

»»»»»

»»»»»

글로벌 이슈 특집 [2025-01]

글로벌 제조업 AX 동향 및 국내 정책 대응 방향

»»»»»

»»»»»

»»»»»

글로벌 제조업 AX 동향 및 국내 정책 대응 방향

I . 서론	1
--------	---

II . 제조업 AX 현황	3
----------------	---

1. DX에서 AX로의 전환과 의미	3
2. AI 발전에 따른 AX 전개 방향	4
3. 주요국 제조업 AX 현황	9
4. 제조업 AX 성공 사례	20

III . 주요국 제조업 AX 정책과 시사점	25
--------------------------	----

1. 주요국의 제조업 AX 전략과 정책	25
2. 국가별 정책 비교와 시사점	40

IV . 결론 및 정책제언	42
----------------	----

1. 기능별 정책 아젠다	42
2. 정책 과제 제언	43

V . 부록 : 제조 AX 사례 및 정책제언 서면 인터뷰	49
---------------------------------	----

요 약

- **생성형 AI 등장 이후 제조업의 패러다임이 기술 중심의 디지털 전환(DX)에서 인공지능이 현장을 스스로 판단·실행하는 자율 운영체제 중심의 인공지능 전환(AX)으로 변화**
 - 본 보고서는 제조업 AX를 단순 AI 도입이 아닌 산업 전반의 구조 전환 전략으로 접근하며 AI 유형·산업구조·정책이라는 세 가지 축을 중심으로 종합적으로 분석
 - 글로벌 제조업 전반에서 이루어지고 있는 AX의 현황과 주요 동향을 고려하여, 우리나라 제조업 여건에 적합한 아젠다와 정책 대응 방향을 제안하는 것이 본 보고서의 목적
- **DX에서 AX로의 전환은 모니터링 및 자동화 중심에서 AI 기반 자율 최적화로의 패러다임 변화**
 - DX는 생산성과 효율성을 제고하며 제조업 혁신을 촉진했으나 정형화된 기술과 사전 설계된 알고리즘 중심의 접근으로 인해 구조적 한계가 존재
 - 제조업은 설계, 생산, 물류, 유지보수 등 전 밸류체인에 걸쳐 AI 기술을 적용하여 자율성과 적응성, 물리적 실행력을 확보하는 AX 전략 추구
- **제조업은 단순한 자동화 기술의 확산을 넘어 AI의 발전에 따라 전 공정을 스스로 판단하고 운영하는 자율 제조 체제로 진화하며, AX를 통한 제조 방식과 산업구조의 근본적 재편이라는 전략적 변화 단계에 진입**
 - 초기 AX (인공지능 전환 초기 단계) → GAI-AX (생성형 AI 기반 AX 단계) → Agent-AI AX (에이전트 AI 기반 AX 단계) → Physical-AI AX(피지컬 AI 기반 AX 단계)로 변화
 - 제시된 프레임에 비추어 볼 때, 대한민국 제조업은 현재 DX와 초기 AX 사이에 있으며, 일부 대기업에서 Agent-AI AX 및 Physical-AI AX를 시도하는 것으로 판단
 - 제조업 AX는 기술 발전만으로 실현되기 어려우며 생성형 AI 및 에이전트 AI, 피지컬 AI의 산업 내 확산은 기술, 데이터, 인력·보안, 제도·외부환경 등 복합적인 요인들로 인해 제약을 받아 대응책 필요

● 제조업 AX는 산업구조 전반의 변화를 수반하므로 산업구조 관점의 분석이 필요

- 글로벌 제조업 AX의 공급자 구조는 하드웨어, 솔루션, 플랫폼 제공자로 구분되며, 최근 이들 영역이 융합된 통합형 공급자 구조가 주요 경쟁 분야로 부상
- 각국은 자국의 기술 경쟁력과 산업구조를 기반으로 제조업 AI 하드웨어 및 솔루션 시장을 선점하기 위한 전략적 행보를 강화하고 있으며 산업구조, 기술 경쟁력, 정책 방향에 따라 서로 다른 공급자 구조의 특징을 보여 경쟁 전략 또한 이에 기인
- 제조 AI 산업에서의 공급자 전략은 국가별로 차별화된 기술 역량과 산업 기반을 바탕으로 전개되고 있으나 AI 기술의 고도화와 산업 전반의 디지털 심화에 따라 주요국 모두 공통된 방향성과 접근 방식을 보이며 경쟁 구도가 본격화

● 주요국은 제조업 AX를 가속화하기 위해 클라우드 인프라 기반의 공정 데이터 인프라를 확충하고, AI API 서비스 및 다양화 AI와의 연동이 가능한 산업용 플랫폼 구축

- 클라우드 기반 데이터 인프라를 구축하고, 생성형 AI·에이전트 AI·피지컬 AI와 연계 가능한 산업 플랫폼을 고도화
- API 및 SaaS 방식의 서비스 확산을 병행하는 공통된 전략 추진

● 각국은 산업구조, 기업 규모와 기술 역량에 따라 차별화된 AI 도입 양상을 보이며, 기업 간 도입 격차가 공통적인 과제로 부상

- 대기업은 생성형 AI와 디지털 트윈을 넘어 에이전트 AI와 피지컬 AI를 활용한 통합 고도화 경로를 추진
- 중소·중견기업은 데이터·인력·비용 장벽으로 클라우드 기반 솔루션을 통한 점진적 도입 경향

● 제조업 AX가 이론이나 전략 수준을 넘어 다수의 글로벌 선도 기업이 에이전트 AI와 피지컬 AI를 산업현장에 실제로 구현하는 단계에 진입

- WEF의 글로벌 등대공장 사례는 제조업에서 AX 구현과 발전 단계에 따라 운영 전략과 성과가 어떻게 진화하고 있는지를 보여주는 대표적 실증 사례로 주목
- 국내에서도 대기업을 중심으로 디지털 트윈, 예지보전, 품질 자동화 등 AX 기술이 현장에 적용되며 생산성 향상, 품질 개선, 에너지 절감 등의 실질적 성과 창출

- 맥킨지는 제조업 분야 글로벌 등대공장의 AI·생성형 AI의 도입의 성공요인으로 5가지 핵심 인사이트를 제시
- 이제 제조업 AX 정책은 개별 기술 실증 중심에서 벗어나 피지컬 AX·에이전트 AX·생성형 AX를 통합한 AI 기반 운영체계 재설계와 자율화 확산을 중심으로 하는 구조적 전략으로 전환 필요

● 각국은 자국 산업구조와 기술 역량에 기반해 AI 인프라, 데이터 정책, AI 적용 전략 등을 차별화된 방식으로 추진

- (미국) 핵심 기술 중심의 자율화 전략을 추구하며 민간이 주도하고 정부가 지원하는 개방형 실증 산업구조를 조성하고 AI의 신뢰성과 윤리성을 확보하기 위한 표준화 체계 마련을 병행하는 방향으로 전략 전개
- (중국) 국가의 경제 구조 고도화와 글로벌 기술 패권 확보를 목표로 정부 주도 하에 일관된 기술 통합과 핵심 기술 자립형 생태계 구축 전략을 통해 제조업 AX를 추진
- (EU, 독일 제외) AI 전환을 단순한 기술혁신이 아닌 디지털 주권 확보와 지속가능한 산업 전환의 수단으로 인식하며, 이를 위해 데이터 자율성, 친환경 가치, 산업 간 융합을 아우르는 다층적 전략 추진
- (독일) 인더스트리 4.0을 기반으로 제조업의 AI 전환을 추진하면서 실증 기반의 기술 확산과 산업 표준화 전략을 병행하고 있으며 특히 중소기업 중심의 정책 설계를 통해 전 산업의 균형 있는 디지털 전환 도모
- (일본) 정밀제조 경쟁력을 유지하고 고령화 등 구조적 과제에 대응하기 위해 공정-기업-산업 전반에 걸친 연계형 AI 융합 전략을 통해 고부가가치 중심의 AX 확산
- (우리나라) DX 정책 기반 위에서 제조업 전반에 AX를 본격적으로 확산시키기 위한 이행 전략을 추진 중이며, 민관 협력, 실증 지원, 표준화 정책을 연계한 체계적 접근으로 전환기적 정책 방향 모색

● 각국은 자국 산업구조와 기술 생태계, 제도적 기반, 사회적 여건 등을 종합적으로 고려하고 이에 기반한 특화 전략 추진

- 전략 추진 방식은 상이하지만, 공통적으로 AI 자율제조 확산을 핵심 과제로 설정
- 우리나라는 국가 전략 수준에서 경쟁국처럼 AI 기반 제조혁신 생태계를 설계하고 확산시키는 체계적 대응을 강화할 필요가 제기

● **제조업 AX는 산업 전반의 구조적 전환 과제로 현재의 실증 중심 정책을 넘어 AI 팩토리 확산을 핵심 축으로 하는 생태계 기반의 종합 대응으로 전환 필요**

- 제조업 에이전트 AI와 피지컬 AI 확산을 위해서는 산업부가 주도하는 거시 전략 틀을 유지하면서도, 수요기업이 실제로 체감할 수 있는 실행 가능성과 현장 적용성 강화가 필요
- 제조 데이터 인프라 및 AI 생태계 고도화를 위해 스마트 공장 간 데이터 상호운용성과 신뢰 기반 플랫폼 조성이 핵심으로 부각
- 혁신 지속을 위해 정책적 인센티브와 금융지원을 통한 민간 참여 확대와 투자 촉진
- 생성형 AI와 에이전트 AI, 피지컬 AI를 실무에 적용할 수 있는 전문 인재 수요가 급증하고 있어, 제조업의 다층적 AI 인재양성 체계 확립이 시급
- 중소·중견 제조기업의 AX 확산과 기술 보급강화를 위한 지원책 필요
- AI 활용 확대에 따른 안전성·책임 문제에 대응하기 위해 AI 신뢰성 확보와 법·제도 정비
- AX의 확산이 산업 전반에 안정적으로 정착되기 위해서는 글로벌 규범과 상호호환하는 표준화 기반의 지속 확산 체계 구축이 필요

● **생성형·에이전트·피지컬 AI의 융합 및 통합 로드맵을 우선적으로 수립하고, 정책 집행과 조정의 거버넌스를 명확히하여 중장기적 전략 연계성과 실행력 강화 필요**

- AI 팩토리 중심의 기반 고도화
 - (단기) 스마트공장 간 데이터 상호운용성 확보와 디지털 클러스터 내 공동 데이터 플랫폼 구축을 추진
 - (중장기) 생성형·에이전트·피지컬 AI 통합 로드맵 연계 운영과 국제 표준화 협의체 참여를 통한 글로벌 협력 기반을 강화
- 정부-민간 협력 및 민간 주도 확산 생태계 조성
 - (단기) 세액공제 확대와 대·중소기업 동반형 R&D를 통한 초기 참여 유도 및 AI 자율제조 선도 프로젝트 발굴을 추진
 - (중장기) AI First Mover 지정·지원 제도 도입과 한국형 민간 주도 산업 데이터 연합체 조성을 통해 민간 리더십 강화

- 공급자·수요자 양측을 동시에 지원하는 다층적 인력 양성 체계 구축
 - (단기) 마이스터고-폴리텍-대학 간 연계 중심의 실무형 교육체계 고도화와 중소기업 대상 현장 실습형 재교육 프로그램 확대를 추진
 - (중장기) 생성형·에이전트·피지컬 AI를 활용할 수 있는 융합형 고등 교육 체계 마련과 국제 연계형 인력 순환 프로그램을 정착
- 중소·중견 제조업 대상 AX 확산
 - (단기) K-스마트 등대공장 고도화 및 중소기업 실증·컨설팅 확대, 대기업-중소기업 매칭형 개방형 혁신 도입, 전환 초기 영세·중소기업의 AI 솔루션 도입을 위한 종합 재무 지원체계 구축을 추진
 - (중장기) AX 동반 전환 프로그램 운영과 지역 클러스터 기반 컨소시엄 중심 생태계 구축을 통한 단계적 확산 지원을 실시
- AI 신뢰성 확보 및 법제도 정비
 - (단기) 인공지능기본법을 기반으로 생성형·에이전트·피지컬 AI의 특성을 반영한 제조 AI 특화 인증체계 구축과 중소기업용 경량 평가모델 개발을 추진
 - (중장기) AI 제조 특례법 제정 및 EU AI Act, NIST 등 글로벌 규범에 대응하는 국제 신뢰성 지표 대응 전략을 마련
- 제도화·표준화 기반의 지속적 확산 체계 구축
 - (단기) KS·산업표준 연계 및 실증체계 강화와 범산업 협업형 정책 플랫폼 운영을 추진
 - (중장기) 구체적 상호운용성 표준 기반 마련, 산업별 데이터셋 표준 정립 및 LLM 학습 인프라 확충, 국내 제조 AI 표준과 모델을 조기 완료하여 ISO·IEC 등 국제 표준화 프로세스와 연계한 글로벌 위상 확보를 추구

I. 서론

- **생성형 AI 등장 이후 제조업의 패러다임이 기술 중심의 디지털 전환(DX)에서 인공지능이 현장을 스스로 판단·실행하는 자율 운영체제 중심의 인공지능 전환(AX)으로 변화**
 - 2010년대 이후 DX는 스마트 팩토리, IoT 기반 설비, MES·ERP 통합 등을 통해 생산성 향상에 기여했으나, 대부분 데이터 수집·분석 수준에 머물러 예측 기반 의사결정이나 자율 최적화에는 미흡
 - 2020년대 중반, 생성형 AI와 더불어 부상한 에이전트 AI, 피지컬 AI 기술은 제조 현장에서 지식 생성 → 통합 제어 → 물리 실행이 하나의 순환 구조로 작동하는 기반을 마련
 - 자연어·도면·공정지식을 통합해 실시간 운영 의사결정을 내리고, AI 로봇·자율설비가 실행하는 완전 자율 제조의 초기 단계에 진입
 - 이러한 변화는 DX의 연장이자 데이터 기반 디지털화에서 자율·지능화로 넘어가는 새로운 전환 축으로서 AX의 필요성을 강하게 제기
- **본 보고서는 제조업 AX를 단순 AI 도입이 아닌 산업 전반의 구조 전환 전략으로 접근하며 AI 유형·산업구조·정책이라는 세 가지 축을 중심으로 종합적으로 분석**
 - (AI 유형 관점) 생성형 AI → 에이전트 AI → 피지컬 AI로의 기술 변화에 따른 제조 운영 체계에 미치는 영향을 분석
 - (산업구조 관점) 공급자-수요자로 구성된 제조업 생태계에서 AX 적용 현황과 국가별 정책을 분석
 - (정책 관점) 주요국 제조업 AX 전략과 정책을 비교하여 우리나라 정책의 차별성과 보완 지점을 도출
- **글로벌 제조업 전반에서 이루어지고 있는 AX의 현황과 주요 동향을 고려하여 우리나라 제조업 여건에 적합한 아젠다와 정책 대응 방향을 제안하는 것이 본 보고서의 목적**
 - 생성형 AI 등장 이후 제조업에서 AI가 지식 생성-의사결정-실행으로 전개되는 과정을 단계별로 고찰
 - 글로벌 제조업 AX 현황을 분석하고 성공사례를 검토
 - 공급자-수요자 산업구조에서 경쟁국 기업들이 AI 기술을 어떤 방식으로 적용하고 있는지 정리
 - 세계경제포럼(WEF)이 선정한 글로벌 등대공장(Global Lighthouse Factory) 및 선도기업의 AI 활용 사례를 중심으로 성공요인을 분석

