

경제·인문사회연구회 미래사회 협동연구총서 16-33-01

# 주요 제조강국의 4차 산업혁명 추진동향 연구

산업연구원 장윤종 외



경제·인문사회연구회

NATIONAL RESEARCH COUNCIL FOR ECONOMICS, HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES



경제·인문사회연구회 미래사회 협동연구총서

## 주요 제조강국의 4차 산업혁명 추진동향 연구

### 1. 협동연구총서 시리즈

협동연구총서 일련번호	연구보고서명	연구기관
16-33-01	주요 제조 강국의 4차 산업혁명 추진 동향 연구	산업연구원

### 2. 참여연구진

	연구기관	연구책임자	참여연구진
주관 연구 기관	산업연구원	장윤중 선임연구위원	사공목 연구위원 이상현 연구위원 김상훈 연구위원



## 제 출 문

---

경제인문사회연구회 이사장 귀하

본 보고서를 「주요 제조 강국의 4차 산업혁명 추진 동향 연구」의 최종보고서로 제출합니다.

2016년 12월  
산업연구원 원장 유 병 규



## 요 약

---

4차 산업혁명은 새로운 시대로의 전환을 의미하는 보편적 현상임에도 불구하고, 미국, 독일, 일본, 중국 등 제조 강국들은 대응에 상당한 차이를 보이고 있다. 이처럼 각국의 대응이 일률적이지 않고 국가마다 다르다는 것은 대응 시 국별 차이가 반영된다는 것을 의미한다. 국별 대응방식 차이는 우리나라의 대응책 수립에 중요한 시사점을 제공한다. 즉, 우리나라 실정에 맞는 한국형 대응전략을 개발하는 것이 중요하며 선진 모범사례를 도입하는 경우에도 적합성 여부를 사전 점검해야 한다는 것이다.

각국의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 4차 산업혁명 대응을 가장 먼저 시작한 독일은 제조업에 초점을 맞추어 산업 4.0 (industrie 4.0) 정책을 추진하였다. 초기에는 추상적인 개념 설계에 중점을 두었지만 곧 실용적인 관점으로 전환하여 기업들이 스마트 공장을 구축하는데 필요한 기술을 개발하고 애로를 해결하는데 중점을 두었다. 정부, 기업, 공공연구소의 협력을 토대로 2015년부터는 중소기업을 위한 Mittelstand 4.0 정책을 추진 중이며, 2016년에는 디지털 전략 2025를 발표하면서 제조업 이외 분야로 대응정책을 확대하고 있다.

미국은 구글을 비롯하여 글로벌 IT 대기업들이 4차 산업혁명을 주도하고 있으며, 신기술들을 세계에서 가장 먼저 개발하고 세계의 변화를 선도하고 있다. 과거와 달리 오바마 정부에서는 정부의 산업지원 역할이 활성화되었으며 정부는 기업들의 새로운 변신에 촉매제 역할을 해왔다. 2011년에는 첨단제조파트너십(AMP)을 통해 첨단 제조업 발전을 촉진하였고, 2013년에는 Smart America Challenge를 통해서 교통, 의료, 스마트시티 등 사회 각 분야의 4차 산업혁명 대응을 유도하였다. 최근에는 뇌과학과 인공지능에 대한 연구개발을 촉진하고 있다.

일본은 미국, 독일보다는 출발이 늦었지만 2016년에 경제·사회 전 분야를 망라하는 국가 차원의 4차 산업혁명 대응전략을 제시하였다. 이 전략은 4차 산업혁명의 핵심인 데이터 확충방안부터 산업구조와 취

업구조의 원활화, 지방의 발전까지 망라한 범국가적인 종합전략이라는 특징을 지니고 있다. 이 전략을 통해 일본은 4차 산업혁명뿐만 아니라 고령화, 저성장, 환경 문제를 모두 해결하려는 야심찬 시도를 하고 있다. 국제적으로는 세계 최고인 로봇기술을 토대로 ‘로봇에 의한 새로운 산업혁명’을 일으켜 세계를 선도하려는 전략을 갖고 있다.

중국은 미국, 독일, 일본과 달리 산업역량이 크게 취약하지만 신창타이 하의 새로운 산업발전 전략인 제조강국을 실현하기 위하여 4차 산업혁명에 적극적으로 대응하고 있다. 2015년에는 제조 2025와 인터넷+ 정책을 수립하여 제조강국의 시동을 걸었으며, 2016년에는 공업화와 정보화 융합 발전, 지능형 제조 발전, 인공지능 기술 세계 최고수준으로의 도약 등을 추진하고 있다. 중국은 바이두, 알리바바, 텐센트 등 3대 인터넷 기업(BAT)이 4차 산업혁명을 주도하고 있으며 신기술 혁신 창업이 점차 활기를 띠고 있어 정부-대기업-스타트업의 3자 협력 모델이 4차 산업혁명을 향한 선순환 구조로 정착되는 양상이다.

이상의 4개국 연구를 통해 여러 측면에서 시사점을 얻을 수 있다. 첫째, 4차 산업혁명이라는 동일한 상황이 전개되고 있지만 각국의 대응 방식은 서로 달랐다는 점으로부터 단순한 모방은 적합하지 않을 수 있으며 우리나라에 적합한 한국형 대응모델을 개발하는 것이 중요하다는 시사점을 얻을 수 있다. 구체적으로 정책개발과 관련하여 각국은 정책의 범위, 위상, 내용 등 3개 측면에서 큰 차이를 보이고 있으며, 그 근거에는 각국이 자국에 적합한 방식으로 대응하고 있다는 것이다.

둘째, 산업계 동향과 관련하여 변화의 역동성과 시장의 안정성 측면에서 4차 산업혁명 대응방식을 평가해보면 중요한 시사점을 얻을 수 있다. 대표적으로 4차 산업혁명에 대응하는 주력세력이 현업 기업들(incumbents)인지 타 분야에서 새롭게 시장에 진입하는 기업들(new entrants)인지에 따라 두 그룹으로 분류할 수 있다는 것이다. 구체적으로 4차 산업혁명 대응유형을 미국형과 독일형으로 구분해볼 수 있다. 독일형은 기존기업들이 4차 산업혁명의 신기술을 습득하여 스스로 변신해나가는 유형이며, 독일과 일본이 이에 속한다. 미국형은 구글이나 테슬라에서 보듯이 IT기업이나 스타트업들이 새롭게 시장에 진입하여 기존기업들에게 파괴적 영향력을 발휘하며 산업을 새롭게 변화시켜 나



가는 것을 의미하며 미국과 중국이 이에 속한다. 특히 중국은 BAT로 불리는 3대 인터넷 기업이 핀테크, 자율주행차 등 신 분야로 활발하게 진입하고 정부는 이들을 보호하고 지원하는 협력모델을 구축하고 있어 4차 산업혁명으로의 발전과정에서 선순환, 가속화 효과를 발휘하고 있다.

셋째, 4차 산업혁명 대응 내용과 관련하여 4차 산업혁명 신기술 발전에 초점을 맞추고 있는지, 신기술을 활용한 산업의 재편에 초점을 맞추고 있는지에 따라 각국의 대응을 평가해볼 수 있다. 모든 나라들이 양 부분을 모두 강조하고는 있지만 그 강도를 비교해보면 미국과 중국은 신기술 개발이 더 활발한 편이며 독일은 산업에의 신기술 적용이 더 활발하게 이루어지고 있다. 일본은 양 부분 추진에 균형 잡힌 모습을 나타내고 있다. 현재 우리나라는 신기술 발전에 초점을 맞추는 경향을 나타내고 있다. 그것은 산업에의 신기술 적용이 상대적으로 저조하다는 것을 의미하는 것인데 그 이유로서 협회를 비롯하여 기업들의 협력을 유도할 수 있는 중간매개체가 약하다는 점을 제기할 수 있다. 선진국들이 산업계의 신기술 적용을 활성화한 데에는 잘 부각되어 있지 않지만 중간조직의 역할이 컸다. 독일은 협회가 명실상부한 구심력 역할을 했고, 미국은 선도 기업들이 중간조직을 만들었으며, 일본은 정부가 전문가 그룹의 자문을 받아 중간조직에 힘을 실는 방식으로 추진해왔다. 이에 비추어 볼 때, 4차 산업혁명 신기술의 산업계 확산을 위해서는 우리나라도 협회 등 중간조직의 역량 확충과 협력기능 활성화에 힘써야 할 것이다.

## Abstract

---

Although the Fourth Industrial Revolution is a universal and global phenomenon opening a new era, manufacturing powerhouses such as the U.S.A., Germany, Japan, and China are responding to the new challenge in different ways. This ‘different answers to the same question’ approach implies that Korea also should develop a Korea-specific strategy, which is appropriate to the Korean industrial structure and culture in preparation for the Fourth Industrial Revolution. Even when emulating international best practices, it would be better to examine the practices to be learned in terms of contextual appropriateness before implementing them in Korea.

We will sum up features of four major countries regarding responses to the Fourth Industrial Revolution. As the first runner for the Fourth Industrial Revolution, Germany implemented 「Industrie 4.0」 strategy which is focused on manufacturing industry. Germany has converted a policy direction from an ideal approach which aims to realize the concept of cyber-physical system(CPS) in its own form to a practical approach which focuses on resolving actual issues revealed in the process of the implementation of CPS. Based on the collaboration among the government, firms, and public research institutes, Germany started 「Mittelstand 4.0」 strategy in 2015 which was designed for SMEs, and expanded its policy horizon to various fields beyond manufacturing with the announcement of 「Digital Strategy 2025」 in 2016.

The U.S.A. has seized the initiative in the new era with the help of its global IT firms including Google which invented several kinds of new technologies leading the Fourth Industrial Revolution. Unlike in the past, the U.S. government under Obama administration has been serving as an industrial catalyst in order for its firms to be more

innovative. In 2011, the U.S. government implemented 「Advanced Manufacturing Partnership」 to promote advanced manufacturing. Two years later in 2013, the U.S. government presented 「Smart America Challenge」 by which PPP has developed a test-bed program for nine sectors such as manufacturing, transportation, healthcare, and smart city, which would be beneficiary of the Fourth Industrial Revolution. Currently, 「Brain Initiative」 has been promoted in order to support artificial intelligence technologies.

Being a late starter compared to the U.S.A. and Germany, Japan presented a national comprehensive strategy which aims at leading the Fourth Industrial Revolution in 2016. The strategy is featured to be really comprehensive in that it covers entire fields of the society, from the collection of data which is the core of the Fourth Industrial Revolution, to the promotion of employment and job security. Relying on the strategy, Japan is making an ambitious attempt to find solutions not only for the Fourth Industrial Revolution, but also for rapidly aging population, low economic growth, and environmental issues. Another feature of Japanese strategy is to take advantage of its world leading Robot technology to bring about ‘New Industrial Revolution by Robot’.

Despite its weak industrial capability, China is actively addressing the Fourth Industrial Revolution issues, and trying to obtain its new policy goal of transforming the manufacturing sector from big one to strong one. As a starting point, China devised 「Manufacturing 2025」 and 「Internet +」 simultaneously in 2015. In the following year in 2016, China made an attempt to join the leading group in the Fourth Industrial Revolution race by promoting convergence among industrialization and informatization, intelligent manufacturing system, and AI technology. With its three global internet firms, Baidu, Alibaba, and Tencent (BAT) which are taking lead in the Fourth Industrial Revolution, China is thought to have dynamism, disruptive power, and

innovation potential.

Based upon the cases of four countries, we can suggest two types as responses. Firstly, German type which includes Germany and Japan. In this type, incumbents obtain new technologies associated with the Fourth Industrial Revolution and transform themselves in their own way. Secondly, American type which includes the U.S.A. and China. In this type, IT firms and/or start-ups which are new entrants to the market, exert disruptive innovation against incumbents in the market, and finally change the structure of the industry. China, in particular, constructed a collaboration model between the government and BAT. In the model, BAT enters new fields of the Fourth Industrial Revolution, for instance, Fintech and autonomous vehicles, and the government supports them. This model seems to be appropriate to bring about a virtuous cycle and accelerate spillover effects in regard to responding to the Fourth Industrial Revolution.

## 정책 제안

---

- 1) 제조 강국인 미국, 독일, 일본, 중국의 4차 산업혁명 대응방식 차이는 우리나라 실정에 맞는 한국형 대응책을 개발하는 것이 중요하다는 점을 시사한다. 선진국 모방사례를 모방하더라도 우리 실정에 적합한지 사전 점검해야 할 것이다.
- 2) 4차 산업혁명 대응 유형은 미국형과 독일형으로 구분할 수 있는데, 우리나라는 산업구조가 독일에 더 가깝지만 미국형의 장점을 접목할 수 있는 새로운 방안을 마련할 필요가 있다. 참고로 독일형은 기존기업들(incumbents)이 4차 산업혁명의 신기술을 습득하여 스스로 변신해나가는 것을 말하며 미국형은 IT기업이나 스타트업들(new entrants)이 시장에 새롭게 진입하여 기존기업들에게 파괴적 영향력을 발휘하며 산업을 새롭게 변화시키나가는 것을 말한다. 독일형은 안정적 변화라는 장점을 지니지만 4차 산업혁명의 새로운 산업구조로의 변신에 느릴 수밖에 없다.
- 3) 중국은 BAT로 불리는 3대 인터넷 기업이 핀테크, 자율주행차 등 신분야로 진입하고 정부는 이들을 보호·지원하는 협력모델을 구축하고 있어 4차 산업혁명으로의 발전과정에서 선순환, 가속화 효과를 발휘하고 있다. 우리나라도 4차 산업혁명 대응에 있어 중국과 같은 기업과 정부의 선순환 모델을 구축하는데 역점을 두어야 할 것이다.
- 4) 제조 강국 4개국은 정책의 범위와 추진방식에서 큰 차이를 나타낸다. 우리나라는 일본과 같이 한 번에 종합대책을 마련하는 스타일이지만 독일과 같이 처음에는 강점을 지닌 좁은 분야에 집중하여 정책 추진력을 확보한 후 2단계로 여러 분야로 대상범위를 넓혀가는 확산전략을 적극 참고할 필요가 있다.
- 5) 중국의 4차 산업혁명 대응은 상당히 효과적이어서 머지않아 인공지능 등 여러 분야에서 가시적인 성과가 나올 것으로 예상된다. 향후 한중간 역전 등 다양한 시나리오에 대한 심층 분석과 효과적인 대응책 마련이 절실하다.



# 목 차

---

요 약	vii
Abstract	x
정책제안	xiii
목 차	xv
표 목 차	xvii
그림목차	xviii
제1장 연구의 초점	1
제2장 독일의 4차 산업혁명 대응현황	8
제1절 정부의 정책 동향	8
1. 독일의 혁신 정책	8
2. 독일의 인더스트리 4.0	9
제2절 산업계 동향	13
1. 세계 모범의 산학협력	13
2. 독일 제조기업의 세계 최고 수준 SW 경쟁력	17
3. 세계적인 적층가공 기술	19
제3절 시사점	24
제3장 미국의 4차 산업혁명 대응현황	38
제1절 정부의 정책 동향	38
1. 개관	38
2. 제조혁신 기반의 구축	40
3. 혁신 생태계의 조성	43
4. 4차 산업혁명으로의 연계	46
제2절 산업계 동향	53

1. 기업간 협업을 통한 4차 산업혁명 대응.....	53
2. 기업별 4차 산업혁명 대응.....	57
제3절 시사점.....	69
<b>제4장 일본의 4차 산업혁명 대응현황.....</b>	<b>72</b>
제1절 정부의 정책 동향.....	72
1. 개관.....	72
2. 주요 정책내용.....	78
3. 4차 산업혁명 추진 및 지원체계.....	82
제2절 산업계 동향.....	85
1. 산업환경의 변화와 기업의 대응.....	85
2. 일본기업의 AI 관련 대응 실태.....	89
3. 새로운 비즈니스 모델 구축 사례.....	92
제3절 시사점.....	99
<b>제5장 중국의 4차 산업혁명 대응현황.....</b>	<b>102</b>
제1절 정부의 정책동향.....	102
1. 개관.....	102
2. 4차 산업혁명 대응 1단계 정책.....	105
3. 4차 산업혁명 대응 2단계 정책.....	111
제2절 산업계 동향.....	126
1. BAT의 4차 산업혁명 분야 진출 동향.....	126
2. 혁신창업과 산업생태계 실태: 선전 사례.....	134
제3절 시사점.....	148
<b>제6장 주요국 비교평가 및 한국에 대한 시사점.....</b>	<b>151</b>
제1절 정책의 공통점과 차이.....	151
제2절 산업계 동향의 공통점과 차이.....	155
제3절 우리나라에 주는 시사점.....	159
<b>&lt;참고 문헌&gt;.....</b>	<b>163</b>



## 표 목차

---

<표 1-1> 한국은행의 주요국 4차 산업혁명 대응 비교.....	3
<표 1-2> 주요 제조 강국의 부가가치율과 수출비율 비교 .....	5
<표 1-3> 주요 업종이 제조업 수출에서 차지하는 비중 비교 .....	5
<표 2-1> 3D 프린팅 관점에서 스마트제조를 위한 조건 .....	19
<표 2-2> 3D 프린팅 공정기술의 유형과 관련 소재, 특징 및 기업 ....	23
<표 2-3> Arbeiten 3.0과 4.0의 진화 과정.....	35
<표 3-1> 주요국별 GDP 대비 제조업 비중.....	38
<표 3-2> AMP 2.0의 권고사항.....	41
<표 3-3> 11대 주요 횡단형 기술의 선정.....	42
<표 3-4> NNMI의 대상 분야 기술성숙도 및 제조성숙도.....	44
<표 3-5> 빅데이터 연구개발 7가지 전략.....	53
<표 3-6> 4차 산업혁명 주도하는 미국의 민간 기업 협의체.....	56
<표 4-1> 일본정부에 의한 4차 산업혁명 대응전략(신산업구조비전)...	80
<표 4-2> 최근 일본의 4차 산업혁명 관련 주요 정책 추진 동향.....	81
<표 4-3> 일본기업의 IoT 기술 관련 활용 항목.....	86
<표 4-4> 일본 주요 정보서비스 사업자의 AI 관련 투자 및 서비스 실태.....	90
<표 4-5> 일본 주요 AI 관련 벤처기업의 사례.....	91
<표 4-6> 현시점에서의 분야별 대표적 IoT 비즈니스 모델.....	92
<표 4-7> 일본 제조기업의 서비스화 모델 사례.....	93
<표 5-1> 중국의 최근 4차 산업혁명 관련 정책 추진현황.....	104
<표 5-2> 중국제조 2025 정책의 구성과 주요내용.....	107
<표 5-3> 인터넷+ 정책의 11개 중점 분야별 정책과제 내용.....	109
<표 5-4> 제조업과 인터넷 융합에 대한 지도의견의 주요 내용.....	112
<표 5-5> 공업화와 정보화 융합 발전계획(2016-2020년)의 주요 내용.....	113

<표 5-6> 중국 인터넷플러스 AI 3개년 행동실시방안의 개요 .....	117
<표 5-7> 중국 제13차 5개년 발전 계획에 인공지능 관련 프로젝트 (4건).....	118
<표 5-8> 중국 IoT 산업 정책 추진경과 .....	120
<표 5-9> 중국 사물인터넷산업 13차 5개년 발전계획 주요 임무와 세부과제.....	122
<표 5-10> 빅데이터 정책 추진경과 .....	123
<표 5-11> 중국 빅데이터산업 “13차 5개년“ 발전계획 중점임무별 과제.....	124
<표 5-12> 빅데이터산업 중점임무별 중점공정 현황.....	125
<표 5-13> 중국과 미국의 기업별 인공지능 관련 특허출원 현황.....	129

## 그림 목차

---

<그림 1-1> 구글 트렌드로 본 한국의 4차 산업혁명 관심도 변화.....	1
<그림 1-2> 3차 산업혁명과 4차 산업혁명의 핵심 요인.....	6
<그림 1-3> 4차 산업혁명의 파급효과.....	7
<그림 2-1> 미래 스마트공장의 주요 구성요소 .....	20
<그림 2-2> 3D 스캐닝, 디자인 및 프린팅 통합 제조 환경 .....	21
<그림 2-3> 스마트화된 50년대 밀링머신.....	24
<그림 2-4> 시스템에 의한 영상 작업 지시 기반의 작업자 부품 조립.....	25
<그림 2-5> 인더스트리 4.0의 프레임워크.....	32
<그림 2-6> 인더스트리 4.0 구조 하에서의 성공적 비즈니스 모델.....	32
<그림 2-7> 4차 산업혁명과 다양한 기술·산업-IT기술 융합 및 제조분야 혁신.....	33
<그림 2-8> 스마트공장의 프레임워크.....	34
<그림 2-9> 독일의 2030년 일자리 전망(일부 산업).....	37
<그림 3-1> 제조혁신연구소(MIIs)의 설립배경.....	45
<그림 3-2> 제조혁신연구소(MIIs) 모델 개념도.....	46
<그림 3-3> Brain Initiative Overview.....	47
<그림 3-4> SmartAmerica Challenge의 구조.....	51
<그림 3-5> 산업인터넷의 도입과 경제적 파급효과 .....	55

<그림 3-6> Predix를 활용한 GE의 항공기 엔진 정비 서비스 .....	59
<그림 3-7> 향후 데이터에 대한 투자 추이 전망 .....	62
<그림 3-8> MR용 홀로렌즈 기기 .....	63
<그림 3-9> 세계 인공지능 시장 .....	67
<그림 3-10> 가상현실 기기와 콘텐츠 시장 성장 추이 전망 .....	68
<그림 4-1> 일본재흥전략(2015년 개정)에서의 제4차 산업혁명 관련 위상 .....	73
<그림 4-2> 로봇혁명이니셔티브 협의회의 활동 개요 .....	84
<그림 4-3> 일본기업의 규모별 IoT 기술의 활용 실태 .....	87
<그림 4-4> 일본기업의 업종별 IoT 기술의 활용 실태 .....	88
<그림 4-5> 도요타의 국제 AI 협동연구 사례 .....	98
<그림 4-6> 도요타와 Preferred Networks의 자본제휴 관계 .....	98
<그림 5-1> BAT와 자동차 제조사 스마트카 협력관계 구축 현황 .....	132
<그림 5-2> BAT의 금융산업 분야별 진출현황 .....	134
<그림 5-3> 알리익스프레스 사이트 .....	140
<그림 5-4> 화창베이 전자상가 .....	141
<그림 5-5> 수요우리 시드스튜디오 부사장 .....	145
<그림 5-6> DJI 팬텀3 프로페셔널 .....	147
<그림 5-7> 중국의 정부-대기업-스타트업 3자간 협력 모델 .....	150
<그림 6-1> 4차 산업혁명 대응 정책의 국별 차이 요인 .....	151
<그림 6-2> 일본의 IoT 기술 활용 실태 평가표 예시 .....	156
<그림 6-3> 4차 산업혁명 대응 유형과 국가별 스펙트럼 .....	159



## 제1장 연구의 초점1)

□ 4차 산업혁명의 새로운 흐름 대두

○ 다보스에서 매년 개최되는 세계경제포럼(World Economic Forum)이 2016년 주제로 제시하면서 4차 산업혁명은 세계의 관심을 끌기 시작

- 당시 WEF 슈밥 회장은 4차 산업혁명을 기술융합으로 해석했지만, 그 이후 디지털 전환, 사이버물리시스템, 인공지능 등 여러 개념들이 추가되면서 4차 산업혁명의 실체에 대한 논의는 현재 진행형

※ 본 연구에서 제시하는 4차 산업혁명 개념은 <참고1> 참조

○ 우리나라에서는 2016년 3월에 열린 인공지능 알파고와 이세돌의 바둑대국 이후 4차 산업혁명에 대한 관심 급증

- 구글 트렌드를 통해 4차 산업혁명에 대한 우리나라의 관심 수준 변화를 살펴보면 2016년 하반기부터 급격하게 증가하는 양상
- 최근에는 4차 산업혁명에 대한 관심이 개념이나 일반론보다도 대응 과제 발굴로 옮겨 가고 있으며 정부에서도 대책 마련에 박차

<그림 1-1> 구글 트렌드로 본 한국의 4차 산업혁명 관심도 변화



자료: 구글 트렌드 (검색어: 4차 산업혁명, 2016.12. 27)

1) 장윤중, 김상훈 작성

- 4차 산업혁명 대응방식의 국별 차이에 대한 심도 있는 연구 필요
- 4차 산업혁명은 시대적 흐름으로서 모든 나라에 동일한 조건으로 등장하지만, 나라마다 대응방식은 다른 모습으로 나타나고 있다는 데 주목할 필요
  - 실제로 미국, 독일, 일본, 중국 등 제조 강국 4개국의 4차 산업혁명 대응은 상당히 큰 차이 존재
  - 국별 차이가 존재한다는 것은 동일한 환경변화라고 하더라도 각국의 산업적 특징과 대응전략이 다르다는 것을 의미 (참고1 참조)
  - 이에 따라, 후발주자인 우리나라가 선진 모범사례를 도입하려고 할 때에는 우리 실정에 적합한지를 사전 점검할 필요가 있으며, 궁극적으로는 우리나라 실정에 맞는 한국형 대응책을 찾는 것이 중요
- 주요국의 4차 산업혁명 대응에 대한 연구는 그 동안 상당히 많이 이루어진 것으로 나타남.
  - 최근의 심도 있는 비교연구 중의 하나는 한국은행이 발간한 보고서<sup>2)</sup>로서, 이에 따르면 미국, 독일, 일본, 중국 4개국은 민간과 정부 역할, 거버넌스, 핵심전략, 특징, 한계 등에서 상당한 차이 존재
  - 이를 토대로 동 보고서는 우리의 추진주체를 민간주도, 정부주도, 민관 공동주도 중에서 분명하게 선택해야 하며 대응 우선순위도 기술발전과 경제사회 시스템 변화 중에서 잘 선택해야 한다고 지적
- 그 동안의 연구들은 향후 우리나라의 정책방향을 정하는데 중요한 시사점을 제시하고 있지만, 정부와 기업이 정책과 전략을 수립하려고 할 때 아직도 검토해야 할 대상은 많은 실정

2) 이재원, 제4차 산업혁명: 주요국의 대응현황을 중심으로, 국제경제리뷰 제2016-24호, 한국은행, 2016. 8. 18.

- 특히 4차 산업혁명 대응 정책의 범위와 위상, 정책 정합성, 민간부문 대응의 특징과 정책과의 관계, 대응성과에 미치는 영향 등에서 더 많은 심도 있는 연구 필요
- 더 나아가 주요국, 특히 우리나라와 직접적인 경쟁관계에 있는 일본과 중국의 대응 성과가 우리나라에 미칠 영향 등에 대해서도 심도 있는 연구 필요<sup>3)</sup>

〈표 1-1〉 한국은행의 주요국 4차 산업혁명 대응 비교

구분	미국	독일	일본	중국
민간과 정부역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>민간 주도, 정부 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>민간 주도 → 민관 공동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>민관 공동 주도, 공동 실행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부 주도, 민간 실행</li> </ul>
거버넌스	<ul style="list-style-type: none"> <li>민간 컨소시엄</li> <li>민관 파트너십</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Platform industry 4.0 (정부기업학계)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제 4차 산업혁명 관민회의 (정부기업학계)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부(국무원, 공업신식화부)</li> </ul>
핵심전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>AMP 2.0('13.9월)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industry 4.0 ('11.4월)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4차 산업혁명 선도전략('16.4월)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중국제조 2025 ('15.5월)</li> <li>인터넷플러스('15.7월)</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술과 자금을 보유한 기업 주도</li> <li>제조업 중심</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제조업과 ICT융합</li> <li>국제표준화 선도</li> <li>프라운호퍼 연구소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술, 인재육성, 금융, 고용, 지역 경제 등 종합대응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제조업 발전을 통한 경쟁력 제고</li> <li>규모의 경제가 가능한 내수시장</li> </ul>
한계	<ul style="list-style-type: none"> <li>일자리, 소득분배 등 다양한 파급영향에 대한 종합적 대응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제조업 중심에서 경제전반으로 기술발전의 사너지 제고 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사회구조적 과제 해결이 쉽지 않고 재정여력 약화 등 정부지원 지속의 한계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>빈곤, 지역격차, 노령화 등과 동시에 대응해야 하는 복잡한 상황</li> </ul>

자료: 한국은행, 제4차 산업혁명: 주요국의 대응현황을 중심으로, 국제경제리뷰, 2016.8.18.

#### □ 제조 강국의 4차 산업혁명 대응에 대한 본 연구의 초점

3) 이 주제는 본 연구의 범위를 벗어나므로 추후 연구 예정

- 본 연구에서는 우리나라의 정책 수립에 기여할 수 있는 정책적 함의 도출에 초점을 맞추어 미국, 독일, 일본, 중국 등 제조 강국 4개국을 비교 평가하기로 함.
- 첫째, 정책에만 초점을 맞추지 않고 4차 산업혁명에 대한 산업계의 대응을 정책과 균형 있게 살펴봄으로써 정책 편향적인 연구에서 탈피하려고 노력
- 둘째, 본 연구는 각국의 정책을 정책대상의 범위, 정책의 위상, 정책의 내용적 특징 등 세 가지로 구분하여 평가
  - 정책대상의 범위는 제조업만을 대상으로 하는지 아니면 경제 전체를 대상으로 하는지에 초점
  - 정책의 위상과 관련해서는 4차 산업혁명 정책이 독립성을 갖고 있는지, 아니면 다른 정책의 일부로 포함되어 있는지, 그리고 전체 정책에서 4차 산업혁명 정책이 차지하는 중요도가 어느 정도인지를 평가
  - 정책의 내용적 특징과 관련해서는 4차 산업혁명의 대응에 필요한 요소들이 얼마나, 어떻게 포함되어 있는지를 검토
- 셋째, 산업계의 대응과 관련하여 기업과 공공기관의 관계와 협력, 산업계 대응의 역동성과 파괴적 성격을 평가하는데 초점을 맞춤.
- 끝으로, 국제비교 평가에서 정책과 산업계의 관계와 대응성과 간의 연관성을 유추, 평가해보고자 함. 이를 통해서 중국이 다른 어느 나라보다도 정책과 산업계간의 선순환 구조를 잘 구축하고 있음을 발견할 수 있음.



## 참고 1 주요 제조 강국의 산업구조 특징 비교

### □ 부가가치율

- 선진국인 미국, 독일, 일본은 부가가치율이 제조업 30%대, 서비스업 60% 내외인 반면 우리나라와 중국은 제조업 20%, 서비스업 4-5%로 선진국 대 후발국 격차 10%p 정도

### □ 수출비율

- 산출 대비 수출비율은 산업발전 수준과 무관하게 각국이 처한 상황에 따라 다른 양상을 시현
  - 특기할 점은 미국, 일본과 달리 독일의 수출비율은 54%로 상당히 높은 편

〈표 1-2〉 주요 제조 강국의 부가가치율과 수출비율 비교

(단위: 십억달러)

		미국	독일	일본	중국	한국
제조업	산출	5,461	2,466	3,643	11,843	1,606
	부가가치	1,782	760	1,114	2,247	317
	수출	1,209	1,333	620	1,605	495
	부가가치율	33%	31%	31%	19%	20%
	수출비율	22%	54%	17%	14%	31%
서비스업	산출	19,130	4,262	7,455	8,691	1,301
	부가가치	11,701	2,448	4,691	3,738	662
	수출	630	437	263	413	117
	부가가치율	61%	57%	63%	43%	51%

자료: OECD, 각국의 산업연관표 (2011)

### □ 경쟁우위 산업

- 독일은 기계, 자동차에 강하나 전자는 취약한 반면, 일본은 기계, 자동차, 전자, 미국은 전자, 기타운송수단, 중국은 전자, 전기기계에 강한 편

〈표 1-3〉 주요 업종이 제조업 수출에서 차지하는 비중 비교

	미국	독일	일본	중국	한국
일반기계	10%	15%	16%	9%	9%
전자	17%	12%	22%	34%	25%
전기기계	4%	7%	4%	8%	3%
자동차	9%	18%	19%	3%	13%
기타운송수단	9%	5%	5%	4%	9%
비중	48%	56%	66%	58%	59%

자료: OECD, 각국의 산업연관표 (2011)

## 참고 2 4차 산업혁명의 개념과 파급효과

### □ 4차 산업혁명의 개념

- 4차 산업혁명은 ICT융합, 즉, IoT를 통한 초연결 및 지능화를 주요 내용으로 하며, 인공지능(AI), 사이버물리시스템(CPS)을 기초로 한 산업구조의 급진적 변화, 실시간 수요를 반영한 온디맨드(On-demand) 경제사회로의 이동을 뜻함

<그림 1-2> 3차 산업혁명과 4차 산업혁명의 핵심 요인



\* CPS(Cyber-Physical Systems) : 건물, 도로, 전력망, 공장 등의 사물에 통신, 컴퓨팅 등 ICT기술을 융합하여 사이버 상에서 물리시스템을 이해하고 제어하는 기술을 의미

### □ 4차 산업혁명의 핵심기술

- 4차 산업혁명의 전개양상을 정확하게 파악하기 위해서는 기술의 성격에 따라 촉진자와 수용자(enabler vs. adopter)로 구분하고 각각의 발전 수준 및 양자의 융합 정도를 전체적으로 파악하는 것이 중요
- IT기술의 공급주체를 Enabler (촉진자), OT기술 보유자로서 IT를 수용하는 주체를 Adopter라고 구분하여, 이들 간의 소통 및 협업을 중시 (OT는 단순히 IT를 수용하는 것이 아니라, IT의 수용 정도와 수준에 따라 OT 자체도 추가적 개발 등 지속적인 혁신을 필요로 하기 때문에, IT-OT는 공진화(Co-Evolution)의 관계에 있음.)

용어	주요역할	보유 기술의 특징	세부 내용	비고
Enabler (촉진자)	기술 공급자	Information Tech. (IT)	4차 산업혁명의 기술 및 솔루션을 제공하는 ICT 등 관련산업	4차 산업혁명은 IT-OT, 즉 Enabler-Adopter의 융합을 통하여 발생
Adopter (수용자)	기술 활용자	Operational Tech. (OT)	4차 산업혁명의 새로운 기술이 적용되는 제조업 등 각종산업	

\* CPPS(Cyber-Physical Production Systems) : 제조공정분야에 CPS를 적용한 것을 의미

□ 4차 산업혁명의 파급효과

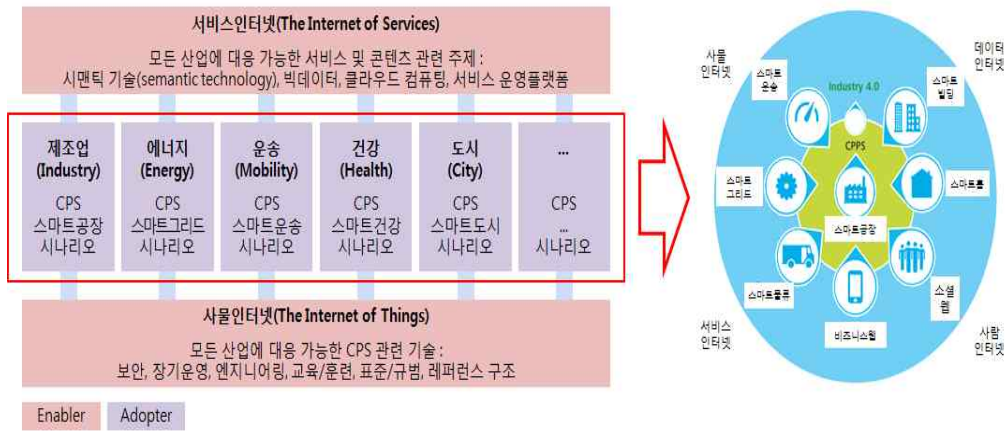
○ 고도화된 서비스인터넷, 사물인터넷 등은 제조업 뿐 아니라, 에너지, 운송, 건강의료, 도시 등 다양한 사회 및 산업분야에 걸쳐 적용 될 전망

- 정부는 ‘15.12월 8대 스마트제조기술\*을 선정하여 로드맵을 수립
  - \* 스마트센서, CPS, 3D프린팅, 에너지절감, 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드, 홀로그램4)
- 여러 산업(에너지, 물류, 비즈니스 서비스 등)의 융합 현상이 디지털 기술의 수용을 통해 촉진되고, 이를 기반으로 새로운 공정과 기술 및 제품이 창출

<그림 1-3> 4차 산업혁명의 파급효과

다양한 산업에 대한 4차 산업혁명의 파급효과

제조업으로의 파급효과



자료: 김상훈 (2016) “4차산업혁명과 제조혁신” 국회 입법조사처; 김상훈 외 (2016) “제조혁신과 소재산업”, 산업연구원; 김상훈 외 (2017) “4차 산업혁명과 뿌리산업의 발전방향”; “로크웰오토메이션 (2016) 제9회 대한민국 제조혁신 컨퍼런스; Vizexplorer, (2015) “6 Critical Ideas Behind the Smart Factory and the Internet of Things” 등을 기반으로 재구성

4) 최근 8대 기술에 인공지능과 산업용 로봇이 추가되어 10대 기술로 확장 (2016)

## 제2장 독일의 4차 산업혁명 대응현황<sup>5)</sup>

### 제1절 정부의 정책 동향

#### 1. 독일의 혁신 정책

- (배경 및 목표) 제조분야 최강국인 독일은 신흥국과의 저가경쟁 과열 및 기술추격에 대한 위기의식과 노동력 감소에 대한 문제의식이 고조되면서, 연구개발과 산업의 혁신 경쟁력 강화를 추진하고 산업국 및 수출국 으로서의 최강국 지위 유지를 목표로 설정<sup>6)</sup>
- 미래 도전과제에 대응하는 연구개발 전략 추진 및 신기술 기반 산업 구조로의 전환을 위해 2006년 및 2010년의 ‘하이테크 전략’ 이어 2014년 ‘신하이테크 전략’ 을 추진
  - ①번영과 삶의 질을 위한 우선과제, ②협업 및 상업화, ③산업 혁신, ④혁신친화적 여건 조성, ⑤대화과 참여를 통한 개방성 확대 등 5가지 요소를 제시
- 이와 같이 노동력 감소와 신흥국과의 경쟁상황을 절감하고, 독일 전통적 강점 분야인 부품 및 기계산업 부흥전략을 민간(Siemens, SAP, ABB, Bosch) 주도로 수립하는 과정에서 ‘4차 산업혁명 (Industrie 4.0)’ 이라는 개념을 체계화<sup>7)</sup>
  - Industrie 4.0 Working Group에서는 “4차 산업혁명을 통해 생산에서 노동자가 차지하는 비중이 더욱 줄어들고 창의적인 기술개발과 혁신이 제조업의 경쟁력을 좌우하게 될 것”이라고 전망 (2013.04.)

5) 김상훈 작성

6) 각 EU국가는 국가별로 다소 다른 혁신정책 배경을 가짐 : 즉, 덴마크, 핀란드, 네덜란드, 아일랜드 등의 혁신정책은 대내외적 위기 극복 및 미래 성장 기회를 모색에 그 배경을 두고 있는 반면, 스웨덴, 스위스 등은 최고 수준의 혁신경쟁력 유지가 그 배경

7) 김상훈 외 (2015) “미래 제조혁신에 있어서의 스마트공장 이슈와 과제” 산업연구원

- 2010년에 소수의 학자와 전문가 등을 중심으로 4차 산업혁명과 관련된 논의 테이블이 구성됐으며, 인더스트리 4.0이 본격화된 것은 2011년 앙겔라 메르켈 독일 총리가 정부 아젠다로 인더스트리 4.0을 채택하면서부터임.
  - 현재는 IT, 기계 및 전자산업을 대표하는 협회인 BITKOM, VDMA, ZVEI가 중심이 되어 민간영역에서 주도적으로 Industrie 4.0을 추진
- (특징) ‘신하이테크전략 (New High-tech Strategy)’ 은 연방정부의 모든 부처가 협력을 해야 할 공동의 목표로서 도출
- 전략사업에 대한 예산 투입 의지를 천명하였으며, 연간이 아닌 4년간에 대한 패키지 예산을 수립 (2014년도 예산만 110억 유로를 투자할 것이라고 명시)
  - 공동의 목표 달성을 위해 연방정부 부처 및 독일혁신시스템 내 펀딩 기구와 과학, 산업, 사회 단체 등 조직의 강력한 협력을 촉구
  - 독일의 ICT혁신 정책의 근간 중 하나는 전통 제조업에 ICT를 접목하는 것으로, 이를 위하여 SMART Factory분야를 선발 추진
    - 반면, 덴마크, 핀란드, 네덜란드, 아일랜드, 스웨덴, 스위스 등의 ICT 기본 정책은 지속적인 경제 발전을 위한 지식 기반의 스마트 ICT 기술 개발 및 인프라·공공서비스 구축이 핵심임.

## 2. 독일의 인더스트리 4.0

- 독일의 인더스트리 4.0 추진은 다양한 분야에서 민간영역이 주도
- 독일 인더스트리 4.0 정책은 초기에는 개념에 치우쳤으나 신속하게 실행을 우선하는 방향으로 선회

- 인더스트리 4.0 추진 초기에는 그 개념에 대한 논란이 많았으나, 이제는 개념을 확정 짓기 위해 논쟁하는 것보다 구체적인 비전을 보여주는 것이 핵심이라고 보고 있음
  - 이에 따라, 시범사업 및 벤치마크 등을 통해 민간 영역과 기업이 따라갈 길을 보여주는 방향으로 정책을 추진하고 있으며, 하향식 (Top-down)이 아닌 현장에서 만들어진 사례들을 모아서 (Bottom-up) 지속적으로 개념을 개선 및 수정하고 있음.
- 현재 독일은 사전에 정의된 프레임워크를 기반으로 4차 산업혁명을 진행하고 있는 것은 아니라는 점에 주목할 필요
- 실제로 어느 방향으로 진행되는 것이 옳은지 등에 대해 합의는 존재하지 않음. 대신 공공 및 민간에서 동원 가능한 많은 조직들이 4차 산업혁명이라는 틀 내에서 여러 실천 과제를 수행하고 있음.
- 독일 정부는 관련 예산 집행 및 이해관계자간 조정을 적극적으로 추진
- 일관성 있는 정책 추진을 위하여 대규모의 예산 편성 및 집행
- 독일정부는 2011년부터 관련 프로젝트에 2억유로(약 2900억원)를 투자
  - 교육연구부를 주축으로 각종 연구기관은 물론 자동차 회사인 BMW와 제철사인 티센크루프, 글로벌 물류회사 DHL 등 대기업까지 참여해 개발그룹을 구성하고, 독일 각지에 5개 시범 스마트 팩토리를 짓고 인더스트리 4.0을 상용화할 수 있는 기술을 개발
- 독일의 4차 산업혁명 진행은 현재 빠른 속도로 진행 중
- 4차 산업혁명의 진행은 처음 그 개념을 착안했던 이들조차 놀랄 정도로 빠르게 진행되고 있음.

- Hennig Kargerman 독일 공학아카데미 회장은 “3년 전에는 산업 전반에 확산되는데 수십년이 걸릴 것으로 봤지만 이제는 5년이면 가능할 것으로 본다” 고 언급.
- 장기적으로는 이같은 노력이 해외에 진출한 공장이 독일로 되돌아오는 리쇼어링으로 이어질 것으로 전망하고 있음.
  - 4차 산업혁명이 성숙하면 생산비에서 인건비가 차지하는 비중이 줄어들어 기업들이 인건비가 저렴한 지역을 찾기보다 시장에 가까운 입지를 선호하게 될 것이기 때문
- 독일은 4차 산업혁명의 선도국가이나, 당면과제 역시 산적
- 성공적인 4차 산업혁명이 실현되려면 제품 판매에서 생산, 유통까지 전반적인 혁신이 요구되는데, 이를 위해서는 판매 단계에서 고객의 기호가 반영돼야 하고 생산된 제품은 기존과 다른 유통 경로가 필요할 수 있기 때문임.
- 또한 성공적인 IoT를 적용하기 위한 표준화 역시 중요한 문제로, 인터넷 인프라와 개별 생산설비 간의 상호 연계를 위한 방식의 통일이 필요
  - 독일은 이 표준화 과정에서 새로운 사업 기회를 찾는다는 계획을 가지고 있는데, 표준화 과정에서 기기의 Embedded S/W 관련 운영체제(OS) 개발을 주도한다는 것임.<sup>8)</sup>
  - 최근 이를 위하여, 미국의 산업인터넷 컨소시엄과 독일의 인더스트리 4.0 컨소시엄 간의 표준화 협의가 진행 중
- 독일 이외의 타 선진국가와 비교해볼 때 세부전략에서 차별화
- 선두주자인 미국과 독일은 4차 산업혁명의 패권을 장악하기 위하여,

8) 즉, 기기간 연결은 IoT를 이용해 태블릿PC나 스마트폰으로 제어 가능하나, 이의 기반이 되는 기기 및 설비의 운영 플랫폼은 독일이 만든 OS가 되도록 한다는 것임

자국의 산업 현황을 반영하여 각각 Enabler와 Adopter 시장을 양분하는 전략을 구사

- EU의 경우, 각 국가별 상황에 따라 전략 차별화에 집중하고 있음에도 불구하고, 인더스트리 4.0의 핵심은 디지털화와 융합으로 정리 (<참고 2> 참조)
- 일본은 독일 및 미국의 패권주의적 경쟁에서 탈피하여, 제품단위에서 자국의 강점 분야(로봇 등)에 집중하여 실리 위주의 전략을 구사
- 제조업의 중요성을 절감하고 있는 강소국의 하나인 싱가포르 및 호주 등도 자국만의 차별화된 산업경쟁력 제고<sup>9)</sup>를 위해 차별화된 4차 산업혁명 대응전략 추진 중이며, 이를 위하여 다국적기업 등 다양한 해외 네트워크와의 연계를 집중적으로 추진 중

○ 대부분의 국가가 제조분야에서의 혁신을 중요시하여, 4차 산업혁명으로 인한 제조분야에서의 미래공장 (Factories of Future)을 ‘스마트 공장 (Smart Factory)’ 라고 정의 (<참고 3> 참조)

- ‘4차 산업혁명’ 으로 인하여 대규모 획일적 생산 위주였던 기존의 제조 행태가 대량 맞춤형 (Mass Customisation)에 적합한 ‘스마트 제조 (Smart Manufacturing)으로 탈바꿈할 것으로 예상되며, 이를 위한 제조현장 내외부를 스마트공장(Smart Factory)으로 정의
- 한편, 독일에서는 Industrie 4.0을 추진함에 있어, 중소기업의 참여와 노동 및 일자리 문제에 대한 대안 제시 등이 핵심이라 보고, Mittelstand 4.0과 Arbeiten 4.0을 병행 추진 (<참고 4> 참조)

9) 싱가포르의 경우 항공기 엔진부품 제조 및 제약산업; 호주의 경우 광업 및 3D 프린팅 등에 중점을 둠.



