

## 4차 산업혁명과 한국산업의 과제

### 요 약

최근 4차 산업혁명에 대한 관심이 급증하고 있다. 4차 산업혁명은 새로운 사회로의 변화를 가속화할 것이라는 점에서 18세기 말의 산업혁명에 비견될 정도의 중요성을 지니고 있다. 4차 산업혁명이 무엇인가에 대하여 기술융합론, 인더스트리 4.0, 인공지능 주도론 등이 존재하고 있는데 모두가 포함되는 것으로 평가하였다. 4차 산업혁명을 주도하는 신기술들은 자율주행자동차와 드론 등의 물리적 기술, 인공지능과 사물인터넷 등 디지털 기술, 합성생물학과 바이오프린팅 등 생물학 기술이 대표적인 것으로 파악되었다. 4차 산업혁명 후의 사회에서는 자원낭비가 최소화되고, 소비자들의 맞춤형 소비가 실현되며, 지식창출이 가속화될 것으로 예상된다. 다만, 고용측면에서 제조업과 서비스업 일부가 큰 타격을 받을 것으로 예상되나, 대신 엔터테인먼트를 비롯한 창조 산업에서 어느 정도 인력을 흡수할 것으로 예상된다. 4차 산업혁명은 동북아에서 한중일 3국의 순위변동에도 영향을 미칠 것으로 예상된다. 4차 산업혁명에 효과적으로 대응하기 위하여 정부는 대응 조직체계를 갖추는 것이 시급하다. 또한 시스템 정책 접근방법을 도입하고 과학기술계의 주도적 역할을 확립하는데 힘써야 할 것이다.

## 1. 논의의 초점

최근 우리 사회에서 4차 산업혁명에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 지난 3월에 개최된 인공지능 알파고와 이세돌 프로기사의 바둑 대국이 직접적인 계기가 되었다. 사실, 4차 산업혁명은 올해 초 스위스 다보스에서 개최된 세계경제포럼의 화두였으며, 2011년부터 시작된 독일의 Industry 4.0에서 제기되었다. 우리나라는 알파고 효과를 통해 4차 산업혁명에 대한 본격적인 논의 단계로 접어들었다고 할 수 있다.

4차 산업혁명에 대한 논의는 우리나라의 현 상황에 비추어볼 때 미래의 성과를 좌우할 수 있는 중요한 성격을 띠고 있다. 세계가 저성장 시대로 접어들면서 수출 의존도가 높은 우리나라가 받은 충격은 더 크며, 중국기업들의 빠른 성장으로 대중 경쟁력이 크게 위협받고 있는 상황이다. 경제의 역동성이 위축된 가운데 제기된 4차 산업혁명은 우리 경제에 다시 활력을 불어 넣을 수 있는 주제다. 4차 산업혁명에 대한 논의가 유행에 그치지 않고 우리 경제의 새 좌표가 될 수 있도록 지혜를 모아야 할 것이다.

2장에서는 4차 산업혁명의 실체가 무엇인지에 대해 논의할 것이다. 4차 산업혁명이라고 하지만 정작 무엇을 의미하는지에 대하여 공감대 형성이 필요하기 때문이다. 3장에서는 4차 산업혁명과 관련한 쟁점들을 살펴볼 것이다. 먼저, 4차 산업혁명이 갖는 역사적 의의를 생각해볼 것이다. 다음으로, 4차 산업혁명을 선도하는 신기술들이 무엇인지를 Schwab이 제시한 내용을 중심으로 살펴볼 것이다. 끝으로, 4차 산업혁명 이후의 사회는 어떠한 것인지를 생각해보기로 한다. 4장에서 한국산업이 4차 산업혁명에 효과적으로 대응할 수 있는 방안이 무엇인지를 살펴볼 것이다.

## 2. 4차 산업혁명은 무엇인가?

4차 산업혁명의 실체가 아직 분명하지는 않다. 여기에서는 세계경제포럼에서 Schwab이 제기한 기술융합론과 독일에서 적극 추진하고 있는 인더스트리 4.0, 그리고 최근 각국의 관심이 급증하고 있는 인공지능 주도론 등 세 측면에서 살펴보기로 한다.

### (1) Schwab의 기술융합론

Schwab은 산업혁명이란 신기술이 경제체제와 사회구조를 급격하게 전면적으로 변화시키는 것이라고 전제하면서 현재 4차 산업혁명이 전개되고 있다고 주장한다. 그가 생각하는 4차 산업혁명은 물리세계, 디지털 세계, 생물학 세계 3자를 융합하는 일련의 신기술들이 주도하는 것이다.

4차 산업혁명을 주도하는 신기술과 관련하여 그는 유비쿼터스 인터넷, 더 저렴하면서 작고 강력해진 센서, 인공지능과 기계학습 등의 디지털 기술이 토대를 이루고 있다는 점을 먼저 강조한다. 그 위에 현재 4차 산업혁명을 이끄는 기술을 3개 분야로 나누어 제시하고 있다. 물리학 기술에서는 자율주행자동차와 드론을 포함한 무인운송수단, 3D 프린팅, 첨단 로봇공학을 제시한다. 디지털 기술에서는 원격 모니터링 기술이 빠르게 발전하고 있는 사물인터넷, 블록체인, 공유경제(혹은 온디맨드 경제)를 언급하고 있다. 생물학 기술에서는 유전공학, 합성생물학, 바이오프린팅 등을 제시하였다.

