

스마트 팩토리 기술 및 산업 동향

조혜지 김용균*

정보통신기술진흥센터 선임
정보통신기술진흥센터 수석 *

I. 서론

국내총생산의 약 30%를 차지하고 경제성장의 견인차 역할을 했던 국내 제조업이 수년간 경기침체가 이어지며 위기에 봉착했다. 세계 경기 침체 영향으로 수출 주도의 산업 구조인 우리나라는 큰 타격을 입으며 제조업의 위기가 대두되었다. 저효율·고비용의 산업 구조 역시 글로벌 경쟁력 약화를 초래했으며, 전문가들은 한국 제조업의 위기가 기술우위의 제조 강국과 비용우위의 제조 강국 사이에 끼여 차별성을 잃었기 때문이라고 분석하기도 했다.

서비스 분야의 발달로 제조업 비중이 감소하고 탈산업화가 심화되어 왔으나, 제조업이 전후방연관효과가 높고 경제전체에 미치는 영향이 크기 때문에 미국·독일·일본 등 선진국을 중심으로 제조업이 재조명되고 있다.

세계적인 글로벌 금융위기 이후 동반된 제조업의 침체가 경제전체에 커다란 영향을 끼침에 따라 전 세계는 제조업의 중요성을 깨닫고 앞다투어 제조혁신을 위한 대규모 투자와 정책수립 등의 대안을 마련하고 있다.

제조업과 ICT를 융합하여 경쟁력을 창출하는 4차 산업혁명이 가속화됨에 따라 이제 스마트 팩토리 구축을 통한 맞춤형 유연 생산 체제로의 전환은 필수이다.

이에 본 고에서는 ‘4차 산업혁명’의 핵심인 제조혁신을 위해 스마트팩토리의 최근 동향을 살펴보고, 향후 1~2년간 중요하게 부각될 것으로 예상되는 스마트팩토리 관련 이슈 및 전망을 제시하고자 한다.

* 본 내용은 조혜지 선임(☎ 042-612-8224, qaqaws@iitp.kr)에게 문의하시기 바랍니다.

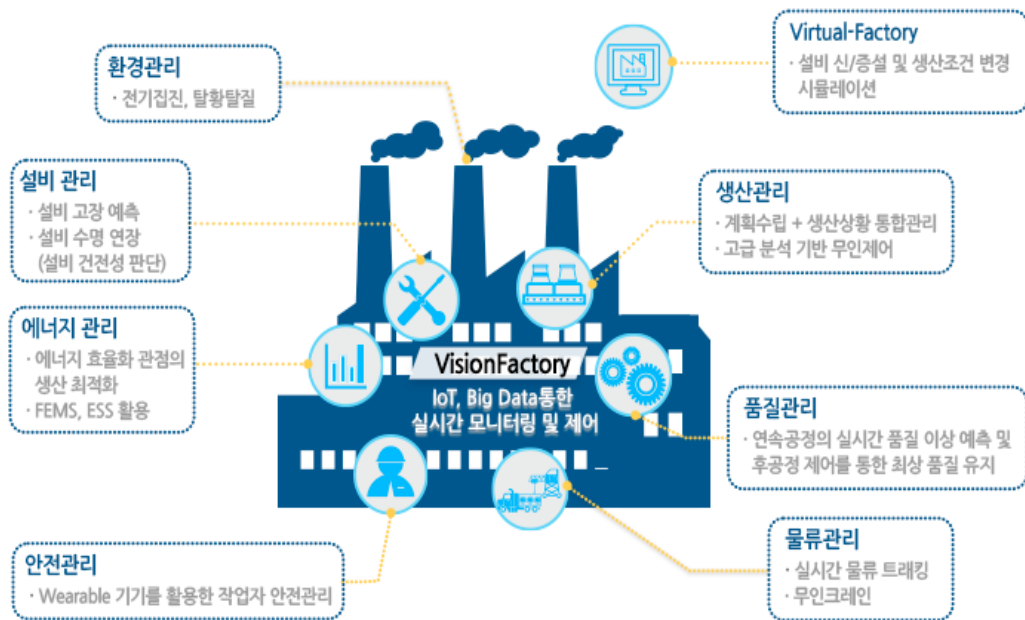
** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

** 본 고는 “IITP, 「ICT 10대 이슈」, 2017. 12” 보고서를 발췌 정리한 것입니다.

II. 기술 동향

스마트 팩토리는 4차 산업혁명이 제조업에서 가시적으로 구현되는 생산시스템으로 ICT 기술을 융복합화하여 제조를 넘어 신가치 창출을 위한 종합 솔루션이라 할 수 있다.

