

# Smart Factory

Kumoh National Institute of Technology (kit)  
School of Industrial Engineering  
Tae Sung Kim, Ph.D.



# CONTENTS

1

미래 제조업 현황

2

스마트 팩토리 산업 및 R&D 동향

3

스마트 팩토리 표준화 및 기술

# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

#### 가. 산업 패러다임의 변화

제3차 산업혁명에서 바야흐로 제4차 산업혁명으로 이행되면서 새로운 산업혁명이 태동되기 시작하였다. IT기술의 발달에 사물인터넷이 새롭게 등장하면서, 현실세계와 사이버 공간을 상호 연결하는 사이버 물리시스템(CPS: Cyber Physical System)을 통해 사람에 의해 조종되는 공장이 스스로 생각하는 스마트한 공장으로 되는 계기가 마련되었다.

[도표 I -1] 제4차 산업혁명의 태동

	제1차 산업혁명	제2차 산업혁명	제3차 산업혁명	제4차 산업혁명
등장시기	18세기 말	19세기 말~ 20세기 초	20세기 후반	현재
원동력	증기기관	전기에너지	컴퓨터	사이버 물리시스템 (CPS)
핵심개념	증기기관 발명에 의한 기계화	전력 보급으로 컨베이어벨트를 사용한 대량생산	컴퓨터에 의한 생산 자동화로 대량생산이 진화	생산설비-제품-인간이 서로 연결되어 생각하는 공장을 실현
혁신	기계적 생산설비 도입	대량생산 설비 도입	IT활용 생산방식의 도입	CPS로 완전자동방식 도입

# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

#### 가. 산업 패러다임의 변화

##### (a) 융합을 통한 산업간 경계 파괴

영역(Arena)은 다양한 전후방 연관분야 및 특정 고객을 연결하는 다층적·융합적 형태로 기존산업을 '재구성'할 전망이다.

산업은 기존 제품시장의 경쟁을 중심으로 하는 범주이며, 아레나는 기존의 비즈니스 틀을 벗어나 새로운 시장 기회를 찾으려는 잠재적 범주이다. 이에 비해 영역 개념은 경쟁우위를 최대한 활용하려는 기존 전략모델과 달리 기존 경쟁우위를 포기하고 새로운 경쟁우위 확보를 위한 기회의 장으로 이동하는 접근방식 강조.

[도표 I -2] 산업과 아레나의 개념 비교

	산업	Arena
목표	위치적 이점	영토 확보
성공척도	시장점유율	잠재적 기회 점유율
최대 위협	산업 내 경쟁자의 움직임	산업간 움직임 (기준모델 파괴)
핵심 드라이버	비교가격, 기능, 품질	전체 고객경험에서 "해야 할 일"
기업인수 행동	산업 내 통합, 타 산업으로의 다각화	신규능력 획득을 위한 접합 (bolt-on)
비유	체스	바둑

# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

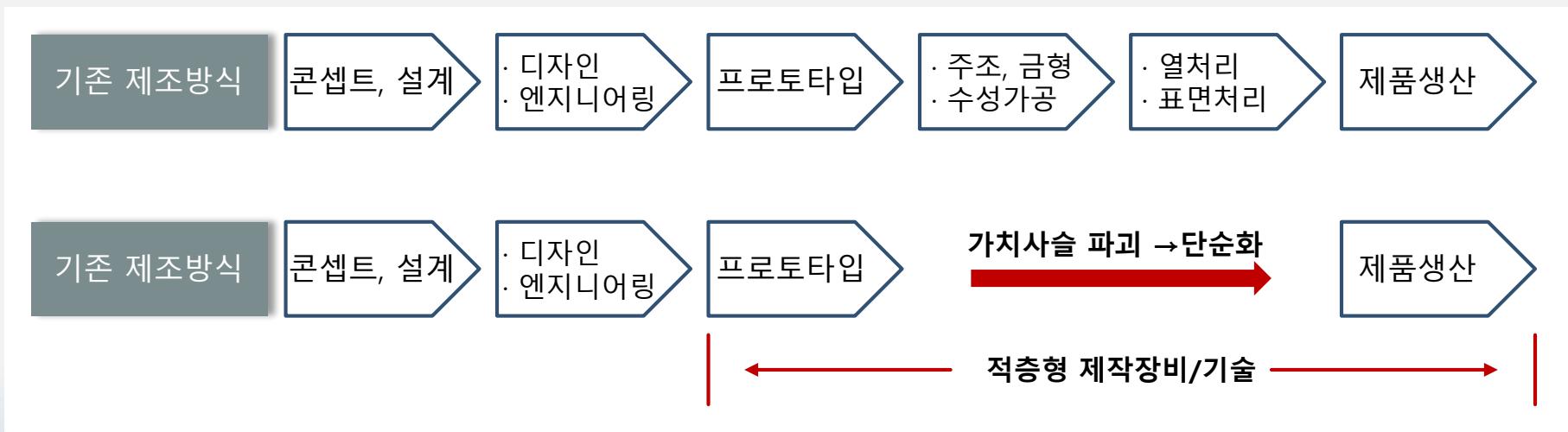
#### 가. 산업 패러다임의 변화

##### (b) 산업 가치사슬의 파괴

새로운 기술의 등장은 산업구조에 변화를 일으켜, 기존 업태의 울타리를 무너뜨릴 가능성이 크다.

예) 3D프린팅의 등장은 주조, 금형 가공의 과정과 표면처리, 열처리 등의 공정가치를 크게 약화시키거나 불필요하게 만들 것이다. 기술 진화는 코스트 구조의 변화나 새로운 수요의 창출로 연결됨과 동시에, 부가가치 영역에 변화를 유발하면서 기존의 산업 가치사슬 구조를 와해시키고 있다. 또 다른 요인인 제조와 서비스의 융합확산은 새로운 비즈니스 모델을 양산하면서 기존 가치사슬 구조를 와해시키는 강력한 촉진제 역할을 하고 있다.

[도표 I -3] 3D프린팅의 등장과 기존 가치사슬 파괴



# 1. 미래 제조업 현황

1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

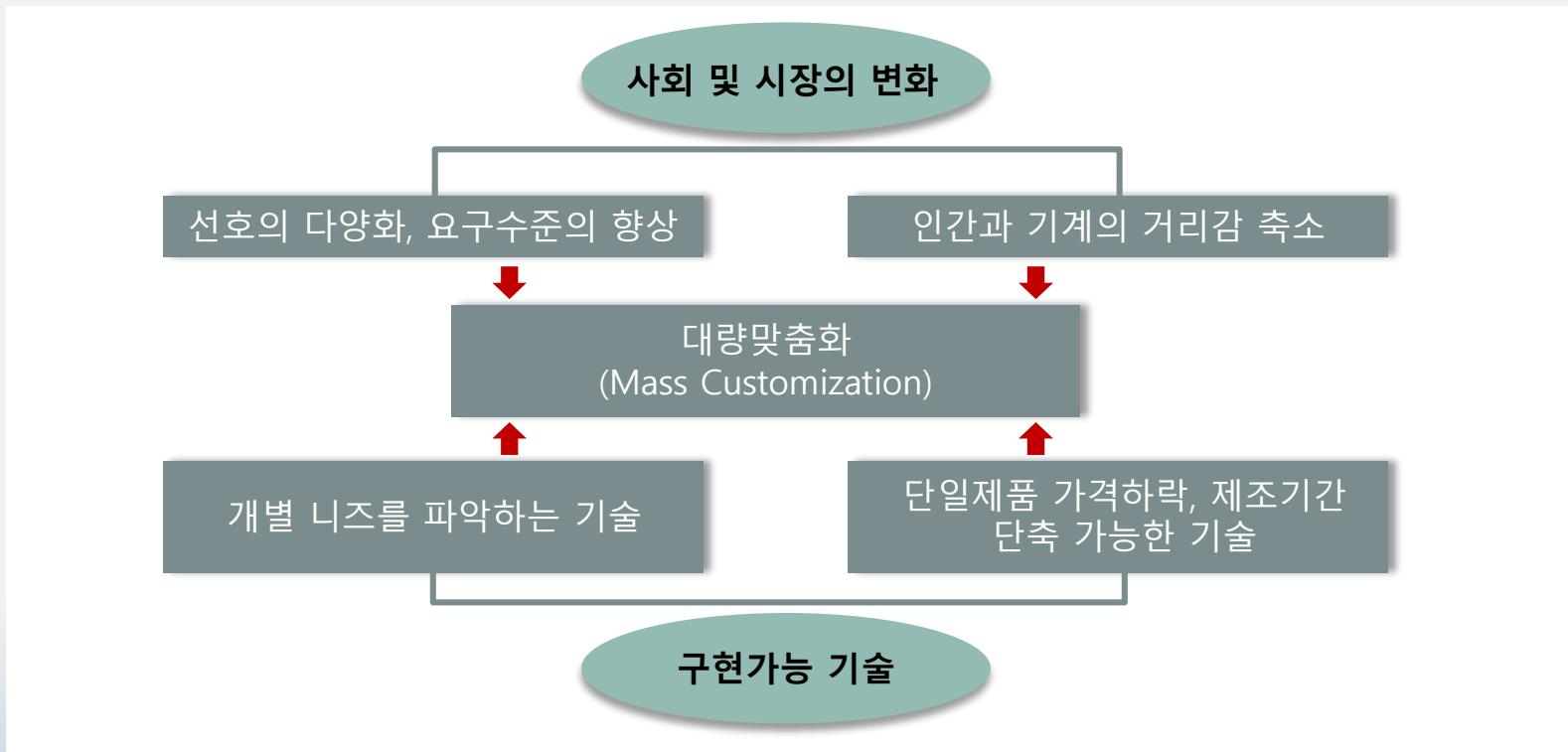
## (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