4차 산업혁명의 영향과 관련하여 그는 개인과 사회 전반에 걸쳐 광범위한 영향이 나타날 것임을 예상하였다. 경제의 경우 노동력의 위기, 일자리의 성격변화가 초래될 것으로 예상하고 기업의 경우 고객 기대의 변화, 빅데이터를 활용한 품질 향상, 협력을 통한 혁신이 예상된다고 지적한다. 사회의 경우 불평등 악화와 중산층의 축소를 예상하였다. 개인의 경우 정체성, 도덕성, 윤리, 휴먼 커넥션, 개인 정보관리에 영향을 미칠 것으로 예상하였다. Schwab은 고용에 대한 영향에 특히 주목하는데, 이를 위해 선진국과 개도국을 망라한 15개국에 소재하면서 9개 산업분야에 종사하는 다국적기업을 대상으로 2015~2020년 기간에 예상되는 직종별 고용변화를 설문하였다. 그 결과 전체적으로 710만명이 감소하고 200만명이 증가하는 것으로 나타났다. 4차 산업혁명이 진전되는 가운데 창출되는 일자리보다 없어지는 일자리가 더 많은 것으로 나타난 것이다.<sup>1)</sup>

1) KISTI (2016), 「4차 산업혁명과 일자리의 미래」, 2016.3.18에서 재인용

〈2015~2020년 기간의 다국적기업의 직종별 예상 고용변동〉

순고용 감소	사무·행정	제조·생산	건설·채굴	디자인·스포츠·미디어	법률	시설·정비	합계
	-4,759	-1,609	-497	-151	-109	-40	-7,165
순고용 증가	비즈니스·금융	경영	컴퓨터·수학	건축·엔지니어링	영업·관리직	교육·훈련	합계
	492	416	405	339	303	66	2,021

## (2) 인더스트리 4.0

독일은 2011년 4차 산업혁명에 대비하여 인더스트리 4.0 전략을 제시하였는데, 그로 인해 일부에서는 4차 산업혁명을 인더스트리 4.0과 동일시하고 있다. 인더스트리 4.0은 사물인터넷, 빅데이터, 3D프린팅 등 그 동안 발전해온 IT와 물리분야 기술들을 모두 활용하여 생산방식을 전면적으로 재편하는 것이다. 이를 사이버물리시스템(cyber-physical system)이라는 개념으로 제시하고 있다. 인더스트리 4.0이 지향하는 최종목표는 스마트 공장(smart factory)이다. 스마트 공장은 공장 내부뿐만 아니라 전후방 관련기업들을 모두 포함하여 가치사슬에 참여한 모든 기업들과도 정보를 교환하여 최적의 생산을 지향한다.

사실, 이러한 독일의 사이버물리시스템 도입은 미국기업들의 움직임에 영향을 받았다고 할 수 있다. 기계산업의 대표적인 미국기업인 GE는 2011년 산업인터넷 도입에 착수하였다. 산업인터넷(industrial internet)은 산업현장의 기계들에 센서를 내장하고 제품 진단 소프트웨어와 분석 솔루션을 결합해 기계와 기계, 기계와 사람을 연결시켜 기존 설비나 운영체계를 최적화하는 기술을 말한다.<sup>2)</sup> 현재 산업인터넷의 가장 큰 효과는 장비의 결함을 발견하고 예상치 못한 고장을 미연에 방지하는데서 나타난다. 그 밖에도 장비에서 제공되는 실시간 정보들을 자동으로 분석하는 모니터링 시스템을 통해 효율을 제고할 수 있다. 흥미로운 사실은 GE가 자신의 회사에 적용한 산업인터넷 기술을 판매도 한다는 것이다. 2013년에는 소프트웨어를 팔아 3억 달러의 매출과 4억 달러의 수주를 기록하였다.

사물인터넷이 기반이 된 미국과 독일의 생산관리시스템의 전면 재편은 4차 산업혁명 시대의 새로운 생산모델로서 빠른 속도로 산업 전체로 확산될 것으로 예상된다.

## (3) 인공지능 주도론

빅데이터가 축적되면서 인공지능의 발달에 새로운 전기가 마련되고 있다. 그 동안에는 전문가가 데이터 마이닝을 통해 빅데이터에서 유용한 정보를 찾아내었는데 이제는 컴퓨터가 빅데이터를 가지고 학습하면서 일정한 패턴을 찾아내고 미래를 예측하는 기계학습(machine learning)이 각광을 받고 있다. 빅데이터 축적을 통해 컴퓨터

2) GE 코리아 (2012), "산업인터넷, 21세기 산업혁명을 이끌다", 「계장기술」, p.88.  
<http://procon.co.kr/pdf/2014%2012/1-02.pdf>

의 학습량이 늘어날수록 인공지능의 수준은 더욱 향상될 것이다.

