

# Samjong INSIGHT

Issue 55 · 2018  
삼성KPMG 경제연구원

## 4차 산업혁명과 제조혁신

: 스마트 팩토리 도입과  
제조업 패러다임 변화

Thought Leadership I  
4차 산업혁명과 제조업의  
스마트 팩토리 도입

Thought Leadership II  
스마트 팩토리 기반 기술과  
제조업 패러다임 변화



## 4차 산업혁명과 제조혁신

: 스마트 팩토리 도입과 제조업 패러다임 변화

### Contents

#### Executive Summary

##### Thought Leadership I

#### 4차 산업혁명과 제조업의 스마트 팩토리 도입

##### Thought Leadership II

#### 스마트 팩토리 기반 기술과 제조업 패러다임 변화

### Contacts

김광석 수석연구원	gwangsukkim@kr.kpmg.com	02-2112-7438
최연경 연구원	yeonkyungchoi@kr.kpmg.com	02-2112-7769
김기범 연구원	kkim28@kr.kpmg.com	02-2112-7430
박문구 전무	mungupark@kr.kpmg.com	02-2112-0573

본 보고서는 삼정KPMG 경제연구원과 KPMG member firm 전문가들이 수집한 자료를 바탕으로 일반적인 정보를 제공할 목적으로 작성되었으며, 보고서에 포함된 자료의 완전성, 정확성 및 신뢰성을 확인하기 위한 절차를 밟은 것은 아닙니다. 본 보고서는 특정 기업이나 개인의 개별 사안에 대한 조연을 제공할 목적으로 작성된 것이 아니므로, 구체적인 의사결정이 필요한 경우에는 당 법인의 전문가와 상의하여 주시기 바랍니다. 삼정KPMG의 사전 동의 없이 본 보고서의 전체 또는 일부를 무단 배포, 인용, 발간 복제할 수 없습니다.



## Executive Summary

세계적으로 각국의 정부, 기업, 교육기관, 연구기관 등의 많은 주체들은 4차 산업혁명에 집중하고 있고, 발 빠르게 대응하기 위해 준비하고 있다. 4차 산업혁명을 통해 제조혁신을 이루기 위한 각국의 움직임에 비해 한국은 다소 준비가 늦은 모습이다. 주요국들과 비교해 한국 경제에서 제조업의 역할은 상당한데 반해, 경쟁력을 잃고 있는 상황이다. 한국 기업의 제조업 경쟁력을 강화하여 제조혁신을 이루기 위해서는 적극적인 스마트 팩토리 도입이 요구된다. 이에 본 보고서는 스마트 팩토리의 주요 기반 기술들을 분석하고, 제조혁신에 따른 제조업의 패러다임 변화를 제시해 국내 제조기업의 전략적 방향성을 제시하고자 한다.

02



### Thought Leadership I

## 4차 산업혁명과 제조업의 스마트 팩토리 도입

- 4차 산업혁명과 우리의 현주소 : 산업혁명은 이미 시작되었지만, 주요국들에 비해 우리의 준비는 미진한 모습. 한국 제조업의 경쟁력이 약화되고 있는 현 시점에 스마트 팩토리 도입은 필수
- 4차 산업혁명에 대한 각국의 대응 : 주요국들의 정부는 차별화된 정책지원을 통해 4차 산업혁명을 선도하는 국가로 도약하기 위해 노력하고 있고, 한국도 「스마트 제조혁신 비전 2025」를 통해 2025년까지 스마트공장 3만 개 구축계획을 발표하는 등 목표 제시

08



### Thought Leadership II

## 스마트 팩토리 기반 기술과 제조업 패러다임 변화

- 스마트 팩토리의 기반 기술 : 스마트 팩토리의 주요 기반 기술로는 사이버물리시스템(CPS), 로봇틱스, 3D 프린팅, IoT 기반 포그 컴퓨팅, 사이버 보안 기술 등이 있음. 이러한 주요 기반 기술들이 제조 전 영역에 걸쳐 적용됨에 따라 제조업의 경쟁력이 놀라울 만큼 증대되는 제조혁신이 나타나고 있음
- 4차 산업혁명이 가져온 제조업 패러다임 변화 : 제조기업들의 디지털 신기술을 활용한 제조혁신 노력은 스마트 팩토리 도입으로 귀결되는 바, 다음의 新패러다임 등장. (1)PLM/MDM 기반 기준정보 연결로 맞춤형 생산, (2)디지털노동 및 패턴/알고리즘/지능화, (3)플랫폼 기반 디지털 신기술로 생산성 혁신, (4)초연결화가 가져올 사물의 인지력, 자가재조정력 제고, (5)물리적 자산 보안에서 사이버 보안으로, (6)소재의 첨단화
- 시사점 및 기업의 대응전략 : (1)디지털 신기술을 이해하고, Digital Journey 로드맵을 수립할 필요, (2)제조업 패러다임 변화의 Best Practice를 창의적으로 조합하여 자사에 적합한 대응책 마련



Thought Leadership I

# 4차 산업혁명과 제조업의 스마트 팩토리 도입



## 4차 산업혁명과 우리의 현주소

“ 산업혁명은 이미 시작되었지만, 우리의 준비는 미진한 모습이다. ”

### 4차 산업혁명의 물결, 우리는 잘 준비되었는가?

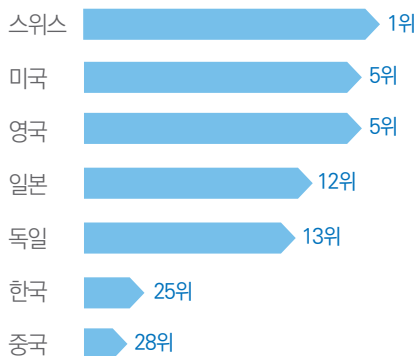
4차 산업혁명은 미래가 아니라 현재이다. 세계경제포럼(WEF)은 2016년 다보스포럼을 통해 현재 우리는 제4차 산업혁명에 접어들었다고 발표했다. 세계적으로 각국의 정부, 기업, 교육기관, 연구기관 등의 많은 주체들은 4차 산업혁명에 집중하고 있고, 발 빠르게 대응하기 위해 준비하고 있다.

4차 산업혁명을 통해 제조혁신을 이루기 위한 각국의 움직임에 비해 한국은 다소 준비가 늦은 모습이다. 다보스포럼 기간 중 발표된 UBS 보고서(2016) 「Extreme automation and connectivity : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution」은 4차 산업혁명에 잘 대응하고 있는 국가들의 순위를 소개한 바 있다. 이에 따르면 한국은 종합순위 25위를 기록하였고, 28위를 기록한 중국보다는 소폭 앞섰지만, 미국(5위), 영국(5위), 일본(12위), 독일(13위) 등 주요국보다 뒤처지는 상황이었다.

주요 영역별로 보았을 경우, 한국은 기술수준(23위), 교육시스템(19위), 사회간접자본(20위) 측면에서는 상대적으로 양호한 수준을 보였으나, 노동시장의 유연성(83위), 법적 보호(62위) 측면에서 상대적으로 취약한 모습을 나타냈다.

본 보고서는 주요국들의 4차 산업혁명 대응과 제조혁신 동향을 분석함으로써 한국의 제조업이 나아가야 할 방향에 대한 지침을 마련하고자 한다.

#### » 4차 산업혁명 적응 국가 순위



#### » 주요 영역별 4차 산업혁명 적응 국가 순위

	노동시장 유연성	기술 수준	교육 시스템	사회 간접자본	법적 보호
스위스	1	4	1	4	7
미국	4	6	4	14	23
영국	5	18	12	6	10
일본	21	21	5	12	18
독일	28	17	6	10	19
한국	83	23	19	20	62
중국	37	68	31	57	64

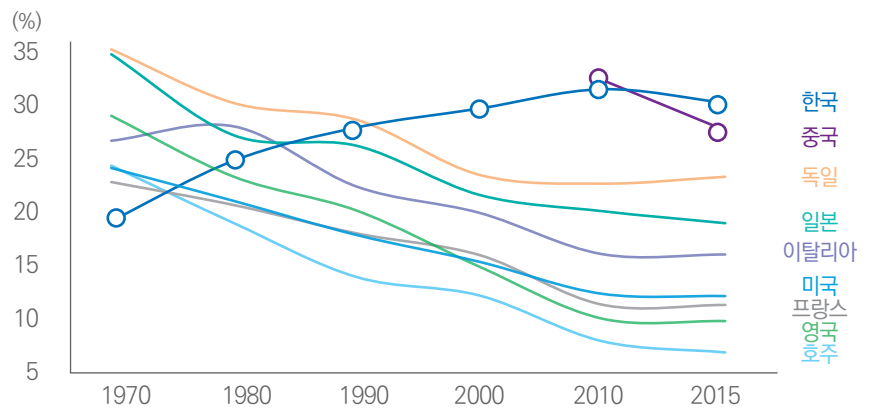
Source: UBS(2016), "Extreme automation and connectivity : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution", White paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016(총 139개국 대상)

“  
주요국들과 비교해  
한국 경제에서  
제조업의 역할은  
상당한 데 반해,  
경쟁력을 잃고 있어...  
”

## 한국의 제조업 영향력과 경쟁력

한국 경제에서 제조업의 영향력은 상당하다. 세계 주요국들과 비교해 보아도 제조업 경쟁력을 강화하는 것은 매우 중대한 과제일 수 있다. 지난 약 50년 동안 세계 각국은 금융업과 지식기반 서비스업 등을 중심으로 부가가치가 증대되면서 제조업이 총부가가치에서 차지하는 비중이 하락해 왔다. 미국은 1970년 약 23.6%에서 지속적으로 하락하여, 2015년 기준으로 12.0%에 달한다. 제조업 기반의 국가라고 할 수 있는 독일과 일본도 제조업이 총부가가치에서 차지하는 비중이 하락해 왔고, 주요국들도 마찬가지이다. 중국의 경우 제조업이 총부가가치에서 차지하는 비중이 2006년 32.5%로 최고점을 기록하였지만, 경제구조 개편과 서비스업 중심으로 재편되면서 제조업 비중은 상당 폭 하락하여 2015년 27.0%를 기록하고 있다. 한국도 서비스업을 중심으로 경제규모가 확대되면서 2010년 이후로 제조업 비중이 하락해 왔지만, 총부가가치의 29.5%가 제조업에서 비롯되고 있다.

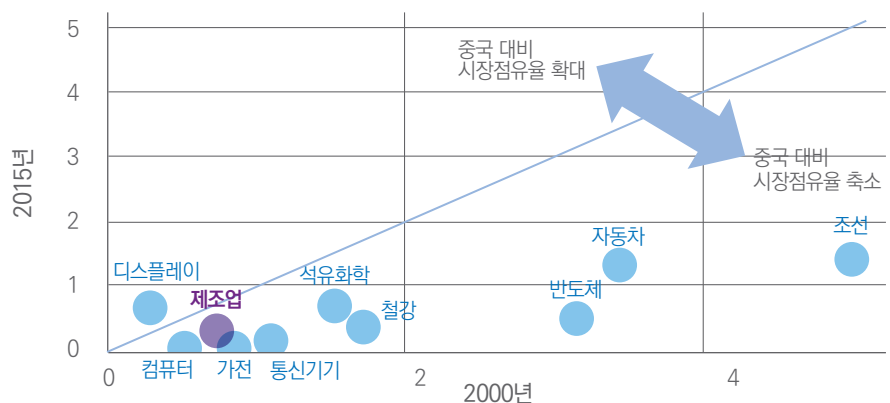
### 》 제조업이 총부가가치에서 차지하는 비중



Source: 삼성KPMG 경제연구원이 UN Statistics 활용 추계

그럼에도 불구하고, 한국의 제조업 경쟁력은 약화되고 있다. 제조업 경쟁력을 판단하는 주요 대상국인 중국과 견주어 보았을 때, 제조업 전반에 걸쳐 한국의 세계 시장점유율이 중국 대비 축소되는 경향이 나타난다. 한국의 중국 대비 세계 시장점유율은 제조업 전체 평균이 2000년 0.73에서 2015년 0.23으로 떨어졌다. 디스플레이 업종을 제외한 모든 제조업 영역에서 유사한 특징을 보인다. 4차 산업혁명 대응을 통한 제조업 혁신이 요구되는 시점이다.

### 》 중국 대비 한국 제조업의 세계 시장점유율 변화 정도



Source: 삼성KPMG 경제연구원이 UN Comtrade 활용 추계

Note: 세계시장점유율 = (각국 업종별 수출액/세계 업종별 총 수입액) X 100

## 4차 산업혁명에 대한 각국의 대응

“  
주요국들의 정부는  
차별화된 정책지원을  
통해 4차 산업혁명을  
선도하는 국가로  
도약하기 위해 노력  
”

### 세계 주요국들의 4차 산업혁명 대응과 제조혁신

독일은 「Industry 4.0」의 선도적 추진을 통해 제조강국으로서의 경쟁력을 확보하기 위해 노력하고 있다. 주요 정책들은 Industry 4.0과 관련하여 스마트 공장의 최적화, 안정화, 사이버공격에 대한 방어 등 다양한 연구 및 기술개발을 뒷받침하고 있다. 특히, 제조혁신을 추진하기 위한 9개의 기반 기술들을 중심으로 집중적인 R&D 노력을 기울이고 있다.

미국은 「첨단제조파트너십(AMP2.0)」으로 제조혁신을 위해 산학연협력연구, 제조설비와 인프라 공유체계구축 등 종합적 개선을 주요 목표로 하고 있다. 정책적으로 적극 지원하고 있는 3가지 제조기술 분야는 제조를 위한 고급 감지, 제어 및 플랫폼(ASCPM), 시각화, 정보학 및 디지털 제조 기술(VIDM), 신소재 제조(AMM)이다.

중국은 「Made in China 2025」를 국가 성장전략 방향으로 정하고, ‘제조대국’에서 ‘제조강국’로 도약하기 위한 로드맵을 제시했다. 한편, ‘Internet Plus’ 전략을 통해, 신성장동력을 창출하고, 제조혁신을 이루기 위한 지원 정책들을 마련했다.

일본 정부는 2016년 국가경제 및 사회전반을 변화시키는 국가혁신 프로젝트 「4차 산업혁명 선도 전략」을 발표하였다. 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 로봇 등에 대한 종합적인 로드맵을 제시하고, 각종 법 제도를 정비하며, 주요 유망산업의 발전을 지원하기 위한 인프라 구축을 지원하고 있다.

### 》 세계 주요국들의 4차 산업혁명 대응 주요 기초



#### Industry 4.0/Factory 4.0

- 9개의 기반 기술 : 빅데이터, 자율 로봇, 시뮬레이션, 수평 · 수직 통합형 시스템, IoT, 사이버 보안, 클라우드, 3D 프린팅, 가상현실
- Reference Architecture Model for Industry 4.0(RAMI) 주도



#### AMP 2.0(Advanced Manufacturing Partnership 2.0)

- 제조를 위한 고급 감지, 제어 및 플랫폼
- 시각화, 정보학 및 디지털 제조 기술
- 신소재 제조(Advanced Materials Manufacturing, AMM)



#### Made in China 2025/Internet Plus

- 2020년 목표 : 공업화 기본 실현, 제조대국 지위 공고화, 제조업 정보화
- 2025년 목표 : 제조업 소질 · 혁신능력 강화, 생산성 제고, 공업화와 정보화 융합



#### Industry Revitalization Plan/MI2I

- 제조업 중심의 산업경쟁력 강화 위해 ‘산업경쟁력강화법’ 제정
- 자동운전시스템 등 차세대 인프라 구축에 2014년 100억 엔 투자

MI2I : Materials research by Information Integration Initiative

## 한국의 4차 산업혁명 선도

2017년 7월 국정기획자문위원회는 「문재인정부 국정운영 5개년 계획」을 발표하였고, 4대 복합·혁신과제 중 하나로 '4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가' 달성을 제시하였다. 2017년 8월 대통령 직속 '4차 산업혁명위원회'를 신설하고, 인공지능, 소프트웨어, 하드웨어, 데이터·네트워크 각 분야별 핵심 원천기술 및 이를 활용한 융합기술 개발을 지원하며, 신산업 성장을 위한 규제개선 및 제도 정비를 추진하는 것 등이 주요한 내용이다. 더욱이 산업단지 혁신 2.0을 추진할 계획으로, 유휴부지를 활용하여 지식기반사업 집적지구를 지정하고, 산업단지 내에 제조·생산 공정에 ICT를 접목한 스마트공장을 집중 보급할 계획이다.

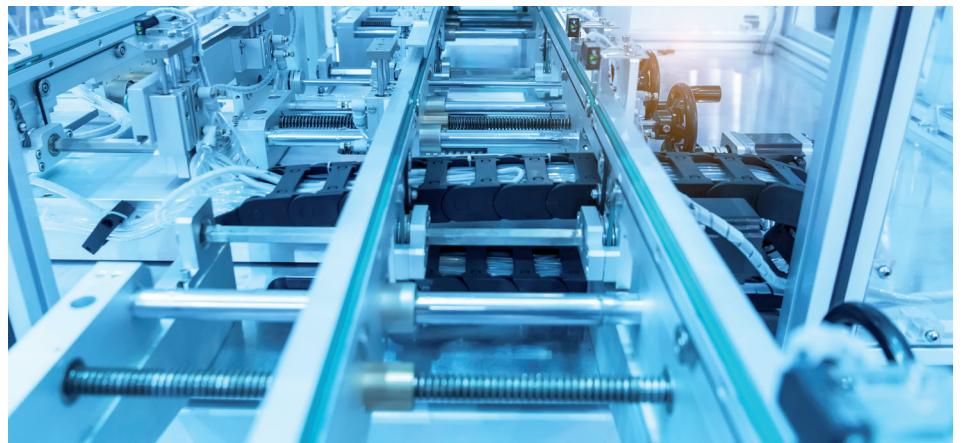
“  
「스마트 제조혁신  
비전 2025」를 통해  
2025년까지 스마트공장  
3만 개를 구축할 계획  
”

한편, 산업통상자원부는 2017년 4월 「스마트 제조혁신 비전 2025」를 발표하여, 2025년까지 스마트공장 3만 개를 구축할 계획을 밝혔다. 당초 스마트공장 보급목표를 2020년 1만 개에서 2025년 3만 개로 상향 조정한 것이다. 세부내용으로는 첫째, 2018년까지 스마트공장 자발적 구축 기업에 대한 인증제도를 신설할 계획이다. 둘째, 대기업 협력사 인증 호환 등 인센티브 제공을 통해 민간 보급·확산을 촉진할 방침이다. 즉, 가치사슬 내 효과적 확산을 위해 업종별 대기업의 협력사 지원을 유도하고자 한다. 셋째, 2025년까지 1,500개의 선도모델을 구축(2016년 45개)하여 스마트공장을 고도화할 계획이다. 대표 스마트공장을 발굴하여 지원금액 상향(0.5억 원 → 2억 원) 등 인센티브를 통해 기초수준 스마트공장의 고도화를 촉진하고자 하는 세부계획도 있다. 예를 들어, 솔루션, 센서, 컨트롤러, 로봇분야의 대기업과 중소기업이 「스마트공장 얼라이언스(Smart Factory Alliance)」를 구축하여 공동 연구개발, 국제 표준 공동 대응 등을 추진하여, 제조업 생산성을 확보하는 계획이다.

