

‘인더스트리 4.0’이 가져올 노동시장의 변화와 시사점



참! 좋은 은행

IBK 기업은행 | IBK경제연구소



목차

I. 검토배경	1
II. 인더스트리 4.0의 이해	2
1) 개념 및 의미	
2) 인더스트리 4.0에 대한 한국의 대응방안	
III. 인더스트리 4.0이 가져올 노동환경	5
1) Arbeit 4.0을 촉진하는 요인	
2) Arbeit 4.0의 주요 특징	
IV. 인더스트리 4.0이 노동시장에 미칠 영향	10
1) 보스턴 컨설팅 그룹의 견해	
2) 독일 노동시장 및 직업연구소의 견해	
3) 세계경제포럼(WEF)의 견해	
V. 시사점 : 제조업 혁신 3.0에 따른 노동시장의 변화 ...	18

< 참고문헌 >

※ 본 자료는 IBK경제연구소가 정보제공을 목적으로 작성한 연구 자료이며, 어떤 경우에도 법적 책임소재 증빙자료로 사용될 수 없습니다.

□ **인더스트리 4.0이 확산됨에 따라 노동시장의 지각변동이 예고되고 있음**

- 세계경제포럼(WEF, '16.1)에 따르면, 인더스트리 4.0으로 향후 5년간 약 5.1백만 개 일자리가 사라질 것으로 전망

□ **인더스트리 4.0의 성공은 기술 혁신뿐만 아니라 노동시장 변화를 어떻게 잘 이끌어내느냐에 달려 있음**

- 스마트공장 도입 등 기술적 변화로 업무의 환경뿐만 아니라 노동의 내용과 프로세스에도 상당한 영향을 미칠 것임*

* IT와 생산체계의 결합으로 업무 유연성 확대, 도심형 생산으로 일-가정 양립에 긍정적

- 스위스 은행 UBS의 악셀 베버 회장은 세계경제포럼에서 “인더스트리 4.0에 가장 중요한 것이 노동시장 유연성”이라며 “노동개혁에 실패한 국가는 도태될 것”이라고 경고

□ **한편, 한국은 독일* 등 선진국에 비해 인더스트리 4.0에 따른 노동시장의 변화에 대한 준비가 부족한 상황**

* 독일 정부는 인더스트리 4.0 정책에서 직업재교육 등 인력정책을 적극 반영하는 등 기술 변화에 따른 노동환경의 변화에 대비 중

- 한국의 인더스트리 4.0 정책인 제조업 혁신 3.0에서는 노동시장 측면 보다는 스마트공장 도입 등 기술적 변화에 더 많은 초점을 둠

□ **본 보고서의 목적은 ①“제조업의 디지털화”인 인더스트리 4.0이 제조업 일자리 및 전체 산업 일자리에 미치는 영향을 분석하고, ②이를 토대로 한국 제조업 혁신 3.0이 가져올 노동시장의 변화에 대한 시사점을 도출하는 것임**

II | 인더스트리 4.0의 이해

※ IBK경제연구소(2015, 2016)를 참조하여 작성

1 | 개념 및 의미

□ 독일 인더스트리 4.0(Industrie 4.0)은 국가과학기술 육성정책인 하이테크 전략 2020('12년)의 일환으로 추진된 제조업 혁신 정책으로,

- ICT와 제조업의 융합을 통해 '제조업의 완전한 자동생산 체계를 구축하고 모든 생산 과정이 최적화' 되는 4차 산업혁명을 의미

하이테크 전략 2020 : 미래 주요시장으로 ①기후·에너지, ②건강·영양, 식생활, ③이동, ④보안, ⑤통신 등 5개 분야에 중점. 위 분야에 대해 10개의 미래 프로젝트(예 : 인더스트리 4.0)를 규정하고 혁신전략을 구체화하는 로드맵 작성

< 독일 산업정책의 변천사 >

	인더스트리 1.0	인더스트리 2.0	인더스트리 3.0	인더스트리 4.0
산업 혁명	1차 산업혁명 (18세기 후반~)	2차 산업혁명 (20세기 초반~)	3차 산업혁명 (1970년 후반~)	4차 산업혁명 (2020년~)
혁신 부문	물과 증기의 동력화	전력, 노동분업	전자기기, ICT 혁명	ICT와 제조업 융합
의 사 소 통 방 식	책, 신문 등	전화기, TV 등	인터넷, SNS 등	사물 인터넷 서비스 간 인터넷
생산 방식	생산 기계화	대량 생산	부분 자동화	시뮬레이션을 통한 자동생산
생산 통제	사람	사람	사람	기계 스스로

자료 : 독일연방교육연구부 자료 정리, 현대경제연구원(2013) 재인용

□ 인더스트리 4.0의 핵심은 사이버물리시스템* 기반의 스마트공장 구축

* 사이버물리시스템(Cyber Physical System) : 소프트웨어로 만들어진 사이버 세계와 로봇·제조기계 등 물리적 세계의 통합시스템으로 물리적 세계와 똑같은 가상의 사이버 세계를 만들고 이를 통해 물리적 세계를 자동·지능적으로 제어하는 시스템

○ 제품의 기획·설계, 생산, 유통·판매 등 전 과정을 정보통신기술로 통합하여 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 미래형 공장

- 사물인터넷(IoT)에 의한 소재·제품·기기의 지능화를 통하여 과거의 경직된 중앙 집중식 생산체계(인더스트리 3.0)에서 벗어나 모듈단위의 유연한 분산·자율제어 생산체계(인더스트리 4.0)를 구현하는 것임