사실, 인공지능은 1960년대부터 주목을 받기 시작했는데 발전 속도가 더딘 편이었다. 1990년을 전후하여 인공지능은 2차 붐을 이루었는데 그 직후 2000년대 초반까지 다시 긴 겨울을 맞았다. 기계학습이 도입되면서 서서히 회복세로 접어들던 중에 최근 딥러닝(deep learning)이라는 새로운 돌파구가 마련되면서 3차 붐에 진입한 것으로 평가된다.<sup>3)</sup> 현재 구글, IBM, 애플 등 글로벌 IT기업들의 관심이 폭발적으로 증가하면서 발전속도가 가속화될 것으로 예상된다.

인공지능의 부상은 역사적인 관점에서도 시대의 획을 그을 수 있는 획기적인 변화에 해당된다. 인공지능은 모든 분야에서 인간을 대신해서 더 나은 성과를 내면서 일할 수 있는 잠재력을 갖고 있기 때문이다. 실제로 의료, 금융, 언론 등 각 분야에서 이미 인공지능을 활발하게 활용하고 있다. 인지과학 연구는 향후 인공지능의 발달을 더욱 촉진할 것이다. 인지과학의 발전에 따라 뇌와 지능, 생각과 의식의 메커니즘이 새롭게 규명되고, 방대한 데이터가 축적, 결합되면 인간에 근접한 인공지능도 출현할 수 있을 것이다.<sup>4)</sup>

앞에서 보았듯이 향후 전개될 4차 산업혁명의 실제적 내용에 대하여 크게 세 방향에서 생각할 수 있는데, 모두 포함되는 것으로 이해하는 것이 가장 적절할 것으로 생각된다. 인공지능의 경우 인간지능 수준에 도달하지 못한다고 하더라도 현재의 진전속도를 감안할 때 산업을 비롯해서 사회 곳곳에 큰 변화를 가져올 잠재력은 충분한 것으로 판단된다.

### 3. 4차 산업혁명을 둘러싼 주요 논점

#### (1) 차수논쟁

왜 4차인가에 대해서도 분명하게 짚고 넘어갈 필요가 있다. 사실, 4차 산업혁명이

3) 2012년 인공지능 연구계가 큰 충격에 빠진 사건이 발생했다. 컴퓨터가 주어진 이미지가 무엇인지를 자동으로 맞추는 이미지 인식 경연대회(ILSVRC)에서 당시 처음 참가한 캐나다 토론토 대학의 슈퍼비전이 유명 연구기관들의 인공지능을 누르고 압도적인 차이로 우승한 것이다. 다른 팀들이 대부분 비슷하게 26%의 에러율을 보인데 반해 캐나다팀은 오히려 15~16%의 에러율을 보인 것이다. 기계학습의 벽을 돌파한 딥러닝이 등장한 것이다. 아이디어는 간단하다. 토론토대학의 힌튼교수는 컴퓨터가 인식하는 사물의 정확성을 높이기 위하여 역설적으로 노이즈를 첨가하였다. 마쓰오 유타카(박기원 역), 「인공지능과 딥러닝」, 동아엠앤비, 2015, p.171 참조.

4) 박병원(2015), “지식노동 대체할 인공지능”, 10년 후 대한민국, 지식공감, p.153.

라는 용어는 50년대에 Rostow도 썼고 그 밖에도 여러 사람들이 이미 사용하였다. 4차면 어떻고 5차면 어떤가 하면서 차수논의는 무의미하다고 생각하는 사람들도 있을 것이다.

차수와 관련하여 '3차 산업혁명'을 저술한 Rifkin은 디지털 혁명은 광범위한 잠재력을 아직 발휘하지도 못한 상태인데 벌써 끝났다고 선언하는 것은 시기상조라고 비판한다.<sup>5)</sup> 한편, 지금은 장기의 저성장 국면으로 접어들었다고 주장하면서 묵시적으로 산업혁명의 출발점에 있다는 주장이 적절하지 않다는 지적도 있다.<sup>6)</sup> 이 두 주장은 논거는 다르지만 현 시점을 4차 산업혁명기라고 하는 것은 적절하지 않다는 점에서는 궤를 같이한다. 이들과는 달리 장기파동론자 중 최근 주목받는 Smihula는 2015년부터 바이오, 나노, 에너지 분야를 선도산업으로 삼아 6차 파동이 시작되는 것으로 제시하고 있다.<sup>7)</sup> 이처럼 차수에 대해서는 찬반이 공존하는 것이 현실이다.

본고에서 차수를 중시하는 것은 위에서 말한 비판과는 달리 현재를 역사적 관점에서 어떻게 평가해야 할 것인가와 밀접하게 관련되어 있기 때문이다. Schwab은 증기기관과 철도, 기계화가 선도한 1차 산업혁명, 전기와 생산조립 라인, 대량생산의 2차 산업혁명, 반도체와 컴퓨팅, PC, 인터넷의 3차 산업혁명에 이어서 현재 4차 산업혁명의 출발점에 섰다고 주장한다. 차수별 경중에 대하여 구체적으로

〈표 1〉 산업혁명과 장기파동의 기간 구분 비교

Freeman & Soete의 장기파동		Schwab의 산업혁명	
차수	기간	차수	시작시점
1	1780~1848	1	1784
2	1848~1895	-	
3	1895~1940	2	1870
4	1941~1973	-	
5	1973~?	3	1969
-		4	?

