

스마트 팩토리 사례를 통한 성공적 공장 융합 자동화 방안 도출

정태석*

삼육대학교 경영학과

The Suggestion for Successful Factory Converging Automation by Reviewing Smart Factories in German

Tae-Seog Jeong*

Department of Business Administration, Sahmyook University

요약 본 연구의 궁극적인 목적은 독일 정부가 적극적으로 추진하고 있는 스마트 팩토리에 관한 사례들을 조사하는 것이다. 이를 통해 현재 한국 정부가 제조 산업의 혁신 과제로 추진하고 있는 제조업 3.0의 성공적 추진을 위한 함의를 제시하고자 한다. 독일 정부가 추진하고 있는 스마트 팩토리의 핵심은 제조업과 CPS(사이버 물리 시스템), MES(생산관리시스템), 3D Printer, AI(인공지능)과 같은 정보통신기술의 융합이다. 완전 자동화된 공장을 만들자는 것이다. 하지만 완전한 제조업 자동화는 쉽게 달성하기 어렵다. 실제, 독일 정부도 스마트 팩토리를 추진함에 있어서 실패를 경험하였다. 하지만 지금 독일에서는 이러한 어려움을 극복하고 다양한 성공사례를 소개하고 있다. 따라서 본 연구에서는 스마트 팩토리의 추진했던 기업들의 성공사례를 중심으로 성공의 원인을 살펴보고 이를 통해 한국의 제조업 3.0을 추진하는데 실패를 줄일 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

• **Key Words** : 스마트 팩토리, 정보통신기술, 공장 자동화, IT와 제조업의 융합, 제조업 3.0

Abstract The ultimate goal of this study is to investigate the cases with respect to smart factory that has been introduced by German government. To do this, the study suggest implications for manufacturing version 3.0 that is one of manufacturing revolution agendas in Korea. The main point of smart factory is the convergence between manufacturing and information and communications technologies such as CPS(Cyber-Physical Systems), MES(Manufacturing Execution Systems), 3D Printer, AI(Artificial Intelligence), and so forth. It is hard to accomplish a complete manufacturing automation. In fact, German government had experienced the failure in pursuing the smart factory agenda. But now the agenda is gradually realized by a variety of success stories from German. Thus, this study is to investigate the well-known success stories that came from German.

• **Key Words** : Smart Factory, Information and Communication Technology, Factory Automation, Convergence between IT and Manufacturing, Manufacturing 3.0

*Corresponding Author : Tae-Seog Jeong(itproblem@naver.com)

Received December 18, 2015

Revised January 25, 2016

Accepted February 20, 2016

Published February 29, 2016

1. 서론

한국의 제조업은 40년간 국부·고용·혁신 창출의 원천 역할을 수행해 왔다. 그러나 소프트파워 부족, 고비용 생산구조로 인한 국내 생산기반 축소 등 구조적 문제점과 원화절상, 기후변화 대응 강화 등 대외 환경 변화에 대응함과 동시에 제조업 패러다임 변화에 발맞춰 새로이 진화하기 위해 한국 정부는 2014년 6월 26일 개최된 「전국상공회의소 회장단 오찬 간담회」에서 「창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략」을 수립·발표하였다. 이 자리에서 박근혜 대통령은 “경공업 중심의 수입 대체형 전략을 ‘제조업 1.0’이라 하고, 조립·장치산업 위주의 추격형 전략이 ‘제조업 2.0’이었다면 이제는 융합형 신제조업을 향한 ‘제조업 혁신 3.0’ 전략이 필요한 시점”이라고 강조했다[1]. 이는 세계 최고 수준의 IT 인프라와 튼튼한 제조업 기반을 바탕으로 창조경제 구현의 중심인 제조업의 역량을 강화하여 우리 제조업의 쿼텀 점프를 해야 함을 강조한 것이다.

제조업 혁신 3.0 전략의 추진 목적은 IT·SW 융합으로 융합 신산업을 창출하여 새로운 부가가치를 만들고, 선진국 추격형 전략에서 선도형 전략(제조업 혁신 3.0)으로 전환하여 우리 제조업만의 경쟁우위를 확보하기 위함이다. 이를 위해 정부는 제조업 혁신을 주도할 수 있도록 환경 조성에 주력할 예정이다. 구체적으로 스마트공장 수요가 높은 업종 중심으로 가상-실제 공장이 연계된 다양한 형태의 모델 공장을 구축하고 스마트공장 구축을 위한 정책적 지원 추진할 계획이다[2].