### 가. 산업 패러다임의 변화

#### (c) 대량생산에서 대량맞춤생산, 대량 개인화 방식으로 진화

대량 맞춤화(Mass Customization) : 대량 개인화 서비스(Mass Personalization)로서 하나의 제품을 대량으로 생산하지 않더라도 단일 기업 전체의 생산량은 대량생산 체제와 유사한 수준을 유지해 이익을 극대화하는 개념.

[도표 I -4] 대량맞춤화의 촉진 배경



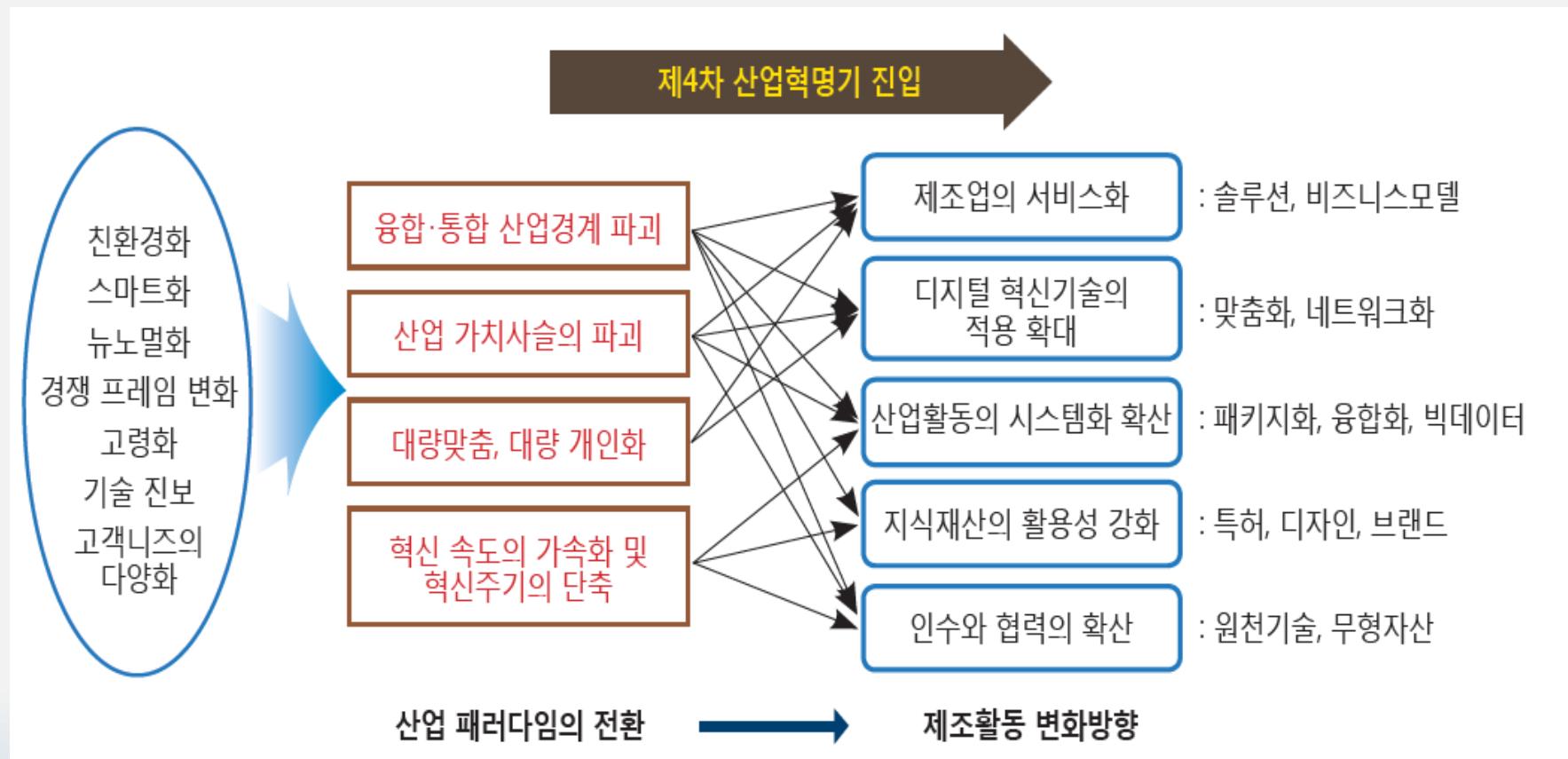
# 1. 미래 제조업 현황

1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

## (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

나. 산업 패러다임 전환에 대응하는 제조업의 변화방향 전망

[도표 I -5] 산업패러다임 전환에 따른 제조활동의 변화방향 전망



# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

#### 나. 산업 패러다임 전환에 대응하는 제조업의 변화방향 전망

##### (a) 제조업의 서비스화 확산 및 비즈니스 모델의 다양화

제조업의 서비스화 : 제조업에서 만들어진 제품의 활용가치를 높이기 위해 다른 기능을 가진 핵심부품이나 스마트한 칩을 내장하거나 제품과 관련서비스를 연계하여 제공함으로써 고객들에게 새로운 가치를 창출해주는 행위.

[도표 I -6] 제조업의 서비스화 촉진 환경

현재의 환경	향후의 환경
대량생산, 규모의 경제	맞춤형 생산, 롱테일 경제
소유 중심	사용 중심(Used-oriented)
유형자산이 주도하는 산업화	무형자산이 주도하는 탈산업화
첨단기술의 가치 제고	감성, 사용자경험, 지식, 문화 등의 가치 제고
디지털 및 첨단 기능 중시	스마트 및 융합 기능 중시
생산기술, 디지털기술	사물인터넷, 빅데이터 등 ICT기술
개발 및 생산 중심의 순차적 가치사슬 → 단순한 비즈니스 모델	가치사슬 단계의 파괴 → 비즈니스 모델의 다양화

자료 : 박경종 외(2014), [서비스 경영] 참고, 산업연구원(KIET)

# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

#### 나. 산업 패러다임 전환에 대응하는 제조업의 변화방향 전망

##### (a) 제조업의 서비스화 확산 및 비즈니스 모델의 다양화

기술진화는 가격구조 변화, 신수요 창출을 유발하고 부가가치 영역을 변화시키면서 새로운 비즈니스 모델을 낳을 것이다.

