

# 제조업과 정보통신기술의 융합: 스마트 팩토리 4.0에 기반한 한국 제조업 3.0 성공 전략

임명성  
삼육대학교 경영학과

## The Convergence between Manufacturing and ICT: The Exploring Strategies for Manufacturing version 3.0 in Korea

Myung-Seong Yim

Dept. of Business Administration, Sahmyook University

**요약** 본 연구에서는 유럽의 제조업 혁신의 발원지인 독일의 제조업 혁신 추진 전략을 살펴봄으로써 한국이 추진하고 있는 제조업 3.0을 성공적으로 추진하기 위한 전략적 함의를 제시하고자 한다. 현재 한국 경제의 잠재성장력은 점점 약화되어 왔으며, 신흥국과의 기술격차가 점차 감소되고 있어, 국가 경제의 경쟁력 제고를 위한 국가적인 노력이 필요한 상황이다. 신흥국의 성장은 제조업의 수출수요를 유발하여 새로운 기회 요인이 되고 있지만, 시장점유율을 놓고 후발개도국과 치열한 경쟁을 벌여야 하는 한국에게는 위협요인이기도 하다. 유사하게 유럽의 장기적인 경기침체와 신흥국의 부상에도 불구하고 여전히 높은 수준의 산업경쟁력을 유지하고 있는 독일은 바로 이러한 점에서 국내 제조업 발전 정책의 추진 및 개선에 시사점을 제공해 줄 것으로 사료된다.

**주제어** : 스마트 팩토리, 스마트 플랫폼, 인더스트리 4.0, 제조업 3.0, ICT 융합

**Abstract** The aim of this study is to suggest the strategic implications for manufacturing 3.0 in Korea by reviewing an innovation approaches of German that is a source of manufacturing innovation in Europe. Today, growth potential of Korean economy has been weakened by the rise of emerging economies. Furthermore, technological advantage of emerging economies has been strengthened. In this situation, Korea needs to make efforts to enhance global competitiveness. The growth of developing countries provides a new opportunities for Korea for export demand. However, this situation can be recognized as threats for Korea because Korea has to compete with those countries to expand market share. In this regard, reviewing the approaches of manufacturing innovation in German is important because German keeps remaining a high levels of competitiveness in spite of a rise of emerging economies and European recession. To do this, this research can give hints to advance the industrial policy improvements.

**Key Words** : Smart Factory, Smart Platform, Industry 4.0, Manufacturing 3.0, ICT Convergence

Received 10 January 2016, Revised 15 February 2016  
Accepted 20 March 2016, Published 28 March 2016  
Corresponding Author: Myung-Seong Yim  
(Sahmyook University)  
Email: msyim@syu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

21세기로 접어들면서 제조업의 비중이 낮아지고, 서비스 산업의 비중이 높아지는 탈공업화 트렌드가 확산되었으나, 글로벌 경제위기 이후 제조업의 중요성이 재조명되고 있다[1]. 2008년 금융위기를 겪은 유럽 국가들 중 제조업이 강한 독일, 오스트리아, 핀란드, 스웨덴 등의 국가들이 빠른 속도의 경기 회복세를 보이고 있는 반면, 상대적으로 제조업 비중이 낮은 그리스, 포르투갈, 스페인 등은 마이너스 성장을 하고 있다. 이와 같은 흐름에서 유럽의 국가들은 국가 경제의 근간으로써 제조업의 중요성을 강조하고 있으며, 제조업 지원 정책을 기반으로 국가 성장 전략을 재편하고 있는 추세이다[1].

한국도 경쟁 우위가 있는 제조업 혁신을 통해 미래 글로벌 경쟁에 대비해야 하며, 이를 위해 한국형 제조업 혁신 전략과 실행 방안 마련이 시급하다[2]. 특히 한국은 내수경제의 지속성장과 고용 안정화, 꾸준한 수출 경쟁력 제고를 위해서는 제조업 혁신이 절실하다[2]. 최근 딜로이트에서 발표한 '2013년 글로벌 제조업 경쟁력 지수'에 따르면 우리나라 제조업의 경쟁력 순위가 2010년 3위에서 2013년 5위로 하락하였으며, 2018년에는 중국, 인도, 브라질에 밀려 6위로 하락할 것으로 전망했다[3].

국내뿐만 아니라 선진국들도 오랜 경제 불황을 벗어나 글로벌 경쟁우위를 창출하기 위한 성장엔진을 찾기 위해 온 힘을 기울이고 있다. 이미 독일과 일본 같은 제조업 강국들은 제조업을 저성장 경제위기를 구해줄 미래 산업으로 주목하고 있다.

한국은 제조업 부흥에 나선 선진국과 산업구조 고도화를 추진 중인 신흥국 사이에서 '신 샌드위치' 위기에 처해 있다. 이러한 국면을 극복해 나아가기 위해 2014년 박근혜 대통령이 제조업의 도약을 위한 '제조업 혁신 3.0' 전략을 추진하겠다고 천명했다. 본 전략의 핵심은 ICT 융합에 기반한 신 제조업 창출을 통한 경쟁력 강화이다.