한국의 제조업 혁신 3.0 전략에는 제조업 경쟁기반 약화, 고부가가치 부문 경쟁력 저하 및 제조업 패러다임 변화에 대응하기 위해 전통 제조업과 차별화된 첨단제조업을 목표로 2020년까지 1만개 공장 스마트화를 추진하고 있다.

2014년 7월 29일에는 산업통상자원부 장관과 대한상공회의소 회장이 대한상에서 만나 2014년 6월 26일 「전국상의 회장단 오찬간담회」에서 발표한 「제조업 혁신 3.0 전략」을 민관이 함께 구체화·추진하기 위해 민관합동 제조혁신위원회를 발족하고, 1차 회의를 개최하였다. 이 자리에서 민관 협업을 통해 IT 융합 등 실질적인 제조혁신 성과를 창출할 수 있도록 KT 회장, 타이드인스티튜트 대표 등 다양한 전문가 층을 포함하여 위원회를 구성하였으며, 회의를 통해 기존에 제시된 3대 전략에서 해외 진출 촉진 전략과 자유무역협정(FTA) 확대·활용,

정상외교 성과 극대화 과제를 더했다.

하지만 국내 중소기업의 스마트공장에 대한 기초적 이해 수준과 ICT 인프라 도입 현실을 감안할 때, 상대적으로 제시된 플랫폼이 비현실적이라는 비판에서 벗어나지 못하고 있다[2].

뿐만 아니라 제조업 혁신 3.0을 구현할 제조혁신위원회는 2014년 7월 말 발족과 함께 1차 회의를 가진 후 매월 한 차례씩 위원회를 개최한다는 방침이었지만 일정 조율의 어려움 등을 이유로 위원장이 참여하는 전체 회의는 제대로 열리지 못하고 있다[1]. 세부 대책 수립·시행도 속도를 못 내고 있다. 당초에는 향후 3년이 우리 제조업 재도약을 위한 ‘골든타임’이라며 신속한 추진 의지를 보였지만 3분기 중 내놓으려 했던 13대 산업엔진별 세부 추진계획, 스마트공장 보급·확산 추진 계획에 대한 논의가 중단되다 보니 초기에 비해 정책 추진력과 가동력이 상대적으로 떨어졌다는 비판도 받고 있다[1]. 이로 인해 제조업 혁신 3.0 추진 본부를 두고 2014년 10월부터 스마트 공장 보급/확산을 추진 중이지만 참여업체가 270개 밖에 안 되는 등 골든타임을 놓치고 있다는 위기감이 형성되고 있다.

이러한 상황에서 전 세계 주요 산업국들이 주목하고 있는 독일의 제조업 혁신 전략인 ‘인더스트리 4.0’은 ‘제조업 혁신 3.0’을 추진하며 ‘골든타임’에서 돌파구를 찾고 있는 한국 제조업에도 시사하는 바가 크다고 판단된다. 본 연구에서는 독일의 제조업 혁신 전략을 추진한 독일 기업들의 사례를 살펴봄으로써 성공적인 제조업 3.0 전략으로 접근하기 위한 가이드 라인을 제시하고자 한다.

2. 인더스트리 4.0 성공 사례

다음은 독일 기업 중 국가적인 인더스트리 4.0 전략을 기반으로 제조업 혁신을 추진하고 있는 혹은 추진한 기업들의 성공 사례를 소개한다. 주지할 것은 다음의 성공 사례가 2014년부터 독일의 대기업으로부터 나오기 시작했지만 중소기업 중심의 독일 산업계에서 가치사슬 전체의 변화, 산업 전반의 혁신은 완료가 아니라 여전히 진행 중이라는 것이다.

2.1 노빌리아 가구공장

독일의 베스트팔렌(Westfalen)에 위치한 고급 부엌가구 제조업체인 노빌리아(Nobilis)는 매일 약 2,600세트,

연간 58만 세트의 맞춤형 제작 제품을 생산하여 세계 약 70개국에 제공하고 있다. 노빌리아는 높은 인건비를 자랑하는 독일에서 자체 생산으로 경쟁력을 확보하기 위해 'Manufacturing by Wire'라 불리는 생산 자동화 컴퓨터 시스템을 도입하였다. 본 시스템이 적용된 자동생산방식은 생산공정을 전공정과 후공정으로 구분하고 스스로 개별 주문에 필요한 부품 선정과 조립을 제어한다.

이전에는 획일화된 가구만을 대량 생산하여 판매했는데, 인더스트리 4.0이 도입된 이후 스마트 팩토리의 구축으로 모든 레벨에서 정보통신기술을 활용한 자동 생산방식이 도입되었고, 이로 인해 고객 수 천 명이 주문한 각각의 형태와 크기의 개별 맞춤형 가구를 대량 생산할 수 있게 된 것이다.