### 》 대기업 연계 협력사 스마트공장 구축 지원 계획

구 분	2017년	2018~2020년	2021~2025년	총 계
보급수	500여 개	1,500개	2,500개	4,500개 이상
업종수	3개 (전자, 자동차, 철강)	8개 (화장품, 전기, 석유화학, 디스플레이, 방산 추가)	10개 이상 (에너지, 기계, 패션, 중공업 등 추가)	-

Source: 산업통상자원부



## 스마트 팩토리의 개념과 시장 전망

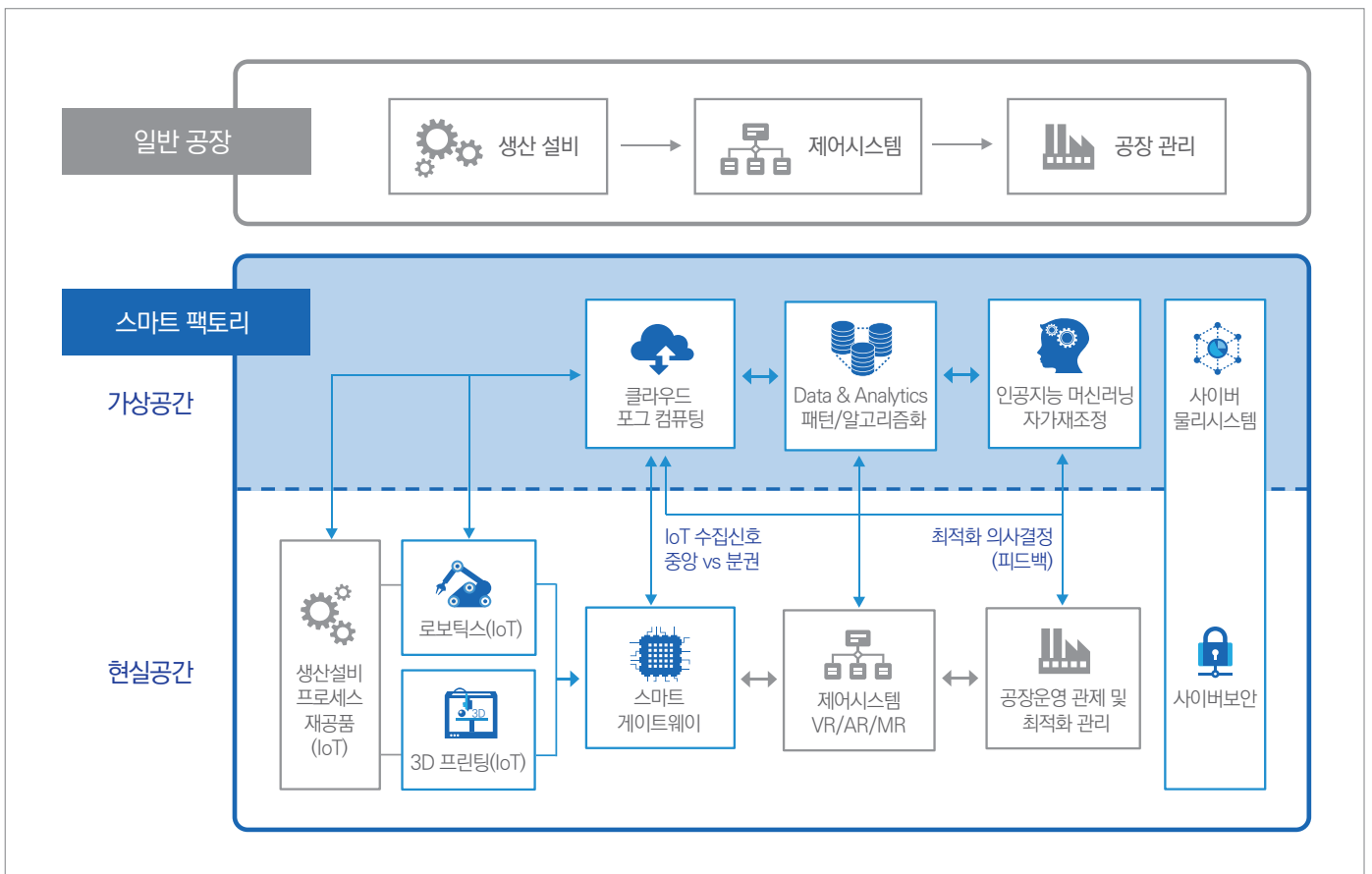
“ 스마트 팩토리는 ICT 기술과 제조 기술을 접목한 소비자 중심의 맞춤형 생산이 가능한 공장을 의미 ”

### 제조업에 불어온 4차 산업혁명, 스마트 팩토리

4차 산업혁명 시대의 스마트 팩토리는 기존의 공장자동화(Factory Automation, FA) 수준을 넘어선 차세대 디지털 신기술과 제조기술이 접목된 소비자 중심의 지능화된 공장을 의미한다. 한 생산 라인에서도 다양한 제품 생산이 가능하며 모듈화를 통해 대량맞춤에서 개인별 유연생산 체계로 변화할 것으로 보고 있다. 스마트 팩토리로의 전환은 제조업의 생산성을 획기적으로 향상시킬 것으로 전망되며 에너지 절감, 인간 중심의 작업환경 구현 또한 가능하다. 가상의 공간에서 제조현장을 모니터링 할 수 있을 뿐더러 제어까지 가능하여 공장 관리가 용이하며 품질 및 원가 경쟁력 강화로도 이어질 것으로 전망된다.

스마트 팩토리 완성을 위해서는 4차 산업혁명의 기반이 되는 여러 디지털 신기술들이 활용되는바, ①사이버물리시스템(CPS), ②로봇릭스, ③3D 프린팅, ④IoT 기반 포그 컴퓨팅(Fog Computing), ⑤사이버 보안 등이 대표적이다. 실시간으로 제조현장의 데이터를 수집할 사물인터넷, 수집된 데이터를 실시간으로 의미 있는 결과로 만들고 의사결정을 지원할 애널리틱 및 인공지능 기술은 사이버물리시스템(CPS)의 핵심 요소가 된다. 제조 설비로부터 현장 데이터를 수집해 실시간으로 제어하기 위해서는 기존 클라우드보다는 제조현장 가까에서 활용될 수 있는 포그 컴퓨팅이 대두되고 있다. 생산 현장에서의 3D프린터 도입은 설계 단계부터 적은 비용으로 시제품을 제작할 수 있도록 지원하며, 양팔 및 협동 로봇은 생산라인에 큰 변화를 가져올 것이다. 마지막으로 ICT와 데이터 그리고 하드웨어가 결합되는 스마트 팩토리 도입에 사이버 보안은 선택이 아닌 필수가 될 것이다.

### 스마트 팩토리 개념도

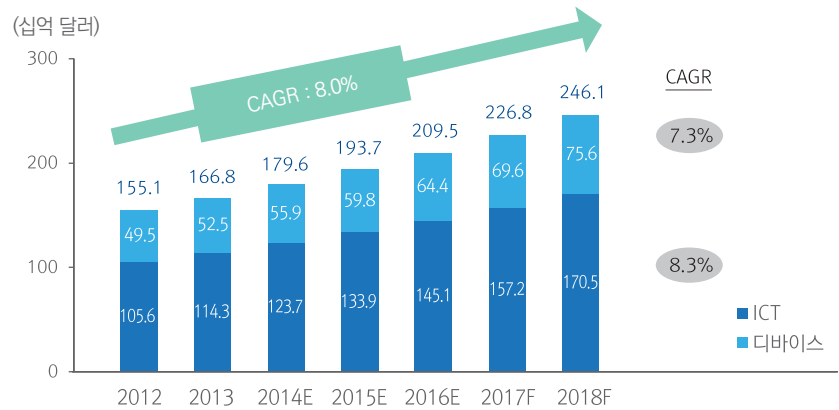




전세계 스마트 팩토리 시장 규모는 연평균 8.0% 성장하여 2018년 2,461억 달러의 경제적 가치를 창출할 전망이다. 스마트 팩토리를 구축하는 시장은 크게 ICT 공급시장과 디바이스 공급시장으로 구분된다. ICT 공급시장은 2016년 1,451억 달러에서 2018년 1,705억 달러 규모로 성장할 전망이다. 한편, 디바이스 공급시장은 2016년 644억 달러 규모에서 2018년 756억 달러 규모로 성장할 전망이다.

지역별로는 아시아 내 스마트 팩토리 ICT 공급시장은 2014년 367억 달러에서 2018년 556억 달러 규모로 연평균 10.8% 성장할 것으로 보인다. 아시아의 ICT 공급시장 성장은 대부분 중국에 기인한 것이며, 중국의 수요는 중국정부의 스마트공장 확대정책으로 2016년 유럽, 2019년 미주 시장의 수요를 추월할 것으로 예상된다. 유럽을 비롯한 주요 선진국들은 저출산 고령화 현상에 따른 생산가능인구 감소에 대응하기 위한 방안으로, 중국 등 신흥국은 인건비 상승에 대한 대응 및 제조업 경쟁력 강화 측면에서 스마트 팩토리를 경쟁적으로 구축하고 고도화해 나갈 전망이다.

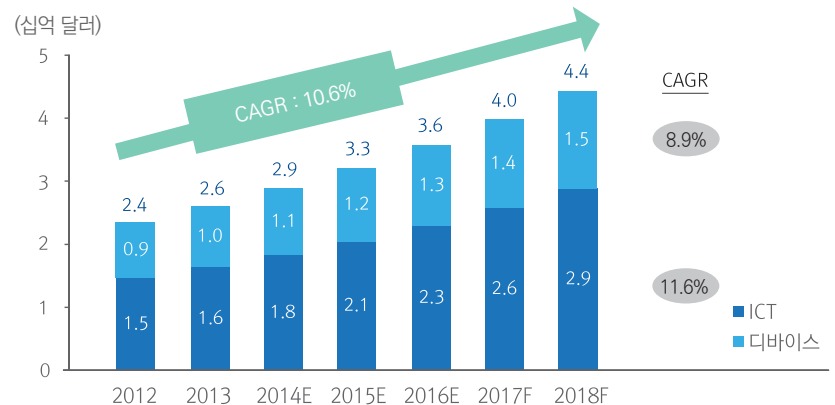
### 》 세계 스마트 팩토리 시장 규모



Source: Markets and Markets, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

국내 스마트 팩토리 시장 규모는 2012년 24억 달러에서 2018년 44억 달러 규모로 가파르게 성장할 것으로 예상된다. ICT 공급시장과 디바이스 공급시장이 각각 연평균 11.6%, 8.9% 성장해 스마트 팩토리 보급이 상당히 빠른 속도로 확산될 것으로 전망된다. 그러나 여전히 독자적인 공장 생산 환경에 고착화되어 공장의 물리적인 확장성과 가변성에 한계를 보이고 있다. 아울러 제조 분야의 외산 솔루션 도입비율은 약 90%에 이르며, 특히 하드웨어 및 소프트웨어를 구성하는 기초 부품·컴포넌트 연구나 디지털 신기술인 IT 원천기술 확보가 취약한 실정이다.

### 》 국내 스마트 팩토리 시장 규모



Source: Markets and Markets, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

Thought Leadership II

# 스마트 팩토리 기반 기술과 제조업 패러다임 변화



## 스마트 팩토리의 기반 기술

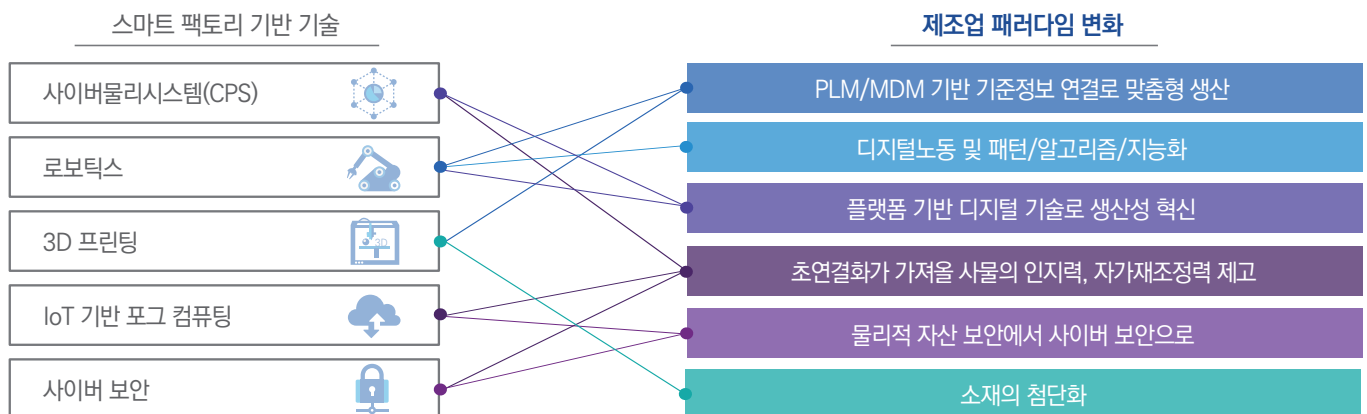
“ 스마트 팩토리의 주요 기반 기술들은 제조혁신을 이끌고, 이는 제조업의 패러다임 변화초래 ”

### 개요

기업들이 기존 제조공정에 스마트 팩토리를 도입하면서 제조업의 혁신이 일어 나고 있다. 스마트 팩토리의 주요 기반 기술들로는 사이버물리시스템(CPS), 로봇틱스, 3D 프린팅, IoT 기반 포그 컴퓨팅, 사이버 보안 기술 등이 있다. 화학, 자동차, 철강, 항공, 식료품, 섬유 등 다양한 제조 산업에 걸쳐 스마트 팩토리를 도입하게 되면서, 디지털 신기술에 의해 생산성이 증폭되고 기존에 소비자에게 제공하지 못하던 다양한 서비스 제공이 가능해 지고 있다.

이에 따라 제조업의 패러다임 또한 변화하고 있다. 실시간 주문형 맞춤형 생산이 가능해지고, 제조공정의 디지털화(Digitalization)가 가속화 되고 있다. 재고량을 전에 없이 최소화하고, 제품 불량률을 낮추며, 인건비가 절감되면서 생산성 혁신이 나타나고 있다. 생산라인뿐만 아니라 공급사슬 전 공정에 걸쳐 사물인터넷, 센서, 클라우드 기반의 초연결화가 가능해 지면서, 제조사와 부품 공급업자간의 유기적인 연결성이 강화되고 있다. 3D 프린팅 활용을 위한 소재의 첨단화가 진행되고 있고, 내구성·내열성이 요구되는 로봇을 위한 첨단 소재나, 초정밀 공정을 위한 첨단 신소재 등에 관한 관심이 높아지고 있다. 마지막으로, 생산 공정에서 필요한 기계, 부품 등의 자산보안에서 빅데이터 중심의 사이버 보안으로 보안분야의 핵심영역이 이전되고 있다. 이하의 보고서에서는 스마트 팩토리의 주요 기반 기술들을 분석하고, 어떻게 제조업의 패러다임 변화가 나타나고 있는지, 그리고 주요 기업들이 어떻게 선제적으로 대응하고 있는지를 제시하고자 한다.

### 스마트 팩토리의 기반 기술과 패러다임 변화



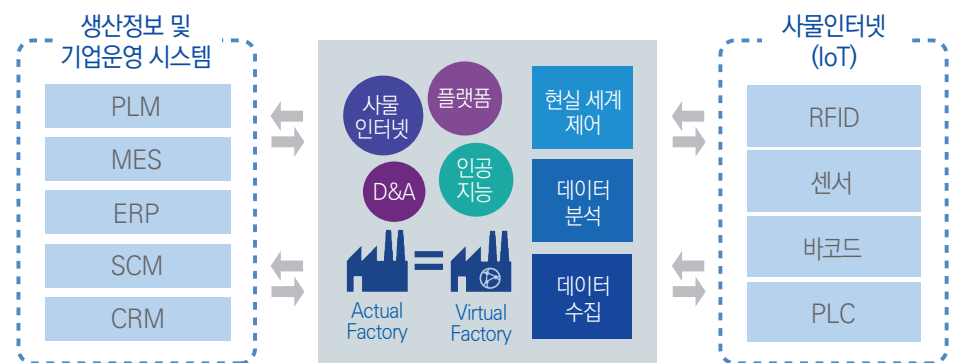
Source: 삼정KPMG 경제연구원

Note: PLM은 Product Lifecycle Management, MDM은 Master Data Management를 뜻함

## (1) 사이버물리시스템(Cyber Physical System, CPS)

제조분야의 사이버물리시스템(CPS)은 Operation Technology(OT) 시스템, 즉 생산정보시스템(PLM, MES 등) 및 기업운영시스템(ERP, SCM, CRM 등)과 같이 정형화된 디지털 데이터로 구성된 IT시스템과 공정, 제조 설비와 같은 물리적 세계가 네트워크로 통합되어, 실제 제품 혹은 설비의 작동이 디지털 세계(사이버 공간)에서도 동기화되고, 축적된 데이터에서 도출된 패턴과 알고리즘에 의해 지능적으로 제어되는 시스템을 의미한다. 사이버물리시스템을 구현하기 위해서는 모든 사물들을 연결시키는 사물인터넷과 데이터를 통합적으로 수집하는 플랫폼, 자율적으로 의사결정을 지원하는 빅데이터 분석력과 인공지능 기술 등 다양한 기술이 요구된다.

### 》 사이버물리시스템(CPS) 개념도



Source: 삼성KPMG 경제연구원

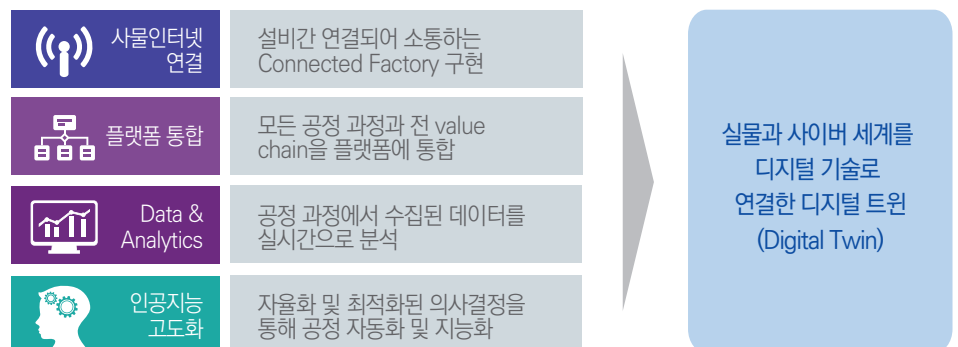
Note: PLM은 Product Lifecycle Management, MES는 Manufacturing Execution System, PLC는 Programmable Logic Controller를 뜻함

“

사이버물리시스템이  
활용된 스마트 팩토리의  
궁극적인 모습은 디지털  
트윈(Digital Twin)으로  
가상과 현실 공간의  
완벽한 통합 ”

현실에서 존재하는 실물과 사이버 세계가 연결된 사이버물리시스템을 구현하려면 기본적으로 사물인터넷을 통해 기계와 공구 및 작업자가 연결되어 기기들간 서로 피드백을 주고받을 수 있는 네트워크가 구성되어야 한다. 생산 프로세스에서 실시간으로 발생하는 데이터를 플랫폼으로 수집하여 기존에는 각 기계, 작업자, 공정, 부서 등 칸막이(Silo)별로 데이터를 관리하던 차원을 넘어서 Cross-Silo 혹은 Unsiloed된 데이터관리 체계 및 전사최적화(Enterprise-Wide Optimization, EWO)가 이뤄져야 한다. 사이버물리시스템 기술이 활용된 스마트 팩토리의 궁극적인 모습은 디지털 트윈(Digital Twin)으로 가상의 공간과 현실 공간의 생산활동이 완벽하게 동기화되는 것을 목표로 한다. 이는 현실공간의 생산활동이 디지털 데이터로 축적됨을 의미하고, 여기에 AI 분석기술이 접목되면 지능화된 자율 생산활동, 즉 머신러닝 등을 통해 스스로 학습하고 최적의 방법을 찾아 제조하는 공장이 조만간 현실화될 것이다.