이와 같은 분위기는 답보상태에 있지만 여전히 강력한 제조업(예. 자동차, 조선, 철강)과 세계적인 IT 기술(예. 정보통신기술, 휴대폰, 반도체)을 보유한 한국에게 기회가 될 수 있다. 예를 들어, 독일의 대표적인 전자부품 제조기업인 W사는 2015년 하반기부터 그 동안 난항을 겪던 스마트 팩토리 구축을 가속화하기 위해 에너지 하베스팅(Energy Harvesting, 주변의 잔여 에너지인 빛, 전

동열, 전자기 등의 에너지를 확보해 에너지원으로 사용하는 기술), 스마트 공장 내 사물인터넷(IoT) 구현, 산업용 무선 전력기술 등의 IT 솔루션분야뿐만 아니라 센서, 및 유기(Organic) LED, 광학센서(optical sensors), 광 커플러(opto coupler, 광원(입력)과 광 검출기(출력)로 구성된 고체의 스위칭 소자) 등에서 한국과의 협력을 희망하고 있음을 표명하였다. 하지만 한국의 제조업은 여전히 새로운 제조 혁명을 받아들이는 데는 준비가 미진한 상태이다.

인더스트리 4.0은 제조업이 강한 독일이 제조업 강국의 입지를 더욱 공고히 하고, 새로운 산업혁명을 리드하겠다는 의지로 국가차원에서 추진하는 제조업 발전전략이다. 과거 공장자동화는 미리 입력된 프로그램에 의해 생산시설이 수동적으로 움직이는 것을 의미했으나 인더스트리 4.0에서는 생산설비 스스로 작업 방식을 결정하는 Self Control Factory를 지향한다[4]. 노동력을 강점으로 하고 있는 중국의 제조업이 급부상하면서 선진국 제조업체들이 인더스트리 4.0과 같은 첨단 자동화 설비에 큰 기대를 걸고 있는 것이다[4].

실제로 인건비의 상승으로 인해 개도국(low-wage countries)으로 생산기지를 이전했던 선진국 기업들이 인건비로 인한 손실 문제(high-wage countries)를 ICT와 융합을 통해 극복이 가능해짐에 따라 자국으로 생산기지를 회귀하는 리쇼어링(reshoring or backshoring) 사례가 증가하고 있다[1]. 예를 들어 중국 산둥성 지역에 많이 모여있는 일본 기업들도 2005년 2000여개의 기업들이 진출해 있었으나 파나소닉, 후지 제록스, 유니플로가 빠져나가는 등 최근 1000여개로 줄어들었다[5]. 그 외 미국의 나이키, GE, 월풀, 베스트바이, 독일의 아디다스, 메디아마트 등 글로벌 대기업들도 중국에서 철수했거나 앞으로 할 계획이다[5]. 반면에 최근 2-3년 간 미국으로 공장을 옮긴 제조업체가 약 25,000개에 이르며, 미국 제조기업의 61%가 리쇼어링을 고려중인 것으로 나타났다[1]. 이러한 변화는 개도국의 인건비 상승, ICT를 활용한 인건비 및 원가 절감 및 관리의 효율화가 가능해진 것 이외에 공장에서 발생하는 각종 데이터의 효율적인 활용 및 보안을 위해 컨트롤타워와 R&D센터가 인접한 장소에 공장을 두는 것이 유리하다는 인식의 증가가 원인이 된 것으로 파악된다[1]. 일부 학자들은 이러한 상황적 요소를 반영하여 ICT(Information and Communication

Technology)를 혁신촉진기술(Innovation and Catalyst Technology)이라 불러야 한다고 주장하기도 한다.

따라서 본 연구에서는 유럽의 제조업 혁신의 발원지인 독일의 제조업 혁신 추진 전략을 살펴봄으로써 한국이 추진하고 있는 제조업 3.0을 성공적으로 추진하기 위한 전략적 함의를 제시하고자 한다. 이미 한국 경제의 잠재성장력은 점점 약화되어 왔으며, 신흥국과의 기술격차가 점차 감소되고 있어, 국가 경제의 경쟁력 제고를 위한 국가적인 노력이 필요한 상황이다[6]. 신흥국의 성장은 제조업의 수출수요를 유발하여 새로운 기회 요인이 되고 있지만, 시장점유율을 놓고 후발개도국과 치열한 경쟁을 벌여야 하는 한국에게는 위협요인이기도 하다. 유사하게 유럽의 장기적인 경기침체와 신흥국의 부상에도 불구하고 여전히 높은 수준의 산업경쟁력을 유지하고 있는 독일은 바로 이러한 점에서 국내 제조업 발전 정책의 추진 및 개선에 시사점을 제공해 줄 것으로 사료된다.

