59	46
2012	325	799	15	60
2013	271	796	91	89
2014	718	918	106	122
2015	423	884	81	77
2016	439	687	29	39

자료: National Venture Capital Association(2017. 3), "National Venture Capital Association Year 2017."

③ 산업부문별 제도 보완

● 미국정부는 4차 산업혁명에 대비하기 위한 종합대책을 제시하고 있지는 않지만 각 산업부문별로 제도보완 측면에서 대응하고 있음.

- 제도보완분야로는 4차 산업혁명으로 인해 야기될 수 있는 개인정보 보호 이슈, 데이터 보안 강화 및 효율성 증가, 자율주행자동차 관련 제도 및 인프라 구축 등이 대표적임.
- 정부는 민간의 참여를 유도하고, 정부 프로젝트의 기획단계에서부터 민간기업을 참여시켜 기반 기술 개발, 응용기술 개발, 상업화를 동시에 달성하는 방향으로 정책을 추진
- 미국기업들은 자율주행자동차, 드론, 빅데이터 분석, 클라우드, 가상현실(AR) 등 4차 산업혁명을 주도하는 신기술분야에서 새로운 사업모델을 창출하고, 산업인터넷(Industrial Internet) 혹은 제조업의 디지털화(digital manufacturing) 분야에서도 두각을 나타내고 있음.

표 3. 미국정부 주도의 4차 산업혁명 대응정책

정책	주요 내용	시기
국가 제조업 혁신 네트워크(NNMI)	<ul style="list-style-type: none"> • 하이테크 중심의 산학연관 협력을 통해 지역협력거점을 마련함과 동시에 장기적 혁신을 추구 • 2017년 3월까지 14개의 '제조업 혁신 연구소(IMIs)' 설립 	2012
클라우드 컴퓨팅 기술 로드맵	<ul style="list-style-type: none"> • 클라우드 서비스 도입을 촉진시키기 위해 최우선적으로 요구되는 기술과 이를 실현하기 위한 실행계획 제시 	2014. 10
IoT (정보 보호 · 보안)	<ul style="list-style-type: none"> • 기업들이 소비자의 개인정보를 보호하고 보안을 강화할 수 있도록 구체적인 조치들을 권고 	2015. 1
빅데이터 지역허브 구축 계획	<ul style="list-style-type: none"> • 4개 권역별 빅데이터 지역혁신 허브 설립 • 데이터에 대한 접근 개선, 데이터 라이프 사이클 자동화 등 	2015. 4. 3
연방정부 빅데이터 R&D 전략계획	<ul style="list-style-type: none"> • 연방 빅데이터 연구개발을 확대하기 위한 지침 • 7대 전략과 18가지 세부 과제 제시 	2016. 5. 24
자율주행차 15대 성능지침 발표	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 정책과 입법의 방향 제시 및 15가지 항목의 자율주행차 성능 가이드라인 발표 	2016. 9. 20
인공지능 국가 연구개발전략계획	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능기술의 필요성을 확인하고 인공지능 연구개발을 위한 투자의 효과를 극대화하는 것이 목적 • 기술발전에 대비하기 위한 7대 분야와 23개 권고사항 제시 	2016. 10

2) 독일의 4차 산업혁명

① 산관학 플랫폼 기구: Plattform Industrie 4.0

- 국가 차원에서 4차 산업혁명을 추진하는 기구 혹은 조직은 한 국가 내에서도 매우 다양하지만, IoT와 인더스트리 4.0에 한정하면 정부가 기업 · 업계단체, 학계와 함께 조직한 산관학 협력기구 혹은 민관 협력기구, 그리고 기업들이 컨소시엄 형태로 설립 · 운영하고 있는 협력기구 등 세 가지 유형으로 나눌 수 있음.
 - 미국의 4차 산업혁명 관련 플랫폼은 제조업, 의료, 운송, 전력, 스마트 시티 등 이업종간 기업

컨소시엄인 IIC(Industrial Internet Consortium)가 대표적이다. 스마트 홈(Smart Home) 분야에서는 AllSeen Alliance, 스마트 홈(Smart Home)뿐만 아니라 자동차 제조업 분야를 망라하는 OCF의 존재감도 큼.

