

ISSUE PAPER 2017-07

4차 산업혁명 대응을 위한 스마트 공장 R&D 현황 및 시사점

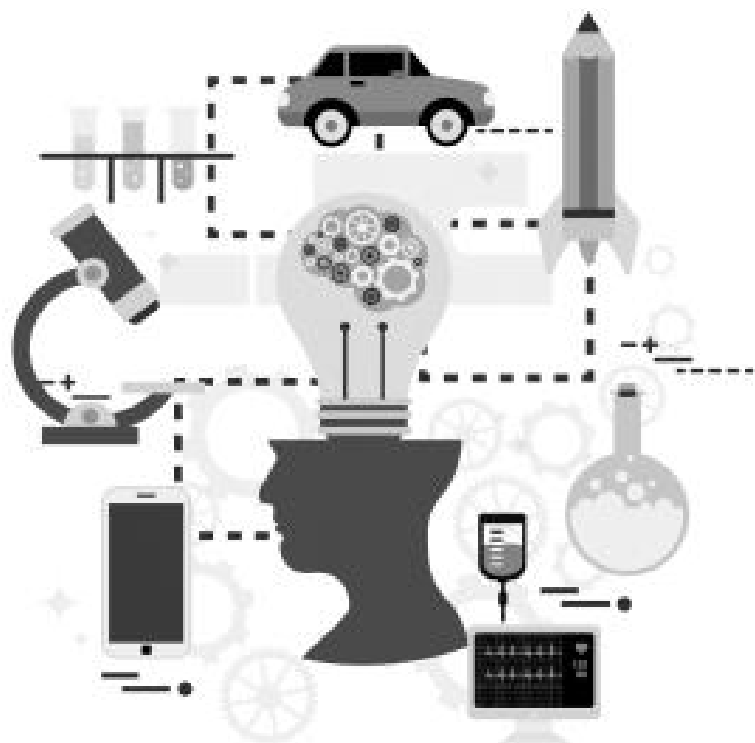
김선재



ISSUE PAPER 2017 - 07

4차 산업혁명 대응을 위한 스마트 공장 R&D 현황 및 시사점

김선재



I. 배경	4
II. 정부의 스마트 공장 정책과 진단	9
III. 스마트 공장 R&D, 보급 확산 및 표준화 지원 현황	14
IV. 스마트 공장 인식조사 결과 및 이슈	21
V. 종합 정책제언	33

요 약

4차 산업혁명(The Fourth Industrial Revolution)은 '16년 다보스 포럼에서 논의의 중심으로 등장한 이래 인류가 경험할 새로운 사회에 대한 키워드로 부상하였다. 그 등장 배경에는 ICT의 비약적인 발전에 기인한 초연결, 초지능화의 혁신도 있지만, 제조업의 위기로 인한 경기 불황, 고용 한계를 극복하고자 하는 산업적 요구도 함께 존재한다. 이러한 산업 혁신은 독일의 인더스트리 4.0(Industrie 4.0) 전략을 선두로 구체화되고 있는데, 그 핵심은 IoT(사물인터넷), CPS(사이버물리시스템), 인공지능, 센서 등을 통해 제조 전주기를 고도화 하는 스마트 공장(Smart Factory)의 구현이라 할 수 있다.

본 이슈페이퍼에서는 우리나라의 스마트 공장 정책과 R&D 투자에 대해 점검하고, 전략적 대응 방안에 대해 살펴보았다. R&D 현황 분석을 위해 스마트 공장 핵심기술별 과제단위에서 정부 R&D 이력 조사를 수행하였다. 또한 기업, 연구자 등 현장의 인식 조사를 통해 정책 방향의 정합성을 점검하고 향후 지원 전략에 대한 시사점을 도출하였다.

스마트 공장 적용 기술 관점 핵심기술 R&D 지원 정부 투자를 추적·분석한 결과, 과제 기준으로 2,568억원 규모('10~'15년)가 투자되어왔으며, 그 규모는 지속적인 증가추세 중인 것으로 조사되었다. 다만 개별 기술 R&D가 스마트화 역량으로 이어지기 위해서는 스마트 공장이 이종 ICT·디바이스간 융합·연동·통합을 핵심으로 한다는 점을 주목해야 한다. 즉, 공정 전주기에 대한 유기적 접근과 상호연계 및 호환성 확보 역량 확보가 필수적이다. 현장의 인식조사에서도 이러한 기반 기술에 대한 수요가 높은 것으로 나타났으나, 현재 요소기술 R&D에 비해 제조 전주기 운용 솔루션에 대한 R&D 투자는 저조한 수준이다. 따라서 향후, 실시간 연계 운영이 가능한 통합 기술에 대한 지원을 전략적으로 제고할 필요가 있다.

스마트 공장 보급확산 정책의 경우, 민간 역량을 중심으로 진행중인 타 제조선진국에 비해 우리나라에서는 보다 적극적인 정부의 개입이 이루어지고 있다. '17년 기준 민관합동 1,108억 원 규모의 예산이 지원되고

있으며, 이를 통해 향후 '20년까지 스마트 공장 1만개 확산 및 중소·중견 기업 1/3에 대한 IT 생산관리 수준 스마트화라는 목표가 제시되어 있다. 그러나 인력·장치에 노하우가 축적되어 고도화되는 제조업의 특성상 단기적·정량적 목표는 인력·자원의 비효율적 소모를 야기할 수 있다. 또한 스마트 공장이 기술개발과 보급확산 등 다양한 측면이 존재함을 감안할 때 기업 수요와 수준에 대한 면밀한 파악이 전제되지 않은 고도화 추진은 핵심 기술의 해외 의존도 심화의 우려도 있다. 특히 현장의 스마트 공장 도입 동기가 비용 절감 및 공정 관리 개선 위주로 나타나, 스마트 공장 도입의 효과가 제품 혁신을 통해 신시장을 창출할 수 있다는 인식이 함께 확산될 필요가 있다. 따라서 기업 규모와 업종 그리고 수요에 기반하여 스마트 공장의 궁극적 '고도화' 단계의 보급확산을 위한 장기적이고 일관성 있는 지원이 요구된다.

또한 스마트 공장 역량이 글로벌 제조 혁신 주도로 이어지기 위해 구성 모델, 기능요소, 상호 정보 교환모델 등 표준화에 대한 전략적 투자가 이루어져야 한다. 장비·SW·시스템의 통합·연계를 위한 표준화된 요소 기술 개발에 지원하고 표준-R&D의 연계 과제 강화해야 한다. 동시에 글로벌 표준화에 적극 참여하여 기술적 열위를 상쇄할 수 있는 전략을 통해 핵심 기술 종속 및 시장 주도권 경쟁에 대비할 필요가 있다.

결론적으로 우리나라의 스마트 공장은 극대화된 자동화를 넘어 보편적 지능화, 연결화, 서비스화를 구현하여 제조업의 부가가치를 혁신하고, 4차 산업혁명에 대비해야 한다. 스마트 공장 지원이 국내 중소기업의 단기적-단순 자동화 증진에 그치지 않기 위해서는 중장기적 관점에서의 스마트화 역량 제고 방안이 요구된다. 특히 제조업 스마트화를 비용 절감과 공정 관리 중심으로 바라보는 현장 인식은 제품 혁신과 신시장 창출 중심으로 전환될 필요가 있다. 스마트 공장의 궁극적 지향점은 고객 중심의 패러다임과 기업의 부가가치 제고이며, 이러한 혁신이 4차 산업혁명 시대에 우리나라 글로벌 제조 경쟁력 확보의 기반이 될 것이다.

※ 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 개인적인 견해이며, 한국과학기술기획평가원의 공식 견해가 아님을 알려드립니다.

I. 배경

■ 국가 경제에 미치는 제조업의 중요성이 재조명되고 있으나 우리나라 제조업은 전반적 침체 가운데 새로운 패러다임에 직면

● 제조업은 생산, 고용 그리고 기술혁신을 창출하는 기반으로 '10년 이후 미국, 독일, 일본 등 제조 강국을 중심으로 그 중요성이 재조명

- 제조업은 높은 간접 고용유발, 양질의 일자리 창출에 기여하며 국가 연구 개발의 70% 이상을 차지하여 타 산업 기술혁신을 주도
- 특히 우리나라는 GDP 대비 제조업 부가가치 비중이 30%를 상회하며, 고용유발계수 높아, 주요 경쟁국에 비해서도 제조업 의존 비중이 높음

● 그러나 우리나라 제조업은 그간 산업성장 침체와 더불어 고용 확대 한계가 발생한 상황

- 우리나라는 fast-follower 전략으로 제조 강국 반열에 올라섰으나, 선진국의 제조업 부흥 정책 및 신흥국의 산업구조 고도화로 한계에 직면
- 제조업 가동률 하락 (73.5%), 출하 증가율 감소(-0.5%) 등 전반적 지표 하락과 더불어 글로벌 경쟁력은 '18년까지 6위로 하락 예상

■ 표 1 ■
주요국 제조업
경쟁력 순위

순위	2010	2013	2018 (예상)
1	중국	중국	중국
2	인도	독일	인도
3	한국	미국	브라질
4	미국	인도	독일
5	브라질	한국	미국
6	일본	대만	한국

※ 출처 : 미국경쟁력위원회 & 딜로이트, 2013 global manufacturing competitiveness index

■ 표 2 ■
글로벌 제조업
변화 트렌드

● 그간 우리나라 산업을 견인해온 ‘비용 중심’ 성장의 패러다임은 지속적 한계에 부딪히고 있으며 ‘가치 중심, 고객 중심’의 성장 패러다임으로의 혁신 필요성이 제기됨

- 제조업 수출에 대한 경제 의존성이 높으므로 국내 제조업의 질적 성장 없이는 장기적인 경제 성장을 기대할 수 없음
- 국내 제조업의 경쟁력 제고 및 시장 주도를 위해서는 제조업의 글로벌 변화 트렌드에 맞춰 혁신을 유인하고 촉진할 기반 조성이 요구됨

