

Issue Papers 2016 No.02

IIT

Institute for
International
Trade

중소 · 중견 제조기업의 스마트팩토리 구축을 위한 제언

2016. 5

한국생산기술연구원_조용주 수석연구원

한국무역협회 국제무역연구원

iit.kita.net

Contents

요약 _ 3

1 스마트팩토리 개념 및 관련산업 _ 6

1. 스마트팩토리 개념 및 범위
2. 스마트팩토리 관련산업

2 스마트팩토리 해외동향 _ 10

1. 스마트팩토리 공급기업 현황
2. 스마트팩토리 수요기업 스마트化 현황

3 한국형 스마트팩토리 추진전략 및 구축사례 _ 19

1. 공급산업 육성전략 및 사례
2. 수요산업 육성전략 및 사례

4 중소·중견 제조기업 스마트팩토리 추진전략 _ 28

1. 수요산업 대상 제언
2. 공급산업 대상 제언



요약

최근 국내 제조업의 위기에 대응하기 위한 해결방안으로 스마트팩토리가 대두되면서 이에 대한 많은 정책과 R&D 프로그램이 추진되고 있다.

하지만 중소 · 중견 제조기업에서는 스마트팩토리 도입 방향을 정립하는 데 어려움을 겪고 있어 개념, 관련 산업 구분, 국내 · 외 추진동향 등을 살펴보고 스마트팩토리 추진 전략 및 제언을 제시하고자 한다.

최근 국내뿐만 아니라 글로벌 이슈화 되고 있는 “스마트팩토리(smart factory)”는 공장의 생산설비(시스템)를 기반으로 한 수직적 통합과 고객의 요구사항을 시작으로 하는 제품개발 가치사슬 (value chain) 기반 수평적 통합이 구현되는 공장을 의미한다.

스마트팩토리와 관련된 산업은 크게 공장을 스마트하게 만드는 하드웨어와 소프트웨어 기술을 공급하는 “스마트팩토리 공급산업”과 이러한 스마트팩토리 구축 기술을 도입하여 제품을 만드는 “스마트팩토리 수요산업”으로 구분된다.

[스마트팩토리 관련 산업 및 기술]

대상산업	내용
스마트팩토리 수요산업	자동차, 반도체, 핸드폰, 항공 등 조립 프로세스를 포함하고 있는 이산산업 (Discrete Industry)과 정유, 발전, 제지, 제약 등의 연속적인 프로세스를 포함하고 있는 연속공정 산업(Continuous Industry)
스마트팩토리 공급산업	산업용 네트워크, RFID 시스템, 센서, 산업용 로봇, 3D 프린터, 컨트롤러 등의 하드웨어 기술과 MES, ERP, 빅데이터, 클라우드, CPS, 시뮬레이션 등의 소프트웨어 기술

한편 독일과 일본은 스마트팩토리 강국으로 선도적 위치를 차지하고 있으며 양국 모두 공급산업에서의 경쟁력을 바탕으로 수요산업, 공급산업이 균형적으로 발달하였다. 특히 독일은 공급기술 육성을 위한 테스트베드 구축(Industry 4.0 & SmartFactory^{KL}), 대학생 인력 양성(Learning Factory), 기술사업화 및 비즈니스 모델 발굴(Fraunhofer MOEZ)까지 고려한 종합적 전략을 수립하여 스마트팩토리 사업을 추진하고 있다.



국내 스마트팩토리 사업은 공급산업, 수요산업 간 연계하는 방식을 통해 OEM 기업의 생산성 향상을 목적으로 추진되고 있다. 하지만 독일, 일본 사례에서 보듯 스마트 팩토리 산업은 공급·수요산업 육성이 필수적이므로 OEM 기업 상태를 유지하기보다 장기적으로는 스마트 팩토리 브랜드를 구축할 수 있도록 공급·수요산업별로 지원하는 전략이 바람직할 것이다. 또한, 공급산업을 포함하여 인력양성의 중요성이 좀 더 심도 있게 논의될 필요가 있다.

마지막으로 한국의 중소·중견 제조 수출기업이 수요산업의 입장에서 스마트팩토리 추진 시 고려해야 할 제언 다섯 가지를 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 중소·중견 제조기업과 대기업 간 제품개발 프로세스에 적용되는 기술수준의 차이는 있을 수 있으나 동일한 단계가 있다는 점에서 착안해 기업규모가 아닌 제품개발 단계별 관점에서 접근하는 것이 필요하다. 일반적으로 중소·중견 제조기업에서 스마트화를 추진할 경우 대기업 대비 저가격 및 저품질의 솔루션을 도입하는 경우가 많다. 하지만 장기적으로는 자사의 프로세스에 호환되지 않을 위험성이 높아지므로 해당 제품 개발 프로세스의 적합성을 우선으로 스마트팩토리 기술을 도입해야 한다.

둘째, 고객에 대한 정의와 해당 고객의 요구사항에 대한 정확한 파악이 중요하다. 제조기업의 고객은 최종제품 사용자뿐 아니라 협력업체, 주주, 종업원 등 다양한 내·외부 고객을 포함한다. 각각의 고객은 상호간 상충될 수 있는 요구사항을 지니고 있으므로 스마트팩토리 구축시 이러한 고객의 요구사항을 사전에 분석하여 합의점을 도출한다면 보다 효율적인 사업 추진이 가능할 것이다.

셋째, 스마트팩토리 구축에 필요한 예산, 인력 등의 자원 활용방안에 대해 신중하게 접근할 필요가 있다. 중소·중견 제조기업은 대기업과 달리 제한된 자원을 효율적으로 투입하여 단기간에 성과를 거두어야 하므로 초기부터 전 공정의 스마트화를 추진하는 것은 현실적으로 어렵다. 기업별로 생산성 향상, 불량률 개선 등 스마트팩토리 도입의 목표가 다르므로 각각의 목표 지표와 연관성이 높은 공정에 집중하여 스마트팩토리 기술을 선택적·점진적으로 도입하는 방안이 효과적일 것으로 보인다.

넷째, 목표하는 스마트팩토리과 유사한 형태의 모델 팩토리의 벤치마킹을 통해 스마트팩토리 도입에 대한 리스크를 줄일 필요가 있다. 투자ROI 검증 및 스마트팩토리 관련 솔루션의 기술성, 유지보수, 확장성 등에 대해서도 사전에 종합적인 측면에서 고려하는 과정이 중요하다.

다섯째, 스마트팩토리는 장기적인 안목에서 지속적으로 진행되어야 할 사업이므로 추진동력을 확보하기 위해 스마트팩토리 구축을 위한 비전을 구체화하여 제시할 필요가 있다.

무엇보다 현 중소·중견 제조기업의 상황을 고려할 때, 기업 자체적으로 스마트팩토리 구축사업에 필요한 의사결정을 한다는 것은 대단히 어려운 일이므로 필요하다면 정부 및 공공기관에서 시행하는 스마트팩토리 구축 프로그램을 활용하는 것도 도움이 될 수 있을 것이다.



1

스마트팩토리 개념 및 관련산업

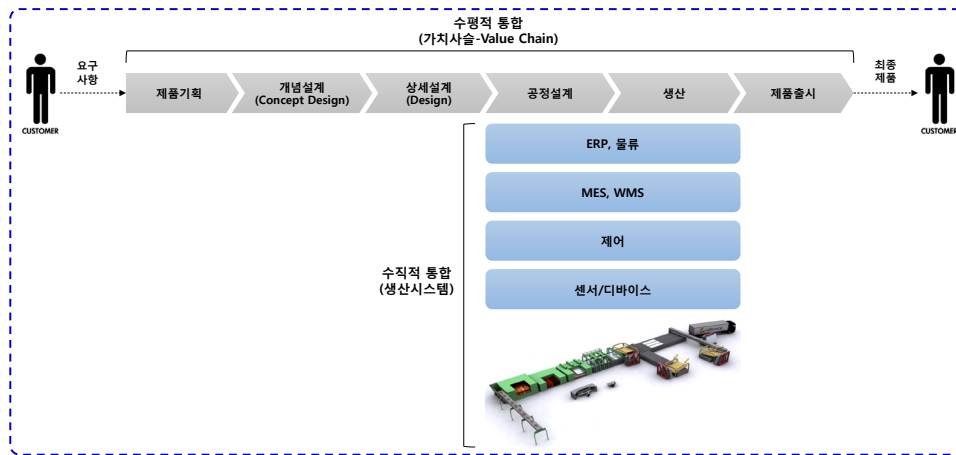
- 최근 국내뿐만 아니라 글로벌 이슈화 되고 있는 “스마트팩토리”의 개념은 “스마트공장”, “스마트제조”, “디지털 제조”, “가상 제조”, “유연생산시스템(FMS: Flexible Manufacturing System)/컴퓨터 통합 시스템(CIM: Computer Integrated Manufacturing)/지능화 제조 시스템(IMS: Intelligent Manufacturing System)” 등 유사 의미의 단어들 사용되고 있어 이에 대한 개념적인 정리와 스마트팩토리와 관련된 산업의 구분이 필요함