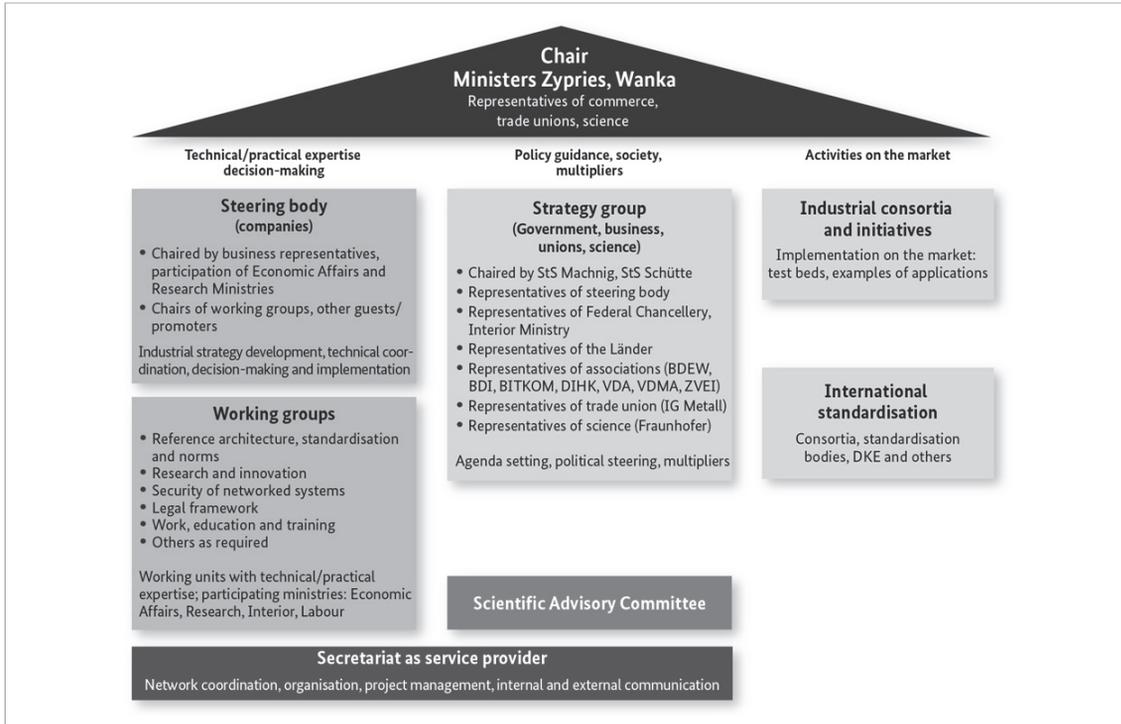
표 4. 4차 산업혁명 관련 주요 플랫폼

국가	명칭	설립일	추진주체/대상분야	특징
미국	IIC (Industrial Internet Consortium)	2014년 3월	- GE, AT&T, Cisco, IBM, Intel 등 약 250개 기업 - 제조업, 의료, 운송, 전력, 스마트 시티 외	- 이업종간 기업 컨소시엄 - 기업간 개방형 혁신
	AllSeen Alliance	2013년 12월	- Qualcomm, Microsoft, LG, Sharp, Sony, Haier 등 약 50개 기업 - 가전기기	- Qualcomm이 개발한 IoT용 공통언어인 'AllJoyn'을 기초로 가전기기 상호 접속을 오픈 소스화
	OCF (Open Connectivity Foundation)	2014년 7월	- Intel, Cisco, GE Software, Samsung, Media Tek 등 52개 기업 - 가전기기, 제조업, 자동차 등	- IoT 관련 기기의 규격과 인증 책정이 목적
독일	Plattform Industrie 4.0	2013년 4월	- 독일 연방정부(BMBF, BMWi), 협회(BITKOM: IT 분야, VDMA: 기계분야, ZVEI: 전기·전자분야), 학계·연구소(acatech, Fraunhofer 등), 기업(SIEMENS, IBM, BOSCH, SAP, ABB, infineon 등), 노동조합(IG Metall: 금속노조연맹)이 참여 - 인더스트리 4.0	- 독일의 인더스트리 4.0을 추진하는 산관학 협력기구

● 독일의 인더스트리 4.0을 주도하는 산관학 협력기구는 Plattform Industrie 4.0

- 2013년 4월 BITKOM, ZVEI, VDMA 등 3개의 재계단체가 독일 연방정부의 미래 프로젝트 인더스트리 4.0과 협력하고 기술, 표준화, 사업모델 개발을 목적으로 설립하였는데, 독일 연방 정부인 BMBF(Federal Ministry of Education and Research)와 BMWi(Economic Affairs and Energy), 학계·연구소(FhG: Fraunhofer-Gesellschaft), 그리고 노동조합(IG Metall)이 참여

그림 1. Plattform Industrie 4.0의 조직도



자료: Plattform Industrie 4.0(2017a).

- 플랫폼 출범의 가장 큰 의미는 4차 산업혁명에 관련된 모든 이해관계자를 한자리에 모이게 하여 관련 대응방안과 전략을 함께 구성해나간다는 점에 있음.
 - 경영진들은 2개 정부부처 장관을 비롯하여 총 10명으로 구성되어 있으며, 플랫폼에 참여하고 있는 기업/기관 수는 2017년 3월 현재 140개에 달함.
 - Plattform Industrie 4.0은 현재까지 5개의 워킹그룹을 운영하고 있으며 필요시 추가할 수 있도록 하여 새롭게 부각되는 이슈에 대응할 수 있는 유연성을 갖추고 있음.
- ② 국제표준화
 - 독일은 성공적인 인더스트리 4.0을 이루기 위해서 가장 우선적으로 필요한 부문이 표준화라고 판단, Reference Architecture Model(이하 RAMI 4.0)을 개발
 - Plattform Industrie 4.0은 4차 산업혁명에 대응하기 위해서는 표준화에 대한 작업이 이루어져야 한다는 데 합의하고 워킹그룹을 만들었는데, 표준화 워킹그룹의 가장 큰 성과 중 하나는 RAMI 4.0 모델 개발임.
 - RAMI 4.0은 인더스트리 4.0이 스마트 그리드의 표준화 모델인 ‘Smart Grid Architecture