## 2. 독일의 인더스트리 4.0

### 2.1 인더스트리 4.0의 시작

2000년도 초반까지만 해도 독일은 낮은 성장률, 높은 실업률, 대규모 재정 적자 등 풀어야 할 문제들이 산적한 ‘유럽의 병자’로 불렸다[7]. 신흥국의 원가경쟁력을 통한 추격, 선진국의 기술추격과 더불어 낮은 출산율 고령화 등으로 생산인구가 감소하는 추세와 더불어 40.1%에 불과한 에너지 자급률은 미국과 일본에 비해 절반도 안 되지만 제조업 비중이 높아 최종 에너지 소비량은 세계 5위를 기록 중이다[2]. 그러던 독일이 2008년 발생한 글로벌 금융위기 이후 ‘기적’, ‘슈퍼스타’, ‘불사조’가 되었다[7]. 독일 경제는 2009년 -5.1% 성장이라는 제2차 세계대전 종전 후 최악의 불황을 겪었으나 2010년 곧바로 회복하였고 그 후 EU 평균보다 높은 경제 성장률을 기록하고 있다[7]. 독일 경제의 회복에서 중요한 역할을 한 것은 제조업 중심의 수출이다[7].

독일의 제조업 경쟁력은 현재도 세계 정상급이다. 독일 제조업은 유럽지역 총 제조업 부가가치의 30%를 차지하고, 자국 내에서도 2012년 기술 국가 총 부가가치의 22.4%에 달하며, 고용 부문에서 직접 고용 727만 명, 간접고용 710만 명으로 전체 고용의 35%를 차지하는 국가

경제의 중추다[2].

독일은 산업 발전과 ICT의 발전이 긴밀하게 연관될 것으로 판단하여 범국가적인 차원에서 최첨단 기술을 발전시키고자 2006년 8월에 산학연계의 산업발전 전략인 하이테크 전략을 수립했다[6]. 본 전략은 기업과 연구소 간의 의사소통 및 기술이전을 통해 독일의 발전을 계획했다는 점에서 의의가 있다.

기존의 전략을 기반으로 2010년 7월에는 한층 더 발전된 전략인 ‘하이테크 전략 2020’을 수립하였다[6]. 하이테크 전략 2020은 EU 차원의 ‘Europe 2020’ 전략과도 같은 맥락에 있다. Europe 2020이 EU 차원에서의 전략인 반면, 하이테크 2020 전략은 독일이 국가 차원에서 추진하고 있는 전략이지만 범세계적으로 해결해야 할 주요 5개 분야인 기후/에너지, 보건/영양, 수송, 보안, 통신을 다루고 있다[6,8].

〈Table 1〉 High-Tech Strategy 2020 Action Plan[8]

CO <sub>2</sub> -neutral, energy-efficient and climate-adapted cities
Renewable energy resources as an alternative to oil
Intelligent restructuring of energy production
Combating illness with individualized medicine
Improving health through targeted preventive measures and nutrition
Independent living for senior citizens
Sustainable mobility
Internet-based services for the economy
Industrie 4.0
Secure identities

하이테크전략 2020은 2012년 3월에 수립된 ‘하이테크 전략 2020 활동계획을 통해 구체화되었다[6]. 하이테크 전략 2020 활동계획에서는 국가 첨단기술전략 10개 실행계획(Action Plan)을 선정하였으며(〈Table 1〉 참고), 향후 10-15년간 진행될 이 프로젝트들을 성공적으로 달성하기 위해 독일 정부는 2012-15년 동안 84억 유로의 재원을 할당하였다[6].

2013년부터는 독일정보통신산업협회, 독일엔지니어링협회, 독일전기전자산업협회 등의 산업 단체들을 중심으로 인더스트리 4.0을 주요 연구 의제로 추진하였고 이를 위해 독일 정부는 2013년 한 해에만 2억 유로(한화 약 2,700억 원)의 자금을 확보하고, CPS(Cyber-Physical Systems), IoT(Internet of Things) 표준 등과 관련된 R&D 분야에 투자했다[9,10].

독일 정부는 2014년 9월에 신 하이테크 전략을 채택했

대[6]. 초기 하이테크 전략이 특정 산업분야의 시장잠재력 발굴에 초점을 맞추었고 하이테크전략 2020이 여기서 더 나아가 사회적 문제를 해결하려 했다면, 신 하이테크 전략은 추가적으로 과학적 지식이 시장성 있는 상품, 공정 및 서비스가 될 수 있도록 지식 이전을 촉진시키고 이러한 환경을 조성하기 위한 노력이 담겨 있다[6]. 2014년에만 110억 유로를 투자하는 등 신 하이테크전략으로 인해 독일정부의 R&D 투자 금액은 늘어났지만 기존 정책과 마찬가지로 추경예산이 아닌 정해진 예산의 재분배를 통해 정부에 재정적인 부담을 지우지 않았다[6].