제조 관점에서 스마트 팩토리는 제조업과 ICT간 융합을 통해 산업 기기와 생산 전 과정이 네트워크로 연결되며, 나아가 고객의 니즈에 유연한 대응 체계 구축을 목표로 하고 있다. 이를 위해 기존의 생산 프로세스 개선과 최적화를 넘어 포괄적이고 편재적인 인간과 기계 간 실시간 상호작용을 시스템적으로 형성하고, 시장 및 고객 맞춤형 생산시스템은 물론 생산의 효율성을 높이기 위한 예측 시뮬레이션 및 전 단계 엔지니어링을 통합적으로 구축해야 한다.



<자료> 강학주, "IoT와 데이터 기반의 중소제조공장의 지능화", 2017.

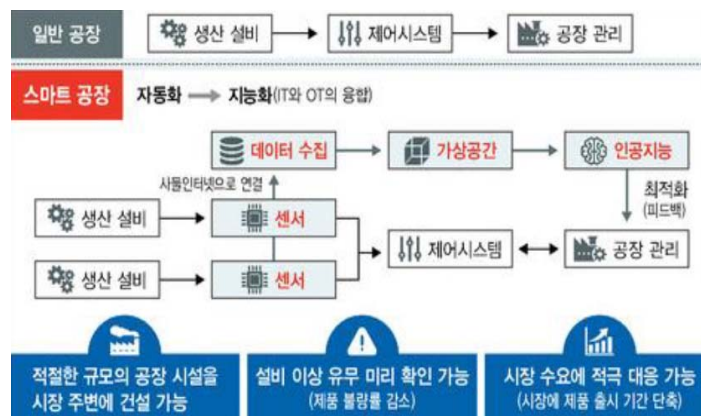
[그림 1] 스마트 팩토리의 기술적 범위

스마트 팩토리가 구현되면 각 공장에서는 수집된 데이터를 기반으로 분석하고 의사 결정하는 데이터 기반의 공장 운영(Data Driven Operation) 체계를 갖추므로써, 생산 현장에서 발생하는 현상, 문제들의 상관관계를 얻어낼 수 있고 원인을 알 수 없었던 돌발 장애, 품질 불량 등의 원인을 알아내고 해결이 가능하게 된다.

특히, 숙련공들의 경험과 같은 암묵지에 머물러 있던 노하우를 축적해 형식지화함으로써

누구나 쉽게 활용할 수 있고, 현장에서 발생하는 상황들을 모니터링하게 되어 비숙련자들도 대응할 수 있도록 원격지에서의 가이드 제공이 가능하다.

스마트 팩토리는 산업현장의 다양한 센서와 기기들이 스스로 정보를 취합하고 취합된 정보를 바탕으로 생산성을 최대로 끌어 올릴 수 있는 인공지능이 결합된 생산시스템으로 더욱 진화할 것으로 기대되고 있다. 즉, 스마트 팩토리는 설계, 개발, 제조, 유통, 물류 등 생산의 전 과정에서 ICT 기술을 적용하여 생산성, 품질, 고객 만족도 등 전략 목표를 향상시킬 수 있는 지능형 시스템으로 변화, 발전할 전망이다. 이를 위해서는 지금까지의 공장이 생산설비에 대한 중앙집중식 통제가 가해졌던 것에 비해 스마트 팩토리는 기기와 기기 사이, 기기와 인간 사이에 다양한 정보의 교류가 필수적이다.