## 제2절 산업계 동향<sup>10)</sup>

### 1. 세계 모범의 산학협력

#### 프라운호퍼 (Fraunhofer-Gesellschaft)

○ 프라운호퍼는 70여개 연구소들이 IT, 빅데이터, 물류, 프로세서 테크놀로지 등 각자의 연구주제에 맞춰 4차 산업혁명 관련 기술을 개발하는 작업을 수행

- 각각의 연구소에서 수행하는 내용은 일부 중복되기도 하고, 다른 한편으로 서로 관련이 없어 보이기도 하지만, 개별적으로 볼 때와는 달리 전체적으로 연구소들 각각의 성과가 4차 산업혁명 전체적인 생태계를 구성할 수 있도록 연구소간 분업과 연계가 잘 되어 있으며, 이 과정에서 개별 연구소들은 서로 경쟁하기도 함.

○ 탑-다운 방식이 아닌 현장 중심으로 과제를 추진

- 독일 전문가들은 위에서 아래로 내려가는 방식은 4차 산업혁명에서 통하지 않는다고 강조하고 있는데, 이는 4차 산업혁명의 모습 자체가 고정된 것이 아니기 때문임. 4차 산업혁명이 적용되어야 할 부분을 정확히 짚어서 해결하는 실천 과제를 만드는 것이 중요하다는 입장

#### 아헨공대 섬유기술연구원 (Institut für Textiltechnik of RWTH Aachen University)

○ 아헨공대 섬유기술연구원은 2005년 설립되어 급속히 성장

- 아헨공대 섬유기술연구원은 2005년 30명 안팎으로 시작해 지금은 과학자 110명에 스태프와 대학원생 등 400여명이 일하고 있는 연구소로 발전

10) 한국경제신문 “4차 산업혁명 현장리포트” (2016.10.16.) 참조

- 전통적으로 아헨 지역은 섬유를 가공하기에 좋은 온천이 있어 영국에서 온 섬유를 가공해 독일 다른 지방에 보급하는 역할을 하였으며, 독일 자체의 기술이 발달하면서는 섬유 관련 기계 산업이 발전했고, 지금도 관련 제작 기술에서는 특히 아헨지역이 강점이 있음.
- 전체 연구 역량의 30%는 원천 기술을 연구하며 35%는 중견기업과 협업을 하고 있으며, 이 두 가지 목적의 중간에서 실용적인 연구를 하는 비중이 약 35%임.

○ 정부의 매칭으로 인한 아헨공대와 아디다스의 협력관계가 시작

- 아헨 섬유기술연구원은 2012년에 독일 정부의 주도로 4차 산업혁명 관련 기술에 뛰어들었으며, 2013년부터 아디다스와 구체적인 연구를 시작해 2016년에 그 결과가 도출되었음.
- 독일 정부는 관련 프로젝트의 자금 지원을 담당하였으며, 아헨공대는 아디다스의 스마트 팩토리에서 운동화 제작과 관련된 데이터를 조직화해 섬유를 디자인하는 방법을 구현
- 이들 산학협력으로 구현된 스마트 팩토리에서는 소재 조달부터 바느질 공정에 이르기까지 많은 공정들이 기존 신발 공장과는 크게 다르며, 이를 전체적으로 조직화하는 것 역시 과거와 다른 기술이 필요함. 이를 위하여 아헨공대는 많은 기업들의 제조기들이 서로 연결되고 데이터를 교환할 수 있도록 플랫폼을 구축하였는데, 이를 위한 파트너 기업은 6개이며, 협업과 연결에 참가한 총기업수는 25개에 달함.

○ 아헨공대의 연구개발 성과의 확산을 위해 다음 단계를 준비 중

- 아헨공대는 그간 성과를 더 많은 중소기업과 공유하는 방안을 고민 중이며, 한국 등 섬유산업의 기술 기반이 남아 있는 곳과도 협업을 계속해 갈 계획을 가지고 있는데, 4차 산업혁명 직조기술과 관련된 솔루션 등은 자체적으로 판매가 가능할 것이라는 대학 측의 예상임.

□ 아디다스 스피드팩토리 (Adidas SpeedFactory)

○ 23년 만에 문 연 독일 내 아디다스 공장

- 아디다스는 2015년 9월 특별한 운동화를 공개했는데, 이는 독일 안스바흐에 있는 신발공장 ‘스피드 팩토리’ 에서 만든 첫 번째 운동화임. 독일 내에서 아디다스 운동화가 생산된 건 1993년 마지막 공장이 문을 닫은 지 23년 만임.
- 그동안 아디다스는 인건비 부담으로 중국이나 동남아시아에서 공장을 가동했으나, 스피드 팩토리는 100% 로봇 자동화 공정을 갖추고 있어 상주 인력이 10여명에 불과. 본 공장은 연간 50만켤레의 운동화를 생산하는데, 기존의 신발공장에서 이와 같은 물량을 생산하기 위해서는 600명 수준의 인력이 필요
- 스피드 팩토리에서 필요한 소재를 선택해 운동화를 제작하는 일은 지능화된 기계가 담당하고 있으며, 생산 직원은 각 소재를 기계가 인식할 수 있는 위치에 갖다놓는 역할만 수행하기 때문에, 인건비 부담이 거의 없음. 이는 대표적 노동집약 산업으로 중국, 동남아시아 등 저임금 국가로 옮겨간 신발공장을 다시 독일로 불러들일 수 있었던 배경이 됨.

○ 스피드팩토리는 단순 자동화 공장이 아닌 개인 맞춤형 신발을 빠르게 생산하여, 스마트팩토리의 모범을 보임.

- 아디다스 스피드 팩토리는 아디다스와 독일 정부, 아헨공대가 3년 이상 심혈을 기울인 합작품으로, 19세기부터 섬유제조 기술을 연구해온 아헨공대는 세계 어디서든 쉽게 볼 수 있는 양말 제조기계를 지능화된 생산기기로 탈바꿈시켰음.

- Yves-Simon Gloy 박사 (아헨공대 섬유기술연구소, Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University)는 “4차 산업혁명은 단순히

대기업 공장을 지능화한다고 되는 것이 아니라, 소재부터 부품 조달까지 모든 작업이 정보통신기술(ICT)과 결합해야 가능하다” 며 “아디다스 외에도 소프트웨어, 센서, 프레임 제작업체 등 20여곳이 스피드 팩토리 프로젝트에 참여했다” 고 언급

- 이처럼 4차 산업혁명은 단순히 생산성 향상에 그치는 것이 아닌, 각 개인에게 최적화된 제품을 최단 시간에 공급하는 것도 중요한 목적임.
- 스피드팩토리는 신발끈부터 깔창, 뒷굽 및 색갈까지 수백만 가지 옵션 중 소비자가 원하는 것을 선택하면 5시간 안에 제품을 생산할 계획인데, 지금은 맞춤형 신발을 제작해 배송하는 데 6주가 소요
- 이와 같은 배경에서 스피드 팩토리는 유행 변화에 신속한 대처가 가능
- James Carnes 아디다스 전략팀 부사장은 “디자이너가 그린 새 운동화가 실제 제작돼 매장에 진열되기까지 통상 1년 6개월이 걸리는데 그 때쯤이면 이미 트렌드에 뒤쳐질 수 있다” 며 “스피드 팩토리는 이 기간을 열흘 이내로 단축시켜 소비자가 원하는 신발을 빠르게 공급할 수 있다” 고 설명

○ 스피드 팩토리와 같은 스마트 팩토리는 고임국 국가의 리쇼어링 정책 변화로 공장 유턴 물결로 확산될 전망

- 아디다스의 스피드팩토리 개념은 선진 제조업 국가들이 공통으로 겪고 있는 저출산, 고령화에 따른 숙련공 부족 문제를 해결할 수 있는 통찰을 제공하는데, 생산과정을 지능화하면 특별한 경험이 없는 근로자도 숙련공만큼 생산성을 올릴 수 있기 때문인데, 생산과 관련한 복잡한 작업 대부분은 기계가 수행하고 사람은 의사 결정만 해주면 됨.
- 아디다스는 2017년 하반기 미국 애틀랜타에도 스피드 팩토리를 구축할 예정으로, 이는 “소비자와 가장 가까운 곳에 스피드 팩토리를 짓는 것이 핵심” 이라는 동사의 전략을 보여주는 것

- 스피드 팩토리가 확산하면 개도국에서 생산하여 선진국으로의 수출하는 기존 가치사슬은 변화가 불가피 할 것으로 보이며, 지금과 같이 인건비가 저렴한 국가에 대규모 공장을 짓는 대신 시장과 가까운 나라에 중소형 공장을 짓는 행태가 확산될 것으로 보임.
- 현재 아디다스가 독일 내 스피드 팩토리에서 생산하는 신발 50만켤레는 매년 총생산 규모인 3억100만켤레에 비하면 아직 미미한 수준

## 2. 독일 제조기업의 세계 최고 수준 SW 경쟁력

□ SW와 같은 보완자산 (Complementary Asset)으로서의 제조 관련 주변 기술의 중요성이 급격하게 부각

- ICT와 제조 및 장비 기술의 결합이 4차 산업혁명의 핵심인 바, 이 둘을 연결하는 SW의 중요성이 갈수록 높아지고 있음.
- 독일에서는 4차 산업혁명 진행 과정에서 SW 자회사까지 설립하는 업체들이 늘어나고 있음.

○ 독일기업은 관련 SW기술의 확보는 전통적 SW업체 대신 제조기업에서 추진하는 것이 합리적이라는 판단

- 이는 기존SW 업체들이 하드웨어 및 제조기업들과 비교하여 높은 수준의 SW를 만들기가 용이하지 않기 때문인데, 이는 제조 현장의 복잡성과 계량화하기 위한 공정 등은 SW만 하던 기술자 또는 기업이 이해하고 해결하기에는 한계가 있기 때문임.
- 실제 제조 및 하드웨어에 기반을 둔 업체들이 만든 4차 산업혁명 관련 SW에는 실제 현장의 문제를 해결한 경험이 녹아 있어 상대적으로 우수한 것으로 평가되고 있음.
- 이와 같은 배경에서 보쉬 등 제조업체들이 독일 BITKOM(정보통신산업협회) 등에 회원사로 가입하는 사례가 늘어나는 결과로 이어지고 있음.

○ 실제로 다양한 규모의 독일기업에서는 SW 자회사를 성공적으로 설립

- 독일의 농기계 회사 Claas는 SW 자회사 365farmnet을 2015년 설립하였는 바, 365팜넷은 날씨에 따른 하루 노동시간, 농작물 재고관리, 추사 운영, 인터넷 बैं킹 등을 한 번에 관리할 수 있게 해주는 SW를 제공하여, 자사 농기계는 물론 다른 회사에서 생산하는 농기계까지 연결해 생산 효율을 높이도록 했음.
- 레이저 용접 등 가공기기 전문 제조업체인 Trumpf도 2015년 11월 SW 업체인 Axoom을 설립하였는데, 전통적으로 금속 용접은 제조업에서도 가장 자동화가 힘든 분야로 여겨졌는데, 동사는 오랜 기기 제조 노하우에 사물인터넷(IoT) 기술과 빅데이터를 결합해 자동화에 성공하였으며, Axoom은 이 같은 경험을 제조 SW로 전환하여 중소기업 최적화 솔루션화에 성공하였음.
- 대표적인 제조업체 Bosch도 SW플랫폼을 판매하고 있는 바, 그 예로 엔진을 IoT로 컨트롤하기 위해서는 센서를 통해 많은 정보를 축적할 필요가 있는데, 보쉬는 그간 축적된 정보를 바탕으로 엔진 컨트롤을 위한 SW를 제작.

○ 제조업체들의 SW 강화 속 SW업체들의 차별화 전략 역시 가속화

- 기존 SW업체도 4차 산업혁명에 맞춰 새로운 비즈니스 모델을 발굴하고 있으며 독일에서도 그 대표적 사례로 SAS를 들 수 있음. 40년간 기업 데이터를 분석하는 SW를 만들어온 SAS는 4차 산업혁명에 맞게 기업이 축적한 데이터를 재가공하고 분석할 수 있는 SW 수단을 제공하고 있는데, 이는 SAS의 새로운 변신보다는 오랜 데이터 분석 기술의 축적이 있었기에 가능한 일임.
- SAS는 지멘스와 협력하여 병원에 적용된 MRI시스템 등 지멘스 기기 전체를 모았을 때, 어떻게 의료 시스템을 스마트화할 수 있는지에 대한 연구를 진행 중인 등 제조-SW업체 협업관계가 가속화되고 있음.

- 비록 제조업체들이 자신의 생산공정 관련 내용을 누구보다 잘 이해한다 하더라도 복잡한 데이터를 바탕으로 의미 있는 결과를 이끌어내는 것은 쉽지 않은 일임에는 분명

### 3. 세계적인 적층가공 기술

○ 적층가공 (Additive Manufacturing), 즉 3D 프린팅은 4차 산업혁명의 목표 중 하나인 ‘생산의 개인화’에 가장 부합하는 생산 공정으로 주목

- 이와 같은 적층가공은 최근 이슈가 되고 있는 스마트 공장의 성공적 추진을 위한 핵심 요인 중 하나로서도 부각되고 있음.
- 스마트공장을 통한 제조혁신의 중심에는 사물인터넷 (IoT), 클라우드 컴퓨팅 (Cloud Computing), 인공지능 (AI), 빅데이터 (Big Data)와 같은 IT 인프라와 3D프린팅 등 신제조공정 및 신소재의 융합이 중요
- 궁극적인 스마트 제조를 위해서는 구상(Ideation), 구현 (Realisation), 활용 (Utilisation)의 모든 프로세스가 유기적으로 통합하여야 하며, 이를 위해서는 스마트공장과의 연계가 중요

<표 2-1> 3D 프린팅 관점에서 스마트제조를 위한 조건

분야	충족 요건	예시
Engaged User	사용자의 높은 참여도와 아이디어의 공유를 통한 혁신 잠재력 제고	유저 인터페이스 높은 접근성 개인별 맞춤 정보
Intelligent Model	제조과정에서 생성되는 다양한 데이터가 상호 연계되어 제품의 상태 및 이력을 정확히 파악	빅데이터 시스템
Realised Product	설계 제품과 생산제품의 일치	3D 프린팅 설계-제품간 지속적 피드백 시스템 공정별 표준화 및 통합
Adaptive System	새로운 요구사항을 지속적으로 반영할 수 있는 시스템	오픈 아키텍처 지속적 업그레이드

자료 : 김상훈 외 (2016), “제조혁신과 소재산업”, 산업연구원

- 독일 내에서는 제조업 기반이 상대적으로 약한 옛 동독지역과 베를린 지역을 중심으로 3D프린팅을 이용한 기술 스타트업들이 출현하고 있음.

- 3D 프린팅을 생산의 디지털화와 적층 가공이라는 관점에서 생산의 패러다임을 바꿀 것으로 기대되고 있으나, 설계도의 저작권 문제 등 정보 보안의 문제 역시 중요한 해결 과제임.

○ 미래형 스마트 공장 구축을 위해서는, 기존 제조공정과 ICT의 단순한 결합이 아닌, 제조 부문 자체에서도 큰 변화가 요구

- ICT 기술과 직접적으로 관련이 없는 3D 프린팅, 로봇 및 신소재 등의 경우도 스마트 공장의 성공을 통한 제조혁신의 주요 원동력 중 하나

· 이들 기술의 원천적 특성은 비ICT라 하더라도, 이들 기술 활용의 효율성 증대를 위해서는 ICT 기술과의 연계가 중요한 요소임.

<그림 2-1> 미래 스마트공장의 주요 구성요소



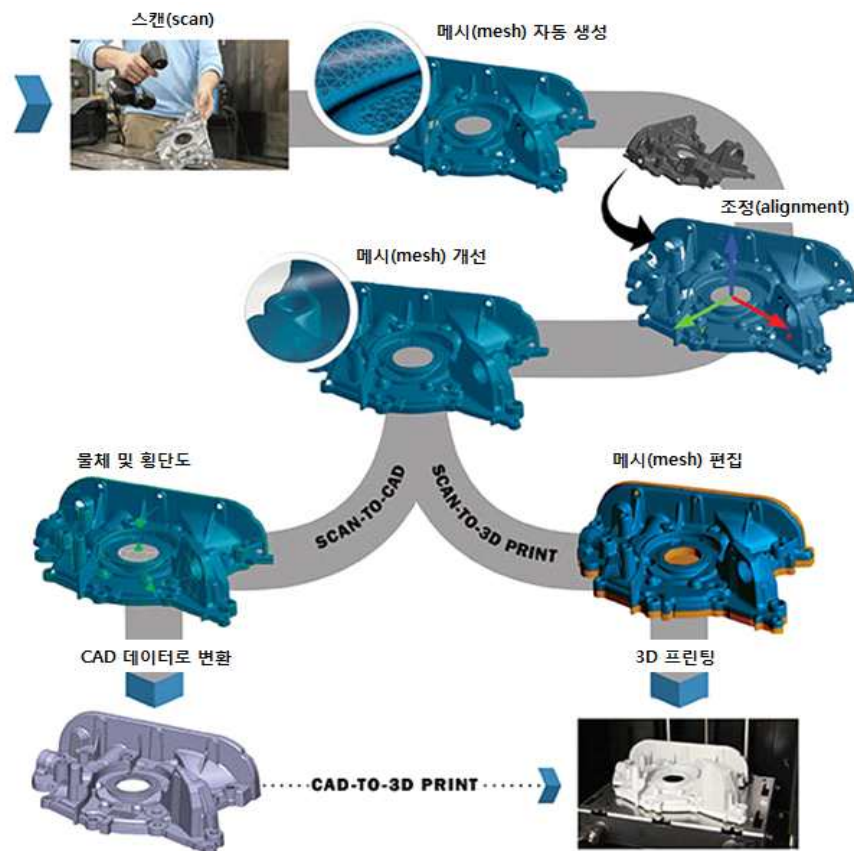
자료 : ‘김상훈 외 (2016), “제조혁신과 소재산업”, 산업연구원’ 에서 재인용



○ 적층가공은 3D 스캐닝 및 디자인과 연계 시, 궁극적인 DDM (Direct Digital Manufacturing)을 통한 스마트 공장화가 가능

- 3D 스캐닝 및 디자인을 과정을 거친 제품의 3D 설계를 제작공정 및 적층가공 공정과 통합함으로써, 전 세계 어디에서나 동일한 제품을 생산할 수 있을 뿐 아니라, 아웃소싱의 간편화 및 제조단계의 단순화가 가능해질 수 있음.

<그림 2-2> 3D 스캐닝, 디자인 및 프린팅 통합 제조 환경



자료 : ‘김상훈 외 (2016), “제조혁신과 소재산업”, 산업연구원’ 에서 재인용

- 이와 같은 개념적 가능성에도 불구하고, 프린팅 방식에 따라 요구되는 소재의 형상 및 물성이 다양하기 때문에, 관련 분야 선진 기업들은 이에 대한 노하우 및 기술장벽을 구축하여 차별화를 추진 중임.

- 소재 기술은 공정(Process) - 물성(Property) - 미세조직(Microstructure) 이 상호 연계된 기술로, 적층가공 분야에서도 이에 적합한 기술개발이 필수적이거나, 국내는 물론 전 세계적으로도 동 분야는 아직 개척 초기단계에 머무르고 있으며, 향후 적층가공 산업의 성공을 결정하는 가장 중요한 요인으로 부각될 것으로 전망됨.

○ 독일은 적층가공 기기 및 공정의 세계 최고 수준 국가이며, 활용에서도 빠른 진전을 보이고 있음.

- 독일 철도청의 경우 기차를 만들면서 기존에는 20년간의 부품을 재고로 축적해야 했으나, 옷걸이 등 간단한 플라스틱 부품은 3D프린팅을 이용해 만드는 것으로 체제를 전환하여, 부품재고 관리 등의 효율성 제고
- 산업에서의 활용 가능성이 가장 높은 금속 적층가공 분야에서는 일부 유럽 국가와 더불어, 독일이 가장 높은 수준을 보임 (독일의 EOS, Trumpf 등은 금속용 3D 프린터를 선도하는 세계 최고 기업)

〈표 2-2〉 3D 프린팅 공정기술의 유형과 관련 소재, 특징 및 기업

기술 분류	기술명	개요	소재	장점 및 해결과제	주요용도	주요기업
VAT Photopolymerization	Stereolithography Digital Light Processing	수조(vat)의 액상 포토폴리머에 빛을 선택적으로 조사하여 광활성 중합을 유도	포토폴리머 세라믹	<ul style="list-style-type: none"> <li>빠른 공정</li> <li>고 정밀도</li> <li>저렴한 비용</li> <li>적용가능소재 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로토타입</li> <li>장난감</li> <li>지그 등</li> </ul>	EnisionTEC(독일) DWS Srl(이탈리아) Lithoz(오스트리아) 3D Systems(미국) 캐리마(한국)
Binder Jetting	3D Printing Ink-jetting S-Print M-Print	분말형태 모재위에 접착제를 선택적으로 분사하여 모재를 결합	금속 폴리머 세라믹	<ul style="list-style-type: none"> <li>광범위한 재료 적용 가능</li> <li>비용 저렴</li> <li>후처리 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비구조용 금속 부품</li> <li>색상이 있는 홍보용 견본</li> </ul>	ExOne(미국) VoxelJet(독일) 3D Systems(미국)
Material Jetting	PolyJet Ink-jetting Thermojet	방울형태의 액상 재료를 토출하고, 자외선 등으로 경화시킴	포토폴리머 왁스	<ul style="list-style-type: none"> <li>빠른 공정</li> <li>고 정밀도</li> <li>다중 재료의 사용 가능</li> <li>적절한 가격</li> <li>공정에 적합한 재료가 한정적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가전 일부</li> <li>자동차 대쉬보드 등</li> <li>공구 일부</li> </ul>	Stratasys(미국) LUXeXcel(네덜란드) 3D Systems(미국) Optomec(미국)
Material Extrusion	Fused Deposition Modeling (FDM)	고온 가열한 재료를 노즐을 통해 선택적으로 압출하여 물체 형성	폴리머	<ul style="list-style-type: none"> <li>빠른 공정</li> <li>큰 생산부피</li> <li>표면마감열악</li> <li>별도지지필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계적 성능이 요구되지 않는 3차원 형상</li> <li>조명기구 등</li> </ul>	Stratasys(미국) Delta micro Factory(중국) 3D Systems(미국)
Direct Energy Deposition (DED)	Direct Metal Deposition Laser Deposition Laser Consolidation Electron Beam Direct Melting	집속된 열에너지로 재료를 용융 후 증착	금속 (파우더, 와이어)	<ul style="list-style-type: none"> <li>실시간합금화</li> <li>높은표면강도</li> <li>유지보수용이</li> <li>공정복잡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계적 특성이 중요하지 않는 최종 제품</li> <li>기존제품의 유지보수</li> </ul>	DM3D(미국) NRC -IMI(캐나다) Irepa Laser(프랑스) Optomec(미국) Trumpf(독일) Sciaky(미국) Lincoln Electric(미국) 인스텍(한국)
Powder Bed Fusion (PBF)	Direct Metal Laser Sintering Selective Laser Melting Electron Beam Melting Selection Laser Sintering	레이저나 전자빔 등 고에너지 열원을 모재인 분말 베드(bed)의 특정 영역에 주사하여 선택적으로 용융	금속 폴리머 세라믹	<ul style="list-style-type: none"> <li>높은 정밀도</li> <li>높은 밀도 (&gt;99.5% 이상)</li> <li>낮은공정속도</li> <li>비용 고가</li> <li>작은생산부피</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공구</li> <li>치과재료</li> <li>기계 및 구조용 부품 일부</li> <li>2-3차 구조물</li> </ul>	EOS(독일) Renishaw(영국) Phenix Systems(프랑스) Matsuura Machinery(일본) ARCAM(스웨덴) 3D Systems(미국)
Sheet Lamination	Ultrasonic Consolidation Laminated Object Manufacture	박판 형태의 재료를 서로 접착하여 제작	Hybrid 금속 세라믹	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형생산부피</li> <li>복합재 생산 가능</li> <li>재료 이방성</li> <li>성숙기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비구조용 대형 제품</li> </ul>	Fabrisonic(미국) CAM-LEM(미국)

자료 : ASTM(2016), Manfredi(2014), Bandyopadhyay(2015), 미래부·산업부(2014), Allison and Scudamore(2014), University of Twente 홈페이지 참조하여 산업연구원 재작성

### 제3절 시사점

- 새로운 것이 아닌 기존에서의 진화와 현장에서의 연계가 중요
- 독일 4차 산업혁명은 많은 경우 이미 현장에서 정착되는 단계에 이르렀으며, 이 때문에 현장에서 적은 비용으로 폭넓게 쓸 수 있는 기기를 만드는 것이 관건 중 하나이며, 중소기업의 참여도를 높일 수 있는 핵심 요인 중 하나
  - 따라서, 새로운 기기를 개발하는 것 이상으로 기존의 기기를 4차 산업혁명으로 변환시키는 것이 중요한 작업이며, 센서 등 간단한 ‘리모델링’ 만으로 50~60년된 기기도 얼마든지 활용 가능하도록 변환이 가능
  - 예를 들어, 프라운호퍼 IPA에서는 1956년 만들어진 밀링머신(사진 참고)에 센서를 부착하여 생산 관련 정보의 축적을 가능하도록 하였으며, 이렇게 축적된 결과를 작업 환경의 변화와 결합하여 기존 공장의 어떤 상황에서 효율이 가장 높아질 수 있는지를 추적할 수 있도록 함.

<그림 2-3> 스마트화된 50년대 밀링머신



- 또한 아헨공대가 만든 아디다스 스마트 팩토리의 신발 제조기도 과거부터 쓰이는 양말 직조기에서 출발했는데, 기존 양말 직조기에 몇 가지 변형을 가하고 센서를 부착하는데서 시작하였음.

□ 러닝 팩토리 (Learning Factory)의 중요성 강조

○ 독일에서의 4차 산업혁명의 가장 큰 숙제는 고임금 구조에서의 생산 현장 혁신과 숙련공 감소에 대한 대응임.

○

- 독일 역시 대부분의 산업현장에서 숙련공의 평균연령은 50세를 넘어가고 있으며, 현장에서는 기술력 있는 인력이 줄고 있는 실정
- 경험이 적은 직원도 숙련공만큼의 작업효율을 낼 수 있도록 유도할 수 있는 장비 체계의 구축이 독일 4차 산업혁명의 중요한 특징인데, 비숙련공의 경우에도 쉽게 기술을 익힐 수 있으며, 실수를 방지할 수 있는 (Fool-proof) 여러 형태의 러닝 팩토리가 독일 곳곳에서 시도되고 있음.
- 가장 흔한 형태는 기계가 다음 작업 순서를 파악해 수작업으로 조립해야 할 다음 단계를 바닥에 비추어 작업자를 안내하는 방식이며. 가상현실 (VR)과 증강현실(AR)에 혼합된 혼합현실 (MR)안경을 끼면 다음 단계를 보여주는 기기 등에 대한 연구도 다양하게 추진

<그림 2-4> 시스템에 의한 영상 작업 지시 기반의 작업자 부품 조립



주: 시스템의 지시는 빔 프로젝트를 통하여 작업공간 (조립공간 및 파란색 부품상자)에 화면으로 표현되며, 작업자는 이 지시대로 조립을 진행 (동 과정을 통하여 비숙련공의 단위시간 당 작업속도를 3개에서 25개 부품 조립으로 향상)

□ 기존 산업 및 기업에서의 저항과 이에 대한 대응

○ 독일과 같이 산업 분야의 전통과 성공이 축적된 나라일수록 기존 기업, 특히 중소기업의 4차 산업혁명에 대한 저항이 크게 나타나고 있음.

- 이는 통상적으로 기업과 근로자는 조직 자체에 대한 변화 요구에 저항하는 특징과도 연관되어 있으며, 특히 기존의 방법으로도 충분한 효과를 얻었다는 학습효과로 인한 혁신자 딜레마 (Innovator's Dilemma)의 대표적 사례이기도 함.

· 실제로 많은 다국적 기업들은 동남아 등 기존 산업 인프라가 상대적으로 미흡한 곳이 4차 산업혁명 대응 추진에 유리하다는 언급을 하고 있으며, 이런 측면에서 한국은 애매한 위치에 있음.

- 아울러, 대기업-중소기업 간 거래 및 협력관계에서 발생할 수 있는 정보보안 등의 이슈에 대한 문제도 중소기업이 4차 산업혁명을 주저하는 핵심 이유 중 하나이며, 이는 정부 등이 개입하여 풀어야 할 중요한 숙제임.

- 세계에서 가장 빠르게 4차 산업혁명을 국가 아젠다로 추진했던 독일도 상기와 같은 저항을 가장 먼저 경험하였는 바, 후발 국가들도 4차 산업혁명에서 뒤처지거나 이를 부정적으로 보는 이들에 대한 설득 작업 역시 매우 중요한 추진과제로 고려해야 함.

#### □ 4차 산업혁명과 중소기업

○ 4차 산업혁명의 성공적 추진을 위해서는 중소기업의 참여가 필수

- 4차 산업혁명 적용이 대기업 수준에서만 머물러서는 한계가 있음. 중소기업의 소재 및 장비에서부터 유기적인 협업이 이뤄져야 4차 산업혁명이 구현될 수 있음.

- 대기업들은 스스로의 필요에 따라 자체 역량을 바탕으로 충분히 4차 산업혁명을 진행할 수 있지만 중소기업들은 이것이 불가능하기

때문에, 이를 확산하기 위한 정부와 연구소의 노력은 4차 산업혁명을 어떻게 중소기업까지 확장시킬지에 초점이 맞춰져 있음.

- 독일 정부는 2015년부터 중소기업에의 4차 산업혁명 확산을 위한 Mittelstand 4.0 정책을 추진 중
  - 프라운호퍼 등 국책 연구소에서는 중소기업들이 바로 현장에서 적용시킬 수 있는 다양한 기술을 보급하고 있으며, 큰 비용을 들이지 않더라도 4차 산업혁명에 편승할 수 있다는 점을 보여주려 노력
  - 대부분의 독일 중소기업들은 4차 산업혁명의 의미와 필요성을 초기에는 이해하지 못했으나, 정부가 적극적으로 중소기업들이 필요로 하는 수단들을 번들 형태로 제공하는 등 4차 산업혁명에 관심을 갖고 관련 지원을 요청하는 중소기업들이 실제로 효과를 얻어갈 수 있도록 관련 사업 등을 추진하여 중소기업의 이해도가 급상승. (그럼에도 중소기업들의 관심은 여전히 부족한데, 최근 설문 조사에서도 독일 중소기업의 60%는 4차 산업혁명 대응의 필요성을 못 느낀다고 밝힌 바 있음)
- 독일 정부는 중소기업에 특화된 다양한 사업 등을 마련 및 추진
  - 4차 산업혁명 주무부처인 교육과학부는 중소기업 전용 지원자금을 확보하고 있으며, 지방정부 차원에서도 중소기업들의 4차 산업혁명 전환을 지원하기 위한 자금을 확보하였을 뿐 아니라, 중소기업들은 어떤 자금을 이용하는게 가장 좋은지에 대한 컨설팅까지 one-stop 서비스를 구축
  - 일반인의 4차 산업혁명의 개념에 대한 이해가 쉽지 않은 만큼, 중소기업 입장에서는 자신들이 무엇을 원하는지 제대로 특정하지 못하는 경우가 많기 때문에 정부기관 및 연구소들은 어떻게 문제를 정의할지도 같이 논의하는 한편, 지역별로 세미나를 진행하고 비슷한 고민을 하고 있는 중소기업들을 모아 자신의 기업 영역에서 어떤 부분에 4차 산업혁명을 적용하면 효율을 높일 수 있는지 같이 고민하는 체계를 운영 중
- 독일 정부는 4차 산업혁명의 산업 파급효과의 실효성을 높이기 위하여 각종 유형과 다양한 규모의 기업들이 참가하는 논의 테이블을 운영

○ 독일 산업발전의 숨은 공신인 숙련공들의 반발에 대한 대응 속제

- 기계 공업을 중심으로 한 독일 제조업의 주력은 장인의 역사가 이어져 내려온 숙련공인데, 4차 산업혁명 전환이 본격화된 지금은 이들이 가장 유력한 저항 세력으로 등장하고 있음.

- 독일 4차 산업혁명의 과제 중 하나가 숙련공 감소에 따른 대응 방안 마련이나, 오히려 4차 산업혁명의 추진이 당장 숙련공에 대한 수요를 급격하게 감소시킬 수 있다는 우려도 제기되는 것이 사실이며, 때문에 오랜 역사를 가진 독일의 숙련공들은 4차 산업혁명으로의 전환에 저항

※ 실제로 현장의 효율적인 4차 산업혁명 대응 체제 전환을 위해서는 생산현장에 대한 이해도가 높은 숙련공의 도움이 절실한데, 독일에서도 숙련공들의 태업 등으로 공정 전환이 이루어지지 않거나, 지연되는 사례가 빈번하게 발생

→ 숙련공에 대한 지속적 설득과 새로운 역할 부여 등을 통한 타개 방안 마련 시급

□ 4차 산업혁명으로 인한 일자리 감소는 어쩔 수 없는 추세

○ 4차 산업혁명의 도입 취지 자체가 노동력 감소를 보조하기 위한 것인만큼 노동력에 대한 수요 자체가 감소할 가능성이 높다는 시각이 지배적

- 노동자 입장에서는 일자리 감소가 노동여건 악화와 조직력 저하 등으로 이어질 것을 우려하고 있음.

○ 사회적으로 이를 해결하기 위한 방법은 재교육 밖에 없다는 지적

- 사라진 일자리에서 나온 인력을 재교육해 4차 산업혁명에 필요한 인재로 탈바꿈하는 방안이 현재로서는 유일한 대안이며, 이를 위하여 공공 영역의 노력이 필요하다는 점에는 대부분 공감하지만 세부 방안에 대해서는 아직 설득력 있는 방안이 제시되지 못하는 실정



- 특히 30~40대가 4차 산업혁명 전환기의 희생자가 될 수 있는데, 이는 기  
구직자로 새로운 일을 구하기에도 재교육에 적응하기도 애매하기 때문임.

□ 일자리 감소에 대한 대응은 교육의 개인화가 관건

○ 인력 문제와 관련해 4차 산업혁명 시대에는 보다 개인화된 교육이 필요

- 이는 비슷한 업무 역량을 가진 다수의 노동자보다는 각각 여러 분야에 장  
점이 있는 다양한 인재가 필요하기 때문임.
- 이는 교육 종사자를 비롯한 시스템 전반의 조정이 있어야 가능한 일인 바, 교사  
등 기존 교육조직의 구성원들도 4차 산업혁명의 저항자로 등장할 가능성 있음.

○ 4차 산업혁명 시대 인재의 키워드는 ‘적응력(adaptability)’

- 끊임없이 바뀌는 노동 수요에 대응해 빠르게 변신할 수 있는 인재에 대  
한 수요가 커질 것으로 보이나, 개개인이 이와 같은 변화에 대응하기에  
는 어려움이 있는 만큼 기업 등에서의 지속적 내부 교육도 필요
- 로봇기업 Festo는 근로자들의 4차 산업혁명 적응을 위해 매출의 1.5%를  
교육에 사용하고 있으며, 특히 4차 산업혁명 시대에는 엔지니어가 스페  
셜리스트와 제너럴리스트가 동시에 돼야 한다는 비전을 갖고 있음. (스  
페셜리스트는 자기 영역의 미래 기술과 시스템 발전시키기 위해서, 제너  
럴리스트는 그걸 다른 영역과 섞기 위해서라는 설명임.)

□ 독일이 보는 다른 나라의 4차 산업혁명 성공 가능성

○ 특정 분야에 강점이 있어야 4차 산업혁명도 제대로 수행할 수 있다는 것  
이 독일 전문가들의 기본 생각이며, 이를 근거로 특정 영역에 강점이 있  
는 국가들과 협력을 확대하고 있음.

- 독일은 미국의 혁신적 문화가 4차 산업혁명을 확산시키기에 강점을 가진다  
고 보고 있으며, IT와 SW에 경쟁력을 축적하고 있는 점도 유리하다고 판단

- 아시아 국가들은 효율과 속도 면에서 유리하다는 판단인데, 중국은 4차 산업혁명 추진을 위한 정부 의지가 강하고 신속하게 이를 관철할 수 있다는 점을 높이 평가하고 있으며, 일본은 지금까지 발전시켜온 로봇산업이 4차 산업혁명 시대에도 강점을 발휘할 것으로 보고 있음.

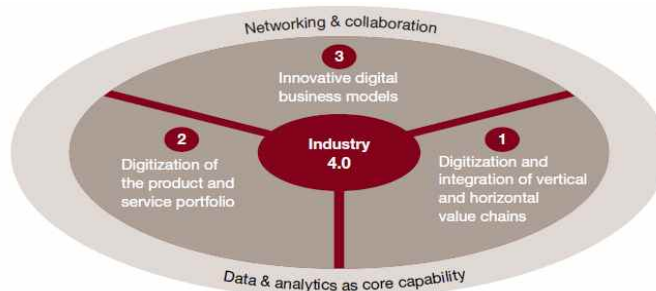
## 참고 2-1 독일 인더스트리 4.0 정책

- 인더스트리 4.0은 2006년부터 추진된 독일의 하이테크전략의 10대 계획 중 하나이며, 하이테크전략은 다양한 분야에서 독일의 경쟁력을 제고하기 위한 종합적인 프로젝트임.
- 2006년에 만들어진 10개 계획(initiative)은 산학연에 초점을 맞추고 있으며, 인더스트리 4.0은 인터넷기술을 활용하여 산업을 통합하는 비전을 제시하는 계획이었음.
- 2010년 7월 하이테크2020전략으로 사업이 계속 추진되면서, 5개 우선 분야(기후/에너지, 보건/식량, 운송, 보안, 정보통신)를 선정하였고, 이를 달성하기 위해 산업계 및 연구계의 자문을 토대로 아래의 10개 프로젝트 수립
  - 기후/에너지 : 친환경/에너지고효율 도시, 신재생 바이오물질, 에너지공급의 지능적 재구조화
  - 보건/식량 : 맞춤형 진료를 통한 효율적인 질병관리, 예방 및 건강식단을 통한 건강 증진, 노년기 양질의 독립적인 삶
  - 운송 : 지속가능한 운송
  - 보안 : 개인정보보호
  - 통신 : 웹기반 비즈니스 서비스, 인더스트리 4.0
- 독일의 혁신전략은 학계, 정부정책, 연구기관, 산업계를 아우르는 통합적인 전략을 강조하며, 글로벌 기술선도국 도달을 목표로 함.
- 인더스트리 4.0은 이러한 맥락에서 추진 중이며, 인터넷기술을 활용하여 독일의 전통적인 핵심산업을 보호하고 전 세계에 독일의 기계와 공장을 확대 보급하고자 하는 관점을 가지고 있음.
- 현재는 ‘인더스트리 4.0 플랫폼(Industry 4.0 Platform)’ 사무국에서 인더스트리 4.0 실현을 목표로 산학연관 및 노동조합이 참여하는 공동 프로젝트로 진행 중
- 스마트공장 구축, 사이버물리시스템 및 인공지능시스템 기술 개발 및 확산, 통신 및 인터넷 기술 개발 등 중점 추진

## 참고 2-2 EU의 4차 산업혁명 추진 현황

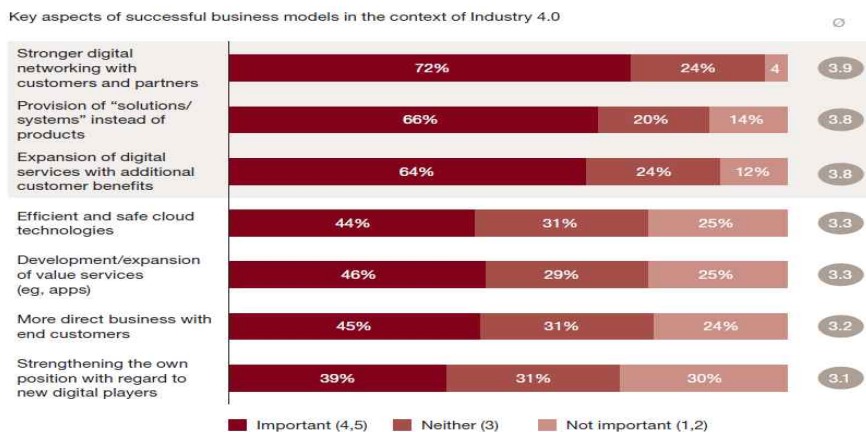
- 유럽에서의 인더스트리 4.0의 핵심은 디지털화와 융합으로 정리할 수 있음. 전략의 중요성을 강조하고 있으며, 글로벌 기술선도국 도달을 목표로 함.
- 디지털화를 통하여 비즈니스 모델의 혁신, 제품-서비스 융합, 수직 및 수평적 가치사슬의 통합이 그 주요 내용

〈그림 2-5〉 인더스트리 4.0의 프레임워크



- 산업별 EU기업의 투자 규모는 비교적 고르게 나타나고 있는 등, Enabler와 Adopter의 중요성을 모두 중요하게 간주
- 투자 규모 상으로는 자동차 산업, 매출 대비 투자비율로는 일반제조업(기계장비 및 부품소재)이 가장 크게 나타남.
- EU기업은 제품-서비스 융합, 수직 및 수평적 가치사슬의 통합을 위한 관련 가치사슬의 디지털화 수준이 향후 5년 이내에 급격하게 발전할 것으로 전망

〈그림 2-6〉 인더스트리 4.0 구조 하에서의 성공적 비즈니스 모델



자료: 김상훈 외 (2017) “4차 산업혁명과 뿌리산업의 발전방향”, Strategy&, PwC (2014) “Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet”

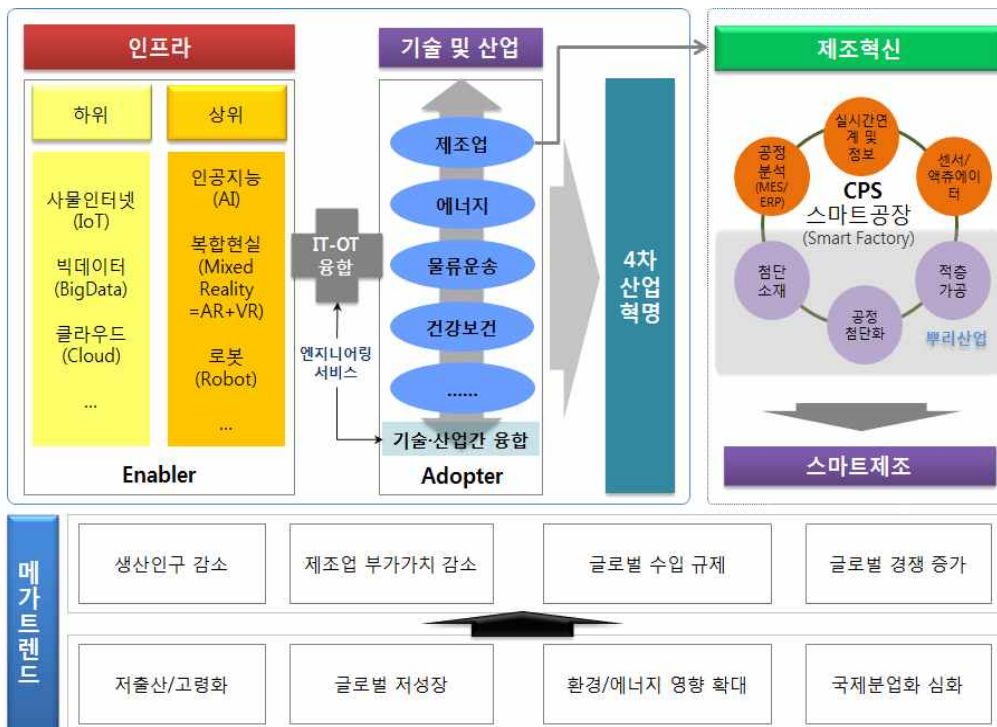
## 참고 2-3 제조업에서의 4차 산업혁명

□ 제조업과 4차 산업혁명

○ 4차 산업혁명의 발생 과정은 촉진자(Enabler)와 수용자(Adopter)의 유기적 결합을 통해 성공적으로 이루어질 수 있으며, 제조업의 경우 엔지니어링 서비스가 촉진자와 수용자를 결합하는 역할을 담당

- 스마트 공장은 스마트 제조를 통한 4차 산업혁명의 성공적 대응의 핵심 요인이며 이를 위해서는 IoT 등 촉진기술 (IT : 정보기술) 과, 이를 적용해야 하는 기존 기술 (OT : 생산기술) 간 융합이 필수적
- 스마트제조는 발단은 단위 부품에서 시작되나, IT-OT의 융합 통한 전사적 확산이 중요

<그림 2-7> 4차 산업혁명과 다양한 기술·산업-IT기술 융합 및 제조분야 혁신

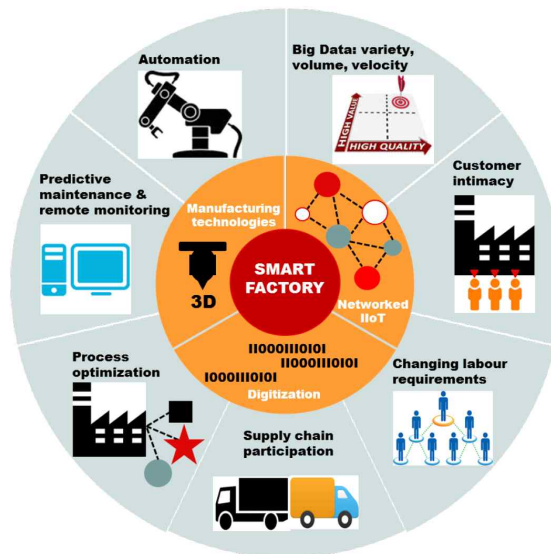


□ 스마트공장(Smart Factory)은 제조현장의 4차 산업혁명화에 핵심적 역할

○ 제조분야에서의 4차 산업혁명을 ‘스마트 공장 (Smart Factory)’ 라고 정의하고 있으며, 그 주요 핵심은 IoT 등을 통한 초연결, 제조 공정 및 데이터의 디지털화와, 이로 인하여 촉발되는 신기술 (3D 프린팅 등)임.

- 사양 산업이라 인식되던 제조업 분야는 4차 산업혁명의 신기술과 융합되면서 혁신적인 산업 분야로 발전할 것으로 기대되고 있으며, 독일은 선도적 위치를 점유
- 모든 것이 네트워크화 되는 초연결 환경에서 제조업은 단순 생산 프로세스의 변화나 최적화를 초월해 포괄적 HMI(Human-Machine Interface)를 형성하여, 공장내부(설비·반제품·작업자)는 물론, 공장외부(고객·조달·유통·재고부문)와의 네트워크가 강화되면서 제조 생태계 차원에서의 공정 최적화 달성
- 이들 핵심요인을 기반으로 자동화, 생산효율 증대, 예지 정비, 공정 최적화, 노동 조건 변화, 물류 혁신, 수요 대응 등이 가능

<그림 2-8> 스마트공장의 프레임워크



자료: 김상훈 (2016) “4차산업혁명과 제조혁신” 국회 입법조사처; 김상훈 외 (2016) “제조혁신과 소재산업”, 산업연구원; 김상훈 외 (2017) “4차 산업혁명과 뿌리산업의 발전방향” ; “로크웰오토메이션 (2016) 제9회 대한민국 제조혁신 컨퍼런스; Vizexplorer, (2015) “6 Critical Ideas Behind the Smart Factory and the Internet of Things” 등을 기반으로 재구성

## 참고 2-4 Mittelstand 4.0과 Arbeiten 4.0

### □ Mittelstand 4.0

○ 독일 연방경제에너지부(BMWi)는 2016년 8월, 새로운 중소기업 지원 정책인 “Mittelstand 4.0 - Digital Production and Work Processes” 를 수립, 인더스트리 4.0에 대응한 중소기업의 제조 경쟁력 향상을 도모

- Mittelstand 4.0의 핵심정책은 독일 각지에 “Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentren (Competence center)” 를 설립하여 이들을 중심으로 지식과 기술을 축적 및 공유하고, 중소기업의 인더스트리 4.0 관련 응용분야 추진을 지원(실증)하는데 있음.