이제 고객은 부엌을 빨간색과 흰색, 노란색과 서로 다른 손잡이들로 디자인할 수 있다. 또한 원하는 대로 가구 제품을 받을 수 있으며, 주문부터 출고까지 4일 정도만 소요된다. 의사결정 직후 제품 생산에까지 걸리는 시간이 크게 줄어들고 같은 공장 라인에서 더 다양한 제품을 만들 수 있게 된 것이다. 이는 스마트 팩토리가 명령과 통제가 아니라 권한이 분산되어 개별적인 사물이 자율적인 의사결정에 의해 움직이는데 초점이 맞춰져 있기 때문에 가능한 것이다[3].

각각의 가구 재료들은 고객의 주문 사항이 담겨있는 바코드가 붙어있고 가구설비들은 서로 인터넷으로 연결시켰다. 이를 통해 제품의 생산과정에 있는 모든 기계와 기계를 포함한 모든 공정이 긴밀하게 연결되었다. 설비들이 주문 가구들을 만들기 위해 어떤 부품들을 가져와 조립해야 하는지 기계간의 커뮤니케이션을 통해 스스로 판단하게 만든 것이다.

이제 기계에 수동적으로 프로그램을 입력하지 않아도 된다. 바코드로 정보가 바로 저장되며 설비기계들이 이 정보를 직접 읽어 들여 생산과정에 바로 적용된다. 때문에 하나의 생산라인에서 서로 다른 형태의 가구들을 생산할 수 있는 것이다. 이는 공장이 프로세스 모듈로 구성되고 소비자 요구에 맞춰 프로세스 모듈이 스스로 조합되면서 기존의 전통적인 방식과 다른 유연한 생산이 가능해졌기 때문에 가능할 수 있었다[3].

또한 이 공장은 Beckhoff Automation SW PLC/NC(Programmable Logic Controller/Numerical Control)가 작동하는 540대 이상의 PC컨트롤러로 전 공정과정을 자동으로 제어하며, TwinCAT(The Windows Control

and Automation) 소프트웨어가 사용되고 있다. 다양한 Beckhoff I/O 터미널을 통해 생산되는 대량의 신호와 EtherCAT 통신과 통합 Safety 기능이 결합된 광범위한 디바이스에서 작동가능한 TwinCAT 소프트웨어의 제어 아키텍처가 스마트 팩토리의 요구조건에 대응하는 플랫폼을 제공하고 있다. 하루 데이터 트랜잭션 수는 100만이 넘지만 트랜잭션당 100ms(밀리 세컨드) 정도의 시간에 처리가 가능하다[4]. 전체 제어 공정 안에서 PC 제어기의 통합으로 복잡한 생산 데이터 획득을 위한 사내 시스템에 결합하거나 높은 수준의 ERP(Enterprise Resource Planning) 시스템으로 결합된다. 전(前)공정에서는 부품이나 용도마다 다른 다양한 조립용의 구멍위치를 오라클로 모두 작동하는 DW(Data Warehouse)로 관리하고 있다. 예를 들어 드릴 천공시 스피너의 진류치나 전력, 모터나 워크의 진동 등 모든 생산공정의 데이터가 MES(생산관리시스템, Manufacturing Execution System)에 기록되어 부품 품질의 최적화를 위해 활용되고 있다. 후(後)공정에서는 주문 시 필요한 가공완료 부품을 ERP나 MES가 선정하게 하고 포장부품에 RFID(Radio Frequency Identification)태그나 바코드를 부착해 각 부품에 개별적으로 식별 가능한 ID(Identity)를 부여한다. 이를 통해 어떤 고객이 주문한 키친의 어디에 들어가는 부품으로 언제 어디에 도착해야 하는지 파악이 가능하며, 조립 공정의 실시간 최적화와 불편 발생 시 부품 개별의 원인 구명을 효율화할 수 있다.

이로써 부품이 고객이 주문한 키친 어디에 어떻게 들어가는 부품인지, 그리고 언제 어디에 배달하여 도착해야 하는지 등의 다양한 정보를 제공하여 조립공정의 최적화는 물론 고객불편 사항 발생 시 개별적 부품의 문제를 찾는 데도 용이하다.