	현재 (As-is)	미래 (To-be)
생산방식	소품종 대량생산 규모의 경제	소비자 맞춤형 유연생산 범위의 경제
제품 및 서비스	제품 고유기능 충실 가격, 품질경쟁	스마트 디바이스화 소프트파워 경쟁
비즈니스	대형수요 존재 시 수익 양산설비 전제 비즈니스	틈새 수요 통한 수익 3D 프린터 및 온라인 유통 등을 통한 공장 없는 비즈니스

■ 지능정보 중심의 기술 진보 극대화과 기술간 융합은 제조업 혁신과 그로 인한 새로운 산업적 기회를 제공

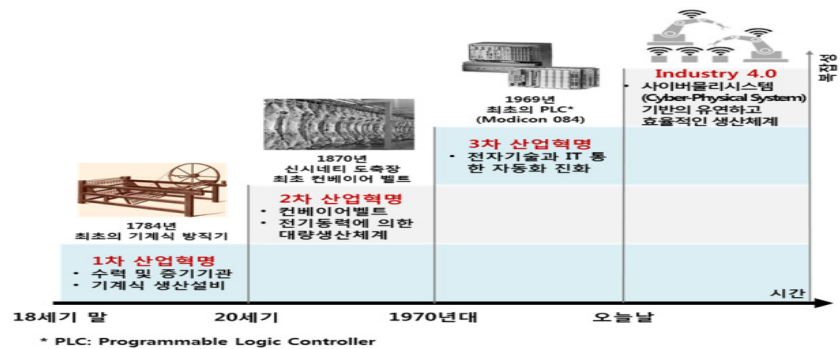
- 지금까지 산업의 혁신은 기계, 전자 등 획기적 기술(breakthrough)이 사회, 경제, 문화로 파급되어 문명 변화의 원동력이 되어왔음
- 반면, 최근 대두되는 4차 산업혁명은 새로운(new-) 기술의 진보(evolution)를 넘어, 그것이 극대화(hyper-)된 지점에서 발생하는 혁신(innovation)*에 단초가 있음

* 인공지능, 네트워크 등 지능정보(intelligent information)기술 융합을 통한 초연결(hyper-connectivity), 초지능(hyper-intelligence)이 대표적

■ 그림 1 ■
산업혁명의
단계별 동인과
변화

● 본 이슈페이퍼에서는 제조업의 관점에서 4차 산업혁명을 지능정보-제조 시스템 융합을 통한 생산 혁신과 그로 인한 제품·기업 혁신으로 접근

- 산업혁명이 증기기관(제1차), 전기장비(제2차), 전자회로(제3차) 등에 의해 생산성을 혁신해왔듯 4차 산업혁명 역시 출발점은 생산의 혁신에 있음
- 기술융합과 생산혁신은 제조 비용 절감을 넘어 고객 요구 만족, 고객 니즈 확대 및 신시장 창출이라는 새로운 산업적 기회(Industrial Opportunity) 발생



※ 출처 : DFKI(독일인공지능연구소, 2011)

4차 산업혁명의 생산혁신은 제조업의 역량을 제고시키고 제조 패러다임을 고객 중심으로 전환

- 데이터 분석, CPS (사이버 물리 시스템) 등 ICT 혁신은 제조업의 역량을 강화시키고 맞춤형 소량 생산, 글로벌 체인의 변화 등의 흐름이 미래 제조업의 원동력으로 작용
 - 개인화와 맞춤화의 흐름 가운데 온디맨드 경제 확산으로 맞춤형 수요가 지속적으로 증가
- 초연결화로 인한 빠른 정보분석과 기술간 융합은 제조 가능한 제품의 범위와 제조 방식의 다양성을 확장
 - 이는 제조 가치사슬의 단순화를 통해 비용을 절감시키고, 신속한 사업화를 가능케 함

- 제조업의 지능화 (인공지능), 연결화 (IoT), 통합 관리(CPS)는 인간의 지식 노동까지 지능형 통합 시스템으로 대체

■ 스마트 공장은 4차 산업혁명이 제조업에서 가시적으로 구현된 생산시스템

- 제조 관점에서 4차 산업혁명은 스마트 공장을 통해 산업 기기와 생산 전 과정이 네트워크로 연결되며, 나아가 고객의 니즈에 유연히 대응하는 체계를 구현
 - 스마트 공장은 제조업-ICT 융합을 통해 개별 공정이 네트워크로 연결되고 생산/유통 정보가 공유되는 지능형, 협업 운영체계
 - 4차 산업혁명에서 제시하는 생산체계 혁신은 궁극적으로 지능화, 자율화 구현을 목표로 하나, 초기 스마트화 단계에서는 자동화 제고가 주 내용
- 초연결 사회에서 제조업은 기존의 생산 프로세스 개선 및 최적화를 넘어 포괄적이고 편재적인 HMI(Human-Machine Interface)를 형성
 - 시장 및 소비자 맞춤형 생산 시스템의 확대
 - 예측을 위한 시뮬레이션 및 전 단계 엔지니어링을 통한 효율성 제고
- 스마트 공장의 도입은 맞춤형 생산 공정·인터페이스·운영의 최적화 기술, 다품종 복합생산, 조달 및 물류 혁신, 기계와 인간의 협업을 가능케 하여 고객 만족과 기업 경쟁력 확보를 이루는 필수적 생산 혁신으로 부각
 - 최근 디터 체체(Dieter Zetsche) 다임러 AG 회장은 글로벌 경쟁에서 살아 남으려면 스마트 공장 도입이 필수적이며, 4차 산업혁명 대응*을 위해 자율주행차와 차세대 전기차에 신속히 투자할 계획이라고 밝힘 (중앙일보 2017.05.10.)

* 다양한 고객 니즈를 반영하는 일회성 생산(one-off production), 인간과 로봇의 협업, AI와 빅데이터 분석을 통한 최적의 생산 및 사물인터넷, 센서를 통한 문제 해결 등

■ 우리나라 스마트 공장 정책, R&D 투자 및 방향성에 대한 점검 및 전략적 대응 방안 논의가 필요

- 4차 산업혁명 대응 및 제조업 성장 잠재력 제고를 위해 스마트 공장의 보급·확산, 기술개발을 포함한 정부의 적극적 지원은 바람직함
- 그러나 인력·장치에 노하우가 축적되어 고도화되는 제조업의 특성상 단기적·정량적 목표는 인력·자원의 비효율적 소모를 야기할 수 있음
 - 또한 스마트 공장이 기술개발, 보급확산 및 표준화 등 다양한 접근 관점이 존재함을 감안할 때 기술 수준과 현장의 인식에 대한 면밀한 파악이 전제되지 않은 고도화 추진은 핵심 기술의 해외 의존도 심화의 우려도 있음
 - 특히 지원 정책이 국내 중소기업의 단기적·단순 자동화 증진에 그치지 않기 위해서는 중장기적 관점에서의 스마트화 역량 제고 방안이 요구됨
- 스마트 공장 수요 현장의 인식을 공유하고 R&D 현황을 분석하여 중장기적 관점에서 지원 전략 수립과 추진이 필요
 - 스마트 공장은 특정 기술분야가 아니라 ICT와 생산 시스템의 융합 솔루션이므로 정확한 R&D 현황 분석을 위해서는 핵심기술별 과제단위에서 정부 R&D 이력 조사 및 분석 수행이 필요
 - 또한 기업, 연구자 및 학계의 인식 조사를 통해 정책 방향의 타당성을 점검하고 향후 효율적인 지원을 위한 전략 논의 요구

II. 정부의 스마트 공장 정책과 진단

■ 스마트 공장의 확산에 중점을 둔 제조업 혁신 3.0 전략 및 실행 대책

- 정부는 '14년부터 스마트 공장의 확산을 통해 제조업 생태계를 혁신하고 주력산업 경쟁력 제고를 꾀하기 위해 '제조업 혁신 3.0 전략'을 수립 추진 ('14년 6월, 산업통상자원부)
 - 제조업과 IT·SW, 서비스 및 타 산업과의 융복합 및 저비용·다품종·유연 생산방식 확산을 주 내용으로 함
- '제조업 혁신 3.0 전략'은 제조업의 부가가치 제고 및 성장 동력화를 위해 스마트 공장의 고도화 및 확산을 핵심 정책으로 제시
 - 스마트 생산방식 확산, 창조경제 대표 신산업 창출, 지역 제조업의 스마트 혁신, 사업 재편 촉진 및 혁신기반 조성 등 4개 분야, 13개 세부 추진 과제 선정

■ 표 3 ■
제조업 3.0
실행 대책 4대
분야 13대
과제

4대 추진방향	13대 세부 추진과제
1. 스마트 생산방식 확산	① 스마트 공장 보급·확산 ② 8대 스마트 제조기술 개발 ③ 제조업 소프트웨어 강화 ④ 생산설비 고도화 투자 촉진
2. 창조경제 대표 신산업 창출	① 스마트 융합제품 조기 가시화 ② 30대 지능형 소재·부품 개발 및 사업화 ③ 민간 R&D 및 실증 투자 촉진
3. 지역 제조업의 스마트 혁신	① 창조경제혁신센터를 통한 제조업 창업 활성화 ② 지역 거점 산업단지의 스마트화 ③ 지역별 특화 스마트 신산업 육성
4. 사업재편 촉진 및 혁신기반 조성	① 기업의 자발적 사업재편 촉진 ② 융합신제품 규제시스템 개선 ③ 제조업 혁신을 뒷받침하는 선제적 인력 양성

※ 출처 : 제조업혁신 3.0 전략, 산업부

■ 표 4 ■
스마트 공장
관련 정부 R&D
주요 투자 내역

● 스마트 공장을 위한 R&D 지원도 ICT, 기계, 표준 등 다양한 분야에서 진행되고 있으며, 과기정통부(舊 미래부), 산업부를 중심으로 요소기술 R&D 진행

