

스마트공장과 사이버물리시스템

노상도

공과대학 시스템경영공학과
대학원 산업공학과



4차 산업혁명

- 디지털·기계·바이오 분야의 경계가 모호해지며, 융합된 기술들이 경제체제와 사회구조를 급격하게 변화시키는 새로운 시대

초연결

(Hyper-Connectivity)

사물 간의 실시간
데이터 공유 극대화

초융합

(Hyper-Convergence)

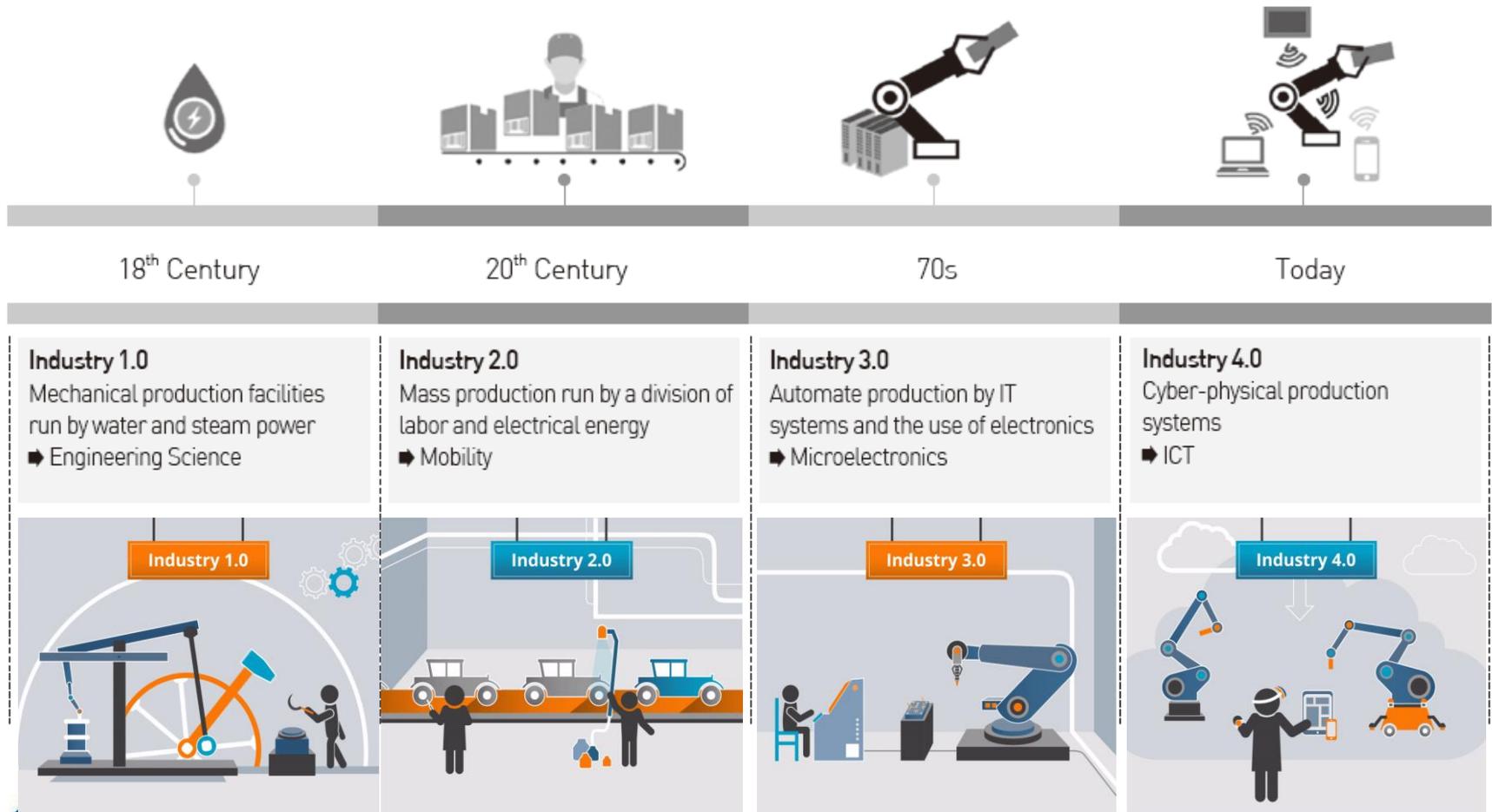
데이터 분석을 통한
이종 기술과 산업 간의
다양한 결합, 새로운
기술과 산업 출현

초지능

(Super-Intelligence)

향상된 서비스
제공을 위한 **데이터
기반 예측**을 통한
최적 의사결정

독일 인더스트리 4.0



주요국들의 스마트공장 지원 정책



미국

Advanced Manufacturing Partnership 2.0

- 산업계 중심 SMLC (Smart Manufacturing Leadership Coalition) 발족
- Rockwell Automation 참여



일본

Strategic Innovation



독일

Industry 4.0

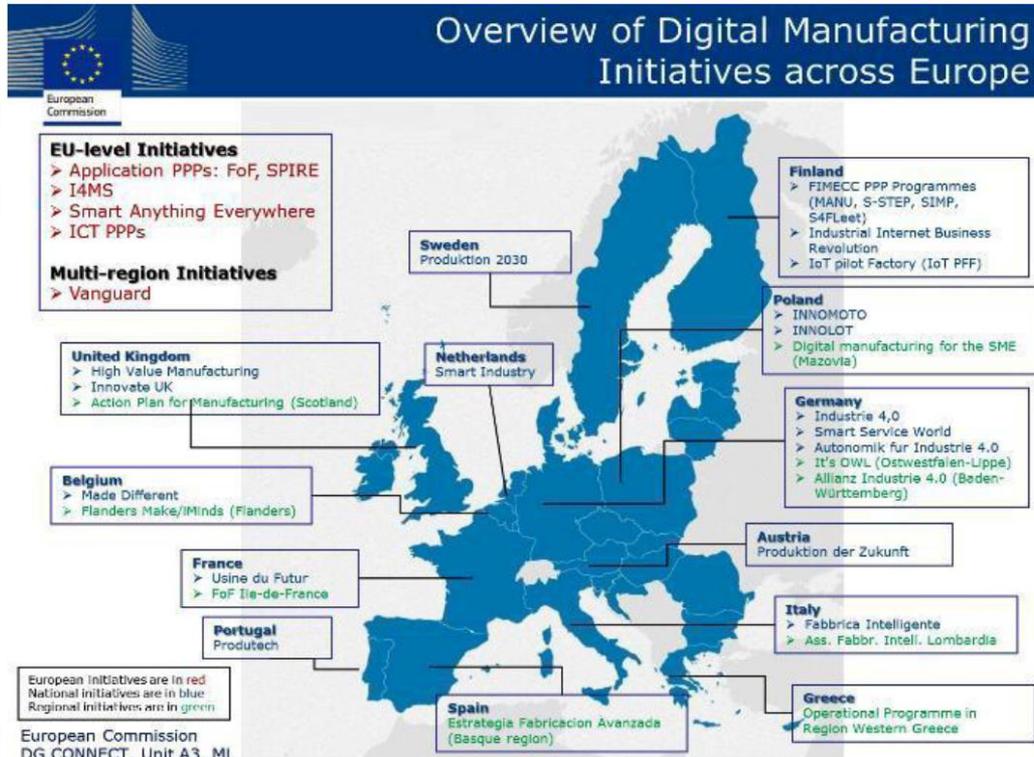


중국

Made in China 2025

ICT 융합을 통한 제조강국
업그레이드
산업의 기술혁신, 구조조정,
를 통한 산업간 시너지 효과
촉진제 역할

대경제연구원, 2014)



[한국형] 제조혁신 3.0

- 제조 경쟁력 약화와 노동 인구 감소와 같은 사회적, 경제적 문제에 솔루션 제시, 새로운 분야 가치 창출로 고도화
- 산업통상자원부, 중소벤처기업부의 **한국형 스마트공장 기술 개발 및 구축 사업** (2020년까지 1만개, 2022년까지 2만개, 2025년까지 3만개 공장의 스마트화 추진 중)
- **8대 스마트제조 기술 (CPS, 에너지절감, 스마트 센서, 3D프린팅, IoT, 클라우드, 빅데이터, 홀로그램)** 기술 융복합
- 스마트공장 국제 표준에 선도적으로 참여하여 표준형 스마트 공장에 기반한 한국형 스마트공장 기술 개발

[한국형] 제조혁신 3.0, 스마트공장 참조모델

고도화

- 4M+1E의 IoT화, Application의 CPS화
- IoT와 CPS 기반의 지능형 공장운영시스템

중간수준2

- 4M(설비, 자재, 인력, 방법론)과 1E(환경)의 자동화와 디지털화 구현
- 실시간 의사결정과 실시간 통제가 자유롭게 이루어지는 수준

중간수준1

- ICT 기반의 정보 생성 자동화를 극대화 한 수준
- 설비와 자재 간의 실시간 정보 교환
- 실시간 실적정보를 바탕으로 공장운영 최적화 스케줄링이 가능한 수준

기초수준

- 자재의 흐름을 실시간으로 파악하는 수준
- Lot-tracking 중심의 정보화 수준

ICT
미적용

- Excel 정도 활용, 시스템을 갖추고 있지 못한 상태

[한국형] 제조혁신 3.0, 스마트팩토리

스마트공장 추진단

[추진단소개](#)
[사업마당](#)
[참여마당](#)
[알림마당](#)
[자료마당](#)
[소통마당](#)

[로그인](#) | [회원가입](#) | [사이트맵](#)

로그인

■ 아이디저장
회원가입 | 아이디찾기 | 비밀번호초기화

↓ 스마트공장 구축 자료 다운로드

가이드북
 참조모델
 사례집
 보안가이드

4차 산업혁명시대에 스마트공장 혁신으로
제조업의 부흥을 이끌겠습니다.