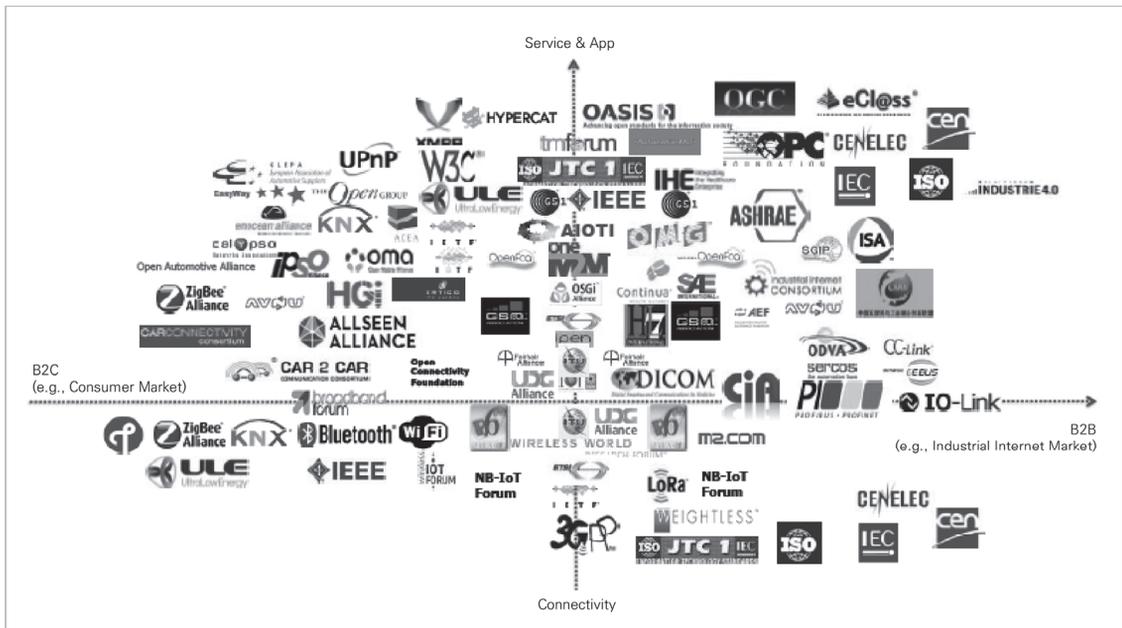
Model'(SGAM)의 개념을 적용하여 확장시킨 것

- RAMI 4.0은 최대한 모든 영역에서의 기술이 포함되도록 3차원 모형을 사용하여 만들었는데, 이것은 향후 RAMI 4.0이 국제표준의 기준이 될 수 있음을 고려한 부분
 - 독일의 로봇팔 제조업체로 잘 알려진 KUKA Robotics는 RAMI 4.0이 신기술 개발에서 표준을 사전에 마련해줌으로써 많은 오류와 착오를 피할 수 있었다고 평가
 - RAMI 4.0은 표준(standard)을 단 하나로 고정하여 100% 모든 것에 관해 규격을 정하는 것이 아니라 데이터 처리방식 등 눈에 보이지 않는 구조(architecture)나 눈에 보이더라도 하드웨어 구조에 대해서는 권유 혹은 추천의 의미에서 참고(reference)에 해당

● IoT와 인더스트리 4.0 분야에서 국제 표준화 활동을 전개하고 있는 기구는 100개를 상회

- [그림 2]는 EU의 AIOTI(Alliance for Internet of Things Innovation)가 공개한 것으로서, IoT와 인더스트리 4.0의 영역(X축)과 대상(Y축)을 기준으로 국제표준화를 주도하는 기구들의 분포를 도식화한 것임.
 - X축을 보면 커넥티드 카(Connected Car)나 스마트 홈(Smart Home)과 같은 B2C 시장에서는 AllSeen Alliance나 OCF와 같은 미국계 기구들이 눈에 띄고, 인더스트리 4.0 혹은 IIoT와 같은 B2B 시장에서는 미국의 IIC와 독일의 Plattform Industrie 4.0, 그리고 IEC나 ISO와 같은 국제표준화 기구들이 눈에 띈다.

그림 2. IoT · 인더스트리 4.0 분야 표준화 기구



자료: Henning Kagermann et al. eds.(2016), p. 24.

③ 중소기업 정책: Mittelstand 4.0

● 독일정부는 인더스트리 4.0 전략 안에서 중소기업이 함께 성장할 수 있도록 'Mittelstand-Digital 4.0'(Mittelstand 4.0)이라는 정책을 추진

- 독일은 히든 챔피언으로도 잘 알려져 있는 중소기업이 매우 강한 나라이지만, 대기업에 비해서 인더스트리 4.0에 대응할 수 있는 여건은 부족한 편임.
- 특히 중소기업의 인더스트리 4.0 전략 도입에서 디지털화 전략, 자원, 표준, 데이터 보안 부족이 주요 장애요인으로 작용
- Mittelstand 4.0의 핵심은 디지털화에서 대기업 대비 경쟁력이 떨어지는 중소기업들이 정부가 구축한 네트워크를 통해 4차 산업혁명 관련 기술들을 이전받고 습득할 수 있도록 하여 디지털 활성화를 시키는 것임.

● 독일정부는 Mittelstand 4.0 일환으로 Excellence Competence Center를 운영

- 이 센터는 대기업·중소기업 네트워크 구축 전략의 일환으로 테스트 베드의 정보를 종합하여 제공하고 중소기업이 관심 있는 기술들에 대한 정보, 실험 가능 장소, 컨설팅 문의 등 인더스트리 4.0에 보다 적극적으로 참여할 수 있도록 유도하고 있음.
- 2017년 6월 현재 독일 내 10개의 센터가 있으며 센터별로 다른 주제의 기술에 대한 노하우를 보유. 이들은 Mittelstand 4.0 프로그램의 운영에서 서로간의 노하우를 분기 또는 반기 기준으로 미팅을 갖고 공유하며 프로그램 진행상황에 대해서도 논의하여 보다 효율적인 프로그램 운영을 꾀하고 있음.

● 독일정부는 'Future of the German Mittelstand Action Programme'이라는 4차 산업혁명 지원책도 추진

- 중소기업의 인더스트리 4.0 진흥을 위해 다양한 지원방향을 제시하고 이를 위한 지원정책을 새로 만들거나 기존 정책들을 확대

4) 일본의 4차 산업혁명

① 일본의 4차 산업혁명 추진전략

● 일본정부가 4차 산업혁명을 정책의 최우선분야로 지정한 것은 2015년판 성장전략을 발표한 시점부터임.