■ 스마트공장 사례 : 지멘스 암베르크(Amberg) 공장

- 산업 자동화 SW와 생산로봇을 적용하여 세계최고 수준의 자동화율(75%) 달성, 제품과 생산설비의 실시간 교신체계 구축
- (운영효과) 유럽 최고 공장으로 선정
 - 세계최고의 수율 : 99.9988%(1백만 개 중 12개 결함)
 - 다품종 대량생산 : 1,000여개 종류 제품을 연간 1,200만개 생산
 - 에너지 절감 : 기존 공장 대비 약 30% 절감

지멘스 암베르크 공장



자료 : 기업 홈페이지 참조

스마트공장 內 기술 테스트 모습



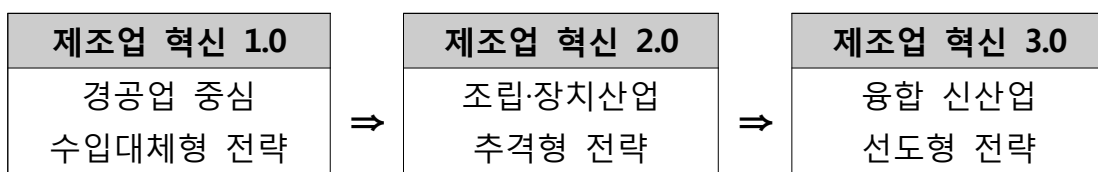
자료 : computerwoche, 주 : 스마트공장 내 미래 디지털 공장 위한 DFKI 기술 테스트

2 인더스트리 4.0에 대한 한국의 대응방안

□ 정부는 제조업 혁신 정책의 일환으로 제조업 혁신 3.0 전략('14.6)을 발표

- IT·SW 융합으로 융합 신산업을 창출하여 신 부가가치를 만들고, 선진국 추격형 전략에서 선도형 전략으로 전환하여 제조업 경쟁력 확보

< 한국 제조업의 혁신 패러다임 변화 >



- 융합형 신제조업 창출, 주력산업 핵심역량 강화, 제조혁신 기반 고도화 등 3대 전략(6대 과제)을 중심으로 추진

3대 전략	6대 과제	후속 대책
융합형 新제조업 창출	① IT·SW 기반 공정혁신 ② 융합 성장동력 창출	<ul style="list-style-type: none"> • 13대 산업엔진별 세부추진 계획('14.7) • 에너지·기후변화 대응 신산업창출방안('14.7) • 스마트공장 보급·확산 추진계획('14.10)
주력산업 핵심역량 강화	③ 소재·부품 주도권 확보 ④ 제조업의 소프트파워 강화	<ul style="list-style-type: none"> • 제조업 소프트파워 강화 종합대책('14.11)
제조혁신기반 고도화	⑤ 수요맞춤형 인력·입지 공급 ⑥ 동북아 R&D 허브 도약	<ul style="list-style-type: none"> • 산업별 인적자원개발협의체(SC)* 강화 등 산업인력 양성체계 개편('14.8) • 동북아 R&D 허브 도약전략('14.12)

* Sector Council : 사업자단체(사무국 역할 담당), 교육훈련기관, 연구기관 등으로 구성된 민간주도의 인적자원 개발 협의기구로, '산업발전법 제12조에 의거해 2004년 출범했으며 '15년 기준 17개가 지정됨

III | 인더스트리 4.0이 가져올 노동환경

- ✓ 독일에서는 인더스트리 4.0이 가져올 노동환경을 “Arbeit 4.0”으로 명명
→ Arbeit 4.0의 노동은 “디지털화”, “유연화”, “숙련도 변화”로 특징
지워짐

1 | Arbeit 4.0을 촉진하는 요인

□ 인간처럼 사고(thinking)하고 행동할 수 있는 지능적인 기계들이 등장함

- 기계가 물리적 세계와 상호작용하면서, 광범위하게 활동할 수 있는 능력
(환경 인식, 내비게이션 능력)을 가짐(예 : 산업용 로봇 Kiva, Atlas, Baxter)
- 기계가 언어를 이해하고 말할 수 있는 능력뿐만 아니라, 문제해결능력도
보유함
 - 음성인식(예 : Siri, Microsoft Cortana)뿐만 아니라 회화·작문도 가능(예 : 로봇
저널리즘 Narrative Science, Automated Insights)
 - 비구조적인 질문들에 대한 답변, 규칙에 기반한 분석 및 패턴을 인식하고
분류하는 것이 가능해짐(예 : 무인자동차 Google Car)

산업용 로봇 Atlas



자료 : www.bostondynamics.com

Google Car



자료 : www.google.com

□ **지능적인 기계의 활용(예 : 산업용 로봇)이 전 세계적으로 빠르게 확산되는 추세**

- 세계 로봇시장 규모는 '12년 대비 10.7% 증가한 148억 달러('13년 기준)

< 세계 로봇 시장 추이 >

구분	'09년	'10년	'11년	'12년	'13년	연평균
제조용	3,976	5,678	8,278	8,496	9,507 (11.9%)	24.3%
서비스용	2,801	3,890	4,205	4,860	5,282 (8.7%)	17%
합계	6,777	9,568	12,483	12,483	14,789 (10.7%)	21.5%

자료 : World Robotics 2014, IFR(2014.9월), 전상원(2015)에서 재인용

주 : ()는 '12년 대비 '13년 증가율, 단위: 백만 달러

■ **국가별 산업용 로봇 판매대수**

- 중국(37,000개), 일본(26,000개), 북미(24,000개), 한국(21,000개), 독일(18,000개)('13년 기준, International Federation of Robotics)

