

인더스트리 4.0



딜로이트 안진회계법인
딜로이트 컨설팅

Presented by
김광래 상무

세계 주요 국가들은 제조업의 중요성에 주목하고 제조업 르네상스를 추진하고 있다.

세계 주요 국가들은 금융위기 이후 제조업의 중요성에 주목하고 제조업 르네상스를 추진하고 있다. 미국은 셰일가스와 IT·SW를 바탕으로 한 Reshoring 및 첨단 제조기술 지원을, 독일은 민관 합동으로 사물인터넷 기반 '인더스트리 4.0' 추진을, 일본은 산업경쟁력강화법 제정 및 기업실증특례 등 파격적인 규제 혁파를, 중국은 차세대IT·신 에너지·바이오·첨단설비제조·신소재·환경보전·전기차 등 신산업 육성을 추진하고 있다.

각국의 제조업 르네상스 추진 전략

 <p>Industry 4.0('12)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 산업계 중심 Industry 4.0 Platform 발족 • 스마트공장 개발 · 구축에 2억 유로 투자 	 <p>Remaking America('09)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 셰일가스 혁명을 활용한 Reshoring 추진 • 45개 제조업 혁신 연구소 건립
 <p>自主创新('10)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 12.5 계획('10)을 통해 7대 전략산업 육성 • 글로벌 혁신기지 도약 : 혁신기술 개발 	 <p>산업재흥플랜('13)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 산업경쟁력강화법 제정 • 기업실증특례 등 파격적 신산업 규제 혁파

(출처 : 산업통상자원부)

한국의 제조업은 내수 침체 지속, 글로벌 경기회복 지연, 중국의 약진, 엔저로 인한 일본의 경쟁력 강화 등으로 위기에 직면해 있으며 혁신을 바탕으로 한 제조업의 부흥이 어느 때 보다 필요한 시점이다.

이하에서는 독일의 제조업 르네상스 추진 전략인 인더스트리 4.0¹⁾에 대한 일반적인 이해, 특징 및 시사점에 대하여 정리하였다.

1) 인더스트리 4.0은 유럽에서 광범위하게 사용(특히 독일 제조업)되며, 미국 등 영어권 국가에서는 Internet of things(사물인터넷), Internet of everything, Industrial Internet 등의 표현으로 사용된다고 함

독일은 인더스트리 4.0을
통해 산업 생산효율을
30% 이상 끌어올릴 수
있을 것으로 전망하고
있다.

독일의 인더스트리 4.0 계획

독일은 세계 2위의 수출 대국이며 강소기업 미텔스트란트(Mittelstand. 첨단 제조업 중심의 중견기업)와 히든챔피언이 많은 제조업 강국이지만, 중국과 동남아 등 신흥국가에서 낮은 생산원가를 기반으로 세계의 공장을 흡수하고 있으며 중국과 한국 등 후발주자의 기술추격으로 인한 위기 인식이 있다.

또한, 고령화로 독일 제조업의 중요한 기반인 숙련공이 줄어들고 있다. 출산율이 가임 여성 1인당 1.4명으로 낮은 수준이며 유럽연합 집행위원회는 현재 8,000만 명의 독일 인구가 2060년에는 6,600만 명으로 감소할 것으로 예상했다.

이에 사물인터넷(IoT : Internet of Things), 3D프린팅, 센서기술, 인공지능 등 최근 기술 발전을 생산현장에 접목하여 생산 패러다임 전환을 통해 새로운 돌파구를 마련하려고 한다. 독일은 국가 경쟁력 유지를 위한 미래기술 비전인 “하이테크 비전 2020”을 수립하였으며 환경, 에너지, 통신 등 핵심분야 아래 10대 실행과제에 2012년 부터 “인더스트리 4.0”을 새로 편입시키고 이를 추진하기 위해 2.5억 유로 규모의 국가 프로그램을 운영하고 있다. 사물인터넷, 사이버물리시스템²⁾, 스마트팩토리 등 산학연 연구 프로그램을 운영하여 국가 차원의 기술표준을 개발하고 시범 모델을 운영하고 있다.

스마트팩토리 프로젝트는 독일인공지능연구소 주도 하에 지멘스, 보쉬 등 산업계, 시스코 등 해외기업, 스웨덴 · 스페인을 포함한 다국적 대학 등이 참여하여 독일 각지에 5개의 스마트팩토리를 짓고 인더스트리 4.0을 상용화할 수 있는 기술을 개발하고 있다. 독일 과학기술아카데미는 인더스트리 4.0을 통해 독일 산업의 생산효율을 30% 이상 끌어올릴 수 있을 것으로 전망하고 있다.