‘하이테크전략 2020 활동계획’의 일환으로 제시되어 신 하이테크전략에서도 주요 과제로 다루고 있는 인더스트리 4.0은 2011년 독일공학협회(VDI)에서 처음 언급되었고, 2012년 1월에 독일공학 아카데미(AcaTeck), Bosch 등을 중심으로 ‘Industrie 4.0 작업그룹’을 발족시켰다. 작업 그룹에는 연방교육연구부(BMBWF)와 당시 연방경제기술부(BMWi) 중심의 정부, 국립과학엔지니어링학회(Acatech) 중심의 학계, 그리고 보쉬(Robert Bosch), 티센크루프(ThyssenKrupp), 도이치텔레콤(Deutsche Telekom), BMW, DHL(Deutsche Post DHL) 등 다수의 독일기업이 참여했다[6]. 해당 그룹은 2012년 10월에 ‘Industrie 4.0 실현을 위한 권고’를 발표했으며, 2012년 독일인공지능연구소(DFKI) 등에서 CPS 기반의 새로운 미래 제조업 패러다임으로 제시했으며[10,11], 2013년 4월에 ‘인더스트리 4.0의 효과적인 실시를 위한 최종보고서’를 발간했다. 2013년 4월에는 연방 IT·통신·뉴미디어방송협회(BITKOM), 독일엔지니어링연맹(VDMA), 전기전자제조업협회(ZVEI)가 연합으로 기업과 정부 간의 소통창구의 역할을 하게 될 ‘플랫폼 인더스트리 4.0’(Plattform Industrie 4.0)이라는 조직을 직접 조직 및 운영하고 있다[6].

2014년 당시 프랑스 경제 장관이었던 아르노 몽트부르는 “유럽이 디지털 식민지가 되고 있다. 그리고 유럽을 디지털 식민지로 만들려고 하는 것은 미국의 GAFA(Google + Apple + Facebook + Amazon)다”라고 주장했다. 이후 2015년 4월에 프랑스 경제 장관과 독일의 경제 장관이 만나 “유럽 산업의 미래는 디지털 경제 전략에 달려있다.”고 선언하며, 미국 기업들의 디지털 침략을 공동으로 막아 설 것을 약속했다. 이들은 ICT 산업이 여러 산업 중 하나가 아니라 미래의 국가경제를 좌우한다

는 것에 뜻을 같이하였다.

이에 대해 독일은 제조업에서 디지털 기업으로 나아갈 수 있는 방향을 모색하였다. 이는 전통 제조업의 소멸이 아니라 완전한 디지털 기반 제조업으로의 혁신을 추구하고자 함을 의미한다. 미국은 구글, 아마존 같은 인터넷 기업을 통해 디지털화를 이루고 있지만 독일은 제조업을 기반으로 한 디지털화를 구현하겠다는 것이다. 이를 위해 2015년 말까지 100개 산업 분야를 디지털화 하는 것을 목표로 스마트 공장을 추진하고 있으며, 이러한 흐름 속에서 독일 정부가 국가 차원에서 추진하고 있는 인더스트리 4.0 정책(Industrie 4.0)이 다시금 독일 내에서 뿐만 아니라 전 세계적으로 주목 받게 되었다.

## 2.2 인더스트리 4.0의 개념

인더스트리 4.0이란 사물과 서비스 인터넷(Internet of Things and Services)의 제조 및 서비스 프로세스로의 총체적 적용이다[11]. 다시 말해 산업기계, 물류/생산설비의 네트워크화, 기계끼리의 통신에 의한 생산조정의 자동화 등이 실현되고 센서 기술에 의해 제조 중인 제품까지 개별로 인식하여 현재의 상태는 물론 완성까지의 제조 프로세스를 한 눈에 파악할 수 있다[11]. 또한 IoT와 3D 프린팅과 생산로봇, 가상현실, 빅 데이터 분석 등을 제조업과 결합해 자국 내 생산성 향상은 물론 이를 표준화 시스템화해 해외로 수출하여 전 세계 시장에서의 주도권을 장악하려고 전략도 세워 놨다[2,12]. 즉, 독일은 산업생산에서 인더스트리 4.0으로 ‘선도시장’과 ‘선도 공급자’가 되기 위한 이중 전략을 추진하고 있는 것이다.

인더스트리 4.0이 실현된다면 소비자 개인의 다양한 요구사항을 만족하고, 생산체제의 유연성을 갖게 되며, 최적화된 의사결정 체제가 자리 잡고, 시뮬레이션을 통한 자원의 생산성을 높여 효율성을 극대화 하고, End to End 엔지니어링 실현이 가능하고, 제조업의 서비스화를 통해 가치를 창출할 수 있는 기회를 얻는 한편 숙련공 부족과 작업장내 인력의 다양성 등 변화에 대처할 수 있으며, 제조업 종사자들은 일과 생활의 균형을 맞춰 삶의 질을 높일 수 있어 궁극적으로 고임금 경제인 독일이 계속 경쟁력을 유지할 수 있을 것으로 기대하고 있다[2].

인더스트리 4.0의 주요 R&D 프로젝트로는 CyProS, KapaflexCy, ProSense, Autonomik 등이며, 4개 프로젝트에 총 5,000만 유로 이상을 투자할 계획이다[1]. 스마트

팩토리 사업은 독일 인공지능연구소(DFKI)가 주도하고 있으며, 제민스, 보쉬, 시스코 등 기업들과 다국적 대학 등 27개 기관이 참여하고 있으며, 독일 연방교육연구부와 연방경제기술부 지원 하에 스마트팩토리 구축, CPS & AI 구현, 기술개발/확산, 통신 및 네트워크 기술 개발 등을 추진하고 있다[1].

