

정책자료
2017-01

4차 산업혁명의 노사관계 차원 과제와 대응전략

이장원 · 김기정

한국노동연구원

목 차

요 약	i
제1장 4차 산업혁명과 노동	(이장원 · 김기정) 1
1. 4차 산업혁명의 의미	1
2. 4차 산업혁명 적용사례	8
3. 4차 산업혁명의 노동쟁점	12
제2장 4차 산업혁명에 대한 주요국 노사정의 대응현황	(김기정) 24
1. 미 국	24
2. 독 일	40
3. 기타 주요국의 대응	52
제3장 한국의 대응현황	(김기정) 56
1. 한국 정부의 대응	56
2. 한국 기업의 대응	67
3. 한국 노동계의 대응	73
제4장 4차 산업혁명의 노사관계 차원 대응방안	(이장원) 77
1. 기술결정론과 사회관계론 패러다임 비교	77
2. 포용적 일터혁신을 통한 대응	81
3. 4차 산업혁명 정책과 노사관계	83
제5장 결론 : 한국 노사정예의 시사점과 정책과제 ...	(이장원) 85

1. 노사정의 사회적 대화와 협의방안	85
2. 단체교섭 및 협약상 공동대응 방안	86
3. 노동조합의 참여와 역할제고 방안	88
참고문헌	89

표 목 차

<표 1-1> 산업혁명의 역사적 전개와 특징	6
<표 3-1> 지능정보사회를 위한 국가 추진과제 12가지	58
<표 3-2> 문재인 정부의 4차 산업혁명 목표과제	64

그림목차

[그림 1-1] 캐터필러와 코마츠	9
[그림 1-2] 메이커 운동	11
[그림 1-3] 지멘스의 스마트 공장	12
[그림 1-4] GE의 브릴리언트 팩토리	13
[그림 1-5] 미국의 실업률(1890~2016)과 산업혁명	15

요 약

한국 사회에서는 4차 산업혁명과 그것이 우리 사회 각계에 미칠 영향에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있다. 하지만 4차 산업혁명의 정확한 의미에 대해서 우리 사회는 아직 전체적인 공감대를 형성하고 있지 않은 듯하다. 4차 산업혁명이라는 것이 갑자기 등장한 개념이라 아직 학술적으로 완전히 정의되지 않았고, 그 실체가 불분명하고 광범위하기 때문일 것이다. 본 보고서는 4차 산업혁명에 대응한 노사관계의 대응전략을 모색하는 것이 주 목적이지만 서로 상이한 개념을 가진 4차 산업혁명의 의미에 대한 공감대를 형성하고자 4차 산업혁명의 국내외 사례를 고찰해보고 노사관계 차원에서 현재의 기술혁신에 대한 효과적인 대응전략을 정리해 보고자 한다.

4차 산업혁명은 학자마다 조금씩 다르게 정의되는 경향이 있다. 그러나 다양한 논의들의 핵심을 요약해보자면 대체로 초연결(Hyperconnectivity)과 초지능(Superintelligence)이 그 논의의 중심에 있다고 할 수 있다. 초연결은 사람과 사람, 사람과 사물, 사물과 사물이 서로 긴밀하게 연결된 상황을 일컬으며, 초지능은 말 그대로 인간의 지능을 훨씬 초월한 지능을 가리킨다. 4차 산업혁명에서는 기계학습(Machine learning)으로 가능케 된 인공지능(Artificial intelligence: AI), 사물인터넷(Internet of things: IoT), 가상세계와 물리세계를 통합하는 사이버물리시스템(Cyber-physical system: CPS), 수많은 컴퓨터를 연결시키는 클라우드 컴퓨팅 등의 지능정보 기술이 기존 산업과 서비스에 연결되고 융합된다.

이렇게 되면서 생산과정에 대한 엄청난 효율 증가가 예상되어 과거 한 대의 기계가 수백 명의 노동자들을 대체했듯이 이제는 프로그램 하나, 컴퓨터 한 대가 수백, 혹은 수십만 명의 전문인력을 대체할 수 있게 되는 것이다.

또한 변화된 생산방식은 조직 전반에 걸쳐서 지대한 영향을 미칠 것이다. 급변하는 환경에 적응하고 살아남기 위해 조직은 더욱 기민한 조직(Agile Organization)으로 변모해야 한다. 디지털 업무, 플랫폼 기반 업무 등의 새로운 업무 형태의 활용이 증가할 예정이므로 이에 대한 적절한 대비도 필요할 것이다. 기업 간, 산업 간, 산학 간의 연결성이 증대되므로 상호 소통하고 협력하는 능력이 중요시 되며, 글로벌 비즈니스에 걸맞은 기술과 인재를 개발하는 능력을 신장하고, 개방형 사업 모델과 더욱 유연해질 고용에 적응해야 할 것이다.

고객맞춤형 대량생산을 위한 생산의 모듈화는 상품 및 생산라인에 잦은 변화를 초래할 것이고, 이에 따라서 환경 변화에 빨리 적응할 수 있는 적응력 및 학습능력이 중요한 기준이 될 것이다. 따라서 저숙련 근로자들은 고숙련 근로자들보다 높은 자동화 가능성에 맞닥뜨리고 있다. 저숙련 근로자들은 스스로가 새로운 기술을 배우지 않으면 자칫 해고에 직면하게 될 가능성이 클 것이다.

장기적으로 4차 산업혁명이 노사관계에 어떤 영향을 미칠지 판단하기는 어렵다. 하지만 단기적으로 4차 산업혁명은 노사관계에 부정적인 영향을 미칠 것이라 예상된다. 4차 산업혁명으로 인해 일자리가 줄어드는 부분이 분명 발생하고 4차 산업혁명으로 인해 고용관계가 크게 변화할 것이다. 그러한 변화에 대한 노동자들의 저항도 예상된다. 일자리가 줄어드는 영역에서는 줄어드는 일자리를 둘러싸고 고용을 보장받기 위한 파업 등의 갈등 양상을 보일 것이다.

노사관계는 4차 산업혁명에 어떻게 개입할 수 있는가? 4차 산업혁명을 기술진보에 의존한 사회관계의 변화라는 수동적 관점에서 바라본다면 노동의 미래나 노사관계의 역할은 부정적으로 전망된다. 이를 기술결정론에서 바라본 4차 산업혁명이라고 할 수 있다. 전기차 생산 및 자율주행차 전환에서 가장 두각을 나타내는 미국의 테슬라 사례는 기술 진화에만 의존하면서 노동이나 노사관계의 역할을 최소화하거나 부차적인 것으로 간주되는 상황을 보여준다. 속

런되지 못한 인력과 로봇의 대규모 활용이 테슬라에서 목격되고 있다는 것은 결국 노동절약적 생산방식이 테슬라의 공정상 특징이라는 것을 의미하며 실제로 근로환경 악화에 다른 문제점들을 직시한 미국 자동차노조(UAW)는 테슬라에 노조를 만들어 보려고 지속적으로 시도하고 있는 것으로 알려지고 있다.

그러나 4차 산업혁명이 기술적 진보가 대세이고 사회적 관계는 이로 인해 불안정해진다는 일원적인 결정론은 과장된 측면이 있다. 기존 관계가 약화되거나 플랫폼 노동과 같이 새로운 관계로 대체되는 것만이 아니라 기존 사회관계 안에서 기술진화의 영향과 충격을 흡수하고 변형하면서 사회관계 스스로도 환경에 맞춰 변신해가는 공진화(co-evolution)가 가능하다. 그런 공진화가 가능한 사례로 독일의 인더스트리 4.0을 들 수 있다.

노동과정이 디지털 기술에 의해 표준화(standardization)되는 것은 피할 수 없는 상황이지만 독일 기업과 산업이 가진 최대 장점인 노동자의 숙련(qualification)이 저하되는 상황도 피해야 한다는 것이 독일의 노사정이 가진 기조이다. 다만 독일 노사정도 스스로 더 변해야 한다는 것을 직시하고 있다. 로봇화, 디지털화에 따라 일하는 방식의 변화는 새로운 학습을 필요로 하고 이는 현재보다 오프라인에서 더 많은 학습과 재교육을 필요로 하게 될 것이다

4차 산업혁명은 혁명으로 보기보다는 기술진보에 따른 사회적(조직적) 혁신으로 이해해야 현 단계의 적절한 대응방안이 나올 수 있다. 긴 주기로 보면 몇십 년 후 먼 미래에 이 시기의 변화를 그전 역사와 구분되는 4차 산업혁명기로 규정할 수 있을지 모르지만 향후 가까운 미래에 벌어질 기술적 변화와 그에 따른 사회적 충격을 대응해 가는 과정은 진화와 혁신의 관점에서 이해해야 현실적이고 구체적인 정책을 제시할 수 있다,

4차 산업혁명을 준비하기 위한 정부의 정책은 과학기술 중심의 신산업, 신기술 확대 중심으로만 나아가서는 안 된다. 4차 산업혁명의 물결은 특별한 정책 없이도 시장과 기술 자체의 동학상 확대될

것이지만 이를 사회적 성과로 만들어내고 사회적 갈등을 줄이기 위한 노력은 특별한 사회적 대화 노력이 필요하다.

4차 산업혁명의 영향은 고용관계 전반의 노사간 재조정과 타협을 요구한다. 고용보장보다는 일터 혁신을 통한 실질적인 일자리 경쟁력 제고와, 임금수준보다는 임금체계의 합리적인 개편이 노사간 교섭 의제로 채택될 시점이다. 나아가 인적자원의 훈련과 사회보험의 강화도 이전보다 더욱 관심의 대상이 되어야 한다.

이런 새로운 교섭의제들은 개별 기업보다는 산업단위에서의 공동행동이 중요하다. 더 높은 수준의 임금을 위한 기업 간 경쟁보다는 비슷한 임금수준을 유지하면서도 전체적으로 임금이 안정적으로 상승되는 임금체계에 초기업단위에서 합의할 필요가 있다. 연결된 생태계가 중요한 환경에서 소수 기업이 인재를 높은 임금으로 유인해 끌어 담는 폐단을 극복하고 인적자원을 키우고 설비보다는 사람에게 투자를 확대하는 노력이 필요하다. 독일의 경우에서 보듯이 4차 산업혁명 환경에서 숙련과 기능은 ICT 기반을 전제로 점점 시장에서 통용될 수 있는 표준적이면서도 유연한 모양을 취해야 한다.

4차 산업혁명 앞에서 노조는 노동운동의 관점을 분배과정 중심에서 생산과정 중심으로 전환할 필요가 있다. 생산과정은 경영자의 선택과 전략에 의존하고 노조는 제한적으로 실행과정에서의 근로조건이나 작업방식에 대한 문제제기에 머무는 대신에 수익의 분배과정에선 주요 당사자로 교섭참여를 통해 자기 역할을 수행해 왔다면, 이제는 생산과정에서 노동배제적 요인을 줄이고 노동자 개인이 가진 능력을 충분히 발휘할 수 있도록 프로세스를 개선하는 데 적극적인 의견을 개진할 필요가 있다.

경영과 노동의 분리는 곧 구상과 실행의 분리라는 대원칙에 기반을 두고 있었다. 그러나 4차 산업혁명은 단순 실행은 자동화와 로봇에 의해 효과적으로 대체될 수 있는 부분으로 변모시키고 있다. 그러나 독일에서 보는 것처럼 인간을 대체하는 로봇 작업이라기보다는 인간이 가진 능력과 조화를 이루는 로봇 작업이 가능하고 고부

가가치 생산에선 더욱 인간과 로봇의 유기적 결합이 중요해지고 있다.

노조는 생산과정 재설계와 직업능력개발에 대한 투자, 그리고 상품과 서비스 혁신과정에 참여하고 이를 통해 일자리의 경쟁력 확보에 직접 관여하는 주체가 되어야 한다. 이는 단지 교섭을 통해서만 될 수는 없고 직접 관련 프로그램이나 제도 도입에 대해 사용자와 협력할 필요가 있다. 단순 조립형 대량생산 체제에서 노조의 생산과정 개입은 사용자의 반발과 견제를 받았지만 유연표준생산을 전제로 하는 4차 산업혁명에서는 설비나 로봇이 표준을 담당하고 사람은 유연을 담당하는 주체가 되어야 한다.

제 1 장

4차 산업혁명과 노동

2016년 1월 세계경제포럼(World Economic Forum: WEF)에서 클라우스 슈밥(Klaus Schwab) 회장이 ‘4차 산업혁명’이라는 개념을 처음 언급했다(Schwab, 2017). 이후 한국 사회에서는 4차 산업혁명과 그것이 우리 사회 각계에 미칠 영향에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있다. 하지만 4차 산업혁명의 정확한 의미에 대해서 우리 사회는 아직 전체적인 공감대를 형성하고 있지 않은 듯하다. 4차 산업혁명이라는 것이 갑자기 등장한 개념이라 아직 학술적으로 완전히 정의되지 않았고, 그 실체가 불분명하고 광범위하기 때문일 것이다. 따라서 본 보고서는 4차 산업혁명의 의미에 대한 공감대를 형성하고자 4차 산업혁명의 의미를 고찰해보는 것으로 시작한다. 4차 산업혁명의 의미를 정확히 파악한 후에야 본 보고서의 목적인 노사관계 차원에서 현재의 기술혁신에 대한 대응을 논할 수 있기 때문이다.

1. 4차 산업혁명의 의미

4차 산업혁명을 보다 명확히 이해하기 위해 4차 산업혁명이라는 용어를 세 부분으로 나누어 살펴볼 필요가 있다. 즉, ‘4차’, ‘산업’ 그리고 ‘혁명’이라는 세 가지 단어가 각각 무엇을 의미하는지 각각 살펴보고, 종합적인 이해를 위해 세 단어가 모여 이루는 ‘4차 산업혁명’이라는 용어의 의미를 조감해보는 것이다.

우선 ‘산업’과 ‘혁명’이라는 용어이다. 사전적 의미로 산업이란 ‘인간이 재화와 서비스를 생산하기 위한 활동의 영역’을 뜻한다. 혁명이란 ‘체제를 전복시키거나 새로운 체제를 세우는 것’을 의미한다. 따라서 이 두 단어가 합쳐진 산업혁명은 인간의 생산 활동 혹은 생산양식에 근본적인 변화가 일어나는 것이라 할 수 있다. 보통 이러한 생산양식의 변화는 기술의 발전이 이끌며 이는 곧 생산력의 획기적인 증가로 이어져 왔다(과학기술정책연구원, 2017).

최근의 생산양식 변화가 4차 산업혁명이라 불리는 이유는 앞서 1, 2, 3차 산업혁명이 있었기 때문이다. 1, 2, 3차 산업혁명이 노사관계에 미친 영향을 살펴보면 4차 산업혁명의 본질을 이해하고 그것이 노사관계에 미치는 영향을 유추하는 데 도움이 될 수 있으므로 차례로 각 혁명을 살펴보기로 한다. 먼저 간략히 개괄하자면 1차 산업혁명은 18세기 중반에 증기기관이 발명된 이후 증기가 생산과정에 도입됨으로써 일어난 생산기술 상의 혁명이고, 2차 산업혁명은 19세기 중반에 전기와 생산조립라인(컨베이어 벨트)이 생산과정에 결합되면서 일어난 혁명이다. 3차 산업혁명은 20세기 중후반에 컴퓨터와 인터넷이 생산과정에 도입되면서 일어난 지식 및 정보혁명이다. 다음으로 각 산업혁명이 일어난 경위와 특징, 그리고 노동에 미친 영향을 자세히 살펴본다.

가. 1차 산업혁명

1차 산업혁명은 18세기 중엽부터 19세기 중엽까지 영국에서 일어났다. 1차 산업혁명은 면공업과 철공업, 그리고 석탄공업을 중심으로 전개됐다. 그중 면공업은 영국 산업의 변형과정에서 주도적인 역할을 담당했다. 면공업의 급속한 성장은 동력, 작업기계, 표백 등의 문제를 해결하는 과정에서 철공업, 석탄공업, 화학 공업 등의 발전을 촉진한 것이다. 이후 코크스 제철법에 의해 선철의 대량생산이 시작되었으며, 모즐리(Henry Maudslay)를 매개로 공작기계 공업이 독립적인 분야로 발전했다. 그 후 1차 산업혁명은 와트의 증기기관 분리응축기의 발명(1769년), 증기기관의 상업화(1776년), 회전식 증기기관의 완성(1783년) 등으로 이어졌다(송성

수, 2017). 또한 교통수단의 비약적인 발전도 1차 산업혁명의 결과인데, 이는 도로의 개량, 운하의 건설, 철도의 설치와 같은 세 가지 국면을 통해 이뤄졌다.

1차 산업혁명이 가진 특징은 다섯 가지로 정리된다(송성수, 2017). 첫째, 면공업, 철공업, 교통 산업, 증기기관의 개별적인 기술혁신이 상호 연관되면서 서로를 강화시켰다는 것이다. 사실상 산업혁명이 ‘혁명적’ 효과를 낼 수 있었던 이유도 기술혁신의 상호연관성 혹은 시너지 효과에서 찾을 수 있다. 둘째, 과학자와 기술자의 인적 연결이 이루어지면서 기술혁신에 과학의 태도와 방법론이 활용되기 시작했다. 셋째, 기존에 농업 중심이었던 경제가 1차 산업혁명으로 인해 공업 중심의 경제로 전환됐다. 넷째, 급격한 인구 증가가 국가를 더 빈곤하게 만든다는 이른바 ‘말서스의 덫(Malthusian trap)’을 1차 산업혁명으로 인해 탈출할 수 있게 됐다. 다섯째, 기계의 도입으로 기존의 수공업 생산체계는 공장제라는 새로운 생산체계로 변모했다.

1차 산업혁명이 노동 분야에 미친 영향은 19세기 초 기계파괴운동인 러다이트 운동(Luddite movement)으로 대표된다. 1차 산업혁명으로 인해 자본 계급과 노동 계급이 대두됐고, 자본가 계급은 기계를 도입함으로써 노동 계급과의 빈부격차를 급속도로 벌렸다. 그와 동시에 노동자에 대한 인권 유린도 자행됐다. 공장주들은 노동자들에게 초장시간 노동을 강요했고 노동자들의 소비와 휴식도 크게 제한했다. 사람들은 공장이 가동되지 않는 밤이 되면 몰래 망치로 기계를 부수거나 공장을 불태웠다. 이것이 러다이트 운동으로 이어지게 된 것이다.

나. 2차 산업혁명

2차 산업혁명은 19세기 후반에 시작돼 20세기 초반까지 이어졌다. 2차 산업혁명을 가능케 한 재료는 강철(Steel)과 인공염료였고, 2차 산업혁명을 이끈 핵심 동력원은 전기였다. 전기는 가전제품에 널리 사용됐고, 공장과 전차의 동력원으로서 증기를 대체하며 인기를 얻었다. 1900년에 증기와 전기가 동력원에서 차지하는 비율은 80%와 5%였지만, 1930년에는

그 비율이 15%와 75%로 역전됐다. 전신이 확산되는 가운데 전화(1876년), 무선전신(1896년), 라디오(1918년) 등의 통신기술이 개발되면서 전기의 시대는 전성기를 맞이했다. 그 후 증기 외연기관에 비해 열효율이 크게 향상된 내연기관이 발명됐고, 이에 따라 인류의 석유 의존도도 점차 높아졌다. 헨리 포드(Henry Ford)는 모델 T를 대량생산하면서 테일러주의, Taylorism)를 진화시켰으며, 1914년에 컨베이어 벨트 도입하여 연속적인 조립라인을 구축하며 생산성을 극대화했다. 이는 테일러주의를 계승 발전시킨 포드주의(Fordism)라고 불린다.

2차 산업혁명의 특징으로 다섯 가지가 있다. 첫째, 오늘날의 많은 기술시스템이 2차 산업혁명을 매개로 출현했다는 점이다. 철도 시스템, 전기 시스템, 통신 시스템, 생산 시스템 등이 이에 해당한다. 둘째, 과학의 내용이 기술혁신에 활용되기 시작한 가운데 산업적 연구가 최초로 출현했다. 기술지식을 체계화한 공학이 출현하면서 과학과 기술의 상호작용이 학문적 차원에서도 강화되기 시작한 것이다(송성수, 2017). 셋째, 대불황(Great Depression)을 계기로 기업 간 수평적 합병이나 수직적 통합이 빈번하게 발생했고, 이로 인해 등장한 초대형기업이 경제성장을 주도하기 시작했다. 넷째, 2차 산업혁명을 계기로 영국 이외에 독일, 미국, 프랑스, 러시아, 이탈리아, 일본 등의 다른 국가들도 본격적인 산업화 국면에 접어들었고 결국 선진국의 대열에 합류하게 됐다, 다섯째, 2차 산업혁명 시기부터 인류는 기술에 크게 의존하는 단계로 진입했다고 볼 수 있다.

2차 산업혁명이 노동에 미친 파급효과는 다음과 같다. 1차 산업혁명 시대와 마찬가지로, 2차 산업혁명 시대에도 상당수의 농업인구가 공장 노동자로 전환됐다. 노동의 분업은 숙련 및 비숙련 노동을 더욱 생산적으로 만들었고 증가된 노동생산성은 공장 노동자를 더욱 급격히 증가하게 만들었다. 이로써 1730년까지 영국에서 일어났던 농업인구의 산업인구로의 전환은 농업인구를 50% 이하 수준으로 떨어뜨렸다. 1890년에 이르러서는 이 비율이 10% 이하까지 떨어져 대부분의 영국 인구는 도시화됐다. 그만큼 2차 산업혁명이 일으킨 산업인구화는 상당했던 것이다. 한편 2차 산업혁명에서의 자동화 및 기계화는 저숙련 노동자의 대규모 실업을 발생시켰고, 이는 심각한 노사갈등을 초래하기도 했다. 또한 2차 산업혁명으로

인해 중산층이 두터워졌는데, 중산층 노동자들은 그들의 근로조건을 개선하고자 노동조합을 결성했으며, 이로 인해 노조 조직률이 높아지고 노조의 힘이 커지는 전기가 마련됐다.

다. 3차 산업혁명

3차 산업혁명은 20세기 중후반부터 일어났다. 3차 산업혁명은 정보혁명, 지식혁명, 디지털 혁명과 거의 동의어로 분류될 만큼 그 의미가 유사하다고 할 수 있다. 3차 산업혁명의 핵심은 컴퓨터와 인터넷인데, 이 중 컴퓨터는 2차 세계대전(1939~1945년) 때 처음 개발됐고 대중화는 1970년대 후반에 이뤄졌다. 컴퓨터의 발전과 함께 트랜지스터와 집적회로를 비롯한 반도체기술도 함께 발전했으며, 수치제어 공작기계, 산업용 로봇, PLC(Programmable Logic Controller) 등을 매개로 자동화는 다시 한 번 상당한 진전을 보였다. 인터넷은 1994년부터 대중화의 국면에 들어섰다. 그 후 웹브라우저 넷스케이프가 등장했고 이것은 인터넷의 대중화를 이끌었다. 1973년 DNA 재조합 실험의 성공을 계기로 생명공학기술 또한 출현하게 되어 3차 산업혁명의 전개를 이뤘다(송성수, 2017).

3차 산업혁명의 특징은 첫째, 자동화 기술이나 정보기술과 같이 서로 다른 분야의 기술이 결합 혹은 융합되는 현상이 가시화되기 시작했다는 것이다(송성수, 2017). 둘째, 과학과 기술의 상호작용이 강화되어, ‘과학기술’이란 용어가 빈번하게 사용될 정도로 과학과 기술의 관계가 밀접해졌다. 셋째, 3차 산업혁명은 대기업 이외에 벤처기업이 중요한 경제 및 혁신 주체로 등장하게 한 통로가 됐다. 몇몇 마이크로소프트나 애플과 같은 벤처기업이 차고 같은 조그만 작업장이나 실험실에서 시작하여 세계 경제를 이끄는 대기업으로 성장하기도 한 것이다. 넷째, 3차 산업혁명 기술로 인해 서비스 산업이 급속히 확대됐고 그 가운데 세계 경제는 글로벌화가 진전되는 양상을 띠게 됐다. 다섯째, 3차 산업혁명은 첨단기술을 둘러싼 광범위한 사회적 문제가 잇달아 등장하게 된 결과를 낳기도 했다. 예를 들면, 해킹, 컴퓨터 바이러스, 저작권 문제, 인터넷 중독, 정보 격차 등의 사회문제가 3차 산업혁명의 부작용으로 대두됐다.

〈표 1-1〉 산업혁명의 역사적 전개와 특징

	1차 산업혁명	2차 산업혁명	3차 산업혁명
시기	18세기 중~19세기 초	19세기 중~20세기 초	20세기 중후반
주도 국가	영국	독일, 미국	미국, 일본
주요 산업	면공업, 철공업, 증기기관, 공작기계	염료산업, 전기산업, 통신, 자동차	컴퓨터, 반도체, 인터넷
주요 기술 혹은 사건	- 1709 코크스 제철법	- 1856 전로법	- 1946 에니악
	- 1769 수력방직기	- 1856 인공염료	- 1947 트랜지스터
	- 1769 분리응축기	- 1876 전화	- 1958 집적회로
	- 1776 와트의 증기기관 상업화	- 1879 백열등	- 1962 산업용 로봇
	- 1783 회전식 증기기관	- 1886 가솔린 자동차	- 1969 PLC 모디콘 084
	- 1785 역직기	- 1888 교류용 전동기	- 1969 아르파넷
	- 1789 방직기와 증기기관의 결합	- 1896 무선전신	- 1973 DNA 재조합 기술
	- 1797 나사절삭용 선반	- 1903 비행기	- 1977 애플Ⅱ
	- 1804 증기기관차	- 1908 모델 T	- 1981 IBM 호환용 PC
	- 1830 리버풀-맨체스터 철도	- 1914 컨베이어벨트	- 1994 인터넷 대중화
과학기술적 변화	- 기술혁신의 상호연관성 강화 - 과학과 기술의 간접적 연결	- 오늘날의 많은 기술 시스템 출현 - 과학의 내용이 기술에 활용되기 시작	- 다양한 기술의 결합 혹은 융합 - 과학과 기술이 밀착되어 과학기술 탄생
경제구조의 변화	- 공업 중심의 경제로 전환 - 지속적인 경제성장의 국면에 진입	- 대기업이 경제성장을 주도하기 시작 - 후발공업국의 본격적 산업화	- 벤처기업이 중요한 혁신 주체로 등장 - 세계 경제의 서비스화 및 글로벌화
사회문화적 변화	계급사회의 형성과 기계과피운동	기술에 대한 인류의 의존도 심화	첨단기술의 사회적 문제 대두
노동에의 영향	러다이트 운동, 노동인권 유린, 아동노동	대규모 실업, 도시인구화 가속, 노조 조직물증가	서비스업 노동문제 증거, 노동문제의 세계화

자료: 송성수(2017).

3차 산업혁명이 노동에 미친 영향을 살펴보면 크게 두 가지로 볼 수 있다. 첫째, 서비스 산업에서의 노동문제 확산이다. 3차 산업혁명은 서비스 산업의 비약적인 성장을 이끌었다. 미국, 영국 등 선진국에서는 이미 1990

년에 서비스 부문의 취업자가 차지하는 비중이 3분의 2를 넘어섰고 우리나라도 1997년에 이를 뒤따랐다. 이에 따라 감정노동과 같은 서비스업에 종사하는 노동자들의 노동문제가 부각되기 시작한 것이다. 둘째, 기업 경영의 세계화로 인한 국제적 노동문제가 양산되기 시작했다. 세계화로 인한 기업 간 경쟁 심화로 상대적으로 노동유연성이 확보되는 비정규직의 활용이 대폭 증가했다. 교통 및 통신기술의 발달은 공장의 해외이전을 용이하게 만들어 자국 내에서 높은 비용으로 생산하던 제품을 해외에서 저렴한 비용으로 생산하게 만들었다. 이로 인해 이민 노동자나 국가 간의 노동문제도 심각해졌다. 서비스업의 확대와 기업 경영의 세계화는 노동조합 조직률이 주요 선진국을 중심으로 지속적으로 하락하는 원인을 제공하기도 했다.

라. 4차 산업혁명

3차 산업혁명에 뒤이은 4차 산업혁명에 대해서는 학자마다 조금씩 다르게 정의하는 경향이 있다, 그러나 다양한 논의들의 핵심을 요약해보자면 대체로 초연결(Hyperconnectivity)과 초지능(Superintelligence)이 그 논의의 중심에 있다고 할 수 있다. 초연결은 사람과 사람, 사람과 사물, 사물과 사물이 서로 긴밀하게 연결된 상황을 일컬으며, 초지능은 말 그대로 인간의 지능을 훨씬 초월한 지능을 가리킨다. 4차 산업혁명에서는 기계학습(Machine learning)으로 가능케 된 인공지능(Artificial intelligence: AI), 사물인터넷(Internet of things: IoT), 가상세계와 물리세계를 통합하는 사이버물리시스템(Cyber-physical system: CPS), 수많은 컴퓨터를 연결시키는 클라우드 컴퓨팅 등의 지능정보기술이 기존 산업과 서비스에 연결되고 융합된다. 4차 산업혁명에서는 세상의 모든 것이 인터넷으로 연결되고 인간과 사물의 데이터가 수집·축적·활용되며, 생산기기와 생산품 간 상호 소통체계를 구축하게 된다.