- 전 세계에서 창출되는 총 데이터의 양이 지속적으로 증가할 전망

- '13년 생산된 전 세계 총 데이터의 양은 4.4조 기가바이트이며, '20년에는 약 10배 증가한 44조 기가바이트에 달할 것으로 예상(EMC, Digital Universe of Opportunities 보고서)

■ **1분당 창출되는 데이터의 양**

- 송신되는 이메일(204,000,000개), 구글 문의(4,000,000개), 앱 다운로드(48,000건), 페이스북 북 내 이동되는 정보들(2,460,000개), 트위터를 통한 트윗 수(277,000개)('14년 기준, Data never sleeps 2.0)

2 Arbeit 4.0의 주요 특징

※ Picot & Neuburger(2013), Boeckler Impuls(2015) 참조하여 작성

□ (①노동의 디지털화) 디지털 미디어와 지능적인 도구들(intelligent tools)이 업무 프로세스에 빠르게 확산됨

- 업무 프로세스를 더 효과적이고 효율적으로 조직할 수 있게 하고 실시간 통제도 가능하게 함
 - (예시) 사이버물리시스템의 도입으로 생산 프로세스의 자율적인 통제가 가능
- 업무 프로세스에 대한 디지털 미디어의 침투정도는 직업분야들과 업무 부문들에 따라 달라짐

< 디지털 미디어 침투정도에 따른 직업(업무) 분야 >

디지털 미디어 침투정도	해당 직업(업무)분야
1) 디지털 미디어를 부수적으로 활용	수공업자, 청소부, 경비원, 간호사
2) 디지털 미디어를 주로 활용	비서, 콜센터 직원, 경리
3) 디지털 기술을 주로 활용	산업생산에서 완전자동화, 로봇의 투입, 의료/행정/법률 업무 시 상호적인 진단-및 인지시스템의 투입

자료 : Picot & Neuburger(2013)

□ (②노동의 유연화) 노동 프로세스가 유연하게 구축됨

- 유연한 근무시간제·근무 장소(예 : Co-Working Center), 낮은 위계질서, 팀제 등을 통해 노동 프로세스가 유연화됨
 - Co-Working Center에서는 “Your office is where you are ”의 모토 하에 유연하고 가상적인 노동들이 허용됨
- 노동의 유연화는 근로시간과 개인시간의 경계가 없어지게 한다는 점에서 장점과 단점을 모두 내포함

- 개인적인 삶의 공간이 커지는 장점이 있지만, 항상 업무에 있어서 “on” 상태를 유지해야하는 압박감을 가지는 단점도 존재

□ (③노동의 숙련도 변화) 업그레이드 되거나 양극화될 두 개의 시나리오가 존재

- (숙련도의 업그레이드) 인공지능 등 지능적인 시스템의 투입으로 제조업 종사자들(예 : 생산과정을 통제하는 전문인력)의 숙련도가 높아질 가능성
 - 생산의 모든 영역에 있어서 IT 역량뿐만 아니라, 자기책임을 가지고 네트워크화된 프로세스에서 사고할 수 있는 능력이 중요해짐

※ 독일기업의 80%에 따르면, 향후 요구되어지는 자격조건을 충족시키기 위해 제조업 종사자들이 지속적으로 직업재교육을 통해 그들의 숙련도를 업그레이드해야 한다고 응답 (프라운호퍼 연구소 설문조사)

Arbeit 4.0에서 종업원에게 가장 많이 요구되는 역량은 ①평생학습능력(91%), ②다른 분야들을 융합할 수 있는 사고능력(81%), ③적극적 문제해결능력(79%), ④높은 IT 역량(79%) 등의 순으로 나타남(Jaeger, 2015)

- (숙련도의 양극화) 한편으로는 고숙련 업무들의 중요성이 증가하고, 다른 한편으로는 단지 단순한 업무들만이 남게 될 전망
 - 엄선된 전문가 집단들이 시스템의 설치와 서비스(유지)를 책임지는 반면, 다수의 사무직 직원들은 단순한 실행업무들을 담당
 - 기계의 자율성 정도에 따라서 제조 전문인력의 의사결정 권한과 책임을 잃게 될 가능성*
- * 자율성이 높은 기계들로 대체가능한 조립과 감독뿐만 아니라, 중급 숙련도 수준의 행정 및 서비스 활동들이 여기에 해당됨
- (종합) 향후 노동의 숙련도는 업그레이드 되고 양극화되는 두 시나리오의 중간 지점에 있는 “하이브리드 시나리오”를 가질 것으로 예상됨

참조 3 Arbeit 4.0에 대한 가정들(St. Gallen 대학, 2015)