- 2017년 6월에는 2017년판 성장전략에서 'Society 5.0'을 구현하기 위한 5대 전략분야를 선정하였는데, IoT 관점에서 보면 스마트 모빌리티(Smart Mobility)와 스마트 제조(Smart Manufacturing)에 중점을 두고 있음.
- 4차 산업혁명을 추진할 산관학 플랫폼으로서 RRI(로봇혁명이니셔티브)와 ITAC(IoT 추진컨

소사업)을 각각 2015년 5월과 10월에 출범시켰고, 2016년 6월에는 컨트롤타워로서 미래투자회의 설치

- 독일정부가 'High Tech Strategy 2020'을 각의 결정하여 인터스트리 4.0에 관한 논의를 시작한 시점이 2010년, 미국의 GE, AT&T, Cisco 등이 IIC라는 기업컨소시엄을 결성한 시점이 2014년임을 감안하면, 일본정부의 4차 산업혁명에 대한 대응은 다소 늦었다고 볼 수 있음.

● 일본정부는 4차 산업혁명을 주도하는 데 필요한 기본전략을 수요 측면과 공급 측면으로 나누어, 전자의 경우는 AI 등의 기술혁신과 빅데이터를 활용하여 새로운 수요를 발굴하고, 후자의 경우는 AI 등의 기술혁신을 통해 새로운 제품과 서비스를 창출하는 것이라고 정의

- 이와 같은 기본전략을 달성하기 위해서는 기업·계열의 벽을 초월한 데이터 플랫폼 구축, 빅데이터 활용을 축으로 한 교육·인재 육성 시스템의 구축, 외국인력의 활용, 노동시장·고용제도 개혁 등 수십 가지의 구체적 대응책을 제시
- 일본이 인구감소 시대를 맞이하여 구조적 성장제약을 타파하기 위해 4차 산업혁명을 주도할 IoT, AI, 빅데이터, 로봇 등의 기술혁신을 통해, 이것을 선도할 수 있도록 대담한 경제·사회 시스템 개혁을 강조한 것임.

② 주요 분야별 4차 산업혁명 추진 현황

● 스마트 모빌리티(Smart Mobility)

- 일본의 4차 산업혁명 가운데 스마트 모빌리티 분야는 자율주행차의 경우 상용화 목표 시점을 Level 2는 2017년, Level 3은 2020년, Level 4는 2025년으로 설정하였고, 드론의 경우는 2018년 무렵에는 'Level 3', 2020년 무렵에는 최고 단계인 'Level 4'의 드론 비행을 실현하겠다는 로드맵을 발표.
- 여기서 주목할 부문은 일본정부가 2106년부터 국가전략특구 중 지방창생특구를 대상으로 자율주행차와 트럭의 자율주행 및 드론의 시범운행 사업을 대대적으로 추진하고 있는 점
 - 현행 법·규제로는 이 모빌리티들의 상용화는 물론이고 시범사업에 제약이 있기 때문에 특구를 활용하여 기술혁신의 성과를 무리 없이 사회에 적용하겠다는 것임.

표 5. 일본의 자율주행 시범운행 현황

주체		개요
정부	내각부 (SIP)	- 2017년 9월~2019년 3월에 걸쳐 자동차전용도로, 일반도로, 테스트 코스에서 시범운행 사업 실시 예정 · 2017년 3월부터 오키나와현 난조시(사업자: SB Drive, 선진모빌리티)와 이시가키시에서 버스 자율주행 시범운행 실시
	내각부 (국가전략특구)	- 2016년 11월, 센보쿠시(사업자: DeNA)에서 일반도로 버스자율주행(레벨 4) 시범운행 실시 - 2016년 3월, 센다이시 초등학교 교정에서 로봇택시 주식회사가 완전자율주행(레벨 4) 시범운행 실시. 도호쿠대학은 재해지에서 소형 EV 로봇기술의 시범운행 실시 - 2016년 2월, 후지사와시에서 로봇택시 주식회사가 레벨 3의 완전자율주행 시범운행 실시. 2017년 4월부터는 1년간 아마토운수와 DeNA가 시범운행 실시. 2018년에는 하네다공항 주변 일반도로에서 레벨 4의 시범운행 실시 예정
	경제산업성·국토교통성	- 2018년 이후, 트럭 '대열주행'과 'Last One Mile' 자율운행의 일반도로 시범운행에 관한 '스마트 모빌리티 시스템 연구개발·실증사업'을 실시 예정(검토 중)
	국토교통성	- 2017년 여름, 중산간지역의 도로 역을 거점으로 한 자율주행 서비스 시범사업 시행: 아키타현 가미코야니촌, 도치기시, 시가현 히가시오미시, 시마네현 이이난쵸 등 5곳
기업	DeNA	- 2016년 8월, 마쿠하리 쇼핑센터에서 자율운전 버스·로봇 셔틀을 시험운행 - 2016년 12월, 규슈대학, NTT Docomo, 후쿠오카시와 함께 자율운전버스의 주행실험 실시
	SB Drive	- 기타큐슈시, 야즈쵸, 하쿠바촌, 하마마츠시 등과 협정을 체결, 차세대 모빌리티 서비스 실용화 사업 추진
지자체·대학 등	아이치현	- 2016년 5월, 15개 시 등지에서 자율운전 시범운행
	도호쿠대학	- 2016년 8월, 센다이시, 미야기현, 도호쿠경제연합회와 컨소시엄 설립. 도호쿠대학이나 시내 과소지역에서 시험운행
	가나자와대학	- 2016년 9월, 이시카와현 수주시에 2015년부터 실시하고 있던 자율주행차의 일반도로 시험운행을 공개
	와지마 상공회의소	- 2016년 11월, 이시카와현 와지마시 일반도로에서 자율주행에 의한 전동카드(아마하 제품)의 시범운행 실시
	군마대학	- 2016년 12월, '차세대 모빌리티 사회실장연구센터' 설립. 기류시내 일반도로를 이용한 자율주행 시범운행.