세계경제포럼의 창립자 겸 집행위원장인 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)의 저서 《제4차 산업혁명(The Fourth Industrial Revolution)》에서 슈밥은 4차 산업혁명이 이전의 산업혁명과 근본적으로 다른 점을 설명하고

있다. 그는 이러한 기술이 수십억 명의 사람들을 비즈니스에 연결하고 조직의 효율성을 획기적으로 향상시켜 지속가능성을 제고할 수 있는 커다란 잠재력을 가지고 있다고 주장한다. 4차 산업혁명은 기존 산업혁명에 비해 더 넓은 범위(Scope)에, 더 빠른 속도(Velocity)로, 더 큰 영향(Impact)을 미칠 것으로 예상되고 있다. 인간의 생산에서 엄청난 효율 증가가 예상되어 과거 한 대의 기계가 수백 명의 노동자들을 대체했듯이 이제는 프로그램 하나, 컴퓨터 한 대가 수백, 혹은 수십만 명의 전문 인력을 대체할 수 있게 되는 것이다.

2. 4차 산업혁명 적용사례

4차 산업혁명에 대한 이해를 보다 명확히 하기 위해 4차 산업혁명의 구체적인 사례를 살펴본다. 그 후 4차 산업혁명이 노동에 미칠 영향을 논의할 것이다.

가. 사례 1 : 제조업의 서비스업화

4차 산업혁명은 제조업과 서비스업이 융합되게 한다. 즉 기존의 제조업에만 속하던 기업들이 자사의 제조품에 4차 산업혁명 기술을 도입함으로써 제조와 동시에 서비스도 제공하기 시작한 것이다. 대표적인 예가 캐터필러와 코마츠라는 기업이다. 글로벌 경제위기 이후 가장 부침이 심한 산업은 건설업과 중장비 사업이었다. 그러나 이러한 세계적 흐름과 다르게 중장비 분야의 세계 1위인 캐터필러와 2위인 코마츠는 꾸준히 성장을 이어나갔다. 그 이유는 바로 제조업의 서비스화라는 새로운 시장의 개척이었다. 건설 중장비는 외진 장소에서 험한 작업에 종종 사용되기 때문에 건설사는 하루라도 장비가 고장 나면 막대한 손실을 입는다. 외진 곳에서 장비가 고장 나면 큰 문제가 발생하게 된다. 따라서 건설사는 장비의 고장을 방지하는 것이 중요한 임무이다. 캐터필러와 코마츠는 장비의 고장을 사전에 막기 위해 기계에 수십 개의 센서를 부착했다. 그리고 이 센서들을 통해 실시간으로 장비의 상태를 분석하고 사전에 장비를 관리하는

〔그림 1-1〕 캐터필러와 코마츠

- ① **데이터 수집 (IoT)**
중장비 센서에서 데이터 수집
- ② **저장 & 분석 (CLOUD/BIG DATA)**
수집된 데이터로 장비 상태 분석
- ③ **가치 창출 (A.I)**
Before Service 시장 창출
- ④ **최적화 (기술융합)**
중장비 최적화 및 작업 효율 증가



자료: 이민화(2017).

사전 서비스(Before Service)를 실시했다. 그 결과 중장비 기계의 최적화를 이루면서 작업 효율이 향상됐고, 캐터필러와 코마츠는 견고한 실적을 내게 됐다. 전통 제조업과 소프트웨어와의 연결을 통해 중장비 시장에서 새로운 가치를 창출한 것이다.

나. 사례 2 : 제조업의 민주화

4차 산업혁명의 또 다른 특징은 제조업의 민주화이다. 제조업의 진입 장벽이 없어져 일반인 누구나 제조업을 할 수 있게 된다는 뜻이다. 메이커 운동(Maker Movement)은 제조업의 민주화를 한층 앞당기는 중요한 계기가 됐다. 메이커 운동이란 일반인이 3D 프린터와 오프소스 등을 이용해 제품을 직접 제조하는 활동을 말한다. 이 운동의 특징으로는 먼저 디지털 도구를 활용해 제품과 디자인을 구상하고 시제품을 만들 수 있다는 것이고 온라인 커뮤니티에서 다른 사람들과 디자인을 공유하고 함께 작업할 수 있다는 것이다. 또한 누구든지 생산할 수 있도록 디자인 파일을 공유하는 것이다. 메이커 운동으로 인해 상상력을 가진 사람이라면 누

구나 제조업 분야에 뛰어들 수 있는 길이 열렸다. 다시 말하면 그동안 상품화될 수 없었던 아이디어가 세상에 나올 확률이 커졌다는 뜻이다. 과거 수동적이었던 소비자가 4차 산업혁명의 기술을 통해 적극적인 프로슈머(Prosumer, 생산하는 소비자)로 탈바꿈하는 계기가 된 것이다.

다. 사례 3 : 스마트 공장

스마트 공장(Smart Factory)은 기획부터 설계, 물류, 유통에 이르기까지의 전 과정을 정보통신기술과 생산설비를 융합시켜 실시간으로 데이터를 수집, 분석하여 스스로 작업을 수행하도록 지능화된 공장을 말한다. 공장 설비에 설치된 사물인터넷 센서를 통해 다른 설비들과 작업자와 실시간으로 커뮤니케이션하고, 기기의 불량이나 제조 과정상의 비효율적인 부분을 실시간으로 예측하여 미리 개선할 수 있어서 생산 효율성을 혁신적으로 증대시킬 수 있다.

스마트 공장의 대표적인 사례는 독일의 지멘스(Siemens)와 미국의 제너럴 일렉트릭(General Electric: GE)이다. 지멘스는 최근 스마트 공장과 디지털 공장의 연결을 통해 생산설계부터 생산라인에 이르는 제조 전반의 통합을 하고 있다. 디지털 공장이란 제품개발부터 양산에 이르는 전 과정을 컴퓨터를 기반으로 하는 가상의 공장으로 스마트공장의 한 종류이다. 이러한 디지털 공장은 생산공정과 생산방법을 디지털로 사전검증함으로써 신속하고 효율적인 제품 개발 및 생산을 실현한다. 디지털 공장이 가상공간에서의 시뮬레이션이라면, 스마트 공장은 한걸음 나아가 시뮬레이션 결과를 바탕으로 생산의 최적화를 이루는 과정이다. 스마트 공장은 센서들로 축적된 데이터를 기반으로 부품들을 정해진 시간과 장소에 정확히 투입할 수 있으며, 인공지능을 활용해 정해진 위치에서 조립이 가능하다.

지멘스 공장의 자동화 수준은 75%로, 1,000여 종의 제품을 연간 1,200만개 생산한다. 이 공장은 24시간 안에 설치된 기계장비를 변경해 다른 제품을 생산할 수 있다. 또한 실시간으로 5,000만 건의 정보를 매일 수집하여 제조 공정마다 의사결정을 내린다. 카메라는 광학장비 시스템으로 울

[그림 1-2] 메이커 운동

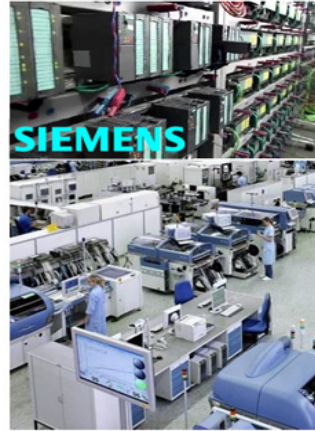


자료 : <https://www.adic.or.kr/journal/column/show.do?ukey=386672>

겨진 부품의 이상 여부를 점검하며, 동시에 엑스-레이가 부품끼리 연결된 부위를 점검한다. 1,000개 이상의 스캐너들이 제품 상세정보를 기록한다. 동시에 공정에 대한 정보는 IT 제조실행 시스템에 저장된다. 사물인터넷, 클라우드와 빅데이터, 인공지능 기술의 융합으로 지멘스의 스마트 공장은 소비자들의 개별적 요구에 따라 하나의 라인에서 각기 다른 제품의 생산(즉, 맞춤형 대량생산)이 가능하다.

GE도 브릴리언트 팩토리(Brilliant Factory)와 프레딕스(Predix)를 통해 제조 과정 전체를 혁신하고 있다. 프레딕스는 모든 설비에 센서를 장착하여 데이터를 실시간으로 수집, 분석하는 모듈이다. 모든 자산을 데이터화하여 가상공간에 디지털 공장을 구현한 ‘디지털 트윈’을 적용하고 있다. 이를 바탕으로 GE의 인도 공장은 빅데이터를 기반으로 제조설비의 돌발적인 정지를 예방하고, 제품의 생산량과 품질을 자동으로 조절할 수

[그림 1-3] 지멘스의 스마트 공장



자료: 이민화(2017).

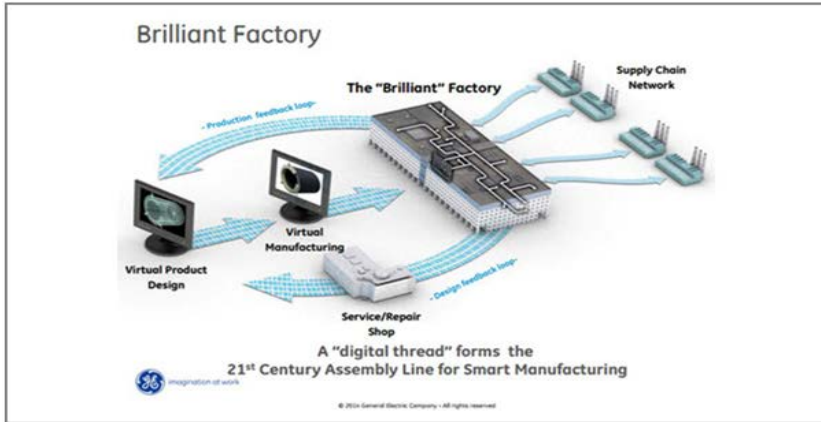
있다. 현실에서 브릴리언트 팩토리를 구축해 가스터빈, 항공기 엔진, 철도 기관차 등의 산업기기에 각종 센서를 부착하고 데이터를 수집한다. 그 후 데이터를 분석하여 산업장비의 유지 및 관리의 효율성을 높여 운용의 최적화를 실현한다. 가상에서는 프레딕스를 통해 전 세계 모든 공장의 스마트 공장을 이끌어갈 핵심 소프트웨어를 제공하고 스마트 공장의 플랫폼을 구축하고 있는 것이다.

3. 4차 산업혁명의 노동 쟁점

가. 쟁점 1: 일자리의 증감

4차 산업혁명은 현재 초기 단계이다. 따라서 그것이 현재와 미래의 노동에 미칠 영향을 정확히 가늠하기란 매우 어려운 일이다. 다만 노사 갈등의 입장에서 보면, 매 산업혁명에는 그에 따르는 갈등이 있었기 때문에, 4차 산업혁명의 경우도 예외는 아닐 것으로 예상된다. 4차 산업혁명과 그와 관련된 기술혁신이 노동계에 미칠 충격에 관한 논의는 가장 먼저 일자리(고용량)의 증감과 관련돼 진행되고 있다. 사실 일자리의 증감과 관련해서는 학자들마다 의견이 분분하여 쉽게 결론 내릴 수 없는 상황이다.

[그림 1-4] GE의 브릴리언트 팩토리



자료 : blogs.actuate.com.

기술발전이 고용량의 증감에 미치는 영향에 관한 의견은 고용 총량이 감소할 것이라는 의견과 현재와 크게 달라지지 않을 것이라는 두 가지 의견으로 갈리고 있는데, 각각의 주장과 근거에 대해 살펴본다.

먼저 일자리의 감소를 예상하는 주장이다. 대표적으로 옥스포드 대학의 Frey & Osborne(2013)은 미국 고용의 47%가 자동화로 인해 사라질 위험이 높다고 전망했다. 발전된 빅데이터 알고리즘은 넓은 범위의 인지작업을 충분히 대체할 수 있기 때문이라는 주장이다. 그들은 또한 진보한 로봇이 높은 수준의 감각과 솜씨를 활용하여 넓은 범위의 육체노동을 수행할 수 있게 된다고 주장한다. 다보스포럼의 미래고용보고서(World Economic Forum, 2016)에서도 현재의 추세라면 2015~2020년 기간에 510만 개 일자리의 손실이 있을 것이라고 예측했다. 그들은 로봇과 인공지능 활용이 확산되면서 710만 개 일자리가 사라지고, 4차 산업혁명으로 인해 200만 개 일자리가 생겨날 것으로 내다봤다. 일본 경제산업성(2016)에서는 매장의 캐셔나 공장 생산라인 종업원 같은 직업은 인공지능이나 로봇으로 대체되기 때문에 저임금의 일부 업종을 제외하고는 모두 고용이 줄어들 것이라고 보고했다. 경제협력개발기구(OECD) 보고서(2016)에서도 OECD 21개국에서 9%의 일자리가 자동화될 수 있다고 전망했다. 글로벌 컨설팅 업체인 보스턴컨설팅그룹(BCG)도 오는 2025년까지 제조업 공장

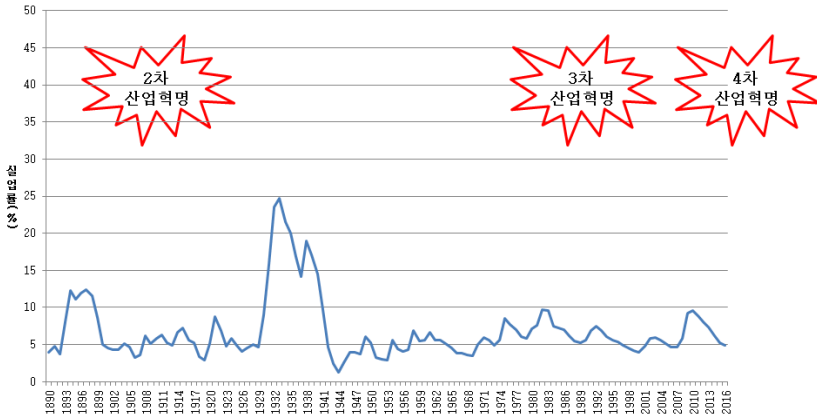
의 전체 작업 공정 가운데 25%가 오는 2025년까지 로봇으로 대체될 것으로 전망했다. 마지막으로 한국 디지털사회연구소 소장 강정수(2015)에 따르면, 디지털 전환에 따른 일자리 대체는 단순 노동보다 사무 노동에서 더욱 무서운 속도로 진행되고 있다고 한다. 즉 단순 노무직과 사무직 양쪽에서 일자리가 사라질 것이라는 전망이다.

이들의 주장을 뒷받침하는 사례들도 곳곳에 있다. 미국의 대형 유통업체 아마존이 이런 사례의 선두주자일 것이다. 아마존은 키바(KIVA)로봇을 활용해 인력을 줄이고 생산력을 높이고 있다. 아마존의 전 세계 물류창고에서 키바라는 이름의 로봇 4만 5,000여 대가 물품 보관·운반 업무를 사람 대신 수행하고 있는 것이다. 아마존은 이 로봇을 활용해 약 20%의 영업비용을 절감했다고 한다. 또한 아마존 고(Amazon Go)라는 신개념 무인 매장에서는 소비자가 아마존 앱을리케이션을 구동시키고 아마존 고 매장에 입장 후 원하는 물건을 들고 나오면 아마존 고객 계좌에 자동으로 금액이 청구되기 때문에 점포 내에 계산원이 필요 없다. 매장 내의 일하는 사람 수를 급격히 줄일 수 있는 셈이다.

위의 주장과는 반대로 4차 산업혁명이 일어난다 해도 경제 전체의 총 고용량은 유지될 것이라는 전망도 많다. 미국 오바마 대통령실(Executive Office of the President, 2016)에서는 향후 10~20년 동안에 9~47%의 일자리가 인공지능으로 인해 위협받게 되지만, 그만큼의 새로운 일자리가 생겨남으로써 실업률은 비슷하게 유지될 것이라고 예측했다. 이민화(2016)는 인류 역사상 기술혁신이 일자리를 줄인 증거는 없으며, 기술의 진보에 대항하는 일자리는 사라지고, 기술의 진보가 창출하는 신시장에서 새로운 일자리가 만들어짐으로써 일자리의 양은 유지될 것이라고 주장하고 있다. Chui, Manyika & Miremadi(2015)은 중단기적인 미래에는 직업 전체가 자동화될 직업은 거의 없고 직업 내의 일부 활동만 자동화될 것이라고 강조한다. Ford(2013)는 기술이 미래의 상당한 실업을 발생시키는 즉각적인 직업 파괴를 초래하지는 않는다는 것을 깨달아야 한다고 역설한다.

실제로 지난 세 차례의 산업혁명과 기술혁신이 일자리의 총 개수를 줄였다고 볼 수 없다. [그림 1-5]는 1890년부터 2016년 사이의 미국의 실업

[그림 1-5] 미국의 실업률(1890~2016)과 산업혁명



자료 : Christina Romer(1986).

률과 2, 3차 산업혁명이 일어난 시기를 함께 보여준다. 그림에서 보듯 실업률은 산업혁명과는 큰 관계없이 움직여왔다는 것을 알 수 있다. 오히려 실업률은 대공황 같은 경제적인 영향을 훨씬 많이 받는 것으로 나타난다. 또한 1, 2, 3차 혁명을 거치며 사라진 직업도 많지만 생겨난 직업도 많은 사실을 인지해야 한다. 1차 산업혁명으로 인해 농부나 수공업 장인들의 수가 줄어든 반면 제철 산업, 방직 산업, 광업 등의 분야에서는 엄청난 수의 일자리가 생겨났다. 2차 산업혁명에서도 방직산업 노동자, 광부 등 육체노동자, 1차 산업 관련 직종의 노동자 수가 크게 줄었으나, 중화학공업, 자동차산업, 화력발전 관련 직종, 전신/전화/라디오/TV 관련 직종, 도시 서비스업종 등에서 수많은 일자리가 창출됐다. 3차 산업에서도 마찬가지로 1차 산업의 직종 감소가 가속화되고 종이신문/출판 관련 직종과 육체노동자의 수가 적어졌지만, 반도체/컴퓨터 산업, 사무/금융 직종, 서비스업 직종, 온라인매체 관련 직종, 정보기술/소프트웨어 산업 관련 직종에서 끊임없이 새로운 직업이 생겨났다.

따라서 전체 경제에서의 고용량이 줄어든 것이라는 주장은 일부 분야에서 줄어든 고용만큼 다른 분야에서 고용량이 증가한다는 것을 고려하지 못한 것으로 판단된다. 고용량 감소 주장은 역사적으로 기술발전이나 산업혁명이 경제 전체의 실업을 늘리지 않았다는 사실 또한 고려하지 못했

다. 따라서 본 보고서에서는 4차 산업혁명이 고용량을 감소시킬 것이라는 주장은 설득력이 다소 부족하다는 전제를 두고 향후 논의를 전개한다.

나. 쟁점 2 : 생산방식의 변화

4차 산업혁명이 일자리 양의 증감에 미칠 영향보다 더욱 분명한 것은 4차 산업혁명이 생산방식의 변화를 초래한다는 사실이다. 미래의 생산 방식은 크게 다섯 가지 방향으로 바뀔 것으로 예측된다. 통합성의 증대, 자동생산의 가속화, 생산의 서비스화 및 모듈화 가치사슬 구조의 수평화, 생산의 민주화가 그것이다.

첫째, 사이버-물리 시스템(Cyber-physical systems : CPS)을 기반으로 통합성이 증대될 것이다. 사이버-물리 시스템이란 컴퓨터 조작의 디지털 영역과 물리적 영역 간의 상호 연결된 시스템을 관리하는 변형 가능한 (Transformative) 기술이다. 사이버-물리 시스템은 온라인과 오프라인의 통합을 가능하게 하는 기술로 생산 과정상의 통합성을 극대화할 것으로 예상된다. 사이버-물리 시스템의 활용은 생산과 소비, 기업과 기업, 공정과 공정 사이의 통합성도 증대시킬 것이다.

둘째, 로봇 및 인공지능의 통합적 활용으로 인해 생산 자동화에 가속이 붙을 것이다. 먼저 기계와 기계가 결합된다. 정밀한 센서를 장착한 기계들이 사이버-물리 시스템을 통해 서로 연결되면서 복잡한 공정이 전체적으로 자동화가 가능해지는 것이다. 참고로 2000년대 이후 로봇 단가는 연평균 10%씩 인하됐고, 로봇 시장은 2010년 97.2억 달러에서 2020년 229.8억 달러로 확대될 것으로 보인다. 다음으로 기계와 인간이 결합된다. 사이버-물리시스템이 사람과 상호작용하면서 기계가 사람의 부족한 육체적, 감각적, 인지적 능력을 보완하여 자동화 수준이 향상되는 것이다. 자동화 적응성(Adaptive automation)이라는 개념이 있는데 이는 생산현장을 관리하는 근로자의 판단에 의해 기계의 제조와 조립업무 배분을 유연하게 조정할 수 있게 되는 상황을 일컫는다. 이로 인해 자동화된 업무를 수행하는 기계와 이를 관리하는 근로자 간 협업의 중요성이 증대되기도 한다.

셋째, 맞춤형 대량생산(Mass Customization)으로 인해 생산이 서비스화 및 모듈화될 것이다. 사물인터넷으로 고객이 소비하는 상품이 네트워크에 연결되면서 제조기업은 고객의 소비 정보를 기반으로 각종 서비스를 제공할 수 있게 된다. 실제로 현재 GE는 판매하는 대형 발전 터빈에 다량의 센서를 부착하고, 여기서 발생하는 데이터를 관리해 터빈을 유지, 보수하는 서비스로 수익을 창출하고 있다. 상품 생산과정 또한 모듈화되어 소비자의 개별 수요를 충족하는 다종의 상품을 다양한 모듈을 조합함으로써 맞춤형 대량생산을 하게 된다. 생산라인도 마찬가지로 모듈화된다. 사이버-물리시스템을 활용한 시뮬레이션을 통해 생산라인도 모듈화하여 재편성하기 용이해지는 것이다.

넷째, 정보통신(IT)산업과 제조업의 융합으로 인해 가치사슬 구조가 수평적으로 변모할 것이다. 정보통신 산업과 제조업의 융합으로 인해 IT 산업과 제조업 사이의 구분이 모호해지고 있다. 4차 산업혁명의 생산과정은 기계공학적 과정인 동시에 디지털화된 정보처리 과정이기도 하기 때문이다. 따라서 기존의 제조업에 정보통신 기업의 진출이 빈번해지고 여러 산업 내의 단일산업 중심의 수직적 가치사슬이 이종 산업 간 수평적 가치사슬로 재편성될 가능성이 크다.

다섯째, 소규모 기업의 등장(Miniaturization)으로 인한 생산이 민주화될 것이다. 상품 제조는 더 이상 대규모 자본과 기술을 가진 대기업들의 전유물이 아니다. 기술 중심적 소규모의 기업도 상품의 제조와 유통이 가능해지므로 소규모 제조업체가 더 많이 등장할 것이다. 소규모 기업은 민첩성(Agility)을 바탕으로 급변하는 시장상황에 신속하게 적응하고 틈새 시장을 공략하는 전략을 활용하여 경쟁우위를 창출할 수 있다는 장점이 있다. 메이커 운동(Maker movement)을 통해 오픈소스 제조업 운동이 제조업의 문턱을 낮추어 일반 개인들이 제조 시장에 뛰어들고 있다. 3D 프린트, 로봇 장비 등이 소형으로 제작돼 일반 대중에 보급되고 오픈소스 시스템을 활용해 상품생산에 필요한 지식에 누구나 쉽게 접근할 수 있게 되어 소비자 위치에 있던 대중들이 스스로 상품을 생산하고 판매할 수 있게 된 것이다.

다. 쟁점 3 : 인사/노사에 미칠 영향

앞서 언급된 새로운 생산방식이 충분히 활용되기 위해서는 기업 내에는 그에 걸맞은 인사관리 시스템이 필요할 것이다. 따라서 생산방식의 변화가 기업의 인사관리방식의 변화로 이어질 것은 자명하다. 그리고 인사관리의 변화는 자연히 노사관계에 많은 영향을 미칠 것이다. 그러므로 4차 산업혁명이 노사관계에 미치는 미칠 여파를 파악하기 위해서는 먼저 4차 산업혁명으로 인해 인사관리가 어떻게 바뀔지에 대한 이해가 앞서야 한다. 본 보고서에서는 4차 산업혁명이 인사관리에 끼칠 영향을 크게 세 종류로 구분한다. 첫째는 거시적인 관점으로 조직문화와 구조, 그리고 리더십을 다룬다. 둘째는 인사관리 일반에 관한 내용을 폭넓게 다룰 것이다. 마지막으로는 미시적 관점으로 인사관리의 각 세부기능(채용, 배치/이동, 평가/보상, 교육/훈련, 유지/이직)을 논의의 대상으로 삼을 것이다.

1) 조직문화와 구조, 그리고 리더십

4차 산업혁명은 조직문화와 구조가 새로운 환경에 맞게 새롭게 구축될 것을 요구한다. 4차 산업혁명이 가져올 것으로 예상되는 일하는 방식의 변화 중 기업이 우선적으로 대응할 수 있는 변화는 창의적인 조직문화의 조성 and 인적자원의 개발이다(김선우, 2016). 4차 산업혁명은 기업 조직으로 하여금 자율성과 다양성을 요구한다. 따라서 조직 구성원도 더욱 독립적이고 자율적인 주체로서 자신의 역할을 수행할 수 있어야 할 것이다. 독립적인 역할 수행은 타율적인 명령과 통제에 유리한 피라미드형 수직 구조에서는 매우 어렵다. 즉, 조직 구조는 네트워크형 수평구조 속에서 개인들이 자신의 재능을 맘껏 발휘할 수 있는 환경으로 바뀔 것이다. 세계경제포럼(World Economic Forum, 2016)에서도 유연한 업무환경 조성을 성공적인 4차 산업혁명을 위한 시급한 과제로 꼽고 있음은 물론이다. 또한 기업 문화에 있어서는 단기 성과주의가 아니라 시행착오를 용인하는 장기적 시야를 장려하는 문화가 요구될 것이다.

4차 산업혁명을 성공적으로 이끌기 위해 리더는 수평적이고 기술에 대한 이해가 깊어야 할 것이다. 4차 산업혁명에서의 리더십이란 리더가 노

동자들을 자신의 뜻에 복종하게 하는 것이 아니라, 가장 합리적인 솔루션을 구성원들과 함께 찾아내어 합의를 이끌어내는 행위라 할 수 있다(최동석, 2016). 또한 4차 산업혁명이라는 새로운 현상에 대응하기 위해선 집단지성이 적극 활용될 것이다. 리더 한 명의 독단적인 결정은 잘못되기 쉽기 때문에 4차 산업혁명 시대의 리더는 수평적인 리더십을 통해 집단지성을 이끌어내야 하는 것이다. 기업의 리더들은 스스로 얼리 어답터(Early adopter)나 혁신가가 됨으로써 변화에 대응해야 성공할 수 있을 것이다. 리더로서의 첫 단계는 그들 스스로의 기술지식에 투자하는 것이며, 리더들은 기술이 무엇을 할 수 있는지, 그리고 전략적 목표에 어떻게 대처할 것인지를 먼저 알아야 할 것이다.

2) 일반 인사관리

변화된 생산방식은 조직과 인사관리 전반에 걸쳐서 지대한 영향을 미칠 것이다. 급변하는 환경에 적응하고 살아남기 위해 조직은 더욱 기민한 조직(Agile Organization)으로 변모해야 한다. 4차 산업혁명의 대변혁적 흐름을 혁신 기반화할 수 있는 인재경영 전략이 중요해지므로 핵심인재를 관리(Talent Management)하는 역량을 키워야 할 것이다. 디지털 업무, 플랫폼 기반 업무 등의 새로운 업무 형태의 활용이 증가할 예정이므로 이에 대한 적절한 대비도 필요할 것이다. 기업 간, 산업 간, 산학 간의 연결성이 증대되므로 상호 소통하고 협력하는 능력이 중요시되며, 글로벌 비즈니스에 걸맞은 기술과 인재를 개발하는 능력을 신장시키고, 개방형 사업 모델과 더욱 유연해질 고용에 적응해야 할 것이다.

기업들은 일(Work)의 근본적인 패러다임이 4차 산업혁명에 의해 전환된다는 사실을 인지해야 할 것이다. 패러다임의 전환으로 인해 물리적, 디지털, 바이오 기술 등이 전례 없이 결합 혹은 융합되면서 나타나는 현상에 대응하고 새로운 혁신을 촉진시키기 위한 창의력이 요구되는 업무가 증가할 것이다. 모든 업무에서 관련 정보의 수집, 분석, 저장과 같은 정보처리와 관련 연산, 그리고 데이터 해석 등의 업무 지능화 및 자동화에 관련된 업무 등이 확대될 것으로 예상된다. 이러한 업무방식은 온디맨드(On-demand) 경제가 확산되고 관련 기술과 플랫폼이 구축됨에 따라

더욱 확대될 전망이다(김선우, 2016). 따라서 기업은 성숙된 전통적인 업(業)의 개념에서 벗어나 스타트업의 혁신성으로 돌아가야 할 것이다. 현재 공급하고 있는 제품 및 서비스의 70%는 가까운 미래시장에서 존재하지 않을 가능성이 매우 크기 때문이다. 가까운 미래에 직업 내 많은 활동이 자동화될 가능성이 크다. 이를 위해 전체 비즈니스 프로세스가 전환돼야 하고, 사람과 기계가 할 일이 적절히 배분돼야 할 것이다.