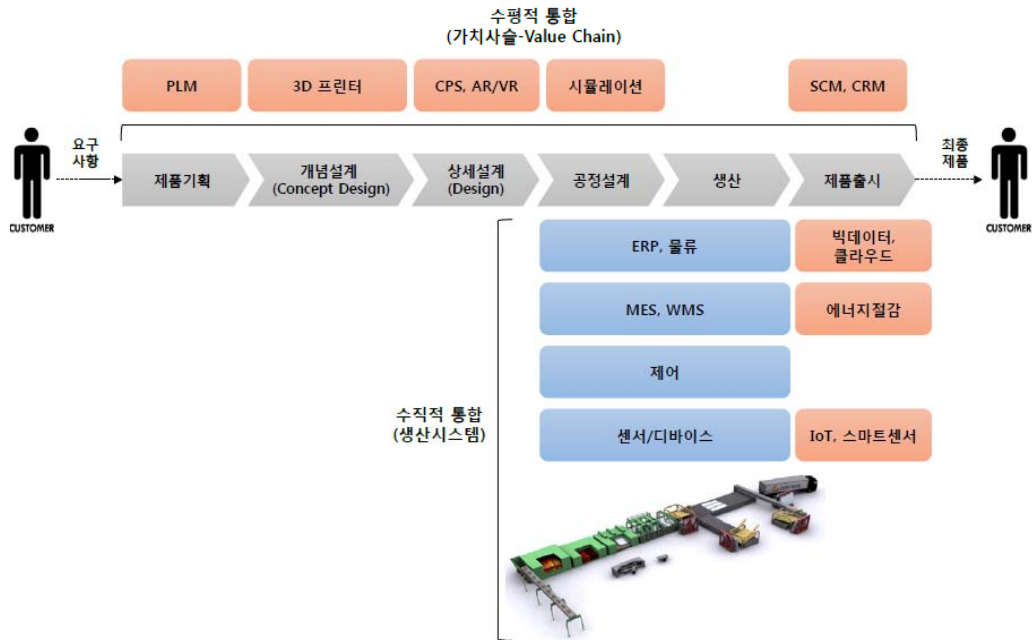
<자료> 대한민국제조혁신 컨퍼런스(KMAC), 한국데이터스트리4.0협회, KB금융지주경영연구소, “국내/외 스마트 팩토리 동향”, 2017.

[그림 2] 스마트 팩토리의 개념적 진화 방향

스마트 팩토리 기술은 공장자동화의 수직적 통합에서 가치사슬의 수평적 통합으로 발전 중에 있다. 지금까지 생산 현장에서 추진했던 공장자동화의 개념은 수직적 통합으로 ‘공장’과 ‘제조’의 범위로 볼 수 있으나 최근 스마트 팩토리 기술은 다양해진 고객의 요구사항에 실시간 대응을 위해 가치사슬의 수평적 통합으로 확대하며 발전 중이다.

즉, 스마트 팩토리는 수직적인 생산시스템과 수평적인 가치사슬이 통합된 형태로 진화하고 발전 중에 있으며, 사물인터넷, 빅데이터, CPS 등 최신 기술의 출현으로 더욱 정교하고 세밀한 수직적/수평적 통합의 구현이 가능할 것이다.

수평적 통합 지원 기술에는 CAD/CAE 등을 포함한 PLM 솔루션, 시제품 생산을 빠르게 지원할 수 있는 3D 프린터, 가상과 실재의 연동이 가능한 사이버 물리 시스템, 제조 프로세스 분석



〈자료〉 조용주, “중소·중견 제조기업의 스마트 팩토리 구축을 위한 제안”, 한국무역협회 국제무역연구원, Issue Paper No.2, 2016.

[그림 3] 스마트 팩토리의 통합 기술

을 위한 공정 시뮬레이션 등이 포함된다.

수직적 통합 지원 기술에는 생산설비의 많은 데이터를 획득하기 위한 스마트 센서와 사물 인터넷 기술, 생산 현장의 에너지 절감 기술, 제조 데이터 분석을 위한 빅데이터 기술 등이 포함된다.

스마트 팩토리의 도입은 맞춤형 생산 공정, 다품종 복합생산, 조달 및 물류 혁신, 기계와 인간의 협업을 가능하게 하여 기업 경쟁력 등을 확보, 개선하는 지름길이 될 것이다.