### 》 사이버물리시스템(CPS) 핵심 기술



Source: 삼성KPMG 경제연구원

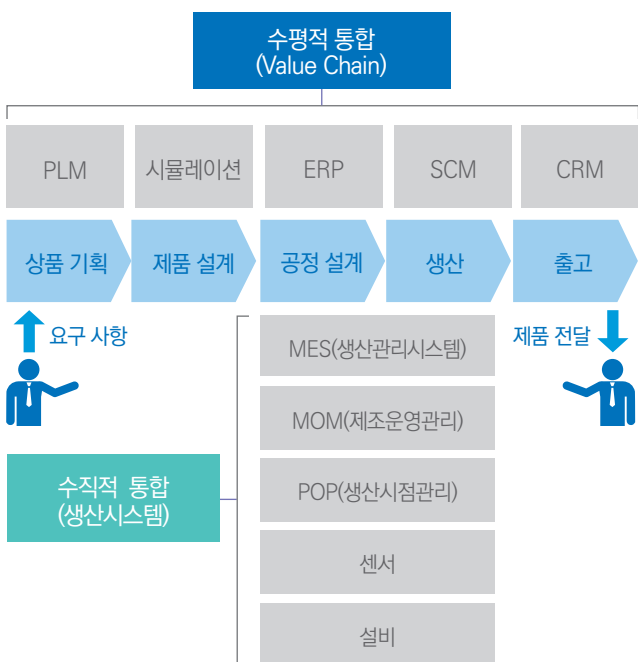
제조기반에서 사이버물리시스템 통합범위는 상품 기획부터 설계, 생산, 제품의 사용, 유지보수 혹은 애프터서비스, 단종 단계까지 제품의 전 생애주기를 수평적으로 통합하는 것을 의미한다. 이러한 수평적 통합을 실현시키기 위해서는 다양한 종류의 설비, 센서, 애플리케이션 등이 표준화된 프로토콜을 통해 연결된 수직적 통합이 요구되며, 이 모든 수평적 및 수직적 통합을 실현시키기 위해서 데이터의 플랫폼 상 축적 및 분석은 필수적이라고 볼 수 있다. 플랫폼이 주는 여러 가지 효익 중 하나인 기민성(agility)은 데이터 생성 건별 추적성보다는 그룹핑하여 처리함으로써 속도를 중시 여기는 관습 때문에 기존의 칸막이식(silo) 프로세스가 가지는 한계를 해결해준다. 즉 사이버물리시스템을 지향하며 사물인터넷 도입을 통해 폭증하는 데이터 트래픽을 신속하게 처리 및 공유하기 위해서 디지털 플랫폼은 필수적이다.

“  
사이버물리시스템은  
제조 공정 현황,  
물류·유통 현황에 대한  
모니터링부터 제어에  
이르기까지 제조혁신의  
밀바탕이 됨”

사이버물리시스템은 제조 공정 현황, 물류 및 유통 현황에 대한 모니터링뿐만 아니라, 피드백을 통한 즉시적 제어를 목표로 하는 바, 이러한 데이터에 의한 단속없는 연결과 신속분석 및 즉시적 최적화 피드백은 제조혁신의 밀바탕이 된다. 사이버물리시스템의 적용 범위는 공장이나 라인을 설치하기 전 혹은 제품의 기획 설계 단계에서 가상으로 시뮬레이션 하는 것뿐만 아니라, 생산 과정에서의 동 시뮬레이션의 동기화를 통해 데이터를 축적해 나감으로써 공정 모니터링 및 운영 분석 및 최적화를 가능하게 한다. 그렇게 물리적 생산활동과 동기화된 디지털 생산활동은 이후 판매 및 유통 단계에서 수집된 소비자의 다양한 수요사양에 대한 생산공정의 즉시적 반영과 그 반영의 최적화를 가능케 한다.

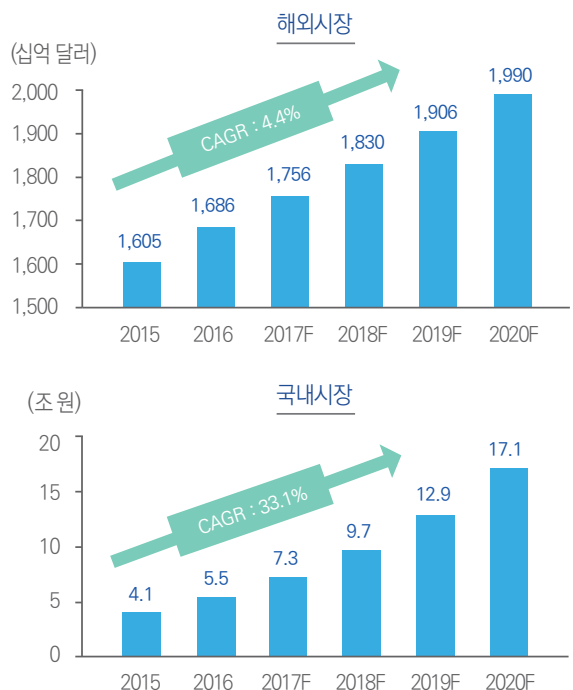
제조분야에서의 사이버물리시스템의 글로벌 시장규모는 연평균 4.4% 증가할 것으로 보고 있으며 2020년에는 약 1.99조 달러에 달할 것으로 전망된다. 사이버물리시스템을 지향하는 주요 업체로는 이미 PLM 영역과 시뮬레이션 영역에서의 역량을 보유하고 있는 지멘스와 IBM이 대표적이며, 다쏘, PTC도 PLM 솔루션을 기반으로 사업을 확장해 나가고 있다. 국내 사이버물리시스템 시장도 2016년 기준 약 5.5조 원으로 2020년까지 17.1조 원 대로 빠르게 성장할 것으로 보인다.

» 사이버물리시스템(CPS) 아키텍처



Source: 한국무역협회, 한국투자증권, 삼정KPMG 경제연구원 재구성  
Note: MOM은 Manufacturing Operation Management, POP는 Point of Production을 뜻함

» 사이버물리시스템(CPS) 시장 규모



Source: IDC(상), 한국인터넷진흥원(하), 삼정KPMG 경제연구원 재구성



## (2) 로보틱스(Robotics)

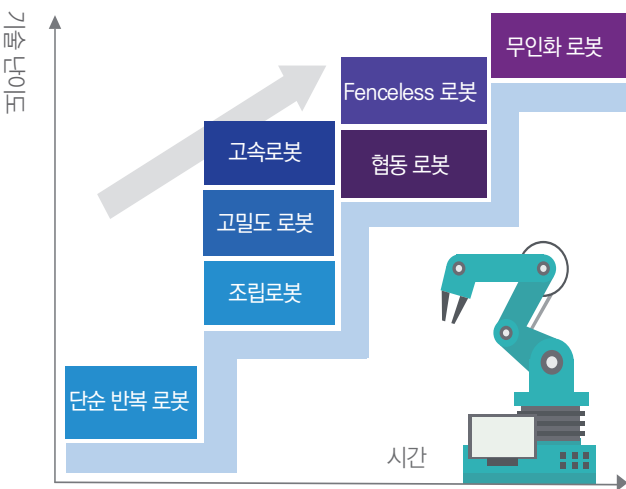
4차 산업혁명 시대에 로봇 기술이 변화를 주도할 핵심 기술로 부각되고 있으며 제조현장에서 사용되는 산업용 로봇은 필수적인 도구로 자리잡았다. 기존 대량 생산 체계에서는 업무가 정형화되어 있었다면, 차세대 제조로봇은 유형화되거나 체계화 되지 않은 공정의 업무를 수행할 수 있는 로봇 기술이 필요하다. 로봇을 통해 공장을 자동화하여 생산성을 올리하고자 하는 것을 넘어 최신 지능화 로봇 기술로 인간보다 더 정밀하고 고도의 숙련이 필요한 작업까지 가능해졌다.

기존의 대량생산 방식에서 모듈화되고 셀 생산 환경에서 작업이 가능하도록 로봇 기술은 외팔로봇에서 양팔로봇으로 변화하고 있고, 사람과 인간의 직접적인 상호 작용을 위해 설계된 로봇을 뜻하는 협동 로봇도 부상하고 있다. 미래의 완전 무인화 로봇으로 전환하는 과정에서 인간지능과 결합한 지능형 로봇에 대한 수요는 지속적으로 증가할 것으로 전망 된다.

국제로봇협회(International Federation of Robotics, IFR)에 따르면 글로벌 산업용 로봇 판매 대수가 2013년 17만 8,000만 대에서 2018년 36만 3,000대로 증가할 것으로 예상된다. 자동차 산업에서 로봇을 가장 많이 사용되는 것으로 나타났으며, 전기/전자와 철강산업이 뒤를 이었다. 현재 산업용 로봇 시장을 이끄는 대표 업체로는 ABB, 화낙(Fanuc), 쿠카(Kuka), 야스카와(Yaskawa)가 있다. 최근 화낙은 로봇에 딥러닝을 적용하여 작업을 수행하면서 자기학습을 하고, 스스로 찾아낸 작업 방법을 다른 로봇과도 공유하는 기술을 개발 중에 있다. 기존에는 CNC (Computer Numeric Control) 모듈을 기반으로 현대중공업, 현대위아, 두산공작기계 등과 공생하는 사업모델을 가졌던 화낙이 CNC를 원격으로 제어하는 소프트웨어 플랫폼으로 제공하기 시작하며 기존에 공작기계 산업이 보유하고 있던 최종소비산업에 대한 접점을 점유하기 시작했다는 점에서 동 산업에서도 디지털 혁신으로 인한 산업구조 변화가 위협과 기회로 현실화되었다.

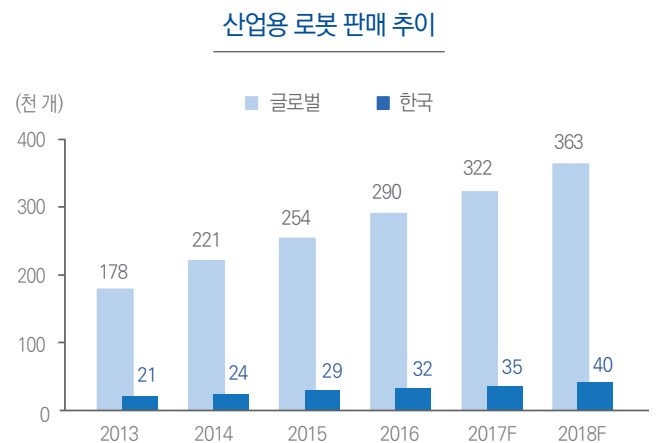
“  
양팔로봇, 협동 로봇의 도입으로 생산성 향상 뿐만 아니라 유연생산 체제로의 전환가능  
”

### 》》 로보틱스 기술의 발전 단계

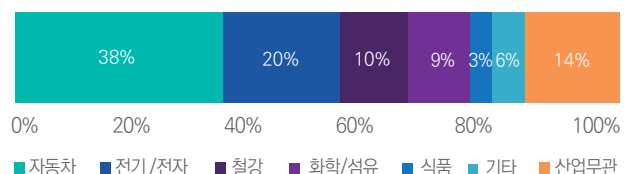


자동화	자율화	지능화
단순 반복 작업	자율적 다양한 작업	자율적 응용 작업
노동 대체 작업	고정 환경 작업	비고정 환경 작업

### 》》 산업용 로봇 시장 규모



### 산업별 산업용 로봇 구성 비율 (2015)



Source: 삼성KPMG 경제연구원

Source: 국제로봇협회, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

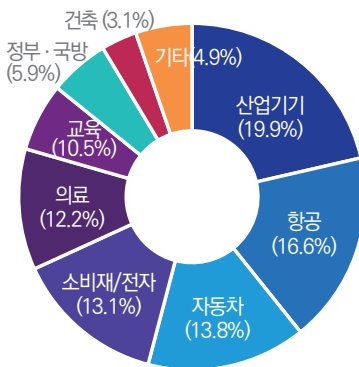
“ 3D 프린팅을 통해 맞춤형 주문 생산과 다품종 소량 생산이 구현될 수 있을 것 ”

### (3) 3D 프린팅(3D Printing)

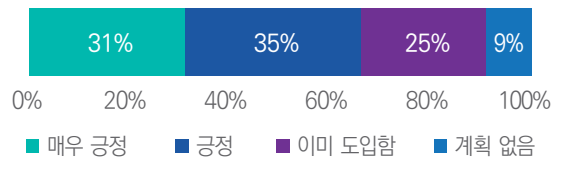
3D 프린팅은 디지털 디자인 데이터를 이용해 소재를 겹겹이 쌓아 물체를 제조하는 기술로, 공정과정에서 다양한 세부기술이 활용된다. 먼저, 모델링 단계에서는 제품 설계 시 필요한 CAD 등 컴퓨터 그래픽 기술이 활용된다. 프린팅 공정에서는 소재를 적층하여 제품을 만드는데, 해상도 및 제조 시간 등을 개선하기 위한 난이도 높은 기술이 요구된다. 최종적으로 후처리 공정 단계에서는 표면을 연마하고 염색하는 기술이 활용된다.

3D 프린팅은 단일 장비로 다양한 제품을 생산할 수 있다는 점에서 공장의 생산라인을 간소화할 수 있으며, 제품개발 단계에서 시제품의 제작비용과 시간을 절감할 수 있다. 3D 프린팅을 통해 미리 재고를 확보해둘 필요 없이 맞춤형 주문 생산이 가능하고, 다품종 소량생산이 구현될 수 있다. 이미 여러 제조현장에서 3D 프린팅이 활용되면서 산업 밸류체인이 재정립되고 있으며, 기존 제조 설비, 컨베이어 벨트, 로봇 등과 결합되었을 때, 제조의 패러다임을 변화시킬 기술로 큰 기대를 모으고 있다.

#### 3D 프린팅 적용분야



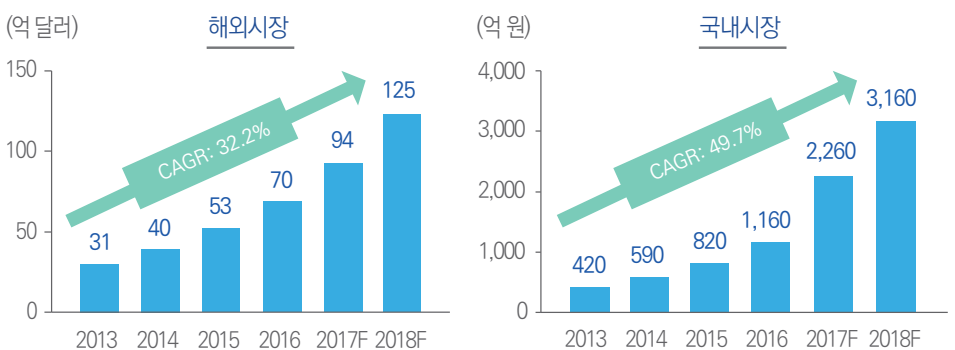
#### 향후 1~2년간 3D 프린팅에 대한 투자를 어떻게 계획하고 계십니까?



Source: Wohlers Associates, 2016(좌), Global Manufacturing Outlook, Forbes, 2016(우)

3D 프린팅 기술은 산업기기, 항공, 자동차, 소비재 등 다양한 업계에서 각종 부품을 생산하는 데 활용될 전망이다. 산업용 3D 프린팅 시장은 Stratasys와 3D Systems 양사의 과점 체계가 유지되고 있으며, Wohlers Associate은 3D 프린팅 시장이 2016년 기준 70억 달러에서 2018년 125억 달러 규모로 성장할 것으로 전망하고 있다. 3D 프린팅 적용을 위한 신소재 개발이 가속화 되고 있고, 소프트웨어 개발도 집중되고 있으며, 3D 프린터의 정밀도를 높이기 위한 R&D가 확대 되고 있어 향후 시장 전망이 매우 밝다.

#### 3D 프린팅 시장 규모



Source: Wohlers Associate(좌), 한국산업기술진흥원(우), 삼정KPMG 경제연구원 재구성

#### (4) IoT 기반 포그 컴퓨팅(Fog Computing)

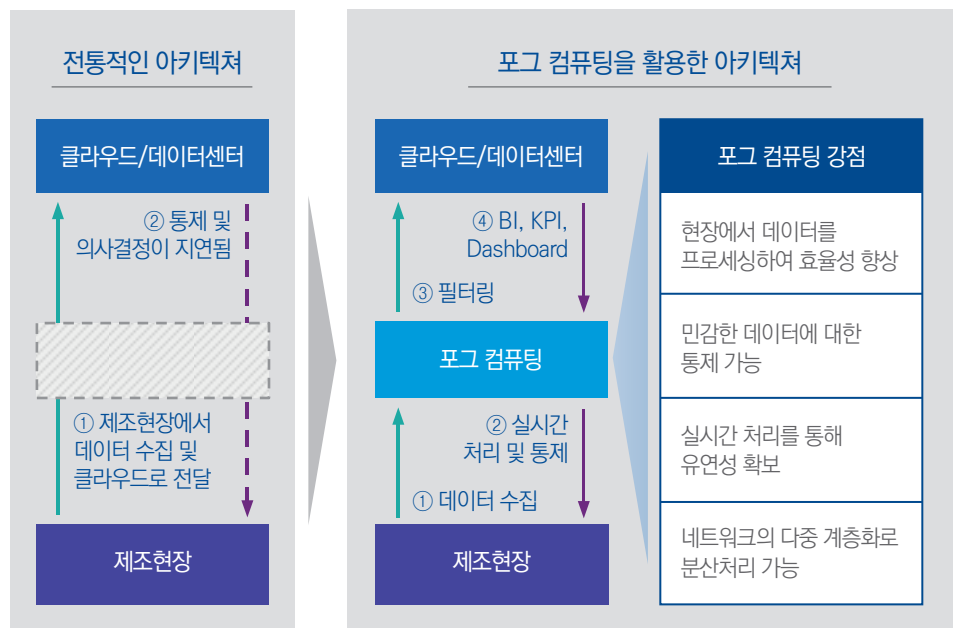
제조현장에 사물인터넷이 급격하게 늘어남에 따라 실시간으로 쏟아져 나오는 데이터의 양이 폭발적으로 증가하였다. 비록 네트워크와 클라우드 기술이 발전했지만, 여전히 초단위로 쏟아지는 공정 데이터를 클라우드로 보내 제조현장을 실시간으로 제어하는 데 한계가 존재한다. 이러한 문제를 해결하는 방안으로, 제조현장과 지리적으로 가까운 위치에서 클라우드 환경을 만들어주는 포그 컴퓨팅(Fog Computing)이 등장했다. 포그 컴퓨팅은 강력한 서버로 이루어진 것이 아니라, 작고 분산된 컴퓨터로 처리되어 사물인터넷 기기 간 연산, 저장 및 네트워크 서비스를 보다 효율적으로 제공할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 제조현장으로부터 수집된 로컬 데이터를 프로세싱하여 빠른 속도로 공장을 제어할 수 있고, 일부 필요 정보는 필터링하여 클라우드로 전달하는 방식으로 구성 되어 있다.

“  
포그 컴퓨팅은  
클라우드라는 인터넷  
세계와 현실 공간을  
만나게 해주는 접점  
플랫폼 ”

시스코는 클라우드라는 하늘 위 어딘가 먼 곳에 데이터가 저장되어 있다라는 느낌보다 데이터가 센싱되는 제조현장에 저장되고 처리된다는 의미에서 '안개'라는 의미의 포그 컴퓨팅을 착안 해냈다. 비슷한 개념으로 IBM의 엣지 컴퓨팅(Edge Computing)도 있으며, 이는 클라우드를 제조현장의 주변부(to the edge)로 옮기겠다는 의미를 갖고 있다. 앞으로 포그 컴퓨팅은 기존 클라우드 컴퓨팅을 대체하는 것이 아닌 서로의 부족한 부분들을 보완하며 상호작용하는 역할을 할 것으로 기대하고 있다.

스마트 팩토리의 궁극적인 모습은 사람이 판단했던 생산의사결정 데이터를 기반으로 패턴과 알고리즘을 도출하고, 이를 운영하여 기계학습을 시키면서 결국 생산활동의 자가재조정을 하는 것이다. 그 과정에서 포그 컴퓨팅은 각 기계장치, 공구, 작업자, 공정, 재공품, 제품 등 공장 현장에 실재하는 객체가 생성하는 무수한 데이터 트래픽을 중앙집권적으로 해결할 필요 없이 각 객체와 근접한 현장에서 센싱(sensing)하고 연산(computing)하고 동작(actuating)할 수 있도록 한다. 이처럼 유기적으로 분권화된 데이터 관리를 가능하게 한다는 점에서 인체 순환계로서 신체의 여러 곳에 분포하여 면역을 담당하는 림프절(lymph node) 역할을 한다고 볼 수 있다.