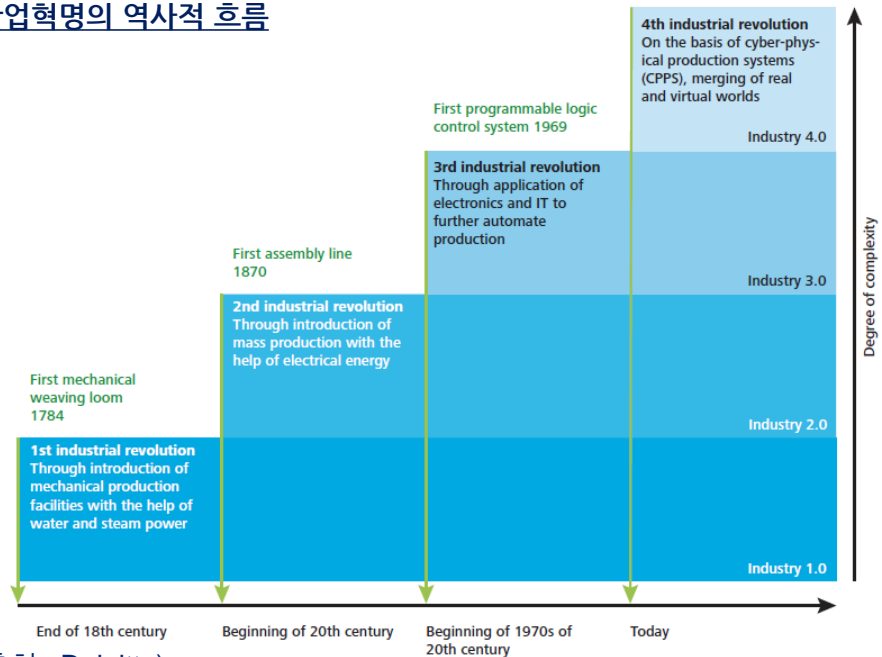
2) 사이버물리시스템이란 물리적 현실세계에 속한 사람과 센서 및 액추에이터(입력된 신호에 대응해 작동을 수행하는 장치)를 인터넷 서비스, 인공지능시스템, 각종 정보망이 존재하는 사이버 세계와 연결해주는 매개체를 의미한다고 함(출처:포스코경영연구소)

인더스트리 4.0 이란?

인더스트리 4.0은 가볍고 유연한 생산체계를 구현하는 것이다.

18세기 증기기관 발명, 기계식 생산방식 도입(1784년 최초의 기계식 방직기)으로 생산성이 크게 향상되어 1차 산업혁명(인더스트리 1.0)이 시작되었으며, 19세기 컨베이어벨트(1870년 신시네티 도축장 최초의 컨베이어 벨트)가 자동차 공장에 도입되고 증기기관을 대신하는 전기동력이 공장에 도입되면서 분업과 자동화 생산이 급속히 확산되는 2차 산업혁명(인더스트리 2.0)이 도래하였다. 1970년대부터 현재까지는 IT와 로봇, 컴퓨터를 통한 자동화 대량생산체계(1969년 최초의 Programmable Logic Controller)가 주류를 이루고 있는 3차 산업혁명(인더스트리 3.0)시기 이다. 인더스트리 4.0은 기계와 사람, 인터넷 서비스가 상호 연결되어 가볍고 유연한 생산체계를 구현하여 다품종 대량생산이 가능한 생산 패러다임의 진화이다.