1. 스마트팩토리 개념 및 범위

- 스마트팩토리(smart factory)는 “공장의 생산설비(시스템)를 기반으로 한 수직적 통합과 고객의 요구사항을 시작으로 하는 제품개발 가치사슬 (value chain) 기반 수평적 통합”이 구현되는 공장을 의미하고 있음
 - 수직적 (생산시스템) 통합은 생산의 효율화를 위한 목표를 가지고 있으며 이를 위하여 제품이 생산되는 다양한 설비에서 센서 및 디바이스를 통하여 신호를 획득하고, PLC(Programmable Logic Controller) 및 HMI(human Machine Interface) 등의 제어기술을 통하여 설비의 제어를 수행하며, 생산 프로세스를 관리하기 위한 MES(Manufacturing Execution System)와 창고관리를 위한 WMS(Warehouse Management System)를 거쳐 상단의 ERP(Enterprise Resource Planning)까지 유기적으로 관리될 수 있는 개념임
 - 수평적 (가치사슬) 통합은 제품을 사용하는 고객(B2B에서의 기업고객 및 B2C에서의 개인고객을 모두 포함)이 원하는 요구사항을 도출하기 위한 시장조사 및 제품기획 단계를 거쳐, 고객의 요구사항을 충족시키기 위한 제품개발 R&D (개념설계-상세설계) 단계 및 공정설계 후 제품을 생산하여 제품을 고객에게 전달하는 과정까지를 포함하고 있음
- 지금까지 생산현장에서 추진했던 공장자동화의 개념은 수직적 통합으로 “Factory”와 “Manufacturing”의 범위로 볼 수 있으며 최근 다양해진 고객의 요구사항에 대응하기 위한 수평적 통합 방향은 “Smart”의 범위로 볼 수 있음

- 결국 스마트팩토리의 출현은 고객의 요구사항 변화에 따른 자연스러운 개념의 발전으로 볼 수 있음
- 고객의 다양한 요구사항에 대응하기 위해서는 생산시스템 통합과 가치사슬 통합이 유기적으로 연결되어야 함

[스마트팩토리의 범위]



□ 수직적·수평적 통합을 유기적으로 구현하기 위해 통합(Integration), 연결(Connection), 엔드투엔드 엔지니어링(End-to-End Engineering) 관점에서 다양한 ICT기술(하드웨어, 소프트웨어)이 적용되고 있음

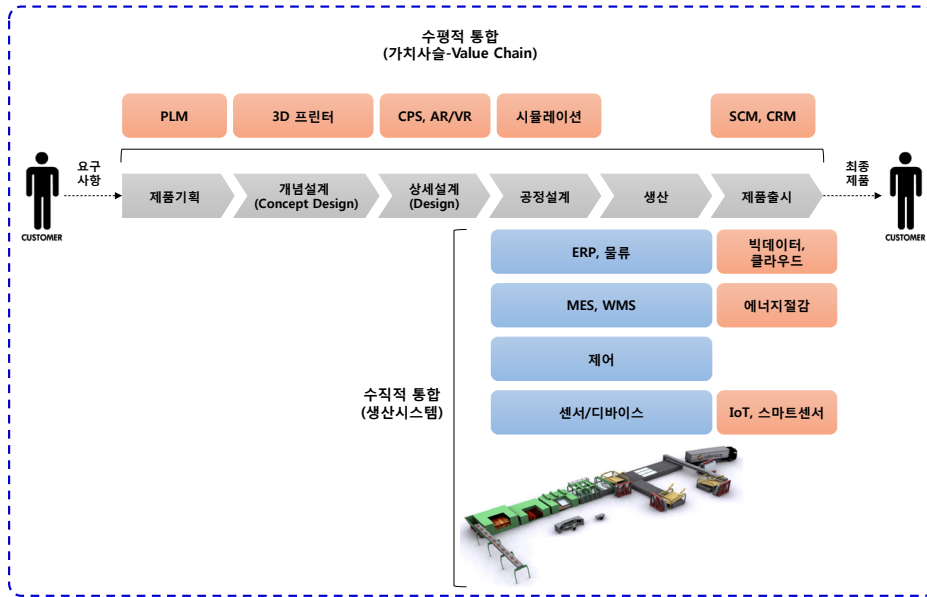
○ IoT(Internet of Things), 빅데이터, 사이버물리시스템(CPS: Cyber Physical System)¹⁾ 등 최신 기술의 출현으로 더욱 정교하고 세밀한 수직적·수평적 통합 구현이 가능하게 됨

- 수평적 통합 지원 기술로는 제품설계 도구인 CAD/CAE 등을 포함하는 PLM 솔루션, 시제품 생산을 빠르게 지원할 수 있는 3D 프린터, 가상과 실재의 연동이 가능한 사이버물리시스템, 제조 프로세스 분석을 위한 공정 시뮬레이션 등이 포함
- 수직적 통합 지원 기술로는 생산설비의 많은 데이터를 획득하기 위한 스마트센서와 IoT 기술, 생산현장 에너지절감 기술, 제조 데이터 분석을 위한 제조 빅데이터 기술 등이 포함

1) 사이버물리시스템(CPS): 실재와 가상을 융합하여 고도의 생산을 가능하게 하는 개념



[스마트팩토리 통합 기술]



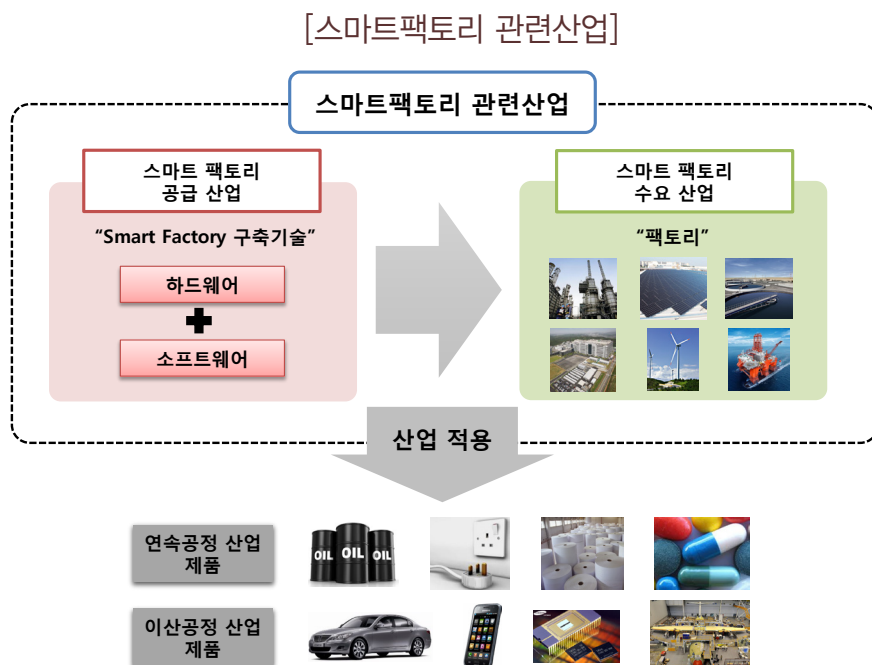
□ 스마트팩토리의 다양한 개념과 정의가 있을 수 있지만 가장 중요한 두 가지는 스마트팩토리의 고객은 인간(Human-being)이며 스마트팩토리의 철학은 연결 및 통합에 있다는 점임

[스마트팩토리 프레임워크]

	Human-being						
Customer	Workers	OEM	Brand				
Vision	Safety / Salary / Welfare	Productivity / Prod. Management / Due Date / Margin	R&D / Supply Chain Management / Margin				
Target	Smart Factory						
Concept	Digital Manufacturing	Virtual Manufacturing	Smart Manufacturing	Intelligent Manufacturing	FMS / CIM / IMS		
Philosophy	End-to-End Engineering	PLM	Connected Factory	DFSS (Design for Six Sigma)	Integration		
ICT Technology	IoT, Cloud, Big data, 3D printer, VR/AR, Energy, Smart Sensor, etc.						
Factory/Plant							

2. 스마트팩토리 관련산업

- 스마트팩토리와 관련된 산업은 크게 공장을 스마트하게 만드는 하드웨어와 소프트웨어 기술을 공급하는 “스마트팩토리 공급산업”과 이러한 스마트팩토리 구축 기술을 도입하여 제품을 만드는 “스마트팩토리 수요산업”으로 구분할 수 있음(자료: MarketsandMarkets Analysis, 2013)
- 스마트팩토리 공급산업은 산업용 네트워크, RFID 시스템, 센서, 산업용 로봇, 3D 프린터, 컨트롤러 등의 하드웨어 기술과 MES, ERP, 빅데이터, 클라우드, 사이버물리 시스템, 시뮬레이션 등의 소프트웨어 기술로 구분할 수 있음
- 스마트팩토리 수요산업은 자동차, 반도체, 핸드폰, 항공 등 조립 프로세스를 포함하고 있는 이산산업(Discrete Industry)과 정유, 발전, 제지, 제약 등의 연속적인 프로세스를 포함하고 있는 연속공정 산업(Continuous Industry)으로 구분할 수 있음
- 스마트팩토리 공급산업에서 구축된 기술이 수요산업의 프로세스와 융합되어 사용자가 원하는 다양한 제품을 스마트하게 생산하게 되는 것임





2

스마트팩토리 해외동향

1. 스마트팩토리 공급기업 현황

□ 전 세계적으로 스마트팩토리 구축기술(하드웨어, 소프트웨어)의 점유율과 경쟁력을 이미 확보하고 있는 기업은 아래의 20개 기업으로 조사되었음(자료: MarketsandMarkets Analysis, 2013)

○ 최근 스마트팩토리의 중요한 철학인 연결성 구현을 위해 기업 간 M&A 및 내부적 통합이 활발히 이루어지고 있음

– 제품설계개발 도구인 CAD 전문 제조사인 프랑스의 다쏘시스템즈는 MES 비즈니스 기업인 APRISO를 인수했으며 글로벌 ERP기업인 SAP는 MES 솔루션 공급을 통해 기업 내 운영, 생산 등 모든 데이터의 통합을 추진하고 있음

[글로벌 공급기업 현황]



□ 독일 및 유럽의 경우 공급기술 육성을 위한 테스트베드 구축(Industry 4.0 & SmartFactory^{KZ}), 대학생 인력 양성(Learning Factory), 기술사업화 및 비즈니스 모델 발굴(Fraunhofer MOEZ)까지 고려한 종합적 전략을 수립하여 스마트팩토리 사업을 추진하고 있음

○ 독일이 스마트팩토리 분야에서 부각되고 있는 이유는 공급산업의 경쟁력에 기인하며 국내 스마트팩토리 전략 및 추진방안에서도 공급산업을 포함하여 인력양성의 중요성이 좀 더 심도 있게 논의될 필요가 있음

① (독일) Industry 4.0 & SmartFactory^{KL} (*smartFactory^{KL}*®)

□ 독일은 Industry 4.0(제4차 산업혁명) 프로그램을 통하여 미래 제조업 시장의 주도를 구상하고 있음

○ Industry 4.0 프로그램은 독일연방인공지능연구소(DFKI)의 주관으로 산·학·연이 참가하여 사물인터넷(IoT), 사이버물리시스템, 스마트팩토리(Smart Factory) 등의 연구를 진행하는 2.5억 유로 규모의 국가적인 프로그램임

□ DFKI에서 진행하고 있는 스마트팩토리(SmartFactoryKL)²⁾사업은 타 산업에 적용될 수 있는 스마트팩토리 플랫폼 개발 및 공급을 목표로 다양한 형태의 데모 공장(Demonstrator) 구축사업을 시행하고 있음

○ DFKI는 스마트팩토리를 “제조기업(스마트팩토리 수요산업)과는 독립적이며(Manufacturer-independent) 실재와 유사한 제조 플랫폼”으로 정의하고 있으며 해당 플랫폼을 통하여 최신 ICT 기술 테스트, 개발 및 상용화를 추진(자료: Smart Factory at DFKI, 독일)

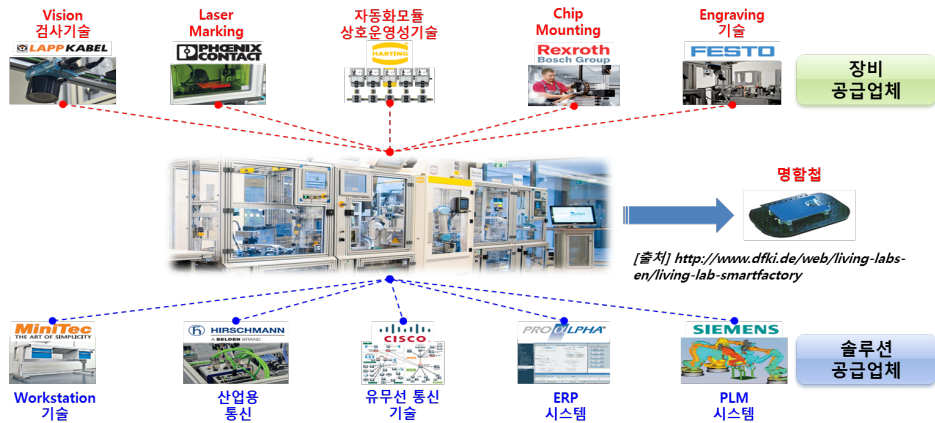
○ 명함칩 제품을 생산하는 스마트 공정 개발('14)을 시작으로 다른 제품으로 확대·적용하기 위한 고도화 작업을 지속적으로 진행하고 있음

– 10여개의 장비 공급기업(FESTO, Rexroth, HARTING 등)과 솔루션 공급기업(SIEMENS, CISCO 등)이 자사의 기술을 공급하여 하나의 제조라인을 구축하였으며 이러한 과정을 통해 기술의 통합, 인터페이스 등의 연구 및 표준화까지 추진하고 있음

2) KL의 의미는 DFKI 연구소가 위치해 있는 “카이저슬라우테른(Kaiserslautern)” 도시 이름을 의미



[DFKI 데모 공장, 2014]



[DFKI 참여 공급기업 및 적용 공급기술]

참여기업		적용기술	역할
CISCO		유무선 라우팅 및 스위칭 인프라	Connected Factory
FESTO		실 제조환경에서 다른 제조기업 간 상호연결 제공	Module Engraving
HARTING		서로 다른 자동화 모듈 간 상호운용성 제공	Module Force Fitting
HIRSCHMANN		스마트팩토리의 신뢰성을 제공하는 산업통신	Connected Security
LAPPKABEL		고해상도 카메라를 활용한 제품 검사	Module Quality Control
MINITEC		높낮이가 가능하고 작업자를 고려한 Workplace	Manual Workstation
PHOENIX CONTACT		laser marking 시스템	Module Laser Marking
PROALPHA		ERP 시스템	ERP System
REXROTH		RFID를 통한 제품 메모리 read	Module Clip Mounting
SIEMENS		명합철 전주기 생산 정보관리	Product Lifecycle Management

- 초기 스마트팩토리 플랫폼 구축은 독일 내 기업과 협력했으나 최근에는 IBM(미국), 화웨이(중국) 등을 포함한 46개의 다양한 해외 글로벌 기업 및 기관과의 협업을 추구하고 있음

[DFKI 협의체]



자료 : www.smartfactory.de

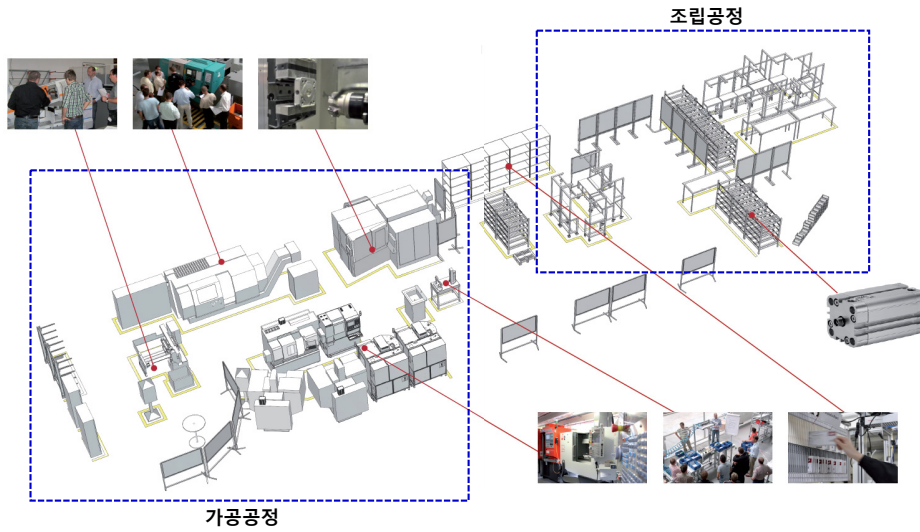
② (독일) Learning Factory

□ 독일의 Darmstadt 공대의 Learning Factory는 스마트팩토리 관련 대학생 인력교육 목표로 운영 중인 플랫폼임 (자료: Darmstadt CIP)

- 린 생산(Lean Manufacturing), 품질관리, 통계적 공정관리(SPC, Statistical Process Control), 측정 시스템 관리 기술 등의 교육 커리큘럼으로 구성
- 교육 뿐 아니라 설비재구성 등을 통한 공급기술 검증 역할도 수행하고 있음
 - 전체 공정은 가공공정과 조립공정으로 구성되어 최종제품으로 모터를 생산하게 되며 해당 프로세스는 가공, 자동/수동 조립, 생산물류, 품질관리, 판매, 구매, 계획, 제어 등의 기능을 포함하고 있음



[Learning Factory]



자료 : Darmstadt CIP

[Smart Factory와 Learning Factory간 비교]

특징	SmartFactory ⁴ (독일)	Learning Factory(독일)
목적	<ul style="list-style-type: none"> • 데모공정을 통한 스마트팩토리 공급기술 검증 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트팩토리 관련 인력양성
스마트 영역	<ul style="list-style-type: none"> • 수직적(생산시스템) 통합 (Shop floor-Level1-2-3-4 수준) • 수평적 통합 추진 중 	<ul style="list-style-type: none"> • 수직적(생산시스템) 통합 (Shop floor-Level1-2-3 수준) • 수평적 통합 추진 중
생산제품	<ul style="list-style-type: none"> • 명함칩 (판매 불가) 	<ul style="list-style-type: none"> • 모터 (판매 불가)
협업체	<ul style="list-style-type: none"> • 46개 (화웨이, IBM, CISCO 등) 	<ul style="list-style-type: none"> • 27개
특징	<ul style="list-style-type: none"> • FESTO, Rexroth, HARTING 등 경쟁력 보유 기업 다수 참여 • “플러그-생산” (Plug and Produce)³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • Rexroth 등 협업 • 공급기술 검증도 가능

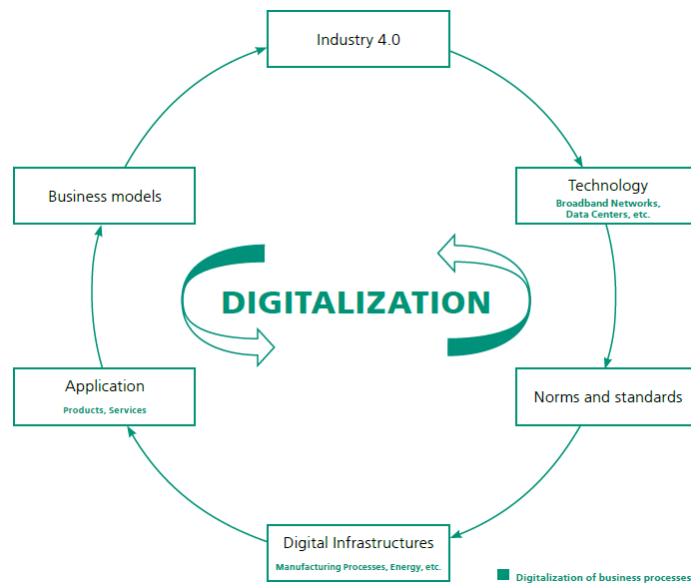
3) IoT 기술이 적용되어 사용자가 원하는 제품을 플러그만 꽂으면 생산이 가능한 공장

③ (독일) Fraunhofer MOEZ

□ 중소 · 중견 제조기업 기술의 글로벌 시장 진출, 기술이전, 상용화를 지원하고 있음

- 프로세스와 비즈니스 모델 평가와 시뮬레이션, 실시간 예측 및 가시화를 수행하는 빅 데이터 센터 운영
- 특히 Industry 4.0 환경에서의 산업 정보화와 디지털화에 따른 제품과 서비스의 사용자 맞춤(customization)을 지원하는 “디지털 비즈니스 모델”을 연구하고 있으며 공급기술의 사업화 모델을 구축하고자 함

[Industry 4.0 환경에서의 기술과 비즈니스 간 “디지털 인프라” 역할]



자료 : <http://www.moez.fraunhofer.de/en.html>

④ (일본) 미쓰비시

□ 일본의 대표적인 공급기업인 미쓰비시에서는 자사의 스마트팩토리 공급기술인 설비, 로봇, 제어, 센서, 비전, MES 등을 통합하여 기술의 검증, 상용화, 패키징의 목표를 가지고 플랫폼을 구축하였음

- 독일의 DFKI가 구축하고 있는 SmartFactory 플랫폼과 미쓰비시 플랫폼의 목표는 스마트팩토리 공급기술의 검증으로 비슷한 것으로 판단되며 다만 독일은 다양한 기업의 기술을 통합한 반면, 일본의 경우는 미쓰비시가 보유한 기술 중심의 통합이 이루어졌다는 차이점을 가지고 있음



- 특히, 미쓰비시의 경우 “센서-제어-로봇-MES”의 수직적 기술을 통합 및 패키징하여 산업별로 비즈니스를 수행하고 있음

2. 스마트팩토리 수요기업 스마트化 현황

□ RioTinto

○ 개요

- RioTinto는 호주(Brisbane)에서 광산산업에서는 세계 최초로 빅데이터 센터(PEC, Processing Excellence Centre) 운영을 시작하였으며, 이 센터에서는 고정 및 모바일 광산 운영 장비에 부착된 센서를 통해 수집 및 저장된 방대한 양의 데이터(30GB/일, 5TB 저장소 활용) 평가와 엔진 고장의 예측 및 방지를 통하여 생산성 향상과 안전성 강화에 주력하고 있음

○ 적용기술

- 센서 및 빅 데이터(설비 진단 및 예지보전) 기술 및 예측수학, 머신 러닝, 모델링 기술

○ 목표

- 채광작업의 안전성, 효율성 강화 및 주주 수익률 극대화



□ GE

○ 개요

- GE는 인도 서부 푸네에 2억달러 이상을 투자한 새로운 개념의 유연한 멀티모달

공장(Multi-Modal Factory)을 구축하여 제트엔진에서 기관차의 부품까지 다양한 제품(항공, 전력, 가스, 운송 비즈니스 제품)의 생산 및 가공을 지원하며 “생각하는 공장(Brilliant Factory)⁴⁾”을 처음으로 적용함

○ 적용기술

- 공장시설 간 실시간 정보를 공유하고 공급망·서비스망·유통망 등을 연결하는 산업인터넷(IIoT, Industrial IoT) 및 빅 데이터 기술을 통하여 돌발적인 가동 중지를 예방하고 품질 유지 및 최적화된 생산 추구

○ 목표

- 2022년까지 인도의 국내총생산(GDP) 중 제조업의 비율 현재 대비 25% 향상과 1억 개의 일자리 창출



자료 : GE 홈페이지

□ ZARA

○ 개요

- ZARA 매장에 설치된 카메라를 통하여, 고객이 방문했을 때 옷에 대한 요구사항 (“나는 주머니 지퍼를 좋아하지 않는다”, “칼라 디자인은 매우 아름답다” 등)이 ZARA 내부에 있는 정보 네트워크를 통하여 하루에 두 번 이상 본부 디자이너에게 전송됨
- 구매 통계 데이터, 반품 비율이 반영된 일일 비즈니스 분석 보고서 및 판매순위분석결과가 ZARA 시스템에 저장되며 색과 패턴을 선택하는 과정에서 고객 니즈를

4) 제조업 생산과정 전반을 디지털화한 차세대 지능형 공장으로서 사고, 기계 고장 등을 예방하고 불량률 감소에 기여



반영한 시장 세분화(segmentation) 수행

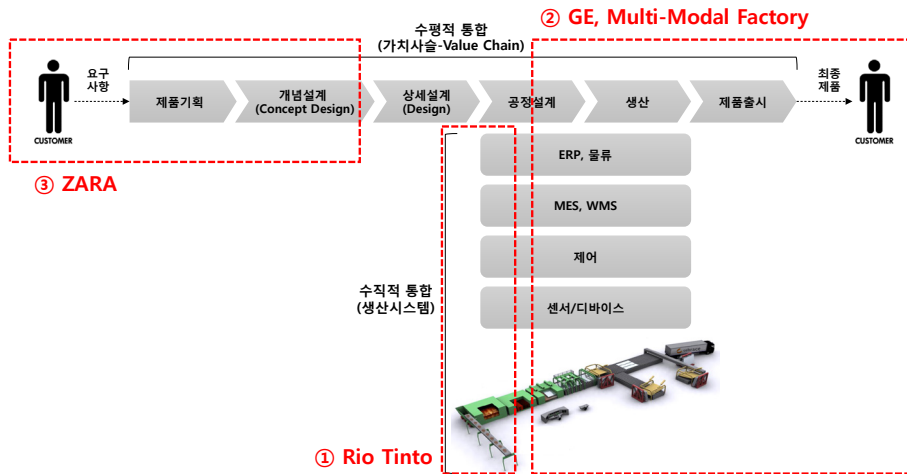
○ 적용기술

– 온라인 기반 양방향 검색 엔진을 통한 데이터 분석

○ 목표

– 빅데이터 분석을 통해 고객 니즈에 부합하는 목표 시장 설정 및 구체화

[수요기업 스마트化 영역]



3

한국형 스마트팩토리 추진전략 및 구축사례

- 최근 2~3년 동안 국내에서는 정부와 민간에서 스마트팩토리와 관련한 다양한 정책을 수립하고 있지만 제조혁신을 위한 국가적인 전략 및 실행방안 마련 측면에 있어서 보다 구체적이고 거시적인 로드맵 수립이 요구됨
 - 산업통상자원부, 미래창조과학부 주도로 8대 핵심 기반기술⁵⁾별 스마트제조 R&D 로드맵 수립, 스마트공장고도화기술개발사업, 스마트공장 보급·확산사업⁶⁾, 사물인터넷융합기술개발사업 등을 통해 스마트팩토리 기술 개발 및 확산에 주력하고 있음
 - 하지만 스마트팩토리 수요산업 관점에서는 “제조공정에 로봇을 도입하면 스마트팩토리가 되는지?”, “공정 자동화를 추진하면 스마트팩토리가 되는지?”, “기업 내 제조 솔루션을 클라우드로 적용하면 스마트팩토리가 되는지?”, “데이터 마이닝 기술을 활용하여 품질개선을 이루면 스마트팩토리가 되는지?” 등의 많은 의문을 가지고 있어 추진 방향에 대한 가이드 및 구체적 로드맵 등이 필요함
 - 또한 스마트팩토리 공급산업 입장에서는 “국내 스마트팩토리 공급산업의 경쟁력이 글로벌 기업 대비 떨어져 있는 현실을 어떻게 볼 것인가?” 하는 질문에 대한 해결책이 필요함
 - 예를 들어, “국내에서 지금부터 iOS, Android, 윈도우 등을 개발한다면 과연 경쟁력이 있을 것인가?” 라는 질문에 확신을 가질 수 있는 사람은 극히 드물 것이며 “국산 CAD를 개발하면 과연 시장성이 있을 것인가?” 라는 질문에 대해서도 확신을 가지기는 어려운 현실임
- 국내 스마트팩토리 사업의 경우 주로 OEM 기업의 생산성 향상을 목적으로 진행되고 있으나 장기적으로는 OEM 생산 방식을 넘어서 스마트 팩토리 기업으로서의 특화 및 브랜드화가 요구됨
 - 현재 국내 스마트팩토리 사업의 경우 공급산업, 수요산업 육성을 상호 연계하는 방식을 통해 OEM 기업의 생산성 증대를 목표로 추진되고 있음

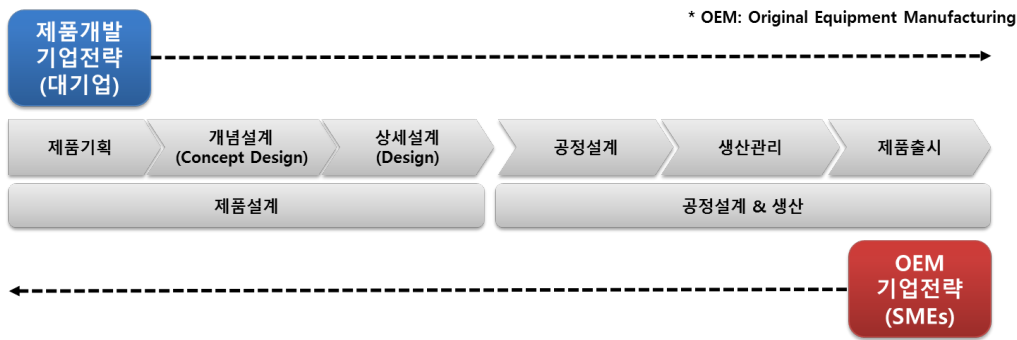
5) CPS, 스마트센서, 사물인터넷, 에너지절감, 3D프린팅, 빅데이터, 클라우드, 홀로그램

6) 현장자동화 및 생산운영관리시스템(MES), 제품개발지원시스템(PLM), 공급사슬관리시스템(SCM), 기업자원관리시스템(ERP), 공장에너지관리시스템(FEMS) 지원



- 하지만 독일, 일본 사례에서 보듯 스마트팩토리 산업은 공급·수요산업 육성이 필수적이므로 OEM 기업 상태에서 생산성 향상을 추구하기보다 장기적으로는 스마트팩토리 기업 브랜드를 구축할 수 있도록 공급·수요산업별로 지원하는 전략이 필요함

[한국형 스마트팩토리 추진방향]



- 앞서 언급한 한국형 스마트팩토리 추진방향을 좀 더 구체적인 전략으로 살펴보면, 크게 ① 공급기업전략 ② OEM 기업전략 ③ 브랜드 기반 대량생산 기업전략 ④ 사용자 맞춤형 기업전략 ⑤ Factory Maker전략 등의 다섯가지 전략으로 구성될 수 있음

- 스마트팩토리 공급산업 육성을 위해서는 독일과 일본의 추진전략과 마찬가지로 스마트팩토리 구축기술 (하드웨어와 소프트웨어)을 검증할 수 있는 다양한 형태의 테스트베드를 구축하여 기술의 검증과 상용화를 진행하는 것이 필요하며,

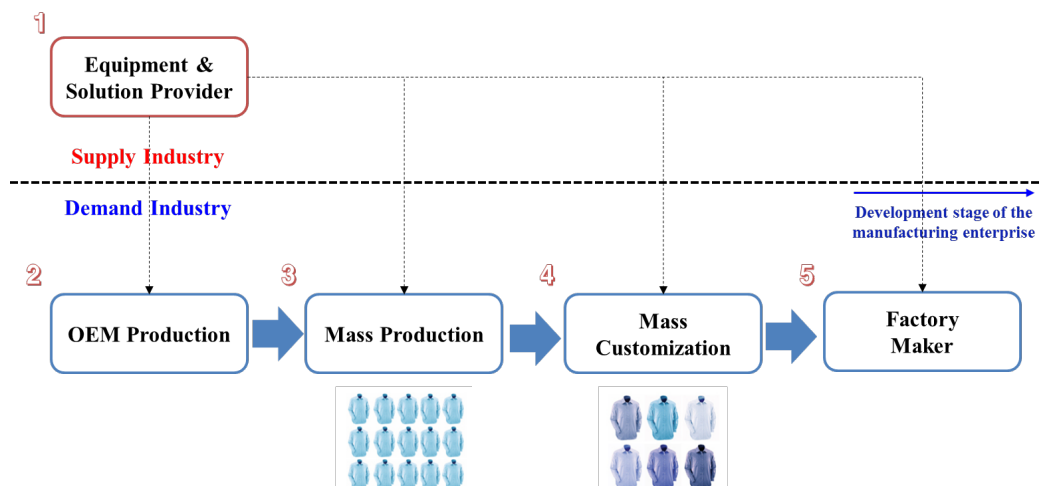
- 스마트팩토리 수요산업 육성을 위해서는 국내 제조기업 특성을 반영한 추진전략을 마련해야 함. 앞서 언급한 ② ~ ④ 전략이 수요산업 전략에 해당되며, 통계적인 부분이나 학술적인 근거는 부족할 수 있지만, 한국 내에서 60~70년부터 제조기업이 발전되어 온 과정으로 볼 수 있음

- 수요산업 육성전략(② ~ ④)에서 공통적으로 요구되는 부분은 “산업별 모델 팩토리 구축”이 될 수 있으며,

- 현재 스마트팩토리를 추진한다고 하면, 대부분은 자동화, IoT, 빅데이터 등을 통한 생산성 향상에 초점이 맞춰져 있는 것이 사실이나, 수요산업의 제조기업이 원하는 궁극적인 목표는 OEM/ODM 생산방식보다는 자사의 브랜드(메이커)를 가지는 비즈니스이므로 다양한 고객의 요구사항에 대응할 수 있는 대응 체계 및 시스템 확보가 더 중요할 것임

- “OEM 생산방식의 수요기업”의 스마트팩토리 추진을 위해서는 MES, 공정 시뮬레이션 등의 ① 공정관리 플랫폼 도입, ② 설비자동화 및 제조로봇 도입, 그리고 ③ 산업별 모델 팩토리(수요산업 테스트베드) 구축이 필요함
 - OEM 생산방식 기업을 자사 브랜드를 가지는 “대량생산(Mass Production) 방식의 수요기업”으로 전환하기 위해서는 제품기획 및 비즈니스 모델 발굴 등을 포함하는 제조 서비스화 전략이 추진되어 함
 - 자사 브랜드를 가지는 대량생산 방식의 수요기업을 “사용자의 다양한 요구사항을 대응할 수 있는 사용자 맞춤형(Mass Customization) 생산방식의 수요기업”으로 전환하기 위해서는 고객(B2B, B2C)의 다양한 요구를 반영한 가치사슬 전체를 통합하기 위한 전략이 추진되어야 함
- 다섯 번째 전략으로 “Factory Maker” 전략의 경우는 국내 공급기술을 기반으로 부가가치가 높은 영역인 “팩토리를 설계(엔지니어링)할 수 있는 역량”을 키우는 것이 궁극적인 목표로 볼 수 있음
- 예를 들어, 자동차와 핸드폰도 제품(Product)이듯이 공장(Factory) 및 플랜트(Plant)도 하나의 제품으로 볼 수 있음

[한국형 스마트팩토리 추진전략]

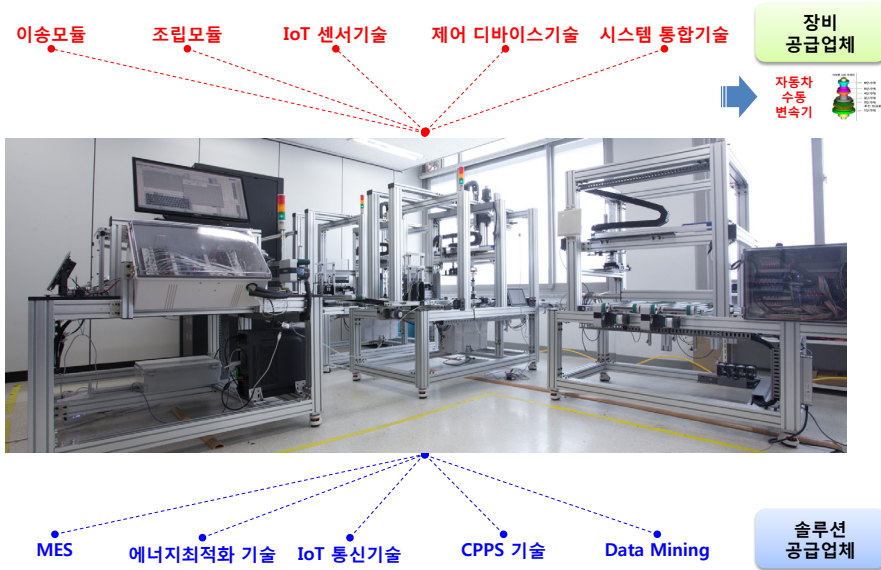




1. 공급산업 육성전략 및 사례

- 국내 스마트팩토리 공급산업의 경우 많은 기업들이 개발된 공급기술을 검증할 수 있는 대상 즉, 테스트베드 개념의 공장이 필요함
 - 국내 대기업과 중소·중견 제조기업의 설비와 운영시스템은 해외 공급기업의 제품으로 구축되어있는 비율이 높은 것이 현실이며, 변동이나 고장이 발생할 경우 해외 엔지니어가 국내 제조현장을 직접 방문해야 하는 위험성으로 인해 공급기술을 검증하기가 거의 불가능함
 - 또한, 많은 중소·중견 제조기업에서는 주문생산방식에 따라 납기를 준수하여 제품을 생산해야 하므로 생산일정에 영향을 줄 수 있는 스마트팩토리를 적용할 기회가 제한되어 있음
- 테스트베드 구축은 공급기업 뿐 아니라 수요기업 입장에서도 적용하려는 스마트팩토리 기술의 신뢰성을 확보하고 전사적 차원에서의 스마트팩토리 도입시 ROI를 미리 확인할 수 있는 기반이 될 수 있음
- 앞서 언급한 공급기업과 수요기업의 요구를 반영하여 '14년부터 한국생산기술연구원과 UNIST가 공동으로 테스트베드를 구축하여 운영하고 있음
 - 자동차 수동변속기를 최종제품으로 자재투입, 조립, 이송 공정으로 구성되어 있음
 - 테스트베드에 적용된 스마트팩토리 하드웨어 기술은 설비, 센서, 제어 디바이스, 시스템 통합 기술을 포함
 - 테스트베드에 적용된 스마트팩토리 소프트웨어 기술은 MES, 에너지최적화 기술, IoT 통신, CPPS 기술, 데이터 마이닝 기술을 포함

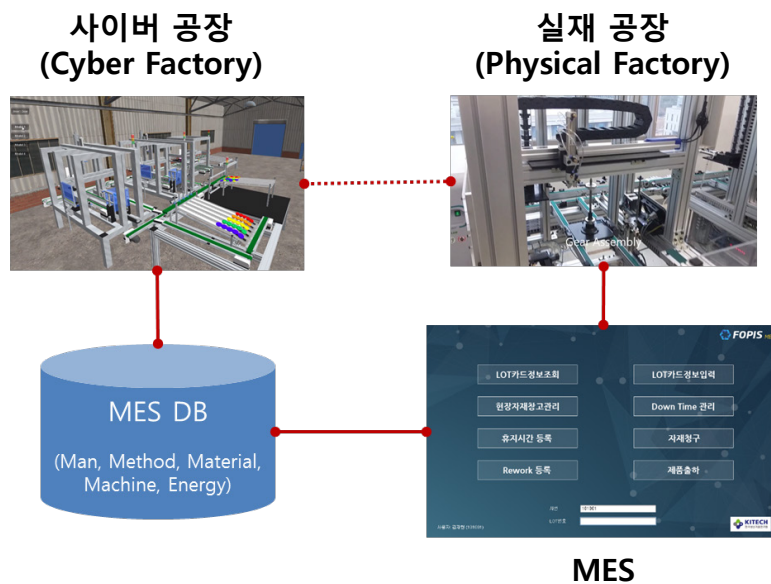
[1st 스마트팩토리 테스트베드 (smartfactory.unist.ac.kr)]



○ 독일의 Industry 4.0의 핵심기술 중 하나인 사이버물리시스템 기술이 제조분야에 적용되면 사이버물리생산시스템(CPPS: Cyber Physical Production System)이 구축될 수 있음

– 본 테스트베드에서는 실재공장(UNIST 구축 테스트베드)과 가상공장을 MES기반으로 연결해 생산 및 공정 단계에서 CPPS의 개념을 구현하고 생산 공정 데이터를 관리

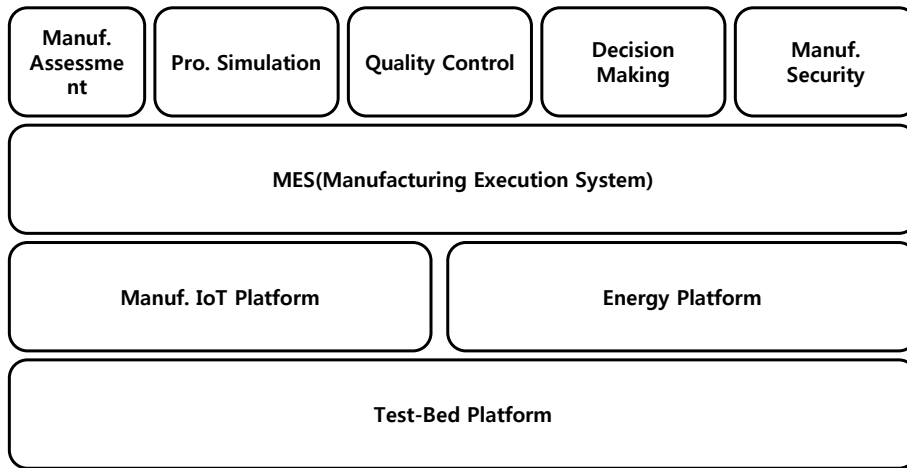
[CPPS 구성도]





- 본 테스트베드의 궁극적인 KPI는 스마트팩토리 공급기술 국산화율을 높이고 적용된 공급기술을 확보하고 있는 국내 스마트팩토리 공급기업으로부터의 협력을 통하여 글로벌 스마트팩토리 시장에서 경쟁력을 확보하는 데 있음

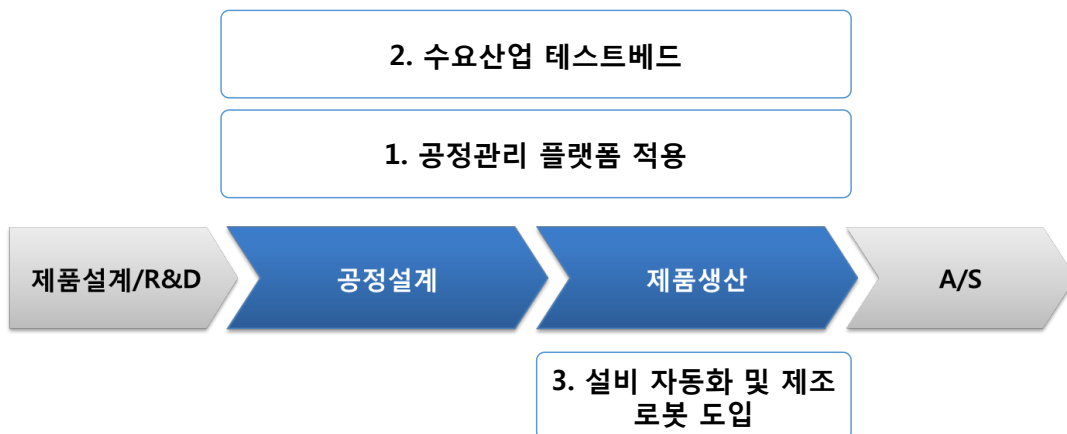
[1st 스마트팩토리 프레임워크]



2. 수요산업 육성전략 및 사례

- 스마트팩토리 수요산업 발전전략 중 “OEM 생산방식 수요기업”의 스마트화를 위해서는 제품설계 영역보다는 공정설계와 제품생산 단계에서 스마트 기술이 적용되어야 함
- 세부적인 적용 기술로는 ① MES와 공정 시뮬레이션 기술 등을 포함하는 공정관리 플랫폼 ② 수요산업의 특징을 반영하는 모델 공장 형태의 테스트베드 ③ 공정 내 병목현상(bottleneck)을 해결할 수 있는 설비 자동화 및 로봇 도입이 필요함

[OEM 생산방식 수요기업 스마트 영역]



- 생산기술연구원에서는“OEM 생산방식 수요기업” 스마트화의 개념을 검증하기 위해 베트남에 진출해 있는 국내 OEM 기업을 대상으로 앞서 언급한 기술을 적용하여 스마트 팩토리를 구축하고 있음
- 베트남에 진출해 있는 봉제기업(가방, 신발, 의류 제품)의 경우 세계 1위의 OEM 기업도 다수 있으며 이러한 기업들은 원가절감 목표 달성을 위하여 기존의 “인건비가 저렴한 지역으로 공장을 이동하는 방식”에서 “공장 생산성을 높이는 방식”으로 방향을 전환하고 있음
 - 봉제산업 제조라인의 경우 多 설비 운영 제조라인으로 구성되어 있으며 다양한 공정(연속공정, 조립공정)이 혼합되어 있는 특징을 가지고 있음
- 스마트팩토리화를 진행하고 있는 대상 공정의 프로세스와 요구사항을 분석한 결과,
 - ① 글로벌 브랜드의 다양한 요구(품질, 가격, 납기 등)에 대응하기 위한 영업 대응 시스템이 필요하며,
 - ② 노동집약적 제조공정(재단-봉제-포장)으로 관리수준이 정형화되어 있지 않아 이에 따른 공정설계, 품질개선, 인력관리를 해결하기 위한 시스템의 도입이 필요하며,
 - ③ 多 설비에 따른 설비관리 및 에너지 관리를 위한 관리 방안이 필요한 것으로 도출되었음

[봉제기업 내, 제품개발 프로세스]



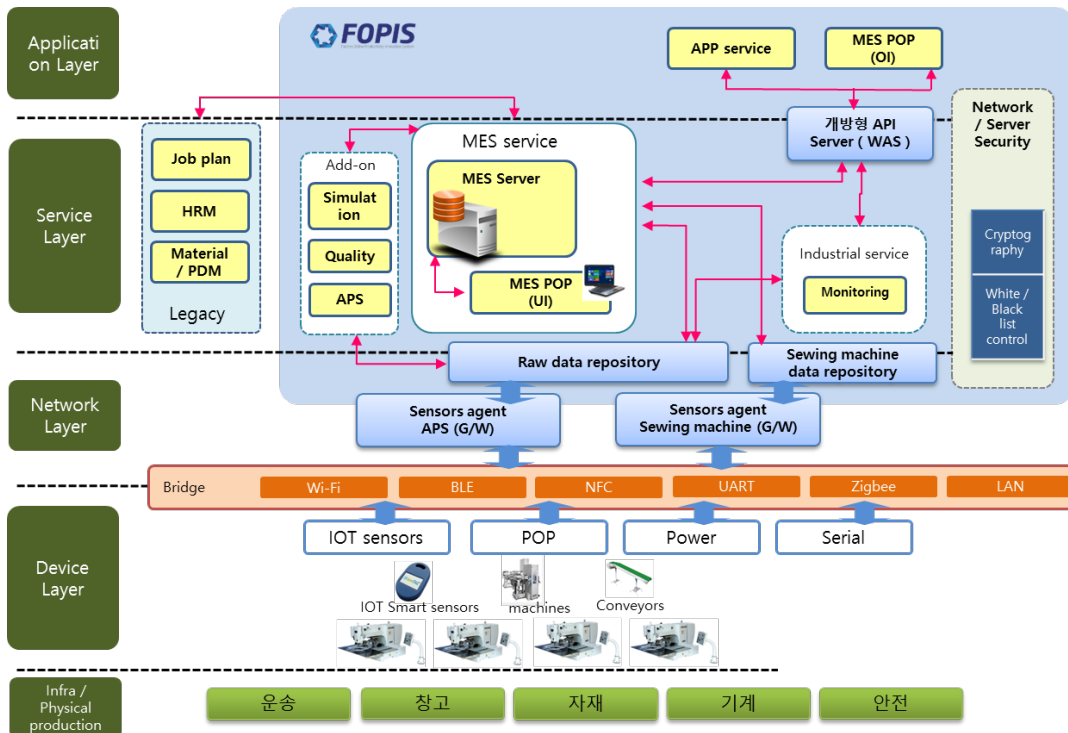


- 대상 기업의 스마트화를 위해 ① 적용할 기술(IoT, MES, 에너지기술, 시뮬레이터, 제조보안 등)의 검증에 위해 모델 공장을 구축하였으며, ② 검증된 기술을 베트남 현지 1~2 제조라인에 실제 적용하는 두 단계로 추진하고 있음
- 수요산업의 테스트베드는 스마트팩토리 수요기업의 생산성 및 품질향상을 위한 스마트화 목적과 동시에 스마트팩토리 공급기술의 검증을 통하여 공급기술 국산화 비율 향상의 두 가지 목표를 가지고 있음

[봉제산업 모델 공장]



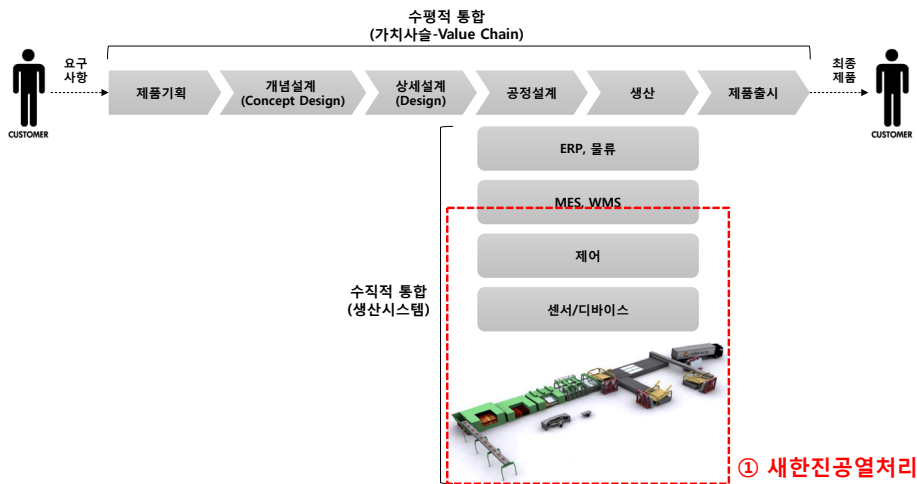
[봉제공정 스마트화를 위한 프레임워크]



□ 수요기업 스마트化 추진 시 비용 절감, 생산성 향상 등을 통한 공정 최적화 가능

〈국내 스마트팩토리 수요기업 스마트化 사례 - 새한진공열처리〉

- 경기 화성의 금형 열처리 제품 생산 중소기업으로 최근 정부 지원금 1억원에 자체 자금 5000만원의 예산을 투입하여, 기존 공장을 스마트공장으로 리모델링함
- 모든 제조 과정을 관리할 수 있는 생산운영관리(MES) 시스템을 도입해 최적의 공정조건 도출하고 전력감시모니터링 시스템 구축으로 장비의 전력 소비 최소화
- 기업대표는 “스마트팩토리 추진으로 연간 3억원이던 전기료가 올해는 2억5000만원 수준으로 줄어들 것”이며 “생산성을 높여 올해 매출은 지난해(26억원)보다 60% 이상 늘어날 것으로 예상”하고 있음





4

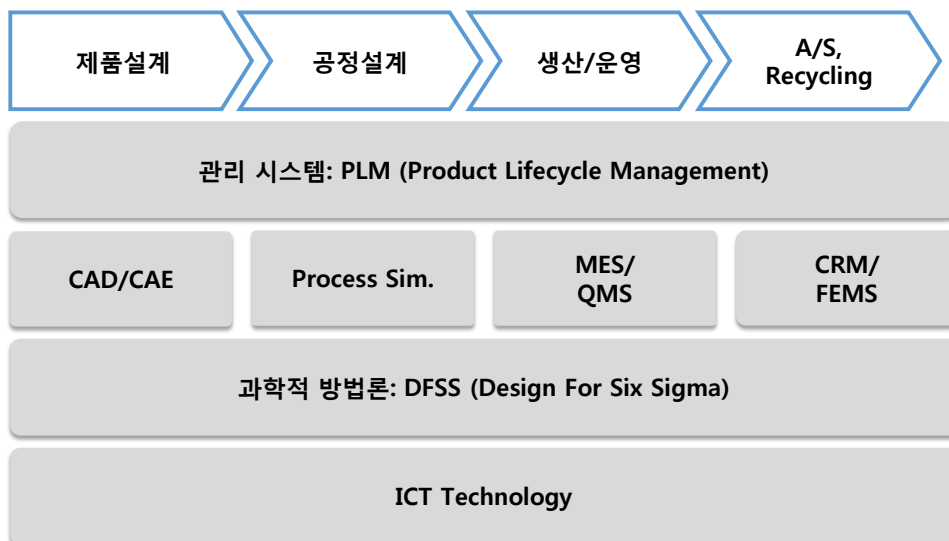
중소 · 중견 제조기업 스마트팩토리 추진전략

1. 수요산업 대상 제언

□ 국내 스마트팩토리 수요기업에 해당하는 국내 중소 · 중견 제조기업이 기존 공정의 스마트팩토리화를 추진하기 위해서는 제한된 기업의 예산과 인력이 투입되어야 하므로 단기적이고 지엽적인 관점보다는 거시적인 관점에서의 신중한 접근이 필요함

- ① 중소 · 중견 제조기업에서는 전체적인 제품개발 프로세스 관점에서 스마트팩토리 기술 도입을 고려해야 함
- 중소 · 중견 제조기업과 대기업의 제품개발 프로세스(제품설계-공정설계-생산/운영-A/S, Recycling)간 적용되는 기술수준의 차이는 있을 수 있으나 모든 제조기업은 동일한 프로세스를 거쳐 제품을 개발한다는 관점에서 접근할 필요가 있으며 중소기업과 대기업과 같은 규모의 구분이 아닌 해당 제품 개발 프로세스의 적합성을 우선으로 스마트팩토리 기술을 도입해야 함

[일반적 제품개발 프로세스와 스마트팩토리 기술]



- 예를 들어 수도권지역을 생산하는 중소 제조기업(뿌리기업)의 프로세스를 분석해보면 CAD를 활용한 제품설계, 3D 프린터를 활용한 제품 디자인 검증 그리고 생산, 조립과정과 같이 대기업의 제품개발 프로세스와 동일함을 알 수 있음

[수도꼭지 제조기업 내 제품개발 프로세스]



– 일반적으로 중소 · 중견 제조기업에서 스마트화를 추진할 경우 대기업 대비 低 가격 및 低품질의 솔루션을 도입하는 경우가 많으나 장기적으로는 자사의 프로세스에 적합하지 않을 위험성이 높아져 신중한 판단이 필요함

- 중소 · 중견 제조기업에서 자사의 상황에 맞는 스마트팩토리 기술을 도입하기 위한 의사결정을 한다는 것은 대단히 어려운 일이며 이러한 판단의 몫을 제조기업에 맡기기 보다는 정부 및 공공 사이트에서 중소 · 중견 제조기업의 다양한 프로세스에 적합한 스마트팩토리 적용 가이드를 제공하거나 대기업의 전유물이라 할 수 있는 ISP(정보화 전략 수립, Information Strategy Planning)를 포함하는 프로세스 컨설팅 지원이 필요할 것으로 판단됨
- ② 스마트팩토리를 추진할 제조기업 내에는 내부의 종업원을 포함하여 주문하는 고객, 협력을 진행하는 고객 등 “나의 고객이 누구인지?”와 “관련된 이해관계자가 누구인지?”를 파악해야 하며, 해당 고객이 원하는 요구사항이 무엇인지를 정확하게 이해할 필요가 있음

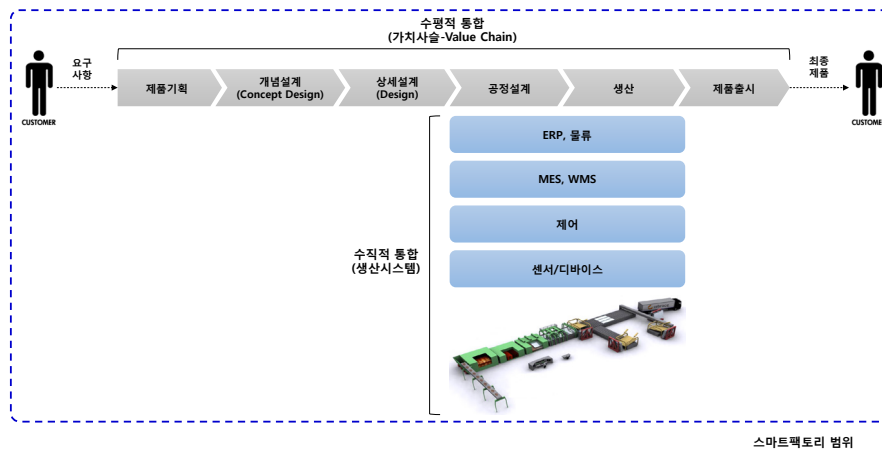


[제조기업 고객 구분(例)]

구분	고객	
내부고객	• 직원	• 생산직
		• 사무직
	• 경영층	• 경영자
		• 기업소유주
		• 주주
외부고객	• B2B(Business to Business, 기업과 기업 간 거래)	• 주문업체
		• 협력업체
		• 하청업체
	• B2C(Business to Customer, 기업과 개인 간 거래)	• 최종 제품 사용자(개인)

- 예를 들어 종업원의 경우는 높은 급여와 안전한 작업환경에서의 지속적인 근무를 하는 것이 가장 중요한 요구사항인 반면, 기업 소유주 입장에서는 생산 효율화가 우선 순위이므로 스마트팩토리 구축시 상반된 목표를 가질 수 있는 문제에 대해 고객들 간의 합의와 비전 공유가 필요할 것임
- 중소·중견 제조기업에서 스마트팩토리 추진에 대해 공장자동화, 품질개선 등의 목표를 가지고 진행할 수도 있으나 상기에서 언급한 제조기업과 관련된 다양한 고객의 요구사항을 분석하여 최대한 만족시킬 수 있는 방향으로 접근한다면 스마트팩토리화를 넘어서 기업의 혁신이 가능할 것으로 판단됨
- ③ 중소·중견 제조기업에서는 “스마트팩토리 추진을 위해 제한된 인력, 예산, 시간 등의 자원을 어떻게 활용할 것인가?”에 대해 결정할 필요가 있음
- 스마트팩토리의 전체 범위는 제조기업 내 수직적 통합과 수평적 통합으로 중소·중견 제조기업 내에 스마트팩토리를 추진하기 위한 자원(인력, 예산, 시간 등)이 무한으로 있다면 전체 스마트화 달성을 위한 장기적인 로드맵을 수립하여 추진할 수 있지만 중소·중견 제조기업은 제한된 자원을 효율적으로 투입하여 단기간에 성과를 거두어야 하는 것이 현실로 스마트팩토리는 신중한 접근이 필요한 문제임
 - 기업별로 생산성 향상, 불량률 개선 등 스마트팩토리 구축의 목표가 다르므로 초기부터 전 공정의 스마트화를 추진하는 것보다 해당 목표 지표와 연관성이 높은

- 공정에 집중하여 스마트팩토리 기술을 점진적으로 도입하는 방안이 효율적일 것임
- 다만 최종적으로는 수직적 통합과 수평적 통합을 반드시 고려하여 스마트팩토리 구축 사업을 진행하는 것이 필요함



- ④ 중소 · 중견 제조기업과 유사한 형태의 모델팩토리 벤치마킹을 통한 ROI(Return On Investment, 투자수익률)의 검증 과정이 필요할 것이며 스마트팩토리 관련 솔루션의 기술성, 유지보수, 확장성 등에 대한 정확한 판단이 요구됨
- ⑤ 스마트팩토리 추진에 대한 단계적인 로드맵과 비전을 동시에 제시할 필요가 있음

2. 공급산업 대상 제언

- ① 공급기술의 기술개발은 공급기업의 몫이지만 개발된 기술을 어디서 검증할 것인가에 대해 판단할 필요가 있음
- ② 공급기술은 단위기술 개발로 끝나는 것이 아니라 융합 및 통합 관점에서의 기술개발이 이루어 져야 함
 - 개발하고 있는 기술이 요소기술 및 단위기술이라 할지라도 개발된 기술이 어디에 적용될 것이며 어떠한 고객이 사용할 것인지에 대하여 통합적 관점에서의 접근이 필요함
- ③ 마찬가지로 공급기술의 요소기술 개발로 끝나는 것이 아니라 기술 간 인터페이스 (I/F) 및 융합을 고려할 필요가 있음



〈스마트팩토리 구축 관련 참고 민간 기관〉

- 민관합동스마트공장추진단: 산업통상자원부에서 민관합동으로 만든 조직으로 스마트공장 보급사업 및 정책 수립역할 수행(www.smart-factory.kr)
- 한국스마트제조산업협회(Korea Smart Manufacturing Industry Association: KOSMIA): 산업통상자원부 산하단체(www.plm.or.kr)
- Intree 4.0 포럼: 인더스트리 4.0 과 관련된 혁신 기술에 대해서 연구하는 대학교수 및 분야별 전문가들이 참가하는 민간 주도의 포럼(www.intreeforum.org)
- 한국ICT융합네트워크: ICT 융합을 통해 신규 제품·서비스·시장의 창출을 촉진하고 대한민국 기업들의 혁신 활동을 저해하는 각종 제도와 관행을 개선함으로써 국제 경쟁력의 강화를 도모하며 ICT 융합에 관한 산·관·학·연 협력 추진 (<http://kicon.org>)
- K-SMARTFACTORY: 스마트공장의 핵심인 스마트머신, 미들웨어, 빅데이터, 사물인터넷, 스마트전략, 정부정책방향에 대한 사례연구와 활용방안을 공유함으로써 한국형 스마트공장 활성화 방안을 도모하고 한국형 스마트공장의 표준을 제시하기 위한 민간조직 (www.k-smartfactory.org)

[참고문헌]

MarketsandMarkets Analysis, 2013

Smart Factory at DFKI, 독일

www.smartfactory.de

Darmstadt CIP

<http://www.mescc.com/downloads/flyer.pdf>

GE 홈페이지



K I T A

KOREA
INTERNATIONAL
TRADE
ASSOCIATION

한국무역협회

한국무역협회 국제무역연구원
서울시 강남구 무역센터 트레이드타워 48F
<http://iit.kita.net>