스마트 팩토리로 개인 맞춤형 제품을 대량 생산할 수 있게 만든다는 인더스트리 4.0을 기반으로 하는 혁신 이후 소품종 대량생산에서 다품종 대량생산이 가능한 체계로 변화한 것이다. 재료를 가공하는 전 공정부터 부품을 완성품에 조립하는 후 공정에 이르기까지, 모든 과정들이 고도의 ICT(information and communications technologies)가 접목되어 그만큼 시장 변화에 빠르게 대응할 수 있게 된 것이다.

이를 통해 노빌리아는 생산 거점을 독일에 두면서 품질 유지와 생산 비용을 절감해 국제적인 가격 경쟁력을 유지하면서 두 개의 자체 공장에서 2,500명의 직원들이

인텔의 생산액과 비슷한 수준인 약 1조 3,000억 원 규모의 매출(중업원 1인당 약 5억 2천 만원)을 내고 있으며 생산 자동화를 통해 품질 유지는 물론 생산비용을 크게 절감할 수 있었다[4]. 제조업으로 완성품 비즈니스를 하는 독일의 중견 기업이 생산 거점을 국내에 남기면서, 품질 유지와 생산 비용을 절감해 국제적인 가격 경쟁력을 유지하면서 세계 70개국을 대상으로 제품 출하가 가능한 것은 꾸준한 생산 자동화의 결과라 볼 수 있다.

2.2 지멘스(Siemens)의 스마트 공장

1847년 '독일의 에디슨'으로 불리던 한 발명가는 자신의 발명품을 보관하던 베를린 시내 한 허름한 차고에서 본인의 이름을 딴 기업을 설립한다. 베르너 폰 지멘스가 167년 전 설립한 이 스타트업은 현재 전 세계 200여개 국에서 34만 3000 여명이 근무하는 거대 글로벌 기업으로 성장했다.

지멘스는 자동화 및 제어, 전력, 운송, 의료, 정보통신, 조명 등의 다양한 분야에서 독일 제조업의 대표 기업으로써, 인터스트리 4.0의 기반이 되는 다양한 자동화, 제어, 정보 통신 기술에 대한 기반 기술 및 표준을 정의/제공 한다는 입장에서 스마트 팩토리 구현에 적극적으로 참여하고 있다[5].

지멘스는 지난 2006년 소프트웨어 기업 UGS를 인수해 일찍이 '산업 디지털화'를 준비해 왔다. 산하 '디지털 팩토리 사업본부'가 바로 지멘스 자동화 사업의 중추이다. 지멘스는 보유 소프트웨어 엔지니어만 1만7500여명에 달한다. 지멘스는 공장 생산 라인부터 발전소, 컴퓨터 단층 촬영(CT), 빌딩 관리에 이르기까지 모든 분야를 디지털화하였다.

독일의 소도시 암베르크(Amberg)로 진입하는 초입에는 지멘스 공장 중에서도 단연 최고의 미래형 공장으로 손꼽히는 지멘스 공장이 위치하고 있다[6]. '완벽함이라는 비전을 실현한다'는 모토로 4,600여명이 일하고 있는 암베르크 공장은 산업자동화 시스템 구축에 필요한 부품을 생산한다[6]. 암베르크 공장은 '유럽 최고 공장'에 선정되기도 하였으며 각종 매체에서 '올해의 공장'으로 선정되기도 하였다[6]. 주당 노동시간이 35시간에 불과하지만 생산성은 세계 최고 수준이다. 공인된 유럽 최고 공장의 높은 생산성은 제조업과 ICT가 융합해 만들어낸 창조물이다[6].

주된 생산품은 산업자동화 설비의 두뇌역할을 하는

'PLC(Programmable Logic Controller)'다[6]. 공장 내 자동화된 디지털 팩토리 라인에서 로봇이 제품을 생산하고, 사람은 생산 제품을 테스트하거나 생산량을 조절하는 등 결정을 내리는 역할을 한다[6]. 즉, ICT를 제조라인에 융합해 수만 개 센서를 통해 수집되는 많은 양의 데이터를 자동으로 분석하고 데이터를 어떻게 활용할 것인지 스스로 결정을 내리는 공장인 것이다[6]. 암베르크 공장 자동화율은 75%수준이고 지멘스의 산업자동화 소프트웨어(SIMATIC IT)가 1,000개 이상 적용됐다[6]. 제조시간시스템인 SIMATIC IT는 최대 생산속도와 최대의 유연성을 보장한다. 데이터가 지능적으로 연계됨으로 생산프로세스에 미치는 영향을 실시간으로 파악할 수 있다.

지멘스 암베르크 공장의 경쟁우위중 하나는 개발과 생산이 긴밀하고 체계적으로 연결된다는 것이다. 또한 공장을 가상설계함으로써 생산과정이 제조와 제품에 완벽하게 최적화될 수 있다.