- 기술 개발로는 스마트 공장의 필요한 핵심 기능과 해당 기능을 구현하기 위한 8대 기술*을 선정하여 지원 제시

* 스마트센서, CPS, 3D프린팅, 에너지절감, 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 홀로그램
(해당 분야에 대한 R&D 투입 현황은 III 장에서 분석)

- 스마트 공장을 명시적으로 제시한 국가연구개발사업은 스마트 공장고도화사업, 사물인터넷 신산업육성 선도사업 內 개방형 플랫폼 기반 서비스, USN 산업융합원천기술개발사업 內 사물인터넷제조융합기술개발, 사물인터넷융합기술개발사업 內 사물인터넷응용기술개발 등으로 '16년 기준 1,800억원 규모

* 핵심 기술별 R&D 에 투입된 금액에 대해서는 III 장에서 과제 단위로 분석

(예산은 세부사업 내 스마트 공장 관련 내역 중심, 단위:백만원)

부처명	세부사업명	2016년 예산
산업통상자원부	센서산업고도화전문기술개발사업	9,078
산업통상자원부	로봇산업핵심기술개발사업	72,193
산업통상자원부	스마트공장고도화기술개발	9,945
산업통상자원부	산업기술융합기반구축 (스마트제조혁신)	75,481
산업통상자원부	기계산업핵심기술개발사업(제조생산시스템)	1,000
과학기술정보통신부	사물인터넷융합기술개발	8,030
과학기술정보통신부	ICT산업융합보안솔루션 개발	2,850
과학기술정보통신부	USN산업융합원천기술개발	1,497
합계		180,000

● 현재 우리나라의 스마트 공장 기술 수준은 해외 선진국 대비 70~80%수준*

* 세계최고국 대비 공정제어 HW 20, 로봇 40, 센서 75.3, CPS 74.5, 사물인터넷 81.5 수준 (출처 : KISTEP 기술수준조사)

- 스마트 공장 시범사업 기준, 국내 공급기술은 중저가 장비·부품 중심이며, 고부가가치 분야 및 설계·솔루션 분야*는 대부분 해외의존

* 제품수명주기관리(PLM), 컴퓨터지원 설계(CAD) 등

표 5

국내 스마트
공장 시범사업
공급기술
점유율('14년)

국가	점유율	적용 분야
일본	59.1%	핵심 제어모듈
한국	34.1%	기타 부품
미국	4.6%	센서, 영상카메라
기타	2.1%	전원부품 등

※ 출처 : 한국산업기술진흥원

스마트 공장의 보급 및 확산 전략

- 스마트 공장 보급 확산은 '14년도에 산업부와 중소벤처기업부(舊 중기청) 주관으로 280개사(산업부 133개, 중소벤처부 144개 주관)에 대한 시범 사업으로 시작
- 보급사업은 모델공장 구축, 개별 공장별 보급, 업종별 보급을 주 내용으로 진행중이며 기업별 지원 규모는 2~4천만원 수준
 - 주요 재원은 산업부 40억, 중소벤처부 80억, 동반기금 120억, 설비용자 500억 등으로 마련
- 현재까지 성과로서 정부는 '16년 기준 2,800여개 사의 스마트 공장 구축을 지원했으며 그 중 2,300여개 사의 구축이 완료되었다고 발표

표 6

국내 스마트
공장 시범사업
결과('14년)

평가지표		성과
생산성	노동생산성	15% ↑
	납기	27% ↓
	생산품목 수	16% ↑
	시제품 제작기간	33% ↓
품질	불량률	33% ↓
비용	제조원가	23% ↓
매출	매출액	17% ↑

※ 주 : 277개 중견·중소기업 대상 추진 성과

※ 출처 : 산업통상자원부, 대한상의, 중소기업기술정보진흥원('15.5)

■ 표 7 ■
스마트화
단계별 수준

● 대기업 협력사 등 대부분의 중소기업은 스마트 공장 수준 ‘기초’ 이하 단계로서
생산의 효율성과 최적화를 중심으로 구축중

※ 우리나라 제조업 스마트화 수준별 현황 : (기초) 81.2%, (중간1) 16.2%, (중간2) 2.6%
(출처 : 산업부 '16년 자료)

단계	자동화	공정운영	비즈니스
고도화	제어자동화 및 디지털식별이 결합된 IoT형 자동화	CPS, IoT, 빅데이터를 이용한 자가진단과 제어능력을 갖춘 지능형 생산	가치사슬 연계를 통한 실시간 고객 맞춤 서비스
중간2	설비 제어 자동화	실시간 의사결정 및 설비 직접 제어	시장과 고객 요구에 능동적으로 대응한 실시간 의사결정 및 통제
중간1	설비로부터 실시간 데이터 수집	설비로부터 집계된 실적 중심의 공장 운영 분석	정보경영에 기반, 공장운영 등 실시간 정보 교류
기초	바코드/RFID를 기초적 물류정보수집 수준	공정물류 중심의 실적관리 수준	Lot-Tracking을 통한 품질 이력관리

※ 출처 : 민관합동 스마트공장 추진단

■ 우리나라 스마트 공장 정책의 진단

● 제조업 혁신 3.0 전략을 중심으로 한 보급확산 정책은 중소기업을 대상으로
자금과 기술을 직접 지원한다는 점에서 우리나라 스마트 공장 정책의 특이점이라
할 수 있음

- 독일의 스마트 공장 정책 (Industrie 4.0) 은 시스템 및 SW 중심의 민간
중심의 제조업 고도화이며, 국가적인 마케팅을 지원해주는 형태
- 미국 역시 민간 주도로 진행중이며 산업인터넷, IoT, 빅데이터 등 IT 솔루션
시스템 중심으로 진행 중이며 일본은 로봇, 생산 시스템, M2M 중심으로 접근

● **정책의 주요 내용은 기존에 발표되어 추진되고 있는 제조업 육성 정책을 재정리한 수준이며 4차 산업혁명이라는 산업구조 변화대응은 미흡**

- 세부 추진 과제가 상호 독립적인 정책 분야로 상호 연계성이라는 측면에서 종합 전략으로서의 효과성에는 한계점 존재
- 13대 미래성장동력 개발, IT기반 에너지 신산업 창출, 융합 신제품 사업화 기반강화, 세계 일류 수준 핵심소재(WPM), 뿌리산업 육성 등은 이미 추진 중이거나 타 계획에서 추진 예정인 과제들임
- 장비간 통신, 자율 진단 및 인공지능 등 4차 산업혁명에 부합하는 스마트 공장 단계는 ‘고도화’ 수준이며 스마트 공장의 지향점은 생산성 단순 향상 보다는 제품 경쟁력의 향상과 이에 따른 기업의 경쟁력 강화임

● **스마트 공장 기술개발과 보급확산 정책간 정부의 전략적 연계 강화 필요**

- 스마트 공장 보급 확산과 이에 필요한 스마트 제조기술 개발, 스마트 공장 설비 개발 등 스마트 공장 관련 정책의 상호 전략적 연계가 필요
- 핵심기술 연구개발과 보급·확산이 상호 전략적 연계 없이 추진될 경우, 성과 활용도의 저하, 중복 예산 지원 등의 문제가 발생할 가능성이 높음

Ⅲ. 스마트 공장 R&D, 보급 확산 및 표준화 지원 현황

▣ 스마트 공장은 기술개발, 보급 확산, 표준화 등 접근 관점에 따라 현황 분석 및 지원 전략을 구분

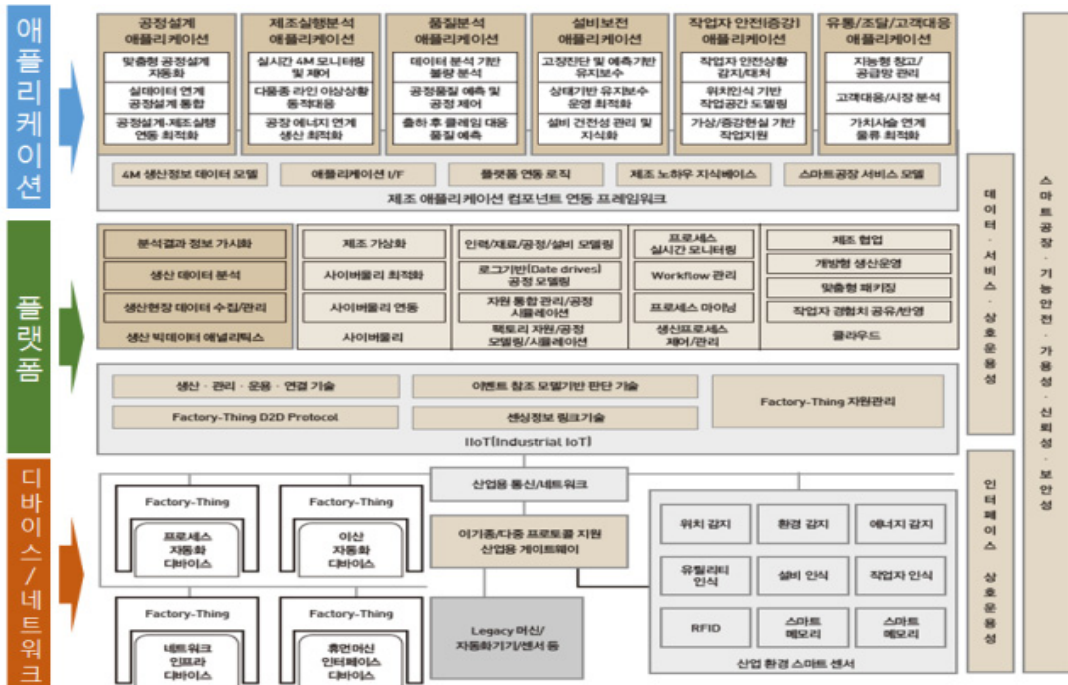
- (기술개발) 요소기술들은 기기연결 및 생산 최적화를 위한 ICT 융복합 기술로 개별기술의 고도화가 산업전반에 미치는 효과가 큼
 - 개별 산업 분야가 아닌 제조업이라는 대형 기술 수요처가 나타남으로써 4차 산업혁명의 핵심·기반 기술 확보 및 신 부가가치를 창출하는 수요산업 역할
- (보급 확산) 스마트 공장은 경쟁력 기반이 취약한 중소·중견 기업의 생산성 향상을 위한 도구로서 보급 확산의 대상
 - 제조업 가치사슬에 연계하여 수요 공장의 수준별 스마트화
- (표준화) 스마트 공장은 특정 기술분야가 아닌 제조업 전주기의 플랫폼으로서, 이종 기술간 통합·연계·운용의 표준화에 대한 접근이 필요
 - 설비·기계·제조 및 SW 업체 간 연계 및 주체 상호간 운용 호환성