### 2.3 플랫폼 인더스트리로 도약

독일의 인더스트리 4.0이 2015년 4월 15일 경제에너지부와 교육연구부 주도의 플랫폼 인더스트리 (Plattform Industrie) 4.0으로 새 출발했다[13]. 인더스트리 4.0은 CPS 기반의 새로운 미래 제조업 패러다임으로 독일 산업협회 중심의 연구 의제로 시작했다[13]. 큰 기대를 받으며 출발했지만 일각에서 ‘초기 접근법의 실패’로 평가받으며 결국 ‘찾잔 속의 폭풍’으로 끝날 수 있다는 의견도 제기되고 있는 상황이다. 2년 넘게 지멘스, 보쉬, 인피니온(Infineon), SAP, 그리고 BITKOM, VMDA, ZVEI 등이 표준에 대한 토론만 했지, 구체적인 진행은 거의 안되고 있다는 것이 비판의 핵심이다[10]. 주요 문제점을 살펴보면 더딘 표준화, 보안 정책의 부재, 중소기업들의 거부 반응, 관련 인력 부족 등이 크게 부각되고 있다[13].

구체적으로 IoT, CPS 등 스마트 팩토리와 관련된 기술표준을 개발하는 속도가 더디는 등 여러 문제들로 인해 실용화가 요원해지자 정부와 기업 등이 협의회에서 서로의 입장을 표명한 것 외에는 진행된 것이 없다는 지적을 받고 있다[9]. 표준화에 대한 합의가 지연되면서 2011년 다른 국가보다 한발 앞서 나가려던 의도와는 달리, 독일의 인더스트리 4.0 개념은 성공 가능성이 낮아졌다는 여론이 확산되었다[10]. 또한 제조공정 디지털화의 가장 큰 장애물인 보안 문제 역시 해결되지 못하고 있다. 막대한 투자 규모와 제조 공정 데이터의 유출 가능성 등은 기업의 생존에 큰 영향을 미친다[9]. 따라서 데이터 소유권과 접근 및 분석 권한 등에 대한 명확한 법적 기준의 부재 및 정책적 방향의 불투명은 제조업의 디지털화의 구현의 가장 큰 장벽이 되고 있다[9]. 인더스트리 4.0에 대한 인식도 부족하다. 한 설문에 따르면 독일 중소기업의 51%가 인더스트리 4.0과 같은 제조 공정의 디지털화는 중요하지 않다고 응답했다[9]. 기업의 인식 결여는 직원들의 인식도 부족하게 만든다. 따라서 일선 현장에서는 새로운 변화를 이해하고 새로운 업무를 수행할 수 있

는 인력도 부족하다[9]. 기업들도 문제가 있었다. 제품을 기술적으로 향상시켜려고만 했지 정작 중요한 고객의 니즈를 반영한 서비스화 차원의 혁신을 고민하지 않았다[9]. 기술적 엔지니어링 관련 연구에 매몰되고, 새로운 시장 창출이 아닌 현 시장에서의 제품 개선 측면에만 머물렀던 것이다[9].

이러한 문제들을 타개하기 위해 경제통상부 장관 시그마 가브리엘(Sigmar Gabriel)이 적극적으로 나서면서, 2015년 4월 15일 경제통상부와 교육과학부 주도로 플랫폼 인더스트리 4.0(Plattform Industrie 4.0)이라는 새로운 로드맵을 제시하였다. 이 로드맵의 핵심은 새로운 제품과 서비스를 개발한다는 궁극 목표에 맞게 실용성과 실행력을 높임과 동시에 중소기업들을 비롯해 산업 전반의 보다 폭넓고 적극적인 참여를 유도하는 것이다[9].

새로운 제품과 서비스를 개발하기 위해 시장에 적합한 연구를 진행하고, 신속한 상용화를 목적으로 세부 과제들을 재설정기로 했다[9]. 연구 결과물을 보다 빨리 도출해 임시표준(Quasi-Standard)이나 사업모델들을 더욱 빨리 개발기로 했다[9]. 그 동안 완벽한 표준을 추구하다가 시장을 따라가지 못함을 인지하고 모든 사항을 고려한 표준이 아닌 다수 기업들의 합의 하에 임시표준을 정하고 먼저 실행하는 방식을 취한 것이다[10]. 제일 좋은 표준이 아닌 제일 빠른 것을 표준으로 삼고, 마케팅을 잘한 쪽이 표준화에 유리한 방식으로 진행되게 만든 것이다[10].

산업단체들을 지원하는 방식에서 벗어나 정치적·사회적으로 더욱 폭넓게 접근하기 위해 BITKOM, VDMA, ZVEI 외에도 다른 산업 분야의 협회인 BDI(독일산업협회), VDA(독일자동차산업협회), BDEW(독일에너지협회) 등 더 많은 산업 분야 단체들을 참여시키고, 실제 산업에서 필요한 연구과제를 발굴해 진행기로 했다[9].

IT 서비스 업체 CSC의 조사에 따르면, 2017년까지 자기 기업에서 인더스트리 4.0 관련 프로젝트를 수행할 수 있을지에 대해 긍정적으로 대답한 기업은 20%미만이다[10]. 70%는 개념에 대한 이해가 부족한 것으로 응답하였다[10]. 또한 50% 이상이 새로운 업무 환경에 맞춰 일할 수 있는 인력 또한 부족하다고 대답하였다[10]. 이 문제에 대응하기 위해 독일 정부는 노동조합의 참여를 이끌어 근로자 관점에서의 변화 및 이슈들을 고려하고, 근로자 교육과 육성 시스템도 만들기로 했다[9].