자료 : World Economic Forum, Freeman C. Soete L.(1997).

5) Jeremy Rifkin, The 2016 World Economic Forum Misfires With Its Fourth Industrial Revolution Theme, The World Post, 2016,1,14, <http://www.huffingtonpost.com/>

6) 대표적으로 Gordon은 GDP 성장률이 2004년부터 0.7%로 하락했으며 향후 25년간 0.8%의 성장률에 그칠 것으로 전망하고 있다. Northwestern economists Robert Gordon and Joel Mokyr debate critical issue, 2016,4,28, <https://sites.northwestern.edu/jmokyr/files/2016/06/Clash-of-the-Intellectual-Titans-1yjs3e.pdf>

7) Šmihula, Daniel (2011), Long waves of technological innovations, Studia politica Slovaca, 2/2011, Bratislava, p.51, [www.ceeol.com/](http://www.ceeol.com/)

밝힌 바가 없어 알 수는 없지만, 이 경우 4개 산업혁명이 동등한 위상을 갖는다고 이해된다. 장기과동에 의해서 경기순환을 설명하는 네오슈페터리안들도 각 차수 간에 경중을 두지 않기는 마찬가지다. 양자의 차이라면 네오슈페터리안들이 5차 과동으로 구분한 것에 대해 Schwab은 장기과동 중 1차, 3차, 5차 등 3개만을 채택한 것이다.<sup>8)</sup>

이처럼 경중 없이 4개 산업혁명을 병렬로 늘어놓게 되면 경제의 장기 성장과 하강 과정, 시기별 주도산업과 기술혁신 및 산업화 과정을 설명할 수는 있지만 현재의 변화가 갖는 역사적인 의의를 놓치게 된다는 점에 주목할 필요가 있다. 본고에서는 3차 산업혁명인 디지털혁명이 병렬로 놓을 수 없을 정도의 중차대한 의미를 지니고 있다고 생각하며 4차 산업혁명은 그 연장선상에서 의의를 찾아야 한다고 생각한다.

이러한 관점에서 Schwab의 4차에 걸친 산업혁명을 재구성하면 다음과 같다. 1차 산업혁명은 육체노동을 기계로 대체하면서 자본주의로의 이행과 짝을 이룬 것으로 시대변화의 전환점이었다고 할 수 있다. 반면, 2차 산업혁명은 기계화의 확산, 심화인 동시에 자본주의의 핵심인 공장 대량생산 시스템의 확립을 특징으로 갖는 것으로서 산업혁명의 후속 발전단계로 이해할 수 있다. 산업혁명기 논의에서 제외된 장기과동의 2차와 4차 모두 마찬가지로 기계화의 확장, 심화국면에 해당한다. 3차 산업혁명으로 명명한 디지털혁명은 인간의 지식노동 혹은 지식활동을 컴퓨터(장기적으로는 인공지능)가 대체한다는 면에서 1차 산업혁명과 동등한 수준의 위상을 갖는다고 할 수 있다. 향후 언젠가 될지는 모르겠지만 디지털혁명이 완성되는 사회에서 과연 공장시스템이 계속해서 지배적 위치를 유지할지는 불투명하다. 최근 공유경제와 플랫폼경제의 대표사례라고 할 수 있는 우버와 에어비앤비를 보면, 그리고 스마트 팩토리과 인공지능이 생산시스템의 지배적 위치를 차지할 시점의 사람들이 일할 산업과 일자리를 상상해보면 변화는 불가피해 보인다.

요약하면, 산업혁명과 디지털혁명이 시대변화 관점에서 본래적인 혁명에 부합한다고 할 수 있으며 그 이외는 각 시대 내에서의 단계별 발전 차원에서 파악하는 것이 적절할 것이다. 그러면 Schwab이 제시한 4차 산업혁명은 어떻게 이해해야 할 것인가? 본고는 Schwab이 제기한 4차 산업혁명은 시대변화라고 한 디지털혁명의 구체적 모습들이 나타나기 시작한 시기라는 점에서 그 의의를 찾고 있다.

8) 19세기 중반(1848~1873)의 2차과동과 2차 대전 직후(1941~1973)의 4차과동은 제외하였다. Freeman C. Soete L.(1997), *The Economics of Industrial Innovation*, Routledge; USA 참조.