#### 》 포그 컴퓨팅 아키텍처



### (5) 사이버 보안(Cyber Security)

사이버 보안은 사이버상의 범죄, 테러, 해킹 목적의 접근 및 스파이 행위 등으로부터 정보, 시스템, 네트워크를 보호하는 IT 솔루션을 일컫는 말이다. 제조현장에서 급격히 늘어나는 연결기와 사물인터넷을 통해서 설계단계부터 생산, 유통 및 서비스 과정에 이르기까지 각 프로세스의 정보가 가상공간에서 통합됨에 따라 정보 및 기술 유출의 위험성이 더욱 커지고 있다. 실제로 공장에 생산 설비, 기계 뿐만 아니라 무선센서, 휴대기기 등이 사물인터넷으로 연결되어 통신하고 있는데, KPMG의 'Cyber Security and IoT Survey'에 따르면 93% 응답자는 이러한 사물인터넷과 관련된 사이버 위협에 매우 또는 어느 정도 우려하고 있는 것으로 나타났다.

“  
사이버 보안은 센서나  
네트워크 기술만큼이나  
강조되고 있음”

모든 사물들이 연결된 스마트 팩토리의 경우, 설계단계에서부터 최종 고객에게 전달되고 고객에게 서비스되어지는 과정까지 수많은 정보들이 연결되어 공유되고, 상호 유기적으로 결합되어 제공됨에 따라 제품 및 공정의 일부 정보 노출일지라도, 플랫폼에서 연결된 속성으로 인해 플랫폼 위에 축적된 전반적인 연계정보까지 유출될 위험이 커진다. 따라서, 4차 산업혁명 시대에는 사물인터넷 및 플랫폼의 보안기술이 센서나 네트워크 기술만큼이나 강조되고 있으며, 기업들은 산업현장의 보안을 위협하는 요소들을 파악하고 체계적이고 치밀한 사이버 보안 전략을 수립해야 한다.

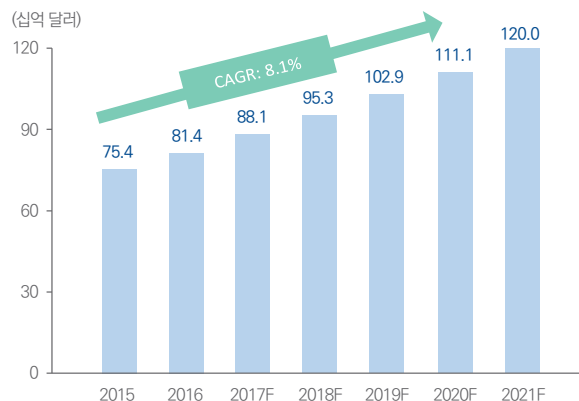
#### 》 사이버 보안 세부시장

네트워크 보안	네트워크에 부적절한 접근 및 방해 감시
데이터 보안	데이터베이스 또는 데이터센터에 허가되지 않은 접근으로부터 보호
신원 및 접근 보안	시스템 또는 서비스에 대한 사용자의 접근 허용성
엔드 포인트 보안	네트워크에 연결된 사물에 대한 보안
애플리케이션 보안	애플리케이션 개발 초기 단계부터의 보안
클라우드 보안	사이버 공격으로부터 안전한 클라우드 컴퓨팅 보안

Source: 대한무역투자진흥공사, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

글로벌 IT업체들은 보안산업 및 그 시장에서의 주도권을 확보하기 위한 M&A를 활발히 진행하는 추세이며 기업들은 사물인터넷 보안에 지출을 늘리고 있는 것으로 파악되고 있다. 더불어, 국제적으로는 다양한 프로토콜의 혼잡성을 줄이고, 연결 플랫폼을 안전하게 통합 관리하기 위한 표준화 작업도 진행되고 있다.

#### 》 글로벌 사이버 보안 시장 규모



Source: ASD리서치, Visiongain 2016, 삼성KPMG 경제연구원 재구성



## 4차 산업혁명이 가져온 제조업 패러다임 변화

“

로봇, 3D 프린팅 등으로 생산 유연성이 증대되고, 신속한 맞춤형 생산이 가능 ”

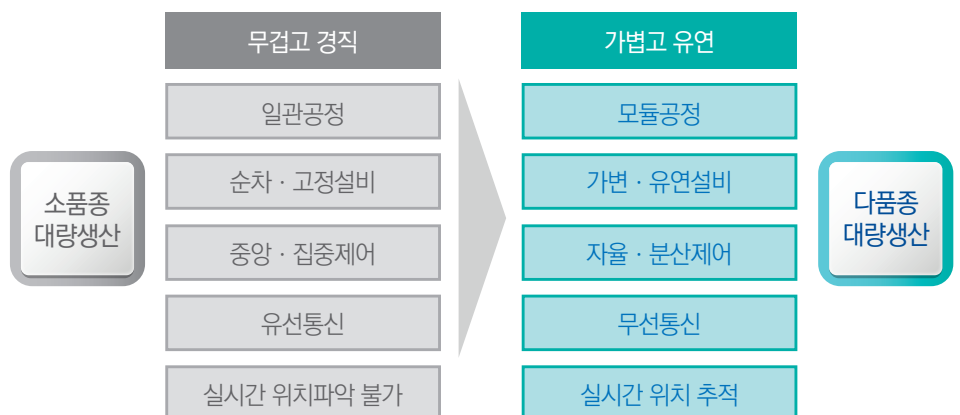
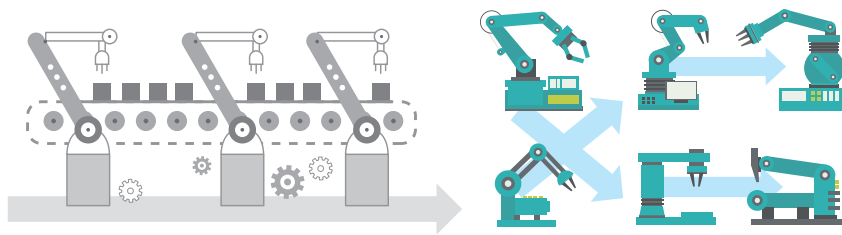
### (1) PLM/MDM 기반 기준정보 연결로 맞춤형 생산

1, 2차 산업혁명을 통해 제조업은 규모의 경제 효과로 동일한 품질과 가격의 제품을 낮은 비용으로 생산할 수 있는 대량생산 패러다임이 정착됐다. 이후 3차 산업혁명으로 다양한 제품에 대한 소비자들의 수요가 발생해 다품종 소량생산 체제가 탄생했지만, 생산 효율성 문제로 제조업 전반에 확산되기 어려운 것이 사실이었다. DIY와 같은 고객 체험형 제품이 등장하기도 했지만, 제품에 소비자의 선호를 개별적으로 반영한 맞춤형 상품을 합리적 가격으로 시장에 출시하는 데는 여전히 한계가 있었다. 하지만 이러한 어려움은 로봇과 3D 프린팅, 빅데이터 분석 등으로 점차 해소되어 가고 있다.

앞서 살펴보았듯이, 빅데이터와 사물인터넷, 로봇 등 4차 산업혁명의 기반 기술의 발전은 무겁고 경직된 생산 과정을 보다 유연하게 만들고 있다. 이를 통해 공장에서는 다양한 고객들의 세부 요구 사항들을 빠른 속도로 제조 과정에 실시간으로 반영해, 소비자 개개인이 원하는 방향으로 맞춤형 제품을 만들어낼 수 있을 것으로 기대된다. 또한 생산 유연성의 증대로 공정 과정에서 자원을 효율적으로 분배할 수 있기 때문에, 기존 대량 양산 체제와 유사한 단위 비용으로 제품을 생산할 수 있는 체제가 마련될 수 있다. 스마트 팩토리 도입을 통해 제조업계는 보다 신속하게 맞춤형 생산으로의 패러다임 전환을 이룰 것이다.

맞춤형 생산을 실현하기 위해서는 밸류체인 전반에 걸쳐 PLM/MDM 기반으로 기준정보의 통합 관리가 핵심이다. 제품 수명주기 관리(Product Lifecycle Management, PLM)는 제품의 개발 및 설계를 관리하는 시스템이고, 기준정보 관리(Master Data Management, MDM)는 데이터의 볼륨과 다양성이 폭발적으로 커지는 시점에 정보를 일관된 형태로 생성하고 수집 및 관리하는 것을 가리킨다. 글로벌 선진 기업들은 맞춤형 생산을 가능하게 하기 위해서 PLM 레벨부터 정보를 축적되고 관리하고 있고, 나아가 MDM 도입에 대해 적극적으로 고려하고 있다.

### 》 스마트 팩토리 도입을 통한 맞춤형 생산으로의 패러다임 변화



“ 스피드 팩토리, 소비자가 선택한 다양한 옵션을 반영해 5시간 내에 제품 생산 ”

“ 이를 위해 밸류체인에 걸친 사양 기준정보의 통합관리가 필수 ”

사례1 - 아디다스(Adidas)의 신속한 고객 맞춤형 생산

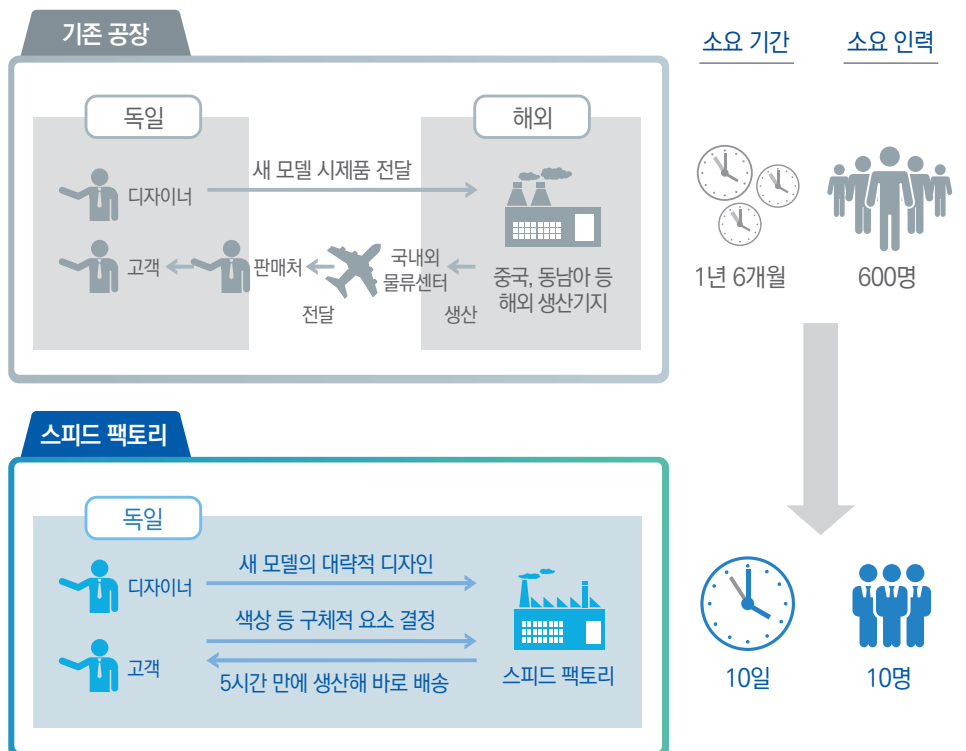
트렌드가 비교적 민감하게 반영되는 패션 분야는 맞춤형 생산이 필수적으로 요구된다. 글로벌 스포츠용품 기업인 독일의 ‘아디다스’는 본사가 있는 남부 바이에른 주에 로봇 자동화 시스템을 이용해 운동화를 생산하는 ‘스피드 팩토리’를 건설했다. 현재 독일 안스바흐 지역에서 시범 가동 중인 스피드 팩토리는 아디다스와 독일 정부, 아헨 공대가 함께 연구·개발한 합작품이다. 스피드 팩토리는 전 공정에서 로봇 자동화가 이루어져 연간 50만 켤레의 운동화 생산이 가능한 독일의 대표적인 스마트 팩토리이다.

스피드 팩토리의 가장 큰 특징은 바로 개인에게 최적화된 제품을 최단 시간에 공급한다는 것이다. 모든 공정이 본사 서버와 인터넷으로 연결되어 고객 트렌드와 수요를 실시간으로 반영할 수 있는 시스템이 구현되어 있다. 이를 통해 아디다스는 신발끈부터 깔창, 뒷굽 등 다양한 옵션 중 소비자가 원하는 것을 선택하면 5시간 내에 제품을 생산해낸다. 이를 기존 맞춤형 신발 제작 및 배송기간인 10여 일과 비교하면 기간이 단축됨을 알 수 있다.

아디다스는 스피드 팩토리를 통해 유행 변화에 신속하게 대처할 수 있어 소비자가 원하는 신발을 빠르게 공급할 수 있다고 설명한다. 더 나아가 3D 프린팅 기술을 활용하여 진정한 의미의 고객 맞춤형 생산 시스템 구축하는 것이 아디다스의 궁극적 목표이다.

핵심은 소비자가 고를 수 있는 옵션 사양이 생산을 수행하는 팩토리의 생산사양, 원부재료 구매 부서의 구매사양 및 협력사의 동 원부재료 생산사양과 유기적으로 관리되어야 한다는 점이다. 결국 스마트공장의 성공은 소비자의 니즈의 변화에 대해 얼마나 만족스럽게 생산과 구매가 반응하느냐, 그 프로세스를 디지털기술을 이용해 어떻게 지혜롭게 구축하느냐에 달려 있다.

» 아디다스의 스피드 팩토리 개념과 기대 효과



Source: 언론사 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성  
 Note: 소요 기간은 디자인부터 판매까지, 소요 인력은 연 50만 켤레 제작 기준

### 사례2 - 노빌리아(Nobilis)의 개별 맞춤형 가구 대량 생산

독일의 주방 가구 브랜드 ‘노빌리아’는 개개인의 취향이 미세하게 다른 가구 분야에서 맞춤형 생산으로 유명하다. 노빌리아는 매일 3,000세트, 연간 66만 세트에 달하는 고객 맞춤형 부엌 가구를 전세계에 판매하고 있다. 인건비가 비싼 독일에서 노빌리아가 맞춤형 가구를 제작할 수 있는 바탕은 생산 자동화 컴퓨터 시스템인 ‘Manufacturing by Wire’에 있다. 이 자동생산방식은 생산 공정을 전공정과 후공정으로 구분하여 ICT를 접목한 방법으로, 각 공정 별로 고객이 원하는 요청사항 등 다양한 정보를 제공해 조립공정을 최적화함으로써 제조 경쟁력을 확보했다.

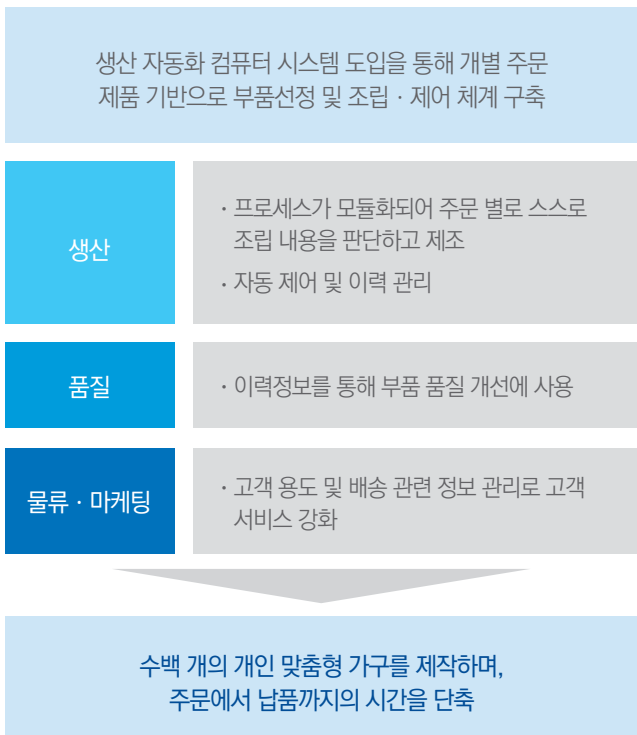
노빌리아의 스마트 팩토리는 인더스트리 4.0의 교과서라 불릴 만큼 성공적인 스마트 팩토리 사례로 자리매김하고 있다. 고객들은 노빌리아에서 85가지 색상, 215가지 크기 중 원하는 제품으로 선택해 맞춤형 가구를 구성할 수 있다. 노빌리아 제품의 조합은 2만 가지 이상이며 고객의 요구가 다양해지고 있어 제품 제작의 복잡도는 더욱 높아지고 있지만, 스마트 팩토리 시스템 도입 이후 소비자들의 제품 만족도는 독일에서 가장 높은 수준을 보이고 있다. 이는 성과로 연결되고 있는데, 노빌리아는 연간 매출이 지속적으로 증가하고 있으며 시장점유율도 높아지고 있다. 이제 노빌리아에게 스마트 팩토리는 특별한 경쟁력이 되었다.

앞 사례와 같이 소비자 옵션 사양에 따라 생산현장의 생산사양, 원부재료 구매사양 등을 유기적으로 적응관리하는 것이 핵심이다. 소비자 기호는 변하기 마련인 바, 디자인, 생산 및 구매 등 밸류체인 전반에 걸쳐 그 변화를 어떻게 수용할 것인가가 경쟁력 유지의 핵심이다. 그 이유로 제품 수명주기 관리(PLM)의 중요성이 높아졌으며, 과거 PLM이 연구개발부서의 시제품 생산에 국한된 기능이라면, 현재 스마트 팩토리에서는 밸류체인 전반에 걸친 기준정보 관리(MDM)와 의사소통의 채널이 된다.

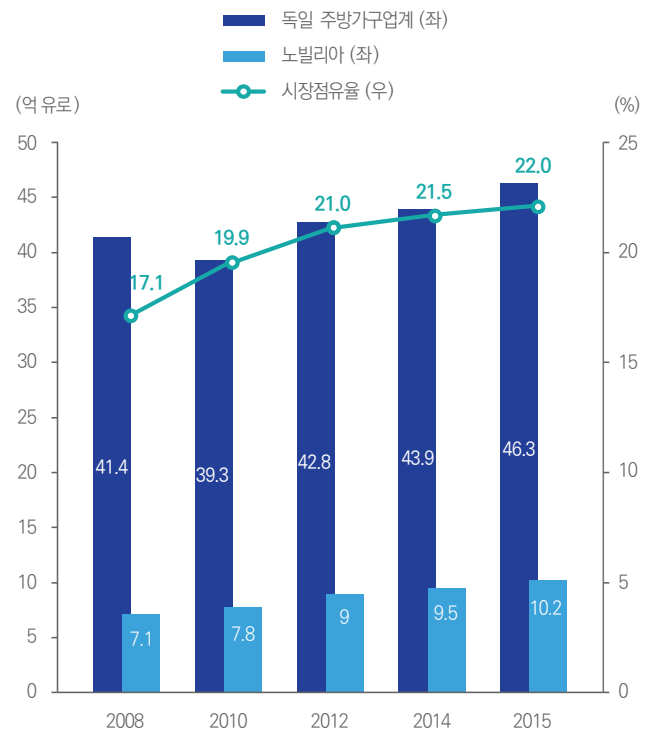
“ 자동생산방식 도입을 통한 조립공정 최적화로 맞춤형 생산 ”

“ PLM을 통해 소비자와 양산 생산현장을 통합 ”

#### 》 노빌리아의 Manufacturing by Wire



#### 》 독일 주방가구업계와 노빌리아의 매출



Source: 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

Source: 유럽연합 통계청, 노빌리아, 언론사 종합

## (2) 디지털 노동 및 패턴/알고리즘/지능화

빅데이터와 사물인터넷, 인공지능(AI) 등 4차 산업혁명의 다양한 기반 기술들은 스마트 팩토리에 속속 도입되고 있다. 제조업은 여타 산업보다 빠르게 새로운 기술들을 도입했는데, 이는 공장 자동화(Factory Automation, FA)의 보급과 무관하지 않다. 산업 특성상 무거운 원료나 제품을 이동하고 가공해야 하는 제조업은 오래 전부터 기계를 활용해왔으며, 로봇 기술의 발달로 인간 노동자가 할 수 있는 역할을 산업용 로봇으로 대체하고 있다. 기존 제조업 현장에서 물건을 적재하거나 이동하는 데에 사용되던 로봇은 이제 정밀 공정에 투입되고 있고, 고온, 고압 등의 위험한 작업환경에서의 작업을 로봇이 대체하고 있다. 이러한 추세는 최저임금 상승과 인구 고령화, 생산가능인구 감소 등과 같은 사회적 변화와도 맞물리면서 가속화되고 있다. 이뿐만 아니라, 3차 산업혁명의 '자동화'는 4차 산업혁명에서 '지능화'로 빠르게 발전하고 있다. 룰과 알고리즘에 의해 현장인력이 통제하던 로봇들이 통계적 패턴과 그에 기반한 알고리즘을 스스로 발견하고 적응적으로 개선해 가는 머신러닝이 화두가 되었다.