산업혁명의 역사적 흐름



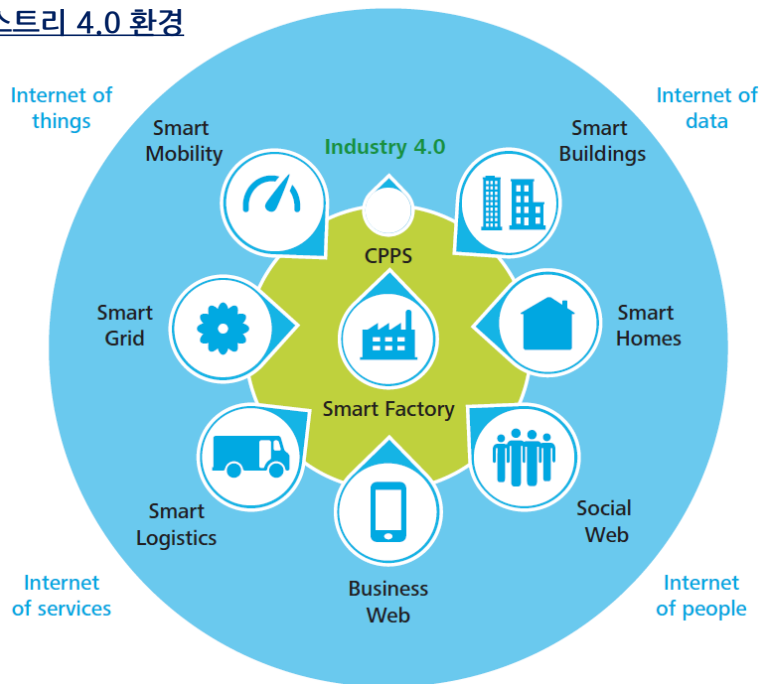
(출처 : Deloitte)

ICT(Information and communication technology)가 제조업의 전통적인 생산공정에 광범위하게 사용되며, 사이버물리생산시스템(CPPSs: Cyber-Physical Productions Systems)에서는 물리적 현실세계와 사이버 세계의 경계가 사라진다. CPPSs는 소셜 네트워크와 유사한 방식으로 연결된 social machine의 온라인 네트워크이다. 간단히 입력하면 IT가 기계전자적 부품과 연계되어 네트워크와 상호 커뮤니케이션을 한다.

스마트 생산설비는 현행 재고량, 문제점, 불량, 수정된 주문 등의 정보와 계속 소통한다. 효율적이고 최적화된 생산시기, 가동율, 제품개발, 생산, 판매 전 과정상의 품질관리 등을 위하여 생산프로세스와 납기일을 조정한다.

CPPSs는 각각의 생산설비를 네트워킹할 뿐만 아니라 value chain 및 제품 life cycle 전체에 걸쳐서 생산설비, 건물, ICT 시스템, 스마트 제품, 사람을 네트워킹한다. 센서와 제어장치가 생산설비를 공장, 작업대, 네트워크, 사람과 연결한다. 이러한 스마트 네트워크가 스마트 팩토리의 기반이다.

인더스트리 4.0 환경



(출처 : Deloitte)

스마트 모빌리티, 스마트 그리드, 스마트 로지스틱, 스마트 홈, 스마트 빌딩 등의 스마트 infrastructure도 결합된다.

비즈니스와 소셜 네트워크의 연계는 인더스트리 4.0의 디지털 혁신에 중요하다. 사물, 사람, 데이터, 서비스가 인터넷으로 연결되는 이러한 새로운 네트워크와 결합은 제조업의 미래에 엄청난 변화를 가져올 것이다. 이러한 변화 트렌드는 초창기이지만 인더스트리 4.0은 이미 시작되었다. 독일과 미국같은 전통적인 산업경제국가들은 이러한 4세대 산업혁명이 글로벌 경쟁력 향상, 저임금 국가로의 생산공장 이전의 중단, 유럽과 북미지역에 새로운 생산공장 설립 등 많은 장점을 가지고 올 것으로 기대하고 있다.

인더스트리 3.0 vs 4.0

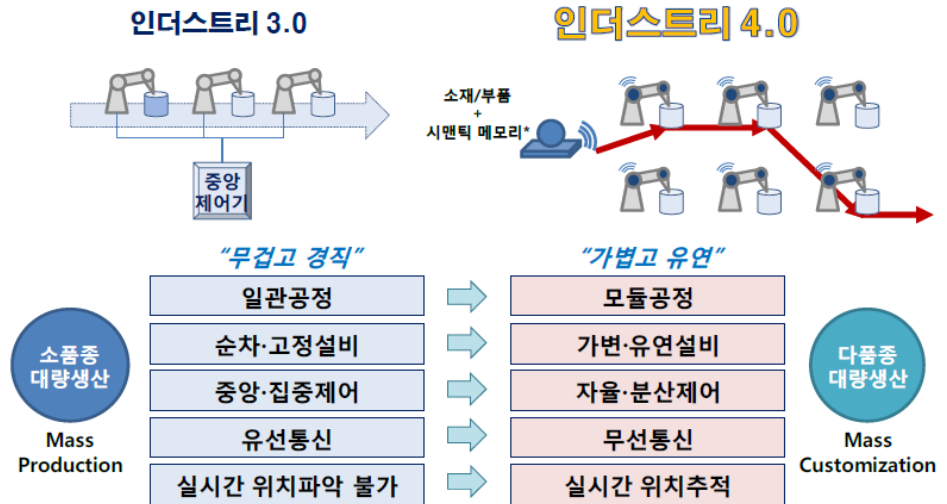
중앙집중식 생산체계에서
모듈 단위의 유연한
분산·자율제어
생산체계로 진화된다.