## (2) 4차 산업혁명 선도기술

산업혁명 혹은 장기과동이 시작되는 핵심적인 조건은 기술혁명의 존재다. 기술혁명은 하나 혹은 여러 기술이 단기간에 빠른 속도로 신기술에 의해 대체되는 것을 말한다.<sup>9)</sup> R. Hicks에 따르면, 새롭게 등장하는 신기술(emerging technologies)은 대체적으로 상당한 정도의 참신성, 빠른 성장, 일관성, 현저한 영향력, 불확실성과 모호성 등 5가지의 특징을 갖는다.<sup>10)</sup>

이러한 신기술의 특징을 염두에 두면서 Schwab이 ‘제4차 산업혁명’에서 제시한 10개 선도기술을 살펴보기로 하자. 앞서서도 간략하게 소개했듯이, 물리학 기술에서는 자율주행자동차와 드론으로 대표되는 무인운송수단과 제조공정을 획기적으로 변화시킬 잠재력을 갖고 있는 3D 프린팅, 첨단 로봇공학, 신소재 등이 4차 산업혁명을 선도할 기술로 제시되어 있다. 디지털기술에서는 센서를 활용한 사물인터넷과 사물인터넷이 가장 광범위하게 활용될 원격모니터링 기술과 분산원장 방식이라는 획기적인 아이디어에 기초한 블록체인과 대표적인 블록체인 시스템인 비트코인을 선도기술로 선정하였다. 이와 함께 IT 기술발전으로 생긴 플랫폼을 이용하는 온디맨드(주문형) 경제 혹은 공유경제를 선도기술에 포함시켰다. 생물학 기술에서는 인간게놈프로젝트와 유전자 편집기술 등 혁신 속도가 눈부신 유전학, 그 다음 단계라고 할 수 있는 DNA 데이터를 기록하여 유기체를 제작할 수 있는 합성생물학을 선도기술로 선정하였다. 이와 더불어, 3D 프린팅으로 생체조직을 만드는 바이오프린팅을 선도기술에 포함시켰다. 이들은 Hicks가 말한 신기술의 특징들을 갖고 있는 것으로 평가되며, 특히 영향력 면에서는 와해성과 폭발성을 갖고 있다고 할 수 있다.

Schwab은 10개 선도기술과 별개로 부록에 대변혁(deep shift)을 가져올 23개 기술을 제시하고 있다. 선도기술 10개와 대변혁 기술 23개를 비교해보면 일치하는 것도 있지만 어느 한쪽에만 포함된 기술도 있다. 대표적인 예가 최근 주목받고 있는 인공지능과 신경기술, 그 중요성이 더욱 커지고 있는 빅데이터이다. 이들은 대변혁 기술에는 포함되어 있지만 선도기술에는 포함되어 있지 않다. 반면, 합성생물학 등 생물학 기술은 선도기술에만 포함되어 있으며 대변혁 기술에는 체내 삽입형 기기와 맞춤형 아기가 포함되어 있을 뿐이다. 이들 두 그룹의 기술들은 각 분야의 세계적인 전문가들의 자문을 통해 선정한 것으로 어느 한쪽에만 포함되어 있어도 4차 산업혁명을

9) Wikipedia 참조, [https://en.wikipedia.org/wiki/Technological\\_revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Technological_revolution)

10) Rotolo, D., Hicks, D., Martin, B. R.(2015) What is an emerging technology? Research Policy 44(10) : p.1833.

이끌어갈 신기술에 해당하는 것으로 이해해도 무방할 것이다.

Schwab이 앞에서 제시한 산업혁명 선도기술과 대변혁 기술은 기술의 성숙도 면에서 대부분 산업화가 진행되고 있거나 개발연구 혹은 응용연구 단계에 있는 기술들로 평가된다. 그리고 제시된 기술들은 대부분 일반목적기술이거나 해당산업에서 영향력이 큰 기술들로 평가된다. 미국의 MIT에서도 2001년부터 10대 신기술을 발표하고 있는데, 각 기술들은 구체적이고 중요한 의의를 갖는다는 장점을 갖고 있지만 영향력과 대표성 면에서 범위가 좁다는 약점을 지닌다.<sup>11)</sup> 독일정부의 경우 2006년부터 하이테크 전략을 발표하고 있는데, 2014년의 신하이테크 전략에 포함된 신기술들을 살펴보면 분야별로 체계적, 종합적으로 잘 정리되어 있기는 하지만 전략성이 떨어진다는 약점을 지닌다. 종합적으로 Schwab이 제시한 4차 산업혁명을 선도할 기술들은 전략성을 지니면서도 세분화되지 않아 큰 틀에서 혁신정책의 방향을 잡는데 의미 있는 길잡이 역할을 하는 것으로 평가된다.

〈표 2〉 4차 산업혁명 10대 선도기술과 23개 대변혁 기술

구분	선도기술		
	4차 산업혁명 선도기술	물리학 기술	1. 무인운송수단
2. 3D 프린팅			
3. 첨단 로봇공학			
4. 신소재			
디지털 기술		5. 사물인터넷/원격모니터링기술	
		6. 블록체인/비트코인	
		7. 공유경제/온디맨드경제	
생물학 기술		8. 유전공학	
		9. 합성생물학	
		10. 바이오프린팅	
대변혁 기술	1. 체내 삽입형 기기	11. 빅데이터를 활용한 의사결정	21. 3D 프린팅 기술과 소비자 제품
	2. 디지털 정체성	12. 자율주행자동차	22. 맞춤형 아기
	3. 새로운 인터페이스로서의 시각	13. 인공지능과 의사결정	23. 신경기술
	4. 웨어러블 인터넷	14. 인공지능과 화이트칼라	
	5. 유비쿼터스 컴퓨팅	15. 로봇공학과 서비스	
	6. 주머니 속 슈퍼컴퓨터	16. 비트코인과 블록체인	
	7. 누구나 사용할 수 있는 저장소	17. 공유경제	
	8. 사물 인터넷	18. 정부와 블록체인	
	9. 커넥티드 홈	19. 3D 프린팅 기술과 제조업	
	10. 스마트 도시	20. 3D 프린팅 기술과 인간의 건강	

자료 : 클라우드 슈밥(송경진 역), 「클라우드 슈밥의 제4차 산업혁명」, 메가스터디(주), 2016. pp.36~50.