공장에서 생산하는 모든 부품과 제품에는 바코드가 찍혀 있어 부품 하나까지 개별 관리된다[6]. 바코드로 모든 제품의 구분이 가능하기 때문에 생산되는 제품 모두가 완벽한지, 생산 과정에서 문제가 없는지 실시간으로 확인할 수 있다[6]. 예를 들어, 생산현황 모니터링시스템 화면을 터치하면, 전체 공장의 생산현황이 지표로 표시된다. 생산량과 지난 자정부터 지금까지 발생한 불량제품 수를 한 눈에 볼 수 있다. 불량제품이 발생한 부분을 터치하면 어떤 제품 몇 번째 라인에서 언제 생산됐는지 초 단위 기록을 볼 수 있다. 클릭 한 번에 불량이 발생한 생산라인 상황을, 해당 라인 생산 속도 변경을, 불량 제품에 문제가 된 부품을 교체하는 것까지 볼 수 있다[6].

또한, 전통적 기계 설비인 대형 H 클래스 가스터빈에 센서 1,500개를 부착해 데이터를 모으고 있다[7]. 이로 인해 각각의 센서에서 나오는 스토리(데이터)를 축적해 출력을 최적화 할 수 있다[7].

현재 이 공장의 품질 수준은 99.9985%다. 제품 10만 개당 결함이 1.5개에 불과하다. 품질 수준이 거의 100%까지 근접하고 있다.

생산성 측면에서 근무일(230일) 기준으로 이 공장의 연간 생산 제품 수는 모두 1,200만 개다. 초당 제품 1개라는 생산속도에서 뛰어난 품질을 유지한다는 것이다. 또한 납품에 걸리는 시간은 24시간에 불과하다. 품질을 향상시키면서 동시에 시장에 제품 출시기간을 최대 50% 단축시킨 것이다.

부품, 제품, 생산설비 등에 장착된 수만 개 센서가 보내는 공장의 모든 정보가 통계센터로 모이지고, 이 빅데이터 관리를 통해 품질을 높일 수 있는 방안을 모색·적용한다[6]. 이를 통해 생산라인을 최적 운용하는 등 수집한 가치 있는 전략을 수립해 스마트하게 공장을 운영하고 있다[6].

또 다른 특징은 한 개의 컨베이어 벨트에서 여러 개의 다른 종류의 제품을 생산한다는 점이다[6]. 한 개 생산라인에서도 100개의 다른 제품을 생산할 수 있다[6]. 5,000만 개가 넘는 데이터를 실시간으로 분석하고 적용할 수 있기에 가능하다[6].

또한 설계와 생산에서 가능한 최적의 조합을 유지하기 위해 제품수명주기관리(PLM) 포트폴리오(Industry Software Portfolio)인 Teamcenter, NX, SIMANTIC IT를 이용한다. 제품 개발과 공정상 오류를 점검하고 효율성을 높이는 과정이 동시에 진행되기 때문에 품질 문제가 제품 제조의 어떤 단계에서 비롯됐는지 곧바로 추적이 가능하며, 루트데이터의 일관성도 유지된다[7]. 특히, Teamcenter는 모든 VML도구의 데이터의 중추역할을 한다.

종합적 통합화와 TIA 포털은 자동화와 공장관여에 있어서 완벽한 데이터의 일관성을 의미한다. 이를 통해 지멘스 암베르크 공장은 자동화 솔루션을 최적화하는 기반을 마련할 수 있었다. 이는 다시 최대 25%의 비용절감으로 이어졌다.

2014년 2월 지멘스는 제조업이 글로벌 경쟁력을 갖기 위해서 디지털화와 SW 경쟁력이 중요함을 인식하고, 클라우드 기반 3D가상화 SW 기업(Lagoo), 사이버보안회사(카운터택) 등에 대한 투자를 강화하기 위해 1억 달러 규모의 투자펀드를 조성하였다. 이를 통해 지멘스는 자동화 시장의 글로벌 리더에서 제조 전체 가치 사슬을 최적화할 수 있는 통합하드웨어 및 소프트웨어 시스템 공급업체의 업계리더로의 성장을 꾀하고 있다.

지멘스의 암베르크 공장의 특징은 다음과 같이 세 가지로 정리할 수 있다. 1) 제조라인에 있는 반제품이 “자신은 어떤 부품이 부족하지”를 제조 장치에 알린다. 2) 제조 장치는 즉시 부품을 찾아서 그 반제품에 조립한다. 3) 혹은 반제품이 “자신은 앞으로 어떤 공정에서 어떤 작업을 해야 하는지”를 장치에 알리면, 장치가 그 지시대로 최종 제품을 완성시킨다[8].