▣ R&D 지원 이력 및 현황은 적용 기술 관점에서 R&D 투자를 추적하여 분석

- 스마트 공장 R&D 는 새로운 기술이 아니며 그간 지속적으로 지원되어오는 ICT기술과 생산 시스템 고도화 기술의 관점에서 이해
- 스마트 공장에 적용 가능하다고 판단되는 R&D 과제를 하기 3단계를 거쳐 선정하고 이를 대상으로 분석

● (1단계) 스마트 공장 핵심기술 구조도를 중심으로 키워드를 추출하고 '10~'15년 조사 분석 데이터에 적용하여 1단계 과제를 추출

- 스마트 공장 핵심기술 구조도·스마트 공장 기술 로드맵(스마트 공장로드맵, '15.8), IT공정 분야 유망기술체계도(KIAT, '14) 자료 내 키워드 추출 및 '제품·공정개선기술개발'·'산업전문인력역량강화' 사업 내 유관 과제와 '스마트 공장'·'스마트 제조'·'스마트 팩토리'·'제조 혁신' 키워드를 포함하는 과제 대상
- (애플리케이션) 제조 수요 데이터를 기반으로 맞춤형공정, 품질고도화, 에너지절감 등 다양한 제조 실행을 담당하는 소프트웨어 시스템
- (플랫폼) 스마트 제조의 중위구조로서 디바이스·네트워크에서 발생한 정보를 분석하고 모델링 및 시뮬레이션을 통해 최적화
- (디바이스·네트워크) 하드웨어 파트로서 로봇, 센서 및 네트워크 기술 등을 포함하며, 시스템·공정의 센싱 및 데이터 플랫폼 전송을 담당



※ 출처 : 스마트공장 R&D 로드맵, 산업부

그림 2 스마트 제조 핵심 기술 구조

● (2단계) 스마트 공장 적용 기술을 아래의 기준으로 분류하여 1단계 과제를 필터링

- ① 기업의 물류·보안/감시·네트워크·마케팅 분야 솔루션 개발 과제 ② 일반적으로 스마트 공장에 적용가능하다고 판단되는 통합 시스템·자동화라인·검사/제어장비 기술 개발 과제 ③ 공장에 적용 가능한 신재생에너지 및 에너지 자원 관리 시스템 개발 과제 ④ 뿌리산업·SW·IT비즈니스·로봇·스마트 공장 8대핵심기술 분야 등의 인력양성 과제 등

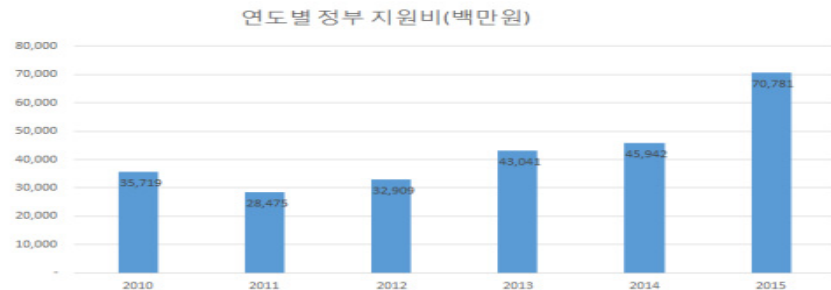
● (3단계) 전문가 그룹을 구성하여, 2단계 과제에 대한 적정성 검토를 통해 3단계 과제를 추출하고, 스마트 공장 핵심기술 구조도 상에 포지셔닝

■ 스마트 공장 핵심기술 정부 R&D 지원 이력 및 현황

● 스마트 공장 관련 정부 R&D 과제는 '11년 이후로 지속 증가해왔음

- 앞서 언급한 R&D 지원 이력 및 현황 분석 개요에 따라 '10~'15년 총 557개, 2,568억원 규모의 과제가 추출됨
- 수행주체로는 출연연(36.7%)·중소기업(32.3%) 중심으로 지원 비중이 높고, 연구단계는 개발(53.2%)가 중심으로 기타·응용·기초 단계 순임

■ 그림 3 ■
연도별
스마트공장
적용 가능
기술개발 과제
지원비 추이



● 스마트 공장관련 기술 분야별 정부 R&D지원 현황을 분석한 결과 총 예산 규모에 따라 애플리케이션 분야에 39%, 플랫폼 분야에 23%, 디바이스 21%, 기반 12%, 솔루션(데이터 상호운용, 인터페이스 등) 3%의 순으로 지원 중

* 세부 분야로는 사이버물리 플랫폼, 스마트센서·메모리 분야, 제조실행분석 애플리케이션 등에 상대적으로 정부 지원비가 집중되어왔음

● (애플리케이션) 가장 많은 수의 과제를 지원한 분야는 유통/조달/고객대응 애플리케이션(67개 과제)이고, 제조실행분석 애플리케이션은 정부 지원비(325억) 및 과제 당 지원비(6.6억)가 높은 분야

- 해당 과제들은 물류 및 제조 생산성 향상을 위해 R&D 투자가 이루어져왔으나 향후 스마트공장의 핵심적인 플랫폼 (IIoT, IIoS, 클라우드, 빅데이터, CPS)을 중심으로 새로운 기법·알고리즘 애플리케이션으로 확장될 필요

● (플랫폼)가장 많은 수의 과제를 지원한 분야는 빅데이터분석 플랫폼(42개 과제)이고, 사이버물리 플랫폼은 정부 지원비(253억) 및 과제 당 지원비(31.6억)가 높은 분야

- 플랫폼 분야 R&D 는 개별적인 기술 분야 및 특정 제조공정에 특화된 기술, 시스템 개발을 중심으로 수행되어 왔으나, 향후 각 분야의 기술 및 시스템이 제조공정에 연계·통합되어 적용되어야 최적의 효과를 도출

● (디바이스) 가장 많은 수의 과제를 지원한 분야는 생산자동화·네트워크인프라·휴먼머신인터페이스 디바이스(101개 과제)이고, 센서·메모리 분야 정부 지원비(315억) 및 이기종 통신 프로토콜 및 게이트웨이 개발 분야는 과제 당 지원비(7.2억)가 높은 분야

- 디바이스 분야 R&D는 하드웨어의 관점에서 공정 자동화에 집중되어왔으나, 향후에는 유연한 제조회경 대응을 위한 통합 시스템을 중심으로 추진될 필요

■ 표 8 ■
그룹별 정부
지원 현황
(‘10~’15년
금액단위: 억원)

애플리케이션	생산정보	공정 설계	제조 실행	품질분석	설비 보전	안전	유통 물류	ERP
과제 수	5	48	49	27	28	19	67	11
정부지원	29	168	325	82	131	76	152	39
과제 당 지원비	5.8	3.5	6.6	3.0	4.7	4.0	2.3	3.5
주요연구단계	개발	개발	개발	개발	개발	개발	개발	응용
플랫폼	IIoT	빅데이터	CPS	모델링	생산제어	클라우드		
과제 수	7	42	8	12	13	9		
정부지원	29	238	253	33	38	11		
과제 당 지원비	4.1	5.7	31.6	2.8	2.9	1.2		
주요연구단계	개발	개발	기초	응용	개발	개발		
디바이스/네트워크	로봇	네트워크	센서	상호운용	인터페이스	보안		
과제 수	101	13	52	4	3	10		
정부지원	135	93	315	8	8	70		
과제 당 지원비	1.3	7.2	6.1	2.0	2.7	7.0		
주요연구단계	개발	기타	개발	응용	개발	개발		

- 제조실행분석 애플리케이션(49개)·빅데이터 분석 플랫폼(42개) 스마트 센서·메모리 분야(52개) 등은 지원 과제 수가 많을 뿐 아니라 과제 당 지원비가 평균 이상(각각 6.6억원, 5.7억원, 6.1억원)으로 정부 지원이 활발한 분야로 볼 수 있음

- 사이버물리 플랫폼(8개)·통신·프로토콜(13개)·상호운용 솔루션 분야(10개)는 과제 수는 적으나, 과제 당 정부지원비가 높아(각각 31.6억원, 7.2억원, 7.0억원) 특정 과제에 집중 지원이 이루어져 왔음

- 공정설계 애플리케이션(48개)·유통/조달/고객대응 애플리케이션(67개)·생산 제어 자동화 플랫폼(13개) 등은 스마트공장 적용 가능 기술 개발에 대한 평균 과제 당 지원비보다 적은 규모(각각 3.5억원, 2.3억원, 2.9억원)으로 다수의 과제를 추진한 분야

- 품질분석(27개)·설비보전(28개) 애플리케이션 분야는 평균 정도 수의 과제를 지원했으나, 과제 당 지원비(각각 3.0억원, 4.7억원)가 평균보다 낮음

스마트 공장 보급 확산 정부 지원 현황

- 정부의 스마트 공장 보급 확산 전략은 민간·정부의 협력에 의한 스마트 공장에 대한 공감 확대, 중소·중견기업의 자발적 참여 유도, 가치사슬의 연결을 통한 균형 있는 정보 운영체계의 수평적 전개, 업무와 공정의 자동화를 지향하여 생산성 향상 도모

- '14년 보급·확산 프로그램 시작 초기에는 동반성장기금을 바탕으로 한 산업 혁신운동과 병행하여 진행하며 현재 민간주도형 사업과 정부주도형 사업이 공존