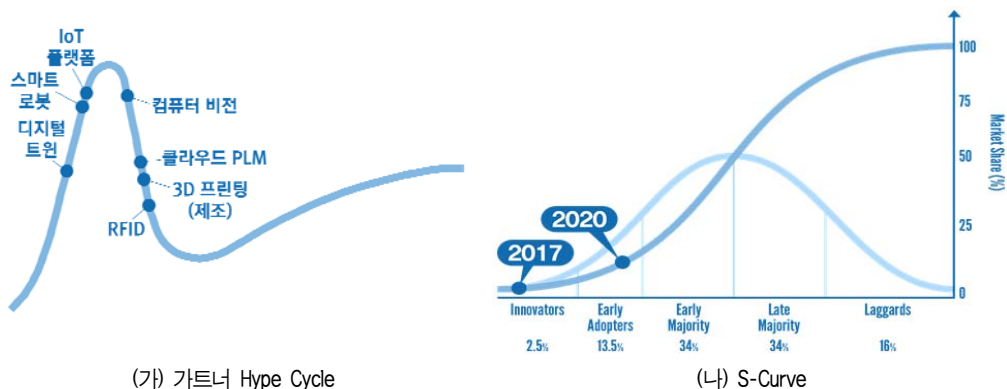
III. 산업 동향

1. 시장 동향

4차 산업혁명 시대의 도래로 제조 경쟁력을 강화시킬 수 있는 스마트 팩토리가 주목받고 있다. 컨설팅 기업 딜로이트가 3년 주기로 발표하는 「세계 제조 경쟁력 지수」에서 우리나라의

순위는 지속적으로 하락하는 추세이며, 2020년에는 세계 6위까지 밀려날 것으로 예상했다[8].

제조 경쟁력 강화를 위해 최근 업계에서는 「스마트 팩토리」가 대안으로 제시되고 있으며, △4차 산업혁명 시대 도래 △저성장의 일상화 뉴노멀 시대 진입 △고령화로 인한 숙련공 부족 △기술혁신 등이 스마트 팩토리 도입을 촉진하는 요인이다.



<자료> Gartner, 2017.

[그림 4] 세계 스마트 팩토리 기술/시장 전망

스마트 팩토리 분야에서 ERP, SCM, MES 등의 애플리케이션 기술은 이미 성숙되었으나, 3D 프린팅, 로봇, 머신비전, 사물인터넷 등 디바이스 신기술들이 기술의 미성숙과 높은 가격 때문에 기술 확산 속도가 상대적으로 느린 편이다.

시장조사회사 Markets and Markets에 따르면, 세계 스마트 팩토리 시장 규모는 2016년 1,210억 달러에서 연평균 9%로 완만하게 성장하여 2020년 1,713억 달러에 이를 전망이다[14].

스마트 팩토리 시장 중 애플리케이션 분야에서는 분산제어시스템(DCS), 프로그래머블 로직 컨트롤러(PLC), 생산관리시스템(MES)이, 디바이스 분야에서는 산업용 로봇과 센서가 가장 큰 비중을 차지할 전망이다.

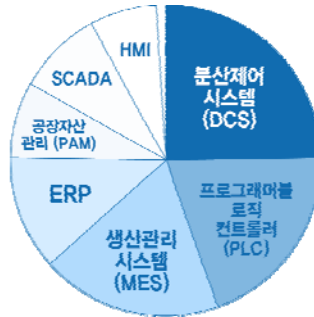
적용 산업별로 봤을 때, 「자동차」, 「반도체/전자」, 「에너지」, 「광업/금속업」, 「화학」, 「식음료」 업종에서 스마트 팩토리 도입이 활발할 것으로 기대되고 있다.

산업용 사물인터넷과 빅데이터 분석이 스마트 팩토리의 핵심이다.

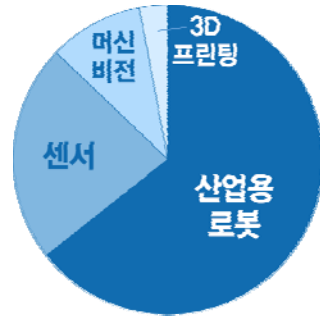
투자은행 골드만삭스는 스마트 팩토리를 도입함으로써 기업들이 공장 당 평균 10~15%의 비용절감 효과를 거둘 수 있을 것이며, 이에 따라 전 세계적으로 5,000~6,500억 달러의 잠재적 경제 효과가 기대된다고 발표했다[12]. 특히, 전자, 기계, 식음료, 자동차, 화학/플라스틱, 금속 업종에서 비용 절감 효과가 클 것으로 예상했다.



(가) 세계 시장 전망



(나) 애플리케이션 비중 (2020년)



(다) 디바이스 비중 (2020년)

<자료> Markets and Markets, 2017.