인더스트리 3.0은 소재, 제품, 기기의 지능화를 통해 과거 중앙제어장치의 명령을 받아 생산기기가 소재를 가공하던 일방향 서비스 로직인데 반해, 인더스트리 4.0은 소재와 반제품에 RFID(Radio Frequency Identification:극소형칩에 안테나를 달아 무선으로 데이터를 송신하는 장치) 등 스마트 메모리를 장착해 스스로 지능화된 생산기기와 통신을 통해 경로를 결정하는 모듈 단위의 유연한 분산·자율제어 생산체계이다.

모듈단위 생산체계로 인해 제품의 변경이나 고객주문에 따라 생산 layout 변경이 가능하고 교체 즉시 가동하는 Plug & Produce시스템이 가능하다.

한편, 인더스트리 4.0은 고객 주문으로부터 택배 물류까지 value chain 전 과정의 서비스 연결 및 기기간 통신을 구축해야 하는 엔지니어링이 필요하며, 모든 기기가 인터넷에 연결되어 있어 바이러스 공격에 취약할 수 있으므로 클라우드 보안기술 등이 확보되어야 한다.

인더스트리 3.0 vs 4.0



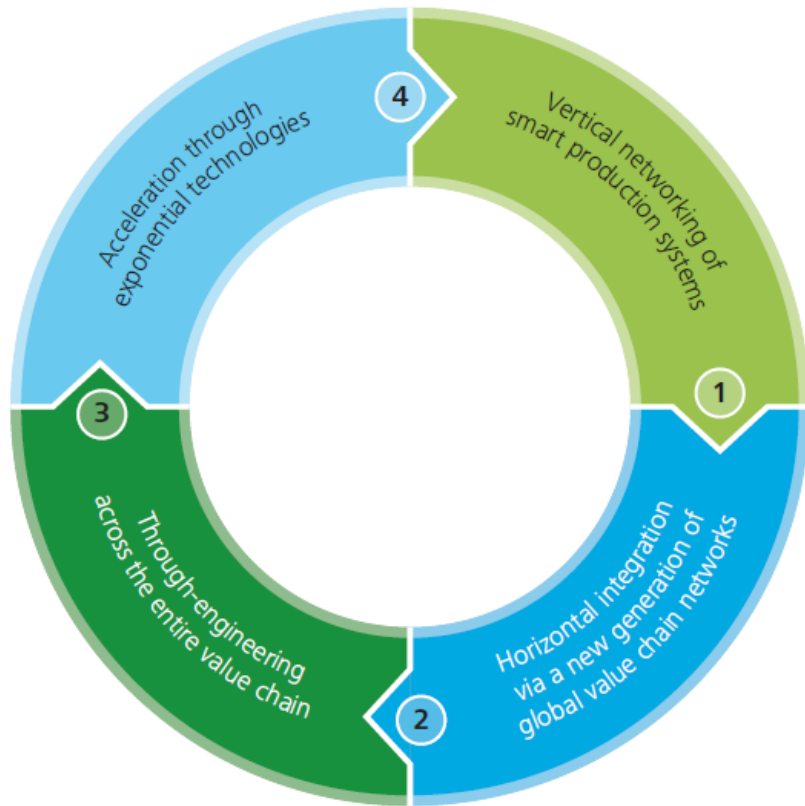
*시맨틱 메모리: RFID 등 제품의 이동경로 등 이벤트를 기록해 저장할 수 있는 메모리 분류

(출처 : 포스코경영연구소)

인더스트리 4.0의 특징

제조업 전반에 걸쳐 많은 변화를 가져올 인더스트리 4.0은 스마트 생산시스템 수직적 네트워킹, 새로운 글로벌 value chain 네트워크의 수평적 통합, 전 value chain에 걸친 엔지니어링, 기하급수적인 기술발전을 통한 가속화의 4가지 특징을 가진다고 한다. 이하에서 4가지 특징에 대하여 기술한다.