아울러 중소기업들이 디지털화에 대응하지 못해 기회를 상실하지 않도록 ICT 보안 안정성을 높이는 연구를 더욱 강화하기로 했다[9]. VDE(독일전자산업협회)에서 회원들을 대상으로 조사한 결과를 전자 및 정보통신 트렌드 리포트 2015로 발표했다[10]. 조사에서 디지털 제조 공정 현실화의 가장 큰 걸림돌은 IT 보안인 것으로 나타났다[10]. 여기서 보안이란 경쟁사에게 자신의 정보가 노출되는 것에 초점이 맞추어진 것이 아니라 중소기업들의 데이터를 어디에 보관하고, 누구에게까지 공개할 것인지에 대한 정의에 초점이 맞추어져 있다[10]. 데이터 소유권, 접근 권한, 분석 권한 등에 대한 명확한 법적 기준이 없으면 기계를 만드는 회사, 기계를 소유한 회사, 기계를 보수하는 회사, S/W를 만드는 회사 등 모두가 데이터 소유권을 주장할 수 있기 때문이다[10].

#### 2.4 인더스트리 4.0의 성과

독일의 국가적 인더스트리 4.0의 추진과 Volkswagen, BMW, Siemens, Bayer, Bosch, BASF 등 대기업과 1,300개가 넘는 글로벌 중소기업들의 참여로 인해 2012년 2,400억 달러의 무역흑자를 기록했고 2013년에도 약 2,000억 달러 이상의 흑자를 일궈냈다[12]. 또한 독일의 제조업의 변화로 인해 GDP의 25% 이상을 제조업이 하고 있으며, 약 700만개 이상의 일자리를 새로이 만들어내고 있다[14].

독일 국가과학기술위원회는 인더스트리 4.0이 독일 제조업이 처한 대내외 과제를 해결해 줌으로써 제조업 생산성이 30% 향상될 것이라고 예상했다[2]. 독일의 경제에너지부 차관인 마티아스 마흐니히는 인더스트리 4.0 정책으로 인해 독일 전체 생산성이 최대 30%까지 향상되고, 비용은 연간 2.6%씩 감소할 것으로 예상했다[15]. 제조시설에서 데이터를 모두 연결하면 에너지 가격에 대한 예측이 가능해져 비용을 절감할 수 있기 때문이다.

### 3. 인더스트리 4.0과 제조업 3.0

한국의 제조업은 지난 40년간 국부, 고용, 혁신의 근간이 되어왔다. 그러나 소프트 파워 부족, 대기업의 업계 독식, 중소기업의 성장 기반 부재, 고비용 생산구조로 인해 국내 제조업 기반은 점차 축소되었다. 이러한 상황에서

새로운 제조업 패러다임을 형성하기 위해 박근혜 정부는 정보통신기술과 제조업 간의 융합형 신제조업을 추구하는 '제조업 3.0'의 필요성을 피력하며 제조업의 퀀텀점프(대약진)를 할 것을 주문했다.

세계 제조업 순위 5위를 자랑하는 한국이지만 일본 제조업의 부활, 중국의 제조업 강국으로 급부상 등은 한국이 제조업 강국의 면모를 그대로 유지하기 힘든 상황으로 몰아가고 있다. 이러한 상황에서 세계 1위 제조업 국가인 독일의 제조업 혁신은 한국이 반드시 검토해야 할 필수적 혁신 사례라 할 수 있다.

물론 2014년 인프라구조 상 네트워크 준비도(networked readiness index)가 세계 10위인 한국은 정보통신기술과 제조업의 결합에서 헤드 스타트(head start)를 가지고 있다고 사료된다. 하지만 독일의 사례에서도 알 수 있듯이 잘못된 접근은 실패비용을 발생시키기 때문에 급격한 진진보다는 점진적인 접근이 실패를 줄이고 더 안정화된 기반구조를 형성해 나가는 길이라 생각된다.

따라서 본 장에서는 앞서 언급한 인더스트리 4.0과 한국의 제조업 3.0을 구체적으로 비교해보고 그 차이에서 발생하는 문제점을 살펴보고자 한다.