- 대기업과 직접 협력하는 중소기업(연계기업), 대기업과 협력이 적은 기업(미연계기업)으로 분류하여 민간과 스마트공장 추진단이 역할을 분담하여 지원

■ 표 9 ■
스마트 공장
보급·확산 사업

분류	사업종류	주관그룹
민간주도형 사업	산업혁신	산업혁신중앙추진본부 스마트 공장추진단
	창조경제혁신센터	창조경제혁신센터
정부주도형 사업	ICT융합스마트 공장사업	산업부 스마트 공장추진단
	지방투자촉진사업	
	지역투자사업	
	생산정보디지털화사업	중소벤처기업부 (舊 중기청) 중소기업기술정보진흥원

※ 출처 : 민관합동 스마트공장 추진단

- 제조업혁신 3.0 전략에 따라 향후 '20년까지 스마트 공장 1만개 확산을 통해 20인 이상 중소·중견기업 공장의 약 1/3을 IT기반 생산관리 이상 수준으로 스마트화하기 위한 보급·확산 사업을 추진

– 업종별 대표기업*을 중심으로 스마트 공장 확산, 스마트제조 관련 표준화 인증 도입 등 민간주도로 자발적 확산방안을 마련하여 실행 중

* 전자(삼성, LG) 120개, 자동차(현대) 100개, 기계(두산, 효성) 50개, 패션(제일모직) 25개 등 2015년 8개 업종, 350개 이상 협력기업의 스마트화 지원

– '17년 기준 민관합동 예산은 1,108억 원 규모로 중소·중견기업 스마트화를 지원하며 재원은 정부 905억 원, 민간 203억 원(동반성장기금, 자체재원 등) 임

■ 스마트 공장의 기술 표준화 관련 정부 R&D 현황

- 스마트 공장은 설비·기계·제조기업과 SW 업체 간 협력이 전제되어야 하며, 이러한 상호 운용 및 호환성을 위해 표준화가 중요
- 국제 표준화기구인 ISO/TC 184, IEC/TC 65, IEC/SMB SG8 등에서 스마트 공장에 대한 개념, 표준화 범위, 표준화 항목, 관련 기존 표준, 추가 개발 표준화 항목, 표준화 로드맵 등에 대한 표준화 기획 연구 단계
- 우리나라는 중소제조업에서 축적한 다양한 생산모델을 통해 공정 중심의 스마트 공장 표준화 기반구축을 할 수 있는 기반을 보유

■ 표 10 ■
표준화 관련
정부 지원 과제
(‘16년 기준)

- 정부는 스마트 공장의 구성 모델, 관련 기능요소, 상호 간의 정보 교환모델, 표준화 항목, 표준화 현황, 신규 표준화 항목 등의 전체 표준화 로드맵을 개발하여 표준화 목표 설정 및 표준화 추진 전략수립
 - 국내개발기술의 국제표준 선점과 원천기술의 국제표준개발, 표준강국 실현에 필요한 기반조성

구분	사업명	과제 R&D 내용
과기 정통부 (舊 미래부)	SW컴퓨팅산업원천 기술개발사업	CPS 미들웨어
	정보통신방송표준 개발지원사업	스마트 공장 연동/상호운용성 표준화
	정보통신·방송기술개발사업 (CSF)	공정 프로세스 참조모델 표준개발
산업부	스마트 공장고도화기술개발사업	스마트 공장 보급/확산 공통산업 표준
	스마트 공장고도화기술개발사업	스마트 공장 수직·수평 통합
	국가표준기술력향상사업	제품 데이터 및 품질 정량화
	국가표준기술력향상사업	정보통합 및 RAPIEnet 표준화

Ⅳ. 스마트 공장 인식조사 결과 및 이슈

1 분석 방향 및 인식조사 개요

스마트 공장 관련 R&D 의 현황 점검 및 현장 기업 및 연구자 입장에서 인식을 조사하고, 정부 지원 현황과 연계하여 이슈를 도출

- 현장에서 파악하는 스마트 공장 기술의 기술수준 인식과 보급·확산 관점에 대해 자체적인 설문조사를 실시하여 정책적 시사점 도출

제조업 스마트화를 위한 국가 R&D 전략의 효과적 수립을 위한 인식 조사

- 스마트 공장 관련 인식조사는 사업 수행 부처 위주의 기존 인식조사에서 다루지 않았던 내용을 위주로 핵심기술, 보급확산 및 표준화의 카테고리를 세분화하여 진행

– ‘스마트공장 추진단’ 및 ‘중소기업 중앙회’ 등에서 진행되어온 스마트 공장 관련 설문조사(‘15~’16년도)는 스마트공장 수요기업을 대상으로 정책 수요 및 지원정책 만족도가 주 내용임

- 본 장에서는 기술개발, 보급확산, 표준화 등 접근 관점에 따라 3장에서 분석한 지원현황과 인식조사를 통해 스마트 공장 고도화를 위한 시사점 도출

인식 조사 개요

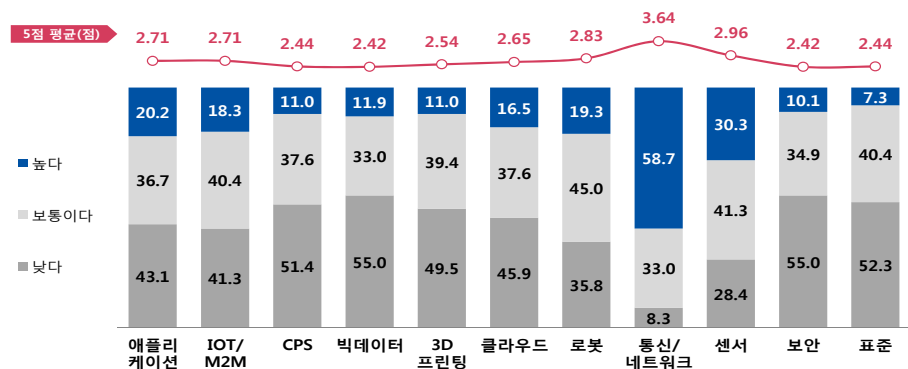
- 제조 중소기업 종사자 (R&D 수행 및 수요 기업), 스마트 공장 관련 과제 연구책임자, 스마트 공장 정책 및 기술 주요 연구기관, 스마트 공장 관련 학계 (산업공학, 시스템 경영공학 중심) 교수
- 표본 크기 : 109명 (조사 표본 250, 응답률 43.6%)
- 조사 방법 : 구조화된 웹 설문지를 이용한 온라인 조사
- 조사기간 : 2016년 10월 28일 ~ 11월 10일

2 스마트 공장 핵심기술 R&D 인식 및 시사점

스마트 공장 현 기술 수준 및 집중해야 할 기술 인식

- 각 스마트 공장 핵심 기술에 대한 우리나라 수준 인식은 ‘통신/네트워크’기술을 제외한 모든 부문에서 5점 척도 기준 2점 중·후반대로 평가됨
 - 이 중 ‘통신/네트워크’기술은 5점 척도 기준 3.64점, 긍정평가 58.7%로 타 요소기술에 비해 높은 수준으로 평가됨

그림 4
스마트 공장
요소기술에
대한 우리나라
수준
(단위: %/점)



■ 표 11 ■
스마트 공장
요소기술에
대한 우리나라
수준 (단위: %)

	애플리 케이션	IoT/ M2M	CP S	빅 데이터	3D 프린팅	클라 우드	로봇	통신/ 네트 워크	센서	보안	표준
높다	20.2	18.3	11.0	11.9	11.0	16.5	19.3	58.7	30.3	10.1	7.3
보통	36.7	40.4	37.6	33.0	39.4	37.6	45.0	33.0	41.3	34.9	40.4
낮다	43.1	41.3	51.4	55.0	49.5	45.9	35.8	8.3	28.4	55.0	52.3
5점 평균(점)	2.71	2.71	2.44	2.42	2.54	2.65	2.83	3.64	2.96	2.42	2.44

● 우리나라가 집중해야 하는 핵심 기술 인식

- 파트항목 수준에서 우리나라가 집중해야 하는 기술은 ‘플랫폼 파트(45.9%)’로 나타났으며, 뒤를 이어 ‘디바이스 파트(로봇 포함)(21.1%)’, ‘애플리케이션 파트(19.3%)’, ‘공통 파트(표준, 보안 등)(13.8%)’순으로 나타남
- 대학의 경우 ‘애플리케이션 파트’에 집중해야 한다는 의견이 상대적으로 높게 나타났으며, 기업의 경우 ‘디바이스 파트 (로봇 포함)’에 집중해야 한다는 의견이 높게 나타남

■ 표 12 ■
우리나라가
집중해야 하는
기술 (단위: %)

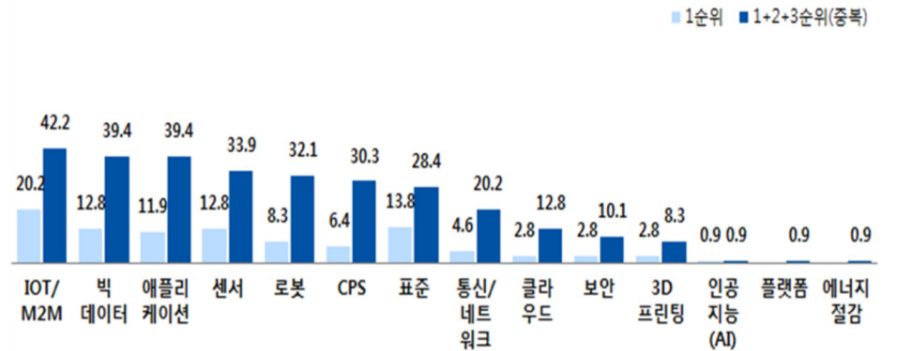
	플랫폼 파트	디바이스 파트 (로봇 포함)	애플리케이션 파트	공통 파트 (표준, 보안 등)
비중	45.9	21.1	19.3	13.8