[그림 5] 세계 스마트 팩토리 시장 전망

골드만삭스는 △제품 라이프사이클 관리(PLM) △산업용 사물인터넷(IIoT) △협동로봇(Cobot) △3D 프린팅 △무인운반차(AGV) △RFID 등 스마트 팩토리의 6가지 핵심 기술을 정의하고, 이 기술들로부터 창출되는 시장 규모가 2020년 2,500억 달러 이상이 될 것이라고 전망했다. 6가지 기술들 중 「산업용 사물인터넷」과 「제품 라이프사이클 관리」의 비중이 약 88%를 차지한다.

맥킨지도 산업용 공장이 사물인터넷 도입으로 적용 산업 중에 가장 큰 잠재적 경제 효과가 기대되는 분야라고 전망하였다.

제조업 구분	잠재 비용절감 효과 (억 달러)	사물인터넷	PLM	협업로봇	3D 프린팅	자율운반차	RFID
전자	1,200	●	●	●	●	●	●
기계	1,100	●	●	●	●	●	●
식음료	1,000	●	●	○	○	●	●
자동차	700	●	●	●	●	●	●
화학 · 플라스틱	700	●	●	○	○	○	○
금속	700	●	●	○	○	●	○
목재 · 제지	500	●	○	○	○	●	○
섬유 · 의류	100	○	●	○	●	●	●

※ 동그라미 크기는 해당 기술의 보급률을 뜻함 ● > ● > ○ > ○ > ○

<자료> Goldman Sachs, 2016.

[그림 6] 세계 스마트 팩토리 경제적 파급 효과

2. 기업 동향

국내 스마트 팩토리 산업은 중견/중소기업 타깃 제조업용 애플리케이션 개발 업체들로 대부분 구성되어 있다. 스마트 팩토리 산업에서 대기업들은 대부분 토털 솔루션을 구비하고 있지만, 중소기업들은 중견/중소기업을 타깃으로 하는 제조업용 애플리케이션(ERP, MES, PLM, SCM) 관련 사업을 대부분 추진 중이다. 자체 솔루션을 개발한 기업이라 할지라도 일부 분야에만 초점을 맞추는 경우가 많고, 자체 솔루션이 없는 기업들 중 상당수가 외산 솔루션을 이

[표 1] 국내 주요 스마트 팩토리 관련 기업 현황

구분	업체명	애플리케이션				플랫폼	디바이스		
		ERP	SCM	MES	PLM		IoT	로봇	AI
대기업	삼성SDS	X	X	X	X	X	X		X
	LG CNS	X	X	X	X	X	X		X
	SK C&C	X	X	X	X	X	X		X
	포스코ICT	X	X	X	X	X	X		X
	현대중공업							X	
	한화테크윈							X	
중소기업	울랄라랩					X	X		
	한컴MDS					X	X		
	수아랩								X
	아이씨앤아이티	X		X			X		
	솔리드이엔지				X				
	티라유텍		X	X					
	나루텍			X					
	사이버테크프랜드	X		X					
	큐빅테크			X	X				
	타임텍				X				
	싱글톤소프트				X				
	알엘케이			X					
	에스씨티			X					
	에임시스템			X					
	컴퓨터메이트	X	X	X					

<자료> ITP, 2017.

용한 SI/컨설팅/교육 사업을 진행하고 있는 것이 국내 스마트 팩토리 산업의 어려운 현실이다. 따라서 단순 전산화나 공장자동화 수준이 아닌 스마트 팩토리 고도화를 추진하고자 하는 중견기업 이상의 제조 기업으로서는 외산 솔루션에 눈을 돌릴 수밖에 없으며, 이는 외산 의존도 심화 및 기업의 스마트 팩토리 도입 비용 증가를 초래하였다. 2014년 국내 스마트 팩토리 시범사업 추진 시 공급 기술의 국산화율은 약 34%에 불과하였다.

IV. 전망

1. 제조업은 물론 다양한 분야에서 디지털 트윈 적용 사례가 증가할 것이다

디지털 트윈은 실제 세계(Physical World)를 디지털 세계(Digital World)로 복제한 것으로, 제품/서비스/프로세스 등의 실제 세계 데이터를 기반으로 시뮬레이션하여 문제가 발생하기 전에 미리 대처하고 새로운 사업 기회를 발견하는 것이 목적이다. 2002년부터 제안[15]되었던 오래된 개념이지만 최근 사물인터넷과 클라우드/빅데이터 기술의 발전에 힘입어 실제로 근접한 보다 정교한 시뮬레이션이 가능해지면서 다시 이슈로 부각되었다. 가트너는 2년 (2016~2017년) 연속으로 10대 전략 기술 중 하나로 디지털 트윈을 선정했다[11].