인더스트리 4.0의 4가지 특징



(출처 : Deloitte)

(1) 스마트 생산시스템의 수직적 네트워킹

인더스트리 4.0의 첫번째 특징은 미래 공장의 스마트 생산시스템의 수직적 네트워킹이다. 수직적 네트워킹은 CPPSs를 이용하여 수요와 재고의 변화, 불량품에 대하여 빠르게 대응할 수 있게 한다. 스마트 팩토리는 자율제어로 운영되며 고객별 특화되고 개별화된 생산이 가능하도록 한다. 이를 위해 데이터의 광범위한 통합이 필요하며, 공정을 모니터링하고 자율제어 하기 위하여 스마트 센서 기술이 필요하다.

CPPSs는 생산관리뿐만 아니라 유지보수도 자율제어로 한다. 자원과 제품은 네트워크로 연결되어 있으며, 소재와 부품은 언제, 어디에서나 사용할 수 있도록 배치될 수 있다. 생산프로세스의 모든 단계가 기록되며 이상징후는 자동적으로 등록된다. 주문수정, 불균질한 품질과 생산설비 고장이 신속하게 처리된다. 이러한 프로세스는 자재의 낭비를 좀더 효율적으로 모니터링하고 예방하게 하여 낭비를 줄인다.

중요한 것은 자재, 에너지, 인적자원 등 자원의 효율적 사용이 가능하다는 것이다. 생산, 적재, 물류, 유지보수 등 업무에 대한 인력 수요는 감소할 것이고 CPPSs를 효율적으로 사용할 수 있는 새로운 스킬을 가진 인력 수요는 증가할 것이다.

(2) 새로운 글로벌 value chain 네트워크의 수평적 통합

인더스트리 4.0의 두번째 특징은 새로운 글로벌 value chain 네트워크의 수평적 통합이다. 새로운 글로벌 value chain 네트워크는 투명하고, 문제점과 결함을 보다 빨리 대응할 수 있는 높은 유연성이 있고, 글로벌 최적화를 촉진할 수 있는 실시간 최적화된 네트워크를 말한다. 네트워크로 연결된 생산시스템과 유사하게 이러한 네트워크는 입고, 생산, 마케팅, 영업, 출고, A/S에 이르기까지 CPPSs로 네트워킹된다. 모든 부품과 제품에 대한 이력은 기록되고 항상 이용가능하고 추적 가능하다.

자재구매~판매까지 전체 value chain에 걸쳐 투명성과 유연성이 확보된다. 제품 개발, 주문접수, 생산계획, 생산, 배송 등에 고객별 특화가 가능하다. 품질, 납기, 가격, 공해문제 등도 실시간으로 전체 value chain에서 능동적으로 처리가 가능하다.

고객과 파트너간 수평적 통합을 통해 완전히 새로운 사업 모델과 협업 모델의 기회가 생길 수 있다. 이는 또한 도전이 될 것이다. 법률문제, 책임소재, 지적재산권 보호 등의 이슈가 부각될 것이다.

고객별 특화된 생산, 생산관리와 유지보수에 대한 자율제어, 자원의 효율적 사용이 가능하다.

투명성, 유연성, 글로벌 최적화가 가능하고, 새로운 사업 모델과 협업모델의 기회가 생길 수 있다.

(3) 전 value chain에 걸친 엔지니어링

인더스트리 4.0의 세 번째 특징은 전 value chain과 제품과 고객의 전 life cycle에 걸친 통합 엔지니어링이다.

이러한 엔지니어링은 새로운 제품과 서비스의 디자인, 개발, 제조 기간 동안 끊임 없이 이루어진다. 새로운 제품은 새롭고 변경된 생산시스템이 필요하다. 새로운 제품 및 새로운 생산시스템의 개발과 제조는 제품 life cycle과 통합되고 상호작용하며 제품 개발과 생산시스템에 새로운 시너지가 창출된다.

이러한 엔지니어링의 특징은 데이터와 정보가 제품 life cycle의 모든 단계에서 활용되며, 새롭고 좀 더 유연한 프로세스가 시제품 모델링 단계와 생산 단계별로 취합된 데이터를 통해 정의될 수 있다.