- 파트항목 수준에서 추가의견으로 ‘스마트센서’, ‘표준화’, ‘스마트 공장 고도화에 관한 주기적인 교육’ 등에 대한 언급이 많았음

● 우리나라가 집중해야 하는 세부 핵심 기술

- 세부항목 수준에서 우리나라가 집중해야 하는 기술로는 1순위 기준 ‘IoT / M2M(20.2%)’으로 나타났으며, 다음으로 ‘표준(13.8%)’, ‘빅데이터(12.8%)’, ‘센서(12.8%)’, ‘애플리케이션(11.9%)’등의 순임

■ 그림 5 ■
우리나라가
집중해야 하는
기술 (세부항목)
(단위: %)



- 세부항목 수준에서 추가의견으로 ‘센서 기술 개발’, ‘장비 기술 개발’ 등 기술 개발에 대한 의견이 있었음

■ 스마트 공장 핵심기술 R&D에 관한 시사점

- 스마트 공장은 다양한 종류의 다양한 수준의 기술이 통합되어 운영되는 분야이므로 핵심적인 운영 체계를 제공하는 통합 솔루션 분야가 중요하나 예산 지원은 상대적으로 저조
 - 스마트 공장에서는 타 시스템·장치와의 연동·통합이 필요하므로 공장 전체 관점에서 시스템적 접근과 상호연계·호환성이 필수
 - 그러나 3장 R&D 현황 분석에서 스마트 공장관련 기술분야 지원 예산에서 데이터 서비스 상호운용 및 인터페이스 등 솔루션 분야에는 3% 수준만이 지원
 - 실시간 연계 운영이 가능한 핵심 요소기술 분야(애플리케이션, 플랫폼, 디바이스/네트워크)별 통합 연계할 수 있는 솔루션 분야의 추가 지원 필요

- 인식 결과에서 시스템 연결성 및 상호 운용을 위한 기반 기술에 대한 수요가 높았으며 향후 솔루션 분야 및 연계플랫폼 파트에 대한 지원 강화를 통해 실시간 연계 운영이 가능한 고도화된 스마트공장 구축 통합 기술이 강화될 필요

- 생태계 관점에서 공급산업의 경쟁력도 함께 높일 수 있는 기술 개발을 통해 장기적인 관점에서 해외 기술·솔루션의 의존도* 탈피 요구

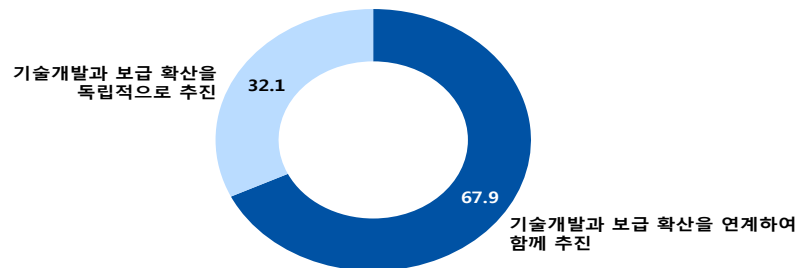
* '14년 국내 스마트 공장 시범사업 추진 시 공급기술의 국산화율은 34.1%이나, 주로 중저가 장비·부품 중심이며, 고부가가치 시스템 분야는 대부분 해외의존 (출처 : 한국산업기술진흥원)

3 스마트 공장 보급확산 관련 인식 및 시사점

■ 스마트 공장 보급확산 관련 인식 조사 결과

● 스마트 공장 고도화 추진 방향

- 스마트 공장 고도화 전략 추진 시 '기술개발과 보급 확산을 연계하여 함께 추진하는 것이 효율적(67.9%)'이라는 의견이 많았음



- 양 분야 중 우선 지원이 필요한 분야로 '기술 고도화(50.5%)'가 다소 높게 나타났으나, '기술 고도화'와 '보급 확산' 모두 비슷한 수준으로 나타남

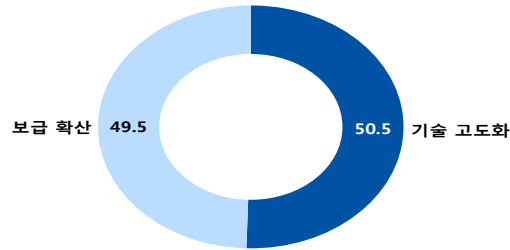
※ 기업 종사자는 '보급 확산'에 우선 지원이 필요하다는 의견이 83.3%로 높게 나타났으나, 학계의 경우 '기술 고도화'에 우선 지원이 필요하다는 의견이 60%이상으로 상대적으로 높음

■ 그림 6 ■

스마트 공장
고도화 전략
추진 방향
(단위: %)

■ 그림 7 ■

우선 지원이
필요한 분야
(단위: %)

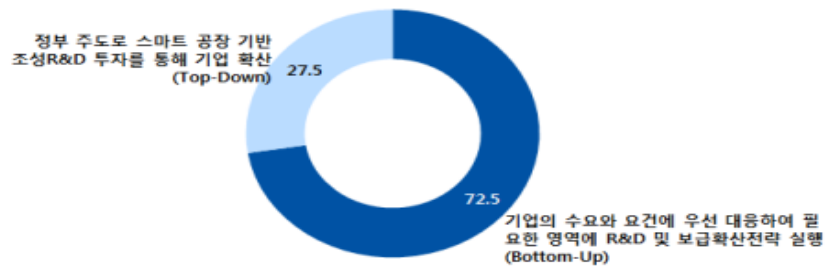


● 스마트 공장 도입 방향

- 기업의 수요와 요건에 우선 대응하여 필요한 영역에 R&D 및 보급확산 전략 실행하는 방식으로 스마트 공장을 도입해야 한다는 의견이 72.5%로 높게 나타남
- 특히, 기업 종사자에서 ‘Bottom-Up’ 수요 대응 방식으로 스마트 공장을 도입해야 한다는 의견이 상대적으로 높음

■ 그림 8 ■

스마트 공장
도입 방향
(단위: %)

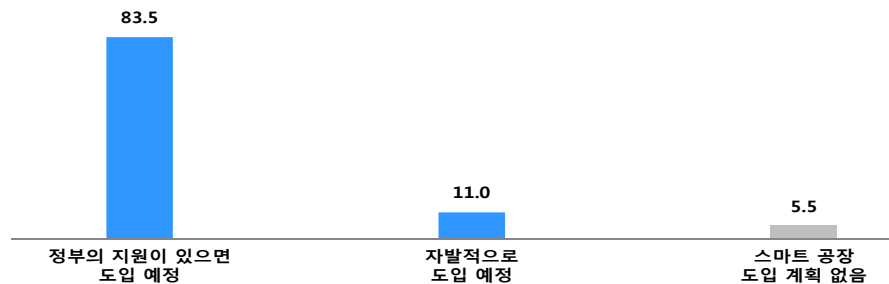


● 민간의 스마트 공장 자체 도입 의지 (기업 종사자)

- 스마트 공장 자체 도입에 대해 ‘정부의 지원이 있으면 도입 예정(83.5%)’이라는 의견이 압도적임

■ 그림 9 ■

민간의 스마트
공장 자체 도입
의지 (단위: %)

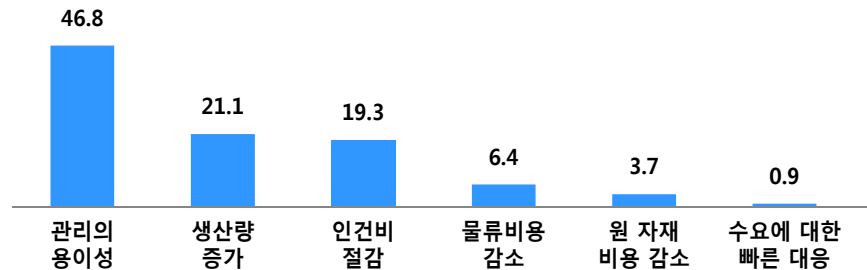


■ 그림 10 ■

스마트 공장 도입 시 기대효과
(단위: %)

● 스마트 공장 도입 시 기대효과

- 스마트 공장 도입 시 '관리의 용이성(46.8%)'에 대해 기대한다는 의견이 가장 많았으며, 다음으로 '생산량 증가(21.1%)', '인건비 절감(19.3%)', '물류비용 감소(6.4%)'등의 순으로 나타남

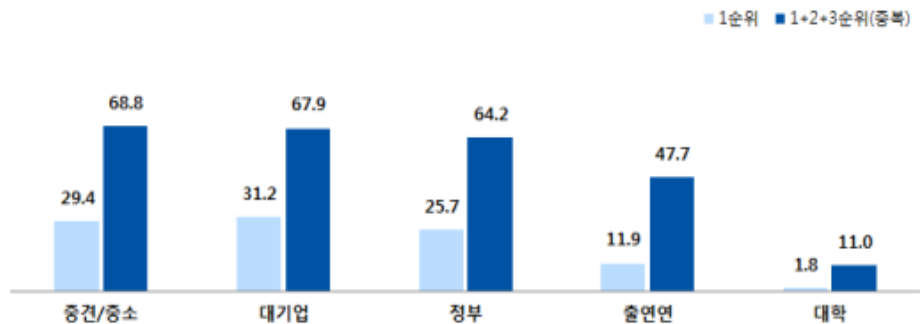


● 스마트 공장 보급 확산 주체

- 스마트 공장 보급 확산의 주체로 '대기업(31.2%)'이 가장 적정하다는 의견이 많았으며, 다음으로 '중견/중소(29.4%)', '정부(25.7%)'등의 순으로 나타남
- 1순위와 1+2+3순위 기준 모두 스마트 공장 보급 확산의 주체로 기업 (대기업+중견/중소기업)이 적정하다는 의견이 높게 나타남