표 6. 국가전략특구 내 드론 시범운행 현황(2017년 7월 현재)

특구 지역	사업주체	내용	시범운행 일자
도쿄권 치바시	Rakuten(楽天), NTT Docomo, 자율제어시스템연구소(주식회사)	드론 택배	2016년 11월
도쿄권	Luce Search	측량 사업	2017년 4월
	Skyseeker 및 DJI Japan	재해상황 실시간 파악	2017년 4월
아이치현	Prodrone	영상촬영	2016년 7월
센보쿠시	Prodrone, 정보통신연구기구(NICT)	도서 운송	2016년 4월
센다이시	NTT Docomo/Vcube Robotics Japan	조난자 수색	2016년 11월 및 2017년 2월
히로시마현·이마바리시	Energia Communications	물자운송	2016년 10월
	Luce Search	산림지역의 측량 사업	2016년 11월

● 스마트 제조망(Smart Supply-Chain)

- Smart Supply-Chain(Manufacturing) 분야는 2017년판 성장전략에서 표방한 'Society 5.0'을 구현하기 위한 5대 전략분야 중 하나임.
 - 그중에서도 일본정부는 Smart Manufacturing, 즉 스마트 공장에서 생산된 각종 데이터를 공장 내 기기간은 물론이고 기업 내에서, 나아가 기업간에 어떻게 연계하여 사회 전체적으로 새로운 사업모델을 창출하고 이 분야에서 일본이 국제경쟁력을 확보하는 데 고심
- 일본정부는 자국이 지향해야 할 'Smart Manufacturing' 전략을 국제협력하에서 'Real Data Platform'을 구축하는 것, 기업이 공정하고 자유로운 환경에서 데이터를 활용하도록 제도를 정비하는 것, 중소기업의 IoT 도입을 적극 지원하는 것으로 요약
- 일본정부의 스마트 제조분야에서의 4차 산업혁명 대응은 스마트 공장(Smart Factory) 시범사업, 테스트 베드, 중견·중소기업 지원, 국제 표준화 대응과 같이 매우 구체적인 형태로 나타나고 있음.
 - 스마트 공장 시범사업은 경제산업성이 2016년부터 매년 약 3억~5억 엔을 지원하는 사업. 테스트 베드 사업은 ITAC이 주관하는 복수의 기업·연구기관·대학 간 공동 시범사업이나 아직 가동 중인 사례는 없고 타당성 조사단계
 - 일본의 중견·중소기업 지원은 홍보활동, IoT 전문가 파견, IoT Tool 지원 중심이고, 국제 표준화 대응 측면에서는 RRI가 독일과의 협력하에 2017년 2월 IEC에 'Unified Reference Model'을 제출

③ 일본의 4차 산업혁명 실행체계: 민관, 산관학 협력기구

● 현재 일본정부의 4차 산업혁명에 관한 정책을 총괄하는 컨트롤타워는 미래투자회의(未来投資會議)

- 단 미래투자회의는 4차 산업혁명만을 전담하지 않고, 규제개혁과 성장전략을 포괄하는 회의기구임.

● 일본정부는 독일의 Plattform Industrie 4.0을 벤치마킹하여 2015년 이후 민관협력기구를 출범시킴.

- 2015년 5월 출범한 로봇혁명 이니셔티브 협의회(RRI: Robot Revolution Initiative)는 경제산업성 주도하에 제조업 전반의 기업들이 대거 참여하는 industry 4.0 관련 대표적 민관 협력기구
- 2015년 10월 경제산업성과 총무성은 공동으로 'IoT 추진 컨소시엄(IoT 推進コンソーシアム, ITAC: IoT Acceleration Consortium)'이라는 민관 협력기구를 설립
- 2015년 6월 공식 출범한 Industrial Value Chain Initiative(IVI)는 일본기계학회의 '연계 공장(connected factory)' 분과회가 확대·개편된 제조업 중심의 포럼
- 일본의 4차 산업혁명은 자동차와 제조업 분야에 국한되고 있어 산관학 협력기구를 보더라도 민관 협력기구가 중심이어서 거국적인 산관학 협력체계를 갖춘 독일의 인더스트리 4.0이나 시장 지향형 기업컨소시엄이 주도하는 미국의 Industrial IoT 범주를 벗어나지 못하고 있음.
 - 그러나 이와 같은 산관학 플랫폼의 한계 못지않게 일본의 4차 산업혁명을 부정적으로 평가하게 만드는 요소는 개방형 기술혁신(open innovation)시스템의 부재, 경직된 노동시장이라 할 수 있음.

3. 정책 제언

1) 민관·산관학 협력기구 설치

- 미국·독일·일본의 산관학 플랫폼에서 우리가 주목해야 할 점은 우리 실정에 맞는 산관학 플랫폼을 구축할 필요가 있다는 것임.