○ Mittelstand 4.0 이니셔티브 세부 구성요소

- 핵심적인 디지털기술 분야의 지식을 제공하는 역할을 수행하는 4개의 전담기관 (agency)과 독일 각지에 설립된 11개의 경쟁력센터(competence center)로 구성
- 4개의 에이전시는 각각 중소기업의 디지털화 관련 핵심기술 4개 영역(클라우드, 거래, 공정, 커뮤니케이션)에 특화되어 있음.
- 한편, 경쟁력센터는 (1) 지역 및 학제를 뛰어넘는 융합 네트워크를 통한 새로운 가치 창출(사용자 중심, 데이터 평가 기반의 미래 비즈니스 모델 검증), (2) 중소기업의 네트워크 및 플랫폼 지원을 위한 수요지향적이며 안전한 솔루션 개발(가능성 검증 및 가시화) 역할을 수행

### □ Arbeiten 4.0

○ 독일 연방노동사회부(BMAS)는 4차 산업혁명 시대의 일자리 변화와 관련한 프레임워크를 담은 백서(Arbeiten 4.0, 노동 4.0)를 2017년 1월 발표

- 보고서는 새로운 제조업으로의 전환을 위해서는 노동자의 인식 개선 및 여건의 전환이 함께 이루어져야 한다는 관점을 담은 Arbeiten 4.0 개념을 도입하였고, 인더스트리 4.0에 부합하는 바람직한 노동상을 제시하고자 하였음.

〈표 2-3〉 Arbeiten 3.0과 4.0의 진화 과정

구분	시기	특징
Arbeiten 3.0	20세기 후반	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사회적 시장경제체제 하에서 복지와 노동자의 권리가 통합</li> <li>- 고용주와 노동자가 동등한 지위를 가지고 협상하기 위한 사회적 권리 제정</li> <li>- IT기술을 통해 생산자동화가 시작</li> <li>- 공유경제의 도입 및 시장의 국제화가 진행</li> </ul>
Arbeiten 4.0	21세기 초반	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 네트워크화, 디지털화, 유연화를 특징으로 하는 시기</li> <li>- 사람과 기계 간 소통을 가능케 하는 네트워크화를 통해 새로운 형태의 상품 및 서비스가 등장하면서 노동환경의 변화, 상품 및 서비스에 대한 수요의 변화, 새로운 문화적/사회적 변화가 동반</li> <li>- 향후 도입될 정책에 따라 근무환경 및 사회보장시스템의 변화가 구체화 될 것으로 예상됨</li> </ul>

자료 : 문선우 (2016) 독일의 인더스트리 4.0과 노동 4.0

○ Arbeiten 4.0의 개념과 주요 이슈

- Arbeiten 4.0은 네트워크화, 디지털화, 유연화 시기의 노동 특징으로, 생산시스템의 변화로부터 다양한 사회적 변화 및 노동환경 변화가 나타날 것으로 예상
- (모두를 위한 고용) 지속적인 기술발전으로 독일의 저숙련 노동자들의 실업률은 19%에 달하는 반면, 고숙련 노동자의 실업률은 2.5% 수준으로 저숙련 노동자를 대상으로 한 추가적인 교육 및 일자리창출 정책 도입이 논의
- (사회적 시장경제체로의 재전환) 실질임금 정체, 소득격차 확대, 저임금 노동자 증가 등 문제 대응과 디지털화로 인한 자가고용(자영업자) 증가 등 새로운 변화에 대응한 사회보장제도 검토 및 다국적 기업의 세금 문제, 직업의 안정성 개선 방안 등에 대한 고민이 필요
- (평생교육 강화) 디지털사회에서 재교육·재취업 수요가 크게 증가하고 있는데, 기본적 디지털 소양 교육 필요성이 증가하고 있고, 생산과정뿐 아니라 노동자와 관리자의 다양한 활동과 연결된 교육을 통해 창의력, 사회적 소양 등의 향상을 위한 교육의 보완 필요
- (미래의 근로조건) 인더스트리 4.0에 접어들면서 근로시간 및 장소가 더욱 유연해질 것으로 예상되는 바, 근로조건의 변화가 나타날 수 있음. 멀티태스킹, 개인 작업 시간 분할, 높은 집중도, 업무에 필요한 자원을 어떻게 제공할지에 관한 논의가 필요 또한 모든 설비가 자동으로 모니터링되는 환경에서 근무자에 대한 모니터링 수준에 대한 논의와, 변화하는 산업환경에 부합하는 새로운 고용형태(주당 근로시간 변화, 가족노동시간모델 등)의 도입 고려 등이 필요

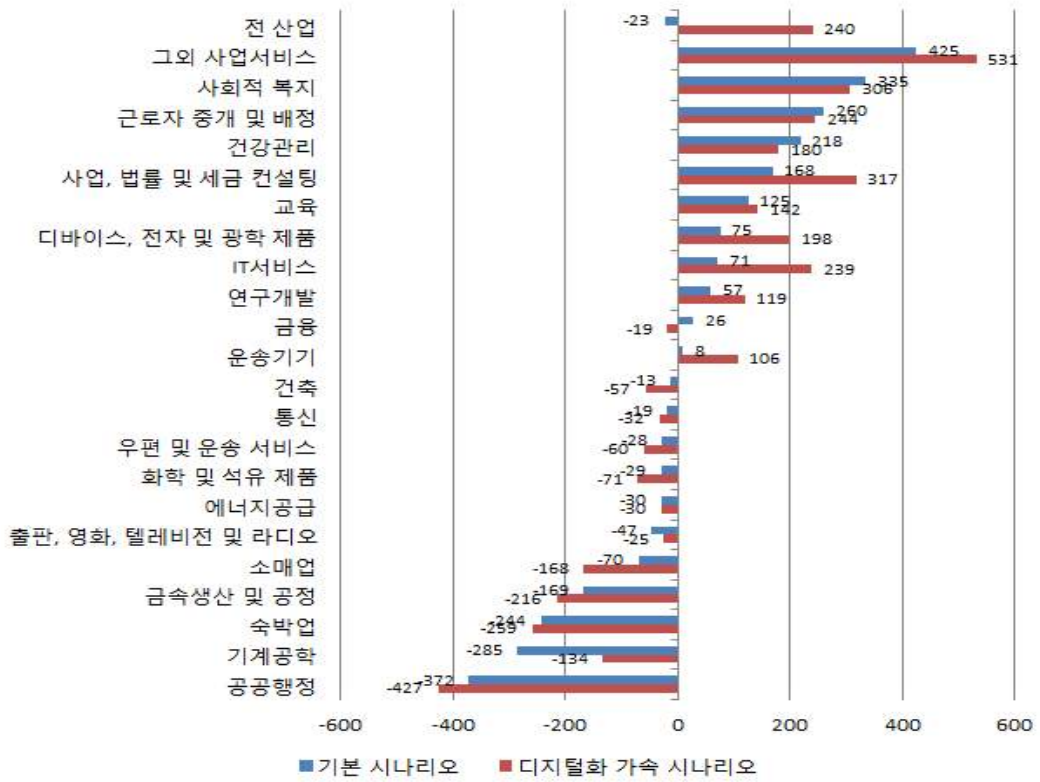
□ 독일의 미래 일자리 전망

○ 독일 연방노동사회부는 2030년의 업종별 일자리 변화 전망을 제시

- (기본 시나리오) 점진적 디지털화시 2030년 일자리수는 2014년과 유사한 수준
- (Accelerated digitization 시나리오) 산업의 변화 트렌드는 보다 급격하게 나타나며, 2030년 일자리수는 생산성 향상 효과로 인한 성장 및 고용증가로 기본 시나리오 대비 긍정적인 것으로 예상됨. 27개 산업(유통, 종이 및 인쇄, 공공행정 등)에서 75만개의 일자리가 감소하나, 13개 산업(IT서비스, 연구개발 등)에서 약 1백만개의 일자리가 증가



<그림 2-9> 독일의 2030년 일자리 전망(일부 산업)



자료 : Vogler-Ludwig et al.(2016), Weiß buch (2017) Arbeiten 4.0, BMAS에서 재인용

# 제3장 미국의 4차 산업혁명 대응현황<sup>11)</sup>

## 제1절 정부의 정책 동향

### 1. 개관

□ 제조혁신을 통해 제조업 중심의 산업구조로 개편 시도

○ 기존 서비스 중심 산업구조로부터 양질의 일자리 창출과 고부가가치 창출이 가능한 제조업 중심 산업구조로 전환

- 금융위기(2008) 이후 미국 경제가 직면하게 된 소득양극화, 실업 등의 문제 해결에 있어서 서비스 위주 산업구조의 한계를 경험
- 미국은 서비스산업을 통한 고용창출의 한계를 경험한 반면 GDP 대비 제조업 비중이 높은 독일, 일본 등은 성공적으로 금융위기를 극복
- 2014년 기준 미국의 GDP 대비 제조업 비중은 12.3%인데 반해 독일과 일본은 상대적으로 높은 각각 22.6%, 18.7% 수준

〈표 3-1〉 주요국별 GDP 대비 제조업 비중

단위: %

국가	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
미국	12.4	12.5	12.5	12.4	12.3
독일	22.2	22.9	22.8	22.6	22.6
일본	19.7	18.6	18.6	18.6	18.7
한국	30.7	31.4	31.0	31.0	30.2

자료: OECD

- 제조업에 대한 인식이 제고되어 IoT, SW, 신소재기술, 생명 공학기술 등과 결합된 고부가가치 창출 산업으로 평가하기 시작<sup>12)</sup>

11) 이상현 작성

○ 이에 따라 제조혁신을 통한 미국의 제조역량(manufacturing capabilities) 제고에 집중

- 제조 역량 제고는 제조업에 의해 창출되는 부가가치를 제고함으로써 자국 제조업의 경쟁력을 제고하는 보다 근본적인 전략으로 평가<sup>13)</sup>

· 경쟁력(competitiveness) 제고는 비교우위(Comparative advantage) 분야를 기반으로 비용의 감소 측면에 초점

· 반면 역량 제고는 부가가치 증대 측면에 초점을 둔 경쟁력 제고 접근에 해당

- 이를 위해 제조혁신 기반의 구축과 제조혁신 생태계 조성을 통해 다양한 경제주체들의 자발적 혁신 동기부여와 인프라를 제공

· 제조혁신 기반은 첨단제조파트너십 프로그램인 AMP와 AMP2.0을 통해 구축

· 제조혁신 생태계는 국가 제조혁신네트워크(NNMI)와 제조혁신 연구소(MIIs)를 통해 조성<sup>14)</sup>

□ 미래 사회의 변화를 반영한 새로운 혁신 기술의 개발

○ 경제·사회·문화 등 미국의 미래 성장을 좌우할 것으로 판단되는 혁신기술에 대한 주도권 확보 노력 경주

- 사이버-물리시스템(CPS, Cyber-Physical System), 인공지능(AI, Artificial Intelligence), 빅데이터 등 미래 혁신기술에 대한 R&D 집중

12) PCAST(President's Council of Advisor Science and Technology, 2016.6)에서 첨단 제조기술의 필요성에 대한 보고서를 발표

13) The Future of Manufacturing: Driving Capabilities, Enabling Investment(2014, World Economic Forum)

14) NNMI(National Network of Manufacturing Innovation Institute)와 MIIs(Manufacturing Innovation Institutes)는 (2) 제조혁신 기반의 구축, (3) 제조혁신 생태계 조성부분에서 상술

- 상기 기술은 4차 산업혁명을 이끄는 기반기술로 분류되고 있으며 결과적으로 미국이 4차 산업혁명을 주도
- 세계경제포럼(WEF)에서도 4차 산업혁명의 키워드로 CPS를 제시<sup>15)</sup>

## 2. 제조혁신 기반의 구축

□ 첨단제조파트너십(Advanced Manufacturing Partnership, AMP)

○ (AMP) 미국에서의 혁신적 투자 유치와 함께 첨단제조 경쟁력 제고를 위해 2011년 첨단제조파트너십(AMP) 프로그램을 발족

- PCAST(President's Council of Advisors Science and Technology)가 첨단제조기술의 필요성에 대한 보고서 발표(2011.6)

- 오바마 정부는 'Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing' 보고서를 기반으로 AMP 프로그램을 추진

- 첨단제조업에 대한 정의를 규정하고 국가 수준의 민관협의를 통해 다양한 민간 경제 주체들의 참여를 유도

- 첨단제조업이란 정보, SW, 네트워킹 등의 기술에 기초하여 물리, 나노, 화학, 생명공학 등을 통해 새로운 물질을 만들고 활용도를 높이는 일련의 활동으로 정의

- 특히, 산학연 협력 R&D, 경쟁전 단계에서의 협력, 제조설비와 인프라의 공유 등을 AMP의 목적으로 설정하고 미국 제조업을 첨단제조업으로의 변화시킬 수 있는 기회를 모색

○ (AMP 2.0) 첨단제조파트너십의 업그레이드를 통해 혁신기반의 강화,

15) Klaus Schwab(2016.1) 「The Fourth Industrial Revolution:What it means, how to respond」

제조업에서의 혁신 인력 확보, 비즈니스 활성화를 위한 환경 개선 등 3대 주요 방안을 제시

- (혁신기반의 강화) 첨단제조 분야에 있어서 기반기술의 우선순위를 부여하고 국가제조혁신네트워크(National Network for Manufacturing Innovation, NNMI)를 구축
  - 2015년 현재 NNMI에는 지역별·기술별로 특화된 총 9개 연구기관이 참여하고 있으며 향후 10년 동안 45개까지 참여기관의 수를 확대해 나갈 것을 계획
- (인재의 확보) 교육 과정에서 다양한 경력의 축적 및 복수 전공기회 부여를 통해 첨단제조업 관련 인재의 공급을 확대
- (비즈니스 활성화 위한 환경 개선) 중소기업 규모의 제조업체를 위한 기술, 시장, 공급망 관련 정보 흐름의 개선과 자본 접근성 제고
- 3대 주요방안 제시와 함께 11개에 달하는 세부적이며 구체적인 권고사항을 함께 제시

<표 3-2> AMP 2.0의 권고사항

구분	내용
혁신기반의 강화	• 첨단제조 기술우위를 위한 국가 전략 수립
	• 첨단제조자문컨소시엄 신설
	• 혁신 파이프라인 지원을 위한 민관협동 제조업 R&D인프라 신설
	• 프로세스와 표준화 개발
	• 국가경제위원회, 과학기술정책국 등과 연계한 국가제조혁신네트워크 구축

구분	내용
인재의 확보	• 전국적 캠페인
	• 민간 부문의 전문가 기술인증시스템 확대
	• 연방정부 직업교육 프로그램을 통한 온라인 트레이닝 및 능력인정 프로그램 개발
	• AMP2.0이 노동자 심화 교육과 역량 개발 기회 확대를 위해 제작한 문건, 플레이북 등을 제조업 연구기관을 통해 수집 및 제공
비즈니스활성화 위한 환경개선	• 연방정부, 주정부, 협회, 민간중개기관을 활용하여 중소기업체에 대한 기술, 시장 및 공급체인 관련 정보 흐름 개선
	• 민관 확장투자펀드 출범, 전략적 기업파트너-정부-중소기업간의 정보유통 활성화, 세제 등의 혜택을 통해 첨단 중소기업의 자본접근과 관련된 리스크 축소

자료: Capturing Domestic Competitive Advantage In Advanced Manufacturing (PCAST, 12.7)

- AMP, AMP2.0은 첨단제조 기술관련 R&D 중시 정책으로 평가되며 AMP2.0을 통해 세부정책 방향이 제시

○ (횡단형 기술의 선정) 제조 혁신의 추진과 함께 미래 제조공정과 제품시장을 선도할 것으로 예상되는 미래형 기술 중심의 11개 주요 횡단형 기술 선정

- 특정 제조업종에 특화된 기술과 달리 융복합을 통해 다양한 제조업종에 공통으로 적용될 것으로 전망되는 기술에 해당

<표 3-3> 11대 주요 횡단형 기술의 선정

기술	적용 분야
첨단센싱, 측정, 공정 제어기술	• 대부분의 제조분야에 적용 가능, 특히 제품 공급망 효율화 제고에 중요
첨단 소재의 설계 및 가공기술	• 초소형 분자와 나노물질의 설계, 합성, 코팅, 통합부품 제조에 적용
지속가능성이 제고된 제조기술	• 원자재, 에너지, 자원 활용의 최적화 분야에 모두 적용

기술	적용 분야
나노제조기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>태양전지, 의료, 차세대 저나 및 컴퓨팅 등에 적용되어 산업구조의 대변혁을 유도</li> <li>공정 및 품질관리 시스템 개발이 선결 조건</li> </ul>
Flexible 전자 제조기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>차세대 가전 및 컴퓨팅 기기의 차별화를 뒷받침</li> <li>향후 10년간 가장 빠르게 성장하는 제품영역으로 전망</li> </ul>
바이오 제조 및 바이오 정보기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>헬스케어, 식품안전, 에너지효율적 제조과정에 적용</li> <li>나노제조기술의 비용이 감소하면서 향후 시장확산이 가속화 될 것으로 전망</li> </ul>
첨삭가공기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인화 맞춤형 추세에 따라 첨삭 가공기술의 적용 범위가 확대</li> <li>제조과정에서 원료의 손실을 최소화</li> </ul>
첨단제조 및 검사장비기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>첨단제조 및 검사장비 공급자는 수익창출은 물론 혁신과 첨단 엔지니어링 부문에서도 유리한 입지</li> </ul>
산업용 로봇기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>노동집약적 제조과정에 자동화 및 로봇 기술 적용 확대</li> <li>작업장에서의 안전, 생산성 향상, 저비용 생산구조 정착에 기여</li> </ul>
첨단성형 및 용접기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존의 주물, 용접, 단조, 기계가공 기술을 보완 및 대체</li> <li>미래 제품가공 방식의 혁신과 효율성 제고에 기여</li> </ul>
시각화, 인포메틱스, 디지털제조기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>부식 및 고온처리를 위한 임베디드 센서, 측정, 컨트롤 시스템 부문에 적용</li> <li>제품 설계, 제조, 출시 속도를 높여 차별화 요소로 부각</li> </ul>

자료: Capturing Domestic Competitive Advantage In Advanced Manufacturing (PCAST, 12.7)

### 3. 혁신 생태계의 조성

□ 혁신생태계 조성으로 지속적 제조혁신 기반을 마련

○ 국가 제조혁신네트워크(National Network of Manufacturing Innovation Institute, NNMI)의 구축

- 미국의 R&D 활동을 제조업의 혁신제품 개발로 연결시키기 위해 중점적으로 추진하고 있는 프로그램으로 AMP 2.0을 통해 구체화

• R&D 기술개발과 제조공정의 수준을 기술성숙도(TRL)와 제조성숙도(MRL)로 평가하여 4~7단계 분야를 대상으로 시행

- 민간기업, 주요 대학, 정부기관 등이 새로운 유망 기술 분야 등에 대한 공동 투자를 진행할 수 있도록 유인책 및 정책적 지원

<표 3-4> NNMI의 대상 분야 기술성숙도 및 제조성숙도

기술성숙도(TRL)와 제조성숙도(MRL)			
TRL1	Basic principles observed and reported	MRL1	Manufacturing feasibility assessed
TRL2	Technology concept and/or application formulated	MRL2	Manufacturing concept defined
TRL3	Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof of concept	MRL3	Manufacturing concepts developed
TRL4	Component and/or breadboard validation in a laboratory environment	MRL4	Capability to produce the technology in a laboratory environment
TRL5	Component or breadboard validation in a relevant environment	MRL5	Capability to produce prototype components in a production relevant environment
TRL6	System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment	MRL6	Capability to produce prototype system or subsystem in a production relevant environment
TRL7	System prototype demonstration in an operational environment	MRL7	Capability to produce systems, subsystems or components in a production relevant environment
TRL8	Actual system completed and qualified through test and demonstrated	MRL8	Pilot capability demonstrated; Ready to begin Low Rate Initial Production
TRL9	Actual system proven through successful mission operations	MRL9	Low rate production demonstrated; Capability in place to begin Full Rate Production

주 : 붉은 박스는 NNMI가 대상으로 설정한 TRL과 MRL

자료: White House(2013)

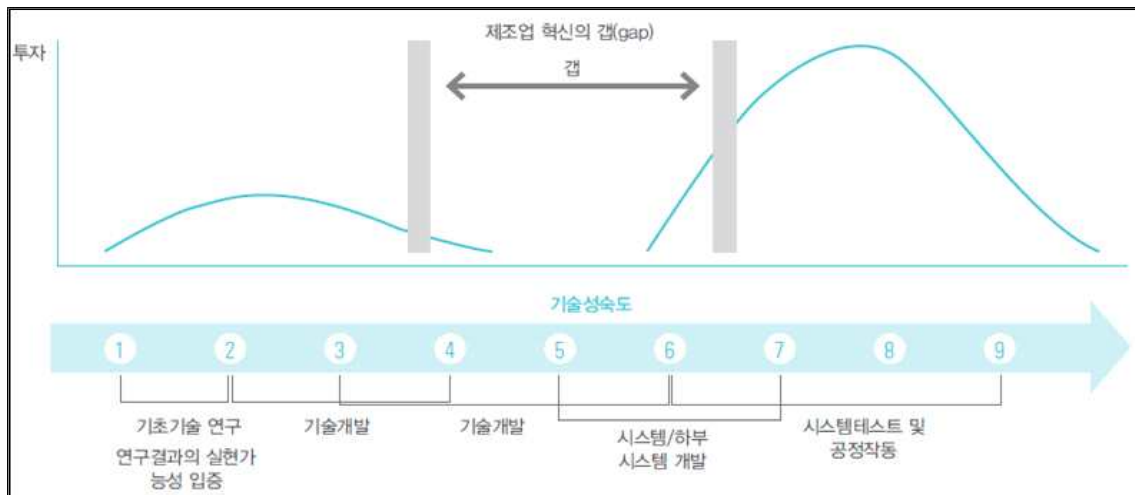
○ NNMI에는 첨단 제조기술 분야의 지역별 제조혁신연구소 (Manufacturing Innovation Institutes, MIIs)가 연결

- 제조혁신연구소는 응용연구를 통한 기술 개발, 시제품 개발, 제조 SW 개발, 교육 및 인력 개발 관련 업무를 담당



- 즉, 응용연구와 제품개발 사이의 간극을 메우는 역할을 수행하며 지역 제조업 혁신의 허브 역할을 위해 설계
- 동시에 참여 기관간 네트워킹, 공동투자 등을 통해 미국내 투자 및 생산을 유발할 수 있는 유망 기술분야에 대한 공동투자 촉진의 역할을 수행
- 3D프린팅(Additive manufacturing), 경량소재(Lightweight materials), 차세대 전력(Next generation power electronics), 디지털디자인 및 제조(Digital design & fabrication), 복합소재(Complicated materials) 등 첨단 제조기술 분야를 담당
- 향후 전국적으로 15개의 제조혁신연구소 개설이 진행중

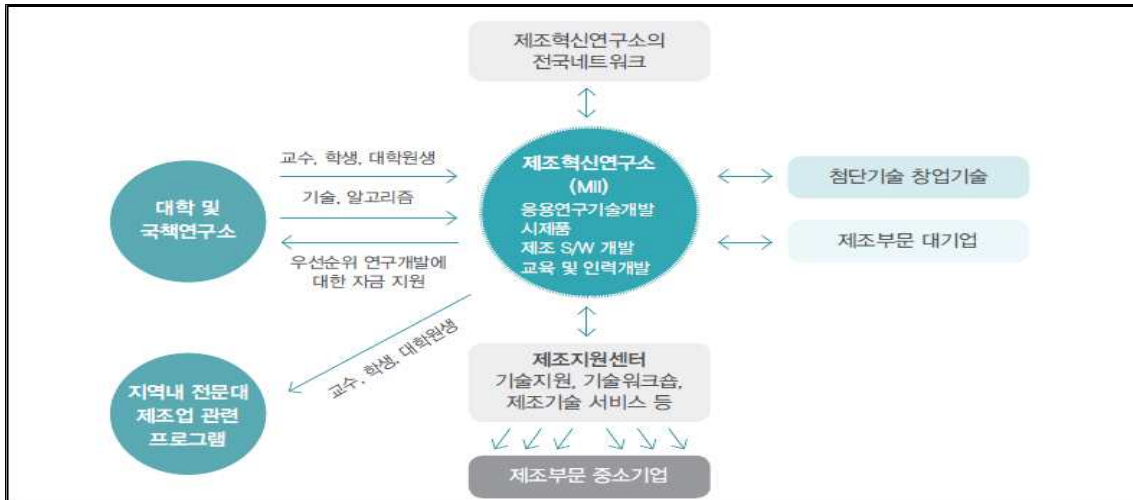
<그림 3-1> 제조혁신연구소(MIIs)의 설립배경



자료: 장석인(2016), 원자료는 U.S. President's Council of Advisors on Science and Technology(2012), p.21

- 특히, 참여기업에 대한 실질적 도움이 될 수 있도록 최첨단 설비와 장비의 활용, 제조 전 과정에 대한 근로자의 재교육 및 훈련 기회를 제공

<그림 3-2> 제조혁신연구소(MIIs) 모델 개념도



자료: U.S. President's Council of Advisors on Science and Technology(2012), p.23

- 국가제조혁신네트워크 프로그램을 통한 첨단 제조업의 경쟁력 제고는 물론, 지역별 기업의 활성화를 통한 지역경제의 활성화 및 일자리 창출의 효과를 추구
- 특히, 단발성 프로그램에 그치는 것이 아니라 지속적이며 장기적으로 추진되는 과정에서 국가 경제에 긍정적인 정책 효과를 발현

#### 4. 4차 산업혁명으로의 연계

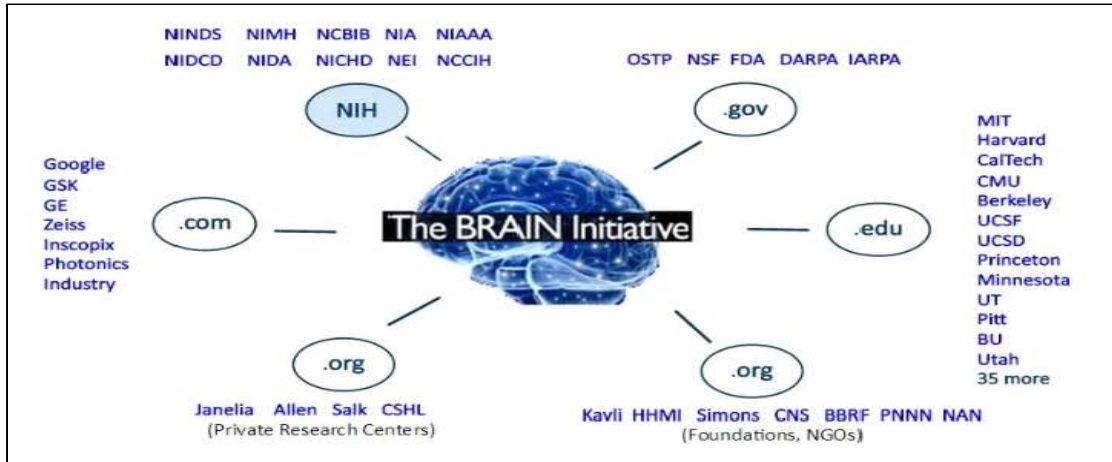
- (인공지능, AI) 인공지능의 개발 및 선점을 위해 백악관 중심의 범정부적 차원의 대규모 정책을 진행<sup>16)</sup>
- (Brain Initiative) 인간두뇌 중심의 체계적인 인공지능 연구개발을 위한 정책 수립(2013.3)을 통해 원천기술을 확보<sup>17)</sup>
  - 신경과학 기술을 통해 두뇌의 뉴런활동에 관한 Map 작성을 목표로 출범하였으며 산·학·연의 다양한 주체가 공동으로 참여

16) KIET 산업경제, 「각국의 인공지능(AI) 선점을 위한 개발경쟁 실태: 한미일중을 중심으로(2016.1, 산업연구원)」의 내용을 정리

17) Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies Initiative(www.whitehouse.gov/brain)

- 미국 국립보건원(NIH), 방위고등연구계획국(DARPA), 국립과학재단(NSF) 등이 참여

<그림 3-3> Brain Initiative Overview



자료: <http://brainmapping.onair.cc/>

- 향후 10년 동안 산·학·연 협력을 통해 30억 달러 규모의 인공지능 개발을 추진(백악관 과학기술 정책국, Office of S&T Policy)
  - 특히, 기초연구에 집중함과 동시에 다양한 기업의 참여를 통해 R&D와 산업화의 연계를 촉진함으로써 연구개발 성과의 상용화 기간을 최소화하는 전략적 접근을 추진
  - 이를 위해 기초연구분야에 전체 예산의 약 80%를 책정하였고 나머지 20%는 관련 장비 및 시스템 등에 책정
  - Brain-Computer Interface, 두뇌스캔 이미지 촬영 및 분석용 초미니 형광성 현미경과 시스템 개발, 슈퍼컴퓨팅 활용 두뇌시뮬레이션 등의 연구에 전체 예산의 약 20% 책정
- (인공지능 100년 연구(AI 100)프로젝트) 스탠포드대학 중심의 AI에 대한 장기 연구 프로젝트로서 인공지능의 발전이 가져올 다양한 영향에 대한 연구를 수행하기 위해 수립(2014)<sup>18)</sup>

- AI 관련 산·학·연·법·정치·경제 분야 전문가 17인으로 구성된 전문가 그룹을 조직
  - AI의 영향력과 연구동향, 2030년까지 미국내 주요도시에 미칠 8대 분야별 사회적 영향 및 정책방향을 제시<sup>19)</sup>
    - 「인공지능과 2030년의 삶(Artificial Intelligence and Life in 2030)」 보고서 발표 내용(2016.9)이며 이는 향후 100년 이상 지속될 인공지능 관련 연구의 출발을 의미
- (국가 AI R&D 전략 계획 및 AI의 미래 준비) AI의 중요성과 미국 정부가 담당해야 할 업무를 중심으로 정책적 권고를 제시(2016.10)
- AI에 대한 R&D의 중요성을 적극 고려함으로써 국가적 R&D 투자 우선 순위를 높게 채택하고 전략적 투자를 수행해야 함을 제시<sup>20)</sup>
    - AI를 인간의 삶, 교육, 노동, 의사소통, 안전 등에 획기적 변화를 야기하며 사회·경제적 혜택을 창출할 수 있는 혁신 기술로 평가
  - AI의 미래준비를 위해 민간과 협력, 공공데이터 개방, AI 연구개발 및 전문인력의 양성, 초중등학교 및 대학의 AI 교육, AI의 고용 영향, AI관련 국제협력 등을 제시<sup>21)</sup>
- (SyNAPSE 프로젝트) 차세대 두뇌형 반도체(인공지능 반도체)개발을 위해 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency) 지원으로 시작된 민관합동 프로젝트(2009)<sup>22)</sup>
- 현재 AI 하드웨어 분야 차세대 두뇌형 반도체인 뉴로모픽

18) AI100: One Hundred Year Study on Artificial Intelligence Project(<http://ai100.stanford.edu>)

19) 8대 분야로는 교통, 로봇, 의료, 교육, 빈곤지역, 공공안전, 고용, 엔터테인먼트 등이 포함,

20) 국가 AI R&D 전략계획(The National AI R&D Strategic Plan, White House, 2016.10)

21) AI의 미래준비(Preparing for the Future of Artificial Intelligence, White House, 2016.10)

22) SyNAPSE(Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics,

<http://celest.bu.edu/outreach-and-impacts/the-synapse-project>

[www.darpa.mil/program/systems-of-neuromorphic-adaptive-plastic-scalable-electronics](http://www.darpa.mil/program/systems-of-neuromorphic-adaptive-plastic-scalable-electronics)

## (Neuromorphic)칩 개발을 진행

- 뉴로모픽이란 방대한 데이터처리(빅데이터)에 소요되는 전력을 두뇌수준으로 줄이기 위해 뉴런신경계를 반도체 회로기술로 구현하는 컴퓨터 기술
- 자율주행자동차, 공공치안, 군수산업 등의 분야에 핵심부품으로 활용 계획을 수립
- 2014년에 이미 100만개의 뉴런 및 2억 5,600만개의 시냅스가 작동하는 뉴로모픽 컴퓨팅칩(Neuromorphic Computing Chip)이 IBM에 의해 개발

□ (SmartAmerica Challenge) 2기 PIF 프로그램 가운데 하나로 제시된 연구프로젝트로서 사물인터넷(IoT)과 관련된 사이버-물리시스템(CPS) 중심의 디지털 혁신 전략<sup>23)</sup>

○ SAC는 4차 산업혁명의 대표적 기반기술에 해당하는 CPS 관련 프로그램으로 새로운 가치와 일자리 창출 등 생활 밀착형 융합 CPS 프로그램으로 미국의 디지털 혁신 전략으로 평가

- CPS의 활용이 산업계에 국한되는 것이 아니라 전 국가 차원으로 확대될 것이 예상됨에 따라 SAC가 출범

• 4차 산업혁명이 언급되기 이전인 2007년에 이미 대통령과학기술자문위원회(PCAST)에서 제출한 NITRD분야 보고서에서 등장<sup>24)</sup>

• 2010년 PCAST에서는 미국의 최우선 핵심연구 아이টে็ม으로 발표

•

- 개별적·독자적으로 구축되어 운영되던 기존의 개별 CPS 시스템의

23) PIF(Presidential Innovation Fellows)는 미국 정부가 추진하는 IT 프로젝트에 창의성을 불어 넣고 높은 성과를 도모할 목적으로 정부 안팎의 최고 혁신가를 참여시키는 제도  
(<http://www.whitehouse.gov/InnovationFellows>)

24) NITRD(Networking & Information Technology Research and Development, 2007)

상호연동을 통해 국가·사회의 각 영역에 가져올 다양한 혜택 (Benefits)을 제시

- Smart Manufacturing, Healthcare, Smart Energy, Intelligent Transportation, Disaster Response, Defense, Home/Building 등이 핵심 응용분야로 제시

- SAC는 기존의 학술적·이론적 단계에 그치던 CPS R&D 전략이 실질적인 국가 경제적 이익의 창출을 위한 개방형 CPS R&BD로 전환 되었음을 의미

○ SAC는 각 분야별로 구축되어 있는 개별 CPS의 통합을 통해 CPS 테스트베드와 데이터센터를 연계하는 통합 CPS의 구축을 목표

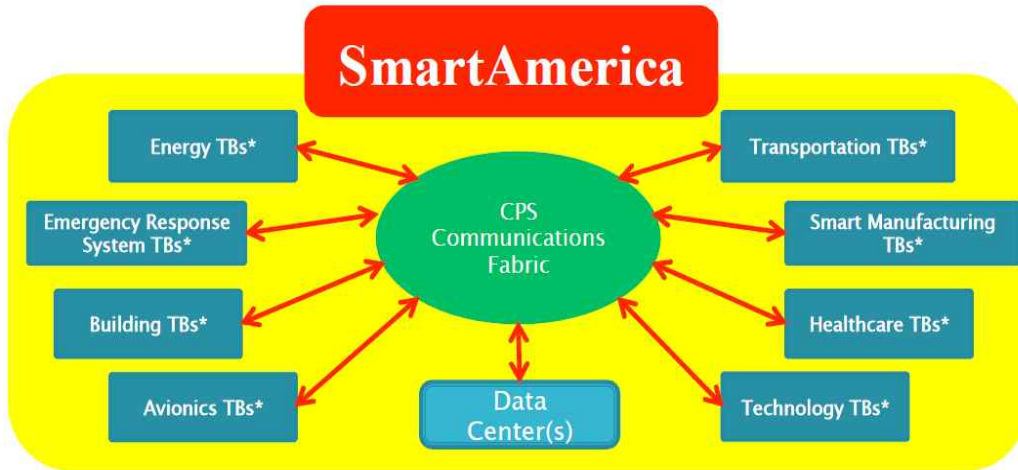
- 7개의 핵심 응용분야에서 이루어지고 있는 CPS 연구개발 결과를 CPS 테스트베드를 통해 통합

- 핵심 응용분야로 생산공정, 교통, 전력, 헬스케어, 홈·빌딩, 국방, 재해 대응 등 7개 분야를 제시

- 통합 CPS테스트베드를 기반으로 일상생활과 국가에 미치는 경제적 이득을 측정·검증·제시하는 것을 추진하고 있으며 이를 위해 다음의 <그림3-4>와 같은 구조로 구축

- 개별 CPS 테스트베드(TB)가 통합 CPS 테스트베드(CPS Communications Fabric)와 연결되고 필요 데이터를 공유(Data Center)하고 상호 연동운용

<그림 3-4> SmartAmerica Challenge의 구조



자료: SmartAmerica Challenge(2013)

- 현재 SAC 프로그램에는 정부기관 포함 약 100여개의 단체가 참여하고 있으며 통합 CPS 테스트베드의 구축을 위해 20개 이상의 CPS 관련 프로그램에 대한 검토가 진행중

○ 2014년 2기 SAC에 해당하는(round 2 of SmartAmerica Challenge) Global City Teams Challenge(GCTC)를 개시(2014.9)

- 보다 효율적인 도시자원 관리를 위한 첨단 엔지니어링과 IT의 적용을 통해 거주민의 건강, 안전, 교육 및 교통 문제의 해결을 목표
- 도시문제의 해결을 위한 기존의 접근은 개별 도시 및 지역별 프로젝트였으나 GCTC는 기준과 수단 등에 대한 인식과 공유를 전세계의 도시들과 문제해결을 위한 기술혁신과 협업을 유도하는 것이 가능
- GCTC의 일환으로 교통문제에 대한 워크샵이 개최되었고 스마트시티관련 경향, 금융, 네트워크개발, 물류, 규제 등에 대해 논의
- Global City Teams Challenge SuperCluster Workshop on Transportation(2017.2)

- (Big Data) 빅데이터 분야에 대한 적극적 연구개발 투자를 통한 핵심 기술의 확보 추진
- 대통령 과학기술자문위원회(PCAST)에서 보고한 「Designing a Digital Future」 은 빅데이터 관련 기술투자의 필요성 제시가 핵심(2010.12)
  - 미국의 연방정부 및 각 기구에서 추진중인 빅데이터 전략이 데이터의 지식화로 전환되어야 함을 주장하며 이를 실현할 수 있는 핵심 기술 개발에 주력할 것을 강조
- Big Data Senior Steering Group(Big Data SSG)이 구성되어 연방 정부 차원에서 수행해야 할 빅데이터 관련 연구개발 활동을 규정(2011)
  - 특히, Big Data SSG는 빅데이터와 관련해 기관 간 협력의 기회를 제공하고 국가주도 전략의 목표를 제시하는데 목적
  - 2012년 3월 White House Big Data R&D Initiative가 시작되었으며 이를 통해 Big Data SSG의 활동이 더욱 활발히 진행
  - 2016년 5월 「The Federal Big Data Research and Development Strategic Plan」 보고서 발표를 통해 7가지의 전략을 제시
    - Big Data R&D에 대한 핵심전략의 틀을 제시함으로써 Data Science 및 혁신에서의 국가 경쟁력 제고와 향후 데이터 집약적 도전 과제에 대한 대비를 목표
    - 7가지 전략은 각각 Big Date Research and Development와 관련하여 핵심적 영역을 대표



〈표 3-5〉 빅데이터 연구개발 7가지 전략

1. Create next-generation capabilities by leveraging emerging Big Data foundations, techniques, and technologies
2. Support R&D to explore and understand trustworthiness of data and resulting knowledge, to make better decisions, enable breakthrough discoveries, and take confident action
3. Build and enhance research cyberinfrastructure that enables Big Data innovation in support of agency missions
4. Increase the Value of data through policies that promote sharing and management of data
5. Understand Big Data collection, sharing, and use with regard to privacy, security, and ethics
6. Improve the national landscape for Big Data education and training to fulfill increasing demand for both deep analytical talent and analytical capacity for the broader workforce
7. Create and enhance connections in the national Big Data innovation ecosystem

자료: The Federal Big Data Research and Development Strategic Plan(2016. 5)

## 제2절 산업계 동향

### 1. 기업간 협업을 통한 4차 산업혁명 대응

민간이 주도하고 정부는 지원

○ 미국은 자국의 강력한 ICT 기술, 특히 클라우드 컴퓨팅 기술 기반의 첨단기술 활용을 통해 4차 산업혁명을 추진

○ 미국 4차 산업혁명의 추진 핵심은 민간에 의해 주도되고 있는 산업인터넷(Industrial Internet Consortium, IIC)으로 평가

- IIC는 GE가 주축이 되어 AT&T, Cisco, Intel, IBM 등 5개 사에 의해 구축(2015.4)되었으며 현재 160개 이상의 조직이 참여

○ IIC의 중심 역할을 담당하는 GE는 다가오는 IoT 시대에 대비하여 제품 개발, 제조 공정 등 제조업 전반에 IoT가 활용되는 ‘산업인터넷 (Industrial Internet) 전략 발표

- 산업인터넷이란 지능적 기업 운영을 가능케 하며 급변하는 비즈니스 환경에 대비하기 위한 첨단 데이터 분석학을 활용하는 IoT, 기계류, 컴퓨터, 사람을 통칭하는 용어로 사용<sup>25)</sup>
- 산업인터넷 전략은 산업 분야에 대한 IoT의 접목을 통해 제품진단, SW 솔루션 결합 등을 통해 기존 생산설비나 운영체계의 최적화 실현을 목표로 설정

□ 산업인터넷 기반의 4차 산업혁명

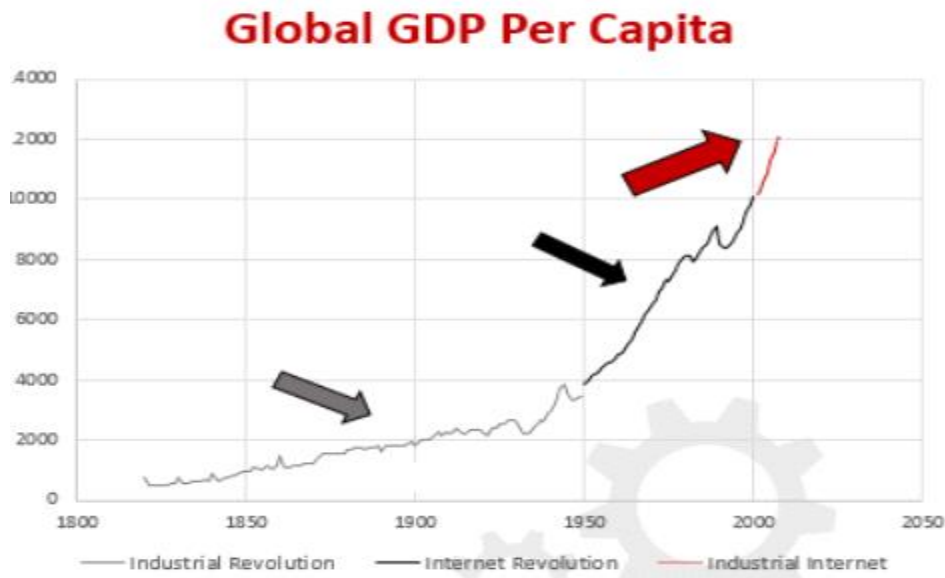
○ 산업인터넷 도입에 따른 경제적, 사회적 파급효과가 거대할 것으로 추정

- 산업인터넷의 활용으로 인해 향후 20년간 세계 GDP가 약 10~15조 달러 증가할 것으로 추산(GE)
- 사업과 인력에 대한 디지털화는 2020년경에 이르러 현재의 지식노동자 3명 중 1명을 대체할 것으로 전망(Gartner)
- 2025년까지 매년 약 2.7~6.2조 달러 규모에 달하는 경제적 파급력을 보일 것으로 예측 (McKinsey Global)
- 운영비용의 감소, 운영효율성의 제고, 자원 절약, 생산성의 제고 등과 같은 경제적 편익 외에도 건강 증진, 인프라, 공공부문의 서비스 및 환경 개선과 같은 삶의 질 측면에서의 개선도 이루어질 것으로 기대

---

25) 원문의 정의는 다음과 같음. Industrial Internet is the term used to describe an internet of things, machines, computers, and people, enabling intelligent industrial operations, using advanced data analytics for transformational business outcomes.(2015, Industrial Internet Consortium fact sheet)

〈그림 3-5〉 산업인터넷의 도입과 경제적 파급효과



자료: Overview of the Industrial Internet Consortium(2015)

□ 다양한 형태의 기업 연합조직 구축

○ IIC 외에도 4차 산업혁명과 제조혁신의 성공적 수행을 위한 다양한 기업 연합이 존재하며 미국 정부에 의한 적극적 지원이 병행

- (AllSeen Alliance) IoT에 대한 정보 공유와 함께 지능적 정보 운영을 실현하기 위해 전 업계를 아우르는 공동 시책을 추진

- 2013년 설립되었으며 마이크로소프트, 퀄컴, 실리콘이미지, LG전다 등 현재 159개사가 참여

- (Open Interconnect Consortium) 표준통신 프레임워크를 정의하여 다양한 산업분야에 대한 광범위한 응용을 가능케하기 위한 조직으로 약 250억 개의 차세대 스마트 디바이스의 접속을 추진

- 2014년 설립되었으며 시스코, GE, 인텔, 미디어텍, 삼성 등 79개사가 참여하고 있으며 IoT기기의 상호 운용성 촉진을 위한 표준화 규격의 정의 및 표준규격의 오픈소스 탑재를 제공

- (Thread) 홈오토메이션용 네트워크 프로토콜의 설계 및 개발을 통해 가정 내에서의 주변기기의 상호 운용과 보안을 제고를 목적으로 설립

〈표 3-6〉 4차 산업혁명 주도하는 미국의 민간 기업 협의체

명칭	IIC	Allseen Alliancde	OIC	Thread
목적	산업 인터넷과 IoT의 보급 추진	IoT에 대한 연속적인 정보공유와 지능적 정보 운용을 실현하기 위해 업계횡단적인 공동시책 추진	다양한 산업분야에서 광범위한 응용이 가능한 표준통신 프레임워크를 정의	가정내에서의 주변기기의 보안 및 상호운용을 위해 홈오토메이션 NW 프로토콜 설계 및 개발
개요	-GE, 시스코, IBM 등 5대 거대 기업 주도로 출범 - 산업 인터넷과 IoT의 탑재를 통해 혁신을 가속화함과 동시에 정보를 교환하는 오픈포럼을 추진	-AllJoin 오픈소스 프로젝트를 계기로 조직화	-IoT기기의 상호 운용성을 촉진하기 위해 표준규격을 정의하고 표준규격의 오픈소스 탑재를 제공	-대응제품 개발을 위한 SW키트를 제공 - 무선 규격 802.15.4를 기초로 한 메시 NW 구축
설립년도	2014년	2013년	2014년	2014년
참가기업	163개 사	159개 사	79개 사	127개 사
대표기업	GE, AT&T, 시스코, 인텔, IBM 등	MS, 퀄컴, 실리콘이미지, LG전자 등	시스코, GE, 인텔, 미디어텍, 삼성 등	델타티, 네스트랩스, 프리스케일 등

자료: 하원규, 최남희, 제4차 산업혁명, 2015.