우선 인더스트리 4.0은 전통적인 제조업과 ICT의 융합을 통한 생산성 증진 및 효율성 향상을 추구한다. 반면에 제조업 3.0은 제조업과 IT의 융합을 통한 신사업 중심의 제조업 혁신을 추구한다. 즉 독일의 경우 현 기업 중심으로 효율성을 제고하고 생산성을 향상시키자는 것이다. 또한 현존하는 기업들의 고른 발전을 추구한다. 하지만 한국의 경우 기존 산업의 역량강화보다는 주력산업을 중심으로 핵심역량을 강화하고 신산업을 창출하자는 목적을 가지고 있다. 따라서 정부가 규정한 주력산업에 포함되지 못할 경우 해당 기업은 제조업이라 하더라도 정부 지원을 통한 발전기회를 받지 못할 가능성이 높다. 또한 기존 산업을 강화하는 것이 아니라 신사업 중심으로 혁신하자는 것은 새로운 기반을 형성해야 한다는 부담을 안고 있기 때문에 더욱더 오랜 시간과 투자가 필요하며, 자칫 신사업이 실패할 경우 실패비용이 큰 부담으로 작용할 수 있다. 점진적 혁신 관점의 독일의 경우 실패하더라도 극히 일부에 지나지 않지만 급진적 혁신을 추구하는 한국의 경우 현실과의 괴리가 클 경우 모든 시도가 실패로 돌아오기 때문에 더욱더 신중한 자세로 제조업 혁신에 나설 필요가 있다. 이러한 상황으로 인해 산업통산

자원부와 미래창조과학부에서 촉발된 제조업 혁신 3.0과 관련된 많은 안건들이 부담으로 작용하여 여전히 처리되지 못하고 있는 것은 어찌보면 당연할 수 있다.

독일의 인더스트리 4.0 혁신의 또 다른 특징은 정부와 기업의 역할을 명확히 정의하였다는 것이다. 독일 정부는 재정적 지원과 인더스트리 4.0의 활성화를 위한 정책 수립을 담당하였다. 또한 산학연이 함께 모여 인더스트리 4.0을 현실화 할 수 있도록 장(arena)을 마련하였다. 이는 산업중심으로만 제조업 혁신이 이루어질 경우 현실주의에 치우친 나머지 구현하기 쉬운 단기적인 성과에만 치우칠 가능성이 있다. 반면에 학술중심적으로만 제조업 혁신을 추진할 경우 이상주의적 관점에서 접근할 가능성이 있다. 따라서 이 두 관점을 적절히 융합하기 위해 산학연 모임을 추진하고 있는 것이다. 독일 기업들은 기술의 표준화에 앞장섬과 동시에 고급인재 유치 및 양질의 일자리 마련하며 정부의 노력에 보답하였다.

한국의 경우 지역거점 특구 지정, 신사업 진출을 위한 사업재편지원 특별법을 제정해 제도 개선 및 제지원을 하고 있다. 이를 통해 현대하이텍, LS산전 등의 성공사례가 발표되고 있다. 하지만 여전히 기업의 참여가 상대적으로 적은 부분을 차지하고 있기 때문에 지나치게 이상만 추구하고 있다는 비판에서 벗어나지 못하고 있다. 성공사례로 제시된 기업들은 대부분 대기업이기 때문에 자본과 실현가능성이 상대적으로 높다. 따라서 특수 집단에서만 가능한 플랫폼이라는 비판에서 벗어나지 못할 가능성이 있다. 따라서 정부와 기업 그리고 연구단체가 함께 제조업 혁신 3.0을 실현할 방안을 마련할 수 있는 장을 마련하고 이를 적극적으로 지원해야 한다. 또한 여기에 참여하는 기업을 대기업에 국한시키는 것이 아니라 중소기업도 함께 참여시켜야 한다.

2014년 중소기업중앙회에서 국내 600개 중소기업을 대상으로 스마트 공장에 대한 인식조사를 실시한 결과, 응답 대상 기업 중 62%는 정부의 스마트 공장 관련 정책 조차 인지하지 못하고 있었으며, 79%는 스마트 공장에 대한 도입의사조차 없었다. 이는 국내 중소기업의 스마트공장에 대한 기초적 이해 수준과 정보기술 인프라 도입 혁신을 고려하였을 때 정부가 제시하고 있는 제조업 혁신 플랫폼이 지나치게 높다고 판단했기 때문이다. 따라서 현실적 제조업 혁신 3.0 그리고 대기업에 편중된 혁신이 아니라 중소기업도 함께 참여할 수 있는 제조업 혁신

을 추진하기 위해서는 제조업혁신 3.0 추진에 있어서 중소기업의 역할을 강화해야 할 필요가 있다.

#### 4. 결론

독일 정부는 글로벌 금융위기나 유럽재정위기로 긴축 재정을 해야 하는 상황에서도 하이테크전략 2020의 구체화에 기존 예산을 R&D 부문에 재배치하는 등 미래지향적인 정책을 펼쳤다[6]. 다시 한 번 경제성장 둔화의 우려가 제기되고 있는 2014년에도 신 하이테크 전략의 R&D 투자를 확대했다. 이러한 정책을 진행할 수 있는 것은 현실에 정확한 파악과 미래변화에 대한 확신이 있기 때문이다[6].

독일정부의 인더스트리 4.0은 독일이 산업경쟁력 우위에 있고 산업생산 R&D를 선도하고 있는 환경 하에서 수립되었다. 제조업 강국이지만, 전통적인 제조업 운영방식에 머물고 있는 기업이 다수인 것을 인식하고 기술표준의 향상이 필요하다는 점을 놓치지 않은 것이다[6].