11) MIT, 10 Breakthrough Technologies 2016, MIT Technology Review, <https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2016/>

### (3) 4차 산업혁명 사회의 핵심적 특징

4차 산업혁명 사회는 디지털 사회의 특징인 연결과 플랫폼이 유지되면서 컴퓨터의 인공지능이 중심적인 역할을 하는 사회가 될 것이다. 인간지능 대신 인공지능이 중심이 될 가능성이 높다고 하는 이유는 인간은 빅데이터 분석능력에서 인공지능에 비교가 되지 않기 때문이다.<sup>12)</sup> 물론, 인공지능이 인간지능 수준으로 올라설 때까지는 인간이 그 역할을 계속할 것이다. 연결(connectivity)은 사람 간의 관계에 국한되지 않고 사물인터넷을 통해 사물과 사물 간에도 이루어진다. 이렇게 되면 사회는 많은 변화가 생긴다.

첫째, 자원낭비가 최소화된다. 대표적인 사례가 지금 현실에서 보고 있는 우버와 에어비앤비이다. 앞에서 살펴본 GE의 산업인터넷도 마찬가지이다. 우버가 활성화 되면 자동차 수요가 줄어들고 주차장 수요도 줄어들 것이다. GE에서와 같이 장비가 예상치 못하게 고장나는 일도 미연에 방지할 수 있다. 한편, 컴퓨터의 인공지능 역할이 커지면 과거 인간이 범했던 시행착오도 방지할 수 있을 것이다. 인공지능은 빅데이터를 통해 최적의 솔루션을 제공할 것이기 때문이다.

둘째, 소비자들의 맞춤형 소비가 실현될 수 있다. 인더스트리 4.0이 되면 유연생산이 완성되기 때문이다. 집에서 3D 프린터로 직접 만들 수도 있을 것이다. 셋째, 육체노동이건 지식노동이건 인공지능과 로봇이 할 수 있는 일들은 모두 그들에 의해 대체될 것이다. 이 문제는 사회 자체에 대한 도전이 될 수 있어 현재 큰 우려를 낳고 있는 실정이다. 마지막으로, 지식창출이 가속화될 가능성이 높아진다. 인간은 창의적인 일에 집중하게 되며 연결을 통해 집단지성이 발휘될 수 있기 때문이다. 이처럼 4차 산업혁명 사회는 그 동안의 사회와 비교하여 큰 변화가 예상된다. 일자리와 관련하여 우려가 큰 것은 분명하지만, 시각을 달리해서 생각해볼 수도 있을 것이다. 과거 산업혁명은 농업인구를 대폭 줄이면서도 생산량은 더 늘어났고, 인력은 제조업과 서비스업에서 흡수하였다. 4차 산업혁명은 분명 제조업 일자리와 서비스의 상당부분에서 일자리를 줄이게 될 것이다. 대안으로 생각해볼 수 있는 것이 엔터테인먼트를 비롯한 창조산업이다. 그 많은 인원을 과연 창조산업이 감당할 수 있을지는 지금의 상상력으로는 생각하기 쉽지 않지만, 그렇다고 해서 제조업 일자리를 유지하기 위해 시대의 변화를 막기는 어려울 것이라는 점은 분명하다.

12) 컴퓨터는 빅데이터에 연결되는 순간에 실시간으로 모든 정보에 접근하지만 인간은 그렇지 못하다.

## 4. 한국산업의 과제

### (1) 현 상황 인식

산업혁명과 같이 세계적인 큰 변화는 일반적으로 국가 간의 순위변동을 초래한다. 예를 들어, 2차 산업혁명은 독일의 부상과 영국의 하락을 초래하였으며, 디지털 혁명은 하락세로 접어든 미국을 다시 최강의 국가로 복귀시켰다. 이에 비추어 볼 때, 4차 산업혁명 또한 국가 간의 순위변동을 동반할 가능성이 크다. 만약 중국이 신기술 혁신과 산업화에서 큰 성과를 낸다면 우리나라는 중국에 추월당해, 동북아 3국 중 일본과 중국 모두에 뒤지는 위치로 전락할 것이다. 물론, 우리나라도 상전벽해의 새로운 각오로 4차 산업혁명에 대응해나간다면 지금보다 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

다행스러운 것은 2000년대 들어오면서부터 기업과 정부 모두 R&D를 계속 증가시켜 왔다는 사실이다. 그 결과 GDP 대비는 세계 6위 수준이다. 유의할 점은 중국의 R&D도 급속도로 증가해 왔다는 사실이다. 중국의 R&D 규모는 2001년 우리나라를 추월한 후 2014년에는 2,118억 달러를 기록하여 우리나라 605억 달러의 3.5배 수준이다.

