



IFS 국가 정책 제언 디지털 전환을 통한 제조업 경쟁력 강화: 한국과 독일의 혁신전략

서울대 공학전문대학원 이정혜 교수

본 보고서는 2024년 11월 11일 서울대 국가미래전략원과 프라운호퍼시스템및혁신연구소가
공동 주최한 기술리더십포럼 『Industry 4.0과 제조업의 변혁: 한-독 양국의 현황과 전망』
발표와 토론 내용을 중심으로 요약 정리한 글임.



9 773058 556003
ISSN 3058-5562

1 디지털 전환을 통한 제조업 경쟁력 강화의 필요성

제조업 강국, 한국과 독일

- 한국과 독일은 제조업을 국가 경제의 핵심으로 삼고 있는 대표적인 제조업 강국임
- 독일 제조업은 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP)의 약 20%를 차지하며, 기계·자동차·화학 등 전통 산업에서 뛰어난 기술력과 품질로 세계적 경쟁력을 자랑함
- 특히 독일의 중소기업(Mittelstand)이 제조업 경쟁력을 지탱하는 핵심 역할을 담당하고 있으며, 많은 기업들이 세계 시장에서 독보적인 전문성을 보유하고 있음
- 한국 제조업은 한국 GDP의 약 28%를 차지하며, 전 세계 반도체와 배터리 시장에서 선도적인 위치를 확보하고 있음
- 한국은 전자·자동차·조선·철강과 같은 핵심 산업을 통해 국가 경제를 견인하며, 독일과 달리 대기업들이 높은 기술력과 생산성을 바탕으로 글로벌 시장에서 중요한 역할을 하고 있음

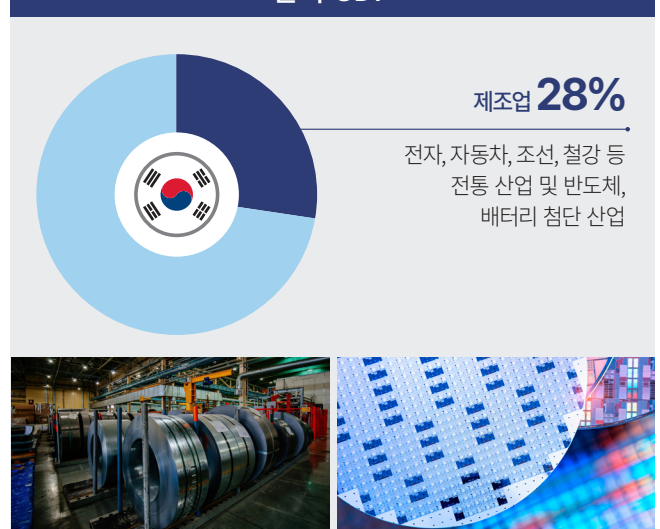
제조 경쟁력 강화를 위한 필수 조건, 디지털 전환

- 한국·독일과 같이 제조업은 많은 나라에서 고용 창출, 기술 발전, 수출 경쟁력 강화에 핵심적인 산업 역할을 담당해 왔음. 그러나 오늘날의 제조업은 급변하는 글로벌 환경 속에서 생산성 향상, 공급망 최적화, 지속가능성 등 다양한 도전에 직면해 있음
- 이러한 도전에 대응하고 새로운 기회를 창출하고 지속 가능한 경쟁력을 유지하기 위한 필수 전략으로 디지털 전환이 자리 잡고 있음. 디지털 전환은 단순한 기술적 변화가 아니라, 제조업의 구조와 본질을 재정의하며, 글로벌 시장에서 지속 가능한 경쟁력을 유지하고 새로운 가치를 창출하기 위한 근본적인 변화임
- 한국과 독일은 각기 다른 산업 구조와 목표에 따라 독자적인 제조업 혁신 전략을 수립해 옴. 이에 본 보고서는 한국과 독일의 제조업 혁신전략과 디지털 전환의 차이를 분석하고, 이를 통해 얻을 수 있는 시사점을 제시하고자 함

독일 GDP



한국 GDP



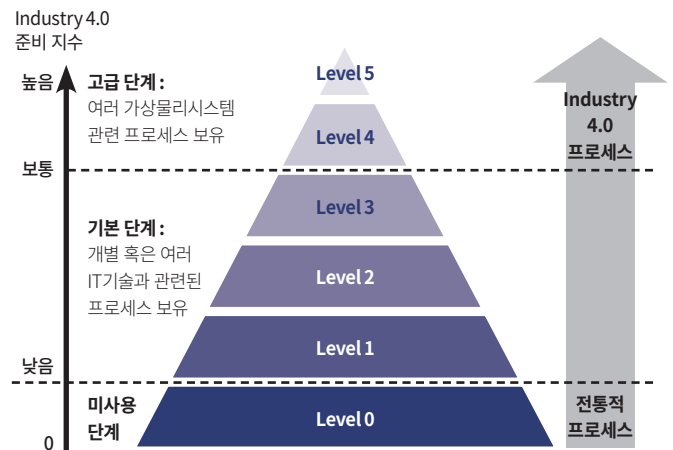
2 독일의 제조 혁신 전략, Industry 4.0과 Industry 5.0