- 미국, 중국, EU, 독일, 일본 등 경쟁국과 우리나라의 AX 관련 정책과 전략을 비교 분석하고 각국의 강약점과 정책적 시사점을 분석
- 이러한 분석을 토대로 우리나라 제조업의 구조와 여건에 맞는 아젠다를 도출하고, 기능별·시기별(단기/중장기)로 구분해 제안
- **분석의 현장성을 높이기 위해 공급기업, 수요기업, 협회, 해외 연구자를 대상으로 각각 인터뷰 실시**
 - 주요 질의는 AX 추진 경험, 추진 과정에서의 애로사항 및 해결과정, 정책제언 등으로 구성
 - 이러한 분석과 인터뷰 내용을 토대로 우리나라 제조업의 구조와 여건에 맞는 아젠다를 도출하고 기능별·시기별(단기/중장기)로 구분해 제안

II. 제조업 AX 현황

1 DX에서 AX로의 전환과 의미

- DX는 생산성과 효율성을 제고하며 제조업 혁신을 촉진했으나 정형화된 기술과 사전설계된 알고리즘 중심의 접근으로 인해 구조적 한계가 존재
 - 2022년 이후 ChatGPT, Gemini 등으로 대표되는 생성형 AI 기술의 고도화는 제조업 전환의 새로운 방향에서 AX의 필요성 부각
 - 생성형 AI는 방대한 데이터를 기반으로 비정형 정보까지 이해하고 인간 수준의 추론과 문맥 해석·요약·생성이 가능해 기존 머신러닝 등 분석형 AI 기반 자동화와 차별
 - 제조업에서는 설계-생산-검사 전 주기에 걸쳐 활용되어 CAD 도면 자동 생성, 작업지시서 작성, 실시간 품질분석 리포트 생성 등 사람의 판단 업무까지 대체 가능
 - 단순한 데이터 디지털화가 아닌 업무의 지능화와 자율적 운영 최적화를 가능하게 하여 DX에서 AX로의 전환을 가속
- 제조업은 설계, 생산, 물류, 유지보수 등 전 밸류체인에 걸쳐 AI 기술을 적용하여 자율성과 적응성, 물리적 실행력을 확보하는 AX 전략 추구
 - 특히 공정 수준에서는 생성형 AI 및 에이전트 AI와 더불어 피지컬 AI를 활용하여 실시간 분석, 의사결정, 자율운행을 구현하며 전방위적 경쟁력 향상 실현에 노력
 - 단순한 공정 자동화를 넘어 시스템이 실시간으로 데이터를 수집·분석하고 스스로 공정 변경 및 자원 재배치를 수행할 뿐만 아니라 로봇·설비·물류 장비가 자율적으로 이를 실행함으로써 현장의 유연성과 적응성까지 확보하는 것이 목표
 - 인간의 개입 없이도 환경 변화에 따라 최적의 대응을 할 수 있어 품질 안정성, 에너지 효율성, ESG 목표 대응력 등에서 전방위적인 경쟁력 향상을 기대
 - Bosch, BMW, Siemens¹⁾²⁾ 등은 AI 기반 디지털 트윈 및 자율 의사결정 시스템을 통해 생산성 향상, 불량률 감소 등의 성과를 달성

1) Manufacturing Efficiency : AI and Mixed Reality Applications, 2025.4.13

2) Digital Twin Factory Equipment Market, 2025.4.21

DX에서 AX로의 전환은 모니터링 및 자동화 중심에서 AI 기반 자율 최적화로의 패러다임 변화

- 전통적 DX가 데이터 기반 모니터링 및 자동화에 집중되었다면, AX는 AI 기반의 자율적 최적화와 지속 학습에 중점
- DX는 센서 → 데이터 수집 → 분석 → 인간 판단 → 지시 체계인데 비해, AX는 AI가 스스로 데이터 수집, 해석, 판단, 실행까지 수행하는 것이 목표
- 이 전환은 단순 기술 도입이 아니라 조직 구조, 운영 프로세스, 데이터 거버넌스, AI 신뢰성 체계 전반의 혁신을 요구

2 AI 발전에 따른 AX 전개 방향

제조업은 단순한 자동화 기술의 확산을 넘어 AX를 통해 제조 방식과 산업구조의 근본적 재편이라는 전략적 변화 단계에 진입

- 이 변화는 AI 기술의 발전 흐름에 따라 점진적으로 심화되는 특성을 보이므로 각 단계별 특성을 파악하고 선제적으로 대응하는 것이 중요
- 생성형 AI, 에이전트 AI, 피지컬 AI, 궁극적으로 AGI로 이어지는 기술 진화는 제조 현장의 자율화, 적응화, 통합화를 실현할 수 있는 핵심 기반이 될 것으로 예상
 - AI 기술은 단선적으로 발전하는 것이 아니라, 다양한 형태의 AI가 병행·융합되며 전개되므로 각 유형의 특성을 정확히 파악하고 전략적으로 대응하는 것이 중요
- 나아가 이에 대한 체계적인 전망과 전략적 대응은 제조 경쟁력 확보의 핵심 요소

〈표 1〉 AI 종류에 따른 제조업 AX 유형별 특징

단계	핵심기술	인간 역할	특징
DX	ICT, ERP, MES	데이터 기반 판단 주체	연결과 최적화
초기 AX	머신러닝, 딥러닝	판단 보조	예측기반 효율화
GAI-AX	생성형 AI, LLM	AI와 협업	창의, 지시, 계획 수행
Agent-AI AX	다중 에이전트 AI	검토, 감독	AI간 협업
Physical-AI AX	AI 센서, AIoT, 지능형 로봇틱스, CPS, 디지털 트윈	현장 지원·안전 관리	물리적 자율화·실체세계 조작

● 제조 고도화는 AI의 발전에 따라 전 공정을 스스로 판단하고 운영하는 자율 제조 체제로 진화중

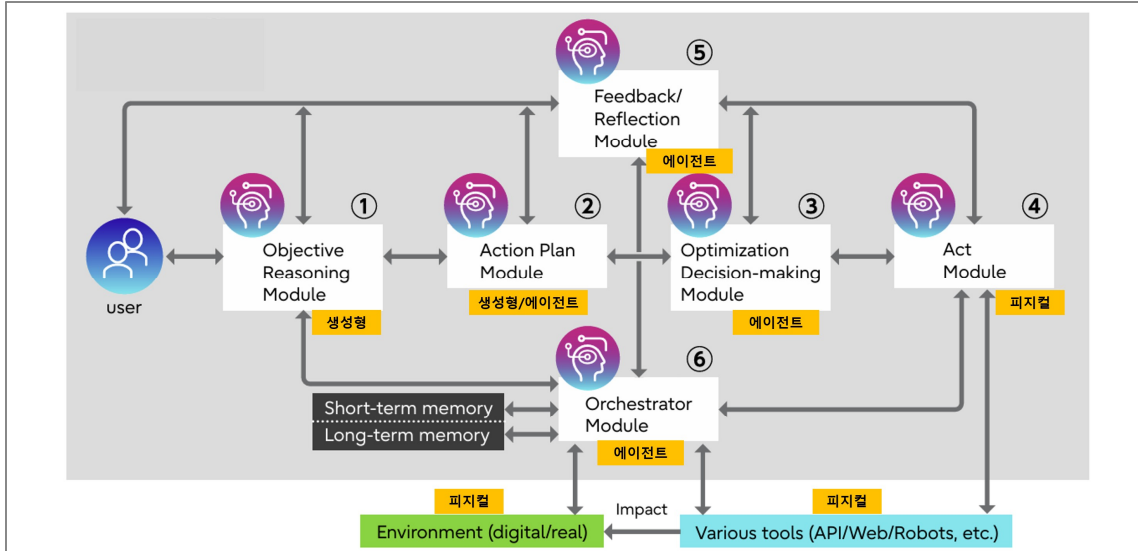
- DX (디지털 전환 단계) : 정보통신기술(ICT)과 데이터 기반 기술을 활용하여, 제품의 기획·설계부터 생산·물류·판매에 이르기까지 전 밸류체인을 디지털화하고 효율성·유연성·혁신역량을 극대화하는 구조적 변화 과정³⁾
 - DX는 단순한 IT 시스템의 현대화를 넘어 기업의 전략, 운영, 고객 접점, 조직 문화 전반에 걸친 본질적이고 통합적인 변화 의미
 - 생산단계에서는 MES와 ERP가 핵심적인 역할
- 초기 AX (인공지능 전환 초기 단계) : 머신러닝, 딥러닝 등 분석 AI 기술을 활용해 생산 공정의 최적화, 설비 고장 예측, 품질 이상 탐지 등 단일 기능 중심의 자동화를 실현하며 일부 AI 판단 기능이 도입되는 전환 초기 단계⁴⁾
 - AX 초기 단계에서는 머신러닝 기술을 활용하여 제조 공정의 효율성을 높이는 데 주력
 - 머신러닝은 수집된 데이터 속에서 패턴을 찾아 사전에 예측하거나 의사결정을 내리는 데 강점을 보이며 특히 검사 장비 분야에서 각광
 - 딥러닝은 이미지·음성·텍스트 등 비정형 데이터를 포함한 대규모 데이터에서 복잡한 특징을 자동 학습하여 고도화된 인식과 분류, 정밀 판단을 수행할 수 있어 로봇 제어, 자율주행 물류 등 복잡한 패턴 인식과 정밀한 실행이 요구되는 영역에서 기반 기술로 활용
 - 예지보전과 공정 최적화를 통해 장비 유지 비용을 줄이고 생산성과 효율성을 높이는 단계로, 장비 상태와 공정 데이터를 분석해 고장을 예측하고 공정 조건을 자동 제어
- GAI-AX (생성형 AI 기반 AX 단계) : 생성형 AI를 활용해 자연어 처리, 작업 지시 생성, 고객 요구 해석 등 지식 기반의 고차원 작업을 AI가 수행하고 복합적 업무를 자동화·자율화하는 전환 고도화 단계⁵⁾
 - 생성형 AI는 제조업 혁신을 이끄는 핵심 기술로 가상 시뮬레이션과 실시간 피드백을 통해 의사결정 보조
 - 제품 설계, 수요 예측, 공정 스케줄링 등 고차원 작업에 적용되어 운영 효율성과 생산 유연성 제고
 - 과거 데이터를 학습해 최적 운영안 도출과 에너지 소비 절감과 공정 최적화에도 기여

3) KIST, 스마트 팩토리 핵심기술 및 제조혁신 고도화 전략, 2020.12

4) TIPA, AI 시대, 중소기업 맞춤 인공지능 활용 및 준비사항, 이슈리포트 vol1, 2025
인더스트리뉴스, 제조 AI와 디지털 전환, 데이터 활용부터 거래까지, 2024.12.03

5) Tulip, How Generative AI is Transforming Manufacturing : Top Use cases and Real-World Examples , 2025.4.29.
Datategy, How Generative AI is Transforming Manufacturing? 2024.11.27

[그림 1] AI 시스템의 개념적 구성도(생성형, 에이전트, 피지컬 AI의 기능적 역할)



자료 : Fujitsu, AI Agent innovates, Pushing the boundaries of Generative Tech, 2025.3 7p 그림을 보완

- Agent-AI AX (에이전트 AI 기반 AX 단계) : 생산·물류·품질 등 다양한 공정 간에 상호작용하는 AI 에이전트들이 현장 운영 전반을 스스로 판단·수행하는 협동형 자율제조 시스템 구축 단계⁶⁾
 - 자율적인 판단과 운영이 가능한 에이전트 AI를 중심으로 생산 시스템이 스스로 환경 변화에 적응하며 작동하는 적응형 제조를 구현하는 단계
 - ※ 가트너는 2025년 최상위 10대 전략 기술 트렌드 중 하나로 에이전트 AI 선정⁷⁾
 - 에이전트 AI는 사용자의 의도를 이해하고 다양한 도구를 활용해 복잡한 작업을 자율 수행하며 반복 실행을 통해 결과를 지속적으로 개선
 - 다중에이전트(Multi-Agent) 협력 구조가 핵심 기술로 주목되며, 개별 에이전트들이 서로 협업·조율해 공정 최적화, 자원 배분, 생산-물류 연계 등 전체 공장 운영을 자율적으로 관리하는 지휘 센터형 구조 발전
- Physical-AI AX(피지컬 AI 기반 AX 단계) : 실제 산업 현장의 물리적 환경을 가상환경 시뮬레이션으로 정밀하게 구현하여 AI가 최적의 움직임과 동작을 학습하고 제어하는 물리·가상 융합 단계
 - 로봇, AGV, 협동로봇, AI 센서, AIoT 등 다양한 장비와 시스템을 AI와 연동함으로써 가상환경에서 학습·시뮬레이션을 거쳐 물리적 환경에서 자율적이고 정밀한 작업 수행이 가능
 - ※ 가상환경은 피지컬 AI의 본질적 정의 요소는 아니지만, 안전성·효율성 측면에서 사실상 필수적 구현 수단으로 자리 잡아가고 있음

6) SmythOS, The Role of Autonomous Agents in Manufacturing, 2024.11.3.

