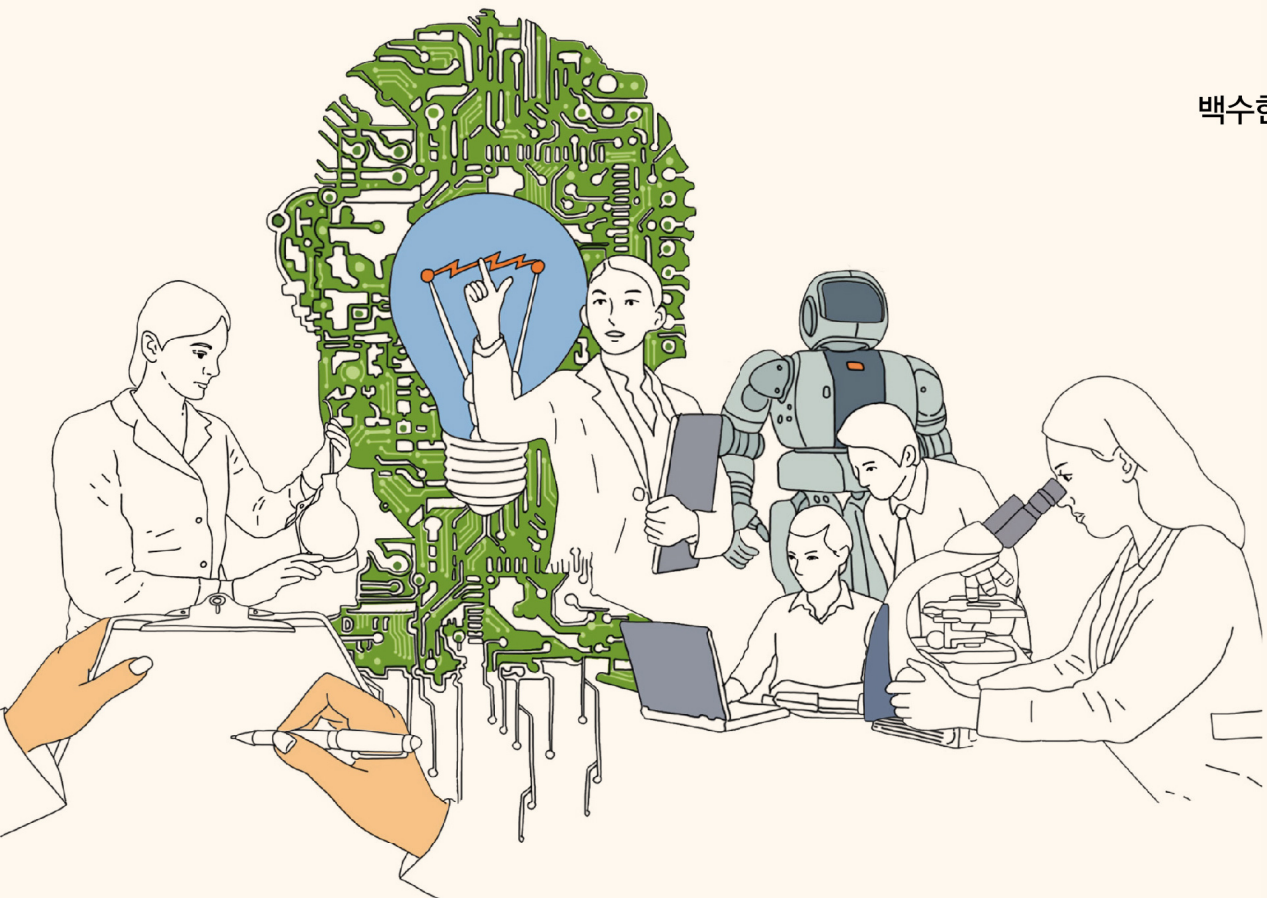


스마트제조업의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

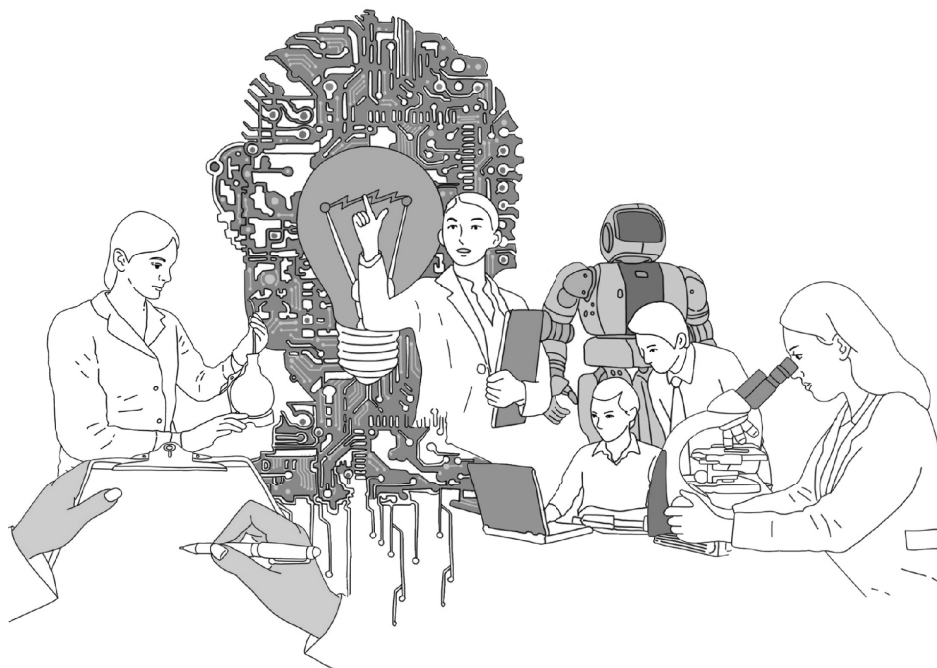
백수현



- I. 제조업의 글로벌 동향
- II. 스마트제조업의 글로벌 현주소
- III. 스마트제조업의 국제표준화
- IV. 결론 및 시사점
- V. 부록

스마트제조업의 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

백수현



I. 제조업의 글로벌 동향	3
II. 스마트제조업의 글로벌 현주소	7
III. 스마트제조업의 국제표준화	17
IV. 결론 및 시사점	23
V. 부록	26



발간사



세계 제조업은 장기적인 경기침체, 노동 원가 및 원자재 가격 상승 등으로 성장 한계에 봉착하고 있다. 최근 ICT, 센서 기술의 급속한 발전으로 성장한계 돌파를 위한 제조업의 4차 산업혁명의 시대가 열리고 있다. 4차 산업혁명은 디지털혁명으로 정의되는 3차 산업혁명의 기반 위에 디지털, 바이오 등 기술 간 융합으로 새로운 창조를 이루어낼 것으로 예상된다.

지난 1월 스위스 다보스에서 열린, 제46차 세계경제포럼(WEF) 연차 총회에서는 세계 경제의 저성장 구조의 대응방안 등이 논의되었다. 특히 ‘제4차 산업혁명에 대한 이해’가 핵심 주제로 다루어졌다. 독일 제조업에 혁신을 불러일으키고 있는 ‘인더스트리 4.0’이 대표적인 사례로 언급되었으며, ICT와의 융합을 통해 전통 제조 공장을 스마트한 공장으로 변모시키고 있다. 독일, 미국 등 선진 제조 강국은 다가오는 제4차 산업혁명을 준비하는 한계돌파 전략으로 첨단제조업으로의 전환이라는 새로운 패러다임으로 등장하고 있다. 생산효율 증대, 친환경, 고객 맞춤형 생산으로 제조업 경쟁력을 강화시키고자 하는 것이다. 또한 지식재산권 침해, 지지부진한 공정혁신, 해외생산품 운송비용 및 인건비 상승 등의 이유로 해외진출 공장의 본국 회귀(reshoring)도 확산되고 있다.

우리도 ‘제조업혁신 3.0’ 활동의 일환으로 스마트공장 보급 확산사업을 전개하고 있다. 이러한 활동이 제대로 성과를 내기 위해서는 스마트공장 정책의 현주소와 표준화 전략에 대한 종합 점검이 필요하다. 또한 독일의 ‘인더스트리 4.0’ 초기 활동에 대한 냉정한 평가를 타산지석으로 삼아 곧 다가올 제4차 산업혁명의 파도를 넘어야 한다. 본 이슈페이퍼는 스마트제조의 국제 표준화 추진, IT 보안과 데이터 거버넌스, 법적·정책적 문제, 교육 및 인재육성, 가치사슬 전체에서의 해결방안을 종합적으로 모색하였다.

끝으로 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 개인적인 견해이며, KISTEP의 공식적인 의견이 아님을 밝힌다.