예) IoT, 빅데이터, AI 등의 기술은 가치창조 원천으로서 정보의 중요성을 높이고 정보로부터 만들어지는 새로운 비즈니스 영역에 있어서는, 정보를 집적해 분석하는 소위 [플랫 포머]로 부가가치가 집중하며 상정된다.

GE, 올림푸스 등 글로벌 기업을 중심으로 제품과 연계된 서비스를 더불어 제공하는 사례가 확산되기 시작, 제품과 연계 서비스를 부가하여 패키지화함으로써 제품의 경쟁력을 제고하는 동시에 부가가치도 높음.

[도표 I -7] 글로벌 기업의 제조업 패키지화 사례



# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

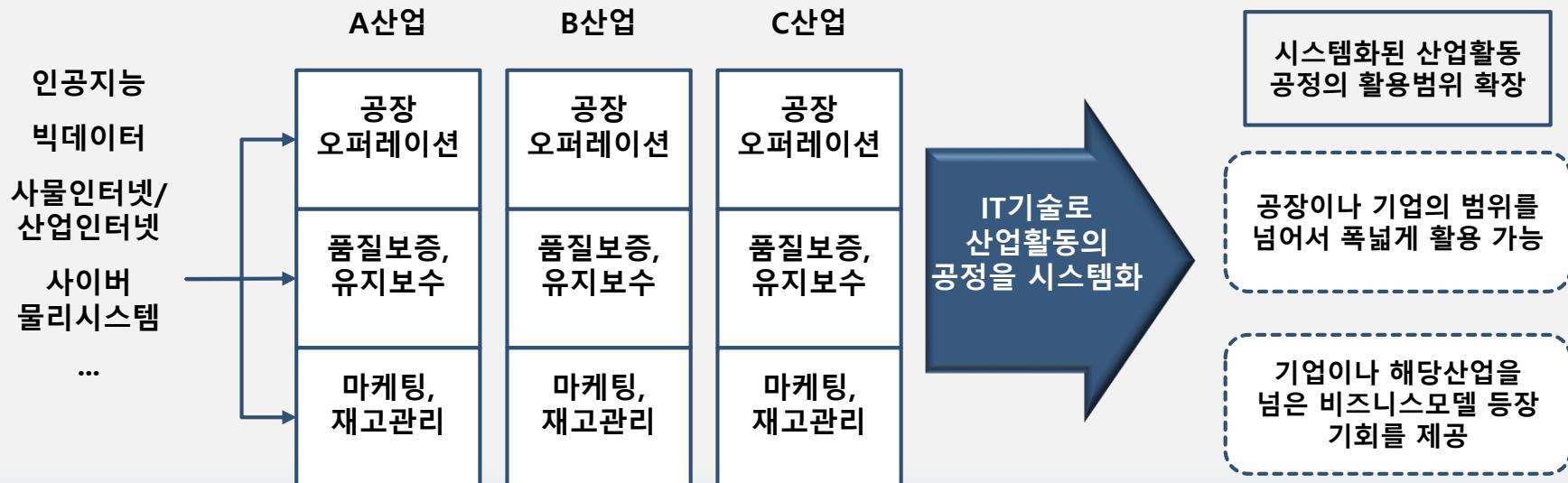
### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

#### 나. 산업 패러다임 전환에 대응하는 제조업의 변화방향 전망

##### (b) 제품의 시스템화 확산

선진 제조업을 중심으로 부품을 활용하여 완성품을 만드는 패키지화나 모듈화에서 한 걸음 더 발전하여 필요한 일련의 기능을 통합시킨 '시스템화'에 의해 부가가치를 높이려 하는 움직임 가속.

[도표 I -8] 공정의 시스템화 혁신이 산업 전체에 미치는 영향



# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

#### (c) 인수합병과 제휴의 확산 : 신기술 확보, 사업 시너지 등 목적

[도표 I -9] 글로벌 기업의 인수개발(M&D) 주요사례

신시장	인수기업	인수대상기업	대상분야
핀테크 시장	구글(삼성)	소프트카드(루프페이)	모바일결제 원천기술
반도체용 재료	후지필름	울트라퓨어솔루션즈(UPS)(미)	차세대 반도체용 고순도세제
가상현실	애플	메타이오(독)	증강현실 기술 및 제품
재생의료/바이오	후지필름	셀룰러 다이내믹스(CDI)(미)	iPS세포의 제작기술 및 iPS관련 특허
헬스케어	삼성	웰닥(미)	모바일 당뇨병 관리 서비스
시스템반도체	인텔	Altera(미)	데이터센터 및 사물인터넷용 마이크로프로세서
사물인터넷	삼성	스마트싱스(미)	플랫폼 제작 SW
무인 자율주행차 시장	파나소닉	피코사 인터내셔널(스페인)	화상인식기술
스마트홈	구글	네스트랩(미)	디지털 자동온도조절
에너지	GE	알스톰	발전설비 및 송배전
철강	신일본제철	스미토모금속	강관(심리스 파이프)
IT	캐논	엑시스(스웨덴)	CCTV
가상현실	삼성	포브(일)	가상현실 기기 제조
네비게이션	애플	홀스톰, 브로드맵(미)	교통 애플리케이션

# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

#### 나. 산업 패러다임 전환에 대응하는 제조업의 변화방향 전망

##### (c) 인수합병과 제휴의 확산 : 신기술 확보, 사업 시너지 등 목적

[도표 I -10] 신산업분야에서 글로벌 기업의 제휴 주요사례

제휴 분야	주도기업	제휴 대상	비고
인공지능	도요타	스탠포드대학, MIT	기술개발
	IBM	소프트뱅크	인공지능 서비스
모바일 서비스	애플	IBM	기업용 모바일 앱 개발
헬스케어	삼성전자	파트너스 헬스케어(미)	모바일 헬스케어 의료기술 개발
	삼성전자	메드트로닉(미)	헬스케어 솔루션 개발
의약	IBM	테바제약(미)	신약 개발, 만성질환
자율주행차	구글	보쉬, LG전자, 독일 콘티넨탈, 파나 소닉	부품 개발
	애플	페라리, 메르세데스, 현대차, 도요타	차량용 OS
	소니	ZMP(일본)	카메라 복합부품 개발
디스플레이 소재	LG디스플레이	이데미츠 코산9일)	OLED 소재 및 관련 특허

자료 : 산업연구원(KIET)

# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (1) 산업 패러다임의 변화와 제조업의 발전

#### 다. 제조업 혁명과 대응 전략

선진국들의 제조업 육성정책의 대표적인 선도 모델은 2011년 미국의 첨단제조파트너십 정책과 2012년 독일의 인더스트리 4.0 정책이다.

[도표 I -11] 주요국의 제조업 패러다임 전환 정책

정책	배경	내용	주요 분야
미국 (첨단제조 파트너십)	미국 제조업의 경쟁력 약화와 일자리 감소를 해결하기 위해 첨단 제조업을 육성	직역별로 기술별 특성화된 연구소를 설립하고, 산학연 파트너쉽을 구축하여 이를 중심으로 첨단 제조 기술 개발	3D프린팅, 디지털 제조 및 디자인, 경량화 금속 제조, 광대역 밴드캡 반도체, 첨단 합성제조, 유연 하이브리드 전기 소자, 청정 에너지 등
독일 (인더스트리 4.0)	글로벌 경쟁, 부족한 자원, 인구변화, 도시화 등 4대 도전 과제에 대한 대응책 마련	사물인터넷과 사이버물리시스템의 구현을 바탕으로 단품종 대량 생산 및 비용 절감, 생산성 향상 달성	스마트 메모리, 표준화 모듈 플랫폼, 디지털 시뮬레이션 분석, 가상 제품 개발
독일 (플랫폼 인더스트리 4.0)	인더스트리 4.0의 문제를 개선하기 위해 플랫폼 인더스트리 4.0 전략으로 재출범	표준화 지연, 보안정책의 부재, 중소기업의 거부 등의 문제를 해결하기 위해 5개 핵심분야에 집중	제조공정 디지털화 전략 개선, 표준화, 데이터 보안, 제도 정비 및 인력 육성
한국 (제조업 혁신 3.0 전략)	제조업 패러다임 변화와 선진국의 선제적 제조업 육성책에 대응하기 위한 제조업 진화 전략	IT, SW 융합형 신 제조업 창출, 주력 산업 핵심 역량 강화, 제조혁신 기반 고도화	스마트공장, 융합 성장 동력, 소재, 부품, 소프트 파워, 인력, 입지, 동북아 R&D 허브

# 1. 미래 제조업 현황

1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

## (2) 미래 제조업의 발전전략

가. 초스마트사회를 준비하는 기본 발전방향과 미래 포지셔닝

### (a) 변화에 대한 선제적 대응능력 강화

주요 미래업종의 트렌드 변화는 앞으로의 제조업이 어떤 방향으로 나아가야 할지를 분명하게 보여준다.

[도표 I -12] 4개 산업별 핵심 트렌드와 전망

	현재 트렌드	10년 이후의 트렌드
자동차	효율성, 안정성	지능화, 연결성, 친환경
소재	효율성, 경박단소	초미세, 친환경, 나노 및 탄소기술
바이오	바이오진단, 복제신약	원격화, 맞춤화, 유전자 치료
사물인터넷	M2M, 스마트홈	초연결성, 만물인터넷, 초스마트화

자료 : 산업연구원(KIET) 설문조사(2015.9)

주 : 설문조사의 응답 중 긍정률(높다+매우높다) 기준으로 계산(=향후 10년 이후의 수준/현재의 수준). 따라서 값이 클수록 현재대비 향후의 변화수준(속도)이 더 클 것으로 해석함.

# 1. 미래 제조업 현황

## 1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

### (2) 미래 제조업의 발전전략

#### 가. 초스마트사회를 준비하는 기본 발전방향과 미래 포지셔닝

##### (a) 변화에 대한 선제적 대응능력 강화

향후에는 기술적 변화속도가 빨라질 것이며 고객의 니즈가 다양화되고 개인화되면서 고객맞춤형 대응능력 요구 수준도 크게 높아질 것이다.

[도표 I -13] 산업환경 변화 속도에 대한 인식

	산업환경 변화 속도	현재 대비 10년 이후 변화 정도
시장에서의 경쟁 수준	새로운 사업기회 창출 가능성	1.25
	강력한 경쟁(또는 신규)기업의 등장속도	1.16
	기업간 제휴 필요성 증대*	1.07
	혁신형, 융합형 신제품/서비스 등장 속도*	1.16
기술적 변화 속도	제품·서비스의 기술변화	2.28
	신제품 개발(또는 기존제품 개선)을 위한 기술예측 어려움*	2.06
	제품이나 기술의 혁신을 위한 새로운 아이디어 생성/확보 기회*	1.34
고객의 선호도(욕구) 변화 속도	'제품의 기능'관련 선호도 변화	2.89
	'제품과 관계된 연계서비스'에 대한 요구 변화	1.93
	'다른 제품과의 연계/융합' 관련 선호 변화	1.46

자료 : 산업연구원(KIET) 설문조사(2015.9)

주 : \*는 10년 이후의 변화속도(수준)가 5점 척도 기준으로 가장 높은 지표임.

# 1. 미래 제조업 현황

1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

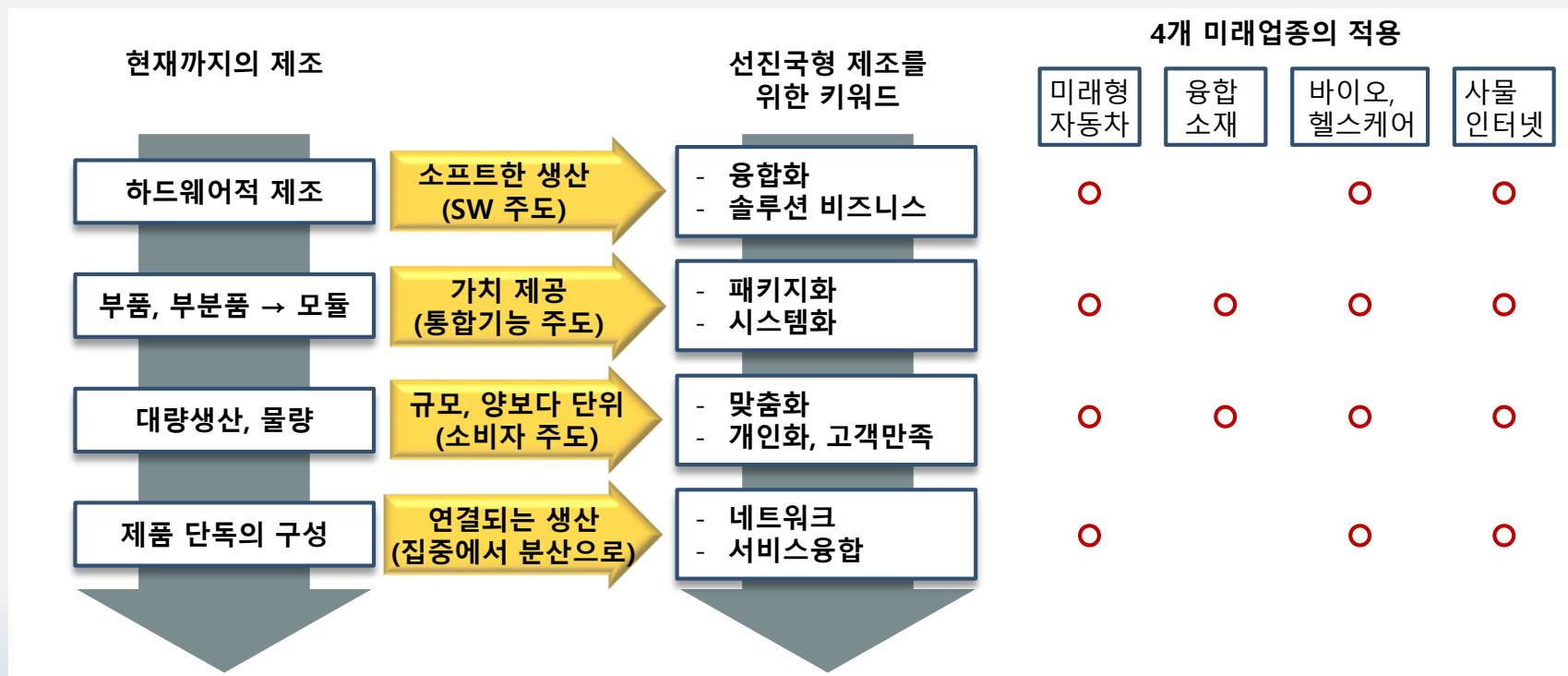
## (2) 미래 제조업의 발전전략

가. 초스마트사회를 준비하는 기본 발전방향과 미래 포지셔닝

(b) 제조업의 선진국형 전환과 개념 재정립

우리나라 제조업의 미래를 준비하는 것에 대한 방향성으로 선진국형 제조업으로의 신속한 전환과 제조업의 개념재정립 두가지가 요구된다.

[도표 I -14] 제조업의 새로운 트렌드 및 대응역량 키워드



# 1. 미래 제조업 현황

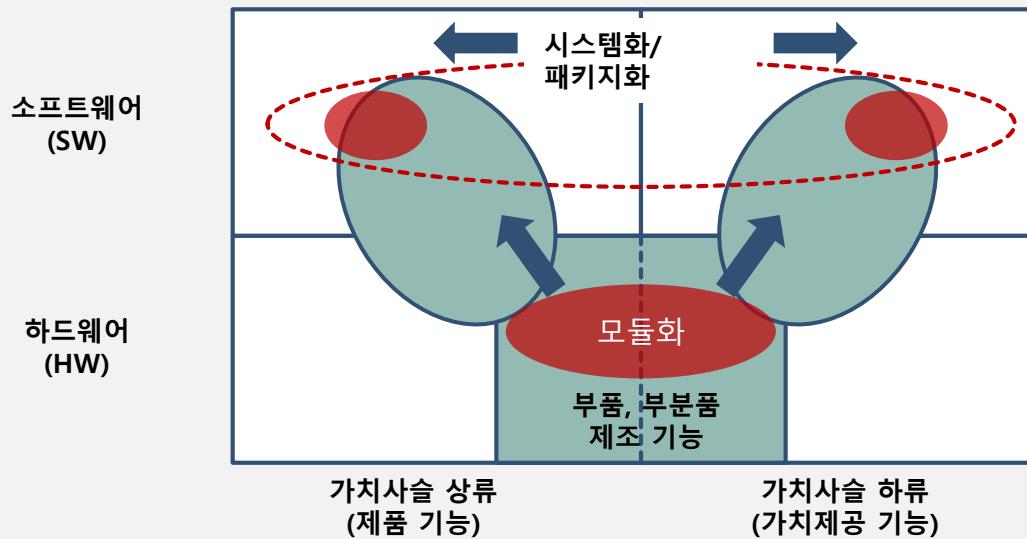
1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

## (2) 미래 제조업의 발전전략

가. 초스마트사회를 준비하는 기본 발전방향과 미래 포지셔닝

(c) 산업의 전략적 미래 포지셔닝

[도표 I -18] 제조업의 전략적 미래 포지셔닝 설정



1. 하드웨어 중심에서 소프트웨어 중심으로 이동
2. 가치사슬 구조에서는 상류와 하류의 혁신역량을 강화하고 동시에 상류와 하류를 융합하는 시스템적 기능 강화하는 방향으로 전환
3. 가치의 기준을 제품생산(기능가치)에서 가치창출(제품의 제공가치)로, 개별가치에서 통합가치 주도로 각각 전환해야 함.

# 1. 미래 제조업 현황

1) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전전략

## (2) 미래 제조업의 발전전략

### 나. 제조업의 미래 전략

#### (c) 동적역량 강화를 위한 외연확대 지향적인 개방혁신 강화

기업이 개방형 혁신 전략을 추진한다면 미래 제조업의 경쟁력 강화를 위해 필요한 내부 동적역량을 강화 할 수 있다. 즉 외부나 협력사로 부터 자원을 획득, 흡수, 조정, 통합하는 활동들 자체가 동적역량의 중요한 요소라고 할 수 있다.(Sirman et al., 2007; 허영호·이철, 2012)

[도표 I -22] 개방적 혁신 유형별 혁신활동별 대응전략 예시

개방적 혁신 유형	혁신 활동		
	제품 혁신	생산공정 혁신	비즈니스모델 혁신
기술 단독자형	- 내부자원 역량강화	- 공정 나노기술 개발 - 저전력 IT기술 개발	- 빅데이터 활용
기술 분수형		- 생산 자동화 - 저전력 IT기술 개발 - 핵심 기반기술 확보	- 콘텐츠 개발 - 빅데이터 활용 - 융합플랫폼 개발
기술 스펜지형	- 신제품 개발 - 지능화 - 핵심특허 확보 - 스피드오프 - 공동연구	- 경량화 - 초정밀원천기술 확보 - 첨단융합소재, 고온·고강도 소재 개발 - 위탁연구	- 스마트화 기반기술 - 패키지형 솔루션 개발 - 집단지성 및 고객참여 시스템 - 맞춤형 콘텐츠 개발
기술 브로커형	- 감성 디자인 - 신제품 개발 - 지능화 - 핵심특허 확보 - 휴먼인터페이스 기술	- 저전력 IT기술 개발 - 차세대원천기술 확보 - 스마트 공정(스마트 워크시스템)	- 생산자동화 - 제품연계 솔루션 - 서비스연계형 모델 개발 - 차별적 생태계(가치사슬)구축

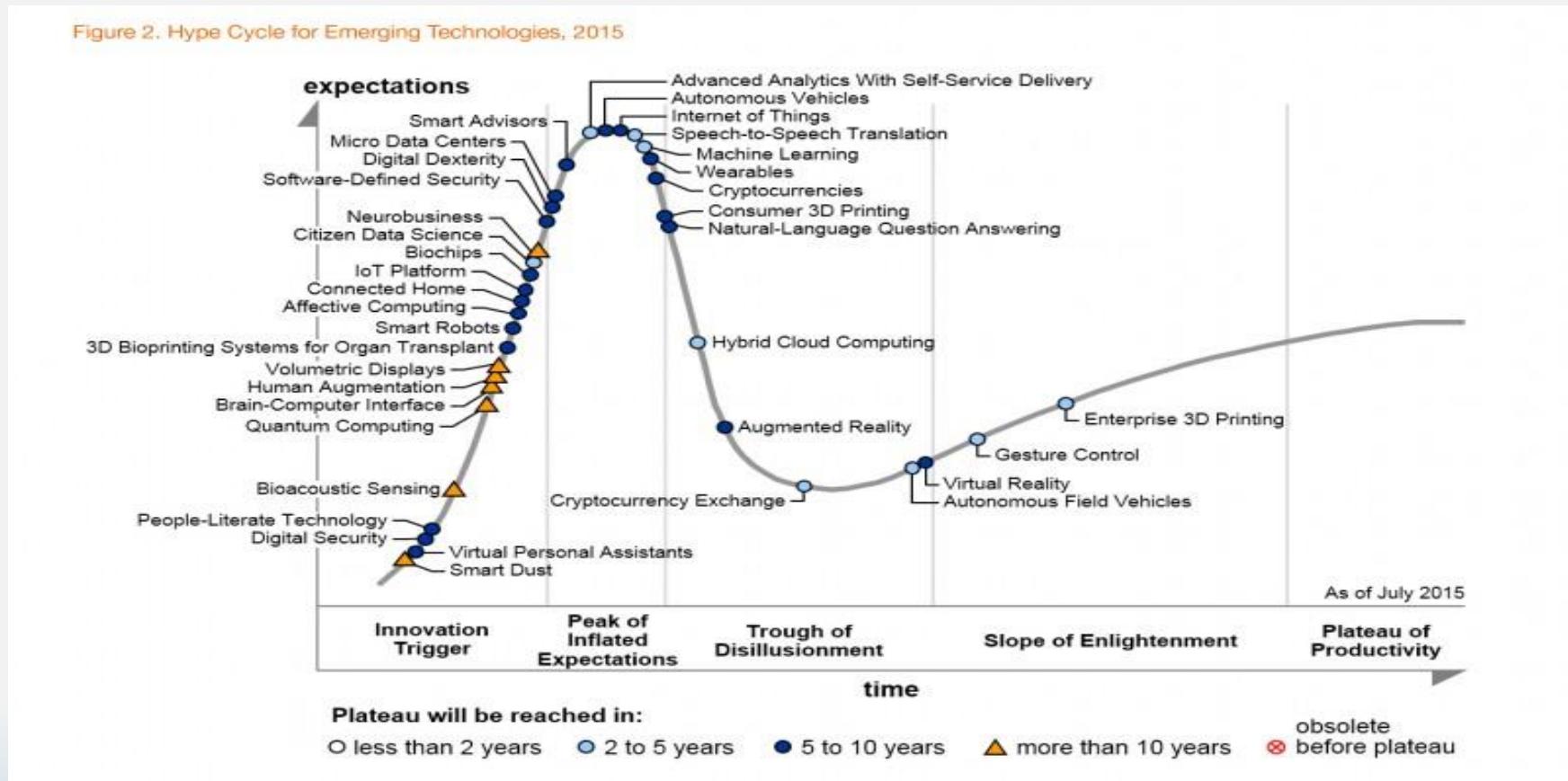
# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (1) 제조업의 글로벌 동향

다양한 기술융합을 통해 제품과 서비스가 결합된 다양한 신시장 창출하여 기존 영역의 경계를 넘어서는 혁신적 변화를 리드하고 있다.

[도표 I -24] 신기술 하이프 사이클(Hype Cycle)



# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (1) 제조업의 글로벌 동향

글로벌 금융위기 이후 세계 제조업은 장기적인 경기침체와 노동원가 및 원자재 비용 상승으로 성장 한계에 봉착하였다.

지식재산권 침해, 부진한 공정혁신, 해외생산품 운송비용 및 인건비 상승 이유로 해외진출 공장들의 리쇼어링(Reshoring) 분위기 확산

\* 리쇼어링 : 해외에 나가 있는 자국 기업을 각종 세제 혜택과 규제 완화 등을 통해 국내로 불러들이는 정책

[도표 I -25] 미국·일본 기업의 리쇼어링 사례

GE	<ul style="list-style-type: none"><li>- 중국과 멕시코에서 켄터키 주 루이빌로 공장 이전</li><li>- 총 9억 9400만 달러 투자</li><li>- 세제지원과 기술유출, 멕시코 인건비 상승이 주 이전 이유</li></ul>
보잉	<ul style="list-style-type: none"><li>- 일본에서 워싱턴으로 비행기 날개 생산라인 이전</li><li>- 2만여 개의 직간접적 일자리 창출 예상</li><li>- 주정부의 87억 달러에 달하는 세제지원과 숙련인력 확보가 이전 이유</li></ul>
혼다	<ul style="list-style-type: none"><li>- 도쿄 인근 사이타마현에 300억 엔을 투자 30년 안에 일본 내 공장 증설</li><li>- 베트남과 홍콩에 있는 오토바이 생산기지 일부를 일본으로 재이전 계획</li></ul>
파나소닉	<ul style="list-style-type: none"><li>- 중국에서 전량을 생산하는 전자레인지는 고베에서, 50~60%를 중국에서 생산하는 세탁기와 에어컨은 각각 시즈오카와 시가현에서 생산 추진</li></ul>
소니	<ul style="list-style-type: none"><li>- 화상 센서의 일본 국내 제2공장에 2015년까지 약 250억 엔을 투자해 생산능력 10% 증강목표</li><li>- 엔저로 수출경쟁력 확보되고 있어, 판매가 증가하면 투자 확대 방침</li></ul>

# 1. 미래 제조업 현황

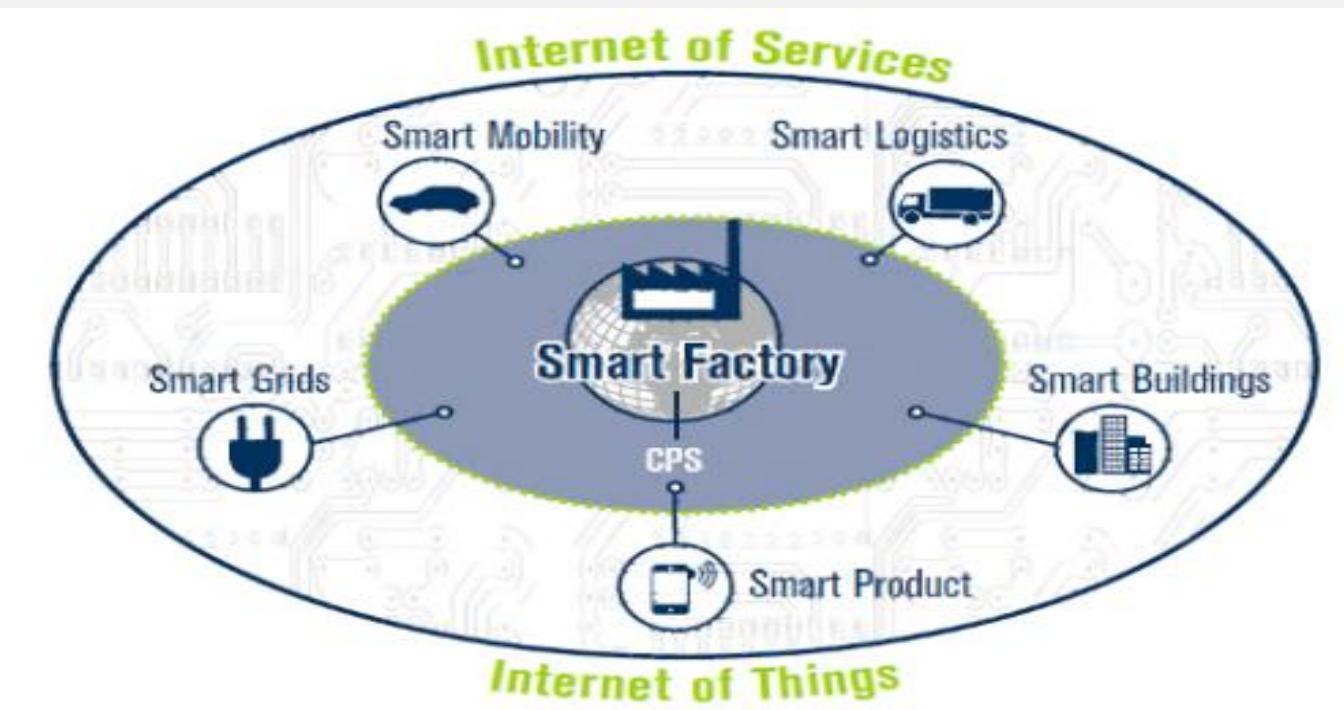
## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 가. 독일

인더스트리 4.0의 궁극적 실현방식인 스마트 팩토리는 개별객체의 나열이 아닌 전체 비즈니스에 포함된 모든 객체가 초연결되는 형태로 진화하고 있다.

[그림 I -3] IoT, IoS 구성 요소로서 스마트 팩토리 위치



# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 가. 독일

독일은 철저한 현상분석을 통해 '인더스트리 4.0'의 초기 접근방법의 결점을 보완한 '플랫폼 인더스트리 4.0'으로 전환하였다.

[도표 I -26] 인더스트리 4.0과 새로운 플랫폼 인더스트리 4.0 비교

	인더스트리 4.0	플랫폼 인더스트리 4.0
주체	산업협회(BITKOM, VDMA, ZVEI)	경제에너지부와 교육연구부
형태	연구 어젠다 중심. 독일의 국가 차원의 첨단기술전략 10개 핵심 주제에 포함	정부기관 책임 하에 산업, 노조, 연구 기관이 함께 참여하는 현 정부 핵심 추진 과제
핵심 추진 과제	인더스트리 4.0 개발/발전 및 적용 전략 도출	기존 인더스트리 4.0의 적용전략 제안을 바탕으로 5개 핵심 분야로 세분화, 실제 적용 가능한 결과물 도출 <ul style="list-style-type: none"><li>- 참조아키텍처 및 표준화</li><li>- 연결된 시스템에서의 보안</li><li>- 법적, 정책적 조건</li><li>- 연구 및 혁신</li><li>- 인력 육성, 교육</li></ul>
목표 결과물	인더스트리 4.0 실행 기획안 '15. 4월 적용 전략 제안문서 발표	각 핵심 분야에서 손에 잡히는 결과물 도출 '15.11월 정부 IT 최고정책회의(IT Gipfel) 1차 발표

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 나. 미국

스마트 제조 선도기업 연합에서는 관련 연구를 통하여 2020년 기준으로 달성해야 할 정량적·정성적 평가 항목과 목표를 제시하고 있다.