여하튼 우리나라는 이처럼 R&D 투자를 계속 증가시켜 온 결과 SCI 논문 건수는 2014년 세계 12위, 미국, 일본 및 유럽의 특허청에 모두 등록된 삼국 특허 등록수는 세계 4위로 올라섰다. 문제는 이러한 국제 비교상의 수치와는 달리 국내에서 우리 자신의 R&D 및 혁신역량에 대한 평가가 상당히 비판적이라는 점이다. 과학기술계 내부에서도 자성의 목소리가 존재하고 있다.<sup>13)</sup>

### (2) 대응전략의 기본방향

신기술이 선도하는 4차 산업혁명 시대를 맞아 과거 수출입국을 했을 때와 같이 국력을 집중해서 대응할 것인지 아니면 현 상태를 유지할 것인지를 결정하는 것이 급선무이다. 전자와 같이 국력을 모아 다가오고 있는 4차 산업혁명 시대에 대응하기 위해서는 정부와 과학기술계, 산업계가 모두 모여 공감대가 선행되어야 한다.

현재 진행되고 있는 기술혁명에 효과적으로 대응하기 위해서는 ‘시스템 혁신’의

13) 서울대학교 공과대학에서 발간한 ‘축적의 시간’에 따르면, 우리 산업은 고부가가치 핵심기술, 창의적 개념설계 역량이 부재하다고 밝히고 있다. 서울대학교 공과대학, 『축적의 시간』, 지식노마드, 2016, pp.5-6.

접근방법을 채택해야 할 것이다. 신기술이 발전하기 위해서는 기술 그 자체뿐만 아니라 제도와 환경이 동시에 조성되어야 하기 때문이다. 이에 따라 종합적으로 기획·관리할 수 있는 정부조직체계가 요구된다. 일본의 경우도 ‘제4차산업혁명관민회의’를 설치하였다. 우리나라도 조직체계를 갖추는 것을 적극 고려해 볼 필요가 있다.

다음으로, 4차 산업혁명의 신기술들은 우리가 취약한 분야가 많기 때문에 기술혁명에 효과적으로 대응하기 위해서는 과학기술계와 산업계의 헌신적인 노력이 필수불가결하다. 따라서 연구자들이 창의적인 연구에 몰입할 수 있도록 하는 방안을 찾는 데 연구자들의 의견을 최대한 수렴하고 과격적으로 대우해주는 것이 가장 중요한 첫걸음이다.

끝으로, 규제와 관련해서는 신기술 개발과 산업화에 걸림돌이 되는 규제는 과감하게 철폐해야 할 것이다. 특히, 선진국보다 엄격한 규제는 신속하게 철폐해야 할 것이다. 현재 정부가 강력한 규제개혁을 추진하고 있다는 점이 고무적이다.

### (3) 일본의 정책대응 사례

일본은 올해 4월 4차 산업혁명을 선도하는 일본의 전략을 발표하였으며 6월에 일본재흥전략을 4차 산업혁명에 대응하는 방향으로 대폭 수정하여 일본재흥전략 2016을 발표하였다.<sup>14)</sup>

4차 산업혁명 선도전략은 빅데이터, 인재육성, 혁신 가속화 등 총 7개 전략으로 구성되어 있다. 전체적으로 짜임새 있는 내용으로 체계적으로 작성되어 있다. 본고에서 가장 중요하게 생각하는 빅데이터와 인공지능, 인재유치에 관하여 간략하게 살펴보기로 하자. 빅데이터를 정책의 제1 순위에 배치했다는 점에서 강력한 추진의지가 엿보인다. 내용적으로는 활용에 초점을 맞추면서 보안과 지적권보호를 보완적으로 병행하고 있다는 것을 알 수 있다.

이 전략에서 가장 눈여겨 볼 부분은 인공지능 관련이다. 사실, 일본은 1980년대 초 ‘제5세대 컴퓨터’ 개발을 범 국가적으로 추진하면서 세계 1위를 지향하였다. 그 결과, 인공지능 연구역량은 지금까지도 세계 선두권이다. 이번에 일본은 총리 지시를 받아 총리실에 ‘인공지능기술전략회의’를 설치하기로 하였다. 의장은 총리실 내 과학기술혁신위원회(CSTI)가 맡고 그 아래 문부과학성, 경제산업성, 총무성 등 관련 3개 부처가 연계를 도모하는 것이다. 주목할 부분은 이 전략회의를 통하여 ‘세계 최고의 인공

14) 經濟産業省, 「新産業構造ビジョン」: 第4次産業革命をリードする日本の戦略, 産業構造審議会 中間整理, 2016.4.27. 日本再興戦略2016: 第4次産業革命に向けて, 2016.6.2.