<자료> IITP, 2017.

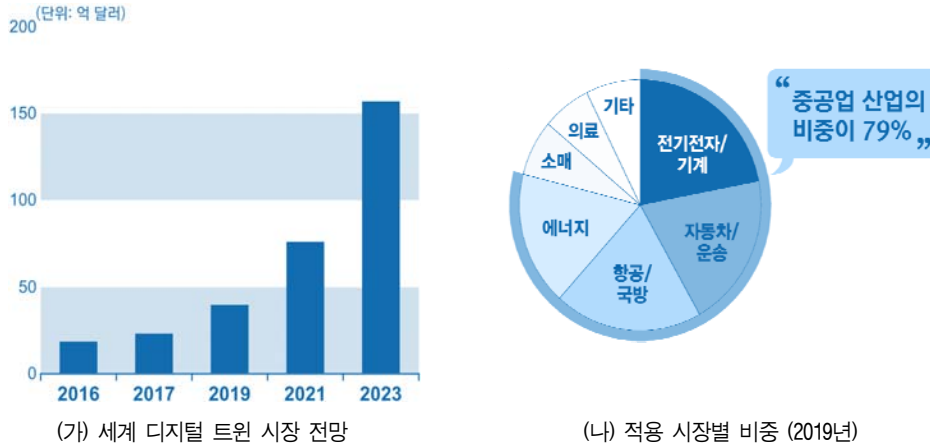
[그림 7] 디지털 트윈의 기대 효과

Markets and Markets은 2016년 18억 달러 규모인 세계 디지털 트윈 시장이 연평균 38%씩 성장하여 2023년 156억 달러까지 성장할 것으로 전망했다[13].

디지털 트윈은 주로 중공업 관련 산업에서 활발하게 적용된다. 현재 디지털 트윈 시장에서 「전기전자/기계」, 「항공/국방」, 「자동차」, 「에너지」 등 이른바 중공업 관련 산업의 비중이 80%에 달해, △단가가 비싸고, △구조/설계가 복잡하며, △사용 기간이 길고, △운용 중 점검이 어려우며, △지속적인 유지보수가 필요한 제품을 생산하는 산업에서 디지털 트윈 수요가 상대적으로 높게 나타나는 것이 특징이다.

가트너는 2021년까지 산업용 제품을 생산하는 대기업의 절반 정도가 디지털 트윈을 도입할 것으로 전망했다[10].

제조업뿐만 아니라 스마트시티, 의료 등 다양한 분야로 디지털 트윈 적용이 확산될 전망이다.



<자료> Markets and Markets, 2017.

[그림 8] 세계 디지털 트윈 시장 전망

디지털 트윈은 제품이나 기업 수준에서만 도입되는 것이 아니라, 스마트시티 프로젝트에서 국가 차원으로 도입되는 것도 가능하다.

2014년 11월 리셴룽(李顯龍) 총리는 싱가포르가 직면하고 있는 여러 문제를 해결하기 위한 미래 10년 비전으로 「스마트네이션(Smart Nation)」을 선포하였으며, 2015년 8월 비전 달성을 지원하기 위한 국가 전략으로 「Infocomm Media 2025」 마스터 플랜을 발표했다[4]. 계획 중 하나로, 싱가포르국립연구재단(NRF), 국토청(SLA), 정보통신개발청(IDA)이 공동으로 추진 중인 「Virtual Singapore」 프로젝트는 싱가포르의 모든 것(기후, 인구, 에너지 소비, 건물, 자연환경 등)을 3차원 모형의 디지털 트윈 시티로 제작하는 것이 목적이다. 2014년 12월부터 시작된 Virtual Singapore 프로젝트가 2018년에 구축 완료되면, 예컨대 가스 누출이나 폭탄 폭발 같은 사고가 있어났을 때 사람들이 어디로 대피하는 것이 좋은지, 태풍이 닥칠 때 취약한 곳은 어디인지 등을 미리 시뮬레이션하여 대비하는 것이 가능하다.

