

2019년 2/4분기

부리산업 인적자원개발위원회(ISC) 이슈리포트 (ISSUE REPORT)

- 독일의 4차산업혁명 대응현황 -



부리산업 인적자원개발위원회
(대표기관 : 한국금형공업협동조합)

●●● 목 차 ●●●

■ 독일의 4차산업혁명 대응현황

요 약 2

I. 독일 정부의 4차산업혁명 정책동향 및 특징 3

II. 독일 기업의 4차산업혁명 대응현황 및 전략 9

III. 독일의 산·관·학 협력체제 18

IV. 인더스트리 4.0 정책의 배경 23

V. 인더스트리 4.0의 주요 분야별 추진현황과 과제 25

VI. 결론 및 시사점 30

- 본 보고서는 산업별 인적자원개발위원회의(ISC) 고유기능으로 부리산업 인적자원개발위원회에서 작성하였습니다.
- 보고서에서 활용한 데이터는 조사시점과 기준이 서로 다른 국가 승인통계 및 민간통계 자료로 개별 통계표나 차트 등을 인용할 경우 착오가 없도록 유의하시기 바랍니다.
- 보고서의 내용을 대외적으로 활용 및 인용할 경우에는 반드시 원 출처를 명기하여 주시기 바라며 관련 참고문헌 및 데이터 출처는 본문의 해당자료에 명시하였습니다.
- 마지막으로 본 보고서의 내용은 '이슈리포트'를 위한 의견이며 전국의 부리산업의 공식적인 견해와는 차이가 있을 수 있습니다.
- 부리산업 인적자원개발위원회 사무국 : 오성민 과장(070-4269-9388, osm@koreamold.com)

요

약

□ 작성배경

- 2018년도 전략사업(스마트팩토리 관련 교육과정 개발) 추진과 관련, 부리산업 전문가(운영위, 분과 위 등 각종 회의체 포함)들의 분기별 이슈리포트 작성방향 건의 : “각국의 4차산업혁명 대응과 관련한 자료수집과 내용이 포함된 이슈리포트 작성 필요 → 해당내용 2019년도 사업계획서 반영 및 추진
- ※ 2018년도 성과평가 : “고객(이슈리포트 독자)이 원하는 방향으로 주제선정과 작성 요망”
- 1분기(미국), 2분기(독일), 3분기(중국) 등 선진국·주요국 4차산업혁명 대응현황에 대한 리포트 작성(예정)

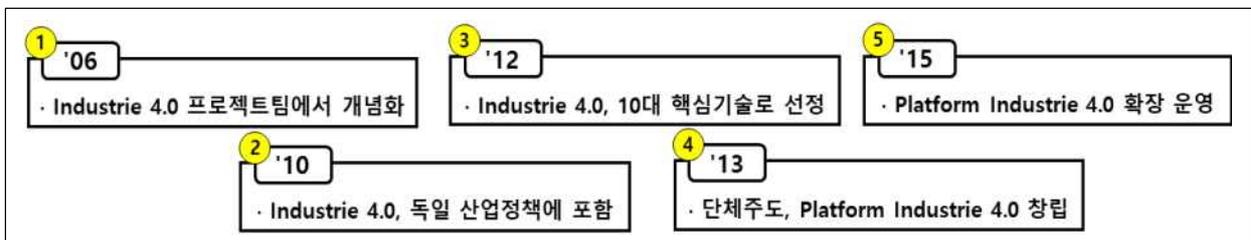
□ 독일의 4차산업혁명 대응현황

- 이번 이슈리포트에서는 독일 정부가 인더스트리 4.0을 추진하게 된 배경과 현재 진행 중인 주요 정책들을 분석하였는데 그중에서도 플랫폼 인더스트리 4.0이라는 실행기구의 역할에 초점을 맞추었음
플랫폼 인더스트리 4.0은 인더스트리 4.0의 산·관·학의 구심점 역할을 하며 산하의 워킹그룹 활동을 통해 표준화, 연구·혁신, 사이버 보안, 법·제도, 노동이라는 5대 정책을 입안하기도 하고 실행하기도 함
- 플랫폼 인더스트리 4.0 작동과 관련해 가장 큰 특징은 주(州) 정부와 협회 등 다양한 이해당사자와 쌍방향 소통 방식으로 업무를 추진하고 있는 점임. 독일의 업계대표, 협회들이 회원사들의 의견을 정부에 전달하거나 정부 정책을 회원사에 홍보하고 참여하는 것은 독일 특유의 협력 문화라 할 수 있음
- 나아가 이 실행기구는 매우 체계적인 시스템하에서 자신의 강점을 정확히 판단하여 선택과 집중을 통해 세계를 주도하려는 의지를 갖고 있다는 점에서도 주목할 만함. 기업은 이해관계가 다른 기업들과 많은 연구를 진행하고 있고 자신의 경험을 다른 국가와 공유하기 위해 국제협력을 추진하고 있으며 인더스트리 4.0에 관련된 표준화 모델 RAMI 4.0을 만들어내고 이를 국제표준화하려고 하고 있음
- 독일의 인더스트리 4.0은 중소기업 지원책을 포함하고 있는 점도 특징임. 물론 아직 정책 추진의 초기 단계이므로 정책의 성패 여부를 논할 수준은 아니지만 정부가 단기적 성과에 집착하기보다는 장기적으로 중소기업들이 인더스트리 4.0에 참여하도록 유도하고 있다는 점이 주요한 사안임
- 마지막으로 이번 이슈리포트는 아래와 5가지 분야에서 정책적 제언을 제시함
 - ① 한국 경제와 사회의 당면 과제를 해소하고 차세대 산업구조로 변혁할 기회로 삼아야 함
 - ② 4차산업혁명 핵심기술을 확보하기 위해 M&A 등 외부 역량을 활용하는 정책이 요구
 - ③ 제품과 서비스가 융합한 솔루션 창출로 주도권이 재편되는 글로벌 밸류체인 상에서 국내 산업이 최종 솔루션 공급자 역할에 위치할 수 있도록 제조업과 서비스업을 융합한 산업정책이 필요함
 - ④ 4차산업혁명 성공은 현재 사업·산업구조를 경쟁력 있는 구조로 재편할 수 있는 역량에 달려있음
 - ⑤ 넓은 시각으로 정책을 마련하고 실행해야 함

독일 정부의 4차산업혁명 정책동향 및 특징

- (개요 : 이슈리포트 발간 목적) 본 이슈리포트는 IT혁명에서 디지털, 인터넷 경제까지 기술 혁신을 주도하는 전통적인 제조업 강국인 독일이 제조업과 IT를 융합하는 4차산업혁명을 선도하고 있음에 주목하고 독일에서 전개되는 4차산업혁명과 관련된 정책과 우리의 대응책을 찾는 것을 목적으로 설정하였음
- 4차산업혁명의 본질은 제조업 혁신 혹은 디지털 제조에 있다고 판단하여 독일의 4차산업혁명을 정부의 정책적 관점에서 접근하여 시사점을 도출하였음. 우리나라는 물론 독일에서도 정부 차원의 성장전략 마련에 고심하고 있음을 고려하면 비록 독일의 산업기반과 기술력이 우리와 차이가 있다고 하더라도 이들 국가의 정부 정책을 면밀히 분석할 필요가 있다고 생각함
- 나아가 정부 정책 중에서도 독일의 플랫폼 인더스트리 4.0과 같은 산관학 협력 기구의 활동에 주목함으로써 4차산업혁명에 대응하기 위해 어떠한 제도적 장치를 마련하고자 하는지, 거기서 우리가 얻을 수 있는 정책적 시사점은 무엇인지를 파악하고자 했음
- (독일의 4차산업혁명 추진경과) 독일은 2006년 4차산업혁명의 개념을 정립한 이후 2010년 산업정책에 인더스트리 4.0을 포함 시키며 본격적으로 시행
 - 독일 정부의 자문기구인 '연구연합(Forschungsunion)'과 독일 하이테크(Hightech) 전략단 산하의 인더스트리 4.0 프로젝트팀이 구성한 연구 플랫폼에서 2006년 최초로 개념화(인더스트리 4.0의 범위가 기업과 산업을 넘어 사회적인 부분의 영향까지도 포괄해야 한다는 점을 강조)

[그림 1-1] 독일의 4차산업혁명 정책 추진 경과



* 자료 : 출처 종합

- 인더스트리 4.0은 2010년 독일 산업정책에 포함되었으며 2012년 독일 연방 교육연구부는 인더스트리 4.0을 자국 10대 미래 기술로 선정하고 “미래 기술 인더스트리 4.0 이행을 위한 제언 보고서”를 발표(독일은 제조업 강국으로서

4차산업혁명을 글로벌 경쟁력 유지를 위한 핵심 산업전략으로 인식하고 이를 실현하기 위하여 효과적인 이중 전략(Dual Strategy)을 수립

- 독일 산업 전반의 생산 프로세스에서 정보통신기술 융합을 통한 경쟁력 강화 및 핵심 시장을 중심으로 글로벌 신시장 개발 및 점유율 확대
- 내장형시스템 및 자동화 엔지니어링과 혁신 제조장비 개발 등 4차산업 기반 기술에 대한 선도 기술력을 바탕으로 4차산업혁명의 신규시장 창출
- 2013년 산업·학계(과학계) 대표들로 구성된 작업반(Working Group, 이하 워킹그룹으로 통칭)과 하이테크산업협회, 기계엔지니어링 산업협회, 전자산업 협회로 구성된 사무국을 기반으로 ‘플랫폼 인더스트리 4.0’을 출범
- 워킹그룹 중 하나는 신규시장 창출을 통한 경쟁력 제고를 위해서 관련 기술 표준화가 시급하다는 판단 아래 표준화를 위한 논의 진행(2015년 4월, 독일 정부는 인더스트리 4.0 표준화를 위해 추진해 오던 과제 성과물인 RAMI (Reference Architecture Model Industries) 4.0을 공개)

[표 1-1] RAMI 4.0 개요 및 특성

<ul style="list-style-type: none"> ① RAMI 4.0은 4차산업혁명 논의에 참여하는 모든 이해 당사자들이 서로를 이해 할 수 있는 공통의 소통 구조와 언어를 개발하는 것을 목표로 함 ② 4차산업혁명이라는 이슈를 어떻게 접근할 수 있는지에 대한 구조화 된 방법론을 보여주고 있음 ③ 서비스 기반 설계구조를 갖추고 모든 요소들과 IT 구성요소들이 전 수명주기 관점에서 연결되며, 복잡한 과정을 쉽게 이해할 수 있도록 집대성하여 설명하고 있음 ④ 즉 최대한 모든 역의 기술이 포함되도록 만든 3차원 모델로, 미국과의 공조 하에 독일이 주도하고 있어 ISO 같은 국제표준으로 자리 잡을 가능성이 큼
--

* 자료 : 독일 스마트공장 현황과 시사점(IBK경제연구소, '16. 8.)