제조 혁신의 시작, Industry 4.0

- 2011년 독일 하노버 산업 박람회에서 독일이 처음으로 제시한 Industry 4.0은 제조업의 디지털화와 첨단기술 적용을 통해 자동화, 데이터를 기반으로 한 의사결정을 지원하며, 공급망을 최적화를 달성하는 데 초점을 맞춘 구체적인 전략임. 이를 통해 대량 맞춤형 생산을 가능하게 하고, 비용 절감과 품질 개선을 동시에 달성하고자 함
- 독일은 Industry 4.0의 실행을 위해 Platform Industrie 4.0을 설립함. 이는 정부, 민간기업, 학계가 협력하여 기술 표준화를 추진하고 데이터 상호 운용성을 강화하며 디지털 생태계를 조성하는 역할을 담당함. 주요 기능으로는 기술 표준화, 네트워킹, 지속가능성 강화, 중소기업 지원 등이 있음. 특히, 중소기업이 디지털 전환을 할 수 있도록 교육과 컨설팅을 제공하며, Industry 4.0 기술을 쉽게 적용할 수 있도록 지원함

디지털 전환을 위한 로드맵과 실행 도구

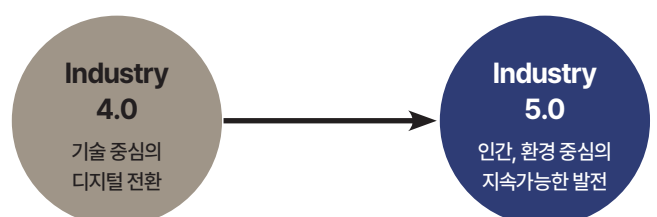
- 독일은 Industry 4.0을 체계적으로 달성하기 위해 Industry 4.0 준비 지표(Readiness Index)와 다양한 디지털 플랫폼을 도입함
- Industry 4.0 준비 지표는 기업의 디지털 전환 준비 상태를 여섯 단계로 평가하여, 각 기업이 현재 어느 수준에 있는지를 진단하고 필요한 자원과 개선 방향을 제시함
- 이와 함께 Manufacturing-X, Gaia-X, Catena-X와 같은 디지털 플랫폼은 이러한 준비 지표의 결과를 실질적으로 실행에 옮길 수 있는 도구로써 독일 제조업의 디지털 전환 지원에 중요한 역할을 하며, 데이터 기반의 투명성과 지속가능성을 동시에 달성하는 데 기여함



- **Manufacturing-X:** 전 산업군에 걸쳐 데이터 상호 운용성을 지원하고, 기업 간 협력을 통해 생산 공정을 최적화
- **Gaia-X:** 유럽의 데이터 주권 확보를 목표로 설계된 클라우드 플랫폼으로, 데이터 공유 및 보안 강화에 중점
- **Catena-X:** 자동차 산업에서 공급망 데이터를 통합하여 투명성과 효율성을 높이고, 순환 경제와 지속가능성을 강화

Industry 5.0

- 독일은 제조 혁신의 다음 단계인 Industry 5.0을 준비 중임. Industry 5.0은 Industry 4.0의 연장선 상에서 기술 중심의 접근을 넘어 인간을 중심으로 하는 인간-기술 협력과 지속가능성을 제조업의 핵심 목표로 삼는 새로운 패러다임으로, 기술 혁신뿐만 아니라 환경에 대한 책임과 사회적 가치를 통합함



3 한국의 제조 혁신 전략, 제조업 혁신 3.0과 그 이후

제조업 혁신 3.0과 스마트 공장

- 2014년, 한국은 제조업 경쟁력 강화를 위해 제조업 혁신 3.0 전략을 발표하며 디지털 전환의 첫발을 내디뎠. 이 전략은 스마트 공장의 보급을 중심으로, 제조업의 자동화를 촉진하고 디지털화의 기반을 구축하는 데 중점을 둠
- 한국은 독일 Industry 4.0의 스마트 공장 모델과 디지털 전환 기술을 적극 도입하면서도 정부 주도 형 접근 방식을 통해 빠른 실행력과 기술 확산을 목표로 함

스마트 공장 성공 사례, 등대공장

- 한국은 등대공장(Lighthouse Factory)을 통해 글로벌 제조업 혁신의 선두에 자리매김함
- **등대공장:** 등대가 배를 안내하는 것처럼 IoT, 인공지능 등 4차 산업혁명의 핵심기술을 도입해 제조업 혁신을 선도하는 공장을 의미하며, 4차 산업혁명 시대에 제조업의 미래를 제시하는 지표로 자리 잡음
- 2019년 포스코가 한국 최초로 스마트 고로와 도금량 자동 제어기술을 통해 등대공장으로 선정되며 국내 제조업의 디지털 전환을 대표하는 사례가 됨
- LG전자는 경남 창원 LG스마트파크와 미국 테네시주 세탁기 및 건조기 공장으로 2022년, 2023년 두 차례 등대공장으로 선정됨. 디지털 기술을 활용해 생산성과 에너지 효율을 혁신적으로 개선함