- 선진국의 4차 산업혁명은 과거의 산업혁명과 달리 정부가 특정 산업이나 기업을 예산·금융·세제지원 등의 방식으로 지원해서 가능한 것이 아니라는 점에서, 기업들은 산업별 업종의 틀을 벗어나 업종간 기술협력체제, 즉 개방형 기술혁신체제를 갖추고 정부는 이 기업들의 기술혁신 노력을 규제개혁·제도정비 측면에서 지원할 수 있는 산관학 협력기구를 정비하는 작업을 서둘러야 할 것으로 보임.
- 현재 우리나라에는 4차 산업혁명을 주도할 국가 차원의 컨트롤타워와 신산업 창출을 위한 융합 플랫폼 구상계획만이 제시되고 있을 뿐 이렇다할 산관학 협력기구는 찾아보기 어려운 실정

- 민관·산관학 협력기구를 설치할 경우에는 플랫폼의 선진국 사례에서 추진주체·참여범위와 테스트 베드 활용 여부를 면밀히 검토할 필요

- 첫째, 산관학 플랫폼의 추진주체가 누구냐는 그 플랫폼의 성격을 좌우하는 것이자 어떠한 기업들이 참여하느냐는 이 참여자들간의 이해관계가 어떻게 반영·조정되고 있는가를 보여줌.
 - 예를 들어 미국의 IIC나 AllSeen Alliance, 그리고 삼성전자가 참여하고 있는 OCF는 IT 기업과 글로벌 제조업 기업들이 주도하는 기업컨소시엄으로서, 철저하게 기업들이 사업리스크를 안고 신기술 융합을 통한 새로운 사업모델 창출, 나아가 국제 표준화를 시도하고 있음.
 - 반면 일본의 RRI와 ITAC는 참여하는 기업의 업종범위만 다를 뿐 경제산업성과 총무성이 주도하는 민관 협력기구로서, 기업은 정부의 정책방향과 다른 경쟁기업의 동향 파악 관점에서 참여할 인센티브가 충분하지만 자신의 기술을 어디까지 공개·공유할 것인지 불투명한 상태에서 참여하는 경우가 많아 실제 플랫폼의 성과는 미지수
 - 독일의 Plattform Industrie 4.0는 산관학은 물론 노동계까지 ‘혼연일체’가 된 거국적 플랫폼으로서, 매우 이상적이긴 하나 우리나라에 적용하기에는 시간이 많이 소요될 것으로 보임.
- 둘째, 산관학 플랫폼의 테스트 베드 활용 여부는 플랫폼이 4차 산업혁명을 주도하는 기술혁신의 장(場)이 될 것인지, 소수의 대기업 기술에 의존한 ‘산업단지’의 아류가 될 것인지를 좌우하는 매우 중요한 요소
 - 독일의 Plattform Industrie 4.0는 중소기업 152곳, 대학연구소 116곳, 대학 외 연구소 66곳, 대기업 181곳 등이 참여하는 524개의 테스트 베드를 전국에 걸쳐 가동 중인데, 제조업의 IoT화 분야에서는 복잡한 제조·물류 시스템을 실제 조건에 맞추어 시뮬레이션하는 등 기술혁신의 장으로 활용하고 있고, 테스트 베드간 네트워크 구축사업도 추진 중

- 미국의 경우에는 IIC의 22개 테스트 베드가 국제적 관심을 받고 있음. 단 일본의 RI와 ITAC는 정부가 주도하는 민관 협력기구라는 측면에서 우리의 '산업정책' 환경에 가장 근접한 것이라 평가할 수 있지만, ITAC의 테스트 베드 사업을 살펴보면, 정부와 기업의 역할분담이 매우 애매하여 과연 이 플랫폼들이 '혁신적인 플랫폼' 역할을 수행할 것인지 비판의 목소리도 있음.

2) 규제개혁 및 제도정비

- 우리 정부는 경직적이고 수직적인 규제가 신산업·서비스업의 성장을 제약하고 있는 점을 충분히 인식하고 있음에도 가시적인 움직임이 없는데, 특히 미국과 일본의 사례를 참고로 규제개혁과 제도정비를 서두를 필요가 있음.
 - 우리 정부 역시 4차 산업혁명에 대응하기 위해서는 기존의 법과 제도로 규정할 수 없는 신기술에 대비한 유연한 법·규제 체계의 정립이 필요함에 대해서는 충분히 인지하고 있고, 관련 제도 개선에 대한 계획을 잇따라 발표하고 있음.
 - 그러나 자율주행차와 드론 분야에서는 신기술·제품·서비스 도입에 따른 안전문제와 이해당사자간 이해충돌의 문제가, 그리고 빅데이터 분야에서는 제도정비문제가 가장 큰 걸림돌로 지적되고 있음.
 - 먼저 4차 산업혁명과 관련하여 가장 대표적인 자율주행차와 드론을 살펴보면, 지난 2016년 3월 19대 국회에 제출되어 폐기, 재제출, 국회 보류를 답습하고 있는 「규제프리존특별법」이 그나마 우리 정부가 취할 수 있는 최선의 규제개혁안으로 보임.
 - 이 특별법에서는 먼저 자율주행과 관련하여 지자체장이 안전운행요건을 갖출 경우 시험·연구 목적의 자율차·친환경차의 임시운행 허가가 가능하도록 허용하고 있고, 자율주행차 관련 정보를 비식별화한 경우 위치정보보호법·정보통신망법 등의 적용 배제라는 규제 특례를 부여하고 있음. 드론과 관련해서는 항공법상 공역 이외에 무인기 비행 전용 공역 지정 허용, 드론 특화 산단 내 소규모 입주업체 등의 지원을 위한 항공우주특화단지 지정요건 완화, 드론 관련 사업에 한정한 매립지 준공검사 후 매립목적 변경 허용 등의 규제 특례를 부여하고 있음.

- 미국의 경우 도로교통안전국(NHTSA)이 정의한 자율주행단계에 맞추어 연방정부가 마련해야 할 정책과 각 주별로 추가적으로 논의해야 할 이슈들을 구체적으로 제시
 - 미국의 각 주(州)는 자율주행차와 관련된 법률을 독자적으로 제정하는데, 2011년 6월 네바다주가 구글의 자율주행 시험운전을 허용한 데 이어 2017년 4월까지 아칸소, 캘리포니아, 플로리다 등 12개 주와 워싱턴 DC에서 관련 법률 제정
- 일본 역시 자율주행차와 드론의 상용화 목표시점을 각각 2025년, 2020년으로 설정한 가운데, 현재로서는 다양한 형태의 자율주행 시범운행을 추진 중

● 빅데이터 시장의 제도정비 측면에서는 일본사례를 주시할 필요가 있음.