< Arbeit 4.0에 대한 22개 가정들 >

측면	가정
전통적 조직의 와해	① 경직된 조직 구조가 유연해지고, 기업간 물리적 경계가 사라짐 ② 전통적인 위계질서 대신에 peer to peer 방식을 중시 ③ 수요에 따라 채용이 이루어짐(hiring on demand) ④ 기업은 IT 시스템에 의한 표준화로 동질적으로 변화됨 ⑤ 고객과의 Co-Creation 증가로 기업은 개방적인 조직으로 변함 ⑥ 디지털 업무에 있어서 생산자와 고객간 경계가 사라짐
디지털 네트워크 경제에서의 노동	⑦ 사람들의 역할이 실행에서 기계들의 감독으로 이동 ⑧ 사람과 기계간의 상호작용으로 다양한 업무방식들(예 : 기계에 완전위임, 기계와 협업, 기계통제 등)이 창출됨 ⑨ 클라우드 워커(Cloud Worker)* 등이 수행하는 업무가 디지털화됨 ⑩ 빅데이터의 데이터를 결합하고 통합하는 능력이 가장 중요해짐 ⑪ 디지털 업무는 국적을 초월하여 전문인력간 프로젝트로 수행됨 ⑫ 직업과 사생활의 경계가 사라짐 ⑬ 기계가 대체할 수 없는 창의적인 인간의 영역이 중요해짐 ⑭ 고임금 국가에서는 사람들이 직접 상호작용하는 직업들이 증가 ⑮ 계약 기반의 유연한 고용관계 속에서 자기관리가 핵심능력 ⑯ 창의성 등 정신적인 성과가 생산성과 더 많이 접목됨 ⑰ 데이터 전문가 등 IT 영재들이 많이 등장함 ⑱ 크라우드 소싱(crowdsourcing)** 등과 같은 새로운 노동방식이 더 많이 등장함
리더십과 조직을 위한 도전과제	⑲ 유연한 고용관계 속에서 사람들의 일터는 공공장소로 확대됨 ⑳ IT 기반의 업무환경은 가상적인 놀이공간에 가까워짐 ㉑ Job Hopping과 Cherry-Picking이 중요한 인사과제가 됨 ㉒ 출근문화가 성과를 중시하는 결과문화로 발전함

자료 : Schmitz, M., Moeller, J., & Deinzer, R.(2015)

* 다양한 클라우드 서비스를 활용해 시간·장소에 구애받지 않고 업무를 보는 사람

** 생산과 서비스의 과정에 소비자 혹은 대중을 참여시켜 더 나은 제품, 서비스를 만들고 수익을 참여자와 공유하는 방법. 클릭워커(Clickworker), 클라우드크라우드(CloudCrowd) 등 제3자 중개업체가 구축한 탄력적인 플랫폼들은 근로자들을 업무와 직접 연결시키는 현물시장 역할을 수행

IV | 인더스트리 4.0이 노동시장에 미치는 영향

※ 제조업의 디지털화인 인더스트리 4.0이 제조업 일자리 및 전체 산업 일자리에 미치는 영향에 초점을 둠

1 | 보스턴 컨설팅 그룹의 견해

※ 디지털 산업기술의 도입이 23개 독일 제조 산업들 내 40개 직군들에 미치는 영향 조사('15년)

□ (인더스트리 4.0 내 일자리에 영향을 미치는 주요 디지털 산업기술)

- 여기에는 빅데이터를 통한 품질통제, 로봇이 지원되는 생산, 자가운전 로지스틱 차량, 생산라인 시뮬레이션 등이 있음

< 일자리에 영향을 미치는 주요 디지털 산업기술 예시 >

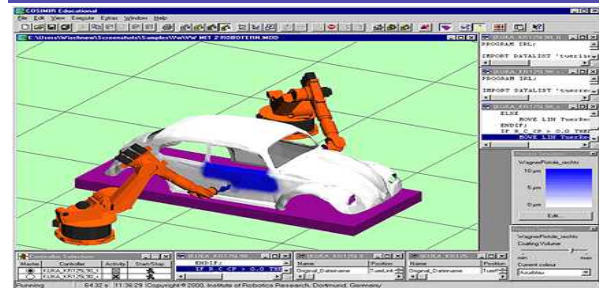
주요 디지털 산업기술	특징	일자리에 미치는 영향
① 빅데이터를 통한 품질통제	역사적 데이터에 기반한 알고리즘으로 품질문제를 밝혀내고 제품실패가 감소	품질통제 전문가의 수요는 감소하고 산업데이터 과학자의 수요는 증가
② 로봇이 지원되는 생산	유연한 휴머노이드 로봇은 조립과 포장과 같은 운영 업무들을 수행함	생산운영에 있어서 수작업노동(예 : 조립과 포장)은 감소하고, 로봇 조정자라는 로봇을 감독·통제하는 새로운 직업이 창출됨
③ 자가운전하는 로지스틱 차량	완전히 자동화된 운송시스템은 공장에서 지능적으로 운영됨	기존 로지스틱 인력이 감소
④ 생산라인 시뮬레이션	새로운 소프트웨어로 조립라인 시뮬레이션과 최적화가 가능해짐	산업 엔지니어와 시뮬레이션 전문가의 수요가 증가

Mercedes Benz의 자가운전 트럭



자료 : www.wired.com

생산라인 시뮬레이션



자료 : www.used-robots.com

□ ('15년부터 '25년까지 인더스트리 4.0이 제조업 인력에 미치는 영향)

- 인더스트리 4.0에 따른 일자리 증감 시나리오는 인더스트리 4.0에 따른 연간 매출액 증가율과 인더스트리 4.0 관련 기술 도입률에 기반하여 9개 유형이 도출됨

< 인더스트리 4.0에 따른 일자리 증감 시나리오 >

인더스트리 4.0으로 창출되는 연간 매출액 증가율	인더스트리 4.0 관련 기술 도입률		
	30%	50%	70%
0.5%	①130,000	②-40,000	③-180,000
1.0%	④530,000	⑤350,000	⑥200,000
1.5%	⑦950,000	⑧760,000	⑨600,000