- 플랫폼 인더스트리 4.0을 기반으로 각 협회 회원사 간 정보 교류 및 공동 연구를 촉진하고 기술 표준 개발과 선도사례 발굴 및 확산을 추진하고 있으며 2015년부터 현재까지 확장 운영 중
- 4차산업혁명에 대한 독일 업계의 인식 수준은 이미 마련된 것으로 보고, 이를 바탕으로 적극적으로 국가 4차 산업전략을 추진(2015년 59%의 업체가 인더스트리 4.0이 독일 제조업의 경쟁력에 미치는 영향이 높다고 응답했으며 2020년에도 해당 정책의 영향이 높을 것이라는 응답이 88%)
- (독일의 4차산업혁명 관련 중소기업 지원정책) 독일 연방경제에너지부는 인더스트리 4.0 전략 안에서 중소기업이 함께 성장할 수 있는 ‘미텔슈탄트(중소기업) 4.0’정책(2015년 6월)을 수립하고 ‘중소기업 4.0 디지털화 지원 프로젝트’를 진행

- 이 정책의 핵심은 중소기업들이 정부가 구축한 네트워크를 통해 4차산업혁명 관련 기술들을 이전받아 디지털 활성화를 이루도록 하는 것임
- 전국에 총 23개의 '중소기업 4.0 역량센터'를 두고 중소기업이 시장성 있는 4차산업혁명 관련 솔루션을 개발하고 기술을 시연해보고 경험할 수 있도록 관련 정보와 지식, 테스트 시설, 교육의 기회와 컨설팅 등을 제공

[표 1-2] 중소기업 4.0 역량센터 6대 지원 분야

① 전자표준(e-Standards) : 디지털화에 따른 거래와 운송 등 부분에서의 표준화 문제를 다루면서 시장에서의 표준화 수립을 위한 노하우 제공
② 디지털 계획 : 디지털 계획에 따른 새로운 비즈니스 모델에 대한 투자와 행정 및 보험 등 정보 제공
③ 의류 네트워크 : 의류 산업과 관련된 공장 및 유사 영역 네트워크 구축 지원
④ IT 산업 : 중소기업과 스타트업의 IT 산업 네트워크 구축 지원
⑤ 사용적합성(Usability) : 사용자에게 초점을 맞춰 중소기업의 IT 방안 적합성 평가
⑥ 디지털 수공업 : 중소기업 협업 네트워크의 조직과 운영을 지원

* 자료 : 중소기업정책연구DB, BMWi(2018)

- 중소기업 4.0 디지털화 지원 프로젝트 산하조직인 '중소기업 4.0 에이전시'는 중소기업에게 디지털화에 관한 포괄적 지식과 정보를 제공함
- 클라우드 컴퓨터 기술의 보급과 대체에 관한 질문에 대답하고 디지털 프로세스 및 디지털 커뮤니케이션 프로세스 확산을 지원함과 동시에 e회계와 생산협업 등 디지털 무역에서의 기술 관련 정보도 제공

[표 1-3] 독일 중소기업 4.0 역량센터 주요 현황

역량센터 명	주요 지원내용
아우크스부르크	- 자동화, 소프트웨어, 어시스트 시스템, 노동 4.0, 운송, 디지털 사업모델 지원
베를린	- 부가가치 과정 4.0, 디지털 마케팅, 사업 모델과 인력 관리 지원
켄니츠	- IT 법과 데이터 보호에 대한 '인더스트리 4.0' 서비스 포트폴리오 구축 지원
다름슈타트	- 부가가치 프로세스, 노동 4.0, IT, 새로운 비즈니스 모델과 에너지 관리 기업 지원
도르트문트	- 생산 시스템의 인공지능(AI) 자동화 지원
함부르크	- 공급사슬 같은 물류 분야에 초점을 맞춘 비즈니스 모델 및 기술 변화 대응 지원
하노버	- 생산과 운송 프로세스의 디지털화, 노동 4.0 지원
일메나우	- 3D 프린팅 및 실시간 데이터 수집 및 처리, 네트워크의 자동 프로세스, 품질 관리 지원
카이저슬라우테른	- 모듈화된 인더스트리 4.0 장치를 기업에 제공해 현실적인 생산 테스트환경 구축 지원
슈투트가르트	- 스마트 모빌리티, 프로덕션, 빌딩, 헬스 분야 디지털 방안 지원

* 자료 : 중소기업정책연구DB, BMWi(2018)

- 플랫폼 인더스트리 4.0은 기업이 4차산업혁명과 관련하여 모든 지원을 받을 수 있도록 통합창구 역할을 수행
 - 4차산업혁명에 관련된 모든 이해 관계자가 플랫폼을 통해 한자리에 모여 대응 방안과 전략을 마련
 - 500개의 테스트베드를 구축해 기업의 적응을 돕고 사례 공유를 통한 확산 도모
 - 특히 2030년까지 실현 가능한 9개의 인더스트리 4.0 적용 시나리오를 제시하고 다양한 전문가들과 기업의 사업개발에 필요한 지식 및 자원이 전달될 수 있도록 지원하고 있음

[표 1-4] 독일 인더스트리 4.0 적용 시나리오

구분	주요내용	도식도
① 주문주도생산	개별 주문을 초점으로 하여, 주문에 필요한 생산요소들을 역동적으로 조달 및 생산	
② 생산 및 환경 운영자지원	디지털 지원 시스템을 통해 생산 프로세스의 개별 운영자를 지원하여 작업자 및 작업의 과정을 동시에 변화	
③ 가치기반 서비스	가치창출 네트워크가 생산 및 생산 프로세스 정보를 IT 플랫폼을 통해 구현할 경우 서비스 활동으로 나타날 수 있는지를 보여줌	
④ 제품공급의 투명성 제고 및 주문 변화에 따른 적응력 강화	고객에 공급된 제품 사용 관련 데이터를 자동으로 기록하고 이를 기반으로 비즈니스 프로세스를 최적화하여 새로운 사업 모델을 창출. 또한 고객수요에 따라 제품의 특성을 변화시킬 수 있음	
⑤ 적응형 공장	생산자원을 초점으로 하여 생산 자원과 시스템 통합 관점에서 적응력 및 그에 따른 결과를 유추하고 이를 최적화하기 위한 솔루션을 구현함	

구분	주요내용	도식도
⑥ 자율 조직형 적응 물류	주문/생산과정에서의 상호 간 물류 및 사내 물류의 효율화 달성	<p>공급업체, 제조업체, 물류업체, 고객, 물류서비스, 물류관리, 주문/생산과정</p>
⑦ 스마트 생산을 위한 스마트 제품 개발	제조업과 ICT 기술의 접목은 엔지니어링 과정에서 새로운 형태의 협업을 가능하게 하며, 엔지니어링 활동의 자동화 또한 궁극적으로 가능해 질 수 있음	<p>엔지니어링 서비스 공급, 공작 기반, 생산, 제품 관리, 엔지니어링 활동 자동화, 스마트 제품 개발</p>
⑧ 혁신적 제품개발	엔지니어링 과정에 필요한 모든 이해 당사자들을 올바른 방식으로 참여시키고 표준화된 방법론을 사용하여 요구된 제품을 요구된 방식으로 개발함	<p>엔지니어링 서비스 공급업체, 고객지원, 다양한 협업 기반, 제품 관리, 스마트 제품 개발</p>
⑨ 자원 재순환	고객에 공급된 제품이 고차원의 재생 자원으로의 전과정을 고려함	-

* 자료 : platform-i40

- **(독일의 4차산업혁명의 특징 : 제조업 중심의 생산성 혁신)** 독일은 자국이 경쟁력 우위에 있는 제조업과 핵심 산업군(기계, 자동화엔지니어링, 내장형 시스템)을 중심으로 생산성 혁신에 집중하는 특징을 보여 제조업 중심의 산업구조를 보유하고 있는 우리나라에 시사하는 바가 큼
 - 독일은 제조 프로세스를 지속적으로 통합 디지털화함으로써 가상물리시스템을 기반으로 한 제조업의 인터넷 서비스화를 지향
 - 특히 독일 4차산업혁명의 지향점은 기존의 린(Lean) 생산경영, 도요타 경영과 같은 일련의 제조 프로세스의 생산성 혁신 과정으로 이해할 수 있음
- **(독일의 4차산업혁명의 특징 : 가상물리시스템을 중심으로 한 표준화)** 독일 4차 산업혁명 전략은 제조업의 선도국 지위를 유지하기 위한 수세적인 전략임과 동시에 4차산업혁명과 관련한 신규시장 창출을 선도하기 위한 지원 전략이라는 점에서 공격적인 전략이기도 함
 - 신규시장 창출을 선도하기 위해 가장 효과적인 방법이 바로 자국(자사)의 기술을 국제 표준화하는 것으로 독일이 관련 국제 표준화를 선도하고 있음 (독일의 로봇팔 제조업체인 쿠카 로보틱스(KUKA Robotics)는 신기술 개발에서 RAMI 4.0이 표준을 사전에 마련해줘 오류를 피할 수 있었다고 평가)

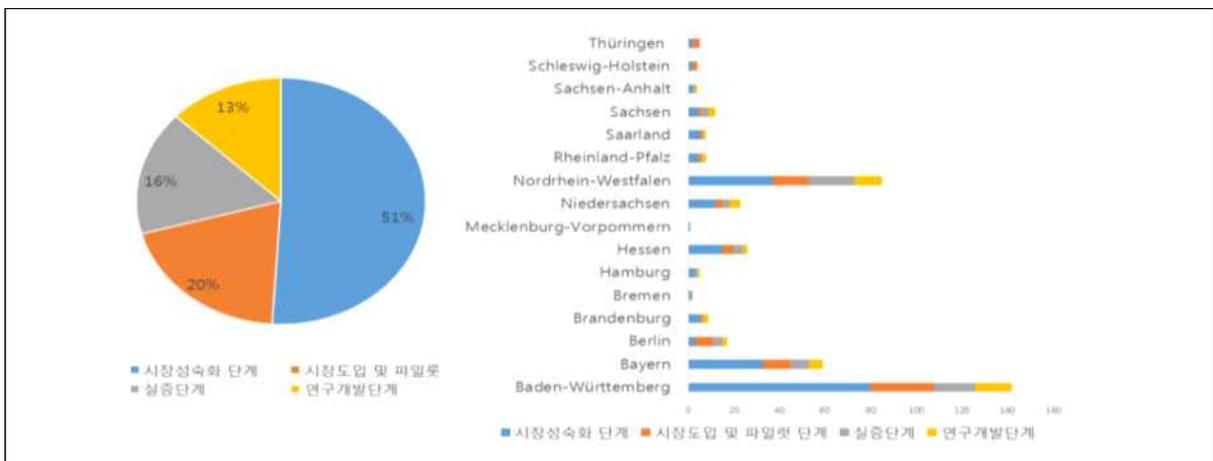
- 가상물리시스템 표준화 모델은 EU 표준화 논의를 독일이 선도하며, 미국 산업 인터넷 컨소시엄(Industrial Internet Consortium, IIC)과도 적극 공조
 - 독일의 RAMI 4.0은 차세대 제조업 가치사슬을 위한 세부 모델개발로 집중하는 반면 미국 주도 IIRA 5 표준안은 에너지·헬스케어·제조업·교통 및 공공 분야의 상호 운용성을 증대하는 관점에서 표준화가 개발
- (독일의 4차산업혁명의 특징 : 네트워크를 통한 중소기업 참여 확대 ①) 독일 경제발전 및 산업 경쟁력의 중요 역할을 중소기업이 담당하고 있는 만큼 인더스트리 4.0에 중소기업 참여를 확대하기 위한 실질적인 지원정책들이 시행
 - 독일에는 총 250만 개의 중소기업들이 활동 중이며 전체 기업 수의 99.6%, 전체 고용시장의 60.9% 및 전체 기업 매출의 32.7%를 차지하는 등 독일 경제의 중추적 기능 수행
 - 또한 대부분의 중소기업들이 히든 챔피언으로 글로벌 가치사슬에서 대기업의 공급망 파트너로 공고한 입지를 보유하여 인더스트리 4.0을 통한 독일 산업의 글로벌 경쟁력 제고를 위해서는 중소기업의 인더스트리 4.0 솔루션 개발 참여 및 도입이 핵심적임
- (독일의 4차산업혁명의 특징 : 네트워크를 통한 중소기업 참여 확대 ②) 플랫폼 인더스트리 4.0을 기반으로 네트워킹을 구축하여 중소기업들이 다양한 성공사례와 관련 정보들을 습득할 수 있도록 지원
 - 글로벌 자동화 솔루션을 선도하는 기업들이 중심이 되어 워킹그룹 기반의 연구 및 실증화가 이루어지고 있으며 자세한 과정과 결과를 하이테크산업 협회·기계산업협회·전자산업협회 소속의 7,100여개 회원사로 파급

II

독일 기업의 4차산업혁명 대응현황 및 전략

- (독일 기업의 4차산업혁명 대응 현황) 본 보고서에서는 독일 기업의 4차산업혁명 대응 현황을 플랫폼 인더스트리 4.0(www.plattform-i40.de)에 등록된 업체 사례를 중심으로 분석함(독일의 플랫폼 인더스트리 4.0에는 2018년 12월 기준 265개사의 360개 활용 사례가 등록되어 있으며 지역·사업성숙도·제품유형·적용분야·기업 규모별로 구분하여 정보 제공)
- 독일 인더스트리 4.0의 선도 지역은 바덴뷔르템베르크(Baden Wuerttemberg)주와 노르트라인베스트팔렌(Nordrhein Westfalen)주로 독일의 서남부지역에 해당하며 활용 사례의 약 55%가 이들 지역에 분포되어 있음
- 약 34%의 활용사례가 등록된 바덴뷔르템베르크는 다임러크라이슬러 본사와 로버트 보쉬 등 독일 산업의 중추 역할을 하는 지역으로 선제적으로 4차산업혁명에 대응하고 있는 기업들이 밀집된 것으로 나타남
- (독일 기업의 4차산업혁명 단계) 시장 성숙화 단계, 시장도입 및 파일럿 단계·실증 단계·연구개발 단계로 분류하여 사업모델 성숙도를 분석해본 결과 이미 51%가 시장 성숙화 단계로 등록된 것으로 나타남. 이는 독일 기업의 4차산업혁명 대응 수준이 초기 단계를 지나 완성단계에 이르고 있는 것을 시사

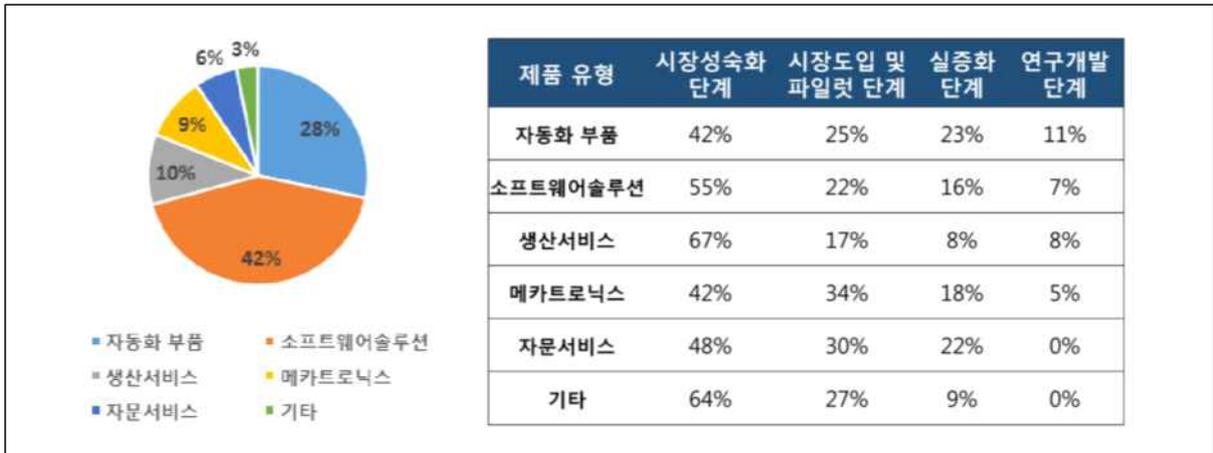
[그림 2-1] 독일 기업의 인더스트리 4.0 사업모델 성숙도



* 자료 : platform-i40

- (독일 기업의 주요 제품유형) 플랫폼 인더스트리 4.0은 자동화 부품·소프트웨어 솔루션·생산 서비스·메카트로닉스·자문서비스·제조업 및 기타로 제품 유형을 분류

[그림 2-2] 독일 기업의 인더스트리 4.0 사업모델 성숙도

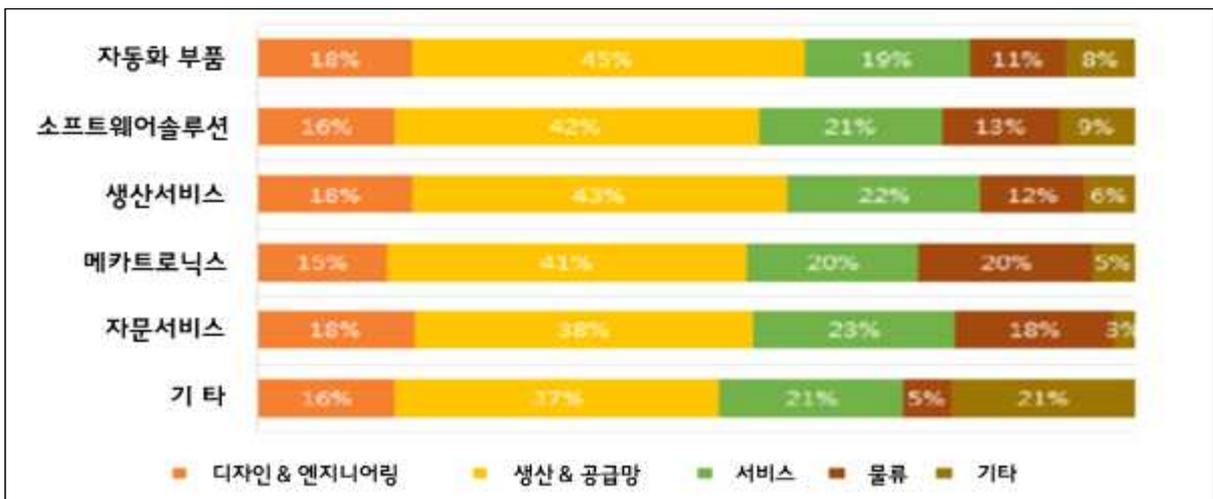


* 자료 : platform-i40

○ (독일 기업의 4차산업혁명의 적용분야) 생산공급망 분야에 적용한 기업 사례가 40% 내외를 차지하며 압도적으로 많은 것으로 나타남

- 서비스와 디자인&엔지니어링 분야가 15~23%에 불과해 독일 기업들이 생산공정의 혁신을 목적으로 인더스트리 4.0을 추진하고 있음을 보여줌
- 그 외 일부 물류분야에도 적용하고 있는 업체들이 있는 것으로 조사됨(메카트로닉스는 생산공급망 다음으로 물류와 서비스 분야에 많이 적용)

[그림 2-3] 독일 기업의 제품유형별 인더스트리 4.0 적용 분야



* 자료 : platform-i40

○ (독일 기업의 4차산업혁명 규모) 독일의 4차산업혁명은 중소기업을 중심으로 이루어지고 있는 것으로 나타나며 특히 소프트웨어 솔루션 및 자동화 부품 분야의 비중이 높은 것으로 분석

- 독일 플랫폼 인더스트리 4.0에 등록된 업체 사례 중 중소기업으로 볼 수 있는 종업원 수 250명 이하 업체의 사례가 161개로 전체의 45%를 차지하며 이 가운데 46%가 소프트웨어 솔루션 분야에 종사하고 있으며 뒤를 이어 자동화 부품(27%)을 생산하며 4차산업혁명에 대응하는 중소기업이 많았음
 - 중소기업 가운데 사업모델을 두 분야 모두 가지고 있는 업체는 27개로 나타났고 일부 업체는 생산 서비스나 메카트로닉스와 자문서비스까지 포함해 3개 분야 이상에 해당
 - 사업 모델 성숙도의 경우 기업 규모별로 큰 차이가 없는 것으로 나타남. 독일 중소기업의 70% 이상이 시장 성숙화 단계 또는 시장도입 및 파일럿 단계에 있는 것으로 나타났으며 초기도입 단계인 연구개발수준에 있는 업체는 12%를 차지
- (독일 기업의 4차산업혁명 대응전략 : 중소기업 중심) 기술 패러다임 변화에 대응하기 위해 신사업모델 발굴이나 사업모델 재편에 집중하는 것에 앞서 기업 내부 시스템의 혁신을 통한 프로세스 전환이 선행되어야 함
- 자사의 특성 및 업무 프로세스 환경에 대한 정확한 이해를 통하여 가치창출 요인을 확보하고 이를 기술적·경제적으로 현실화하는 것이 핵심 전략임
 - 융합 ICT 기술을 기업 활동과 관련된 모든 가치사슬에 적용하여 확보된 데이터에 근거한 분석 및 통찰을 통해 의사결정의 정확도 및 투명성 제고로 기업 자원의 효율화를 추구(이는 비용절감과 생산성 제고·업무 및 운영 프로세스의 유연성에 연관되어 새로운 부가가치 창출로 귀결)

[표 2-1] 사례 ①, Grimm Pulverlack

- Grimm Pulverlack은 50년 역사의 분체도료 전문 유통 업체로서 약 20여명 종업원 종사
- Pulverlack의 제품군은 1,500개의 분체도료로 구성되며 500개의 색상 및 20가지 색조에 따라 다양한 수요가 존재함. 다변화된 수요에 맞추어 정확하고 빠르게 납품하는 것이 핵심 기업 경쟁력임
- 이는 주문, 계약, 운송장 발급 및 배송까지의 통합 프로세스 디지털화를 실현했기 때문에 가능. 팔레트 및 포장 상자에 바코드 식별을 통해 재고관리를 최적화하고 배송포장 및 준비에 로봇을 활용해 시간 단축에 성공함. 그 결과 주문 계약부터 출하까지 10분 내 조달 가능



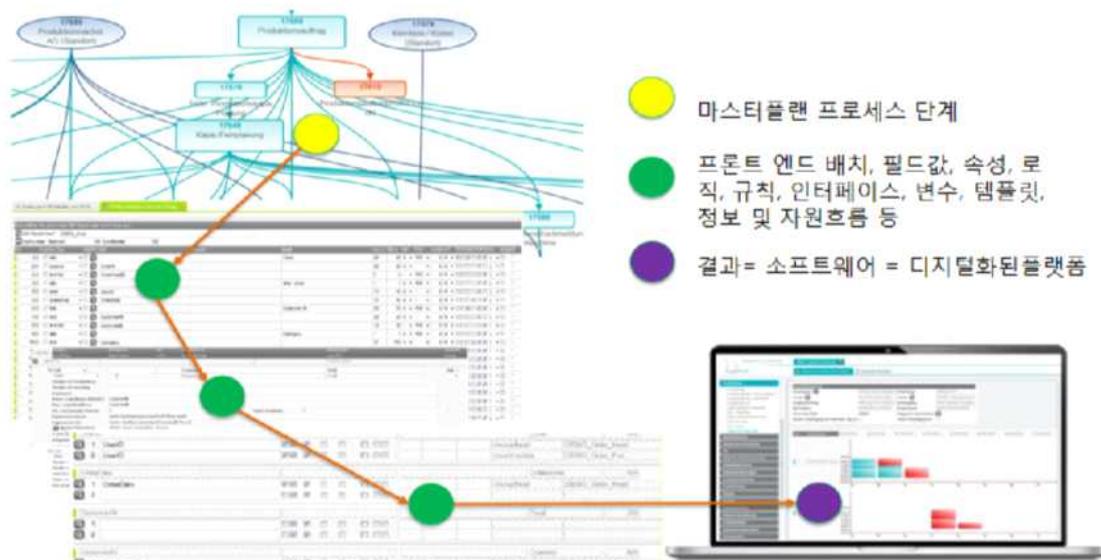
- 더 나아가 고객 CRM 관리를 위하여 구글 Map을 기반으로 샘플 송부 데이터와 품질 관리 데이터를 통합하여 제공함으로써 영업사원에게 스마트폰 App 기반으로 고객 관리 우선순위 데이터를 제공하고 영업 및 고객관리 시간의 효과성을 제고



* 자료 : 독일 중소기업의 4차산업혁명 대응전략(한국무역협회 국제무역연구원, 2019)

[표 2-2] 사례 ②, Eagle Peak

- Eagle Peak은 소프트웨어 솔루션 기반의 프로세스 혁신 자문 컨설팅 업체로 기업 프로세스에 대한 진단 및 분석을 통하여 개선점을 발굴하고 고객 컨설팅을 기반으로 이를 소프트웨어 기술로 구현함
- Eagle Peak의 핵심 역량은 단기간 내에 기업 프로세스 진단 및 개선을 위한 웹(Web) 클라우드 서비스를 기반으로 한 자동화 IT 솔루션을 구성하는 역량임
- 프로세스 분석 및 개선안 도출에 이어 마스터 플랜을 바탕으로 사용자의 편의성이 제고된 웹(Web) 기반으로 IT솔루션을 구현하는데 14일 소요
- IT 소프트웨어 제작의 경우 인도의 자회사를 활용하여 시간과 비용 면에서 경쟁력을 확보



* 자료 : 독일 중소기업의 4차산업혁명 대응전략(한국무역협회 국제무역연구원, 2019)

- (독일 기업의 4차산업혁명 대응전략 : 자사의 강점을 기반으로 사업을 확장)
인더스트리 4.0은 수평적·수직적 가치사슬과 ICT기술의 융합이라는 점에서 새로운 협력모델을 요구하고 있으며 이는 중소기업에게 새로운 성장 기회요인을 제공
- 중소기업이 갖는 사업 위험 중 일부는 높은 진입장벽 및 사업 확장 시 경쟁 심화로 인한 대기업으로부터의 잠식 위험으로 볼 수 있음
 - 자사가 가진 강점에 집중해 전문성을 바탕으로 사업을 확장한다면 중소기업도 충분히 승산이 있음. 이는 독일 정부가 인더스트리 4.0을 주요 중소기업 성장 전략으로 채택한 핵심 요인이기도 함

[표 2-3] 사례 ③, SOTEC

	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 서비스 유형 : 소프트웨어 솔루션 - 적용분야 : 생산 및 공급망 - 사업모델 성숙도 : 시장성숙화 - 기업규모 : 중소기업 - 지역 : 바덴뷔르템베르크
<ul style="list-style-type: none"> - SOTEC사는 1980년 설립된 IT전문업체로서 기계산업에 집중하여 인더스트리 4.0 솔루션, 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷(IoT)과 관련한 다양한 소프트웨어 및 하드웨어를 공급하고 있음 - 주요 제품인 클라우드플러그(CloudPlug)는 기계장비의 실시간 데이터를 클라우드 기반으로 전송하는 핵심 역할을 함 - 1452년에 설립된 알루미늄 생산 가공업체인 Achenbach Buschuetten 그룹이 Cloud Plug 하드웨어 기반의 인더스트리 4.0 솔루션 구현을 고민하던 중 SOTEC사가 구글 클라우드 플랫폼 기반의 툴 활용을 제안함으로써 구글 클라우드 기반의 클라우드플러그(CloudPlug) 솔루션이 완성됨 - SOTEC사와 Achenbach Buschuetten Group은 성공적으로 구현된 솔루션의 시장성을 높이 평가하고, 공동 출자하여 Scitis IO사를 설립하였으며, 산업 기계로부터 실시간 데이터 수집·분석·연결하는 독립적 디지털 플랫폼 사업을 시작함 	

* 자료 : 독일 중소기업의 4차산업혁명 대응전략(한국무역협회 국제무역연구원, 2019)

[표 2-4] 사례 ④, Nemetris

	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 서비스 유형 : 소프트웨어 솔루션 - 적용분야 : 생산 및 공급망 - 사업모델 성숙도 : 시장성숙화 - 기업규모 : 중소기업 - 지역 : 바덴뷔르템베르크
---	--

- Cassantec은 발전 및 공공 서비스 분야의 설비 잔여 수명 예측 및 정비 솔루션 전문업체로서 기계설비의 특성 및 운영 환경에 대한 이해를 바탕으로 빅데이터 분석 기반의 틈새시장을 성공적으로 발굴한 업체
- 특히 발전사를 중심으로 생산현장에서의 다양한 운 조건 데이터를 확보하여 예측 정확도를 높이는 것이 핵심 경쟁력이며 이때 생산직뿐만 아니라 모든 직원과의 지속적인 면담과 교육을 통한 데이터 확보의 중요성을 강조
- 데이터 기반의 오작동 예측 및 정비는 주요 설비 자산의 사용 연한을 높이고 안정적 서비스 공급을 가능하게 하며 시나리오 분석을 통하여 특정 부품의 교체 시기를 예측 가능하게 함으로써 자산 활용도를 높일 수 있음
- 동사는 생산현장의 운 환경 및 데이터를 기반으로 수학적 방식의 분석을 통하여 해당 자산의 리스크 프로파일을 DB화하고 이를 바탕으로 시나리오 분석 및 예측을 수행

* 자료 : 독일 중소기업의 4차산업혁명 대응전략(한국무역협회 국제무역연구원, 2019)

○ **(독일 기업의 4차산업혁명 대응전략 : 파트너십 및 틈새전략)** 인더스트리 4.0은 파트너십에 기반을 둔 열린 혁신 비즈니스 모델로서 파트너십 구축이 중요하게 작용하여 중소기업은 다양한 커뮤니티를 개발하고 고객사 네트워크 및 이해도 심화 등을 통한 파트너십 확장 및 전문성 강화 전략을 준비해야 함

- 파트너십은 공통 분야에 관해서는 공유 기반을 만들고 상호 전문 분야는 틈새로 보호해주는 상생의 플랫폼 인프라 역할을 수행
- 인더스트리 4.0이 내재적으로 담보하는 데이터 및 프로세스의 투명도는 공정한 시장 가격을 형성하게 되며 공정한 시장 가격을 통해 지속 가능한 파트너십 사업모델 인프라가 공고해지는 선순환 구조를 창출함
- 독일의 경우 제조기반의 대기업 그룹이 인더스트리 4.0과 관련한 내부 프로젝트 팀을 만들어 인큐베이팅하고 이에 대한 시장성이 갖춰지면 분사나 자회사의 형태로 독립하여 경쟁력 있는 중소기업으로 성장하는 사례가 많음 (이러한 경우 중소기업이 모회사의 글로벌 네트워크 및 파트너십 역량을 전수 받아 시너지 효과를 낼 수 있다는 점에서 차별화된 경쟁력을 확보)
- 또한 치밀한 시장 조사를 통해 수요가 비어있는 시장을 찾고 이 시장에 경영자원을 집중적으로 투입하는 틈새 전략이 유용(자본·인력·정보 등 대기업에 비해 열악한 중소기업이 변화의 시기에서 살아남는 방법은 새로운 것을 가지고 아무도 하고 있지 않은 틈새시장에 진출하는 것으로 4차산업혁명의 틈새시장을 선점하기 위해서는 경쟁사보다 먼저 시작하는 것이 유리하므로 무엇보다 스피드가 중요)

[표 2-5] 사례 ⑤, Axoom

	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 서비스 유형 : 소프트웨어 솔루션 - 적용분야 : 기타 - 사업모델 성숙도 : 시장성숙화 - 기업규모 : 중소기업 - 지역 : 바덴뷔르템베르크
<ul style="list-style-type: none"> - Axoom은 독일 선도 기계장비 제조업체인 Trumpf 사가 인더스트리 4.0 솔루션 개발 및 사업 확장을 위하여 설립한 자회사로 2015년에 설립 - Axoom은 모회사인 Trumpf 그룹의 내부 스마트공장(Smart Factory)구현 프로젝트를 기반으로 빠르게 성장하고 있으며 Trumpf 글로벌 고객 네트워크를 통하여 인더스트리 4.0 시장에서 입지 강화 - 기계를 제조하거나 사용하는 고객사가 직면할 수 있는 다양한 문제들을 이해하고 있는 점이 Axoom의 강점이며 지속적인 혁신 및 최적화를 통하여 고객사에 가치를 제공. 고객사는 Axoom 플랫폼을 통하여 생산과정을 효율화하고 투명성을 제고하여 의사결정에 용이한 정보를 획득 - Axoom의 사업 모델은 독일 기계산업의 글로벌 경쟁력 유지 및 인더스트리 4.0 사업 분야 성장이라는 이중 전략에 부합하는 것으로 평가되며 글로벌 입지를 강화하고 있음 	

* 자료 : 독일 중소기업의 4차산업혁명 대응전략(한국무역협회 국제무역연구원, 2019)

[표 2-6] 사례 ⑥, PROTIQ

	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 서비스 유형 : 제조서비스, 자문 - 적용분야 : 생산 및 공급망, 디자인 및 설계, 서비스 - 사업모델 성숙도 : 시장성숙화 - 기업규모 : 중소기업 - 지역 : 베스트팔렌
<ul style="list-style-type: none"> - PROTIQ는 전기공학 및 전기기기 제조 솔루션 업체인 Phoenix Contact GmbH & Co. KG가 2016년 분사한 기업으로 산업용 적층가공(3D) 솔루션을 위한 온라인 글로벌 마켓 플레이스를 틈새시장으로 공략 - PROTIQ의 핵심 전략은 엄격한 품질 및 투명한 프로세스 관리를 통해 글로벌 B2B 적층가공 고객의 수요에 대한 맞춤형 빠른 대응임. 이를 위하여 글로벌 마켓 플레이스 사업모델 전 과정의 자동화 및 디지털 연계가 핵심적 성공 요인으로 작용 - PROTIQ는 모회사의 글로벌 파트너 네트워크 및 물류 서비스 기반 모델을 효율화하며 B2B 섹터를 Web 기반의 글로벌 온라인 마켓 플레이스로 전략화하여 고객사에게 글로벌 시장의 사업 확장 기회를 제공 - 또한 3D-Data 주문에 대한 분석·개선·자문서비스 등 다양한 부가가치서비스와 관련된 추가 매출 확보 및 사업 확장에 성공 - 2017년 11월 35개의 공장에 7000건의 적층가공 주문 실적을 보유한 FKM Sintertechnik GmbH가 마켓 플레이스의 파트너로 등록하는 등 PROTIQ는 마켓 플레이스의 제공을 통하여 적층가공 업체의 기술별 전문가 및 산업고객을 확보하는 파트너십 전략을 통해 성장하고 있음 	

* 자료 : 독일 중소기업의 4차산업혁명 대응전략(한국무역협회 국제무역연구원, 2019)

○ (독일 기업의 4차산업혁명 대응전략 : 구성원 모두가 참여) 인더스트리 4.0이 수평·수직적 가치사슬 모두에 영향을 주는 만큼 전사적 차원에서 모든 구성원이 참여할 때 성공적인 결과로 이어짐

- 기획·개발·구매·생산·판매·서비스에 이르기까지 모든 요소에서 프로세스 혁신에 대한 수요가 상존하고 있으며 전사적으로 문제점 및 장애요인을 파악하고 이를 바탕으로 기술 적용을 검토하는 것이 가장 기본적인 단계임
- 구성원의 기술 수용도가 떨어질 경우에는 교육 컨설팅 및 시범도구 및 사례 등의 활용으로 기술 수용도를 높여 나가는 점진적 접근이 필요함
- 따라서 전사적 차원에서의 내부 데이터의 디지털화를 위해서는 무엇보다 최고 경영자의 강력한 추진 의지가 가장 중요

[표 2-7] 사례 ⑦, FORCAM

	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 서비스 유형 : 소프트웨어 솔루션 - 적용분야 : 생산 및 공급망 - 사업모델 성숙도 : 시장성숙화 - 기업규모 : 중소기업 - 지역 : 바덴뷔르템베르크
<ul style="list-style-type: none"> - Forcam은 2001년 설립된 생산관리시스템(MES)전문 업체로서 인더스트리 4.0 솔루션을 개발해 보급 - Forcam은 자동차·항공 및 군수·기계 및 제약산업 등 다양한 고객사와의 파트너십과 글로벌 역량 및 IT 전문성으로 차별화하고 있으며 특히 작업현장의 이해를 바탕으로 기술 접목을 통한 기업의 생산성 향상을 추구 - ICT 기술 적용은 부차적인 것으로 생산성 증대라는 궁극의 목표에 도달하기 위해서는 투명한 정보 획득이 가장 중요하며 근무하는 근로자들이 자발적으로 투명한 정보 획득 및 자율적 관리에 기여할 수 있는 기업문화가 선행되어야 함을 강조 - 고객사의 기술 수용도가 떨어질 경우에는 지속적으로 교육 컨설팅을 제공하고 '스마트공장 시작 도구'를 활용해 고객사 구성원들의 기술 수용도를 높여 나가는 차별화 전략 보유 	

* 자료 : 독일 중소기업의 4차산업혁명 대응전략(한국무역협회 국제무역연구원, 2019)

[표 2-8] 사례 ⑧, Cassantec

	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 서비스 유형 : 소프트웨어 솔루션 - 적용분야 : 기타 - 사업모델 성숙도 : 시장성숙화 - 기업규모 : 중소기업 - 지역 : 베를린
---	---

- Cassantec은 발전 및 공공 서비스 분야의 설비 잔여 수명 예측 및 정비 솔루션 전문업체로서 기계설비의 특성 및 운영 환경에 대한 이해를 바탕으로 빅데이터 분석 기반의 틈새시장을 성공적으로 발굴한 업체
- 특히 발전을 중심으로 생산현장에서의 다양한 운 조건 데이터를 확보하여 예측 정확도를 높이는 것이 핵심 경쟁력이며, 이때 생산직뿐만 아니라 모든 직원과의 지속적인 면담과 교육을 통한 데이터 확보의 중요성을 강조
- 데이터 기반의 오작동 예측 및 정비는 주요 설비 자산의 사용 연한을 높이고, 안정적 서비스 공급을 가능하게 하며, 시나리오 분석을 통하여 특정 부품의 교체 시기를 예측 가능하게 함으로써 자산 활용도를 높일 수 있음
- 동사는 생산현장의 운 환경 및 데이터를 기반으로 수학적 방식의 분석을 통하여 해당 자산의 리스크 프로파일을 DB화하고 이를 바탕으로 시나리오 분석 및 예측을 수행

* 자료 : 독일 중소기업의 4차산업혁명 대응전략(한국무역협회 국제무역연구원, 2019)

III 독일의 산·관·학 협력체제

- 앞서 언급한 미래 프로젝트 인더스트리 4.0에 대한 방향성이 정해지자 2013년 BITKOM·VDMA·ZVEI 등 독일의 대표적인 3개 협회는 이를 추진하기 위한 'Plattform Industrie 4.0'을 결성했음. 이들은 독일 제조업을 이끌어가는 기업들을 대변하는 협회인데 인더스트리 4.0을 성공적으로 이끌기 위해서는 상호협력이 필요하다는 판단하에 플랫폼을 만들었으며 4차산업혁명 대응에 필요한 부분들을 공유하며 대응방안들을 함께 만들어가기 시작했음
- 이후 2년간 워킹그룹을 만들며 표준화·연구·IT 보안에 대한 대응책을 함께 연구했는데 그 과정에서 이들은 인더스트리 4.0의 범위가 기업과 산업을 넘어 사회적인 부분까지 포괄해야 함을 인지함. 사회적인 부분까지 담당하기 위해서 정부의 개입이 필요하다고 생각하고 연방경제에너지부와 연방교육연구부에 플랫폼을 이양하고 2015년 4월 Hannover Messe에서 공식 출범시켰음
- 이 플랫폼은 경제에너지부 장관과 교육연구부 장관을 비롯하여 산업계와 연구협회 및 노동조합 대표들이 경영진을 맡고 있으며 크게 ① 기술적·실용적·전문성 관련 의사결정 ② 정책지침과 사회 및 확장 ③ 시장 내 실현 등 3가지 주제로 운영 중임
- 독일 정부는 플랫폼을 주도하며 정부와 사회단체가 함께 참여할 수 있는 부분들을 발굴해내고 새로운 작업을 시작하게 되는데 중요한 것은 플랫폼의 리더십을 2개 정부 부처와 기업 경영진 중 한 명의 대표가 함께 담당한다는 점임. 플랫폼에서 인더스트리 4.0 이슈에 대해 의견을 내고 필요한 부분들을 지원하나 적극적으로 개입하지는 않는다는 점이 특이하다고 볼 수 있음
- 독일 정부는 인더스트리 4.0이 직접적인 이해당사자인 기업들과 사회단체와 협회 등이 주도해야 한다는 점을 인식하고 플랫폼의 워킹그룹에서 마련한 내용들을 함께 검토하며 상명하달식 구조를 최대한 피하고 있으며 이러한 노력으로 독일 기업들은 자신들이 필요한 부분을 플랫폼을 통해 적극적으로 제시하고 있음
- 플랫폼 출범의 가장 큰 의의는 4차산업혁명에 관련된 모든 이해 관계자를 한자리에 모이게 하여 관련 대응방안과 전략을 함께 구성해나간다는 점에 있음. 경영진들은 2개 정부 부처 장관을 비롯하여 총 10명으로 구성되어 있으며 플랫폼에 참여하고 있는 기업과 기관 수는 2017년 3월 140여개에 달함

[표 3-1] Plattform Industrie 4.0 경영진

독일연방경제에너지부(BMWi)	IG Metall(독일금속노조)
독일연방교육연구부(BMBF)	SAP SE
Robert Bosch GmbH	Fraunhofer-Gesellschaft(프라운호퍼 협회)
Deutsche Telekom AG	Siemens AG
BDI(독일산업연합)	Festo AG

* 자료 : 주요국의 4차산업혁명과 한국의 성장전략(대외경제정책연구원, 2017)

- 플랫폼 가운데 가장 활발한 움직임을 보이고 있는 부문은 워킹그룹(WG: Working Group)인 것으로 나타나고 있는데 워킹그룹이 필요한 주제를 선정하고 이와 관련된 정부·기업·학계 등이 모여 4차산업혁명에 대응하기 위한 방향을 만들고 추진하고 있음
- Plattform Industrie 4.0은 현재까지 5개의 워킹그룹을 운영하고 있으며 필요 시 추가할 수 있도록 하여 새롭게 부각되는 이슈에 대응할 수 있는 유연성을 갖추고 있음. 독일에서는 이 플랫폼을 독일의 디지털화를 둘러싼 국내·외 활동 네트워크의 중심이라고 표현하며 프로그램의 중요성을 강조함

[표 3-2] Plattform Industrie 4.0의 워킹그룹 현황

Working Group 1	- 참조 아키텍처, 표준화(Reference Architecture, Standards, and Norms)
Working Group 2	- 연구와 혁신(Research and Innovation)
Working Group 3	- 네트워크 시스템 보안(Security of Networked Systems)
Working Group 4	- 법률 프레임워크(Legal Framework)
Working Group 5	- 노동, 교육, 훈련(Work, Education and Training)

* 자료 : 4차산업혁명 시대의 국가혁신전략 수립 방향(현대경제연구원, 2017)

- **(플랫폼의 워킹그룹 현황)** 독일 인더스트리 4.0 관련 정책에 대한 제언의 핵심이라고도 할 수 있는 워킹그룹은 앞서 언급한 3개 협회가 2013년 플랫폼을 구성했을 당시부터 활용되었으며 협회별로 각자 중요사항으로 고려되는 이슈들에 대해 워킹그룹을 결성하고 그룹 내 투표를 통해 리더를 선정한 후 주기적으로 온·오프라인으로 논의하며 대응방안을 마련하고 있음
- 이런 부분은 플랫폼에서도 적극 활용하고 있으며 3개 협회가 공통적으로 워킹그룹 추진이 필요한 주제는 공동으로 그룹을 결성함. 당시 플랫폼의 성격상 산업과 관련된 부분들이 워킹그룹의 주제로 선정되었으며 현재까지도 워킹그룹들의 활동은 진행되고 있고 각자 담당하는 주제에 대해 논의하고 연구한 내용을 지속적으로 책자 발간을 통해 대중들에게 제공 중임

- 2015년 플랫폼의 주도권을 정부 부처로 이양하기 전까지 총 3개의 워킹그룹을 만들었으며 이들의 주제는 ① 표준 ② 연구혁신 ③ 네트워크 시스템 보안이 었음. 독일 정부가 플랫폼의 리더십을 맡게 된 2015년 이후로는 워킹그룹의 범위가 사회적인 이슈로 넓혀지기 시작함
- 이후 결성된 워킹그룹의 주제는 법률 프레임워크와 노동·교육·훈련임. 기존에 추진되던 산업계 관련 워킹그룹도 꾸준히 활동을 이어가는 한편 사회적인 이슈와 관련된 워킹그룹이 결성되고 노동조합 등 보다 다양한 단체들이 참여함에 따라 플랫폼의 영역과 중요성은 보다 확대되고 있다고 볼 수 있음
- **(WG 1. 참조 아키텍처, 표준화)** 플랫폼이 4차산업혁명에 대응전략을 준비하며 가장 중요하게 여기고 있는 요소 중 하나가 표준화임. 미래의 제품 생산방식이 현재까지와는 다른 양상으로 진행될 가능성이 높다고 판단되자 플랫폼은 이를 기회로 삼고 워킹그룹을 형성했으며 해당 워킹그룹은 독일이 4차산업혁명을 선도할 수 있도록 표준화 기준 설정에 착수하여 RAMI 4.0(Reference Architecture Model of Industrie 4.0)을 개발함
- RAMI 4.0은 4차산업혁명에 필수적인 기술요소들을 총집합 시켜놓은 일종의 설계도로 서로 다른 분야의 기업들이 융합기술·산업을 만들어낼 수 있는 기반을 마련해놓은 프레임워크임. 기업들은 자신들이 개발 또는 사용하고자 하는 기술의 표준을 식별할 수 있으며 이를 통해 해당 기술의 성격과 가치사슬의 위치를 파악하고 활용될 수 있는 범위를 알려주는 역할을 함
- 또한 RAMI 4.0에 포함되지 않은 부분이 있을 경우 이를 인지하여 해당 프레임워크에 포함시킬 수 있도록 하는 구조를 지니고 있는데 RAMI 4.0은 독일산업표준인 DIN에 2016년 등록되어 공식적으로 4차산업혁명 관련 기술을 식별하고 표준화하는 기반으로 사용되고 있음
- RAMI 4.0 이외에도 해당 워킹그룹은 독일 기업들이 독일 표준과 더불어 국제표준에 대한 접근성을 용이하게 하기 위해 노력하고 있음. 이러한 노력의 일환으로 BITKOM·VDMA·ZVEI와 같은 산업협회들과 표준 관련 기관인 DIN과 DKE111)의 지원으로 표준위원회 I4.0(Standardization Council Industrie 4.0)을 설립하였으며 기계 간 소통에 사용되는 언어의 정의를 개발하여 4차산업혁명 관련 기업들의 상호 간 협력체계 구축에 장애요소로 작용할 수 있는 부분을 최소화하려고 노력하고 있음

- **(WG 2. 연구·혁신)** 플랫폼의 또다른 워킹그룹은 4차산업혁명 대응방안의 가장 핵심적인 부분인 연구와 혁신을 주제로 하고 있음. 이 워킹그룹은 4차 산업혁명을 이루기 위한 기술을 식별하고 이를 개발하기 위한 연구와 혁신 방법을 분석하는 것이 주요 업무이며 최종적으로 분석한 결과를 산업계에 전달하는 것이 주요 목표임
- 워킹그룹은 기술들을 실현시킬 수 있도록 로드맵을 작성하고 우선순위 분야를 선정하며 기업들이 혁신을 이루는 데 장애요소로 작용하는 부분들을 구분하여 특히 중소기업들이 4차산업혁명에 대응할 수 있는 지원정책을 마련함
- 독일 중소기업들이 4차산업혁명 기술을 실현하는 데 있어 연구할 수 있는 플랫폼을 마련하기 위해 LNI 4.0(Labs Network Industrie 4.0)을 설립하고 중소기업들이 기술 실험 관련 정보를 얻을 수 있는 네트워크의 중심 역할을 할 수 있도록 하였음
- **(WG 3. 네트워크 시스템 보안)** 인더스트리 4.0의 핵심 부분 중 하나는 기업 간 그리고 사업간 소통임. 이는 인더스트리 4.0의 표준화 모델인 RAMI 4.0에서도 소통에 대한 기준을 마련한 것을 볼 때 독일이 구상하는 4차산업혁명에서 소통의 중요성은 상당히 높음
- 플랫폼은 중소기업을 포함한 기업들이 인더스트리 4.0 발전 과정에 적극적으로 참여하게 하기 위해서 데이터에 대한 신뢰도 및 보안이 형성되어야 한다고 판단했으며 또한 외부 또는 제3자 공격으로부터 기업 간 소통이 안전하게 보호되어야 하고 워킹그룹을 통해 이에 대한 가이드라인을 제시했음

[표 3-3] 인더스트리 4.0 관련 기업들의 IT보안 필수 준비사항

1	- 정보보안관리시스템(ISMS, Information Security Management System) 책임자 지명 및 시스템 교육
2	- 생산인력이 인식 가능한 IT보안 리스크에 대한 지표 설정
3	- 원격 관리, 클라우드 등 네트워크 접속 지점(network access point) 관련 보안 개념 개발 및 실행
4	- 이동식저장장치(USB) 및 외부 하드웨어 기기에 대한 규정 수립
5	- 생산시설 내 스마트폰/태블릿 시스템 사용 관련 리스크 인식 제고
6	- 신규 기계/장비 구입 시 생산시스템 내 악성 소프트웨어 침투 관련 보안 예방책 마련
7	- 생산자의 운영체제, 생산 관련 소프트웨어, 보안 업데이트 요구 필수

* 자료 : 독일 인더스트리 4.0 현황과 시사점(IBK경제연구소, 2017)

- 상기 가이드라인은 독일 기업들이 인더스트리 4.0 전략을 도입할 때 IT보안과 관련된 필수 고려사항들을 나열한 것이며 협회들은 각자의 산업에 관련된 네트워크 보안 시스템 관련 부분들을 분석하고 결과를 공유함
- **(WG 4. 법률 프레임워크)** BDI and Noerr(2015)가 워킹그룹의 일환으로 인더스트리 4.0과 관련하여 독일 기업법률 전문가들을 대상으로 설문조사를 진행하였는데 설문 참여기업의 84%는 2020년까지 디지털화 관련 혁신이 해당 기업들의 사업모델에 영향을 줄 것이라 답했으며 별도로 독일 기업들의 디지털 전환에 있어 장애요인으로 꼽히는 법률 분야가 어떠한 부분인지 EU의 일원인 독일이 법률 범위를 조정할 필요가 있는지 등에 대한 질문을 통해 독일 법률체계가 나아가야 할 부분에 대하여 의견을 수렴하고 있음
- 워킹그룹 4의 주제는 법률 프레임워크임. 기존 법률체계는 인간의 사업 활동 기준에 초점이 맞춰져 있음. 그러나 4차산업혁명으로 기계가 주를 이루는 사회가 올 것으로 예상되고 있어 독일 사회는 기계를 기준으로 하는 법안 개정의 필요성을 인지하고 이에 대한 연구를 진행하고 있는데 해당 워킹그룹은 큰 틀에서 ① 민법과 민사소송법 ② IT보안/자료보호법 ③ 제조물책임법과 제품안전법 ④ 지적재산권법 ⑤ 고용법 등의 주제 아래 법률 개정이 필요한 부분들을 연구하며 이에 대한 대응방안을 마련해나가고 있음
- **(WG 5. 노동·교육·훈련)** 4차산업혁명으로 기계가 인간의 업무를 대체하게 될 것이라는 예상이 대두되며 이에 대한 대응책들이 필요하다는 의견들이 다수 제기되고 있음. 플랫폼 역시 이러한 부분의 심각성을 해결하기 위해 다섯 번째 워킹그룹의 주제를 노동에 맞추고 있는데 WG 5는 ① 사업 예제·도구와 방법 및 모범사례 구분 ② 4차산업혁명이 직업과 전문성에 주는 영향 ③ 역할·기능·직무분석, 노동의 구조화와 조직화, 자격·훈련 분야에의 대응방안 마련 등 3가지 주제에 초점을 맞추고 있음
- 4차산업혁명으로 기존 업무방식에 변화가 일어날 것으로 예상됨에 따라 플랫폼은 노동 관련 워킹그룹을 편성하였고 노동조합 주도 하에 대응전략을 수립하고 있음. 이에 독일 연방노동사회부는 2015년 4월 녹색(Green Paper)을 발간하며 4차산업혁명의 노동정책에 대한 이슈를 제기하였으며 이를 시작으로 기업과 민간단체와의 대화 채널을 만들고 실질적인 대응방안을 논의함

IV

인더스트리 4.0 정책의 배경

- (첨단기술전략 강화에 중점) 독일 인더스트리 4.0은 2006년 8월 독일 연방정부가 발표한 ‘첨단기술전략(High-Tech Strategy)’에서 비롯되었음. EU 15개국 정상들이 2000년 3월 EU의 장기발전 전략인 ‘리스본 전략’에 합의한 후 독일은 해당 전략의 일환으로 연구개발 부문 강화에 초점을 두었음
- 그러나 혁신을 목적으로 한 R&D 전략을 추진하기에 당시 독일 R&D 정책은 비효율적인 것으로 나타났는데 독일의 기존 R&D 관련 정책은 16개 주(州) 정부가 개별적으로 추진 및 결정하는 구조를 갖추고 있어 프로그램이 매우 복잡하며 프로젝트 지원대상이 선택적이고 학술부문에 치중되는 경향이 있어 혁신을 이루기에는 부족한 측면이 있었음
- 이러한 부분을 보완하기 위해 독일 연방정부는 2006년 8월 연구개발과 혁신을 중점으로 한 ‘첨단기술전략’을 발표함. 독일은 이 전략을 통해 R&D 투자 규모를 GDP의 3%까지 늘려 혁신을 위한 환경을 조성하고, 과학-산업 간의 협력을 유도하여 주요 산업 분야에서 일어나는 변화에 대응함
- 독일 연방정부는 이를 지속적으로 업데이트하여 급변하는 흐름에 유기적으로 대응하는 맞춤형 전략을 마련하고 있음. 연방정부 차원에서 마련한 첨단기술 전략은 정부 부처 간의 공통 목표를 설정하고 추진했다는 점에서 성공적이었던 것으로 평가됨
- 한편 독일 연방교육연구부는 ‘첨단기술전략 2020(High-Tech Strategy 2020)’을 통해 기후변화와 에너지·보건·교통·보안·통신 등 5개 중점 육성 분야를 설정하고 예산 활용 내용을 보다 명확하게 하여 2006년 발표한 전략보다 방향성을 구체화함
- 이에 더해 독일 정부는 2012년 3월 ‘첨단기술전략 2020 액션 플랜(High-Tech Strategy 2020 Action Plan)’을 발표했는데 여기에서 10개 미래 프로젝트에 대해 향후 10~15년간 지속적으로 추진할 의지를 표명함. 이에 더하여 혁신을 위한 독일 정부의 노력은 지속되는데 2014년 9월 ‘신(新) 첨단기술전략(The New High-Tech Strategy)’을 발표함. 이것은 이전 계획들의 기본적인 목적과 큰 틀은 유지하고 새로운 방향을 제시하면서 신기술의 상용화와 산학협력 강화 및 중소기업 지원축진을 강조함

[표 4-1] High-Tech Strategy 2020 Action Plan 10개 미래 프로젝트

1	이산화탄소 중립(CO2 neutral)-에너지 고효율화-온난화에 대처하는 도시	6	고령자의 자기결정이 가능한 생활
2	화석연료 대체 자원 개발	7	지속가능한 이동성
3	지능형 에너지 공급 개혁	8	상업용 인터넷 서비스
4	맞춤형 의료 서비스를 통한 치료 방안 개선	9	인더스트리 4.0
5	식생활 개선을 통한 건강 증진	10	개인정보 보호 및 보안

* 자료 : 독일 인더스트리 4.0 현황과 시사점(IBK경제연구소, 2017)

- 독일 정부는 혁신 가능성이 높은 과제로 디지털화를 선정했으며 ‘디지털 어젠다 2014 - 2017’을 수립하고 인프라 구축과 인터넷 속도 증가를 통해 디지털화에 필수적인 고속 인터넷망을 전국적으로 갖추겠다는 목표를 설정하였음
- 해당 어젠다는 디지털화를 4차산업혁명의 필수 조건으로 보았으며 이를 통해 ① 성장과 고용 ② 접근성과 참여 ③ 신뢰와 보안을 이루고자 함. 인더스트리 4.0은 잘 알려져 있듯이 독일의 4차산업혁명을 대변하는 단어로 원래 인더스트리 4.0은 독일의 ‘첨단기술전략 2020 액션플랜’의 10개 미래 프로젝트 중 하나의 공식 명칭이었음
- 여기서 미래 프로젝트는 일반적인 R&D 사업을 추진하는 프로젝트가 아니라 10개의 주제별 관련 사업들의 진흥 방안에 대해 고민하는 프로젝트였으며 독일 산학연은 함께 인더스트리 4.0의 진흥 방안을 모색하며 추진전략을 구상함. 이들은 제조업에 ICT기술을 접목함으로써 공정기술 개발을 통해 생산자가 소비자 수요에 맞춤형으로 대응할 수 있는 생산네트워크 구축을 인더스트리 4.0 프로젝트의 방향으로 설정하였음
- 독일이 정의하고 있는 인더스트리 4.0은 전체 4차산업혁명 기술을 포괄하지 않으며 오히려 이들을 자신들이 강점인 제조업의 디지털화에 초점을 맞추고 있음. 연방경제에너지부는 인더스트리 4.0을 개념 → 개발 → 제조 → 사용 → 유지 → 재활용을 포함한 제품의 전체 공정으로 정의하고 있음
- 독일은 20세기의 경제발전을 토대로 구분되던 산업 간 경계선의 모호성과 새로운 유형의 사업모델들로 인한 일자리 감소와 기술 발전 등에 대한 대응책으로 독일의 제조업을 한단계 발전시키고자 했음. 인더스트리 4.0의 가장 큰 특징 중 하나는 독일 연방정부가 마련한 정책이지만 이를 주도하는 주체는 정부·기업·각종 협회 등이 공동으로 구성한 하나의 새로운 체제라는 것임. 이를 가장 뚜렷하게 보여주는 것이 ‘Plattform Industrie 4.0’임

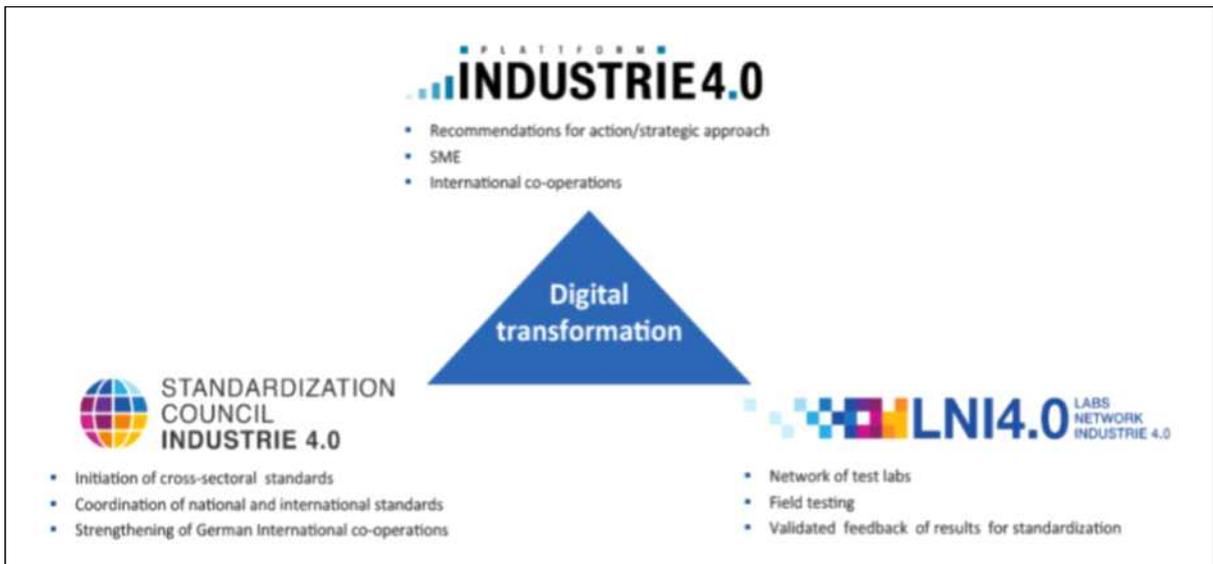
V

인더스트리 4.0의 주요 분야별 추진현황과 과제

- (표준화를 위한 체계) 독일은 성공적인 인더스트리 4.0을 이루기 위해서 가장 우선적으로 필요한 부분이 표준화라고 판단하고 있으며 표준화 작업을 위해서는 연구-산업-표준 관련 업계의 협력이 중요한 요인 가운데 하나로 작용함. 3개 산업협회(BITKOM·VDMA·ZVEI)는 2013년 공동으로 플랫폼을 결성하며 공통적으로 중요하게 여기는 이슈에 대해 워킹그룹을 플랫폼 차원에서 만들기 시작함
- 이 중에서 4차산업혁명에 대응하기 위해서는 표준화에 대한 작업이 이루어져야 한다는 데 합의하고 워킹그룹을 만들었음. 표준화 워킹그룹의 가장 큰 성과 중 하나는 RAMI 4.0 모델을 개발했다는 것이라고 볼 수 있음(앞서 언급한 내용으로 자세한 내용은 생략함)
- 독일의 산업계와 정부는 표준화 작업의 운영체계를 마련하기 위해 표준위원회 I4.0(Standardization Council Industrie 4.0)을 결성하고 3개 산업협회(BITKOM, VDMA, ZVEI), 표준기관(DIN, DKE), 학계와 연구소 등 3개 그룹이 지정한 대표단으로 구성하였음. 플랫폼은 최고 의사결정 역할을 담당하고 표준화 워킹그룹을 통해 거론된 내용들과 더불어 국제협력 등의 의견을 표준위원회로 전달하면 해당 위원회는 이와 관련된 운영방안을 만들고 추진하는 체계를 갖추고 있음. 플랫폼이 제시하는 표준화의 방향성을 표준위원회 I4.0이 실행하는 방안을 만들어낸다고 볼 수 있음
- 표준위원회 I4.0이 전략들을 실행하는 역할을 담당하고 있지만 해당 전략들이 실질적으로 기업들에 의해 적용되고 올바른 방향으로 실행되고 있는지 일일이 검토하기는 어려움. 이를 보완하기 위해 Labs Network Industrie 4.0(LNI 4.0)을 만들고 기업들이 표준화 관련 작업들을 지원할 수 있도록 하였으며 현재 LNI 4.0은 Siemens, SAP, Deutsche Telecom 등 3개 기관이 운영 중이며 각 기업 내 직원 중 LNI 4.0 프로그램 전담자를 지정하여 운영하고 있음. LNI 4.0의 가장 큰 특징은 정부 측에서 해당 기관의 역할에 대한 필요성을 언급하자 3개 기업들이 자발적으로 구성한 것이라는 점임
- 현재 LNI 4.0의 주요 업무는 독일 내 표준 관련 테스트베드의 정보들을 취합하는 것과 이를 중소기업에 소개시켜 주는 역할임 중소기업이 관심있는 기술에 대한 정보를 요청하면 적합한 테스트베드를 LNI 4.0이 찾아 매칭시

켜주는 것이며 실험 결과들을 기업들의 동의하에 표준위원회 I4.0으로 전달하고 있음. 이를 전달받은 위원회는 이러한 결과들을 분석하여 새로운 표준화가 필요한 기술 등의 여부를 플랫폼에 보고하고 표준화 관련 3개 기관은 상호 간의 상향식과 하향식 양방향의 소통 구조를 지니고 있음

[그림 5-1] 표준화 관련 3개 기관 관계도



* 자료 : 독일 인더스트리 4.0 현황과 시사점(IBK경제연구소, 2017)

- 표준위원회 I4.0에 따르면 플랫폼에서는 표준화 관련 방향성을 제시하고 표준위원회에서는 이를 전략화시키는 역할을 담당하며 LNI 4.0의 네트워크에 포함되어 있는 기업 및 연구소들은 새로운 기술개발을 담당하고 있음. 결국 기업들이 LNI 4.0을 통해 자신들이 개발한 기술과 표준화 내용을 표준위원회 I4.0에 제안하고 검토 후 이를 플랫폼과 정부가 함께 표준화 도입을 고려하는 방식임
- 또한 장기적으로는 LNI 4.0 참여기업이 증가하게 되면 이들 중에서도 같은 기술에 대한 다른 방식의 표준화를 추진하는 경우가 생겨날 수 있음. 플랫폼과 표준위원회는 이러한 민간업계의 경쟁이 효율적인 표준화로 이어질 것으로 기대하고 있음
- 하지만 현재 LNI 4.0은 규모가 작아 업무 분야를 확대하기 힘든 상태이며 아직 대기업들의 활동이 주를 이루고 중소기업들은 미온적인 입장을 보이고 있어 단기적으로 큰 성과를 기대하기는 힘들지만 관련 기관들은 인더스트리 4.0이 단기간 안에 실행되기 힘들다는 점을 감안하고 단계적으로 천천히 프로그램을 진행하여 점진적으로 확대해 나갈 계획임

- LNI 4.0의 특징 중 하나는 테스트베드에 대한 네트워크 구축임. LNI 4.0 출범한 2016년 5월 당시 테스트베드 수는 11개에 불과했으나 2017년 6월 40개 까지 늘어난 것으로 파악되며 독일 정부는 이를 통해 대학·연구소·기업들이 추진 중인 4차산업혁명 기술 연구에 대한 정보를 취합하고 이를 바탕으로 앞서 언급한 바와 같이 중소기업과의 매칭과 표준화를 위한 데이터 구축 등 인더스트리 4.0을 이룰 수 있는 기반을 조성하고 필요에 의해서는 국제협력에도 네트워크를 활용할 수 있도록 하고 있음
- 테스트베드와 더불어 표준화 작업에 있어서 중요한 점은 적용 사례(use-case)임. 독일은 산업의 다양성으로 산업자동화에 일관된 표준이 없어 use-case의 경우 포괄형(generic type)에 국한될 수밖에 없음. 하지만 DIN·DKE·VDE(2016)는 use-case가 기술을 실행하는 데 있어 해당 기술에 대한 기초적인 이해를 하는 데 도움이 되고 이를 통해 사용자·데이터 교환·조건 등 기술의 실행에서 필요한 부분들을 식별함과 동시에 세부사항들에 대한 개념을 도출해내는 데 활용가치가 높다고 판단함
- 인더스트리 4.0에서 핵심기술 중 하나가 기계간(M2M: machine- to-machine) 소통이며 독일을 포함한 모든 국가에서 4차산업혁명을 이루기 위해서는 자국내 기계 간 소통기술 개발에 집중해야 함. 이와 더불어 글로벌화를 통해 국가 간 교류가 활발히 이루어지고 있어 무역도 통일된 기계 간 소통 언어가 필요함. 이러한 부분을 고려할 때 use-case를 활용한 기술에 대한 공통적인 이해는 필수적임
- 또한 독일 정부는 표준화 관련 기술에 대한 연구개발도 적극 지원하고 있음. 연방경제에너지부는 인더스트리 4.0 미래 프로젝트 관련 기술 정책의 일환으로 'AUTONOMIK für Industrie 4.0' 프로그램을 만들었는데 해당 프로그램은 2017년 현재 14개 연구 프로젝트를 지원하고 있으며 이에 100여 개의 산학기관 및 기업, 단체 등이 참여하고 있음. 독일 정부는 관련 프로젝트 지원에 4,000만 유로 규모의 예산을 투입하고 있음
- **(국제협력)** 플랫폼이 인더스트리 4.0에 있어 가장 중요하게 여기는 요소 중 하나가 국제협력임. 독일이 4차산업혁명 전략인 인더스트리 4.0을 정부와 산업계가 합심하여 적극적으로 추진하자 세계 다수 국가에서의 협력 수요도 늘어나고 있음. 독일은 이들 플랫폼을 통해 미국·일본·프랑스·이탈리아·중국·체코 등의 국가와 4차산업혁명 협력을 추진하기로 합의한 바 있음

- **(독일 - 미국)** 독일의 플랫폼과 미국의 산업인터넷컨소시엄(IIC: Industrial Internet Consortium)은 2016년 3월 공식적으로 4차산업혁명 관련 협력을 추진하기로 합의함. 양측은 이전에도 만남을 가지며 상호 간 협력 가능한 부분을 파악했으며 양 기관 대표들은 플랫폼의 RAMI 4.0과 IIC의 IIRA (Industrial Internet Reference Architecture)의 성격을 파악하고 국제표준에 맞춰 협력할 수 있는 부분을 찾아 로드맵을 작성하기로 추진함
- 이를 위해 2016년 5월 공동 워크숍을 통해 두 기관의 표준 상호 작용이 가능한 부분을 찾아 운용이 가능하도록 하였으며 이와 더불어 양 기관은 테스트 베드와 4차산업혁명 기술의 기업 적용사례에 대한 협력방안을 모색하고 있음

[표 5-1] Plattform Industrie 4.0과 IIC 비교

구분	Plattform	IIC
주체	독일 연방정부	글로벌 대기업
주요 이해관계자	산·학·연	
지원 형태	정부 산업정책	개방형 비영리 컨소시엄
중점 산업	제조기반 산업	제조업, 에너지, 운송, 헬스케어, 전력·수도·가스, 도시, 농업
중점 기술	공급망 조직화, 임베디드 시스템, 자동화, 로봇	device communication, 데이터 흐름, 장치 제어/통합, 예측분석, 산업자동화
중심 기반	하드웨어	소프트웨어, 하드웨어, 통합
중점 지역	독일	글로벌 시장
지원 기업 형태	중소기업	모든 형태의 기업
최적화 분야	생산의 최적화	자산의 최적화
표준화 작업 기반	어젠다 기반 하향식 접근	IIC가 필요한 부분 파악 후 표준 관련 기관에 전달하는 상향식 접근
경제적 접근법	규범경제학적 접근	실증경제학적 접근
경영 접근법	사후대응	선도적 대응

* 자료 : 출처 종합

- **(독일 - 중국)** 독일 경제에너지부와 중국 공업신식화부는 스마트제조 및 상호 연계성 생산공정 분야의 양국 기업 협력을 지원하기로 하고 2015년 7월 MOU를 체결하고 이를 통해 양국은 같은 해 12월 독·중 표준협력위원회의 워킹그룹을 결성하였으며 지식기반생산과 인더스트리 4.0 분야 협력체계를 구축함
- 또한 독일연방경제에너지부는 2016년 1월 스마트제조 및 스마트서비스 분야 협력을 통해 관련 분야의 양자 간 협력 프로젝트 발굴 및 모니터링하는 역할을 담당하는 동시 양국 간 대화를 체계화함

- (독일 - 일본) 독일 연방경제에너지부와 일본 경제산업성은 2016년 4월 하노버 선언을 통해 IoT 분야에 협력하기로 하였는데 당시 Plattform Industrie 4.0과 일본의 RRI(Robot Revolution Initiative)도 함께 협력하기로 공동선언문을 내며 IoT 기술과 4차산업혁명 관련 표준화 작업과 국제규제개혁 및 R&D 등 4차산업혁명 관련 분야에서 협력 기회를 창출하기로 합의함
- Plattform Industrie 4.0은 온라인 지도를 만들어 4차산업혁명 기술들이 연구·실현되고 있는 현황 관련 정보를 제공하고 있음. 독일은 4차산업혁명 기술들을 성공적으로 실현하기 위한 주요 전략이 개방형 혁신이라고 생각하고 해당 전략의 일환으로 온라인 지도를 통해 4차산업혁명 기술 관련 정보들을 제공하고 있음. 온라인 지도에는 4차산업혁명 기술들이 실제로 이용되고 있는 200개 이상의 사례들에 대한 정보를 제공하고 4차산업혁명 기술 혁신을 꾀하고 있는 기업들이 해당 정보를 통해 자신들이 기술을 연구할 수 있는 네트워크를 찾을 수 있도록 하는 것임
- 플랫폼은 국가 간에 필요한 부분들을 식별하여 이에 대한 협력을 추진하고 있기 때문에 국가별 협력 추진전략은 상이함. 기본적으로 연방정부가 속해 있는 고위급 의사결정기구인 플랫폼 차원에서 타 국가와의 협력 추진 의사를 표준위원회 I4.0에 전달하면 위원회가 협력방안을 마련하는 체계를 갖고 있는데 플랫폼과 표준위원회 I4.0은 인더스트리 4.0에 있어 필수 요소인 인터넷 인프라가 발달한 한국에도 관심을 나타내고 있으며 4차산업혁명과 관련해 한국이 어떠한 움직임을 보이는지 지속적으로 모니터링하고 있음

VI

결론 및 시사점

- (결론 및 제언 ① 한국 경제·사회의 당면 과제를 해소하고, 차세대 산업구조로 변혁할 기회로 삼아야 함) 주요국의 4차산업혁명 정책 활동을 글로벌 시장과 제품 개발에 활용하는 기회로 삼고 현재 우리나라가 당면한 저성장·수익성 약화·인구 감소 등 경제와 사회적 과제를 해소할 수 있는 정책을 마련해야 함
 - 그동안 주력해왔던 신기술·신제품 개발 영역을 뛰어넘어 글로벌 산업구조의 재편과 차세대 산업구조로의 재편에 대응한 정책을 수립
 - 과거처럼 변혁 과정에 기반이 되는 기술·제품·서비스를 외국에 의존하는 자세에서 탈피하고 국내 기반산업 경쟁력을 확충하는 기회로 삼아야 함
- (결론 및 제언 ② 4차산업혁명 융합화, 서비스화 추세에 필요한 핵심기술을 확보하기 위해 M&A, 개방형 혁신 등 외부 역량을 활용하는 정책이 요구) 4차산업혁명 관련 모든 기술을 단독으로 개발해 대응한다는 것은 불가능할 뿐만 아니라 효율성·효과성이 극히 낮음
 - 국가 차원에서 4차산업혁명 대응에 필요로 하는 핵심기술을 보유한 해외 기업을 직접 M&A하는 방안도 고려하고 수직적인 업종 내 협업보다 타업종 특히 ICT 전문업체와 학계(연구계)와의 개방형 혁신 수행 체제가 더 필요
 - 일본과 중국의 4차산업혁명 정책으로 예상되는 새로운 시장 기회를 포착하고 합작 및 전략적 제휴를 포함한 M&A 전략도 고려해볼 만한 사안임
- (결론 및 제언 ③ 제품과 서비스가 융합한 솔루션 창출로 주도권이 재편되는 글로벌 밸류체인 상에서 국내 산업이 최종 솔루션 공급자 역할에 위치할 수 있도록 제조업과 서비스업을 융합한 산업정책이 필요함) 4차산업혁명 시대 초연결성 산업·사회 구조가 진행되면 수출과 내수 시장의 구분이 모호해지며 글로벌 단일 시장으로 빠르게 변모
 - 제품+서비스 융합으로 기존 최종 조립업체 또는 서비스 업체는 이들 융합 업체의 공급업체로 전락하며 시장 주도권을 상실하게 됨
 - 글로벌 단일 시장 체제 자국의 제품·서비스 업체가 글로벌 밸류 체인의 단품 공급업체 또는 최종 시스템 공급업체 중 어느 방면에 집중하는지에 따라 시장 주도권과 수익성 확보에 크게 영향을 받음
 - 재편되는 글로벌 밸류체인 상에서 국내 산업은 지금까지의 '최종 유형 제품 제공자'에서 최종 고객과 직접 대면하여 시장과 마케팅 정보를 확보하고

솔루션 제품을 제공할 수 있는 최종 솔루션 제공자가 되는 것으로 혁신하는 제조업과 서비스업의 융합정책이 수립되어야 함

- **(결론 및 제언 ④ 4차산업혁명 성공은 현재의 사업·산업 구조를 경쟁력 있는 구조로 신속히 재편할 수 있는 역량에 달려있음)** 기존의 저성장성, 저수익성 산업구조를 유지하며 4차산업혁명에 대응하는 데에는 한계가 있음
 - 미래 구조에 적합하지 않은 사업은 조속히 철수하고 이를 새로운 사업으로 대체하는 혁신기반 성장의 패러다임을 구축해야 함
 - 이를 위해 창업부터 성장·회수에 이르는 사업 전 사이클 활동에서 경쟁력이 떨어지는 사업은 철수하는 한편 신규 성장 사업의 원활한 진입을 촉진하고 보장할 수 있는 체계를 점진 및 구축해야 함
- **(결론 및 제언 ⑤ 넓은 시각으로 정책을 마련하고 실행해야 함)** 미국·독일·일본 모두 4차산업혁명과 관련된 정책을 수립하는 경우 아이디어 제시부터 최종 방안 수립하는 데에까지 1~2년이 소요
 - 또한 4차산업혁명 기술과 이용 영역이 변화하고 있는 과정에 있기 때문에 단기 대응 정책으로는 크게 미흡
 - 미래의 경쟁력 향상과 고부가가치 산업구조를 구축하는 정책은 단기 성과 창출보다는 넓은 시각에서 정책을 개발하고 실행 성과를 측정하고 전략을 변경하는 실행 체계가 요구됨
- **(독일의 4차산업혁명 관련 세 가지 전략적 시사점)** 첫 번째 시사점은 글로벌 시장과 고객의 관점에서 개인 맞춤형 생산 시대의 도래를 차분하게 준비하고 있다는 것임. 기업 간 치열한 경쟁으로 고객의 더 까다롭고 다양한 취향과 니즈에 맞춘 제품 개발과 디자인 및 생산·공급을 차별화 할 수 있어야 함. 그렇기 때문에 이에 맞춘 고객 지향형 상품기획과 제조 역량이 요구되며 독일 기업의 공장에는 주문마다 각기 다른 선택 사양들을 제작에 신속하게 반영하기 위한 제조기술을 활용하고 있음(아디다스 스피드팩토리)
- 4차산업혁명 시작은 혼자만의 생각이 아닌 열린 자세와 커뮤니케이션을 통한 개방형 혁신이 기본이 되어야 하며 이러한 관점에서 두 번째로 얻은 시사점은 협업과 관련된 새로운 산업 생태계 조성이 필요함. 독일은 기업과 기업, 기업과 연구소, 연구소와 대학교, 정부와 지자체 등 산업 주체들이 협력을 통해 인더스트리 4.0의 표준화와 새로운 프로세스를 계속 만들어가고 있음

- 독일 전역에 67개의 분야별 연구소를 운영 중인 프라운호퍼 연구소는 기업과 함께 조기 상용화가 가능한 응용기술을 공동 연구하고 기업들은 이러한 기술 개발로 분야별 기술과 부품 및 장비를 호환성을 갖춘 일련의 연결된 제조 장비와 솔루션을 제작하고 있으며 이러한 혁신은 독일 기업과 연구소 및 정부 간의 원활한 협업의 산물이라고 볼 수 있음
- 가장 중요한 세 번째 시사점은 바로 확신임. 독일의 인더스트리 4.0은 중앙 정부가 최소한의 정책적 지원을 하고 있지만 민간의 산업별 주체들끼리 자율적이고 상호 보완적인 입장에서 끊임없는 소통과 협력을 지속함. 기업 간에도 디지털 주권이라고 하는 데이터 정보 보안의 이슈가 해결 과제로 남아있긴 하지만 개방형 혁신에 적극 참여하고 있는 것은 자신들의 기술과 사업에 대한 확신이 강하기 때문에 가능하다고 보여짐
- 4차산업혁명의 시대에는 인공지능과 자동화의 증가로 인해 일자리가 줄어들 거라는 의견도 있으나 독일 기업들은 직원들에게 지속적으로 현재 맡은 업무 외 다른 직무와 기술에 대한 교육을 받게 하여 직원 재교육에 대한 기회를 주고 있음. 실업학교를 졸업한 학생들은 듀얼 시스템이라고 하는 도제식 직업교육을 통해 기업에서 졸업 후에 필요한 기술을 학교를 다니며 사전에 습득하고 있음(물론 우리나라도 관련 제도를 시행 중임)
- 기업은 필요한 기술 인력을 사전에 확보할 수 있고 학생들은 취업에 대한 걱정이 없다고 하는데 이러한 독일의 움직임은 바로 인더스트리 4.0이 궁극적으로 인간을 위한 기술이며 인류를 풍요롭게 하는 기술 혁명임을 의미하고 있다고 평가하는데 있음
- 사람을 배제하고 기업의 이익만을 극대화하기 위한 상업적이고 단기적인 기술 혁신이 아니라는 것임. 독일 인더스트리 4.0의 전략 방향성을 보면 모든 경제 주체들이 이에 대한 동의와 공감과 함께 방향성에 대한 확신을 가지고 다가올 4차산업혁명의 미래 사회를 일과 삶의 조화를 이루며 차근차근 준비하고 있음
- 이것을 통해 우리의 현실과 차이가 나는 부분이라는 생각이 들었음. 우리나라의 산업 주체들도 늦지 않았다고 생각하며 지금부터라도 플랫폼과 산업 생태계 경쟁이 심화 될 4차산업혁명의 새로운 시대를 맞아 유연하되 기민한 경영시스템 구축과 함께 환골탈태한다는 각오로 이미 시작된 글로벌 산업계 변화에 대응할 수 있는 혁신이 절실히 요구되는 시점이라고 생각함

참 고 문 헌

- 4차산업혁명 주요 개념과 사례
(2017. 5, 산업연구원 산업경제분석)

- 4차산업혁명이 한국 제조업에 미치는 영향과 시사점
(2017. 5, 산업연구원 산업경쟁력연구본부)

- 아시아 주요국의 4차산업혁명 추진전략과 협력방안
(2017, 대외경제정책연구원)

- 4차산업혁명 시대의 국가혁신전략 수립 방향
(2017. 6, 현대경제연구원)

- 주요국 정책으로 살펴본 우리나라 4차산업혁명 정책수립 방향
(2017. 8, 현대경제연구원)

- 독일 스마트공장 현황과 시사점
(2016 8, IBK경제연구소)

- 주요국의 4차산업혁명과 한국의 성장전략
(2017. 7, 대외경제정책연구원 김규관·이형근·김종혁·권혁주)

- 4차산업혁명 시대 스마트공장 확산을 위한 핵심분야별 정책방안 연구
(2017. 12, 산업통상자원부)

- 한국·독일 스마트팩토리 정책 비교 및 시사점
(2018. 8, 중소기업연구원)