

## 독일과 한국의 스마트 제조혁신 전략에 대한 비교분석 및 시사점 - 양국의 공급산업 전략을 중심으로 -

# A Comparative Study of Smart Manufacturing Innovation Supply Industry in Germany and Korea

이상진<sup>1</sup>, 최윤혁<sup>1</sup>, 명재규<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(사)한국산업지능화협회, <sup>2</sup>한국기술교육대학교 강소기업경영학과

Sang-Jin Lee<sup>1</sup>, Yun-Hyeok Choi<sup>1</sup>, Jae Kyu Myung<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Strategic Business, KOIIA, Seongnam 13211, Korea

<sup>2</sup>Department of Small and Medium Enterprise Management, KOREATECH, Cheonan 31253, Korea

### [ 요약 ]

본 연구는 독일과 한국의 스마트 제조혁신 정책 현황을 살펴보고 양국의 공급산업 전략을 비교 분석하여 한국의 스마트 제조혁신 공급산업의 나아가야 할 방향을 도출하는 것이다. 독일의 공급산업 전략은 글로벌 수요기업을 대상으로 높은 기술력과 호환성, 레퍼런스 기반 고신뢰도를 통해 자국의 공급기업 시장 지배력을 강화하는데 목적을 두고 있다. 반면에, 한국 공급산업 전략은 수요 기업의 단계별 수준 향상에 머물러 있어 고도화 수준의 스마트화 구현을 목표로 장기적이고 일관성 있는 대응이 필요한 시점이다. 스마트 공장 고도화를 지향하는 독일의 공급산업 전략을 참고해서 정부 지원 정책과 공급기업 전략 수립 시에 도움을 주고자 하였다. 또한 양국의 공급산업 전략의 비교 분석결과를 토대로 한국의 스마트 공장 고도화를 위한 개선방안을 제시하였다. 궁극적으로, 본 연구가 제시한 내용은 한국 중소·중견 공급기업의 산업 경쟁력 강화를 위한 정책의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

### [ Abstract ]

This study examines the current status of smart manufacturing innovation policies in Germany and Korea, compares and analyzes the supply industry strategies of both countries, and suggests the direction for Korea's smart manufacturing innovation supply industry. Germany's supply industry strategy aims to strengthen the market dominance of domestic suppliers through high technology, compatibility, and high reliability based on reference for global demanding companies. On the other hand, the Korea's supply industry strategy remains at the level improvement of the demanding companies by stage, so it is time to take a long-term and consistent response with the goal of implementing smartization at the advanced level. By referring to Germany's supply industry strategy for the advancement of smart factories, it was intended to help in establishing government support policies and supplier strategies. In addition, based on the analysis results of the supply industry strategies of both countries, improvement measures for the advancement of Korea's smart factories were presented. Ultimately, the contents of this study can be used as basic data for policy establishment to strengthen the industrial competitiveness of Korea's small and medium-sized suppliers.

**Key Words:** industry 4.0, manufacturing, innovation, smart factory, supply firms

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2022.601>



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.

Received 29 November 2022

Accepted 19 December 2022

\*Corresponding Author

E-mail: jaekyumyung@koreatech.ac.kr

## I. 서론

4차 산업혁명 시대가 도래하면서 IoT, 빅데이터, 로봇, 인공지능 등 디지털 기술을 활용한 초연결 사회가 등장하고 고객의 변화된 수요·소비 패턴에 대응할 수 있는 유연생산 시스템 구축 필요성이 증대되고 있다. 이는 2008년 글로벌 금융 위기 이후 일자리 창출 측면에서 선진국의 제조업 U턴(reshoring) 등 제조업의 중요성과 결부되면서 더욱 확산되었으며 중국, 인도 등 개도국의 추격으로 과거 제품 위주의 대규모·저비용 생산에서 제품·서비스의 고부가가치화(Servitization)를 달성하기 위한 일하는 방식의 변화가 급속도로 확산되었다. 나아가 생산성 정체 및 저출산·고령화 등에 따른 생산인구 감소로 제조업의 위기가 더욱 심화되었다. 한국의 경우에도 고도성장이 둔화되고 제조업에 대한 위기의식이 고조되면서 이를 타개하기 위한 제조혁신이 필요하다는 인식이 확산되었다.

세계 각국의 제조혁신의 중요성이 부각되면서 독일 등 글로벌 제조강국들은 정부 및 민간 주도로 제조업의 디지털 전환에 대한 핵심전략들을 발표하였는데 독일의 인더스트리 4.0을 시작으로 미국의 AMP 2.0, 일본의 4차 산업혁명 선도 전략, 중국의 중국제조 2025 등이 그 예이며 한국은 2014년에 제조업 혁신 3.0 전략을 발표했다. ‘제조업 혁신 3.0 전략’의 주요 골자인 스마트 공장 보급확산 사업을 진행하여 국내 수요기업 대상으로 25,039개(‘21년말 기준)의 스마트 공장이 구축되었다.