2. 국내외 스마트 팩토리 플랫폼 주도권 경쟁이 시작될 것이다

산업자동화 업체 솔루션이 스마트 팩토리 플랫폼 시장을 주도하고 있다.

해외에서 스마트 팩토리 플랫폼을 제공하는 기업 유형은 크게 2가지로 구분되는데, 첫째는 아마존·마이크로소프트·구글·SAP·오라클·세일즈포스 등 「IT 그룹」과 또 하나는 GE·지멘스·슈나이더 일렉트릭 등 「산업자동화 그룹」이다.

투자은행 도이치방크는 IT 기술력보다 「도메인 노하우」, 「자동화 전문성」이 산업인터넷 클라우드 플랫폼 성공에 더 중요하다고 주장하면서, 현재 IT 그룹보다 산업자동화 그룹이 스마트 팩토리 플랫폼에서 보다 우위에 있다고 평가한다[9]. 그 이유는, 산업자동화 업체들이 「기계에서 생성되는 데이터 중 어떤 것이 중요하고, 문제의 원인을 어디에서 찾아야 하는지」에 대해 IT 업체보다 더 잘 알기 때문이다.

이미 스마트 팩토리를 도입한 국내 대기업들도 GE 프레딕스, 지멘스 마인드스피어 등 해외 산업자동화 업체 제품들을 선호한다.

이러한 가운데, 2018년부터 국산 스마트 팩토리 플랫폼도 점진적으로 입지를 넓혀 나갈 것으로 기대되고 있다.

세계 최초로 철강연속공정의 특성을 반영한 스마트 팩토리 플랫폼 「포스프레임」을 자체 개발한 포스코는, 국내 목재 전문업체 동화기업에 포스프레임 플랫폼으로 스마트 팩토리를 구축할 예정에 있는 등 2018년부터 다른 업종과 기업들에도 확산시킬 예정이다.

삼성SDS는 2016년 11월 스마트 팩토리 솔루션 「넥스플랜트」를 출시하였고, SK C&C도 2016년 7월 「스칼라」를 출시해 중국 홍하이그룹 폭스콘 충칭 공장에 적용했다.

[참고문헌]

- [1] 강학주, “IoT와 데이터 기반의 중소제조공장의 지능화”, Global Smart Factory Conference, 2017.
- [2] 김선재, “4차 산업혁명 대응을 위한 스마트 공장 R&D 현황 및 시사점”, KISTEP, Issue Paper 2017-07.
- [3] 삼성KPMG, “4차 산업혁명과 제조혁신: 스마트 팩토리 도입과 제조업 패러다임 변화”, 2017. 12. 19.
- [4] 싱가포르 정보통신부(MCI), “Infocomm Media 2025,” Aug. 11, 2015.
- [5] 이현정 · 유상근 · 김용운, “스마트공장 기술 및 표준화 동향”, ETRI, 전자통신동향분석, Vol.32, No.3, 2017.
- [6] 조용주, “중소 · 중견 제조기업의 스마트 팩토리 구축을 위한 제언”, 한국무역협회 국제무역연구원, Issue Paper No.2, 2016.
- [7] 중소기업청 · 중소기업기술정보진흥원 · WIPS · NICE평가정보, “중소 · 중견기업 기술로드맵 2017-2019 -스마트팩토리-, 2017. 1. 25.
- [8] Deloitte, “2016 Global Manufacturing Competitiveness Index,” Apr. 11, 2016.
- [9] Deutsche Bank, “Global Capital Goods: Winners and losers of the Industrial Internet,” Apr. 4, 2017.
- [10] Gartner, “Digital Twin Will Impact Economic and Business Models,” Aug. 15, 2017.
- [11] Gartner, “Top 10 Strategic Technology Trends for 2018,” Oct. 3, 2017.
- [12] Goldman Sachs, “Profiles in Innovation: Factory of the Future: Beyond the Assembly Line,” Apr.

- 13, 2016.
- [13] Markets and Markets, “Digital Twin Market by End User, and Geography - Forecast to 2023,” Aug. 2017.
- [14] Markets and Markets, “Smart Factory Market by Technology, Component, End-User Industry, and Region - Global Forecast to 2022,” Apr. 2017.
- [15] Michael Grieves and John Vickers, “Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems,” Trans-Disciplinary Perspectives on System Complexity, 2002.