“ 단순 노동을 제공하던 디지털 노동은 지능화됨에 따라 더욱 중요한 요소로 자리매김 ”

특히 최근에는 인공지능 기술이 진화함에 따라 방대한 정보를 분석하고 자연언어로 소통하는 새로운 노동 형태인 디지털 노동(Digital Labor)이 부상하고 있다. 그 동안 비교적 간단하고 반복적인 작업에만 기계를 도입해 자동화 업무가 적용되었다면, 머신러닝의 발달로 금융권에서 로보 어드바이저가 업무를 처리하고 콜센터 상담사를 챗봇이 대체하는 등 다양한 영역에서 디지털 노동의 활용이 확산되고 있다. 이처럼 디지털 노동은 지능화됨에 따라 스마트 팩토리에서 더욱 중요한 요소로 자리매김 할 것으로 전망된다. 이 역시 기존에 사람이 수행하던 프로세스에서 누적된 데이터에서 통계적 패턴을 발견하고, 경영의사결정에 의미있는 알고리즘을 도출하기 때문에 가능해진 것이다.

### » 디지털 노동의 스펙트럼





### 사례1- 테슬라(Tesla)의 지능형 유연 생산

엘론 머스크(Elon Musk)는 민간 최대 항공우주 기업 스페이스 엑스(Space X), 태양광 발전 기업 솔라시티(Solar City)를 설립하는 등 혁신의 아이콘으로 불린다. 그가 경영하는 테슬라 또한 첨단 제조기법을 빠르게 도입해 자동차를 생산함으로써 제조업의 역사를 새로 쓰고 있다.

테슬라의 미국 캘리포니아주 프리몬트 공장에서는 로봇이 사람과 함께 전기차를 생산한다. 로봇 카트가 공장 바닥에 깔린 자석 띠를 따라 제품을 이동하는 '스마트 무브'가 설치되어 있으며, 레이저 절단 로봇이 부품을 자르고 쿠카(Kuka) 로봇이 알루미늄과 철제 부품들을 조립해 차체를 제작한다. 로봇의 작업 내용은 데이터로 추적되며 지속적으로 업데이트 될 수 있고, 새로운 작업 내용을 입력 할 수 있어 지능형 유연 생산을 실현한다. 이처럼 테슬라는 디지털 노동을 활용함으로써 여타 자동차 생산 기업들보다 높은 수준의 지능형 고도화된 공장자동화를 달성하고 있다.

#### 》 테슬라 프리몬트 공장의 주요 공정

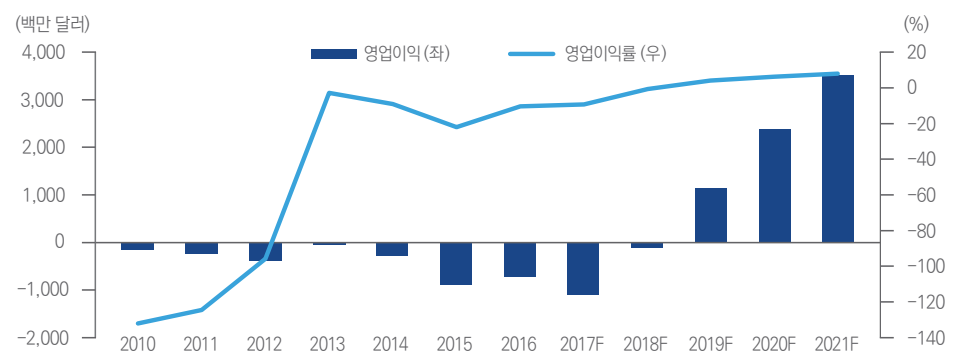
공정 과정	설명
스마트 무브	■ 자동 이동 라인으로, 로봇 카트가 공장 바닥에 깔린 자석 띠를 따라 제품을 이동
펜더 제작	■ 레이저 절단 로봇이 부품을 원하는 모양으로 자르면 프레스기를 통해 3차원 형상의 펜더로 제작
차체 제작	■ 독일제 쿠카 조립 로봇들이 알루미늄과 철제 부품들로 차체를 제작 ■ 고해상도 3D 카메라로 드릴, 용접, 리벳 가공 등을 정밀하게 수행
스탬핑	■ 스탬핑 센터에서 알루미늄 원료를 후드, 범퍼, 패널 등으로 가공
최종 검수	■ 사람이 좌석, 도어 핸들, 계기판 등을 부착하는 마무리 작업

Source: 언론사 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

“  
로봇을 통한  
지능형 유연 생산,  
향후 완전 무인화 목표  
”

테슬라의 최신 모델인 모델3의 생산라인은 배치된 인력을 점차 줄여나가도록 설계되어 있으며 궁극적으로는 완전 무인화 공장을 목표로 한다. 2016년에는 독일의 자동화 공정 전문 기업 그로만 엔지니어링(Grohmann Engineering)을 인수해 자사의 공장이 디지털 노동을 최적으로 활용할 수 있는 준비를 계속해 나가고 있다. 2017년 11월 현재 수주실적 처리속도가 늦어 생산성 하락으로 고전하고 있지만 최고 수준으로 지능형 자동화 공장의 생산방식이 정착된다면 시장에서의 예상대로 테슬라의 영업이익은 향후 급격히 개선될 것으로 보인다. 더 나아가 그로만 엔지니어링을 인수했다는 점을 통해 테슬라가 완전 무인화 공장을 구현한 후에는 스마트 팩토리화 구축 엔지니어링 자체를 혁신상품으로 출시할 가능성도 완전히 배제할 수는 없다.

#### 》 테슬라의 영업이익 및 영업이익률



Source: Bloomberg, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

사례2 - LS산전의 한국형 스마트 팩토리

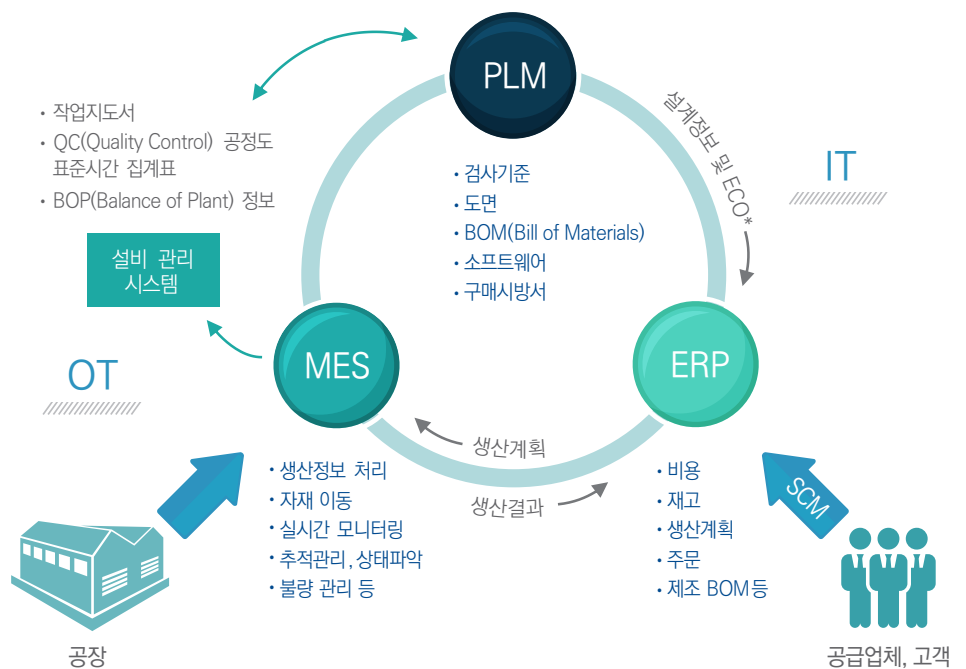
전력기기와 산업용 자동화기기·시스템을 제조 및 공급하는 LS산전은 한국의 스마트 팩토리 성공 사례에 자주 등장하는 기업이다. LS산전은 2011년부터 단계적으로 스마트 팩토리를 구축해왔다. 제품 설계부터 생산과 판매에 이르기까지 PLM과 설비관리 시스템을 중심으로 IT와 OT (Operational Technology) 밸류체인의 기준정보를 통일성있게 통합하여 사이버물리시스템 달성을 지향한다. 또한 현장 자동화 구축으로 확대된 다양한 데이터를 활용해 생산현황 및 최적화 달성을 위한 패턴분석과 신속한 알고리즘화 가능 패턴을 기반으로 한 생산 의사결정이 가능해졌다.

LS산전의 청주 1사업장은 대표적인 스마트 팩토리로, 부품 공급부터 조립, 포장 등 전 라인에 걸쳐 자동화 시스템이 마련되어 있다. 연합뉴스에 따르면, LS산전의 청주 공장은 2015년 12월 기준 96% 수준의 자동화율이 구현됐으며, 생산라인 곳곳에는 무인 운반차가 배치되어 있다. 무인 운반차는 제품이 부족해질 때를 스스로 인식해 이동하여 각 부품을 운반한다. 생산라인 공정에는 PLC(Programmable Logic Controller, 설비자동제어장치)가 MES(Manufacturing Execution System, 제조실행시스템)와 연결되어 있고, 이를 통해 각 공장을 네트워크로 연결한다. LS산전은 스마트 팩토리 모델 구축으로 생산라인 당 작업자 수를 절반 수준으로 줄이고, 그동안 업무를 내지 못했던 세밀하고 체계적인 엔지니어링 수준제고를 달성했다. 현재 중간 단계까지 진행된 생산라인의 스마트화를 고도화 단계까지 지속적으로 추진해 나갈 계획이다.

사이버물리시스템의 궁극적인 단계는 물리적으로 실존하는 생산활동이 CAD나 VR 소프트웨어를 기반으로 센서, 액추에이터 및 컴퓨팅을 기본요소로 하는 로봇에 의해 실시간, 양방향 동기화되는 것이다. LS산전은 사이버물리시스템이 필요로 하는 디지털 자산(Digital Article)을 수집해가며 지속가능한 디지털 여정을 진행 중이다.

“ 전 라인 자동화 시스템, 무인운반차로 스마트화, CPS 위한 디지털 자산 수집 ”

» LS산전의 스마트 팩토리 모델



Source: LS산전 산전스케치(2015년 7월호)  
 Note: \*ECO는 Engineering Change Order를 뜻함

### (3) 플랫폼 기반 디지털 기술로 생산성 혁신

새로운 산업혁명의 단계로 접어든다는 것은 기술 영역의 발전뿐 아니라, 기존의 생산성에 혁신이 이루어진다는 의미이기도 하다. 제조업에서는 플랫폼 기반 디지털신기술 도입으로 생산성 혁신이 가속화 및 가시화되고 있다.

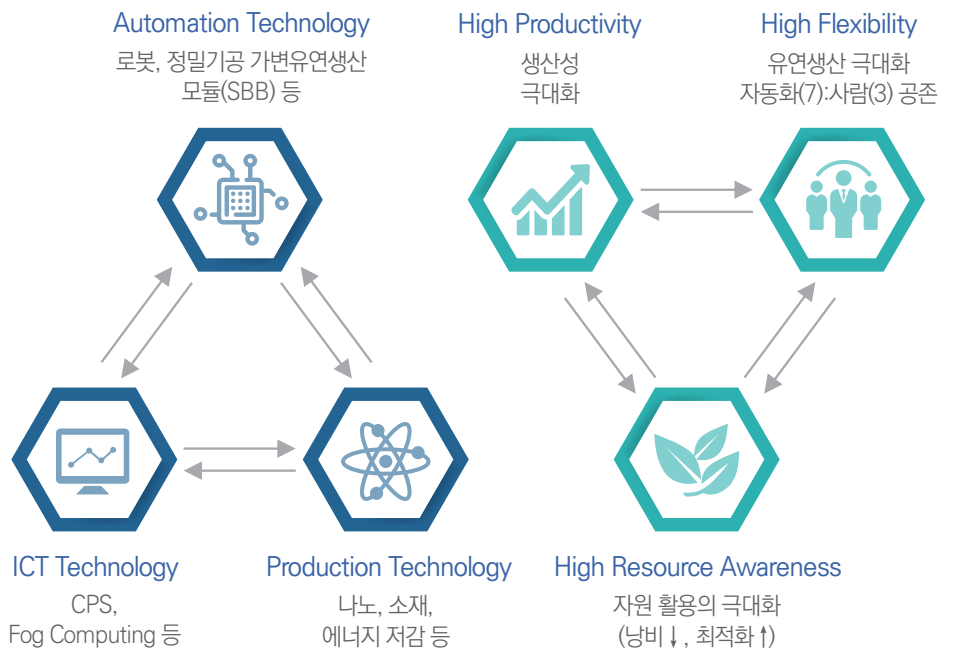
조립공정을 기반으로 하는 제조기업의 공장은 사이버물리시스템을 지향하며 밸류체인 전반에 걸친 BOM 등 기준정보의 통합관리를 통해 의사소통 효율성을 높이고 경영의사결정 속도를 개선한다. 철강이나 석유화학 같이 연속공정을 기반으로 하는 제조기업은 센서로 수집된 디지털 데이터로부터 패턴발견 및 알고리즘화를 통한 수율개선, 품질제고가 혁신의 핵심이다.

플랫폼을 기반으로 생산성 혁신 수준이 증폭되는 것도 중요한 패러다임이 되었다. 디지털 기술이 없던 시절에는 소비자에게 제조된 제품을 판촉하기 위한 물리적 노력이 필요했으나, 전세계 소비자를 만날 수 있는 디지털 플랫폼이 존재하는 현재는 그 양상이 180도 달라졌다. 동 플랫폼을 기반으로 디지털 비즈니스 모델을 수립한 기업이 혁신의 선순환을 타면 성장의 증폭력은 가히 상상을 초월하게 될 것이다.

한편, 4차 산업혁명과 함께 등장한 디지털 노동은 단순히 사람이 할 수 없는 일을 수행하거나 위험한 작업 환경에 노출되는 등의 대체 노동력으로서의 기능을 하는 로봇을 통한 생산성 제고에 그치지 않고, 지능화를 지향하며 빅데이터를 실시간으로 축적하고, 분석하고, 패턴을 발견하고 알고리즘을 발굴하여 더욱 유연하고 효율적인 생산행태를 만든다. 또한 생산의 유연화는 자원과 에너지의 효율적 소비 및 기업 전반의 경영의사결정 효율화를 뜻한다.

2017년 1월 민관합동스마트공장추진단에 따르면, 스마트 팩토리를 구축한 중소·중견기업은 불량률 46% 감소, 원가 16% 절감 등 경쟁력이 강화되는 모습이 나타났다. 전세계적으로 4차 산업혁명에 대한 관심과 지원이 늘어나고 있는 가운데, 이러한 흐름에 맞춰 기술과 소재 개발도 활발히 이루어지고 있어 제조업계의 생산성 혁신 퍼레이드는 지속될 것으로 예상된다.

#### 》 스마트 공장 요소 및 구축 효과

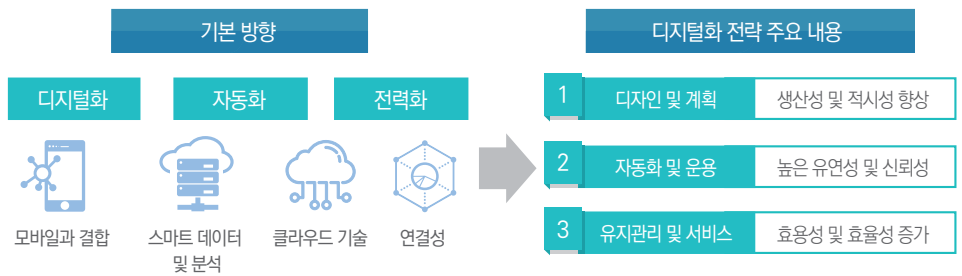


“  
제조 플랫폼 도입을  
통한 혁신 가속화”

### 사례1 - 지멘스(Siemens)의 세계 최고의 지능형 공장

지멘스는 사이버물리시스템(지멘스는 이를 Digital Twin이라 부름)을 바탕으로 제품의 시장 적기 출시, 생산 설비의 유연성, 효율적 생산 등 세 가지 키워드의 실현을 목표로, 제품의 설계부터 최종 제품 생산, 서비스에 이르는 전체 과정을 일괄적으로 관리함으로써 공장의 디지털화, 자동화, 지능화를 달성했다. 이러한 기본 방향을 목격할 수 있는 대표적인 곳이 바로 독일 뮌헨에 위치한 암베르크 공장이다. 암베르크 공장은 지멘스의 '디지털 팩토리' 부문 소속의 지능형 공장으로서, 분석 기반의 의사 결정으로 불량률을 감소시키고 생산주기를 단축하는 등 생산성 혁신을 이뤘다.

#### 지멘스의 스마트 팩토리 구축 방향 및 전략



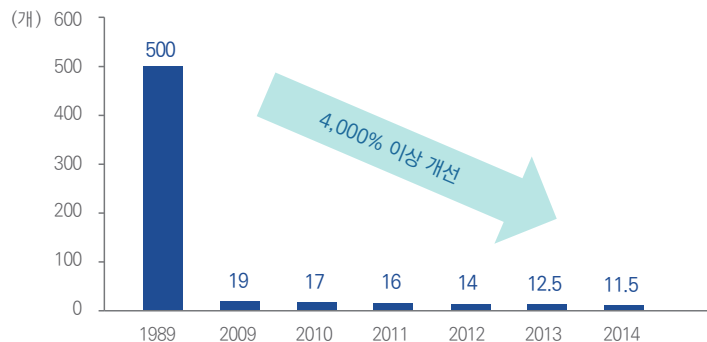
Source: Siemens, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

“  
암베르크 공장,  
빅데이터 실시간 분석을  
활용한 공정지능화로  
수요연동 생산조정이  
가능해지고, 불량률도  
축소 ”

암베르크 공장은 빅데이터를 활용해 대부분의 공정을 자동화했다. IT 기술과 융합한 기계와 수많은 센서를 통해 얻은 5,000만 개 이상의 빅데이터를 실시간으로 분석하고, 패턴을 찾고, 의사 결정(현상 패턴별 의사결정 선택이 매칭되면 알고리즘화)을 내린다. 이뿐만 아니라, 암베르크 공장에서 생산하는 수만 개의 부품마다 일련번호를 부여해 문제가 발생하면 어느 지점에서 어떤 부품이 잘못됐는지 즉시 확인할 수도 있다. 지멘스는 스마트 팩토리 구축으로 암베르크 공장의 불량률은 0.0012%로, 제품 100만 개당 불량품이 12개에 불과하게 됐다고 밝혔다. 이는 1989년 100만 개당 불량률이 500개이던 것과 비교하면 4,000% 이상 개선된 결과다. 또한 로봇을 배치해 모듈화된 공장을 신속하게 운용할 수 있어 유연성도 증가했으며, 데이터를 통해 생산라인의 최적화도 구현해냈다.

암베르크 공장은 독일기업의 정교하고 분석적인 사고방식에 따른 장기간 연구의 산물이다. 최근 독일정부의 Industry 4.0 운동과 상호작용을 일으켜 제조업 디지털혁신의 상징이 되었다. 사실 지멘스는 Digital Factory Suite(스마트공장용 경영정보시스템)란 신제품 사업을 위해 암베르크 공장을 모델공장으로 만들었다. 제조강국인 한국은 지멘스의 이러한 디지털 신사업을 눈여겨 보며, 신속하게 추격 및 추월해야만 블루오션 산업을 선도할 수 있을 것이다.

#### 지멘스 암베르크 공장의 불량품 수



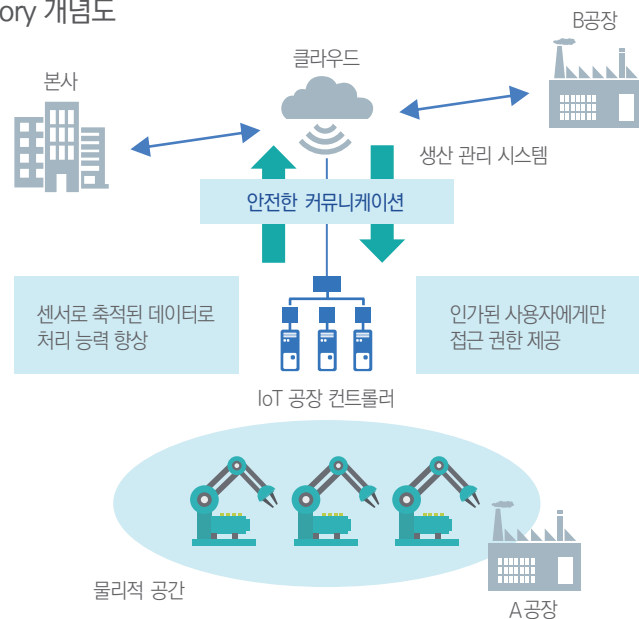
Source: Siemens, 언론사 종합  
Note: 100만 개 당 불량품 수



## 사례2 - 미쓰비시 전기의 e-F@ctory

미쓰비시 전기는 일본의 대표적인 스마트 팩토리 강자로, 제조업 환경 변화를 선제적으로 준비하여 2003년부터 'e-F@ctory'라는 스마트 팩토리 솔루션을 제시해왔다. e-F@ctory는 제조현장의 원활한 네트워킹 및 데이터 관리 솔루션으로, IoT, 클라우드 등을 활용해 실시간으로 에너지 사용량, 생산라인 및 설비 가동상황을 유지하거나 예측하는 등 공정 지능화를 도모한다. 한국에서도 여러 차례 전시회와 세미나에 참석하여 자사의 스마트 팩토리 구축솔루션 및 자문이라는 신제품을 소개한 바 있다. 핵심은 사이버물리시스템이며, 4차 산업혁명 대두로 일본을 대표하는 스마트 팩토리 솔루션으로 자리잡은 'e-F@ctory'는 사실상 지멘스의 Digital Factory Suite와 경쟁하고 있다.

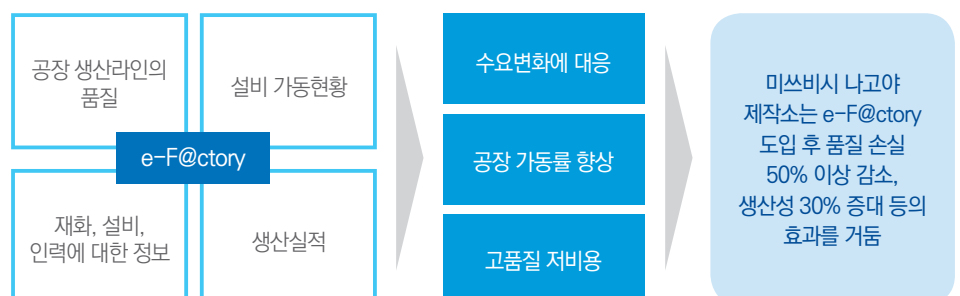
### >> e-F@ctory 개념도



Source: 미쓰비시 전기, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

e-F@ctory가 가장 잘 접목된 공장은 나고야 제작소다. 미쓰비시 전기에 따르면 나고야 제작소에 스마트 팩토리 솔루션을 적용한 후, 품질 손실 50% 이상 감소, 생산성 30% 증대, 에너지 비용 30% 감소 등 제조 과정 및 제품에서 효과가 크게 나타났다. 뿐만 아니라 생산 현장에서 실시간으로 데이터를 처리할 수 있어 제품 가공 시간 감소, 불량품 발생 원천 차단 등 디지털 기술과 공정을 효과적으로 접목해 생산에 최적화된 환경을 구축했다. 미쓰비시 전기는 앞으로 수집한 데이터를 활용해 품질 및 생산성 향상뿐만 아니라, 개발 제품 자체에 대한 개선 피드백을 받기 위한 데이터를 추출할 수 있는 단계로 발전하기 위한 방안을 모색하고 있다.

### >> e-F@ctory 구축을 통한 효과



Source: 미쓰비시 전기, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

“  
미쓰비시, e-F@ctory  
솔루션 통해 공정 지능화  
로 생산성 증가 ”

#### (4) 초연결화가 가져올 사물의 인지력, 자가재조정력 제고

사물인터넷은 스마트 팩토리 구축의 필수 요소라 할 수 있다. IoT는 제조업 데이터를 기반으로 하는 4차 산업혁명의 핵심인 사이버물리시스템의 기반 기술 중 하나로서 데이터를 모으는 감각기관, 즉 물리적으로 존재하는 생산활동을 사이버 세상으로 재현하고 동기화하기 위해 필요한 피부와 신경 조직 역할을 하기 때문이다. 지금까지 인터넷은 사람과 사람을 연결시키고 각 연결고리에서 사람의 지능적 판단을 했지만, 앞으로는 사물이 인터넷에 직접 연결되어 작동하며 각 연결고리(게이트웨이, 엣지, 반도체 등)에서 사람의 판단을 대체하는 인지적, 판단적 기능을 갖추게 된다. 즉, 과거에는 중앙집권적 룰기반 판단을 했다면, 앞으로는 분권적 네트워크 상에서 권한과 책임을 나누게 되며 심지어는 룰을 넘어서 자가재조정 기능을 더하게 될 것이다.

“  
공정설비 간 연결 외  
공급사슬 전반에 걸친  
공급자-제조사-소비자  
연결 증가로 사물의  
인지판단적 기능 촉발  
”

다양한 센서가 부착된 기기들에서 발생하는 데이터들은 IoT를 통해 집적되고, 이는 종국적으로 사이버물리시스템이 원활히 작동하도록 지원한다. 사물이 사람의 개입 없이 연결되어 데이터가 부가치 창출의 핵심이 되고, 실제 물리적 세계와 사이버 공간의 융합이 이루어져 초연결화가 실현되는 것이다. 초연결화는 하나의 공장 내에서만 이루어지는 수준에 머무는 것이 아니라, 원자재 및 부품 공급업자들과 제조사 간의 연결성을 강화하여 공급사슬관리의 효율성을 증대시켜주는 방향으로 진화해 나가고 있다.

IoT 인프라는 분야 및 시스템 별로 폐쇄된 형태에서 클라우드 컴퓨팅을 활용한 오픈 시스템으로 변화한 후, 포그 컴퓨팅(혹은 엣지 컴퓨팅)을 통해 작동하는 오픈 네트워크로 발전할 전망이다. 가트너는 올해 전 세계 IoT 기기가 전년대비 31% 증가한 84억 대를 기록하고, 2020년에는 204억 대의 기기가 IoT로 연결될 것으로 예상한다. 이러한 IoT 확산으로 인해 사물의 디지털화와 네트워크화는 급속하게 확대될 것이다. 또한 지멘스와 GE 등 전통적 제조 분야 강자들이 산업용 IoT 플랫폼까지 선점하기 위해 노력하고 있는 것과 같이, 제조현장 기기 등 산업 분야의 IoT 기기 도입은 스마트 팩토리의 확산과 더불어 점차 확대될 것으로 보인다.

#### » 사물 인터넷의 변화와 향후 발전 방향



“  
 공장 시설과 컴퓨터가  
 IoT로 연결되어  
 실시간으로 대화,  
 인터넷을 통해 최적  
 생산 효율 유지”

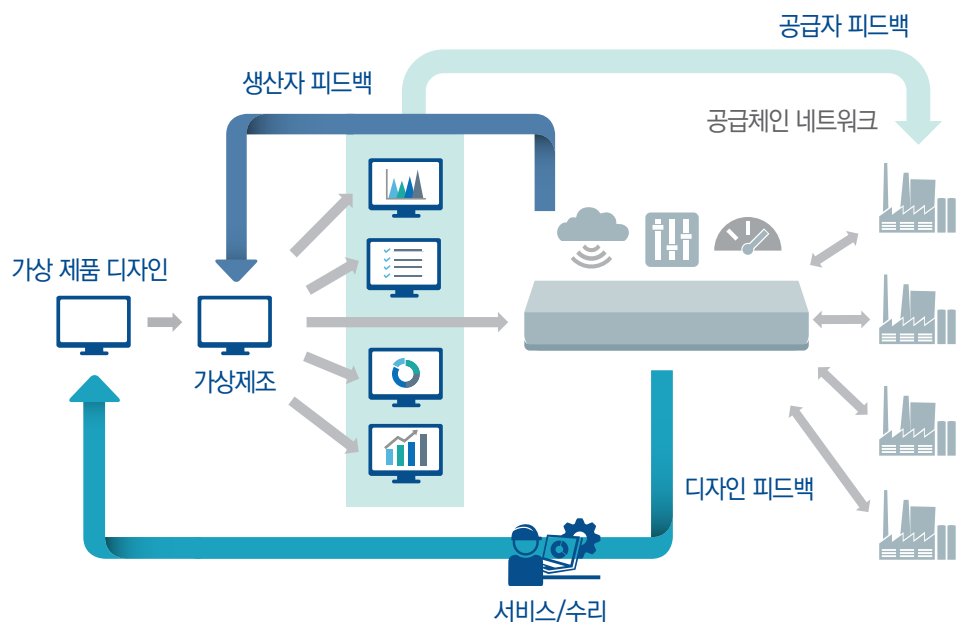
### 사례1 - GE의 생각하는 공장

2015년 2월부터 인도에서 GE의 '생각하는 공장(Brilliant Factory)'이 가동되기 시작했다. 이곳은 바로 항공, 발전, 오일 및 가스, 운송에 이르기까지 GE의 네 가지 사업영역에 필요한 제품을 한 곳에서 생산하는 멀티모달 공장(Multi-Modal Factory)이다. 인도의 멀티모달 공장은 GE의 대표적인 스마트 팩토리로 하나의 생산 설비가 자동으로 모드를 전환해 제트엔진, 수처리장치(Water Treatment Units) 등을 만들어낸다. 이는 공장 시설과 컴퓨터가 IoT로 연결되어 실시간으로 대화를 나눌 수 있기 때문에 가능하다. 생각하는 공장은 공장 내의 설비와 제품이 생성하고 송수신하는 정보를 산업 인터넷과 클라우드 서버로 연결하고 교환한다. 이를 통해 공장이 스스로 생산 관련 정보를 공유하고 제조 품질을 유지하며, 돌발적인 가동 중지를 예방하는 등 판단을 수행하도록 구현되었다. 또한 인터넷을 통해 공급망, 서비스, 유통망과 연결되어 밸류체인 전반에 걸친 생산 최적화를 유지하도록 설계되었다.

실제로 GE는 2016년 센서가 부착된 장비가 발송하는 신호를 이해하는 머신러닝 애플리케이션과 튜브 절단 프로세스에서 나오는 부산물의 양을 절반으로 줄여주는 애플리케이션을 활용해 약 7억 3,000만 달러에 달하는 비용을 절감했다. 아울러 GE는 2015년 자사가 출시한 산업용 IoT를 구현하는 클라우드 플랫폼 프레딕스(Predix)를 통해 공장 내 장비의 효율성 분석, 에너지 사용 최적화 등을 수행하고 있다. 앞으로 GE는 이러한 인도의 생각하는 공장 운영방법론(엔지니어링과 솔루션)을 활용하여 세계 400여 개 공장 중 50개를 IoT, 빅데이터 등 다양한 디지털 신기술 기반의 스마트 팩토리로 전환해 나갈 계획이다.

생각하는 공장은 'Think Big Start Small'의 대표적 사례이다. 공장의 각 프로세스, 제품, 설비의 IoT가 생성한 데이터를 경영의사결정에 유의미한 알고리즘화하기 위해서는 우선순위를 정해 IoT 네트워크를 구축하고, 생성된 신호를 수집, 모니터링, 분석, 패턴발견, 알고리즘 추천, 조직의 인사이트로 등록 등 지식의 온톨로지(Ontology)적 공유와 피드백 등 프로세스 혁신이 필수이다. 더불어 이를 전폭적으로 지지하는 경영진과 과감하고 신속하게 결과를 도출하는 이행조직 신설 역시 빼놓을 수 없다.

### » GE의 생각하는 공장 모델

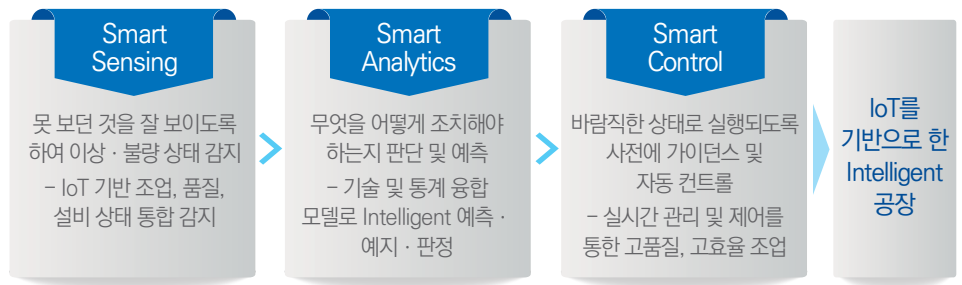


“ IoT 센서를 활용해 현장 데이터 수집, 제품마다 부착된 GPS로 물류 이동 추적 ”

사례2 - 철강기업의 디지털 신기술 활용한 초연결화

철강업계도 4차 산업혁명이라는 변화의 물결에 능동적으로 대응하고 있다. 국내 철강 기업 중 적극적으로 ICT를 활용하는 대표적인 곳은 '포스코'이다. 포스코는 사물인터넷을 기반으로 생산에서 물류에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 혁신을 추구하고 있다. 포스코의 공장에서는 연속공정에 적용된 IoT 센서를 활용해 현장의 데이터를 수집하고 빅데이터로 분석·예측한다. 또한 연결된 공정은 인공지능 기술로 자동으로 제어되고 효율적 설비관리와 불량률의 최소화를 가능하게 한다. 뿐만 아니라, 각 제품마다 GPS를 부착해 물류가 이동하는 과정을 추적하고 이력을 확인할 수도 있다. 나아가 포스코는 주요 공급사들과의 스마트 팩토리 플랫폼을 공동 구축하고, 공급사들 내 정보 공유(information sharing)를 강화하여 연결성을 높이고 있다.

» 포스코의 스마트 팩토리 추진 방향



Source: 포스코, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

포스코는 2015년부터 광양제철소 후판 공장을 스마트 팩토리 시범공장으로 선정하고 본격적인 스마트화에 나섰다. 광양제철소 후판 공장에 사물인터넷 센서와 카메라를 설치해 다양한 공정 과정에서 발생하는 데이터를 저장하고 분석한다. 또한 포항제철소 제3용광로는 스마트 센서를 통해 쇳물을 뽑아내는 데 투입된 원료와 온도 등을 데이터로 수집한다. 더불어 포스코건설, 포스코에너지 등 각 계열사에서도 스마트 기술의 적용 분야를 확대하고 있다. 포스코는 향후 인공지능 기술을 공정에 접목해 자동화 수준을 높이고, 자사가 개발한 스마트 팩토리 플랫폼인 '포스프레임(PosFrame)'을 중소기업 맞춤형으로 제공하고 있다.

현대제철 철분말공장도 'Think Big Start Small'을 실천하여 센서 및 빅데이터 시스템을 구축하고, 수집된 디지털 신호를 머신러닝으로 분석하며, 예지보전, 성능측정과 평가 등 기존에 미처 수행 못했던 디지털 신기술을 적용한 프로세스를 소수정에 조직으로 이행했다. 현대제철의 사례는 제조업의 디지털 혁신은 용기를 가지고 시작하면 의미있는 출발을 할 수 있다는 시사점을 준다.

» 포스코의 주요 계열사별 스마트 기술 도입 현황

	스마트 기술	
<b>포스코</b>	<b>광양제철소 후판공장</b> <b>포항제철소 제3용광로</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 사물인터넷 센서, 카메라를 통한 데이터 저장 및 분석</li> <li>■ 압력과 온도를 분석해 불량률 하락에 활용</li> <li>■ 스마트 센서를 활용한 스마트 고로 구축</li> <li>■ 투입 원료와 온도 등을 데이터로 수집</li> </ul>
<b>포스코건설</b>	■ 3D 가상 건설 기술을 통해 시공에서 발생할 수 있는 설계오류나 안전 문제 등 위험 예측	
<b>포스코에너지</b>	■ 빅데이터를 활용해 수증기를 냉각시켜 물로 환원하는 복수기의 성능 저하 요인을 파악	

Source: 언론사 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

“  
사이버 공간에서  
발생하는 위협이  
증가함에 따라 사이버  
보안의 중요성이 부각  
”

### (5) 물리적 자산 보안에서 사이버 보안으로

사용자 간, 사물인터넷 기기 간 연결되어 발생하는 데이터가 증가하면서 사이버 공간에서 발생하는 위협도 증가하고 있다. ICT 기술이 발전함에 따라 사이버 공격 또한 고도화 및 지능화되고 있으며 기존에 없던 새로운 유형의 바이러스나 해킹 등이 등장하고 있다. 스마트 팩토리가 PLM을 밸류체인 전반에 걸친 기준정보 통합 및 시장의 니즈를 생산으로 연결한다는 점에서 PLM, MES, SCM, ERP, CRM 등 일련의 시스템 전체에 악영향을 줄 수도 있다. 예를 들어, 제조현장의 해킹을 통해 제품의 설계정보 유출이 벌어질 수 있으며, CRM 데이터가 생산공정에 활용되어 맞춤형 생산을 구현한다는 점에서 제조현장의 해킹이 소비자 개인정보의 유출까지 이어질 우려도 발생한다. 또한 공장이 전반적으로 자동화 및 지능화되어 관리될 경우, 네트워크 내 바이러스 침입은 생산 라인이 마비될 수 있을 정도로 큰 파장을 일으킬 수 있기 때문에 스마트 팩토리의 순기능 대비 사이버 보안 미비의 악영향을 신중하게 고려하면서 제조업의 디지털 혁신을 이행해 나가야 한다.

따라서 네트워크 인프라에서 발생하는 모든 행위로부터 위협이 식별되어야 하며 4차 산업혁명 시대에는 네트워크 보안, 클라우드 보안, 빅데이터 보안 등 사이버 보안이 전에 없이 중요해졌다. 아울러 머신러닝, 인공지능 등 4차 산업혁명의 기반 기술들을 적용한 차세대 보안 시스템이 속속 등장하여, 실시간 트래픽 관제 및 제어도 가능해졌다. 한편, 클라우드형 솔루션이 보급화되면서 클라우드 및 포그컴퓨팅 보안이 사이버 보안의 핵심이 되고, 제조현장에서 발생하는 데이터에 대한 소유권 및 거버넌스 이슈로 인해 사이버 보안은 법적 책임 이슈와 연루되면서 고객사, 생산자, 유통자, 원부재료 공급자, 생산설비 공급자 등 밸류체인 전반에 걸친 핵심 이슈로 등장할 것이다.

공장자동화 업계 전문가들은 스마트공장에 대한 오퍼레이션 컨설팅이 자리잡게 되면 사이버 보안에 대한 위험관리 컨설팅이 더 큰 규모로 성장할 것이라 예측한다.

### 》 사이버 위협의 유형과 사이버 보안의 변화 트렌드



### 사이버 보안 트렌드

네트워크 보안	· 네트워크 현황에 대한 실시간 모니터링 및 가시화
클라우드 보안	· On-premise 보안에서 클라우드 보안으로 사이버 생태계가 전환
빅데이터 보안	· 제조현장에서 발생하는 데이터 소유권에 대한 거버넌스 이슈

Source: 대한무역투자진흥공사, 4차 산업혁명 어떻게 시작할 것인가(2016)

Note: ZB는 Zetabyte(제타바이트), EB는 Exabyte(엑사바이트)를 뜻함



“ 머신러닝 기반의 사이버 보안 시스템을 통해 제조현장에서 발생하는 사이버 위협을 선제적으로 감지하고 대응 ”

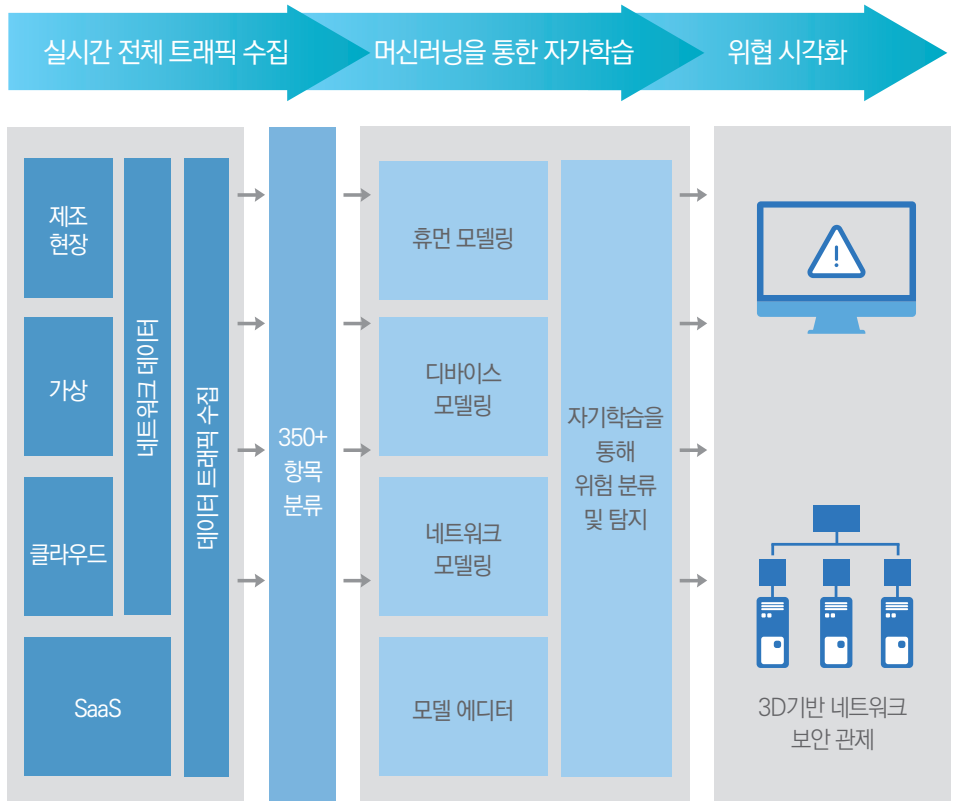
사례1 - 머신러닝 기반 사이버 보안 시스템을 도입한 스틸케이스

미국계 사무용 가구 제조기업 스틸케이스(Steelcase)는 머신러닝 기술과 사이버 보안을 접목한 다크트레이스(Darktrace)의 솔루션을 도입하였다. 다크트레이스는 인공지능, 머신러닝 기반의 보안솔루션을 제공하는 기업으로 2015년 세계경제포럼으로부터 ‘테크놀로지 파이오니어’상을 수상한 바 있다. 다크트레이스에서 개발한 사이버 보안 솔루션은 다양한 소스로부터 네트워크 데이터를 수집한 후, 일정 기간 동안 정상적인 트래픽 상태와 기업에서 통용되는 네트워크 패턴을 감지해 낼 수 있도록 학습한다. 학습 후 머신러닝 기법과 고도화된 수학적 모델링을 통해, 분석한 패턴을 벗어난 경우 스스로 비정상적인 행위를 감지해 신속하게 대응할 수 있다.

스틸케이스는 다크트레이스의 사이버 보안 시스템 도입으로 사이버 공격의 유형과 빈도, 유발 환경 등을 확인할 수 있었으며, 자가학습을 통해 모델이 더욱 고도화되면서 보다 정확하고 효과적인 사이버 범죄 예방이 가능해졌다. 또한 3D 기반 네트워크 보안 관제 시스템을 통해 네트워크상의 데이터 트래픽 흐름에 대해 완벽에 가까운 가시성을 확보할 수 있어 위협을 시각화하는 효과도 볼 수 있었다.

특히 모든 산업 전반에 신종 랜섬웨어와 같은 사이버 위협이 확산되고 있는 가운데, 다크트레이스의 사이버 면역시스템은 이상징후를 확률적으로 탐지해내 네트워크 연결을 강제로 종료하는 등 자율적으로 대응을 함으로써 사이버 공격의 피해를 최소화 할 수 있다. 이처럼 사물인터넷을 통해 초연결화 되고 생산공정, 설비와 제품에서 무수히 많은 데이터가 생성되는 제조업의 밸류체인에 머신러닝을 도입한 사이버 보안 시스템은 최소의 디지털 신기술 투자로도 선제적으로 기밀정보 유출을 차단할 수 있다는 시사점을 준다.

» 다크트레이스社 머신러닝 기반 사이버보안 시스템 개요



“

공장의 네트워크,  
서버, 데이터베이스 등은  
사이버 범죄의 목표가  
될 수 있어 생산 시스템  
전반에 보안 솔루션 구축

”

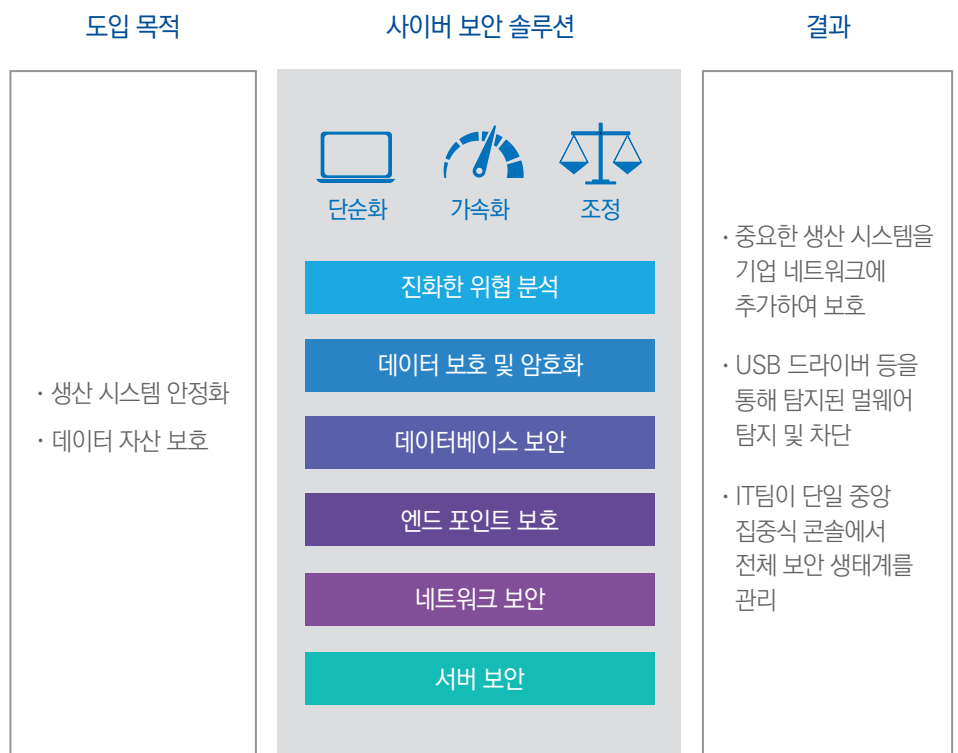
## 사례2 - 생산 시스템 전반에 보안 솔루션을 구축한 DEW

독일의 Deutsche Edelstahlwerke(DEW)는 맥아피(McAfee)의 보안 솔루션을 도입했다. DEW는 자동차와 기계, 시스템 엔지니어링에 사용되는 특수 스테인레스강 제품을 제조하는 기업이며, 맥아피는 시스코(CISCO), 시만텍(Symantec), IBM과 함께 사이버 보안 업계의 선두를 달리는 기업이다. DEW는 사물인터넷으로 고도로 연결된 제조공장의 네트워크와 데이터가 사이버 공격에 취약할 수 있다는 점을 선제적으로 인식하고 사이버 보안 시스템을 구축했다. 실제로 DEW의 IT 인프라 담당자는 생산시스템을 구동하는 정밀한 계산에 문제가 발생하면 회사 비즈니스에 심각한 영향을 끼칠 수 있어, 그 위험을 차단하기 위해 네트워크, 서버, 데이터베이스 등 IT자산을 맥아피 솔루션으로 방어한다고 밝혔다.

DEW가 도입한 맥아피의 사이버 보안 솔루션은 4개 제조공장을 연결하는 IT 시스템을 보호하고 생산환경과 데이터를 보호하는 데 최우선 순위를 두었다. 특히 엔드 포인트 보호솔루션의 경우 머신러닝 기술이 적용되어 사이버 공격 탐지 정확도를 높인다. 이뿐만 아니라 Web Protection, Integrity Control 등 다양한 솔루션을 활용해 멀웨어 같은 외부공격을 차단하고, IT관리자에게 경고를 보내도록 보안프로세스를 구축했다. 이처럼 DEW는 전반적 사이버 보안 시스템을 구축하여 회사의 데이터를 보호하고 생산 시스템의 안정화를 확보하였다.

KPMG의 'Global Cyber Security 2017' 보고서에 따르면, 글로벌 기업 CEO는 기업을 위협할 가장 큰 리스크로 사이버 보안을 꼽을 정도로 사이버 보안은 리스크 관리의 핵심 사안이 되었다. 최근 제조업 분야에서 해커들은 단순히 기업의 내부 정보를 빼내는 데 그치지 않고 품질관리 시스템을 공격해 재정적 손실을 입히기도 했다. 이처럼 사무실과 공장이 모두 네트워크로 연결된 환경에서 제조업에서의 사이버 보안은 선택이 아닌 필수가 되었다.

## » DEW의 맥아피 사이버 보안 솔루션 도입



Source: McAfee, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

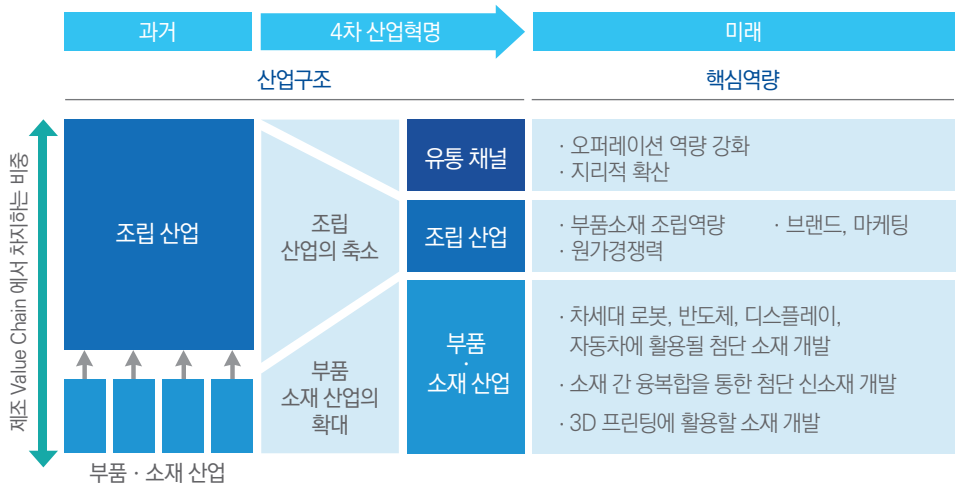
Note: 멀웨어(Malware)란 악성 소프트웨어(Malicious Software)의 줄임말

“ 4차 산업혁명을 대표하는 3D 프린팅, 로보틱스 등의 기술은 첨단 소재 없이는 구현되기 어려워 ”

### (6) 소재의 첨단화

융합과 연결이 핵심인 4차 산업혁명 시대에는 이종 소재간 융복합을 통한 첨단 소재 개발 및 상용화가 더욱더 가속화될 것이다. 과거에는 여러 부품 소재를 조립하여 완제품을 만드는 조립 산업이 전체 제조 밸류체인에서 큰 비중을 차지했던 반면, 3D 프린팅과 양손 로봇을 통해 한 생산 라인에서도 모듈화된 다양한 부품 소재의 생산이 가능해졌으며, 이에 따라 부품 및 소재의 중요성은 더욱 확대될 것으로 전망된다. 실제로 제조 강국이라 불리는 독일과 일본도 4차 산업혁명 시대에 고부가가치의 융복합 소재 개발에 집중하고 있으며 기술고도화를 통해 범용 소재에서 미래 핵심 소재 개발로 전환을 꾀하고 있다.

#### 》 4차 산업혁명 시대에 소재산업의 확대



Source: 부품소재발전전략, 전신산업강국기획단, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

소재 유형별로 변화 트렌드를 살펴보았을 때, 4차 산업혁명을 대표할 수 있는 드론과 무인자동차에는 철강보다 가볍고 단단한 구조의 경량화 금속 소재 개발이 필수적이다. 또한, 지능형 반도체, 초소형 첨단 센서와 첨단 로봇을 위해서는 고성능, 초소형 첨단 세라믹 소재와 나노 소재의 미세 공정 기술이 요구된다. 마지막으로, 그 동안 한계라고 여겨지던 3D 프린팅의 소재 개발이 진전됨에 따라, 제조현장에서 복합적으로 활용할 소재들이 많아질 것으로 보인다. 이처럼 소재의 첨단화는 다양한 영역에서 일어날 것이며 4차 산업혁명 시대의 첨단 소재 개발은 미래 산업을 주도하기 위한 필수요소가 될 것이다.

#### 》 소재 유형별 첨단화 트렌드

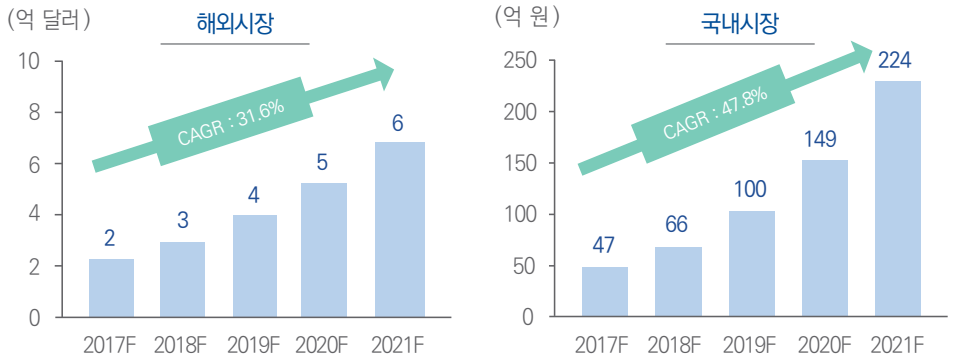
금속	드론, 자율주행차 등 차세대 운반 기기에 필요한 ①고강도 ②고인성 ③경량화 금속 소재 → 에너지 효율 증대, 안정성 강화
세라믹	로봇, 센서, 사물인터넷의 구성요소가 되는 ①고성능 ②초소형 첨단 세라믹 소재 → 전통세라믹 소재의 부가가치화
화학 섬유	웨어러블 디바이스를 위한 인체 감응형, 전기적 기능성 섬유 소재 → 고성능 스마트 소재 개발
나노 소재	대용량화, 고속화된 차세대 메모리를 위한 ①고성능 ②저전력 나노 소재 → 미세공정기술을 통한 메모리 반도체 기술 고도화
3D 프린팅 소재	스마트 제조 분야에 적용할 3D 프린팅 소재 개발 → 소재의 다양화

Source: 미래창조과학부, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

사례1 - 금속재료 3D 프린팅을 통해 부품 제작에 나선 보잉(Boeing)

3D 프린팅은 우주·항공 분야에 가장 활발하게 활용되고 있다. 견본 및 시제품을 위한 제작뿐만 아니라 다양한 소재를 활용하여 최종 부품에 적용하는 사례들이 항공 산업을 중심으로 시작되었다. 우주·항공 분야는 산업 특성상 고강도의 금속 소재를 많이 사용하고 있으며, 앞으로 티타늄, 알루미늄, 니켈계 합금에 대한 수요가 늘어날 것으로 보인다.

3D 프린팅용 금속 소재 시장규모

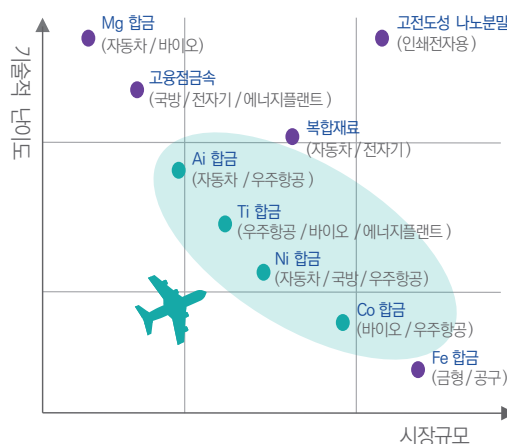


Source: Wohlers Report, 한국산업기술진흥원 보고서를 참조하여 한국과학기술정보연구원에서 추정

“ 보잉은 3D 프린팅 기술과 신소재를 활용해 성능 향상과 비용 감소를 달성하고자 노력 ”

항공기 제작 기업으로 유명한 미국의 보잉은 티타늄, 알루미늄 등 금속 소재와 PC 고분자 소재 개발에 집중하고 있으며, 이러한 소재와 관련된 특허도 출원하고 있다. 보잉은 현재 3D 프린팅 기술을 활용해 항공기에 사용하는 2만 2,000개의 부품을 제작하고 있다. 또한 기존보다 경량화된 소재를 사용하여 연료비를 절감하고 부품을 견고화하여 항공기와 위성의 성능 향상을 이루고, 유지 보수 비용을 감소시키고자 한다. 실제로 보잉의 B787 기종은 기체에 탄소섬유를 사용한 고강도 복합소재인 카본 래미네이트(Carbon Laminate)를 사용했는데, 이 소재는 철보다 10배 강하지만 무게는 4분의 1 수준이다. 아울러 알루미늄 합금과 티타늄 합금 등 다양한 신소재를 적용해 기존 제작 항공기보다 연료 효율이 20% 개선됐다. 앞으로 보잉은 위성 제작에도 3D 프린트를 사용할 것이라 밝혀, 우주 환경에 적합한 신소재도 연구·개발해 나갈 것으로 기대된다. 아울러 보잉뿐 아니라 에어버스, GE Aviation, 롤스로이스 등 항공기 제조 관련 기업도 3D 프린팅과 연관된 소재의 첨단화가 가속화되고 있다.

금속 분말 제조의 기술 난이도 및 도입 현황



Source: 산업연구원, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

### 사례2 - 첨단 티타늄 및 용접 소재 개발에 나선 국내 기업

국내의 경우, 항공용 티타늄 합금 소재 및 부품 제작에 필요한 요소기술은 해외 선진사에 비해 미미한 수준이지만 최근 정부 및 민간 부문에서 많은 관심을 가지고 있다. 정부 차원에서 부품 및 소재 산업의 활성화를 위해 수요 연계형 항공용 티타늄 합금 부품의 상용화 기술 개발을 진행하고 있으며 향후 7년간 약 510억 원을 티타늄을 포함한 경량 소재에 집중적으로 투자할 예정이다. 국내 기업의 경우 티타늄 소재에 대한 양산기술을 확보하여 국산화율을 높이고 다양한 산업분야에 적용하려는 모습을 보이고 있다. 특히 한화테크윈, 한국항공우주산업(KAI)의 경우 티타늄 소재의 항공부품을 3D프린팅으로 제조하기 위해 연구·개발 중에 있는 것으로 알려져 있다.

#### 》 티타늄 소재관련 국내 기업의 개발 현황





	주요 내용
한화 테크윈	<ul style="list-style-type: none"> <li>3D프린팅을 적용한 항공부품 개발 추진 중</li> <li>스테이터 품목 중 Ti합금 Fan Vane, 압축부 IGV/VGV Vane을 우선 검토 대상으로 선정</li> </ul>
한국항공우주산업 (KAI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>약 100여종에 달하는 티타늄 합금 항공부품을 3D프린팅으로 제조하기 위해 연구개발 중</li> </ul>
포스코	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010년부터 티타늄 잉곳 제조사와 협력하여 티타늄 판재에 대한 생산 프로세스 구축</li> </ul>
포항산업 과학기술원	<ul style="list-style-type: none"> <li>재료연구소와 Ti-6Al-4V 합금 판재의 팩압연(pack rolling) 기술을 개발 중</li> </ul>

“  
제조업의 필수 공정인  
용접... 산업용 로봇  
도입에 발맞춰 다양한  
용접 소재 개발 ”

Source: 한국산업기술평가관리원, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

더불어, 용접 재료와 장비를 생산하는 현대중합금속도 최근 산업용 로봇의 활용이 늘어나는 추세에 발맞춰 저온, 고강도, 내열에 강한 특수 용접 소재를 연구·개발해왔다. 자동화, 경량화 등 새롭게 떠오르고 있는 용접 공정에 알맞은 용접 소재를 적극적으로 개발하고 있으며 최근에는 전 세계적으로 화두가 되고 있는 친환경 트렌드에 발맞춰 환경 친화적 용접 소재를 개발하고 있기도 하다. 향후, 이러한 첨단 용접 소재들은 해양구조물, 조선, 자동차, 중장비를 비롯하여 에너지 및 화학 플랜트, 일반 건축 구조물까지 광범위하게 적용될 것으로 전망된다.

#### 》 현대중합금속의 첨단 용접 소재 개발 방향

 <p><b>고기능성 용접소재</b></p>	 <p><b>고능력 용접소재</b></p>	 <p><b>신강종 연계형 용접소재</b></p>	 <p><b>친환경 용접소재</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 극저온 용접 소재</li> <li>■ 초고강도/고인성 용접 소재</li> <li>■ 내흡습 극저수소계 용접 소재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 일렉트로 가스 용접 소재</li> <li>■ 고속 용접용 메탈 코어드 와이어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 해양구조물 용접 소재</li> <li>■ 자동화, 고효율화, 고속화, 경량화 등 새로운 용접 공정 용접 소재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Low 흡 용접 소재</li> <li>■ Low Mn 용접 소재</li> <li>■ Low 스페터 용접 소재</li> </ul>

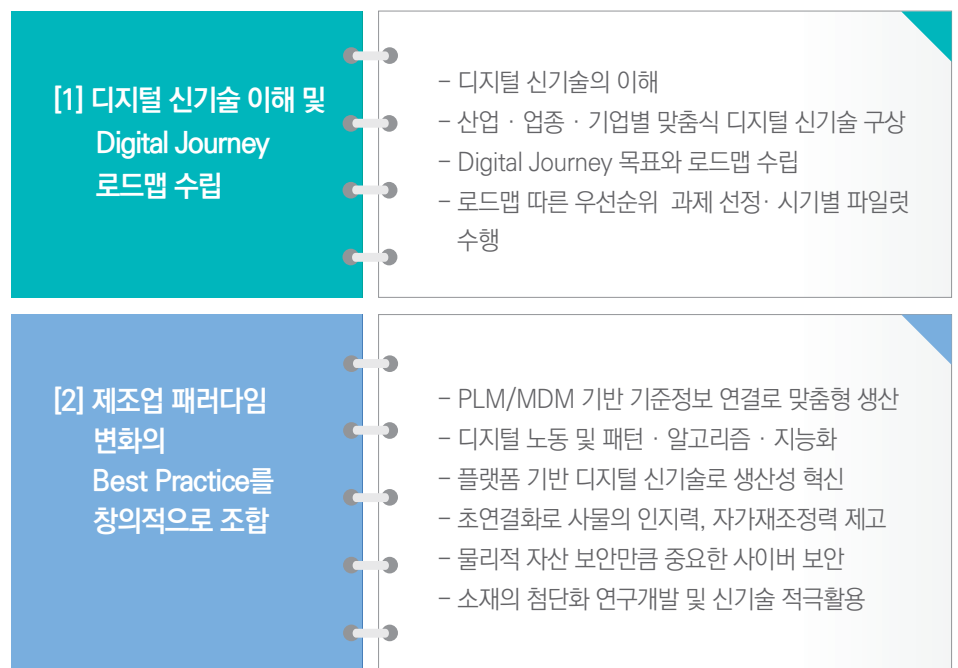
Source: 현대중합금속, 삼정KPMG 경제연구원 재구성



## 시사점 및 기업의 대응전략

국내 제조기업들이 디지털 혁신력을 강화하기 위해서는 다음과 같은 체계적인 준비가 필요하다. 첫째, 4차 산업혁명의 기반 기술을 이해하고, 각 기업의 Process, People, Product에 적합한 디지털 신기술의 황금비율을 찾기 위한 Digital Journey의 로드맵을 수립하고, 용감하게 시작해야 한다. 둘째, 디지털 혁신이 기존 프로세스, 제품, 서비스, 산업에 파괴적 혁신(Disruptive Innovation)을 가져온다는 점에서 국내외 디지털 혁신의 리더라면 이종 산업이라고 할지라도 그 리더들이 디지털 신기술을 활용하는 Best Practice에 주목하고, 배우고 실천할 수 있는 창의력을 갖춰야 한다.

### 》 제조기업들의 스마트 팩토리 도입 전략



Source: 삼정KPMG 경제연구원

### [1] 디지털 신기술 이해 및 Digital Journey 로드맵 수립

제조업의 4차 산업혁명의 주요 기반 기술인 사이버물리시스템(CPS), 로봇틱스, 3D 프린팅, IoT 기반 포그 컴퓨팅, 사이버 보안 기술 등은 제조업 생태계를 극적으로 변화시킬 것으로 전망된다. 4차 산업혁명의 기반 기술 도입을 통해 제조업 패러다임 변화에 대응하고, 경쟁력을 강화하며, 디지털 혁신(Digital Transformation) 시대에 생존할 수 있어야 한다. 나아가 동종 및 이종산업의 경쟁자와는 차별된 제품과 서비스를 제공해야만 한다.

“ 동 · 이종산업 구별없이 디지털신기술 활용한 혁신 Best Practice를 용감히 실시하라 ”

제조업이 성공적인 디지털 혁신을 이루기 위해서는 디지털 신기술이 각 기업에 어떻게 적용될 것인지, 디지털 신기술에 대한 이해가 우선되어야 한다. 그 이해를 바탕으로 기업의 Process, People, Product 각 차원과 범주별로 어떤 혁신을 일으킬 수 있을지에 대한 우선순위와 시기를 정하여 Digital Journey의 로드맵을 수립할 수 있다. 과거엔 동종산업의 혁신사례를 벤치마킹하는 것이 유행이었지만, 기존의 프로세스, 제품, 서비스, 산업의 경계를 파괴적으로 혁신하는 디지털 혁신 시대에는 동종과 이종을 가리지 말고 디지털 신기술이 적용된 세분류 프로세스와 변화양상을 모듈 별로 구분하여 자신의 기업에 맞춤형으로 적용할 수 있는 창의력이 필요하다.

“

Harvey Nash · KPMG,  
디지털 리더는 기업전반  
혁신을 목표로 기민하고  
파괴적 디지털 신기술을  
안정적 보안 인프라로  
구현 ”

“

PLM/MDM 기반으로  
밸류체인 전반 데이터를  
연결해 맞춤형 생산이  
가능한 CPS 구축 ”

“

S/W, H/W 로봇,  
인공지능 통해 디지털  
노동 본격화 ”

디지털 신기술이 각 기업과 프로세스에 어떻게 맞춤형으로 적용될 것인지와 그 적용을 통해 산출될 수 있는 효익이 파악되면 Digital Transformation을 위한 여정, Digital Journey가 시작된다. 디지털 혁신은 단기간에 이를 수 있는 목표가 아니며 각 기업의 상황에 따라 우선순위와 단계적으로 적용될 목표가 달라지기 때문에 이를 감안한 중장기적인 로드맵을 수립해야 한다.

성공적인 Digital Journey를 위해 전략적인 접근이 요구된다. KPMG가 전세계 4,500여 명의 CIO를 대상으로 설문을 수행하여 2017년 9월 발표한 Harvey Nash/KPMG CIO Survey에 따르면 디지털 리더는 첫째, 기업의 핵심사업에 디지털 혁신을 일으키기 위한 디지털 신기술을 안정적이고 안전한 인프라 기반에 구축하며, 둘째, 기업의 고객 및 협력사와 의사소통을 디지털 솔루션을 통해 기업전반의 의사결정 프로세스와 연결하고, 셋째, 디지털 사업전략과 목표한 Digital Journey 성공을 위한 디지털 신기술의 전략적 적용을 IT전략에 반영하고, 넷째, 원가절감이나 운영효율 목표보다는 혁신적 신제품과 신서비스를 통한 디지털 신사업 창안을 중요시한다.

## [2] 제조업 패러다임 변화의 Best Practice를 창의적으로 조합

첫째, PLM/MDM 기반 기준정보 연결로 맞춤형 생산을 통해, 소비자 기호 및 소비산업의 변화된 요구에 맞춘 고객별 맞춤형 제품과 서비스 제공을 준비해야 한다. 기업들이 소비자 및 소비산업의 다양한 기호 및 환경변화를 실시간으로 수집하여 즉각적인 대응전략을 수립하고, 제품개발, 생산, 유통, 서비스, 유지보수, 클레임 처리 등 전과정에 참여할 수 있는 디지털 환경을 갖추기 위해서는 기업 혹은 산업의 전체 밸류체인에 걸친 데이터 생성, 수집, 패턴분석, 의사결정 규칙도출이 필수적이며, 이러한 데이터와 판단의 결과를 축적하기 위한 핵심 인프라가 PLM과 MDM이다. 한편, 각 단계별 업무기능별 제품과 서비스의 기준정보를 체계적으로 관리하는 제품 수명주기 관리(PLM) 및 기준정보 관리(MDM)를 기반으로 밸류체인의 디지털 데이터가 축적되고 연결되면 결국 사이버물리 시스템(CPS) 구축 발판을 마련할 수 있다.

둘째, S/W 기반 자동화와 H/W 로봇틱스 기반 디지털 노동(Digital Labor) 패러다임 변화를 적극 수용해야 한다. 또한 디지털 노동에서 산출되는 데이터를 기반으로 패턴분석, 알고리즘 도출, 지능화 의사결정 프로세스를 갖춰야 한다. 고령화 및 생산가능인구 감소 현상을 겪고 있는 주요 선진국 뿐만 아니라, 인건비 상승 등에 부담을 느끼는 신흥국에서도 기업들은 제조 경쟁력을 갖추기 위해 디지털 노동을 적극 도입하고 있다. 한편, 기존 생산 인력을 디지털 노동으로 대체하는 과정에서 로봇과 인간의 역할변화에 대한 변화관리(인력 재배치, 훈련 및 경력개발 등 인적자원관리)가 중요한 이슈가 될 것이다. 일본은 디지털 노동으로 인한 혁신의 부가가치 증가와 비생산적 잉여노동력 활용에 대해 정부와 민간이 함께 발전적인 사회적 합의 도출하고 있으며, 그 모습이 가까운 미래 한국의 모습이 될 수 있다.

셋째, 플랫폼 기반 디지털 신기술로 생산성을 혁신해야 한다. 얼마 전까지만 해도 클라우드 도입은 단지 저렴한 데이터베이스 구매로 여겨졌으나, Amazon, Microsoft, Oracle 등이 첨단 Data Analytic 및 Artificial Intelligence 솔루션을 클라우드와 함께 공급하기 시작하면서 클라우드 도입은 Digital Transformation의 핵심이 되었다. 빅데이터 분석과 인공지능을 적용해 디지털 혁신을 목표하는 CIO는 IoT 도입 및 디지털 데이터 기반 비즈니스 모델 도입으로 인한 데이터 범람에 견딜 수 있는 데이터베이스, 빅데이터 분석, 인공지능, VR/AR, 챗봇(Chat Bot) 등을 고려하는 바, 안정되고 일관된 IT구조와 보안정책이 반영된 클라우드 패키지를 고려할 수 밖에 없다. 이미 글로벌 리더들은 동 공급사들의 클라우드를 기반으로 스마트 팩토리 구현을 위한 디지털 신기술들을 제조 공정에 적용하여 성과를 내고 있다. 철강, 석유화학, 전자, 자동차산업 등 한국 주요산업의 CIO들도 이를 인지하고 클라우드 기반 데이터 수집, 분석, 인사이트 축적 등 Digital Journey에 동참하기 시작했다.

“  
 밸류체인 내 연결된  
 플랫폼 데이터,  
 사이버 보안이 필수  
 ”

넷째, 초연결화로 사물의 인지력, 자가제조정력을 제고해야 한다. IoT 보급 및 대용량 데이터의 실시간 분석 능력을 갖춘으로 인해 촉발된 초연결화가 가져올 사물의 인지력, 자가제조정력 제고는 전산업에 급격한 변화를 가져온다. 이미 Amazon의 컴퓨터 비전, 센서퓨전 및 딥러닝 기반 Just Walk Out Technology는 유통산업에 큰 변화를 가져왔고, 동일한 기술이 자율주행 자동차와 같은 신제품 개발 및 인공지능 기반 제조공정의 현실화를 앞당기고 있다. 또한 IoT 기반 디지털 신기술은 공급사슬 전체의 유기적 연결, 플랫폼 통한 데이터 생성과 분석을 통해 실시간 최적 공급망 및 물류채널을 구현한다.

다섯째, 사이버 보안을 강화해야 한다. IoT 기반 데이터가 급증하고, 다양한 비정형 데이터가 제조 공정에서 생성 및 활용되면서 데이터로 이뤄진 사이버 세상에서 정보유출 및 랜섬웨어 위협이 증폭된다. 사이버물리시스템을 지향하는 스마트 팩토리 제조공정이 해킹될 경우, 고객, 물류, 생산, 구매 등 밸류체인 전반의 정보가 통째로 유출될 수도 있다는 점에서 경제·사회적 문제로 비화될 수 있다. 네트워크 보안, 클라우드 보안, 상호 연결된 밸류체인 전반 데이터 보안 등에 필요한 인프라를 갖추지 않는다면 산업정보 및 소비자 개인정보 유출로 번질 위험이 다분한 스마트 팩토리를 도입해서는 안될 것이다.

“  
 첨단신소재가 제조  
 밸류체인 단축 및  
 산업 공급망을 효율화  
 ”

여섯째, 첨단소재의 연구개발 및 기술발전의 적극적인 확보에 노력해야 한다. 첨단소재의 등장은 3D 프린팅을 활성화시키고, 외주거래의 내재화, 협력사 채널 변경, 공급망 및 국제통상 물류흐름에 큰 변화를 초래하기 때문이다. 첨단소재 개발은 물리화학적 소재도입이지만 그로 인한 경영의사 결정의 변화를 감안할 때 디지털 혁신을 지향하는 기업들이 유념할 중요한 변화 중 하나이다.



# HOW KPMG CAN HELP

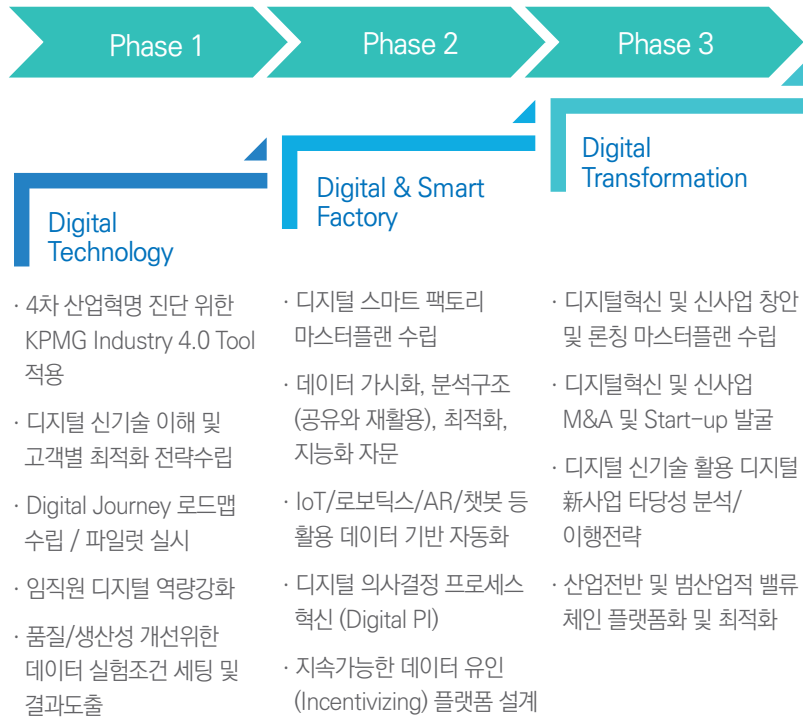
삼성KPMG는 제조기업이 필요한 디지털 신기술에 대한 이해를 돕고, 디지털 혁신을 목표로 하는 Digital Journey 로드맵 수립, 파일럿 실시, 스마트 팩토리 의사결정 프로세스 구축, 최적 데이터 아키텍처 디자인에 대한 자문 서비스를 제공합니다. 급변하는 제조 패러다임과 디지털 신기술에 적응하고, 각 기업에 맞는 최적화 활용전략을 수립하고, 기존 제조공정과 밸류 체인의 Operations Excellence를 달성하는 것과 동시에 범 산업적 밸류체인을 분석하여 디지털 신사업을 창안하고 디지털 혁신시대의 리더가 될 수 있도록 새로운 성장기회 창출, Digital Transformation을 도와 드리겠습니다.

## KPMG 자문영역 : 제조 패러다임 변화에 따른 디지털 혁신

**Digital Transformation**  
디지털 신사업 론칭

**Digital & Smart Factory**  
디지털 신기술 기반  
제조경쟁력 강화

**Digital Technology**  
디지털 역량 확보



# Business Contacts

## 스마트 팩토리 전문 서비스팀

### Center of Excellence (Digital Innovation)

이순열	김태영
전무	박사
T. (02)2112-7029	T. (02)2112-3430
E. soonyoulee@kr.kpmg.com	E. taiyoungkim@kr.kpmg.com

### Strategic Operations Consulting

봉찬식	최석윤
상무	이사
T. (02)2112-7732	T. (02)2112-7421
E. chansikbong@kr.kpmg.com	E. sukyoonchoi@kr.kpmg.com

### Strategy Consulting Group

윤권현  
상무  
T. (02)2112-7495  
E. kyoon@kr.kpmg.com



[kpmg.com/kr](http://kpmg.com/kr)

The information contained herein is of a general nature and is not intended to address the circumstances of any particular individual or entity. Although we endeavor to provide accurate and timely information, there can be no guarantee that such information is accurate as of the date it is received or that it will continue to be accurate in the future. No one should act on such information without appropriate professional advice after a thorough examination of the particular situation.

The KPMG name and logo are registered trademarks or trademarks of KPMG International.

©2018 Samjong KPMG ERI Inc., the Korean member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative ("KPMG International"), a Swiss entity. All rights reserved. Printed in Korea.