이러한 국내 스마트 공장의 저변 확대에 의해 국내 공급산업은 매출액과 총자산이 증가하는 등 양적인 성장을 지속하였지만, 일부 소프트웨어에 편중되어 하드웨어 및 플랫폼 분야의 비중이 낮고 국내 시장 중심으로 사업을 영위하는 등 해외 공급산업 대비 기술 및 시장경쟁력 제고가 필요한 실정이다. 반면에, 독일은 개방형 기술 협의체인 플랫폼 인더스트리 4.0을 결성하고 대기업과 중소기업, 중견기업들이 다같이 참여하여 자국의 스마트 제조 공급기술을 통해 다품종 소량 생산 체제 창출 및 국제 표준화 추진 등 글로벌 스탠다드를 확립하기 위한 노력을 경주하고 있다.

국내 스마트 제조시장의 빠른 성장에도 불구하고 제조혁신 고도화를 안정적으로 뒷받침하기 위해서는 국내 공급산업의 기술 경쟁력 제고 및 기업 생태계 조성 등 스마트 제조 혁신 공급산업 육성이 필요하다.

본 연구는 독일과 한국의 스마트 제조혁신 공급산업에 대한 비교 분석을 통해서 한국의 공급산업이 나아가야 할 방향 설정의 시사점을 도출하고자 한다. 특히, 독일의 공급산업 전략을 기반으로 한국의 공급산업의 한계점 도출 및 이정표 제

시를 통해 국내 스마트 제조 공급산업 육성 정책 수립에 토대를 마련하고자 한다.

## II. 독일과 한국의 스마트 제조혁신 정책동향

### A. 스마트 제조 정의

독일의 Platform Industrie 4.0 웹사이트에서는 ‘인더스트리 4.0’이 실현되는 다양한 형태 중 하나로 스마트 공장을 제시하고 공장 내 4M+1E와 같은 모든 요소들이 가상적·물리적 공간에서 유기적으로 통합되어, 데이터가 실시간 공유되고 유연성과 효율성 향상을 위해 최적활용이 가능하며 지능기반의 운영이 유지되는 공장으로 일컬어지고 있다[1]. 구체적으로, 디지털 기술이 접목된 장비 및 공정의 지능형 네트워크를 통해 유연한 생산, 모듈화를 통해 신속하게 수요에 대응하는 공장, 소비자 중심의 맞춤형 온-디맨드 생산/솔루션, 물류 최적화, 생산 공정 및 예지 보전 등에 데이터 활용, 자원 효율적인 순환 경제 등과 같은 스마트 제조가 가능할 것이라고 전망하고 있다[1].

한국은 2019년도에 ‘스마트 제조 R&D 로드맵’을 발표했다. 산업부 발표에 의하면 이는 스마트 제조를 주력산업의 고부가가치화, 신산업에 대한 과감한 도전, 생산시스템의 혁신, 선제적 산업구조 고도화를 체계적으로 추진하기 위한 스마트 제조 혁신생태계의 수직적통합(HW/SW, IT/OT, 설비/데이터) 및 수평적통합(제품 전주기, 가치사슬)과 도전적 기술개발로 정의하고 있다. 스마트 제조의 지향점을 (a) 생산성 향상, (b) 맞춤형·혼류생산, (c) 품질예측, (d) 에너지 저감 달 성으로 규정하고, 이를 위한 “① 장비·디바이스, ②첨단기술-시스템 융합, ③ 수직-수평 통합 표준·인증”을 통해 새로운 제조 생태계가 구축되는 방향으로 메가트렌드가 나타날 것으로 전망하고 있다[2].

### B. 주요 정책 동향

독일은 자국의 우수한 제조 기술력에 디지털 기술을 결합하여 신속하고 체계적으로 스마트 제조를 선도하고 있으며 이를 통해서 제조 효율 향상, 사업 모델 확장, 중소기업 참여 확대, 세계 경제에서의 경쟁력 강화를 도모하고 있다. 독일 산업계 전반의 디지털 전환에 대한 국가 차원의 이니셔티브인 ‘인더스트리 4.0’은 2010년 최초로 독일 산업 정책에 포함되었으며 ‘12년 독일 정부의 첨단기술 전략 2020 실행 계획 중 하나로 도입되어 2013년부터 산업 협회의 주요 아젠다로

표 1. 플랫폼인더스트리 4.0 워킹그룹(WG)별 주요 아젠다 및 추진 내용

Table 1. Platform Industry 4.0 Major Agenda and Progress by Working Group (WG)