3) 인사관리 세부 기능

먼저 채용과 관련해 인재경영의 중요성이 더욱 증대됨에 따라 전문능력을 겸비한 글로벌 핵심인재를 안정적으로 확보할 수 있어야 할 것이다. 생산의 자동화로 인해 엔지니어가 보유한 높은 수준의 기술적 능력에 대한 수요가 일선 조립라인에서까지도 증가할 것으로 예상된다. 정보통신 산업과 제조업의 융합 및 가치사슬 구조의 수평화로 인해 제조업에서도 IT 인력에 대한 수요가 크게 늘어날 것으로 예측된다. 또한 생산의 서비스화로 상품 생산부터 상품 폐기까지 상품의 전체 생애주기(Life cycle)를 관리할 수 있는 고객관리 서비스 인력에 대한 수요가 증가할 것으로 보인다.

또한 4차 산업혁명 시대의 채용은 창의성과 학습능력 중심의 채용이 되어야 할 것이다. 생산 자동화로 인해 기계전자시스템 관리와 개발에 요구되는 창의력, 비판적 사고, 타인과의 협업 능력, 문제 해결력, 자동화를 다루는 능력 등이 중요해질 것이다, 고객맞춤형 대량생산을 위한 생산의 모듈화는 상품 및 생산라인의 잦은 변화를 초래할 것이고, 이에 따라서 환경 변화에 빨리 적응할 수 있는 적응력 및 학습능력이 중요한 채용기준이 될 것이다. 사이버 보안 능력의 중요성도 커질 것이다. 자동화는 데이터의 수집과 확산을 촉진하기 때문에 안전 위험도를 줄일 수 있는 능력이 중요해질 것이다. 빠르게 발전하는 기술을 지속적으로 익히기 위해서는 자율적인 평생학습이 중요해지면서 스스로 학습이 가능한 직원의 채용을 늘려야 할 것이다. 조직 전반의 자동화를 충분히 활용하기 위해서는 일선 현장에서도 높은 수준의 지식이 요구될 것이다.

경력직/개방형 채용 증가도 충분히 예상할 수 있는 부분이다. 로봇 제

어 기술이나 인공지능, 사물인터넷 등의 기술 등은 기업 특수적인 기술(Firm-specific skills)이기보다는 산업 보편성이 강조되는 시장 지향적인 기술(General skills)이다. 이로 인해 기업 간의 인력 이동이 더욱 빈번해질 것으로 전망된다. 또한 프로젝트 기반의 업무 형태가 확산되면서 단기 계약직 채용도 활발해질 것으로 보인다.

배치 및 이동과 관련해서는 전환배치 필요성의 증가될 것이다. 생산의 자동화가 진척되면서 단순 반복적 업무를 수행하는 인력의 필요성은 축소될 것이다. 이에 따라 기존의 유희인력은 다른 직무로 전환배치 해야 할 필요성이 증가할 것이다. 따라서 적재적소에 배치 및 이동시키는 능력의 중요성 역시 증대될 것이다. 소수의 핵심 인력이 대규모의 생산시스템을 관리하게 되기 때문에 핵심 인력을 효율적으로 성과를 낼 수 있도록 적재적소에 배치해야 할 것이다. 결과적으로 조직과 업무가 점차 자동화됨에 따라 자동화되는 조직을 이끌고, 관리하고, 스태핑(Staffing)을 할 수 있는 능력 자체가 기업의 중요한 차별화 전략이 될 것이다.

평가보상제도와 관련해서는 앞으로는 보다 개별화되고 정교한 평가 및 보상제도가 요구된다. 자동화를 위한 복잡한 기술 시스템의 유지를 위해서는 엔지니어 및 IT 인력의 분석력, 문제 해결력, 학습능력 등과 같은 종합적 사고력이 요구된다. 이 중 정량적으로 평가하기 힘든 영역에서는 정성적인 평가가 확대될 것으로 예상된다. 또한 4차 산업혁명이 불러일으키는 새로운 기술과 능력에 대한 평가는 평가를 위한 축적된 데이터가 없기 때문에 상대평가보다는 절대평가의 비중이 증대될 것이다. 협업성이 향상된 자동화 시스템 속에서는 인력 간의 협업이 생산성 향상을 위해 중요하기 때문에 동료 간 상호 평가도 증가할 것으로 예상된다.

개별 평가제도의 확산으로 개별적 보상제도 또한 더욱 광범위해질 것이다. 생산의 디지털화로 인해 생산직 근로자의 작업과정 및 작업결과가 실시간으로 전산화되는 것이 가능하고, 이에 따라 개별 성과 측정이 보다 용이해지기 때문에 개별적 성과급제가 더욱 확산될 것이다. 경력직 채용이 활발해지면 IT, 엔지니어링, 서비스 영역의 전문인력을 기업 내부에 효과적으로 보유하는 것이 중요해질 것이다. 이를 위해서는 개인의 요구에 세밀하게 부응할 수 있는 개별적 성과보상 시스템이 보다 널리 보급될

것이다. 복리제도에 있어서도 개인 맞춤형 유연복리제도가 더욱 활성화 될 것으로 보인다.

교육 및 훈련과 관련해서 기업들은 인재개발을 성장에 있어 가장 중요한 요소로 여기고 평생학습을 장려하고 학습조직을 구축하기 위한 노력을 할 것으로 보인다. IT와 제조업의 융합으로 인한 빠른 시장 변화에 신속히 쫓아가기 위해서는 다양한 산업에 대한 포괄적인 지식이 요구될 것이다. 이러한 포괄적인 지식이 효과적으로 학습되기 위해서는 근로자들의 자율성에 근거한 평생교육시스템이 뒷받침되어야 할 것이다. 고객맞춤형 대량생산(Mass customization)으로 인한 생산의 모듈화는 생산라인 및 활용 소프트웨어의 주기적인 변화를 초래하고, 이러한 변화에 적응하기 위해 근로자의 자율적, 능동적, 지속적인 학습이 요구된다. 따라서 근로자들의 자율학습 및 평생교육에 인센티브를 제공하는 교육훈련정책이 추구될 것이다.

저숙련 근로자들은 고숙련 근로자들보다 높은 자동화 가능성에 맞닥뜨리고 있다. 따라서 저숙련 근로자들은 스스로가 새로운 기술을 배우지 않으면 해고에 직면하게 될 것이다. 기업은 핵심 능력을 개발하기 위해 지역사회, 정부, 공/사교육기관 등과의 광범위한 협력을 강화할 것이고 장기적으로 기초/평생 교육시스템을 기업의 재교육을 통해 보완하려 할 것이다. 정부는 노동자들에 대한 직업교육을 강화시켜서 양질의 교육을 제공하고, 인공지능과 자동화에 따른 실직이 발생했을 때 근로자들이 다른 직업을 찾도록 재교육 기회를 제공할 것이다. 근로자들은 개인의 직업적 능력을 끊임없이 개발하려 할 것이다. 그들은 고용주와 관련 능력 개발과 기술훈련 기회를 포함하는 계약을 하길 원할 것이다.

이직 및 유지 관리의 중요성도 커질 전망이다. 산업 간 융합에 따라 개방형 채용이 증가하고 개별 근로자의 협상력이 증가하면서 IT 인력, 엔지니어들의 이직이 잦아질 것으로 예측된다. 격해지는 시장 경쟁 속에서 핵심 인재를 영입하려는 글로벌 인재 전쟁이 더욱 가속화될 것이고 이 역시 핵심 역량을 가진 직원들의 잦은 이직을 초래할 수 있다. 이에 따라 기업의 핵심인재를 유지하기 위한 능력이 경쟁력 강화에 더욱 중요한 요소가 될 전망이므로 기업들은 유지 관리(Retention management)에 더욱 신경

을 많이 쓸 것이다. 또한 핵심 인재를 기업 내에 유지시키기 위해 더욱 정교한 경력개발제도, 개별 보상제도, 개인맞춤형 유연복지제도, 유연근무제도 등이 적극적으로 도입될 것이다.

4) 노사관계의 변화

장기적으로 4차 산업혁명이 노사관계에 어떤 영향을 미칠지 판단하기는 어렵다. 하지만 단기적으로 4차 산업혁명은 노사관계에 부정적인 영향을 미칠 것이라 예상된다. 4차 산업혁명으로 인해 일자리가 줄어드는 부분이 분명 발생하고 4차 산업혁명으로 인해 인사관리방식이 크게 변화할 것이다. 그러한 부분에서 변화에 대한 노동자들의 저항이 예상된다. 4차 산업혁명은 줄어드는 일자리 영역뿐만 아니라 증가하는 일자리의 영역에서도 노사갈등을 불러일으킬 것으로 예상된다. 일자리가 줄어드는 영역에서는 줄어드는 일자리를 둘러싸고 고용을 보장받기 위한 파업 등의 갈등양상을 보일 것이다. 심지어는 1차 산업혁명 시기의 기계파괴운동과 같은 극단적인 노사갈등이 증가할 가능성도 배제할 수 없다. 새롭게 생겨나는 일자리에서의 갈등은 보다 기술 친화적이고 메이커 운동과 플랫폼 기반 산업에서와 같이 소규모/개별적 사업장에서 일어날 가능성이 크다. 이러한 영역에서는 근로자대표 기제가 부재하여 근로자들의 고충처리가 어려울 것이므로 결국은 눈에 보이지 않는 갈등(Masked strike & silent strike)이 증가할 것으로 보인다.

정책적으로 정부는 변화된 인사관리방식으로 인한 노사갈등, 그리고 일자리가 줄어드는 부분에서의 노사갈등에 대비해야 할 것이다. 일자리가 증가하는 영역에서는 보이지 않는 노사갈등이 증가할 것으로 예상되므로 이에 따른 적절한 대책도 요구된다. 4차 산업혁명의 선두를 달리고 있는 선진국에서 어떻게 4차 산업혁명을 노사정 주체가 대응하고 있는지 살펴봄으로써 우리나라의 현실에 맞는 대응책을 모색해보고자 한다.

제 2 장

4차 산업혁명에 대한 주요국 노사정의 대응현황

본 장에서는 4차 산업혁명을 선도하려는 국가들에서 정부, 기업계, 그리고 노동계가 4차 산업혁명에 어떻게 대응하는지를 알아본다.

1. 미 국

미국에서는 글로벌 IT 기업들이 주도적으로 4차 산업혁명을 이끌고 있다. 이러한 기업들은 신기술들을 세계에서 가장 먼저 개발하며 기술 변화를 선도하고 있다. 오바마 정부가 했던 산업지원은 기업들이 새로운 변화를 할 수 있는 촉매제 역할을 했다. 2011년에는 첨단제조파트너십(Advanced Manufacturing Partnership: AMP)이라는 프로그램을 통해 첨단 제조업 발전을 촉진했다. 2013년에는 Smart America Challenge를 통해서 교통, 의료, 스마트시티 등 사회 각 분야의 4차 산업혁명 대응을 유도했다. 최근에는 뇌과학과 인공지능에 대한 연구개발을 촉진하고 있다.

가. 미국 정부의 대응

1) 개 관

미국 정부는 제조혁신을 통해 제조업 중심의 산업구조로 개편을 시도하고 있다. 기존 서비스 중심 산업구조로부터 양질의 일자리 창출과 고부가가치 창출이 가능한 제조업 중심의 산업구조로 전환 중인 것이다. 2008년 금융위기 이후 미국 정부는 서비스 위주의 산업구조로는 소득양극화, 실업 등의 미국 경제가 직면한 문제를 해결하는 데 한계가 있다는 것을 깨달았다. 서비스 산업 중심인 미국과는 다르게, GDP 대비 제조업 비중이 높은 독일, 일본 등은 성공적으로 금융위기를 극복했다. 이러한 배경하에 미국에서는 제조업에 대한 인식이 제고됐고, 미국 정부는 제조업을 사물인터넷, 소프트웨어, 신소재기술, 생명 공학기술 등과 결합된 고부가가치 창출이 가능한 산업으로 평가하기 시작했다,

이에 따라 미국 정부는 제조혁신을 통한 미국의 제조역량(Manufacturing Capabilities) 향상에 집중하고 있다. 제조 역량 제고는 제조업으로부터 창출되는 부가가치를 끌어올림으로써 자국 제조업의 경쟁력을 높이는 보다 근본적인 전략이다. 미국 정부는 이를 위해 제조혁신 기반의 구축과 제조혁신 생태계 조성을 통해 다양한 경제주체들에게 자발적인 혁신 동기를 부여하고 관련 인프라를 제공한다. 제조혁신 기반은 첨단제조파트너십 프로그램인 첨단제조파트너십과 첨단제조파트너십 2.0을 통해 구축되고 있으며, 제조혁신 생태계는 국가 제조혁신네트워크(National Network for Manufacturing Innovation : NNMI)와 제조혁신 연구소(MIIs)를 통해 조성되고 있다.

미국 정부는 미래 사회의 변화를 반영한 새로운 혁신 기술을 개발하도록 장려하고 있으며, 경제, 사회, 문화 등 미국의 미래 성장을 좌우할 것으로 판단되는 혁신기술에 대한 주도권을 확보하기 위해 노력하고 있다. 예를 들어, 사이버-물리시스템, 인공지능, 빅데이터 등 미래 혁신기술에 대한 R&D 투자에 집중하고 있으며, 이 기술들은 4차 산업혁명을 이끄는 기반기술로 분류되고 있다.

2) 제조혁신 기반의 구축

첨단제조파트너십은 미국에서의 혁신적 투자 유치와 함께 첨단제조 경쟁력 제고를 위해 2011년에 발족됐다. 2011년 6월에 PCAST(President's Council of Advisors Science and Technology)가 첨단제조기술의 필요성에 대한 보고서 발표했고, 이에 오바마 정부는 'Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing' 보고서를 기반으로 첨단제조파트너십 프로그램을 추진했다.

첨단제조파트너십은 첨단제조업에 대한 의미를 규정하고 국가 수준의 민관협의를 통해 다양한 민간 경제주체들의 참여를 유도한다. 여기서 첨단제조업이란 정보, 소프트웨어, 네트워킹 등의 기술에 기초하여 물리, 나노 화학, 생명공학 등을 통해 새로운 물질을 만들고 활용도를 높이는 일련의 활동을 말한다. 특히, 산학연 협력 R&D, 경쟁 전 단계에서의 협력, 제조설비와 인프라의 공유 등을 첨단제조파트너십의 목표로 하고 미국 제조업을 첨단제조업으로 변화시킬 수 있는 기회를 찾는 중이다.

미국 정부는 첨단제조파트너십의 업그레이드를 통해 혁신기반의 강화하고 있다. 이를 위해 제조업 혁신 인력 확보, 비즈니스 활성화를 위한 환경 개선 등 3대 주요 방안을 제시하고, 국가제조혁신네트워크를 구축하여 첨단제조분야의 기반기술에 우선 분위기를 부여할 수 있도록 했다. 2015년을 기준으로 국제제조혁신네트워크에는 지역별/기술별로 특화된 총 9개 연구기관이 참여하고 있으며, 향후 10년 동안 45개까지 참여기관 수를 확대할 계획이다. 또한 미국 정부는 학생들이 교육 과정에서 다양한 경력을 축적하고 복수전공을 할 수 있는 기회를 제공하여 첨단제조업 관련 인재의 공급을 확대하고 있다. 그리고 중소기업 규모의 제조업체를 위한 기술, 시장, 공급망 관련 정보 흐름의 개선과 자본 접근성 향상을 위한 방안을 모색하고 있다.

첨단제조파트너십과 첨단제조파트너십 2.0은 첨단제조 기술관련 R&D 중시 정책으로 평가되며, 첨단제조파트너십 2.0을 통해 세부정책 방향까지 제시됐다. 미국 정부는 제조 혁신의 추진과 함께 미래 제조공정과 제품시장을 선도할 것으로 예상되는 미래형 기술 중심의 11개 주요 횡단형 기술을 선정했다. 이에는 나노제조기술, 바이오 정보기술, 산업용 로봇기

술 등과 같이 융복합을 통해 다양한 제조업종에 공통으로 적용될 것으로 전망되는 기술들이 해당된다.

3) 혁신 생태계 조성

미국에서는 정부의 주도 아래 혁신 생태계가 조성되어 지속적인 제조 혁신 기반이 마련되고 있다. 미국 정부는 국가제조혁신네트워크를 구축하여 미국 R&D 활동을 제조업 혁신제품 개발로 연결시키는 프로그램을 적극 추진했다. 나아가 첨단제조파트너십 2.0을 통해 이를 구체화하였다. R&D 기술개발과 제조공정의 수준을 기술성숙도와 제조성숙도로 평가하여 4~7단계에 해당하는 분야를 대상으로 시행 중이다. 민간기업, 주요 대학, 정부기관 등이 새로운 유망 기술 분야 등에 대한 공동투자를 진행할 수 있도록 유인책 및 정책적 지원도 하고 있다.

국가제조혁신네트워크에 첨단 제조기술 분야의 지역별 제조혁신연구소(Manufacturing Innovation Institutes)가 연결된다. 제조혁신연구소는 응용연구를 통한 기술개발, 시제품 개발, 제조 소프트웨어 개발, 교육 및 인력 개발 관련 업무를 맡고 있다. 즉 응용연구와 제품개발 사이의 간극을 메우는 역할을 하며 지역 제조업 혁신의 허브 역할을 하는 것이다. 동시에 참여 기관 간 네트워킹, 공동투자 등을 통해 미국 내 투자와 생산을 일으키는 유망 기술 분야에 대한 공동투자를 촉진하는 역할을 수행한다. 제조혁신연구소는 3D프린팅, 경량소재, 차세대 전력, 디지털디자인 및 제조, 복합소재 등 첨단 제조기술 분야 또한 담당한다. 현재 전국적으로 15개의 제조혁신연구소 개설이 진행 중이다. 특히 참여기업에 대한 실질적 도움이 될 수 있도록 최첨단 설비와 장비의 활용, 제조 전 과정에 대한 근로자의 재교육 및 훈련 기회를 제공하고 있다.

미국 정부는 국가제조혁신네트워크 프로그램을 통한 첨단 제조업의 경쟁력 제고는 물론, 지역별 기업의 활성화를 통한 지역경제 활성화 및 일자리 창출 효과를 추구하고 있다. 단발성 프로그램에 그치는 것이 아니라 지속적이고 장기적으로 추진되는 과정에서 국가 경제에 긍정적인 정책 효과를 내려는 것이다.

4) 4차 산업혁명으로의 연계

미국 정부는 인공지능을 개발하고 선점하기 위해 백악관을 중심으로 범정부 차원의 대규모 정책을 시행 중이다. 2013년 3월 인간두뇌 중심의 인공지능 연구개발을 위한 정책을 수립하며 원천기술을 확보했고, 신경과학 기술을 통해 두뇌의 뉴런활동에 관한 지도 작성을 목표로 출범했으며 산학연의 다양한 주체가 공동으로 참여 중이다. 미국 국립보건원(NIH), 방위고등연구계획국(DARPA), 국립과학재단(NSF) 등이 참여 중이다. 향후 10년 동안 산학연 협력을 통해 30억 달러 규모의 인공지능 개발을 추진할 계획이다.(백악관 과학기술 정책국이(Office of S&T Policy) 특히 기초연구에 집중하면서 다양한 기업의 참여를 유도함으로써 R&D와 산업 간 연계를 촉진하여 연구개발성과가 빠르게 상용화될 수 있도록 전략적으로 접근하고 있다.

인공지능 100년 연구(AI 100)프로젝트는 스탠포드 대학 중심의 AI에 대한 장기연구 프로젝트로서 인공지능의 발전이 가져올 다양한 영향에 대한 연구를 수행하기 위해 2014년에 수립됐다. 인공지능 관련 산업계, 학계, 연구기관, 법, 정치, 경제 분야 전문가 17인으로 구성된 그룹을 조직하고, 인공지능의 영향력과 연구동향, 2030년까지 미국 내 주요도시에 미칠 8대 분야별 사회적 영향 및 정책방향을 제시했다. 이는 Stone et al.(2016)의 「인공지능과 2030년의 삶(Artificial Intelligence and Life in 2030」 보고서의 발표 내용이며, 향후 100년 이상 지속될 인공지능 연구의 시작을 의미한다.

미국 정부는 또한 국가 인공지능 연구개발 전략을 계획하고 인공지능의 미래를 준비하는 중이다. 미국 정부는 2016년에 인공지능의 중요성과 미국 정부가 담당해야 할 업무를 중심으로 정책적 권고를 제시했다. 인공지능에 대한 연구개발의 중요성에 주목하고 국가적 연구개발 투자가 이루어질 수 있도록 인공지능 연구개발에 우선순위를 높게 설정하고 전략적 투자를 수행해야 함을 강조한 것이다. 그들은 인공지능을 인간의 삶, 교육, 노동, 의사소통, 안전 등에 획기적 변화를 야기하고 사회/경제적 혜택을 창출할 수 있는 혁신기술이라고 평가했다. 다가올 인공지능의 미래를 준비하기 위해 민간과 협력, 공공데이터 개방, 인공지능연구개발 및 전문인력의 양성, 초중등학교 및 대학의 인공지능 교육, 인공지능의 고용

영향, 인공지능관련 국제협력 등의 방안을 제시하기도 했다.

미국에는 SyNAPSE 프로젝트라는 민관합동 프로젝트도 존재한다. SyNAPSE 프로젝트는 인공지능 반도체 개발을 위해 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)의 지원으로 시작됐다. 현재 인공지능 하드웨어 분야의 차세대 두뇌형 반도체인 뉴로모픽(Neuromorphic) 칩 개발을 진행하고 있다. 뉴로모픽이란 방대한 데이터처리에 소모되는 전력을 인간 두뇌 수준으로 줄이기 위해 뉴런신경계를 반도체 회로기술로 구현하는 컴퓨터기술이다. 뉴로모픽 칩은 자율주행자동차, 공공치안, 군수산업 등의 분야에 핵심부품으로 활용될 계획이다. 2014년에 이미 100만개의 뉴런 및 2억 5,600만 개의 시냅스가 작동하는 뉴로모픽 컴퓨팅칩(Neuromorphic Computing Chip)이 IBM에 의해 개발되기도 했다.

Smart America Challenge(SAC) 2기는 PIF(Presidential Innovation Fellows) 프로그램 가운데 하나로 제시된 연구프로젝트로서 사물인터넷과 관련된 사이버-물리시스템 중심의 디지털 혁신 전략을 말한다. SAC는 4차 산업혁명의 대표적 기반기술에 해당하는 사이버-물리시스템 관련 프로그램으로 새로운 가치와 일자리 창출 등 생활 밀착형 융합 CPS 프로그램으로 미국의 디지털 혁신전략으로 평가된다. 사이버-물리시스템의 활용이 산업계에 국한되는 것이 아니라 전 국가 차원으로 확대될 것으로 예상됨에 따라 SAC가 출범됐다.

SAC는 기존의 학술적/이론적 단계에 그치던 CPS R&D 전략이 실질적인 국가 경제적 이익의 창출을 위한 개방형 CPS R&D로 전환되었음을 의미한다. SAC는 각 분야별로 구축되어 있는 개별 사이버-물리시스템의 통합을 통해 사이버-물리시스템 테스트베드와 데이터센터를 연계하는 통합 사이버-물리시스템의 구축을 목표로 한다. 7개의 핵심 응용분야에서 이루어지고 있는 사이버-물리시스템 연구개발 결과를 사이버-물리시스템 테스트베드를 통해 통합하며, 핵심 응용분야로 생산공정, 교통, 전력, 헬스케어, 홈/빌딩, 국방, 재해 대응 등 7개 분야를 제시한다. 통합 CPS 테스트베드를 기반으로 일상생활과 국가에 미치는 경제적 이득을 측정, 검증, 제시하는 것을 추진하고 있다. 개별 사이버-물리시스템 테스트베드가 통합 사이버-물리시스템 테스트베드와 연결되고 필요 데이터를 공유하고

상호 연동돼 운용된다. 현재 SAC 프로그램에는 정부기관 포함 약 100여 개의 단체가 참여하고 있으며 통합 CPS 테스트베드의 구축을 위해 20개 이상의 CPS 관련 프로그램에 대한 검토가 진행 중이다.

2014년에는 2기 SAC에 해당하는 Global City Teams Challenge(GCTC)가 개시됐다. 보다 효율적인 도시자원 관리를 위한 첨단 엔지니어링과 IT의 적용을 통해 거주민의 건강, 안전, 교육 및 교통 문제의 해결을 목표로 한다. 도시문제의 해결을 위한 기존의 접근은 개별 도시 및 지역별 프로젝트였으나 GCTC는 기준과 수단 등에 대한 인식과 공유를 전 세계의 도시들과 문제해결을 위한 기술혁신과 협업을 유도하는 것이 가능케 됐다. GCTC의 일환으로 교통문제에 대한 워크숍이 개최되었고 스마트시티 관련 경향, 금융, 네트워크개발, 물류, 규제 등에 대해 논의됐다.

미국 정부는 빅데이터 분야에 적극적으로 연구개발에 투자하여 핵심기술 확보에 박차를 가하고 있다. 대통령 과학기술자문위원회는 디지털 미래전략 「Designing a Digital Future」를 통해 빅데이터 관련 기술투자의 필요성은 반드시 제기되어야 하며, 연방정부 및 각 기구에서 추진 중인 빅데이터 전략이 빅데이터의 지식화로 전환되어야 함을 주장했다. 또 기술개발에 주력할 것을 강조하며 Big Data Senior Steering Group(Big Data SSG)이 구성되어 연방정부 차원에서 수행해야 할 빅데이터 관련 연구개발 활동을 규정하기도 했다. 특히 Big Data SSG는 빅데이터와 관련해 기관 간 협력을 도모하고 국가주도 전략의 목표를 제시하는 것이 목적이다. 2012년 3월에는 White House Big Data R&D Initiative가 시작되었으며 이후 본격적으로 Big Data SSG의 활동은 더욱 활발히 진행됐다.

2016년 5월에는 「The Federal Big Data Research and Development Strategic Plan」 보고서 발표를 통해 7가지의 전략을 제시했다. Big Data R&D에 대한 핵심전략의 틀을 제시함으로써 Data Science 및 혁신에서의 국가 경쟁력 제고와 향후 데이터 집약적 도전 과제에 대한 대비를 목표로 한 것이다. 다음의 7가지 전략은 각각 Big Data Research and Development와 관련하여 핵심적 영역을 대표한다.

<참고> 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).

나. 미국 기업계의 대응

1) 기업 간 협업을 통한 4차 산업혁명 대응

미국의 4차 산업혁명의 추진의 핵심은 민간에 의해 주도되고 있는 산업인터넷 컨소시엄(Industrial Internet Consortium: IIC)이라고 할 수 있다. 산업인터넷 컨소시엄은 제너럴 일렉트릭(GE)가 주축이 되어 AT&T, Cisco, Intel, IBM 등 5개 사에 의해 2015년에 구축됐으며 현재 160개 이상의 조직이 참여하고 있다. 산업 인터넷이란 지능적 기업 운영을 가능케 하며 급변하는 비즈니스 환경에 대비하기 위한 첨단 데이터 분석학을 활용하는 사물인터넷, 기계류, 컴퓨터, 사람을 통칭하는 용어로 사용된다. 산업인터넷 전략은 산업 분야의 사물인터넷의 접목을 통해 제품진단, 소

소프트웨어 솔루션 결합 등을 통해 기존 생산설비나 운영체계의 최적화 실현을 목표로 설정됐다.

미국에는 산업인터넷 컨소시엄 외에도 4차 산업혁명과 제조혁신의 성공적 수행을 위한 다양한 기업 연합이 존재하며 미국 정부의 적극적 지원이 병행되고 있다. 먼저 AllSeen Alliance는 2013년 설립되었으며 마이크로소프트, 퀄컴, 실리콘이미지, LG전자 등 현재 159개 사가 참여 중이다. AllSeen Alliance는 사물인터넷에 대한 정보 공유와 함께 지능적 정보 운영을 실현하기 위해 전 업계를 아우르는 공동 시책을 추진하고 있다. 다음으로, Open Interconnect Consortium은 표준통신 프레임워크를 정의하여 다양한 산업분야에 대한 광범위한 응용을 가능케 하기 위한 조직으로 약 250억 개의 차세대 스마트 디바이스의 접속을 추진하고 있다. 사물인터넷 기기의 상호 운용성 촉진을 위한 표준화 규격의 정의 및 표준규격의 오픈소스 탑재를 제공하고 있다. 이는 2014년 설립되었으며 시스코, GE, 인텔, 미디어텍, 삼성 등 79개 사가 참여하고 있다, 마지막으로 Thread는 홈 오토메이션용 네트워크 프로토콜의 설계 및 개발을 통해 가정 내에서의 주변기기의 상호 운용과 보안을 제고를 목적으로 설립됐다.

