

# 인더스트리 4.0 과 스마트 공장 에서 PLM의 역할

PLM지식 조형식 대표



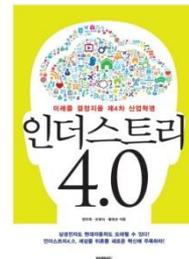
**PLMBOK**

Product Lifecycle Management Body of Knowledge

PLM지식연구소 대표  
월간 캐드앤그래픽스 편집위원  
CNG 지식 방송 진행자

전) 지멘스 PLM 소프트웨어 상무  
한국항공(KAI)전산기술실장  
삼성항공우주연구소 CAE팀장

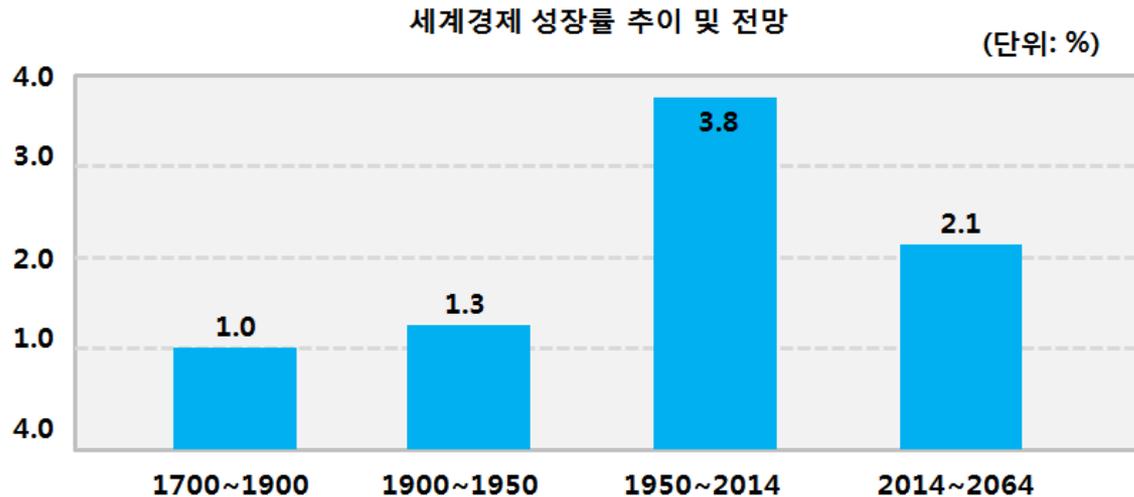
저서:  
PLM지식 (2008년)  
MRO개론 (2009년)  
스마트 엔지니어링(2010년)  
디지털 생산과 MES (2011년)  
인더스트리 4.0 (2015년)



# 1. 서론

최근 맥킨지 보고서는 향후 50년간 노동가능인구 증가율과 노동생산성 증가율이 지속적으로 둔화되면서 세계경제가 과거 50년 같은 수준의 성장률을 달성하기 어려울 것으로 전망.

세계경제의 성장 잠재력 확충을 위해서는 노동시장 참가 확대 정책을 강화하고, 기술혁신과 신시장 개척 노력을 지속적으로 병행 필요.



자료: McKinsey Global Institute

산업화 사회 고도 성장은 베이비 붐 시대를 가져 왔다. 그러나 세계 경제 파워하우스들이 점점 노령화 사회로 가고 있다. 한국도 과거의 고도 성장은 다시 오지 않을 것이라는 생각이 팽배하고 있다. 모든 경제와 사회가 고도 성장에 적응해 있다.

매년 고도의 성장을 해서 베이비 부모들을 고용했지만 이제는 새로운 일자리가 지난 30년간에 비해서 현저하게 적을 수 있다. 이런 시점은 우리는(에게) 2가지의 선택이 있다.

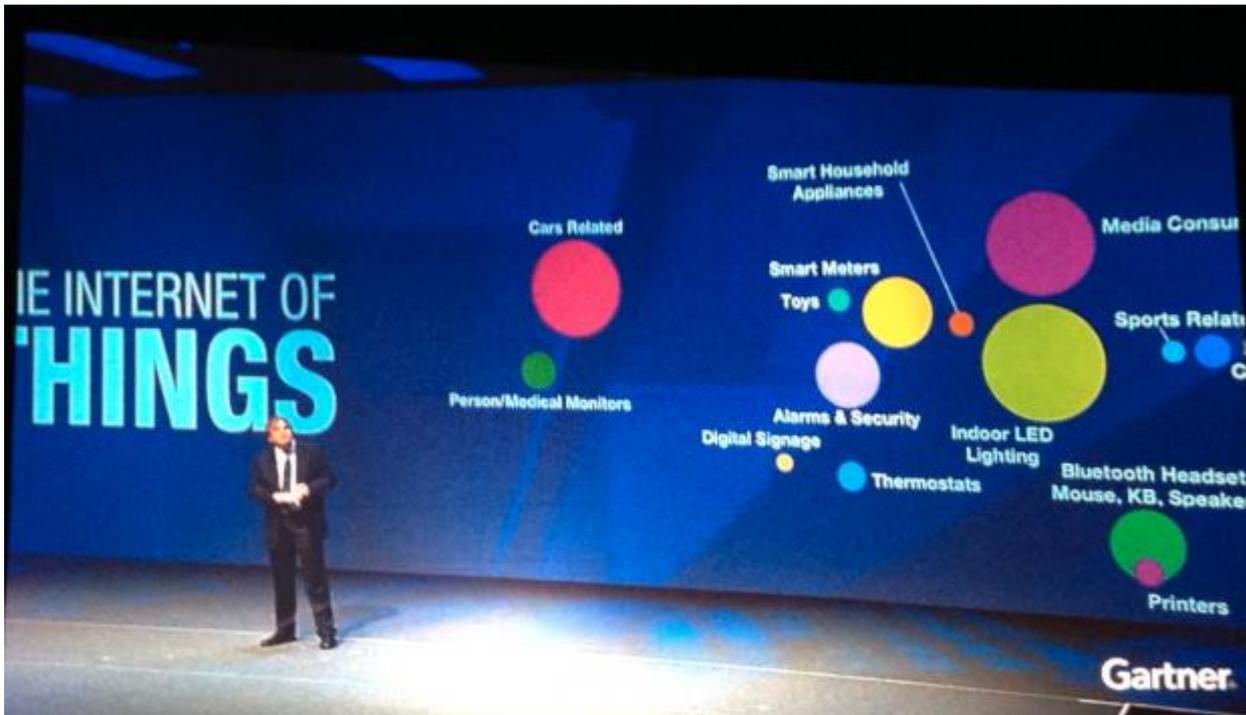
하나는 지난 30년간의 고도성장 모델을 버리고 긴축과 고통스러운 적응을 하는 것. 다른 하나의 선택은 우리사회가 새로운 경제 형태를 도입하여 다시 성장하는 것이다.

**우리가 새로운 변화에 대응하지 않으면 현재 가지고 있는 것을 조금씩 잃어갈 것뿐이다.**

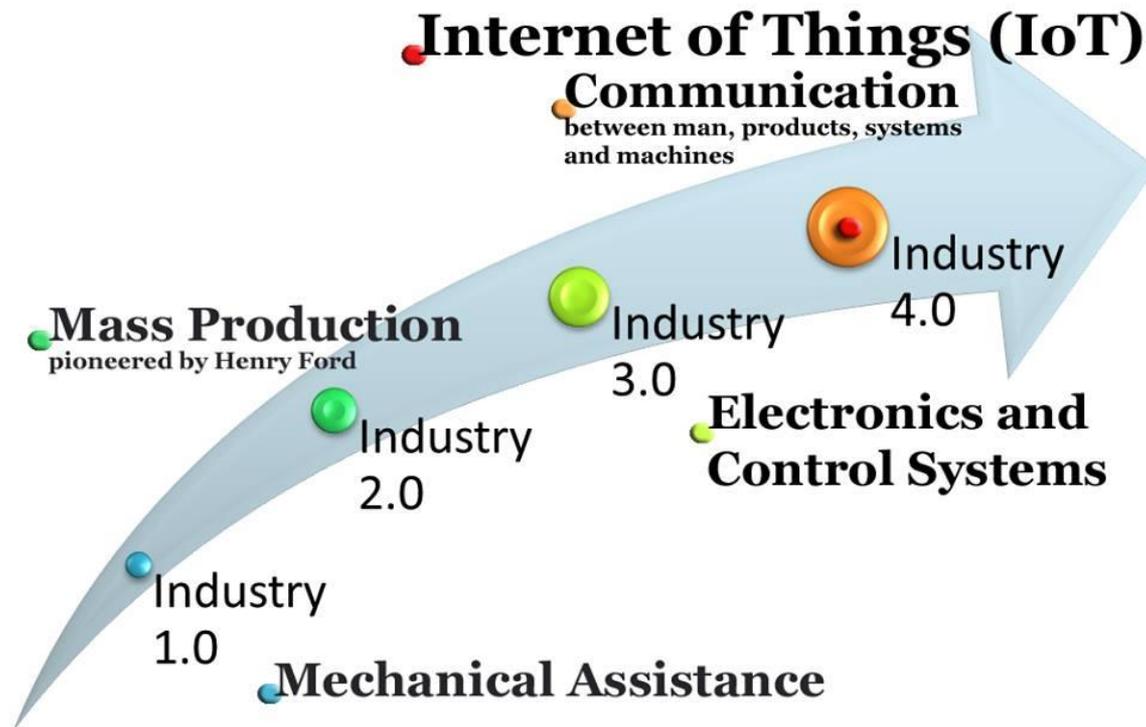


## 2. 디지털 산업 경제

가트너는 세계는 이제는 디지털 산업 경제에 들어가고 있다고 말했다. 디지털 산업 경제(Digital industrial economy)는 전의 어떤 경제 범위의 밖이라고 할 수 있다. 왜냐하면, 이런 경제는 만물인터넷 (Internet of Everything)에 기초를 두고 있기 때문이다.