- 빅데이터 시장을 보면, 우리나라에서는 앞에서 언급한 「규제프리존특별법」이 이 부문에서도 그나마 가장 우선적으로 취할 수 있는 규제개혁안으로 판단됨.
 - 2016년 6월 「개인정보 비식별조치 가이드라인」 발표 이후 후속조치가 없는 상태에서, 이 특별법에서는 'IoT·빅데이터·자율차' 등과 관련하여 비식별화된 개인정보에 대해 정보통신망법상 관련 규제 적용 배제조치를 포함.
- 일본의 경우 4차 산업혁명의 궁극적 목표는 빅데이터 시장 조성을 통한 새로운 사업모델의 출현에 있다고 천명
 - 스마트 제조분야에서는 빅데이터 시장이 조성되도록 정부가 제도정비를 서두르고 있음. 즉 일본 정부는 2020년까지 데이터 유통시장을 개설하겠다는 목표를 설정한 가운데, 2016년 말 「민관 데이터 활용 추진 기본법」 제정 이후, 익명가공 정보화 허용, 기업간 익명가공 데이터 매매 허용(2017년 5월 말부터 전면 시행), 익명가공 데이터의 지식재산 인정(2017년 3월 지침 발표), 데이터 이용권한의 명확화를 통한 데이터 독점 방지(2017년 5월 지침 발표) 등을 추진 중
- 미국 연방정부 역시 4차 산업혁명에 따른 각종 부작용을 최소화하기 위하여 스마트 카, 빅데이터, AI 등 각 분야의 특성과 위험성에 기초하여 개인정보 보호, 데이터 보안 강화, 교육 및 훈련 등의 지침을 마련

3) 중소기업 지원

● 우리 정부는 제조업 혁신 3.0 전략(2014년 6월) 일환으로 스마트 공장의 보급·확산 사업을 시행 중이나 기존의 중소기업 지원책과 IoT 등 4차 산업혁명 관련 사업이 혼재되어 사업 본연의 목적이 다소 명확하지 않은 문제점을 안고 있음.

- 현재 우리 정부가 추진 중인 스마트 공장 보급·확대 사업은 첫째 정부 예산사업 중심이라는 점, 둘째 IT 솔루션 지원, 공장자동화 등 기존의 중소기업 지원책과 IoT 등 4차 산업혁명 관련 사업이 혼재되어 사업 본연의 목적이 다소 명확하지 않는 문제점을 안고 있음.
- 이러한 문제점은 중소기업과 대기업, 연구소를 아우르는 산관학 공동 R&D 체계의 구축, 중소기업의 자발적인 참여와 수요를 전제로 한 정부 지원 등으로 보완되어야 할 것임.

● 본 연구에서는 독일처럼 중소기업과 대기업, 연구소를 아우르는 산관학 공동 R&D 체계를 구축하되 중소기업의 자발적인 참여를 전제로 한 정부 지원을 강조

- 독일정부는 인더스트리 4.0 내에 Mittelstand 4.0 정책을 별도로 설정하고 있는데, 핵심은 정부가 구축한 'Excellence Competence Center'라는 네트워크에 중소기업이 참여하여 4차 산업혁명 기술들을 습득하는 기회를 부여하는 것임.

- 이 센터는 현재 독일 전역에 10군데 존재하는데, 인터스트리 4.0의 테스트 베드 기능을 수행
- 일본의 중소기업 정책 역시 한국처럼 전방위적으로 이루어지고 있지만 실제 정부의 예산지원은 소액에 그침.
- 경제산업성의 스마트 공장 시범사업을 보면 중소기업이 IoT를 통해 수집한 데이터를 다른 기업들도 공유할 수 있도록 데이터 전달 플랫폼을 구축하거나 중소기업도 이용할 수 있는 데이터 활용시스템을 개발하는 등 목적의식이 비교적 분명

4) 국제협력

- 우리 정부도 4차 산업혁명 분야에서의 국제협력의 필요성에 동감하고 있으나 아직 구체적인 협력성과가 나타나지 않고 있음.

- 2017년 3월 일본 경제산업성과 총무성, 독일 경제에너지부 간 CeBIT 「하노버 선언」은 우리 정부가 국제협력 방향을 설정하는 데 참조할 만함.
- 이 선언은 2015년 일·독 정상회의에서 양국 정상이 인터스트리 4.0에 관한 협력을 추진하기로 합의한 데 따른 후속조치인데, 협력범위를 사이버 보안, 국제 표준화, 규제 개혁, 중소기업 지원, R&D, 플랫폼(산관학 협력기구), 디지털 인재육성, 자동차산업, 정보통신분야 등 9개로 선정
- 참고로 우리나라는 인터넷 인프라, 차세대 통신망인 5G 기술 부문에서 글로벌 경쟁력을 확보하고 있으므로, 이 부분을 최대한 활용하여 국제협력에 참여할 필요가 있음.