자료 : 보스턴 컨설팅 그룹('15), 단위 : 명

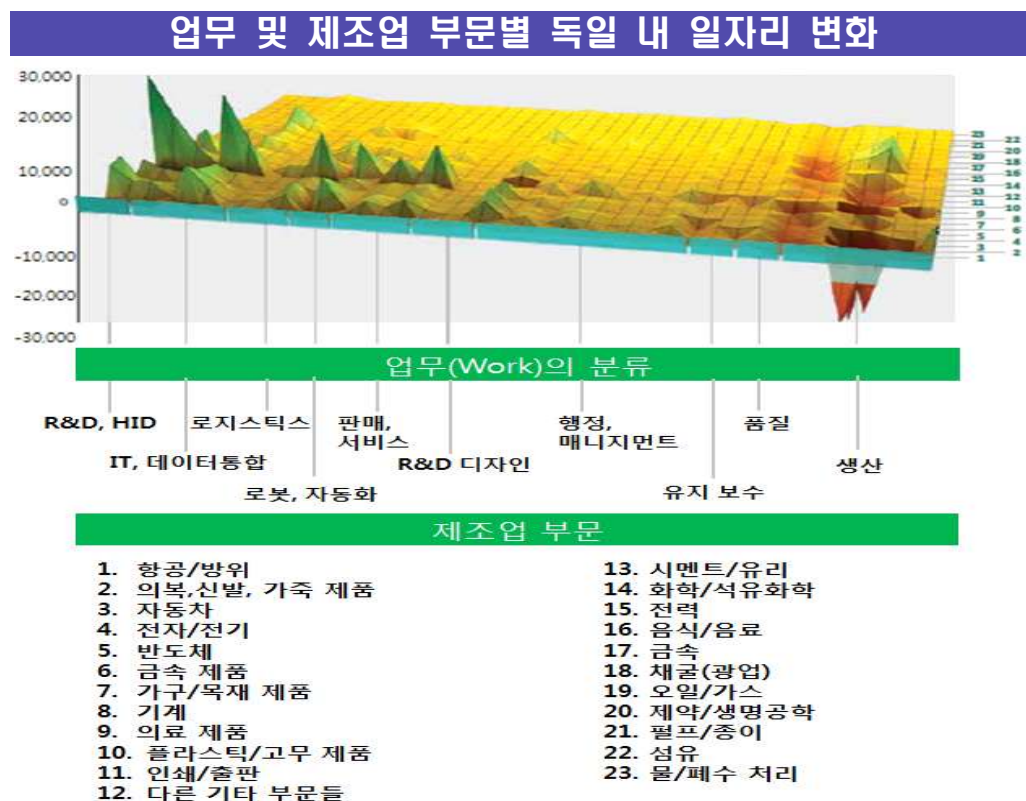
- 독일의 경우, 연간 매출액 증가율 1.0%, 기술 도입률 50%로 가정한 시나리오를 적용하여, 인더스트리 4.0으로 '25년까지 독일 제조업 일자리가 350,000개* 증가할 전망
 - * 현재 23개 독일 제조업에 종사하는 약 7백만 인력들과 비교할 때 5% 증가한 수치
 - (고용 증가 요인) IT 및 R&D를 수행하는 고숙련 인력의 일자리(210,000개)와 매출액 증가*로 인해 창출되는 새로운 일자리(750,000개)로 960,000개 일자리가 증가할 전망
 - * 인더스트리 4.0을 통한 매출액 증가는 유연한 생산라인, 로봇과 3D 프린팅 등의 도입, 혁신적인 비즈니스 모델 실행, 인공지능 활용 등에 기인
 - (고용 감소 요인) 컴퓨터화와 로봇의 활용이 확산됨에 따라 조립과 생산 부문에서 약 610,000개 일자리가 감소될 것으로 예측됨
- 하지만, 만약 10년 후 매출액이 0.5% 증가하고, 기술 도입률이 70%로 되는 경우에는 180,000개 일자리가 감소될 것으로 예상하고 있어, 향후 인더스트리 4.0 진행상황에 따라 독일 제조업 일자리가 줄어들 수도 있음

○ 인더스트리 4.0에 따른 일자리 변화는 업무별·제조업 부문별로 달라질 것으로 예상

- (업무별) IT와 소프트웨어 개발 업무에서 일자리가 증가하는 반면, 표준화될 수 있고 기계로 대체될 수 있는 단순 반복적인 업무의 일자리는 감소
- (부문별) 지능적 기계 시장의 확장으로 관련 장비제조업체의 일자리는 증가하는 한편, 로봇의 도입으로 일부 산업(예 : 자동차 산업)에서 일자리는 감소됨

< '25년까지 인더스트리 4.0에 따른 일자리 증감부문 예시 >

	일자리 증가(+)	일자리 감소(-)
업무별	- IT와 data integration에 속한 일자리 수는 110,000개로 증가 할 전망(현재 기준 98% 증가)	- 생산업무 : 120,000개 (4% 감소) - 품질통제 : 20,000개(8% 감소) - 유지 : 10,000개(7% 감소) - 생산계획 : 20,000개(8% 감소)
제조업 부문별	- 지능적 기계 관련 장비제조 산업에 70,000개 일자리 증가(6% 증가)	- 로봇의 도입으로 자동차 산업과 금속가공제조업의 일자리 감소



주 : '25년까지 일자리 수의 절대적 변화, HID: Human Interface Design

2 독일 노동시장 및 직업연구소의 견해

※ 인더스트리 4.0이 독일 노동시장(63개 경제부문들과 54개 직업 분야들에 속하는 일자리)에 미치는 영향을 조사('15년)