## 2. 기업별 4차 산업혁명 대응<sup>26)</sup>

### (1) GE : 4차 산업혁명의 선두주자

□ 전통 제조기업에서 소프트웨어 기업으로

○ 138년 전통을 가진 전통 제조기업인 GE가 현재 미국 실리콘밸리에서 가장 주목받는 기업으로 변화

- 발명왕 토머스 에디슨이 1878년 세운 조명회사가 모태이며 지금도 세계 항공기 엔진 시장의 60%를 장악한 절대 강자 제조기업

- 제프리 이멀트 GE 회장은 2015년 10월 연례 디지털 콘퍼런스 ‘마인드+머신’에서 “2020년까지 세계 10대 소프트웨어 기업이 되겠다”고 선언

- 이후 곧바로 세계 정보기술(IT) 산업 중심지인 실리콘밸리 북부 샌라몬에 GE디지털을 설립

○ GE내의 모든 디지털 역량이 결집한 GE 디지털은 연간 5억 달러(약 5,500억 원) 이상을 소프트웨어 분야에 투자

- 소프트웨어 개발자만 1만5000명을 확보하였고(2015년 10월 기준). 이는 세계 최대 SNS 업체 페이스북(약 1만2000~1만3000명 추산)보다 많은 수준

· 세계 최대 소프트웨어 기업 구글(2만3000명 추산)과 비교해도 65% 정도에 달하는 것으로 추산

- 단순히 숫자만 많은 게 아니라 실리콘밸리 IT 기업들이 GE디지털 인력을 빼가려 할 정도로 우수한 인력으로 평가

26) 한국경제신문 “4차 산업혁명 현장리포트” (2016.10.16.) 참조

- 매출의 절반 이상이 서비스 부문에서 창출
- 아이디어가 떠오르면 즉석에서 자판기로 전자부품을 뽑아 조립하거나 3D 프린터로 시제품을 만들어 테스트가 가능
  - 과거에는 고객이 원하는 제품을 만들기 위해 수년에 걸쳐 제품을 개발했지만 지금은 한 달여 만에 신제품의 출시가 가능
- 업무방식의 변화 뿐만아니라 세계최초 산업인터넷 운영체제인 Predix를 개발(2016)
  - Predix는 PC 시대 마이크로소프트(MS)의 윈도우, 스마트폰 시대 구글의 안드로이드나 애플의 iOS에 비견될만큼 4차 산업혁명 시대에 중요한 역할을 할 것으로 예상되는 소프트웨어로 평가
  - 항공기 엔진, 발전기 터빈 등에 센서를 부착하여 판매하고 있으며 이를 통해 데이터를 수집해 실시간으로 고장 또는 오작동 여부를 파악
    - 판매된 GE 항공기 엔진의 60~70%는 고장이 발생하기 이전에 미리 원격 수리를 통해 처리됨으로써 유지보수 비용의 획기적 절감이 가능
  - 여기서 Predix가 핵심적 기능을 수행하는 소프트웨어에 해당
  - 인텔, IBM, 오라클, 인포시스 등 200여 글로벌 IT 기업이 Predix 진영에 합류해 산업인터넷 컨소시엄을 구성
  - 현재 전 세계 1만9천여 명의 개발자가 Predix 내에서 앱 개발을 진행하고 있으며 2016년 말까지 2만여 명 이상으로 증가할 것으로 예상

<그림 3-6> Predix를 활용한 GE의 항공기 엔진 정비 서비스



- 현재 GE 전체 매출의 절반 가량이 서비스 부문을 통해 창출
  - GE는 장기적으로 이 비중이 70~80%까지 높아질 것으로 전망
  - 즉 발전소에 가스 터빈을 판매하는 것보다 가스 터빈의 유지보수를 통한 수익이 더 높은 것을 의미
  - 그레그 페트로프 GE디지털 최고경험책임자는 “과거에는 물건만 팔았다면 지금은 소비자의 이용 패턴과 경험을 읽고 그에 맞는 서비스를 제공해야 한다” 며 “경험과 솔루션을 팔지 못하는 제조업은 살아남기 힘들다” 고 평가
  - 2013년 현재 약 2억9000만 달러이던 산업인터넷 분야 매출이 2015년에는 약 17배 증대된 50억 달러 규모로 증가
- GE의 산업인터넷 서비스
- Predix(프레딕스)
  - GE가 개발한 세계 최초의 산업인터넷 운영 플랫폼

- 프리딕스 도입 이후, 1만1000여명의 외부 개발자가 플랫폼에 등록하였고 100개 이상의 앱이 운영되고 있는 상황

#### ○ 브릴리언트 제조

- GE의 스마트 공장인 ‘브릴리언트 공장 (Brilliant Factory)’ 의 핵심 기술
- 데이터를 수집, 연결, 분석해 통찰력을 제공해 제조사들이 비용과 위험을 절감하는 동시에 생산 목표를 맞출 수 있도록 지원하는 솔루션
- 자동화, 산업인터넷, 3D프린팅 등 하드웨어와 소프트웨어 기술이 통합된 디지털 첨단제조 시설의 비전

#### ○ 디지털 파운드리 (Digital Foundry)

- 신생 스타트업을 지원하며 고객과 함께 소프트웨어 솔루션 관련 협업을 진행하는 디지털 사업의 거점으로 기능
- 학문적으로, 또는 타사의 소프트웨어 발전을 공동으로 모색하며 산업인터넷 생태계의 확장에 기여할 것으로 전망

#### □ 패스트웍스

#### ○ 조직 내 사내기업가 정신(Intrapreneurs)을 고취하고 스타트업 기업과 같은 민첩성을 갖추으로써 시장과 고객에 신속히 대응하고 리스크를 낮추고 동시에 성공 가능성을 제고하기 위한 혁신적인 업무 방식임

- GE의 새로운 성장 전략인 ‘Simplification(간소화)’ 실현을 위해 2013년 도입된 새로운 혁신 경영 기법
- 제품의 안전과 품질을 유지하면서 절차를 간소화해 NPI(New Product Introduction)의 속도를 획기적으로 줄이는 혁신적 경영 기법



- 패스트웍스의 핵심요소는 절차의 간소화와 고객과의 지속적인 소통
- 제품 개발 진행 과정에서 지속적으로 고객 피드백을 받고 이를 제품 개발 및 모든 과정에 수시로 반영함으로써 고객 만족도와 성공 가능성을 동시에 제고
- 전사적으로 400개 이상의 패스트웍스 프로젝트를 진행(2015년 기준)

## (2) 마이크로소프트(MS) : 디지털 변혁

□ 사티아 나델라 MS 최고경영자(CEO) 취임에 따른 변혁

○ ‘대담한 야망과 우리의 핵심가치(Bold Ambition & Our Core)’ 라는 제목의 이메일을 통해 자신의 비전을 공유하면서 담대한 변화를 예고

- ‘모바일 퍼스트, 클라우드 퍼스트(Mobile first, Cloud first)’ 비전을 제시하며 동시에 MS의 핵심역량을 ‘플랫폼과 생산성을 제공하는 회사’ 로 규정
- ‘MS가 ‘모바일 & 클라우드 시대’ 를 선도하기 위한 근본적인 혁신을 이끌어 내고, ‘플랫폼 기업’ ‘생산성 기업’ 으로 변화할 수 있도록 모든 기술과 솔루션을 재정의하는 작업에 돌입
- MS의 행보는 기대 이상의 실적으로 이어지고 있으며 최근 5년간 MS 주가가 2배 이상 상승

□ 데이터 투자 강화

○ 사티아 나델라 CEO는 “데이터는 미래의 전기(電氣)” 라고 강조함. 전기가 2차 산업혁명을 촉발했듯 방대한 데이터는 미래를 완전히 뒤바꿀 것이라고 전망

- 증기기관-전기-정보기술(IT)에 이어 ‘데이터’ 가 4차 산업혁명의 핵심 동력이 될 것으로 분석하고 데이터 부문에 대한 투자를 강화

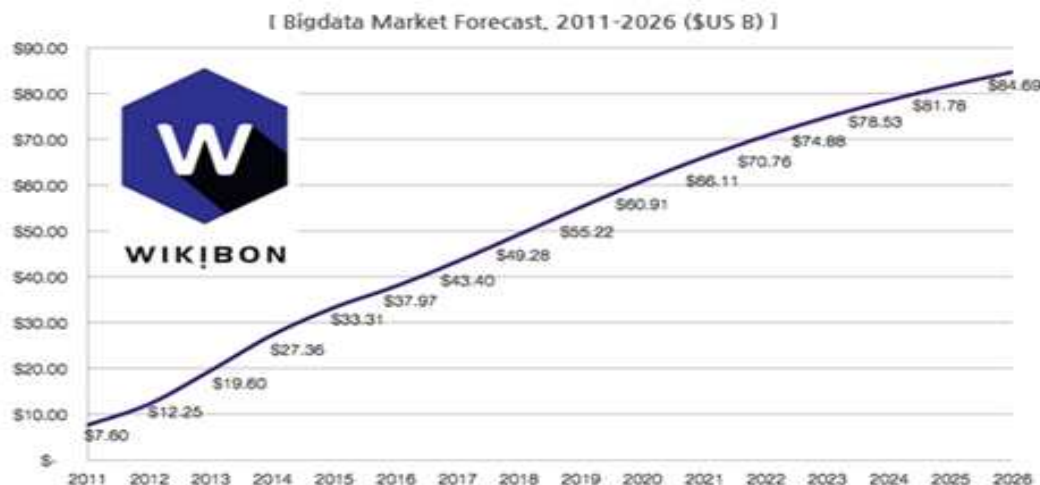
○ 바닷 속에 데이터센터를 구축하는 ‘나틱(Natick) 프로젝트’ 를 추진

- 세계 인구 절반이 바다로부터 200km 이내에 거주하고 있다는 점에 착안한 아이디어
- 사용자와 가까운 바닷 속에 데이터센터를 구축하면 빠르고 효율적인 데이터 관리가 가능
- 수심 100m에서 조류를 이용한 냉각과 동력 확보가 가능할 정도로 시스템을 개발하는 게 목표
- 해저 데이터센터는 공간 제약이 없어 장비 증설 시에도 유리

○ MS는 ‘데이터 시각화(data visualization)’ 기술에도 투자를 강화

- 수십 년간 쌓인 지진 데이터, 사건·사고 데이터 등을 컴퓨터 화면에서 3차원(3D) 그래픽으로 한눈에 볼 수 있게 해주는 기술을 개발
- 지진이나 태풍 등 자연재해의 시대별, 계절별, 지역별 특성의 파악으로 특정 지역 특정 시점에서의 지진 발생 가능성에 대한 예측이 가능

<그림 3-7> 향후 데이터에 대한 투자 추이 전망



- 자동차 사고나 전염병 등도 데이터 시각화를 통해 분석이 가능하며 보험회사가 사고를 분석해 보험료를 산정할 때도 이러한 기술 활용할 수 있을 것으로 전망

○ 데이터에 기반한 실시간 자동번역 서비스에도 투자를 강화

- 이미 50여개 언어의 실시간 텍스트 번역 서비스가 가능하며 영어 스페인어 중국어 등 8개 언어의 경우 실시간 음성 통역 서비스까지도 가능

□ 융합현실(Mixed Reality, MR)기술 개발

○ 가상현실(VR)과 증강현실(AR)을 결합한 이른바 ‘융합현실(MR·mixed reality)’ 기술을 주도

- 헤드셋 형태의 ‘홀로렌즈’ 기기(그림 3-8 참고)를 통해 콘텐츠를 확대

<그림 3-8> MR용 홀로렌즈 기기



- 글로벌 기업은 제품개발, 마케팅, 정비실습, 비행훈련 등 다양한 분야에서 홀로렌즈를 활용

□ 인공지능(AI)과 머신러닝(기계학습) 기술의 개발

○ 2016년 3월 열린 ‘빌드 2016 개발자 콘퍼런스’ 에서 사티아 나델라 최고경영자(CEO)가 ‘모든 것에 인공지능을 붙여넣겠다’ 고 선언

- 몇 년 내에 사람이 서로 대화하듯 사람과 MS의 ‘코타나’ 같은 개인 디지털 비서가 대화할 것으로 전망

- 사람과 챗봇(채팅 로봇)이 대화할 것으로 예상하고 미래는 인간과 기계가 경쟁하는 세상이 아니라 인간과 기계가 함께하는 세상이라고 강조

○ 머신러닝(기계학습) 기술의 다양한 적용

- 미국 타코마 국립고등학교는 MS의 머신러닝 기술을 기반으로 학생 졸업률을 55%에서 78%까지 향상

- 가정생활용품을 판매하는 미국의 피어 원 임포트(Pier 1 Imports)는 오프라인 매장에서 고객이 구매할 것 같은 상품을 미리 예측해 개인화된 서비스를 제공

- 세계적인 엘리베이터 기업 티센크루프는 MS 머신러닝 서비스를 통해 클라우드로 전송된 각 엘리베이터의 속도, 모터 온도, 출입문 오작동 등 모든 데이터를 예측 가능한 모델로 구축하여 사고 발생 이전에 정기점검을 유도

(3) 아마존(Amazon) : 물류 혁신

□ 로봇 등을 활용한 최첨단 물류센터 구축

○ 자동으로 물건을 실어나를 수 있는 ‘키바(Kiva)’ 로봇을 활용해 첨단 자동화 물류센터를 구축

- 키바 로봇을 개발한 키바시스템스를 2012년 7억 7500만달러에 인수

한 뒤 물류 혁신을 추구

- 키바 로봇을 도입하면서 창고의 공간 활용도를 50% 이상 개선
- 2016년 10월 말 현재 전 세계에 보유한 물류센터는 120여 곳이며 이 가운데 키바 로봇 등을 기반으로 첨단 자동화 공정을 적용한 곳은 16곳
- 물류센터에서 로봇 기증기 ‘로보스토(robo-stow)’와 화물용 무인 자율주행차 등도 활용해 물류 혁신을 추진
  - 로보스토는 최대 6톤 무게의 물건을 집어 상단에 있는 컨베이어벨트로 올려주는 역할을 수행해 물류센터 직원의 안전사고율을 감소
  - 창고 자동화 덕에 아마존의 첨단(8세대) 물류센터는 소비자가 주문한 물건을 찾아 선적하는 데 걸리는 시간을 기존 60~75분에서 30분 이내로 감소시키는 것이 가능
- 드론(무인항공기) 활용한 배송 실험
- 최근 드론을 활용한 배송 시스템을 시험 중이며 2.3kg 이하 상품을 16km 범위에서 30분 안에 배송하는 서비스
  - ‘프라임 에어’라는 이름으로 영국 미국 등에서 드론 배송에 나설 계획
  - 배송과 재고 효율화를 위한 빅데이터의 적극 활용이 이루어지고 있으며 잘 팔리는 물품을 분석해 가까운 물류센터에 미리 제품을 배송시킴으로써 “아마존은 소비자가 ‘내일’ 주문할 것을 ‘오늘’ 배송한다”는 평가
- 활발한 로봇 기술 투자

- 아마존로보틱스란 자회사를 두고 로봇 개발에도 많은 투자를 진행
  - 아마존로보틱스는 홈페이지 통해 “역사상 가장 빠른 속도로 로봇 기술이 진화하고 있다” 고 강조
  - 제프 베조스 아마존 최고경영자(CEO)는 미래 기술을 논하는 ‘코드 콘퍼런스 2016’ 에서 “아마존은 1000여명의 직원이 4년째 인공지능을 연구하고 있다” 고 소개

#### (4) 구글(Google) : 인공지능과 가상현실

##### □ 인공지능(AI) 기술투자

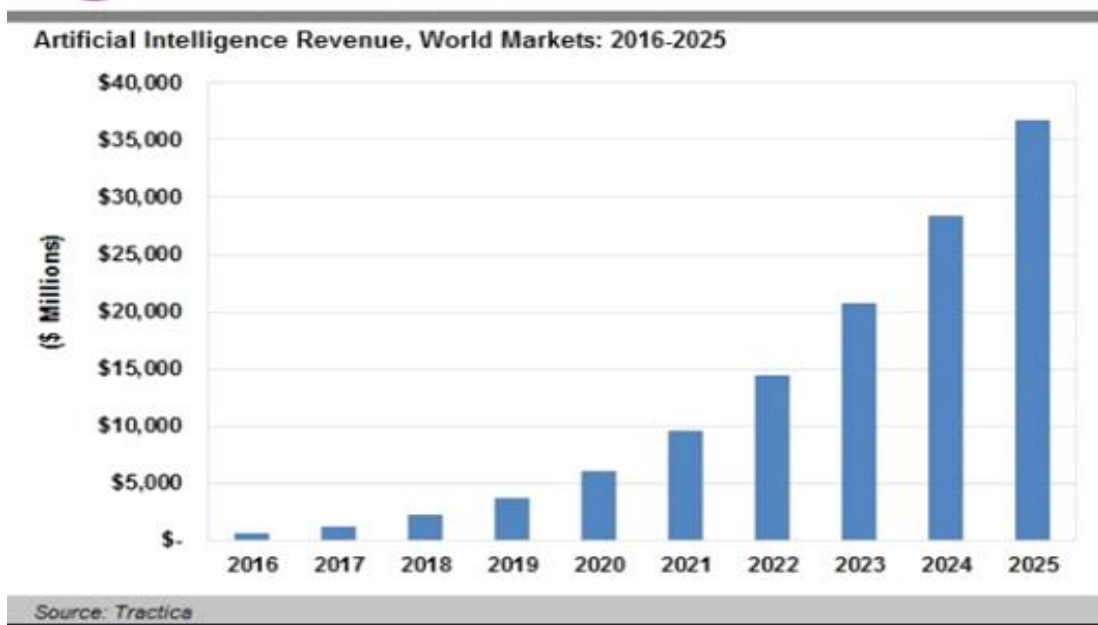
##### ○ 인공지능 메신저 ‘알로’ 개발

- 구글은 2016년 5월 개최한 개발자 회의 ‘구글 I/O’ 에서 새로운 모바일 메신저 ‘알로’ 를 공개
  - 인공지능 기술을 적용해 사람과 대화를 할 수 있는 기능 탑재해 근처 영화관에서 상영하는 영화 시간표를 묻거나 알람을 울려달라고 요청하거나 뉴스를 찾아달라고 알로에게 부탁하는 식으로 작동

##### ○ 인공지능 스마트폰 ‘픽셀’ 개발

- 2016년 10월 이른바 ‘메이드 바이 구글(made by Google)’ 시대를 선언하며 인공지능 기능을 갖춘 프리미엄 스마트폰 ‘픽셀’ 과 ‘픽셀XL’ 2종을 공개
- 자체 개발 스마트폰 ‘픽셀 시리즈’ 는 구글이 설계를 직접 하고, 생산만 대만 HTC에 외주를 준 명실상부한 구글폰
  - 픽셀에는 구글의 최신 모바일 운영체제(OS) 안드로이드 7.1이 탑재

<그림 3-9> 세계 인공지능 시장



○ 스마트홈 서비스와 인공지능의 결합

- 대화형 음성 비서 서비스인 ‘구글 어시스턴트’ 를 이용할 수 있는 블루투스 스피커 겸 스마트홈 서비스 ‘구글홈’ 을 공개
- 인공지능 스마트폰과 마찬가지로 기본적 비서 기능과 함께 구글플레이 뮤직, 유튜브 뮤직, 스포티파이, 판도라 등 음악 서비스 이용이 가능하며 구글 네스트, 삼성 스마트싱스, 필립스 휴 등의 스마트홈 기기와의 연동

□ 가상현실(VR) 서비스

○ 가상현실 기기 ‘카드보드’ 와 ‘데이드림 뷰’

- 2014년 골판지로 만든 초저가형(약 20달러) 가상현실 기기 ‘카드보드’ 를 출시해 시장 활성화 시도
- 2016년 11월에는 누구나 자신의 스마트폰으로 쉽게 가상현실 체험을 할 수 있도록 한 ‘데이드림뷰’ 를 공개

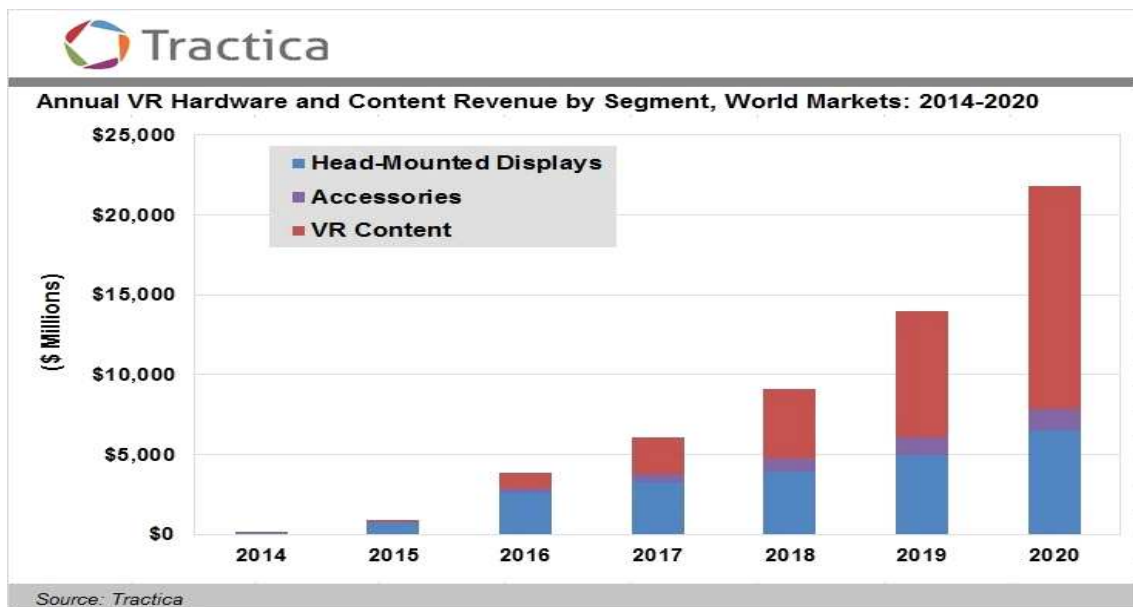
(5) 페이스북(Facebook) : 가상현실 기기

□ 가상현실(VR) 기기 개발

○ 페이스북의 오쿨러스 인수 및 가상현실 기기 투자

- 2014년 가상현실 기기 전문업체인 오쿨러스를 인수하였고 이후 2억 5천만 달러를 투자 외에 추가로 2억5000만 달러를 투자할 예정
- 가상현실 기기와 콘텐츠 시장의 지속적으로 성장 전망에 근거해 향후 주고 가상현실 콘텐츠 개발 분야에 투자 집중 계획

<그림 3-10> 가상현실 기기와 콘텐츠 시장 성장 추이 전망



□ 빅데이터 분석

○ 페이스북의 빅데이터 분석은 이용자들이 공유하는 콘텐츠의 의미를 이해하는 것에 중점

- 사람의 얼굴을 97.25%의 정확도로 알아내는 ‘딥 페이스(Deep Face)’ 기술을 개발하고 사진 속의 사물과 인물을 구별하고 내용



을 인식하는 성능을 갖추었으며 자동으로 텍스트를 번역하는 등 인공지능 기술과도 접목

- 소셜네트워크서비스(SNS)와 메신저 이용자들의 텍스트를 분석해 사람처럼 대화하는 인공지능(AI) 서비스를 개발
  - 페이스북의 월간 실사용자 수는 2016년 9월 말 현재 17억1200만명 수준에 이르며 메신저 서비스인 ‘왓츠앱’ 과 ‘페이스북메신저’ 도 각각 10억 명 이상이 사용

### 제3절 시사점

- 민간주도-정부지원의 4차 산업혁명 추진체계
- 정부는 미래 핵심기술에 대한 집중적 R&D 투자와 제조혁신 기반의 구축을 통해 R&D 성과의 신속한 상업화 환경 조성
  - 미래 혁신기술에 대한 선제적 선정 및 집중적 R&D 투자를 수행함으로써 원천 기술을 확보
  - 미래 혁신기술에 대한 오픈 플랫폼의 구축을 통해 세계시장을 독점하겠다는 전략으로 연계
  - 동시에 미래 혁신 기술의 사회적·경제적 파급력과 영향력을 고려하여 다양한 분야에 대한 적용 가능성을 연구
  - 산업분야에 대한 적용을 넘어 건강, 안전, 교통, 에너지, 국방 등 일상 생활과 밀접한 분야로 적용 범위를 확대
  - 이와 병행하여 민간 기업의 자율적이며 지속적 혁신과 함께 협업이 가능한 혁신 생태계를 조성함으로써 민간 주도 4차 산업혁명의 추진 기반을 마련

○ 미국 4차 산업혁명 추진의 핵심은 민간주도 산업인터넷 컨소시엄(IIC)

- IIC는 GE를 필두로 미국의 대표적 글로벌 IT업체인 AT&T, Cisco, Intel, IBM 등 5 개사에 의해 구축되어 현재는 160개 이상의 조직이 참여하는 규모로 확대
- IIC를 이끄는 GE가 발표한 산업인터넷(Industrial Internet) 전략은 미국판 Industrie 4.0으로 평가
- IIC외에 4차 산업혁명의 성공적 수행을 위한 다양한 기업연합 및 민간 파트너십이 존재하며 정부는 이를 적극 지원. 대표적으로 AllSeen Alliance, Open Interconnect Consortium, Thread 등의 협의체 조직 및 운영

□ 미국의 4차 산업혁명 대응 방식을 통한 정책적 시사점

○ 4차 산업혁명의 대응을 위한 객관적 현황 분석 및 기존 정책의 발전적 계승을 통한 방향성 정립이 필요

- 성공적이며 효과적인 4차 산업혁명 추진을 위해서는 우리나라 현실에 적합한 방향성의 정립이 요구
- 이를 위해 4차 산업관련 핵심기술에 대한 우리나라의 역량에 대한 객관적 평가와 함께 우리나라 관점에서의 4차 산업혁명의 개념, 추진 목표 등 명확한 방향성 설정이 필요
- 미국은 금융위기 이후 대두된 자국의 소득양극화 및 실업 등의 문제 극복을 목표로 제조 혁신을 개시하였으며 이러한 정책적 기조가 4차 산업혁명의 추진 동력으로 작용
- 기존 「제조업 혁신 3.0 전략」의 발전적 계승과 함께 4차 산업혁명의 추진을 위한 후속 정책 마련으로 일관된 정책기조의 유지 필요

- 스마트공장 보급 및 확산, 제조업 소프트파워 강화 등에 대한 일관된 후속조치 등으로 정책적 불확실성이 제거되는 경우 기업의 적극 동참 유인으로 작용
- 4차 산업혁명에 대한 지속적이며 일관된 대응을 위해 국가적 추진체계의 마련이 요구
- 우리나라 상황과 현실에 적합한 4차 산업혁명의 대응 도출을 위해 시장상황의 적극 반영이 가능한 민간 참여 협의체의 구축이 필요
  - 미국의 경우 자국의 강력한 IT 역량을 활용하고 4차 산업혁명을 통해 국가 경제적 문제의 해결 시도를 위해 민간 기업의 적극적 참여를 유도
  - 동시에 기업 역량의 자발적 제고와 협업을 통한 창의적 역량이 발휘될 수 있는 기업간 상생의 생태계 조성이 필요
  - 미국은 국가 제조혁신네트워크, 제조혁신연구소 등을 통해 혁신의 생태계를 제공하고 있으며 이를 통해 산·학·연의 활발한 협업 및 연구개발 성과의 신속한 사업화 연계를 도모
- 4차 산업혁명의 추진을 위한 백화점 나열식 정책 수립이 아니라 선택과 집중을 통한 효과적 대응 방안 마련이 필요
- 세계 최고수준의 국내 통신환경, 기술수용력, 제조역량 등을 기반으로 4차 산업혁명 추진의 성공사례의 창출 및 확산이 필요
  - 4차 산업혁명 핵심 기반기술에 대한 투자와 동시에 이를 활용할 수 있는 경제주체 육성을 통해 다양한 융합 비즈니스 모델 창출 유도
  - 즉, 기반기술의 활용 및 융복합화와 기술사업화 등을 통해 고부가가치화를 실현할 수 있도록 엔지니어링, 디자인 등의 분야에 대한 육성 필요

## 제4장 일본의 4차 산업혁명 대응현황<sup>27)</sup>

### 제1절 정부의 정책 동향

#### 1. 개관

##### (1) 4차 산업혁명에 대한 정책 시각

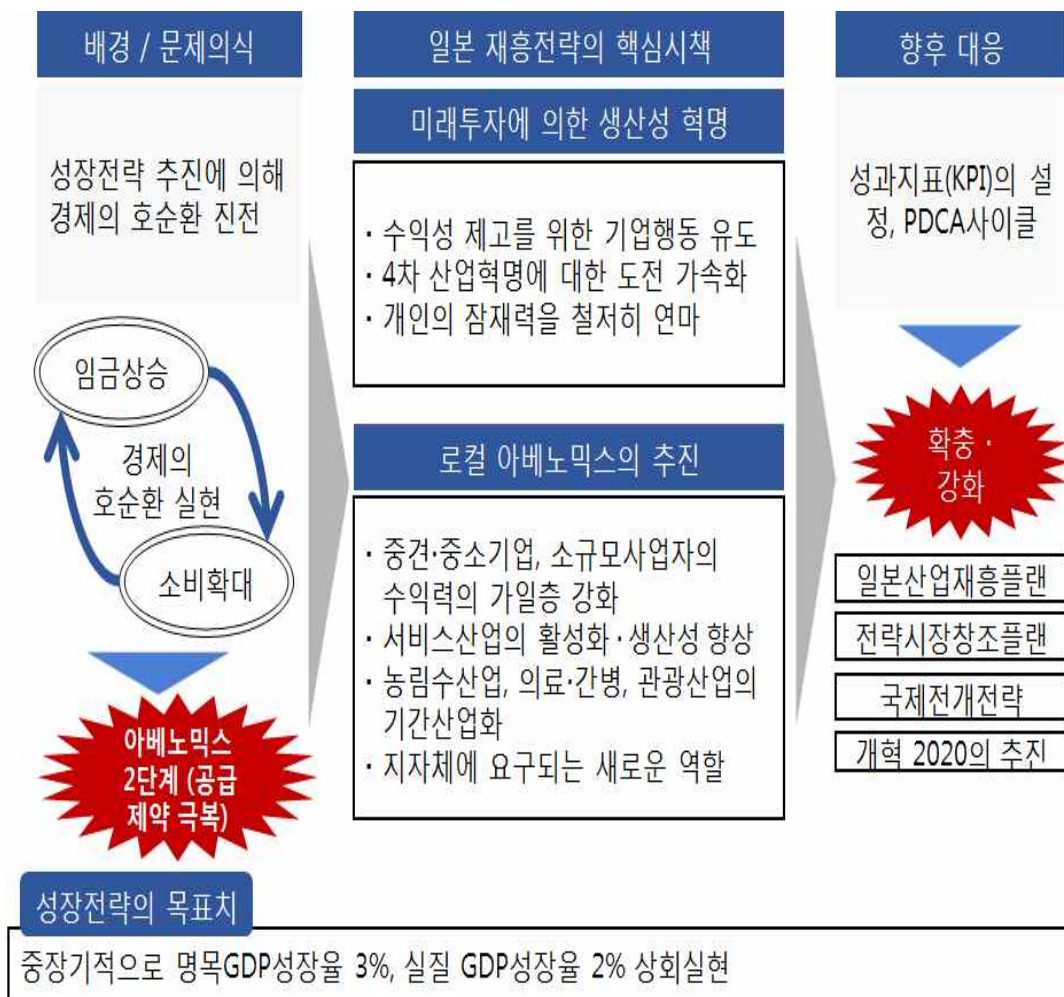
- 일본정부, 가장 중요한 신성장전략 중 하나로 4차 산업혁명 제시
- 일본정부는 아베노믹스 2단계 정책을 추진 중에 있으며, ‘4차 산업혁명을 주요한 신성장전략으로 간주하고 있음.’
  - 아베노믹스 1단계: 종래 금기시 되어 오던 전력, 농업, 의료 분야의 암반(핵심)규제를 철폐하고, 법인세(법인 실효세율) 인하, TPP 서명, 새로운 코퍼릿 거버넌스 강화
- 일본 산업의 6중고(6重苦)는 크게 개선되고 있음.
- 아베노믹스 2단계: 새로운 유망 성장시장의 전략적 창출, 인구감소에 따르는 성장제약과 인력부족을 극복하기 위한 생산성 혁명 추진, 새로운 산업구조를 지탱할 인력 양성을 위한 개혁을 추진하는 단계
- 일본정부의 「일본재흥전략」 개정 2015에서 미래투자를 통한 생산성혁명을 성장전략의 주요한 시책으로 언급하고 있으며, 그중 하나로 4차 산업혁명을 적시
  - 일본재흥전략은 일본정부의 성장전략 중 최상위의 위치를 차지
  - 일본재흥전략 개정 2015에서의 4차 산업혁명에 대한 인식은 “모든 것이 인터넷으로 연결되고, 사이버세계가 급속히 확산되는 가운데,

27) 사공목 작성. 이 장은 사공목·주대영, 「일본의 4차 산업혁명 대응 실태와 정책 방향」, 산업연구원, 2015. 12의 내용을 수정, 보완한 것임.

비즈니스 및 사회전반이 근본적으로 변화하는 IoT, 빅데이터, 인공지능(AI)의 시대가 도래한다” 고 적시<sup>28)</sup>

- 4차 산업혁명 관련 구체적인 추진시책으로는 IoT, 빅데이터, 인공지능에 의한 산업구조, 취업구조 변혁과, 사이버 시큐리티 확보를 통한 IT 활용의 촉진 등을 검토
- 일본정부는 성장전략을 위한 민관프로젝트 10개 중 새로운 유망성장시장의 창출가운데 첫 번째로 4차 산업혁명을 들고 있으며, 의료 등 다른 분야에도 4차 산업혁명을 적극 도입할 움직임.

<그림 4-1> 일본재흥전략(2015년 개정)에서의 제4차 산업혁명 관련 위상



자료: 미즈호은행 내부 자료에서 재인용

28) 「일본재흥전략」 개정 2015, (<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/dai1jp.pdf>)

- 일본 4차 산업혁명 논의의 핵심은 신산업구조비전
- 일본은 신산업구조비전(2016. 4)을 통해 4차 산업혁명이 초래하는 영향과 새로운 산업구조비전 제시 등 대응전략을 마련 중
  - 4차 산업혁명은 일본의 경쟁력 향상과 사회과제 해결에 불가결하다는데 민·관이 적극적으로 의사를 공유
  - 산업구조부회는 일본 경산성이 주도가 되어 4차 산업혁명에 대한 일본의 대응 전략을 수립하는 대표적인 논의 기구
  - 4차 산업혁명의 영향, 취업구조 변화, 일본의 대응전략 등을 구체적으로 논의하는 장이 되고 있음.
- 일본의 4차 산업혁명 관련 전략의 기본적인 어프로치
  - 세계의 기술이나 산업의 방향성을 파악하고 세계의 주요 플레이어의 전략을 파악
  - 일본의 강점과 약점을 분석한 후에 선택과 집중을 통해 특화할 전략분야를 결정
- 이를 일본의 모든 주체가 공유한 후에 정부의 전략, 민간의 전략, 연구기관의 전략을 작성
  - 장기적인 장래상(사회, 기술, 산업, 고용)을 민·관이 공유
  - 구체적인 목표에 중기적인 기한을 설정
  - 목표실현을 위해 필요한 모든 요소(규제개혁, 사업촉진책, 민간의 사업전개 등)를 정한 로드맵을 확정하여 단기적인 구체적인 목표를 설정

(2) 일본정부, 선진국에 비해 일본의 4차 산업혁명 대응이 늦다고 인식

- 일본은 구미 선진국과 비교하여 IT투자의 중요성에 대한 인식 부족
- 미국 경영자는 IT투자를 ‘매출증대 향상 등 공격적인 투자’ 라고 인식하는 데 비해, 일본 경영자는 IT투자를 ‘비용절감 등 수세적인 투자’ 로 인식하기 때문에 투자에 소극적<sup>29)</sup>
- 따라서 일본기업은 미국기업과 비교하여 상대적으로 IT투자의 중요성에 대한 인식이 낮음.
  - 일본은 IT 투자의 중요성을 인식하는 경우(극히 중요 15.7%, 중요 52.8%)는 68.5%인데 비해 미국은(극히 중요 75.3%, 중요 19.6%) 94.9%에 달함.
  - 어느 쪽이라고도 할 수 없다는 응답은 일본이 24.1%인데 비해 미국은 3.6%에 불과, 그다지 중요하지 않다고 응답한 비율도 일본이 7.4%로 미국의 1.5%에 비해 크게 높은 실정<sup>30)</sup>
- 일본기업의 IoT 대응 실태도 서구에 비해 늦다고 자성
- 일본기업들은 IoT가 자사의 제품이나 서비스에 미치는 영향을 인식하면서, IoT추진체제의 구축 및 정비를 시급한 과제로 추진
  - 일본기업의 52.3%는 IoT가 3년 이내에 자사의 제품이나 서비스 자체를 변화시킬 것으로 인식
  - IoT추진체제를 확립(전담부서나 그룹을 설치)한 일본기업은 응답기업(515인) 중 8%에 불과하고, 이는 전세계의 조사 결과인 20%를 크게 하회하는 수준<sup>31)</sup>

29) 岩本 晃一, RIETI 상석연구원과의 인터뷰(2016. 9. 26)

30) 원자료는 JEITA, 「ITを活用した経営に対する日米企業の相違分析」, 2013. 10. 岩本 晃一, 「IoT/インダストリー4.0(第4次産業革命)が日本のものでづくりに与えるインパクト」, RIETI, 2016. 7. 8, p. 4에서 재인용

- 일본의 빅데이터 활용도 미국기업에 비해 크게 낮은 수준

○ 일본제조업의 빅데이터 활용에 대한 조사(2013년)<sup>32)</sup>에서 일본기업은 미국기업에 비해 낮았음.

- 일본은 ‘들어보지도 못했고 이용하지도 않고 있다’는 응답이 42.6%, ‘검토했으나 이용은 하지 않고 있다’가 28.2%로서 전체의 70.8%가 미활용이라고 응답, 활용하고 있다는 30%에 미달함.

- 반면. 미국기업은 ‘회사전체에서 이용하고 있다’가 32.5%, ‘일부 부문에서 이용하고 있다’가 40.2%, ‘개발중 또는 실험적으로 이용하고 있다’가 20.6%로서 상당히 적극적인 자세를 보이고 있음.

- 다만 전술한 결과는 조사시점이 몇 년 전이어서 4차 산업혁명이 화제가 되고 있는 요즘 조사하면 상황이 상당히 달라질 수 있음에 유의할 필요

□ 일본정부, 위기의식 하에 제조업의 4차 산업혁명 대응 필요성 강조

○ 모노즈쿠리(제조기반)백서의 2014년판(2015. 6) 중 “일본 제조업을 둘러싼 환경변화와 제조업 자체의 변화”에서 4차 산업혁명에 대해서 기술

- ‘데이터사회에 있어서 변화해 가는 제조업’에서 4차 산업혁명 관련 IT의 기술혁신에 따른 데이터 축적과 활용이 확대되며, 관련하여 부가가치가 창출된다고 하는 세계적 조류를 소개

- 일본 제조업은 선진제국에 비해 IT활용이 뒤떨어져 있다는 점과 일본의 IT 인력이 제조업보다는 IT서비스업에 지나치게 편중되어 있다는 사실을 지적하면서 장차 IoT가 현실화 될 것임을 적시

31) みずほ情報総研・みずほ銀行, 「IoTの現状と展望」, みずほ産業調査, 2015, pp. 40-41에서 재인용 (원자료는 2015년 3월 가트너 재팬의 조사)

32) 원자료는 JEITA, 「ITを活用した経営に対する日米企業の相違分析」, 2013. 10. 日本機械工業連合會, 「平成27年版 世界の製造業のパラダイムシフトへの対応調査研究」, 2016. 3. pp.140-142에서 재인용



- 4차 산업혁명 관련 제조업의 변화와 새로운 비즈니스 모델에 대한 대응이 중요한 과제를 지적

\* IoT에 의해 재화(사물)의 디지털화·네트워크화가 급속히 진행

\* 빅데이터의 해석: AI의 진화에 의해 판단의 고도화 및 자율 제어도 진전

- 4차 산업혁명으로 인해 파생되는 비즈니스 사이클의 관심 영역도 제조프로세스나 모빌리티 등 제조업에 국한하지 않고 스마트 하우스, 의료·간병, 인프라 등 다양한 분야로 확대(개념 단계)

○ 모노즈쿠리(제조기반)백서의 2015년판(2016. 6)에서 “4차 산업혁명에 대응하는 일본기업의 상황” 과 일본정부의 제조업 관련 IoT 대응에 대해서 구체적으로 기술<sup>33)</sup>

### (3) 중점분야

○ 일본은 로봇, IoT, 빅데이터, AI 등을 4차 산업혁명의 핵심 요소 기술로 인식하고 다양한 적용 분야를 연구 중

○ 2017년 3월 말 4차 산업혁명에 대한 일본의 대응전략(신산업구조비전)을 담은 최종보고서가 발간될 예정

○ 이를 위해 포괄적인 중간보고서(2016년 4월)의 내용 중 선택과 집중을 통해 내년도 성장전략에 반영할 내용을 금년 9월부터 검토 중

○ 향후 특히 건강·의료·간병, 이동(모빌리티), 제조·물류유통·농업·보안, 스마트 생활·도시(주택·에너지·마을 조성) 네 가지 부문에 중점을 둘 예정

33) 経産省 外, 「ものづくり白書」, 2016, pp. 29-31

- 이처럼 네 가지 부문 중점분야의 명칭이 애매한 것은 향후에는 점차 업종의 구분이 없어지고 사회나 고객의 니즈에 따라서 구분하는 것이 의미가 커지기 때문
- 일본정부는 2030년의 바람직한 모습을 ‘목표 역산 로드맵’ 으로 만들어 시행하며, 이를 달성하기 위해 필요한 것이 무엇인가를 규명 (규제완화 등)할 예정

## 2. 주요 정책내용

### □ 일본재흥전략의 주요 정책 내용

○ 「일본재흥전략」 2016년에는 부제가 4차 산업혁명을 향하여로 구체화되며 제시하는 주요 시책은 다음과 같음.

- 산학관의 인공지능기술 관련 사령탑으로 인공지능전략회의를 설치하고 연구개발 목표와 산업화를 위한 로드맵을 2016회계연도 내에 수립
- 역산로드맵 방식의 규제개혁을 위한 실행메커니즘을 2016년 여름에 완성
- IoT추진 컨소시엄이나 로봇혁명이니셔티브협의회 등을 활용하여 데이터를 협조영역과 경쟁영역을 구분하고 협조영역의 데이터 활용 촉진 비즈니스 환경 및 제도 등 체제 조성
- 「IoT 추진 라보러터리」를 활용하여 실증사업을 촉진하며 관련 환경을 조성하고 지방관 「IoT 추진 라보러터리」 구축 추진
- B to C 비즈니스 관련 프로젝트의 실행

- \* 무인자동차를 포함한 자율주행 실현을 위한 환경정비
  - \* 소형무인기(드론)의 사업이용 확대를 위한 환경정비
  - \* 세계최첨단 스마트공장의 실현: 2020년까지 50건 이상의 선진(우수)사례를 창출하고 국제표준화 추진
  - \* 차세대 로봇이용 촉진: 학습하면서 동작하는 로봇
  - \* 산업보안의 스마트화
  - \* I-Construction 추진: 3차원데이터를 활용하고 건설 과정에 ICT를 활용함으로써 검사일수를 1/5, 검사서류를 1/50로 줄임
  - \* 핀테크 등 금융면에서 활용
  - \* 방재 등 재해대책에 IoT, 빅데이터, 인공지능, 로봇 등 활용 촉진
  - \* 의료, 간병 등의 서비스 충실화
- 4차 산업혁명을 지원하기 위한 환경정비 추진
- \* 데이터의 이용·활용 촉진을 위한 환경정비: 조직의 벽을 넘어서 데이터의 유통을 가능하게 하는 데이터 플랫폼의 구축, 개인정보의 이용, 안전하고 건전한 데이터 유통시장 형성을 위한 룰(규정) 제정
  - \* 사업재편 등 비즈니스 신진대사 촉진 환경 조성: 지적재산권 및 국제표준화 전략,
  - \* 인력 양성을 위한 교육시스템 구축 : 금년 4월에 발표한 ‘4차 산업혁명을 위한 인재육성총합 이니시어티브’에 의거 필요한 인력 양성 체제 구축
  - \* 중소중견기업에도 4차 산업혁명 파급 촉진
- 하청구조인 IT 산업의 구조전환과 IT인력의 능력평가를 위한 스킬 표준 정비
- \* 사이버 보안 확보(사이버보안전략(2015. 9. 4 각의 결정), 사이버 보안 인재육성 강화 방침(2016. 3. 31, 사이버보안전략본부 결정)
  - \* 모바일 분야의 경쟁촉진 등 정보통신 환경정비<sup>34)</sup>

□ 신산업구조비전의 정책

- 일본의 4차 산업혁명 관련 정부 대응전략(정책)을 일목요연하게 정리하고 있는 것이 2016년 4월 신산업구조부회에서 발표한 신산업구조비전(중간보고)임.
- 신산업구조비전(중간보고)을 중심으로 일본의 대응전략(정책)을 고찰하면 <표 4-1>과 같음.