2) 개별 기업의 4차 산업혁명 대응

가) 제너럴 일렉트릭(GE)

GE는 토머스 에디슨(Thomas Edison)이 1878년 세운 조명회사가 모태이며 지금도 세계 항공기 엔진 시장의 60%를 장악한 첨단 제조기업이다. 139년 전통을 가진 전통 제조기업인 GE가 현재 미국 실리콘밸리에서 가장 주목받는 기업이 됐다. 제프리 이멜트(Jeff Immelt) GE 회장은 2015년 10월 연례 디지털 콘퍼런스 ‘마인드+머신’에서 “2020년까지 세계 10대 소프트웨어 기업이 되겠다”고 선언했다. 이후 곧바로 세계 정보기술(IT) 산업 중심지인 실리콘밸리 북부 샌라몬에 GE 디지털을 설립했다. GE 내의 모든 디지털 역량이 결집한 GE 디지털은 연간 5억 달러(약 5,700억 원) 이상을 소프트웨어 분야에 투자하고 있다. 2015년을 기준으로 소프트웨어 개발자만 1만 5,000명을 확보하고 있다. 이는 세계 최대 SNS 업체 페이스북(약 1만 2,000~1만 3,000명)보다 많은 수준이다. 세계 최대 IT 기

업 구글(약 2만 3,000명)과 비교해도 65% 정도에 달한다. 단순히 숫자만 많은 게 아니라 실리콘밸리 IT 기업들이 GE 디지털 인력을 빼가려 할 정도로 우수한 인력으로 평가된다.

GE에서는 아이디어가 떠오르면 즉석에서 자판기로 전자부품을 뽑아 조립하거나 3D 프린터로 시제품을 만들어 테스트가 가능하다. 과거에는 고객이 원하는 제품을 만들기 위해 수년에 걸쳐 제품을 개발했지만 지금은 한 달여 만에 신제품의 출시가 가능하다.

GE는 2016년에 세계 최초 산업인터넷 운영체제인 프레딕스(Predix)를 개발했다. 프레딕스는 PC 시대 마이크로소프트의 윈도우, 스마트폰 시대 구글의 안드로이드나 애플의 iOS에 비견될 만큼 4차 산업혁명 시대에 중요한 역할을 할 것으로 예상되는 소프트웨어다. GE는 항공기 엔진, 발전기 터빈 등에 센서를 부착하여 판매하고 있는데, 이를 통해 데이터를 수집해 실시간으로 고장 또는 오작동 여부를 파악한다. 판매된 GE 항공기 엔진의 60~70%는 고장이 발생하기 이전에 미리 원격 수리를 통해 처리됨으로써 유지보수 비용의 획기적 절감이 가능하다. 여기서 프레딕스가 핵심적 기능을 수행하는 소프트웨어다. 인텔, IBM, 오라클, 인포시스 등 200여 글로벌 IT 기업이 프레딕스 진영에 합류해 산업인터넷 컨소시엄을 구성했다. 현재 전 세계 1만 9천여 명의 개발자가 프레딕스 내에서 앱 개발을 진행하고 있으며 2016년 말까지 2만여 명 이상으로 증가할 것으로 예상된다.

GE의 스마트 공장인 ‘브릴리언트 팩토리(Brilliant Factory)’의 핵심 기술인 브릴리언트 제조도 산업인터넷과 맞닿아 있다. 브릴리언트 제조는 데이터를 수집, 연결, 분석해 통찰력을 제공해 제조사들이 비용과 위험을 절감하는 동시에 생산 목표를 맞출 수 있도록 지원하는 솔루션이다. 자동화, 산업인터넷, 3D 프린팅 등 하드웨어와 소프트웨어 기술이 통합된 디지털 첨단제조 시설의 비전이라 할 수 있다.

디지털 파운드리(Digital Foundry)는 신생 스타트업을 지원하며 고객과 함께 소프트웨어 솔루션 관련 협업을 진행하는 디지털 사업의 거점으로 기능한다. 학문적으로, 또는 타사의 소프트웨어 발전을 공동으로 모색하며 산업인터넷 생태계의 확장에 기여할 것으로 전망된다.

GE의 패스트웍스는 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 방식이다. GE의 새로운 성장 전략인 ‘간소화(Simplification)’의 실현을 위해 2013년 도입된 새로운 혁신 경영기법이며, NPI(New Product Introduction)의 속도를 획기적으로 줄이는 혁신적 경영기법이다. 패스트웍스의 핵심요소는 절차의 간소화와 고객과의 지속적인 소통을 한다. 제품개발 진행 과정에서 지속적으로 고객 피드백을 받고 이를 제품개발 및 모든 과정에 수시로 반영함으로써 고객 만족도와 성공 가능성을 동시에 제고하는 것이다. 전사적으로 400개 이상의 패스트웍스 프로젝트가 진행 중이다.

현재 GE 전체 매출의 절반가량이 서비스 부문을 통해 창출되고 있다. GE는 장기적으로 이 비중이 70~80%까지 높아질 것으로 전망하고 있다. 즉 발전소에 가스 터빈을 판매하는 것보다 가스 터빈의 유지보수를 통한 수익이 더 높다는 것을 의미한다. 그레그 페트로프(Greg Petroff) GE 디지털 최고경험책임자(CXO)는 “과거에는 물건만 팔았다면 지금은 소비자의 이용 패턴과 경험을 읽고 그에 맞는 서비스를 제공해야 한다”며 “경험과 솔루션을 팔지 못하는 제조업은 살아남기 힘들다”고 평가했다.

나) 마이크로소프트(MS)

MS에서는 사티아 나델라(Satya Nadella)가 최고경영자에 취임하면서 변혁이 일어났다. 그는 ‘대담한 야망과 우리의 핵심가치(Bold Ambition & Our Core)’라는 제목의 이메일을 통해 자신의 비전을 공유하면서 담대한 변화를 예고했다. 이메일에서 ‘모바일 퍼스트, 클라우드 퍼스트(Mobile first, Cloud first)’ 비전을 제시하며 동시에 MS의 핵심역량을 ‘플랫폼과 생산성을 제공하는 회사’로 규정했다. ‘MS가 ‘모바일 & 클라우드 시대’를 선도하기 위한 근본적인 혁신을 이끌어 내고, ‘플랫폼 기업’ ‘생산성 기업’으로 변화할 수 있도록 모든 기술과 솔루션을 재정의하는 작업에 돌입한 것이다. MS의 행보는 기대 이상의 실적으로 이어져 최근 5년간 MS 주가가 2배 이상 상승했다.

사티아 나델라는 “데이터는 미래의 전기(電氣)”라고 강조한다. 전기가 2차 산업혁명을 촉발했듯 방대한 데이터는 미래를 완전히 뒤바꿀 것이라고 전망했다. 그는 증기기관-전기-정보기술(IT)에 이어 ‘데이터’가 4차 산업혁명의 핵심 동력이 될 것으로 분석하고 데이터 부문에 대한 투자를 강화하고 있다. 그리고 바다 속에 데이터센터를 구축하는 ‘나틱(Natick) 프로젝트’를 추진 중이다. 세계 인구 절반이 바다로부터 200km 이내에 거주하고 있다는 점에 착안한 아이디어이다. 사용자와 가까운 바다 속에 데이터센터를 구축하면 빠르고 효율적인 데이터 관리가 가능하다. 수심 100m에서 조류를 이용한 냉각과 동력 확보가 가능할 정도로 시스템을 개발하는 게 목표라고 한다. 해저 데이터센터는 공간 제약이 없어 장비 증설 시에도 유리하다.

MS는 ‘데이터 시각화(Data visualization)’ 기술에도 투자를 집중하고 있다. 수십 년간 쌓인 지진 데이터, 사건/사고 데이터 등을 컴퓨터 화면에서 3차원 그래픽으로 한눈에 볼 수 있게 해주는 기술을 개발했다. 이를 통해 지진이나 태풍 등 자연재해의 시대별, 계절별, 지역별 특성을 파악하여 특정 지역, 특정 시점에서 지진 발생 가능성에 대한 예측이 가능할 것이다. 자동차 사고나 전염병 등도 데이터 시각화를 통해 분석이 가능하며 보험회사가 사고를 분석해 보험료를 산정할 때도 이러한 기술을 활용할 수 있을 것으로 전망된다.

MS는 데이터에 기반을 둔 실시간 자동 번역 서비스에도 투자하고 있다. 이미 50여 개 언어의 실시간 텍스트를 번역하는 서비스가 가능하며 영어, 스페인어, 중국어 등 8개 언어의 경우 실시간 음성 통역 서비스까지도 가능하다고 한다.

MS는 가상현실(VR)과 증강현실(AR)을 결합한 이른바 ‘융합현실(MR-mixed reality)’ 기술을 주도하고 있다. 헤드셋 형태의 ‘홀로렌즈’ 기기를 통해 콘텐츠를 확대한다. 여러 글로벌 기업들은 제품개발, 마케팅, 정비실습, 비행훈련 등 다양한 분야에서 홀로렌즈를 활용하는 중이다.

인공지능과 기계학습 기술의 개발도 한창이다. 2016년 3월 열린 ‘빌드 2016 개발자 콘퍼런스’에서 사티아 나델라 최고경영자가 ‘모든 것에 인공지능을 붙여넣겠다’고 선언한 바 있다. 그는 몇 년 내에 사람이 서로 대화

하듯 사람과 MS의 ‘코타나’ 같은 개인 디지털 비서가 대화할 것으로 전망했다. 사람과 챗봇(채팅 로봇)이 대화할 것으로 예상하고 미래는 인간과 기계가 경쟁하는 세상이 아니라 인간과 기계가 함께하는 세상이라고 강조했다.

MS의 기계학습 기술 또한 여러 기업에서 다양하게 적용되고 있다. 미국 타코마 국립고등학교는 MS의 머신러닝 기술을 기반으로 학생 졸업율을 55%에서 78%까지 향상시켰다. 가정 생활용품을 판매하는 미국의 피어원 임포트(Pier 1 Imports)는 오프라인 매장에서 고객이 구매할 것 같은 상품을 미리 예측해 개인화된 서비스를 제공한다, 세계적인 엘리베이터 기업 티센크루프는 MS 기계학습 서비스를 통해 클라우드로 전송된 각 엘리베이터의 속도, 모터 온도, 출입문 오작동 등 모든 데이터를 예측 가능한 모델로 구축하여 사고 발생 이전에 정기점검을 유도하고 있다.

다) 아마존(Amazon)

아마존은 로봇과 정보통신 기술을 활용하여 최첨단 물류센터를 구축하고 있다. 아마존은 자동으로 물건을 실어 나르는 키바(Kiva) 로봇을 개발한 키바시스템스를 2012년에 7억 7,500만 달러에 인수하며 물류 혁신을 추구하고 있다. 아마존은 키바 로봇을 활용해 최첨단 자동화 물류센터를 구축하고 키바 로봇을 활용하면서 창고의 공간 활용도를 50% 이상 개선했다고 한다. 2016년 10월 말 기준, 전 세계에 보유한 물류센터는 120여 곳이며 이 가운데 키바 로봇 등을 기반으로 첨단 자동화 공정을 적용한 곳은 16곳이다.

아마존 물류센터에서는 로봇 기종기 ‘로보스토(robo-stow)’와 화물용 무인자율주행차 등도 활용해 물류 혁신을 계속해 나가고 있다. 로보스토는 최대 6톤 무게의 물건을 집어 상단에 있는 컨베이어벨트로 올려주는 역할을 하며 물류센터의 사고율을 감소시켰다. 이러한 창고 자동화 덕에 아마존의 첨단 물류센터는 소비자가 주문한 물건을 찾아 선적하는 데 걸리는 시간을 기존 60~75분에서 30분 이내로 감소시키는 것이 가능하다.

아마존은 또한 드론을 활용한 배송 시스템을 최근에 시험 중이며 2.3kg 이하 상품을 16km 범위에서 30분 안에 배송하는 서비스를 하고 있다. ‘프

라임 에어'라는 이름으로 영국 미국 등에서 드론 배송에 나설 계획이다, 배송과 재고 관리 효율화를 위한 빅데이터의 적극 활용이 이루어지고 있으며, 잘 팔리는 물품을 분석해 가까운 물류센터에 미리 제품을 배송함으로써 “아마존은 소비자가 ‘내일’ 주문할 것을 ‘오늘’ 배송한다”는 평가를 받고 있다.

아마존은 아마존로보틱스란 자회사를 두고 자체 로봇 개발에도 많은 투자를 하고 있다. 아마존로보틱스는 홈페이지 통해 “역사상 가장 빠른 속도로 로봇 기술이 진화하고 있다”고 강조했다, 제프 베조스(Jeff Bezos) 아마존 최고경영자는 미래 기술을 논하는 ‘코드 콘퍼런스 2016’에서 “아마존은 1,000여 명의 직원이 4년째 인공지능을 연구하고 있다”고 소개하기도 했다.

라) 구글(Google)

구글은 무엇보다 인공지능 기술 투자에 적극적이다. 대표적으로 2016년에 개최한 개발자 회의 ‘구글 I/O’에서 새로운 모바일 메신저 ‘알로’를 공개했다. 인공지능 기술을 적용해 사람과 대화를 할 수 있는 기능을 탑재해 근처 영화관에서 상영하는 영화 시간표를 묻거나 알람을 울려달라고 요청하거나 뉴스를 찾아달라고 알로에게 부탁하는 식으로 작동하는 것이다. 2016년 10월에는 이른바 ‘메이드 바이 구글(made by Google)’ 시대를 선언하며 인공지능 기능을 갖춘 프리미엄 스마트폰 ‘픽셀’과 ‘픽셀 XL’ 2종을 공개했다. 자체 개발 스마트폰 ‘픽셀 시리즈’는 구글이 설계를 직접하고, 생산만 대만 HTC에 외주를 준 명실상부한 구글폰이다.

구글은 인공지능을 스마트홈 서비스와 결합하고 있다. 대화형 음성 비서 서비스인 ‘구글 어시스턴트’를 이용할 수 있는 블루투스 스피커 겸 스마트홈 서비스 ‘구글홈’을 공개했다. 인공지능 스마트폰과 마찬가지로 기본적인 비서 기능과 함께 구글플레이 뮤직, 유튜브 뮤직, 스포티파이, 판도라 등 음악 서비스 이용이 가능하며 구글 네스트, 삼성 스마트싱스, 필립스 휴 등의 스마트홈 기기와의 연동된다.

구글의 가상현실(VR) 서비스도 주목할 만하다. 대표적으로 가상현실 기기 ‘카드보드’와 ‘데이드림 뷰’가 있다. 2014년 골판지로 만든 초저가형

(약 20달러) 가상현실 기기 ‘카드보드’를 출시해 시장의 활성화를 시도했다. 2016년 11월에는 누구나 자신의 스마트폰으로 쉽게 가상현실 체험을 할 수 있도록 한 ‘데이드림 뷰’를 공개하기도 했다.

마) 페이스북(Facebook)

페이스북은 오쿨러스를 인수하며 가상현실 기기 투자에 적극적으로 나서고 있다. 페이스북은 2014년에 가상현실 기기 전문업체인 오쿨러스를 인수하였고 이후 추가로 2억 5,000만 달러를 투자할 예정이다. 가상현실 기기와 콘텐츠 시장의 지속적 성장 전망에 근거해 향후 주로 가상현실 콘텐츠 개발 분야에 투자를 집중할 계획이다.

페이스북의 빅데이터 분석은 이용자들이 공유하는 콘텐츠의 의미를 이해하는 것에 중점을 두고 있다. 페이스북은 사람의 얼굴을 97.25%의 정확도로 알아내는 ‘딥 페이스(Deep Face)’ 기술을 개발하고 사진 속의 사람과 인물을 구별하고 내용을 인식하는 성능을 갖추었으며 자동으로 텍스트를 번역하는 등 인공지능 기술과도 접목하고 있다. 또한 소셜 네트워크 서비스와 메신저 이용자들의 텍스트를 분석해 사람처럼 대화하는 인공지능 서비스를 개발 중이다. 페이스북의 월간 실사용자 수는 2016년 9월 말 기준 17억 1,200만 명 수준에 이르며 메신저 서비스인 ‘왓츠앱’과 ‘페이스북 메신저’도 각각 10억 명 이상이 사용하고 있다.

다. 미국 노동계의 대응

미국의 노동계가 4차 산업혁명에 대응 하는 방식은 크게 두 가지로 분류된다. 하나는 기존의 노조가 무노조 사업장을 조직화하려는 움직임이고 다른 하나는 첨단 정보통신기술을 활용한 새로운 근로자 대표기제(Worker representation)의 등장이다.

1) 기존 노조의 움직임

미국의 4차 산업혁명을 주도하는 실리콘 밸리의 첨단 기업들은 주로 무노조 전략을 취하고 있다. 기존의 노조에선 이러한 첨단 기업의 근로자

들을 대상으로 노조를 조직하려는 움직임을 보이고 있다.

테슬라는 실리콘밸리를 기반으로 한 미국의 대표적인 전기자동차 제조 업체이자 무노조 기업이다. 하지만 최근 테슬라 노동자들 사이에서 노조화 분위기가 일고 있다. 스스로 테슬라 프레몬트 공장의 노동자라고 밝힌 호세 모란(Jose Moran)은 “테슬라의 ‘저임금’과 ‘강제적인 초과근무’가 노동자의 안전을 위협한다”라고 주장하면서 그가 속한 “팀 8명 중 6명이 동시에 병가를 낼 정도로 근무조건이 열악했다”라고 말했다. 아울러 “노조화가 노동 상황을 개선할 것이다”라고 덧붙였다(fass777.blog.me). 이에 따라 테슬라 노동자 측은 전미 자동차 노동조합인 UAW(United Auto Workers)에 근로조건 향상과 노조 조직화를 위한 도움을 요청했다고 밝혔다. UAW 측에서도 노조 조직화 담당자를 테슬라에 파견하며 테슬라의 노조 조직화를 적극적으로 지원하고 있는 상황이다.

반면 테슬라의 최고경영자 일론 머스크는 공개적으로 여러 차례에 걸쳐 노동조합에 대한 거부감을 드러내기도 했다. 호세 모란의 주장에 대해 도덕적으로 옳지 않다고 일축했다. 그의 설명에 따르면 테슬라 직원들의 대우는 업계 평균보다 좋은 편이라고 한다. 이와 함께 그는 UAW도 자격이 없다고 비판했다. UAW는 GM과 토요타가 합작한 NUMMI(New United Motor Manufacturing Inc)의 폐쇄를 방관했고, 직원들에게 어떠한 도움도 주지 못했다고 덧붙였다. 알려진 것처럼 테슬라는 2010년 5월에 폐쇄한 NUMMI 부지를 사들였고 같은 해 10월에 재오픈했다. 프레몬트 공장은 초봉도 UAW의 평균보다 높은 것으로 알려졌다. 테슬라의 공장 직원들은 2016년 여름부터 노조 설립을 추진한 바 있다.

2) 새로운 노동자 대표 기제의 등장

한편으로 4차 산업혁명에 대한 미국 노동자의 대응도 침단의 길을 걷고 있다. 미국의 장점인 정보통신기술을 노동자들도 활용하며 노동자들의 목소리를 내고 권익을 추구하고 있는 것이다. 이에 관한 몇 가지 사례를 살펴본다.

셰르파쉐어(SherpaShare)는 우버(스마트폰 애플리케이션으로 승객과 차량을 이어주는 서비스)를 활용하여 수익을 창출하는 독립 운전사들이

사용하는 온라인 플랫폼 서비스이다. 독립 운전사들은 이 애플리케이션을 일종의 대표기체로 활용하고 있다. 운전사들의 마일리지, 운행비용, 수입 등을 추적해주는 서비스를 제공하고 있고, 다른 운전자와 정보를 공유하고 서로 소통하며 질문도 주고받을 수 있는 기능이 이 애플리케이션을 통해 지원된다. 그 외에도 실시간 교통지도, 주변 정보, 커뮤니티를 지원하는 서비스도 한다. 현재 셰르파웨어는 수십만 명의 온디맨드(On-demand) 근로자 회원을 보유하고 있는 세계에서 가장 큰 근로자 커뮤니티이다.

코워커스닷컴(Coworkers.com)은 사람들이 함께 일을 하는 공간(Coworking space)를 서로 공유하도록 중계해주는 서비스를 제공하는 업체이다. 공간을 제공하는 사람은 인터넷에 가격과 그 공간에 대한 정보를 올리고, 공간을 이용하려는 사람은 본인에 목적에 맞는 공간을 검색을 통해 찾을 수 있다. 주목할 점은 이 서비스를 통해서 적합한 동료들을 찾을 수 있다는 점이다. 공간을 제공하는 사람이 그 장소에서 일을 하고 있는 사람이 어떤 사람들인지 정보를 제시하고 공간을 찾으려는 사람은 그 정보를 본인 일의 목적에 맞게 활용할 수 있다. 현재 이 서비스는 전 세계 700개 이상의 도시에서 서비스되고 있다.

2. 독일

4차 산업혁명을 가장 먼저 대응하기 시작한 독일은 제조업에 초점을 맞추어 산업 4.0(Industrie 4.0)정책을 추진했다. 초기에는 추상적인 개념 설계에 중점을 두었지만 곧 실용적인 관점으로 전환하여 기업들이 스마트 공장을 구축하는 데 필요한 기술을 개발하고 애로사항을 해결하는데 중점을 뒀다. 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.

가. 독일 정부의 대응

1) 독일의 혁신 정책

독일은 신흥국의 저가경쟁 및 기술추격에 대한 위기의식과 노동력 감소에 대한 문제의식을 갖고, 연구개발과 산업의 경쟁력 강화를 추진하고 산업국 및 수출국으로서 최강국 지위를 유지하는 것을 목표로 설정했다. 이후 독일 정부는 미래 도전과제에 대응하는 연구개발 전략 추진 및 신기술 기반 산업 구조로의 전환을 위해 2006년 및 2010년의 ‘하이테크 전략’에 이어 2014년 ‘신하이테크 전략’을 추진했다. 신하이테크 전략의 핵심으로 ① 번영과 삶의 질을 위한 우선과제, ② 협업 및 상업화, ③ 산업 혁신, ④ 혁신 친화적 여건 조성, ⑤ 대화와 참여를 통한 개방성 확대라는 5가지 요소를 제시했다.

이와 같이 노동력 감소와 신흥국과의 경쟁상황을 절감하고, 독일 전통적 강점 분야인 부품 및 기계 산업 부흥전략을 민간(Siemens, SAP, ABB, Bosch) 주도로 수립하는 과정에서 ‘4차 산업혁명(Industrie 4.0)’이라는 개념을 체계화하였다. 2010년에는 소수의 학자와 전문가 등을 중심으로 4차 산업혁명과 관련된 논의 테이블이 구성됐다. 인더스트리 4.0이 본격화된 것은 2011년 앙겔라 메르켈 독일 총리가 정부 아젠다로 인더스트리 4.0을 채택하면서부터이다. Industrie 4.0 Working Group에서는 2013년에 “4차 산업혁명을 통해 생산에서 노동자가 차지하는 비중이 더욱 줄어들고 창의적인 기술개발과 혁신이 제조업의 경쟁력을 좌우하게 될 것”이라고 전망했다. 2017년 현재는 IT, 기계 및 전자산업을 대표하는 협회인 BITKOM, VDMA, ZVEI가 중심이 되어 민간영역에서 주도적으로 Industrie 4.0을 추진하는 중이다.

신하이테크 전략은 연방정부의 모든 부처가 협력을 해야 할 공동의 목표로서 도출된 것이었다. 전략사업에 대한 예산 투입 의지가 천명됐으며, 4년에 대한 패키지 예산을 수립했다. 2014년도 예산만 110억 유로를 투자할 것이라고 명시돼 있다. 공동의 목표 달성을 위해 연방정부 부처 및 독일혁신시스템 내 펀딩 기구와 과학, 산업, 사회단체 등 조직의 강력한 협력을 촉구하고 있다. 독일의 정보통신기술 혁신 정책의 근간 중 하나는

전통 제조업에 정보통신기술을 접목하는 것으로, 이를 위하여 SMART Factory 분야를 선발 추진하고 있다.

2) 독일의 인더스트리 4.0

현재 독일의 인더스트리 4.0은 민간영역이 주도하는 양상이다, 독일 인더스트리 4.0 정책은 초기에는 개념에 치우쳤으나 신속하게 실행을 우선하는 방향으로 선회했다. 추진 초기에는 그 개념에 대한 논란이 많았으나, 이제는 개념을 확정 짓기 위해 논쟁하는 것보다 구체적인 비전을 보여주는 것이 핵심이라고 보고 있다. 이에 따라, 시범사업 및 벤치마크 등을 통해 민간 영역과 기업이 따라 갈 길을 보여주는 방향으로 정책을 추진하고 있으며, 하향식(Top-down)이 아닌 현장에서 만들어진 사례들을 모아서 상향식(Bottom-up) 방식으로 지속적으로 개념을 개선 및 수정하고 있다.

현재 독일은 사전에 정의된 프레임워크를 기반으로 4차 산업혁명을 진행하고 있는 것은 아니라는 점에 주목할 필요가 있다. 실제 어느 방향으로 진행되는 것이 옳은지 등에 대해 합의는 존재하지 않는다. 대신 공공 및 민간에서 동원 가능한 많은 조직들이 4차 산업혁명이라는 틀 내에서 여러 실천 과제를 수행하고 있다.

독일 정부는 관련 예산 집행 및 이해관계자 간 조정을 적극적으로 추진한다. 일관성 있는 정책 추진을 위하여 대규모의 예산을 편성하고 집행하고 있다. 특히 독일 정부는 2011년부터 관련 프로젝트에 2억 유로(약 2,900억 원)를 투자했다. 또한 교육연구부를 주축으로 각종 연구기관은 물론 자동차 회사인 BMW와 제철사인 티센크루프, 글로벌 물류회사 DHL 등 대기업까지 참여해 개발그룹을 구성하고, 독일 각지에 5개 시범 스마트 공장을 짓고 인더스트리 4.0을 상용화할 수 있는 기술을 개발 중에 있다(joayo21.blog.me).

독일의 4차 산업혁명 진행은 현재 빠른 속도로 진행 중이다. 4차 산업혁명의 진행은 처음 그 개념을 착안했던 이들조차 놀랄 정도로 빠르게 진행되고 있다. Hennig Kargerman 독일 공학아카데미 회장은 “3년 전에는 산업 전반에 확산되는 데 수십 년이 걸릴 것으로 봤지만 이제는 5년이면 가능할 것으로 본다”고 언급했다, 장기적으로는 이 같은 노력이 해외에

진출한 공장이 독일로 되돌아오는 리쇼어링(Reshoring)으로 이어질 것으로 전망되고 있다. 4차 산업혁명이 성숙하면 생산비에서 인건비가 차지하는 비중이 줄어들어 기업들이 인건비가 저렴한 지역을 찾기보다 우수한 인력과 시장에 가까운 입지를 선호하게 될 것이기 때문이다.

독일은 4차 산업혁명의 선도국가이나, 당면과제 역시 산적해 있다고 판단했다. 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 때문이다. 또한 성공적인 사물인터넷을 적용하기 위한 표준화 역시 중요한 문제로, 인터넷 인프라와 개별 생산설비 간의 상호 연계를 위한 방식의 통일이 필요하다. 독일은 이 표준화 과정에서 새로운 사업 기회를 찾겠다는 계획을 가지고 있는데, 표준화 과정에서 기기의 Embedded 소프트웨어 관련 운영체제 개발을 주도한다는 것이다. 최근 이를 위하여, 미국의 산업인터넷 컨소시엄과 독일의 인더스트리 4.0 컨소시엄 간의 표준화 협의가 진행 중이다.

한편 독일에서는 인더스트리 4.0을 추진함에 있어, 중소기업의 참여와 노동 및 일자리 문제에 대한 대안 제시가 핵심이라 보고, 중소기업 4.0(Mittelstand 4.0)과 노동 4.0(Arbeiten 4.0)을 병행해 추진 중이다. 먼저 독일 연방경제에너지부는 2016년 8월, 새로운 중소기업 지원 정책인 'Mittelstand 4.0-Digital Production and Work Processes'를 수립했다. 인더스트리 4.0에 대응한 중소기업의 제조 경쟁력 향상을 도모하려는 것이다. 중소기업 4.0(Mittelstand 4.0)의 핵심정책은 독일 각지에 'Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren(Competence center)'를 설립하여 이들을 중심으로 지식과 기술을 축적 및 공유하고, 중소기업의 인더스트리 4.0 관련 응용 분야 추진을 지원하는 데 있다.

노동 4.0과 관련해서는 독일 연방노동사회부가 4차 산업혁명 시대의 일자리 변화와 관련한 프레임워크를 담은 백서(Arbeiten 4.0, 노동 4.0)를 2017년 1월 발표했다. 해당 보고서는 새로운 제조업으로의 전환을 위해서는 노동자의 인식 개선 및 여건의 전환이 함께 이루어져야 한다는 관점을 담은 Arbeiten 4.0 개념을 도입했고, 인더스트리 4.0에 부합하는 바람직한

노동상을 제시하고자 했다. Arbeiten 4.0은 네트워크화, 디지털화, 유연화 시기의 노동 특징으로, 생산시스템의 변화로부터 다양한 사회적 변화 및 노동환경 변화가 나타날 것으로 예상한다. 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 논의되고 있다. 실질임금 정체, 소득격차 확대, 저임금 노동자 증가 등 문제 대응과 디지털화로 인한 자가고용(자영업자) 증가 등 새로운 변화에 대응한 사회보장제도 검토 및 다국적기업의 세금 문제, 직업의 안정성 개선방안 등에 대한 고민이 필요하다는 주장이 담겨 있다. 노동 4.0에 따르면 디지털사회에서 재교육/재취업 수요가 크게 증가하고 있는데, 기본적 디지털 소양 교육에 대한 필요성이 증가하고 있고, 생산과정뿐 아니라 노동자와 관리자의 다양한 활동과 연결된 교육을 통해 창의력, 사회적 소양 등의 향상을 위한 교육의 보완도 필요하다. 인더스트리 4.0에 접어들면서 근로시간 및 장소가 더욱 유연해질 것으로 예상되는바, 근로조건의 변화가 나타날 수 있다. 멀티태스킹, 개인 작업시간 분할, 높은 집중도, 업무에 필요한 자원을 어떻게 제공할지에 관한 논의 또한 필요하다고 판단한다. 모든 설비가 자동으로 모니터링되는 환경에서 근무자에 대한 모니터링 수준에 대한 논의와, 변화하는 산업 환경에 부합하는 새로운 고용형태(주당 근로시간 변화, 가족노동시간모델 등)의 도입이 고려되어야 한다고 보고 있다.

나. 독일 기업의 대응

독일 기업이 4차 산업혁명에 대응하는 양상은 크게 세 가지, 즉 모범적 산학협력, 제조기업의 소프트웨어 경쟁력, 세계적인 3D 프린팅 기술로 요약된다.

1) 세계 모범의 산학협력

독일의 프라운호퍼(Fraunhofer)는 응용연구 분야의 선도적 기관으로 67개의 연구소들이 IT, 빅데이터, 물류, 프로세서 테크놀로지 등 각자의

연구주제에 맞춰 4차 산업혁명 관련 톨을 개발하는 작업을 수행한다. 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 연구소 간 분업과 연계가 잘되어 있으며, 이 과정에서 개별 연구소들은 서로 경쟁하기도 한다. 이곳에서는 하향식 방식이 아닌 현장 중심으로 과제를 추진하고 있다. 독일 전문가들은 위에서 아래로 내려가는 방식은 4차 산업혁명에서 통하지 않는다고 강조하고 있는데, 이는 4차 산업혁명의 모습 자체가 고정된 것이 아니기 때문이다. 4차 산업혁명이 적용돼야 할 부분을 정확히 짚어서 해결하는 실천 과제를 만드는 것이 중요하다는 입장이다.

아헨공대 섬유기술연구원(Institut für Textiltechnik of RWTH Aachen University)은 2005년 설립되어 급속히 성장하고 있다. 아헨공대 섬유기술연구원은 2005년 30명 안팎으로 시작해 지금은 과학자 110명에 스탠프와 대학원생 등 400여 명이 일하고 있는 연구소로 발전했다. 전통적으로 아헨 지역은 섬유를 가공하기에 좋은 온천이 있어 영국에서 온 섬유를 가공해 독일 다른 지방에 보급하는 역할을 하였으며, 독일 자체의 기술이 발달하면서는 섬유 관련 기계산업이 발전했고, 지금도 관련 제작기술에서는 특히 아헨지역이 강점이 있다. 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%이다.

아헨공대와 아디다스의 협력관계는 독일 정부의 매칭으로 시작됐다. 아헨 섬유기술연구원은 2012년에 독일 정부의 주도로 4차 산업혁명 관련 기술에 뛰어들었으며, 2013년부터 아디다스와 구체적인 연구를 시작해 2016년에 그 결과가 도출됐다. 독일 정부는 관련 프로젝트의 자금 지원을 담당했으며, 아헨공대는 아디다스의 스마트 공장에서 운동화 제작과 관련된 데이터를 조직화해 섬유를 디자인하는 방법을 구현해냈다. 이들 산학협력으로 구현된 스마트 공장에서는 소재 조달부터 바느질 공정에 이르기까지 많은 공정들이 기존 신발 공장과 크게 다르며, 이를 전체적으로 조직화하는 것 역시 과거와 다른 기술이 필요하다. 이를 위하여 아헨공대

는 많은 기업들의 제조기들이 서로 연결되고 데이터를 교환할 수 있도록 플랫폼을 구축하였는데, 이를 위한 파트너 기업은 6개이며, 협업과 연결에 참가한 총 기업 수는 25개에 달한다.

아디다스의 ‘스피드팩토리(Adidas SpeedFactory)’는 독일 내 아디다스 신발 공장이다. 아디다스는 2015년 9월 특별한 운동화를 공개했는데, 이는 독일 안스바흐에 있는 스피드팩토리에서 만든 첫 번째 운동화였다. 독일 내에서 아디다스 운동화가 생산된 것은 1993년 마지막 공장이 문을 닫은 지 23년 만의 일이다. 그동안 아디다스는 인건비 부담으로 중국이나 동남아시아에서 공장을 가동했으나, 스피드팩토리는 100% 로봇 자동화 공정을 갖추고 있어 상주 인력이 10여 명에 불과하다. 스피드팩토리에서 필요한 소재를 선택해 운동화를 제작하는 일은 지능화된 기계가 담당하고 있으며, 생산 직원은 각 소재를 기계가 인식할 수 있는 위치에 갖다 놓는 역할만 수행하기 때문에, 인건비 부담이 거의 없다. 이 공장은 연간 50만 켤레의 운동화를 생산한다. 기존의 신발공장에서 이와 같은 물량을 생산하기 위해서는 600명 수준의 인력이 필요하다. 스피드팩토리 기술로 인해 중국, 동남아시아 등 저임금 국가로 옮겨간 대표적 노동집약산업인 신발 산업을 다시 독일로 불러들인 배경이 됐다.

스피드팩토리는 신발끈부터 깔창, 뒷굽 및 색깔까지 수백만 가지 옵션 중 소비자가 원하는 것을 선택하면 5시간 안에 제품을 생산할 계획인데, 지금은 맞춤형 신발을 제작해 배송하는 데 6주가 소요된다. 이와 같은 배경에서 스피드팩토리는 유행 변화에 신속한 대처가 가능하다. James Cames 아디다스 전략팀 부사장은 “디자이너가 그린 새 운동화가 실제 제작돼 매장에 진열되기까지 통상 1년 6개월이 걸리는데 그 때쯤이면 이미 트렌드에 뒤처질 수 있다”며 “스피드팩토리는 이 기간을 열흘 이내로 단축시켜 소비자가 원하는 신발을 빠르게 공급할 수 있다”고 설명했다.

스피드팩토리과 같은 스마트 공장은 고임금 국가의 리쇼어링 물결로 확산될 전망이다. 아디다스의 스피드팩토리 개념은 선진 제조업 국가들이 공통으로 겪고 있는 저출산, 고령화에 따른 숙련공 부족 문제를 해결할 수 있는 대안을 제공하는데, 생산과정을 지능화하면 특별한 경험이 없는 근로자도 숙련공만큼 생산성을 올릴 수 있기 때문이다. 생산과 관련한

복잡한 작업 대부분은 기계가 수행하고 사람은 의사 결정만 해주면 된다. 아디다스는 2017년 하반기 미국 애틀랜타에도 스피드팩토리를 구축할 예정으로, 이는 ‘소비자와 가장 가까운 곳에 스피드팩토리를 짓는 것이 핵심’이라는 동사의 전략을 보여주는 것이다.

스피드팩토리가 확산하면 개도국에서 생산하여 선진국으로의 수출하는 기존 가치사슬은 변화가 불가피할 것으로 보이며, 지금과 같이 인건비가 저렴한 국가에 대규모 공장을 짓는 대신 시장과 가까운 나라에 중소형 공장을 짓는 행태가 확산될 것으로 보인다. 현재 아디다스가 독일 내 스피드팩토리에서 생산하는 신발 50만 켤레는 매년 총생산 규모인 3억 100만 켤레에 비하면 아직 미미한 수준이다.

2) 제조 기업이 보유한 소프트웨어 경쟁력

소프트웨어와 같은 보완자산으로서 제조 관련 주변 기술의 중요성이 급격하게 부각하고 있다. 정보통신기술과 제조 및 장비 기술의 결합이 4차 산업혁명의 핵심인바, 이 둘을 연결하는 소프트웨어의 중요성이 갈수록 높아지고 있기 때문이다. 이에 독일에서는 4차 산업혁명 진행 과정에서 소프트웨어 자회사까지 설립하는 제조 기업이 늘어나고 있다.

독일 기업들은 소프트웨어 기술의 확보는 전통적 소프트웨어 업체 대신 제조 기업에서 추진하는 것이 합리적이라고 판단했다. 이는 기존 소프트웨어 업체들이 하드웨어 및 제조 기업들과 비교하여 높은 수준의 소프트웨어를 만들기가 용이하지 않기 때문이다. 또 제조 현장의 복잡성과 계량화하기 위한 공정 등은 소프트웨어만 하던 기술자 또는 기업이 이해하고 해결하기에는 한계가 있기 때문이다. 실제 제조 및 하드웨어에 기반을 둔 업체들이 만든 4차 산업혁명 관련 소프트웨어에는 실제 현장의 문제를 해결한 경험이 녹아 있어 상대적으로 우수한 것으로 평가되고 있다. 이와 같은 배경에서 보쉬 등 제조업체들이 독일 정보통신산업협회(BITKOM) 등에 회원사로 가입하는 사례가 늘어나는 결과를 낳고 있다.

실제로 다양한 규모의 독일 기업에서는 소프트웨어 자회사를 성공적으로 설립하고 있다. 독일의 농기계 회사 Claas는 소프트웨어 자회사 365farmnet을 2015년에 설립했다. 365farmnet은 날씨에 따른 하루 노동

시간, 농작물 재고관리, 축사 운영, 인터넷뱅킹 등을 한 번에 관리할 수 있게 해주는 기능을 제공하여, 자사 농기계는 물론 다른 회사에서 생산하는 농기계까지 연결해 생산 효율을 높였다. 레이저 용접 등 가공기기 전문 제조업체인 Trumpf도 2015년 11월 소프트웨어 업체인 Axxoom을 설립했다. 전통적으로 금속 용접은 제조업에서도 가장 자동화가 힘든 분야로 여겨졌는데, Trumpf는 오랜 기기 제조 노하우에 사물인터넷 기술과 빅데이터를 결합해 자동화에 성공했으며, Axxoom은 이 같은 경험을 살려 제조 소프트웨어를 만들어 최적화 솔루션화에 성공했다. 대표적인 제조업체 Bosch도 소프트웨어 플랫폼을 만들어 판매하고 있다. 그 예로 엔진을 사물인터넷으로 컨트롤하기 위해서는 센서를 통해 많은 정보를 축적할 필요가 있는데, Bosch는 그간 축적된 정보를 바탕으로 엔진 컨트롤을 위한 소프트웨어를 제작했다.

제조업체들의 소프트웨어 강화 속 기존 소프트웨어 업체들도 4차 산업혁명에 맞춰 새로운 비즈니스 모델을 발굴하고 있다. 독일에서 대표적 사례로 SAS를 들 수 있다. 40년간 기업 데이터를 분석하는 소프트웨어를 만들어온 SAS는 기업이 축적한 데이터를 재가공하고 분석할 수 있는 소프트웨어를 제공하고 있는데, 이는 SAS의 새로운 변신이라기보다는 오랜 데이터 분석 기술의 축적이 있었기에 가능한 일이다. SAS는 지멘스와 협력하여 병원에 적용된 MRI 시스템 등 지멘스 기기 전체를 모았을 때, 어떻게 의료시스템을 스마트화할 수 있는지에 대한 연구를 진행하는 등 제조-소프트웨어 업체 협업관계가 가속화되고 있다. 비록 제조업체들이 자신의 생산공정 관련 내용을 누구보다 잘 이해한다 하더라도 복잡한 데이터를 바탕으로 의미 있는 결과를 이끌어내는 것은 소프트웨어 업체에 비교우위가 있는 것이다.

3) 세계적 3D 프린팅 기술

3D 프린팅은 4차 산업혁명의 목표 중 하나인 ‘제조 민주화’에 가장 부합하는 생산공정으로 주목받고 있다. 3D 프린팅 기술은 최근 이슈가 되고 있는 스마트공장의 성공적 추진을 위한 핵심 요인 중 하나로서도 부각되고 있다. 독일 내에서는 제조업 기반이 상대적으로 약한 옛 동독 지

역과 베를린 지역을 중심으로 3D 프린팅을 이용한 기술 스타트업들이 출현하고 있다. 3D 프린팅을 생산의 디지털화라는 관점에서 생산의 패러다임을 바꿀 것으로 기대된다.

3D 프린팅은 3D 스캐닝 및 디자인과 연계 시, 궁극적인 DDM(Direct Digital Manufacturing)을 통한 스마트 공장화가 가능하다. 3D 스캐닝 및 디자인을 과정을 거친 제품의 3D 설계도를 제작공정 및 3D 프린팅 공정과 통합함으로써, 전 세계 어디에서나 동일한 제품을 생산할 수 있을 뿐 아니라, 아웃소싱의 간편화 및 제조단계의 단순화가 가능해질 수 있다(김상훈·심우중, 2016). 이와 같은 개념적 가능성에도 불구하고, 프린팅 방식에 따라 요구되는 소재의 형상 및 물성이 다양하기 때문에, 관련 분야 선진 기업들은 이에 대한 노하우 및 기술 장벽을 구축하여 차별화를 추진 중이다.

독일은 3D 프린팅 기기 및 공정에서 세계 최고 수준의 국가이며, 활용에서도 빠른 진전을 보이고 있다. 독일 철도청의 경우 기차를 만들면서 기존에는 20년간의 부품을 재고로 축적해야 했으나, 옷걸이 등 간단한 플라스틱 부품은 3D 프린팅을 이용해 만드는 것으로 체제를 전환하여, 부품 재고관리 등에서 효율성을 제고하고 있다. 산업에서의 활용 가능성이 가장 높은 금속 3D 프린팅 분야에서는 일부 유럽 국가와 더불어, 독일이 가장 높은 수준을 보인다. 독일의 EOS, Trumpf 등은 금속용 3D 프린터를 선도하는 세계 최고 기업이다.

다. 독일 노동계의 대응

다른 나라의 노동계와 다르게, 독일의 노동계는 인더스트리 4.0 논의 초기 단계부터 정책에 적극적으로 참여하여 영향력을 행사하고 있다. 노동 배제적인 기술발전이 아니라 노동포섭적인 기술발전을 위해 노사정이 협력하고 있는 것이다. 여기서는 제조업 분야와 서비스업 분야 노조의 대응을 알아본다.

1) 독일 제조업 노동조합의 대응

독일 광산, 화학 및 에너지 산업노조(IG BCE)는 대부분 공정산업에 속하는 산업분야의 노조로 이루어져 있다. 그중 가장 규모가 큰 산업군은 화학산업이며, 제약산업이 두 번째이다. 이 외에도 제지산업, 유리산업, 광유산업, 세라믹산업 등이 속해 있다.

IG BCE는 현재 공정산업이 이미 전반적으로 자동화가 완료된 상황으로 판단하고 있다(한국노동연구원, 2017). 따라서 IG BCE에 해당하는 산업분야에서의 4차 산업혁명은 사실상 현실적인 방안으로 보고 있지 않다. 다만, 노동세계의 디지털화로 인해 오늘날 생산공정의 인터페이스 간소화 및 공정 전반의 효율적 운영 및 자원절감이 이미 상당수 이루어지고 있음을 인정하고 있다.

IG BCE가 인더스트리 4.0 관련 기술이 해당 산업군에 미치는 영향을 조사해온 결과, 공적인 토론은 여전히 금속 및 전자산업, 기계공학, 자동차산업 등의 변화에 치중되어 있으며, 공정산업의 현재 디지털 트렌드로는 크게 모듈 생산, 예측유지보수(predictive maintenance), 설비 원격제어(remote control), 지원 시스템 및 인공지능 도입의 시도 등이 있음이 파악됐다. 이 외에도 IG BCE는 노동 4.0 체제하에서 신기술 도입 시 발생하는 갈등영역을 연구하고 ‘디지털 변혁 속에서 양질의 일자리(decent work)를 보존하기 위해 어떤 조치를 취해야 하는가’에 대한 질문에 대해 다양한 정책 차원에서 답을 찾고자 했다. 이러한 노력의 일환으로 IG BCE는 기업 내 직장평의회(Betriebsrat)와 긴밀히 협력한다. 독일 경영조직법(BetrVG)상의 공동의사결정제(Mitbestimmung)를 이용하여 디지털 기술의 도입과 관련된 상황을 파악하며, 고용과 노동에 미치는 영향을 적시에 공론화하여 개선방안을 제시하는 등의 활동을 펼치고 있다. 특히 화학 산업에서는 Work@Industry라는 사회적 대화과정을 통해 미래 노동에 대한 공동의 접근방식을 개발하려는 노력을 기울이고 있다.

끝으로 관련 정책에 대한 명확한 입장표명이 요구되며, IG BCE는 법적 규정이 조정되어야 할 필요가 있는 부분을 파악하고 문제를 제기해야 한다고 보고 있다. 예를 들어, 독일 경영조직법에서 사용되는 ‘근로자’에 대한 법적 개념을 재정립할 것을 제안하거나 직업계속교육의 환경 개선

을 위한 계속교육법 도입 등을 제시하는 것이다.

IG BCE는 원칙적으로 4차 산업혁명과 관계된 신기술 도입에 비판적인 입장을 취하지는 않는다. 장기적인 관점에서 각각의 산업분야는 새로운 상황에 적응할 수 있는 능력을 증명해야만 경제적인 생존이 가능할 것이라 보기 때문이다. 그러나 이때 기술적 구현의 변화에 포괄적이며 다방면적으로 접근해야 할 것이라고 주장한다. IG BCE는 직장평의회와의 협력을 통해 이러한 변화의 과정에서 초기에 개입하여 양질의 일자리를 위한 방안을 실천하는 데 계속해서 주력해 나갈 것이라는 입장이다.

2) 독일 서비스업 노동조합의 대응

현재 독일 전체 노동자의 75%가 서비스업에 종사하고 있다. 독일 통합서비스노조(ver.di) 간단 설명 필요. 독일 통합서비스노조에 따르면, 독일의 서비스업은 현재 매우 다양한 방식으로 디지털화의 영향을 받고 있다. 한편으로는 전통적 디지털화의 전인차이자 이에 걸맞은 고도로 숙련된 직원을 둔 고도로 디지털화된 정보통신기술 산업이 존재한다. 다른 한편으로는 대부분 명확하게 정립된 임금체계와 근로복지 없이 디지털 플랫폼을 통해 생계유지를 하는 현대판 1일 노동자 ‘클릭워커(Clickworker)’가 있다. 그 중간에는 알고리즘과 자동화 절차로 업무영역이 뿌리째 사라지고 있는 은행업, 보험업 및 요양산업과 같이 노동의 디지털화가 안정적으로 정착 중인 광범위한 서비스 업종이 있다.

독일 통합서비스노조는 기술적 변혁이 항상 발전을 가져다주지는 않는다고 판단한다. 기술 변혁이 사회적 혁신과 동반될 경우에 한해 인간의 노동과 생활여건이 개선될 수 있는 것으로 보는 것이다. 이는 독일이 산업화를 통해 얻은 교훈이다. 독일 통합서비스노조에 따르면 디지털화에 따른 기회와 위기가 무엇이 됐든 중요한 것은 디지털화를 통해 얻는 새로운 기술을 공익과 인간 그리고 민주주의를 위해 활용하는 것이다. 따라서 디지털화는 노동조합과 경제, 사회, 정치권에서 정책개발을 하는 데 있어 직면할 도전과제라고 할 수 있다(한국노동연구원, 2017).

독일 통합서비스노조의 과제는 사람 중심의 디지털화를 이끌어나가는 것이다. 기술을 위해 사람이 일하는 것이 아니라 사람을 위해 기술이 쓰

여야 하며, 기술은 노동자의 요구를 충족할 수 있어야 한다. 이때 내세울 수 있는 것이 바로 ‘좋은 디지털 노동’이다. 좋은 노동에 대한 권리 등과 같은 가치들은 디지털 변혁의 시기에 우리가 믿고 의지할 수 있는 방향을 제시한다(www.labortoday.co.kr).

‘좋은 노동’이 새로운 개념이 아니듯 디지털화의 근본적인 활동영역 또한 완전히 새로운 개념이 아니며, 그 중점이 다를 뿐이다. 이러한 디지털화의 활동영역은 다음과 같다.

- 교육과 능력개발
- 노동 집중화와 안전보건
- 자동화와 새로운 고용기회
- 노동의 탈경계화와 노동자율성
- 정보보호와 인권
- 근로조건의 불안정화와 근로복지

독일 통합서비스노조는 위 사항은 노동조합 활동이 이루어지는 모든 분야에서 일관성 있게 다루어져야 한다고 주장한다. 즉 단체협약 정책, 기업 협약, 직업교육과 계속교육(종업원평의회와 공공부문 직장평의회)은 물론 독일과 유럽, 그리고 글로벌 차원의 정책 수립 시에도 일관성이 요구된다는 것이다.

3. 기타 주요국의 대응

가. 중 국

중국은 미국, 독일, 일본과 달리 산업역량이 취약하지만 신창타이(New Normal)하의 새로운 산업발전 전략인 제조 강국을 실현하기 위하여 4차 산업혁명에 적극적으로 대응하고 있다. 2015년에는 제조 2025와 인터넷+ 정책을 수립하여 제조 강국의 시동을 걸었으며, 2016년에는 공업화와 정보화 융합 발전, 지능형 제조 발전, 인공지능 기술 세계 최고수준으로의 도약 등을 추진하고 있다. 중국은 바이두, 알리바바, 텐센트 등 3대 인터

넷 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 양상을 보이고 있다. 일부 연구보고서에는 중국의 협력 모델을 4차 산업혁명을 선도하는 우수한 사례로 평가하기도 한다(산업연구원, 2016)

나. 영국

영국은 4차 산업혁명과 관련해서 고가치 제조 전략(High Value Manufacturing Strategy)을 세웠다. 고가치 제조 전략은 고가치 제조를 경제발전의 주요 동인으로 인식하고, 개념 단계에서부터 상품화에 이르는 제조 혁신 전 단계의 활성화를 지원하고자 하는 영국의 첨단 제조업 혁신 전략이다. 케임브리지 대학의 제조연구소(Institute for Manufacturing)가 실시한 고가치 제조에 관한 연구를 바탕으로, 영국 과학기술의 결과물을 영국 제조 기업에 의한 상업화로 전환하기 위한 지원 시책으로 볼 수 있다(노유나, 2017).

고가치 제조전략은 강도 높은 R&D 또는 높은 성장 가능성이 있는, 그리고 이 두 가지 특징에 모두 해당되는 제조 분야에 중점적으로 투자한다는 계획을 담고 있다. 자원효율성, 제조 시스템, 제조 기술 및 신물질 개발, 제조 프로세스, 새로운 비즈니스 모델 등 향후 많은 분야에서 부를 창출할 가능성이 높은 영역을 전략적 주제로 선정하고 있다(노유나, 2017).

강도 높은 R&D와 높은 성장 가능성 모두가 해당되는 영국의 고가치 제조 유망 분야로는 의약 분야와 항공우주 분야가 있으며, R&D 강도는 높지만 성장 가능성은 중간 정도인 컴퓨터, 전자 및 광학 제품 분야다. 성장 가능성은 높지만 R&D 강도는 중간인 해양과 그 외 교통 분야 등이 선정됐다. 영국은 해당 전략과 연계하여 전국에 걸쳐 HVM Catapult 센터를 설립하였으며, 이는 기초연구와 상용화 연구 사이의 간극을 줄이고, 고가치 제조 연구를 지원하는 센터로서 영국의 대학, 대기업, 중소기업과의 네트워크를 통한 협력 작업을 수행한다. HVM Catapult 프로그램은

통해 최신 장비 및 숙련 인력 자원을 제공하고, 세계적 수준의 상업화를 지원하며, 전략 달성을 위한 주요 도구로서의 역할을 수행하도록 하고 있다. 또한 기술에 비즈니스를 결합해 세계 최고의 제품, 프로세스, 서비스 등을 만들 수 있도록 지식 교환 플랫폼에 열린 접근(open access)을 제공한다(노유나, 2017).

다. 네덜란드

네덜란드는 제조업 지위 강화, 산업 생산성 증대, 고용 유지 및 창출, 비즈니스 환경 개선을 위한 제조업 정책으로 스마트 인더스트리 전략을 채택하고 있다. 2014년 4월 하노버 메세 박람회에서 스마트 인더스트리 이니셔티브를 발표한 이후, 2015년 1월 스마트 인더스트리 액션 아젠다를 채택함으로써 해당 정책이 시작됐다(노유나, 2017).

네덜란드는 스마트 인더스트리를 사물인터넷, 빅데이터, 사이버 보안, 클라우드, 블록체인 등의 기술 기반으로 이루어지는 Innovation 4.0, Industry 4.0, Economy 4.0을 포괄하는 개념으로 인식하고 있다. 즉 스마트 인더스트리는 제품의 수요, 품질, 공급시기, 비용, 자원 효율성 면에서 높은 유연성을 가지고, 소비자의 니즈에 따라 생산을 조정할 수 있으며, 전체 공급 사슬을 가치 창출에 이용할 수 있는 산업을 의미한다. 또한 네덜란드 정부는 스마트 인더스트리 구축을 위한 아젠다 설정, 민관학 등이 참여하는 산업 생태계 마련, 프로젝트 추진의 적극적인 파트너로서 해야 할 역할을 담당할 것으로 보인다(노유나, 2017).

스마트 인더스트리 아젠다의 주요 목표는 최신 정보통신기술을 접목한 네덜란드 산업의 강화 및 새로운 비즈니스 모델, 제품, 서비스, 생산기술 개발을 활성화하는 것이다. 위와 같은 목표 달성을 위한 실행 전략으로서, 첫째, 보유 지식의 자본화, 둘째, 필드 연구소(Fieldlabs)활성화, 셋째, 지식, 기술(skills), 정보통신기술 등 기반 강화를 제시하고 있다. 보유 지식의 자본화는 스마트 인더스트리 관련 기업 및 기관들에 관련 정보를 적절하게 제공하고, 혁신 스타트업의 비즈니스를 지원하겠다는 내용이며, 혁신 기술 연구, 기술 지식의 비즈니스 커뮤니티 전파 역할 등 다양한 기능

을 수행하는 필드 연구소는 네덜란드 전역을 대상으로 초기 10개 구축을 목표로 하며 추가 확대하여 설치할 예정에 있다. 또한, 정보통신기술 기반 강화를 위하여 빅데이터, 소프트웨어, 사이버 보안 분야의 규제 및 표준화 등을 중점 추진할 계획이다(노유나, 2017).

제 3 장

한국의 대응현황

한국에서 정부와 기업의 4차 산업혁명에 대한 대응은 타 선진국에 비해 늦은 것으로 평가받고 있다(예: OECD, 2016; 정은미, 2017; 한국표준협회, 2017 등). 세계경제포럼이 세계 140여 개국을 대상으로 실시한 4차 산업혁명 준비 정도 순위에서도 우리나라는 일본(12위)이나 대만(16위), 말레이시아(23위)보다 낮은 25위에 그치고 있다. 한국무역협회에 따르면 우리나라의 4차 산업혁명 경쟁력 역시 일본(15위)과 대만(14위)에도 뒤져 주요국 가운데 19위에 불과한 실정이다. 노동계의 4차 산업혁명 대응도 이제 막 시작하는 시점이다. 대응이 빨랐다고 볼 수 없는 것이다. 그럼 먼저 이러한 상황을 타개하기 위한 한국 정부의 대응이 어떤지 살펴본다.

1. 한국 정부의 대응

대한민국 정부는 4차 산업혁명이 처음 언급된 2016년 다보스 포럼 이후 본격적으로 4차 산업혁명에 대응하기 시작했다. 4차 산업혁명에 대응하는 한국 정부의 전략은 두 가지 정책 문건에서 발견된다. 하나는 2016년 12월에 미래창조과학부가 발표한 「지능정보사회 중장기 종합대책」이다. 비록 지능정보사회 중장기 종합대책이 대통령 탄핵이라는 한국의 정치적 상황으로 인해 제대로 실행되지는 않았지만 4차 산업혁명을 대비하는 범정부적 첫 시도라는 점에서 의의가 있다. 다른 하나의 문건은 2017년 7월에 발표된 국정기획자문위원회(이하 국정위)의 ‘과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명’ 전략이다. 이 전략은 국정위의 국정운영 5개년

계획 중 경제 부분의 4번째 전략으로 4차 산업혁명에 적절히 대응하려는 대한민국 정부의 강력한 의지가 담긴 계획서이다.

가. 지능정보사회 중장기 종합대책

먼저 2016년 12월에 발표된 ‘지능정보사회 중장기 종합대책’의 내용을 살펴보면, 한국 정부는 4차 산업혁명이 일으키는 사회변화를 ‘지능정보사회’로의 변화로 봤다. 지능정보사회란 고도화된 정보통신기술 인프라를 통해 생성, 수집, 축적된 데이터와 인공지능이 결합한 지능정보기술이 경제, 사회, 삶 등의 모든 분야에 보편적으로 활용됨으로써 새로운 가치가 창출되고 혁명적 변화를 초래하는 사회를 말한다(미래창조과학부, 2016). 지능정보사회에선 데이터와 지식이 기존 생산요소(노동, 자본)보다 중요해지고 다양한 제품과 서비스의 융합으로 이종 산업 간 경계가 붕괴되며, 지능화된 기계를 통한 자동화가 지식노동 영역까지 확장되는 등 사회/경제 전반에 혁신적인 변화가 발생할 것으로 예측되고 있다.

이러한 지능정보사회에 대응하기 위해 미래창조과학부는 2015년 10월부터 지능정보기술의 발전에 주목하고 지능정보기술·산업 분야에 중점을 둔 ‘지능정보 민관합동 자문위원회’를 운영해왔다. 2016년 3월에는 지능정보기술 및 산업발전 대책을 담은 ‘지능정보산업 발전방안’을 발표했고, 2016년 5월부터는 관계부처 및 민간전문가가 참여하는 지능정보사회 민관합동 추진협의회를 구성하여 운영해왔다. 이후 공론의 장 마련을 위한 대국민 공개 세미나를 5회에 걸쳐 개최했다. 2016년 9월부터는 지능정보사회 종합대책 수립을 위한 범정부 추진체계를 운영하기 위해 관계부처 공무원 및 민간 전문가로 구성된 지능정보사회추진단을 출범시켰다. 이후 기획총괄·기술·사회·일자리 분과별 관계부처/전문가 회의와 지능정보사회 추진 민관합동 콘퍼런스를 거쳐 2016년 12월 27일에 정보통신전략위원회의 심의와 의결을 통해 ‘제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책’을 수립했다.

〈표 3-1〉 지능정보사회를 위한 국가 추진과제 12가지

	과제 제목	상세 내용
1	미래 경쟁력 원천인 데이터 자원의 가치 창출	데이터 기반의 합리적 의사결정체계가 확립되고 누구나 원하는 데이터를 쉽게 찾고 거래하여 가치를 창출하는 데이터 기반 사회 이를 통해 자연 자원 빈국에서 데이터 자원 부국(富國)으로 도약
2	지능정보기술 기반 확보	대학·연구소 중심으로 지능정보산업의 기반이 되는 기초과학 및 원천연구를 활발히 진행하여 세계 수준의 기술역량 확보 기업 중심의 도전적 연구개발 활동이 대학·연구소의 연구역량과 연계되고, 기업들은 새로운 지능정보 서비스·제품으로 신시장 창출
3	데이터·서비스 중심의 초연결 네트워크 환경 구축	사람·사물을 포함하여 만물로부터 생성된 데이터가 초연결 네트워크를 통해 언제 어디서나 안전하게 전달되고 활용 다양한 사업자가 풍부한 주파수 자원과 규제 완화로 신규 네트워크를 손쉽게 구축하여 더 많은 데이터의 생성·수집·전달·활용을 촉진
4	국가 근간 서비스에 선제적인 지능정보기술 활용	공공서비스에 지능정보기술을 선도적으로 적용함으로써 공공서비스의 품질이 향상되고 국민들이 그 혜택을 고루 향유 관련 기업들은 공공서비스의 선제 도입을 통해 초기 시장 수요를 확보
5	지능정보산업 생태계 조성을 통한 민간 혁신 파트너 역할 수행	누구나 창업·성장 지원제도를 활용해 아이디어를 마음껏 사업화하고 지능정보 환경을 반영한 규제 개선으로 신규 제품·서비스를 빠르게 출시 금융, 유통, 방송 등 다양한 서비스를 개인 맞춤형으로 향상시키고 공정경쟁 환경하에 응용 서비스 사업자가 플랫폼 간섭 없이 자유롭게 경쟁
6	지능형 의료서비스를 통한 혁신 가치 창출	국민 모두 지능정보기술이 적용된 안전하고 정밀한 의료서비스 혜택을 향유, 질병예방 및 맞춤형 치료 등으로 건강한 삶 영위 방대한 유전체 및 진료기록 등을 지능정보기술로 정확히 판독·분석, 개인 맞춤형 정밀진료 등 의료산업의 새로운 부가가치 창출

〈표 3-1〉의 계속

연번	과제 제목	상세 내용
7	제조업의 디지털 혁신	전 공정에 걸쳐 소비자와 시장 데이터에 기반한 플랫폼 생산체제가 도입되고 출시된 상품에 지능정보서비스 기능이 추가되어 고품질화 지능정보기술이 적용된 지능형 로봇 및 3D 프린팅 기술 활용으로 제조업의 생산성이 향상되어 성장한계에 직면한 제조업이 재도약
8	지능정보사회 미래교육 혁신	온 국민이 각자 눈높이에 맞춘 최적화된 교육을 제공받아 잠재력을 마음껏 발휘하며 지능정보사회의 새로운 기회를 창출·향유 정부, 학교, 연구소, 기업 등이 공동으로 산업계에서 필요한 핵심인력 양성을 지원하여 글로벌 경쟁력 확보
9	자동화 및 고용형태 다변화에 적극적 대응	신기술 분야의 고부가가치 일자리가 많이 창출되고 노동유연성이 높아지며 전통산업 종사자들도 신산업으로 원활하게 전직 비전형 근로자에 대한 고용안전망 확대 및 구직자 맞춤형 취업정보 제공 등으로 근로자들의 실직·전직에 대한 두려움 해소
10	지능정보사회에 대응한 사회안전망 강화	일상생활에 적용가능한 지능정보 기술개발로 누구나 불편함 없이 활동하고 차별이 없는 사회적 혜택을 누리며 실직, 전직 및 의료비 증가에도 어려움 없이 안정적인 생활을 영위
11	지능정보사회에 대비한 법제 정비 및 윤리 정립	지능정보사회 도래에 따른 총체적 변화에 대비한 규범적 인프라 구축으로 국민이 막연한 불안감을 갖지 않고 생활하며 기존 법·제도가 선제적으로 정비되어 개인과 기업이 안전하고 활발하게 지능정보기술을 활용
12	사이버 위협, AI 오작동 등 역기능 대응	사이버 위협, AI 오작동 등으로 발생할 수 있는 역기능을 효과적으로 차단하여 지능정보사회에서 나타날 수 있는 불안감 해소

자료: 미래창조과학부(2016), 「지능정보사회 중장기 종합대책」.

지능정보사회 중장기 종합대책의 추진과제로 한국 정부는 12가지를 선정했다(표 3-1 참조). 첫째 과제는 미래 경쟁력의 원천인 데이터 자원의 가치 창출이다. 데이터 기반의 합리적 의사결정체계가 확립되고 누구나 원하는 데이터를 쉽게 찾고 거래하여 가치를 창출하는 데이터 기반 사회를 구축하여 이를 통해 자연 자원 빈국에서 데이터 자원 부국으로 도약하

려는 목적이다. 이를 위해 한국 정부는 국가데이터 관리체계를 확립하여 기계가 학습할 수 있는 대규모 데이터 기반을 구축하고 데이터의 유형별 유통 및 활용을 촉진할 계획이다. 또한 데이터 전문기업 및 인력을 육성하는 데 지원하고 데이터 관리의 신뢰성 제고를 위한 블록체인기술 활용을 지원할 계획이다.

둘째 과제는 지능정보기술 기반 확보이다. 대학 및 연구소를 중심으로 지능정보산업의 기반이 되는 기초과학 및 원천연구를 활발히 진행하여 세계 수준의 기술역량 확보하고, 기업 중심의 도전적 연구개발 활동이 대학 및 연구소의 연구역량과 연계되고, 기업들은 새로운 지능정보 서비스와 제품으로 신시장을 창출하게 하려는 목적이다. 전략적으로 지능정보 기술을 선점하기 위해 기초과학, 원천기술, 응용기술의 R&D 투자를 강화하고 기초과학, 원천기술, 응용기술별 연구방식의 최적화를 꾀하고, R&D 효과 극대화를 위해 데이터 공유, 산학연 연구협력 강화, 표준화 평가기준 개발 등의 제도적 정비를 갖추고 있다.

셋째 과제는 데이터 및 서비스 중심의 초연결 네트워크 환경을 구축하는 것이다. 사람과 사물을 포함하여 만물로부터 생성된 데이터가 초연결 네트워크를 통해 언제 어디서나 안전하게 전달되어 활용되고, 다양한 사업자가 풍부한 주파수 자원과 규제 완화로 신규 네트워크를 손쉽게 구축하여 더 많은 데이터의 생성/수집/전달/활용을 촉진하려는 목적이다. 이를 위해 다양한 융복합 서비스를 지원하는 5G 및 기가인터넷 서비스 등의 고성능 네트워크 구현하고 보안이 내재화된 고신뢰 네트워크를 구축하기 위해 노력하고 있다. 또한 주파수 자원 공급 확대 및 네트워크 관련 규제를 지속적으로 개선하려는 방침이다.

넷째 과제는 국가 근간 서비스에 선제적으로 지능정보기술을 활용하는 것이다. 공공 서비스에 지능정보기술을 선도적으로 적용함으로써 공공서비스의 품질을 향상시키고 국민들이 그 혜택을 고루 향유할 수 있도록 하며, 관련 기업들은 공공서비스의 선제 도입을 통해 초기 시장 수요를 확보하게 하는 것이 그 목적이다. 이를 위해 지능정보기술을 활용한 전쟁 전력을 극대화하고, 지능형 범죄에 대응하는 시스템 구축을 통해 범죄 예방 및 검거역량을 강화시키려는 계획이다. 또한 지능정보기술을 활용하

여 맞춤형 행정 및 복지 서비스와 미래형 교통/유통/도시 인프라를 구현하는 것이 목표이다.

다섯째 과제는 지능정보산업 생태계 조성을 통해 민간의 혁신 파트너로서의 역할을 수행하는 것이다. 이를 위해 누구나 창업 및 성장 지원제도를 활용해 아이디어를 사업화하고 지능정보 환경을 반영한 규제 개선으로 신규 제품과 서비스를 빠르게 출시하게 한다. 그리고 금융, 유통, 방송 등 다양한 서비스를 개인 맞춤형으로 향상시키고 공정경쟁 환경하에 응용서비스 사업자가 플랫폼의 간섭 없이 자유롭게 경쟁하게 하는 것이 목적이다. 이를 위해 혁신적인 신기술 개발 지원을 위한 테스트베드를 운영하고, 신기술 규제에 관한 패러다임을 전환하며, 지능정보 기반산업 및 활용산업의 창업 및 성장을 촉진시킬 계획이다. 또한 공공구매 등을 활용한 지능정보산업의 초기 시장에서 수요를 창출하여, 서비스산업의 지능정보화를 위해 산업별 맞춤형으로 지원하고, 플랫폼 산업구조에 기반을 둔 공정경쟁 환경 구축할 예정이다.

여섯째 과제는 지능형 의료서비스를 통한 혁신 가치를 창출하려는 과제이다. 국민 모두 지능정보기술이 적용된 정밀 의료서비스 혜택을 향유, 질병예방 및 맞춤형 치료 등으로 건강한 삶을 영위하게 하고, 방대한 유전체 및 진료기록 등을 지능정보기술로 정확히 판독하고 분석하여 개인 맞춤형 정밀진료 등 의료산업의 새로운 부가가치가 창출되게 하는 것이 목적이다. 이를 위해 정밀의료 등 고품질 의료서비스 제공을 위한 데이터 활용기반을 조성하고, 지능형 헬스케어 확산을 통한 고령화에 대응하고 질병을 예방하고자 한다. 또한 나노바이오 및 정밀의료 기술을 통한 개인별 맞춤형 진단·치료를 제공하고, 의료서비스의 지능정보화를 위한 인프라를 조성할 계획이다.

일곱째 과제는 제조업의 디지털 혁신이다. 전 공정에 걸쳐 소비자와 시장 데이터에 기반을 둔 플랫폼 생산체제를 도입하고, 출시된 제품에 지능정보서비스 기능이 추가되어 고품질화하는 것이 목적이다. 또 하나의 목적은 지능정보기술이 적용된 지능형 로봇 및 3D 프린팅 기술 활용하여 제조업의 생산성을 향상시키고 성장한계에 직면한 제조업이 재도약할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해 대량맞춤 생산체계 구축을 위한 제조 사

이버물리시스템을 개발 및 보급하고, 로봇 및 3D프린팅 등 스마트 제조의 기반을 마련하고자 한다. 또한 제조업의 서비스화를 위한 생태계를 조성하고, 규제완화, 인력과 R&D 지원 등을 통한 리쇼어링(Re-shoring)을 지원하는 것이 목표이다.

여덟째 과제는 지능정보사회를 위한 미래의 교육을 혁신하는 것이다. 온 국민이 각자 눈높이에 맞춘 최적화된 교육을 제공받아 잠재력을 마음껏 발휘하며 지능정보사회의 새로운 기회를 창출하고 향유케 하는 것이 목적이며, 정부, 학교, 연구소, 기업 등이 공동으로 산업계에서 필요한 핵심인력 양성을 지원하여 글로벌 경쟁력을 확보케 하는 것 또한 그 목적이다. 이를 위해 문제해결과 사고력 중심 교육을 실현하고, 지능정보기술을 활용한 맞춤형 교육 체제를 전면화할 계획이다. 신산업 발전을 이끌 지능정보 핵심인력 양성하고, 교원 양성 및 지능정보사회 교육인프라를 구축할 계획도 갖고 있다.

아홉째 과제는 자동화 및 고용형태 다변화에 적극적으로 대응하는 것이다. 신기술 분야의 고부가가치 일자리가 많이 창출되고 노동유연성이 높아지며 전통산업 종사자들도 신산업으로 원활하게 전직할 수 있도록 하고, 비전형 근로자에 대한 고용안전망 확대 및 구직자 맞춤형 취업정보 제공 등으로 근로자들의 실직 및 전직에 대한 두려움을 해소하게 하는 것이 목적이다. 이를 위해 투입 중심에서 성과 중심으로의 탄력적인 노동시장으로의 개편을 꾀하고 있으며, 고용형태 다변화에 대응한 고용안전망을 확대할 계획이다. 또한 부문 간 일자리 이동 지원을 위한 고용서비스를 고도화하고, 지능정보사회 신산업 창출을 위한 산업인력을 양성할 계획이다.

열째 과제는 지능정보사회에 대응하여 사회안전망을 강화시키는 것이다. 일상생활에 적용 가능한 지능정보 기술개발로 누구나 불편함 없이 활동하고 차별이 없는 사회적 혜택을 누리며 실직, 전직 및 의료비 증가에도 어려움 없이 안정적인 생활을 영위하도록 하는 것이 그 목적이다. 이를 위해 사회보장제도 강화를 통한 국민의 안전한 삶을 보장하고 복지행정 효율화 및 복지재정 건전성 유지, 고령층과 장애인 등 취약계층을 위한 지능정보기술 개발을 추진할 계획이다.

열한째 과제는 지능정보사회에 대비한 법제를 정비하고 윤리를 정립하는 것이다. 지능정보사회 도래에 따른 총체적 변화에 대비한 규범적 인프라 구축으로 국민들이 막연한 불안감을 갖지 않고 생활하며, 기존 법/제도가 선제적으로 정비되어 개인과 기업이 안전하고 활발하게 지능정보기술을 활용하도록 하는 것이 목적이다. 이를 위해 지능정보사회 방향 제시를 위한 기본법을 제정하고, 데이터 수집 및 인공지능 알고리즘 개발 및 사용 시 인간 중심의 윤리를 정립하고자 한다. 또한 지능정보기술 기반 확보, 산업의 지능정보화 촉진, 사회변화에 대한 선제적 대응을 위한 법제들을 정비하고자 하는 계획이다.

열둘째 과제는 사이버 위협, 인공지능 오작동 등 역기능을 대응하는 것이다. 사이버 위협, 인공지능의 오작동 등으로 발생할 수 있는 역기능을 효과적으로 차단하여 지능정보사회에서 나타날 수 있는 불안감을 해소하는 것이 목표이다. 이를 위해 강화된 사이버 위협에 대응한 지능형 자율방어체계를 실현하고, 인간과 사물을 포함한 지능형 통합인증체계를 구축할 예정이다. 그리고 지능정보 소프트웨어의 안전성 평가체계를 마련하고, 인공지능 보안인력 양성 및 글로벌 공조체계를 강화할 계획을 갖고 있다.

나. 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명

앞서의 지능정보사회 중장기 종합대책이 본격적으로 실행되기 전에 한국 정부는 대통령 탄핵으로 대통령이 바뀌는 상황을 맞이했다. 하지만 새롭게 들어선 정부에서는 4차 산업혁명을 이전 정부보다 더욱 중요하게 받아들이고 2017년 7월 새롭게 4차 산업혁명 대비를 국가 핵심과제 중 하나로 발표했다. 이 과제에는 크게 보면 세 가지 목적이 있다. 첫째, 4차 산업혁명을 촉발하는 초지능·초연결 기술(인공지능, 사물인터넷, 5G 등)을 확산시키고 핵심기술 개발, 신산업 육성을 통해 일자리 및 성장동력을 확보한다. 둘째, 4차 산업혁명을 체계적으로 대비하고 지휘할 컨트롤타워인 대통령직속 4차 산업혁명위원회를 설치하고 기술·산업·사회·공공 등 분야별 혁신과제를 선정하여 추진한다. 셋째, 4차 산업혁명을 주도할 수 있

〈표 3-2〉 문재인 정부의 4차 산업혁명 목표과제

	과제명
1	소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축
2	고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성
3	자율과 책임의 과학기술 혁신 생태계 조성
4	청년과학자와 기초연구 지원으로 과학기술 미래역량 확충
5	친환경 미래 에너지 발굴·육성
6	주력산업 경쟁력 제고로 산업경제의 활력 회복

자료: 국정기획자문위원회(2017), 「문재인정부 국정운영 5개년 계획」.

도록 소프트웨어·융합교육 확대, 평생교육 기반 조성 등으로 시대에 적합한 창의적 인재를 육성하고, 스타트업 지원, 금융·M&A제도 개선, 공공시장 창출, 규제혁신 등을 통해 역동적 창업·벤처 생태계를 조성한다(국정기획자문위원회, 2017).

국정위는 4차 산업혁명 대비를 위한 세부 국정과제를 여섯 가지로 나누었다. 첫째는 ‘소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축’ 과제다. 4차 산업혁명 관련 인프라 구축, 규제 개선 및 핵심 기술력 확보, 소프트웨어 기업 육성·양성 및 ICT 역기능에 선제적으로 대응하는 것이 이 과제의 목표다. 이를 위해 대통령 직속 4차 산업혁명위원회를 신설하고 범부처 4차 산업혁명 대응 추진계획을 수립할 예정이다. 또한 지능정보 핵심기술 R&D, 인재양성 등에 집중투자하고, 정보통신 및 신기술·서비스의 시장진입이 원활하도록 규제를 개선할 계획이다. 인프라 조성 및 융합 확산을 위해서는 5G와 사물인터넷 네트워크 인프라를 구축하고 데이터를 개방 및 유통을 활성화하며, 스마트홈·정밀의료 등 정보통신기술 융합 서비스를 발굴·확산시킬 계획이다. 소프트웨어 경쟁력 강화를 위해서 소프트웨어 법체계 및 공공시장을 혁신하고, 인재·기술 역량 강화 등을 통해, 소프트웨어를 가장 잘하는 나라, 그리고 소프트웨어 기업하기 좋은 나라를 만들려는 계획이다. 이러한 신기술들의 역기능에 대응하기 위한 대책으로는 인공지능 기반 사이버 보안 위협 대응체계를 구축하고, 신정보 격차를 해소하는 계획을 수립 및 시행하며, 통신분쟁조정제도 도입 등의 이용자 보호도 강화할 계획이다.

둘째 과제는 고부가가치를 창출하는 미래형 신산업을 발굴 및 육성하는 것이다. 제조 경쟁력과 정보통신기술, 서비스 등의 융합을 통해 미래형 신산업을 육성하려는 목표인 것이다. 먼저 친환경·스마트카와 관련해 전기차·수소차를 획기적으로 확대 보급하고, 자동차-정보통신기술의 융합 플랫폼을 구축하는 등 스마트카 개발 및 자율주행차 산업을 육성하려는 계획이다. 그리고 첨단기술 산업 분야에서 융복합 추진전략을 마련하고, 반도체·디스플레이·탄소산업 등 4차 산업혁명 대응에 필요한 첨단 신소재·부품 개발을 지원할 계획이다. 또한 제약·바이오 등의 핵심기술을 개발하기 위한 인력양성, 사업화 및 해외진출 지원 등을 통해 제약·바이오·마이크로의료로봇 등 의료기기 산업 성장 생태계를 구축할 방침이다. 자율주행차 테스트베드·인프라, 자율협력주행 커넥티드 서비스, 스마트도로 등도 구축하고 2020년에 준자율주행차를 조기 상용화할 계획이다. 또한 드론산업 활성화를 위해 지원 로드맵 마련 인프라 구축, 제도 개선, 기술개발, 융합생태계 조성 등을 추진할 예정이다. 마지막으로 신속인증제 운영 활성화, 범부처 대응 지원센터 운영, 신속표준제도 도입 등 신산업 표준·인증제도를 혁신할 전망이다.

‘자율과 책임의 과학기술 혁신 생태계 조성’이 셋째 과제다. 이 과제를 통해 과학기술 컨트롤타워를 강화하고 총괄·조정 효율성을 제고하는 것이 목표다. 자율과 책임성이 강화된 연구자 중심으로 R&D 시스템을 혁신하려는 목표도 있다. 이를 위해 2017년 국가과학기술정책 자문·조정기구를 통합하고 과학기술총괄부처의 기능을 강화시킬 것이다. 행정 효율화를 위해서는 각종 R&D 관리규정 및 시스템·서식을 일원화하고 간소화 할 것을 추진하고 있다. 소통 강화를 위해선 정부R&D 정보제공 체계의 개선으로 관련 정보의 개방을 확대하고, 국민참여 기반의 국민생활문제 해결 R&D를 추진할 예정이다. 해외교류 확대를 위해선 재외 동포 및 북한 과학기술인 교류를 확대하고, 인류 공동 문제해결에 기여하는 과학연구로 글로벌사회 국가 지위를 향상시키려는 계획이다.

넷째 과제는 청년 과학자와 기초연구 지원으로 과학기술의 미래역량을 확충하는 것이다. 기초연구 지원 확대를 위해 연구자 주도 기초연구 예산을 2배로 확대하고 연구과제 관리·평가제도 등의 개선을 통해 연구자

자율성을 강화시킬 예정이다. 즉 역량 있는 연구자가 연구 단절 없이 연구 초기부터 지속적으로 연구비를 지원받을 수 있도록 ‘최초 혁신 실험실’ 및 ‘생애 기본 연구비’를 지원할 계획이다. 연구과제 특성을 반영해 차별화(성과중심/과정중중)된 평가체계를 정립하는 것 또한 목표이다. 그리고 연구 환경을 개선하기 위해 근로계약 체결, 적정임금 및 연구성과 보상 기준을 마련하는 등 청년 과학기술인의 처우를 개선하려 한다. 또한 청년 과학기술인을 육성하기 위해 실무형 R&D 연구기회를 제공함으로써 R&D 역량을 제고하고, 연구 산업 활성화를 통한 과학기술 일자리를 확대할 계획이다.

다섯째 과제는 친환경 미래 에너지 발굴 및 육성이다. 재생에너지 발전 비중을 2030년까지 20%로 대폭 확대하고, 에너지 신산업 선도국가로의 도약 및 저탄소·고효율 구조로 전환하는 것이 목적이다. 이를 위해 소규모 사업자의 참여 여건 및 기업투자 여건을 개선하는 등 2030년까지 재생 에너지 발전량 비중을 20%로 달성하고, 친환경·스마트 에너지 인프라를 구축하여, IoE 기반 신비즈니스를 창출시킬 예정이다. 에너지효율을 높이기 위해서는 핵심분야별(가정, 상업, 수송, 공공, 건물 등) 수요관리를 강화하고, 미활용 열에너지 활용을 활성화하는 등 저탄소·고효율 구조로 전환할 계획이다.

마지막 여섯째 과제는 주력산업 경쟁력 제고로 산업경제의 활력을 회복하는 것이다. 즉 주력 산업의 선제적인 사업 재편을 활성화하고, 스마트화·융복합화·서비스화를 통해 산업 전반의 경쟁력을 제고하며, 중소기업 수출 지원을 강화하고 외국인투자·유턴기업을 지원하는 것이 목표이다. 먼저 제조업 부흥을 위해선 2017년에 4차 산업혁명 대응을 위한 제조업 부흥전략을 수립하고 2018년까지 스마트 공장 인증제도 도입 및 금융지원 등을 확대할 목표이다. 이로써 2022년까지 스마트 공장을 2만 개 보급·확산시킬 계획이다. 또한 매년 50개 기업 사업재편을 지원하고, 사업재편 기업에 대한 인센티브 강화로 2019년까지 산업 전반으로 선제적인 구조조정을 확산시킬 계획이다. 수출구조도 혁신할 예정이다. 2018년까지 국가 브랜드 전략과 산업·무역정책을 연계한 ‘Korean-Made 전략’을 수립하고 맞춤형 지원 강화로 수출 기업화를 촉진할 계획인 것이

다. 유턴기업을 유치하기 위해선 신산업 및 고용창출 효과가 높은 외국인 투자·유턴기업을 중점 유치하는 방향으로 2018년까지 관련 지원제도를 개편할 방침이다.

2. 한국 기업의 대응

한국 기업들의 대응 역시 선진국에 비해서 뒤처지는 것으로 나타난다. 현대경제연구원(2017)의 상장기업 및 중소기업 400개 업체를 대상으로 한 설문조사에 따르면, 기업들 스스로도 한국 기업들의 4차 산업혁명에 대한 대응 수준은 글로벌 기업에 비해 미흡한 것으로 조사됐다. 평가점수 7.1점으로 글로벌 기업의 10점 기준에 비해 한참 미달되는 것으로 조사된 것이다. 하지만 일부 국내 기업 분야에서도 4차 산업혁명의 최신기술을 적용하여 신제품 및 사업 모델, 스마트공장 등을 운영하기 시작했다.

가. 자동차산업

미래형 자동차 부문에선 현대기아자동차가 친환경자동차(전기차, 하이브리드 자동차, 수소연료차)와 자율주행차를 개발하고 있다. 현대기아자동차는 순수전기차로 아이오닉과 쏘울을 생산하여 친환경차 시장에 참여하고 있는데, 현재는 엔진차와 비슷한 구조로 기존 내연기관 라인에서 혼류생산을 하고 있어 아직 과도기 생산단계인 것으로 추정된다. 순수전기차 아이오닉은 2016년 한 해 동안 약 3,700대를 판매했는데 2017년 2월에만 약 2,000대가 팔리는 등 내수 판매가 늘어나는 추세이다.

미래 자동차 시장에는 기존의 자동차 업체 이외에도 정보통신기술 기업들의 미래자동차 진출이 빠르게 진행되고 있다. 예를 들면, LG그룹은 인포테인먼트, 전기모터, 센서, 잠김방지브레이크 등 자동차 전장품 대부분을 생산하고 있다. 특히 전기차의 핵심 부품인 배터리는 한국 오창, 폴란드, 미국 홀랜드, 중국 난징 등 글로벌 28만 대 생산공장을 보유하고 있는데 세계적으로 성능을 인정받아 구글, BMW, 테슬라 등에 공급하고 있다. 삼성 그룹은 최근 미국의 커넥티드카와 오디오 분야 전문기업인 하만

을 인수하며 본격적으로 전장 사업에 뛰어들었다. 그 외에도 전장사업부를 두고 디스플레이, 센서 등을 생산하고 있으며, 전기차 배터리는 한국 울산, 중국 시안, 헝가리 등 글로벌 14만 대 생산공장을 보유하고 있다. 또한 인공지능과 빅데이터 관련 기능 향상을 위해 실리콘밸리에서 여러 개의 벤처기업들을 인수하고 있다. SK그룹은 커넥티드카, 텔레메틱스(무선통신, 인터넷), 전기충전소, 전기차 배터리 사업에 참여하고 있다. 네이버와 카카오도 자율주행 택시를 목표로, 디지털 지도를 선점하기 위한 검색 엔진 개발에 뛰어들었다.