글로벌 제조업 경쟁력 5위이자 IT 발전지수 1위로 세계적 경쟁력을 가진 ICT 인프라를 구축하고 있는 한국에겐 이러한 산업의 4번째 혁명이 기회 요인으로 작용할 수 있다[16]. 제조업과 IT를 성공적으로 융합시킬 수 있다면 제조업을 한 단계 향상시킬 수 있는 중요한 기회로 작용할 수 있기 때문이다.

국가적으로 제조업이 산업 내에서 차지하는 비중이 높다는 점에서 우리나라와 독일의 산업 환경이 유사하지만 모든 조건이 동일하지는 않기 때문에 독일의 하이테크 전략이나 인더스트리 4.0과 같은 정책을 한국에 적용시키려면 선택적인 수용이 필요하다[6]. 무엇보다 기업 내 핵심기술의 도입과 기술표준의 향상도 중요하지만 기업의 실질적인 경쟁력 제고를 위한 정책인 만큼, 학계는 물론 기업의 적극적인 참여와 소통을 통해 현실을 반영한 정책을 수립 및 시행하는 것이 중요하다[6,17,18].

그럼에도 불구하고 이를 결합하려는 한국의 시도는 미미한 상황으로 모든 생산 체계를 스마트 ICT 기반으로 스마트화 하기 위한 청사진이 필요하다[2]. 스마트 산업 혁명의 촉매 역할을 하는 핵심 스마트 기술과 기획·개념 설계 등 시제품 제작역량은 선진국에 비해 취약한 상황이다. 스마트공장 고도화와 융합신제품 생산에 필요한

센서, 빅데이터, IoT 등 핵심 스마트 기반기술은 선진국 대비 약 70-80% 수준이다. 시제품 제작역량의 결정요소인 제조업 소프트웨어 조립·가공 등 공정기술에 비해 많이 낙후된 상황이다. 그렇기 때문에 구호에 그치는 제조업 창조경제가 아니라 독일처럼 기업, 연구기관, 학계 등의 협업과 정부의 지원 하에 강력하게 인더스트리 4.0을 추진해야 할 필요가 있다.

## REFERENCES

- [1] Monthly Software-Centered Society, "Trends in Demand Industry", August 2014.
- [2] A-Ju News, "Why Is That Industry 4.0", (September 11, 2014).
- [3] Deloitte, 2013 The Global Manufacturing Competitiveness Index, 2012.
- [4] Sciencetimes, "The Manufacturing Revolution to 'Industry 4.0'", (June 2, 2014).
- [5] W. S. Lee, J. H. Hwang, D. W. Lee, S. H. Park, and W. J. Park, "Industrial Automation as a New Trend", KDB Daewoo Securities Research Center, (December 3, 2014).
- [6] Y. D. Kang, T. H. Oh, C. W. Lee, H. J. Lee, and J. Kim, "Policies for Industrial Competitiveness Improvement in Europe and Their Implications", Korea Institute for International Economic Policy, Research Report, #14-22, 2014.
- [7] S. Y. Ryu, "Why the Manufacturing World Nations between Germany and Japan have Mixed Emotions", LG Business Insight, (March 26, 2014).
- [8] Federal Ministry of Education and Research, Ideas, Innovation, Prosperity: High-Tech Strategy 2020 for Germany, Federal Ministry of Education and Research (BMBF) Innovation Policy Framework Division, 2010.
- [9] Money Today, "'Industrie 4.0', New Manufacturing Innovation Strategy in Germany", (June 4, 2015).
- [10] J. H. Im, "A New Start in Industry 4.0", Monthly Instrumentation Technology, July 2015, pp. 174-179.
- [11] W. K. Ha, "New Perspective of the 4<sup>th</sup> Industrial Revolution and Approaches of Neighboring Nations", Weekly Technology Trend, Vol. 1710, August 2015, pp. 1-12.
- [12] Seoul Economy, "Industrial Digitalization Became the General Trend", (September 1, 2014).
- [13] POSCO Research Institute, "A New Start for Industry 4.0", POSRI Report, 2015.
- [14] Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., and Rosenberg, M. (2014), "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective," International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, Vol. 8, No. 1, pp. 37-44.
- [15] DongA.com, "Maheunihi, Industry 4.0 Can Change the Current Global Economy", (November 10, 2015).
- [16] H. G. Park, and Y. H. Kim, "Industry 4.0: Blueprint for Future Manufacturing in German", POSRI Report, 2014.
- [17] Myung-Seong Yim, "Development of Measures of Information Security Policy Effectiveness To Maximize the Convergence Security", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 5, No. 4, pp. 27-32, 2014.
- [18] Myung-Seong Yim, "Smart Paradox: An Effect of Mobile Instant Messengers", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 3, No. 4, pp. 7-13, 2012.

### 임 명 성(Yim, Myung Seong)



- 2002년 2월 : 삼육대학교 경영정보학과(BA)
- 2004년 2월 : 한국외국어대학교 경영정보대학원(MBA)
- 2011년 8월 : 서강대학교 경영전문대학원(Ph.D.)
- 2011년 9월 ~ 2012년 2월 : 서강대학교 대우교수
- 2012년 3월 ~ 현재 : 삼육대학교 경영학과 조교수
- 관심분야 : Dark Side of IT, Information Psychology
- E-Mail : msyim@syu.ac.kr