〈표 3〉 4차 산업혁명에 대응한 일본의 전략

정책구분	주요 내용
① 데이터 활용촉진을 위한 환경정비	- 데이터 플랫폼 구축 - 데이터 유통시장의 활성화 - 개인 데이터 활용 촉진 - 보안기술과 관련인재를 창출하는 생태계 구축 - 4차 산업혁명 대응 지식재산정책 재정비 - 4차 산업혁명 대응 경쟁정책 재정비
② 인재육성·확보 및 고용시스템의 유연성 향상	- 새로운 요구에 대응한 교육시스템 구축 - 글로벌 인재 확보 - 다양한 노동 참가 촉진 - 노동시장 및 고용제도의 유연성 향상
③ 혁신·기술개발의 가속화 (Society 5.0)	- 오픈 이노베이션 시스템 구축 - 세계를 선도하는 혁신거점 정비·국가 프로젝트 구축·사회구현의 가속 (인공지능 등) - 지식재산 관리 및 국제 표준화의 전략적 추진
④ 금융기능의 강화	- 리스크 머니 공급을 위한 주식 파이낸스의 강화 - 4차 산업혁명을 위한 무형자산 투자의 활성화 - 핀테크를 중심으로 한 금융·결제 기능의 고도화
⑤ 산업구조·취업구조 전환 원활화	- 신속·과감한 의사결정을 가능케 하는 거버넌스 체제 구축 - 신속하고 유연한 사업 재생사업 재편 등을 가능케 하는 제도·환경 정비
⑥ 제4차 산업혁명의 중소기업 및 지역경제에의 파급	- 중소기업·지역에서 IoT 등 도입·활용 기반 구축
⑦ 4차 산업혁명을 대비한 경제사회 시스템의 고도화	- 4차 산업혁명에 대응한 규제개혁의 재정비 - 데이터를 활용한 행정 서비스의 향상 - 전략적 제휴 등을 통한 글로벌 전개 강화 - 4차 산업혁명의 사회 확산

자료 : 한국무역협회 동경지부, 經濟産業省, 「新産業構造ビジョン」: 第4次産業革命をリードする日本の戦略, 産業構造審議会 中間整理, 平成28年4月27日, p.2 참조.

지능 국가 프로젝트'를 만들고 해외 연구기관·대학에서 세계 최첨단의 기술·인재를 유치하겠다는 의지를 밝힌 것이다.

#### (4) 현안과제

##### ① 4차 산업혁명 대응 조직체계 구축

4차 산업혁명에 대응하기 위해서는 정책만으로는 역부족이다. 조직체계를 갖추는 것이 필요하다. 5월에 신설한 국가과학기술전략회의를 이쪽으로 전환하는 방법도 고려해볼 수 있을 것이다. 다만, 중요한 것은 민간 전문가와 범 부처 공무원으로 구성된 실무기획단을 산하에 설치하는 것이다. 위원회와 기획단을 병행하면 신속하고 강력하게 일을 추진하는데 효과적이기 때문이다.


## ② 시스템정책 접근방법 도입

신기술이라는 특성을 반영하여 시스템 혁신 개념을 도입할 필요가 있다. 시스템 혁신은 기술변화는 홀로 이루어지는 것이 아니라 시스템의 변화가 동반되어야 한다는 점을 강조한다.<sup>15)</sup> 예를 들어, 마차가 자동차로 바뀌기 위해서는 도로도 정비되어야 하며, 기름도 넣을 수 있어야 한다. 문화도 속도를 선호하는 방향으로 변해야 한다. 규제 차원에서는 통행 규정이 만들어져야 한다. 이것과 마찬가지로 현재 진행되는 4차 산업혁명을 주도한 신기술들은 기술만으로 되지 않는 경우가 대부분이다. 따라서 소관부처별로 기능별 접근을 해서는 문제가 해결되기 어렵다. 신기술별, 산업별로 접근하는 것이 적절한 방향일 것이다.

## ③ 과학기술계의 주도적 역할 확립

기술혁명에 대응하기 위해서는 과학기술계가 국가발전의 주력으로 등장해야 할 것이다. 이를 위하여 과기계의 공감대 형성과 협력이 필수적이다. 현재의 제도체계를 유지하는 것으로 과연 과기계의 기술혁명 대응에 충분한 것인지 의문이다. 따라서 과기계, 산업계와의 충분한 협의와 문제점 개선이 선행되어야 할 것이다.

## ④ 기타

지면 관계상 모두 거론할 수는 없지만, 교육 및 인력양성, 외국 우수인력 유치 등 주요과제들은 상당히 많다. 기존 정책들 중에서 4차 산업혁명 대응에 효과적인 것으로 생각되는 정책들을 모으는 것도 시간을 절약하는 좋은 방법일 것이다. 

15) Frank W. Geels, Technological Transitions and System Innovations : A Co-evolutionary and Socio-technical Analysis, 2005, p.360.



장윤종

선임연구위원·국제산업협력실  
jang@kiet.re.kr / 044-287-3290

〈주요 저서〉

- 2020년 무역발전 비전과 전략(2012, 공저)
- 외국인 투자 기업의 경영 실태 조사 및 경제적 파급효과 분석(2010)