구분	주요 아젠다	추진 내용
WG 1	참조 아키텍처 표준 및 규범 구축	- 표준화 모델 RAMI 4.0 도입 - 관련 장비들을 네트워크로 연결하는 Administration Shell에 대한 실제 테스트 수행
WG 2	기술 및 응용 시나리오	- 디지털 산업에 대한 독일의 비전을 설명하는 10개의 시나리오 수립 - 시나리오를 기반으로 표준, 연구 등의 상호작용과 중소기업에 미치는 영향 등을 설명
WG 3	네트워크 시스템의 보안	- 보안 통신에 대한 기술적 요구사항 고려 - 보안 신원에 대한 필수 요구 사항 제공, 정치 및 사업 활동을 위한 권장 사항 개발 - 데이터와 시스템을 정확하고 완전하게 제공하고 점검할 수 있는 방법 연구 - 국제 IT 보안에 대한 솔루션 아이디어 개발
WG 4	법적 체계	- 인더스트리 4.0으로 인한 업무 및 비즈니스에서의 법적 문제 해결 - 데이터기반 협력을 위한 독점 금지 체계 지원
WG 5	노동, 교육 및 훈련	- 인더스트리 4.0에 대한 기술 및 지식 습득을 가능하게 하는 방법, 회사 내에서 디지털 교육 프로그램 개발 때 고려해야 할 사항, 운영 모범 사례 등이 담긴 가이드 제시 - 사회적 파트너십 조성

(출처 : Platform Industrie 4.0 웹사이트 내용을 재구성)

논의되고 있다[4]. 구체적으로, 다품종 유연 생산 체제 달성을 위해, 사물인터넷(IoT) 등 데이터 플랫폼 기술 기반의 공정 업그레이드와 사이버물리시스템 등 현실과 가상 간의 결합을 통한 제조 밸류 체인의 통합을 강조하고 있다[14]. 2015년에는 실제 생산 현장 적용에 여러 장애 요인이 발생하여, '15년 4월 정부주도의 '플랫폼 인더스트리 4.0'이 출범되었으며 독일 정부 주도로 민·관 협의체를 구성하였다[5]. 산업·학계·과학계 대표들로 구성된 6개의 워킹그룹이 인더스트리 4.0에 적용 가능한 결과물을 산출 중이며 이러한 워킹그룹을 통해 이해관계자 간 협의를 도출하고, 정부는 이에 대한 지원과 중재 역할을 수행하고 있다[4].

한국은 2014년 6월 '제조업 혁신 3.0 전략'을 발표하고 4차 산업 혁명 시대에 대응하여 제조업이 나아가야 할 방향을 3대 전략 6대 과제 중심으로 수립하였는데 기본방향은 IT·SW 융합으로 제조업의 새로운 부가가치를 창출하여 경쟁우위를 확보하고, 기업이 제조업 혁신을 주도할 수 있도록 정부가 환경 조성의 마중물 역할을 한다는 게 중점이다[6].

2015년 3월에는 '제조업 혁신 3.0 전략 실행대책'을 발표하여 제조업 혁신 3.0 전략 후속으로 스마트 공장 보급·확산과 이를 위한 8대 스마트 제조 기술 개발, 지역거점 산단의 스마트화 등 스마트 제조 혁신 추진하고 있다.

특히, 13대 세부 추진 과제 중 스마트 공장 보급·확산이 대표적인데 2022년까지 스마트 공장 보급 3만개 달성을 통해서 국내 중소제조기업의 산업경쟁력을 강화하는데 중점을 두고 있다. 구체적으로, 수요기업 집중 발굴·지원 및 클린에너지 스마트 공장 500개 지원, 클라우드형 스마트 공장 50개 이상 보급을 포함하여 전담 코디네이터 지정을 통한 기구축 기업의 지속적인 유지·보수 및 업그레이드 유도, 전기·전자 분야에 대표 스마트 공장 선정 등이 있다[6]. 또한, 스마트 제조 R&D 로드맵을 발표하여 핵심컨트롤러, 센서 등 연구개발에 집중 지원 및 세계적인 기업 및 연구소와 공동 연구개발, 표준 대응 등을 위한 지원방안을 수립하였다.

2020년 7월에는 'AI·데이터 기반 중소기업 제조혁신 고도화 전략'을 발표하였는데 코로나19를 계기로 제조업 기반의

표 2. '제조업 혁신 3.0 전략' 3대전략, 6대 과제 및 후속 대책

Table 2. Manufacturing Innovation 3.0 Strategy' 3 strategies, 6 tasks and follow-up measures

3대 전략	6대 과제	후속대책
융합형 新제조업 창출	* IT·SW 기반 공정혁신 * 융합 성장동력 창출	* 13대 산업엔진별 세부 추진 계획 * 에너지·기후변화 대응 신산업 창출방안 * 스마트 공장 보급·확산 추진계획
주력산업 핵심역량 강화	* 소재·부품 주도권 확보 * 제조업의 소프트웨어 강화	* 제조업 소프트웨어 강화 종합대책
제조혁신기반 고도화	* 수요맞춤형 인력·임직 공급 * 동북아 R&D 허브 도약	* SC 강화 등 산업인력 양성체계 개편 * 동북아 R&D 허브 도약전략

(출처 : 산업부(2014))

표 3. 제조업 혁신 3.0 전략 실행대책 주요내용

Table 3. Simulation parameters Key contents of Manufacturing Innovation 3.0 Strategy Action Plan