제조업 혁신 3.0에서 파생된 디지털 제조 전략의 진화

- “신 디지털 제조혁신 추진전략”은 중소벤처기업부 주도로 스마트 공장의 질적 고도화와 제조 데이터 생태계 구축에 초점을 맞춤. 중소기업의 역량에 따라 맞춤형 지원을 제공하며, AI와 디지털 트윈 기술을 활용해 고도화된 제조 환경을 조성함
- 이 전략의 핵심 도구로는 KAMP(Korea AI Manufacturing Platform)가 있음. KAMP는 중소제조업체의 디지털 전환과 제조 데이터 활용을 지원하며, 데이터 기반 의사결정과 공정 최적화를 가능하게 함. 최근 “중소 제조업 AI-Navigator”로 개편되며 AI 활용을 강화하는 역할을 맡고 있음
- 산업통상자원부가 주도하는 “AI 자율제조 전략 1.0”은 AI 기술을 활용한 자율형 제조 체계 구축을 목표로 함. 생산 공정의 자율화, 실시간 데이터 기반 의사결정, 공급망 최적화를 핵심으로 하며, 2030년까지 AI 자율제조 확산률을 30% 이상으로 높이고, 제조 생산성을 20% 이상 향상시키고자 함

기업	공장 위치	선정 연도	특징 및 기술
포스코	경북 포항	2019	스마트 고로 및 도금량 자동 제어 기술을 활용하여 생산 공정의 효율성 및 품질 개선을 달성
LG전자	경남 창원	2022	디지털 트윈, AI, 빅데이터, IoT, 5G 통신 기술을 통해 생산성과 에너지 효율을 크게 향상
	미국 테네시주 (해외 공장)	2023	AI 로봇을 활용한 공정 자동화와 완결형 통합 생산체제로 높은 생산성과 효율성을 실현

4 한-독 제조 혁신 전략의 현재와 미래



한국과 독일의 제조 혁신 전략 비교

- 한국과 독일은 각각의 산업 구조와 경제적 목표에 따라 디지털 전환에서 상이한 접근 방식을 보이고 있음
- 독일은 포괄적이고 체계적인 접근을 통해 중소기업과 대기업이 균형 잡힌 디지털 전환을 이루도록 지원하고 있음. Industry 4.0 준비 지표와 같은 평가 도구를 통해 기업의 디지털 전환 준비 상태를 진단하고, 필요한 지원을 제공함으로써 중소기업과 대기업 간 디지털 격차를 줄이는데 성공적이라는 평가를 받고 있음
- 반면, 한국은 대기업 중심의 신속한 디지털화와 스마트 공장 구축에 강점을 두고 있음. 글로벌 대기업들이 AI, IoT, 스마트 공장 기술을 적극 도입하며 제조업 디지털화를 선도 중임. 등대공장으로 선정된 포스코와 LG전자 등은 디지털 전환의 성공 사례로 꼽힘
- 그러나 대기업과 중소기업 간 디지털 전환 격차가 뚜렷함. 중소기업의 디지털 전환은 상대적으로 더딘 상황임. 많은 중소기업이 디지털 전환을 위한 기술적·재정적 자원이 부족하며, 데이터 표준화와 AI 기술 도입에서 어려움을 겪고 있음. 이를 해결하기 위한 맞춤형 지원과 생태계 조성이 필요함

한국과 독일의 협력 방안

- 한국과 독일은 상호 보완적인 협력을 통해 글로벌 제조업 디지털 전환을 선도할 잠재력을 가지고 있음. 독일의 체계적인 접근과 한국의 신속한 실행력이 결합된다면, 데이터 표준화와 디지털 기술 도입을 통한 협력 모델을 구축할 수 있을 것임
- 구체적으로, 양국은 공동 연구와 표준화 협력을 통해 데이터와 플랫폼의 상호 운용성을 강화할 필요가 있음. 독일의 Catena-X와 한국의 KAMP를 연계하여 공급망 데이터의 투명성과 활용성을 높이고, 글로벌 데이터 생태계를 확장할 수 있음
- 또한, 한국의 AI 기술력과 독일의 디지털 트윈 및 제조 데이터 관리 경험을 결합해 첨단기술 기반의 자율 제조 체계를 공동으로 개발할 수 있음. 인재 교류와 협력 프로그램을 통해 디지털 전환을 이끌 전문 인력을 양성하고, 제조업 디지털화를 위한 민간 협력 네트워크를 강화하는 것도 효과적일 수 있음
- 이러한 협력을 통해 양국은 혁신을 촉진하며, 글로벌 제조업의 디지털 전환에서의 리더십을 강화하고 지속 가능한 제조업 생태계를 함께 조성할 수 있을 것임