<표 4-1> 일본정부에 의한 4차 산업혁명 대응전략(신산업구조비전)

대응 전략		구체적 대응 정책
1	데이터 활용 촉진을 위한 환경정비	데이터 플랫폼 구축, 데이터 유통시장의 창설, 개인 데이터 이용·활용 촉진, 보안기술 및 인력양성이 가능한 생태계 조성, 지적재산정책과 경쟁정책의 정비
2	전문인력 육성·획득, 고용시스템의 유연성 향상	새로운 수요에 대응한 교육시스템 구축, 글로벌 인재 획득, 다양한 노동참가 촉진, 노동시장, 고용시스템의 유연성 향상
3	이노베이션/기술개발의 가속화	오픈 이노베이션 시스템 구축, 핵심 이노베이션 거점 정비, 국가 프로젝트 구축, 지적재산관리와 국제표준화의 전략적 추진
4	재무기능 강화	리스크 머니(위험자금) 공급을 위한 equity finance 강화, 4차 산업혁명에 대응한 무형자산 투자 활성화, 핀테크 등 금융·결제 기능의 고도화
5	산업구조/취업구조 전환의 원활화	신속·과감한 의사결정이 가능한 거버넌스 체제 구축, 신속·유연한 사업재생/산업재편이 가능한 제도·환경 정비, 노동시장과 고용제도의 유연성 향상
6	중소기업/지방에 4차 산업혁명 파급	중소기업·지방에 IoT 등의 도입/이용 기반 구축
7	4차 산업혁명을 향한 경제사회시스템 구축	각종 규제 개혁, 행정서비스 향상, 전략적 제후를 통한 글로벌 전개 강화, 사회에 4차 산업혁명을 침투

자료: 경산성, 「신산업구조비전」, 2016. 4에 의거 작성

□ 정책의 평가

34) 수상관저, 「일본재흥전략」, 2016. pp. 50-67  
 ([http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016\\_zentaihombun.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf))

- 일본정부는 4차 산업혁명을 통해 일본 제조업에 패러다임 시프트가 발생할 것이라는 인식을 가지고 2015년부터 적극적으로 대처하기 시작
- 일본정부는 아베노믹스의 1단계 성과를 바탕으로 2015년부터 아베노믹스의 2단계 추진이라는 측면에서 향후 일본경제 및 산업의 발전을 위해 4차 산업혁명의 확산과 보급 정책을 추진 중

〈표 4-2〉 최근 일본의 4차 산업혁명 관련 주요 정책 추진 동향

일자	주요 내용
2015. 3. 9	일본을 방문한 독일 메르켈 수상과 아베 수상과의 정상회담 후, 아베총리는 ‘인더스트리 4.0’ 을 통하여 4차 산업혁명을 일으키겠다는 의지를 표명
2015. 5. 15	아베총리가 ‘로봇혁명이니시어티브’ 설립을 선언. 동 협의회에 일본판 플랫폼인 ‘IoT에 의한 제조비즈니스 변혁 워킹 그룹(WG)’ 을 설치
2015. 6. 30	IoT에 의해 실질성장률 2% 달성을 추진하는 ‘경제재정운영과 개혁의 기본 방침’ 의 각의 결정
2015. 9. 17	경산성에서 제1회 산업구조부회를 개최하여 IoT, 빅데이터, AI 관련 과제의 검토 개시
2015. 9. 25	총무성, 제1회 IT정책위원회를 개최. “IoT/빅데이터 시대의 새로운 정보통신정책에 대하여” 자문을 받음.
2015. 10. 21	IoT 컨소시엄 설치
2016. 1. 15	경산성, ‘4차 산업혁명에 대비한 횡단적 제도연구회’ 1차 회의 개최
2016. 4	산업구조부회의 4차 산업혁명 관련 일본의 전략 관련 중간보고서(신산업구조비전) 발표
2016. 9.	경산성, ‘4차 산업혁명에 대비한 횡단적제도연구회’ 최종보고서 발표

자료: 이와모토씨의 자료에 가필

- 주요 정책 중 데이터의 활용 촉진을 위한 환경 조성, 전문인력 육성·획득, 고용시스템의 유연성 향상, 이노베이션/기술개발의 가속화와 표준화 추진, 중소기업/지방에 4차 산업혁명 파급, 산업구조/취업구조 전환의 원활화, 4차 산업혁명을 향한 경제사회시스템 구축 등에 특히 주목 필요
- 일본이 4차 산업혁명과 관련한 정책의 컨트롤 타워(미래투자회의)를

설립하여 산업구조부회 등의 논의에서 경산성, 문부과학성, 총무성, 노동후생성, 농림부 등 관계 성청 간의 협력에 의한 범정부 차원의 대책 수립을 하고 있다는 점이 가장 특징으로 평가

### 3. 4차 산업혁명 추진 및 지원체계

#### □ 4차 산업혁명 정책 추진 개요

○ 일본정부는 4차 산업혁명 관련 추진체제를 다양하게 구축하고 장기 로드맵을 통해 적극적으로 정책화하는 노력을 계속 추진 중

- 로봇혁명이니셔티브 협의회, IoT추진컨소시엄, IVI(Industrial Value-chain Initiative) 등 4차 산업혁명 관련 민·관 협력 추진체제를 구축하고 있으며, AI(인공지능)연구의 컨트롤 타워로서 인공지능기술전략회의도 설치

○ 관련 정책 논의의 장은 신산업구조부회를 중심으로 하되, 정책결정의 컨트롤 타워로서 총리 산하에 미래투자회의를 신설

- 일본정부의 4차 산업혁명에 따른 정부 역할분담과 추동력 부여 메커니즘을 살펴보면, 경산성은 신산업구조부회의 간사 자격으로 4차 산업혁명 관련 신산업구조비전의 작성에 적극적인 역할을 수행

- 그러나 제조업의 기술개발이나 비제조업 분야 등 경산성의 관할 밖이거나 부처간 협력이 필요한 사항의 경우 이를 추동시키기 위해서는 기획안을 일단 내각부로 올려 다시 환류하는 형태를 채택

- 물론 경산성은 회의자료(대책안)를 작성하기 전 관계 성청 실무자 간의 정기적인 회합을 통해 의견을 조율하는 과정을 거침

□ 4차 산업혁명 추진 체제

○ 일본정부는 로봇혁명이니셔티브 협의회(2015. 5)를 통해 로봇산업 재도약과 제조 비즈니스변혁을 추진하는 등 로봇을 중심으로 4차 산업혁명을 돌파하는 전략을 채택하고 있다고 평가

- 아베총리는 OECD각료 이사회에서 “로봇에 의해 새로운 산업혁명”을 일으킬 것을 표명(2014. 5)한바 있음.

- 동 협의회 설치는 「로봇 신전략(2015. 1)」에서 일본이 IoT시대 로봇으로 세계를 리드하고 로봇혁명을 실현시킬 모체로서 동 협의회 창설을 제안한데 따른 것임.

□ 로봇을 중심으로 4차 산업혁명 달성을 지향하는 전략 채택

○ 일본이 생각하는 로봇혁명이란?

- 자율화, 정보단말화, 네트워크화를 통하여 로봇이 극적으로 진화하여 자동차, 가전, 휴대전화, 주거문제까지 로봇화하고,
- 제조현장에서 일상생활까지 다양하게 로봇을 활용하며,
- 사회과제의 해결, 국제경쟁력 강화를 통하여 로봇이 새로운 부가가치를 창출하는 사회를 실현하는 것<sup>35)</sup>

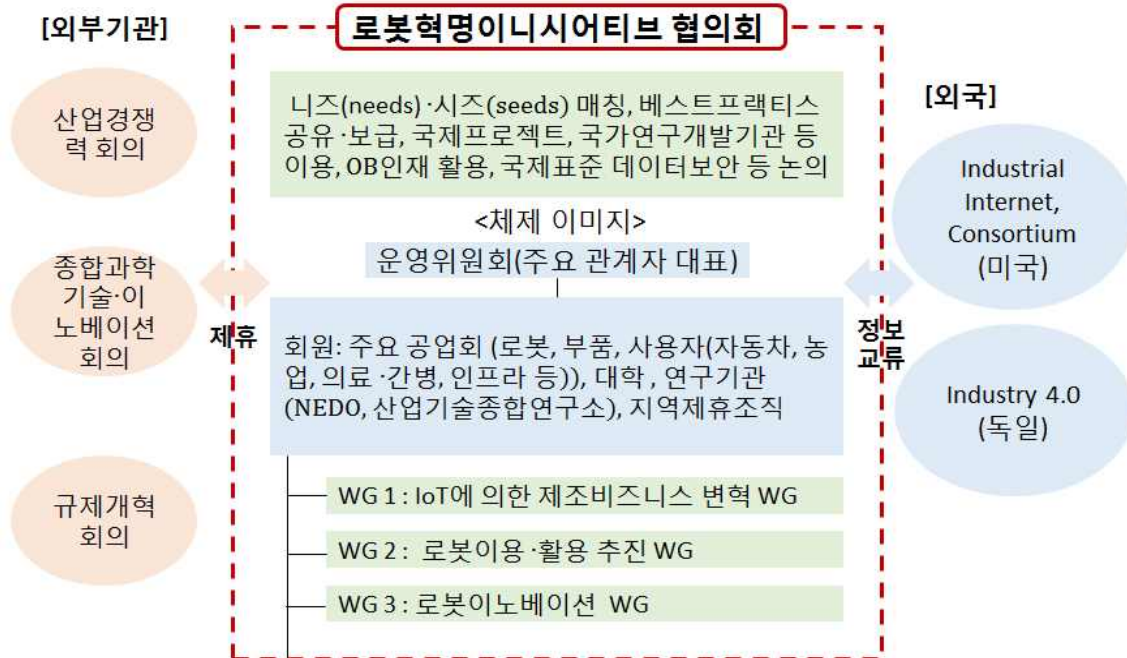
○ 로봇혁명 실현을 위한 3대 핵심 사항

- 세계 로봇혁명의 거점화, 세계 제1의 로봇 이용/활용 사회(중소기업, 간병·의료, 농업, 인프라 등), IoT시대에 로봇으로 세계를 리드

○ 일본은 로봇을 이용해서 향후 구미기업의 하청기업이 되지 않는 위치를 확보하겠다는 전략을 채택

- 전략1: 일본의 경쟁우위인 제조현장에서 로봇공통기반(기본 소프트웨어, OS)의 국제표준 채택
- 전략2: 간병·인프라 등 여러 분야에 로봇의 이용/활용과 데이터의 축적을 통한 빅 데이터 구축
- 전략3: 축적된 데이터에 인공지능기술을 강화하여 세계 최고 지향  
(경산성, 「로봇 신전략」, 2015)

<그림 4-2> 로봇혁명이니셔티브 협의회의 활동 개요



자료 : 경산성 제조산업국, 「IoT 사회에 있어서의 제조업」, 2015. 8

- IoT 산업화의 조기 확산을 위해 경제산업성 및 총무성 등이 지원하는 방식으로 ‘IoT추진 컨소시엄’을 설립(2015.10)하였고, 동 컨소시엄에는 현재 2,000개 이상의 기업이 참여하고 있음.
- 순수 민간 차원의 ‘Industrial Valuechain Initiative(IVI)’를 설립
  - 이 단체는 일본의 제조업 분야 대기업 약 60개사가 IoT 기술을 통한 제조업의 고도화를 목표로 니시오카 교수를 중심으로 설립(2015. 6)
  - 현재 생산라인 간 및 공장 간 정보공유가 가능하도록 다양한 업무 시나리오를 작성하고 있으며, 실제로 공장에서 시험운용도 시작
- 일본정부는 인공지능(AI) 분야를 4차 산업혁명 시대의 중요한 기술요소로 인식하고, 이를 집중적으로 육성하기 위해 아베총리 지시로 ‘인공지능기술전략회의’를 2016년 4월 발족

35) 企業活力研究所, 「IoTがもたらす我が国製造業の変容と今後の対応に関する調査研究報告書」, 2016. 3., p.13



- 이는 인공지능(AI)정책을 총괄하는 컨트롤 타워로서 경산성, 문부과학성, 총무성이 공동 주관하고 산업기술총합연구소(AIST), 이화학연구소(RIKEN), 정보통신연구기구(NICT) 등의 산하 연구소가 참가
- 본 회의는 정부, 학계, 산업계 등의 긴밀한 협력을 이끌어내고, AI의 R&D 목표와 산업화 로드맵을 책정하는 역할 수행

## 제2절 산업계 동향

### 1. 산업환경의 변화와 기업의 대응

- 일본기업의 IT 전담체제 구축, 미국기업에 비해 낮아
- 일본기업들은 IoT가 자사의 제품이나 서비스에 미치는 영향을 인식하면서, IoT 추진체제의 구축·정비를 시급한 과제로 인식하기 시작
  - 일본기업의 52.3%는 IoT가 3년 이내에 자사의 제품이나 서비스 자체를 변화시킬 것으로 인식
- 그러나 IoT추진체제를 확립(전담부서나 그룹을 설치)한 일본기업은 응답기업(515인) 중 8%에 불과하고, 이는 전세계의 조사 결과인 20%를 크게 하회하는 수준<sup>36)</sup>
- 일본기업의 IT 활용 실태
- 한편 일본 경산성은 설문조사를 통하여 일본기업의 IoT 활용 실태를 조사하였음.
  - 기업규모별(100명 이하, 100-300명 이하, 300명 초과)로 IoT 기술 관련 활용 항목(<표 4-3>)을 조사한 바에 따르면 기업규모가 클수록 거의 전항목에 걸쳐 IoT 활용도가 높게 나타났음(<그림 4-3>).<sup>37)</sup>

36) みずほ情報総研・みずほ銀行, 「IoTの現状と展望」, みずほ産業調査, 2015, pp. 40-41에서 재인용 (원자료는 2015년 3월 가트너 재팬의 조사)

〈표 4-3〉 일본기업의 IoT 기술 관련 활용 항목

대분류	중분류	활용 영역	
설계 · 개발	3D 시뮬레이터 활용	제품설계공정	①
		생산설계공정	②
		시뮬레이션 결과를 실시간 생산라인에 반영	③
	3D 프린터 활용	제품개발공정에서 시작품 제작	④
		소량 다품종 제품 試作	⑤
	부문간 제휴	생산시 발견된 설계 미스(불편사항)를 피드백	⑥
		설계/생산 부문간 데이터 공유로 리드타임 단축	⑦
		가동데이터/고객의견을 설계/생산 개선에 활용	⑧
	생산	생산프로세스 상 데이터 취득 과 개선·향상	개별공정의 문제발견화와 프로세스 개선
생산라인/공정 전반의 문제발견화와 프로세스 개선			⑩
종업원의 작업상황 문제발견화와 프로세스 개선			⑪
생산프로세스 상 숙련기능의 매뉴얼화, DB화			⑫
공장내 혹은 거래처간 이력 추적(traceability) 관리			⑬
해외공장 생산공정 관련 데이터의 수집, 활용			⑭
판매	시장 운용에 관 한 정보 활용	발주 정보 수집, 분석	⑮
		판매후 제품 가동상황에 대한 정보의 수집, 분석	⑯
운용 · 보수	신규사업 가치	제품의 예고(예지), 보전 서비스 활용	⑰
	창출 메커니즘	제품의 운용 솔루션 서비스	⑱

자료: 經産省 外, 「ものづくり白書」, 2016, p. 22

주: 원문자는 각 활용 항목을 표시

- 업종별로 살펴보면 3D시뮬레이션의 경우 일반기계가 가장 활용도가 높았으며(특히 제품설계공정) 화학공업의 경우 3D 디지털 제조틀 활용도가 가장 낮았음(〈그림 4-4〉).

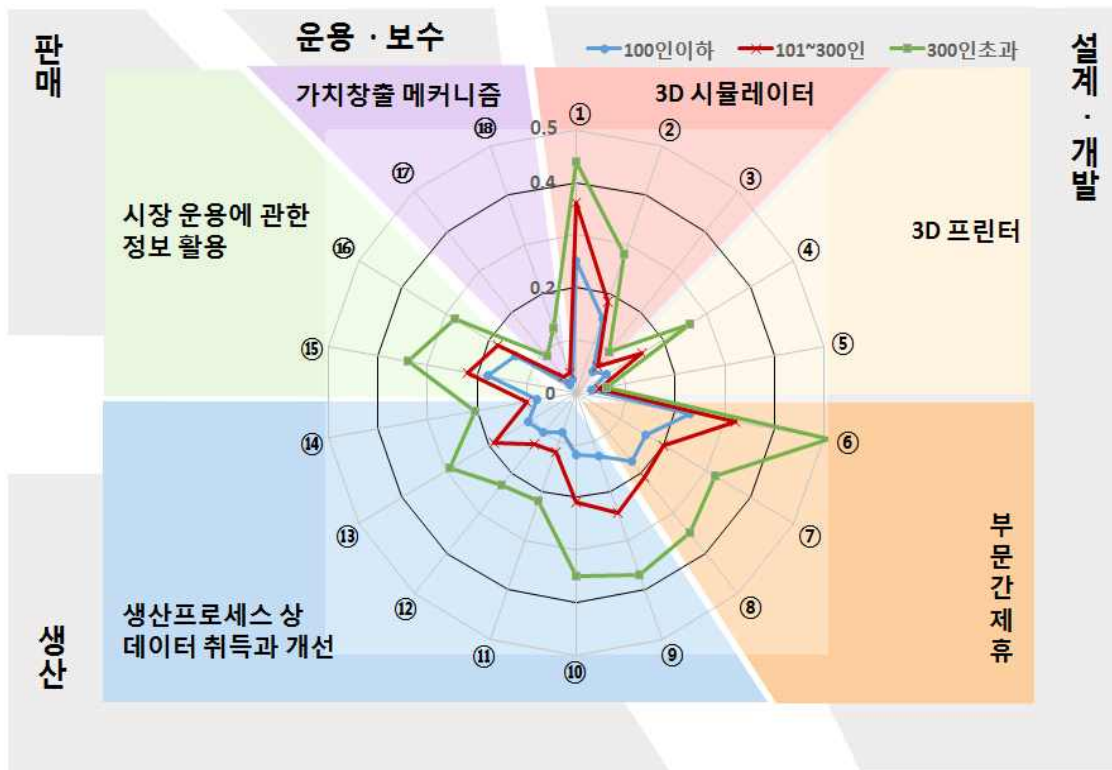
\* 부문간 제휴에 대해서는 화학공업이 가장 높았으며, 전기기계, 일반기계의 순서임.

37) 經産省 外, 「ものづくり白書」, 2016, pp. 21-23

\* 해외공장의 생산프로세스 정보의 수집·활용은 철강업이, 생산라인/공정 전반의 문제 발견화(見える化)와 프로세스 개선. 공장내 혹은 거래처간 이력 추적(traceability) 관리는 비철금속이, 생산프로세스 상 숙련기능의 매뉴얼화/DB화는 화학공업이 가장 활용도가 높았음.

\* 판매부문에서는 화학공업이 가장 높은 활용도를 보임.<sup>38)</sup>

<그림 4-3> 일본기업의 규모별 IoT 기술의 활용 실태

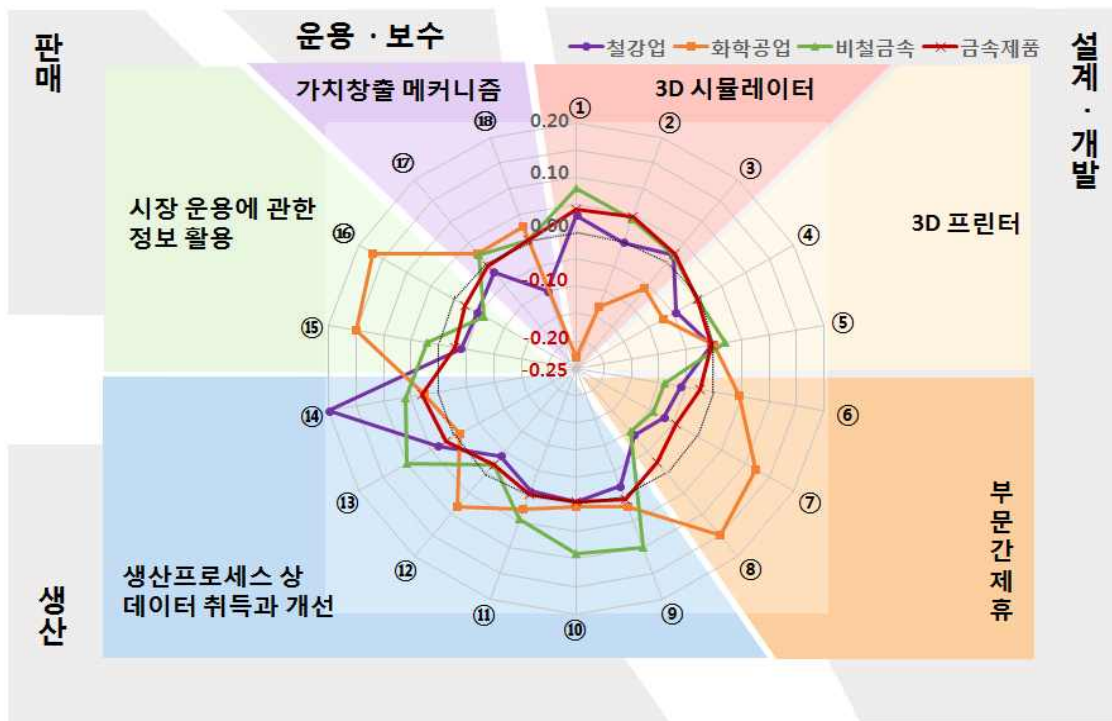
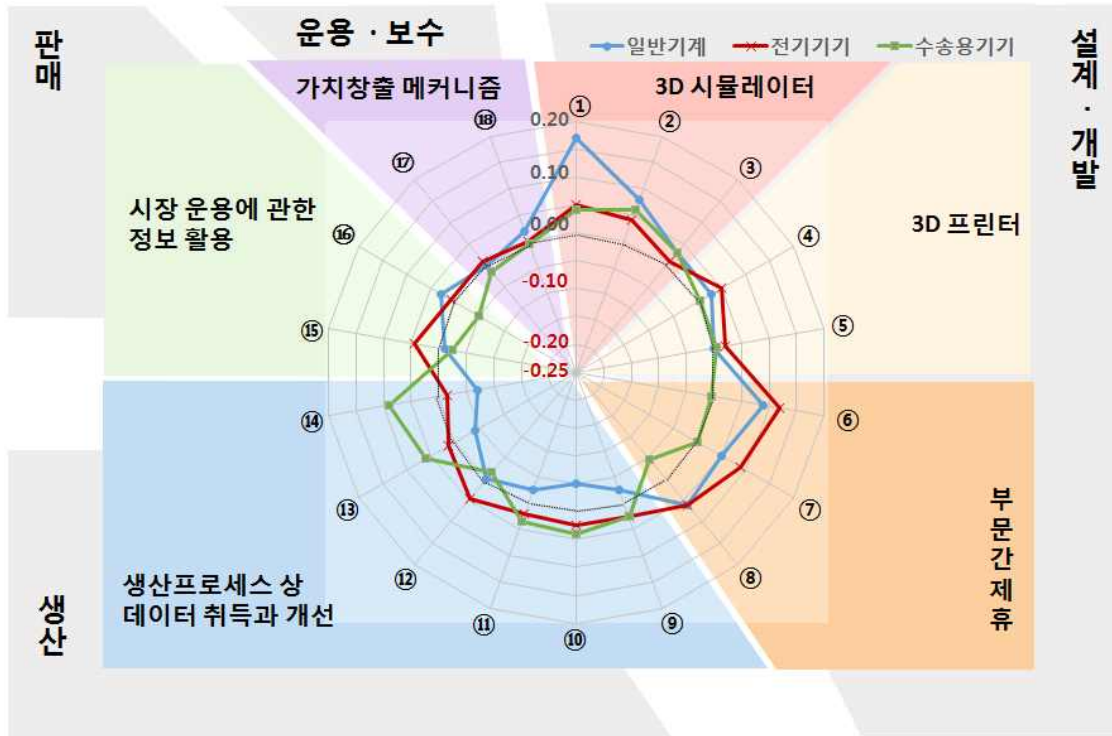


자료: 經産省 外, 「ものづくり白書」, 2016, p. 22

주: 원문자의 의미는 전술한 <표 4-3>과 같음.

38) 經産省 外, 「ものづくり白書」, 2016, pp. 29-31

<그림 4-4> 일본기업의 업종별 IoT 기술의 활용 실태



자료: 經産省 外, 「ものづくり白書」, 2016, p. 30

주: 원문자의 의미는 전술한 <표 4-3>과 같음.

## 2. 일본기업의 AI 관련 대응 실태<sup>39)</sup>

- 일본도 2015년 이후 민간기업의 AI 연구가 활발화
- 일본의 AI 고도화 관련 연구는 연구중심의 관주도형과 새로운 케이스 개척형인 민간주도의 연구로 대별
- 일본도 AI 연구의 하나인 뇌과학연구에 주력하고 있으나 규모면에서 미국과는 큰 차이가 있음.
  - 관련 연간 예산규모는 미국이 약 5,700억엔인데 비해 일본은 약 300억엔에 불과
- 2015년 이후 일본도 도요타자동차를 비롯하여 AI연구회사를 발표하는 등 민간기업의 AI 연구도 활발해지고 있음.
- 정보서비스 사업자의 AI 관련 투자 및 서비스 실태
- 일본 주요 정보서비스 사업자의 AI 관련 투자 및 서비스 상황
  - 일본의 정보서비스 사업자는 AI 관련 전담부서 신설, AI 활용 솔루션 체계화 등 AI 추진체제를 강화

39) 미즈호은행 산업조사부 다카노 유키(高野結衣) 씨와의 인터뷰(2016. 9. 30) 및 관련 자료에 의거 작성

〈표 4-4〉 일본 주요 정보서비스 사업자의 AI 관련 투자 및 서비스 실태

기업명	AI 추진 체제	주요 투자 및 서비스 내용
후지쯔	<ul style="list-style-type: none"> <li>2008년 AI 활용 전담조직 신설, 연구자 및 기술자 200명 배치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015년 11월 AI 관련 지식을 ‘ZINRAI’ 로 체계화하고 상품·서비스에 대한 實裝 개시를 발표</li> <li>2015년까지 매출액 누계 500억엔 달성 목표</li> </ul>
NEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>2016년 4월 오사카대학내에 ‘뇌형(腦型) 컴퓨팅’ 의 협동 연구소 설립</li> <li>2016년 6월 산업기술총합연구소(AIST)내 ‘인공지능 제휴 연구실’ 을 설립</li> <li>2020년까지 AI 관련 연구진을 1,000명으로 증강</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015년 11월, AI를 활용한 솔루션사업 확대를 발표. 2020년까지 매출액 누계 2,500억엔 목표.</li> <li>2016년 7월 AI 기술 브랜드 ‘NEC the WISE’ 를 책정</li> <li>2016년 9월 ‘NEC·동경대학 미래AI 연구·교육 전략 파트너 십’ 협정 체결</li> </ul>
히타치	<ul style="list-style-type: none"> <li>2016년 6월 교토대, 동경대, 홋카이도대학과 공동 리보러터리(Lab) 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015년 10월, AI를 활용한 솔루션사업 확대를 발표.</li> <li>AI를 활용한 솔루션을 ‘Hitachi AI Technology’ 로 통칭하며, 사회과제 해결, 사업 성과를 지원하는 서비스 추진</li> </ul>
NTT 데이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015년 9월 ‘AI 비즈니스 추진을 위한’ AI 솔루션 추진실 ‘을 설립. AI 기술 전문가 20명을 배치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018년까지 AI 관련 시스템 서비스 매출액 누계 200억엔 목표</li> </ul>

자료: みずほ銀行, 「人工知能の動向について」, 2016. 9, 내부 토의자료에 의거 작성

□ 일본 주요 AI 벤처기업의 대두

○ 최근 일본 국내에도 AI의 요소기술을 개발하는 벤처기업이 2012-2015년에 주로 설립되고 있음(〈표 4-5〉참조).

〈표 4-5〉 일본 주요 AI 관련 벤처기업의 사례

회사명	Preferred Networks	ABEJA
설립연도	2014. 3	2012.
자본금	1.2억엔	-
종업원수	40명	40명
사업내용	IoT 관련 컴퓨터 S/W, H/W, 네트워크의 연구·개발·판매(딥러닝, 강화학습 등 로봇용 알고리즘 개발)	딥러닝을 활용한 비즈니스 효율화, 자동화 촉진(고객의 동선을 고려한 마케팅기법 제공, 에어컨 등이 언제 고장날지 사전에 알려주는 서비스)
모기업	Preferred Infrastructure(2006)	-
출자기업	NTT, 도요타, 파낙 등	NTT도코모벤처스, 사쿠라인터넷, Salesforce, 산업혁신기구 등
협업 기업	NTT, 도요타, 파낙, 파나소닉, Cisco Systems 등	미쓰코시/이세탄 홀딩스
기타	Preferred Infrastructure(2006)에서 분사하여 IoT사업 담당.	유통업 위주의 서비스 제공업체에서 다이킨과 제휴(2016)를 통해 제조업에도 진출
회사명	XC(크로스콤포스 인텔리전스)	SOINN
설립연도	2015. 4	2014. 7
자본금	0.2억엔	비공개
종업원수	7명	5명
사업내용	AI를 활용한 해석엔진의 연구개발	독자기술 ‘인공뇌 SOINN’에 의한 각종 기기, 장치, 정보시스템의 지능화
모기업	(주) 크로스콤포스(2011)	SOINN홀딩스(주)
출자기업	인테이지 테크노 스파이	산업혁신기구, 세이부 신킨캐피탈 등
협업 기업	르네사스 일렉트로닉스 등	NTT 커뮤니케이션즈 등
기타	(주) 크로스콤포스의 AI 부문을 분사화하여 설립	동경공업대 준교수가 12년에 걸쳐 개발한 기술을 토대로 하는 벤처기업(가볍고 계산이 빠른 AI 디바이스를 스마트폰 등에 활용 가능)

자료: みずほ銀行, 「人工知能の動向について」, 2016. 9, 내부 토의자료

### 3. 새로운 비즈니스 모델 구축 사례

□ 일본 제조업의 IoT 비즈니스 모델 개관

○ 일본의 업종별로 IoT와 관련하여 다양한 비즈니스 모델이 존재(〈표 4-6〉 참조).

〈표 4-6〉 현시점에서의 분야별 대표적 IoT 비즈니스 모델

업종	대표적 IoT 비즈니스 모델 사례
제조업	원격상태감시 M2M, 공장내의 전체 상황 점검 모델, 시스템 오버 시스템즈, 맞춤형 주문생산, CPS(사이버 피지컬 시스템), 능력 판매, 오픈 플랫폼
농업	스마트 애그리컬처
토목건설	스마트 컨스트럭션(i-Construction)
금융	핀테크
영업	AI디지털 마케팅
자동차	카 셰어링, 커넥티드 카
전력	스마트 그리드
도시	스마트 시티

자료: 岩本晃一 산업경제연구소(RIETI) 上席研究員 인터뷰(2016, 9.26)에 의거 작성

○ 그중 제조업의 IoT 비즈니스 모델의 유형을 보면 다음과 같음<sup>40</sup>).

- ①원격상태 감시 모델, ②공장 내를 연결하고, 제품까지 연결하는 모델, ③공장 간이나 서플라이 체인을 연결하여 상황의 상시파악이 가능한 사례, 수주 정보를 디지털화하여 연결하는 사례 존재

○ 일본 제조기업이 단순한 재화의 판매뿐 아니라 서비스 영역(보수·관리·리스 등)으로 사업을 확대하는 사례가 증가(〈표 4-7〉 참조).

40) 도레이경영연구소 마스다 다카시(増田貴司)씨와의 인터뷰(2016. 9. 28)



〈표 4-7〉 일본 제조기업의 서비스화 모델 사례

기업명	주요 내용
미우라 (三浦) 공업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업용 소형보일러에서 일본 국내시장점유율 40% 이상 점유</li> <li>- 보일러 판매와 동시에 고객과 3년간 유지보수계약을 체결하여 3년간 서비스 요금을 선불로 징수하는 사업모델을 구축.</li> <li>- 즉 1989년부터 고객의 보일러에 장착한 센서를 통해 수립한 데이터를 통해 동사 온라인센터에서 가동상태를 원격감시하여 이상이 발견되면 고객에게 대처방법을 통지하고 수리요원을 파견하는 ‘보일러고장 예지(豫知)서비스’ 를 제공</li> </ul>
리코	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사무용기기 단순 판매에서 운용·관리 서비스 수탁사업 강화(기기 재배포치, 인쇄업자의 최적화를 계속 제안하는 서비스 등)</li> <li>- 중소기업용 네트워크접속기기 제공부터 설치, 유지보수까지 일괄 수주하는 사업에 주력</li> </ul>
브릿지 스톤	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 타이어 단품판매에서 신폼타이어, 재생타이어, 유지보수를 패키지로 판매하는 솔루션 비즈니스로 전환함으로써 고객의 비용절감, 환경대응, 안전운행을 실현하는 비즈니스 모델</li> </ul>
호리바 (堀場) 제작소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 엔진배기가스 측정·분석 장치의 세계 최대업체.</li> <li>- 단순히 엔진배기가스 측정·분석 장치를 판매하는 데 그치지 않고, 공장 등 시설의 설계·건설까지 수주하는 토털 지원 시스템 비즈니스 모델을 구축</li> </ul>
히다치 조선	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업구조개혁을 통해 전체 매출액에서 차지하는 A/S사업 비율을 2016년까지 50%로 높일 계획.</li> <li>- 이는 기기나 플랜트의 납품 후에 유지보수 및 운영 관련 유상 서비스 수주를 통해 장기적이고 안정적인 수익 모델 창출</li> </ul>

자료: 도레이경영연구소 마스다 다카시(増田貴司)씨와의 인터뷰(2016. 9. 28)

○ 또한 IoT 비즈니스에서는 이업종 간의 협력이 매우 중요하며, 일본에서도 이업종간의 융합 모델의 사례도 증가

- 예컨대, 혼다와 소프트뱅크가 AI를 사용하여 자율주행자동차(커넥티드 카) 운전지원 시스템을 공동개발하는 사례, 도요타가 미국의 배차애플리케이션 전문회사인 우버社에 수십억엔을 출자하여 미국에서 도요타 리스차량의 판매 확대를 도모하는 사례 등<sup>41)</sup>.

□ 미쓰비시전기의 IoT 활용 사례<sup>42)</sup>

○ 일본의 최고의 IoT 적용 선진 사례는 미쓰비시전기(나고야 제작소)

- 동사는 1924년에 창업하여 콘트롤러기기, 구동제어기기, 메카트로닉스 기기, 배전제어기기 등의 개발, 제작, 양산을 실시하는 마더(mother)공장

- 동사는 2003년부터 e-f@ctory를 실시하고 있으며 최근 e-f@ctory 실시와 only-one 제품생산 실현을 위해 ‘CHALLENGE 2020’을 전개하고 있음,

○ 동사 e-f@ctory는 현장기기와 컴퓨터의 연결이 없는 것에 대한 사용자의 고민을 해결하기 위해 FA(Factory Automation)와 IT의 인터페이스인 MES인터페이스를 개발한 것에서 출발

○ e-f@ctory는 2003년부터 기본컨셉이 바뀌지 않고 있으며, ‘FA와 IT 기술을 활용하여 개발·생산·유지보수 전반의 총비용을 절감하고 한발 앞선 제조를 지원하는 솔루션을 제공

- 구체적으로 생산현장의 데이터를 실시간으로 수집, 데이터를 IT시스템에 끊임없이 연결시켜, 분석·해석 결과를 생산현장에 계속 피드백 시키는 체제

○ 그후 공장내에 e-f@ctory 개념을 활용하여 공장내의 데이터를 분석하고, 문제를 현재화함으로써 생산성, 품질, 생산이력관리(traceability) 향상에 크게 기여

○ 현재 공장의 문제를 가시화, 분석, 개선한다는 3단계 전략을 전개한 결과 생산성, 품질, 에너지절감, 안전성, 보안성 향상 등 성과 실현

41) 도레이경영연구소 마스다 다카시(増田貴司) 산업경제조사부문장과의 인터뷰(2016. 9. 28)

42) 日本機械工業連合會, 「平成27年版 世界の製造業のパラダイムシフトへの対応調査研究」, 2016. 3. pp.201-205을 참고하여 주로 작성

○ e-f@ctory의 실현을 위해서는 어라이언스가 필요하며, SI(System Integrator), 소프트웨어, 기기의 291사가 파트너로서 참여하고 있음.

- 동사의 첫 번째 모델인 서버모터 공장에서는 생산성이 180% 향상되었으며,
- 동사의 개량모델은 현재 전세계 130사에 5,200건 정도 사용되고 있으나 일본계 자동차메이커 해외공장의 생산이력관리(traceability) 시스템에 가장 많이 사용되고 있음.

○ 다만 동사의 e-f@ctory 개념은 공장을 대상으로 하고 있다는 점에서 산업을 대상으로 하는 독일의 인더스트리 4.0과는 차이가 있으므로, 향후 서플라이 체인까지 토탈 솔루션을 제공하도록 확장할 필요성이 있음<sup>43)</sup>.

- 미쯔비시전기의 기기나 시스템 즉 “e-f@ctory” 측면에서는 지멘스보다도 앞서 있다고 일본 전문가들은 평가하고 있음.
- 일본 등 미쯔비시전기의 시스템에 익숙해져 있는 일본기업에 대한 납품은 문제가 없으나 글로벌 전개를 염두에 두면 표준화 등의 필요성이 있음.
- 예컨대, 중국기업에 미쯔비시전기가 인더스트리 4.0에 대응할 수 있는 공장 전체를 납품하고자 하면 대응이 곤란

\* 기존 중국의 생산라인에 맞추어 로봇을 연결하는 등 애플리케이션을 만들고 관련 인력을 양성할 필요가 있으나 이것은 곤란

□ 후지쯔의 시마네(島根)공장 사례<sup>44)</sup>

43) 미쯔비시총합연구소, 오쿠다 아키노부((奥田章順) 치프 컨설턴트와의 인터뷰(2016. 9. 27, 사공 목)

44) 岩本 晃一, 「IoTが雇用に与える影響 ; 富士通の事例」, RIETI, 2016. 8. 5, pp. 1-4.

○ IoT도입에 의한 혁신을 실현하는 대표적인 공장으로 후지쓰시마네의 사례가 있음.

- 2004-2015년간 리드타임 80% 삭감, 조립공정 불량률 60% 삭감, 프린트기판 생산불량 90% 삭감 등의 실적 달성

- 동 공장에서는 노트북PC(Lifebook 시리즈), 태블릿(Arrow Tab시리즈) 등을 1대당 주문생산 형식으로 생산이 가능한 시스템을 구축하여 ‘제6회 모노즈쿠리(제조) 일본대상과 경제산업대신상’ 수상

- 수선라인의 잔업시간 감축, 운반비용 삭감 등의 실현

\* 불량품이 발생한 경우 수선라인에서 불량률의 원인을 규명하고, IoT 도입에 의해 출하시간 파악이 가능해져, 긴급작업의 우선 수행 등을 통한 시간 감축이 가능

○ 후지쓰의 IoT 개발 사상: 휴먼 센트릭 이노베이션

- ICT/IoT가 인간의 활동의 장을 빼앗는 것이 아니라 인간의 활동을 지원·강화하는 역할을 수행하는 것이 바람직하다는 생각에 입각하므로, ICT/IoT가 고용을 축소하는 상황은 발생하지 않고 있음.

- 오히려 구미에 비해 직종이 세분화되어 있지 않는 일본의 경우 기획, 구상, 설계, 제도 등을 한사람이 전부 혹은 복수를 담당함에 따라 ICT/IoT를 동반한다고 해도 인력 감축은 발생하지 않고 제조공정의 효율화를 달성하는 경우가 많음.

- 수작업 검사의 30%를 자동화함으로써 고령화에 따르는 종업원의 미스를 줄이는 역할 가능

\* 종래 인간의 감각에 의해 검사하고 탐지하던 퍼스컴의 스피커 공정에 IoT가 도입됨에 따라 종업원의 노령화를 보완하는 역할을 수행 가능

\* 동사는 자동화를 인원삭감이 아니라 종업원을 지원하기 위한 목적으로 활용(예; 부품을 집는(picking) 카트의 이동 자동화 등)

□ 제휴협력을 확대하는 도요타의 AI 연구 사례

○ 도요타는 이동(mobility) 분야에 있어서 소프트웨어 기술의 중요성이 높아가자 AI연구에 박차를 가하고 있는 일본의 대표적인 사례임.

○ 도요타는 자율주행에 대하여 신중한 자세를 견지해 왔으나 2015년 10월 고속도로에서 주행이 가능한 ‘하이웨이 팀 메이트’ 를 발표.

- 도요타는 2020년을 목표로 자동차전용도로에서 자율주행이 가능한 자동차를 시판할 계획임.

- 도요타가 지향하는 자율주행은 무인운전이 아니고 인간과 자동차간에 협조하여 운전하는 것을 전제

○ 도요타는 스탠포드대학 인공지능연구소, MIT공대의 컴퓨터 과학·인공지능연구소와 제휴 개시를 발표(2015. 9)하고, AI연구소(Toyota Research Institute)를 미국에 설립(2016. 1)하여 본격적으로 자율주행차 연구에 착수

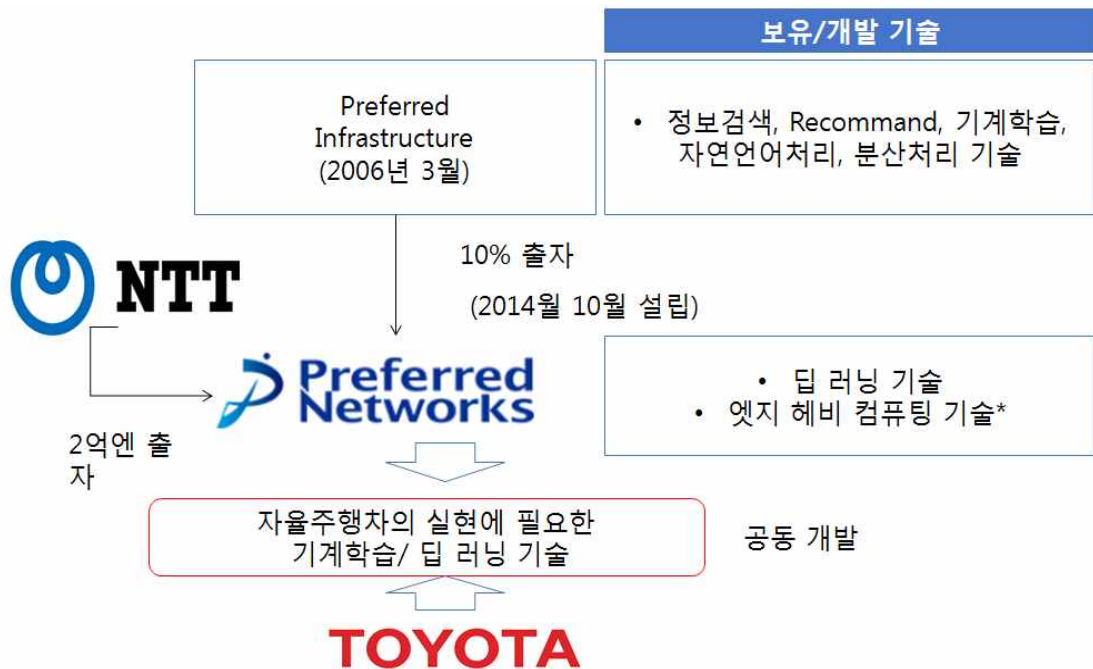
- Toyota Research Institute는 종업원 200명, 5년간 운영예산 10억 달러, 연구예산 5,000만 달러의 규모이며, 미국전문가를 책임자로 영입(<그림 4-5> 참조).

<그림 4-5> 도요타의 국제 AI 협동연구 사례



자료 : みずほ銀行, 「人工知能の動向について」, 2016. 9, 내부 토의자료

<그림 4-6> 도요타와 Preferred Networks의 자본제휴 관계



\*다양한 센서에서 수집한 정보를 네트워크의 엣지(기계측)에서 분산적으로 처리하는 기술

자료: みずほ銀行, 「人工知能の動向について」, 2016. 9, 내부 토의자료

- 도요타는 동경대의 벤처기업인 Preferred Networks와 자율주행 실현을 위한 딥러닝 기술 등의 공동개발 추진(<그림 4-6> 참조)
  - Preferred Networks는 IoT 관련 컴퓨터 S/W, H/W, 네트워크의 연구·개발·판매하며 딥러닝, 강화학습 등 로봇용 알고리즘을 개발하는 벤처회사이며 도요타는 동사에 10억엔을 출자(2015. 12)

### 제3절 시사점

- 일본은 미국과 독일 등 선발국을 벤치마킹하여 추진체제를 정비하는 등 민·관이 협력하여 4차 산업혁명 대응전략 수립에 부심하고 있음.
- 일본이 선택과 집중전략을 채택하고 있다는 점을 벤치마킹하여 우리도 강점·약점 분석을 통해 가장 강점이 있는 전략분야를 발굴하여 집중 육성할 필요가 있음.
  - 일본은 4차 산업혁명과 관련하여 자신의 상황에 대한 명확한 진단을 바탕으로 선택과 집중을 통한 All-Japan 차원의 대응전략 수립
  - 일본은 로봇 중시, IoT화를 통한 효율 향상, AI, 자율주행 등 이동수단에 대한 집중 투자, 리얼 데이터의 표준화와 이를 통한 플랫폼의 국제표준화 지향 등에 집중
- 우리도 각 부처별로 분산되어 있는 4차 산업혁명에 관련한 핵심요소 기술개발(AI, 로봇, 빅데이터, IoT, 스마트 팩토리, 문화 콘텐츠 등), 산업구조 및 고용구조 변화 대응 등 다양한 분야의 정책을 총괄적으로 기획 조정하는 기구를 대통령 직속으로 설치할 필요
  - 일본은 4차 산업혁명 관련 정책의 구심점 역할을 하는 미래투자회의와 같은 컨트롤 타워를 총리 산하에 신설하여 정책 추진의 일관성과 효율성을 도모

- 신산업구조비전을 관계 성청이 협의하여 작성한 후 이를 관저로 보낸 후에 이를 다시 환류하는 방식을 취하고 있다는 점은 부처간 정책 조정 측면에서 우리에게 시사하는 바가 큼.
- 우리도 4차 산업혁명 추진체제를 정비하여 국제 표준화 움직임에 보다 적극적으로 참가해야 함.
- 일본정부가 갈라파고스 현상을 탈피하기 위하여 4차 산업혁명 관련 IoT 규격의 국제표준화에 적극 동참하고 있다는 점을 참고
  - 즉 일본은 소프트웨어에 강한 미국과는 IIC와, 하드웨어에 강한 독일과는 인더스트리 4.0플랫폼과의 협력 관계를 강화하는 등 IoT 국제 표준화 전략에 적극 참여
  - 한국정부도 IoT 표준화 정책을 추진하고 있지만 국제표준화에는 2016년 10월 현재 아직 참여하지 못하고 있는 상태
- 우리 중소·중견 기업에 대해 IoT 등 4차 산업혁명을 확산시키는 노력을 강화할 필요가 있음.
- 중소기업의 경우 IoT의 장점 및 메리트(전부 인터넷으로 연결하는 경우 발생하는)를 이해하지 못하는 경우가 많아 성공사례(모델사업)를 발굴하여 홍보를 강화하는 것이 필요
  - 일본의 경우 현재 IVI에서 중소기업 집적지(예, 오타구 등)의 공장들을 연결하는 실험을 하고 있으며, 우선 이전부터 공정별로 협력하여 공동 생산·판매하던 3-4개의 중소기업들을 웹상의 네트워크로 연결하는 실험을 추진 중<sup>45)</sup>.
- 4차 산업혁명에서 가장 중요한 것은 데이터의 활용을 극대화하는 것인데, 이와 관련하여 우리나라의 빅데이터 구축을 위한 개인정보 활

45) 岩本 晃一 산업경제연구소(RIETI) 上席研究員 인터뷰(2016, 9.26)에 의거 작성



용 제고 방안을 모색할 필요가 있음.

- 우선 공장 등에서 발생하는 데이터의 표준화를 위해 공유 가능한 공통 데이터와 비공개/개별 데이터를 구분하는 기준 등을 관련 업종단체가 검토 필요
- 동시에 우리나라의 개인정보 보호가 엄격화하는 가운데 데이터 정보의 수집과 활용 차원의 규제완화 등 제도적 장애요인 제거 노력도 필요
- 4차 산업혁명의 고용면 등의 부정적 측면을 강조하기보다는 새로운 비즈니스 창출을 통한 시장 및 고용창출이라는 긍정적 측면에 주목하여, 4차 산업혁명의 변화에 능동적으로 대처하는 분위기 조성이 긴요
- 일본은 4차 산업혁명을 AI, IoT, 로봇을 기반으로 한 제조업의 생산 시스템 고도화에 국한하지 않고 사회 전반 및 국가경제를 변화시키는 기회로 활용하려고 한다는 점을 참고할 필요

○ 향후 4차 산업혁명 관련 필요 인력 양성에 더욱 노력 필요

- 예컨대, AI를 육성하기 위해 가장 핵심기술인 지능형 소프트웨어 개발과 지능형 반도체를 개발해야할 R&D인력이 대규모로 필요하나 한국에는 지능형 SW 개발이나 신경망반도체 회로를 개발할 R&D인력이 절대적으로 부족한 상태

## 제5장 중국의 4차 산업혁명 대응현황<sup>46)</sup>

### 제1절 정부의 정책동향

#### 1. 개관

□ 4차 산업혁명은 제조강국 정책의 새로운 돌파구

○ 글로벌 금융위기 전까지 두 자리 수의 고성장을 구가하던 중국경제가 2008년 글로벌 금융위기를 전환점으로 성장세가 꺾이더니 2012년부터는 7%대로 하락

- 당시 세계는 저성장이 정상상태가 되는 뉴노멀 시대로 접어들었다는 주장이 제기되었으나 중국에서는 이를 신창타이(新常態)로 재해석<sup>47)</sup>하면서 그에 대응하기 위한 전략의 하나로 제조강국론을 제시
- 이와 관련하여 일각에서는 중진국 함정(middle income trap)에 빠지는 것 아니냐는 위기감 증폭

○ 세계 저성장 진입 이후에도 중국에서는 임금이 가파르게 상승하였고 급속한 고령화<sup>48)</sup>로 인구 보너스 효과도 소멸되어 중국 제조업이 더 이상 가격 경쟁력을 유지하기 어려워지는 새로운 상황 전개

- 이에 대처하기 위해서는 중국 제조업이 단순 저임금 위주에서 벗어나 고부가가치 산업으로 전환해야 한다는 견해 확산

○ 이러한 상황변화를 반영하여 2013년 출범한 시진핑 정부는 경제발전 패러다임을 ‘제조대국’에서 ‘제조강국’으로 전환

46) 장윤중 작성

47) 김시중, ‘신창타이(新常態)’ 중국경제와 한국의 대응, KIEP 중국전문가 포럼, 2015.02.11., <https://csf.kiep.go.kr/>

48) 산업연구원 북경지원, 중국 고령화 추이와 시사점, 중국산업경제브리핑, 2016.5.

- 제조강국론은 성장 패러다임을 저임금 노동집약적 제품 수출주도로 부터 임금 상승을 수용하면서 내수확대에 기초한 혁신주도 성장으로 전환하고자 하는 것임.
- 그런데, 성장 패러다임 전환으로 중국이 중진국 함정에 빠질 위험성이 커졌다는 문제제기가 확산되어 정부의 새로운 돌파구 필요성 제기
  - 당시 임금은 빠르게 상승한 반면 생산성과 혁신은 소기의 성과를 거두지 못해 전환기의 어려움이 가중되는 양상이 나타남.
- 이러한 상황에서 리커창 총리는 2014년 10월 독일을 방문, 독일이 인더스트리 4.0 정책을 강력하게 추진하는 것을 목격하고 중국도 4차 산업혁명 대응을 위한 독일식 정책을 추진할 필요성 인식
- 중국의 4차 산업혁명 대응은 2단계로 구분해서 파악해야 현실을 정확하게 인식 가능
- 중국정부는 2015년 3월에 중국제조 2025, 7월에 인터넷+ 정책을 발표하였으며, 중국제조 2025는 독일의 인더스트리 4.0의 중국판이라고 설명
- 그러나 중국제조 2025에 독일의 인더스트리 4.0에서 제시된 내용이 반영되기는 했지만 중심적 위치를 차지하지는 못하였음.
  - 실제 정책추진에 있어서는 과거와 같이 전략산업 육성이 여전히 주류를 이루었으며 인더스트리 4.0을 모방하여 제시한 ‘정보화와 산업화의 융합발전’은 강력하게 추진되지 않았던 것으로 평가됨.
  - 그리고 인터넷+와 중국제조 2025는 긴밀하게 연계하여 추진해야 함에도 불구하고, 또한 두 정책은 상호 겹치는 영역이 있음에도 불구하고 실제로는 각각 독립적으로 분리되어 추진되는 문제점 노정<sup>49)</sup>

49) 박태호, 중국의 인터넷+ 정책을 통한 제조업 업그레이드전략 평가, 중국산업경제브리핑, 2016.2.

- 두 정책이 통합적으로 추진되기 시작한 것은 2016년 5월로, 이를 기점으로 4차 산업혁명 대응은 2단계로 접어든 것으로 해석 가능
  - 2016년 5월 국무원은 ‘중국 제조 2025’ 와 ‘인터넷+ 액션 플랜’ 정책의 협력적 추진을 위해 ‘국무원, 제조업과 인터넷 융합발전 심화에 관한 지도 의견’ 50)을 발표
  - 2016년 11월 공업정보화부는 이 지도의견을 심도 있게 추진하기 위하여 13차 5개년 계획의 일환으로 「정보화와 공업화 융합발전계획(2016~2020년)」을 공식 발표
  - 이와 더불어 2016년 5월 중국발전개혁위원회, 과학기술부 등 4개 부처는 4차 산업혁명의 핵심동력인 인공지능 발전을 위하여 「인터넷+ 인공지능 3년 행동실시방안」을 발표
  - 또한 각 부처는 2016년 12월부터 13차 5개년 계획의 일환으로 스마트제조 발전계획, 사물인터넷 산업 발전계획, 빅데이터 산업 발전계획 등을 연속해서 발표

〈표 5-1〉 중국의 최근 4차 산업혁명 관련 정책 추진현황

시기	정책명
2015 5월	중국제조 2025
2015 7월	인터넷+ 적극추진에 관한 행동 지도의견
2016 5월	제조업과 인터넷 융합발전을 심화에 관한 지도의견
2016 5월	인터넷+ 인공지능 3년 행동실시방안
2016 11월	공업화와 정보화 융합 발전계획(2016-2020년)
2016 12월	스마트제조(智能制造) 발전계획(2016-2020년)
2016 12월	사물인터넷산업 13차 5개년 발전계획
2017 1월	빅데이터산업 13차 5개년 발전계획

50) 国务院关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见; 国发〔2016〕28号, 산업연구원 북경지원, 중국 국무원, 제조업과 인터넷 융합에 대한 지도의견 발표, 2016.8. 재인용.

- 2016년 상반기를 전후하여 4차 산업혁명에 대한 중국정부의 시각이 달라졌다는 것은 제조강국의 내용과 관련하여 중요한 시사점을 가짐
  - 2015년에는 전략산업의 기술혁신과 선진국 기술 추적이 중요한 이슈였던 반면, 2016년에는 4차 산업혁명의 신기술 도입과 산업 시스템 개선이 핵심과제로 격상되었다는 것임. 이하에서는 중국의 4차 산업혁명 대응정책을 두 단계로 구분하여 살펴보기로 함.

## 2. 4차 산업혁명 대응 1단계 정책

- 1단계 정책은 중국제조 2025와 인터넷+로서, 중국 정부는 2015년 3월 전국인민대표대회에서 ‘중국제조 2025’ 와 ‘인터넷+’ 추진을 언급한 후 각각 5월과 7월에 국무원에서 공식 발표
  - 이 두 정책은 제조강국의 근간을 이루는 쌍두마차에 해당

### □ 중국제조 2025

- 중국은 양적 성장의 ‘제조대국’ 에서 질적 성장의 ‘제조강국’ 으로 전환하기 위하여 ‘중국제조 2025’ 정책을 제시
  - 리커창 총리는 “독일의 인더스트리 4.0과 중국제조 2025는 같은 개념” 이라고 언급(2015년 10월)하여 중국제조 2025가 독일의 인더스트리 4.0을 벤치마크한 것이라고 밝힘.
- 제조 2025 정책은 5대 이념과 3단계 전략적 목표, 9대 전략적 과제, 8대 전략적 정책조치 등으로 구성
  - 전략적 목표와 관련해서는 발전단계를 3단계로 설정함. 1단계로 2025년까지 제조강국 대열에 진입한 후, 2035년 세계 제조강국 중 중간수준 도달. 2049년에 세계 제조강국 중 최상위 수준으로 도약한다는 목표임.

- 9대 전략적 과제와 관련해서는 신속하게 추진할 5개 중점 추진 프로젝트를 제시하였으며, 핵심분야 발전 추진 과제에서 정부가 적극 육성할 10대 전략분야를 제시

○ 제조 2025 정책에서 4차 산업혁명과 직접 관련된 분야

- 전략적 과제 중에서는 (1) 제조업 혁신 역량 강화, (2) 정보화와 산업화의 융합발전 도모, (6) 핵심분야 발전 추진 등이 관련
- 핵심분야 10대 기술 중 4차 산업혁명과 직접적으로 관련된 기술은 IoT와 빅데이터 기술을 포함하고 있는 차세대 IT기술, 로봇기술을 포함하고 있는 첨단 수치제어 기계 및 로봇, 지능화 자동차 기술을 포함하고 있는 에너지 절감형 신재생에너지 자동차 등임.
- 즉각 시행할 목적으로 제시한 5대 프로젝트 중 2개(프로젝트 1, 2)가 4차 산업혁명 대응과 밀접한 관련이 있는 것으로 그 내용은 다음과 같음.<sup>51)</sup>
  - 프로젝트 1 제조업 혁신 센터(산업기술연구기지) 구축 사업: 핵심 산업의 업그레이드와 차세대 IT기술, IMS(지능형 생산시스템), 적층가공, 신소재, 바이오 의약품 등에서 기반기술 수요가 증가함에 따라 제조업 혁신 센터(산업기술연구기지)를 조성하여 핵심 기반기술 R&D와 상용화, 인재 육성 등을 추진. 2020년까지 15곳, 2025년까지 40곳으로 확산
  - 프로젝트 2 지능형 생산시스템 구축 사업: 제조업 분야의 핵심 단계에서 차세대 IT기술과 제조 설비를 융합하여 가상물리생산 시스템(cyber physical production system)을 구축하는 것임. 산관학 협력을 통해 지능형 제품과 스마트 장치를 개발하여 상용화하는 한편, 경쟁력 우위기업부터 핵심 제조공정 지능화, 로봇의 핵심 노동력 대체, 생산공정 지능화, 공급망 최적화를 추진하여 공장 및 작업현장에 디지털 시스템을 도입하기 시작함. 인프라가 우수하고 수요가 충분한 지역, 업종, 기업을 대상으로 공정제조, 개별제조, 스마트 설비 및 제품, 새로운 업태 및 모델, 지능형 관리 및 서비스 등을 시범적으로 확대 적용하며 지능형 생산 표준과 정보보안 시스템을 통해 지능형 생산시스템을 완비함.

51) 윤대상, 중국제조 2025 (총괄편), 한국과학기술협력센터, 2015.8. [www.kostec.re.kr/](http://www.kostec.re.kr/)

<표 5-2> 중국제조 2025 정책의 구성과 주요내용

구분	주요내용
이념	① 혁신 드라이브형
	② 품질 우선
	③ 친환경 발전
	④ 구조 업그레이드
	⑤ 인재 중심
전략적 목표	1단계: 10년간의 노력을 통해 제조강국 반열에 오른다.
	2단계: 2035년까지 중국 제조업은 세계 제조강국의 중등수준에 도달한다.
	3단계: 2049년까지 제조업 대국으로서의 지위를 공고히 하여 글로벌 제조강국 선두에 오른다.
전략적 과제	(1) 제조업 혁신 역량 강화 - (프로젝트1) 제조업 혁신센터 (산업기술연구기지) 구축 사업
	(2) 정보화와 산업화의 융합 발전 도모 - (프로젝트2) 지능형 생산시스템 구축 사업
	(3) 산업 기초역량 강화 - (프로젝트3) 산업 기지 경쟁력 강화 사업
	(4) 고품질 브랜드 구축
	(5) 친환경 제조 - (프로젝트4) 친환경 생산 사업
	(6) 핵심분야 발전 추진(*) - (프로젝트5) 첨단설비 도입 사업
	(7) 제조업 구조조정 확대 실시
	(8) 서비스형 제조업과 생산형 서비스업 발전 도모
	(9) 중국 제조업의 글로벌화 추진
전략적 정책 조치	(1) 체제 시스템 개혁 확대
	(2) 공정 경쟁의 시장환경 조성
	(3) 금융지원정책 개선
	(4) 세제 지원 확대
	(5) 다양한 인재육성 시스템 완비
	(6) 영세기업 관련 정책 개선
	(7) 제조업 대외개방 확대
	(8) 관련 기관 및 시스템 정비

주: (\*) 10대 전략분야: 1. 차세대 IT기술, 2. 첨단 수치제어 기계 및 로봇, 3. 우주항공 장비, 4. 해양플랜트 설비 및 최첨단 선박, 5. 첨단 궤도교통 설비, 6. 에너지 절감형 신재생에너지 자동차, 7. 발전 설비, 8. 농기계 장비, 9. 신소재, 10. 바이오 의약품 및 고성능 의료기기

자료: 国务院, 国务院关于印发《中国制造2025》的通知, 国发〔2015〕28号, 2015.5.8. 강지연, 「중국제조 2025」 발표에 관한 국무원 통지(번역본, 내부용), 재인용.

□ 인터넷+ 정책

- 2015년 7월 4일, 중국 국무원은 <인터넷+ 적극 추진에 관한 행동 지도의견(关于积极推进“互联网+”行动的指导意见)>을 발표하고, 향후 3년 및 10년간의 인터넷+ 발전목표를 제시<sup>52)</sup>
- 인터넷+는 위양이 2012년 11월에 열린 제5회 모바일 인터넷 박람회에서 처음 제시한 개념으로 모든 업종이 인터넷화를 실현하도록 하기 위한 목적에서 용어 개발<sup>53)</sup>
  - 텐센트의 CEO인 마화팅은 이 용어의 내용을 발전시키는데, 그에 따르면 ‘인터넷+란 인터넷 플랫폼 기반의 정보통신기술을 통해 모든 업종이 경계를 뛰어넘어 융합함으로써 산업구조를 전환하고 업그레이드하며, 새로운 상품과 서비스, 모델을 끊임없이 창출하고 궁극적으로는 모든 것이 연결된 새로운 생태계를 형성하는 것’ 임.<sup>54)</sup>
  - 현재 중국에서 사용되는 인터넷+는 기존업종을 인터넷화 한다는 기계적인 측면보다는 마화팅이 표현한 것과 같이 그로 인해 나타나는 질적인, 구조적인 변화에 초점을 맞추고 있음.
- 중국정부의 인터넷+ 정책은 마화팅의 개념 재정리에서와 같이 인터넷+를 통해 산업간 경계를 허물고 거대한 확장성을 구축하는 한편 사회의 재구조화를 시도하고자 함.
  - 리커창 총리는 2015년 3월 양회 업무보고를 통해 이러한 인터넷+ 개념을 제시함.

52) 산업연구원 북경사무소, 중국, 인터넷 플러스 전략 추진, 중국산업경제브리핑, 2015.7.

53) 인터넷화는 4단계로 구분됨. 1단계는 마케팅의 인터넷화, 2단계는 채널의 인터넷화, 3단계는 상품의 인터넷화, 4단계는 경영의 인터넷화임. 4단계를 거쳐야 기업들은 완전한 디지털화, 네트워크화로 나아가게 됨. 마화팅, 장샤오핑 외, 인터넷 플러스 혁명: 2025 중국의 미래를 결정할 국가전략리포트, 비즈니스북스, 2015. 17쪽.

54) 전계서, 35쪽.



○ 인터넷+는 모든 분야에서 가능한데, 중국정부는 11개 중점분야를 제시하고 이 분야들에 대해 인터넷 융합을 적극 추진할 예정

- 11개 분야는 창업·혁신, 제조, 농업, 에너지, 금융, 민생, 물류, 전자상거래, 교통, 생태환경, 인공지능 등

○ 인터넷+ 정책에서 4차 산업혁명과 직접 관련된 분야

- 인터넷+는 디지털 전환이라는 측면으로 해석할 수 있으므로 기본적으로 3차 산업혁명에 해당한다고 할 수 있음. 4차 산업혁명에 해당하기 위해서는 IoT, 빅데이터 등을 활용하여 데이터 수집, 분석, 의사결정이 이루어져야 한다는 조건을 충족해야 하는데, 표에서 보듯이 각 분야 인터넷+ 정책의 주요 정책과제는 대부분 4차 산업혁명의 특징을 담고 있음.

· 예를 들어, 인터넷+농업의 경우 환경감지, 실시간 감독, 자동제어가 가능한 네트워크 시스템 구축이 과제로 제시되어 있는데, 이 내용은 IoT, 빅데이터를 활용하지 않으면 안 되는 것으로서 4차 산업혁명의 특징을 포함

· 인터넷+인공지능의 경우는 그 자체로 4차 산업혁명에 해당함. 중국사례는 아니지만 대표적인 사례로 인공지능을 활용하여 주가변동 예측을 하는 지식서비스업체 Kensho<sup>55)</sup>를 들 수 있음.

- 이러한 면에서 볼 때 11개 분야와의 융합을 내용으로 하는 인터넷+ 정책은 4차 산업혁명에 대한 대응을 기본 원칙으로 제시한 것이라고 해석 가능

- 내용만을 기준으로 할 때, 인터넷+창업·혁신, 인터넷+전자상거래 두 분야는 4차 산업혁명의 특징을 갖고 있지 않은 것으로 나타나는데, 실제로는 아마존에서 보듯이 전자상거래는 데이터 분석을 통한 예측 판매로 빠르게 전환하고 있으므로 4차 산업혁명의 특징을 지닌다고 보는 것이 적절할 것임.

---

55) <https://www.kensho.com/> 참조.

〈표 5-3〉 인터넷+ 정책의 11개 중점 분야별 정책과제 내용

구분	주요 정책과제
인터넷+창업·혁신	대형 IT 기업의 경영자원 개방 및 공유 촉진
	소규모 기업을 위한 인터넷 기반 공공서비스 플랫폼 완비
	클라우드 소싱(crowd sourcing) 등 새로운 연구개발 모델의 구축 및 활용 촉진
	신흥산업을위한창업·혁신시범구역건설을촉진
인터넷+제조	클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷, 산업용 로봇 기술의 적극 응용 및 생산 장비의 스마트화 추진
	빅데이터 개발 및 인터넷을 이용한 개별 고객 정보의 수집·분석 활동 촉진
	고장 예측, 원격관리, 품질진단 등에 대한 온라인 서비스 제공
	생산, 품질관리, 운영관리 시스템의 전면적 연계
	스마트 제조 시범구역 확대
인터넷+농업	환경감지, 실시간 감독, 자동제어가 가능한 네트워크 시스템 구축
	사물인터넷을 활용한 농업 관측·제어 시스템을 구축하여 절수, 관개, 토양분석, 비료처방 등
	농업제품의 유통·판매방식의 개혁 촉진
	질병자동진단, 폐기물자동회수 등을 위한 스마트 설비의 개발 및 보급
인터넷+에너지	에너지생산관측·제어,관리,정보분배시스템구축
	스마트 발전 설비, 전력 사용 설비, 전력망 설비의 개조
	다양한 에너지 자원 간의 상호 보완적 전력 생산 네트워크 구축
	태양에너지, 풍력에너지 등 재생가능에너지의 비중 확대
인터넷+금융	에너지 네트워크 정보·통신 시스템을 완비하고, 전력망과 통신망이 결합된 네트워크 기초 설비 개발·보급
	인터넷 금융 클라우드 서비스 플랫폼 구축
	클라우드 서비스 플랫폼을 활용한 신용 인증 서비스 제공
	클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷, 빅데이터 등을 활용한 금융상품 및 서비스의 혁신 촉진
	전자화폐의 사용률 제고를 위한 방안 모색
인터넷+민생	온라인 대출, 온라인 증권, 보험, 펀드 판매 서비스 제공
	인터넷과 모바일 인터넷을 활용한 공공서비스 체계 혁신 도모
	온라인 자동차대여, 주택 임대 등 민생 관련 업종에 대한 정책적 지원
	의료정보공유시스템 구축을 지원하고, 인터넷 진료예약, 결제, 진료기록 검색, 약품 배송 서비스를 제공
인터넷+물류	원거리 의료 서비스 제공 및 신기술을 활용한 맞춤형 건강관리 서비스 제공
	물류 정보서비스 플랫폼 구축
	물류 정보교환 표준체계 개선
	클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷 등 신기술을 활용한 창고설비 관리
인터넷+전자상거래	운송인력, 운송차량, 화물 관련 정보공유를 통한 배송 효율 제고
	농산품·농부산물 및 물류의 표준화 실시, 콜드체인 설립 촉진
	전자상거래 플랫폼을 이용한 제품판매 촉진 및 전통적 유통기업과 전자상거래 기업 간의 융합을 도모

구분	주요 정책과제
	전자상거래를 응용한 맞춤형 제조 촉진 및 중소기업의 전자상거래 활용 적극 독려
	전자상거래 제품의 품질 추적 등 전자상거래의 신뢰성 제고
	통관, 검역, 외환결제 등 수출입 업무의 창구 단일화, 해외전자상거래의 편의성 제고
인터넷+교통	인터넷 플랫폼을 활용한 실시간 교통 정보 제공
	사물인터넷, 모바일 인터넷 기술을 활용한 설비의 운영 및 통행 정보 수집
	빅데이터를 이용한 인구이동 추세, 출행(出行) 수요 등 특징분석 및 이에 기초한 교통·운송 설비 계획 수립
인터넷+생태환경	다양한 지리 정보시스템, 스마트 지도 등을 활용
	사물인터넷, 빅데이터를 이용한 역물류 회수 시스템의 업그레이드
	폐기물 정보 공유 플랫폼 구축에 대한 IT 기업의 참여 독려
인터넷+인공지능	다양한 지리 정보시스템, 스마트 지도 등을 활용, 각종 생태자원의 현황에 대한 관리·감독 강화
	인공지능을 이용한 미래산업 발전을 도모하고, 단말기 제품의 스마트 수준을 제고하도록 함.
	음성, 영상, 지도 등의 데이터를 포함한 대규모의 훈련 자원 라이브러리 구축
	스마트 음성처리, 바이오인식, 자연언어해석, 신형 휴먼컴퓨터 등 인공지능 핵심기술에 대한 연구개발 및 산업화 촉진
	자동차, 보안기업 등과 IT 기업간의 협력을 통한 각 산업 제품의 스마트 서비스 기능 강화

자료: 산업연구원 북경사무소, 중국, 인터넷 플러스 전략 추진, 중국산업경제브리핑, 2015.7. 참고 재구성

### 3. 4차 산업혁명 대응 2단계 정책

○ 2단계 정책은 중국제조 2025와 인터넷+를 통합 추진하고 4차 산업혁명을 직접적, 본격적으로 추진하고자 하는 정책을 의미하는데, 이를 통해 중국산업의 도약(leapfrogging) 가능성 높아짐.

- 2단계 정책은 공업화와 정보화의 융합, 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능의 발전에 초점을 맞춤

□ 공업화와 정보화 융합발전

- 중국 국무원은 2016년 5월 13일 ‘중국 제조 2025’와 ‘인터넷+액션 플랜’ 정책의 협력·추진을 위해 ‘국무원, 제조업과 인터넷 융합발전 심화에 관한 지도 의견(国务院关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见; 国发〔2016〕28号)’을 발표<sup>56)</sup>
- 동 지도의견은 ‘쌍창(双创)-대중창업, 만인혁신’의 활력을 일으키고, 공급측 개혁 추진을 가속화하기 위한 것임.
- 쌍창은 제조업과 인터넷 융합의 ‘쌍창’ 플랫폼을 구축하는 것으로서 이를 통하여 제조업과 인터넷 융합 핵심 부분을 중심으로 새로운 모델과 새로운 산업을 창출하여 융합발전 기초를 구축하고, 융합발전의 새로운 생태계를 조성

〈표 5-4〉 제조업과 인터넷 융합에 대한 지도의견의 주요 내용

구분	주요내용
기본 원칙	(1) 혁신구동을 견지, 산업구조전환 신동력을 활성화
	(2) 융합발전을 견지, 제조 신모델을 촉진
	(3) 분업 시책을 견지, 경쟁의 새로운 우위를 배양
	(4) 기업을 주체로 발전의 새로운 환경 구축
주요 임무	(1) 제조기업의 인터넷 ‘쌍창’ 플랫폼 구축
	(2) 인터넷 기업이 제조업 ‘쌍창’서비스 체계를 구축하도록 추진
	(3) 제조 기업과 인터넷 기업의 산업간 융합을 지원
	(4) 제조업과 인터넷의 융합 신모델을 배양
	(5) 융합발전 기초지원을 강화
	(6) 융합발전 시스템의 해결방안 능력을 향상
	(7) 공업정보 시스템의 안전 수준을 향상
정책 조치	(1) 융합발전 체계 메커니즘을 완비
	(2) 국유기업의 융합발전 메커니즘을 배양
	(3) 재정의 융합발전 지원 강도를 확대
	(4) 금융발전을 지원하는 세수와 금융정책을 개선
	(5) 융합발전 용지·주택 등 서비스를 강화
	(6) 융합발전 인재배양 체계를 완비
	(7) 융합발전 국제협력교류를 추진

자료: 산업연구원, 중국 국무원, 제조업과 인터넷 융합에 대한 지도 의견 발표, 2016.8.

56) 산업연구원 북경지원, 중국 국무원, 제조업과 인터넷 융합에 대한 지도의견 발표, 2016.8. 참조.

- 공급측 개혁과 관련하여 인터넷+의 역량을 충분히 발휘시켜 전통 산업을 업그레이드 하고, 새로운 경제 성장동력을 배양하고 중국 제조의 품질제고, 효율제고를 가속 추진하는 것임.

○ 2016년 11월 3일, 공업정보화부는 국무원 지도의견을 공식 추진하기 위하여 「정보화와 공업화 융합발전계획(2016~2020년)」을 발표

<표 5-5> 공업화와 정보화 융합 발전계획(2016-2020년)의 주요 내용

구분	주요 내용
발전목표	가. 인터넷기반 제조업의 ‘대중창업 만중혁신’ 체계 개선
	나. 신형 생산모델의 중점산업에서의 광범위한 보급
	다. 인터넷기반의 서비스업종은 신성장동력으로 육성
	라. 지능형 장비와 제품의 자주혁신능력 신속히 제고
	마. 융합발전을 지원하는 기반시설체계 수립
주요임무	가. 인터넷기반의 제조업 ‘대중창업 만중혁신’ 신규 체계 구축, 창업혁신 활성화
	나. 네트워크화 생산 신규모델 보급, 생산방식의 지속적인 변혁 유도
	다. 플랫폼화 서비스 신업종 육성, 산업 가치사슬의 고급화로의 도약 추진
	라. 다분야 융합 신생태 조성, 산업융합 혁신능력 제고
	마. 공업화와 정보화 융합관리체계 표준 보급, 기업의 조직관리모델 혁신
	바. 스마트 장비와 제품 발전, 산업 핵심경쟁력 제고
	사. 기반시설체계 개선, 지원서비스능력 제고
중점공정	가. 제조업 ‘대중창업 만중혁신’ 육성공정
	나. 제조업과 인터넷 융합발전공정
	다. 시스템 솔루션능력 제고공정
	라. 기업 관리능력 제고공정
	마. 핵심기술 연구개발과 산업화공정
	바. 공업 정보보안공정
보장조치	가. 조직실시 메커니즘 정비
	나. 재정/세무/금융 지원 확대
	다. 표준체계 구축 및 정비
	라. 인재양성체계 개선
	마. 국제협력교류 강화

자료: 한중과학기술협력센터, 정보화와 공업화 융합발전계획(2016-2020년), 2016.11.7. [www.kostec.re.kr/](http://www.kostec.re.kr/)

□ 스마트/지능형 제조 발전계획(2016~2020년)<sup>57)</sup>

○ 공업정보화부와 재정부는 전문가, 업계 협회, 주요 기업 및 각 지역 주관부서의 의견을 기초로 「스마트제조 발전계획(2016-2020년)」을 발표

○ 스마트제조 발전계획의 6대 이슈

- (2단계 발전전략) 스마트제조를 추진하기 위해 2020년에 중점산업의 지능화 전환에서 뚜렷한 성과 창출, 2025년까지 중점 산업은 지능화 전환 실현
- (동시발전 강조) 지역별 제조기반 차이가 커서 일부 지방은 3.0수준이지만 일부 지방은 2.0단계에 처해있으며, 4.0(스마트제조)은 세계적인 기회로, 2.0 수준은 보완하고 4.0 수준을 추적하며, 3.0 수준을 보급하고, 4.0 수준의 시범유도 추진이 필요
- (핵심중심) 핵심기술과 장비를 공략하고, 공통적인 핵심기술에서 획기적인 성과를 창출
- (표준중시) 스마트 표준체계 구축, 공업 인터넷기반 구축
- (시범보급) 중소기업의 지능화 개선을 추진
- (인재중심) 스마트제조는 인간을 ‘해방’ 시키지만, 그 발전과정에서 인간이 중요한 역할 수행

○ 스마트제조 발전계획의 10대 중점임무

- 1) 스마트제조 장비발전 가속화
- 2) 핵심공유기술 혁신을 강화
- 3) 스마트제조 표준체계를 구축

57) 한중과학기술협력센터, 중국 스마트제조 발전계획(2016~2020년), 2016.12.9. [www.kostec.re.kr/](http://www.kostec.re.kr/) 참조.

- 4) 공업 인터넷 기초를 구축
- 5) 스마트제조 실험 시범구를 보급
- 6) 중점 영역의 스마트화로의 형태전환
- 7) 중소기업의 스마트화 개조를 추진
- 8) 스마트제조 생태체계를 형성
- 9) 구역 스마트제조의 협동적인 발전을 추진
- 10) 스마트제조 관련 인재들을 육성

○ 동 계획은 2025년까지 스마트제조를 추진하는 것으로 2단계 전략을 실행해야 한다고 제기한 점에 주목할 필요

- 1단계는 스마트제조 발전기초와 기반능력을 현저히 증강하고 전통적 제조업의 중점 영역의 디지털제조를 기본적으로 실현하는 것임.
- 2단계는 2025년까지 스마트제조 기반체계는 기본 형태를 이룩하여야 하고 중점 산업은 초기 스마트화로의 형태전환을 실현하여야 한다고 명시

□ 인터넷+ 인공지능 3년 행동실시방안<sup>58)</sup>

○ 2016년 5월 23일, 중국발전개혁위원회, 과학기술부 등 4개 부처는 「인터넷+ 인공지능 3년 행동실시방안」을 발표. 인공지능 정책의 주요 내용은 크게 세 가지로 구성

○ 인공지능 신흥산업의 육성

- 문헌·음성·영상·지도 등 다양한 종류의 데이터 라이브러리와 기초자원 서비스의 공공 플랫폼 수립을 가속화

58) 发改委、科技部等4部门23日联合印发《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》，2016. 5. 25. 윤대상, 중국의 인공지능 발전 동향, 2016년 제6호, 2016.4. 참조.. 정책 주요내용은 한국지식재산연구원, 중국 국가발전개혁위원회 등, 인공지능 발전을 위한 실시방안 제정, 2016.6.3. [www.kiip.re.kr/](http://www.kiip.re.kr/) 에서 인용

- 인터넷 보안서비스를 연구하고, 클라우드·이동통신·지능형단말기의 일체화, 종합 보안 서비스를 제공
- 핵심기술을 연구개발하고, 산업화 및 기초자원의 공공서비스 플랫폼 프로젝트를 중점 실시

○ 중점영역의 인공지능 제품혁신

- 인터넷과 전통산업의 융합 혁신을 추진하고, 인공지능 기술의 가구·자동차·무인시스템·보안 등 분야의 보급 및 응용을 촉진하며, 중점 영역의 인터넷 보안 보장능력을 제고함
- 제조·교육·환경·교통·상업·의료·인터넷 보안·사회 치안 등 주요 영역에서 인공지능 응용 시범 업무를 시행함
- 인공지능 가구의 시범 프로젝트, 인공지능 자동차 연구개발 및 산업화, 인공지능 무인시스템 응용 프로젝트, 인공지능 보안 보급 프로젝트 등을 중점 실시함

○ 단말기 상품의 지능화 수준 향상

- 인공지능 단말기의 핵심기술 연구개발 및 상업화를 가속화하고, 모바일 인공지능 단말기·웨어러블 기기·가상현실 등 상품의 서비스를 개발함
- 인공지능 하드웨어산업의 혁신발전 행동방안을 제정하여 건전한 발전을 장려함
- 인공지능과 로봇 기술의 융합을 추진하여, 산업용 로봇·특수 로봇·서비스 로봇 등 인공지능 로봇의 기술 및 응용 수준을 향상함



〈표 5-6〉 중국 인터넷플러스 AI 3개년 행동실시방안의 개요

		주요 내용
AI산업의 육성발전	핵심기술의 R&D와 산업 응용	· 산학협력 촉진 : 국가공정실험실, 국가공정기술 연구센터 등 설립 · 딥러닝 기술, 뇌구조 컴퓨팅 연구개발 등 · AI영역의 반도체, 센서, OS, 미들웨어 등 각종 하드웨어·소프트웨어의 기술개발 등
	개발자원의 개방화· 플랫폼화	· 문서, 음성, 화상, 동영상, 지도 등 AI훈련용 빅데이터의 플랫폼 형성으로 AI 개발비 저감 · 컴퓨팅 자원이나 알고리즘의 개방·플랫폼화
중점분야 제품개발	AI 활용으로 제품· 서비스의 스마트화 촉진	· 스마트홈(홈 엔터테인먼트, 에너지관리, 홈보안 등) · 자율자동차(크루즈 컨트롤, 자동주차 시스템 등) · 무인시스템(비행기, 선박 등 각종 산업기계·기기의 무인화, 물류, 농업, 측량, 전력배선, 보안, 구급 등에 활용) · 공공안전(치안유지, 재해예지 등)
단말제품 스마트화	단말제품의 스마트화 촉진	· 클라우드협력, Customization 등 도입으로 단말제품의 스마트화 · 웨어러블 단말의 의료·헬스케어, 노동, 신체안전 등에 활용 촉진, 비즈니스 모델 등의 변혁 · 산업용 로봇, 특수로봇, 서비스로봇 등 개발 강화, 활용촉진

자료 : 국가발전개혁위원회, 「‘互联网+’ 人工智能三年行动实施方案」(2016.5.23.), 주대영, 인공지능(AI), 중국의 막강한 개발전략과 시사점, 산업연구원, 2016.12.09. 재인용.

- 인공지능 정책의 목표는 ‘3년 내에 세계적 수준 달성’이라는 야심 찬 목표를 제시했는데, 이는 중앙정부차원에서 대규모 투자를 포함하여 적극적으로 추진하겠다는 것을 시사
  - 2018년까지 인공지능 기초자원과 혁신플랫폼을 구축하여 인공지능 산업체계, 혁신서비스체계, 표준화체계를 완성하고 기초적인 핵심 기술에서 성과를 가지고 전반적인 기술과 산업발전은 국제수준에 달하며 응용 및 시스템적 기술의 일부 분야에서 선두위치를 차지
  - 중점영역에서 여러 개의 전 세계적인 인공지능 중견기업을 육성하여 1,000억 위안 이상의 인공지능 시장응용규모를 형성
- 이 정책과 관련하여 주목할 사실은 인공지능에 관한 독자적인 정책의 수립은 2016년 5월이 처음이라는 점임.<sup>59)</sup>

- 2015.7월 발표된 『인터넷+ 추진을 위한 행동계획』에도 국가전략 산업으로 지정되었지만 발전자금, 인재 등 구체적인 정책은 제시되지 않은 상태였음.
- 또한 『빅데이터 발전을 촉진하는 행동 요강』('15. 9), 『공업로봇 산업발전을 촉진 하는 지도의견』 등에도 자연언어 이해, 머신러닝, 딥러닝 등 인공지능기술 혁신에 관한 언급이 되어 있으나, 인공지능이 국가 발전계획(제13차 5개년 발전 계획)에 처음으로 포함
- 『뇌과학과 뇌모방(类脑)연구 중대 과학기술프로젝트』(중국 뇌계획)가 제13차 5개년 ‘과기혁신 2030 중대 프로젝트’의 6大 중대 프로젝트1) 중 하나로 확정

<표 5-7> 중국 제13차 5개년 발전 계획에 인공지능 관련 프로젝트 (4건)

프로젝트분류	구체적 과제
과학기술혁신2030중대프로젝트	▶ 뇌과학과 뇌모방 연구 중대 과학기술프로젝트
	▶ 지능제조와 로봇, 빅데이터 등 중대 공정
첨단장비혁신발전공정	▶ 고급 수치제어 공작기계, 로봇장비
전략적신용산업발전행동	▶ 인공지능, 지능기기를 새로운 발전 중점으로 육성

주 : 제13차 5개년 계획에는 총 100건 기술개발과 공정 프로젝트를 확정했으며, 이 중 4건은 인공지능과 직접 관련

자료 : 윤대상, 중국의 인공지능 발전 동향, 2016년 제6호, 2016.4.

○ 자금지원 측면에서는 중앙예산 자금, 특별프로젝트 건설기금, 공업전환업그레이드자금, 국가중대과학연구계획 등 다중경로를 이용할 뿐만 아니라 엔젤투자, 벤처캐피털, 창업투자기금 및 자본시장 융자 등 다중경로를 개선

- 채권융자 등 방식을 통해 기업발전을 고무·격려하고 조건이 구비된 인공지능 기업에서는 회사채권(0.01%)을 발급하는 것을 지원

59) 윤대상, 중국의 인공지능 발전 동향, 2016년 제6호, 2016.4. 참조.

□ 사물인터넷산업 13차 5개년 발전계획<sup>60)</sup>

○ 12.5 기간 중국의 사물인터넷은 높은 성과를 거두어 선진국 수준에 도달하였고 산업규모는 7,500억 위안을 넘은 것으로 평가

- 2016년 10월 29일 개최된 2016 세계 사물인터넷 전시회 조직위원회에서 발표한 내용에 의하면 중국 사물인터넷 기술표준 개선과 기술 체계 구축 및 공동기술플랫폼은 이미 개념 도입기를 지나 응용 성숙기로 발전

○ 그 동안 정부가 추진한 내용을 간략하게 요약하면,

- 2006년에 「2006-2020년 과학기술 중장기 발전계획」의 차세대 브로드밴드 무선 이동통신 기술에 사물인터넷 기술을 포함시키고 2010년까지 70억 위안(약 1조 2,000억 원)에 달하는 연구개발 자금을 지원
- 2009년에는 우시(無錫)를 ‘Sensing China(感知中國)’의 중심도시로 선정<sup>61)</sup>하고 사물인터넷 시범단지를 곳곳으로 확산하였으며, 2010년에는 「사물통신 12차 5개년 계획」에서 스마트 그리드 등 10대 분야를 사물인터넷 중점 투자 분야로 지정
- 2012년에는 사물인터넷 산업을 「12.5 국가 전략적 신흥산업 발전 계획」의 20대 중점사업에 포함하였으며 2013년 2월에는 향후 중국 정부의 사물인터넷에 관한 정책 방향성을 담은 「사물인터넷의 건강한 발전에 관한 지도 방안」을 발표

60) 한중과학기술협력센터, 중국 사물인터넷산업 “13차 5개년” 발전계획, [www.kostec.re.kr/](http://www.kostec.re.kr/) 참조.

61) 현재 우시는 중점 연구개발기관 40개 이상을 유치하였고 각종 사물인터넷 공공플랫폼 53개를 건설하였고 성급 이상 사물인터넷 연구개발 프로젝트를 2,000개 이상 수행하였고 국가급 입안 응용시범공정은 17개에 이르며 사물인터넷기업은 이미 1,171개로 증가하였고 영업수입은 1,688억 위안을 기록

〈표 5-8〉 중국 IoT 산업 정책 추진경과

시기	정책 주요내용
2006년	중국정부는 사물인터넷 기술을 「2006-2020년과학기술중장기발전계획」 중 차세대 브로드밴드 무선 이동통신 기술에 포함시키고 2010년까지 70억 위안(약 1조 2,000억 원)에 달하는 연구개발 자금을 지원
2009년	우시(無錫)를 ‘Sensing China(感知中國)’의 중심도시로 선정하고 이후 사물인터넷 시범단지를 곳곳으로 확산
2010년	국가발전개혁위원회는 「사물통신 12차 5개년 계획」을 통해 스마트 그리드, 스마트 교통, 스마트 물류, 스마트 홈, 환경 및 보안 테스트, 공업 및 자동화 제어, 의료·보건, 정밀 농축산업, 금융 및 서비스업, 국방 군사 등 10대 분야를 사물인터넷 중점 투자 분야로 지정
2010년 3월	국제표준화기구에서 ‘센서네트워크 정보처리 서비스 및 인터페이스 규범19’을 국제 표준으로 제안
2010년 12월	충칭시(重慶市) 난옌(南岸)에 ‘중국 국가 사물인터넷 산업 시범기지’를 설립
2012년	「12.5 국가 전략적 신흥산업 발전규획」에 사물인터넷산업을 12.5기간(2011~2015년)의 20대 중점사업으로 포함
2013년 2월	중국국무원은 향후 중국정부의 사물인터넷에 관한 정책방향성을 담은 「사물인터넷의 건강한 발전에 관한 지도방안」을 발표 * 인프라 구축, 기술 R&D, 애플리케이션 개발, 표준 시스템 구축, 산업 생태계 구성 등 사물인터넷 구성 요소별 정책 주체 간 원활한 정보 교환으로 시너지 효과를 창출하는 한편 보안 관련 R&D를 보다 강화할 것임을 강조
2016년 12월	「국민경제와 사회발전의 13차 5개년 계획 요강」의 총체적인 배치에 따라 사물인터넷산업 “13차 5개년” 발전계획을 발표

자료: KOTRA, 4차 산업혁명 시대를 준비하는 중국의 ICT융합전략과 시사점, 2017.1.6.,

○ 사물인터넷산업 13차 5개년 발전계획은 그 간의 성과를 토대로 중국의 사물인터넷 기술과 산업, 생태계를 선진국과 대등하게 경쟁하는 수준으로 제고하는데 초점을 맞추고 있음.

- 내용적으로는 사물인터넷의 새로운 생태 배치의 전략적 기회를 확고히 파악하여 사물인터넷 기술과 응용을 크게 발전시키고, 국제경쟁력 있는 산업체계 구축을 가속화하며, 사물인터넷과 경제사회 융합발전을 심화하여 제조강국과 네트워크강국 건설을 지원하고자 함.
- 정책적으로는 「국무원의 사물인터넷의 질서 있는 건전한 발전 촉진 관련 지도

의견」, 「중국제조 2025」, 「국무원의 ‘인터넷플러스’ 행동 적극 추진 관련 지도의견」과 「제조업과 인터넷 융합발전 심화 관련 지도의견」을 구체화

○ 정책 목표

- 2020년까지 국제경쟁력 있는 사물인터넷산업 체계를 구축
- 스마트제조, 네트워크 전송, 스마트 정보서비스를 포함한 전체 산업 규모를 1.5조 위안 이상으로 확대하고 스마트 정보서비스 비중은 대폭 제고
- 사물인터넷 감지시설에 대한 계획적인 배치를 추진하고, 대중 네트워크의 M2M 연결 수는 17억 개를 돌파
- 사물인터넷 기술의 연구개발 수준과 혁신능력을 뚜렷이 향상시키고, 산업발전에 적합한 표준체계를 구축

○ 정책의 주요 내용

- 크게 다섯 가지로 구성되어 있음. 산업 생태배치 강화, 기술혁신체계 개선, 표준체계 구축 및 개선, 사물인터넷의 규모화 응용 추진, 공공서비스체계 개선, 안전보장능력 제고 등 (표 참조)
- 핵심기술 개발과 관련하여 반드시 달성해야 하는 네 개의 돌파공정을 제시하고 있는데, 센서기술, 체계구조 공통성 기술, 운행시스템, 사물인터넷과 모바일 인터넷, 빅데이터 융합 핵심기술 등임.
- 사물인터넷의 응용과 관련하여 6개의 중점분야 시범공정을 제시하고 있는데, 스마트제조, 스마트농업, 스마트홈, 지능형 교통 및 텔레매틱스, 스마트의료와 건강양로, 스마트 에너지절약 및 환경보호 등임.

<표 5-9> 중국 사물인터넷산업 13차 5개년 발전계획 주요 임무와 세부과제

주요임무	세부과제	
가. 산업 생태배치 강화	1) 핵심경쟁력 있는 산업생태계 구축 가속화	
	2) 사물인터넷산업 집결 가속화	
	3) 사물인터넷 창업혁신 추진	
나. 기술혁신체계 개선	1) 협동혁신체계 구축 가속화	
	2) 핵심기술 개발	※ 핵심기술 돌파공정 1. 센서기술 2. 체계구조 공통성 기술 3. 운영시스템 4. 사물인터넷과 모바일 인터넷, 빅데이터 융합 핵심기술
다. 표준체계 구축 및 개선	1) 표준화 톱 레벨 디자인 개선	
	2) 공통성 핵심기술 표준제정 강화	
	3) 산업응용표준 연구개발 추진	
라. 사물인터넷의 규모화 응용 추진	1) 사물인터넷과 제조업 간 융합응용 강화	※ 중점분야 응용시범공정 1. 스마트제조 2. 스마트농업 3. 스마트홈 4. 지능형 교통 및 텔레메틱스 5. 스마트의료와 건강양로 6. 스마트 에너지절약 및 환경보호
	2) 사물인터넷과 산업분야 심층융합 가속화	
	3) 사물인터넷의 소비분야에서의 응용 혁신 추진	
	4) 사물인터넷의 스마트시티분야에서의 응용 심화	
마. 공공서비스 체계 개선	1) 사물인터넷 종합공공서비스플랫폼 구축	
	2) 사물인터넷 통계 모니터링과 발전평가 강화	
바. 안전보장능력 제고	1) 핵심보안기술 연구개발과 산업화 추진	
	2) 안전보장체계 구축 및 정비	

자료: 한중과학기술협력센터(KOSTEC), 중국 사물인터넷산업 13차 5개년 발전계획, 2017.2.14. 를 토대로 작성 <http://kostec.re.kr/>

□ 빅데이터 산업 13차 5개년 발전계획<sup>62)</sup>

○ 그 동안의 빅데이터 정책 추진 경과

- 빅데이터 정책은 2012년부터 추진해왔으나 독자적인 정책이 제시된 것은 2015년 9월 국무원이 발표한 「빅데이터의 발전 촉진에 관한 행동 요강」이 처음임.

62) 한중과학기술협력센터(KOSTEC), 중국 빅데이터산업 13차 5개년 발전계획, 2017.2.6. 참조.

〈표 5-10〉 빅데이터 정책 추진경과

시기	정책내용
2012년	국무원의 「12차 5개년(12.5) 국가 전략적 신흥산업 발전 계획」과 공업정보화부의 「사물간 인터넷 12.5 계획」에서는 빅데이터 저장, 처리 기술의 R&D 산업화 지원을 제기함.
2013년 1월	공업정보화부, 발전개혁위원회 등 5개 부문이 공동 발표한 「데이터센터 건설 분포에 관한 가이드라인」 발표
2013년 4월	국무원 산하 중국과학원은 ‘과학기술 발전 동향 및 2020년 전략적 선택’보고서를 통해, 향후 5~10년간 강화해야 할 혁신 과학기술 분야 중 하나로 ‘빅데이터’를 선정
2013년 8월	공업정보화부는 「정보화와 산업화의 심도 있는 융합을 위한 특별행동 계획」을 통해 2018년까지의 빅데이터 산업 육성 방안을 발표
2013년 11월	국가통계국(National Bureau of Statistics of China)은 바이두, 알리바바, 텐센트, 상하이 조션거래소 등 국내 주요 기업들과 빅데이터 활용을 위한 장기적인 협력 체계 구축을 발표 * 방식은 온라인 및 전자상거래 기업들의 사업 전개 과정 중 생성한 대용량 데이터를 활용하여 거시경제 예측, 부동산 가격 예측, 인터넷 쇼핑 패턴 통계 등 다양하며, 데이터 수집 및 관리 전문업체 등도 포함
2013년	화동사범대학, 사민대학 등이 빅데이터 연구센터를 설립하였고, 중국통신학회가 학술기관 및 정부, 기업 전문가로 구성된 빅데이터 전문가위원회를 설립하여 빅데이터 기반 컨설팅을 제공하기 시작
2015년 7월	국무원은 빅데이터 활용과 관련해 ‘빅데이터에 의한 시장 주체에 대한 서비스와 감독 관리 강화에 관한 의견’을 발표하고, 정부 서비스와 관리 감독 능력을 제고한다는 목표를 제시
2015년 9월	국무원은 「빅데이터의 발전 촉진에 관한 행동 요강」을 통해 향후 10년 간 추진할 5대 목표, 3대 주요 임무, 10대 중점 추진 프로젝트, 이를 지원하기 위한 7대 정책방안 등을 명시
2017년 1월	「국민경제와 사회발전의 13차 5개년 계획 요강」의 총체적인 배치에 따라 빅데이터산업 “13차 5개년” 발전계획을 발표

자료: KOTRA, 4차 산업혁명 시대를 준비하는 중국의 ICT융합전략과 시사점, 2017.1.6., 한중 과학기술협력센터(KOSTEC), 중국 빅데이터산업 13차 5개년 발전계획, 2017.2.6.를 참고하여 작성

○ 빅데이터 산업 13차 5개년 발전계획의 목표

- 중국정부는 13.5기간은 국가 빅데이터 전략을 실시하는 초기단계이며, 빅데이터산업 발굴의 중요한 시기로서 반드시 발전을 가속화하여 데이터 대국에서 데이터 강국으로의 전환을 실현해야 한다고 강조
- 2020년까지 기술이 우수하고 응용이 광범위하며 능력을 보장하는 빅데이터 산업체계를 구축



- 빅데이터 관련 제품과 서비스 업무수입은 1조 위안을 돌파하고, 연평균 복합증가율은 30%를 달성
- 데이터강국 건설을 가속화하여 제조강국과 네트워크강국 실현을 위한 강한 산업지원을 제공
- 선진국 수준의 빅데이터 핵심메이저기업 10개와 빅데이터 응용 및 서비스기업 500개를 육성하고 10-15개의 빅데이터 종합시험구를 건설

○ 빅데이터 산업 13차 5개년 발전계획의 주요 내용

- 중점임무는 크게 7개로 분류되며 각 임무별 2-3개의 주요 과제를 제시

<표 5-11> 중국 빅데이터산업 “13차 5개년“ 발전계획 중점임무별 과제

중점임무	주요 과제
가. 빅데이터 기술과 제품 연구개발 강화	1) 빅데이터 핵심기술 연구개발 가속화
	2) 안전성/제어가능성 빅데이터 제품체계 육성
	3) 빅데이터기술 서비스모델 혁신
나. 공업 빅데이터 혁신 응용 심화	1) 공업용 빅데이터 인프라 구축 가속화
	2) 공업 빅데이터 전체 프로세스 응용 추진
	3) 데이터 구동 제조업 신규모델 육성
다. 업종 빅데이터 응용 발전 촉진	1) 중점업종의 빅데이터 응용 추진
	2) 다분야 빅데이터 융합혁신 촉진
	3) 사회 거버넌스와 공공서비스 빅데이터 응용 강화
라. 빅데이터산업의 주체육성 가속화	1) 빅데이터를 이용해 혁신창업 추진
	2) 기업 협동발전구도 구축
	3) 빅데이터산업의 지역배치 최적화
마. 빅데이터 표준체계 구축 추진	1) 빅데이터 중점표준 연구개발 및 보급 가속화
	2) 빅데이터 국제 표준화 사업에 적극 참여
바. 빅데이터산업 지원 체계 개선	1) 빅데이터 인프라 구축을 합리적으로 배치
	2) 빅데이터산업 발전 공공서비스플랫폼 구축
	3) 빅데이터 발전 평가체계 구축
사. 빅데이터 보안능력 제고	1) 빅데이터 보안기술·제품 연구개발 강화
	2) 빅데이터의 네트워크 정보보안에 대한 지원능력 제고

자료: 한중과학기술협력센터(KOSTEC), 중국 빅데이터산업 13차 5개년 발전계획, 2017.2.6.를 토대로 작성 <http://kostec.re.kr/>



○ 중점업무별로 시급하게 처리할 중점공정 현황

- 각 과제별로 총 8개의 중점공정을 제시하고 있음.
- 빅데이터 핵심기술과 제품 연구개발 및 산업화공정, 빅데이터 서비스능력 제고공정, 공업 빅데이터 혁신발전공정, 업종 간 빅데이터 응용 추진공정, 빅데이터산업 집결구 창설공정, 빅데이터 중점표준 연구개발 및 응용시범공정, 빅데이터 공공서비스체계 구축공정, 빅데이터 안전보장공정 등

<표 5-12> 빅데이터산업 중점업무별 중점공정 현황

중점업무	중점공정
가. 빅데이터 기술과 제품 연구개발 강화	빅데이터 핵심기술과 제품 연구개발 및 산업화공정 빅데이터 서비스능력 제고공정
나. 공업 빅데이터 혁신응용 심화	공업 빅데이터 혁신발전공정
다. 업종 빅데이터 응용발전 촉진	업종 간 빅데이터 응용 추진공정
라. 빅데이터산업의 주체육성 가속화	빅데이터산업 집결구 창설공정
마. 빅데이터 표준체계 구축 추진	빅데이터 중점표준 연구개발 및 응용시범공정
바. 빅데이터산업 지원체계 개선	빅데이터 공공서비스체계 구축공정
사. 빅데이터 보안능력 제고	빅데이터 안전보장공정

자료: 한중과학기술협력센터(KOSTEC), 중국 빅데이터산업 13차 5개년 발전계획, 2017.2.6.를 토대로 작성 <http://kostec.re.kr/>

○ 빅데이터 정책과 관련하여 주목할 부분은 메이저기업 육성을 주축으로 개방과 협력을 통한 스타트업 활성화, 생태계 형성으로 발전시킨다는 주체육성 가속화 전략

- 먼저, 메이저기업이 국내외 기술, 인재와 특허 등 자원을 통합 이용하는 것을 지원하며, 빅데이터 기술 연구개발과 제품혁신을 가속화하고, 제품과 서비스의 국제시장 점유율과 브랜드 영향력을 제고하며, 국제경쟁력 있는 종합형과 전문형 메이저기업을 육성
- 빅데이터 선두기업이 플랫폼 데이터, 컴퓨팅 능력, 개발환경 등 기

초자원을 개방하고 알고리즘대회, 응용혁신대회, 클라우드펀딩 및 클라우드소싱 등 활동을 전개하여 혁신창업 활력을 유발하고 인터넷 '대중창업 만중혁신' 플랫폼을 이용하여 빅데이터 기반의 혁신창업 서비스를 제공하는 것을 권장

- 정부는 데이터 개방과 공유 이념을 수립하고, 관련 제도를 보완하여 데이터자원의 개방, 공유와 정보유통을 추진하고 자주혁신과 개방협력간 결합에 입각해 개방식 빅데이터 산업의 발전경로를 실현
- 생태계 번영 발전과 관련하여 혁신능력이 두드러진 일부 빅데이터 핵심기업과 전문화 데이터 서비스 혁신형 중소기업이 개선된 빅데이터 산업사슬을 구축하고 산업체계를 형성하도록 유도. 이를 촉진하기 위하여 빅데이터 산업클러스터를 창설하며, 신형 빅데이터 공업화 산업시범기지를 형성
- 빅데이터 기업과 연구기관 간 심층협력을 지원하고, 과학기술 혁신과 산업화 간 경로를 개통시키며, 데이터주도 과학연구 혁신모델을 수립

## 제2절 산업계 동향

### 1. BAT의 4차 산업혁명 분야 진출 동향

- 4차 산업혁명과 관련하여 중국의 가장 중요한 산업계 동향은 BAT로 상징되는 알리바바, 텐센트, 바이두 등 3대 선두기업군과 쌍창으로 불리는 신기술 스타트업들임.
- 로봇, 드론 등 다양한 신기술산업에서 선도기업들이 빠른 성장세를 나타내고 있는데, 이들의 성장패턴은 BAT와 거의 유사함. 이에 따라, 여기에서는 BAT와 쌍창을 집중적으로 살펴보기로 함.

□ BAT의 현황과 특징

○ BAT로 상징하는 바이두(Baidu), 알리바바(Alibaba), 텐센트(Tencent) 등 3대 인터넷기업은 4차 산업혁명 대응에 선도적으로 동참하고 있다는 점에 주목할 필요

- 이 세 기업은 모두 인터넷이 도입되던 시기인 1998년과 2000년 사이에 창업하였으며, 지금은 세계적인 기업으로 성장하였고 앞으로도 성장잠재력이 큰 것으로 평가됨.

			
주요 사업 분야	검색, 클라우드	전자상거래, 전자결제	모바일 메신저, 게임
설립시기	2000년 1월	1999년 4월	1998년 12월

자료: 한승희, 중국 BAT 투자현황 분석 보고서, Platum, 2016.6.15.  
<http://platum.kr/archives/74577>

- 이들의 성장잠재력이 큰 이유는 기본적으로 전자상거래를 비롯하여 중국경제의 디지털 전환 여지가 크기 때문이지만, 비즈니스 모델이 중국정부의 제조강국 발전모델과 긴밀하게 연결되어 있기 때문이라는 점에 주목할 필요

○ 중국정부의 제조강국 발전모델과 BAT의 비즈니스 모델의 상생 선순환 관계

- 중국은 과거 제조대국 성장모델에서는 첨단기술 외국기업의 투자유치와 중국의 풍부한 노동력을 토대로 수출주도 성장을 해왔지만 최근의 제조강국 발전모델에서는 내수시장과 정부의 정책지원, 해외 기술기업의 인수를 토대로 민영 기업들이 혁신과 기술력 강화를 가속화하는 성장패턴으로 전환

- 이에 따라 내수시장을 주력시장으로 하면서 기술력을 강화하는 기업들이 빠른 성장을 주도
- BAT는 2000년대 인터넷과 모바일의 빠른 확산<sup>63)</sup>에 힘입어 인터넷 시장에서 급속하게 성장한 대표적인 내수 기술기업들임. 주요 사업 분야는 바이두가 검색과 클라우드, 알리바바가 전자상거래와 전자결제, 텐센트가 모바일 메신저와 게임 등으로 독자 영역을 구축
- BAT의 비즈니스 모델은 중국 인터넷 시장의 빠른 성장을 최대한 향유하기 위하여 사업을 전 방위로 확장하는 한편 국내외 신기술기업들의 M&A를 통하여 글로벌 신기술산업 분야에도 적극 진출
- 즉, 치열한 글로벌 경쟁에 노출되지 않고 ‘안방효과’가 있는 국내 인터넷시장에서 안정적인 수익을 확보하고, 그 재원을 활용하여 신사업, 신기술로 급속하게 확장해나가는 사업모델
- 정부와 BAT는 신사업, 신기술 분야의 육성, 성장이라는 면에서 이해관계가 일치하여 정부가 이들을 지원하면 신산업이 확장되는 선순환 관계가 형성

□ BAT의 인공지능 진출 동향<sup>64)</sup>

- 중국은 인공지능 분야에서 세계 2위이며 최근에는 딥러닝 논문 수가 미국을 추월하는 등 발전 속도가 상당히 빠른 것으로 평가됨.
  - 2014년 딥러닝 관련 논문과 피인용 항목 모두에서 중국이 미국을 앞질렀으며, 2017년에는 중국기업들의 약진이 더욱 두드러질 것이라는 전망

63) 2016년 중국인터넷정보센터(中國互聯網絡信息中心CNNIC)에서 발표한 제38차 중국 인터넷 발전 상황 통계 보고서에 따르면, 2016년 6월 말 현재 중국의 네티즌 수는 7억 1,000만명이며, 그 중 92.5%에 해당하는 6억 5,600만명이 모바일을 통해 인터넷에 접속. 중국의 인터넷 보급률은 51.7%로 세계 평균보다 3.1%p 높음. 한승희, 플래텀 차이나 리포트 중국 인터넷 기업 TOP10, 2016.8.에서 인용.

64) 김준연, 인공지능(AI)의 새로운 강자, 중국의 디지털 전환 전략, 소프트웨어정책연구소, 2016.7.19. [www.spri.kr/](http://www.spri.kr/) 이코노믹리뷰, 인공지능 시대, 지형 바뀌는 실리콘밸리와 폭발할 중국, 2016.11.08. [www.econovill.com/](http://www.econovill.com/) 주대영, 인공지능(AI), 중국의 막강한 개발전략과 시사점, KIET Industry Brief, 2016.11.

- 이러한 상황에서 중국정부는 2017년에 인공지능 관련 국가연구소를 설립할 계획이며 이 계획에 바이두, 알리바바, 텐센트 등 BAT 기업들이 주도적으로 참여할 예정이라고 발표

- 민간부문에서 인공지능 연구는 바이두, 알리바바, 텐센트가 주도하고 있으며 미국에 이어 세계 2위의 특허출원 건수를 기록

<표 5-13> 중국과 미국의 기업별 인공지능 관련 특허출원 현황

국가별	미국			중국		
	기업명	IBM	Google	MS	바이두	알리바바
특허수	2,399건	2,171건	1,544건	446건	383건	201건

자료: 김준연, 인공지능(AI)의 새로운 강자, 중국의 디지털 전환 전략, 소프트웨어정책연구소, 2016.7.19. www.spri.kr/ 재인용.

- 바이두는 중국의 인공지능 선두기업으로서 최근 인공지능 분야 사업을 가장 빠르게 확대 중이며 회사 수익 15%를 AI 연구개발에 투자<sup>65)</sup>
  - 바이두는 2013년 북경에 딥러닝 연구소 IDL(Institute of Deep Learning)을 설립하고 연이어서 3억 달러를 투자하여 실리콘밸리에도 인공지능 연구소 SVAIL(Silicon Valley AI Lab)을 설립
  - 실리콘밸리 연구소 대표로 구글에서 근무했던 스탠포드 대 앤드류 응(Andrew Ng) 교수를 영입하고 200명 규모의 연구 체제를 구축
  - 연구내용과 관련하여 바이두는 자율주행차량, 생활 서비스, O2O, 금융, 의료 등 다양한 분야에 AI를 응용하고 있으며, 2016년 9월에는 AI 로봇 ‘두미(度秘)’를 공개<sup>66)</sup>
  - 바이두는 최근 실적 부진으로 어려움을 겪고 있는데, 자율주행차와

65) 이주현, 차세대 먹거리 기술 인공지능에 사활건다 ... 中 BAT, AI 분야 최후의 승자는?, Platum, 2016.12.23. <http://platum.kr/archives/73277>

66) 두미는 개인비서 서비스를 제공하는 로봇으로 식당 예약, 공연 티켓 예매, 음식 배달 등을 실행하는 기능을 가지고 있어 향후 바이두의 O2O 서비스의 핵심이 될 것으로 전망됨.

AI 사업을 회장 직할 사업부로 분리하고 집중 투자하고 있어 AI 사업에 사활을 거는 모습

○ 알리바바는 2012년부터 2015년 상반기까지 AI의 기반을 다졌으며 2015년 6월에는 일본 로봇기업 SBRH에 지분투자하면서 AI 원천기술을 도입하고 본격적으로 연구개발을 시작하여 현재 AI 기술은 정상급 수준에 오른 것으로 평가

- 연구대상은 전자상거래, 결제 서비스 영역에서 공업, 교통 등으로 확장
- 연구성과로서 100% 자동 음성 인식 기술을 선보였으며, 마이금융에서는 소액대출, 보험, 신용 조회, 자산 분배, 고객 서비스 등에 인공지능을 활용.
- 한편, 알리바바의 ‘샤오(少)Ai’는 신경회로망, 소셜컴퓨팅, 정서 감지 등의 기능과 함께 인간보다 1만 배 빠른 학습 속도를 확보. 또한 AI 서비스 ‘알리샤오미(阿里小蜜)’는 소비자의 행동 패턴을 사전에 분석하고 예측하여 각종 상담 업무의 90% 이상을 소화

○ 텐센트는 3사 가운데 가장 이른 시점에 관심을 표명했지만 현재는 알리바바와 바이두보다 가시적인 성과를 내고 있지는 못한 상황

- 2015년에 스마트컴퓨팅검색실험실(TICS LAB)을 설립해 AI 연구에 본격적으로 돌입하기 시작했으며, 2015년 9월 기사 작성 AI 로봇 ‘드림라이터(Dreamwriter)’를 공개
- 향후 텐센트는 메신저, 게임, 결제 수단 등 다양한 서비스에 AI 서비스를 활용해 서비스 최적화에 집중할 것으로 전망
- 텐센트는 조만간 세계적 수준의 연구소를 설립할 구상을 갖고 있는 것으로 전해짐<sup>67)</sup>

67) Will Knight, A Chinese Internet Giant Enters the AI Race, MIT Technology Review, 2016.12.8.

□ BAT의 스마트카 진출 동향<sup>68)</sup>

- 중국 거대 IT 기업들은 막대한 자본을 바탕으로 글로벌 기업과의 협력을 강화하며 스마트카 분야에 대거 진출
  - 이들 IT 업체들은 스마트카 분야의 주도권을 잡기 위해 자체적으로 자동차 운영체제(OS)를 개발하고 차량용 정보서비스를 제공하며 자동차 제조사들과 협력하여 스마트카를 출시
- 바이두는 BAT 중 가장 먼저 스마트카 연구개발에 관심을 가졌으며 BMW와 협력하여 2015년 12월 중국 현지에서 자율주행차 테스트 운행(최고 속도 100km/h)에 성공했으며, 5년 내 무인자동차 양산 목표
  - 2014.9월 BMW와 자율주행차 개발 프로젝트 협력을 진행해왔으나 최근 중단되었고, 현재는 포드와 기술협력을 진행 중. 중국 내에서는 2016년 3월 장안자동차와 전략적 제휴를 맺어 자율운행차 개발 협력, 2016년 5월 치루이자동차와 협력 체결
  - 바이두는 기술적 측면에 국한하지 않고 자동차 보험사 설립, 자동차 매매기업에 투자, 중고차 경매기업에 투자, 차량공유 서비스에 투자하는 등 직접 스마트카 생태계 구축까지 참여할 계획
- 알리바바는 자체OS로 스마트카 시장에 진출, 중국 최대 자동차 메이커인 상하이자동차그룹과 협력하여 커넥티드카 출시
  - 2014년 상하이자동차와 전략적 제휴를 맺은 후, 2년간 커넥티드 카 개발에 10억위안(약 1726억원) 투자
- 텐센트는 대만의 폭스콘·하모니오토와 스마트카 동맹을 맺고 스마트카 운영체제 개발 및 인터넷용 개방 플랫폼 제공을 추진

68) 김성욱, 중국 미래산업의 주역, BAT, 정보통신정책연구원, 2016. 참조

- 폭스콘은 첨단 모바일 단말기와 스마트카 디자인을 맡고 하모니오토는 스마트카 판매 및 서비스를 담당
- 이와 함께 텐센트는 전기차 스타트업에 활발한 투자를 추진(NEXT EV, Future Mobility 등)

<그림 5-1> BAT와 자동차 제조사 스마트카 협력관계 구축 현황



주: 바이두와 BMW의 협력관계는 최근 중단.

자료: 한승희, 플래툰차이나 리포트 중국 IT기업들의 스마트카 진출 현황, 2016.7.

□ BAT의 핀테크 진출 동향<sup>69)</sup>

○ 금융분야의 핀테크는 BAT가 주도하고 있으며 ‘BAT+징둥’은 핀테크 시장을 이끄는 4대 선두주자로 평가

- 현재 중국 핀테크시장은 알리바바 산하 앤트파이낸셜(蚂蚁金服·마이진푸), 징둥(京東)그룹 산하 징둥금융(京東金融·JD파이낸스), 텐센트 계열 금융서비스, 바이두 계열 금융서비스가 장악하고 있으며, 기존 금융분야 기관들은 핀테크 시장에서의 위상이 극히 취약

○ 알리바바는 핀테크 분야에서 가장 활발하며, 중국 핀테크 기업의 대표주자인 앤트파이낸셜은 알리바바의 통합 금융서비스 플랫폼

69) 뉴스핌, BAT+1 중국 핀테크 천하 '4대천왕' 대해부, 2017.2.13. 참조.



- 중국 대표 제3자 결제시스템 알리페이(支付寶·즈푸바오)와 선불충전형 전자지갑 알리페이월렛(支付寶錢包)을 비롯해, 모바일 머니마켓펀드(MMF) 상품 위어바오(餘額寶), 엔터테인먼트 투자펀드 위러바오(娛樂寶), 빅데이터 기반 금융정보 서비스 플랫폼 자오차이바오(招財寶), 모바일 재테크 플랫폼 마이쥐바오(螞蟻聚寶) 등 다양한 자산관리 금융상품 서비스를 제공
  - 이와 함께 온라인 판매자에게 돈을 빌려주는 마이소액대출(螞蟻小貸)과 타오바오(淘寶·티몰) 이용자들에게 일정 한도 내에서 온라인 쇼핑을 즐길 수 있게 해주고 추후 돈을 갚게 하는 마이화베이(螞蟻花呗) 등의 대출 서비스도 제공
  - 2015년 6월에는 인터넷전문은행인 마이뱅크(MyBank·網商銀行)가 출범, 중국 1호 인터넷은행인 위뱅크(WeBank·微衆銀行)에 이어 두 번째 인터넷전문은행
- 텐센트는 중국 최초의 인터넷은행을 설립했으며 위챗페이로 제3자 결제시장을 알리바바와 실질적으로 양분
- 텐센트의 대표적 금융서비스로 꼽히는 위챗페이(微信支付·웨이신즈푸)는 알리페이의 대항마로 평가되는 제3자 결제서비스임. 현재 중국 현재 제3자 결제시장은 알리바바의 알리페이와 텐센트의 위챗페이가 시장의 80% 이상을 점유
  - 아울러 텐센트는 대표적 재테크 상품인 리차이통(理財通)을 통한 자산관리 서비스도 제공. 2015년 1월에는 중국 최초의 인터넷은행인 위뱅크를 설립했고, 같은 해 5월에는 개인고객 신용대출 서비스인 웨이리다이(微粒貸) 서비스도 개시
- 바이두 또한 텐센트와 마찬가지로 독립적인 금융업체는 없으나, 다양한 금융서비스를 제공

- 모바일 결제 서비스 바이두월렛(百度錢包·바이두첸바오)을 비롯해 바이두리차이(百度理財)라는 재테크 서비스를 제공
- 2016년 12월 30일에는 중국 은행감독관리위원회(은감회)로부터 바이신은행(百信銀行)의 설립 허가를 받으며 인터넷전문은행 산업으로 진출, BAT 3자 모두가 은행업에 진출한 모습

〈그림 5-2〉 BAT의 금융산업 분야별 진출현황

기업	앤티파이낸셜	텐센트계 금융	바이두금융
은행	마이뱅크(MyBank·網商銀行)	위뱅크(WeBank·微衆銀行)	바이신은행(百信銀行)
증권	윈펑증권(雲峰證券)	푸투증권(富途證券)	합작방식
보험	중안짜이셴(眾安在線)	중안짜이셴(眾安在線)	바이안(百安) 인터넷보험
공모펀드	텐홍펀드(天弘基金)	하우바이펀드(好買基金)	합작방식
제3자 결제	알리페이(支付寶)	텐페이(財付通)	바이두월렛
크레딧	즈마신용(芝麻信用)	텐센트크레딧	

자료: 뉴스핌, BAT+1 중국 핀테크 천하 '4대천왕' 대해부, 2017.2.13.

## 2. 혁신창업과 산업생태계 실태: 선전 사례<sup>70)</sup>

### (1) 선전시의 경제 현황과 창업 동향

#### □ 경제현황

○ 중국 남부 광둥성에 위치한 선전은 1979년 덩샤오핑의 개혁·개방 정책으로 조성된 계획 도시.

- 지난 30여년간 연평균 24%의 경제성장율을 기록하며 인구 30만명의 소도시에서 1000만명이 넘는 대도시로 성장함.

70) 한국경제신문 “4차 산업혁명 현장리포트” (2016.10.26.) 참조

- 중국에서는 도시의 경제사회 발전 수준에 따라 1~3선으로 도시를 구분하고 있는데 발전 수준이 가장 높은 1선 도시는 베이징, 상하이, 광저우, 선전 등이 해당함.
- 선전은 전 세계 스마트폰의 70%가 만들어 지는 생산 기지. 그러나 최근 인건비의 급격한 상승으로 과거의 저비용 생산기지로서의 경쟁력을 잃어가고 있음.
  - 쿠파드와 ZTE 등에 부품을 납품하는 Sintave 직원의 평균 임금은 한화로 70만원 수준. 최근 3년간 인건비가 연평균 20% 이상 증가.
  - Sintave처럼 어느 정도 규모가 되는 기업은 인건비 부담을 덜기 위해 자동화 설비를 도입함. 레노버는 일부 공장 내 인원을 30% 줄이고 자동화 설비를 도입하고 있음.
  - 스마트폰 산업의 성장 정체와 인건비 상승으로 스마트폰 제조 기지로서의 선전의 역할은 계속 축소될 전망이다. 선전의 2015년 월 최저 임금은 2030위안으로 중국 도시 중 가장 높은 수준이며 최근 2년간 약 27% 증가.

#### □ 창업 동향

- 선전은 위기를 기회로 바꾸고 있음. 단순 조립 위주의 제조업에서 벗어나 하드웨어 제조 생태계를 바탕으로 하이테크 제조업 육성에 나섰다. 세계 최대 드론 업체인 DJI를 비롯해 수많은 스타트업(신생 벤처기업)이 설립되고 있음. 이는 중국 제조 혁신의 모범 사례로 평가됨.
  - 선전에서 스타트업은 설계도만으로 투자를 받을 수 있고 전자상가를 통해 모든 부품을 쉽게 조달할 수 있음.
  - 선전에 등록된 기업 수는 2014년 기준 86만개로 인구당 사업체 수로 중국 내 1위임.

- 선전은 세계 최대 규모의 전자제품 생산 인프라와 선진 스타트업 프로세스가 결합돼 ‘중국의 실리콘밸리’ 혹은 ‘하드웨어의 실리콘밸리’로 부상하고 있음.
- 리커창 총리가 중국의 새로운 성장 동력으로 강조한 ‘첨단 기술로 무장한 혁신·중소기업’들이 선전의 새로운 경제 주역으로 등장하고 있음.
  - 리커창 총리는 “국가의 번영은 인민의 창조력 발휘에 달려 있다. 창조력이 발휘될 때 경제 활력과 취업, 창업 및 소비의 다양성 등으로 선순환된다”고 2015년 양회 업무보고 중 언급함. 이를 통해 창업의 필요성을 알리고 중국 내 창업 열풍에 불을 지폈음.
  - 중국 창업을 선도하는 선전시는 2014년 3월10일 ‘Make with Shenzhen’이라는 문구를 미국 뉴욕의 타임스퀘어 대형전광판에 띄우며 창업의 메카로 선전을 알림.
- 중국 정부와 선전시 정부의 다국적 산업 업그레이드 정책 아래 선전에서는 지난 5년간 50만개 이상의 혁신·중소기업들이 탄생했음.
  - 선전시 창업률은 인구 8.5명당 창업 주체 1명으로 중국 대도시 가운데 1위이며, 인구 1000명당 기업수도 73.9개로 중국 내 1위임.
  - 2016년 미국 라스베이거스에서 열린 세계 최대 가전전시회 CES에 참가한 기업의 10% 이상이 선전에 본사를 둔 기업이며 대부분 사물인터넷(IoT), 웨어러블, 드론 등과 같은 하이테크 산업 관련 신진 기업임.
- 실리콘밸리에 버금가는 스타트업 지원 인프라 및 프로세스가 집결돼 전세계 최고·최적의 하드웨어 창업 클러스터를 형성하고 있음.
  - 중국 벤처캐피탈의 3분의 1과 세계적 수준의 액셀러레이터(창업 지원기업)들이 선전에 근거를 두고 IT기술과 결합한 하드웨어 창업에 집중적으로 투자하고 있음.

- 선전에 위치한 중국 최대 IT유통시장인 화창베이(華強北) 전자상가와 소규모·다품종 생산이 가능한 1000여개의 시제품 제조업체가 새로운 제품의 시험·유통을 촉진하고 있음.
  - 선전의 시제품 시험·유통 비용은 한국의 2분의 1이며 소요기간은 5분의 1에서 10분의 1 수준임.
- 선전은 중국 2대 주식시장이 위치한 곳으로 중국 어느 지역보다 자금의 유출입이 활발해 적극적인 벤처기업 투자로도 이어지고 있음.

## (2) 선전시의 창업정책과 자금지원

### □ 창업정책

- 선전시 정부의 창업 지원 정책과 현지 기업들의 지속적인 창업투자가 창업 생태계의 선순환을 견인하고 있음.
  - 선전시는 매년 선전에 등록된 3000여개의 과학기술 창조기업에 예산을 지원하고 있으며 우수 기업에는 30만~300만위안의 창업 기금을 지원함
- 선전시는 창업 진입장벽 완화, 기술개발, 홍콩 자원 연계, 우수 인재 유치로 스타트업을 육성하고 있음.
- 2013년 중국에서 최초로 사업자등록제를 개혁해 최저 자본금 제도를 철폐하고 선등록·후허가제로 전환했음. 대학생이 개인 창업 시에 최대 10만위안, 단체 창업일 경우 50만위안까지 지원하고 있음.
- IT, 로봇·웨어러블, 우주항공, 바이오 등 신성장산업을 적극 지원하고 있으며 대학 및 공공 연구기관과의 합작 운영을 통한 기술 금융 지원 및 R&D 투자로 혁신 기반을 마련하고 있음.
- 칭화대와 홍콩과학기술대 등 명문대가 선전에 연구시설을 세우면서

스탠퍼드대와 UC버클리대 등을 주변에 두고 있는 미국의 실리콘밸리와 유사한 환경이 조성되고 있음.

- 선전시는 현재 공학실업실, 기술연구센터 등 1200여개의 연구기관을 보유하고 있음. 혁신기술과 제조업간의 긴밀한 연계를 추진할 수 있는 유전자, 클라우드컴퓨팅 분야의 산학연합 및 첨단 과학시설도 있음.
  - 선전은 2015년 지역국내총생산(RGDP)의 4.05%를 연구개발(R&D)에 투자했으며 올해 기준 4.09%, 2020년까지 4.25%로 투자 비중을 확대할 예정임.
  - 칭화대와 각각 50%의 지분을 투자해 선전 칭화대학연구원을 설립하고 R&D, 엔젤투자, 기술금융, 인큐베이팅 운영 사업을 추진하고 있음.
- 2015년 선전시의 특허협력조약(PCT) 국제특허출원건수는 중국 전체 신청 건수의 46%에 해당하는 약 1만3000건으로 12년 연속 중국 1위를 기록했으며 주로 IT 분야에 집중되어 있음.
- 선전은 글로벌 인재의 입국 절차를 간소화하는 등 고급 인재 우대 정책을 점차 확대하고 있음. 2020년까지 박사급 전문 인력을 보유한 연구소 120여개를, 연구기지 100여곳을 유치해 설립할 계획임.
- 풍부한 창업 자금
- 선전에서 창업한 스타트업은 창업지원기관 및 액셀러레이터의 도움을 받아 벤처투자자와 엔젤투자, 신삼판, 대기업 투자 등을 받을 수 있음. 선전이 풍부한 자금원은 활발한 창업 분위기를 뒷받침하고 있음.
- 2015년 상반기 선전의 벤처캐피털 및 엔젤 투자는 투자액과 투자건수에서 베이징과 상하이에 이어 중국 내 3위를 차지하고 있음.
- 선전의 벤처캐피털 투자 규모 및 건수는 2012년 잠시 감소했지만 이후 급격한 증가세를 보임. 선전에 있는 벤처캐피털 수는 8000여개로 중국 전체의 약 3분의 1을 차지함.

○ 중소·벤처기업 전용 장외거래 시장인 신삼판(新三板)은 벤처기업은 자금 조달과 및 모험 자본의 중간 회수 통로가 되고 있음.

- 신삼판은 2006년 베이징 증권춘 기업을 위한 장외시장으로 설립됐지만 2013년 12월 중국 전역으로 확대됐음. 등록 조건이 까다롭지 않고 추후 상장하기도 쉬워 스타트업의 투자 유치 방안으로 활용

- 2015년 기준 신삼판 등록 기업 수는 5129개. 선전을 포함한 광둥성 출신 기업은 684개로 베이징(763개)에 이어 많은 수를 차지함.

### (3) 산업생태계1: 부품조달 인프라

#### □ 제조 클러스터

○ 선전은 과거 중국이 ‘세계의 공장’ 으로 불리었을 때 공장간 클러스터 형성을 통해 제조업 중심지 역할을 함. 발달된 제조업 전후방 공급망과 축적된 노하우가 하드웨어 창업 생태계에 중요한 기여를 하고 있음.

○ ZTE와 폭스콘 등 글로벌 제조사에서부터 소규모 공장형 기업까지 생 산품 종류와 생산규모, 생산단계에서 전문화와 분업화, 협업화가 잘 되어 있음. 하드웨어 스타트업은 부품 확보, 제품 설계, 제품 생산으로 이어지는 전 과정을 신속하고 효율적으로 진행할 수 있음.

#### □ 부품 조달

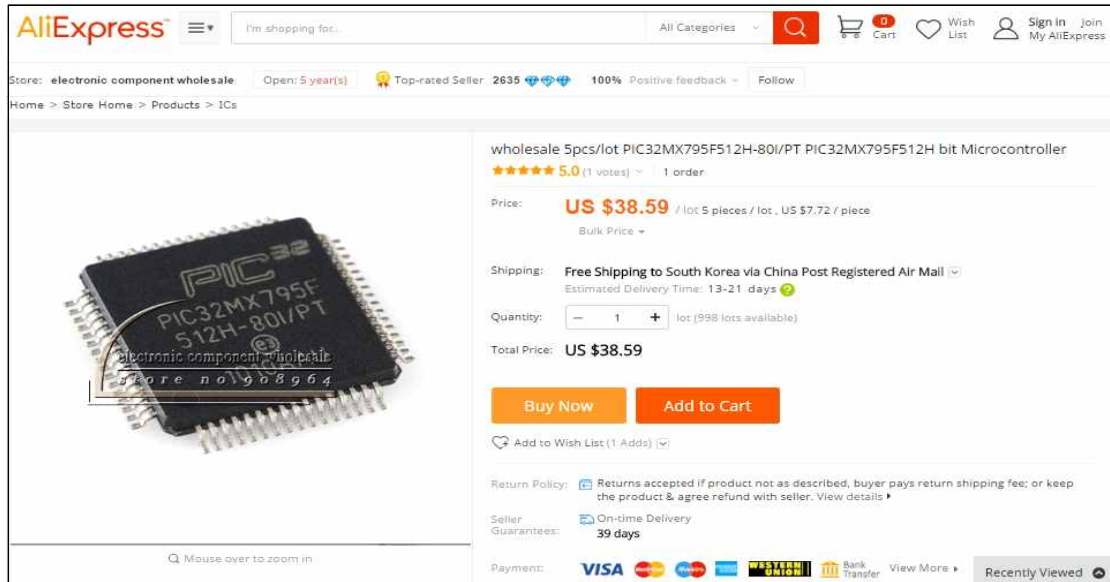
○ 하드웨어 스타트업은 알리익스프레스(온라인)와 화창베이 전자상가(오프라인)을 통해 거의 모든 부품을 구할 수 있음.

- 센서, 인쇄회로기판(PCB), 배터리 등이 표준화·범용화되어 설계도만 있으면 저렴한 가격에 시제품 제작이 가능함. 3일 내에 회로기판을 제작하는 비용이 미국에서는 1000달러인 반면 선전에서는 30달러가 소요되며 어떤 제품이든 하루 안에 제작이 가능함.

□ 알리익스프레스

- 알리바바가 운영하는 온라인 전자상거래사이트로 전 세계 유통망을 확보하고 있으며 저렴한 가격에 필요한 부품을 구매할 수 있음.

<그림 5-3> 알리익스프레스 사이트



- 중국 현지 OEM/ODM 공장에서 미국, 유럽에 납품하고 남은 제품을 브랜드만 제거하고 판매하며 상품 노출 및 트래픽 증가 목적으로 대부분의 판매자는 국제 무료 배송 혜택을 제공하고 있음.
- 모든 제품 가격이 기본적으로 달러로 표시. 영어 중국어 프랑스어 등 다양한 언어를 지원하고 있고, 알리페이를 활용한 간편 결제를 지원해 사용자 편의성이 높음.

□ 화창베이 전자상가

- 하루 유동인구 최대 50만명, 1.45km<sup>2</sup> 면적에 약 15만개의 점포가 입주해 있는 세계 최대 오프라인 전자상가. 거의 모든 부품을 저렴한 가격에 구입할 수 있으며 시제품 제작도 가능함.



〈그림 5-4〉 화창베이 전자상가



- 폭 1m 남짓한 매대에서 영업하고 있는 다수의 상인들은 선전 외곽에 자체 제조 공장을 운영하고 있음. 소규모 공장 및 EMS 기업과도 연계돼 있어 최소 10개부터 1만여개 이상의 제품 생산이 가능함.
  - 10층 이상 대형 상가 포함 70여개 상가 건물로 구성돼 있으며 부품 판매점이 종류별로 모여 있는 것이 아니라 각각의 건물에 산재돼 있음.
  - 화창베이 웹사이트([www.hqew.com](http://www.hqew.com))에서 부품을 검색하면 해당 부품을 판매하는 점포의 건물과 호수를 확인할 수 있음. 이를 근거로 직접 찾아가거나 위챗으로 주문할 수 있음.
  - 화창베이 상인들은 선전 스타트업 성공 사례의 영향으로 소량 주문도 기꺼이 제품으로 제작해줌. 이런 소량 제작 상품 중 나중에 히트 상품이 되는 경우도 많음.
  
- 과거 삼성과 애플의 새로운 스마트폰과 똑같이 생긴 모조품을 어렵지 않게 구할 수 있어 ‘산자이(山寨)’, 즉 짝퉁 제품의 양산지로 유명했지만 지금은 부품 소싱 플랫폼으로 발전함.
  - 매년 약 250억위안 규모의 부품과 전자제품이 거래되기 때문에 IT

제품을 제조하는 기업이라면 화창베이 전자상가를 통해 먼저 유통하는 사례 많음.

- 매년 전 세계 많은 기업들이 선전에 오면 꼭 화창베이를 방문해 중국 IT산업의 트렌드를 확인하고 제품 반응을 살펴봄.

#### (4) 산업생태계2: 창업 액셀러레이터

##### □ 하드웨어 창업 촉진하는 액셀러레이터

○ 스타트업 창업과 제품 출시를 도와주는 100여개의 액셀러레이터가 선전에서 활동중임. 소프트웨어보다 하드웨어 액셀러레이터가 많은 것이 특징임.

- 별 액셀러레이터인 핵스(HAX)가 본사를 2013년 미국 샌프란시스코에서 선전으로 옮기면서 글로벌 액셀러레이터의 이전이 활발해짐. 지난해 1월 리커창 총리가 선전의 창업 공간을 방문하면서 선전 토종 액셀러레이터도 급증하기 시작. 대표적인 토종 액셀러레이터로 3W카페, 스타기크, 제이디플러스 등이 있음.

○ 액셀러레이터별로 매년 20~30개의 스타트업을 선정해 지원하고 있음.

- 외국계 액셀러레이터는 스타트업 육성 능력이 우수하고 글로벌 시장 진출에 특화되어 있음. 토종 액셀러레이터는 현지 네트워크를 기반으로 제조 및 유통 파트너 발굴에 강점을 갖고 있음.

##### □ 핵스(HAX)

○ 선전을 대표하는 하드웨어 전문 액셀러레이터. 2011년 미국 벤처캐피털인 에스오에스벤처스(SOS Ventures)의 투자로 실리콘밸리에 설립됐음. 하지만 선전의 제조 인프라를 활용하기 위해 2013년 본사를 선전으로 이전함.

○ 111일 이내에 시제품을 제작하는 것을 목표로 스타트업을 선발해 지원하고 있음. 선전의 제조 인프라 정보를 제공하고 제품 컨셉에 대한 전문가 컨설팅을 실시하고 있음. 시제품 제작 전까지 멘토와 투자자, 핵스 출신 창업가들과의 교류를 통한 피드백을 제공함.

○ 시제품이 완성되면 실리콘밸리에서 유통기업과 벤처캐피털을 대상으로 소개 행사를 열어 해당 스타트업의 투자 유치와 시장 진입을 지원함.

- 핵스 프로그램에 참여한 스타트업은 90%의 생존률과 100%의 크라우드 펀딩 성률을 보임.

□ 하이웨이원(Highway1)

○ 실리콘밸리와 선전의 장점을 결합해 하드웨어 창업을 소프트웨어 창업만큼이나 쉽게 만들겠다는 취지로 2013년 설립됨. 모회사 PCH인터내셔널의 공급망을 기반으로 창업을 지원함.

○ PCH인터내셔널이 하드웨어 관련 상품 기획과 제조, 물류를 포괄하는 세계적인 공급망 서비스 기업인 덕분에 스타트업의 하드웨어 제품을 시장에 공급하는 데 탁월한 능력 발휘한다는 평가를 받음.

- 스마트시계 스타트업인 페블은 크라우드 펀딩 사이트 킥스타터에서 목표 투자 유치액의 1만266%를 초과 달성함. 이후 PCH인터내셔널의 공급망을 활용해 성공적으로 세계 각지에 제품을 공급할 수 있었음.

○ 하이웨이원은 선전과 실리콘밸리에서 하드웨어 스타트업에 필요한 기초 엔지니어링과 디자인 교육, 제품 제조 노하우, 공급망 구축 등을 지원하고 있음.

(5) 산업생태계3: 다양한 창업지원기관

□ 시드스튜디오(Seed Studio)

- 전 세계 하드웨어 스타트업을 대상으로 시제품 제작 서비스를 제공하는 오픈소스 하드웨어 제조기업. 2008년 선전에 설립됐음.
- 시드스튜디오는 온라인 사이트를 통해 부품을 판매함.
  - 인쇄회로기판(PCB) 등 하드웨어 제품에서 가장 폭넓게 활용되는 부품 500여개를 목록화한 호환부품패키지를 제공해 대량 생산이 쉽고 호환성이 높은 부품 종류를 상세하게 파악 가능함
  - 부품이 모듈화돼 있어 하드웨어에 대한 지식이 많지 않은 사람도 매뉴얼을 보고 쉽게 하드웨어 제품을 제조할 수 있도록 함.
- 시드스튜디오는 제품 디자인, 시제품 제작, 양산, 판매, 유통까지 제품 생산 전 주기를 원스톱으로 지원함.
  - 본격적으로 하드웨어 제품 생산에 뛰어들 창업자를 대상으로 제품 설계와 양산을 도와 줌. 제품은 최소 10개부터 1만개까지 시드스튜디오 자체 공장에서 생산해주면 1만개 이상은 더 큰 공장을 소개시켜줌.

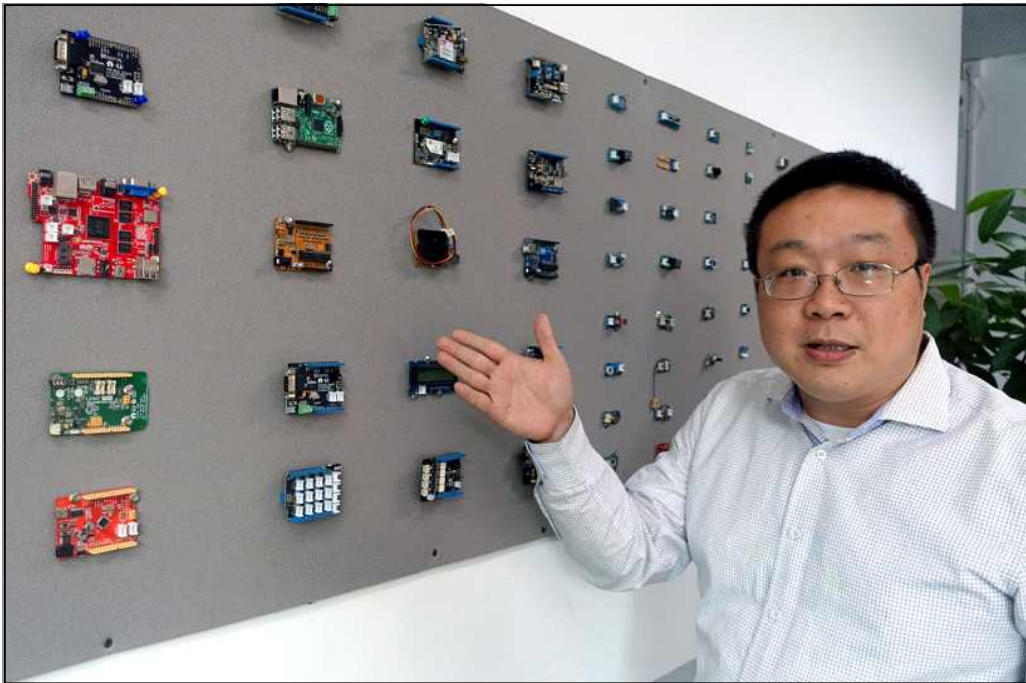
□ 잉단(Ingdan)

- 잉단은 중국 전자상거래 기업인 코코바이(cocobuy)의 자회사로 주로 사물인터넷(IoT) 스타트업을 대상으로 부품 및 조립 공장을 신속하게 연결해주는 서비스를 제공함
- 모기업 코코바이의 공급사슬 자원을 기반으로 2014년 설립됐음. 8000여개 공급기업과 협력 관계를 맺고 있으며 현재까지 1만여개의 하드웨어 제작 프로젝트를 수행하고 있음.
- 설계도만 제시하면 제품 생산 단계별로 필요한 기업을 원스톱으로 연결해줄 뿐 아니라 광범위한 네트워크로 가격 협상력까지 보유하고 있어 스타트업의 창업 비용 절감에 도움이 됨.

<시드스튜디오 부사장 인터뷰>

- 수요우리 시드스튜디오 부사장(사진)은 “사물인터넷 시대가 되면서 소규모로 다양한 아이디어 제품을 생산하는 일이 중요해지고 있다고 강조.

<그림 5-5> 수요우리 시드스튜디오 부사장



- 그는 “과거엔 신제품이 한 기업의 연구개발 부서에서 나왔지만 최근 2~3년 사이엔 개인 개발자나 스타트업이 혁신적인 제품을 내놓고 있다” 며 “대기업도 이제는 스타트업이 개발한 제품에 관심을 기울이고 협력을 모색하고 있다” 고 설명함.
- 하드웨어 제품을 만드는 진입 장벽이 낮아지면서 개인들의 아이디어가 제품 형태로 쏟아져 나오고 있다는 것임. 예컨대 시드스튜디오에서 판매하는 부품을 이용하면 레고를 조립하는 것처럼 간단하게 하드웨어 제품을 생산할 수 있음. 초기 제품은 기능한 구현한 형태지만 아이디어만 좋으면 시드스튜디오 엔지니어들이 제품을 발전시켜 나갈 수 있도록 도와줌.

- 이를 잘 활용한 사례가 초소형 드론인 ‘크레이지 플라이’를 개발한 스웨덴 스타트업 비트크레이즈. 추운 스웨덴 날씨를 고려해 사람들이 실내에서도 즐길 수 있는 드론에 착안. 창업자는 하드웨어에 대한 지식이 전혀 없었지만 아이디어만 갖고 시드스튜디오를 찾아와 제품을 개발했음. 지난 3년 동안 1만개 넘게 팔린 인기 상품이 됨.
- 수 부사장은 “아이디어만 있으면 누구나 제조업에 뛰어들 수 있는 세상이 열리고 있다”며 “이제 시장을 선점하는 데 중요한 것은 창의적인 제품 기획과 빠른 제품 구현 속도”라고 말함.

## (6) 하드웨어 창업 사례

### □ DJI

- 세계 최대 드론 제조업체 DJI는 홍콩에서 창업했지만 중국 선전으로 옮겨 자리를 잡으면서 급성장을 이룰 수 있었던 사례임.
- 1980년 중국 항저우에서 태어난 왕타오 DJI 창업자 겸 최고경영자(CEO)는 홍콩과학기술대에서 전자공학을 전공했고, 대학원 시절인 2006년 학교 기숙사에서 DJI를 창업함.
- 곧 회사를 선전으로 옮겼고 화창베이 전자상가 등 선전의 부품 조달 시스템을 활용해 세계 최대 드론 업체로 성장함.
  - 하드웨어는 소프트웨어와 달리 시제품을 만들고 수정할 때마다 돈과 시간이 많이 들기 때문에 저렴하고 빠르게 부품을 조달하고 시제품을 만들 수 있는 환경이 중요함.
- DJI 뿐 아니라 세계 600여 드론 회사 가운데 절반인 300여개가 선전에 모여있을 정도로 선전은 ‘드론 메카’로 자리잡음.

- 선전 세관 통계에 따르면 2015년 선전은 31억위안 규모의 드론을 수출해 전년 대비 7.2배 증가했음.

<그림 5-6> DJI 팬텀3 프로페셔널



□ 메이크블록(MakeBlock)

- 누구나 쉽게 원하는 대로 로봇을 조립할 수 있도록 로봇 관련 부품 및 모터 등을 제조·판매하는 스타트업임.
  - 현재까지 약 60~70건의 조립형 로봇을 개발했음. 2010년 혼자서 창업했으나 4~5년 만에 직원 수가 120명으로 늘어남.
- 왕젠권 메이크블록 CEO는 “선전은 로봇을 제작하기에 가장 적합한 곳”이라며 “미국에서 제품을 생산하려면 1~2년이 걸리지만 선전에서는 1~2개월 심지어는 1~2주면 제품을 제작할 수 있다”고 선전 하드웨어 생태계의 우수성을 강조함.
- 첫 번째 로봇은 시드스튜디오에서 부품을 구입해 제작했으며 지금은 화창베이 전자상가에서 필요한 부품을 저렴하게 구입해 광둥성 포산시에 있는 공장에서 제품을 생산하고 있음.

□ 비비비(BBB)

- 모바일 헬스케어 분야 한국 스타트업. 헥스의 지원을 받아 스마트폰에 연결해 사용하는 모바일 혈액진단기 ‘엘리마크’를 개발했음.
- 실리콘밸리 지역인 미국 캘리포니아주 마운티뷰에 본사를 두고 서울과 선전에 지사를 두고 있음
  - 최재규 BBB CEO는 “선전은 가격 경쟁력 있는 제품을 만들 수 있는 인프라가 잘 갖춰져 있어 설계가 끝나면 1주일 내로 한국에서 만들 때보다 반값에 시제품을 만들 수 있어 선전을 BBB의 R&D 및 제조기지로 정했다”고 설명함.

### 제3절 시사점

- 중국의 4차 산업혁명 대응은 초기 저자세 대응(low-profile approach)에서 적극 대응(high-profile approach)으로 전환
- 중국 산업의 기술수준은 선진국에 비해 크게 뒤진 상태로 4차 산업혁명을 맞아 이중의 과제에 직면하게 되었으나 초기에는 기술혁신에 입각한 제조강국으로의 전환에 초점
  - 2015년 중국제조 2025와 인터넷+ 정책을 최초 발표하고 분리해서 추진할 때에는 현실에 입각한 혁신에 중점을 두었으나,
  - 2016년 정보화와 공업화를 통합 추진하고 인공지능 육성정책 등을 강력하게 추진하면서부터는 4차 산업혁명의 미래 신기술에 적극 대응하는 방향으로 전환한 것으로 평가됨.
- 정책방향 전환에는 2016.3월에 있었던 인공지능 알파고의 바둑 승리가 크게 영향을 미친 것으로 생각됨.
  - 알파고 승리는 인공지능의 획기적인 발전을 의미하는 것으로 기존



의 추격방식의 한계를 인식하게 하고 선진국과 같은 수준을 지향하는 정책으로 선회할 필요성을 인식한 것으로 생각됨.

○ 적극 대응정책은 2016년 말부터 가속화하는 양상을 나타내고 있어 2017년에는 가시적인 성과도 나타날 수 있을 것으로 예상

- 정책 추진 흐름이 심화되고 확산되는 양상을 나타냄에 따라 4차 산업혁명 정책은 상당히 탄력을 받고 있는 것으로 평가됨.

□ 전폭적인 지원을 통해 BAT 등 민간 대기업의 4차 산업혁명 선도적 대응을 유도

○ 중국 정부는 BAT로 상징되는 바이두, 알리바바, 텐센트 등 IT 민간 대기업들의 신시장 진출 경우 기업활동 규제를 제거

- 이에 힘입어 BAT 3개 기업은 IT 사업에서 안정적 수입을 확보. 알리바바는 전자상거래와 알리페이, 텐센트는 위챗페이, 바이두는 검색에서 안정적 수입을 확보

○ BAT는 안정적 수입을 토대로 인공지능, 자율주행차 등 4차 산업혁명 신기술과 신산업에 신속하게 진입

- 한편, BAT는 국내외 신기술 기업 M&A 및 인재 확보를 통하여 4차 산업혁명 신기술을 빠르게 확보하고 스타트업에게는 수익모델 제공

□ 중국은 4차 산업혁명에 정부-대기업-스타트업 3자 협력 모델로 대응하여 경제 선순환 달성

○ 선전 사례에서 보듯이 혁신창업이 중국의 신기술 발전에 크게 기여

- BAT도 우수인력의 혁신 창업을 대대적으로 지원하여 하드웨어의 실리콘 밸리 형성에 크게 기여

- 종합적으로 정부 정책지원, 민간 대기업 성장, 스타트업 발전이 상호 상승작용을 일으키면서 3자간 협력 모델이 경제 전체의 선순환 성장 패러다임으로 발전하는 양상

<그림 5-7> 중국의 정부-대기업-스타트업 3자간 협력 모델



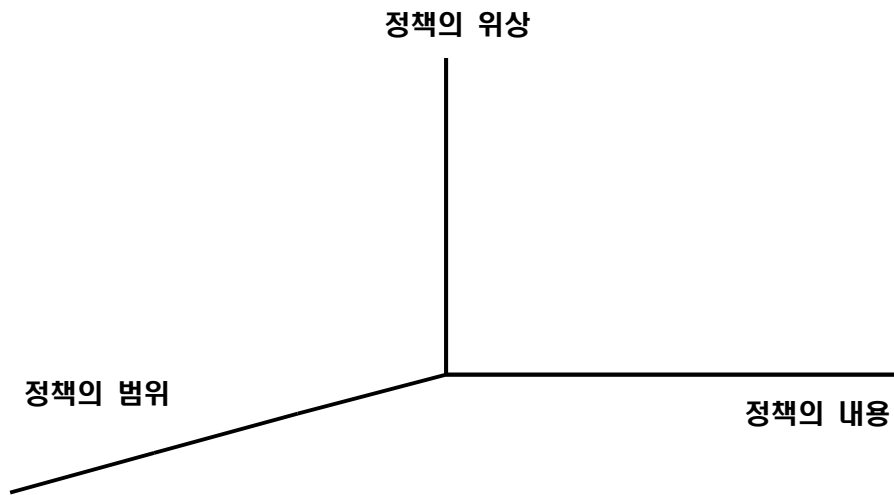
- 중국은 새로운 변화를 지향하면서도 정책의 일관성을 유지하는 진화형 정책 모델이 특징적임.
- 4차 산업혁명에 대한 중국 정부의 정책 체계는 큰 골격은 유지하면서 정책을 발전시켜 나가는 진화형 정책 특징을 지니는 것으로 평가
  - 중국제조 2025와 인터넷+ 정책을 대체하는 형태가 아니라 골격을 유지하면서 정책의 방향과 수준을 제고하는 양상을 나타냄.

## 제6장 주요국 비교평가 및 한국에 대한 시사점<sup>71)</sup>

### 제1절 정책의 공통점과 차이

- 4차 산업혁명 대응에 있어서 제조 강국 4개국은 정책의 범위, 위상, 내용 등 3개 측면에서 차이가 있는 것으로 나타남.

<그림 6-1> 4차 산업혁명 대응 정책의 국별 차이 요인



#### □ 정책대상의 범위

- 미, 독, 일, 중 4개국의 정책대상 범위는 모두 상이한 것으로 나타남.

- 일본은 신산업구조비전에서 보듯이 경제·사회 전체를 모두 포괄하여 가장 넓은 범위를 정책대상으로 설정하고 있는 반면, 독일은 제조업, 더 정확하게는 스마트공장에 초점을 맞추어 가장 좁은 범위를 정책대상으로 설정
- 미국은 Smart America Challenge에서 알 수 있듯이 일본 다음으로 정책대상 범위가 넓음. 중국도 인터넷+의 중점대상 11개 분야에서 보듯이 미국과 거의 유사한 범위를 대상으로 삼고 있음.

71) 장윤중 작성

- 종합적으로 4차 산업혁명 정책대상 범위는 경제·사회 전체를 대상으로 하는 일본형, 정책효과가 클 것으로 예상되는 다양한 산업·분야를 대상으로 하는 미국·중국형, 제조업과 특정분야에 초점을 맞추는 독일형 등 세 그룹으로 분류됨.
- 그런데, 정책대상 범위를 광의로 접근하거나 협의로 접근하는 것은 개념적으로 큰 차이가 존재하나 독일의 경우에는 순차적 접근방법을 선택한 것일 가능성이 크다는 점에 주목할 필요
- 본 연구에서는 명시적으로 서술하지 않았지만 독일은 2016년에 디지털 전략 2025<sup>72)</sup>를 발표하였고, 이 전략의 목적이 독일경제를 디지털화하는 것이라고 명시한 점에 비추어 볼 때 독일은 제조업에만 국한한 것이 아니라 제조업에서 출발하여 범위를 넓혀가는 순차적 접근법을 채택한 것으로 해석하는 것이 더 적절
  - 즉, 독일은 경쟁력이 있는 제조업에 집중하여 4차 산업혁명 대응에 가시적 성과를 확보한 후 대상 범위를 점차 넓혀가는 탄력적 범위 확장 접근방식을 취하고 있다고 해석 가능
- 이에 비추어 볼 때, 정책대상의 범위는 정태적으로 비교하여 예단하는 것은 곤란하며 추진방식과 연관시켜 동태적으로 더 큰 틀에서 판단해야 할 것으로 생각됨.
- 이 점에서 정책대상 범위를 처음부터 경제·사회 전체로 규정하고 추진 방식 측면에서 동시다발적으로 추진하는 접근법과 정책 집행력 등을 감안하여 적정 범위에 먼저 집중한 후 단계별로 확장해나가는 접근법으로 대비 가능
  - 이러한 두 접근법은 정책추진 동력을 어떻게 확보할 것인가와 긴밀하게 연관되어 있다고 생각됨. 이와 관련하여 독일과 일본의 정책 추진 경과와 성과를 비교 검토하면 많은 시사점을 얻을 수 있을 것으로 생각됨.

72) KIAT, 독일 「디지털전략 2025」 주요내용, KIAT 산업기술정책브리프 2016-06호, 2016.7.

□ 정책의 위상

○ 4차 산업혁명 정책이 독립적으로 추진되고 있는지, 아니면 여타 정책의 일부로 포함되어 추진되고 있는지는 정책의 위상, 혹은 4차 산업혁명의 중요성에 대한 인식 수준을 파악하는 중요한 기준

- 정책의 독립성 여부와 관련하여 독일, 일본, 미국은 독립적 정책을 제시한 반면 중국은 4차 산업혁명 정책을 제조 2025와 인터넷+라는 大정책의 하부개념으로 포함하고 있는 것으로 나타남.

- 다만, 최근 13.5 계획에서 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 등 4차 산업혁명의 핵심적 요소들에 대한 정책을 독립적으로 발표하고 있어 독립성이 없다고 단정하기는 곤란

- 이에 따라, 4개국 모두 4차 산업혁명 정책을 독립적으로 추진하고 있다고 보는 편이 적절

○ 독립성 요건을 갖추었다고 해서 모두 동일한 수준의 중요도를 부여받은 것은 아니므로 별도로 중요도를 평가할 필요

- 4차 산업혁명 정책이 전체 정책에서 차지하는 중요도와 관련해서는 중국과 일본이 최우선 순위, 독일이 높은 우선순위, 미국은 보통 순위라고 평가할 수 있음.

- 일본은 정책범위에서 보았듯이 광의의 종합대책 형식이며 아베 수상이 직접 정책 드라이브를 걸고 있다는 면에서 정책 우선순위가 최고 수준으로 평가됨. 중국의 경우 2단계로 접어들면서 4차 산업혁명에 대한 대응이 크게 격상되었음.<sup>73)</sup>

- 4차 산업혁명 정책에 대한 독일과 미국의 우선순위가 중국과 일본

---

73) 인공지능 기술발전을 위한 정책대응이 대표적인 사례임. 현재 세계 2위로 인정받고 있는 중국이 2017년에 산학연 협력체제로 국가연구소를 설립하고 대규모 지원을 하며 인공지능의 활용범위를 확대하고 있음. 미국의 지위도 위태로워질 수 있다는 지적도 나오는 것에 비추어 볼 때 중국의 약진이 상당히 빠르게 전개됨.

에 비해 낮다고 평가한 것은 후발국 중국과 일본의 4차 산업혁명에 대한 대응 의지 및 강도가 상당히 높기 때문인데, 두 그룹 간 정책 문화의 차이도 큰 영향을 미쳤다고 할 수 있음.

- 독일과 미국은 정부가 주도적으로 정책 드라이브를 거는 문화가 아니며 민간부문의 독자적 수행능력이 충분하여 그에 상응한 수준의 정책을 추진하는 것으로 해석 가능함.
- 이러한 면에서 4차 산업혁명 대응과 관련하여 독일과 미국이 우선순위를 낮게 부여했다고 단정하는 것은 지나친 감이 없지 않지만, 일본과 중국의 정책 드라이브가 강하다는 면에서 이 두 나라의 정책 우선순위가 높다고 평가함.

#### □ 정책의 내용상의 특징

- 정책의 내용적 특징에 대한 평가는 일차적으로 신기술·산업(enabler)의 육성과 일반산업(adopter)에 대한 신기술의 융합 및 사이버물리시스템(CPS) 적용으로 구분해볼 수 있음.
  - 일반산업에 대한 평가와 관련해서는 신기술과 일반산업의 융합, CPS 실현 수준, 기업 육성 및 생태계 구축 등에 대한 평가가 초점
- 독일은 스마트공장의 CPS 실현에 초점을 맞추고 있는데, 이에 필요한 관련 신기술 및 산업의 육성에 대한 언급은 찾기 어려운 실정
  - 앞에서 보았듯이 독일은 전용 임베디드 S/W, 3D 프린터 등에서 이미 세계 선두권이며 CPS 적용도 가장 빠른 수준이라는 점에서 별도의 신기술 육성 프로그램을 만들 필요성이 없다고 볼 수도 있음.
- 미국은 민간주도를 특징으로 함에도 불구하고 AMP 정책을 통해서 신기술·산업의 발전을, SAC 정책을 통해서 일반산업의 신기술 융합 및 CPS 실현을, 그리고 최근에는 Brain Initiative를 통해 인공지능을 간접적으로 지원하고 있음.

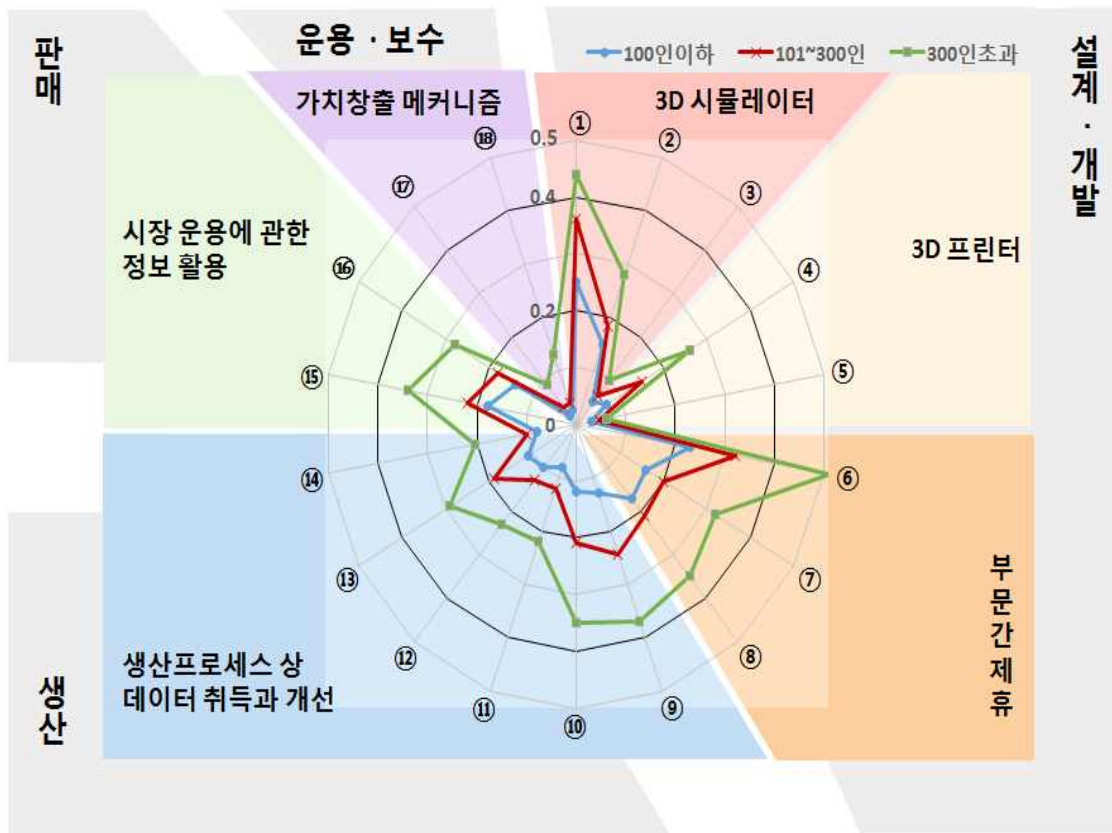
- 미국의 경우 소규모 단위 정책들이 개별적·분산적으로 추진되고 있지만 필요한 정책들이 적시에 제시되어, 비록 4차 산업혁명 관련 명시적인 종합대책은 부재하지만 전체적으로 조율된 것과 같은 효과를 발휘하고 있다는 점에 주목할 필요
- 중국은 13.5 규획 기간에 정책추진 2단계로 접어들어 IoT, 빅데이터, 지능형 제조, 인공지능 등 4차 산업혁명의 핵심적 요소들에 대한 육성전략을 신속하게 마련
  - 그러나 중국 일반 기업들의 역량 수준과 사업전략은 CPS 개념을 도입하기에는 아직 시기상조라는 점을 감안할 때 일반산업에 대한 정책의 효과는 단기간에 나타나기 어려울 것으로 생각됨.
- 일본은 정책범위에서 보았듯이 경제·사회 전체를 대상으로 하는 광의의 접근을 하고 있으며, 정책 내용에서도 아베 총리가 직접 주도하면서 체계적이고 종합적인 접근
  - 정부는 4차 산업혁명 관련 추진체제를 다양하게 구축하고 장기로드맵을 통해 적극적으로 정책화하는 노력을 계속 추진하는 등 범정부 차원의 민·관협력을 통해 체계적으로 추진하는 모습

## 제2절 산업계 동향의 공통점과 차이

- 선진국은 협회 등 중간조직이 신기술 파급의 거점 역할 수행
- 선진 3개국은 모두 신기술 도입 및 적용을 위하여 협회 등 중간조직 중심의 기업협력이 활발하게 전개
  - 독일은 IT, 기계 및 전자산업을 대표하는 협회인 BITKOM, VDMA, ZVEI가 공동 주도하여 기업들의 Industrie 4.0 추진을 지원. 독일 산업문화는 원래 협회, 연구소, 대학과 기업간 협력이 잘 이루어지는 것으로 유명한데, 4차 산업혁명을 맞아 효과를 십분 발휘<sup>74)</sup>

- 미국의 경우 협회는 아니지만 GE를 비롯하여 5개 글로벌 대기업이 주도하고 관련 기업, 기관들이 참여한 산업인터넷 컨소시엄(IIC)이 일반기업들의 CPS 시스템 구축을 지원
- 일본은 독일, 미국과는 달리 정부의 개입과 지원이 적극적인 바, 정부와 협회, 연구회 등이 협력하여 관련 기업들의 CPS 시스템 구축을 지원
- 특기할 점은 일본은 이미 IoT 기술 활용 실태 평가를 위해 18개 항목으로 구성된 평가방법론을 확립하고 업종별, 기업규모별 실태파악을 완료했다는 것으로 일본의 체계적 접근이 단연 돋보임.

<그림 6-2> 일본의 IoT 기술 활용 실태 평가표 예시



자료: 經産省 外, 「ものづくり白書」, 2016, p. 22

주: 원문자의 의미는 <표 4-3> 참조.

74) 최근 아디다스의 독일 리쇼어링이 대표적 사례로서 아디다스의 독일 공장 재가동이 기업 단독의 결정에 의한 것이 아니라 잘 알려지지 않았지만 아헨공대의 협력과 지원을 통해 스마트공장 기술에 성공한 결과



- 4차 산업혁명 주도세력을 기준으로 4차 산업혁명 대응 유형을 독일형과 미국형으로 구분 가능
- 4대 강국의 가장 큰 차이 중의 하나는 4차 산업혁명을 선도하는 기업들의 성격 차이
  - 베인&컴퍼니에 따르면, 신기술 시장의 변화를 주도하는 기업은 기존기업, IT기업, 신규진입기업 등 3개 기업군으로 분류할 수 있음.
  - 이를 준거로 할 때, 독일과 일본은 현업기업(incumbent)이 변화의 주역인 것으로 나타남. 반면, 미국과 중국은 IT기업과 스타트업들의 시장진출이 활발한 것으로 나타남.
  - 특히 중국은 기존 산업이 충분히 성숙하지 못한 단계로 IT기업들의 시장진입이 무주공산에 가깝게 쉽게 이루어지고 빠른 속도로 신 시장을 지배해나가는 양상
- 상기한 시장주도 기업의 성격 차이에 입각해서 4차 산업혁명 대응 유형을 현업기업이 주도하는 독일형과 신규진출 기업의 역할이 두드러지는 미국형으로 구분 가능
  - 유형 차이는 시장구조 상의 단절(disruption)의 정도와 시장변화의 역동성(dynamism)의 크기에 상당한 차이를 나타낼 것으로 판단됨.
  - 현업기업이 주도하는 경우 시장의 안정성이 유지되는 가운데 변화가 이루어지는 양상이겠지만 신규기업이 주도하는 경우 현업기업은 위기에 봉착하고 변화는 급격하게 진행될 것으로 예상
  - 중요한 문제는 어느 유형이 4차 산업혁명의 잠재력을 더 잘 발휘할 것인가라는 점인데, 독일형보다 미국형, 즉 기존기업의 변신보다 신규 시장진출 기업의 새로운 접근이 변화의 새 흐름을 더 잘 반영할 것으로 생각됨.

- 이러한 점에서 주목할 국가는 바로 중국임. 중국은 무주공산에 진입하는 것과 같이 IT 거대기업과 스타트업들이 빠르게 새 시장에 진출하고 시장의 주도적 위치로 상승하고 있는 것으로 나타나기 때문

□ 정책과 산업계 동향을 종합한 4차 산업혁명 대응역량 평가

○ 4차 산업혁명을 선도하는 신기술·산업 발전과 관련하여 스마트공장 등 CPS 시스템, 인공지능, 로봇 등에서 주도권 경쟁 양상 다를 것으로 예상

- CPS 시스템은 독일이 선두주자이지만 미국과 일본이 별 차이 없이 추격하고 있어 향후 3국간 글로벌 시장 쟁탈 경쟁이 치열할 것으로 예상

- 인공지능은 미국이 단연 선두이고 일본과 독일이 2위 그룹을 형성하고 있지만 중국이 빠른 상승세를 나타내고 있고 일본도 벤처창업이 활발하여 향후 일본, 중국이 미국을 추격하는 추격경쟁이 가열될 전망

- 로봇의 경우 일본의 선두주자 유지 가능성이 높지만 미국과 중국의 인공지능 발달로 인해 장기적으로는 3국간 경쟁이 치열해질 것으로 예상

○ 일반산업의 CPS 적용과 관련해서는 독일과 일본이 선두그룹을 형성할 것으로 예상됨.

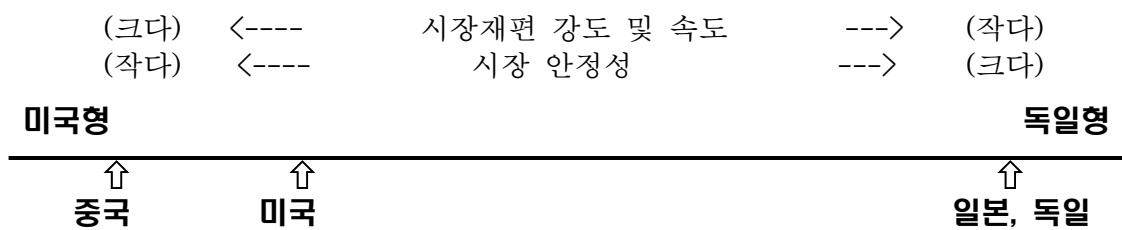
- 미국은 제조업의 상대적 취약성 등을 감안할 때 기업들은 실용적 관점에서 자신에게 필요한 기능별로 신기술을 적용할 것으로 예상

- 중국의 경우 하이얼 등 소수의 대기업들은 선진국 기업과 대동소이한 수준에 도달하겠지만 대부분의 기업들은 고장 예방, 에너지 효율 최적화 등 일부분의 신기술 도입부터 시작할 것으로 예상

### 제3절 우리나라에 주는 시사점

- 우리나라에 적합한 한국형 전략 개발 중요
- 4차 산업혁명 대응에 있어서 4개국은 서로 다른 접근법을 채택하고 있다는 점에 비추어 우리나라도 한국형 접근법을 개발할 필요
  - 국가 간에 차이가 나는 것은 산업구조, 정부와 기업간 협력문화, 경제·사회의 문화 등에 영향을 받은 것으로서 우리나라도 우리나라의 특성에 적합한 접근법을 찾는 데 역점을 둘 필요
- 여기에서 유의할 점은 4차 산업혁명 대응에 있어서 변화를 향한 역동성과 시장의 안정성이 모두 중요한 변수이지만, 양자는 trade-off 관계일 가능성이 높다는 사실
  - 미국형은 변화의 역동성이 크고 독일형은 시장의 안정성이 크다는 장점을 갖지만, 반대로 미국형은 시장 충격이 크고 독일형은 변화의 강도와 속도가 미흡하다는 단점을 갖게 됨.

<그림 6-3> 4차 산업혁명 대응 유형과 국가별 스펙트럼



- 미국형과 독일형 사이에서 우리나라가 어떤 조합을 선택하는 것이 바람직할 것인지에 대한 판단과 전략 수립 중요
  - 우리나라의 산업구조가 독일, 일본과 유사하다는 점에서 독일형이 더 적합할 가능성이 높지만, 독일형은 변화 속도와 강도에 취약하다는 점에서 보완 정책 필요

- 예를 들어, 경쟁촉진 및 진입규제 완화를 통해 IT기업과 스타트업들의 신규 시장진입을 활성화 할 필요. 하지만 이 조치만으로는 부족할 것으로 판단되며, 더 강력한 정책과 기업전략이 필요
- 독일, 일본보다 역량이 뒤떨어진 현 상태에서 독일형의 완만한 변화가 진행된다면 중국의 선두그룹에 추월당할 가능성 다분

□ 일본식의 종합형 정책 수립 시 즉각 추진할 중점 프로젝트 선정 필요

○ 우리나라는 일본과 비슷하게 종합형 정책에 익숙해 있으므로 4차 산업혁명에 대해서도 종합대책이 마련될 전망

- 종합대책은 일본과 같이 민관협력 및 실효성 있는 추진이 가능하다면 문제가 없겠지만 속도전에 익숙하고 민관협력이 취약한 우리나라의 경우 추진력 약화로 정책과 실행이 유리되는 문제 발생 우려
- 이를 보완하기 위하여 독일형의 집중적 프로그램을 선정하고, 동 분야에서 성과를 거두면서 정책 추진 동력을 확보한 후 범위를 확장하는 순차적 접근방식을 병행할 필요

○ 집중형 중점분야를 선정하는 접근은 중국의 정책에서 쉽게 발견

- 중국은 제조 2025를 비롯하여 대부분의 정책에서 전반적인 방향과 과제를 제시한 후 주요 분야에 대하여 중점공정 등의 이름을 붙여 즉각 시행할 5개 정도의 프로젝트를 명시
- 중국제조 2025에서는 전략적 과제 9개를 제시한 후 주요 5개 과제에 대하여 즉각 시행할 프로젝트를 제시: (1) 제조업 혁신센터 구축사업, (2) 지능형 생산시스템 구축사업, (3) 산업기지 경쟁력 강화사업, (4) 친환경 생산사업, (5) 첨단설비 도입사업

○ 요약하면, 일본식 종합대책을 수립하되 독일형 접근방식을 접목하여 중국과 같이 중점 신속 추진 사업을 선정할 필요

- 기업 참여를 확대하고 신기술 파급효과를 확산할 수 있는 중간조직의 활성화 필요
  
- 선진국의 경우 공통적으로 중간조직을 통해 중소기업들의 참여 독려와 4차 산업혁명의 확산을 촉진
  - 독일과 일본은 현존하는 협회를 활용한 반면 미국은 중간조직(예: IIC)을 별도로 설립
  
  - 독일과 일본의 협회는 규모와 기능, 역할 면에서 우리나라와는 천양지차로, 4차 산업혁명을 계기로 협회 규모와 기능을 양적, 질적으로 대폭 강화하는 방안을 마련할 필요
  
  - 4차 산업혁명이 단기에 끝나는 것이 아니며, 이제 시작 초입단계이므로 중간조직의 활성화는 반드시 필요한 정책과제
  
- 미국식의 새로운 조직을 만들 수도 있겠지만 그 동안의 경험에 비추어보면 대부분 소기의 성과를 거두지 못한 것으로 평가됨.
  - 우리나라는 이슈가 생길 때마다 조직을 신설하여 단기적으로는 추진력이 있어 보이지만, 결과적으로는 기존 조직의 입지는 좁히면서 전체적으로는 필요한 기능 활성화가 이루어지지 않는 악순환 반복



## <참고 문헌>

### 1. 국내문헌

- 과학기술기획평가원(2012), 『미국, 첨단제조업 경쟁력 제고 확보방안』, KISTEP S&T 정책이슈분석 2012-17호
- 국가발전개혁위원회 편찬(2016.8), 중국 대중창업 만중혁신 발전보고서, 한중과학기술협력센터 번역, 정책자료 2016-2.
- 김보민 외(2014), 『미국의 제조업 경쟁력 강화정책과 정책 시사점』, 정책연구 브리핑 대외경제정책연구원.
- 김상훈(2016), “4차 산업혁명과 제조혁신”, 세미나 발표자료, 국회 입법조사처
- 김상훈, 심우중(2015), “미래 제조혁신을 위한 스마트공장의 이슈와 과제”, e-KIET 산업경제정보, 산업연구원.
- 김상훈, 심우중(2016), “제조혁신과 소재산업 - 3D 프린팅을 중심으로”, 이슈페이퍼, 산업연구원
- 김상훈, 심우중(2017), “4차 산업혁명과 뿌리산업의 발전방향”, 연구보고서, 산업연구원
- 김성옥(2016), 중국 미래산업의 주역, BAT, 정보통신정책연구원.
- 김시중(2015), ‘신창타이(新常态)’ 중국경제와 한국의 대응, KIEP 중국전문가 포럼, <https://csf.kiep.go.kr/>
- 김원태 외(2014), 『SmartAmerica Challenge 기술동향』, 전자통신동향분석 제29권 제4호, 전자통신연구원.
- 김준연(2016), 인공지능(AI)의 새로운 강자, 중국의 디지털 전환 전략, 소프트웨어정책연구소.
- 김준연, 박강민(2016), 4차 산업혁명에 대응하는 국가별 혁신전략, 월간 SW 중심사회 2016.11월호.
- 로크웰오토메이션 (2016) 제9회 대한민국 제조혁신 컨퍼런스
- 마화텅(2015), 장샤오핑 외, 인터넷 플러스 혁명: 2025 중국의 미래를

결정할 국가전략리포트, 비즈니스북스.

문선우 (2016) 독일의 인더스트리 4.0과 노동 4.0, 한국노동연구원

미래부·산업부(2014), 「3D프린팅 전략기술 로드맵」

미래부·산업부·KIAT·IITP(2015), 「스마트제조 R&D 중장기 로드맵:CPS」.

박태호(2016), 중국의 인터넷+ 정책을 통한 제조업 업그레이드전략 평가, 중국산업경제브리핑.

사공목, 주대영(2015), 「일본의 4차 산업혁명 대응 실태와 정책 방향」, 산업연구원.

산업연구원 북경사무소(2015), 중국, 인터넷 플러스 전략 추진, 중국산업경제브리핑.

산업연구원 북경지원(2016), 중국 고령화 추이와 시사점, 중국산업경제브리핑.

산업연구원 북경지원(2016), 중국 국무원, 제조업과 인터넷 융합에 대한 지도의견 발표.

윤대상(2015), 중국제조 2025 (총괄편), 한중과학기술협력센터, [www.kostec.re.kr/](http://www.kostec.re.kr/)

윤대상(2016), 중국의 인공지능 발전 동향, 2016년 제6호.

이상동(2015), 『스마트 공장의 글로벌 추진 동향과 한국의 표준화 대응전략』, Issue 페이퍼, 2015-3호, 한국표준협회

이상현 외(2014), 『국내 제조엔지니어링 활용실태 및 발전방안 연구』, 산업연구원 정책자료 2016-279

이코노믹리뷰(2016), 인공지능 시대, 지형 바뀌는 실리콘밸리와 폭발할 중국, [www.econovill.com/](http://www.econovill.com/)

장석인(2016), 『신성장산업 육성을 위한 정책현황과 향후 발전 방향』, 한국산업단지공단 산업입지 vol.62

전종규, 변경록(2016.4), 스마트 차이나, 중국 4차 산업혁명, 삼성증권, <https://www.samsungpop.com/>

전종규, 변경록, 박수현(2016.10), China New economy, 거인의 진격, 삼성증권.



- 주대영(2016), 인공지능(AI), 중국의 막강한 개발전략과 시사점, KIET Industry Brief, 산업연구원.
- 주대영(2017), 『각국의 인공지능(AI) 선점을 위한 개발경쟁 실태: 한미 일을 중심으로』, 월간 KIET 산업경제 제220호
- 주바오량(2015), 중국경제 현황 및 거시정책 동향, 한중경제포럼, KIEP 북경사무소, [csf.kiep.go.kr/](http://csf.kiep.go.kr/)
- 코트라(2016), 중국 ICT 유력기업 60강, KOCHI 16-016, KOTRA.
- 코트라(2017), 4차 산업혁명 시대를 준비하는 중국의 ICT 융합전략과 시사점.
- 하원규(2015), 제4차 산업혁명의 신지평과 주요국의 접근법, 주간기술동향 통권 1710호, 정보통신기술진흥센터.
- 하원규, 최남희(2015), 『제4차 산업혁명: 초연결 초지능 사회로의 스마트한 진화 새로운 혁명이 온다』, 콘텐츠하다
- 한국인터넷기업협회(2016.8), 디지털 이코노미와 우리경제의 미래, [www.nipa.kr/](http://www.nipa.kr/)
- 한국지식재산연구원(2016), 중국 국가발전개혁위원회 등, 인공지능 발전을 위한 실시방안 제정, [www.kiip.re.kr/](http://www.kiip.re.kr/)
- 한승희(2016), 중국 BAT 투자현황 분석 보고서, <http://platum.kr/archives/74577>
- 한승희(2016), 중국 IT기업들의 스마트카 진출 현황, 플랫폼 차이나 리포트.
- 한승희(2016), 중국 인터넷 기업 TOP10, 플랫폼 차이나 리포트.
- 한중과학기술협력센터(2016), 정보화와 공업화 융합발전계획(2016~2020년), [www.kostec.re.kr/](http://www.kostec.re.kr/)
- 한중과학기술협력센터(2016.12), 2016 정책자료집.
- 한중과학기술협력센터(2016), 중국 대중창업 만중혁신 발전보고서, 국가발전개혁위원회 편찬 (번역), 정책자료 2016-2.
- 한중과학기술협력센터(2016), 중국 사물인터넷산업 “13차 5개년“ 발전계획.

한중과학기술협력센터(2016), 중국 스마트제조 발전계획(2016~2020년).  
한중과학기술협력센터(2017), 중국 빅데이터산업 13차 5개년 발전계획.  
한중과학기술협력센터(2017), 중국 사물인터넷산업 13차 5개년 발전계획.  
황원식(2015) 사물인터넷 산업 동향과 시사점, 중국산업경제브리핑 2015.11월호, 산업연구원, [www.kiet.re.kr/](http://www.kiet.re.kr/)

뉴스핌(2017.2.13), BAT+1 중국 핀테크 천하 '4대천왕' 대해부.  
이데일리(2016.10.13.), 중 BAT “4차 산업혁명 시대 우리가 이끈다”  
[www.edaily.co.kr/](http://www.edaily.co.kr/)  
중앙일보(2016.8.25.), 중, 인공지능도 대국굴기...바이두, 구글, 아마존, IBM에 도전장, <http://news.joins.com/>  
한국경제신문(2016), 4차 산업혁명 현장리포트 독일편(2016.10.16.).  
한국경제신문(2016), 4차 산업혁명 현장리포트 미국편(2016.10.16.).  
한국경제신문(2016), 4차 산업혁명 현장리포트 중국편(2016.10.26.).

## 2. 해외문헌

Allison, A., Scudamore, R. (2014), Additive manufacturing : Strategic research agenda, AM SRA Final Document, AM Platform.  
ASTM (2012) “Standard Terminology for Additive manufacturing Technologies”  
ASTM 홈페이지 (2016.5.1.) <http://www.astm.org>  
Bandyopadhyay, A., and S. Bose(2015), Additive Manufacturing, CRC Press.  
Big Data Senior Steering Group(2016), 『The Federal Big Data Research and Development Strategic Plan』, The Networking and Information Technology Research and Development Program.

Condliffe, Jamie(2017.1.17.), In 2017, China Is Doubling Down on AI, MIT Technology Review, [www.technologyreview.com/](http://www.technologyreview.com/)

Executive Office of the President(2011), 『Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing』, President' s Council of Advisors on Science and Technology.

Executive Office of the President(2016), 『Artificial Intelligence, Automation, and the Economy』, National Science and Technology Council.

Galeon, Dom(2016.10.14.), China Has Overtaken the U.S. In AI Research, Futurism, <https://futurism.com/>

Jaipragas, Bhavan(2016.12.31.), The Machines Are Coming: China' S Role In The Future Of Artificial Intelligence, This Week in Asia, [www.scmp.com/week-asia/](http://www.scmp.com/week-asia/)

Knight, Will(2016), A Chinese Internet Giant Enters the AI Race, MIT Technology Review, [www.technologyreview.com/](http://www.technologyreview.com/)

Manfredi, D., F. Calignano, M. Krishnan, R. Canali, E. Ambrosio, S. Biamino, D. Ugues, M. Pavese, P. Fino(2014), Additive Manufacturing of Al Alloys and Aluminium Matrix composites(AMCs), Intech (<http://dx.doi.org/10.5772/58534>).

NIKKEI Asian Review(2016.12.9.), US, China most active in AI research, <http://asia.nikkei.com/>

Rhee, S. and G. Mulligan(2013), 『SmartAmerican Challenge』, Presidential Innovation Fellows.

Schmidt, Martic(2012), 『Capturing Domestic Competitive Advantage In Advanced Manufacturing』, President' s Council of Advisors on Science and Technology.

Sissons, Andrew(2011), 『More than making things, A new future for manufacturing in a service economy』, A Knowledge Economy programme report, The Work Foundation.

Soley, Richard(2015), 『Overview of the Industrial Internet Consortium』, Industrial Internet Consortium.

Strategy&, PwC(2014) “Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet”

Vizexplorer(2016.5.1.) “6 Critical Ideas Behind the Smart Factory and the Internet of Things” , <https://blog.vizexplorer.com/6-critical-ideas-behind-the-smart-factory-and-internet-of-things-iot/>

Vogler-Ludwig, K.(2016), Arbeitsmarkt 2030, Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter, Im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales

Weißbuch(2017) Arbeiten 4.0, BMAS

White House(2016), 『Preparing for the Future of Artificial Intelligence』, Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics.

World Economic Forum(2014), 『The Future of Manufacturing: Driving Capabilities, Enabling Investments』

JEITA(2013), 「ITを活用した経営に対する日米企業の相違分析」.

SMAM(2016), “AIで産業革命”.

エコノミスト(2016), “自動運転・EV” , pp.20-40.

みずほ銀行(2016), 「人工知能の動向について」.

みずほ情報総研・みずほ銀行(2015), 「IoTの現状と展望」, みずほ産業調査.

経産省 外(2015), 「ものづくり白書」.

経産省 外(2016), 「ものづくり白書」.

経産省(2015), 「ロボット新戦略」.

経産省(2015), 「IoT社会における製造業」.

経産省(2016), 「戦略分野の検討(安全に移動する) 討議資料」.

経産省(2016), 「第四次産業革命に向けた横断的制度研究会報告書」, [http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/daiyoji\\_sangyo/pdf/report01\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/daiyoji_sangyo/pdf/report01_01.pdf)

経産省(2016), 「第四次産業革命への対応についての取組状況の例」.

経産省(2016), 「製造業をめぐる現状と課題への対応」.

経産省(2016), 「新産業構造ビジョン」, 経済産業調査會.

科学技術振興機構 研究開発戦略センター(2014), 「次世代ものづくり ~ 基盤技術とプラットフォームの統合化戦略 ~ 中間とりまとめ」, <http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/RR/CRDS-FY2014-RR-04.pdf>

科学技術振興機構 研究開発戦略センター(2016), 「次世代ものづくり ~ 高付加価値を生む新しい製造業のプラットフォーム創出に向けて ~」, <http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/SP/CRDS-FY2015-SP-01.pdf>

官邸(2015), 「日本再興戦略」, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/dailjp.pdf>

官邸(2016), 「日本再興戦略」.

企業活力研究所(2016), 「IoTがもたらす我が国製造業の変容と今後の対応に関する調査研究報告書」.

内閣府(2015), 「未来投資に向けた官民対話(第2回)」.

文部科学省(2016), 「5期科学技術基本計画の概要」.

三菱総合研究所(2016), 「IoTまるわかり」, 日本経済新聞社.

岩本 晃一(2016), “IoT/インダストリー4.0(第4次産業革命)が日本のものづくりに与えるインパクト”, 経済産業研究所(RIETI), 2016. 7. 8 pp. 1-10.

岩本 晃一(2016), 「IoTが雇用に与える影響 ; 富士通の事例」, RIETI, 2016. 8. 5, pp. 1-4.

日本経済新聞(2016), 2016. 9. 27. 1면 <http://airi.kr> (2016. 10. 14 접속)

日本機械工業連合會(2016), 「平成27年版 世界の製造業のパラダイムシフトへの対応調査研究」.

総務省(2015), “総務省における人工知能に関する取組と人工知能技術戦略会議の設置について”.

総務省(2015), 「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策のあり方(2015)に関する中間答申」.

国务院(2015), 国务院关于印发《中国制造2025》的通知, 国发〔2015〕28号, 2015.5.8. 강지연, 「중국제조 2025」 발표에 관한 국무원 통지(번역)

发改委·科技部等4部门 23日联合印发(2016), 《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》.

### 3. 인터뷰

RIETI, 이와모토(岩本晃一) 상석연구원과의 인터뷰(2016. 9. 26)

경산성 산업재생과 담당자와의 인터뷰(2016. 9. 27)

도레이경영연구소 마스다(増田貴司)씨와의 인터뷰(2016. 9. 28)

미즈호은행 산업조사부 다카노(高野結衣) 씨와의 인터뷰(2016. 9. 30)

미쯔비시총합연구소, 오쿠다(奥田章順) 칩프 컨설턴트와의 인터뷰(2016. 9. 27) 등