4대 추진방향	13대 세부 추진 과제
스마트 생산방식 확산	① 스마트 공장 보급·확산 ② 8대 스마트 제조기술 개발 ③ 제조업 소프트웨어 강화 ④ 생산설비 고도화 투자 촉진
창조경제 대표 신산업 창출	① 스마트 융합제품 조기 가시화 ② 30대 지능형 소재·부품 개발 및 사업화 ③ 민간 R&D 실증 및 투자 촉진
지역 제조업의 스마트 혁신	① 창조경제혁신센터를 통한 제조업 창업 활성화 ② 지역 거점 산업단지의 스마트화 ③ 지역별 특화 스마트 신산업 육성
사업재편 촉진 및 혁신기반 조성	① 기업의 자발적 사업재편 촉진 ② 융합신제품 규제시스템 개선 ③ 제조업 혁신을 뒷받침하는 선제적 인력 양성

(출처 : 산업부(2015))

중요성이 더욱 부각되며 제조업의 축적된 경험과 기술은 4차 산업혁명의 핵심기반인 만큼 한국판 뉴딜과 디지털 경제로의 대전환에서 제조업 혁신은 필수적이라는 인식이 확산되었다. 특히, 디지털 기반 온디맨드 경제로 전환되면서 고객의 다양한 니즈를 반영한 제품을 빠르고 값싸게 제공하는 것이 제조업의 성패를 결정하게 되면서 국내 제조업 경쟁력 향상을 위해 수요기업 중심의 스마트 공장 보급·확산사업에서 5G, 빅데이터, AI를 활용하여 제조혁신을 더욱 고도화하고 그 기반이 되는 공급기업 육성의 중요성이 강조되었다. 이러한 연유로 중소기업이 제조데이터를 분석·활용하여 고도화된 5G+AI 기반 스마트 공장을 구현할 수 있도록 제조혁신 고도화를 안정적으로 뒷받침하기 위한 국내 공급기업 육성 지원 정책이 확대된다.

### III. 독일과 한국의 스마트 제조혁신 공급산업 비교

#### A. 양국의 스마트 제조혁신 공급산업 현황

제조 기업들이 지속가능한 제조혁신을 달성하기 위해서는 현장을 잘 진단하고 스마트 제조기술을 적용하여 작업자의 근로환경을 개선하고 PQCD를 향상시키기 위한 전사적인 차원의 노력이 필요하다. 이러한 스마트 제조 관련 기술·제품·서비스를 제조 공정 및 기업 운영에 활용하여 제품·서비스를 생산하는 산업군을 수요산업이라고 하며, 주로 스마트 공장 보급·확산사업을 통해 현장에 필요한 스마트 제조 관련 기술·제품·서비스를 공급받는다[3]. 수요산업은 제조 공정의 특성에 따라 이산공정산업과 연속공정산업으로 분류한

다. 이산공정산업은 제조 과정이 연속적이지 않은 개별 공정으로 이루어지며, 자동차·항공·가전·부품 산업 등이 해당된다. 연속공정산업은 제조 과정이 원료에서 최종 제품에 이르기까지의 연속공정으로 이루어지며, 정유·화학·철강·제약·식품·음료 산업 등이 해당된다. 이와 반대로, 공급산업은 수요산업의 생산성 향상, 품질예측, 에너지 저감, 맞춤형 혼류 생산 등을 위해 필요한 제조 솔루션, 장비·디바이스, 데이터 플랫폼 등을 제조 및 이를 구현하기 위한 서비스 등을 포괄하는 산업군이다.

스마트 제조는 제조 현장뿐만 아니라 관련된 가치사슬 전체의 실시간 연동과 가치통합에 기반한 생산·운영 방식의 연계를 지향하기에, 시장 지배력을 지닌 공급기업의 영향력이 크게 나타나며 후발 공급기업은 진입장벽을 크게 느끼게 된다. 특히, 기존 구축된 제조 방식이나 생산체계는 쉽게 변경할 수 없기 때문에, 이는 수요기업이 특정 공급기업에 의존·종속되는 결과(Lock-in effect)로 연결된다. 따라서 공급산업과 수요산업이 각각의 시장으로 구성되어 있음에도, 국내 스마트 제조 공급산업의 경쟁력과 수요산업의 시장 상황 경쟁력은 서로 영향을 주고받는 관계를 형성하고 있다[6].

독일의 공급산업 육성 정책은 공급자 측면에서의 전략과 시장 측면에서의 전략, 즉 이중 전략(Dual strategy)을 추진하고 있다. 우선 공급자 측면(Supplier) 전략은 지멘스, SAP 등과 같이 전 세계 스마트 제조 공급시장의 선도적 위치에 있는 공급업체들을 주축으로 하여 자사의 제품 및 솔루션 기술을 전 세계 제조기업들의 밸류체인 상에 통합시킴으로써 지능형 제조기술의 선도 공급자가 되기 위함이며, 지능형 제조기술의 공급 확대는 기업의 제품·서비스에 소비자의 개별적인 요구사항을 고려한 개인별 맞춤형 생산 실현이 가능해지는 계기가 된다[6].

시장 측면(Market) 전략은 공급자 측면 전략에서 언급한 지능형 제조기술의 공급 확대에 의해 그 기술을 공급받은 전 세계 수요기업들은 개인별 맞춤형 제품의 대량생산(Mass Customization)이 가능해진다. 구체적으로, 수요기업들은 독일 공급업체의 지능형 제조기술을 공급받아 개인별 맞춤형 제품의 대량생산체제가 구축되고 소비자의 요구사항을 충족시키는 다양한 제품의 생산이 가능해져 독일 공급업체에 대한 수요기업의 락인효과(Lock-in Effect)가 가속화되며 반대급부로 독일 공급업체는 소비자 개인별 맞춤형 제품 제조에 최적화된 기계 및 설비시장에서 경쟁우위를 선점할 수 있게 될 뿐만 아니라 전 세계 수요기업들이 다양한 제품들을 생산할 수 있도록 전체 가치창출 네트워크를 통합하는 것이 가능해진다. 한국의 공급산업 육성 정책은 스마트 공장 보급·확산사업이 대표적이며 2022년까지 3만개의 스마트 공장 보급

을 목표로 하고 있다. 특히, 국내 스마트 제조혁신 공급업체의 제품 및 솔루션을 수요기업에 적용하여 제조지능화 실현에 초점을 두고 있다.

구체적으로, 국내 공급업체들은 정부의 보급사업 지원에 힘입어 MES-ERP 등 SW 위주의 스마트 제조기술을 사업 초창기에 주로 보급했다면 최근에는 센서·로봇 등 HW 구축요소 및 클라우드와 같은 데이터 플랫폼 기술을 포함한 스마트 제조기술까지 보급하고 있다. 이러한 국내 공급업체의 스마트 제조기술 보급 영역 확대는 초창기 스마트 공장 보급·확산사업에서 SW 위주의 스마트 제조기술을 보급받은 수요기업들의 PQCD 최적화 달성과 관련이 있다[13]. 구체적으로, 수요기업이 중간 1수준(생산정보 실시간 수집, 분석) 이상으로 향상하기 위해서는 단순히 MES와 같은 SW 도입만이 아닌 HW와 데이터 플랫폼 기술까지 통합하여 레거시 시스템과 새로운 시스템 간의 상호운용성 확보와 설비데이터 자동 획득 및 협력사와 고신뢰성 정보 공유가 가능해야 된다[9]. 이러한 중간 1수준 이상의 향상 조건을 충족시키기 위해서 국내 공급업체들은 스마트 제조혁신 기술 다변화를 진행하였고 이러한 결과로 기존 SW 위주의 ‘스마트 공장 보급·확산사업’에서 ‘ICT 융합 스마트 공장 고도화 사업’, ‘데이터 인프라 구축사업’과 같은 SW-HW-데이터 플랫폼 연계 기반 스마트화 수준향상에 목적을 둔 윈스톱 패키지 형식의 정부 지원사업들이 추가되었다.

## B. 독일 공급산업전략 관점에서 본 한국 공급산업전략 비교

독일은 지멘스, SAP와 같은 First Mover 공급기업들을 주축으로 하여 시장을 주도하고 있다. 이러한 공급기업들은 시간이 지날수록 스마트 제조기술을 고도화하고 구성요소(제조솔루션, 데이터 플랫폼, 장비·디바이스 등)간 표준, 통신 등 연결성을 강화하여 소수기업의 지배력을 강화하고 있다[12].

또한, 독일의 공급기업들은 자사의 제품·솔루션을 구축한 수요기업의 제조데이터(공장운영 데이터, 설비운영 데이터, 에너지·환경 데이터 등)를 수집·저장하여 현장문제를 해결하고 그 반대급부로 수요기업의 생산정보 및 노하우를 획득할 수 있어(빅브라더화 현상) 글로벌 제조 경쟁력에 강력한 영향력을 행사할 수 있다.

게다가, 독일 공급산업을 중심으로 M&A, 기술개발 등을 통한 생산시스템(HW-SW)의 수직적 통합과 제품 또는 서비스를 생산하기 위해 기획설계-생산-물류-경영 등 밸류체인의 수평적 통합이 가속화되고 있는데 이는 스마트 공장이 ICT를 기반으로 가치사슬 전체가 실시간 연동·통합되는 생산

체계를 지향하기 때문이다. 세부적으로, 독일 공급기업들은 IoT-CPS 기반 SW-HW간 연동의 중요성이 강화됨에 따라 고유의 개별 솔루션을 제공하는 것을 넘어 쏘제조 과정을 연동하고 실시간 관리할 수 있는 통합솔루션을 개발·보급 중이다. 일례로, 지멘스는 MES, PLM, ERP 등 모든 솔루션의 기능을 통합하여 제조 전 단계 및 가치사슬을 관리할 수 있는 SW를 보급 중이며 이를 기반으로 시장 경쟁력을 강화하고 있다.

요약하면, 독일의 공급산업 전략은 글로벌 수요기업을 대상으로 높은 기술력과 호환성, Reference 기반 고신뢰도를 통해 자국의 공급기업 시장 지배력을 강화하는데 목적을 두고 있다. 특히, 독일 공급기업들은 H/W와 S/W가 포함된 패키지 시스템화하여 사업 확장을 통해 독일식 수직·수평적 통합을 실현하고자 수요기업들에게 One-stop 서비스를 제공하며 시장을 선점하고 있다.

이와 다르게, 한국의 공급산업 전략은 First Mover 전략보다는 선진국 벤치마크를 통한 정부 주도의 Fast Follower 전략을 지향하고 있는데 아직까지는 선진국 대비 낮은 기술력, 호환성, 신뢰도를 보유하고 있는 실정이며 특히 중견·중소 공급기업의 경우 도산 리스크도 존재해 국내 수요기업들의 선호가 낮다. 이에 정부는 국내 공급산업을 육성하기 위해 민간주도 성장의 마중물 역할에 중점을 두고 스마트 공장 보급·확산, 기술개발을 포함한 적극적인 지원을 추진하였다. 하지만 인력·장비에 대한 노후화가 축적되어 고도화되는 제조업의 특성과 스마트 공장의 다양한 접근 관점이 존재함을 감안할 때 기술수준과 현장의 인식에 대한 면밀한 파악이 전제되지 않은 정부의 지원은 단기적·정략적 목표에 치우쳐 기초 수준의 단순 자동화 증진에 그치고 있는 실정이다[6].

스마트 공장 고도화 측면에서도 양국의 공급산업 전략을 비교하고자 한다. 우선 독일의 공급기업들은 스마트 공장을 고도화하기 위해 데이터 분석, AI 산업과 연계하여 공장 내 발생하는 데이터에 대한 분석을 통해 제조현황 모니터링, 분석, 예측 등 활동을 통해 전체 공장 영역의 효율적인 관리를 할 수 있도록 지원한다[8]. 구체적으로, 생산 정보 집계 및 설비 모니터링, 기초적인 불량원인 분석, 예상되는 고장에 대한 선제적인 대응을 위해 설비 및 생산현장에 설치된 센서를 기반으로 데이터를 수집하고 빅데이터 솔루션을 통해 제조 공정 상 발생하는 이상 징후에 대한 유형화를 수행한 후 다양한 환경에서 유형별 검증을 통해 시뮬레이션 및 전 단계 엔지니어링을 통한 효율성을 제고한다[10]. 나아가, CPS 등의 기술에 머신러닝을 적용하여 공장 운영 및 생산에 대한 자율적인 의사판단이 가능한 수준까지 지원하여 궁극적으로 지능화, 자율화 구현을 목표로 한다. 즉, 제조업의 지능화(인공지능), 연결화(IoT), 통합 관리(CPS)를 통해 인간의 지식 노

동까지 지능형 통합 시스템으로 대체가 가능하도록 한다[7].

궁극적으로, 독일의 공급산업 전략의 지향점은 스마트 공장을 고도화하는 것이고 이는 수요기업이 독일 공급기업의 제품·솔루션 도입을 통해 맞춤형 생산 공정과 인터페이스·운영 최적화 기술, 다품종 복합생산, 조달 및 물류 혁신, 기계와 인간의 상호협업이 가능하게 되어 수요기업의 락인효과(Lock-in Effect)가 가속화되기를 바라는 것이다.

반면에, 한국 공급기업들의 스마트 공장 고도화 전략은 수요 기업의 단계별 수준 향상에 머물러 있어 고도화 수준의 스마트화 구현을 목표로 장기적이고 일관성 있는 대응이 필요한 시점이다. 구체적으로, 현재 추진 중인 스마트 공장 수준 향상은 스마트 공장이 지향하는 보편적인 연결성과 지능화와는 거리가 있다. 現 스마트 공장 보급확산의 주 내용은 MES, ERP 등 제조 솔루션 보급을 통해 'ICT 미적용' 단계에서 '기초' 단계로 상승시키는 것이고, 몇 개의 중견·중소 기업을 대상으로 '기초' 단계에서 '중간 1' 단계로 상승시키는 지원에 국한되어 있다. 이는 국내 공급산업의 경쟁력 측면에서 살펴볼 수 있는데 스마트 공장 고도화는 제조 솔루션뿐만 아니라 센서와 로봇 등 장비·디바이스, 빅데이터·AI 등 데이터 플랫폼 기술이 뒷받침되어야만 한다. 특히, 장비·디바이스 분야에서 살펴보면 국내 센서 공급기업들은 유무 검출 및 검사계측센서 등 저가 보급형 위주로 공급하고 있어 설비예측 진단센서는 전량 수입에 의존하고 있다. 비슷하게 CNC·GMC 등 모션 컨트롤러의 국산화율은 5~10% 미만, PLC는 35~40% 수준이며, 세계시장은 Siemens, Fanuc, ABB, Mitsubishi, Yaskawa 등이 지배적으로 시장을 장악하고 있다. 마지막으로, 제조용 로봇은 유럽과 일본의 Big 5 대형기업(ABB(스위스), Fanuc(日), Yaskawa(日), KUKA(獨), Kawasaki(日))이 세계시장의 50~60% 차지하고 있는 실정이다. 이러한 상황이 국내 공급기업들이 개별 단위 제조 솔루션 제공 수준에 머무를 수밖에 없게 만들었고 그 결과로 스마트 공장 고도화를 위한 솔루션, 설비 간의 연계 및 통합 수준이 미진할 수밖에 없게 되었다. 그와 반대로, 독일 공급기업들은 센서부터 솔루션까지 다양한 장비 및 솔루션 업체의 공동전선을 구축하여 공급기업 간 협업체계를 구축하였고 자사의 영향력을 확대하기 위해 독립된 플랫폼 내에서 제조 데이터를 공유하여 스마트 공장 밸류체인을 통합하는 방향으로 사업 영역을 확대하고 있다.

결론적으로, 개별 단위 제조 솔루션 위주의 경쟁력을 갖춘 국내 공급기업들은 스마트 공장 고도화에 필수적인 장비·디바이스나 데이터 플랫폼 기술이 해외 공급기업 대비 낮은 브랜드 인지도와 제품 신뢰성 부족, 해외 선점업체의 기술장벽으로 인해 '기초'와 '중간 1' 단계에만 집중할 수밖에 없었고

이는 스마트 공장 고도화의 핵심인 제조 솔루션-장비·디바이스-데이터 플랫폼 기술 간의 연계 및 통합 수준에 미진할 수밖에 없었다.

#### IV. 종합정책제언

스마트 공장 고도화를 지향하는 독일 공급산업의 전략 관점에서 한국의 공급산업이 나아가야 할 방향은 다음과 같다. 첫째, 국내 공급산업은 스마트 공장의 '고도화 수준' 구현을 목표로 장기적이고 체계적으로 대응해야 한다. 現 스마트 공장 보급확산은 주로 자동화와 기초적인 공정 모니터링 수준에 머물러 있으므로, '기초' 단계 수준을 넘어 자율운영, 자율제어가 가능한 궁극적 수준(고도화 수준)의 스마트 공장 구현을 위한 장기적·전략적 지원이 필요하다. 단, 업종별 및 공정별로 달성해야 할 고도화 수준이 상이할 수 있으므로 차별적이고 현실에 부합된 실효성 있는 지원도 고려되어야 한다.

둘째, 국내 공급산업은 비용 절감 등 '생산 자동화' 개념을 뛰어 넘어서 고객 중심의 제품 혁신과 신시장 창출 그리고 기업의 부가가치 혁신에 집중해야 한다. 구체적으로, 단순한 생산 자동화와 효율화를 통한 속도향상과 비용절감과 같은 '생산 자동화' 개념을 넘어서서 보편적 지능화, 연결화, 제품서비스화의 단계로 나아가야 한다.

셋째, 국내 공급산업은 개별 단위 솔루션 기술의 고도화를 넘어 제조 전주기에 대한 통합 운용 및 시스템 연계 솔루션에 대한 기술역량 확보가 시급하다. 스마트 공장은 다양한 개별 기술 수준 고도화 및 융합, 그리고 통합 솔루션의 구현이 중요한 산업으로 시스템 관점의 개발 전략이 중요한데 소비자 관점에서의 시스템적 접근, 상호운용성 확보, 요소기술 분야(제조 솔루션-장비·디바이스-데이터 플랫폼)별 실시간 연계 운영 기술을 강화해야 한다. 또한, 국내 제조업 상황에 맞게 국내 공급기업들이 기반이 취약한 센서와 로봇 등의 연구개발을 지원하여 '신제품·솔루션 개발 → 상품화 → 마케팅지원'으로 이어지는 공급산업 육성을 위한 선순환 구조를 확립해야 한다.

넷째, 스마트 공장 보급확산 사업은 정량적 목표 달성을 위한 단기적, 효율 중심의 지원을 넘어 기업 수요와 요건에 대응하여 추진되어야 한다. 정량적, 단기적 목표 중심의 스마트 공장 확산 전략은 장비·설비의 해외 의존도를 심화시킴으로써 제조업 자체의 기반을 취약하게 할 수 있다. 규모 및 업종의 특성 및 니즈에 따른 차별화된 지원전략 실행이 요구되며, 다양한 요소기술의 성과를 확보하기 위해서는 일정규모 이상의 기업에서 우선 도입이 검토되어야 한다.

마지막으로, 스마트 공장 기술 역량이 글로벌 제조 혁신 주도로 이어지기 위해서는 표준화에 대한 접근이 동시에 이루어져야 한다. 국제 표준화에 적극적으로 참여하여 기술적 열위를 상쇄할 수 있는 전략을 강화함으로써 핵심 기술 중속 및 시장 주도권 경쟁에 대비할 필요가 있다. 특히, 통신 및 IoT 기술을 기반으로 한 스마트 공장 분야의 표준화에 대한 적극적 참여는 한국의 기술적 열위를 상쇄할 수 있는 전략이 될 수 있으며 글로벌 표준화에 대한 참여와 선도를 통해 국내 공급산업의 취약 기술분야를 보완하고, 스마트 공장 관련 기술 및 시장 주도권 경쟁에 적극적으로 참여하는 자세가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] J. H. Kwon, and S. B. Lee, "A case study of german small and medium enterprises' introduction of 'industry 4.0' and it's implication to Korea," *Koreanische Zeitschrift fuer Wirtschaftswissenschaften*, vol. 34, no. 3, pp. 37-55, 2016.
- [2] S. K. Lee, "The digital transformation of germany's manufacturing industry and industry 4.0 strategy," *Koreanische Zeitschrift fuer Wirtschaftswissenschaften*, vol. 37, no. 4, pp. 21-40, 2019.
- [3] C. Park and I. Kim, "Politikgestaltungsprozess durch working group in der open innovation: fallstudie im bereich der smart production in korea und deutschland", *Koreanische Zeitschrift fuer Wirtschaftswissenschaften*, vol. 39, no. 2, pp. 33-48, 2021.
- [4] H. J. Hahm, "A study of smart factory policy for ICT-based," *The e-Business Studies*, vol. 18, no. 6, pp. 363-380, 2017.
- [5] Y. J. Cho, "Domestic smart factory promotion strategy in the era of the 4th industrial revolution," *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineer*, vol. 35, no. 6, pp. 40-48, 2017.
- [6] T. W. Chang, S. I. Sung, and J. Lee, "Survey analysis on small and medium-sized suppliers of smart factory and improvement plan for them," *Entrue Journal of Information Technology*, vol. 17, no. 1, pp. 77-88, 2019.
- [7] J. K. Park and T. W. Chang, "Review of domestic research on smart manufacturing technologies," *The Journal of Society for e-Business Studies*, vol. 23, no. 2, pp. 123-133, 2018.
- [8] K. S. Ko, J. J. Huh, and J. I. Oh, "A study on the factors that affect the adoption of a smart factory - focusing on the comparison between customers and suppliers -," *Korea Business Review*, vol. 25, no. 3, pp. 129-151, 2021.
- [9] J. H. Oh and J. D. Kim, "A study on strategic utilization of smart factory: effects of building purposes and contents on continuous utilization," *Asia Pacific Journal of Small Business*, vol. 41, no. 4, pp. 1-36, 2019.
- [10] S. J. Ha, S. H. Lee, and B. H. Lee, "Smart factory-based manufacturing innovation case," *The Korean Operations Research and Management Science Society Proceedings of the Spring Joint Academic Conference*, 2165-2181, 2016.
- [11] J. Lim, D. Jo, S. Lee, H. Park, and J. Park, "A case study for the smart factory application in the manufacturing industry," *Korea Journal of Business Administration*, vol. 30, no. 9, pp. 1609-1630, 2017.
- [12] S. C. Oh, and Y. H. Ahn, "Diagnosis measurement for the smart factory level in the 4th industrial revolution," *Korea Logistics Review*, vol. 29, no. 6, pp. 149-162, 2019.
- [13] J. Park, "Analysis on Success Cases of Smart Factory in Korea: Leveraging from Large, Medium, and Small Size Enterprises," *Journal of Digital Convergence*, vol. 15, no. 5, pp. 107-115, 2017.
- [14] T. S. Jeong, "The suggestion for successful factory converging automation by reviewing smart factories in german," *Journal of the Korea Convergence Society*, vol. 7, no. 1, pp. 189-196, 2016.



**이 상 진 (Sang-Jin Lee)\_정회원**

2010년 2월 : 건국대학교 기술경영학 박사 졸업  
2007년 ~ 2019년 : 중소벤처기업진흥공단 연수원 교수  
2019년 10월 ~ 현재 : (사)한국산업지능화협회 본부장  
2012년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 신산업융합학과 겸임교수  
<관심분야> 산업 디지털 전환, 4차 산업혁명, 경영전략, 조직역량, 지속가능경영



**최 윤 혁 (Yun-Hyeok Choi)\_정회원**

2016년 8월 : 인하대학교 지속가능경영대학원 박사 졸업  
2007년 12월 ~ 2018년 5월 : (주)한국종합기술 과장  
2018년 6월 ~ 현재 : (사)한국산업지능화협회 센터장  
2021년 3월 ~ 2022년 2월 : 경희대학교 공공대학원 겸임교수  
2022년 9월 ~ 현재 : OCU 산업인공지능 객원교수  
<관심분야> 4차 산업혁명, 산업 디지털 전환, HRD/HRM, 스마트제조 인력양성, CSR/CSV



**명 재 규 (Jae Kyu Myung)\_종신회원**

1989년 3월 ~ 2016년 9월: 고려대학교 경영학학사, 한국과학기술원(KAIST) 경영학석사, 인하대학교 경영학박사  
2002년 7월 ~ 2012년 8월 : LG환경연구원(네오에코즈) 수석연구원  
2018년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 강소기업경영학과 교수  
<관심분야> 직업능력향상, 일학습병행제, ESG, 기업의 사회적 책임, 기업윤리