□ 인더스트리 4.0*으로 '25년까지 60,000개의 일자리가 감소할 것으로 전망

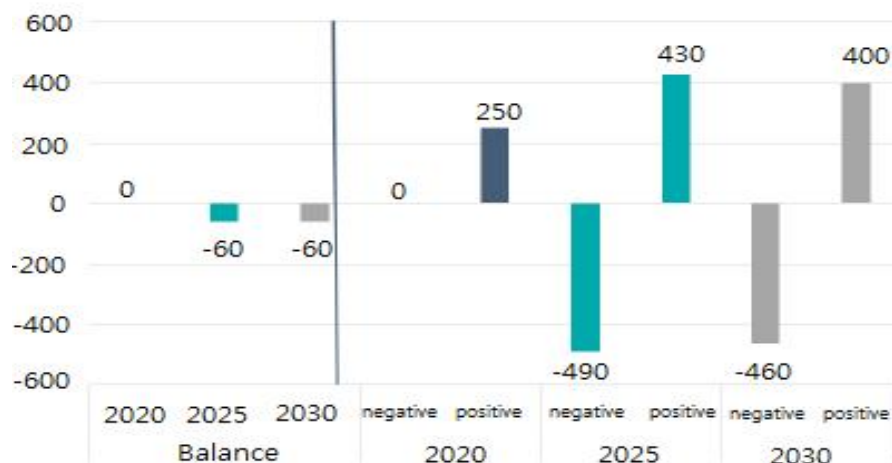
* 인더스트리 4.0은 ad-hoc으로 도입되는 것이 아니라, '25년까지 걸리는 장기적인 프로세스

- 490,000개 일자리(예 : 제조업)가 감소되고, 약 430,000개 새로운 일자리(예 : 서비스업)가 창출될 것으로 예상되어, 총 920,000개 일자리 변화가 예측됨

< '25년까지 인더스트리 4.0에 따른 일자리 증감 전망 >

증가(+)	감소(-)	Total
430,000 (예 : 서비스업)	490,000 (예 : 제조업)	△60,000

인더스트리 4.0에 따른 일자리 수의 변화



자료 : 독일 노동시장 및 직업연구소('15), 단위 : 1,000명

- (20개 주요 직업분야별 종업원 수 변화) 제조업에 속한 종업원 수는 감소하고, 서비스 지향적인 직업을 수행하는 종업원 수는 증가

- (종업원 수가 감소하는 직업분야) 시스템 및 기계통제와 유지, 금속공학·시스템 엔지니어링·조립작업자·전기무역, 프로세싱 관련 제조업과 수리 부문 등
- (종업원 수가 증가하는 직업분야) 건설업, IT 및 과학, 관리직, 언론 과학 및 인문학, 교육 부문 등

< 인더스트리 4.0에 따른 주요 직업분야별 종업원 수의 변화 >

	종업원 수 증가(+)	종업원 수 감소(-)
주요 직업 분야별	<ul style="list-style-type: none"> - 건설업(MOF4) - 머천다이징(서비스, 판매)(MOF7) - 기술 직종(MOF8) - IT와 과학(MOF14) - 관리직(MOF16) - 언론과학/인문학(MOF17) - 헬스 케어(MOF18) - 사회복지(MOF19) - 교육(MOF20) 	<ul style="list-style-type: none"> - 자원채취(MOF1) - 보조노동자/경비원(MOF2) - 금속공학, 시스템 엔지니어링, 조립작업자, 전기무역(MOF3) - 프로세싱 관련 제조업과 수리(MOF5) - 시스템 및 기계 통제와 유지(MOF6) - 교통관련 창고저장 및 운송(MOF9) - 케이터링(MOF11)

인더스트리 4.0에 따른 주요 직업분야별 종업원 수의 변화

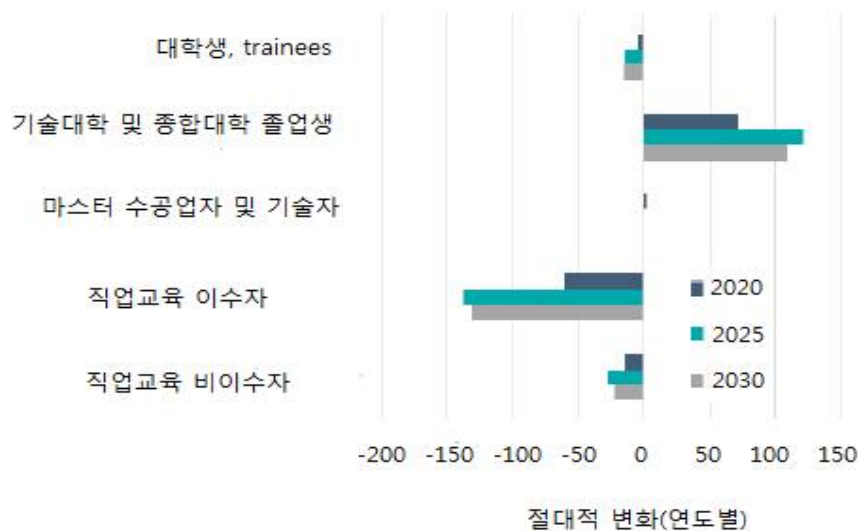


자료 : 독일노동시장 및 직업연구소('15), 단위 : %, 주 : 상대적 편차가 양수인 경우 종업원 수의 증가, 음수인 경우 종업원 수의 감소를 의미, MOF는 main occupational field의 약자

□ (자격요건별 종업원 수 변화) 고숙련 인력인 대학졸업생인 종업원의 수는 증가하는 반면, 중급 숙련인력인 직업교육생을 수료한 종업원의 수는 감소

- 기술대학 및 종합대학 졸업생 출신의 종업원 수가 '25년까지 120,000명 증가하는 반면,
- 중급 숙련인력인 직업교육을 수료한 종업원의 수는 130,000명 감소