■ 그림 11 ■

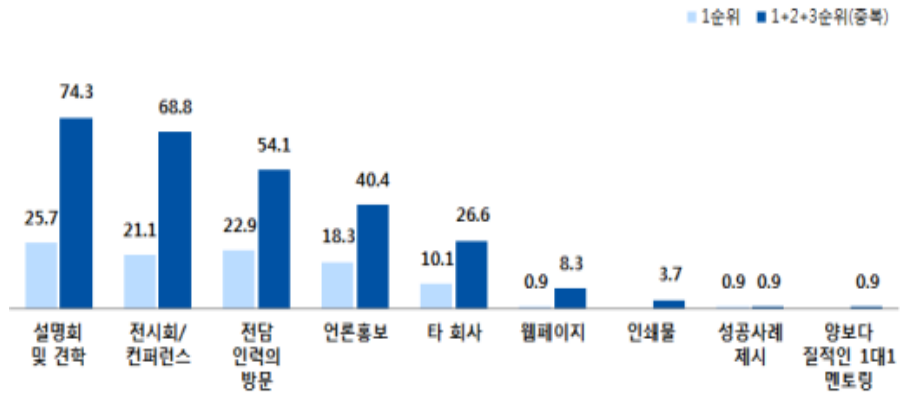
스마트 공장 보급 확산 주체
(단위: %)



● 스마트 공장 보급 확산을 위한 기업 홍보 방안

- '설명회 및 견학(25.7%)'이 스마트 공장 보급 확산을 위해 가장 효과적인 홍보 방안으로 나타났으며 다음으로 '전담 인력의 방문(22.9%)', '전시회/컨퍼런스(21.1%)', '언론홍보(18.3%)'등의 순으로 나타남

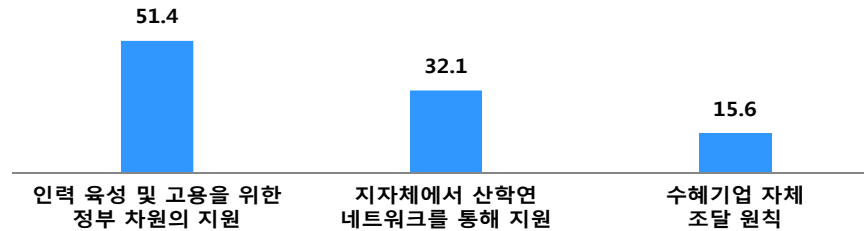
그림 12
스마트 공장
보급 확산 홍보
방안 (단위: %)



● 스마트 공장 보급 후 관리인력 지원 방안

- ‘인력 육성 및 고용을 위한 정부 차원의 지원(51.4%)’이 스마트 공장 보급 후 관리를 위한 전담인력 지원 방안으로 가장 적정하다는 의견이 많았음
- 다음으로 ‘지자체에서 산학연 네트워크를 통해 지원(32.1%)’, ‘수혜기업 자체 조달 원칙(15.6%)’순으로 나타났으며, 기타의견으로 ‘대기업과 협력(중소) 기업의 연계’를 통하여 대기업에서 확보한 스마트 공장 기술이 중소기업으로 이전될 수 있도록 하는 시스템’에 대한 의견도 존재

그림 13
스마트 공장
보급 후
관리인력 지원
방안 (단위: %)

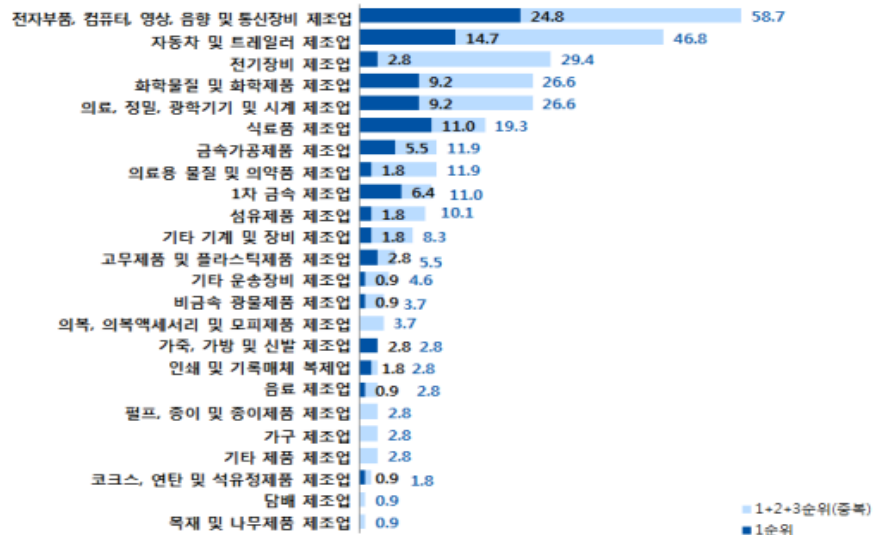


● 스마트 공장 보급 확산이 필요한 업종

- 스마트 공장의 보급 확산이 가장 필요한 업종으로 ‘전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(24.8%)’으로 나타남

- 뒤를 이어 '자동차 및 트레일러 제조업(14.7%)', '식료품 제조업(11.0%)', '화학물질 및 화학제품 제조업(9.2%)', '의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조(9.2%)'등의 순임
- 1+2+3순위 기준 역시 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업'과 '자동차 및 트레일러 제조업'에서 스마트 공장 보급 확산이 가장 필요하다고 나타났으며, 다음으로 '전기장비 제조업', '화학물질 및 화학제품 제조업'등의 순으로 나타남

그림 14
스마트 공장
보급 확산이
필요한 업종
(단위: %)



스마트 공장 보급확산 지원에 관한 시사점

- 기업의 스마트 공장 도입 동기는 비용 절감 및 공정 관리 개선에 맞추어져 있으며, 고객 수요 대응이나 제품·기업의 혁신에 대한 인식은 매우 낮은 상태

※ 대부분 기업의 동기는 관리의 용이성 및 생산량 증가, 인건비 절감, 물류비용 감소 등에 있는 것으로 나타남

- 스마트 공장이 추구하는 기업 혁신과 고객 만족이 신제품·신시장을 창출하여 기업에 도움이 된다는 인식의 공유가 필요
- 이를 위해서는 스마트 공장 보급이 장기적으로 '중간2'~'고도화' 수준의 확산으로 반드시 연계·진행되어야 함

● **보급확산 정책은 단기적으로는 정부 주도의 진행이 불가피하나, 궁극적으로 기업의 수요와 요건을 지속 반영하여 추진되어야 함**

- Top down 중심의 정부 스마트 공장 보급확산 전략은 단기간에 중소중견 기업의 제조 자동화를 효율적으로 증진시킬 수 있음
 - ※ 기업 역시 정부의 지원을 전제로 스마트 공장 도입에 긍정적인 입장
- 그러나 방식에 있어서는 Bottom up 방식으로 현장 수요와 요건에 대응한 '선택과 집중' 방식을 선호하는 것으로 나타남
- 따라서 향후 보급확산은 수요 기업의 특성과 니즈에 대한 지속적인 모니터링에 기반하여 추진하되, 분야별로 목표로 하는 스마트화 수준을 설정하여 지원 전략성을 강화시킬 필요가 있음

● **스마트 공장 추진은 일정 역량과 규모를 갖춘 기업 중심으로 확산되는 것이 바람직하며, 지원 전략도 기업 규모에 따라 차별화될 필요가 있음**

- 다양한 요소 기술이 성과를 확보하기 위해서는 일정규모 이상의 기업에서 우선 도입이 검토되어야 함
 - ※ 설문조사 결과 스마트공장 보급 확산의 주체로 '대기업(31.2%)'이 가장 적절하다는 의견이 높게 나타남 (정부 25.7%)
- (대기업) 최종 수요자이자 스마트공장 보급확산의 주체로서 고수준 인력 양성 과 기존 인력 실무 능력 인증 등 역량 중심의 교육 프로그램 제공 필요
 - ※ 상당한 수준의 인프라를 보유, 높은 수준의 조직과 인력을 보유
- (중견기업) 스마트화 추진을 선도, 리드할 수 있는 조직, 인력 구성이 우선 : 주요 협력 대기업들과의 지속적인 공동 연구 개발을 지원
 - ※ 일정 수준의 인프라는 갖추고 있으나, 스마트 공장 도입을 위한 수준 높은 조직과 인력은 미보유
- (중소기업) 스마트화 추진을 수행할 수 있는 인력 확보 및 연구 자금 및 시설 지원, 중견·대기업과의 협력을 통한 제품개발과 시장 개척 우선 필요
 - ※ 인프라, 조직, 인력 면에서 스마트화를 추진하기에 자금, 인력, 기술 측면에서 한계

● 기업의 업종별 지원 전략이 상이하게 추진될 필요가 있음

- (맞춤형 제품 소/중량 제조 업종(조선, 플랜트, 금형, 항공, 건설 등)) 범용 제조설비 또는 작업자에 이루어지는 경우가 많으며, 자동화 보다는 설계, 생산준비의 과정에서 수행되는 엔지니어링, 의사결정 수월성 확보가 중요

※ (1) 기획, 설계, 생산준비 등에서 다양한 계획, 의사결정 프로세스를 대상으로 하는 스마트 엔지니어링, (2) 제조시스템 측면에서는 잦은 변경 하에 있는 범용 설비, 작업자들에 대한 신속한 셋업 수행, 모니터링 및 오류 검사, 각종 문제 사항들에 대한 사전 방지 등을 위한 기술 개발과 시스템 도입 우선 추진

- (개발 제품 대량 제조 업종(자동차, 반도체, 전자 등)) 전용 제조설비에서 자동화 시스템을 전체 또는 부분적으로 적용하여 수행됨

※ (1) 자동화된 제조시스템에 대한 지속적인 데이터 확보와 분석을 통한 생산성, 품질 등 스마트 생산/품질 관리, (2) 제조시스템의 가변성, 유연성(flexibility) 확대를 통한 재구성(reconfigurability) 능력 확대를 위한 기술 개발과 적용에 대한 우선 추진