사업관리
시스템

사후지원
시스템

신규사업
제안요청

안내메일
구독신청

내가본
사업

[▲ Top](#)

월간일정

2018.11
● 사업 ● 공지 ● 교육 ● 견학 ● 행사

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
28	29	30	31	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	01

11월 07일 주요일정

[정북창조경제혁신센터] 스마트팩토리 아카데미 11·12월 교...

사업공고
공지
교육
견학
행사

"스마트공장 브로커 신고해 주십시오"
기간: 2018.10.25~2018.12.31

스마트공장추진단(스마트제조혁신센터) 단기계약직 채용
기간: 2018.09.10~2018.09.14

2018년도 스마트공장 보급·확산 사업을 위한 솔루션 및 설비·자동화 공급...
기간: 2018.08.07~2018.08.21

[공지] 청림기념일 대체휴일 안내(7/16, 월)
기간: 2018.07.13~2018.07.16

스마트공장 보급현황

5003

총 구축 지원 수

4431

구축 완료

572

구축 중

스마트공장 구축 우수사례

자세히보기 +

(민관합동 스마트공장추진단,
www.smart-factory.kr, 2018. 11)

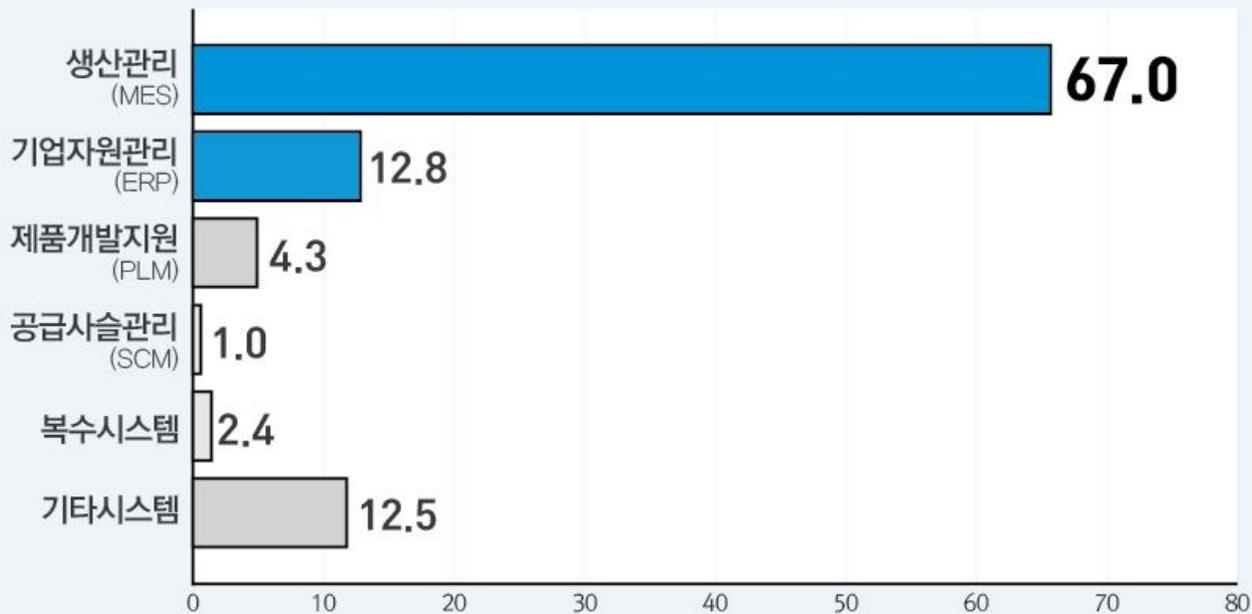
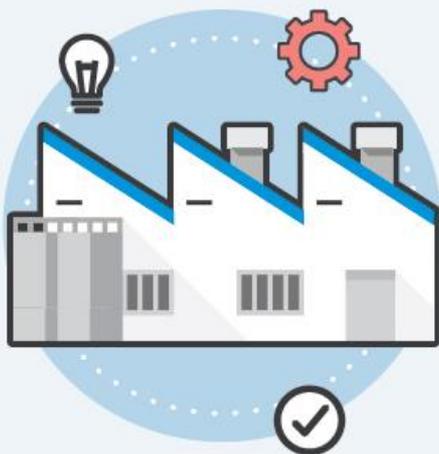


“중소기업에서의 도입, 결코 어려운 것이 아닙니다!”

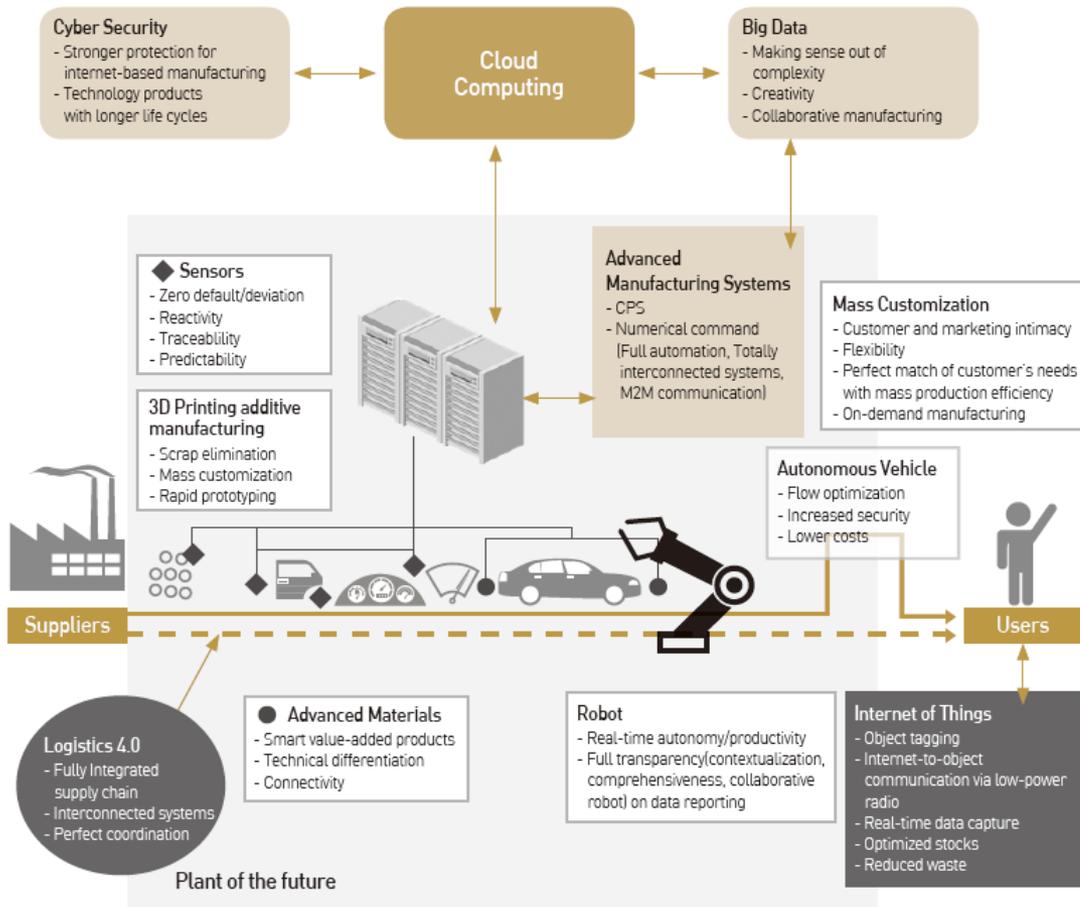


그렇다면, 가장 많이 도입하고 있는 시스템은 무엇일까요?

솔루션별 보급 현황 (단위: 비율 %)



스마트공장



(Roland Berger, "INDUSTRY 4.0": The new industrial revolution How Europe will succeed", 2013. 3.)