인더스트리 4.0에 따른 자격요건별 종업원 수의 변화



자료 : 독일노동시장 및 직업연구소('15), 단위 : 1,000명

【평가】

- 인더스트리 4.0은 향후 10년간 독일 내 92만개의 일자리의 변화를 초래함으로써, 전체 종업원 수(43백만 명, 16.2월 기준)의 약 2.1%에 영향을 미침
- 독일 전체 종업원 수의 약 1.1%의 일자리(490,000개)가 감소하고, 약 1.0% (430,000개)가 증가하여, 종합하면 독일 전체 종업원 수의 0.14%(60,000개) 일자리가 감소할 예정
- 대학진학률이 약 40%에 그치는 독일에서 인더스트리 4.0의 확산으로 향후 대학 진학률이 높아지는 등 고학력화 추세가 예상

3 세계경제포럼(WEF)의 견해

※ '16년 15개국 선진국과 신흥국 내 9개 산업부문(화학, 에너지, 금융, 헬스케어, 정보통신기술, 미디어 등)에 속한 13백만 종업원들을 대상으로 4차 산업혁명(인더스트리 4.0)이 고용트렌드에 미치는 영향을 조사(미래고용보고서)

□ 4차 산업혁명으로 '20년 까지 약 5.1백만 개의 일자리가 감소할 전망

○ 화이트 칼라 사무행정직 등에서 약 7.1백만 개의 일자리가 감소하고, 컴퓨터 엔지니어링 및 수학 등에서 약 2백만 개의 일자리가 창출될 것으로 예상

- (순고용 감소 부문) 사무 및 행정, 제조업 및 생산*, 건설 및 광업 등

* 제조·생산 분야에서 3D 프린팅, 로봇 등이 노동을 대체하면서 상당수 일자리는 감소

- (순고용 증가 부문) 비즈니스와 재무관리, 관리직, 컴퓨터 및 수학, 건축 및 엔지니어링 등

< 인더스트리 4.0에 따른 산업별 고용변화 >

순고용 증가(+)	규모	순고용 감소(-)	규모	Total
비즈니스와 재무관리	492,000	사무/행정	△4,759,000	
관리직	416,000	제조업/생산	△1,609,000	
컴퓨터/수학	405,000	건설/광업	△497,000	
건축/엔지니어링	339,000	예술, 디자인, 엔터테인먼트, 스포츠·미디어	△151,000	
영업 및 영업 관련직	303,000	법률	△109,000	
교육/트레이닝	66,000	시설/정비	△40,000	
합계	2,021,000	합계	△7,165,000	△5,144,000

자료 : 세계경제포럼 미래고용보고서('16), 주 : ()는 고용 증감 분, 단위 : 명

□ (업무에 필요한 핵심스킬) '20년 업무 수행 시 필요한 핵심스킬의 비중을 볼 때, 복잡한 문제를 해결할 수 있는 능력(36%)이 가장 필요

○ 일자리의 19%는 협상 및 설득 등을 할 수 있는 사회적 스킬을, 일자리의 18%는 모니터링 등을 할 수 있는 프로세스 스킬을 요구

- 업무 수행 시 육체적 능력(4%)보다는 인지적 능력(15%)이 더 필요해지며, 품질통제 등의 기술적 스킬(12%)보다는 시스템 분석 등을 할 수 있는 시스템 스킬(17%)이 더 중요해짐

< '20년 업무 수행 시 필요한 핵심스킬의 비중 >

측면	업무에 필요한 핵심스킬	스킬 내용 예시	'20년 일자리에 필요한 비중
능력	인지적 능력 (cognitive abilities)	- 창의성, 수학적 논리, 시각화	15%
	육체적 능력 (physical abilities)	- 육체적인 힘, 수작업의 정교함	4%
기초 스킬	컨텐츠 스킬 (content skills)	- 적극적 학습, 구두표현, 독해, 작문능력 정보통신기술 사용능력	10%
	프로세스 스킬 (process skills)	- 경청, 비판적 사고, 모니터링(자신, 타인)	18%
복합 기능적 스킬	사회적 스킬 (social skills)	- 다른 사람들과의 조정능력, 감정지수, 협상, 설득	19%
	시스템 스킬 (systems skills)	- 판단과 의사결정, 시스템 분석	17%
	복잡한 문제해결능력 (complex problem solving)	- 복잡한 문제해결	36%
	자원관리 스킬 (resource management skills)	- 재무적 자원관리, 재료 관리, 사람관리, 시간관리	13%
	기술적 스킬 (technical skills)	- 장비 보수 및 수리, 장비 운영 및 통제, 프로그래밍, 품질 통제	12%

자료 : 세계경제포럼 미래고용보고서('16), 주 : 핵심스킬을 요구하는 일자리의 비중

- 한국 정부는 제조업 혁신 3.0의 확산에 따른 R&D 전문인력 부족현상을 선제적으로 대응하기 위해 8대 스마트제조기술* 양성에 주력하고 있음

* 사물인터넷, 홀로그램, 3D 프린팅, 빅데이터, 클라우드, 스마트센서, 에너지 절감, CPS

- (예시) 관계부처 공동으로 8대 분야별 전문가 TF를 구성하여, 인력양성 로드맵을 마련, 이를 기반으로 범부처 인력양성계획 마련('15.3Q)
 - '17년까지 8대 기술 분야 인력수요는 약 5만 6천명으로 전망됐으며, 이중 신규 채용 수요는 약 2만 5천명(44.6%) 수준으로 전망되는 가운데,
 - 설계 및 기획인력, 보안 등 연계 분야 및 비즈니스화에 특화된 융합형 R&D 인력에 대한 수요가 높을 것으로 예측함(스마트 제조 R&D 중장기 로드맵 발표회, 산업부·미래부, 2015.12.10)