2016년 3월

한국과학기술기획평가원 원장 박 영 아



I. 제조업의 글로벌 동향

▶ 짧아지는 제품수명과 빨라지는 신제품 출시주기, 소비자의 높은 기대수준을 맞추기 위해서는 개인화된 제품생산과 신제품 출시가 가능한 스마트제조를 준비해야 함

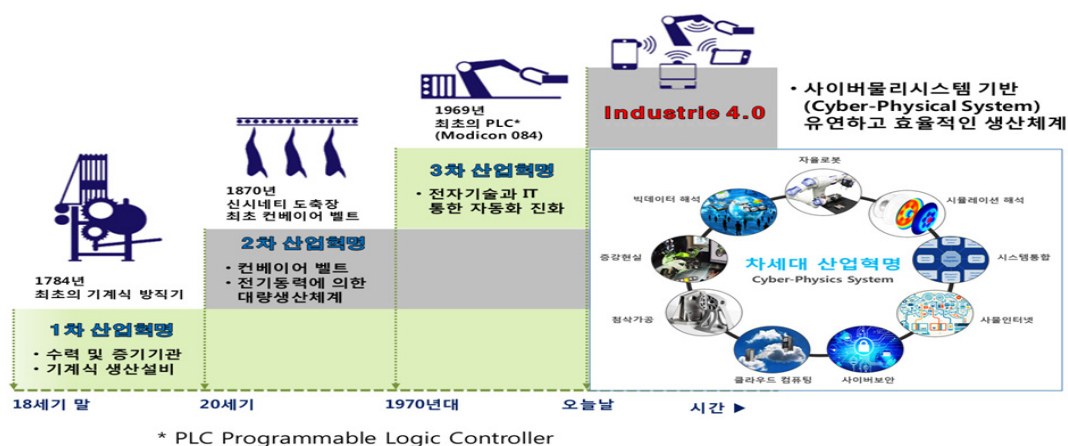
● 미국, 독일, 일본은 글로벌 금융위기 이후 자국의 장점을 기반으로 궁극의 미래 제조업과 서비스 산업의 생태계를 연계하는 제4차 산업혁명을 주도

● 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 IT기술로 통합, 최소비용, 시간으로 고객맞춤형 제품 생산을 위한 자동화 및 다품종 생산이 가능한 유연생산체계 필요

▶ 미국, 독일, 일본 등 제4차 산업혁명 선도국은 사람, 기계설비, 공장 등 모든 사물을 네트워크로 연결하는 초연결 통신기반의 글로벌 표준을 선점

● 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 사이버 물리시스템(Cyber Physical System, CPS), 빅데이터와 인공지능, 로봇 등을 연계한 시너지 효과를 살리면서 자국의 강점을 기반으로 글로벌 표준을 전략적으로 구축

● 단순히 제조업의 혁신생태계를 선점하는데 머무르지 않고, 전 산업과 경제사회시스템의 글로벌 운용체계를 장악하는 차세대 산업혁명 차원의 접근



(출처 : 인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략, NIA, '14.5월)

〈그림 1〉 기술변화에 따른 산업혁명 단계

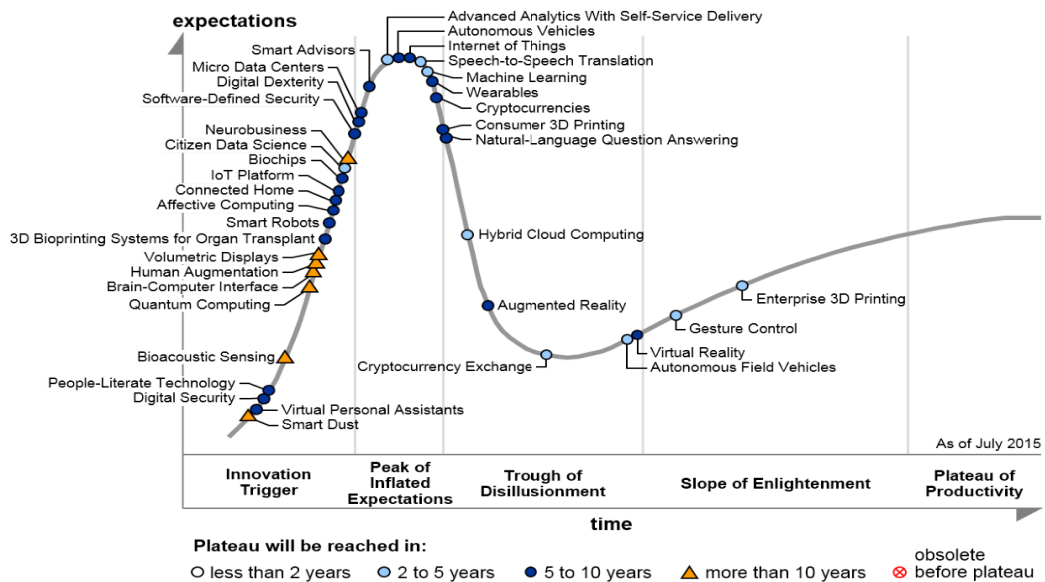


스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

▶ 다양한 기술융합을 통해 제품과 서비스가 결합된 다양한 신시장 창출하여 기존 영역의 경계를 넘어서는 혁신적 변화를 리드

● Gartner는 미래 유망기술로 디바이스 메시, 경계없는 사용자 경험, 3D 프린팅 소재, 만물정보, 진보된 학습기계, 자율지능형 기기, 능동형 보안 아키텍처, 매시업 및 서비스 아키텍처, 사물인터넷 아키텍처와 플랫폼을 선정

※ Gartner(미국의 정보 기술 연구 및 자문 회사)가 매년 2천여 개 기술을 분석해 최근 관심이 집중되는 기술과 미래 파급력이 높은 기술을 거시적인 관점에서 소개하는 보고서



(* 출처 : Gartner website, '15.7월)

〈그림 2〉 신기술 하이프 사이클(Hype Cycle)

▶ 미래의 제조업은 기존 제조방식이 없어지지 않는지만 제품 생산의 구조와 개념이 네트워크화 되고 분산생산 형태로 변화

● 기존 생산설비와 함께 개인 소유의 3D 프린터나 팹 랩(Fab. Lab) 등 팹 커뮤니티의 다양한 생산설비가 인터넷에 연결되어 모든 사물이 네트워크화

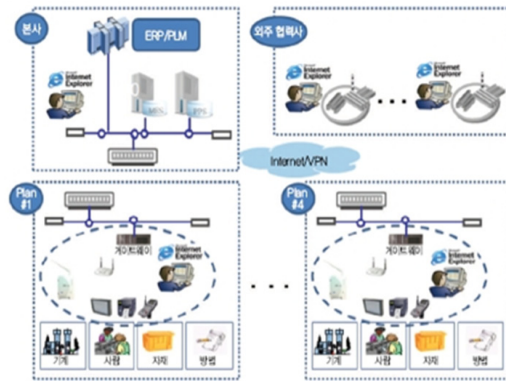
● 생산설비 네트워크화를 기반으로 다양한 주체에 의한 분산적 생산이 크게 증가할 것으로 예상



I. 제조업의 글로벌 동향



〈그림 3〉 네트워크화



〈그림 4〉 분산생산

■ 제조공정이 완전 자동화되고, 유지관리를 위한 노동인력이 불필요해지면서 제조업의 회귀현상 및 수평분업화

- 범용제품 대량생산을 위한 기존의 대형 해외진출 제조기업이 공정 자동화 및 인력감원에 따라 본국으로 회귀하는 현상(리쇼어링) 발생
- 3D 프린터로 인쇄할 수 있는 신소재의 연구·개발이 진전되고, 3D 프린터로 다양한 소재의 인쇄가 가능
- 개인이 웹 앱 등을 활용하여 제작한 다양한 제품을 대기업공장이 대량생산하고, 중·소기업은 대기업 계열을 벗어나 지역에 특화된 상품을 소량 제조하는 오픈 팩토리로 전환

■ 제품의 기획·설계, 생산, 유통·판매 등 전 과정을 정보통신기술로 통합하고, 최소 비용·시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 미래형 공장

- 핵심기술인 사물인터넷, 사이버물리시스템을 기반으로 제조의 모든 단계가 자동화·정보화(디지털화)되고, 가치사슬 전체가 하나의 공장처럼 실시간 연동되는 생산체계 지향
- 사물인터넷에 의한 소재·제품·기기의 지능화를 통하여 과거의 경직된 중앙집중식 생산 체계에서 모듈단위의 유연한 분산자율 제어 생산 체계로 변화



스마트제조와 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

■ 글로벌 금융위기 이후 세계 제조업은 장기적인 경기 침체와 노동 원가 및 원자재 비용 상승 등으로 성장 한계에 봉착

- 독일·미국 등 제조 강국은 새로운 제조 패러다임을 통한 생산효율 증대, 친환경 고객 맞춤형 생산으로 제조업 경쟁력 강화에 대한 필요성 제기
- 숙련공 부족, 고령화뿐만 아니라 고객수요의 급격한 변화로 제품 수명주기가 짧아져 기업은 다양한 제조회경 변화에 대응하기 위하여 높은 품질수준과 생산성 효율을 확보해야 생존 가능한 시대에 직면
- 지식재산권 침해, 지지부진한 공정혁신, 해외생산품 운송비용 및 인건비 상승 이유로 해외진출 공장들의 리쇼어링(Reshoring)* 분위기 확산

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

〈표 1〉 미국·일본 기업의 리쇼어링 사례

GE	– 중국과 멕시코에서 켄터키 주 루이빌로 공장 이전 – 총 9억 9400만 달러 투자 – 세제지원과 기술유출, 멕시코 인건비 상승이 주 이전 이유
보잉	– 일본에서 워싱턴으로 비행기 날개 생산라인 이전 – 2만여 개의 직간접적 일자리 창출 예상 – 주정부의 87억 달러에 달하는 세제지원과 숙련인력 확보가 이전 이유
혼다	– 도쿄 인근 사이타마현에 300억 엔을 투자 30년 안에 일본 내 공장 증설 – 베트남과 홍콩에 있는 오토바이 생산기지 일부를 일본으로 재이전 계획
파나소닉	– 중국에서 전량을 생산하는 전자레인지는 고베에서, 50~60%를 중국에서 생산하는 세탁기와 에어컨은 각각 시즈오카와 시가현에서 생산 추진
소니	– 화상 센서의 일본 국내 제2공장에 2015년까지 약 350억 엔을 투자해 생산능력 10% 증강목표 – 엔저로 수출경쟁력 확보되고 있어, 판매가 증가하면 투자 확대 방침



II. 스마트제조 글로벌 현주소

가. 독일

■ 독일은 제조업 지원으로 세계시장의 수출 점유율 1~3위를 기록하는 히든챔피언을 1,300개 이상 보유한 세계 최고 수준의 제조 강국으로 자리매김

● 독일의 글로벌 대기업과 B2B 중심의 중소기업들이 자동차, 기계, 화학, 의약 산업 등에서 세계 최고 수준의 위상을 확보

● 독일 전역에 300여 개의 클러스터가 존재하며 각 지역 클러스터 내에서는 기업, 연구기관, 대학이 협력관계를 형성하고 함께 기술개발에 참여

■ 독일은 첨단기술전략(High-Tech Strategy) 2020을 수립하고 제조회환경변화에 대응하기 위한 인더스트리 4.0으로 민·관·학 프로젝트를 추진

● '12년부터 '15년까지 2억 유로의 정부예산을 투자하여 제조회장과 정보통신기술을 접목한 형태의 새로운 제조방식을 모색

● 네트워크에 연결된 기기가 자율적으로 공동작업하는 M2M, 네트워크를 통해 얻을 수 있는 빅데이터 활용, 생산부문과 개발 - 판매 - ERP - SCM - PLM 등의 업무시스템과의 연계

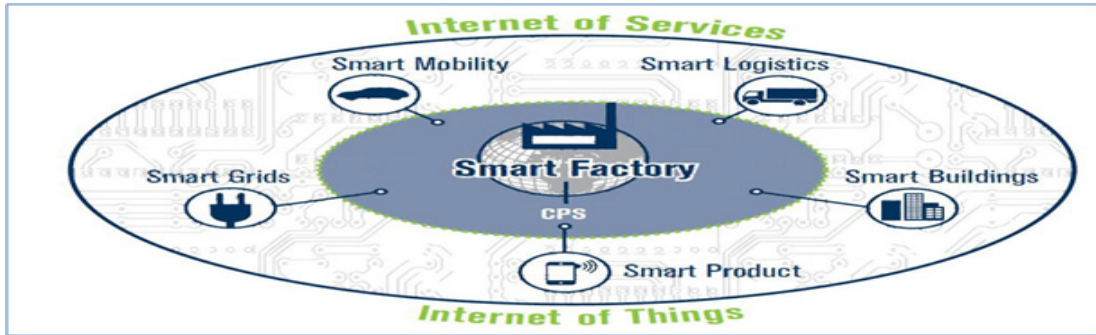
■ 인더스트리 4.0의 궁극적 실현방식인 스마트팩토리는 개별객체의 나열이 아닌 전체 비즈니스에 포함된 모든 객체가 초연결되는 형태로 진화

● 사물인터넷(IoT)은 사물간 완전한 정보교환이 가능하도록 사물에, 센서나 Data취득이 가능한 구조의 인터넷을 연결하여 최적화된 상품제조 플랫폼을 만들어 나갈 수 있게 하는 기술 구현

● 서비스인터넷(IoS)은 전 비즈니스에서 발생하는 업무(job)들에 대하여, 영역(Domain), 전문분야(Discipline), 시스템(System), 벤더(Vendor), 장소(Location), 협력사(Partner), 서비스(Service)분야의 운영시스템을 상호 연결



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향



(* 출처 : 독일인공지능연구소, 2011)

〈그림 5〉 IoT, IoS 구성 요소로서 스마트 팩토리 위치

▣ 독일은 최근 제조업 혁신전략인 ‘인더스트리 4.0’의 지난 2년간 추진성과를 분석하고 실용성과 실행력을 강화해 재추진 선언(‘15.4월)

※ 민간단체 중심에서 독일정부(경제에너지부/교육연구부) 주도 선언(‘15.4.15)

● 사물인터넷, 사이버 물리시스템 등 스마트공장과 관련된 기술표준의 개발 지연과 데이터 보안 문제 미해결로 실용화가 멀어졌다는 지적이 제기

● 중소기업의 입장에서 시스템 도입 시 막대한 초기 투자비용과 경쟁사에 자사 제조공정 데이터가 유출될 가능성 등이 적극 수용에 걸림돌로 작용

▣ 독일은 철저한 현상분석을 통해 ‘인더스트리 4.0’의 초기 접근방법의 결점을 보완한 ‘플랫폼 인더스트리 4.0’으로 전환

〈표 2〉 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 - 참조아키텍처 및 표준화 - 연구 및 혁신 - 연결된 시스템에서의 보안 - 인력 육성, 교육 - 법적, 정책적 조건
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

* 출처: 포스코경영연구원(2015), ‘다시 시작하는 인더스트리 4.0’.



Ⅱ. 스마트제조 글로벌 현주소

나. 미국

▲ 미국 대통령의 과학기술자문위원회(PCAST)*의 권고로 첨단제조파트너십(AMP)** 프로그램 발족('11년 6월)

● 미국 정부는 향후 5억 달러 이상 투자를 약속하며, 미 연방정부에 의해 추진될 핵심단계(Key Step)를 발표

- ▶ 국가 안보 및 산업에 관련한 제조 역량의 강화
- ▶ 첨단 물질의 개발 및 상용화 시간 단축
- ▶ 공장근로자, 의료인, 군인 등 인간 업무를 지원하기 위한 차세대 로봇 개발
- ▶ 혁신적이고 에너지 효율적인 제조 공정 개발

* President' s Council of Advisors on Science and Technology

** Advanced Manufacturing Partnership

▲ 백악관 내 제조업 정책국을 설립하고, 상무부 NIST에 첨단 제조 국가프로그램 사무국(Advanced Manufacturing National Program Office, AMNPO)을 설치하여 제조혁신 네트워크와 첨단 제조업 파트너십 운영

● 미국 대통령에게 첨단 제조경쟁력 확보를 위한 16가지 정책권고 및 조속한 시행을 요청('12.7월)하고, 기존 도출된 초기 연구 결과와 관심을 고조시키고자 첨단 제조업 파트너십(AMP2.0)으로 보완('14.10월)

제조혁신 네트워크(NNMI) 구축		첨단 제조업 파트너십(AMP) 프로그램 2.0	
1	2013년 1월, PCAST 발표	1	2014년 10월, PCAST 발표(AMP 2.0 운영위원회 건의)
2	미국내 R&D와 혁신제품 개발을 연결하는 네트워크 구축	2	기존 AMP(2011년 5월) 과제의 연계 수행, 신규 전략 발굴
3	제조 혁신 연구소 설립(15개 구축, 최종 45개)	3	3가지 범주, 16개의 정책 권고로 구성
4	제조 혁신 연구소 5개 구축(\$ 330 M) 향후 \$ 1 Bil 확대	4	AMP 운영위원회 구성(2명 공동의장, 19명의 산학연 전문가)
5	AMNPO에서 프로그램 운영(현재 3개 연구소 구축 진행)	5	5개의 작업 팀 구성(Technologies, Workforce, NNMI 등)

* 출처 : AMNPO(2014, 2, 13), Private-Public Partnerships for U.S. Advanced Manufacturing.



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

■ 미국 정부 주도의 첨단 제조능력 확보를 목표로 범국가 차원의 연구개발 컨소시엄 “스마트 제조 선도기업 연합(Smart Manufacturing Leadership Coalition, SMLC)”을 발족하여 활동기반 조성

- 스마트제조를 위한 개념 수립부터 기술 목표, 로드맵 및 역할분담 등의 구체적 실행 방안을 제안하고, 이를 시행하는 것이 목표
- “21세기 스마트제조” 모범 사례*를 구현하는 데 주력하면서, 인터넷 프로토콜(IP)이 가능한 네트워크(산업용 이더넷), 정보 인프라(하드웨어 및 소프트웨어), 지능형 연결 장비(센서, 액추에이터)를 활용

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

■ 스마트 제조 선도기업 연합에서는 관련 연구를 통하여 2020년 기준으로 달성해야 할 정량적·정성적 평가 항목과 목표를 제시

〈표 3〉 스마트제조 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

* 출처 : PCAST(2012), Report to the President on capturing domestic advantage in advanced manufacturing.

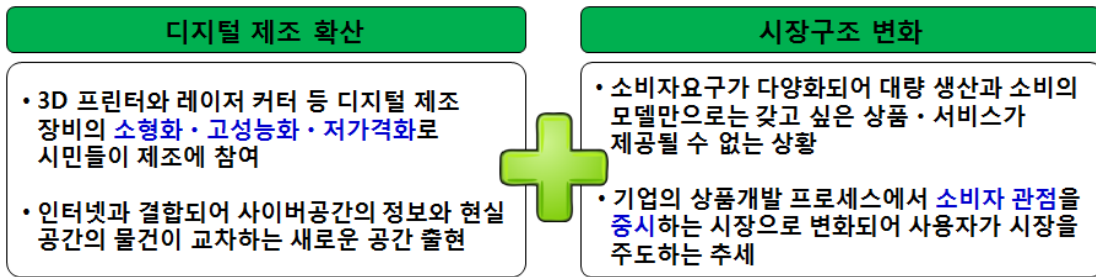


II. 스마트제조 글로벌 현주소

다. 일본

▶ 팩(Fab) 사회 출현, 디지털 제조(Digital Fabrication)와 맞춤형 제품수요 증대

- 디지털 제조장비가 점차 소형화·범용화됨에 따라 점차 일반대중으로 보급 확대
- 소비자 니즈가 다양해지고, 맞춤형 제품 수요가 증가하면서 기존의 소품종 대량생산을 대체할 생산방식 필요



* 출처: 일본 총무성(2015.7), 팩 사회 추진전략, Digital Society 3.0.

▶ 일본 정부는 ‘과학기술혁신종합전략’과 ‘일본부흥전략’ 일환으로 “전략적 혁신창조 프로그램(SIP)”과 “혁신적 연구개발지원 프로그램(ImPACT)”의 두 축 전개

- 2014년 기준, SIP는 예산 517억 엔으로 3개 정책이슈 부문별 10개 연구개발과제 중심으로, ImPACT는 550억 엔으로 5개 주제별 12개 연구과제 선정

전략적 혁신 창조 프로그램(SIP)		혁신적 연구개발지원 프로그램(ImPACT)
에너지 정책이슈	차세대 인프라	자원제약의 극복과 제품 제조능력 혁신
- 혁신적 연소 기술	- 자동운전 시스템	생활양식을 변화시키는 혁신적 에너지 절약과 환경보전
- 차세대 전력전자기술	- 인프라 유지보수/관리기술	정보 네트워크 사회를 뛰어넘는 고도의 기능화 사회 실현
- 혁신적 구조 재료	- 재해장비 및 예방기능 강화	저출산·고령화 사회의 쾌적한 생활환경 제공
- 에너지 저장		자연재해와 위험의 영향 제어 및 피해 최소화
- 차세대 해양자원 조사기술		
지역 자원		
- 차세대 농수산업 창조기술		
- 혁신적 설계/제조 기술		

* 출처: CSTP(2013. 12), Comprehensive Strategy on Science, Technology and Innovation of Japan, and Strategic Partnership with Europe, 일본 내각부.



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

라. 한국

■ “제조업 혁신 3.0전략”과 연계, 2020년까지 스마트공장 1만개 확산을 통해 중소·중견 공장(20인 이상)의 약 1/3을 IT기반 생산관리가 가능토록 스마트화 추진

● 전자(삼성), 자동차(현대) 등 업종별 대표기업을 중심으로 스마트공장 확산, 스마트공장 표준·인증 도입 등 민간 주도로 자발적인 확산방안 마련

※ 확산목표(기업 수) : ('15) 1,000개 → ('17) 4,000개 → ('20) 10,000개

※ 전자(삼성·LG 포함) 120개, 자동차(현대 포함) 100개, 기계(두산·효성 포함) 50개, 패션(제일모직 포함) 25개 등 '15년 8개 업종, 350개 이상 협력기업 스마트공장 지원

〈표 4〉 제조업 혁신 3.0 전략

추진전략	세부과제
스마트공장 확산	· 2020년 스마트공장 1만개 육성 · 8대 스마트제조기술 개발
창조경제 신산업 창출	· 고속 수직이착륙 무인기 · 개인맞춤형 건강관리시스템 · 극한환경용 해양플랜트 등
지역 산단 스마트화	· 17개 지역 산단 혁신 · 생활문화기반 구축 · 지역특화산업 대기업 주력분야 연계
사업재편촉진·혁신조성	· 스마트 자동차 등 융합 신제품 인허가 패스트 트랙 활성화 및 시범 특구 도입

* 출처: 산업통상자원부(2015), 제조업 혁신 3.0전략 추진과제

■ 참여기업이 자사의 수준과 현황에 맞는 스마트공장 구축에 활용가능토록 기업 분야 및 수준별로 개발한 모델 제시(대한상공회의소, '14.10월)

● 중소중견(뿌리기업)기업의 해당 10개 업종(부품 조립, PCB 제작, 주조, 금형, 도금, 프레스, 정밀가공, 사출성형, 제약, 화학·섬유)에 맞춤형 적용 보급



II. 스마트제조 글로벌 현주소

구분	현장자동화	공장운영	기업자원관리	제품개발	공급사슬관리
고도화	IoT/IoS 기반의 CPS화				인터넷 공간상의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
	IOT/IoS화	IoT/IoS(모듈)화 빅데이터 기반의 진단 및 운영		빅데이터/설계·개발 가상시뮬레이션/3D프린팅	
중간수준2	설비제어 자동화	실시간 공장제어	공장운영 통합	기준정보/기술정보 생성 및 연결 자동화	다품종 개발 협업
중간수준1	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기준정보/기술정보 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

(* 출처 : 대한상의, '14.10)

〈그림 6〉 스마트공장 참조모델 수준 총괄표

■ **현행 분산적 추진 체계를 일원화하고 정책 수요자 중심의 사업 전개를 위해 「민관합동 스마트공장추진단」 설립('15.7월)**

- 국제표준 등 국가 간 경쟁에 대응하고 인증제, 상호호환성센터 운영 등 사업규모의 확대가 예상되어 전담기구가 필요
- 스마트공장 추진전략 수립, 보급사업 총괄, 표준·인증 개발·운영, 인력양성, 고도화 기술개발 기획, 공급 산업 경쟁력 강화 지원 등이 필요



〈그림 7〉 스마트공장 추진단 조직 구성('15.7월)



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

■ 스마트공장 요소기술은 크게 애플리케이션, 플랫폼, 디바이스로 구분되며, 이들 기술의 정의와 응용분야는 다음과 같이 분류할 수 있음

〈표 5〉 스마트공장 요소기술

분류	정 의	응용분야
애플리케이션	- 스마트공장 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 - 애플리케이션은 디바이스에 의해 수집된 데이터 가시화 및 분석할 수 있는 시스템으로 구성	공정설계, 제조실행 분석, 품질분석, 설비보전, 안전/중감작업, 조달/고객대응
플랫폼	- 스마트공장 IT 솔루션의 하위 디바이스에서 입수한 정보를 최상위 애플리케이션에 정보 전달역할을 하는 중간 소프트웨어 시스템으로 디바이스에 의해 수집된 데이터를 분석하고, 모델링 및 가상 물리 시뮬레이션을 통해 최적화 정보 제공 - 각종 생산 프로세스를 제어/관리하여 상위 애플리케이션과 연계할 수 있는 시스템으로 구성	생산빅데이터 애널리틱스, 사이버 물리 기술, 클라우드 기술, Factory-Thing 자원관리
디바이스	스마트공장 IT 솔루션의 최하위 하드웨어 시스템으로 스마트 센서를 통해 위치, 환경 및 에너지 감지하고 로봇을 통해 작업자 및 공작물의 위치를 인식하여 데이터를 플랫폼으로 전송할 수 있는 시스템으로 구성	컨트롤러, 로봇, 센서 등 물리적 컴포넌트

■ 스마트공장과 관련한 애플리케이션 및 플랫폼은 수평적·수직적 통합, 스마트 디바이스는 기기 간의 연결이 주된 이슈로, 전 세계적으로 시스템 공급업체들을 중심으로 요소기술 혁신 및 통합 전개

- 해외 제조애플리케이션 공급기업은 자사 솔루션의 영향력을 늘리기 위해서 각자의 독립된 플랫폼을 제공하고 있음
- 기존의 엔지니어링 소프트웨어 공급기업과 비즈니스 솔루션 공급기업도 서비스하던 솔루션의 영역을 점차 넓혀가고 통합하는 추세로 발전



II. 스마트제조 글로벌 현주소

- 산업용 제조디바이스 업체들이 쉽게 접근할 수 있는 산업용 IoT, 빅데이터와 같은 플랫폼 전문기업의 제조업지원 솔루션의 개발이 이루어짐
- 단순 자동화에서 벗어나 센서를 통해 다양한 기기 상태 정보를 전송하고, 기기에서 이를 실시간 피드백을 통해 제조기기에 반영할 수 있는 다양한 스마트 디바이스 출시의 가속화

〈표 6〉 스마트공장 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), Dessault 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

* 출처: 산업연구원(2013), 초연결시대 사물인터넷의 창조적 융합 활성화 방안 수정.

■ 스마트공장의 핵심 요소기술인 생산설비(PLC)*, 센서, 기반 S/W (ERP, MES, CAD) 등의 솔루션은 대부분 글로벌 기업의 기술에 종속

* Programmable Logic Controller로 산업 플랜트의 자동 제어 및 감시에 사용하는 제어 장치

- 컨트롤러, 서브모터/드라이브 등 핵심부품, High-End의 장비, 유연생산 운용솔루션 등 스마트공장의 핵심요소 대부분은 독일, 미국으로부터 수입
- PLC 제품은 LS산전과 같은 전문기업의 활동으로 약 33%의 국내 시장점유율을 확보하고 있으나, High-end의 시장점유율은 외산의 공격적 시장 전략으로 인해 쉽게 높아지지 않고 있는 수준임



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

● MES, ERP등의 솔루션은 삼성 SDS, LG CNS, SK C&C와 같은 국내 SI업체들의 활동으로 글로벌 기업과의 경쟁에서 다른 요소기술에 비해 많이 뒤처지지 않는 수준이지만, GE, 로크웰, 지멘스, Applied Materials 등의 해외 기업들이 다양한 산업 분야에 강세를 보이고 있음

■ 산업부는 3대 기술개발 추진방향을 설정하고 장기 로드맵을 개발하여 향후 스마트공장 기술개발 정책에 반영(2015년 하반기)

〈표 7〉 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 추진시 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 제조 서비스화 구현 2) CPS, IoT, 시뮬레이션 등의 기술을 기반으로 기획·설계-생산-물류·유통의 제조 전과정이 첨단화·통합

* 출처 : 산업부(2015)



Ⅲ. 스마트제조 국제표준화

▲ 독일 등 스마트제조 선도국가가 국제표준을 선점할 경우, 무역장벽으로 활용될 수 있어 기술표준 개발과 국제표준화 활동에 적극 참여 필요

- 스마트공장을 주도하고 있는 독일은 다국적기업, 대학 및 연구기관 간 협력으로 시범공장 및 표준화 추진(예: DIN, DKE, Fraunhofer 등)
- 공장 내·외부의 다양한 기기 및 사물 간 연결성을 높이기 위하여 다양한 솔루션 및 기업 간 네트워킹과 통합을 위해서 공통의 국제표준 필요

▲ 국제전기기술위원회(IEC) 등 공적 국제표준화기구의 스마트제조 관련 표준화 활동은 산업데이터, 산업기기 및 시스템 등 표준 간 상호운용성 확보에 초점

- 현재 스마트공장 관련 기술위원회(TC)를 준비하기 위한 IEC SG8을 비롯하여 기존 IEC TC 65와 ISO TC 184 활동과 연계하여 추진

〈표 8〉 스마트공장 관련 국제표준화기구

IEC SG8	Industry 4.0 – Smart Manufacturing
IEC/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 아키텍처 (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



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

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

● IEC SG8은 '14.11월(Singapore)부터 '15.3월 (Sao Paulo)까지 TC(기술위원회) 준비를 위하여 9개국*이 참여하여 현재까지 3차례 공식회의 진행

* 미국, 독일, 스웨덴, 일본, 중국, 프랑스, 영국, 브라질, 한국

[참조] 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/SC 간의 도메인 영역 중복 또는 잠재된 문제점 모니터링

● 현재 활동중인 IEC SG8에서의 결과물은 2016 Frankfurt IEC Plenary Meeting에서 보고하기로 Singapore회의에서 결정('14.11월)

[참조] IEC SG8의 활동 결과물

- ① 로드맵 문서(Roadmap document)
- ② 아키텍처 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)

● 스마트그리드 표준로드맵(Link-<http://smartgridstandardsmap.com/>)은 IEC SG 3의 아키텍처 프레임에 근거하여 작성됨에 따라, SG8에서도 이를 참조하여 미국 주도하에 표준 로드맵 초안 작성 후 발표('15.10월)

[참조] 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



Ⅲ. 스마트제조 국제표준화

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

● 로봇, 공작기계, 산업데이터 등 산업자동화의 핵심 분야에 대한 국제표준화를 통해 각국 기술의 국제 표준 선점 기반을 마련

[참조] 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 프레임워크 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

[참조] 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

● SC4는 산업데이터 품질관리 표준안(ISO 8000)을 제정하고 있는 위원회로 형상 설계 데이터와 재질 및 기능 사양, 라이브러리, 프로세스, 생애주기, 품질 등과 관련된 모든 산업 데이터를 포함한 표준화 활동 담당

● SC5는 스마트 제조와 가장 밀접한 아키텍처 및 통합 분야의 소위원회로서 주요 표준은 ISO 15745, 16100, 20242 및 ISO/IEC 62264로 구성

● SC5의 가장 큰 표준화 작업인 ISO/IEC 62264는 기업전체 관점에서 제조 관련 각 영역(도메인), 구성요소(액터) 및 인터페이스 정의에 대한 표준임



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

■ (oneM2M) 전 세계 7개 표준화 기관이 글로벌 사물인터넷 서비스 플랫폼 표준기술을 개발하기 위하여 결성된 파트너십 프로젝트('12.7월)

※ TTA(한국), ETSI(유럽), TTA, ATIS(북미), ARIB, TTC(일본), CCSA(중국)

- 이동통신 사업자, 솔루션 업체, 네트워크 제조사 등 226개 회원사가 가입, 기술총회 산하에는 기술규격 개발을 담당하는 5개 워킹그룹이 있음
- WG 1에서는 유저 케이스 및 요구사항을 개발, 개발된 요구사항을 바탕으로 WG 2에서 시스템 구조를 설계하고, WG 3에서 상세프로토콜을 개발
- 국내 회원사 : Dt&C, 이루온, 전자부품연구원, ETRI, 인터디지털 아시아, 가온미디어, KT, LG전자, LG U+, 씨프로, 모다정보통신, NIPA, 엔텔스, 삼성전자, SKT, 국가보안연구소, HERIT 등

■ (IEEE P2413) P2413 프로젝트를 공식 개시('14.6월)함으로써 IoT 아키텍처 구축을 통해 더욱 다양한 산업과 기술 영역으로의 확장

- IEEE P2413 표준은 사물인터넷 교차 도메인 간의 상호작용을 증진하고 시스템 간의 호환성 및 기능들의 적용성을 높임으로써 사물인터넷 관련 산업 및 서비스 부흥에 기여
- 홈 자동화 및 산업 시스템 등 향후 IoT가 적용될 것으로 기대되는 부문의 커넥티드 기기와 어플리케이션들 간의 상호운용성을 담보하는 프레임워크를 구성하는 것이 목표
- IEEE P2413 워킹그룹의 최우선 과제는 타 플랫폼에서 유입되는 데이터를 공동의 이해가 가능한 데이터객체로 변환하는 것으로, 2016년 표준배포가 목표
- Cisco Systems, Huawei, GE, Oracle, Qualcomm, ZigBee Alliance 등 23개 개발 업체 및 조직 참여

■ 한국 산업계의 표준 활용 현황 및 요구사항을 조사분석하여, 제조현장에서 적용 가능한 표준라이브러리 제공 및 표준화 로드맵 개발('15.12월)

※ 국가표준, 국제 공적 표준(IEC, ISO 등) 및 주요 국제 민간표준(IEEE, ISA 등) 중심

- 국내외 주요 표준 및 표준 개발기구 현황, 산업계 표준활용 현황 및 표준화 요구사항 등을 정리하여 스마트공장 표준 라이브러리 구축



Ⅲ. 스마트제조 국제표준화

- 표준 라이브러리에서 도출된 표준 현황, 표준 GAP분석을 바탕으로 장기적으로 국내 기업이 활용 가능한 표준화 로드맵 마련

〈표 9〉 스마트공장 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	전기전자 안정과 관련된 시스템 공정산업용 안정성기능이 구현된 시스템
정보보안	IEC 62443	자동화 정보보안

- 국제표준 적시 도입 및 활용을 확대하여, 국내 스마트공장을 확산시킴으로써 국내 기업의 수출기반 및 경쟁력 제고기반 마련

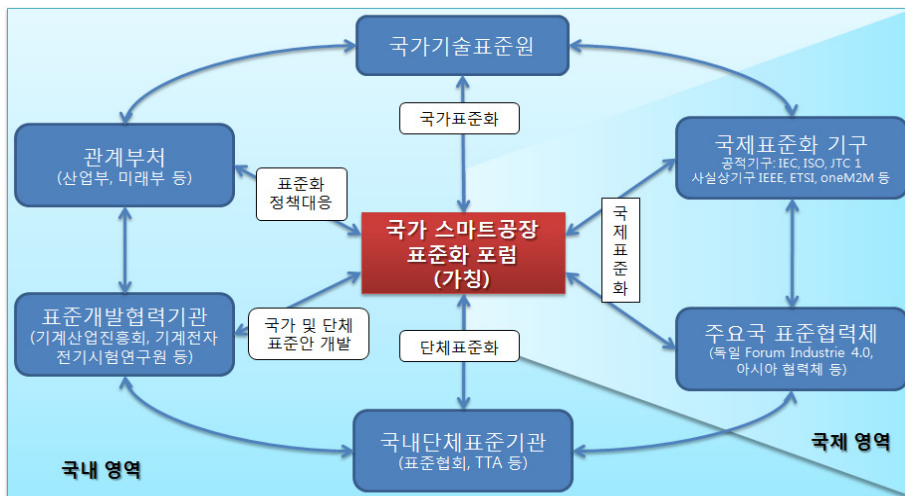
- 스마트공장 국제표준의 KS도입 및 표준 적용 가이드라인 개발('16~)
- 기계설비·제어·전기·전자·정보·통신 등 다양한 스마트공장 산업계 간 정확한 의사소통을 위한 스마트공장 표준 용어사전 개발·운영('16~)
- 부품 및 공정번호, 장비버전 등 제조정보를 관리할 수 있는 스마트공장 객체식별자 관리체계 구축('16~)



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

■ (표준화 포럼) 국내외 스마트공장 표준화 주요이슈에 대응하고 국내 전문가 네트워크 활용한 표준화 활동체계 구축

- 국내 표준화프레임워크(RA) 개발('15.4월~10월) 후 스마트공장 인증기준 KS 규격화('16~)
- 스마트 제조의 핵심이슈별 대응전문가를 발굴하여 표준기술연구회를 탄력적으로 운영하고, '16년부터 구성·운영할 표준화 포럼 기획
- 국제표준회의(IEC/SMB/SG8)를 전략적으로 유치하여, 국제·국가 표준기반의 국내 스마트공장 보급·확산에 기여



(* 출처 : 국가기술표준원, 2015)

〈그림 8〉 스마트공장 표준화 포럼 추진(안)



IV. 결론 및 시사점

IV. 결론 및 시사점

■ 4차 산업혁명을 이끌 제조업 혁신전략인 독일 ‘인더스트리 4.0’은 지난 2년간 성과를 냉정히 분석, 실용성과 실행력을 강화해 재무장(15.4월)

- 사물인터넷, 사이버 물리시스템 등 스마트공장과 관련된 기술표준의 개발 지연과 데이터 보안 문제 미해결로 실용화가 멀어졌다는 지적이 제기
- 중소기업의 입장에서 막대한 초기 투자규모와 경쟁사에 자사 제조공정 데이터가 유출될 가능성 등이 적극 수용에 걸림돌로 작용
- 시장에 적합한 연구를 하고, 신속한 상용화를 목적으로 표준화, IT 보안, 법적/정책적 조건 형성, 인력 육성을 새로운 과제로 ‘플랫폼 인더스트리 4.0’ 설정

저해요인	내 용
저해요인 1. 제품·기술 중심	• 제품의 기술적인 향상에만 집중하고, 고객의 니즈를 고려하지 않음 • 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
저해요인 2. 연구 중심	• 기업은 활용·응용 시나리오 또는 사업 모델을 고려하지 않은 채, 기술적 엔지니어링 관련 연구의 사고틀에 빠져 있음
저해요인 3. 이론 중심	• 산업용 인터넷 컨소시엄(industrial internet consortium) 참여 기업들 (현재 159개)은 적합한 표준을 바탕으로 시장이 필요로 하는 제품을 시의적절하게 만들어 내는 임시표준 중심으로 접근 • 반대로 독일기업은 이론적으로 완벽한 표준을 만들어 내기 위한 노력에 과도하게 치우쳐 있음
저해요인 4. 효율 중심	• 인더스트리 4.0을 단지 효율성 측면에서만 바라보는 기업들이 많음 ※ ‘프로세스 효율화’를 각자의 기업 내에서만 실행시키려고 함 • 인더스트리 4.0을 통해 협력업체나 고객사와 연결된 제조공정으로 새로운 서비스와 제품을 만들어 내려는 노력을 하지 않음

* 출처 : Hasso Platt Institut ‘Tagung zu Industrie 4.0’, Bosch Connected World 2015



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

■ 한국은 스마트공장 보급에 필요한 스마트기술의 확보를 위한 투자와 노력이 선행되고, 표준화를 위한 국제적인 공조와 노력 병행 필요

- 현재 국내 스마트공장 보급의 핵심기술은 거의 대부분 선진국의 핵심기술에 의존하고 있으며, 국제표준으로 결정된 국내 스마트기술의 부재로 향후 스마트공장 보급·확산의 한계에 직면
- 스마트공장 표준화에 있어 우리나라의 기술수준과 글로벌 시장에서의 업계 리더십을 고려하여 적용대상(산업) 등 전략적인 선택 필요
- IEC SG8 등 국제 표준화동향을 신속하게 파악하여 국내 현황에 맞게 해석하고, 표준화되지 않은 틈새 영역을 발굴하여 표준리더십을 확보

■ 국내·외 표준화 주요 이슈에 대응하고 국내 분야별 전문가 네트워크를 활용한 국제 표준화 활동 전개 필요

- 사물인터넷, 빅데이터, 사이버물리시스템 등 스마트공장의 핵심기술에 대한 균형있는 연구개발과 상호연계된 국제표준화 대응체계를 지원
- 스마트 제조의 핵심이슈별 대응전문가를 발굴하여 표준기술연구회를 탄력적으로 운영하고, 2016년부터 구성·운영할 스마트공장 표준화 포럼을 기획
- 스마트제조 관련된 국제표준화회의(IEC/SMB/SG8, '16.10월까지 활동)를 전략적으로 유치하여, 국제·국가 표준기반의 스마트공장 보급·확산에 기여

■ 독일, 미국은 보급모델을 위한 테스트베드 구축과 국제표준화에 집중하는 반면, 한국은 스마트공장 양적 보급·확산에 집중

- 국내 스마트공장 보급·확산과 더불어 지속가능한 정책추진을 위해서는 향후 적용할 중소기업이 벤치마킹할 수 있는 테스트베드 구축이 선결과제
- 미국, 독일 중심의 국제표준화 활동독주에 대응가능한 전문가 네트워크를 활용하여 국제표준화 대응체계를 갖추는 균형 있는 정책추진이 요구됨



■ 최근 스마트공장 관련 연구개발과제 추진 시 표준화 동향 조사를 연계하여 우리 기술의 세계시장 진출의 기회를 마련하는 실효적 정책지원 필요

- 연구개발사업과 표준화를 연계하여 개발기술의 실용화를 촉진하고, 既 개발된 표준을 연구개발에 활용하는 동시에 연구결과를 표준으로 채택하는 연계체제를 통해 연구의 효율성을 제고
- 미국, 유럽, 중국 등 각국의 연구개발사업과 표준화의 연계 활동을 벤치마킹하여 국내 스마트공장정책에 있어서 연계성을 고려한 실효성 있는 정책방향을 모색하여야 함
(※ 부록 참조: 융합기술분야의 연구개발과 표준화 연계)

■ 지난 2년간 추진한 독일 인더스트리 4.0 활동평가를 거울삼아 한국 스마트공장 정책의 현주소와 표준화 전략에 대한 종합점검 필요

- 독일의 스마트공장 이해관계자로부터 나온 냉정한 성과평가를 타산지석으로 삼아 한국은 ① 국제표준화 추진, ② IT보안과 데이터 거버넌스, ③ 법적·정책적 문제, ④ 교육 및 인재육성 그리고 ⑤ 가치사슬 전체의 참가 등 해결방안 모색 필요
- 국내 스마트공장 관련 다수의 분산형 과제를 향후 스마트기술의 발전수준과 개별기술간 상호운용성을 확보할 수 있도록 과제수행 주체 간 협업과 조정을 다룰 수 있는 컨트롤타워 역할 마련이 중요



부록 융합기술분야의 연구개발과 표준화 연계

1. 주요국의 R&D-표준화 연계 정책

■ 중국의 연계 정책

- 연구성과의 표준제정으로 적절히 전환하고, 표준이 기술성과와 생산력을 잇는 교량, 촉매제로서 활용
- 표준제정의 우선순위 선정 시 우수 산업 또는 주요 산업의 경쟁력 있는 표준제정을 주도분야, 협력분야, 추종분야로 구분하여 대응
- 국가과학기술발전계획에 지식재산권과 기술표준전략 실시를 통해, 지식재산권과 기술 표준을 활용하여 국가경쟁력 향상을 추진
 - 과학기술혁신의 지식재산권의 목표 강화, 지식재산권 공공서비스 체계 구축, 각 분야별 혁신주체의 지식재산권 관리능력 제고
 - 기술표준을 국가과학기술계획의 주요 목표로 추진하여 국제표준화 활동에 기업의 참여 유도를 통한 중국 기술표준의 국제표준화 제고

■ 일본의 연계 정책

- 신산업 창조전략에서 제시한 14대 정책과제 중 인재양성, 기술축적, 지적재산 중시경영의 강화를 촉구하는 방향으로 신산업 창조전략을 보완
- 특히 '기술축적' 정책과제는 기술전략맵을 활용한 효과적인 연구개발 추진, 연구개발에서의 지식재산권 획득과 표준화 추진 등을 향후 대응전략으로 설정
 - 연구개발의 초기단계에서 특허 등 지식재산권의 획득과 연구개발성과 관련 규정을 확립하고 국제표준의 제안 및 획득을 추진함
 - 연구개발성과를 과학적, 객관적으로 계측하기 위한 계측방법의 개발 및 표준화 계측 결과의 호환성 확보를 위한 측정표준 등의 기반정비



● 국제표준종합전략에서는 연구개발성과의 표준화를 통해 시장과 사회에 연구 성과를 확산함으로써 혁신을 촉진하는 전략으로 연구개발 활동과 국제표준화 활동을 일체적으로 추진해 국가차원의 국제표준화 활동을 강화하고 있음

- 구체적 방안으로 국가연구개발 평가 시 국제표준화가 기대되는 분야에 대해 선정 단계·종료평가에서 국제표준화 활동의 명확한 평가 강조
- 국제표준 획득을 통한 국가산업발전에 기대할 수 있는 분야에 대한 국가차원의 전략적 연구자금 배분을 실시할 것을 선언

■ 미국의 R&D 표준화 연계 사례

- 미국국립기술표준원도 연구개발과 표준의 전략적 연계를 위해 ‘표준조정국’을 설치하고, 스마트그리드, 사이버보안 등에 표준코디네이터 역할 수행
- 중국이 WTO에 가입하면서 사실상 표준이나 포럼표준을 중시하던 미국 정부도 공적표준을 강화하기 시작
- 미국표준화전략(USSS)에서는 ① NTTAA법(국가기술이전촉진법)에 근거한 임의규격의 이용촉진, ② 표준과 그 적용이 미국무역의 장애가 되는 것을 방지, ③ 미국형 표준의 확산 등을 전략목표로 설정

■ 유럽의 연구개발과 표준화 연계 방침

- 유럽집행위원회(EC) 6차 프레임워크(FP6)가 주관하는 연구개발 및 표준통합을 위한 프로젝트로 연구개발과 표준간의 연관성에 대한 지침서 및 분류를 개발
 - 기초과학, 응용기술, 혁신기술 및 실험적 개발 분야에 적용
 - ※ 연구개발-표준 간 인터페이스에 관한 문헌조사 및 사례연구, 연구개발과 표준화 간의 순환적인 상호의존성 강조, 연구개발과 표준화와의 공유영역 증진을 위하여 연구개발자, 표준개발단체 및 정책 입안자를 위한 가이드라인 개발



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

● 유럽의 COPRAS(COoperative Platform for Research And Standards) 추진

- 유럽표준단체 3개기관(CEN, CENELEC, ETSI), 월드와이드웹 컨소시엄 및 The Open Group은 공동으로 2007년 1월 표준화 지침서 개발
- 연구개발과 표준화 활동의 공유영역을 최적화하여 프로젝트 담당자에게 연구개발과 표준화의 인터페이스에 관한 정보를 제공하는 프로젝트
- 표준화 지침서(Standardization Guidelines)에서는 연구 프로젝트에서의 표준화 활동 및 표준단체와의 공유에 관한 지침을 제안
- 연구결과를 표준단체와 공유할 것인지 여부, 표준단체와의 협력가능성 파악, 표준화 시기의 결정, 연구개발자의 표준화 과정에 직접참여 유도 등
- 연구개발 프로젝트와 표준화 간의 격차를 해소할 수 있는 조치로 연구결과물의 사용자(제품 및 서비스 개발자)를 표준화 활동에 참여시켜 상업적 활용을 강조함으로써 결과적으로 표준화 과정의 지속을 위한 동기부여

● 유럽의 EUREKA(EUROpean REsearch COoperation Agency) 프로젝트

- EUREKA가 추진하는 시장지향적인 공동연구개발을 통해 첨단기술을 개발하여 유럽 산업의 생산성 및 경쟁력 강화를 위한 프로젝트로 1985년부터 시작되어 현재 유럽 38개국 참가
- 표준화가 EUREKA 프로젝트 연구개발의 모든 단계에 관련이 있다고 명시
- 표준을 연구개발의 공식적 내용으로 포함시켜 지속적 개발을 강화해야 하고 특허 특허와 연계한 표준전략이 필요함을 강조
- 기업이 유럽의 표준화 활동에 관여하는 경우 자금을 후원하는 EUREKA supportive measure(유레카 투자조치) 활성화 명시



2. 우리나라의 표준화 연계 추진정책

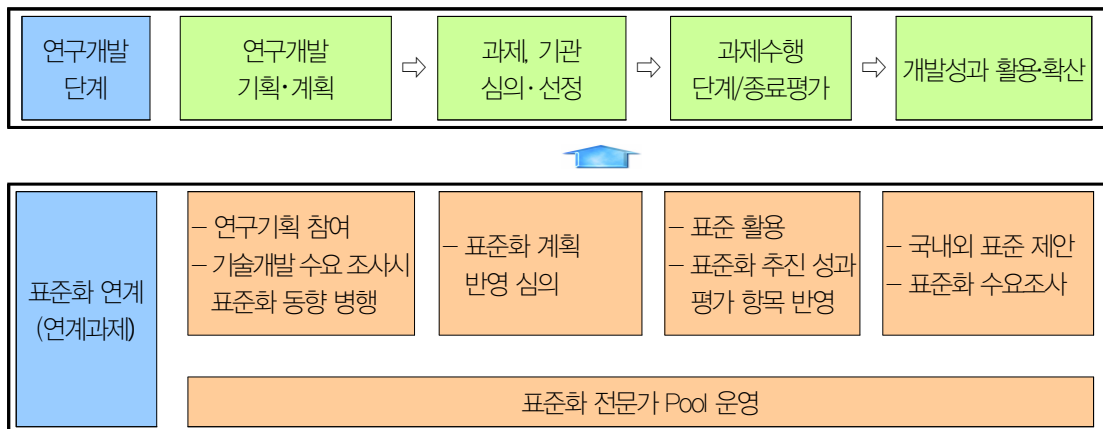
■ 국가연구개발사업과 표준화 연계 추진계획 수립 (2007)

● 국가과학기술위원회 제26차 회의('07.12.20)에서 승인된 계획

- (정책목표) 연구개발 기술을 특허와 표준화로 연계하여 세계시장을 선점하고, 상용화가 가능한 개발기술을 연계하여 전략적 표준화 추진
- (기본방향) 연구개발사업과 표준화를 연계하여 개발기술의 실용화를 촉진하고, 기 개발된 표준을 연구개발에 활용하는 동시에 연구결과를 표준으로 채택하는 연계 체제를 통해 연구의 효율성을 제고

● (전략1) 연구단계별 표준화연계시스템 구축

- 기획 : 표준화 추진 과제는 기획시 표준화 동향조사를 실시
- 선정 : 표준화 추진이 필요한 개발과제 또는 연구기관 선정 시 표준화 추진방법 등을 반영하여 심의
- 평가 : 연구 수행과정에 기 개발된 표준을 활용하고 단계별 평가 시 표준화 추진·활용 계획의 적정여부를 반영
- 완료 : 연구성과의 표준화 수요조사 및 국내·외 표준 제안·반영





스마트제조와 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

● (전략2) 연구단계별 표준화연계시스템 구축

- 표준화 활동의 효율적인 수행 지원을 위하여 부처 간 실무협의체를 구성·운영 (가칭 「표준화연계협의체」 한시적 운영)
- 표준화 전문성 제고를 위해 부처별 표준 전문기관 육성
- 표준전문가의 표준화 실적을 업무평가에 반영

● (전략3) 표준화 연계 활성화를 위한 인프라 구축

- 국가과학기술종합정보시스템(NTIS)내에 각 부처의 표준화 연계와 관련된 과제 정보 등록·관리 방안 마련검토
- 연구개발, 특허, 표준화에 대한 각각의 교육프로그램을 개발하고 연구개발자에게 특허 및 표준화에 대한 교육 실시

● (전략4) 표준화 연계를 위한 법령·규정 등 제도정비

- 「국가연구개발사업 공동 관리규정」을 개정하여, 국가연구개발사업의 기획 시 표준화 동향조사를 실시하도록 함
- 연구개발계획서 작성에 표준화계획을 포함하고 연구개발결과 활용 및 촉진

■ 국가연구개발사업 공동관리규정의 개정 ('08.12.31)

● 국가과학기술위원회('07.12.20) 합의에 따른 후속조치로, 국가연구개발사업 공동관리 규정이 개정('08.12.31)되어 사전조사, 기획 및 성과평가에 표준화 반영

● 국가연구개발사업의 사전조사 및 기획시에 필요시 표준화동향조사를 실시하여 연계하도록 반영

- (제4조 사전조사및기획) 중앙행정기관의 장은 제1항에 따른 사전조사 또는 기획 연구를 하는 경우 국내외 특허 동향, 기술 동향, 표준화 동향 및 표준특허 동향(표준화 동향 및 표준특허 동향은 연구개발성과와 표준화 및 표준특허를 연계할 필요가 있는 경우만 해당한다)을 조사하여야 한다.



● 국가연구개발사업의 단계별 평가에 표준화동향조사와 사업화 가능성을 연계하여 반영할 수 있도록 개정됨

※ 제16조(연구개발성과의 평가) ⑤제1항 단서에 따른 단계평가를 할 때에는 그 연구개발과제와 관련된 국내외 특허 동향, 기술 동향, 표준화 동향, 표준특허 동향(표준화 동향 및 표준특허 동향은 연구개발성과의 표준화 및 표준특허를 연계할 필요가 있는 경우만 해당한다) 및 사업화 가능성 등을 조사하여 그 단계평가에 반영할 수 있다.

3. 주요 현안

● (표준화 연계 시행의 확대) 국가연구개발사업 공동관리규정은 정비되었으나 표준화 동향조사 실시 및 표준화 연계에 대한 성과평가 시행은 미흡

- (표준화 동향조사) 표준화 동향조사는 필요시 시행하는 것으로 규정에 반영되었으나, 산업부·미래부의 일부 과제를 제외하고는 표준화 동향조사 시행비율이 극히 저조하고 표준화동향조사에 대한 매뉴얼 등이 미비

▶ 표준화 동향조사 가이드(메뉴얼), 표준화 동향조사 우수사례집 발간 및 보급, 표준화 동향조사 교육과정 개설 등의 이행지원조치 시행이 필요

- (표준화 성과평가) 단계별 성과평가에서 표준화 활동성과가 특허·논문 등과 비교하여 지표가 미흡하고, ICT 산업 등에 치우친 측면이 있음

▶ 논문, 특허와 같이 표준화 성과지표도 국내단체표준, 국가표준, 해외사실상표준, 국제공적표준 등으로 다양화하고, 이를 연구개발성과지표에 반영

● (스마트·융복합 표준화 확대) 스마트·IoT 기술 및 산업성장에 따라서, 표준개발로 미래 국가 산업의 기반 마련 노력이 필요

▶ 스마트 ICT 및 스마트 IoT 표준화 기술 개발로 스마트 미디어·교통·의료 등 국가의 미래 글로벌 성장 동력 추진과 국제경쟁력 확보

▶ 스마트 자동차·조선·스마트 건설기계에 의한 제품의 스마트화를 추진하고, 기존 주력산업과 스마트 IT의 융복합을 촉진하는 혁신 기술, 시스템 표준, 모바일 기술 및 응용 표준 개발



〈전기자동차와 스마트그리드 표준간의 간섭 사례〉

- 융합분야의 표준화 사례는 서로 다른 산업-산업간, 또는 기술-기술간 연계를 위한 표준화가 고려되어야 하는 것이 특징
- 최근 독일 자동차 기업인 BMW의 전기차 충전 표준과 한국전력의 스마트그리드 통신표준이 상충하여 이슈가 됨
 - (자동차+전력융합 사례) 전기자동차 보급에서 충전표준과 기존의 전력산업에서 개발한 스마트그리드 통신표준이 상충
 - 해외의 전기차(충전표준)와 국내 스마트그리드 통신표준 간의 상충은 기존의 단일산업 표준화 과정에서의 갈등 양상과 달리, 상이한 산업과 이해관계자들이 표준을 둘러싸고 융합표준화 과정에서의 갈등을 겪게 됨
- ▶ 융합산업 시대에 있어서 타 산업 표준(전기차 충전 표준 대 스마트그리드 통신 표준)과의 충돌 가능성 및 조정의 필요성을 부각

〈전기차 충전 통신방식〉

구분	HPGP PLC (HomePlug GP)	HS PLC	G3-PLC
표준화 단체	IEEE P 1901	ISO/IEC 12139-1	ITU-T G.hn
주파수	2~28MHz	2~24MHz	30~490KHz
PLC 칩 제조사	퀄컴	칩 개발 중	TI MAXIM
특징	- 홈 네트워크용을 변형하여 전기차용으로 개발 - BMW 등 주요 자동차 업체들이 전기차용으로 적용	- 한국전력이 스마트그리드 통신을 위해 개발, 2009년에 국제표준으로 제정 - 전기차 충전 통신 표준화 추진	- 해외 전력회사들의 AMI 솔루션

(자료: 허준, 이희진, 2015)



참 고 문 헌

Hasso Platt Institut ‘Tagung zu Industrie 4.0’, Bosch Connected World 2015.

Report to the President on capturing domestic advantage in advanced manufacturing, PCAST, 2012.

Smart Manufacturing Leadership Coalition, Implementing 21st Century Smart Manufacturing - Workshop Summary Report, June 24, 2012.

Smart Manufacturing Leadership Coalition, SMLC Forum: Priorities, Infrastructure and Collaboration for Implementation of Smart Manufacturing - Workshop Summary Report, October 2~3, 2012.

대한상공회의소, 스마트공장 참조모델 수준 총괄표, 2014.

정보통신산업진흥원, 스마트 ICT와 제조업의 결합, 독일의 인더스트리 4.0 정책, 주간기술동향, 2014년 2월.

포스코경영연구소, 인더스트리 4.0, 독일의 미래제조업 청사진 - ICT와 제조업 융합 지향, 2014년 2월.

포스코경영연구원, 다시 시작하는 인더스트리 4.0, 2015년 6월.

한국표준협회, 스마트공장 표준화 동향 세미나 발표자료집, 2015년 5월.

한국표준협회, 제조업의 위기상황과 제조업 혁신 3.0 가동, 품질경영 Vol. 501, 2015년 6월.

현대경제연구원, 독일 제조업 경쟁력의 핵심요인, 통권 543호, 2013년 10월.

현대경제연구원, 독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점 - 제조업의 진화전략이 필요하다, 통권 546호, 2013년 10월.



스마트제조 글로벌 현주소와 표준화 추진방향

현대경제연구원, 제조업을 업그레이드하자-미 일 독 제조업 R&D 정책 동향 및 시사점, 통권 558호, 2014년 2월.

2015년 산업통상자원부 및 국가기술표준원 스마트공장 관련 보도자료 등.

허준·이희진, 미래 융합산업 표준화의 복잡성에 주목하라, 26-47pp, Next Standards 2016 - 더 나은 미래로 가는 표준인사이트, 한국표준협회, 2015년 11월

국가과학기술위원회, 국가연구개발사업과 표준화 연계 추진계획, 제26차 회의 안건, 2007년 12월.

저자 소개

- 한국표준협회 회장, 동국대학교 공과대학 전자전기공학부 석좌교수
 - 백 수 현 – 전화 : 02-6009-4500
 - e-mail : president@ksa.or.kr
-

KISTEP Issue Paper 2016-03

| 발 행 | 2016년 4월

| 발행인 | 박 영 아

| 발행처 | 한국과학기술기획평가원

서울시 서초구 마방로 68(양재동) 동원산업빌딩 9층~12층

전화 : 02) 589-2200 / 팩스 : 02) 589-2222

<http://www.kistep.re.kr>

| 인쇄처 | (주)비전테크시스템즈 [TEL : 02)3432-7132]