Nommas.ai, Agentic AI in Manufacturing : The Rise of Autonomous Production Systems, 2025.6.9

7) Gartner, Explore Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2025, 2024.10.21

- 피지컬 AI는 휴머노이드 로봇 및 차세대 사이버-피지컬 시스템과 결합하며 미래 자율 제조 혁신의 핵심 축으로 부상
- 이에 따라 제조업에서는 대기업 중심의 선도적 적용과 더불어 중소·중견기업의 도입 장벽을 완화하기 위한 실증 지원의 병행이 필요
- GAI, Agent-AI, Physical-AI AX는 제조 AI 혁신(AX)의 핵심 영역으로 향후 융합화가 심화되며 기업 경쟁력 및 국가 산업 주도권을 결정할 중요한 요소로 간주
 - 현장에서는 세 축이 통합되어 피지컬 AI(센싱) → 생성형 AI(지식/계획 생성) → 에이전트 AI(통합 제어 및 의사결정) → 피지컬 AI(실행)로 이어지는 3단 융합 구조가 확산 중
 - 이러한 융합 구조 속에서, AI 기반 비전 검사 로봇, 자율주행 물류로봇, AI 제어 CNC 장비 등 에이전트·피지컬·생성형 AI가 통합 적용되는 실증 사례가 확산
 - 실제로는 하드웨어·솔루션과 플랫폼의 융합으로 이 세 영역의 경계가 불명확한 사례가 점차 증가
- **제시된 프레임에 비추어 볼 때, 대한민국 제조업은 현재 DX와 초기 AX 사이에 있으며 일부 대기업에서 Agent-AI AX 및 Physical-AI AX를 시도하는 것으로 판단**
 - 국내 선도 기업(대기업 중심) : 일부 대기업들은 초기 AX 단계를 넘어 생성형 AI 기반 공정 최적화 및 Agent-AI형 자율 운영 구조에도 부분적으로 진입 중
 - 일부 대기업은 Physical-AI AX를 구현하고 있으나, 이러한 사례는 전사적 통합보다는 특정 공정 또는 기능 단위에 국한되어 있으며 시스템 연계나 자율 운영의 범용성 측면에서는 여전히 한계가 존재
 - 현대차 : 디지털 트윈과 AI를 결합한 조립라인을 시범 운영 중이며, 자율이동로봇(AMR)과 AI 기반 물류 최적화 시스템 통합 등 공정+물류 자율화형 피지컬 AI 실증
 - LG화학 : 설비 센서+AI 분석을 통한 실시간 품질 제어, 로봇팔·비전 AI 기반 불량 검출·자동 대응 등 품질관리 중심 피지컬 AI 적용
 - 삼성전자, LG CNS, 포스코DX 등은 생성형 AI 기반 의사결정 지원, 공정 피드백, 자율제어 등 생성형 AI 및 에이전트 AI와 더불어 자율조정·예지보전 로봇 등 피지컬 AI 기능을 일부 공정 단위에서 실증 적용
 - 국내 일반 제조업(중소·중견기업 중심) : 국내 중소·중견 제조기업의 상당수는 아직 DX 단계에 머물러 있으며 일부는 여전히 자동화 기반의 Pre-DX 수준
 - 공장보유 중소·중견기업 중 스마트 공장 도입률은 2024년 기준 중견기업 87.5%, 중기업 54.2%, 소기업 28.5%, 소상공인 8.7%로 조사⁸⁾
 - 전체 기업 중 제조 AI를 도입한 기업은 0.1%, 도입계획이 있는 기업은 1.6%에 불과

8) 중소벤처기업부, 제1차 스마트제조혁신 실태조사, 2025.4.29

- **제조업 AX는 기술 발전만으로 실현되기 어려우며 특히 생성형 AI 및 에이전트 AI, 피지컬 AI의 산업 내 확산은 기술, 데이터, 인력·보안, 제도·외부환경 등 복합적인 요인들로 인해 제약을 받을 수 있어 대응책이 필요**
 - 생성형·에이전트·피지컬 AI는 개별 기술이 아니라 연동·상호보완 구조로 설계될 때 최대 효과 발휘
 - 정책과 산업 전략은 단계별 기술 성숙도에 맞추되, 융합형 AI 구조를 전제로 인프라·데이터·표준화·인력 측면에서 준비 필요
 - AGI 수준의 완전 자율 제조는 장기 목표로 설정하되, 당분간은 생성형 AI-에이전트 AI-피지컬 AI 간 융합을 통한 고도화가 현실적 로드맵
 - (공급 : 기술 제약) 국내 AI 공급 역량의 글로벌 경쟁력과 산업별 특화 역량이 제한적
 - 국내 AI 솔루션 기업의 산업별 특화 기술 역량이 글로벌 선도기업 대비 취약
 - 범용 생성형 AI 모델에 집중 → 제조업 맞춤형 에이전트·피지컬 AI 솔루션 부족
 - AI 반도체·HPC·산업용 클라우드 등 핵심 인프라 공급의 병목 뿐만 아니라 로봇·센서·에지 단말에서도 취약점 노출
 - (공급 : 시장 구조 제약) 글로벌 플랫폼 종속과 기업 규모에 따른 불균형이 AX 확산을 제약
 - 글로벌 빅테크 플랫폼 종속 위험(Lock-in)으로 국내 제조업체의 기술 자율성 저하
 - 대기업-중소기업 간 AI 솔루션 제공 격차 심화 → 중소·중견 제조기업의 접근성 제한
 - (공급 : 생태계·표준화 제약) 산업 전반의 협력 부재와 표준화 지연이 상용화 속도를 저해
 - 공급자 측의 데이터·모델 상호운용 표준화 미흡으로 수요-공급 연계 저해
 - AI 솔루션 벤더-제조 장비업체-통신사 간 산업 협력 생태계 부재
 - (수요 : 기술적 제약) 인공지능 기술의 불확실성과 의사결정 과정의 설명 가능성 부족은 현장 신뢰도 저하
 - 인공지능 모델의 불확실성과 의사결정 과정의 설명 가능성 부족이 현장 신뢰도 저하
 - 이기종 장비·시스템 간 상호운용성 부족과 공정 환경 변화에 대한 실시간 대응 한계
 - 피지컬 AI의 경우, 로봇·설비의 안전성과 기존 장비와의 호환성 확보가 난제로 작용
 - 고성능 AI 구현을 위한 연산 자원과 인프라 제약이 병목 요인
 - (데이터 제약) 산업별·공정별로 데이터 수집 인프라와 품질이 상이하며, 표준 미비가 AI 학습·적용 속도를 지연
 - 데이터 보안·주권 이슈로 외부 데이터 공유와 통합이 제한
 - 소규모·노후 설비 기업은 데이터 수집 자체가 곤란
 - 고성능 AI 구현을 위해 필요한 데이터의 품질과 양 확보 미흡이 주요 한계

- (인력 및 보안 문제) AX를 주도할 전문 인력 부족과 데이터 유출·시스템 해킹 등 보안 우려가 큼
 - 피지컬 AI는 물리 설비 제어와 관련된 사이버-물리 보안(Cyber-Physical Security) 위협이 동반돼 피해 규모가 더 클 가능성 고려 필요
- (경제·제도적 제약) 글로벌 기술 규제, 각국의 데이터 주권 문제, 제조업 특유의 높은 고정비 구조는 대규모 AI 특히 피지컬 AI 투자와 전환을 더욱 어렵게 함
 - 대규모 설비 교체·통합이 필요한 Physical-AI AX는 초기 CAPEX(자본적 지출) 부담이 더욱 큼

3 주요국 제조업 AX 현황

● 제조업 AX는 산업구조 전반의 변화를 수반하므로 산업구조 관점의 분석이 필요

- 제조업 AX는 기술 도입만의 문제가 아니라, 공급자-수요자 간의 상호작용과 구조적 변화가 핵심
 - 공급자는 피지컬 AI, 에이전트 AI, 생성형 AI 기술과 이를 통합 운영하는 플랫폼 제공
 - 수요자는 이를 현장에 도입해 생산·품질·물류 전 과정의 자율화와 효율화를 실현
- 각국은 자국의 산업구조, AI 인프라, 디지털 성숙도에 따라 산업구조 구성 요소별로 상이한 전략과 도입 속도에 차이
- 본 절에서는 실제 산업 현장에서의 기술 전개 및 도입 현황을 중심으로 공급자와 수요자로 구분해 분석

가. 공급자

● 글로벌 제조업 AX의 공급자 구조는 하드웨어, 솔루션, 플랫폼 제공자로 구분되며, 최근 이들 영역이 융합된 통합형 공급자 구조가 주요 경쟁 분야로 부상

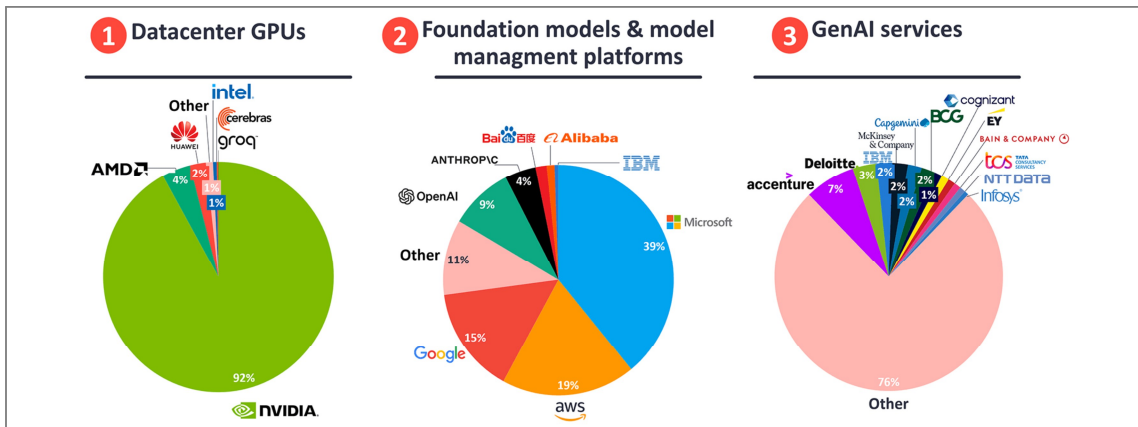
- (하드웨어·솔루션 공급자) AI 연산용 반도체·서버, 산업용 로봇·센서 등 하드웨어, 디지털 트윈 등 제조 현장 데이터 분석·모델링을 위한 소프트웨어, 생성형 AI를 활용한 생산계획·공정 제어를 포함해 제조 전 과정을 통합 지원하는 솔루션 제공
- (플랫폼 제공자) 클라우드·데이터 인프라, AI API, SaaS 서비스 등 산업용 플랫폼을 구축·운영하며, 에이전트 AI를 통해 생산·품질·물류 의사결정을 자율적으로 수행하고, 생성형 AI를 통해 설계·계획·분석·보고서 작성 등 지식·콘텐츠를 자동 생성
- 현장에서는 생성형 AI가 생산 계획·품질 분석을 수행하고, 이를 에이전트 AI가 통합 제어하며, 피지컬 AI 설비가 실행하는 3단 융합 구조가 점차 확산

- 하드웨어·솔루션과 플랫폼이 융합된 형태가 많아 두 영역의 경계가 불분명
※ 예 : Siemens(스마트 자동화 장비+Mindsphere), NVIDIA(GPU+Cosmos)
- 융합형 공급 전략은 기업이 가치사슬의 다수 구간을 장악하게 하며 국가 경쟁력 강화에 기여

(1) 하드웨어·솔루션 공급자

- 각국은 자국의 기술 경쟁력과 산업구조를 기반으로 제조업 AI 하드웨어 및 솔루션 시장을 선점하기 위한 전략적 행보를 강화
 - 특화된 기술 역량과 산업 생태계를 바탕으로, 공급 단계에서 경쟁 우위를 확보하기 위해 다양한 정책과 투자를 병행
 - 클라우드 기반 공정 데이터 인프라를 확충하고 AI API 서비스 및 생성형 AI와 연동 가능한 산업용 플랫폼을 구축하는 등 하드웨어·솔루션·플랫폼을 아우르는 통합형 공급 전략을 추진
- 각국은 산업구조, 기술 경쟁력, 정책 방향에 따라 서로 다른 공급자 구조의 특징을 보이며 경쟁 전략 또한 이에 기인

[그림 2] 미국이 주도하는 생성형 AI 시장(2024년 3분기 누계)



자료 : IOT Analytics, The leading generative AI Companies, 2025.3.4

- (미국) AI 가속기 기업들이 고성능 연산 인프라를 기반으로 하드웨어 공급자 시장을 주도하고 있으며 전통 제조 SW 기업과 클라우드·플랫폼 기업은 생성형 AI 기반 생산계획 최적화, 멀티 에이전트 공정 운영, 피지컬 AI 로봇 솔루션 등에서 시장을 선도
 - NVIDIA, AMD, Intel 등 : AI 연산용 반도체(GPU 등)를 중심으로 글로벌 하드웨어 공급자 시장을 주도하며, 제조업의 AI 도입 확산을 뒷받침⁹⁾

- Rockwell, GE Digital : 생성형 AI 기반 생산계획 최적화 솔루션으로 제조 AI SW 시장을 선도¹⁰⁾
- 휴머노이드형 피지컬 AI 분야의 혁신을 선도하고 있으며, 고도화된 AI 및 로봇 기술, 경쟁력 있는 민간 생태계를 바탕으로 시장을 주도¹¹⁾
- (중국) AI 칩·서버 등 하드웨어와 비전 AI 중심 솔루션을 제조 현장에 확대 적용하는 동시에 자국산 AI 솔루션 기업 중 일부는 피지컬 AI 부문 진출을 본격 시동
 - 화웨이 : Ascend AI 칩을 탑재한 공장용 AI 서버(CloudMatrix 등)를 출시해 제조 현장에 고성능 연산 인프라 공급¹²⁾
 - Megvii : 안면 인식 기반 기술을 바탕으로 제조업에 진출, 딥러닝 기반 비전 AI 솔루션을 통해 품질 검사, 물류 자동화, 안전 관리 등 지원¹³⁾
 - 산업용 로봇 기반의 강력한 제조 역량과 빠른 사회 적용 능력을 바탕으로 휴머노이드형 피지컬 AI를 실생활에 통합하며 상용화를 선도¹⁴⁾
 - ※ 전 세계 로봇 특허의 약 3분의 2를 보유하고 있으며, 국제 경쟁사 대비 절반 이하의 가격으로 로봇을 생산할 수 있는 가격 경쟁력을 확보
- (EU, 독일 제외) 민간 기술 기반보다 공공 중심의 R&D 및 산업정책을 통해 제조 AI 공급 생태계를 확대하고 있으며, 중견 솔루션 기업과 스타트업 중심의 특화 기술 공급자가 활발히 진입
 - Dassault Systèmes (프랑스) : 디지털 트윈 및 공정 설계용 AI SW(CATIA, DELMIA 등)를 글로벌 제조업체에 공급¹⁵⁾
 - ABB (스웨덴) : AI 기반 공정 제어 솔루션 제공¹⁶⁾
 - Hexagon AB (스웨덴) : AI 기반 정밀 계측·품질관리 솔루션을 공급하며, 제조 공정의 데이터 기반 최적화와 자율화 지원¹⁷⁾
 - 스위스의 Hexagon이 산업용 휴머노이드 AEON을, 프랑스의 Wandercraft가 르노 그룹과의 전략적 파트너십을 통해 역시 휴머노이드인 Calvin-40을 공개하며 피지컬 AI 시장에 진출
 - ※ 단순 자동화 도구가 아닌, AI 기반의 "인지" 로봇