< 8대 스마트제조기술별 인력수요 예측결과 잠정치(KIAT 외) >

구분	사물인터넷	홀로그램	3D 프린팅	빅데이터	클라우드	스마트센서	에너지절감	CPS	계
'17	17,047	2,285	207	1,326	4,255	16,538	1,139	13,581	56,377
'20	40,451	4,102	352	2,818	8,924	21,006	2,333	15,223	95,209

자료 : 제조업 혁신 3.0 전략 실행대책('15.3.19), 관계부처 합동, 단위 : 명

- 한편, 제조업 혁신 3.0이 가져올 노동시장 변화에 대한 국내 연구가 아직 이루어지지 않은 상황으로, 인더스트리 4.0에 따른 노동시장의 변화*에 주목할 필요

* 보스턴 컨설팅 그룹과 독일 노동시장 및 직업연구소 전망을 통해 한국 제조업 혁신 3.0이 가져올 일자리 변화에 대한 예측을 할 수 있음. 시나리오 가정과 조건이 다르기 때문에, 정확한 예측이라기보다는 전반적인 추세를 파악할 수 있음

< 요약 : 주요 기관의 일자리 증감 전망 >

주요 기관	증가(+)	감소(-)	Total
보스턴 컨설팅 그룹	960,000	610,000	350,000 ↑ ('25)
독일 노동시장 및 직업연구소	430,000	490,000	60,000 ↓ ('25)
세계경제포럼	7,100,000	2,000,000	5,100,000 ↓ ('20)

- ① 독일 노동시장 및 직업연구소의 전망('15)을 적용하면, '25년까지 제조업 혁신 3.0으로 한국 전체 종업원 수(19,173,000명, 산업연구원, '13년 기준)의 약 2.2%인 402,633명의 일자리 변화가 예상됨
- 한국 전체 종업원 수의 1.1%인 210,903명의 일자리가 감소하고, 약 1.0%인 191,730명의 일자리가 증가할 전망으로, 종합하면, '한국 전체 종업원 수의 0.14%인 268,422명의 일자리가 감소할 것으로 예측됨
- ② 제조업에 속한 일자리의 변화는 증가와 감소 전망이 혼재되어 있음
- 독일 노동시장 및 직업연구소에 따르면, 특히 제조업에 속한 일자리들(생산 업무, 품질통제, 생산계획 등)의 수가 감소할 것으로 전망하지만,
 - 보스턴 컨설팅 그룹에 따르면, 제조업 인력이 350,000개 증가할 전망(전체 제조업 인력의 5% 증가)
 - 보스턴 컨설팅 그룹 전망('15)을 적용하면, '25년까지 한국 전체 제조업 종업원 수(3,802,000명)의 약 5%인 190,100명이 증가할 것으로 예상
- ③ 제조업 혁신 3.0의 확산으로 서비스업 직업들의 수요가 두드러지게 증가
- ※ 전체 산업 종사자 중 제조업과 서비스업 종사자의 비중(세계은행, '14년) : 독일(28%, 70%), 한국(24%, 70%)
- 독일 노동시장 및 직업연구소 전망을 적용하면, 제조업 혁신 3.0의 확산으로, '25년 교육·자연과학·사회과학 연구관련직 등이 증가하고, 기계관련직 등이 감소

< 제조업 혁신 3.0에 따라 예상되는 직종별 수요의 변화 >

종업원 수가 증가하는 직종	종업원 수가 감소하는 직종
<ul style="list-style-type: none"> - 교육·자연과학·사회과학 연구관련직(805,194) - 건설 관련직(738,892) - 보건·의료 관련직(608,525) - 정보통신 관련직(334,631) - 사회복지 관련직(254,338) - 관리직(142,320) 	<ul style="list-style-type: none"> - 기계관련직(791,131) - 경비 및 청소관련직(590,479) - 운전 및 운송관련직(561,779) - 식당서비스 관련 종사자(230,269) - 자동차 및 자동차 부품품 조립원(145,505) - 전기 및 전자기기 설치 및 수리원(47,695) - 금속가공관련 장치 및 기계조작원(36,893)

자료 : 국가통계포털, 주 : ()는 독일 직업지표를 기준으로 조사한 한국의 종사자 수('15년 기준), 전 직종 종사자는 11,055,657명, 단위 : 명

【 참고 문헌 】

- IBK경제연구소(2015), 『독일 인더스트리 4.0 현황과 시사점』
- IBK경제연구소(2016), 『독일 스마트공장 현황과 시사점』
- 전상원(2015), 『지능형 로봇의 국내외 산업동향』, TTA Journal, Vol. 158
- 현대경제연구원(2013), 『독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점』
- Boeckler Impuls(2015), 『Was die Industrie 4.0 den Beschaeftigten bringt』
- Boston Consulting Group(2015), 『Man and Machinne in Industry 4.0』
- Institut fuer Arbeitsmarkt- und Berufsforschung(2015a), 『Industrie 4.0 und die Folgen fuer Arbeitsmarkt und Wirtschaft』
- Institut fuer Arbeitsmarkt- und Berufsforschung(2015b), 『Folgen der Digitalisierung fuer die Arbeitswelt』
- Jaeger, W.(2015), 『 Industrie 4.0, Internet der Dinge, Smart Services』
- Picot, A. & Neuberger, R.(2013) : Arbeit in der digitalen Welt
- Schmitz, M., Moeller, J., & Deinzer, R.(2015), 『Industrie 4.0 und der Arbeitsmarkt』, Bundesagentur fuer Arbeit
- University of St. Gallen(2015), 『Arbeit 4.0 : Megatrends Digitaler Arbeit der Zukunft - 25 Thesen』
- UBS White Paper for the World Economic Forum(2016), 『Extreme automation and connectivitiy : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Rovolution』
- WEF(2016), 『The Future of Jobs : Employment Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution』