

Industry 4.0 동향과 문제점에 관한 연구

- 고용문제를 중심으로 -

이 기 호*

A Study on Trend Analysis and Issues of Industry 4.0

- *Employment Issues* -

Lee Kiho

〈Abstract〉

Based on reviewing the literature and statistical year books on current projects that are targeting Industry 4.0 and Smart Factory, this paper aims to show concepts of Industry 4.0, and Smart Factory. Also it shows 5 projects for Industry 4.0 led by governments that worry over their low employment and productivity in main industrialized countries: Germany, China, Japan, the USA, and Korea. In addition it presents some problems which are very important but easy to be overlooked, especially on employment, and it makes three suggestions to solve employment problems. First, government should tax the profit which a company makes on reducing workers in spite of a high rate of profit through technology innovation. Second, to help small businesses to last longer, government should link major companies and small companies. Third, government, academic circles and the industrial world should take part in configuring consortia like American "Industry talent Consortium" to cultivate IT Talent.

Key Words: Industry 4.0, Smart Factory, Employment Issues

I. 서론

국내 제조업은 수출품목의 99.6%, 고용의 16.9%를 차지하는 핵심 산업이다. 또한 GDP에서도 31.2%를 차지하여 다른 선진국에 비하면 비중이 높은 우리나라의 경제에 핵심이 되는 산업이다[1]. 그러나 급속한

성장을 이룩하던 국내 제조업은 최근 양적 성장의 한계에 봉착하여 중국 등 후발 주자들에 의해 추격당하고 선진국의 높은 기술력 장벽에 막혀 고전하고 있는 중이다.

<표 1>과 같이 제조업 쇠퇴로 10여년 사이에 제조업 부가가치가 11%나 하락할 정도로 제조업 시장을 잠식당하고 만성적인 실업에 고통 받는 유럽과, 비록

*삼성디스플레이 선임

점유율은 높아졌으나 대체로 수출량이 줄고 고용이 감소되는 공통된 문제점을 가진 중국 등 주요 제조업 강대국 국가들은 첨단 제조업에 정보통신기술 (Information and Communication Technology, 이하 ICT)을 융합하여 제품혁신기술 개발, 제조시스템 개발, 에너지 절감 기술, IT 기술 및 신 재료 활용, 그리고 제조 기술 고도화를 이루어 산업구조 변화 및 고용창출을 증대하려는 노력을 하고 있다.

<표 1> 제조업 부가가치 점유율[2]

	1991		2011	
아프리카	2%	신흥시장 비율: 21%	1%	신흥시장 비율: 40%
남아메리카	7%		6%	
아시아 (일본 제외)	8%		31%	
러시아 및 동유럽	4%		2%	
북아메리카	24%		22%	
일본	18%		11%	
서유럽	36%		25%	
기타 개발도상국	2%		1%	
	34,510 (억 유로)		65,770 (억 유로)	

출처 : INDUSTRY 4.0 - The new industrial revolution 재구성

위와 같은 위기를 극복하고 미래 시장을 선점하기 위해 Smart, Green, and Urban Production을 모토로 하는 독일의 Industry 4.0[3], 일본의 산업재흥플랜, 중국의 자주창신, 미국의 Remaking America plan 등으로 제조분야의 강점을 가진 나라들이 국가 주도로 변화를 모색하고 우리나라도 “제조업 혁신 3.0 전략”을 추진하여 경쟁에 참여하고 있다[4].

이 연구에서는 이렇듯 치열한 경쟁에서 살아남기 위해 국가의 미래가 달려있는 스마트 제조업을 위해 독일, 미국, 일본, 중국이 시도하고 있는 기술혁신 지원 프로젝트(Industry 4.0)를 비교해 보고 우리나라의 제조업 혁신 3.0 전략을 상세히 알아본 뒤 이에 수반되는 문제점 들 중에서 이번 연구는 특히 고용 측면

을 살펴보고 그 해결책을 찾고자 한다.

본 연구는 현황을 파악하고 해결책을 찾기 위해 문헌을 바탕으로 수행되었다.

II. Industry 4.0 과 스마트 팩토리

2.1 Industry 4.0

Industry 4.0은 협의와 광의의 개념으로 나눌 수 있다.

협의의 Industry 4.0은 독일에서 정보통신기술과 제조업의 융합을 통해 생산 경쟁력을 높이고 제조 강국으로서의 입지를 더욱 강화하고자 구상된 국가 차원의 제조업 발전 전략을 일컫는다[5]. 광의로는 사이버 물리 시스템, 사물 인터넷 기술을 통해 생산기기와 생산품간의 정보교환이 가능한 자동화 생산체계 [6]를 말하며 이를 통해 국가 경쟁력을 높이려는 전세계 제조국가들의 트렌드가 된 개념이다.

미국의 Remaking America, 중국의 자주창신, 일본의 산업재흥플랜, 한국의 제조업 혁신 3.0 전략, 인도의 메이크 인 인디아 모두가 Industry 4.0에 기반을 둔 제조업 발전 전략이다. 이 연구에서는 광의의 Industry 4.0 개념을 채택하였다.