※ 동 업종은 우리나라 제조업 부가가치의 주된 업종으로서, 제조업 전문가 설문 결과 스마트 공장의 보급 확산이 가장 필요한 업종으로 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(24.8%)', '자동차 및 트레일러 제조업(14.7%)'으로 조사되는 등 스마트 공장 보급이 우선적으로 필요한 분야

4 스마트 공장 기술의 표준화 관점 인식 및 시사점

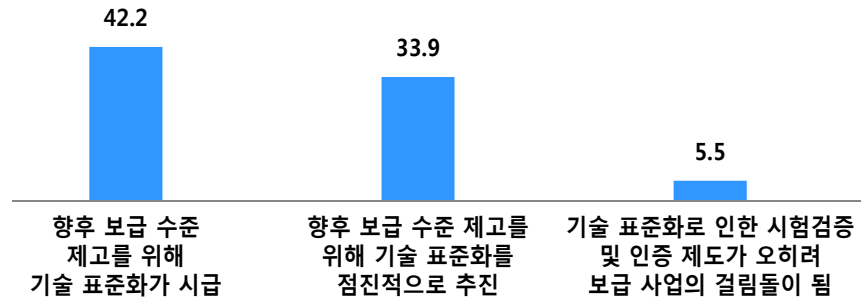
■ 스마트 공장 기술 표준화의 추진 방향에 관한 인식 조사 결과

● 스마트 공장 기술 표준화의 추진 방향으로 '향후 보급 수준 제고를 위해 기술 표준화가 시급(42.2%)'하다는 의견이 가장 많았음

- 과제 연구책임자의 경우 '향후 보급 수준 제고를 위해 기술 표준화를 점진적으로 추진'해야 한다는 의견이 가장 높게 나타남
- 추가의견으로 '기술의 표준화 후 보급사업이 적합하다'는 의견이 많았음

■ 그림 15 ■

스마트 공장
기술 표준화의
추진 방향
(단위: %)



☐ 스마트 공장의 기술 표준화에 관한 시사점

- 스마트 공장은 장비·SW·시스템의 통합·연계가 핵심이므로, 이를 위해 표준화된 요소 기술 개발이 중요
 - 인식조사 결과 스마트 공장의 보급 수준 제고를 위해 기술 표준화가 시급 (42.2%)하다는 의견이 가장 높게 나타남
 - 생산 장비와 시스템에 있어서 취약한 국내 기술 수준을 고려하여 통신, IoT 기술을 기반으로 스마트 공장 분야의 표준화에 참여 필요
- 글로벌 표준화에 대한 참여와 선도를 통해 우리나라의 취약 기술분야를 보완하고, 스마트 공장 관련 기술 및 시장 주도권 경쟁에 참여할 필요
 - 표준화에 적극적 참여하고 국내 참조아키텍처 모델, 산업통신망 표준 통합, 미들웨어 표준화 등 표준화 리더십 확보를 위한 지원 필요

V. 종합 정책제언

■ 4차 산업혁명은 제조 기업의 단계별 수준 향상이 아니라 ‘고도화 수준’의 스마트화 구현을 목표로 장기적이고 일관성 있게 대응되어야 함

● 현재 추진중인 스마트 공장 수준 향상은 4차 산업혁명이 추구하는 보편적 연결성과 지능화와는 거리가 있음

– 현 스마트 공장 보급확산의 주 내용은 중소 기업의 스마트화를 ‘기초’ 단계에서 ‘중간 1’ 단계로 상승시키기 위한 지원이며, 이는 주로 자동화와 기초적인 공정 모니터링임

– 기초 단계 스마트화를 넘어 자율운영, 자율제어가 가능한 궁극적 수준 (고도화 수준)의 스마트 공장 구현을 위한 장기적·전략적 지원이 필요

※ 단, 업종별로 달성해야 할 스마트화 수준은 상이할 수 있음

● 스마트 공장 고도화는 고객 중심의 제품 혁신과 신시장 창출 그리고 기업의 부가가치 혁신으로 이어져야 함

– 단순 생산 자동화·효율화를 통한 속도향상과 비용절감은 3차 산업혁명의 ‘생산 자동화’ 개념에서 이미 제시되었으며, 스마트 공장은 극대화된 자동화를 넘어 보편적 지능화, 연결화, 서비스화의 단계로 나아가야 함

– 4차 산업혁명에서 스마트 공장은 고객 중심의 제품 혁신과 기업의 부가가치 제고를 지향함으로써 우리나라 기업의 글로벌 경쟁력의 기반을 확보해야함

● 일관성 있는 투자와 정책적 의지 공유를 위해서는 범부처 연계와 역할분담을 통해 현장과의 유기적 협력 및 지원이 필요

▣ 개별 기술의 고도화를 넘어 제조 전주기에 대한 통합 운용 및 시스템 연계 솔루션에 대한 기술역량 확보가 시급

● 스마트 공장은 다양한 개별 기술 수준 고도화 및 융합, 그리고 통합 솔루션의 구현이 중요한 산업으로 시스템 관점의 개발 전략이 중요

※ 정부 R&D 기준 '10~'15년 총 557개, 2,568억원 규모의 과제가 지원되어왔으나 대부분 기존 공정 관리, 최적화 및 개별 ICT 분야에 집중

- 전주기 관점 시스템적 접근, 상호연계·호환성, 요소기술 분야(애플리케이션, 플랫폼, 디바이스/네트워크)별 실시간 연계 운영 기술 강화

● 기반이 취약한 스마트 공장 기존 기술의 재개발 지원, '신제품·솔루션 개발 → 상품화 → 마케팅지원'으로 이어지는 공급산업 육성을 위한 선순환 구조 확립 필요

- 모든 개별기술 수준을 확보하기보다는, 우리나라 제조업 상황에 맞게 기존 생산시스템의 스마트화 솔루션 부문 연구개발을 우선 추진하는 전략이 필요

▣ 보급 확산은 정량적 목표 달성을 위한 단기적, 효율 중심의 정책을 넘어 기업 수요와 요건에 대응하여 추진되어야 함

● 정량적, 단기적 목표 중심의 스마트 공장 확산 전략은 장비·설비의 해외 의존도를 심화시킴으로서 제조업 자체의 기반을 취약하게 할 수 있음

※ '20년까지 스마트 공장 1만개 확산 및 중소·중견기업 공장 1/3 스마트화를 목표로 1,108억 원 규모의 예산('17년 기준)이 보급확산에 투자

● 스마트 공장의 확산은 기업의 규모와 업종에 따라 상이하게 추진될 필요가 있으며, 일정규모 이상의 기업에서 우선 도입이 검토되어야 함

- 기업이 차지하는 가치 사슬에서의 위치, 보유하고 있는 R&D 역량 등에 따라 도달 가능한 스마트화의 수준은 상이할 수 있음
- 규모 및 업종의 특성 및 니즈에 따른 차별화된 지원전략 실행이 요구되며, 다양한 요소 기술이 성과를 확보하기 위해서는 일정규모 이상의 기업에서 우선 도입이 검토되어야 함

※ 스마트 공장 확산을 위해서는 대기업과 협력업체의 연계가 필수적

- 또한 현장의 스마트 공장 도입 동기가 비용 절감 및 공정 관리 개선에 맞추어져 있는 상태이므로, 스마트 공장이 제품 혁신을 통해 기업에 도움이 된다는 인식이 함께 확산되어야 함

- 중소·중견기업에 부족한 전문 인력 양성, 지원 서비스 체계 구축, 정보 교류 및 기술 이전 등을 위한 협력 및 확산 네트워크 구축 지원 필요

■ 스마트 공장 기술 역량이 글로벌 제조 혁신 주도로 이어지기 위해서는 표준화에 대한 접근이 동시에 이루어져야함

- 국제 표준화에 적극 참여하여 기술적 열위를 상쇄할 수 있는 전략을 강화함으로써 핵심 기술 종속 및 시장 주도권 경쟁에 대비할 필요

- 통신, IoT기술을 기반으로 한 스마트 공장 분야의 표준화에 대한 적극적인 참여는 우리나라의 기술적 열위를 상쇄할 수 있는 전략이 될 수 있음

- 글로벌 표준화에 대한 참여와 선도를 통해 우리나라의 취약 기술분야를 보완하고, 스마트 공장 관련 기술 및 시장 주도권 경쟁에 참여해야 함

- 장비·SW·시스템의 통합·연계를 위해 표준화된 요소 기술 개발에 지원하고 표준-R&D의 연계 과제 강화

참고문헌

국가과학기술심의회 (2017), 18년도 정부 연구개발 투자방향

미래부 미래준비위원회 외 (2017), 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비

산업기술평가관리원 (2016), 스마트 공장 R&D 로드맵

산업통상자원부 보도자료(2016), 스마트 공장, 지난 2년간의 성과점검 및 재도약 다짐

송하덕 외 (2016), 인터스트리 4.0 표준 분석 및 한국의 스마트공장 표준화

홍승호 외 (2015), 스마트공장 발전전략 수립 및 고도화 계획 (보급 및 보안 분야)

KISTEP (2016), 이슈페이퍼 2016-03 “스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향”

KISTEP (2016), 제4차 산업혁명 시대, 미래사회 변화에 대한 전략적 대응 방안 모색

KISTEP (2016), 제조업 스마트화를 위한 국가 R&D 전략

STEPI (2016), 4차 산업혁명시대 산업트렌드와 제조업의 대응전략

OECD (2016), Enabling the next production revolution

■

저자 소개

|

김 선 재

한국과학기술기획평가원 성장동력사업실 부연구위원

T. 02-589-5268

E. sjkim@kistep.re.kr

KISTEP Issue Paper 2017-07

발행일 2017년 8월

발행처 한국과학기술기획평가원

서울시 서초구 마방로 68 동원산업빌딩 9~12층

T. 02) 589-2200 F. 02-589-2222 <http://www.kistep.re.kr>

인쇄처 (주)현대아트컴 (T. 02-2278-4482)