이제는 디지털 사회이다. 디지털 사회는 그전의 정보화 사회와 다르다. 정보화 사회는 컴퓨터가 생성하는 가상현실과 물리세계의 구분이 확실하지만 디지털 사회는 컴퓨터의 가상세계와 현실의 물리세계와 통합되어 있는 사회이다. 그것은 중심에는 사물인터넷(IoT), 만물인터넷(IoE), 인더스트리 4.0, 산업용 사물인터넷(IIoT) 가상물리시스템(CPS)이 있다.



예를 들어서 얼마나 기존의 경쟁환경과 시장과 다른 새로운 경제환경이 오고 있기 때문이다. 모두가 인터넷에 접근할 수 있다면 모두사람은 그들의 디지털 비즈니스를 할 수 있기 때문이다. 지난 100년 동안의 제품의 특성을 보면 일반 제품 (Products) 그리고 전기제품이나 자동차, 기계 같은 동력을 사용하는 제품 (Powered Products), 이제는 스마트하고 연결된 사물인터넷 같은 디지털 제품(Digital Products)이 대세라고 할 수 있다. 디지털 제품들은 하드웨어, 소프트웨어, 센서, 유무선 연결, 클라우드 서비스의 요소를 모두 가지고 있다. 이러한 환경 변화에 제품의 개발 환경은 어떻게 대응할 것인가에 대한 문제가 있다.

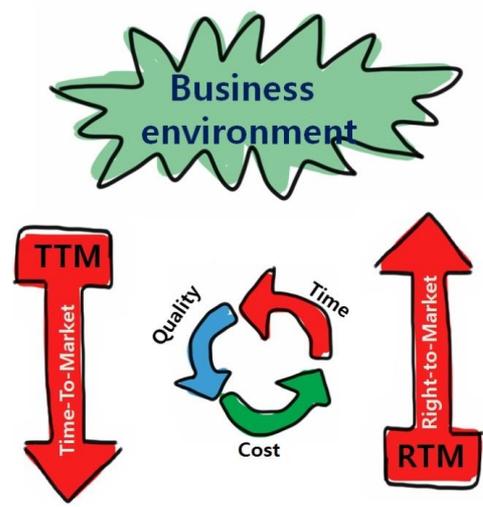


2015년에 디지털 산업 경제사회가 진행되었다는 증거는 많다. 그 예로 로이터에 따르면, S&P 다우 존스 인덱스에서 애플을 3월 18일 거래가 종료된 이후에 다우 공업주 30사에 포함시킬 것을 발표 하였다. 대신에 100년간 다우공업지수에 포함되었던 AT&T가 제외될 것 이라고 발표하였다.

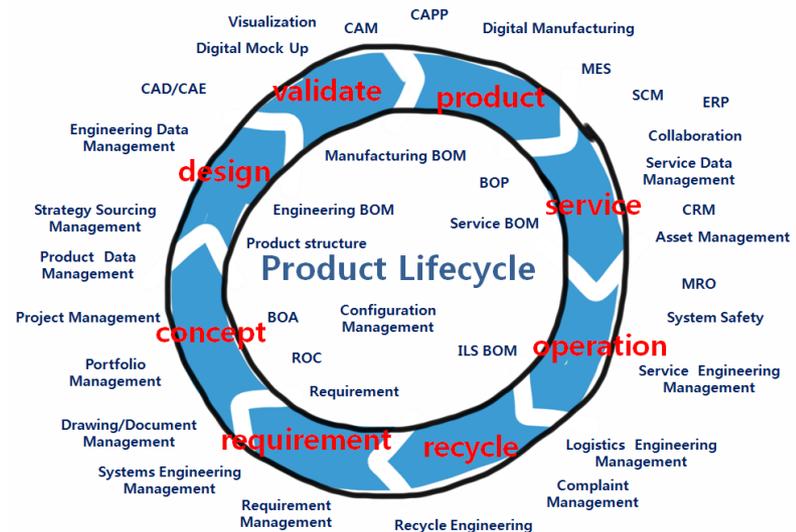
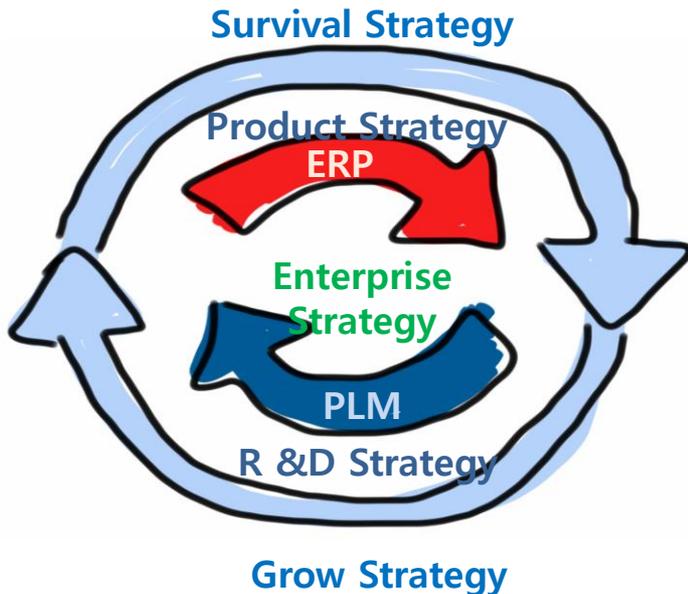
"애플의 다우지수 채용은 통신과 테크놀로지의 진화를 상징하는 하나의 사건이다. AT&T가 최초로 채용된 것은 1915년의 최초의 대륙간 통화를 실현한 다음해의 일어났고, 100년이 지난 지금 애플과 AT&T가 서로 뒤바뀌는 것은 시대의 흐름 이라고도 볼 수 있다" 고 하였다. 현재 Apple 의 시가총액은 7360억 달러 이며, AT&T는 1765억 달러 이다. 디지털 산업경제 사회는 일반 제조사나 석유회사, 단순한 소프트웨어 IT 벤더, 유무선 통신사가 강자가 더 이상 강자가 아닌 디지털 소프트웨어와 하드웨어, 생태계, 브랜드를 모두 가지 기업이나 개인이다.

# 3. PLM과 제품에 대해서

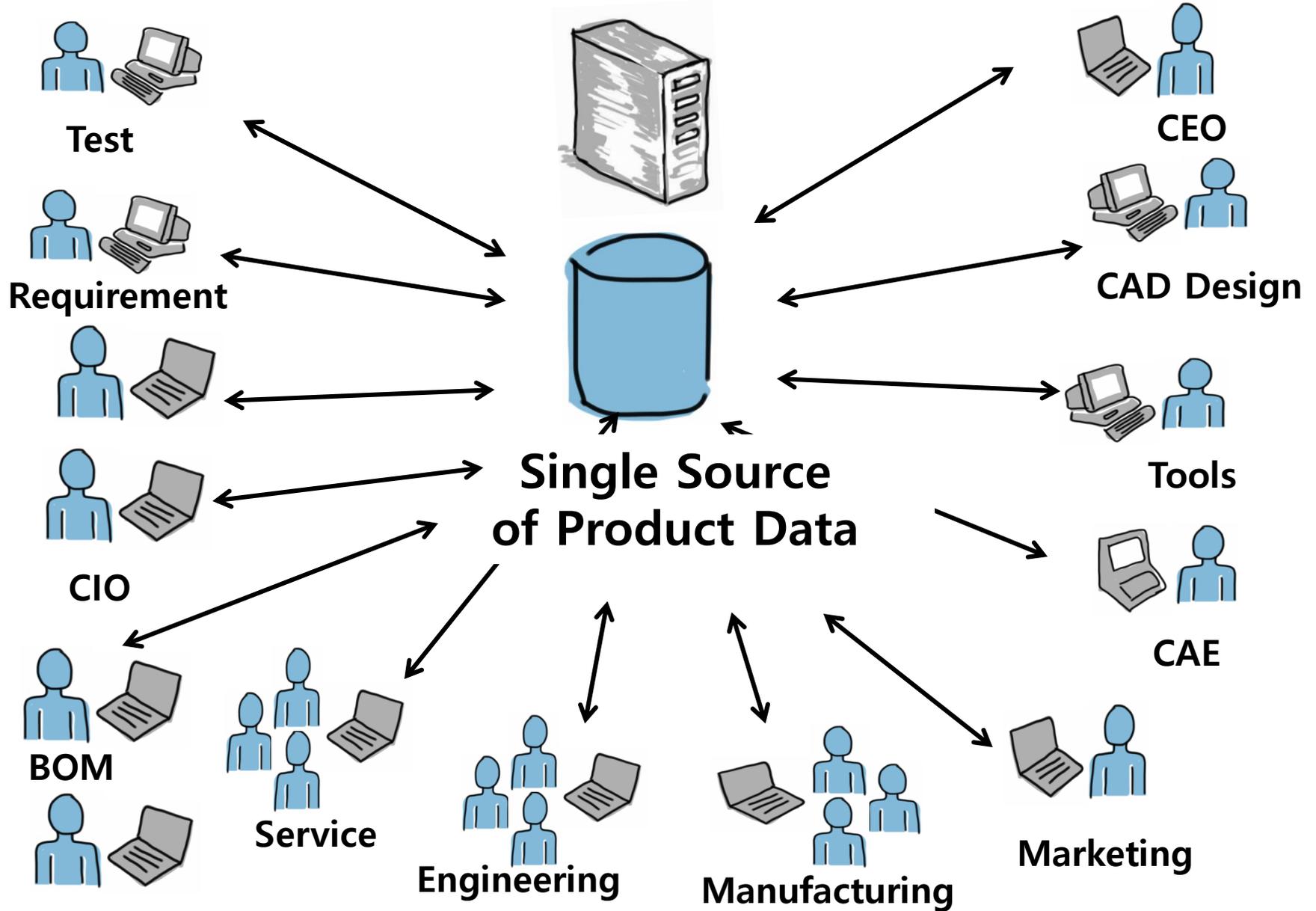
제품은 이해당사자(stakeholder)인 개발자, 생산자, 고객, 사용자, 소유자, 용역제공자의 요구를 충족하는데 필요한 기능을 수행할 수 있는 것이라고 정의하였다. 이러한 정의를 사용한다면 제품의 종류를 8가지 타입으로 구분할 수 있다. 즉 제조품(Hardware), 소프트웨어(Software), 인력자원(Personnel), 시설(Facilities), 자료(Data), 재료(Materials), 용역(Service), 기술(Techniques) 이다