- ▶ 스마트제조 선도기업 연합 : 산·학·연·정 협의체의 성격을 갖는 비영리기관으로서, PCAST의 3번 추천사항인 제조혁신기관의 국가적 네트워크 수립을 위하여 조직됨

[도표 I -27] 스마트제조의 평가항목 및 목표

평가항목	정량적·정성적 목표
제품 사이클 단축	제품의 시장 진입 사이클의 10배 가속화
스마트제조용 모델 및 툴의 비용절약	현 벤치마킹 소프트웨어 및 시스템 대비 80~90% 수준의 구현 비용 감소
스마트제조 컨셉의 전사적 구현	제조 기업 내 공장 운영 75% 수준에 대한 공장 자산(장비 및 시스템) 90% 수준의 모델링화 및 구현
수요기반의 자원효율성	- 운영 효율성 20% 증가 및 운영 비용 30% 감소 - 안전사고 25% 감소 - 에너지 효율성 25% 증가 - 제조소요 시간 40%까지 단축 - 공급사슬망에서의 제품 추적성 확보
현 산업 기반 유지 및 성장	- 신산업 발굴을 통한 25% 수익 증가 - 신제품 및 서비스 개발을 통한 25% 수익 증가 - 중소기업의 역량 두 배 강화 - 고숙련을 요구하고 안정적인 일자리 증가

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 다. 일본

팹(Fab)사회 출현, 디지털 제조(Digital Fabrication)와 맞춤형 제품수요가 증대되고 있다.

#### 디지털 제조 확산

- 3D 프린터와 레이저 커터 등 디지털 제조 장비의 소형화 · 고성능화 · 저가격화로 시민들이 제조에 참여
- 인터넷과 결합되어 사이버공간의 정보와 현실공간의 물건이 교차하는 새로운 공간 출현



#### 시장구조 변화

- 소비자요구가 다양화되어 대량 생산과 소비의 모델만으로는 갖고 싶은 상품 · 서비스가 제공될 수 없는 상황
- 기업의 상품개발 프로세스에서 소비자 관점을 중시하는 시장으로 변화되어 사용자가 시장을 주도하는 추세

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 라. 한국

'제조업 혁신 3.0전략'과 연계, 2020년까지 스마트 팩토리 1만개 확산을 통해 중소·중견공장(20인 이상)의 약 1/3을 IT기반 생산관리가 가능도록 스마트화 추진하였다.

[도표 I -28] 제조업 혁신 3.0 전략

추진전략	세부과제
스마트팩토리 확산	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2020년 스마트팩토리 1만개 육성</li><li>• 8대 스마트제조기술 개발</li></ul>
신산업 창출	<ul style="list-style-type: none"><li>• 고속 수직이착륙 무인기</li><li>• 개인맞춤형 건강관리시스템</li><li>• 극한환경용 해양플랜트 등</li></ul>
지역 산단 스마트화	<ul style="list-style-type: none"><li>• 17개 지역 산단 혁신</li><li>• 생활문화기반 구축</li><li>• 지역특화산업 대기업 주력분야 연계</li></ul>
산업재편촉진·혁신조성	<ul style="list-style-type: none"><li>• 스마트 자동차 등 융합 신제품 인허가 패스트 트랙 활성화 및 시범 특구 도입</li></ul>

출처 : 산업통상자원부(2015), 제조업 혁신 3.0전략 추진과제

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 라. 한국

참여기업이 자사의 수준과 현황에 맞는 스마트 팩토리 구축에 활용가능토록 기업 분야 및 수준별로 개발한 모델 제시(대한상공회의소, '14.10월)하였다.

[도표 I -29] 스마트 팩토리 참조모델 수준 총괄표

구 분	현장자동화	공장운영	기업자원 관리	제품개발	공급사슬 관리
고도화	IoT/IoS기반의 CPS화				
	IoT/IoS화	IoT/IoS(모듈)화 빅데이터 기반의 진단 및 운영		빅데이터/설계·개발 가 상시뮬레이션/3D프린팅	인터넷 공간 상의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
중간수준2	설비제어 자동화	실시간 공장제어	공장운영 통합	기준정보/기술정 보 생성 및 연결 자동화	다품종 개발 협업
중간수준1	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기준정보/기술정 보 개발 운영	다품종 생산 협업
기초수준	실적집계 자동화	공정물류 관리(POP)	관리 기능 중심 기능 개별 운용	CAD 사용 프로젝트 관리	단일 모기업 의존
ICT 미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화와 이메일 협업

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 라. 한국

스마트 팩토리 요소기술은 크게 애플리케이션, 플랫폼, 디바이스로 구분되며, 이들 기술의 정의와 응용분야는 다음과 같이 분류할 수 있다.

[도표 I -31] 스마트 팩토리 요소기술

분류	정의	응용분야
애플리케이션	<ul style="list-style-type: none"><li>- 스마트팩토리 IT 솔루션의 최상위 소프트웨어 시스템으로 MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Life-cycle Management), SCM(Supply Chain Management)등의 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행하는 애플리케이션</li><li>- 애플리케이션은 디바이스에 의해 수집된 데이터 가시화 및 분석할 수 있는 시스템으로 구성</li></ul>	공정설계, 제조실행 분석, 품질 분석, 설비보전, 안전/증감작업, 조달/고객대응
플랫폼	<ul style="list-style-type: none"><li>- 스마트팩토리 IT솔루션의 하위 디바이스에서 입수한 정보를 최상위 애플리케이션에 정보 전달역할을 하는 중간 소프트웨어 시스템으로 디바이스에 의해 수집된 데이터를 분석하고, 모델링 및 가상물리 시뮬레이션을 통해 최적화 정보 제공</li><li>- 각종 생산 프로세스를 제어/관리하여 상위 애플리케이션과 연계할 수 있는 시스템으로 구성</li></ul>	생산빅데이터 애널리틱스, 사이버 물리 기술, 클라우드 기술, Factory-Thing 자원관리
디바이스	<ul style="list-style-type: none"><li>- 스마트팩토리 IT 솔루션의 최하위 하드웨어 시스템으로 스마트 센서를 통해 위치, 환경 미지 에너지 감지하고 로봇을 통해 작업자 미지 공작물의 위치를 인식하여 데이터를 플랫폼으로 전송할 수 있는 시스템으로 구성</li></ul>	컨트롤러, 로봇, 센서 등 물리적 컴포넌트

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 라. 한국

스마트팩토리와 관련한 애플리케이션 및 플랫폼은 수평적·수직적 통합, 스마트 디바이스는 기기 간의 연결이 주된 이슈로, 전 세계적으로 시스템 공급업체들을 중심으로 요소기술 혁신 및 통합 전개하고 있다.

[도표 I -32] 스마트 팩토리 기술보유기업

구 분	유 형	주요업체
디바이스	설비센서 엑추에이터	Rockwell, GE, PTC, CDS, Siemens PLM (미국), ABB(스위스), Siemens(독일), Schneider(프랑스), Invensys(영국), SAP(독일), Dassault Systems(프랑스), Mitsubishi(일본)
	통신모듈 송수신 센서, 단말기	퀄컴, TI, 인피니온, GE, IBM, 브로드컴, 미디어텍, ARM, 삼성 Cinterion, Telit, Sierra, SIMcom, E-divie, Teluar
애플리 케이션 및 플랫폼	SW플랫폼 솔루션	Microsoft, Google, SAP, jasper, Axeda, Aeris, Pachube, Omnilink, Data Technology Service, Cisco, Siemens, Bosch
	통신사업	Verizon, Sprint, AT&T, Vodafone, T-mobile, NTT 토코모, SKT
	서비스사업	Cross Bridge, Numerex, NTT, T-Mobile, KORE 등

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (2) 스마트제조의 글로벌 현주소

#### 라. 한국

스마트 팩토리의 핵심 요소기술인 생산설비(PLC), 센서, 기반 S/W (ERP, MES, CAD) 등의 솔루션은 대부분 글로벌 기업의 기술에 종속되어 있다.

[도표 I -33] 산업부 기술개발 로드맵 추진 방향 및 내용

1. 현장 밀착형 기술개발 및 즉시 활용체계 구축	1) 중소 중견기업의 스마트화 수준 향상 및 제조방식 지원 기술개발 2) 기획 및 개발 단계에서 현장 요구사항을 최대한 반영하고, 관련기술이 상호 연계성을 가지며 개발되는 체계 구축 3) 개발 추진 시 실증과정을 필수적으로 요구하고, 성과 평가시에도 현장 적용 가능성 고려
2. 업계확산을 위한 모델공장 구축	1) 개발된 기술을 실제 공장에 시범 적용하고, 구축 과정 체계화 및 동종 업계 홍보를 통하여 확산 2) 대기업, 창조경제혁신센터 등과 연계하여 모델공장을 구축, 업계 확산
3. 중장기 고도화 기술개발	1) 가치사슬 전체가 실시간 연동되어 가치사슬 전체 단위의 생산 최적화 및 제 조서비스화 구현 2) CPS, IoT, 시뮬레이션 등의 기술을 기반으로 기획·설계·생산·물류·유통의 제 조 전과정이 첨단화·통합

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (3) 스마트제조의 국제표준화

국제전기기술위원회(IEC) 등 공적 국제표준화기구의 스마트제조 관련 표준화 활동은 산업데이터, 산업기기 및 시스템 등 표준 간 상호운용성 확보에 초점을 맞추고 있다.

[도표 I -34] 스마트제조 관련 국제표준화기구

IEC SG8	Industry 4.0 – Smart Manufacturing
ECS/TC 65	산업 공정 측정, 제어 및 자동화 (Industrial Process measurement, control and automation)
ISO/TC 184/SC 4	산업데이터(Industrial data)
ISO/TC 184/SC 5	전사적 시스템과 자동화 응용을 위한 상호운용성, 통합 및 아키텍쳐 (Interoperability, integration, and architecture for enterprise systems and automation applications)
ISO/IEC JTC 1/WG 9	빅 데이터(Big data)
ISO/IEC JTC 1/WG 10	사물인터넷
OneM2M	사물인터넷 서비스 플랫폼 표준기술을 개발
IEEE P2413	사물인터넷의 구조 프레임워크에 대한 표준을 제정

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (3) 스마트제조의 국제표준화

(IEC SG8) 표준화관리이사회(SMB)는 스마트제조 국제표준화를 위하여 SG8 : Industry 4.0 – Smart Manufacturing을 구성하여 운영('14.6월)하였다.

[도표 I -35] IEC SG8의 주요 활동

- ① 스마트제조 분야의 시장 및 산업 발전 분석
- ② IEC 내 스마트제조 관련 TC 및 SC 확인
- ③ 스마트제조 관련 TC/SC의 현재 활동 상황과 미래 활동 계획 분석
- ④ 필요한 경우 스마트제조 관련 TC/SC 간의 상호 협력 체계 구축
- ⑤ TC/SC간의 도메인 영역 중복 또는 잠재된 문제점 모니터링

[도표 I -36] IEC SG8의 활동 결과물

- ① 로드맵 문서(Roadmap document)
- ② 아키텍쳐 제안(Suggested architecture)
- ③ SMB와 CAB에 권고안 제출(List of recommendations to the SMB and CAB)
- ④ TC와 SC에 상호협력에 대한 권고안(Collaborative recommendations to TCs and SCs)

[도표 I -37] IEC SG8의 표준 로드맵 구성(안)

- ① 기능별 도메인 정의
- ② 도메인 내에서 기능별 Use Case
- ③ Use Case에 해당되는 TC 확인
- ④ Use Case와 표준에 대한 GAP 분석
- ⑤ 향후 표준 개발 방향 제시

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (3) 스마트제조의 국제표준화

(ISO TC 184) 산업자동화 및 통합을 담당하는 기술위원회이며, 아키텍처 및 프레임 워크, 데이터 모델에 대한 표준을 진행하였다.

[도표 I -38] ISO TC 184의 주요 표준

- ① (ISO 15745) 어플리케이션 통합 프레임워크를 위한 개방형 시스템 표준
- ② (ISO 16100) 제조영역에서 사용되는 상위소프트웨어 제품(MES 등)의 호환성을 위한 프레임 워크 및 프로파일, 서비스 정의에 대한 표준
- ③ (ISO/IEC 62264) 기업전체 관점에서 제조 관련 각 영역(도메인), 구성요소(액터) 및 인터페이스 정의에 대한 표준
- ④ (ISO 20242) 테스트 영역에서 사용되는 가상 디바이스와 실제 디바이스 간 호환성을 위한 인터페이스 및 서비스 정의에 대한 표준

[도표 I -39] ISO TC 184의 주요 활동

- ① 제조 시스템의 어플리케이션 통합에 관한 표준으로서 네트워크 통합 측면에 초점을 맞춰 표준화 진행 중에 있음
- ② 통합 모델과 프로파일의 개발을 위한 규칙과 요소를 제공하고 프로세스, 정보 교환, 자원 통합 모델 제시
- ③ 프로세스 통합 모델(Process Integration Model)은 인포메이션 통합 모델, 자원 통합 모델과의 정보 흐름을 정의한 모델임

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (3) 스마트제조의 국제표준화

한국 산업계의 표준 활용 현황 및 요구사항을 조사·분석하여, 제조현장에서 적용 가능한 표준 라이브러리 제공 및 표준화 로드맵 개발(15.12월)되고 있다.

[도표 I -40] 스마트 팩토리 관련 표준라이브러리(예시)

영역	관련표준	표준설명
산업 구조	IEC 62264	기업에서의 시스템 통합 구조
제조공정관리	IEC 62264-6	제조공정관리를 위한 업무스케줄 교환
공정 장비 자동화 및 제어	ISO 18435, ISO 13374 ISO 15746, IEC 61131-3 IEC 61131-3 IEC 61360, ISO 22745, ISO 15926 EtherNet/IP, IEC 61987, IEC 62683	공정 모니터링/진단 공정최적화 공정 및 제어 시뮬레이션 공정자동화를 위한 CAD 데이터 교환 디바이스 관리
원자재 및 에너지 수급	ISO 22745, IEC 61360 IEC 61850, ISO 20140	공급자 카탈로그 공정 최적화(공정 및 제어 시뮬레이션)
통신	IEC 61158 IEC 61784 IEC 62591	측정 및 제어를 위한 디지털데이터 산업용통신네트워크-프로파일 산업용통신네트워크-무선통신 프로파일
기능 안정성	IEC 61508 IEC 61511	전자전자 안정과 관련된 시스템 공정산업용 안정성기능이 구현된 시스템
정보보안	IEC 62443	자동화 정보보안

# 1. 미래 제조업 현황

## 2) 스마트제조의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

### (4) 시사점

저해요인	내용
저해요인 1. 제품·기술 중심	<ul style="list-style-type: none"><li>- 제품의 기술적인 향상에만 집중하고, 고객의 니즈를 고려하지 않음</li><li>- 기업은 제품·서비스화 차원의 혁신을 생각하지 않으며, 제품 간 그리고 제공할 서비스와의 관계를 고려해 새로운 시장을 창출하려는 것이 아닌, 현 시장에서 제품품질 개선 측면만 고민</li></ul>
저해요인 2. 연구 중심	<ul style="list-style-type: none"><li>- 기업은 활용·응용 시나리오 또는 사업 모델을 고려하지 않은 채, 기술적 엔지니어링 관련 연구의 사고틀에 빠져 있음</li></ul>
저해요인 3. 이론 중심	<ul style="list-style-type: none"><li>- 산업용 인터넷 컨소시엄(industrial internet consortium) 참여 기업들 (현재 159개)은 적합한 표준을 바탕으로 시장이 필요로 하는 제품을 시의 적절하게 만들어 내는 임시표준 중심으로 접근</li><li>- 반대로 독일 기업은 이론적으로 완벽한 표준을 만들어 내기 위한 노력에 과도하게 치우쳐 있음</li></ul>
저해요인 4. 효율 중심	<ul style="list-style-type: none"><li>- 인더스트리 4.0을 단지 효율성 측면에서만 바라보는 기업들이 많음 ※ '프로세스 효율화'를 각자의 기업 내에서만 실행시키려고 함</li><li>- 인더스트리 4.0을 통해 협력업체나 고객사와 연결된 제조공정으로 새로운 서비스와 제품을 만들어 내려는 노력을 하지 않음</li></ul>

출처 : Hasso Platt Institut 'Tagung zu Industrie 4.0', Bosch Connected World 2015

# Q&A

Kumoh National Institute of Technology (kit)  
School of Industrial Engineering  
Tae Sung Kim, Ph.D.