- 산관학 플랫폼간 교류·협력 사업은 정부가 전혀 관여하지 않는 것은 아니고 오히려 정부와 산관학 플랫폼이 함께 움직이면서 추진하는 사업
 - 이 부분에서는 인터스트리 4.0을 주도하는 독일이 가장 적극적이는데, 우리나라는 아직 협력주체가 모호한 탓에 이렇다할 협력의 움직임이 없음.
 - 4차 산업혁명을 추진할 실행기구로서 산관학 플랫폼은 기술혁신 등 여러 가지 측면에서 거의 필수적인 조직이라 할 수 있는데, 국제협력 관점에서도 마찬가지임.
 - 본 연구에서는 독일의 plattform Industrie 4.0을 예시하여 산관학 플랫폼 간 교류·협력의 필요성을 제기. 협력 어젠다로는 국제 표준화, 테스트 베드, Use Case, 사이버 보안 네 가지를 제시 **KIEP**



[참고문헌]

- 乾友彦. 2017. 「存在感低下する成長戦略:労働市場の流動化が先決」. 『日本経済新聞』. (7月10日)
- 井上知義・小林辰男. 2017. 「ICT活用、最優良企業並なら成長率4%押し上げも:ハードとヒト篇重の経済社会体制からの脱却を」. 『第4次産業革命の中の日本:情報は国家なり』. (5月25日). 日本経済研究センター.
- 経済産業省. 2016. 『新産業ビジョン:中間整理』, 平成28年4月27日. 産業構造審議会 新産業構造部会.
- _____. 2017a. 『新産業構造ビジョン:一人ひとりの世界の課題を解決する日本の未来』. 平成29年5月30日. 産業構造審議会 新産業構造部会 事務局.
- _____. 2017b. 「IoT 推進ラボについて」, 2017年6月. 商務情報政策局.
- _____. 2017c. 「第4次産業革命に挑戦する中堅・中小企業への支援施策」, 平成29年4月.
- 日本経済再生本部. 2015. 『日本再興戦略改訂2015:未来への投資・生産性革命』, 平成27年6月30日.
- _____. 2016. 『日本再興戦略2016:第4次産業革命に向けて』, 平成28年6月2日.
- _____. 2017. 『未来投資戦略2017:Society 5.0の実現に向けた改革』, 2017年6月.
- 日立製作所. 2016. 「IoT/M2Mの技術標準化、業界アライアンス最新動向」. 総務省情報通信審議会資料. (4月7日)
- 松島桂樹. 2017. 『つながる町工場:中小企業にとっての第4次産業革命』. 松島桂樹研究室.
- 元橋一之. 2016. 『日本の製造業におけるビッグデータ活用とイノベーションに関する実態』. RIETI Policy Discussion Paper Series 16-P-012. 独立行政法人経済産業研究所.
- ロボット革命実現会議. 2015. 「ロボット新戦略:ビジョン・戦略・アクションプラン」, 2015年1月23日.
- ロボット革命イニシアティブ. 2017. 「RRI/WG1: IoTによる製造ビジネス変革」.
- 深尾京司. 2012. 『日本の産業レベルでのTFP上昇率:JIPデータベースによる分析』. RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-012. 経済産業研究所.
- BITKOM・VDMA・ZVEI. 2016. Implementation Strategy Industry 4.0: Report on the results of the Industrie 4.0 Platform.
- _____. 2016. Implementation Strategy Industry 4.0: Report on the results of the Industry 4.0 Platform. (Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, Translated Version) (January)
- Bledowski, K. 2015. The Internet of Things: Industry 4.0 vs. the Industrial Internet.
- BMW. 2016a. “Aspects of the Research Roadmap in Application Scenarios.” Working Paper.

- _____. 2016b. AUTONOMICS for Industry 4.0.
- _____. 2016c. Digitisation of Industrie - Plattform Industrie 4.0: Progress report.
- _____. 2016d. "Future of the German Mittelstand" Action Programme.
- _____. 2016e. IT security in Industry 4.0: First steps towards secure production.
- _____. 2017. Mittelstand 4.0 - Digital Production and Work Processes funding initiative.
- DIN, DKE, VDE. 2016. German Standardization Roadmap: Industry 4.0 Version 2.
- DIN · DKE · VDE. 2016. German Standardization Roadmap Industry 4.0(version 2), January 2016.
- Gartner. 2016. Hype Cycle for Emerging Technologies, 2016, 19 July 2016.
- GTAI. 2014. Industry 4.0: Smart Manufacturing for the Future.
- Henning Kagermann, Reiner Anderl, Jürgen Gausemeier, Günther Schuh, Wolfgang Wahlster eds. 2016. Industry 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners, acatech STUDY.
- Industrie 4.0 Plattform. 2016. Implementation Strategy Industry 4.0: Report on the results of the Industry 4.0 Platform. (Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, Translated Version) bitkom · VDMA · ZVEI.
- Klaus Schwab. 2016a. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond, World Economic Forum.
- _____. 2016b. The Fourth Industrial Revolution, Crown Business. New York.
- Peter Adolphs. 2015. RAMI 4.0: An architectural Model for Industry 4.0. 18th of June. Plattform Industrie 4.0.
- Plattform Industrie 4.0. 2016a. Plattform Industrie 4.0 and Industrial Internet Consortium Agree on Cooperation.
- _____. 2016b. Cooperation between Plattform Industrie 4.0 and Industrial Internet Consortium.
- _____. 2017a. The Structure of the Platform.
- _____. 2017b. Management of the Plattform Industrie 4.0.
- _____. 2017c. Map of Industry 4.0 Use Cases.
- _____. 2017d. Plattform Industrie 4.0 and its International Alliances.
- PlugAndPlay. 2017.3.1. "Welcome to the Ultimate Startup Ecosystem." Seminar Presentation Paper.
- Schröder, C. 2016. The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises. Friedrich-Ebert-Stiftung.

UBS White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016, Extreme Automation and Connectivity: The Global, Regional, and Investment Implications of the Fourth Industrial Revolution, January 2016. p. 25.

ZVEI. 2016. Industry 4.0: On the Way to the Smart Factory 0 the Electrical Industry is Pushing Forward.