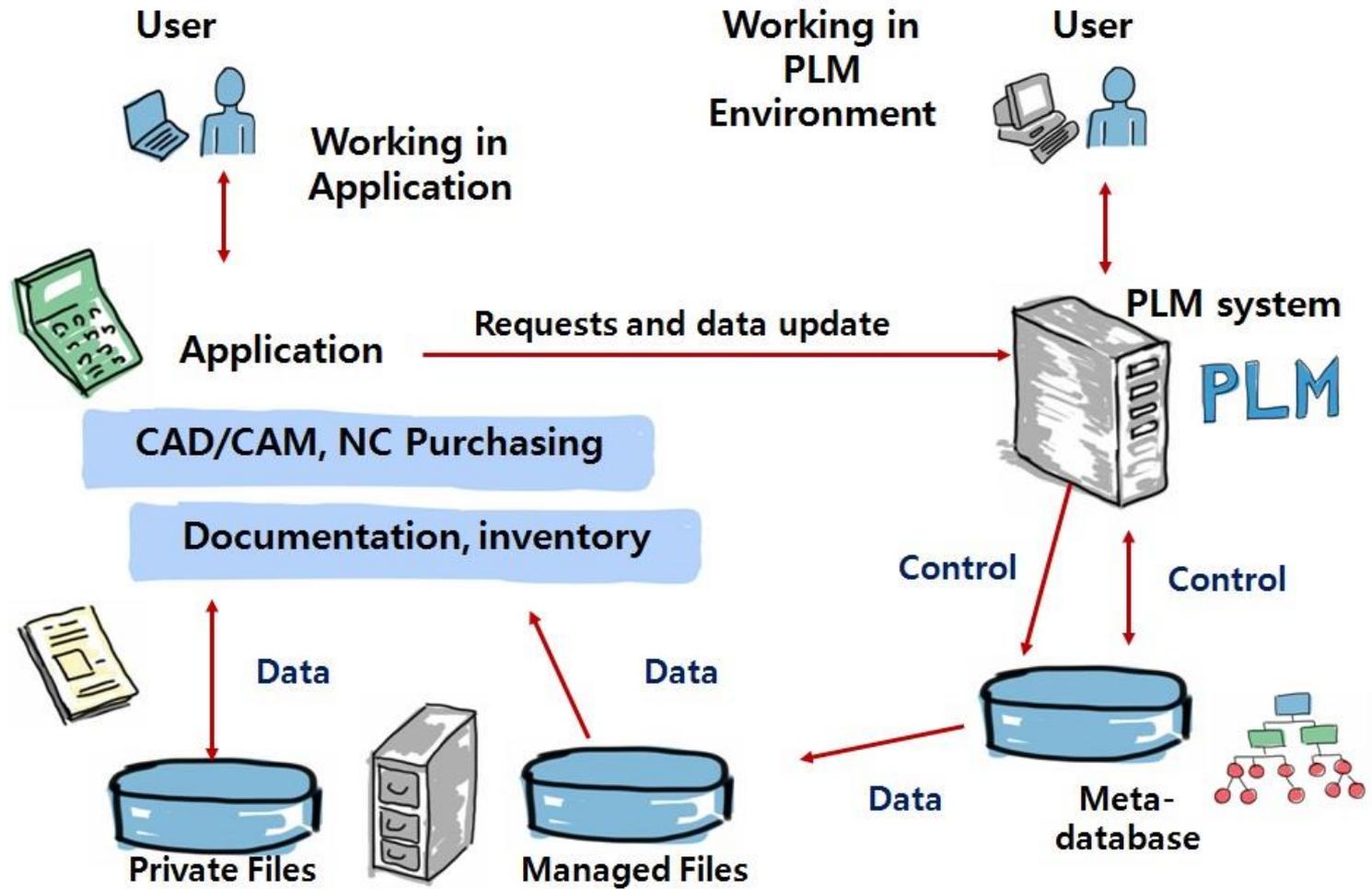


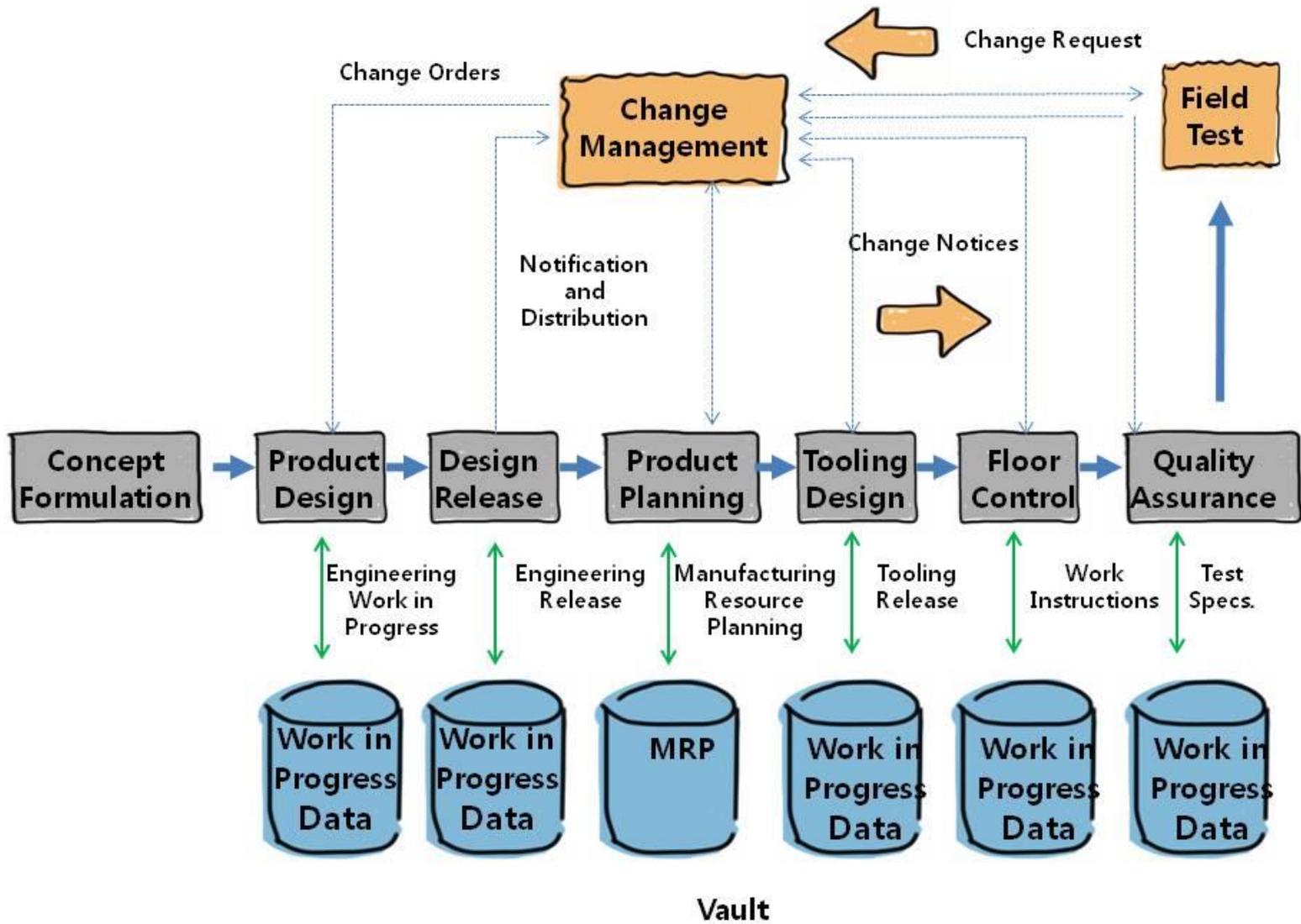
경영층에서 볼 때는 제품의 가치를 높여주는 시스템이다. 기업 전략적 관점에서 보면 PLM은 제품수명주기(Product Lifecycle)의 제품기획, 제품정의, 제품생산, 서비스 및 지원 등 각 단계별 핵심 구조화 기준정보인 요구사항, 개발, 생산, 서비스 BOM을 관리하고 제품과 관련 자료와 프로세스를 통합하여 단일저장고(Vault)에서 공통으로 액세스 하는 기반 환경 기업전략이다.



# Single Source

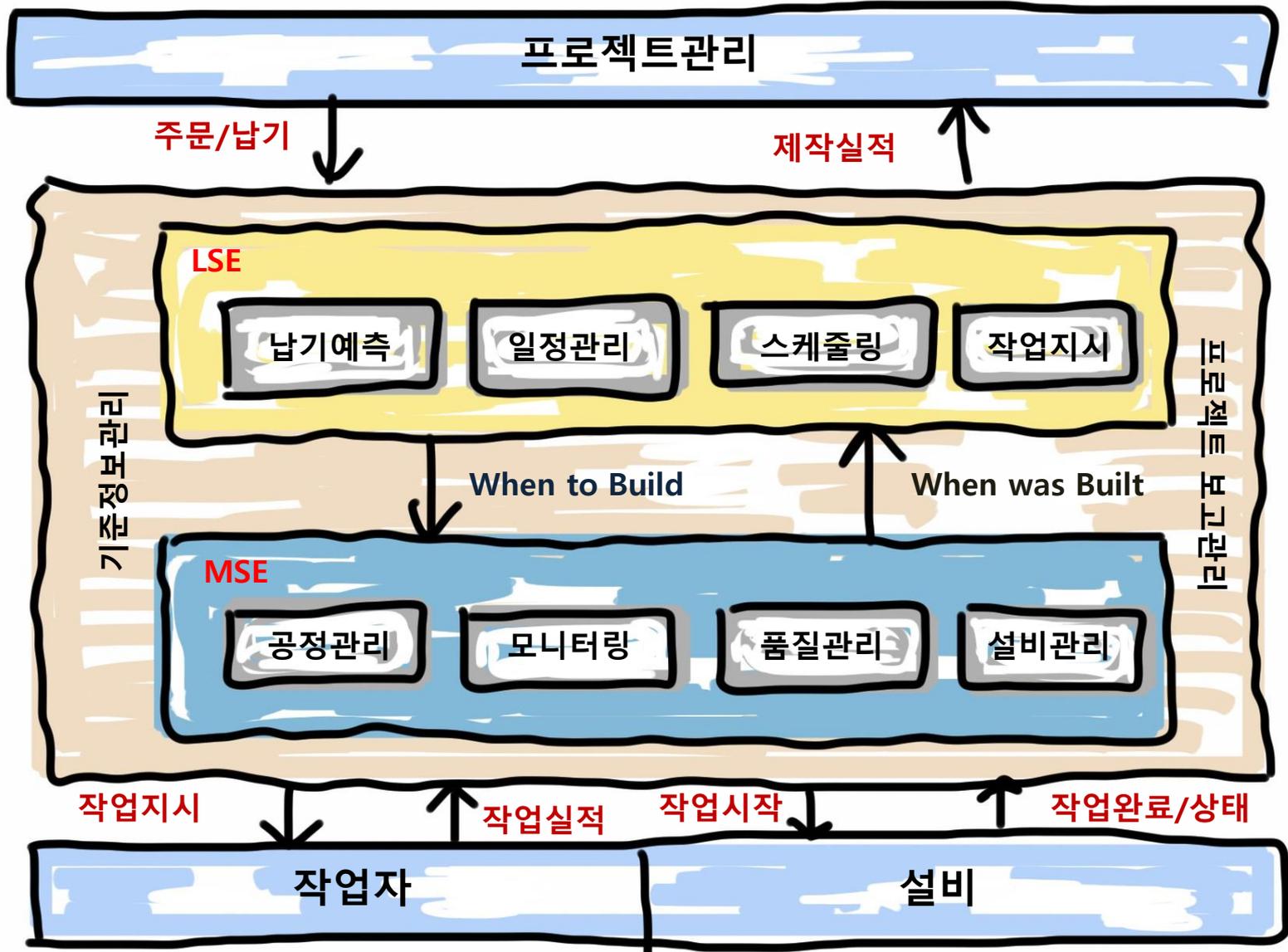






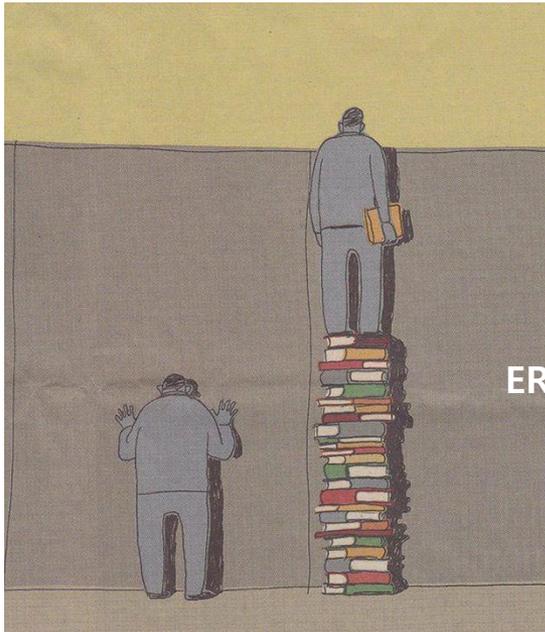


# PLM/MES 시스템



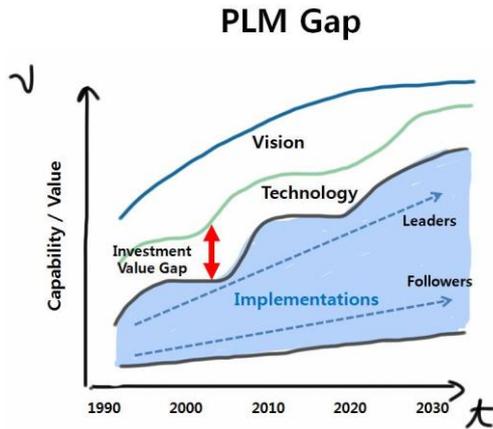
## 4. PLM ROI

### Virtual Product



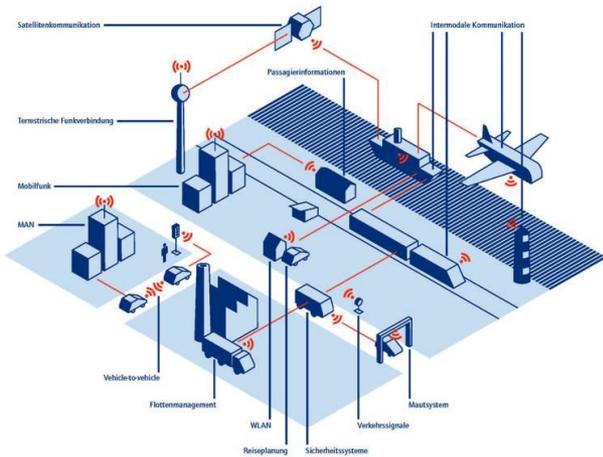
초창기에는 제품 수명이 길고 제품의 구조가 복잡한 항공산업과 무기를 만드는 방위 산업에서 사용 되었으나 점차 자동차와 기계 제조 산업 그리고 전자산업 등에 사용 되었으며 조선과 플랜트, 건설 산업과 현재에는 패션과 식품 산업 등 소비재 산업까지 확산되고 있다. 심지어 에너지, 의학, 금융 등 전 산업으로 확산 되어 사용하고 있다.

# 5. PLM 사용 분야



PLM은 제품 관련 정보를 한 곳에 집중할 수 있어서 자료의 신뢰성을 높이고 개발자들에게 시간과 노력을 경감 시킬 수 있다. 아마도 현업에서 제품기준 정보인 개발 부품 목록 (E-BOM: Engineering BOM)을 수작업이나 엑셀로 관리한 경험이 있다면 무조건 PLM을 도입하려고 할 것이다.

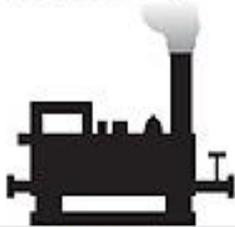
경영층에게는 제품 개발과정을 투명하게 하여서 정확한 결정을 내릴 수 있게 해준다. 제품개발 정보관리의 투명성과 신뢰성, 생산성의 세 마리 토끼를 모두 잡을 수 있다.



# 6. 인더스트리 4.0

## 인더스트리 4.0란 무엇인가?

산업혁명 일지



**1차 산업혁명  
(18세기)**

증기기관 발명으로 기계를 이용한 공장 생산체제 개막. 부르주아 계급의 등장.



**2차 산업혁명  
(20세기 초)**

컨베이어벨트를 이용한 작업 표준화와 분업 시작. 대량생산 체제에 진입.



**3차 산업혁명  
(1970년대 이후)**

공작 기계, 산업용 로봇을 이용한 공장 자동화 시대. 공장 자동화로 생산성 혁명.



**4차 산업혁명  
(2020년 이후 전망)**

공장 자동화에 투입된 기계, 로봇과 달리 기계가 능동적으로 판단해 작업 수행. 기존 소품종 대량 생산의 속도에 맞춰 다품종 소량생산이 가능해 질 전망.

사물인터넷 자체만으로 사회를 변화시킬 수 있지만 사물인터넷과 산업의 결합을 생각해 본다.

가장 예로 제조업 강국 독일은 앙겔라 메르켈 총리 주도 아래 사물인터넷(IoT)과 제조업을 결합한 `인더스트리 4.0`을 국가전략으로 삼아 30% 이상 생산성을 높이는 혁신에 나섰다.

문화 금융서비스 강국인 영국은 IoT 혁명을 새로운 벤처를 키우는 계기로 삼기 위해 `브리티시 이노베이션 게이트웨이 (BIG)` 전략을 펴고 있다.

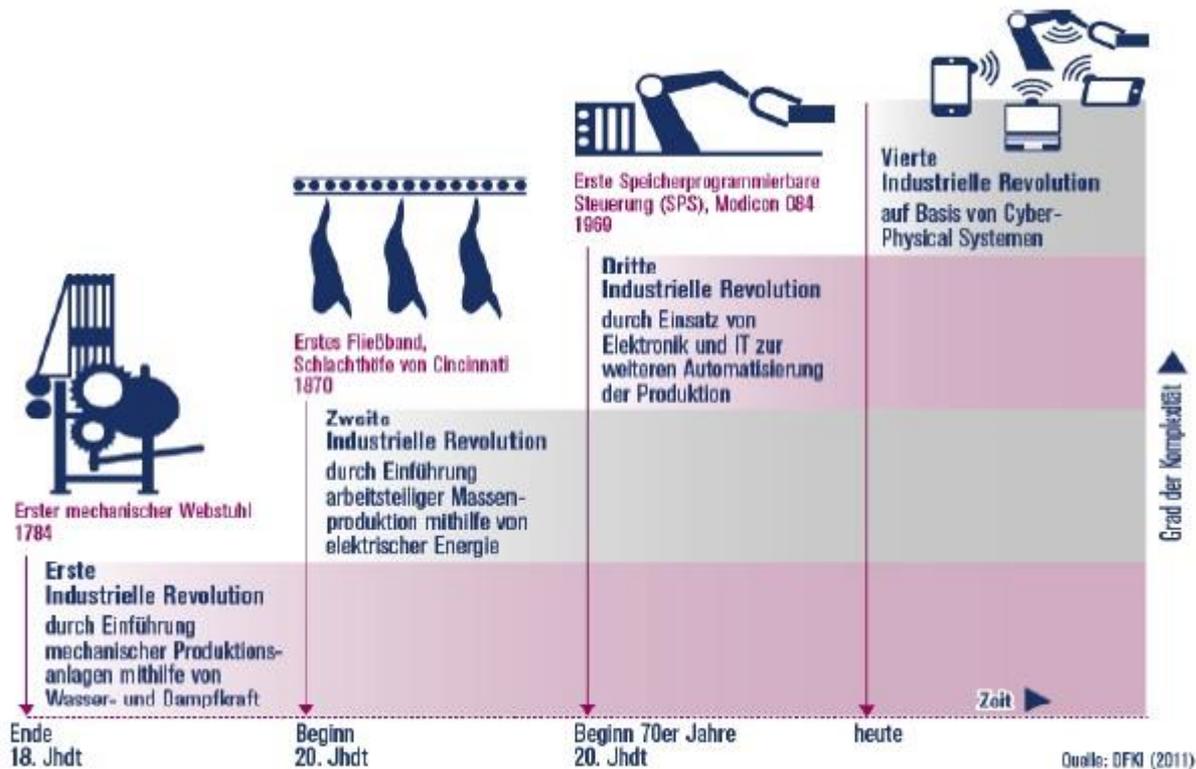
새로운 4차 산업혁명'을 뜻하는 인더스트리 4.0은 제조업과 같은 전통적인 산업에 IT 시스템을 결합해 보다 자율적이고 최적화된 '지능형 공장(Smart factory)' 시대를 말한다. 18세기 증기 증기기관의 발명으로 촉발된 1차 산업혁명은 수작업으로 이뤄지던 많은 일들을 기계로 대체시켰다.

20세기 초에 일어난 2차 산업혁명은 대량생산 시대를 열었고, 지난 몇십 년의 3차 산업혁명은 제조 자동화를 위한 전자시스템 및 컴퓨터 기술에 힘입은 바가 크다.

증기기관, 대량생산, 자동화에 이은 네 번째 산업혁명이 될 인더스트리 4.0은 정보통신기술(ICT)의 발전으로 공장의 기계, 산업 장비, 부품들이 서로 정보와 데이터를 자동으로 주고받을 수 있다. 기계마다 인공지능이 설치되어 모든 작업 과정이 통제되고 사람 없이도 수리가 가능하다.

인더스트리 4.0을 성장 전략으로 삼은 대표적인 나라가 독일이다. 독일은 제조업 경쟁력에 있어 세계 최고 수준으로 평가받고 있음에도 불구하고 세계 시장에서 경쟁이 심화됨에 따라 2010년부터 독일 제조업의 미래 경쟁력을 높이기 위한 동력으로써 인더스트리 4.0을 적극 추진하고 있다. 2013년 4월 독일 정부가 공개한 보고서에 따르면 독일은 인더스트리 4.0 전략으로 기존 제조업의 생산 방식을 스마트, 그린 및 도심형 생산으로 변화시키고, 인력 교육과 전문성 개발도 기업별 개별 교육에서 공동 훈련 프로그램으로 변화시키는 등의 생산 방식 및 정책적 변화를 추구하고 있다. 독일 국가과학위원회는 이를 통해 산업 생산성이 30%까지 성장할 수 있을 것으로 전망했다

# Von Industrie 1.0 zu Industrie 4.0



Forschungsunion

Wirtschaft und Wissenschaft  
begleiten die Hightech-Strategie



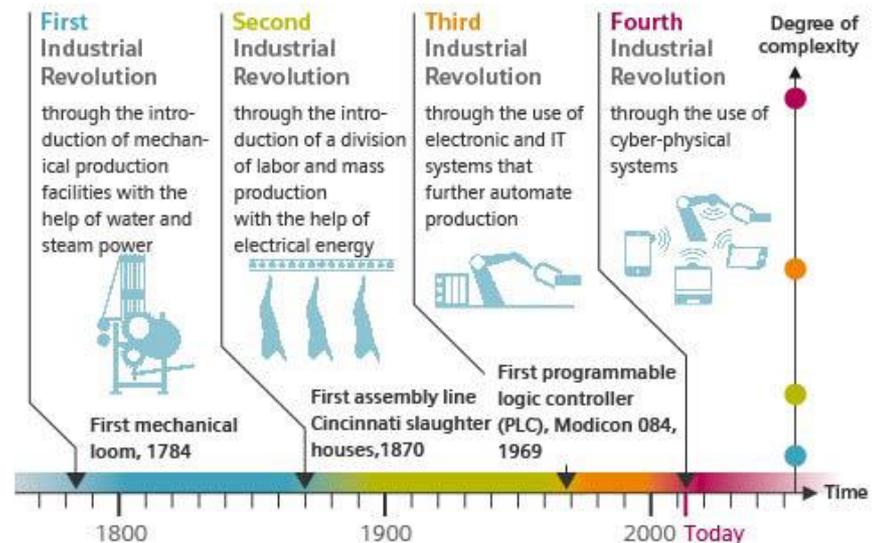
# 제조업의 혁신 단계 비교

<제조업의 혁신 단계 비교>

	1차 산업혁명	2차 산업혁명	3차 산업혁명	4차 산업혁명
시기	18세기 후반	20세기 초반	1970년 이후	2020년 이후
혁신 부문	물증기의 동력화	전력, 노동분업	전자기 ICT 혁명	ICT와 제조업 융합
커뮤니케이션 방식	책, 신문 등	전화기, TV 등	인터넷, SNS 등	사물 인터넷 서비스 간 인터넷
생산방식	생산 기계화	대량 생산	부분 자동화	시뮬레이션을 통한 자동 생산
생산통제	사람	사람	사람	기계 스스로
독일 산업정책	Industry 1.0	Industry 2.0	Industry 3.0	Industry 4.0

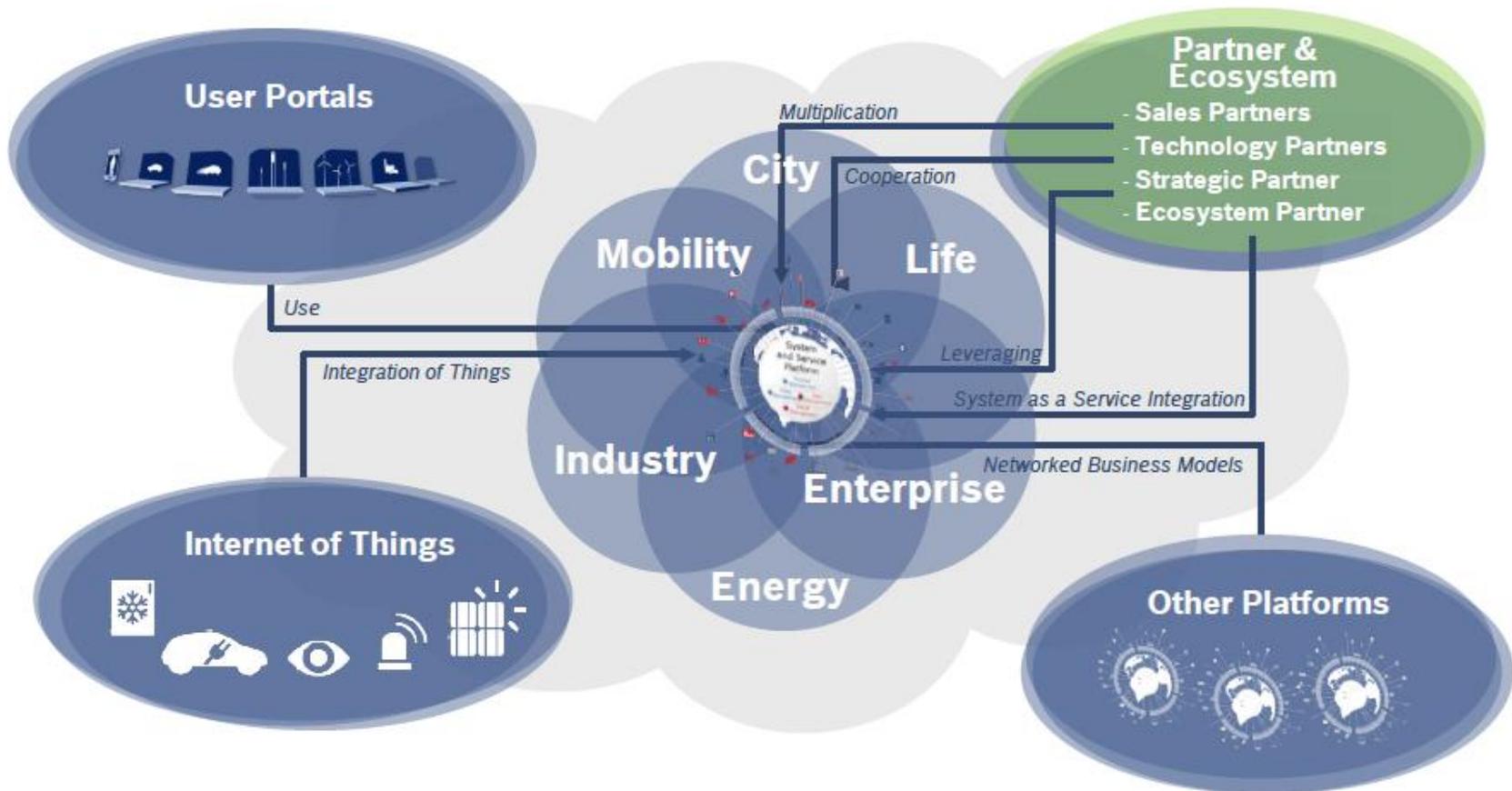
자료: 독일 연방교육연구부의 Industry 4.0 자료 등을 활용하여 재구성.

## From Industry 1.0 to Industry 4.0



Source: DFKI (2011)

# INDUSTRY 4.0 = (THINGS + INDUSTRIAL INTERNET) X (IT + OT)



# 인더스트리 4,0 = Smart Factory



## 7. 스마트 공장

독일은 현재 세계에서 가장 경쟁력 있는 제조 산업국의 하나이며, 생산 장비분야에서 세계적인 선도 국가이다. 그들의 성공은 여러 가지 요인이 있다.

첫 번째는 연구, 개발 그리고 혁신적 제조 기술과 복잡한 산업 프로세스의 관리에서 독일의 전문성에 기인한다. 두 번째는 지역적으로 서로 떨어져 있는 협력업체들과 복잡한 산업공정을 효과적으로 관리하는 협업의 기술이라고 할 수 있다.

독일은 기계 및 플랜트 제조 산업과 글로벌 최고 수준의 정보기술(IT), 탑재 소프트웨어 지식, 엔지니어링과 생산 공장의 자동화 등으로 새로운 산업 혁신을 만들 수 있는 역량을 가졌다고 할 수 있다.

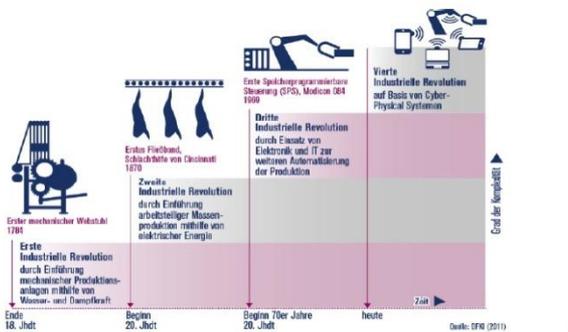
# 스마트 공장과 인더스트리 4.0

독일은 독일은 새로운 형태의 산업화의 가능성인 4차 산업혁명 또는 인더스트리(Industry) 4.0을 개척하는데 독보적인 위치에 있다. 앞선 세 번의 산업 혁명은 기계화, 전기 그리고 정보기술(IT)의 결과로 발생하였다. 이제 사물인터넷(IoT)과 인터넷 서비스의 도입은 4차 산업 혁명으로 이끌고 있다. 미래의 비즈니스는 가상물리시스템(CPS: Cyber Physical Systems)이 기계시설, 창고 시스템과 생산 설비를 통합하는 글로벌 네트워크를 세울 것이다. 제조 환경에서 이러한 가상물리시스템은 스마트 기계시설, 스마트 창고 시스템, 스마트 생산 시설이 가능하다. 그리고 이 가상물리시스템은 자체적으로 정보를 교환하며, 상호 독립적으로 작동하고 컨트롤이 된다. 이 출현하기 시작하고 있는 스마트 공장(Smart Factory)은 완전히 새로운 접근 방법을 적용하고 있다. 그리고 스마트 제품(Smart Product) 또는 사물인터넷(IoT: Internet of Things)의 출현도 변수이다.

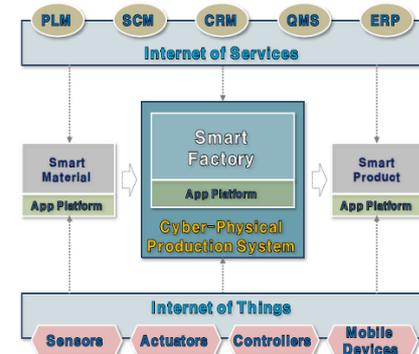
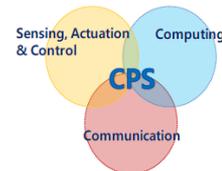
# 스마트 공장과 인더스트리 4.0

미래 제조업에서 PLM의 역할은 무엇일까? 스마트 공장의 핵심요소는 가상물리(CPS)생산시스템이다. 이 시스템은 서비스와 무리적 하드웨어와 연계된다. 그리고 이 시스템으로 생산되는 공장이 스마트 공장이 된다. 가상물리시스템(CPS)은 두 가지의 커다란 가치사슬을 가지는데 하나는 서비스인터넷(Internet of Services)이고 하나는 사물인터넷(Internet of Things)이다. 여기서 PLM의 역할은 제품수명관리의 제품정보와 어플리케이션 가치사슬이다. 미래의 제조전략에서 요구되는 것은 가치사슬(Value Chain)의 전반에 걸친 엔드-투-엔드(End-to-End) 제품개발이다

Von Industrie 1.0 zu Industrie 4.0

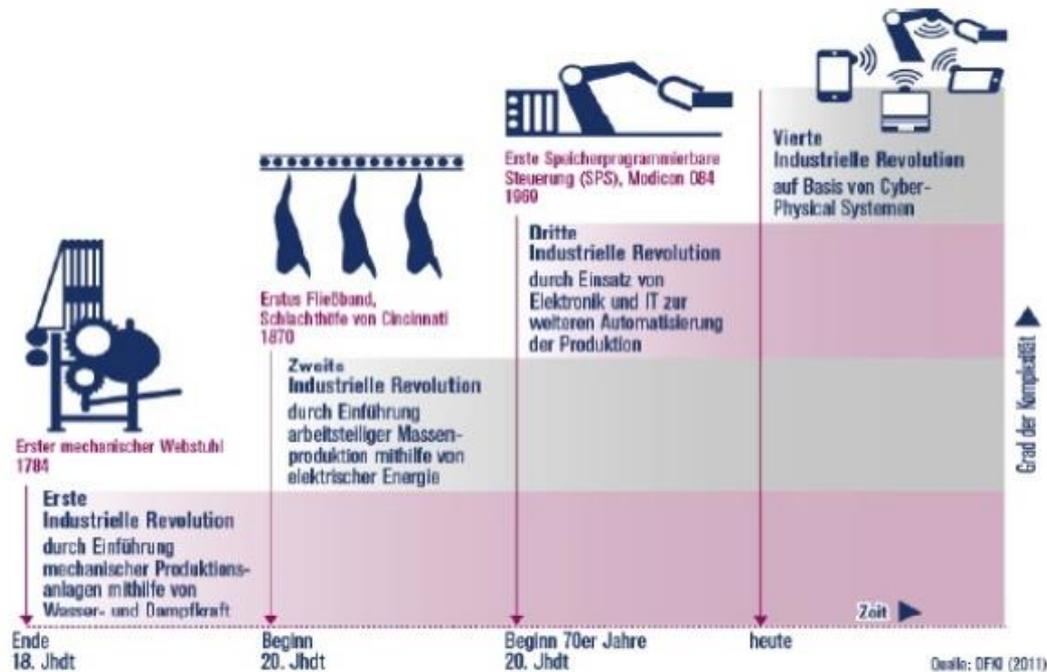


Convergence Technology



# Industry 4.0

## Von Industrie 1.0 zu Industrie 4.0

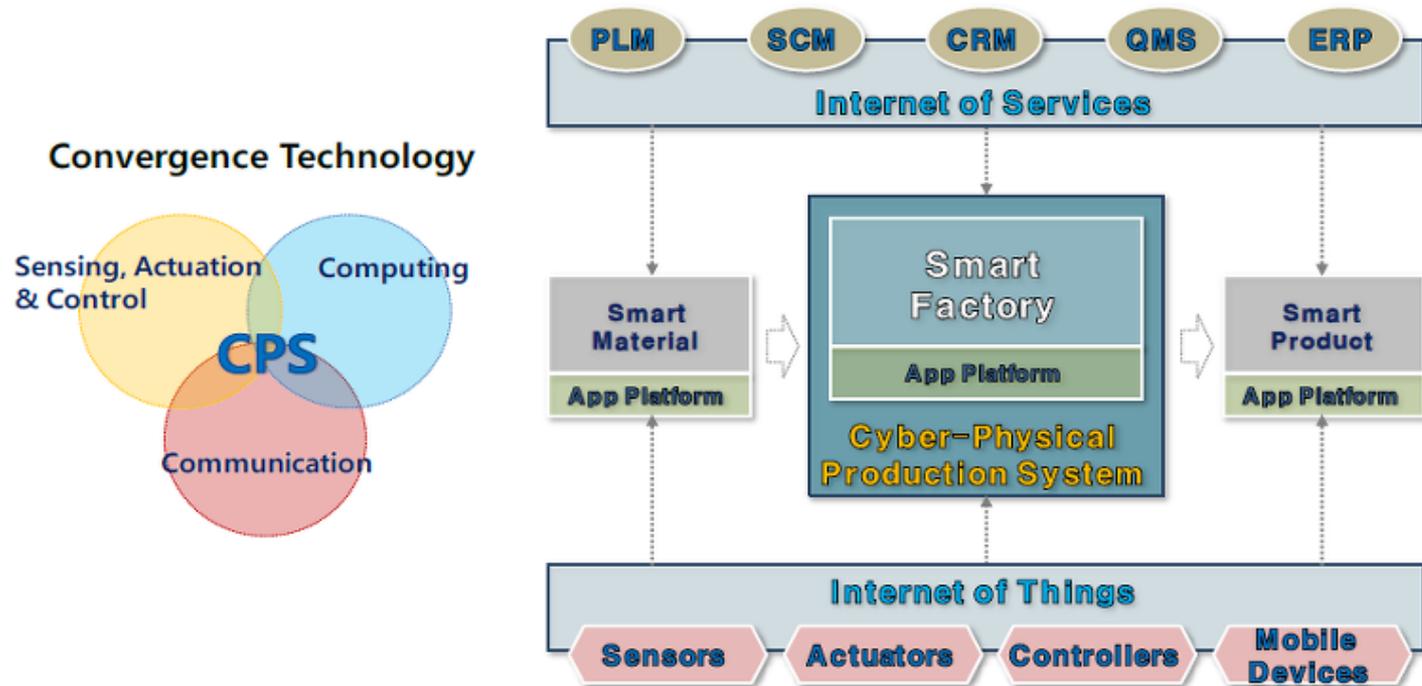


Forschungsunion

Wirtschaft und Wissenschaft  
begleiten die Hightech-Strategie



# Cyber-Physical System



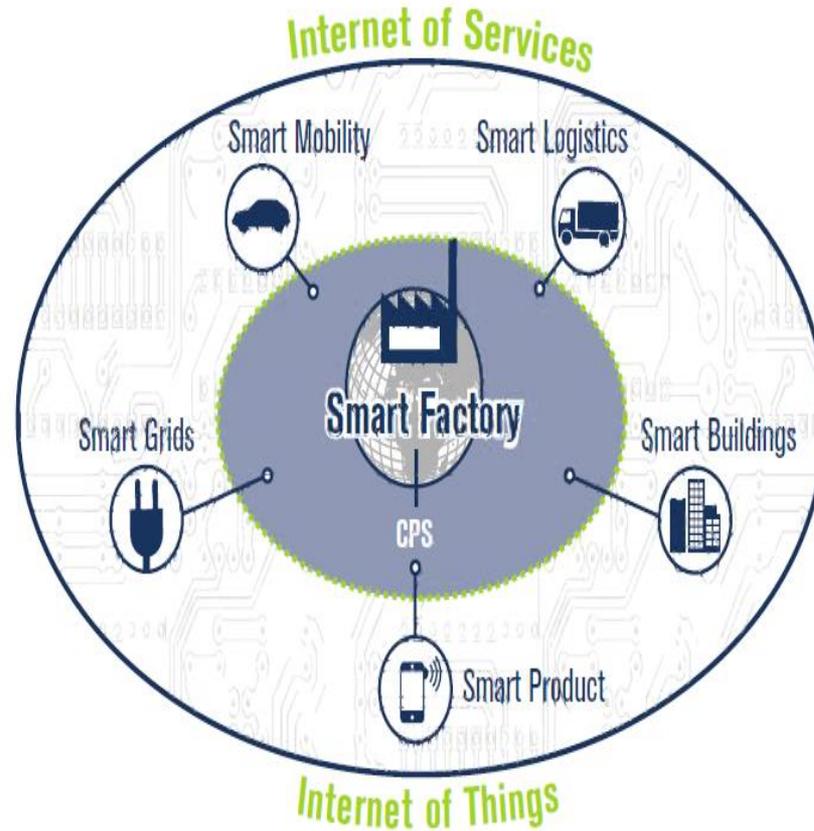
자료: DFKI (독일인공지능연구소), 2011

여기서 우리의 경쟁국가들은 어떤 미래 산업전략을 가지고 있는가? 미국은 그동안 비용 때문에 해외로 이전되었던 제조산업을 다시 국내로 돌아오게 하는 전략을 세우고 있다. 제조 르네상스 (Manufacturing Renaissance)라는 문구아래 3D 프린팅 같은 첨단제조기술의 강점과 세계최고의 소프트웨어 기술과 선도 IT 기업을 바탕으로 새로운 사물인터넷(IoT) 분야를 선점하려고 한다. 셰일가스 혁명을 통한 저비용 에너지 선행 전략도 완성하였다. 이런 제조 전략을 스마트 제조(Smart Manufacturing) 전략 또는 선진제조 (Advanced Manufacturing) 전략이라고 한다.

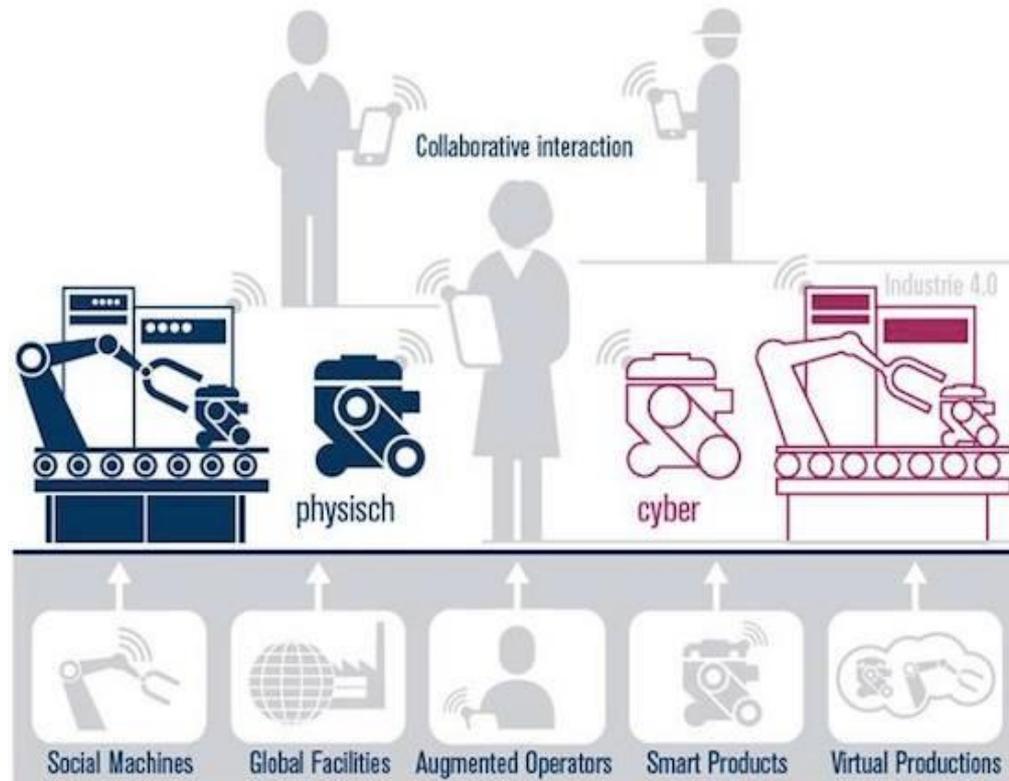
독일 역시 민관 합동으로 인더스트리(Industry 4.0) 이라고 이름 지은 제4의 산업혁명을 국가 전략으로 채택하고 산업 사물인터넷 (Industry IoT)기술인 CPS(Cyber Physical Production System)을 가진 스마트 공장으로 현재의 제조산업의 리더의 자리를 계속 지키려고 하고 있다.

# Smart Factory

Figure 2:  
Industry 4.0 and  
smart factories as  
part of the Internet  
of Things and Services

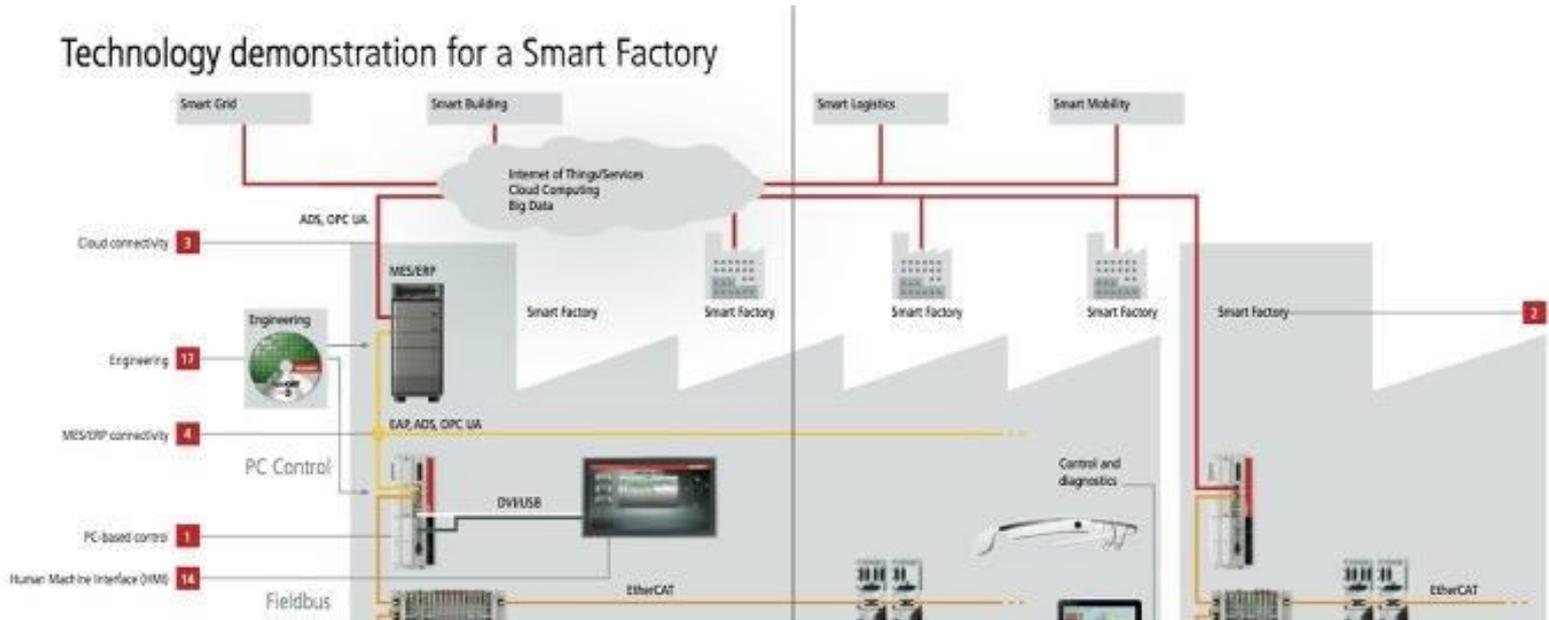


# Smart Factory CPS



# Smart Factory

## Technology demonstration for a Smart Factory



**USA** 

**"Manufacturing Renaissance"**

- Formation of a "National Network for Manufacturing Innovation"
- Lower cost energy initiatives
- **Smart Manufacturing Leadership Coalition**

**Germany** 

**Maintain leading industrial position**

- Sustainable investment in innovative strength
- High level of exports
- **Industrie 4.0 as new guiding principle**

**China** 

**Higher product quality by use of high-end technology**

- Rising wages
- Need for quality driven demand for automation
- Energy efficiency legislation
- **Intelligent Manufacturing**

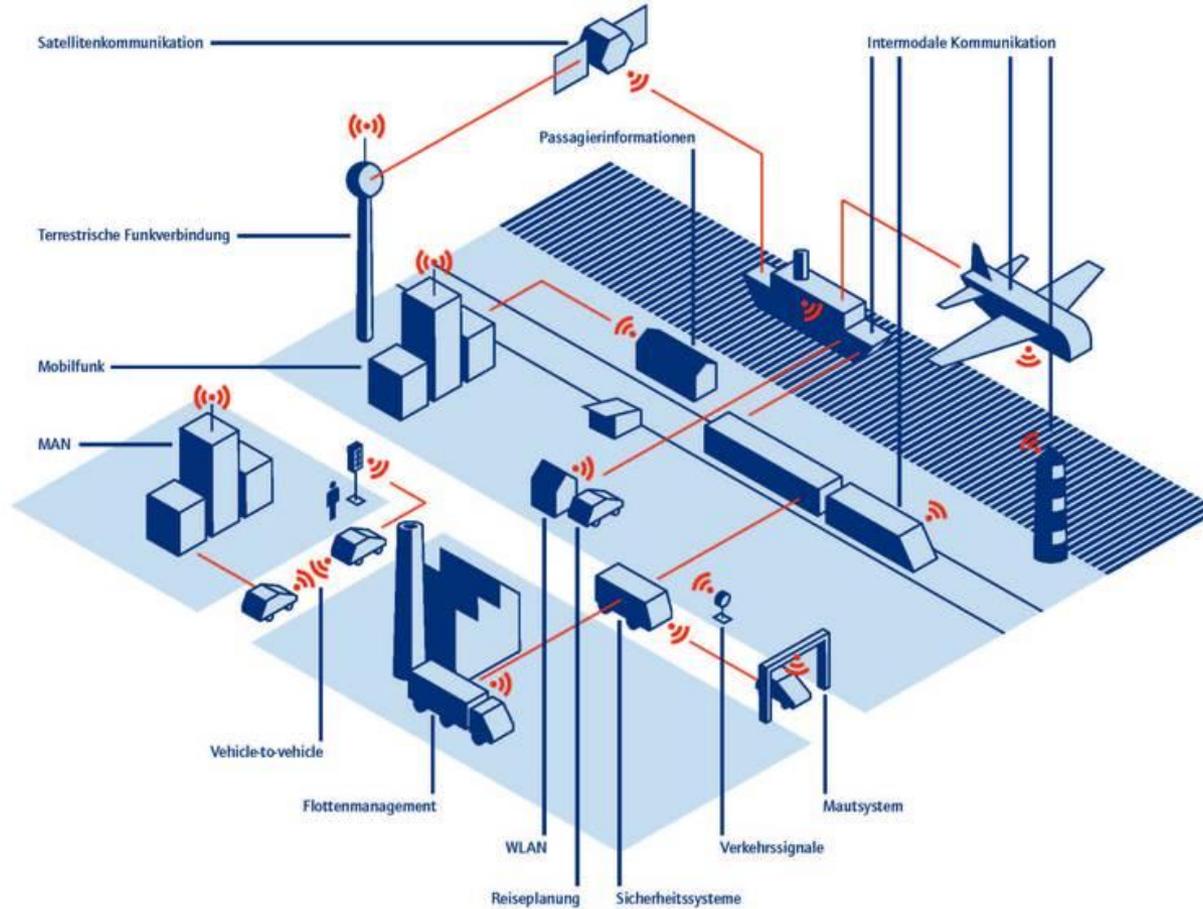
**Japan** 

**A cohesive "innovation program" at all levels**

- Science, technology and industry linked together
- Retain manufacturing of complex products
- **"Innovation 25" initiative**

IT  
Flexible transp.  
Power M  
Condition M  
Quality

# 스마트 시티



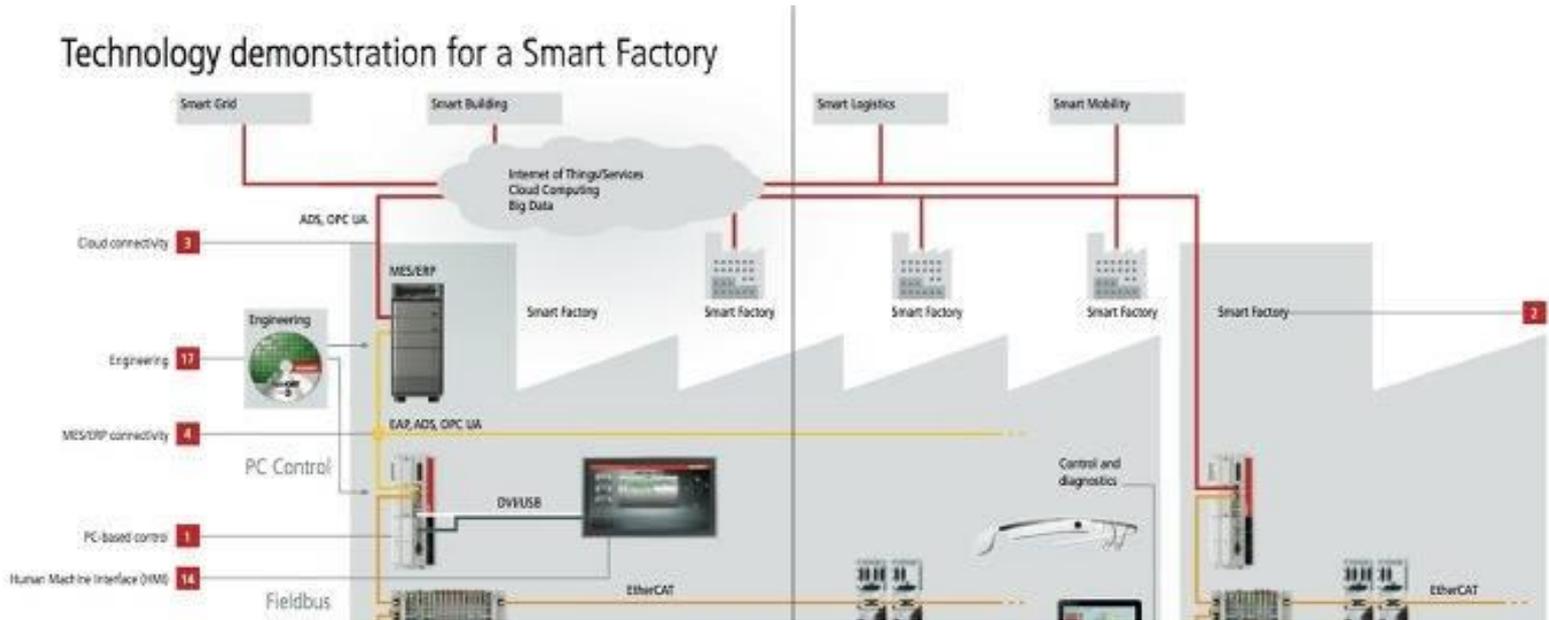
여기서 우리의 경쟁국가들은 어떤 미래 산업전략을 가지고 있는가? 미국은 그동안 비용 때문에 해외로 이전되었던 제조산업을 다시 국내로 돌아오게 하는 전략을 세우고 있다. 제조 르네상스 (Manufacturing Renaissance)라는 문구아래 3D 프린팅 같은 첨단제조기술의 강점과 세계최고의 소프트웨어 기술과 선도 IT 기업을 바탕으로 새로운 사물인터넷(IoT) 분야를 선점하려고 한다. 셰일가스 혁명을 통한 저비용 에너지 선행 전략도 완성하였다. 이런 제조 전략을 스마트 제조(Smart Manufacturing) 전략 또는 선진제조 (Advanced Manufacturing) 전략이라고 한다.

독일 역시 민관 합동으로 인더스트리(Industry 4.0) 이라고 이름 지은 제4의 산업혁명을 국가 전략으로 채택하고 산업 사물인터넷 (Industry IoT)기술인 CPS(Cyber Physical Production System)을 가진 스마트 공장으로 현재의 제조산업의 리더의 자리를 계속 지키려고 하고 있다.



USA 	Germany 	China 	Japan 
<p>"Manufacturing Renaissance"</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Formation of a "National Network for Manufacturing Innovation"</li><li>• Lower cost energy initiatives</li><li>• <b>Smart Manufacturing Leadership Coalition</b></li></ul>	<p>Maintain leading industrial position</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sustainable investment in innovative strength</li><li>• High level of exports</li><li>• <b>Industrie 4.0 as new guiding principle</b></li></ul>	<p>Higher product quality by use of high-end technology</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rising wages</li><li>• Need for quality driven demand for automation</li><li>• Energy efficiency legislation</li><li>• <b>Intelligent Manufacturing</b></li></ul>	<p>A cohesive "innovation program" at all levels</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Science, technology and industry linked together</li><li>• Retain manufacturing of complex products</li><li>• <b>"Innovation 25" initiative</b></li></ul>

# Technology demonstration for a Smart Factory



**USA** 

**"Manufacturing Renaissance"**

- Formation of a "National Network for Manufacturing Innovation"
- Lower cost energy initiatives
- **Smart Manufacturing Leadership Coalition**

**Germany** 

Maintain leading industrial position

- Sustainable investment in innovative strength
- High level of exports
- **Industrie 4.0 as new guiding principle**

**China** 

Higher product quality by use of high-end technology

- Rising wages
- Need for quality driven demand for automation
- Energy efficiency legislation
- **Intelligent Manufacturing**

**Japan** 

A cohesive "innovation program" at all levels

- Science, technology and industry linked together
- Retain manufacturing of complex products
- **"Innovation 25" initiative**



Control and diagnostics – Mobile Devices (smartphones, tablet PCs)