(4) 기하급수적인 기술발전을 통한 가속화

인더스트리 4.0의 네 번째 특징은 기하급수적인 기술발전으로 생산 프로세스에서 개별적으로 특화된 솔루션, 유연성, 원가절감이 촉진되고 가속화된다는 것이다.

인더스트리 4.0에서 자동화 솔루션은 높은 수준의 인지기술과 자율제어 기술이 요구된다. 인공지능, 첨단 로봇, 센서기술은 자율제어를 더 발전시키고 개별화, 유연성을 증대시킬 잠재력을 가진 분야이다.

인공지능은 공장이나 창고의 무인 작업차량 경로를 보다 효율적으로 디자인하고, Supply Chain상에서 시간과 비용을 절감하고, 생산의 신뢰성을 높이고, 빅데이터를 분석하는데 사용될 뿐만 아니라 새로운 공정 개발, 이슈의 해결방안 고안, 인적자원과 기계의 협업을 향상시키는데 사용될 수 있다.

기능성 나노물질과 나노센서는 보다 효율적인 품질관리를 위한 생산통제 분야에 활용될 수 있으며, 안전하고 사용하기 편한 차세대 로봇 생산에 활용될 수 있다.

밤과 낮, 지형, 날씨와 무관하게 생산공정을 날아다니는 유지보수 로봇과 창고 재고수준을 관리하고 스페어 부품을 이동시키는 드론은 미래의 자율제어형 스마트 공장에서 쉽게 적용될 수 있는 기술들이다.

인더스트리 4.0을 더욱 가속화시키고 유연하게 만드는 기하급수적인 기술발전의 좋은 사례는 3D 프린팅이다. 3D 프린팅은 새로운 생산 솔루션(추가비용 없이 더 복잡한 생산을 가능하게 함) 또는 새로운 Supply Chain 솔루션(재고감소, 빠른 배송 시간) 또는 새로운 생산 솔루션과 새로운 Supply Chain 솔루션의 결합으로 완전히 새로운 사업 모델이 만들어 질 수 있다.

제품 개발과
생산시스템에 새로운
시너지가 창출된다.

개별적으로 특화된
솔루션, 유연성,
원가절감이 가속화된다.

그러나 3D 프린팅을 활용하여 필요한 스페어 부품을 현지에서 생산할 경우 생산품의 품질, supply chain과 재고 관리의 변화는 잘 살펴야 한다. 또한, 지적재산권, 제품손해배상, 관세, 부가가치세 등은 3D 프린팅이 해결해야 할 이슈들이다.

시사점

현재 많은 기업들이 위에서 언급한 각각의 기술에 대해 접근하고 있다.

그러나, 인더스트리 4.0은 특정 기술을 지칭하는 것이 아닌 제조업의 패러다임이 변경되는 것을 통칭하는 것으로 이해되어야 하며, 보다 종합적이고 장기적인 접근이 필요하다.

인더스트리 4.0의 스마트팩토리에서는 인터넷 서비스와 사물인터넷, 표준화 플랫폼이 상호 연결되고, 스스로 의사결정하고 움직일 수 있는 기기와 시스템이 준비되며, 현실세계의 물리적 장치들과 가상세계의 시스템이 하나로 연결된다. 또한 인터넷과 사이버물리생산시스템에 대한 이해가 높은 노동력이 필요하다. 기업들은 이러한 변화 요인을 파악하고 구체적으로 실현함으로써 다가오는 제조업 혁명에 대비해야 한다. 특히, 한국은 제조업과 IT에 모두 강점을 가지고 있으므로 두 분야의 성공적인 융합을 통해 제조업을 업그레이드 시킬 수 있는 기회이다.

참고문헌

“Industry 4.0-Challenges and solutions for digital transformation and use of exponential technologies”, 2014년, Deloitte 스위스

“인더스트리 4.0 독일의 미래 제조업 청사진”, 2014년, 포스코경영연구소

“Next Manufacturing”, 2014년, 동아비즈니스리뷰(DBR)

“장벽붕괴 25년, 게르만의 비상”, 2014년, 한국경제신문

“창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략”, 2014년, 산업통상자원부

한국은 제조업과 IT 두 분야에 강점을 가지고 있기 때문에 이들의 성공적인 융합을 통해 제조업을 업그레이드 시킬 수 있을 것이다.

Deloitte.