2.3 아우디(Audi)의 스마트 공장

독일 고급 자동차 제조업체인 아우디는 다양한 소비자 취향에 맞는 폭넓은 맞춤형 모델을 생산할 수 있는 스마트 팩토리를 구축 중이다[9]. 이 지능형 공장이 완공되면 구매자가 자신의 차량에만 적용할 특별한 색상을 원하거나 독특한 크기의 경합급 바퀴를 원할 경우 주문형 생산이 가능해진다[9]. 생산 공정 전체를 디지털화해 기존의 조립 공정을 더 단축하는 한편, 인체공학을 적용해 고객 취향에 맞는 맞춤형 제품을 생산할 수 있는 것이다[9]. 예를 들면, 그 동안 대다수 자동차회사들은 특정 모델을 대량 생산하고 있는 상황이기에 소비자 개개인의 니즈에 맞춰 생산라인을 교체할 수 없었다[9].

전통 제조업에 ICT를 접목해 개별 공장의 설비와 공정을 서로 연결한 후 모든 생산관련 정보를 공유하면서 생산 능력을 극대화시킨 공장의 구축으로 인해 직접 공장 가지 않아도 스마트폰으로 생산 현장을 확인하고 제어할 수 있다[9]. 아우디에서 가장 심혈을 기울이고 있는 것은 사람과 로봇간의 긴밀한 협력 시스템이다. 사람과 인지 기능을 더 추가한 로봇 공정을 개발하고 있는 것이다[9]. 여기에는 소비자들의 다양한 취향에 맞도록 맞춤 생산을 할 수 있는 3D 프린팅 공정도 추가될 계획이다.

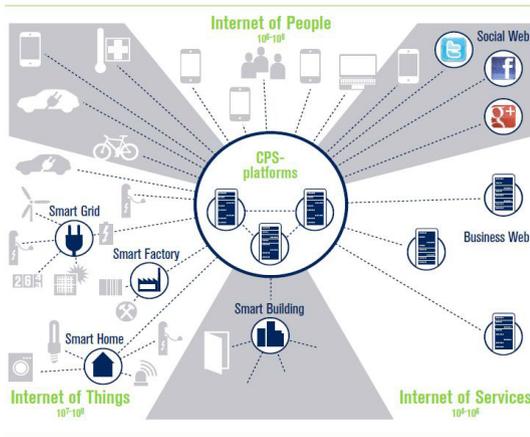
3. 사례의 함의

지금까지 제시한 사례 연구를 통해 한국이 제조업 3.0을 성공적으로 이끌어나가기 위해 부심해야 할 사항을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 기술의 표준화를 위한 기반을 제시해야 한다. 이는 단지 국가만 주도하는 것이 아니라 산학연이 함께 참여해야 한다. 정부가 표준화를 수립할 경우 너무 지나치게 이상적일 수 있다. 기업만 참여할 경우 현실적이긴 하나 미래지향적이지 못할 수 있다. 학문적 접근은 이상적이지만 현실을 제대로 반영하는데 한계가 있을 수 있다. 따라서 산학연의 연합공동체를 형성하여 표준화를 논의하고 이끌어야 한다. 더불어 표준화를 국내 기반으로 수립하기 보다는 국제 수준에서 접근해야 한다. 이제 많은 기업들은 내수시장만을 목표로 하지 않는다. 국내 제조업 수준이 세계 5위안에 포함되는 한국의 제조업 상황을 고려할 때 제 4차 산업혁명의 시발점이 되기 위해서는 반드시 국제 표준화를 목표로 표준화 작업에 몰입해야 한다.

둘째, 표준화와 관련하여 주의해야 할 사항은 보안이

다. 함께 한다는 것은 유사한 기술적 표준을 사용한다는 것을 의미하기도 한다. 표준화의 가장 무서운 적은 보안 문제이다. 물론 보안 문제가 표준화에 의해서만 유발되는 것은 아니다. 스마트 팩토리를 구축하게 되면 이전보다 상상할 수 없을 만큼 많은 데이터가 축적되고 분석된다. 그 속에는 매우 민감한 데이터도 포함된다는 것은 너무나 자명하다. 이 경우 데이터가 유출되게 된다면 기업에게 더 큰 재앙으로 다가올 수 있다. 또한 외부 네트워크와 접속하면 악성SW 침입 등 사이버 공격의 위험성이 높아지므로 안전이나 시큐리티 확보가 급선무다. 따라서 기술은 표준화를 추구하되 보안은 기업별로 개인화하는 것이 더 효과적이라고 볼 수 있다.



[Fig. 1] CPS Platform[10]

셋째, 스마트 팩토리의 목표는 제조업과 정보통신기술을 결합하여 제조 공장을 지능형 공장으로 진화시키는 것이다[11]. 이는 이벤트 기반 혹은 주기적으로 상위 레벨의 요청에 응답하는 기존의 제어 시스템의 구조와는 달리 디바이스 장치들이 서로 유연하게 융합될 수 있는 구조로 변경되어야 실현이 가능하다. 즉 기기 간의 연결이 끊임없이 지속되어야 하며, 이러한 연결성은 신뢰성이 보장되어야 한다. 따라서 산업용으로 견딜 수 있는 신뢰성 높은 통신 인프라 정비가 필수적이다[12].

넷째, 생산계 시스템과 그 이외의 시스템이 다양하게 연결되면서 시스템 전체가 복잡해지고 어려워지므로 특별 관리가 필요하다. 스마트 팩토리의 핵심은 CPS이다[13]. CPS(사이버 물리 시스템, Cyber Physical Systems)는 모든 사물이 IoT 기반으로 연결되고 컴퓨팅과 물리세계가 융합되어 사물이 자동·지능화되는 시스템으로 제조와

의료·헬스케어, 에너지·송전, 운송, 국방 등 다양한 분야에 광범위한 적용이 가능하다[14].

독일은 이미 CPS의 가능성을 인지하고 다양한 프로젝트를 진행하면서 해당 기술을 실현하기 위해 투자를 지속하고 있는데, 예를 들어 스마트 공장의 CPS 운용방식과 도구개발을 위해 약 560만 유로를 투자한 CyProS를 진행하였으며, CPS를 활용한 유연한 생산시스템 구축을 위한 KapaflexCy 프로젝트에 약 270만 유로를 투자하기도 하였다. 물론 CPS만으로 모든 생산과정이 스마트해지는 것은 아니다. CPS를 중심으로 MES, IoT, 3D 프린터, 인공지능, ERP 등 다양한 시스템이 유기적으로 연결되면서 스마트 해지는 것이이다[15]. 따라서 시스템의 복잡성은 더욱더 증가하기 때문에 이를 효과적으로 관리할 수 있는 전담부서 및 인력이 필수적이다. 뿐만 아니라 시스템을 활용하는 수준에 머물러 있을 경우 제조업 선도기업으로 발전하기에는 한계가 있다. 핵심은 국내의 다양한 스마트 팩토리 성공을 시스템화하여 국제적으로 스마트 팩토리 플랫폼 시장에 출시할 수 있는 상용화 제품을 만들어 낼 수 있는 수준까지 바라보고 전진해야 한다는 것이다. 따라서 기업은 단지 시스템을 관리 및 활용하는 인력만 보유하는 것이 아니라 시스템을 개발하고 플랫폼으로 만들어 낼 수 있는 인력을 자체적으로 보유하고 육성하는 노력이 있어야 또 다른 부가가치를 획득할 수 있는 디딤돌을 놓을 수 있을 것이다. 범국가 차원에서 산업 IT 인력을 육성하는데 적극적으로 참여해야 한다.

마지막으로 정부의 투자는 스마트 팩토리를 만들어 내는 것에만 집중해서는 안 된다. 스마트 팩토리는 해당 시스템의 구축을 통한 제조 효율화 달성, 시스템 유지 보수 과정에서 발생하는 다양한 경험 축적, 그리고 궁극적으로 세계적인 산업 선도국이 되기 위해서 해당 경험을 상용화하여 국제시장 선점으로 이어져야 한다. 단지 스마트 팩토리의 구축 빈도에만 정부의 예산을 집중한다면, 이후 과정에 대한 관리 부실로 이어져 결국 실패한 프로젝트로 전락할 위험도 도사리고 있다. 따라서 정부의 예산은 전체적인 과정에 적절하게 배정되어야 하며, 예산 지원의 지속성도 약속되어야 한다. 또한 지원 과정에서 발생하는 다양한 성공사례에만 집착하기보다는 실패사례도 과감없이 공유할 수 있어야 한다. 실패사례는 예산 투자의 실패가 아니라 앞으로 투자의 성공 가능성을 높여주는 기회라는 관점의 변화가 선행되어야 한다. 실패의 경우를 살펴보면 동일한 실패가 다시 발생하지

않게 유도한다면 성공의 가능성은 그 만큼 높아질 수 있기 때문이다. 따라서 열린 마음으로 성공과 실패를 동일선상에서 바라보고 이에 대한 지원이 동일하게 이루어져야 비로소 정부에서 원하는 제조업 3.0의 목표를 소기에 달성할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결론

독일을 포함한 유럽의 많은 국가들은 제 4차 산업혁명(industrial revolution)을 선도하기 위해 부단히 노력하고 있고 이제는 이러한 노력에 대한 가시적인 성과를 보여주고 있다.

증기기관으로 유발된 1차 산업혁명으로 영국은 산업의 중심지가 되었고, 컨베이어 벨트 시스템의 도입으로 미국은 2차 산업혁명의 발원지가 되었다. 미국은 이러한 기회를 놓치지 않고 정보기술을 적용하여 3차 산업혁명도 이끌었다. 이제는 차차를 넘어 4차 산업혁명의 교두보를 어떠한 국가가 이끌 것인지에 대한 전세계적인 관심이 고조되고 있다. 유럽은 이를 위해 이미 많은 시도를 진행 중이며 미국도 4차 산업혁명의 진원지가 되기 위해 '재산업화 전략'과 같은 노력하고 있다. 한국의 주변국인 중국과 일본(예. 산업재흥플랜)도 이를 놓치지 않기 위해 노력하고 있다.

산업혁명의 변방이었던 한국도 이러한 환경적 기회가 자국에서 결실을 맺도록 하기 위해 노력하며, 제조업 3.0을 국가적으로 천명하였다. 그러나 문제는 여전히 탁상공론에서 벗어나지 못하고 있다는 비판을 받고 있으며, 구체적인 정책도 정부예산지원 외에는 가시적이지 못하다.

이와 같은 상황에서 본 연구는 4차 산업혁명에 가장 선도적으로 그래서 가장 가까이 다가가고 있는 독일의 스마트 팩토리 정책의 성공사례를 통해 한국 정부가 원대하게 추진하고자 하는 제조업 3.0의 나아가야 할 방향을 제시하고자 하였다.

REFERENCES

[1] etnews, "Hesitating manufacturing innovation", 2014.
 [2] S. H. Kim, and W. J. Shim, e-KIET, Industrial Economic Information, Vol. 620, 2015.
 [3] Zdnet, "Reasons to Use Correctly the MES to

Smart Factory", 2015.

- [4] 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, 2014.
 [5] S. H. Han, H. S. Jho, H. S. Park, S. D. Nho, and E. Kim, Industry 4.0, Korea ICT Convergence Network Issue Report, Vol. 3, 2014.
 [6] etnews, "To the Future with Factory and ICT together, 'Siemens Amberg'", 2014.
 [7] KookminIlbo, "South Korea is equipped for Industry 4.0 Generation", 2014.
 [8] W. K. Ha, "New Perspective of the 4th Industrial Revolution and Approaches of Neighboring Nations", Weekly Technology Trend, Vol. 1710, pp. 1-12, 2015.
 [9] Sciencetimes, "The Coming of 'Industry 4.0'", 2015.
 [10] <http://skccbog.tistory.com/2539>
 [11] <https://www.youtube.com/watch?v=2KU4ErFHwz8>
 [12] M. S. Yim, "The Convergence between Manufacturing and ICT: The Exploring Strategies for Manufacturing version 3.0 in Korea", Journal of Digital Convergence, Forthcoming, 2016.
 [13] M. S. Yim, "The Suggestion for Manufacturing Innovation Approaches by Reviewing Manufacturing Innovation Policies of U.S., Japan, and China", Korea Management Consulting Research, Under Review, 2016.
 [14] J. Lee, B. Bagheri, and H. A. Kao, "A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems", Manufacturing Letters, Vol. 3, pp. 18-23, 2015.
 [15] E. Shellshear, R. Berlin, and J. S. Carlson, "Maximizing Smart Factory Systems by Incrementally Updating Point Clouds", IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 35, No. 2, pp. 62-69, 2015.

저자소개

정 태 석(Tae-Seog Jeong)

[정회원]



- 1990년 2월 : 삼육대학교 경영학과 학사(경영학사)
- 2000년 2월 : 서강대학교 일반대학원 석사(경영학 석사)
- 2011년 8월 : 서강대학교 일반대학원 박사(Ph.D.)

· 2001년 8월 ~ 현재 : 삼육대학교 경영학과 부교수

<관심분야> : 아웃소싱, 서비스사이언스