2.2 스마트 팩토리 (Smart Factory)

스마트 팩토리는 Industry 4.0은 중심이 되는 요소이다. 공장 내 설비와 기계에 설치된 센서를 통해 데이터가 수집되고 이를 분석해 스스로 제어하는 스마트 팩토리는 여러 학자들에 의해 정의되었다. 남성호 등[7]은 ICT와 기계 산업의 융합을 통해 제조업의 완전 자동 생산체계를 구축하고 모든 공정이 최적화되는 생산현장으로 정의하고 있다. 차석근[8]은 제4차

혁명이라고 불리는 ICT와 제조업의 융합으로 기계 스스로 시뮬레이션을 통해 자동 생산하는 시스템이 구축된 공장으로 정의하고 있다. 스마트 팩토리의 주요 요소는 다음과 같다.

2.2.1 사이버 물리 시스템(CPS : Cyber Physical System)

CPS는 모든 사물이 IoT 기반으로 연결되며 컴퓨팅과 물리세계(physical world)가 융합되어 사물이 자동 지능화되는 시스템을 말한다. CPS는 아직도 진화하는 개념이지만 단순한 임베디드 시스템이나 리얼타임 시스템은 아니다. 한석희 외[9]는 CPS의 개념적 정의를 '사이버에서도 물리적 요소가 운용 가능해야 하고, 조작성 독립적이고 제조직 및 재정의가 가능해야 하며, 폐쇄적으로 운용 가능한 고도의 자동화가 되어 있어야 하고, 학습 등이 가능하고 복수의 네트워크가 증가할 수 있어야 한다.'고 본다.

2.2.2 사물 인터넷(IoT: Internet of Things)

사물 인터넷은 주변 사물들이 유·무선 네트워크로 연결되어 유기적으로 정보를 수집 및 공유하면서 상호작용하는 지능형 네트워킹 기술 및 환경을 의미하며, Lopez Research는 사물 인터넷을 '물리적 세계에 있는 사물들과 그것에 부착된 센서들이 유·무선 인터넷에 연결된 시스템'으로 표현하고 있다[10]. IoT는 사람, 사물, 서비스를 구성 요소로 한다[11].

2.2.3 빅 데이터 (Big Data)

빅 데이터는 협의의 빅 데이터와 광의의 빅 데이터로 나눌 수 있다.

협의로는 대용량 다양한 형태 고속생성 및 고속처리의 특징을 가지며 최근에는 가치까지 포함하여 네

가지 특징을 가진 데이터로 정의할 수 있으며 광의로는 데이터 자체를 포함하는 것은 물론 빅 데이터 산업, 빅 데이터 기술 등을 통칭하는 포괄적 정의로 변화하였다. 빅 데이터는 데이터의 규모, 데이터의 속도, 데이터의 종류로 구성된다[12].

2.2.4 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)

클라우드 컴퓨팅은 각 PC단말에서 개별적으로 프로그램을 설치해서 데이터를 저장하던 기존 방식에서 벗어나, 인터넷 네트워크에 모든 컴퓨팅 자원을 저장하여 개별 컴퓨터에 할당하는 개념이다[13].

III. 각국의 제조업 혁신 정책의 현황

3.1 독일 현황

독일 정부는 급변하는 제조업 환경 즉 신흥국의 추격과 다른 선진국의 기술추격, 자국의 제조업 종사자들의 부족이나 고령화 등에 대응하기 위해 현재 경쟁력 있는 자동차, 기계 등 제조업에 정보통신 기술을 접목하여 시뮬레이션을 통한 자동화에 박차를 가하고 있다. 특히나 인터넷에 연결되는 기기가 2009년도에는 9억 대에서 2020년도에는 약 260억 대로 급증하고 관련 시장규모는 3,090억 달러로 성장할 것으로 예측되기 때문에 새로운 제조 생태계에서 도태되면 안 되는 절박함에 정부, 민, 학계가 협력하여 혁신을 가속화하고 있다[14].

독일 국가과학위원회는 Industry 4.0 정책 추진을 통해 산업 생산성이 30% 향상될 것으로 전망하고 있으며, 국가 하이테크 비전 2020의 액션플랜에 Industry 4.0을 편입하고 2.5억 유로 투입할 계획이다 [15].

지멘스, BMW 등 독일의 민간 기업들은 이미 스마트 팩토리 개념을 도입해 공정을 고도화 하고 지멘스는 R&D 인력 3만 여명 가운데 반 이상을 SW 엔지니어로 채용해 제조와 IT의 융합을 주도하고 있으며, 자동차 부품 기업인 보쉬는 연료 인젝터라는 부품에 RFID를 부착하여 수십만 가지 제품조합을 효율적으로 생산하고 있다. BMW는 3D 프린팅 기술을 적용함으로써 생산 현장의 가변성을 높이고 있다. 이처럼 독일은 정부와 다국적 기업 및 대학 연구기관이 시범공장과 표준화 개발에 박차를 가하고 있다[16].

3.2 미국 현황

미국은 글로벌 금융위기 이후 첨단 제조업을 국가 경쟁력의 근간으로 인식하고 인력 양성 및 R&D 투자 확대 정책 추진하고 있다. 독일의 Industry 4.0에 대응해서 첨단제조기술사업(AMP)을 추진하며 기존 공정과정과 ICT의 가상적 시스템을 하나로 융합해 초연결 시스템을 구축하는데 역점을 두고 있다. 오바마 대통령이 2013년 연두교서에서 밝혔듯이 미국은 일자리 창출과 제조업 부흥에 집중하고 있다.("Our first priority is making America a magnet for new jobs and manufacturing.")

미국 정부는 제조업 발전을 위하여 2014년도에만 29억 달러를 투자하고 추진과제도 단순한 스마트공장 뿐만 아니라 운송, 전력망, 의료 및 헬스 케어, 국방 등에 이르기까지 광범위한 분야에 걸쳐 시스템 개발을 진행하고 있다.

3.3 일본 현황

일본은 산업재흥플랜에 기반 한 전략적 이노베이션 창조사업을 시작하였다. 추진과제는 에너지 부문의 연소기술 및 구조재료 등 5개 과제와 차세대 인프

라의 자동운전 시스템 등 3개 과제이다. 이와 함께 침체된 경기의 부흥과 당면한 사회적 문제들을 해결하기 위하여 정보통신기술의 역할을 강조하고 정보통신기술 성장 3대 비전을 제시했다. 또한 이러한 정책과 더불어 국내외 여건 변화로 해외로 진출했던 제조업 기업들의 본국 회귀가 가속화되고 있어 일본은 제조업의 부흥을 기대하고 있으며, 2015년 주요제조사 30곳이 산업 밸류체인 이니셔티브(IVI) 컨소시엄을 결성하여 인터넷 연결 국제표준화 규격을 만들기로 하였다[17].

3.4 중국 현황

중국은 12차 5개년 계획에서 생산 장비 고도화 및 정보통신 진흥을 위한 계획을 수립하고 제조업 고도화 및 미래 투자 본격화하였다. 이를 위해 제조업 개조 및 고도화, 전략적 신 성장 산업 육성 등을 최우선 정책 방향으로 제시하는 한편 글로벌 시장 선도를 위해 신흥 산업 육성계획으로 차세대 정보기술 산업 등 7대 전략산업을 채택하였다. 늘어나는 중산층으로[18] 인해 내수시장이 고급화하면서 내수기업을 육성하는 것 뿐 아니라 기술혁신을 통해 세계시장에서도 점유율을 높이려 하고 있다.

이러한 움직임을 상징하는 사건은 바로 리커창 총리와 메르켈 총리의 중·독 정부협상이다. 두 나라 정상은 제3차 중·독 정부협상을 주재하며 전 방위 전략적 파트너 관계를 확고히 하고 상호투자 및 기술 협력 관련 협정을 체결하였다. 이번 기간 중에 성사된 협정체결 액이 181억 달러였다[19, 20].

3.5 한국 현황

산업통상자원부와 미래창조과학부는 8대 스마트 제조기술간 유기적 연계와 전략적 투자를 촉진하기

위한 스마트 제조 R&D 중장기 로드맵을 수립하였다. 먼저 시장 선점 및 수요창출 유망분야에 대한 단기적 기술 확보 전략을 제시하고, 중장기적으로는 그간 산발적 혹은 중복되어 투입된 자금을 효율적으로 투자할 계획이 수립되었다.

산업통상자원부는 올해 '창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략'의 핵심과제로서 「스마트공장 보급·확산」을 계획하고, 독일 Industry 4.0 등의 구체화되지 않은 제조·생산시스템 패러다임의 도입보다는, 국내 중소제조업 현실을 고려하여 보급 가능한 시스템 개발 및 확산을 추구하는 '제조혁신 3.0'이라는 이름으로 한국형 스마트공장 기술개발 및 스마트공장시범구축 사업을 진행하고 있으며, 이를 위해 2020년까지 1조 억 원 규모의 재원을 마련하고 1만개 공장의 스마트화를 추진할 계획을 발표한 바 있다. 또한 미래 신 성장 산업 7개 분야의 표준기반 R&D 추진 전략을 수립하였다.

미래창조과학부는 5대 분야 30개 국가 중점 과학기술의 선정과 기술개발 로드맵을 수립하여 국가 R&D방향 설정에 활용하고 있다[21].

IV. 문제점

Ⅲ장에서 보았듯이 주요 제조업 국가들이 미래 생존전략으로 스마트 팩토리 혹은 Industry 4.0 시스템에 총력을 기울이고 있지만 제조업의 디지털화는 점차 문제점을 보여 주기 시작했다.

Industry 4.0의 선두주자인 독일의 Industry 4.0은 2년이 지난 지금 여러 문제점이 노출되고 있다. 첫째, Industry 4.0의 표준화가 진전이 없다는 점이다. 둘째, IT 보안문제이다. 경쟁사에게 자신의 정보가 노출될 것을 우려해 산업기계 데이터의 공유에 문제가 생겨 스마트 팩토리의 진전이 어려워지고 있다. 셋째, 관련

인력도 부족하고, 중소기업들은 제조공정의 디지털화의 중요성을 인식하지 못하고 있었다. 그것은 우리나라에서도 같은 현상이다[22]. 넷째, 원래 고용 창출이 목표 중의 하나였던 기술혁신 프로젝트들이 양질의 고용 증가를 유발하였다는 증거가 아직 부족하다.

이런 문제들을 해결하기 위해 독일 정부는 플랫폼 Industry 4.0을 제시하면서 정부 기관 책임 하에 산업, 노조, 연구 기관이 참여하도록 하여 지연되고 있는 이 프로젝트를 추진하기 위해 '플랫폼 Industry 4.0'을 선포하였다[23].

이 연구에서는 위에서 제시된 문제점들 중에서 생산측면이 아닌 고용문제 특히 기술혁신으로 감원당한 근로자 문제에 초점을 맞추어서 연구하고 그 해결책을 제시하였다. 사회전반에 걸친 실업문제, 특히 청년실업 등을 다룬 연구는 많이 있다. 그러나 기술 혁신으로 생기는 실업문제를 기업, 산업부분, 국민경제 규모로 광범위하게 다루면서 해고당한 근로자들이 재취업에 이르기까지 소요시간, 필요한 재교육 등에 대한 추적 조사는 거의 없는 실정이라 본 연구는 이 분야에 대해 문제제기를 하고자 한다. 기술혁신도 중요하지만 고용과 소득 증대로 이어지지 않으면 구매력 감소로 이어져 공장에서 생산한 제품을 소비할 여력이 없어 제조회사가 존속할 수 없기 때문이다.

현재 전자동화를 목표로 하는 그리고 나아가 인공지능형 공장을 목표로 하는 스마트 팩토리가 인력 감축으로 이어질지 오히려 고용 증대 효과가 있을지에 대해서는 상반된 견해가 있다.

일자리가 늘어날 것으로 주장하는 사람들의 예를

- 1) 중소제조업체 종사자들은 스마트 팩토리에 대해 잘 모를 뿐 아니라 도입도 꺼려하는 것으로 나타났다. 중소기업 중앙회가 2014년 10월에 실시한 설문조사에서 당사자들은 38.2%만이 인지하고 있었고 도입의사에 대해서는 20.8%만이 도입 의향이 있다고 응답했으며 도입에 대해 부정적인 이유는 '인력 및 자금부족 등 경영 여건 상', '공정과정 특성상 자동화가 어렵고 수작업으로만 가능하다'는 답변이 압도적이었다.

들어보면, 강규호는 ‘기술혁신이 고용 창출에 미치는 영향에 대해 분석한 결과 기술혁신은 생산성을 향상시키고 성장을 촉진하며 고용을 확대시킨다.’[24] 라는 결론을 내렸다. James Bessen은 제조업을 제외하고는 계속 고용율이 감소하는 집단은 없으며 고용율이 높은 다른 집단에서 그 손실분을 다 보충한다고 주장하고 있다. 그는 은행의 자동인출기(ATM)를 예를 들어 자동화가 오히려 고용을 촉진한다고 주장한다. 미국에서 1988년부터 2004년 사이에 ATM설치는 기하급수적으로 늘었고 각 지점 당 은행원 수는 줄어들었다. 그러나 생산성이 높아져 이윤이 많이 남게 되자 은행들은 지점을 늘리는 한편 단순 업무는 기계에 맡기고 은행원들은 수익성이 높은 업무에 전담하게 되었다. 그 결과 은행의 일자리 수는 줄지 않았다 [25]라고 주장하였다.

이와는 반대로 기술혁신이 실업을 유발할 것이라고 많은 사람들이 주장한다.

독일의 일간지 프랑크 알게마이네 자이퉁의 홀거 파울 기자는 “Industry 4.0이 실현되면 중략..... 일자리를 잃는 근로자가 나오는 것은 피할 수 없다. 아무리 직업 교육을 해도 모든 근로자가 디지털화된 공장에서 일을 찾을 수는 없다.” 라고 비관적인 견해를 보였다[26].

미국 Golden Gate Bridge의 통행료 징수원들 예를 들어보자. 이 다리는 2013년부터 통행료 징수가 전자 기계로 대체되었다. 많지 않은 징수원들 중에서 17명은 보직 변경이나 은퇴하였지만 9명은 일터를 떠나야 했다.

Pew Centre의 조사 연구에 따르면 기술이 2025년도 까지 만들어 내는 일자리보다 더 많은 일자리가 없어질 것으로 예측하였다[27].

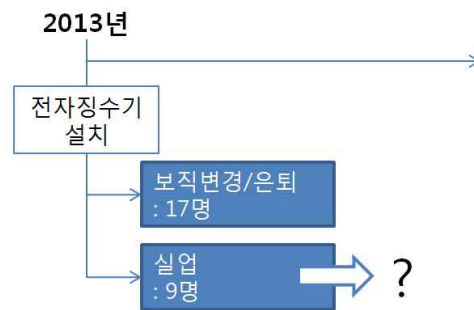
또 다른 예는 중국에서 찾아볼 수 있다. 중국의 대기업인 썬이 증공업은 경기 침체로 수익이 악화되자 대규모 인력감축에 나섰다. 그리고 경쟁력 제고를 위

해 노동집약적인 생산 시설을 자동화시키고, 선진기업 M&A, 공장의 해외 이전을 늘리기로 했다[28].

우리나라에서도 기술혁신과 일자리 창출에 대한 우울한 통계가 있다. 중소기업기술혁신개발사업 성과 분석 보고서를 바탕으로 정부 지원으로 기업이 혁신할 때 신규 고용 인력의 변화를 살펴본 결과, 발생과제가 종료되면 종료되는 시점이나 종료+1년~종료+2년 사이에 신규고용 인력이 늘어나지만 곧 신규인력 증가율이 감소하는 것으로 나타났다[29]. 즉 중소기업에서 국가 지원으로 기술혁신이 일어나면 초기에는 신규 고용 창출이 일어나도 그것이 반드시 지속되지는 않다는 것을 보여준다.

이처럼 고용 창출에 대한 상반된 의견들이 나오는 이유는 무엇일까? 몇 가지 예로 원인과 문제점을 설명해보자.

4.1. 통행료 징수원 사례

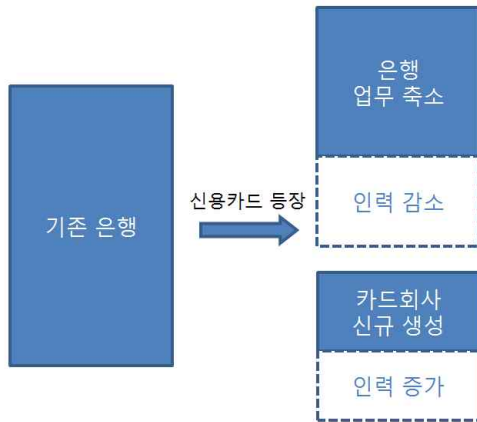


<그림 1> 기술혁신의 단기적 영향

<그림 1>의 사례를 보면 기술혁신은 실업을 야기한다. 특히 제조업에서 자주 발생하는 현상이다. 9명이 실직한 이 사례는 일회성이고 단기간이며, 한정된 사업장에다가 기계 설치에 따른 시차를 두고 생기는 파급효과는 언급되지 않았다. 추후 이 9명이 재취업했는지에 대한 연구가 없다. 이 사건은 생산성 향상

에는 긍정적인 사건이지만 실직한 9명에 초점이 맞춰지면 부정적인 사건이다. 이런 유형의 다른 예를 들어보자. 국내 P철강회사는 지능형 로봇과 무인 크레인 설치로 운전인력은 58%감소하고 생산성은 27% 증가하였다. 이 사례에서도 기술혁신 성과로 생산성이 향상된 것은 알 수 있지만 줄어든 인력에 대한 언급은 없다. 즉 신기술 도입 시점에서 연구한다면 (1) 기술혁신이 일자리를 감축시켰다는 정확한 결과는 나오겠지만 (2) 일정 시간이 지난 후 연관 산업부문에 미치는 고용유발 효과를 알 수 없으며 (3)감축된 인원의 문제를 해결할 수 있는 관련 자료를 얻을 수 없게 된다.

4.2. 은행과 신용 카드회사의 사례



<그림 2> 신용카드 등장에 따른 은행 인력구조의 변화

기술혁신이 단일 작업장에서의 직접적인 고용 보다는 새로운 관련 업종이 등장하여 고용에 영향을 미치는 예는 신용카드의 등장이다<그림2>.

신용카드의 등장으로 사람들은 현금을 가지고 다닐 필요가 없고 현금서비스 같은 소액 대출이 이루어

지면서 은행 창구역할이 축소되었다. 이에 따라 창구에서 일하는 은행원들은 감소되겠지만 카드회사설립에 따라 고용이 늘어나고 은행의 순이익에도 큰 공헌을 하게 된다. S금융은 은행의 직원은 14,465 명이고 자회사인 카드회사의 인원은 3,362명이다. 카드회사 인원은 전통적인 은행에서는 없었던 일자리들이다.

기술혁신이 새로운 분야를 만들어 고용을 창출한다고 볼 수 있는 예이다. 그러나 이처럼 시차를 두고 파생되는 일자리를 추적하는 연구에서도 문제는 있다.(1) 은행이 신기술 도입을 하지 않고 이전 상태로 지속된다고 가정했을 때의 은행원 수와 비교할 때 신용카드 회사가 생겨서 은행원 수 + 카드회사 직원 수가 늘었는지 오히려 줄었는지 정확히 알 수 없다. (2) 이런 유형에서도 처음 은행에서 구조조정이 일어났을 때 감원된 은행원에 대한 자료는 연구결과물에서는 찾기 어렵다.

4.3. ATM 설치와 은행원의 사례



<그림 3> 미국은행 기술혁신의 장기적 영향

<그림 3>의 사례는 단일 사업장에서 일어난 사건이 시차를 두고 장기적으로는 오히려 고용이 증가되는 대표적인 예이다. 해당 사업장에서는 인원 감축이 일어났지만 증가된 점포수를 고려하면 결과적으로 일자리는 증가되었다. 추후 증가된 일자리에 초점을 맞춘다면 기술혁신은 긍정적인 현상이다. 그러나 이

런 유형에서도 문제가 있다. (1) 한 가지 기술혁신의 영향은 영구적이지 않아서 일정기간 동안만 영향을 미친다. 우리나라에서도 ATM기기 도입에도 불구하고 은행원수는 꾸준히 증가했으나 5~6년 전부터 모바일 뱅킹 같은 전자금융이라는 신기술이 등장하면서 은행의 점포 수와 은행원의 수가 감소하고 있다. 즉 기술혁신이 항상 고용 증대 방향으로 움직이지 않는다는 점이다.(2) 이런 유형에서도 감축된 인원에 대한 자료는 찾아보기 어렵다. 위의 그림에서 최초 1988년도 감원된 은행원이 2004년도에 일자리를 회복했는가 하는 문제가 있다.

4.4. 인터넷 전문은행 사례

인터넷 전문은행은 점포를 통한 대면거래를 하지 않고 인터넷을 주요한 영업채널로 활용하는 은행을 말한다. 점포운영비, 인건비 등 고정비용이 절감되므로 높은 금리와 낮은 대출 금리를 제공함으로써 영역을 넓혀가고 있다[30]. 이런 은행들은 약간의 오프라인 영업점을 자지고 있지만 인터넷 거래를 원칙으로 한다. 중요한 점은 무인 은행이란 점이다. 앞서 언급했던 스마트 팩토리의 목표가 자동으로 무엇이든 처리해내는 것임을 볼 때 무인은행 무인공장 등이 가져오는 고용파괴 효과는 예측하기 어렵다. 3차 산업혁명까지는 기계나 컴퓨터가 인간의 손발이 되어주었지만 4차 산업 혁명에서는 인공지능탐체가 목표라서 인류가 경험하지 못했던 사건이기 때문이다.

결국 기술혁신이 일자리를 창출하느냐 아니면 고용축출 효과를 가져 오느냐의 논쟁은 1) 해당 사업장인가 사회 전반에 걸친 영향력인가? 2)한시적이고 일회성인가 아니면 시차변화가 있는가? 3) 해고당한 노동자의 문제인가 아니면 신규 취업자를 포함한 전체 노동자들을 대상으로 하는 가? 4) 어떤 종류의 기술을 채택하는가와 같은 기술특성에 따라 답이 달라질

것이다. 실례로 ROPER CENTER의 자료에 따르면 같은 2015년도 여론조사지만 테크놀로지가 경제에 미치는 영향은 이익이 더 많다는 의견이 더 많았고 자신의 일자리가 5년 이후에 테크놀로지에 의해 대체될 것에 대한 우려는 13% 정도로 낮게 나와 긍정적인 의견이 많았으나 인공지능을 가진 기계를 설치하면 경제나 일자리에 어떤 영향을 미치는가에 대해서는 72%가 도움이 되지 않는다고 답변하여 부정적인 의견이 많았다[31].

이제는 전 세계적인 추세로 봤을 때 기술혁신을 후퇴시킬 수는 없을 것이다. 치열한 경쟁에 살아남기 위해서라도 기술혁신은 계속되어야 하며 특히나 근로자의 고령화가 급속히 진전되고 있는 제조업 국가들에게는 불가피한 선택일 것이다. 그러나 기업은 이윤추구를 목표로 하기 때문에 사회 윤리적으로 고용을 유지하라고 강요할 수는 없는 형편이므로 정부의 역할이 점점 커질 것이다.

그렇다면 기술혁신도 하고 고용 유지 혹은 일자리 창출도 하려면 무엇을 해야 할 것인가. 몇 가지를 제안을 해본다.

첫째, 생산시설을 혁신하여 생산성이 많아진 반면 직원을 감원한 기업은 일정 비율로 고용과 관련된 기금을 내도록 한다. 통계에 따르면 정부가 기업에 1억 원 지원할 때 평균 2,006명의 신규고용 효과가 난다. 마치 수도 요금과 연동하여 하수도 요금을 내듯 혁신으로 감원이 이루어지면 기업은 기금을 내고 정부는 그 기금으로 기업에 재투자하여 고용을 촉진시키는 정책을 펴야 할 것이다. 그러기 위해서는 1)기술혁신으로 감원이 발생할 때와 2) 단순한 기업쇠퇴로 인한 감원을 구분한 통계가 있어야 할 것이다. 그리고 3)단지 매출이 늘어서 고용이 증가한 경우와 4)기술혁신으로 창출된 고용이 증가한 경우의 통계조사가 선행되어야 한다. '기업의 기술혁신으로 시간이 단축되고 생산성이 획기적으로 늘었다.'도 필요하지만 '개별 기

술혁신으로 인해 감원 당한 수와 재취업자 수 그리고 재취업 성공사례, 그들에게 적합한 보상'을 진지하게 고민할 시점이다. 기술혁신으로 고용에 변동이 생기면 즉시 노동 관련 부처에 자동으로 자료가 입력되어 근로자가 재취업할 때까지 관리될 수 있도록 시스템을 만들어야 할 것이다.

둘째, 우리나라의 중소기업은 수명이 단명하므로 반도체 산업처럼 고용효과가 크고 협력업체가 많은 경쟁력 있는 산업을 국가가 전폭적으로 지원해주어서 대·중·소기업들이 연결되는 생태계를 조성해서 기업의 수명이 연장되도록 정부는 도와야 한다. 또한 독일 보쉬(Bosch)사가 초기에는 농업 기계용 유압기기 조립라인을 CIM(Computer Integrated Manufacturing) 무인공장으로 추진하였으나 오히려 실패한 경험을 바탕으로 사람과 생산라인을 연결하여 종업원 특성에 맞게 블루투스 단말기를 통해 언어나 기술숙련도에 따라 작업지시를 내리면서 고용과 기술혁신이 서로 시너지 효과를 내고 있는 사례에서처럼 기업이 무조건 무인화를 추진하여 감원하기 전에 인간과 기계가 협업할 수 있도록 정부는 기업의 프로그램 개발을 지원해주어야 할 것이다.

셋째, 미국의 '인더스트리 텔런트 컨소시엄'과 같은 산업계, 학계, 정부가 참여하는 IT 인재육성 시스템을 갖추어야 한다. 스마트 팩토리 시스템에서는 기존의 IT 시스템과 OT를 자유자재로 활용할 수 있는 인재들은 부족한 반면 기존 생산업체에서 새로운 기술시스템에 적응 못하는 인력은 남아돌게 될 것이므로 범국가적인 교육시스템이 준비되어야 할 것이다. 위의 컨소시엄에서는 필요한 IoT인재의 80%는 IT업계 등에서 일하는 기존 인재로 나머지 20%는 신규인재 육성으로 채용 계획을 세우고 있다. 기존 인력으로 대부분을 충당한다는 계획이 시사하는 바가 크다.

우리는 독일금속노조의 데트레프 베첼의 충고를 잊어서는 안 될 것이다.

“중요한 것은 테크놀로지의 진보와 사회적 배려 중 무엇을 고르느냐가 아니라 모두 어떻게 조화시키느냐이다.”[32].

V. 결론

우리나라 뿐 아니라 다른 제조 강대국들은 국내외 여건들에 의해 매출 감소, 이윤 하락, 그리고 고용감소라는 문제에 직면하고 있다. 이런 문제를 해결하고 미래 제조업을 선점하기 위한 노력들이 각국에서 정부 주도로 시작되었다.

본 연구는 Industry 4.0을 연구하기 위해 관련 개념들, 즉 Industry 4.0, 스마트 팩토리의 뜻을 정의하고 각국의 제조업 발전 전략을 정리해보았다. 또한 대표적인 제조업 발전 전략인 Industry 4.0에서 나타나고 있는 표준화, IT 보안문제, 인력부족 및 중소기업의 비협조, 그리고 고용에 대한 문제가 있음을 확인해 보았고 그 중 고용에 대한 문제제기 및 세 가지 해결책을 제시하였다. 그 해결책은 다음과 같다.

첫째, 한계기업이나 매출감소로 인해 인원을 감축한 경우는 제외하고 생산시설을 혁신하여 생산성이 높아졌음에도 감원을 하는 기업에게는 기금을 내도록 한다. 정부는 그 기금을 실업수당 같은 소모성 비용이 아닌 기업에 재투자하여 고용을 촉진한다. 또한 실직자는 자동으로 정부관련 부처에 등록되게 하여 재취업할 때까지 도움을 주거나 실업대책 세우는데 자료로 쓰도록 한다.

둘째, 정부는 반도체 산업에서처럼 생산량이 많은 제품을 선정해서 대기업과 중소기업이 연결되는 생태계를 만들어 양질의 일자리 창출에 노력해야 한다. 우리나라에서는 중소기업이 고용을 많이 담당하고 있지만 기업수명이 짧으므로 중소기업의 수명이 안정되게 지원해주어야 한다.

셋째, 미국의 “인더스트리 텔런트 컨소시엄” 과 같은 정부, 학계, 산업계가 참여하는 IT 인재육성 시스템을 갖추어야 한다. 스마트 팩토리에서는 모든 분야에 OT 능력을 갖춘 인재가 필요하기 때문이다.

본 연구는 스마트 팩토리 혹은 제조업 자동화에서 자주 언급되는 대량해고인가? 아니면 일자리 창출인가? 라는 상반된 주장이 나오는 이유를 설명할 수 있는 이론을 실제 예로 설명하고자 하였다. 일자리의 감소 혹은 증가라는 상반된 주장이 기준이 되는 장소와 시차, 그리고 기술혁신의 종류에 따라 생기는 즉 관점이 다른데서 오는 충돌임을 설명하였다. 또한 개별 사례들을 보았을 때 공통적으로 해고된 근로자들에 대한 연구를 찾기 어렵다고 보고 고용정책 당국이 기술혁신에 따라 근로자들이 해고되었을 때를 위해 시스템을 마련할 것을 촉구하였다. 그러기 위해서는 기술혁신에 따른 실직자에 대해 학계나 정부가 적극적으로 대책을 마련해야 할 것이다. 앞으로 다가올 제조업의 스마트 팩토리 뿐 아니라 모든 산업에서의 인공지능은 자칫하면 높은 실업율을 가져올 수 있으므로 생산성에만 집중할 것이 아니라 근로자들에 대해서도 많은 연구가 따라야 할 것이다. 이 연구는 향후 기술혁신으로 발생한 실업자 수와 신생 기업 수, 그리고 다시 취업한 재취업자와의 수에 대한 실증적 조사를 하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 최병규 · 한관희 · 전차수 · 이철수 · 박상철, “제조시스템공학 40년 정리와 전망,” 대한산업공학회지, 제40권, 제6호, 2014, p.556.
- [2] ANNE DUJIN · DR. CORNELIA GEISLER · DIRK HORSTKÖTTER, “INDUSTRY 4.0 - The new industrial revolution,” RolandBerger, 2014, p.4.
- [3] Mikko Heiskala, Summit Report - 3rd European Summit On Future Internet, 3rd EUROPEAN SUMMIT ON FUTURE INTERNET, 2012, pp.6.
- [4] 산업통상자원부, “창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략,” 2014.
- [5] 이규택 · 이건재 · 송병훈, “스마트공장 기술 동향,” KEIT PD Issue Report, 제15권, 제4호, 2015, pp.32-33.
- [6] 이수학 · 윤병동, “Industry 4.0과 고장예지 및 건전성 관리 기술 (PHM)의 방향,” 소음 진동, 제25권, 제1호, 2015, p.22.
- [7] 남성호 · 이주연 · 윤주성 · 김보현 · 김철호, “스마트공장의 국내외 현황과 전망,” KEID PD Issue Report, 제14호, 제10권, 2014, p.54.
- [8] 차석근, “IoT/M2M를 적용한 Smart Factory 표준화 동향과 시스템 구조,” 정보와통신, 제32권, 제5호, p.36.
- [9] 한석희 · 조형식 · 홍대순, 인더스트리 4.0, 페이퍼로드, 서울, 2015, pp.67-74.
- [10] Lopez Reseach, ‘An Introduction to the Internet of Things (IoT)’ part1. of “The IoT Series,” Lopez Research LLC, 2013, p.3.
- [11] 최희식 · 조양현, “사물인터넷 보안문제제기 및 대안,” 디지털산업정보학회, 제11권, 제1호, 2015, p.70.
- [12] 최희식 · 조양현, “빅데이터 개인정보 취급에 따른 문제점 분석,” 디지털산업정보학회, 제10권, 제11호, 2014, p.90.
- [13] 남성호 외 pp.62-67.
- [14] 이정아 · 김영훈, “인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략,” 한국정보화진흥원, IT & Future Strategy, 제2호, 2014, pp.1-9.

- [15] 남성호 외 p.57.
- [16] 박형근 · 김영훈, “인더스트리 4.0, 독일의 미래 제조업 청사진,” 포스코 경영연구소, POSRI 보고서, 2014, pp.2-5.
- [17] “일본 기업, ‘인더스트리 4.0’ 표준 만든다,” 전자신문, 2015.06.17.
http://www.etnews.com/20150617000269.
- [18] 유진석 · 이동훈 · 엄정명 · 최명해 · 권혁재 · 한나라, “중국 내수기업의 프리미엄 전략,” 삼성경제연구소, CEO Information, 제910호, 2013, pp.3.
- [19] “리커창, 중·독 경제기술협력포럼서 대외개방 언급” 인민망 한국어판, 2014-10-11, http://kr.people.com.cn/n/2014/1011/c203278-8793468.html
- [20] 중국판 ‘인더스트리 4.0’으로 뉴노멀 찾는 중국, 한경플러스, 2015.03.06, http://plus.hankyung.com/apps/newsinside.view?category=AA006&aid=201503062235A
- [21] “5대 분야 30개 기술대상 국가중점과학기술 전략 로드맵(안) 확정,” 미래창조과학부 보도자료, 2014. 04. 23.
- [22] “뿌리업종 중소기업 제조업 혁신 인식조사,” 중소기업중앙회, 2014, p.3.
- [23] 임재현, “다시 시작하는 인더스트리 4.0,” 포스코 경영연구원, POSRI 보고서, 2015, pp.4-6.
- [24] 강규호, “기술혁신과 고용창출,” 한국은행 금융경제연구원, 經濟分析, 제12권, 제1호, 2006, pp.71.
- [25] James Bessen, “Toil and Technology,” Finance & Development, International Monetary Fund (IMF), 2015, http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2015/03/bessen.htm
- [26] “알기 쉬운 4차 산업혁명,” BI of Japan, 2015 special edition, (주)다하미 커뮤니케이션즈, 2015, pp.128-129.
- [27] Zöe Corbyn, “Robots are leaving the factory floor and heading for your desk - and your job,” Robots the Observer. The Guardian, 2015, http://www.theguardian.com/technology/2015/feb/09/robots-manual-jobs-now-people-skills-take-over-your-job
- [28] 정상은, “중국기업, 글로벌 경제위기를 기회로 삼는다,” 포스코 경영연구소, CHINDIA JOURNAL, 제73호, 2012, pp.32-34.
- [29] “2013년 중소기업기술혁신개발사업 성과분석 보고서,” 중소기업청, 2013, pp.241-242.
- [30] “해외 인터넷 전문은행 동향 및 국내 이슈 점검,” KB지식 비타민, 14-73호, 2014.9.24, pp.1-2.
- [31] “Automation for the People: The Public, Technology and Jobs,” Roper Center, http://www.ropercenter.uconn.edu/automation-people-public-technology-jobs/
- [32] “알기 쉬운 4차 산업혁명,” BI of Japan, pp.128-129.

■ 저자소개 ■



이 기 호
Lee Kiho

2012년 4월~현재
삼성디스플레이 경영혁신팀
2008년 1월 삼성전자 기술총괄
2015년 8월 KAIST 기술경영전문대학원
(공학석사)
2008년 2월 성균관대학교
바이오메카트로닉스,
정보통신공학 (복수전공, 공학사)

관심분야 : MIS, MES, Smart Factory
E-mail : fleem@naver.com

논문접수일: 2015년 8월 18일
수정일: 2015년 8월 30일(1차)
2015년 9월 30일(2차)
계재확정일: 2015년 10월 14일