- 전 과정을 ICT로 통합, 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 **자율 제조시스템**
- 제조의 모든 단계가 **데이터를 기반으로 자동화, 디지털화, 지능화**되고 가치 사슬이 실시간 연동

스마트공장

제품 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 ICT로 통합, 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는
자율 제조시스템 (자동화, 디지털화, 지능화)

- ICT와 제조업의 융합을 통해 생산 경쟁력을 높이려는 지능형 **제조혁신 전략** (경쟁력 → 매출 확대 → 고용 증가)
- 고령화와 출산율 하락에 따른 **인구 변화 대응 전략**
- 단순 작업 일자리의 양질의 지식 집약 **일자리 전환 전략**
- 4차 산업혁명 시대의 **신 산업과 서비스 창출 전략**

스마트공장 산업과 수요/공급 기업

제조

수요기업

전통 제조 산업의 자동화, 디지털화, 지능화

- 생산 정보와 지식, 데이터를,
- 실시간으로 공유, 활용하여,
- 여러 변화에 신속하게, 지능적으로 자율 대응

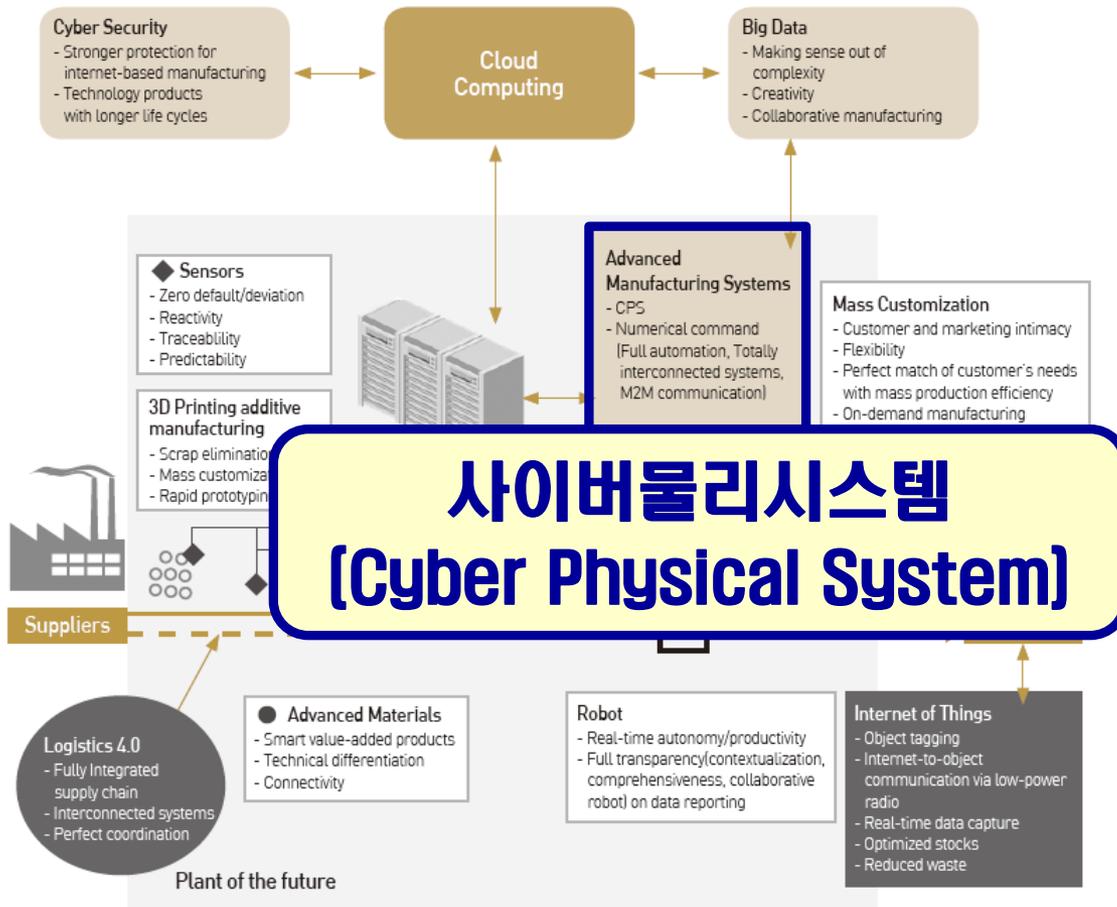
맞춤형 제조를 통한 새로운 제조, 서비스 산업

- 설계/제조/판매/서비스의 연결을 통한 전통 제조업의 서비스 분야 확장
- 수요자 요구 맞춤형 제품의 제조, 서비스 제공

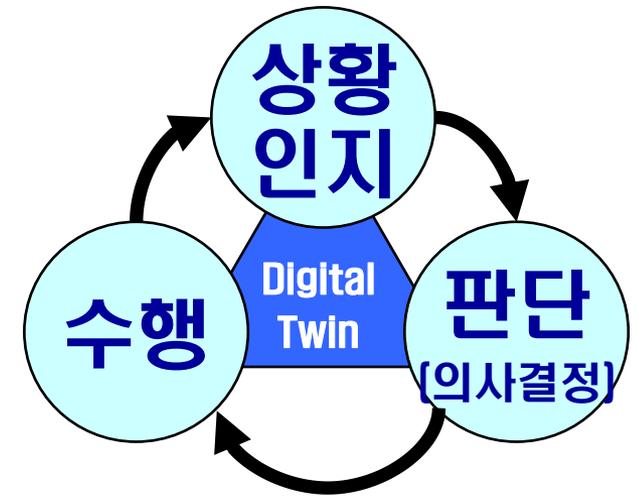
솔루션

공급기업

스마트공장, 사이버물리시스템과 디지털트윈



자율 운영 ?

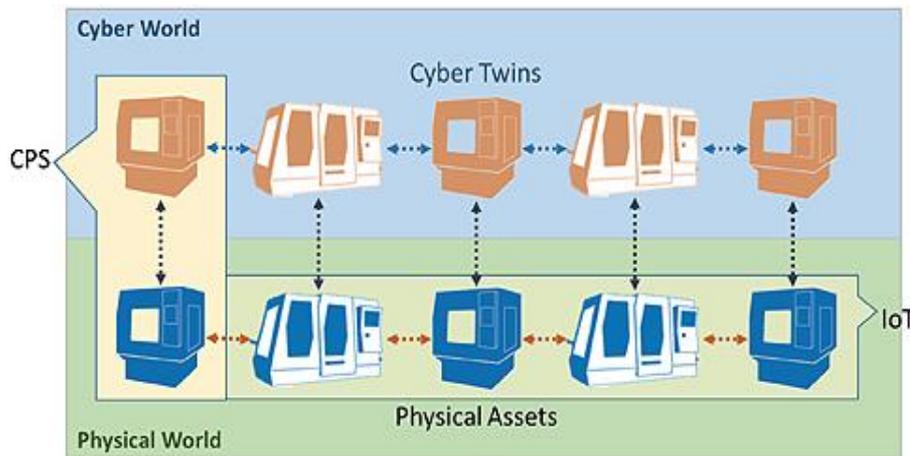


- **Digital Twin**: 실제와 같은 사이버모델이 구성, 동기화되어 **발생 가능한 문제와 결과를 예측**

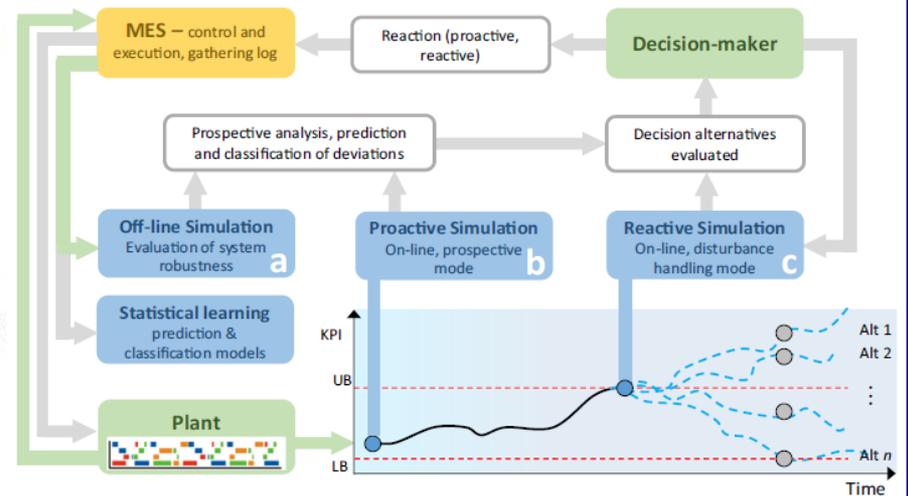
(Roland Berger, "INDUSTRY 4.0": The new industrial revolution How Europe will succeed", 2013)

사이버물리시스템 (CPS)

- **Cyber-Physical System (가상-실제)**
- **실제 세계에서 동작하는** 모든 요소들이 각종 센서, 정보처리장치, 소프트웨어, 사물인터넷 등에 기반한 **컴퓨팅 시스템과 상호 유기적으로 연계**되어 **최적의 제어**를 가능하게 하는 기술
- CPPS (Cyber-Physical Production System)



< CPS 개념 >

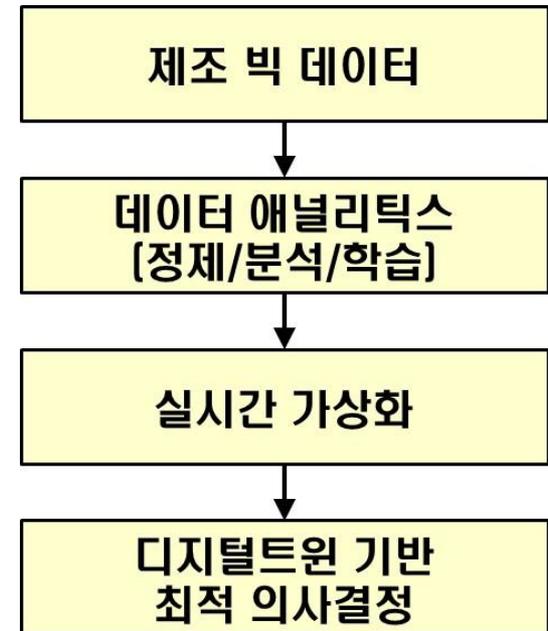
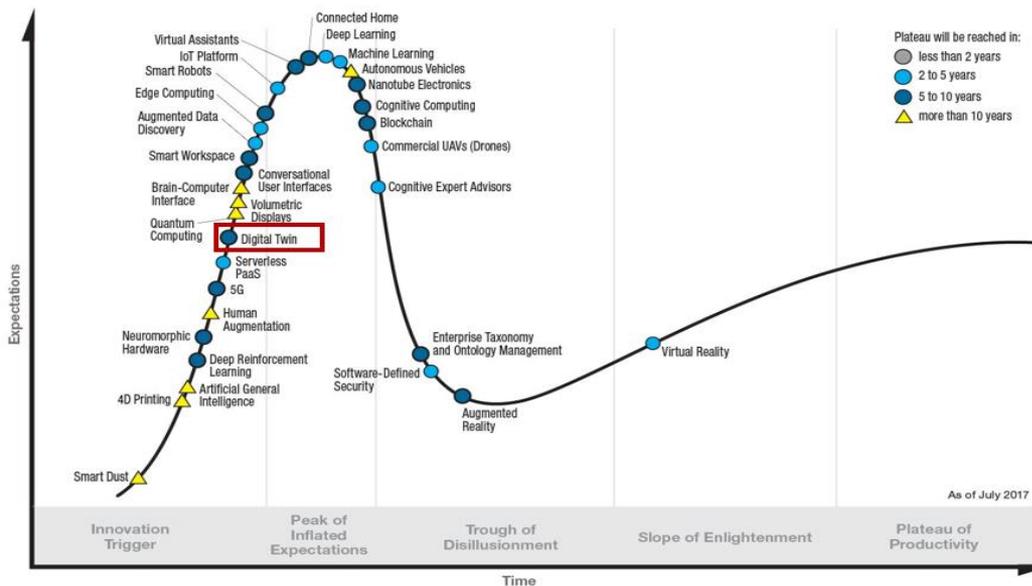


< CPS와 시뮬레이션을 이용한 사전/사후 공장 운영 >

디지털트윈 (Digital Twin, DT)

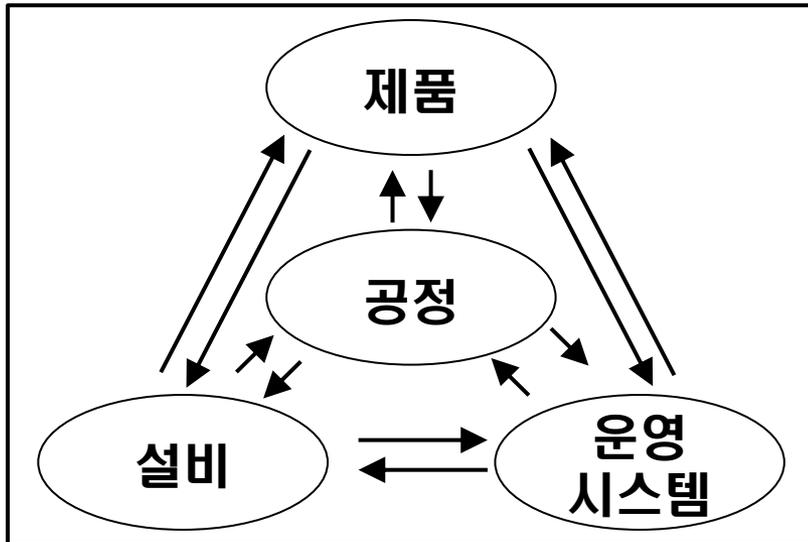
- 물리적 객체(기계, 프로세스 및 시스템 등)들에 대한 디지털 복제모델로서, 수명주기 전체에 걸쳐 대상 객체 요소들의 속성과 상태 등 **현실 상황을 반영**, 이들이 어떻게 거동하는 지 특성을 묘사하여 **진단/분석/예측/최적화에 활용되는 가상 모델**

Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017

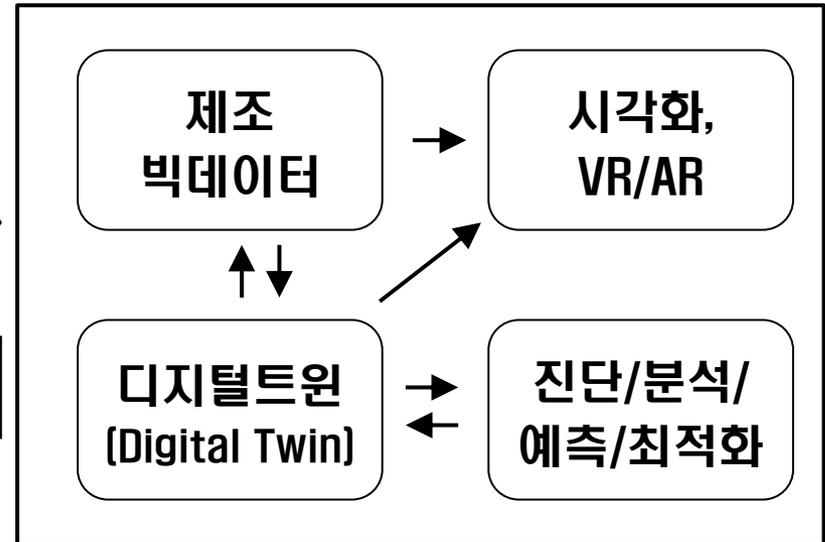


스마트공장, 사이버물리시스템과 디지털트윈

공장



설계/운영 CPS



서비스 지향 & 오픈 네트워크 기반 표준 플랫폼

CAD/PLM/DM

구현 및 적용 사례, 공장 CPS기반 공정/불량 대응 및 예방 (1/4)

- 대표 스마트 공장(2016년): **동양피스톤**



△ 승용, 소형 디젤



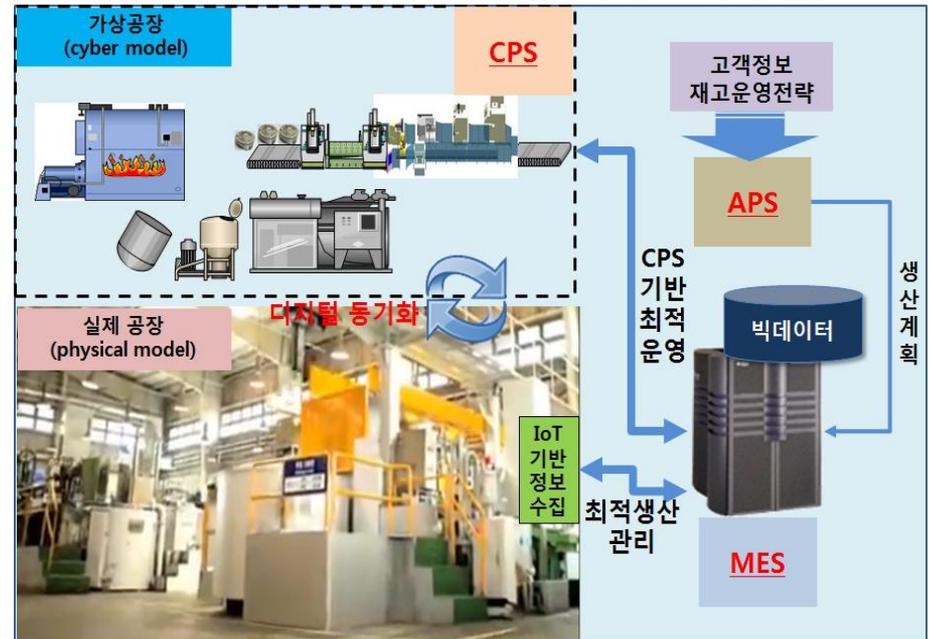
△ 가솔린



△ 산업용 엔진 피스톤



△ 모터싸이클



구현 및 적용 사례, 공장 CPS기반 공정/불량 대응 및 예방 (1/4)

- 대표 스마트 공장(2017년 3월 6일 월요일 018면 경제

전자신문 스마트공장, 불량 26%



안산 양중석 jsyang@산업경제(세종) 전문기자

동양피스톤 스마트공장 가
구축 후 생산량 1년 만에
직원은 생산라인 직접 손
현장 모니터링·관리 등 최
생산 공정 동기화...고도화

“글로벌 고급차 대명사인 BMW 관계자도 우리 공장과와 사물인터넷(IoT) 기반 실시간 데이터 관리, 스마트제조 시스템을 보더니 ‘월드 넘버1’이라고 극찬했습니다. 스마트공장 구축으로 불량률이 26% 줄고, 영업이익도 14%나 증가했다.”

경기도 안산 반월시화산업단지에서 위치한 동양 피스톤이 중소·중견기업 4차 산업혁명 대응 최전선으로 주목받고 있다. 지난해 3월 대표 스마트공장장으로 선정된 이후 생산성 향상, 매출 증가 등 성과가 가시화되면서 최근 황교안 대통령 권한대행까지 직접 방문할 만큼 국내외 위상이 높아졌다.

지난 2일 기자가 찾은 동양피스톤 공장은 용해, 주조, 열처리, 가공, 표면처리 등 공정에 첨단 정보통신기술(ICT)을 융합해 기초 소재 공정도 얼마든지 깨끗하게 운용할 수 있음을 확인시켰다. 각 공정은 모두 자동화돼 있고, 생산 현황은 실시간

으로 관제센터에서 모니터링할 수 생산라인을 직접 가동하지 않고 현장 관리 등 최소 업무만 수행한다.

양준규 동양피스톤 사장은 “지난 스마트공장 선정 이후 현장 자동화 영역까지 일체화된 시스템을 구현했다. 유연 생산이 가능한 자동화 라인들을 이용해 가상공간과 실제 생산 공해 스마트공장 고도화 직전 수준까지 소개했다.

이 회사 스마트공장 시스템은 가상

세계일보

부품 생산이력·성능 한눈에... 이상 감지도 ‘척척’

스마트공장 ‘동양피스톤’ 가보니

AI 등 결합 민관합동 2년째 추진
불량 27% 줄고 영업이익 14% 켜중
“생산량 증대... 일자리 안 줄어”

안산=정지혜 기자 wisdom@segye.com

“개별 부품의 제조이력과 성능 분석표 등을 스캔만으로 확인할 수 있습니다.”

지난 2일 경기 안산 반월시화산업단지에서 위치한 동양피스톤 생산공장. 엔지니어가 자동차 부품에 센서를 갖다대자 바로 옆 모니터에 해당 부품의 생산이력, 성능 분석 결과 등이 짝나열됐다. 이 같은 방식으로 “BMW 등 유명 자동차업체가 꼼꼼히 요구하는 부품 하나하나의 생산이력을 제공할 수 있다”고 공장 관계자는 설명했다. 같은 시각 생산라인 밖 모니터룸에서는 생산 달성률과 불량률, 가동률 등 가동 상황이 실시간으로 표시됐다. 이곳에서는 빅데이터를 기반으로 생산 관련 프로세스의 미묘한 이상을 감지하고, 더 큰 문제가 발생하기 전 생산 중지 여부를 판단할 수 있다.



양준규 동양피스톤 사장(가운데)이 피스톤 단위 부품당 생산이력을 확인할 수 있는 시스템을 소개하고 있다.

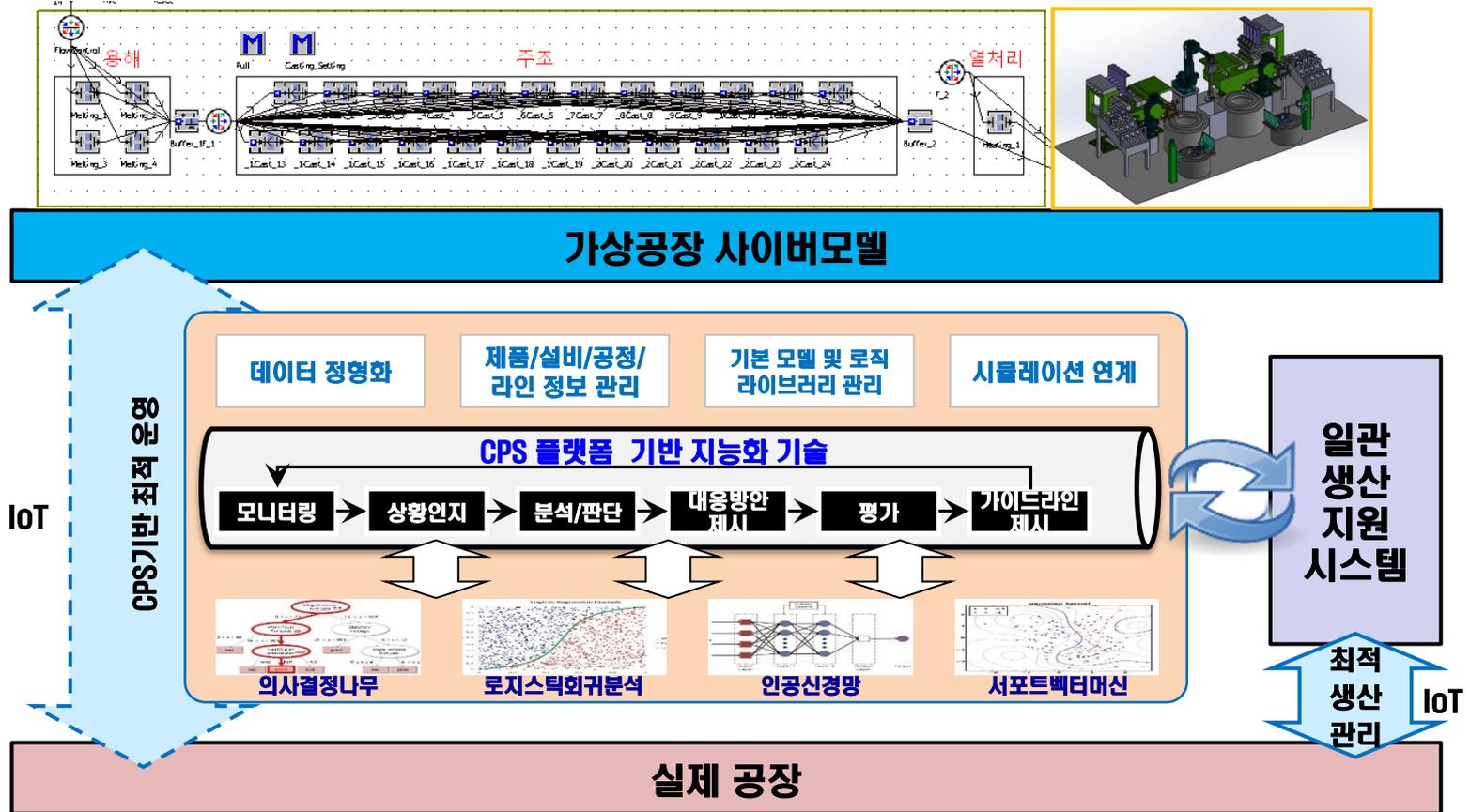
동양피스톤은 민관 합동으로 2년째 추진 중인 스마트공장 사업의 대표 사례다. 1996년부터 스마트공장 구축에 500억원 이상 투자해 온 동양피스톤은 스마트공장 도입 수요가 높은 뿌리업종(주조, 금형 등 공정기술 사업) 스마트화 모델을 제시해 지난해 3월 ‘대표 스마트공장’으로 선정됐다. 정부 30억원, 상생기금 20억원, 자부담 50억원 등 사업비 100억원이 더 투자됐다. 지금은 모듈형 유연생산 라인, 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능(AI) 등을 유기적으로 결합해 현장 자동화는

물론 공장 운영 일체화까지 된 고도화 스마트공장을 구현 중이다.

양준규 동양피스톤 사장은 “스마트화 이후 불량률은 27% 감소하고 영업이익은 14% 올랐다”고 강조했다. 제조업 스마트화에 따른 일자리 감소 가능성에 대해서는 ‘기우’라고 설명했다. 양 사장은 “생산성이 좋아져 매출이 늘어나니 결국 고용을 창출하는 효과가 생겼다”며 “현장 작업자들의 노하우가 중요한 뿌리기업의 빅데이터를 올해부터 축적 중인 만큼 사람의 역할은 계속해서 필요하다”고 설명했다.



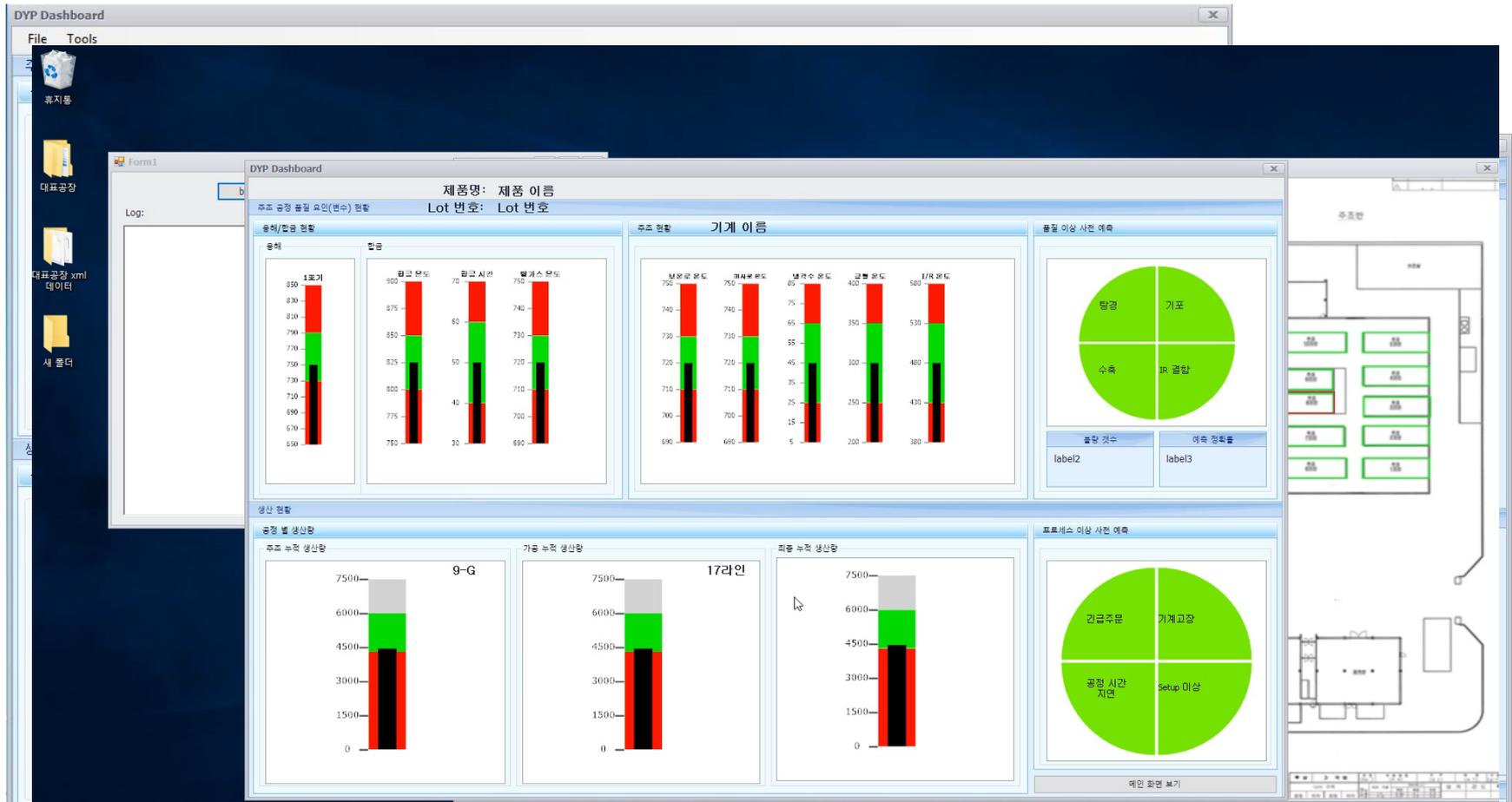
구현 및 적용 사례, 공장 CPS기반 공정/불량 대응 및 예방 [2/4]



구현 및 적용 사례, 공장 CPS기반 공정/불량 대응 및 예방 [2/4]

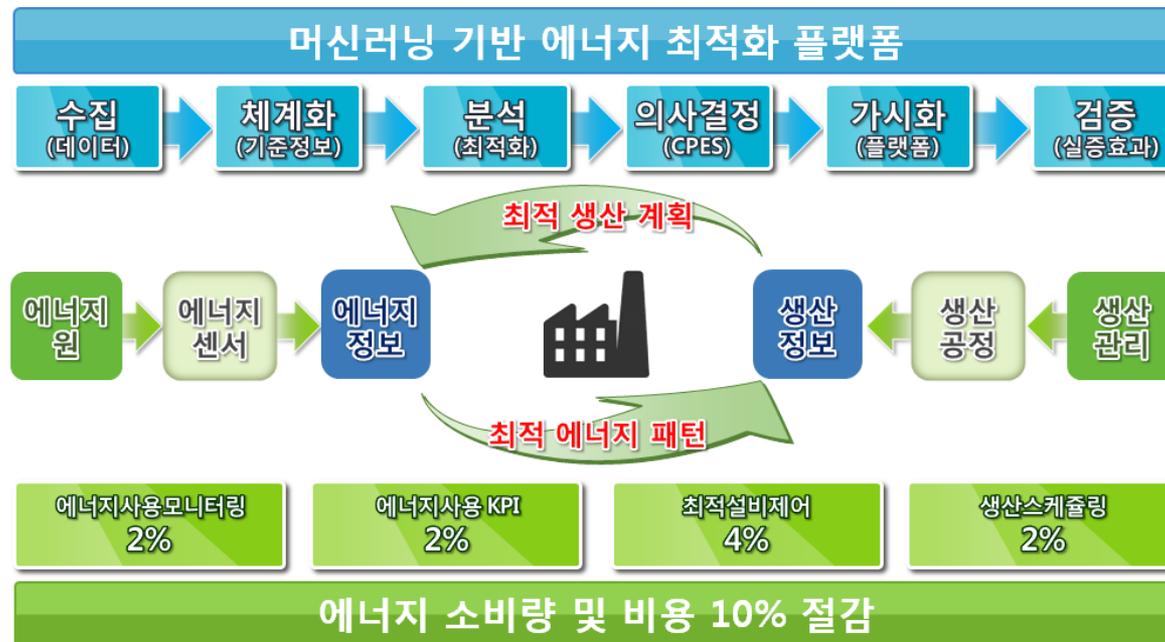


구현 및 적용 사례, 공장 CPS기반 공정/불량 대응 및 예방 [3/4]



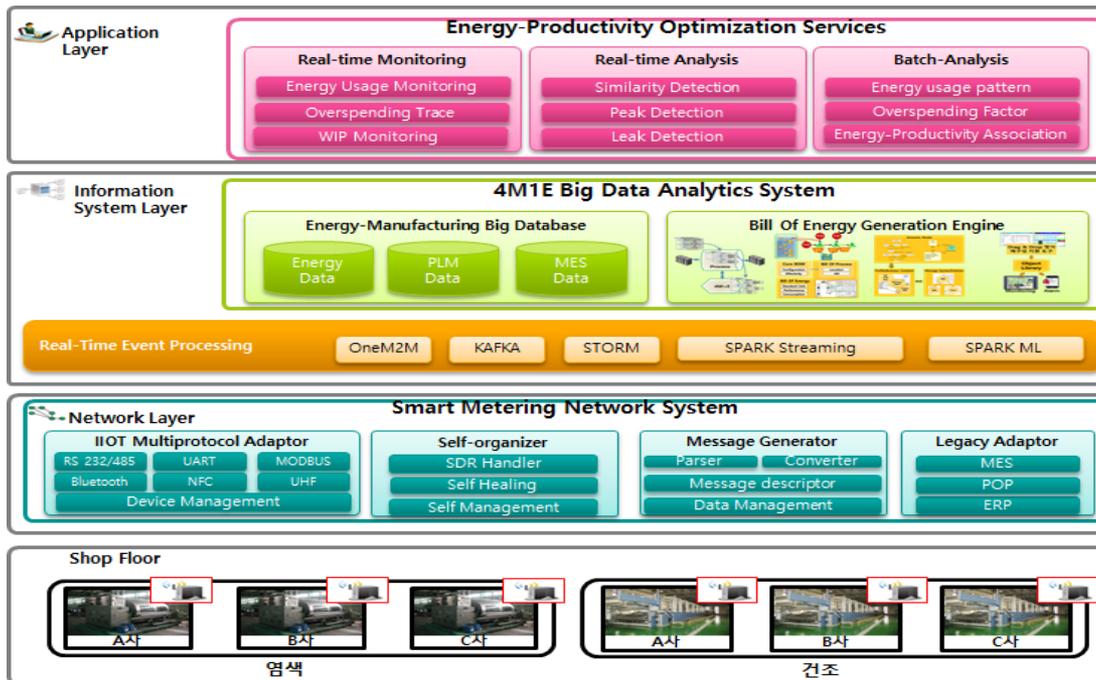
구현 및 적용 사례, 빅데이터 기반 공정 최적화/제어 [1/3]

- 염색가공 산업: 에너지 고 소비 및 중소기업형
- 염색 공단 내 다수 기업들의 생산라인 에너지 효율 향상을 위한 빅데이터 기반 CPES (Cyber Physical Energy System)
(산업자원통신부/주코에버정보기술, 2016~)

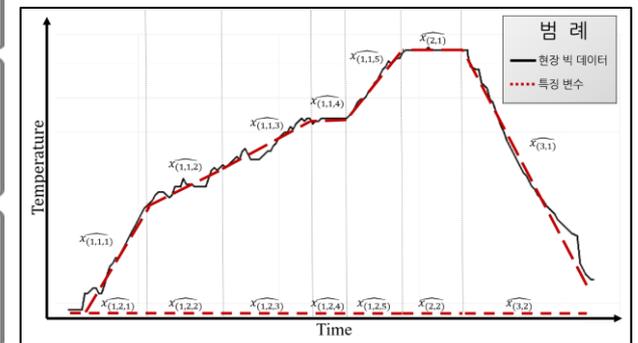


구현 및 적용 사례, 빅데이터 기반 공정 최적화/제어 (2/3)

- 염색가공 설비 IoT 적용과 4M1E 빅데이터 수집 및 활용을 위한 CPES 플랫폼 구축, 현장 빅데이터 수집 및 분석
- 재염 감지를 통한 조건별 최적 공법(golden recipe) 도출 및 자동제어



The screenshot shows a data analysis interface with a table of process parameters and results. The table includes columns for various parameters such as No., Date, Batch, Material, Method, Quantity, Material Color, Support, Process, Process Unit, Working Site, Electric, Analyzed, Sampling Equated, Electric Time, Water, Salt, NaOH, Calcium, and Moisture. The data is organized into multiple rows, likely representing different batches or time points.

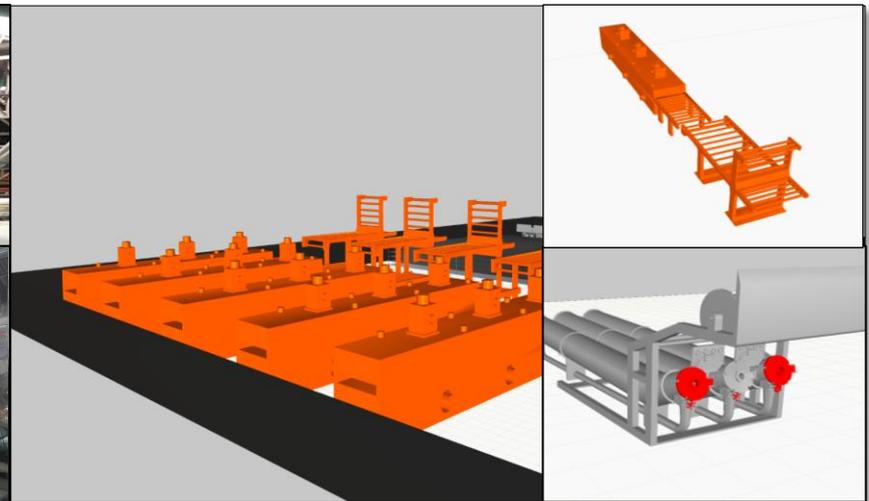


구현 및 적용 사례, 빅데이터 기반 공정 최적화/제어 [3/3]

- 제품/공정/설비 정보와 현장 빅데이터 기반 디지털트윈 구현 및 적용
 - 디지털트윈과 머신러닝, 최적화 모듈 연계를 통한 최적 생산 실행과 이상 상황(재염)에 대한 사전 감지, 분석 및 대응 수행
- 총 에너지 비용 약 12.58% 감소, 시간 당 생산량 17.21% 향상

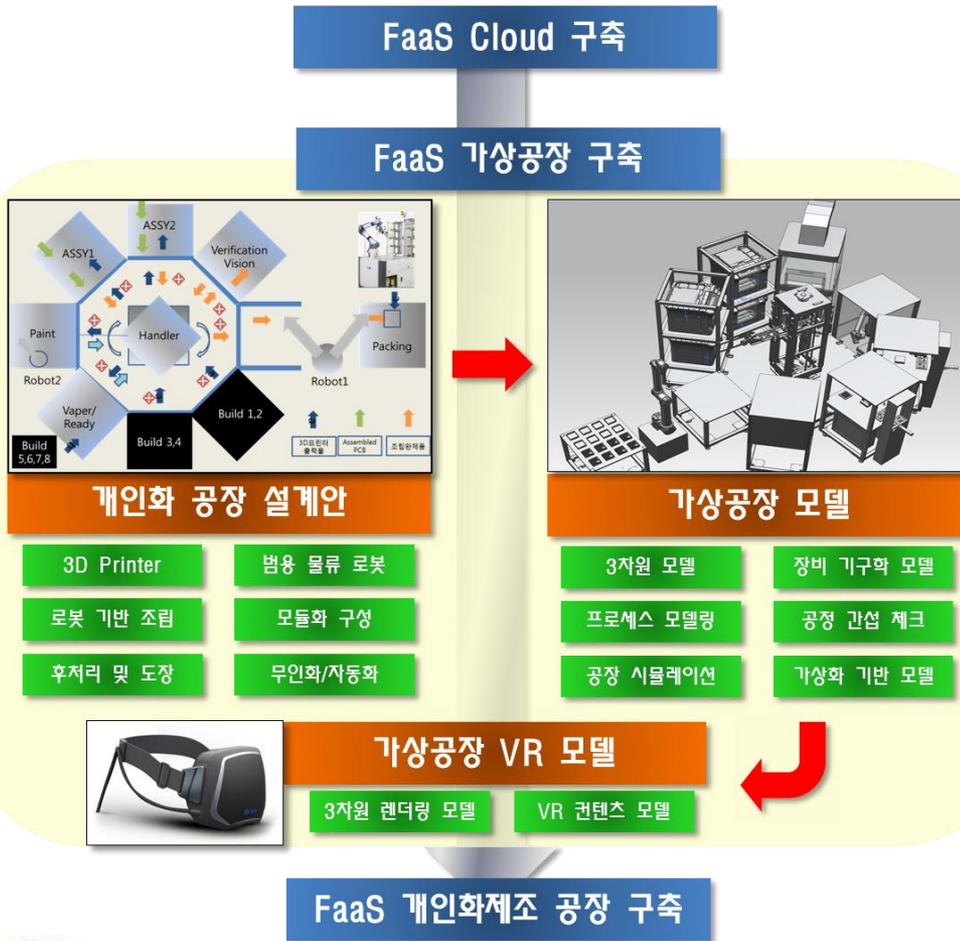


실제 공장



사이버공장 (디지털트윈)

구현 및 적용 사례, FaaS IoT 마이크로 스마트팩토리 (1/3)



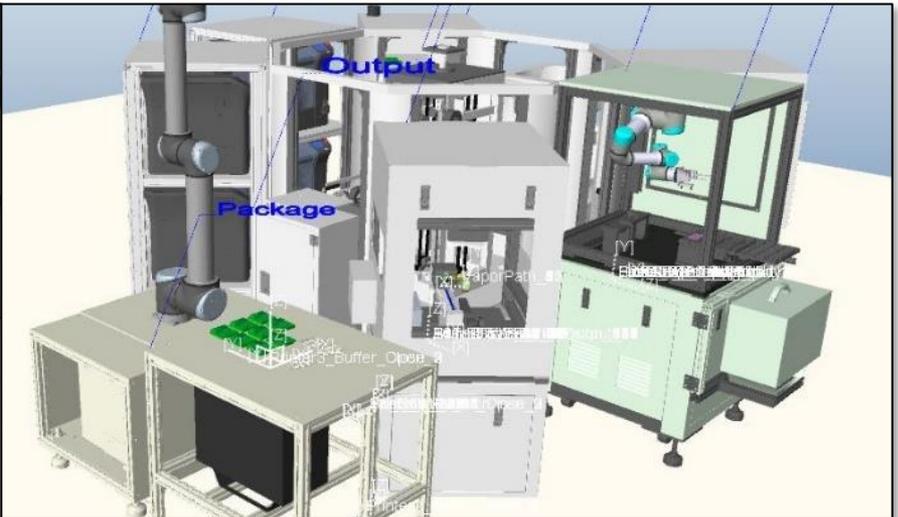
- 과학기술정보통신부/ 한국전자통신연구원 (ETRI), 2015~2018
- 스타트업 제품 초도 생산 지원을 위한 소량 자동 생산
- 3D 프린터, 로봇, 자동 조립 등 자동화 설비와 IoT기반 클라우드 기술 적용

구현 및 적용 사례, FaaS IoT 마이크로 스마트팩토리 (2/3)

- IoT를 기반으로, 제품, 설비(로봇)의 디지털트윈 구현 및 적용
- 디지털트윈에 의해 예상되는 상황과 실제 상황을 실시간으로 비교, 이상 상황에 대한 사전 감지, 분석 및 대응 수행



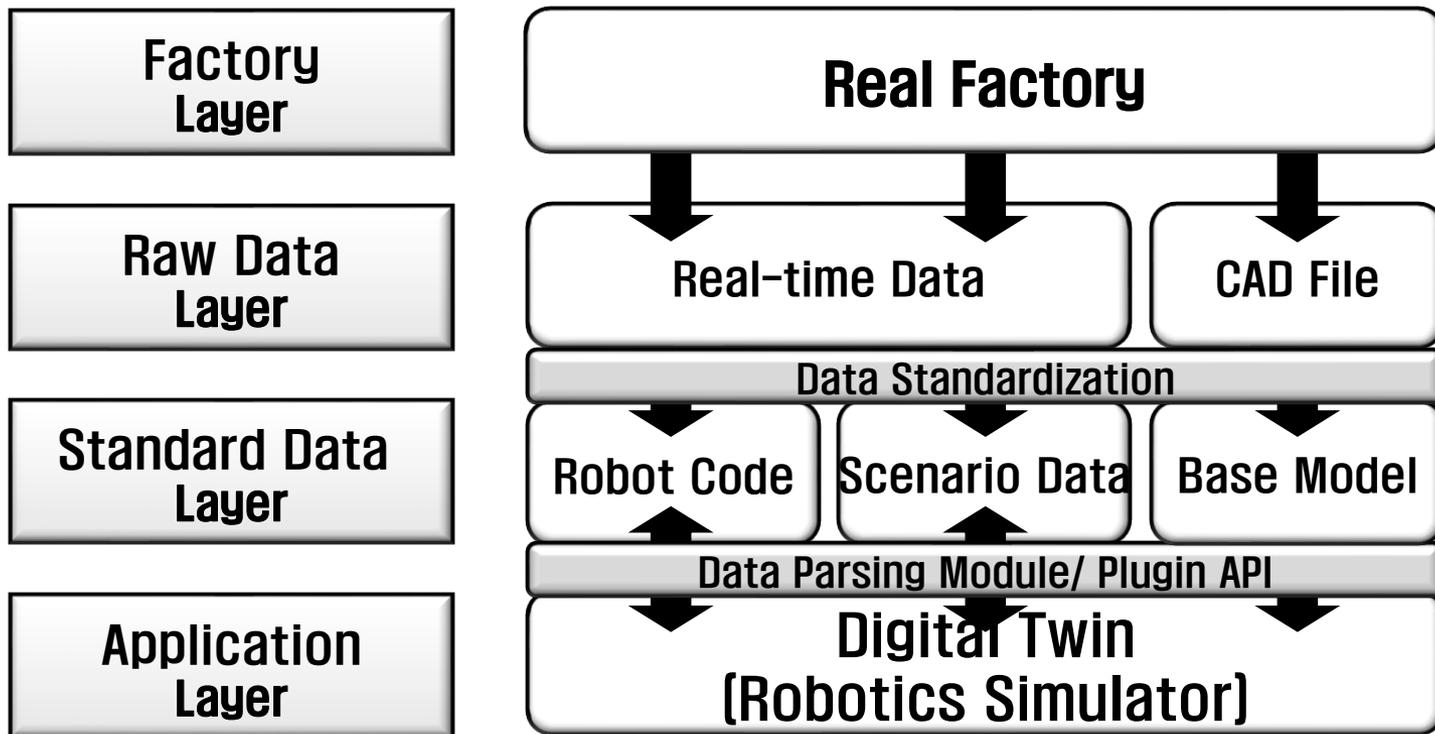
실제 공장



사이버공장 (디지털트윈)

구현 및 적용 사례, FaaS IoT 마이크로 스마트팩토리 (3/3)

- 기본 엔지니어링 모델, 실시간 데이터와 계획 데이터의 실시간 처리, 통합을 통한 디지털트윈 구성



구현 및 적용 사례, FaaS IoT 마이크로 스마트팩토리 (3/3)



구현 및 적용 사례, 작업자 조립 공정 관리 (1/4)

- 산업자원부 대표 스마트 공장(2017~2018): **신성이엔지**

▣ 구축 목표

생산활동과 연관된 모든 자원(4M1E*)들이 IT 기술로 연결되고,
데이터 기반 분석결과에 따라 스스로 제어가 가능한 공장

※ Data Center 운용 필요



구현 및 적용 사례, 작업자 조립 공정 관리 (2/4)

ICT 기반 시스템을 통한 실시간 현장 관리로 생산성 및 품질수준을 획기적으로 향상



Smart Factory 구축 결과



실시간 데이터 수집
실시간 Tracking



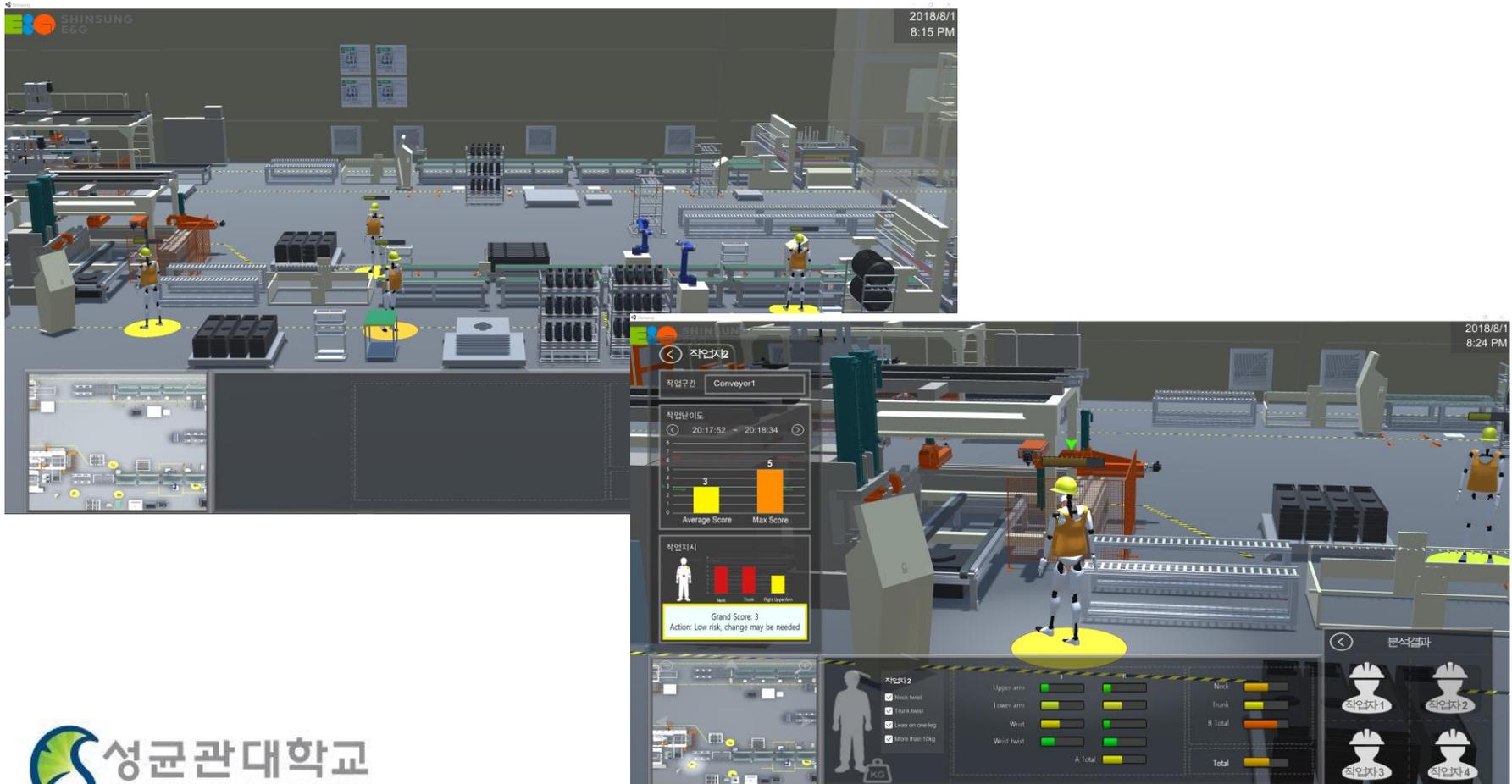
생산능력 217% 향상
(300대/8h → 650대/8h)



공정불량률 55% 감축
(15,195ppm → 6,844ppm)

구현 및 적용 사례, 작업자 조립 공정 관리 (3/4)

- 작업자 CPS



구현 및 적용 사례, 작업자 조립 공정 관리 (4/4)

Smart Factory 구축 결과



실시간 데이터 수집
실시간 Tracking



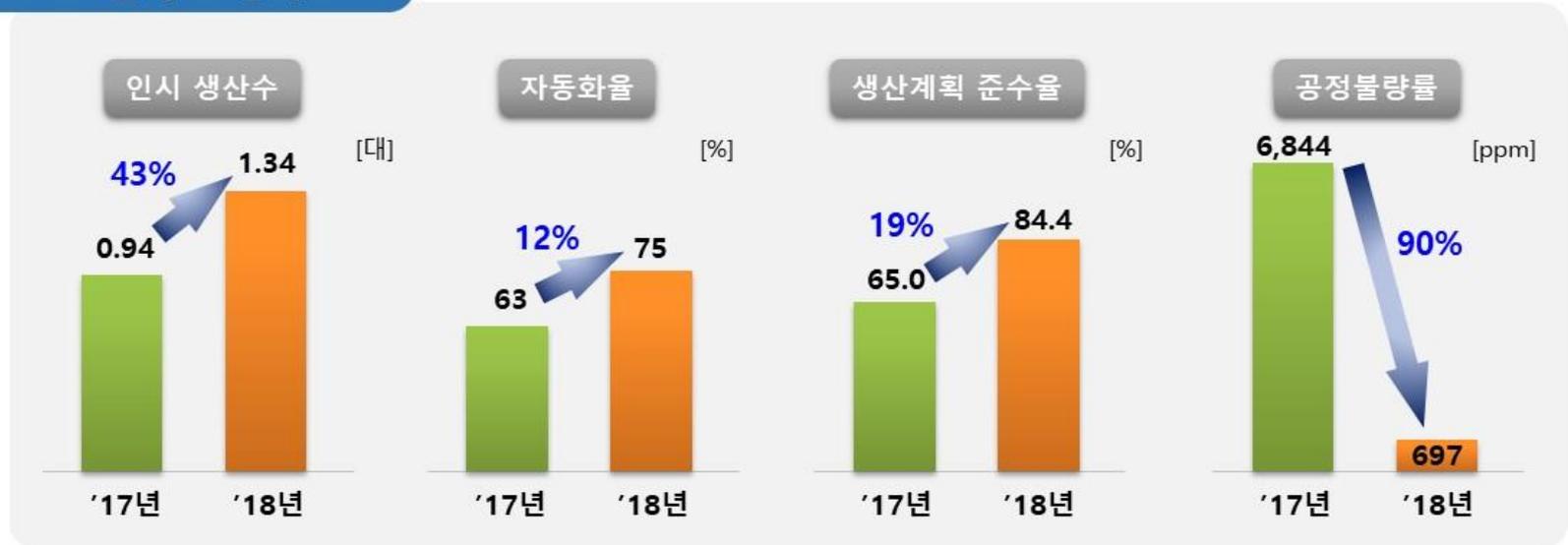
생산능력 210% 향상
(300대/8h → 650대/8h)



공정 불량률 55% 감축
(15,195ppm → 6,844ppm)

2018년 주요 성과

※ 2018년 10월 기준



효과적인 추진을 위한 접근방법과 전략 제언 (제조 기업)

• 무엇을 준비?

달성 목표와 성과 평가 지표의
명확한 사전 정의 필요

• 어떻게 추진?

설계와 준비는 Top-Down으로, 구축 및
적용은 Bottom-Up으로, **단계적 추진**

• 무엇을 구축?

IIoT, 데이터 애널리틱스와 **제조 현장**
데이터의 지속적, 효율적 **획득, 정제 및**
활용 프로세스와 시스템 구축

• 누가 실행?

여러 구성원, 부서, 회사 간의 커뮤니케이션
과 협조, 지속적인 **정보 공유와 협동** 체계
구축, 운영 (통합 부서)

효과적인 추진을 위한 접근방법과 전략 제언 (솔루션 기업)

• 무엇을 준비?

개발 및 구축 역량(인력, 환경, 기술 등)과
대상 공정/설비/공장의 **운영 데이터와 경험,**
노우하우 확보

• 어떻게 추진?

플랫폼 기반으로 관련 기능과 데이터를
통합, 운영 (**기존의 우수한 기능과 모듈을**
적극 활용, 잘 하는 부분에 집중)

• 무엇을 구축?

IIoT, 데이터 애널리틱스와 **제조 현장**
데이터의 지속적, 효율적 **획득, 정제 및**
활용 시스템 개발 및 적용, 운영

• 누가 실행?

성과 공유 기반의 **개발/구축/운영**
협력 파트너십과 **생태계** 구성
(글로벌 SW기업과의 협력 체계 등)

**감사합니다.
(Q&A)**