나. 정보통신산업

한국이 비교적 강점을 보이고 있는 정보통신기술 분야에서의 기업들의 대응은 다소 선제적이다. 삼성SDS는 인공지능 기반의 기업용 데이터 통합 분석 플랫폼인 ‘브라이틱스(Brightics) AI’를 개발했다. 브라이틱스 AI는 다양한 데이터 분석 모델링 중 이용자에게 가장 적합한 모델을 인공지능 기반으로 추천해줘 빅데이터를 쉽게 처리하고 분석할 수 있게 해준다. 브라이틱스 AI의 최적 알고리즘 자동 추천 기능을 활용하면 기존 일반 사용자도 수 시간 만에 빅데이터 분석작업을 할 수 있다. 삼성SDS의 스마트 팩토리 솔루션인 ‘넥스플랜트(Nexplant)’도 4차 산업혁명에 대비한 기술이다. 넥스플랜트는 제조 공정에 사물인터넷 기술을 적용해 설비의 센서 데이터를 수집하고 이를 브라이틱스로 분석해 제조 설비의 상태를 실시간으로 진단하고 문제점을 파악해 해결함으로써 생산 효율을 극대화한다. 삼성SDS는 블록체인 사업에도 나서고 있다. 기업용 블록체인 플랫폼 ‘넥스레저(NexledgerTM)’를 개발하고 이를 기반으로 디지털 신분증 및 지급결제서비스 서비스를 제공한다(IT데일리 2017. 6. 22. 보도기사).

SK㈜ C&C는 인공지능 서비스 ‘에이브릴(Aibril)’과 종합 클라우드 서비스 ‘클라우드 제트(Cloud Z)’를 기반으로 디지털 혁신을 하고 있다. 특히 IBM이 오랜 기간 꾸준한 투자를 통해 만들어낸 인공지능 왓슨을 기반으로 한 에이브릴은 금융과 의료 분야에서 활용 폭이 빠르게 확대되고 있다. SK㈜ C&C는 클라우드 서비스에도 적극적이다. SK㈜ C&C의 종합

클라우드 서비스 ‘클라우드 제트’는 기업이 원하는 모든 형태의 클라우드 시스템 및 서비스를 제공한다. 특히 해외 40개의 IBM 클라우드 센터를 연계해 글로벌 클라우드 데이터 센터 간 네트워크 트래픽을 무제한 무상 제공하는 ‘클라우드 제트’의 글로벌 멀티 클라우드 서비스가 대표적이다. SK㈜ C&C는 제조 기업들이 인공지능 및 클라우드를 활용한 디지털 전환을 직접 검증하고 테스트해 볼 수 있는 ‘디지털전환 개념검증(DT PoC)’ 센터도 구축 중이다. 디지털전환 개념검증 센터에서는 클라우드 제트 기반의 가상환경을 통해 제조 기업이 필요로 하는 모든 유형의 분석 서비스를 총망라한 빅데이터 분석, 머신러닝 등 디지털전환 종합서비스를 개념검증 플랫폼에서 한 번에 제공한다(로봇신문 2017.9.7. 보도기사).

SK텔레콤은 2017년 4월 ‘5밴드주파수집성(CA)’ 기술을 선보여 700Mbps의 속도를 구현해 냈다. SK텔레콤은 또 AT&T, 도이치텔레콤, 에릭슨 등 15개 글로벌 이동통신 및 장비업체로 이뤄진 ‘5G 글로벌 공동 협력체’에 국내 통신사로는 유일하게 참여해 5G 표준화 작업을 주도하고 있다. 올해는 SK텔레콤, AT&T, NTT도코모 등 6개의 글로벌 ICT 기업이 3GPP에 5G 네트워크 구조 혁신 및 표준작업 가속화를 공동 제안해 채택되기도 했다. 또 SK텔레콤은 ‘커넥티드카’에서도 경쟁력이 있다. 2016년 11월 BMW, 에릭슨 등과 손잡고 세계 최초 5G 커넥티드카 ‘T5’를 선보였고, 28GHz 고주파 대역 전파와 차량을 연결한 무선 전송 기술을 공개한 것이 대표적이다. SK텔레콤의 또 다른 핵심 기술은 인공지능이다. SK텔레콤은 2016년 9월 음성인식 인공지능 서비스인 ‘누구(NUGU)’를 발표하였는데 누구가 사용자와 나눈 대화 건수가 일 평균 50만 건으로 누적 1억 건을 넘어섰다고 한다(서울경제 2017.8.1. 보도기사).

LG유플러스는 통신 부문의 역량 강화에 집중하고 있다. 먼저 노키아와 5G 핵심장비인 ‘무선 백홀 기지국(Self BackHole Node)’을 공동으로 개발하고, 모바일월드콩그레스(MWC)에서 이를 공개했다. 무선 백홀 기지국은 기지국에서 데이터를 전송하는 과정에서 각종 장애물 등으로 서비스 품질이 저하될 경우 전파를 우회해 중계해준다. LG유플러스는 정보통신기술 관련 스타트업 육성을 위한 ‘에스비글로벌챔프펀드’에 100억 원을 출자하는 등 스타트업의 동향 파악에도 공을 들이고 있다. LG유플러스는

가정용 사물인터넷 시장 장악을 위해 2017년 말까지 100만 가구를 가정용 사물인터넷 가입자로 확보하겠다는 계획이다. LG유플러스가 IPTV에 'IoT 음성 제어 기능'을 탑재한 것 또한 이 같은 가정용 사물인터넷 전략의 일환이다. LG유플러스는 기존 IPTV 셋톱박스에 사물인터넷 허브를 탑재하고 음성명령으로 집안의 사물인터넷 기기를 제어할 수 있게 했다. LG유플러스는 커넥티드카에도 주목하여 2016년 9월 쌍용자동차와 인도 마힌드라 그룹의 IT 전문 계열사인 테크 마힌드라와 LTE 기반의 커넥티드카 사업을 협력하기로 한 후 관련 노하우를 쌓고 있다(서울경제 2017. 8. 1. 보도기사).

네이버는 인공지능과 자율주행차 등 이동통신사나 자동차 업체에서 시도할 법한 첨단기술 개발에 주력한다. 인공지능 플랫폼 '클로바'를 탑재한 음성 비서 스피커 '웨이브'는 이미 일본 시장에서 시범 판매되고 있고 한국에서는 모바일 애플리케이션을 통해 서비스 중이다. 아울러 인공지능을 기반으로 한 '신경망 번역(NMT)' 기술을 적용한 번역 서비스 '파파고'는 PC와 모바일을 통해 정식 서비스를 시작했다. 네이버의 연구개발(R&D) 전문 자회사 네이버랩스의 자율주행차는 2017년 2월부터 국토교통부로부터 도로주행 임시허가를 받아 운행되고 있다. 국내 이동통신사보다 자율주행차 기술개발 속도가 빠른 편인 것으로 평가된다. 국내 클라우드 시장에서는 네이버의 자회사 '네이버 비즈니스 플랫폼'이 한글을 기반으로 한 편리한 사용자환경을 무기로 점유율을 넓히는 추세다. e커머스(전자상거래)는 네이버의 '캐시카우(현금창출원)'로 여겨지는 분야다. 네이버는 풍부한 상품 검색 데이터베이스(DB)와 간편결제(네이버페이) 연동 기능 등의 장점을 활용해 기존 오픈마켓과 소셜커머스를 능가하는 쇼핑 생태계를 구축한다는 전략을 세웠다. 스타트업 성장을 위한 생태계 조성에도 네이버는 적극적으로 나서고 있다. 일본계 벤처투자사인 소프트뱅크벤처스와 인공지능 등 첨단기술 산업 투자를 위해 총 1,000억 원 규모의 펀드를 조성했다. 포괄적 제휴를 맺은 미래에셋그룹과는 지난해 12월 각각 500억 원씩을 출자해 1,000억 원 규모의 4차 산업혁명 투자 펀드를 만들었다(서울경제 2017. 8. 1. 보도기사).

모바일 메신저 카카오톡의 운영사인 카카오는 '생활 밀착형' 인공지능

서비스를 개발하고 있다. 카카오는 음성인식 인공지능 플랫폼 ‘카카오 아이(I)’를 선보이고 이를 2017년 9월 출시 예정인 현대차의 ‘제네시스 G70’에 처음 적용한다고 발표했다. 이에 따라 제네시스 G70에서는 음성인식 버튼을 누르면 말로 내비게이션 등을 조작할 수 있다. 카카오 아이의 장점은 인공지능이 필요한 사업자나 조직 또는 기관에 일부 기술 또는 전체 서비스를 공급할 수 있다는 점이다. TV나 냉장고 등 생활 속 필수 가전에 카카오 아이가 탑재되면 마찬가지로 카카오의 다양한 서비스를 음성인식 기술로 구동하는 게 가능해진다는 것이다. 카카오가 직접 제작한 음성 인식 인공지능 스피커 ‘카카오 미니’ 역시 곧 시장에 출시된다. 카카오 아이를 탑재한 카카오 미니는 카카오톡과 멜론, 포털 다음 등 다양한 자체 서비스가 연동된다. 아울러 카카오는 자사의 대표 메신저 서비스인 카카오톡을 ‘만능 플랫폼’으로 탈바꿈시키는 사업에 착수했다. 2017년 3월 카카오톡을 통해 프랜차이즈 브랜드의 음식을 주문할 수 있는 ‘카카오톡 주문하기’ 서비스를 열었고, 4월에는 이마트와의 제휴로 생활필수품과 신선식품을 집으로 받아볼 수 있는 ‘카카오톡 장보기’도 시작했다. 또한 판매자가 카카오톡에서 직접 소규모 쇼핑물을 구축해 제품이나 서비스를 판매할 수 있는 ‘카카오톡 스토어’의 시범 서비스도 개시했다. 카카오의 또 다른 주력 사업은 ‘카카오모빌리티’의 교통 서비스다. 카카오모빌리티의 카카오택시는 1,500만 명 이상의 가입자를 확보했으며 글로벌 사모펀드(PEF) TPG가 주도한 컨소시엄으로부터 5,000억 원 규모의 투자를 받게 되면서 앞으로는 법인을 대상으로 한 유료 사업 등을 추진하기로 했다. 또한 2017년 9월 중 출시 예정인 ‘카카오파킹’은 운전자가 주차 공간을 쉽게 찾을 수 있도록 안내하는 서비스를 제공할 예정이다(서울경제 2017. 8. 1. 보도기사).

다. 스마트공장

LG CNS는 스마트공장으로 4차 산업혁명 시대를 준비하고 있다. 최근 주목받고 있는 사물인터넷/클라우드/빅데이터/모바일 기술을 모두 적용한 스마트 팩토리 솔루션을 개발해 산업 현장에 적용 범위를 넓혀가고 있

다. LG CNS의 스마트 팩토리 솔루션은 사물인터넷 센서를 이용해 수집된 정보들을 클라우드 환경에서 빅데이터 분석 플랫폼으로 분석하고 작업자의 의사결정을 보조하며 불필요하게 낭비되는 비용을 최소화하고 있다. 최근에는 기술의 발달로 이 같은 전 과정이 자동화되고 관리자가 직접 모바일로 제어할 수 있는 단계까지 진화를 거듭하고 있다. LG CNS는 2003년 현대자동차·현대모비스 공장(미국) 생산실행시스템(MES) 구축, 2007년 GE 헬스케어 공장 리더 시스템, 장비운영 시스템 구축, 2012년 두산 인프라코어 한국/중국 MES 구축, 만도 미주(2005년, 2011년, 중국(2006년), 인도(2008) 공장 구축, 2010년 한독약품 음성공장 자동화 창고 구축 등 국내외 다양한 분야에서 스마트 팩토리 솔루션을 적용한 경험을 보유하고 있다. 2016년에는 종합식품기업 아워홈의 동서울물류센터에 식자재 분류 소터와 소터관리시스템(SMS) 등으로 구성된 스마트 팩토리 솔루션을 공급했다. 식자재 분류 소터는 비닐로 쌓여 있는 파와 배추, 쌀 포대자루 등 겉모양이 일정하지 않은 다양한 식자재를 바코드로 인식해 주문 배송처별로 자동 분류하는 물류 설비로 이전까지 수작업으로 해왔던 식자재 분류를 자동화 설비를 통해 자동 분류할 수 있게 해주는 장비다. LG CNS는 식자재 분류 소터에 아워홈의 기존 IT시스템을 연동시켜 식자재 배송처 정보를 분석, 분류할 계획을 세우고, 소터 장비의 운영 상태를 실시간으로 확인, 작업 내용과 결과 통계를 산출해주는 SMS를 적용해 업무 효율을 크게 끌어올렸다(한국경제 2017.6.1. 보도기사).

LS산전은 전력 및 자동화 분야 솔루션을 통해 스마트그리드와 스마트 공장 기술을 개발하고 상용화하면서 이 분야 대표 기업으로 성장하고 있다. LS산전 청주 1사업장 G동은 스마트 생산라인이 구축돼 있다. 부품 공급부터 조립·시험, 포장 등 모든 라인에 걸쳐 자동화 시스템을 구축한 스마트공장이다. LS산전의 청주사업장을 스마트공장으로 바꾼 이후 이 공장에서 생산하는 저압기기 라인 38개 품목의 1일 생산량은 기존 7,500대 수준에서 2만 대로 생산효율이 획기적으로 개선됐다. 에너지 사용량 역시 60% 이상 절감했고 불량률도 글로벌 스마트공장 수준인 6PPM(백만분율·Parts Per Million)으로 급감했다. 필요한 작업자 수도 라인당 절반으로 줄어 경영 효율성 향상에 크게 기여했다. 각 공정 라인에 설치한

PLC(Programmable Logic Controller)가 현재 공정에 생산성과 관련한 정보를 모아 상위 제조실행시스템인 생산관리시스템에 전달하면 최적의 생산효율방식을 산출해 명령을 내리는 구조다. 청주공장에는 무인 운반차(AGV)가 다니는 궤도를 설치해 프로그래밍된 명령에 따라 각 부품을 라인으로 운반하고, 완성한 제품을 포장라인으로 이동시킬 수 있다. 무인 운반차가 이동시킨 제품들을 포장하는 라인 역시 자동화 장치로 중량감지센서를 통해 포장의 정확도를 자동 검출한다. 최종 생산과정에서는 로봇이 품목별로 크고 작은 상자에 간격에 맞춰 제품을 포장한다. LS산전은 2011년부터 4년간 200억 원 이상을 투자해 정보통신기술과 자동화기술을 접목해 다품종 대량생산에 성공했다. 맞춤형·소량 다품종 생산이 가능한 스마트공장을 단계적으로 구축해 한국형 스마트공장을 체계화했다고 평가받는다(매일경제 2017. 7. 4. 보도기사).

중소기업에서도 스마트공장 이용 사례를 찾아볼 수 있다. 급수·난방용 플라스틱(PB) 배관 등을 제조하는 중소기업인 프렘파스트는 중소기업에서 선도적으로 스마트공장을 실현하고 있다. 프렘파스트는 2014년에 스마트공장 시스템을 구축한 뒤, 공장 수익성을 획기적으로 개선하였다. 프렘파스트의 스마트공장은 공장 기계의 가동률과 불량률, 온도 변화 등 생산설비와 관련된 데이터를 컴퓨터로 파악해 저장해 놓았다. 이 덕분에 그전에는 불량도 나도 어디에서 무슨 문제가 발생했는지 파악하는 데 시간이 오래 걸렸는데 이제는 무엇이 문제인지 즉각적으로 파악할 수 있게 됐다. 이렇듯 문제를 빨리 파악해 공장을 재가동하니 제품 불량률이 과거에 비해 80%가량 급감했다. 프렘파스트 대표의 말에 따르면, 생산시설이 그리 복잡하지 않은 중소기업일수록 스마트 시스템 구축으로 얻는 효과가 더 크고, 정부에서 더 많은 중소기업이 스마트공장 사업에 참여할 수 있도록 관련 정책을 서둘러 추진해야 한다고 주장했다(한국일보 2017. 7. 30. 보도기사).

3. 한국 노동계의 대응

한국의 노동계는 4차 산업혁명이 일자리를 감소시킬 것이라는 의기의

식 아래 그에 대한 대비를 준비하고 있는 것으로 보인다. 4차 산업혁명이 전통 제조업의 쇠퇴를 일으키고 소프트웨어를 중심으로 한 정보통신산업의 발전을 도모하게 될 것으로 보고 있다. 이에 따라 한국 정보와 기업이 정보통신산업을 위주로 산업 재편을 할 것으로 판단하여 한국 전체 고용의 17%를 차지하는 제조업이 등한시될 것이라는 위기의식을 갖고 있다. 특히 산업재편의 당사자인 노동자와 지역공동체의 참여 없이 일방적으로 진행해서는 안 되고, 산업재편은 연관 산업과 고용문제의 해결책을 동반하여 논의되어야 한다고 보고 있다.

이에 전국금속노동조합(이하 금속노조)가 필두가 되어 향후 발생될 고용 감소와 산업 재편에 대비한 노동계의 활동 방향에 대해 연구보고서를 발간하고 토론회를 개최하는 등 대응책을 모색하고 있다. 먼저 2016년 7월 금속노조 노동연구원에서 『제조업 발전전망과 노동조합의 대응』이라는 보고서를 완성했다. 이 보고서에서 금속노조는 세계 주요 국가들의 산업정책과 고용정책, 그리고 독일 노조의 개입 사례를 조사했다. 독일, 일본, 미국의 산업정책을 다루고, 일본의 경우 원샷법의 기원 국가이며 한국이 같은 경로를 따라가고 있기 때문에 일본 경제흐름과 아베노믹스, 원샷법 추진과정과 내용 등을 다뤘다. 마지막으로 융합 제조업 부문에서의 기술변화가 주는 시사점을 도출했다. 마지막으로 제조업 부활을 통한 경제회복과 고용창출을 위해서 제정되어야 할 제조업특별법과 그 안에 담겨야 할 내용들이 제시됐다. 제시된 제조업발전특별법에서는 ‘첨단산업과 융합제조업으로 발전하는 전통제조업의 역할 제고’, ‘산업재편에서의 고용안정’, ‘공정한 납품계약 확립’, ‘노조의 경영참여를 통한 투명한 경영과 기술과 품질 향상’, ‘산업정책을 논의하는 노사정 사회적 협의체 구성’ 등과 같은 안이 제기되고 있다.

금속노조 노동연구원은 「4차 산업혁명과 노동의 대응」이라는 보고서(김성혁, 2017)를 발간했다. 이 글에서는 4차 산업혁명의 개념과 전개과정, 한국에서의 사례, 4차 산업혁명으로 인한 노동의 변화가 서술됐다. 보고서 끝에서는 현재 한국에서의 4차 산업혁명은 노동을 배제하는 자동화 방식으로 진행되고 있어 노동자에게 재앙이 될 수 있으므로, 인간에게 풍요로움을 주고, 사회적 공익을 증진시키고, 민주주의를 확대하는 방향으

로 4차 산업혁명을 진행시켜야 한다고 주창한다. 이를 위해 진보진영과 노동조합의 대응방향을 압축하여 몇 가지로 제시하고 있다.

첫째는 노동 및 중소기업 친화적 산업혁명으로 소수의 승자와 다수의 패자 발생 가능성을 차단해야 한다는 것이다. 이를 위해 노동시간 단축과 교대제 개선, 인간과 로봇과의 협업, 단계적인 신기술 도입, 교육훈련과 재취업 분야에 노조의 개입, 불공정거래/전속계약을 개선, 중소기업이 창의성을 발휘할 수 있도록 정부의 지원 확대를 제시하고 있다. 둘째는 경제적 풍요로움을 공유할 수 있도록 소득과 부를 재분배하고 사회안전망을 구축해야 한다는 주장이다. 이를 위해 생애 모든 단계에서 교육과 훈련을 위한 자금을 지원하고, 기본소득을 제공하도록 해야 한다. 셋째는 이해당사자 간 새로운 거버넌스 구축으로 민주주의를 확대해야 한다는 주장이다. 4차 산업혁명이 제대로 추진되려면 이해당사자 간 합의가 필수적이고, 더 나아가 4차 산업혁명을 통해 작업장 공동결정제, 그리고 직접 민주주의 확대를 국민 발의와 소환, 주요정책 직접투표 등을 모색할 수 있다고 주장한다. 해당 보고서를 마무리하며 금속노조에서는 4차 산업혁명과 같은 기술변화에 대해 러다이트식 방식으로 대응하는 것은 한계가 있다고 판단한다. 노조는 개입 전략을 통해 고용을 유지하고 확대하면서 사회 전반의 발전을 도모하는 방향으로 대응해야 하며, 사업장에서 투쟁과 교섭을 병행하듯이, 산업별노조 차원 또는 민주노총 차원에서 산업에 대한 개입과 전국적 투쟁을 병행해야 한다고 주장한다.

한편 현대자동차 노조인 금속노조 현대차지부는 4차 산업혁명과 관련해 2017년 4월에 두 차례에 걸쳐 토론회를 개최했다. 1차 토론회에서는 김성혁 금속노조 연구원장, 백승렬 박사, 박유기 지부장, 윤종오 국회의원 및 노조 조합원 다수가 참여했고, 김성혁 연구원장과 백승렬 박사는 각각 기술혁명에 따른 작업공정의 변화와 기술혁명에 따른 자동차의 변화라는 주제로 발제를 했다. 2차 토론회에는 안재원 금속노조 연구위원, 박동원 현대차 정책1부장, 박유기 지부장, 조형제 교수, 김성혁 금속노조 연구원장, 백승렬 박사 및 노조 조합원 다수가 참여했다. 안재원 연구위원과 박동원 정책1부장은 각각 자동차 산업의 전망과 노동의 대응과제, 현대자동차의 입지와 친환경차 계획에 대해 발제했다. 각각의 발제 이후엔 참석자

와 발제자들의 질의응답이 이뤄졌다. 이렇듯 현장에서도 4차 산업혁명과 4차 산업혁명이 발생시킬 파급효과에 대해서 노조원들의 관심도가 점점 높아지고 있는 상황이고 노조 지도부에서도 4차 산업혁명에 더욱 관심을 갖고 대비를 시작해 나가고 있다.

최근에는 금융노조에서도 4차 산업혁명 대응을 본격화하고 있다는 뉴스가 나온다. 매일노동뉴스 2017년 8월 4일자 기사에 따르면, 2017년 8월 3일에 ‘4차 산업혁명대책위원회’ 발족을 겸한 첫 회의를 열었고, 참가자들은 4차 산업혁명과 관련한 금융권 동향을 점검했다고 한다. 금융권에 있어서 최근의 기술발전이 금융권 고용의 급격한 감소를 일으키게 된다고 본 것이 이 대책위를 만든 주요 이유라는 설명이다. 대책위는 8월 중 금융권 노사가 단체교섭이 없는 해에 운영하는 기구인 중앙노사위원회에 노사가 같이 참여하는 4차 산업혁명대책위원회 구성을 공식 안건으로 제출할 예정이라고 한다. 금융노조는 “4차 산업혁명의 직격탄을 맞게 될 분야로 금융산업이 첫손에 꼽힌다”며 “사측은 하루빨리 사용자협의회와 산별교섭을 복원해 중대한 문제를 함께 풀어 나갈 논의에 참여해야 한다”고 요구했다(매일노동뉴스 2017. 8. 4. 보도기사).

제 4 장

4차 산업혁명의 노사관계 차원 대응방안

1. 기술결정론과 사회관계론 패러다임 비교

4차 산업혁명은 노사관계에 어떤 영향을 주는가? 반대로 노사관계는 4차 산업혁명에 어떻게 개입할 수 있는가? 4차 산업혁명을 기술진보에 의존한 사회관계의 변화라는 수동적 관점에서 바라본다면 노동의 미래나 노사관계의 역할은 부정적으로 전망된다. 이를 기술결정론에서 바라본 4차 산업혁명이라고 할 수 있다. 전기차 생산 및 자율주행차 전환에서 가장 두각을 나타내는 미국의 테슬라 사례는 기술 진화에만 의존하면서 노동이나 노사관계의 역할을 최소화하거나 부차적인 것으로 간주되는 상황을 보여준다.

미국 직업안전위생국(OSHA)에 보고된 테슬라의 2015년 총 재해율(TRIR)은 업계 전체 사고율(자동차 제조업 전체의 6.7에 비해 100명당 8.8건)보다 31%나 높았다. 총 재해율은 100명의 풀타임 근로자에 대한 비 치명적 상해의 평균 횟수를 나타낸다. 이것은 테슬라 프레몬트 공장의 근로자가 평균적인 자동차 산업 노동자보다 더 많이 부상당했다는 것을 의미한다.

실제 연구진이 2017년 6월에 방문한 프레몬트 테슬라 공장은 첨단 전기차를 생산한다는 미래의 이미지와는 다르게 과거의 전근대적 공장라인과 숙련되지 못한 젊은 인력들이 어우러져 안전사고 가능성이 높아 보

였다. 다만 공장 곳곳에 산업용 조립로봇이 많이 쌓여 있었는데 2017년 하반기 양산체제가 작동한다면 그 로봇들을 대규모로 활용할 것으로 보였다.

숙련되지 못한 인력과 로봇의 대규모 활용이 의미하는 것은 결국 노동절약적 생산방식이 테슬라의 공정 특징이란 것을 의미하며 실제로 근로환경 악화에 다른 문제점들을 직시한 미국 자동차노조(UAW)는 테슬라에 노조를 만들어 보려고 지속적으로 시도하고 있는 것으로 알려지고 있다.

그런데 테슬라 공장에서 특이한 점은 공장 내부 곳곳에 유리벽으로 만들어진 사무실 공간을 여러 개 두고 연구개발을 진행하고 있다는 것이고 이들 인력이 별도의 연구공간이 아닌 현장 안에서 연구개발을 병행하는 것이 테슬라의 방침이란 것을 현지 관계자를 통해 확인했다. 이들 개발자들은 IT 전문가들이 주종을 이루고 전기차보다는 자율주행차를 완성하기 위해 인근 실리콘밸리와 인접 대학들에서 충원된 것으로 전해 들었다.

실제로 테슬라는 GM 등 기존 자동차 회사들과 전기차를 중심으로 미래 경쟁을 하기보다는 구글, 애플 등을 라이벌로 생각하고 자율주행차를 미래 전략으로 채택하고 있다. 이는 전기차 생산보다 더 기술집약적인 혁신에 치우칠 수밖에 없고 기술인력이 생산인력보다 훨씬 중요한 가치를 부여받을 수밖에 없다는 시사점을 준다.

그러나 4차 산업혁명이 기술적 진보가 대세이고 사회적 관계는 이로 인해 불안정해진다는 일원적인 결정론은 과장된 측면이 있다. 기존 관계가 약화되거나 플랫폼 노동과 같이 새로운 관계로 대체되는 것만이 아니라 기존 사회관계 안에서 기술진화의 영향과 충격을 흡수하고 변형하면서 사회관계 스스로도 환경에 맞춰 변신해 가는 공진화(co-evolution)가 가능하다. 그런 공진화가 가능한 사례로 독일의 인더스트리 4.0에서 노사관계가 어떤 역할을 하는지 살펴볼 필요가 있다.

연구진이 2016년 9월에 방문한 독일에서 같은 자동차 산업의 4차 산업혁명이지만 독일의 경우는 테슬라와 다른 진화를 하고 있다는 사실을 발견했다. 독일 괴팅겐 대학교 마틴 쿨만(Martin Kuhlmann) 박사는 과거 폭스바겐의 일자리 나누기 사례를 비롯한 독일 자동차 산업 생산과정 연구의 권위자인데 현재 자동차 산업의 인더스트리 4.0에 대해 다음과 같이

평가하고 있다.

인더스트리 4.0은 한마디로 산업 안에서의 디지털화가 전면적으로 촉진된다는 것이 가장 큰 특징으로 여기에는 다음 네 가지 배경이 작용하고 있다.

- 첫째, 유연성의 확대로 시장, 기업, 조직, 노동이 모두 유연해지지 않으면 안 되는 상황에서 디지털화는 매우 중요
- 둘째, 새로운 기술의 발전으로, 사물인터넷, 인공지능 등 새로운 기술이 들어오면서 로봇화를 넘어선 변화가 촉발
- 셋째, 통합과 연계의 생산방식이 중요해져 시장과 생산정보 간의 통합, 협력업체 및 해외 공장들과의 연계가 세계화 시대의 조류
- 넷째, 독일의 경우 인구변화 요인이 다분히 작용하고 있는데, 고령화로 인해 향후 10년 동안 생산현장에서 신규 인력 확충이 매우 어려울 전망이고 과거처럼 직업전문학교를 통한 산업현장 인력조달이 원활하지 않음

기술이 바로 노동에 영향을 주지 못하고 제도적 요인이 작용할 것인데 특정 산업이나 기업 간 차이보다는 하는 일(task)의 종류나 섹터에 따라 다를 것으로 보고 특정한 생산기술이나 루틴한 작업은 디지털화에 따라 상당한 부정적 영향을 받을 것이다. 그러나 경험을 중시하는 공정 일반을 다루는 생산관리나 조작들은 사람이 중요하고 사람을 다루는 기업의 정책이 중요한데 예컨대 지금도 BMW는 전체적인 생산 자동화가 더욱 큰 비중을 가지고 있고 벤츠 같은 경우는 기존처럼 팀 리더를 두고 생산관리를 하고 있다.

인더스트리 4.0 환경에서 개별 노동자들이 하는 일들은 더욱 복잡해지는데 이는 점점 더 표준화되면서도 그 안에서 다기능과 유연성을 동시에 추구하는 상황이 나타나고 있으며, 이 두 가지를 동시에 진행할 수 있는 능력을 갖추는 게 중요해질 것으로 보고 숙련 노동자와 전문가(expert)가 협력해서 일을 해야 하는 경우가 많아질 것이다.

생산과정상 인더스트리 4.0은 혁명적인 것이라기보다는 진화라고 보아야 하는데(not revolution but evolution), 오늘날 린 생산방식이 직간접적

으로 자동차 생산에서 보편화되었지만 그렇다고 과거 테일러주의 요소가 다 사라진 것은 아니고 최근까지 흐름생산이 기본이면서 다기능을 도입하고 표준화된 작업을 중시하는 것이 대세인 것처럼 앞으로 디지털화가 진행되면서 이전의 린 생산방식 요소가 다 사라지는 것은 아닐 것이다.

아무리 디지털화가 진행되더라도 독일 생산현장이 자랑하는 숙련형성의 공식인 일하면서 배우다(learning by doing)는 원칙은 남아 있을 것으로 보고 밖에서 다 배워서 올 수는 없고 사람의 마지막 터치가 디지털 기술에 적용되어야 고품질이 된다.

이런 차원에서 독일에서는 인더스트리 4.0에 대해 초기국면부터 노조가 참여해서 논의를 이끌고 있다. 특히 자동차 산업이 속한 금속노조 IG Metall은 인더스트리 4.0의 핵심적 당사자로서 지난 2년 동안 워킹 그룹을 만들어 논의하고 있는데, 그 방향은 인더스트리 4.0의 필요성에는 반대하지 않지만 산업현장에서 기술의 적용과 관련된 의사결정에 노조의 영향을 확대하는 것이다.

길게 보면 지난 기술진보의 과정에서 보여온 갈등적 상황이 여전히 독일 노조 앞에 놓여 있는데, 노동과정이 디지털 기술에 의해 표준화(standardization)되는 것은 피할 수 없는 상황이지만 독일 기업과 산업이 가진 최대 장점인 노동자의 숙련(qualification)이 저하되는 상황도 피해야 한다는 것이다. 인더스트리 4.0에서도 이런 현장중심의 학습정책은 여전히 강하게 남아 있을 것으로 보이나 반면에 로봇화, 디지털화에 따른 일하는 방식의 변화는 새로운 학습을 필요로 하고 이는 현재보다 오프라인에서 더 많은 학습과 재교육을 필요로 하게 될 것이다(독일 노동 4.0 백서).

결국 4차 산업혁명의 기술적 영향력은 이전과 비교해서 노동과 노사관계에 던지는 영향이 막대하지만 노사관계를 통해 충격과 불안정성을 줄여서 불확실성에 대응하려는 노력이 핵심인 것이다. 그리고 그런 노사의 공동노력은 학습과 학습을 통한 혁신역량의 배양으로 모아진다. 독일 노사가 인더스트리 4.0을 혁명이 아닌 제조업의 진화 내지 혁신의 관점에서 접근하고 있다는 점은 중요하다.

2. 포용적 일터혁신을 통한 대응

노사관계나 사회관계의 역사성과 인프라를 인정하면서 기술진보에 대응하려는 노력은 유럽적 배경을 가지고 있다. 유럽 경제는 지속가능한 성장과 복지를 실현하기 위해 혁신과 생산성 증가에 대한 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력은 단지 신기술을 도입하거나 비용절감을 통해 비교 우위를 확보하는 것으로는 충분치 않으며, 잠재적인 인력 활용 및 유연한 작업 조직이 필요하다. 많은 유럽국가들(핀란드, 독일, 아일랜드, 영국, 벨기에 및 네덜란드)은 이러한 목표를 달성하기 위해 전 국가적으로 여러 프로그램이나 계획 등을 시작했는데 이러한 프로그램들은 “사회혁명” 혹은 “일터혁신”이라는 이름하에 시작되고 있다(Totterdill, 2009).

여기에는 주목해야 할 4가지 주된 이유가 있다. 첫째, 인구고령화로 인해 노동력 부족이 나타나는 상황에서 가까운 미래에 복지 및 사회보장 수준을 유지하기 위해서는 노동생산성 향상이 이루어져야 한다. 둘째, 지식 기반 경제 및 부가가치를 높이기 위한 경쟁력의 한 부분으로서 잠재적인 노동자의 기술과 역량을 개발하고 활용할 필요성이 증대되고 있다. 셋째, 오직 조직혁신(적절한 조직운영 방식을 통한 기술 개발)과 기술혁명이 함께 발생할 때에 민간 및 공공조직이 이익을 실현 할 수 있다. 넷째, 일터 혁신 자체가 기술혁신보다 성공에 있어서 더 중요하게 여겨진다. 네덜란드의 에라스무스 대학교와 로테르담대학의 경영대학교의 산업분야에서의 연구에 따르면 급진적인 혁신에서 기술혁명이 차지하는 비율은 25%이며, 반면 네덜란드에서 불리는 사회혁명 혹은 비기술적 혁명은 75%로 나타났다(Volberda, 2006).

그런데 대부분의 국가에서의 중소기업들은 낮은 지식집약 및 부족한 혁신역량 등을 특징으로 하는 전통적인 산업, 낮은 기술집약의 산업 혹은 이미 성숙한 산업에서 활동하고 있다. 한국, 헝가리, 라트비아, 슬로바키아, 칠레 및 스페인 중소기업의 80% 이상이 비혁신적인 것으로 나타나고 있으며, 대부분의 OECD 회원국의 중소기업들도 60% 상회하여 비혁신적인 것으로 나타났다(Planes-Satorra and Paunov, 2017).

중소기업일수록 노조가 없거나 근로자 대표성이 취약하기에 중소기업

의 혁신성이 낮다는 점은 사회관계의 자본이 취약하다는 점과 매우 관련성이 높다. 이런 문제를 돌파하기 위해 최근에는 포용적 일터혁신의 필요성이 강조된다. 일터혁신은 조직의 “사람, 과정 그리고 관계”라는 자원으로부터 최상의 자원을 동원해서 조직목표와 근로자 삶의 질을 동시에 제고하는 데 목적이 있고 이를 달성하기 위해서는 포용적(inclusive) 일터환경을 조성하는 것이 중요하다(www.innovatingworks.org.uk).

포용적인 일터혁신이란 직원들의 동기부여와 근로조건을 향상시키는 것은 물론 외부 협력업체, 고객, 이해당사자들과의 관계도 혁신시키는 것이 중요하다. 포용적 혁신은 기술혁신을 초월하여 사회 및 조직혁신 등 비기술적 혁신을 포함해야 하고 혁신 주체들 간의 협력과 균형적 성장을 추구하는 것이다(장용석 외, 2016). 기술은 혁신을 촉진하는 계기지만 지속적인 추동력은 사람들로부터 나온다.

혁신이 성공하기 위해서는 조직구성원이 혁신의 필요성과 중요성을 명확히 학습해야 한다. 조직 구성원이 혁신 프로젝트를 받아들이고 프로젝트 성공을 위해 적극적으로 노력하기 위해서는 혁신에 대한 인식과 이해관계를 함께해야 한다. 조직 구성원은 혁신은 기업 조직을 유지하고 영구히 존속시키기 위한 것임을 이해해야 한다. 혁신이라 하면 기존 사업을 유지하는 것보다 개별 관리자와 직원에게 훨씬 더 유리해진다는 점을 조직 구성원이 모두 이해할 필요가 있다. 구체적으로 개별 관리자와 직원의 일자리와 성공 보장을 전제로 혁신사업이 진행된다는 것을 조직 구성원이 모두 학습할 필요가 있다.

지속적이고 상시적 혁신을 위해서는 학교교육만으로 충분하지 않다. 일기반(work-based) 학습이나 현장(workplace-level) 학습이 매우 중요해졌다. 이는 학습과 일의 병행을 의미하며 근무와 학습이 동떨어지기보다는 유기적으로 연계되어 생산성을 높이는 방식을 구현하는 것이다. 일터혁신은 기술혁신을 단지 일터에서도 활용해 보자는 스마트 공장 만들기의 개념이 아니라 일터를 중심으로 기술과 사회혁신의 결합을 추진해야 한다는 것을 의미한다. 독일의 인더스트리 4.0이 그 대표적인 예라고 할 수 있다.

학습과 일의 병행을 위해서는 우선 장시간 근로를 줄이고 근로시간의

연장선상에서 현장학습이 이루어져야 한다. 아울러 조직 내에 다양한 수준과 요구별로 잘 짜인 학습 프로그램이 구성되어 일회적이지 않고 지속적인 현장학습이 이루어질 수 있어야 한다. 또한 일과 학습 간의 교차와 혼합을 위한 시간관리상의 기술이나 소프트웨어 프로그램이 뒷받침되어야 한다. 많은 경우 학습의 시공간상의 제약을 넘기 위한 IT 기반 지원체계를 구축하고 있다.

3. 4차 산업혁명 정책과 노사관계

4차 산업혁명은 혁명으로 보기보다는 기술진보에 따른 사회적(조직적) 혁신으로 이해해야 현 단계의 적절한 대응방안이 나올 수 있다. 긴 주기로 보면 몇십 년 후 먼 미래에 이 시기의 변화를 그전 역사와 구분되는 4차 산업혁명기로 규정할 수 있을지 모르지만 향후 가까운 미래에 벌어질 기술적 변화와 그에 따른 사회적 충격을 대응해 가는 과정은 진화와 혁신의 관점에서 이해해야 현실적이고 구체적인 정책을 제시할 수 있다, 산업혁명은 혁신의 성과가 쌓여서 이루어지는 장기적 과정이지 과거와의 단절과 새로운 기술도입으로 완성되는 급진적 과정이 아니다. 선진국에서 최첨단 자동차들이 존재하지만 자전거가 여전히 중요한 교통수단인 것처럼 사회적 혁신과 제도설계 과정에서 기술은 적절히 배분되고 제어되는 것이다.

다만 기계가 아닌 사람이 하는 일자리는 계속 존재하지만 일자리의 내용과 그 목표를 달성하기 위한 일하는 방식은 변화할 수밖에 없다. 즉 기술이 일자리의 미래를 결정하지는 못하지만 인간이 적응과 대응하지 못하면 일자리의 미래는 부정적일 수밖에 없다.

그렇기 때문에 4차 산업혁명을 준비하기 위한 정부의 정책은 과학기술 중심의 신산업, 신기술 확대 중심으로만 나아가서는 안 된다. 4차 산업혁명의 물결은 특별한 정책 없이도 시장과 기술 자체의 동학상 확대될 것이지만 이를 사회적 성과로 만들어내고 사회적 갈등을 줄이기 위한 노력은 특별한 정책적 노력이 필요하다. 예컨대 자동차 산업이나 금융산업에서 현재 관찰되는 일자리 우려와 공포는 관망이 아니라 정책적으로 관여해

야 될 이슈이다.

4차 산업혁명 관련 정부나 사회적 기구나 조직에 주요 산업의 노사가 직접 참여해서 협력하고 타협하고 논의하는 것은 기술혁신과 사회혁신이 같이 결합되어야 하기에 중요하다. 또한 임금재원의 분배를 둘러싼 노사간의 갈등과 그런 갈등의 전화를 막기 위해 명시적으로나 암묵적으로 노사간에 지지되던 산별교섭의 축소와 억제논리는 이제 4차 산업혁명의 파고 앞에서 필요성과 기능이 재설정되어야 한다. ICT 기술 기반으로 진행되는 일하는 방식의 표준화와 플랫폼 노동 확산에 따른 고용형태의 비정형화 및 이동성 강화는 결국 개별 기업 단위의 노사가 풀기 어려운 문제이다.

노사관계는 이제 사업장 수준의 이해관계와 2, 3년만 내다보는 단기주의의 속성을 버리고 산업과 국가수준으로 나아가 후속세대의 미래까지도 내다보는 방향으로 전환되어야 한다. 4차 산업혁명의 계기는 과거 20~30년간 우리를 지배하던 성장만능과 임금우선의 신화가 무너지고 있다는 경각심을 주고 있다. 혁신 없이는 성장이 없다는 사실과 과거 방식으로 일하다가 고임금을 보장할 수 있는 미래 일자리가 없어진다는 위기감을 던져주고 있다. 이는 단순한 경기순환이나 정치체제 변동으로 해결하기 어려운 장기 추세임이 분명하다.

제 5 장

결론 : 한국 노사정예의 시사점과 정책과제

1. 노사정의 사회적 대화와 협의방안

4차 산업혁명위원회가 정부의 공식적 기구로 곧 활동할 예정이다. 그런데 과학기술계와 산업계 인사들이 주축을 이룰 전망으로 노동계의 참여는 상대적으로 제한적이거나 최소화될 것으로 보인다. 3차 산업혁명의 연장선상에서 기존 산업의 혁신이나 재도약이 아닌 새로운 산업과 기술에 의거한 도약을 생각하는 경향이 우려가 된다. 4차 산업혁명은 굳이 따지자면 3.3차, 3.5차, 3.7차 혁신을 통해서 축적적으로 나타날 미래상이지 3차 산업혁명의 구조와 인프라를 대체할 새로운 플랫폼으로 간주해선 안 된다.

이런 인식의 차이는 결국 3차 산업혁명을 준비하는 사회 주체들 간의 역할과 협력방식에 바로 투영된다. 과학기술이 선도하는 새로운 산업 생태계의 구성이 먼저 이루어지고 여기서 파생되는 사회적 문제들에 대해 사회적 주체들, 특히 노사정이 사후적으로 대응해 간다는 방식이다.

이런 접근방식은 다분히 미국적인 방식이다. 특히 실리콘밸리를 중심으로 한 기술과 자본중심적인 산업 생태계 구축 방식이다. 노사관계나 사회적 대화는 문제가 나타난 이후에 사후적으로, 최소한으로, 부분적으로만 논의된다. 이에 비해 독일의 인더스트리 4.0 추진 방식은 제조업을 중심으로 기존 산업의 혁신을 위한 과학기술의 접목이 중시되고 기존 산업의 주축들인 노사정 주체들의 광범위하고, 사전적인 협의와 공동의 목표

설정이 강조된다.

우리의 경우 4차 산업혁명이 어떻게 추진되고 있는가? 제조업, 수출중심의 산업구조를 가진 상황에서 독일 방식의 사회관계를 동원한 공동혁신보다는 미국 방식으로 기술혁신을 통한 새로운 산업생태계 조성을 추구하면서 다분히 정부주도적인 모습을 보이고 있다. 그러다보니 기존 제조업에서는 공장 자동화 수준의 혁신에 머물고 과학기술은 별개로 정부주도 R&D 투자전략이 강조된다. 그러다 보니 공장 자동화 내지 스마트팩토리를 추진하는 제조업의 혁신과정에서 노동배제적인 현상들이 늘어나고, 과학기술의 혁신은 정부주도가 강하고 산업생태계 내부로부터의 이니셔티브가 부족해서 산업계 내부자 중 하나인 노조의 의견을 수렴하는 절차가 부족하다. 자율 주행차 시대를 준비하는 자동차 산업 안에서 기업과 정부 간 대화에 비해 노사간 의견교환이 잘 안 되고 있는 현상도 이런 차원에서 이해할 수 있다.

과학기술 선도형 4차 산업혁명 준비가 가진 또 다른 단점은 산업생태계의 변화가 플랫폼 경제의 확산과 더불어 복합적으로 전개되고 있다는 점이다. 기존 고용관계의 틀이 무너지고 일자리가 고정적이지 않고 수시로 형태를 달리하는 플랫폼 경제의 확산은 ICT 기술혁신 등에 힘입어 급격히 확대되는 추세에 있지만 여기에 대한 노사정의 공동 대응은 매우 취약한 현실이다.

따라서 4차 산업혁명과 플랫폼 경제의 확산에 대응한 노사정의 광범위한 대응방안을 사회적 대화 기구나 여타의 협의체를 통해 모색할 필요가 있다. 기술혁신과 조직혁신 간 조화와 균형점을 찾고 고용관계를 재규정할 법제도를 정비하면서 사회적 보호 방식의 개선을 위한 대화와 협의체가 가동되어야 한다.

2. 단체교섭 및 협약상 공동대응 방안

한국에서 전통적인 단체교섭은 임금교섭이 핵심을 이루었다. 물론 노조조직률이 낮고 대기업 중심의 임금교섭이 주종을 이루었다는 특징이 있지만 지속적인 성장과 수익성 확대는 임금 이슈가 단체교섭의 핵심일

수밖에 없는 특징을 낳았다.

이제 본격적인 저성장 국면이 전개되고 있고 이전의 기간산업에서 성장은커녕 존속이 우려되는 상황도 전개되고 있다. 조선산업을 필두로 반도체 산업을 제외한 전체 대기업들의 경쟁력에 경고가 들어오고 있다. 성장기반이 되어주던 중국과의 무역 및 투자도 최근 한중 관계의 경색과 양국 기업 간 경쟁이 심화되면서 축소되고 있다.

일자리 안정과 이를 유지해 주는 지속적인 혁신이 가능하기 위해선 임금교섭만이 아닌 고용관계 강화를 위한 단체교섭이 더 중요해졌다. 여기에 더해 4차 산업혁명의 영향은 고용관계 전반의 노사간 재조정과 타협을 요구한다. 고용보장보다는 일터혁신을 통한 실질적인 일자리 경쟁력 제고와 임금수준보다는 임금체계의 합리적인 개편이 노사간 교섭 의제로 채택될 시점이다. 나아가 인적자원의 훈련과 사회보험의 강화도 이전보다 더욱 관심의 대상이 되어야 한다.

이런 새로운 교섭의제들은 개별 기업보다는 산업단위에서의 공동행동이 중요하다. 더 높은 임금을 위한 기업 간 경쟁보다는 비슷한 임금수준을 유지하면서도 전체적으로 임금이 안정적으로 상승되는 임금체계에 초기업단위에서 합의를 할 필요가 있다. 소수 기업이 인재를 높은 임금으로 유인해 쓸어 담는 폐단을 극복하고 인적자원을 키우고 설비보다는 사람에 투자 확대하는 노력이 필요하다. 독일의 경우에서 보듯이 4차 산업혁명 환경에서 숙련과 기능은 ICT 기반을 전제로 점점 시장에서 통용될 수 있는 표준적이면서도 유연한 모양을 취해야 하고 이는 인적자원개발에서 기업 간 과다경쟁을 피하면서도 사회적 보호의 수혜범위를 넓혀야 되는 과제를 던져준다.

결국 업종 내지 산업단위의 노사간 교섭을 통해서 4차 산업혁명의 충격에 대비하고 그 기회를 충분히 누리는 자세가 필요하다. 업종별로 우선 4차 산업혁명 대비 공동협약을 마련해서 준비를 시작해야 한다. 일자리 위기에 빠진 구조조정 산업일수록 위기를 기회로 만들기 위한 협약이 필요하다. 큰 고용위기가 없는 경우는 오히려 기존 생산방식의 변화가 자칫 현재의 일자리를 위협할 수도 있다는 경각심에 노사간 갈등이 클 수 있지만 구조조정 상황에 놓인 경우는 디지털 기반의 새로운 생산방식과 제품

의 변화를 통해 재기를 모색할 수 있는 동기가 클 수 있다. 설비와 장치 위주의 기간산업들이 이미 30년 정도의 역사를 거치면서 노후화하거나 낙후된 부분이 많기에 산업재생 프로젝트를 노사가 공동으로 추진할 계기로 볼 수도 있다.

3. 노동조합의 참여와 역할제고 방안

노동조합이 산업혁명 초기와 같이 러다이트 운동 방식으로 기술혁신을 막아 세울 수 없다는 것은 분명하다. 그렇다면 4차 산업혁명 앞에서 노조는 어떻게 대응해야 하는가? 크게는 노동운동의 관점을 분배과정 중심으로 생산과정 중심으로 전환할 필요가 있다. 생산과정은 경영자의 선택과 전략에 의존하고 노조는 제한적으로 실행과정에서의 근로조건이나 작업 방식에 대한 문제제기에 머문 대신에 수익의 분배과정에선 주요 당사자로 교섭참여를 통해 자기 역할을 수행해 왔다면 이제는 생산과정에서 노동배제적 요인을 줄이고 근로자 개인이 가진 능력을 충분히 발휘할 수 있도록 프로세스를 개선하는 데 적극적인 의견을 개진할 필요가 있다.

경영과 노동의 분리는 곧 구상과 실행의 분리라는 대원칙에 기반하고 있었다. 그러나 4차 산업혁명은 단순 실행은 자동화와 로봇에 의해 효과적으로 대체될 수 있는 부분으로 변모시키고 있다. 독일에서 보는 것처럼 인간을 대체하는 로봇 작업이라기보다는 인간이 가진 능력과 조화를 이루는 로봇 작업이 가능하고 고부가가치 생산에선 더욱 인간과 로봇의 유기적 결합이 중요해지고 있다.

생산과정 재설계와 직업능력개발에 대한 투자, 그리고 상품과 서비스 혁신과정에 노조가 참여하고 이를 통해 일자리의 경쟁력 확보에 직접 관여하는 주체가 되어야 한다. 이는 단지 교섭을 통해서만 될 수는 없고 직접 관련 프로그램이나 제도 도입에 대해 사용자와 협력할 필요가 있다. 단순 조립형 대량생산 체제에서 노조의 생산과정 개입은 사용자의 반발과 견제를 받았지만 유연표준생산을 전제로 하는 4차 산업혁명에서는 설비나 로봇이 표준을 담당하고 근로자는 유연을 담당하는 주체가 되어야 한다.

참고문헌

- 강정수(2015), 「인공지능과 공유경제로 보는 노동의 미래」, 『ICT 인문사회융합동향』 2015년 3호.
- 과학기술정책연구원(2017), 「일본의 제4차 산업혁명 대응정책과 시사점」, 『동향과 이슈』 제30호.
- 국정기획자문위원회(2017), 「문재인정부 국정운영 5개년 계획」.
- 금속노조 노동연구원(2017), 『제조업 발전전망과 노동조합의 대응』.
- 김상훈·심우중(2016), 『제조혁신과 소재산업 - 첨단소재와 3D 프린팅을 중심으로』, 산업연구원.
- 김선우(2016), 「제4차 산업혁명에 대응하는 조직문화와 인적자원개발 사례」, 『The HRD Review』 19 (4).
- 김성혁(2017), 「4차 산업혁명과 노동의 대응」, 이슈페이퍼, 금속노조 노동연구원.
- 노유나(2017), 「주요국 제4차 산업혁명 추진 전략 동향」, ETRI.
- 미래창조과학부(2016), 「지능정보사회 중장기 종합대책」.
- 산업연구원(2016), 『주요 제조강국의 4차 산업혁명 추진동향 연구』, 경제·인문사회연구회 미래사회 협동연구총서.
- 송성수(2017), 「[제4차 산업혁명 특별기획 ①] 역사에서 배우는 산업혁명론」, 『STEPI Insight』 207, pp.1~39.
- 이민화(2016), 「인공지능과 일자리의 미래」, 『한국노동연구원 개원 28주년 기념세미나 자료집』.
- _____(2017), 『제4차 산업혁명의 선진국 사례와 한국의 대응전략』, 선진화 정책시리즈, pp.14~107.
- 일본 경제산업성(2016), 『4차 산업혁명이 고용에 미칠 영향에 관한 보고서』.
- 장용석 외(2016), 『포용적 혁신과 글로벌 협력전략』, STEPI.
- 정은미(2017), 「한국 제조업의 4차 산업혁명 대응 현황과 평가」, 『KIET

산업경제』.

최동석(2016), 「독일 인더스트리 4.0이 인사조직에 끼치는 영향」, ICT 융합 Issue Report.

한국노동연구원(2017), 「노동 4.0과 4차 산업혁명」, 『KLI-FES 한·독 국제 컨퍼런스 자료집』.

_____(2017), 「노동 4.0 백서 요약」, 『국제노동브리프』 2017년 4월호.

한국표준협회(2017), 「4차 산업혁명을 준비하는 주요국의 표준정책 분석 및 시사점」, 이슈페이퍼. 2017-3호.

현대경제연구원(2017), 「4차 산업혁명에 대한 기업 인식과 시사점-국내 기업의 약 70%가 대응 못하고 있다!」, 『VIP리포트』 691.

Christina Romer(1986), “Spurious Volatility in Historical Unemployment Data,” *Journal of Political Economy* 94, issue 1, pp.1~37.

Chui, M., Manyika, J., and M. Miremadi(2015), “Four fundamentals of workplace automation,” *McKinsey Quarterly*, pp.1~9.

Executive Office of the President(2016), Artificial Intelligence, Automation, and the Economy.

Ford, M.(2013), “Could artificial intelligence create an unemployment crisis?,” *Communications of the ACM* 56 (7), pp.37~39.

Frey, C. B., and M. Osborne(2013), The future of employment, How susceptible are jobs to computerisation.

OECD(2016), The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis.

Planes-Satorra, S. and C. Paunov(2017), “Inclusive innovation policies: Lessons from international case studies”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, OECD.

Schwab, K.(2017), The fourth industrial revolution. Crown Business.

Stone, P., Brooks, R., Brynjolfsson, E., Calo, R., Etzioni, O., Hager, G. and K. Leyton-Brown(2016), *Artificial intelligence and life in 2030*, One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report

- of the 2015~2016 Study Panel.
- Totterdill, Peter(2009), Workplace Innovation in European Countries, Report to KOWIN (Korean Ministry of Labour), Nottingham : UKWON, Available at : www.ukwon.net/files/kldb/0f4aebc bc007683 b62ac4aff825f5219.pdf.
- Volberda, H. W.(2006), Sociale Innovatie, Column, MAB, 80(1/2), pp.2~4.
- World Economic Forum(2016), “The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution,” World Economic Forum, Geneva, Switzerland.

<국내 신문기사>

- 로봇신문 2017년 9월 7일자 기사, 「SK C&C, 왓슨 한국어 API 기반 ‘에이브릴’ 서비스 론칭」, <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=11634>
- 매일경제 2017년 7월 4일자 기사, 「LS, 자동화 기술로 한국형 스마트공장 이끌어」, <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2017&no=445941>
- 매일노동뉴스 2017년 8월 4일자 기사, 「금융노조 4차 산업혁명 대응 본격화」, <http://www.labortoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=146078>
- 서울경제 2017년 8월 1일자 기사, 「[4차 산업혁명 퍼스트 무버] LG CNS ‘20년 노하우’ 스마트팩토리로 4차산업 대비」, <http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=shm&sid1=105&oid=011&aid=0003083590>
- 서울경제 2017년 8월 1일자 기사, 「[4차 산업혁명 퍼스트 무버] LG유플러스 “4차 산업혁명 핵심 인프라는 통신” … 무선백홀기지국으로 ‘5G 선도」, <http://www.sedaily.com/NewsView/10JKZUIZNI>
- 서울경제 2017년 8월 1일자 기사, 「[4차 산업혁명 퍼스트 무버] SK텔레콤, 5G·AI·자율주행차 부문서 눈부신 성과...“글로벌 ICT기업 넘본

다.”」, <http://www.sedaily.com/NewsView/1OJL0NX2PO>
 서울경제 2017년 8월 1일자 기사, 「4차 산업혁명 퍼스트 무버] 네이버, 검색
 부터 금융·자율주행차까지 ... 기술 플랫폼 기업으로 변신 중」,
<http://www.sedaily.com/NewsView/1OJL02K0ES>
 한국경제 2017년 6월 1일자 기사, 「LG CNS, AI 빅데이터 플랫폼 8월까지
 지 구축... ‘스마트 팩토리’ 사업 속도 낸다」, <http://news.hankyung.com/article/2017060137201?nv=o>
 한국일보 2017년 7월 30일자 기사, 「스마트공장 도입하자 불량률 80%↓ 생
 산량은 매년 20%씩 ↑」, <http://www.hankookilbo.com/v/4897323b141f48e6afe0c4613d44420>
 IT데일리 2017년 6월 22일자 기사, 「삼성SDS, 인공지능 기반 분석 플랫폼
 ‘브라이틱스AI’ 출시」, <http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=83811>

<웹사이트>

<https://www.adic.or.kr/journal/column/show.do?ukey=386672>
blogs.actuate.com
fass777.blog.me
joayo21.blog.me
www.labortoday.co.kr
www.innovatingworks.org.uk

◆ 執筆陣

- 이장원(한국노동연구원 선임연구위원)
- 김기정(미국 일리노이대(어바나 캠퍼스) 박사과정)

4차 산업혁명의 노사관계 차원 과제와 대응전략

- | | |
|-----------|--|
| ▪ 발행연월일 | 2017년 11월 27일 인쇄
2017년 11월 30일 발행 |
| ▪ 발 행 인 | 김 승택 원장직무대행 |
| ▪ 발 행 처 | 한국노동연구원
30147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동
☎ 대표 (044) 287-6080 Fax (044) 287-6089 |
| ▪ 조판·인쇄 | 도서출판 창보 (02) 2272-6997 |
| ▪ 등 록 일 자 | 1988년 9월 13일 |
| ▪ 등 록 번 호 | 제13-155호 |

© 한국노동연구원 2017 정가 6,000원

ISBN 979-11-260-0166-8