9) 디지털포스트, 엔비디아, AMD, 인텔... GPU, NPU 시장의 대적자들, 2025.5.5

10) Medium, Top 10 AI Companies for Manufacturing, 2024.9.11

11) SPRi, 피지컬 AI현황과 시사점, Issue Report 2025.5.13

12) Semialalysis, Huawei AI CloudMatrix 384 – China's Answer to Nvidia GB200 NVL72 – , 2025.4.16

13) Megvii, en.megvii.com 참고

14) SPRi, 피지컬 AI 현황과 시사점, Issue Report 2025.5.13

15) Dassault Systèmes, Virtual Twin for Manufacturing, 2023.4.18

16) ABB, ABB Genix™ Industrial IoT and AI Suite, 2021.10.26

17) Hexagon, Hexagon unveils Autonomous Metrology Suite to deliver manufacturing quality at speed, 2025.6.16

- (독일¹⁸⁾) 디지털 트윈, 비전 AI, 센서 융합기술을 기반으로 제조 현장의 자율화를 실현하고 이를 토대로 스마트 팩토리(Industrie 4.0)¹⁹⁾ 관련 기술과 솔루션의 글로벌 수출을 확대하는 전략을 추진
 - Siemens : AI 기반 디지털 트윈 솔루션과 연계된 스마트 자동화 장비를 동남아·중국·중동 등지에 수출하며, 산업 자동화 산업구조 확장²⁰⁾
 - Bosch : 생산관리, 모니터링 및 제어를 더욱 개선하기 위해 생성형 AI를 활용하고 있으며²¹⁾, 로봇·설비 등 하드웨어 내에 AI가 내재된 BHI380과 같은 제품 개발²²⁾
 - 현장 센서·설비 데이터를 엣지·클라우드에서 실시간 분석해 자율 제어·예측·품질관리를 수행하는 AI 에이전트·디지털 트윈·컴퓨터 비전·멀티에이전트 시스템 통합 기술인 피지컬 AI 핵심 기술을 솔루션 형태로 제공
- (일본) AI 기능을 제조 장비와 부품에 내재화하고 내부 역량 기반의 점진적 확산 전략 추진
 - 생성형 AI 모듈의 내부 적용과 수직계열화된 제조업 산업구조를 바탕으로 통제 가능한 범위 내에서 기술의 고도화와 안정성 확보에 집중하는 양상²³⁾
 - Omron : AI 기반 적응형 로봇 팔을 양산해 시판²⁴⁾
 - Fujitsu : 제조 현장에 에이전트 AI를 개발·적용하여 품질 검사, 생산 관리, 안전 모니터링 등 현장 운영을 지능형으로 자동화하는 전략 추진²⁵⁾
 - 최근 AI 기술 발전에 따라 피지컬 AI 분야로 전환하는 흐름에서 미국·중국 대비 경쟁력이 약화되자 AI 내재형 로봇을 중심으로 경쟁력 회복에 나서고 있음²⁶⁾
- (우리나라) 대기업이 플랫폼 구축을 넘어 솔루션 공급까지 확대하며, 제조 AI 시장에서 공급 구조에 변화가 나타남
 - LG CNS : 산업용 엔지니어링 및 SW 글로벌 기업인 아비바(Aveva)와 양사의 기술력을 융합하는 파트너십을 체결하고 통합 DX 사업 강화 추진²⁷⁾

18) 독일은 EU의 AI Act 및 공동 전략이라는 기본 규제 틀을 따르면서도, 제조업 강국으로서의 경쟁력 강화라는 목표를 위해 혁신 친화적·산업 중심의 독자적 제도를 병행하고 있어 별도로 강조

19) 독일은 '스마트 팩토리(Smart Factory)' 보다는 국가 전략 개념으로 '인더스트리 4.0(Industrie 4.0)'을 공식 용어로 사용. 스마트 팩토리는 그 하위 개념으로, 주로 제조 현장의 디지털화·자동화를 의미. 최근에는 AI·자율화 기술의 도입이 확대되면서 AX 성격을 강화하는 추세

20) Siemens, Siemens unveils breakthrough innovations in industrial AI and digital twin technology at CES 2025, 2025.1.6

21) NIA, 버티컬 AI로의 변화 및 과제, AI@Data Report 2024-3

22) KEIT, AI 자율제조 기술 동향, 이슈리뷰 2024-6

23) AZCA, The Future of Japanese Industry : How Generative AI will Transform Manufacturing -1/2, 2025.5.27

24) Robotics247, Automate 2024 : OMRON and NEURA Robotics unveil cognitive robot, 2024.5.6

25) Fujitsu, The Next Generation Intelligent Manufacturing with Generative AI, 2025.1

26) SPRi, 피지컬 AI현황과 시사점, Issue Report 2025.5.13

- SK C&C(2025년부터 'SK AX'로 사명 변경) : 유럽, 북미 등 글로벌 제조 기업을 대상으로 디지털 트윈 기반 공정 최적화, AI 생산계획 자동화, 에너지 관리 최적화 등 현장 맞춤형 AI 솔루션 제공²⁸⁾
- 현대오트오버 : 스마트 팩토리, 예지보전, 품질 검사 등 제조 현장에 적용 가능한 AI 솔루션 개발·공급²⁹⁾
- 피지컬 AI 발전을 위해 AI 반도체, 기반 모델, 로봇 기술 개발 등에 대한 정부의 지원이 이루어지고 있지만 주요국 대비 대규모 투자가 부족하고 연구소·스타트업 중심의 개발 구조 등에 한계³⁰⁾

〈표 2〉 주요국 AX 공급자(하드웨어·솔루션 공급자) 구조 비교

국가	특징
미국	• AI 가속기 기업들이 제조 분야의 고성능 연산 기반 AI 확산을 주도하고 있으며, 전통 제조 SW 기업들은 생성형 AI 기반의 생산 계획 최적화·운영 솔루션을 중심으로 시장을 선도
중국	• AI 칩·서버 등 하드웨어와 비전 AI 중심 솔루션을 제조 현장에 확대 적용하는 동시에, 자국산 AI 솔루션 기업들이 제조 부문으로 본격 진출
EU(독일제외)	• 민간 기술 기반보다 공공 중심의 R&D 및 산업정책을 통해 제조 AI 공급 산업구조를 확산하고 있으며, 중견 솔루션 기업과 스타트업 중심의 특화 기술 공급자가 활발히 진입
독일	• 디지털 트윈, 비전 AI, 센서 융합기술을 기반으로 제조 현장의 자율화를 실현하고, 이를 토대로 스마트 팩토리 관련 기술과 솔루션의 글로벌 수출을 확대하는 전략을 추진
일본	• AI 기능을 제조 장비와 부품에 내재화해 자사 중심의 점진적 확산 전략을 추진
우리나라	• 제조 AI 시장에서 대기업이 플랫폼 구축을 넘어 솔루션 공급까지 확대하며, 공급 구조에 변화

● **제조 AI 산업에서의 공급자 전략은 국가별로 차별화된 기술 역량과 산업 기반을 바탕으로 전개되고 있으나, AI 기술의 고도화와 산업 전반의 디지털 심화에 따라 주요국 모두 공통된 방향성과 접근 방식을 보이며 경쟁 구도가 본격화**

- 자국의 기술 경쟁력과 산업구조를 기반으로 제조 AI 솔루션 시장 선점을 통한 주도권 확보를 위해 전략적 행보 강화
- AI를 활용해 생산 계획, 공정 운영, 품질 관리, 물류 자동화, 안전 관리 등 제조 현장의 전반적 효율성 향상과 자율화 추구에 주력
- AI 연산용 반도체(GPU 등), AI 칩·서버, 디지털 트윈, 비전 AI, 센서 융합 기술, 생성형 AI 등 다양한 기술을 제조 현장에 폭넓게 적용
- AI가 칩셋, 로봇, 설비 등 하드웨어에 내재화되거나, 생산 계획 최적화·공정 제어·디지털 트윈 등 소프트웨어 솔루션 형태로 제공되는 등, 생성형 AI·에이전트 AI·피지컬 AI가 융합된 통합적 공급 방식이 부상

27) 전자신문, 현신균 LG CNS 대표, 아비바 CEO 만나 통합 DX 사업 강화 논의, 2024.10.1

28) ZDNet, SK㈜ C&C, 'SK AX'로 새출발...AI 중심 글로벌 혁신 본격화, 2025.5.13

29) ZDNet, 델-현대오트오버, 엣지 AI 기술로 공장 프로세스 강화, 2024.4.24

30) SPRI, 피지컬 AI 현황과 시사점, Issue Report 2025.5.13

(2) 플랫폼 공급자

● 주요국은 제조업 AI를 가속화하기 위해 클라우드 인프라 기반의 공정 데이터 인프라를 확충하고, AI API 서비스³¹⁾ 및 다양한 AI와의 연동이 가능한 산업용 플랫폼 구축

- (미국) 민간 빅테크 기업들을 중심으로, AI와 클라우드 기술이 융합된 고도화된 제조 산업구조를 구축하며 산업 전반의 디지털 자율화 선도
 - AWS의 Industrial Solutions는 제조 부문에 특화된 AI 솔루션을 포함한 포괄적인 클라우드 서비스 제품군 제공³²⁾
 - ※ 데이터 분석, AI 기반 예측 유지 관리 및 프로세스 최적화를 위한 도구 제공
 - Microsoft는 Azure 기반의 생성형 AI 모델을 제조 현장 전반에 연동하는 솔루션을 확대 적용 중이며³³⁾ 제조업에 특화된 에이전트 AI 서비스를 상용화하고 피지컬 AI 기반으로 Azure 클라우드 및 에이전트 AI 서비스와 연동되는 휴머노이드 로봇을 시연³⁴⁾
 - NVIDIA는 Omniverse와 Isaac Sim을 통한 디지털 트윈 기반 시뮬레이션에 더해, Cosmos 플랫폼을 활용한 합성 데이터 및 WFM(World Foundation Models)를 통해 제조업용 피지컬 AI 학습 인프라를 고도화
- (중국) 대기업 중심 내재화 전략과 민간 클라우드 기업 중심 API 서비스 확산이라는 이중 구조로 전개
 - 대기업 중심 내재화 전략의 대표적인 사례는 Haier 그룹이 주도하는 제조 클라우드 플랫폼인 COSMOPlat으로³⁵⁾ 외부 간의 데이터 공유보다 자체 공정 효율화가 중심
 - ※ 수천 개의 공장에서 공정 자동화 및 품질 최적화를 위한 AI 모델을 내재적으로 운영
 - ※ Haier, SANY, Midea 등이 대표적인 경우
 - 개방형 민간 클라우드 플랫폼 기업들은 산업별 생성형 AI API, 예측 유지보수 API, 공정 시뮬레이션 API 등을 외부 제조기업에 SaaS 또는 API 형태로 확산
 - ※ Huawei는 FusionPlant를 통해 제조 AI 알고리즘과 API 서비스를 공급하고 있으며³⁶⁾, Alibaba Cloud는 경량화된 생성형 AI API를 SaaS 형태로 중소 제조기업에 확산³⁷⁾

31) 플랫폼 전략으로서의 API는 API를 개방·확산해 외부기업·개발자가 플랫폼을 토대로 서비스를 개발·운영하도록 유도하는 것으로 기술 차원, 즉 공급자 중심의 API와는 관점이 상이

32) 삼일PWC경영연구원, 생성형 AI를 활용한 비즈니스의 현주소, 2024.5

33) Microsoft, azure.microsoft.com/ko-kr/solutions/ai 참고

34) AI Business, Microsoft Launches New AI Agents for Factory Automation; Hannover Messe 2025, 2025.4.1

35) COSMOPlat, www.haier.com/global/haier-ecosystem/cosmoplat/ 참고

36) Huawei, Huawei Releases Solutions and Consulting Services for Manufacturing and Large Enterprises, 2023.9.20

37) NIA, 클라우드 컴퓨팅 동향, 디지털서비스 이슈 리포트 2025 vol 3

- (EU, 독일 제외) 데이터 주권 확보와 공급망 연계 강화를 핵심 목표로 GAIA-X와 Catena-X를 추진하고 EIT Manufacturing을 통해 산업구조 조성을 지원
 - GAIS-X : 디지털 단일 시장(Digital Single Market) 정책과 함께, 제조업의 데이터 주권 확보를 위해 공동 추진³⁸⁾
 - ※ 정부가 설계·기획에 참여하고, 민간이 실제 산업구조 운영 주도
 - ※ 유럽 데이터와 가치관에 기반한 파운데이션 모델 개발도 병행
 - Catena-X : BMW, Airbus, Siemens 등 민간이 주도하는 산업용 데이터 네트워크 플랫폼으로 공급망 전체에서 데이터를 연계·공유할 수 있는 AI 기반 API 산업구조 구성³⁹⁾
 - ※ 중소기업 데이터 참여 구조 마련
 - EIT Manufacturing : 스타트업과 중소기업이 AI 기반 공정 자동화, 예측정비, 품질검사 등 제조 혁신 솔루션을 개발·도입할 수 있도록 지원하는 기관⁴⁰⁾
 - 이러한 플랫폼은 국가 단위를 넘어 EU 전체 제조업 산업구조의 통합·표준화 유도
- (독일) 플랫폼 전략에서는 EU 차원의 통합 정책 하에 제조 대기업 주도의 통합형 API 전략을 병행
 - Siemens의 Mindsphere : 공정 데이터 수집, 분석, 시각화 API를 제공하는 산업용 IoT 플랫폼 역할 수행⁴¹⁾
 - Bosch의 Phantom : 예지 유지보수와 공정 분석 기능을 담은 AIoT(AI of Things) 플랫폼으로 API 형태의 모듈 제공을 통해 제조 현장 통합 지원⁴²⁾
 - SAP의 Digital Manufacturing Cloud : 공정 시뮬레이션, 품질 검사, 자원 최적화를 위한 REST/ODATA API를 포함한 SaaS형 제조 AI 서비스 인프라 제공⁴³⁾
- (일본) 정부 주도의 플랫폼 구축보다는 민간 플랫폼의 산업구조화를 유도하는 가운데 전통 제조 대기업이 주도적으로 API 제공 산업구조 구축
 - 토요타 : "모노즈쿠리" 제조 철학을 바탕으로 AI와 클라우드 기술을 적극 활용하여 자체 AI 플랫폼을 개발하고 운영함으로써 제조 효율성 혁신과 AI 산업구조 구축 추진⁴⁴⁾
 - Fanuc : CNC 설비 연동용 AI 분석 API⁴⁵⁾ 제공
 - Mitsubishi Electric : 설비 자동 제어 및 예지보전용 AI 기능을 산업현장에 공급⁴⁶⁾

38) ETRI, GAIA-X 분석 및 데이터 댐 발전 방향, 기술정책 트렌드 2020-07

39) KATECH, 유럽·일 차 산업 데이터 연계동향과 우리의 방향, 산업분석 vol 136, 2024.6.13

40) EIT Manufacturing, AI-IGNITE 2024 Grand Final - AI integration in South East Europe -, 2024.11.4

41) 한국개발연구원, 인공지능 시대의 경쟁력 강화를 위한 AI 규제 연구, 2024.7

42) Bosch, Bosch Phantom Edge 참고

43) Scheer IDS, SAP Digital Manufacturing Cloud 참고

44) Google Cloud Blog, How Toyota is revolutionizing manufacturing with AI, 2024.12.10

45) FANUC, FIELD system Basic Package 참고

- (우리나라) 공공중심 플랫폼은 아직 미흡하고 일부 대기업의 API 제공 중심의 플랫폼 산업구조가 구성되어 있으나 기업 간 산업구조 연계는 미약
 - NAVER HyperCLOVA X : 생성형 AI API를 활용하여 공정 리포트 자동화, 업무 문서 생성 등 산업 응용 서비스 공급 중⁴⁷⁾
 - 삼성SDS의 Brightics AI : 제조공정 분석, 품질 이상 탐지, 설비 이상 예측 등 기능을 제공하며 주로 자사 계열사 중심으로 적용되고 외부 제조업체에는 일반 솔루션 패키지 형태로 제공⁴⁸⁾
 - 민간 주도의 플랫폼 산업구조는 아직 초기 단계이며, API 기반 AI 서비스의 공급자 수가 제한적인데다 대기업 주도 플랫폼 간의 상호 연계나 산업구조화는 미흡한 편⁴⁹⁾⁵⁰⁾

〈표 3〉 주요국 AX 플랫폼 생태계 비교

국가	특징
미국	• 민간 빅테크 중심의 고도화된 생태계
중국	• 대기업 중심 내재화 전략과 민간 클라우드 기업 중심 API 서비스 확산이라는 이중 구조로 전개
EU(독일제외)	• GAIA-X + Catena-X 등 데이터 주권·공급망 연계형 플랫폼 강화
독일	• EU 차원의 통합 정책 하에 제조 대기업 주도의 통합형 API 전략 병행
일본	• 정부 주도의 플랫폼 구축보다는 민간 플랫폼의 생태계화를 유도하는 가운데 전통 제조 대기업이 주도적으로 API 제공 생태계 구축
우리나라	• 일부 대기업의 API 제공 중심, 기업간 생태계 연계는 부족

● **주요국은 제조업 AX를 위해 클라우드 기반 데이터 인프라를 구축하고, 생성형 AI·에이전트 AI·피지컬 AI와 연계 가능한 산업 플랫폼을 고도화하며, API 및 SaaS 방식의 서비스 확산을 병행하는 공통된 전략 추진**

- 공정 데이터를 실시간으로 수집·활용할 수 있는 클라우드 기반 인프라를 고도화하고, 여러 영역의 AI 및 다양한 AI API와 연동 가능한 산업용 플랫폼을 전략적으로 구축
- 제조 기업들이 자체적으로 AI를 개발하지 않고도 손쉽게 도입·활용할 수 있도록, AI 기능을 API 및 SaaS 형태로 모듈화하여 제공하는 서비스 확산 전략을 강화
- 생성형 AI·에이전트 AI·피지컬 AI를 통합 활용하는 산업 플랫폼은 생산 계획, 품질 분석, 공정 리포트 작성 등 제조 실무의 자동화 및 최적화뿐 아니라, 현장의 자율 운영 및 물리적 실행까지 지원하도록 설계되고 있으며, 전략적으로 육성

46) Mitsubishi Electric, www.mitsubishielectric.com/fa/solutions/efactory/index.html 참고

47) CLOVA, clova.ai/hyperclova 참고

48) Brightics AI, www.brightics.ai 참고

49) 산업연구원, 디지털화에 따른 제조서비스업의 혁신 활성화 방안 연구, 2023-15

50) NIA, 기업내 AI 활용 현황 및 애로사항 분석 : 제조업을 중심으로, 2025.5

나. 수요자

● 각국은 산업구조, 기업 규모와 기술 역량에 따라 차별화된 AI 도입 양상을 보이며 대기업은 생성형 AI와 디지털 트윈을 넘어 에이전트 AI와 피지컬 AI를 활용한 고도화를 추진하나 중소·중견기업은 클라우드 기반 솔루션을 통한 점진적 도입에 머무르는 경향

- (미국) 대기업은 생성형 AI 도입을 본격화하고 에이전트 AI로 공정 의사결정을 자동화하고 피지컬 AI도 도입하며, 중견 제조업체들도 AWS 기반 솔루션을 통해 AI 기반 공정 최적화와 품질 관리에 적극 대응하는 등 수요자 측 기술 수용성이 높은 편
 - 포드는 AI/ML 통합 플랫폼인 Mach1ML을 구축해 AI/ML 모델의 개발, 배포, 확장을 지원하며, on-premise와 클라우드를 아우르는 하이브리드 MLOPs** 플랫폼 포함
 - ※ 플랫폼 내에 FordLLM이라는 자체 LLM 모델을 구축하여 ChatGPT, Gemini, Llama 등의 모델에 API 방식으로 접근하며, 각 업무 팀이 AI를 쉽게 활용하도록 지원⁵¹⁾
 - ※ MLOPs : Machine Learning Operations
 - 중견 제조업체는 AWS, Microsoft, Google Cloud 기반의 AI 서비스(SageMaker, Lookout, Azure ML 등)를 사용하는 사례가 증가⁵²⁾
 - ※ 특히 예지보전, 품질 검사 중심
 - Schaeffler : LLM 기반 'Factory Operations Agent'를 도입해 현장 작업자가 "결함 원인이 무엇인가요?"처럼 자연어로 질문하면, 복잡한 생산 데이터(OT/IT)를 분석해 답변 제공⁵³⁾
 - Toro Company : AI 기반 에이전트가 실시간 공급망 데이터를 분석해 "just-in-time" 방식의 재고 전략을 실행, 의사결정을 자동화⁵⁴⁾
- (중국) CATL, BYD 등 대기업이 자체 생성형 AI로 공정 조건을 실시간 최적화하며, 전국에서 3만 개 이상의 스마트 공장이 가동
 - BYD는 AI 기반 센서 데이터를 분석하여 생산 공정을 실시간으로 최적화하고 가동 중단 예방, 품질 향상 및 작업 안전성 확보에 기여⁵⁵⁾
 - 중소중견기업은 국가 스마트 제조 정책하에 점진적으로 확산
 - 1,200개의 첨단 스마트 공장과 230개 이상의 고도 스마트 공장 구축⁵⁶⁾

51) Ford GDI&A, Unlocking the Power of AI at Ford : A Behind-the-Scenes Look at Mach1ML and Airflow, 2024.9

52) IOT Analytics, Who is winning the cloud AI race? Microsoft vs. AWS vs. Google, 2024.10.23

53) WIRED, AI Assistants Join the Factory Floor, 2025.2.24

54) Reuters, Just in time? Manufacturers turn to AI to weather tariff storm, 2025.8.13

55) DigitalDefynd, 5 ways BYD is using AI, 2025.3.10

56) 中国政府网, 国务院新闻办就2025年一季度工业和信息化发展情况举行发布会, 2025.4.18

- (EU, 독일 제외) Manufacturing-X, GAIA-X 등을 통해 중견 제조업체가 디지털 트윈과 생성형 AI 같은 고도 기술을 도입하여, 예지보전 등 현장 활용을 고도화하도록 유도
 - Renault : Dassault Systèmes의 3DEXPERIENCE 기반으로 디지털 트윈 공정 최적화를 글로벌 하게 추진⁵⁷⁾
 - 일부 유럽 중소기업은 EIT Manufacturing Academy와 연계된 AI 트레이닝 및 시범 적용 프로젝트에 참여⁵⁸⁾
 - 독일보다는 도입 속도가 느리나 EU 정책 연계로 기반 견고
- (독일) 대기업은 디지털 트윈과 생성형 AI를 연계하여 생산성, 품질, 유지보수 영역까지 추진 중이고 일부는 실시간 최적화에 진입, 중소기업도 점진적 도입
 - BMW : Factory Genius 같은 생성형 AI 비서를 통해 유지보수 시간 단축 및 품질 관리 효율을 개선했고⁵⁹⁾ Regensburg 공장은 AI 검사 시스템을 통해 품질 검사 효율을 크게 향상⁶⁰⁾
 - BMW : Figure Robotics의 AI 기반 휴머노이드 로봇(Figure02)을 자사의 생산라인에 시범 적용 중이고 이는 고정밀 작업(부품 장착 등)에 활용되며 작업자 부담 완화 및 생산성 증가 기대⁶¹⁾
 - VW : 공장 내부의 디지털 트윈과 AI 연계를 강화하며 공정 시뮬레이션 기반 생산성 향상을 추진⁶²⁾
 - 중소기업도 Fraunhofer 등과 연계한 공공 프로젝트를 통해 점진적 도입⁶³⁾
- (일본) 대기업은 생성형·에이전트·피지컬 AI를 활용한 스마트 팩토리 고도화에 집중하는 반면, 중소기업은 여전히 기초적인 AI 자동화 수준에 머무르는 차별적 양상
 - 토요타·미쓰비시 등 대기업은 생성형 AI 시뮬레이션과 에이전트 AI 기반 공정 자율 운영을 결합하고, 피지컬 AI 로봇 및 설비 자동화로 시뮬레이션 결과를 즉시 실행하는 체계를 강화⁶⁴⁾⁶⁵⁾
 - ※ 토요타 : 생성형 AI로 공정별 변수 시뮬레이션 수행
 - 중소기업은 영상검사·제어용 IoT 솔루션 등 정형화된 AI 자동화 수준⁶⁶⁾
 - ※ 중소 제조업체는 불량 이미지 AI 기반 검사 자동화 등 도입

57) Renault Group, Renault Group and Dassault Systèmes strengthen their partnership to accelerate the car manufacturer's transformation with the 3DEXPERIENCE platform, 2021.12.21

58) EIT Manufacturing, AIRISE 2024 Open Call, 2024.9.30

59) BMW Group, "Just ask Factory Genius!" : How AI helps maintain manufacturing equipment, 2025.7.2

60) BMW Group, Artificial intelligence as a quality booster, 2025.4.28

61) The US Sun, BMW 'human' robot gets major upgrade with 400% speed increase as it's tasked with production line duties, 2024.11.25

62) AI Magazine, How Volkswagen Group is Using AI-Driven Digital Twins, 2025.2.5

63) 한국기계연구원, 기계산업 디지털전환 기술 백서, 2024.12

64) 아웃소싱타임즈, [이슈] 2025 일본 산업 대전환, 한국이 배워야 할 10가지 전략, 2025.6.11

65) Microsoft, Toyota is deploying AI agents to harness the collective wisdom of engineers and innovate faster - Source Asia, 2024.11.19

66) IT Business Today, Japan Unveils AI Vision for Real-Time Defect Detection, 2025.4.30

- (우리나라) 제조업은 대기업과 중소기업 간 AI 도입 수준의 격차가 뚜렷하며, 대기업을 중심으로 생성형·에이전트 AI 도입은 비교적 활발하며 피지컬 AI 도입은 상대적으로 미흡
 - 삼성전자 등 대기업은 반도체·전자 제조 공정의 설계-생산-품질관리 전 과정에 AI 분석 기술을 도입하고 있으며, 일부 파일럿 단계에서 생성형 AI 기반 제어·피드백 시스템을 시험 운영⁶⁷⁾
 - ※ 디지털 트윈, 물류 AI, 피지컬 AI, 휴머노이드 로봇 개발을 위한 전담 조직인 InnoX Lab을 설립⁶⁸⁾
 - 중소기업은 스마트센서 및 머신비전 기반의 정형 자동화 수준에 머물러 있고, 데이터 부족, 전문 인력 미비, 기술 접근 장벽, 자금 부족 등으로 본격적인 AI 전환에 제약
 - 이로 인해 제조업 전반의 자율화와 실시간 최적화 실현을 위한 기반 확보가 시급

〈표 4〉 주요국 AI 수요자 단계 특징

국가	특징
미국	· 대기업은 생성형 AI 도입을 본격화하고, 중견 제조업체들도 AWS 기반 솔루션을 통해 AI 기반 공정 최적화와 품질 관리에 적극 대응하는 등 수요자 측 기술 수용성이 매우 높은 편
중국	· CATL, BYD 등 대기업이 자체 생성형 AI로 공정 조건을 실시간 최적화하고, 전국에서 3만개 이상의 스마트 공장 가동중
EU(독일제외)	· Manufacturing-X, GAIA-X 등을 통해 중견 제조업체에 디지털 트윈·예지보전·생성형 AI 활용을 유도하여 독일보다는 도입 속도가 느리나 EU 정책 연계로 기반은 탄탄
독일	· 대기업은 디지털 트윈과 생성형 AI를 연계하여 생산성, 품질, 유지보수 영역까지 추진중이고 일부는 실시간 최적화에 진입하는 중, 중소기업도 Fraunhofer 등과 연계한 공공 프로젝트를 통해 점진적 도입
일본	· 대기업은 생성형·에이전트·피지컬 AI를 활용한 스마트 팩토리 고도화에 집중하는 반면, 중소기업은 여전히 기초적인 AI 자동화 수준
우리나라	· 대기업과 중소기업 간 AI 도입 수준의 격차가 뚜렷하며, 생성형·에이전트 AI 도입은 비교적 활발하며 피지컬 AI 도입은 상대적으로 미흡

● 제조업의 생성형 AI 도입이 대기업을 중심으로 빠르게 고도화되는 반면, 중견·중소기업은 클라우드 기반 솔루션을 통한 점진적 수용에 머물며, 기업 간 도입 격차가 공통적인 과제로 부상

- 대기업은 자체 LLM 포털이나 상용 플랫폼을 활용해 생성형 AI를 생산 계획, 공정 최적화, 품질 관리 등에 적극 적용하고 있으며, 디지털 트윈과의 결합을 통해 업무 지능화 수준 고도화
- 중견·중소 제조기업은 클라우드 기반 플랫폼을 통해 API·SaaS 형태의 AI 솔루션을 점진적으로 수용하고 있으며 예지보전, 비전 검사, 품질 분석 등 정형화된 영역 중심으로 자동화 적용이 확산
- 대기업은 복합 데이터를 활용한 고도화된 AI 시스템을 구축하는 반면 중소기업은 데이터와 인력, 기술 접근성의 제약으로 자동화 수준에 머무는 경향을 보여, AI 격차 해소가 공통적인 정책 과제로 부상

67) 포스코인터내셔널 매거진, 글로벌 인사이드 - AI 시대 기업들의 생존전략은?, 2025.4.23

68) 조선일보, 삼성전자, AI 전담 조직 '이노X 랩' 신설, 2025.8.5

- 대기업은 생성형 AI, 에이전트 AI, 피지컬 AI의 통합 및 고도화 경로를 지향하나, 중소기업은 데이터·인력·비용 장벽으로 제한적 도입에 그침
 - 미국·독일은 에이전트+피지컬 AI의 현장 내재화 비율이 높고, 중국은 생성형 AI의 속도는 빠르지만 피지컬 AI 자율화 수준은 낮음
 - 중소기업은 고도화 이전에 기본적인 AI 인프라와 활용역량 확보가 요구되며 이를 위해 데이터, 인프라, 인력 등 지원 외에도 경량 모듈형 AI 패키지⁶⁹⁾ 등 실질적 수단 제공이 필요

4 제조업 AI 성공 사례

- 제조업 AI가 이론이나 전략 수준을 넘어 다수의 글로벌 선도 기업이 에이전트 AI와 피지컬 AI를 산업현장에 실제로 구현하는 단계에 진입
 - 이러한 기업들은 생성형 AI를 통한 설계·계획·분석을 넘어, 에이전트 AI를 활용한 자율 의사결정과 피지컬 AI 기반의 지능형 설비·로봇을 결합하여 생산성·품질·유연성을 동시에 향상
 - 글로벌 등대공장(Global Lighthouse Factory) 및 국내 성공 사례는 AI의 구현 사례와 성과를 통해 산업별 적용 가능성을 확인하는 데 도움
- WEF의 글로벌 등대공장 사례는 제조업에서 AI 구현과 발전 단계에 따라 운영 전략과 성과가 어떻게 진화하고 있는지를 보여주는 대표적 실증 사례로 주목
 - 등대 기업들은 AI 기술 도입에 선두를 달리고 있으며, AI 발전 단계에 따라 전개⁷⁰⁾
 - 최신 등대공장 그룹에서는 상위 5대 주요 활동사례 중 77%가 분석 AI를 활용해 구현되었으며, 9%는 생성형 AI 활용⁷¹⁾
 - 등대 기업들은 인간이 '루프 안에' 있는 대신 '루프 위에' 있도록 하여 의사결정 수준을 높이는 인지 자동화 추구⁷²⁾
 - ※ 인간이 AI의 결정과정에 직접 참여하는 것에서 AI 모니터링에 그치는 형태로 전환을 의미
 - Bosch (독일) : 여러 공장이 등대공장 네트워크에 포함되어 있으며, AI 및 자동화를 활용하여 경쟁력을 높이고 제조 효율성 개선⁷³⁾

69) SPRI, 2024년 국내외 인공지능 산업 동향 연구, RE-189, 2025.4

70) WEF, Global Lighthouse Network : Adopting AI at Speed and Scale, 2023

71) McKinsey, Evolution of the WEF Global Lighthouse Network, 2025.1.14

72) WEF, Global Lighthouse Network : Adopting AI at Speed and Scale, 2023

- 수소침식(hydro-erosion)을 위한 폐쇄 루프 공정 제어와 같은 AI 사용 사례를 배포하고 전체 인력의 100%를 업스킬링(upskilling)하여 단위당 제조 비용을 9% 절감하고 OEE(overall equipment effectiveness)를 9% 개선
- 인건비 20% 인상, 10% 이상의 가격 인하 요구, 높은 주문 변동성 등의 문제에 직면하여 자동화 및 AI를 활용한 45가지 4차 산업혁명 사용 사례 구현⁷⁴⁾
- 알고리즘 기반 소모품 수명 연장 및 이력 및 센서 데이터를 집계한 예측 유지보수를 통해 생산 리드 타임 36% 단축, 교체 시간 50% 단축, 유지보수 비용 25% 절감
- Schneider Electric (프랑스) : AI와 분석툴을 적극적으로 활용하여 다양한 운영 영역에서 혁신적인 성과 달성⁷⁵⁾
 - 프랑스 공장에서는 탈자 전압(demagnetizing voltage)을 예측하는 AI 엔진을 사용해 테스트 횟수를 줄이고 설비투자 비용 절감과 불량률 감소 달성⁷⁶⁾
 - 인도 하이데라바드 : IIoT(산업용 사물 인터넷) 인프라, 예측/처방 분석 및 AI 답러닝 기술을 구현하여 현장 고장을 48% 줄이고 리드 타임을 67% 단축했으며 제조 효율성을 9% 개선⁷⁷⁾
 - 경험이 부족한 기술자가 장비를 숙달하는 데 걸리는 시간을 18개월에서 9개월로 단축하기 위해 생성 AI 기반 증강 현실(AR) 안경 도입⁷⁸⁾
- Foxconn (중국) : Foxconn은 Global Lighthouse Network의 자문 위원회에 참여하고 있으며, AI를 활용하여 생산 효율성과 품질 크게 개선⁷⁹⁾
 - AI를 이용해 혼합 현실과 IoT 기술을 통합 연결하고 방대한 데이터를 분석하며 의사결정을 최적화해 노동 효율성을 200% 높이고 OEE를 17% 개선
 - 신속한 제품 출시·생산 능력 증대·스마트 대량 생산을 위해 AI 기반 신제품 출시, 고정밀 자동 품질 검사, 다중 사업장 벤치마킹·용량 최적화 등을 도입해, 신제품 출시 29% 단축, 생산능력 증대 속도 50% 개선, 품질 불일치 56% 감소, 제조비용 30% 절감⁸⁰⁾

73) WEF, Global Lighthouse Network : Adopting AI at Speed and Scale, 2023

74) WEF, The Global Lighthouse Network Playbook for Responsible Industry Transformation, 2022

75) WEF, Global Lighthouse Network : The Mindset Shifts Driving Impact and Scale in Digital Transformation, 2025

76) WEF, Unlocking Value from Artificial Intelligence in Manufacturing, 2022

77) WEF, The Global Lighthouse Network Playbook for Responsible Industry Transformation, 2022

78) WEF, Global Lighthouse Network : The Mindset Shifts Driving Impact and Scale in Digital Transformation, 2025

79) WEF, Global Lighthouse Network : The Mindset Shifts Driving Impact and Scale in Digital Transformation, 2025

80) WEF, Global Lighthouse Network : Adopting AI at Speed and Scale, 2023

- Procter & Gamble (미국): 여러 사업장이 등대공장 네트워크에 포함되어 있으며, AI와 고급 분석 기술을 활용하여 공급망 유연성을 높이고 시장 출시 속도 가속⁸¹⁾
 - R&D부터 고객까지 엔드투엔드 가치 사슬 전반에 걸쳐 데이터 흐름 통합, 디지털 트윈, 기계 학습과 같은 4차 산업혁명 사용 사례를 구현해 리드 타임이 72% 가속화되고 시험을 위한 가동 중단 일수가 21% 단축⁸²⁾
 - 공급망 유연성 향상을 위해 디지털 트윈, 고급 분석 및 로봇 자동화를 활용해 신제품 시장 출시 속도를 10배 가속, 연간 노동 생산성 5% 증가, 연중 재고 소진을 피하는 데 경쟁사보다 2배 더 나은 공장 성과 달성⁸³⁾

※ 신제품 출시속도 10배 가속은 Lima 공장의 경우에 한정

〈표 5〉 주요 글로벌 등대기업(제조업) 특징

국가	특징
Bosch	• 여러 공장이 등대공장 네트워크에 포함되어 있으며, AI 및 자동화를 활용하여 경쟁력을 높이고 제조 효율성을 개선
Schneider Electric	• 4차 산업혁명 전략을 5개 사업장에 배포하기 시작해, 현재 80개 이상의 상호 연결된 사업장으로 확장
Foxconn	• Global Lighthouse Network의 자문 위원회에 참여하고 있으며, AI를 활용하여 생산 효율성과 품질을 크게 개선
Procter & Gamble	• 여러 사업장이 등대공장 네트워크에 포함되어 있으며, AI와 고급 분석 기술을 활용하여 공급망 유연성을 높이고 시장 출시 속도를 가속화

● 국내에서도 대기업을 중심으로 디지털 트윈, 예지보전, 품질 자동화 등 AX 기술이 현장에 적용되며, 생산성 향상, 품질 개선, 에너지 절감 등의 실질적 성과 창출

- LG전자 창원 공장 : 제품 포트폴리오 복잡성 증가, 고객의 높은 품질 기대치, 인력 부족 등의 문제에 직면해 유연 자동화, 디지털 성과 관리, AI 등의 4차 산업혁명 기술을 활용하여 공장 재설계⁸⁴⁾
 - 생산성 17% 향상, 현장 품질(field quality) 70% 개선, 에너지 소비 30% 감소
- 포스코 포항제철소 : AI 스마트 검수 및 안전 시스템을 통합 관리 체계로 구축해 작업장 안전성과 운영 효율 개선⁸⁵⁾
 - PIMS(POSCO Intelligent Maintenance System)를 활용해 설비 관리와 생산성 향상에 큰 성과

※ PIMS는 제철소 공정의 주요 설비 데이터를 활용·분석해 설비 이상을 예측하는 설비 관리 시스템

81) WEF, Global Lighthouse Network : Reimagining Operations for Growth, 2021

82) WEF, Global Lighthouse Network : Adopting AI at Speed and Scale, 2023

83) WEF, Global Lighthouse Network : Reimagining Operations for Growth, 2021

84) WEF, The Global Lighthouse Network Playbook for Responsible Industry Transformation, 2022

85) 서울신문, 스마트 시스템 구축 포스코, 철강산업에 인공지능을 입히다, 2025.2.23

- 현대자동차 울산공장 : 디지털 트윈과 메타버스를 결합한 메타 팩토리를 구축해 공정 전반을 실시간 시뮬레이션하고 최적화 계획을 단계적으로 진행⁸⁶⁾
 - 자율로봇, 셀 생산 방식, DCC(Digital Command Center) 운영을 통해 유연 생산과 무인화된 스마트 제조 환경 실현
 - 생산 라인에 디지털 트윈을 도입하고, 여기에 생성형 AI를 결합한 시뮬레이션을 실시하여 생산성을 향상시키는 계획 수행⁸⁷⁾
 - HMGICS(싱가포르 글로벌 혁신센터) 및 울산 전기차 공장 등에서 공장 전체를 3D 디지털 공간에 복제해 실시간으로 현장과 동기화
 - 직원과 로봇이 가상 공간에서 협업하고, 공정 변경이나 문제 발생 시 메타버스 내에서 시뮬레이션 후 실제 적용하는 구조
- 맥킨지는 제조업 분야 글로벌 등대공장의 AI·생성형 AI의 도입의 성공요인으로 5가지 핵심 인사이트를 제시⁸⁸⁾

〈표 6〉 글로벌 등대기업 AI 도입 성공 인사이트(McKinsey)

번호	내용
1	• AI를 공급망 전과정에 활용
2	• AI 사용 사례를 '자산화(Assetization)'하여 신속하게 확산
3	• AI 지휘센터(Command Center)를 통한 시스템 수준의 자동화 달성
4	• 생성형 AI가 공장 내부를 넘어 비정형 업무로 확장 중
5	• 생성형 AI는 파일럿 단계를 넘어 실제 도입 속도 가속

- AI가 초기 공정 단위 적용을 넘어 공급망 전 과정에 활용
 - 초기에는 개별 공정 단계 중심의 파일럿 위주였으나 현재는 계획·자산관리·품질·납품 등 전 공급망에 AI가 통합
 - 최신 등대공장 21곳 모두 최소 1개 이상의 AI 사례 보유 (일부는 수십 개 이상 운영중)
 - ※ 이는 2024년 4월 상황으로, 현재는 더 증가 예상
- AI 사용 사례를 자산화(Assetization)하여 신속하게 확산
 - 모듈 설계, 노코드 툴, 테스트 툴킷, 디지털 교육자료 등을 통해 배포 생산성 제고

86) Hyundai Motor Group, A twin factory in a virtual digital space, 2023.12.11

87) KIET, 산업의 디지털 전환 현황과 혁신 활성화를 위한 연구, 2024

88) McKinsey&Company, How Manufacturing's Lighthouses are capturing the full value of AI, 2024.4

- AI 지휘센터(Command Center)를 통한 시스템 수준의 자동화 달성
 - 인간이 AI의 결정과정에 직접 참여하는 것에서 AI 모니터링에 그치는 형태로 전환
 - 인지 자동화를 기반으로 실시간 공정 조정 및 성능 예측을 시행하고 수백만 개의 데이터 포인트를 실시간 분석 및 최적화 가능
- 생성형 AI가 공장 내부를 넘어 비정형 업무로 확장 중
 - 주요 활용 분야는 디자인 자문, 공급업체 리스크 분석, 자동 PFMEA(Process Failure Mode and Effects Analysis), 기술자 지원 등
 - ※ PFMEA : 제조공정에서 발생하는 실패와 그에 따른 영향을 분석하여 사전 예방과 위험 최소화 도모
 - ※ 생성형 AI의 강점은 비정형 데이터에서 패턴 인식 및 통찰 도출과 콘텐츠 생성 및 인간 유사 상호작용 제공
 - 모든 최신 등대공장에서 생성형 AI 기반 파일럿 프로젝트 진행 중
- 생성형 AI는 파일럿 단계를 넘어 실제 도입 속도 가속
 - 기존 AI 대비 구현 속도 대폭 향상 : 수개월이 아닌 수일~수주 이내 도입 가능
- **이제 제조업 AX 정책은 개별 기술 실증 중심에서 벗어나 피지컬 AX·에이전트 AX·생성형 AX를 통합한 AI 기반 운영체계 재설계와 자율화 확산을 중심으로 하는 구조적 전략으로 전환 필요**
 - AI 중심 운영체계 전환 (From DX to AX) : 설비 중심 DX에서 AI 중심 자율 운영으로의 패러다임 전환
 - 설비 중심 디지털화에서 AI 중심 자율 운영으로 전환
 - 공정별 개별 AI가 아니라, 에이전트 AI가 전체 공정을 조율하는 지휘센터형 공장 구조로 진화
 - 생성형 AI를 고부가가치 영역(설계·품질·리스크 분석 등)으로 확장하고 결과를 피지컬 AI가 실행
 - AX 자산화 및 확산 메커니즘 구축 : 신속성, 반복 가능성, 협업구조를 갖춘 제조 산업구조 설계
 - AI 사용사례의 모듈화·표준화로 피지컬·에이전트·생성형 AI 간 재사용·연동 가능성 확보
 - 민간이 주도하고 정부가 촉진하는 빠른 실증 및 확산 체계 필요
 - 수직(대-중소 연계) + 수평(업종 간 확산) 구조 병행 설계
 - 기술 공급자 중심에서 공급자-수요자 간 연동되는 산업 협력 산업구조로 전환 추진
 - 데이터 연계, 협업구조 미흡, 산업/기업별 폐쇄성, 상호운용성 부족 등의 원인으로 플랫폼 기업, SI, 클라우드, 제조현장이 단절된 현 상황 극복
 - 산업별 특화된 연동형 AX 플랫폼 산업구조 조성 필요
 - 공급망·공공조달·인센티브와 연계한 확산 구조 도입

III. 주요국 제조업 AX 정책과 시사점

1 주요국의 제조업 AX 전략과 정책

- 각국은 자국 산업구조와 기술 역량에 기반해 AI 인프라, 데이터 정책, AI 적용 전략 등을 차별화된 방식으로 추진
 - 특히 생성형 AI와 에이전트 AI, 피지컬 AI 등을 활용한 자율 운영 체계 구축이 공통된 방향
 - 중소기업 확산, AI 신뢰성 확보, 국제 표준 대응 등은 공통 과제로 떠오르고 있으며, 각국의 접근 방식에는 정책·제도적으로 차이가 존재
 - 이 장에서는 주요국의 AX 정책 전략을 비교 분석하여 시사점을 제공하는 것이 목적

가. 미국

- (전략 방향) 핵심 기술 중심의 자율화 전략을 추구하며 민간이 주도하고 정부가 지원하는 개방형 실증 산업구조를 조성하고, AI의 신뢰성과 윤리성을 확보하기 위한 표준화 체계 마련을 병행하는 방향으로 전략 전개
 - 제조업을 단순한 DX에서 자율화 중심의 AX로 진화시키는 데 집중
 - 전략은 생성형 AI, 에이전트 AI, 피지컬 AI 등 3대 AI 축을 중심으로 전개하며, 특히 피지컬 AI는 로보틱스와 디지털 트윈을 통해 산업 현장 적용을 구체화
 - 민간이 주도하고 정부는 지원하는 혁신 산업구조 조성
 - 빅테크·대학·연구기관 등이 참여하는 개방형 실증 산업구조를 조성하고, 이를 통해 기술의 산업 내 확산을 가속화
 - AI의 신뢰성과 윤리성을 확보하기 위한 평가체계와 표준화 로드맵 마련
- (전략 실행을 위한 구체적인 정책) 미국의 제조업 AX 정책은 AI 기술의 발전과 함께 깊이와 범위를 확장해 국가 경쟁력을 강화하는 것 목표
 - National AI Initiative Act (2020) : 제조업 포함 주요 산업에 AI R&D, 데이터 공유, 인력 양성, AI 윤리·표준 확립 등을 통합 추진⁸⁹⁾

- 미국의 AI 정책을 위한 법적 기반을 마련하기 위해 2021년 1월에 제정
- 정부, 민간, 학계 등 광범위한 이해관계자와의 협력을 촉진하고 AI 관련 활동을 조정하는 프레임 워크 제공
- AI 연구개발(R&D)에 대한 투자 우선순위 부여, AI 인력 양성 및 교육 프로그램 지원, AI 연구 네트워크 활성화, 연방 기관의 AI 관련 로드맵 기획 및 조정, 신뢰할 수 있는 AI 개발, 그리고 국제 협력 강화 포함
- CHIPS and Science Act (2022) : 반도체 공급망 재건과 함께 첨단 제조기술 전반에 대한 대규모 지원 포함⁹⁰⁾
 - AI 기술에 필수적인 고성능 반도체의 미국 내 제조 역량을 강화하여 글로벌 공급망 의존도를 낮추고 자국 중심의 기술 패권을 확보하려는 전략의 일환
 - AI 및 관련 첨단 산업 연구개발 및 인력 양성에 2천억 달러를 투입하여 반도체를 넘어선 차세대 제조·혁신 기술 전반에 대한 포괄적 지원을 추진
- Manufacturing USA 네트워크 : 16개 제조혁신센터(CESMII, ARMI 등) 운영, 주제별 기술 실증 및 민관 협력 확대⁹¹⁾
 - ※ CESMII(Clean Energy Smart Manufacturing Innovation Institute)
 - ※ ARMI(Advanced Regenerative Manufacturing Institute), 일명 BioFabUSA
 - 미국 제조업체가 첨단 제조 제품 및 프로세스를 통해 국가적 요구사항을 해결하는 것을 목표로 하며, 유망 제조기술 개발 및 상업화 촉진을 위해 협력 네트워크로 운영
 - 상무부, 에너지부, 국방부 및 민간 파트너가 공동 후원하는 16개의 연구소가 이 네트워크 내에서 운영
 - 이들 연구소는 특정 기술 실증 및 민관 협력을 확대하여 제조업 혁신 추진

〈표 7〉 미국의 주요 AX 관련 정책

정책	내용
National AI Initiative Act	• 제조업 포함 주요 산업에 AI R&D, 데이터 공유, 인력 양성, AI 윤리·표준 확립 등을 통합 추진
CHIPS and Science Act	• 반도체 공급망 재건과 함께 첨단 제조기술 전반에 대한 대규모 지원 포함
Manufacturing USA 네트워크	• 16개 제조혁신센터(CESMII, ARMI 등) 운영, 주제별 기술 실증 및 민관 협력 확대
AI 표준화 로드맵 및 윤리기준 개발	• AI 도입 확산을 위한 공공 신뢰성 제고 기반 마련
AI for Resilient Manufacturing Institute 설립 추진	• 제조업 전반의 AI 활용 촉진과 공급망 회복력 강화 기반이 목표
Removing Barriers to American Leadership in Artificial Intelligence	• AI 규제 관련 지침을 대폭 폐지 또는 수정하고 혁신을 촉진해 글로벌 주도권을 확보하려는 목표

89) US Congress, H.R.6216 - 116th Congress (2019-2020) : National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020 참고

90) US Congress, H.R.4346 - 117th Congress (2021-2022) : CHIPS and Science Act 참고

91) Manufacturing USA, www.manufacturingusa.com/about-us 참고

- AI 표준화 로드맵 및 윤리기준 개발 (NIST 중심) : AI 도입 확산을 위한 공공 신뢰성 제고 기반 마련⁹²⁾
 - NIST(국립표준기술연구소)는 AI 기술의 안전성, 신뢰성, 호환성 및 윤리적 사용을 위한 표준과 지침을 개발하는 데 핵심적인 역할 수행
 - 이는 AI 기술의 광범위한 도입과 대중의 신뢰 확보에 필수적인 기반
- AI for Resilient Manufacturing Institute 설립 추진 (2024) : 제조업 전반의 AI 활용 촉진과 공급망 회복력 강화 기반이 목표⁹³⁾
 - 미국 제조업의 공급망 회복력 강화 및 AI 기술 활용 확산을 위한 전문 연구기관 설립 목표
 - 5년간 최대 7천만 달러를 투입하며, 민간 자금과 최소 1:1 매칭이 요구
 - 공급망 회복력을 높이기 위해 아래 5대 핵심 기술 영역에 AI 적용 사용이 강조
 - ※ 예지보전(Predictive Maintenance), 공급망 리스크 예측, 공정 최적화(품질·에너지·속도 등), 재고 최적화, 신속 공정 검증(Qualification)
- Removing Barriers to American Leadership in Artificial Intelligence (2025) : 2023년 바이든 행정부가 제시한 AI 규제 관련 지침을 대폭 폐지 또는 수정하고 혁신을 촉진해 글로벌 주도권 확보 목표⁹⁴⁾
 - 미국 AI 글로벌 경쟁력 강화, 규제 장벽 제거, '이념적 편향' 없는 AI 개발, 혁신과 경제성장 중심 정책
- (평가 및 시사점) 기술 선도 기업 중심의 고도화와 민관 협력 산업구조를 바탕으로 빠르게 진전되고 있으나 정책 일관성과 중소기업 참여 측면에서 보완이 요구
 - (강점) 기술 선도 기업 주도의 고도화 전략, 민관 연계 실증 생태계, 데이터 인프라 우위가 제조 AX 확산에 유리
 - (한계) 연방-주정부 간 정책 일관성 부족, 중소 제조업의 진입 장벽 지속
 - (시사점) 민간기술 기반의 유연한 전략 설정, 신뢰성·표준화 중심 정책의 병행, 중소기업 참여 유도 방안 강화 필요

92) NIST, www.nist.gov/artificial-intelligence 참고

93) NIST, www.nist.gov/oam/ai-resilient-manufacturing-institute-competition 참고

94) The White House, Removing Barriers to American Leadership in Artificial Intelligence, 2025.1.23

나. 중국

● (전략 방향) 중앙정부 주도의 일관된 기술 통합과 핵심 기술 자립형 생태계 구축 전략을 통해 제조업 AX 전개

- 국가주도형 일체 추진 체계에 따라 중앙정부가 주도적으로 산업지능화 로드맵을 수립하고 국유 기업 및 지방정부가 하위 실행 주체로 작동하는 수직 통합 구조로 AX 추진
- 공업정보화부(MIIT)를 중심으로 한 AI·데이터 중심 제조 고도화 전략에 따라 제조 데이터 공유, AI 기반 공정 최적화, 산업인터넷과 클라우드 연결 등 통합형 기술 도입 확대
- 미중 기술 갈등 이후 기술 자립성 강화를 핵심 전략으로 삼아 AI 반도체, 에지 컴퓨팅, 자국 알고리즘 등 핵심 기술의 자립화를 추진하며 생성형 AI·에이전트 AI 등 고도화 기술의 내재화 병행

● (전략 실행을 위한 구체적인 정책) 국가의 경제 구조 고도화와 글로벌 기술 패권 확보를 목표로 정부 주도 하에 체계적이고 강력하게 추진

- 중국제조 2025 (2015) : 제조업 포함 첨단산업 육성을 통한 경제구조 고도화 실현을 목표로 AI와 제조업을 결합한 ICT 기반 제조업을 지향하는 정책⁹⁵⁾
 - 제조업 강국으로 도약하기 위한 30년 장기 계획의 첫 단계에 해당하며, ICT와 제조업이 결합한 지능 제조를 강조하며 미래 전략산업 육성 등 추진
 - AI를 단순 기술이 아닌 국가 차원의 전략적 핵심 기술로 격상시킨 점에서 정책적 의의
 - 제조업 AI 적용 확산과 스마트 제조 시스템 지향
- 차세대 인공지능 발전 계획 (2017) : 2030년까지 AI 이론, 기술, 응용 모두를 세계 최상위 수준으로 끌어올려 AI 핵심 산업 규모 1조 위안, 관련 산업 규모 10조 위안으로 성장하는 것 목표⁹⁶⁾
 - 제조, 의료, 도시, 농업, 국방 등 다양한 영역에서 AI 활용을 목표로 포함하며 AI 규제 및 윤리적 틀 마련도 추진
 - '30년까지 세계 AI 중심국 도약을 목표로 제조 분야 생성형 AI 기술 도입 기반 마련 및 산업별 AI 활용 비중 확대
- 신형 인프라 구축(新基建) 정책 (2020) : 5G, 인공지능(AI) 산업의 고속 성장을 견인하고 디지털 경제 발전을 위해 전국 통합 데이터 센터 네트워크 프로젝트⁹⁷⁾

95) KIEP, 중국제조 2025 문건의 내용 및 평가, KIEP 북경사무소 브리핑, 2015.6.18

96) KIEP, 중국 인공지능(AI) 산업 현황 및 발전 전망, KIEP 북경사무소 브리핑, 2018.2.27

97) KACEM, 포스트 코로나 시대 중국 경제의 신성장동력, 신형 인프라 건설, 2020.07.08

- 5G, 클라우드, AI, 산업인터넷을 결합한 디지털 제조 인프라를 확대하며 전국 단위 제조 데이터 센터 네트워크 구축
- 디지털 제조 인프라 확대를 포함하며, 특히 전력 효율성이 높은 서부 지역으로 데이터 센터를 분산 배치하여 국가 데이터 센터 클러스터로 육성하는 전략

〈표 8〉 중국의 주요 AX 관련 정책

정책	내용
중국제조 2025	• 제조업 포함 첨단산업 육성을 통한 경제구조 고도화 실현을 목표로, AI와 제조업을 결합한 'ICT 기반 제조업'을 지향
차세대 인공지능 발전 계획	• 2030년까지 AI 이론, 기술, 응용 모두를 세계 최상위 수준으로 끌어올려 AI 핵심 산업 규모 1조 위안, 관련 산업 규모 10조 위안으로 성장하는 것을 목표
신형 인프라 구축(新基建) 정책	• 5G, 인공지능(AI) 산업의 고속 성장을 견인하고 디지털 경제 발전을 위해 전국 통합 데이터 센터 네트워크 프로젝트
스마트제조 발전 14.5 계획	• AI를 2035년까지 완성할 7대 첨단기술 중 하나로 명시하며, 차세대 AI 분야의 기술 혁신과 디지털 경제의 핵심 산업으로서 AI의 중요성을 강조
등대공장 육성	• 제조업 AX의 선도 사례를 만들고 확산하려는 노력의 일환으로 다보스 세계경제포럼과 맥킨지가 선정하는 '등대공장'을 적극적으로 육성
AI+ 행동(액션) 플랜	• 'AI+ 행동(액션)'이 발표, 디지털 기술과 실물 경제의 융합 촉진, 빅데이터와 AI 연구·응용 심화 등이 주요 내용

- 스마트제조 발전 14.5 계획 (2021) : AI를 2035년까지 완성할 7대 첨단기술 중 하나로 명시하며 차세대 AI 분야의 기술 혁신과 디지털 경제의 핵심 산업으로서 AI의 중요성 강조⁹⁸⁾
 - 지능형 로봇 산업 육성 목표를 포함하며 AI 분야 표준화 작업을 위해 2020년 7월 차세대 인공지능 표준체계 구축 지침 수립
 - 산업을 선도하는 스마트 제조 시스템 및 AI 융합 응용 확대를 위한 시범 프로젝트를 추진하며 스마트 제조 장비 및 산업용 소프트웨어 시장을 육성하고 산업표준 제정
- 등대공장 육성 : 제조업 AX의 선도 사례를 만들고 확산하려는 노력의 일환으로 다보스 세계경제포럼과 맥킨지가 선정하는 '등대공장'을 적극적으로 육성⁹⁹⁾
 - 2025년 1월 기준 전 세계 등대공장의 약 41%가 중국에 소재¹⁰⁰⁾
 - 2024년에 신규 진입한 36개 공장 중 20개가 중국에 있으며 이중 13개가 중국 브랜드

98) 인천연구원, 2020년 중국 경제 정책 방향, 2022.1.10

99) 산업연구원, 산업의 디지털 전환 현황과 혁신 활성화를 위한 연구, 2024

100) WEF, Global Lighthouse Network : The Mindset Shifts Driving Impact and Scale in Digital Transformation, 2025

- AI+ 행동(액션) 플랜 (2024) : 디지털 기술과 실물 경제의 융합 촉진, 빅데이터와 AI 연구·응용 심화 등이 주요 내용¹⁰¹⁾
 - 베이징시의 AI 플러스 행동계획(2024~2025)은 이를 구체화
 - ※ 대형 모델 산업 응용 생태계 구축과 우수한 대형 모델 제품 및 성공 산업 사례 형성을 위해 주력
 - 특히 AGI 혁신 발전을 위한 컴퓨팅 자원, 데이터 공급, 거대 언어 모델 개발 등 포함
 - 또한 지능형 로봇 산업의 연구개발 및 생산 가속화를 통해 현장 지능 로봇(embodied AI) 분야를 육성할 계획

● (평가 및 시사점) 중앙정부 주도의 통합 정책 추진과 기술 자립 전략을 기반으로 빠른 확산을 이끌고 있으나 민간의 유연한 혁신 역량과 데이터 신뢰성 등에서 구조적 한계

- (강점) 중앙정부 주도의 일관된 정책 체계, 대규모 실증 중심 확산 전략, 빠른 속도의 데이터 인프라 구축
- (한계) 민간 혁신 역량과 유연성이 부족하며, 데이터 접근 제한, 투명성·신뢰성 기준의 미흡 등 구조적 문제 존재
- (시사점) 중국은 기술 자립성과 통합 운영을 핵심 전략으로 삼고 있으며, 생성형 AI 및 에이전트 AI도 정부 주도 아래 전략적으로 확산 중
 - AX를 산업 전략의 핵심 축으로 인식하고, 기술-인프라-정책 일체형으로 추진하는 강한 의지 표출

다. EU(독일 제외)

● (전략 방향) AI 전환을 단순한 기술혁신이 아닌 디지털 주권 확보와 지속가능한 산업 전환의 수단으로 인식하며 이를 위해 데이터 자율성, 친환경 가치, 산업 간 융합을 아우르는 다층적 전략 추진

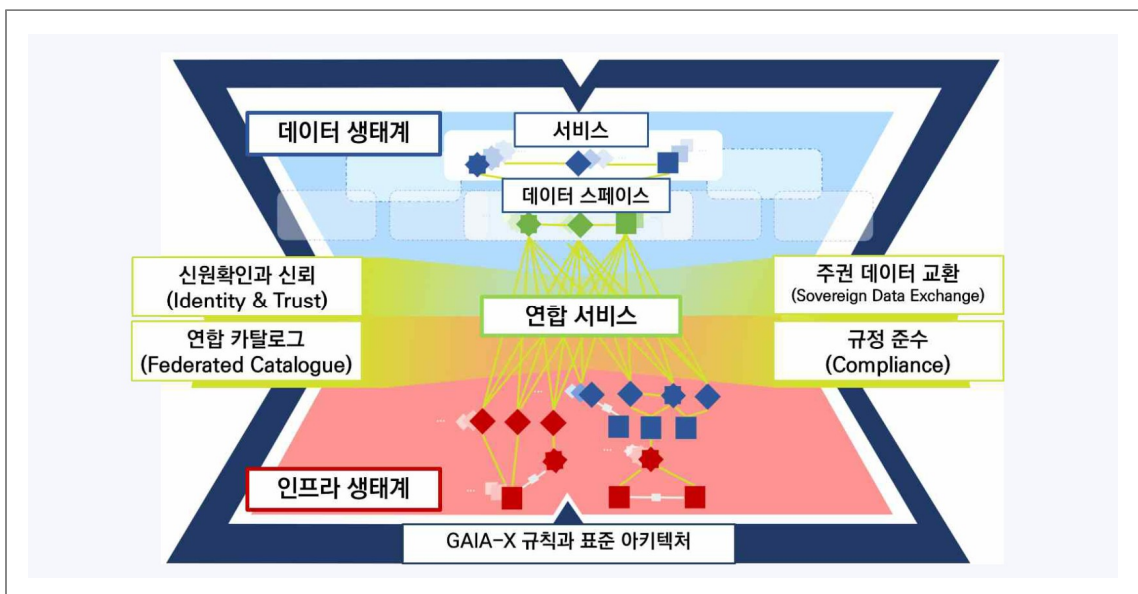
- 디지털 주권 중심 전략에 따라 제조업의 AI 전환을 자율적 데이터 활용과 기술 주권 확보의 수단으로 인식하고 유럽 데이터 스페이스와 공공 AI 모델 등을 통해 미국·중국 플랫폼 의존 탈피 시도
- 지속가능성과 사회적 가치 연계 전략 : AX 전환을 에너지 효율, 탄소 저감, 노동환경 개선 등과 연계해 지속가능한 제조혁신으로 설계. Industry 5.0 개념 아래 사람 중심·친환경 제조 지향
- 산업 간 융합 정책 프레임 : 제조업을 에너지, 물류, 교육 등 다양한 산업과 연결된 복합 생태계로 인식하며 교차 융합형 AX 정책 추진

101) KIEP, 중국의 인공지능 관련 최근 정책 동향 및 전망, KIEP 북경사무소 브리핑, 2024.9.23

● (전략 실행을 위한 구체적인 정책) 제조업 분야에서 AX를 촉진하기 위해 광범위하고 체계적인 정책 프레임워크 구축

- Digital Compass 2030 (2021) : EU의 디지털 전환에 대한 포괄적인 로드맵¹⁰²⁾으로 AI 도입을 제고, 데이터 인프라 확충, 디지털 인재 양성, 기업 디지털화 촉진 등 4대 주요 목표 제시
- Industry 5.0 정책 비전 (2021) : 인간 중심, 회복탄력성, 지속 가능성에 초점¹⁰³⁾을 두고 AI·로봇릭스의 협력형 제조 환경 강조

[그림 3] GAIA-X 생태계



자료 : NIA, GAIA-X 현황 및 도전 과제 분석, 2022

- Gaia-X 프로젝트 (2021년 법인 설립) : 데이터 주권 확보와 데이터 공유 인프라 구축을 목표로 하는 유럽형 클라우드 및 데이터 공유 이니셔티브¹⁰⁴⁾
 - 제조 데이터를 포함한 다양한 산업 데이터를 신뢰할 수 있는 환경에서 수집, 공유, 활용할 수 있도록 지원
- AI Act (2024) : 세계 최초의 포괄적인 AI 규제 법률¹⁰⁵⁾
 - 제조업을 포함한 다양한 분야의 고위험 AI 시스템에 대한 엄격한 규제와 신뢰성 기준 마련

102) EU, EUR-Lex - 52021DC0118

103) European Commission, Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry, 2021.1.5

104) Gaia-X, gaia-x.eu 참고

105) EU, Regulation - EU - 2024/1689

- AI Pact (2024) : AI Act의 전면 시행에 앞서 기업들이 자발적으로 법 이행을 준비하도록 독려하기 위해 EU 집행위원회가 도입한 협약¹⁰⁶⁾
 - AI 거버넌스 전략 채택, 고위험 AI 시스템 식별, 위험 관리 프로세스 마련 등을 핵심 요건으로 하며 기업들의 AI 도입 및 활용 과정에서 책임성과 투명성을 높이는 데 기여
- EU AI 혁신 패키지 (2024) : 핵심 구성 요소 중 하나로 AI 팩토리 포함¹⁰⁷⁾
 - AI 팩토리는 대규모 범용 AI 모델의 학습을 지원하기 위한 엑사급 슈퍼컴퓨터를 확보해 스타트업과 중소기업에 포함한 공공 및 민간 부문의 AI 활용을 확대하는 것 목표
 - 디지털 유럽 프로그램과 호라이즌 유럽을 통해 약 10억 유로에 달하는 EU 기여금과 이에 대한 회원국의 매칭 펀드를 통해 지원

〈표 9〉 EU(독일 제외)의 주요 AX 관련 정책

정책	내용
Digital Compass 2030	• EU의 디지털 전환에 대한 포괄적인 로드맵
Industry 5.0 정책 비전	• 인간 중심, 회복탄력성, 지속 가능성에 초점
Gaia-X 프로젝트	• 데이터 주권 확보와 데이터 공유 인프라 구축을 목표로 하는 유럽형 클라우드 및 데이터 공유 이니셔티브
AI Act	• 세계 최초의 포괄적인 AI 규제 법률
AI Pact	• AI Act의 전면 시행에 앞서 기업들이 자발적으로 법 이행을 준비하도록 독려하기 위해 EU 집행위원회가 도입한 협약
EU AI 혁신 패키지	• 핵심 구성 요소 중 하나로 'AI 팩토리' 포함

- (평가 및 시사점) 제도 기반과 디지털 주권을 중심으로 제조업의 AX를 신뢰 가능하고 지속 가능한 방식으로 추진하고 있으나, 기술 투자 규모와 속도에서 상대적으로 약세를 보이며 중소기업의 디지털 수용성 격차가 주요 과제로 부각
 - (강점) 강력한 제도 기반과 산업 간 융합적 정책 설계를 바탕으로 지속가능성과 디지털 주권을 접목한 전략적 접근을 통해 국제 협력과 표준 설정에서 주도력 발휘
 - (한계) 기술 투자 규모와 속도에서 미국·중국에 비해 상대적으로 약세이며 중소기업 디지털 역량 격차와 AX 수용성 문제도 주요 해결과제로 부각
 - (시사점) 제도 기반 강화와 디지털 주권 확보를 중심으로 제조업 AX를 신뢰 가능한 방향으로 확산시키고 있으며 산업 간 통합과 지속가능성이라는 프레임은 우리나라에도 중요한 정책 시사점 제공

106) SPRI, 2024년 국내외 인공지능 산업 동향 연구, 2025.4

107) KERC, EU 연구혁신 주간 동향 보고, 2024.9

라. 독일

● (전략 방향) 인더스트리 4.0을 기반으로 제조업의 AI 전환을 추진하면서 실증 기반의 기술 확산과 산업 표준화 전략을 병행하고 있으며, 특히 중소기업 중심의 정책 설계를 통해 전 산업의 균형 있는 디지털 전환 도모

- 인더스트리 4.0을 기반으로, AI 기반 제조로의 전환을 가속화하면서 인더스트리 5.0으로의 확장 논의
 - 인더스트리 4.0은 디지털화 및 AI 기반 기술을 통해 생산 효율성과 유연성 향상에 중점
 - 인더스트리 5.0은 장기적 관점에서 국가 간 서비스 지원을 위한 연구와 혁신의 중요성 강조¹⁰⁸⁾
- 특히 제조업의 95% 이상을 차지하는 Mittelstand(중견·중소기업)에 대한 확산을 정책 핵심으로 설정
 - 공공 연구기관(Fraunhofer 등) 중심의 중소기업 확산 지원 체계
- Catena-X 기반의 산업 간 데이터 연동 및 표준화 강화

● (전략 실행을 위한 구체적인 정책) 강력한 제조업 기반을 바탕으로 AX를 촉진하기 위한 체계적이고 장기적인 정책 추진

- 국가 AI 전략 (2020 개정) : 독일의 AI 기술 경쟁력 확보, AI 기반 산업 혁신, AI에 대한 신뢰와 윤리 기준 정립, 중소기업의 AI 도입 촉진 포함하는 거시적 전략¹⁰⁹⁾
 - 2020년 6월 코로나19 경기부양책에 따라 개정된 전략(2020 개정안)에서는 총 투자 규모를 50억 유로로 증액
 - 책임 있는 AI 개발(AI Made in Europe 개념 포함), AI 연구 강화, 산업계로의 기술 이전 가속화, 기업 역량 강화(스타트업, 중소기업, 대기업), 노동 시장 변화에 대한 지원, AI 인재 양성 및 유치 등 강조
- GAIA-X 연계 + Manufacturing-X 프로젝트 (2024~2026) : 유럽 데이터 주권 확보를 목표로 하는 GAIA-X 이니셔티브와 연계하여 추진되는 프로젝트¹¹⁰⁾
 - Manufacturing-X는 제조 데이터의 신뢰 기반 공유 및 활용을 추진하여 제조업 생산 밸류체인 전반의 디지털화 목표
 - 독일 연방 정부는 Manufacturing-X에 2026년까지 1억 5천만 유로를 투입할 계획

108) 한국기계연구원, 기계산업 디지털전환 기술 백서, 2025.2

109) 독일연방정부, Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, 2020.12

110) KOSMO, Smart Manufacturing ISSUE FOCUS, 224-21

〈표 10〉 독일의 주요 AX 관련 정책

정책	내용
국가 AI 전략	• 독일의 AI 기술 경쟁력 확보, AI 기반 산업 혁신, AI에 대한 신뢰와 윤리 기준 정립, 중소기업의 AI 도입 촉진 포함하는 거시적 전략
GAIA-X 연계 + Manufacturing-X 프로젝트	• GAIA-X 이니셔티브와 연계하여 추진되는 프로젝트
Mittelstand-Digital 센터	• ‘디지털 전략 2025’의 일환으로 중소기업의 디지털 전환을 지원하는 프로그램
플랫폼 인더스트리 4.0	• 인더스트리 4.0의 비전을 구체화하기 위해 2013년부터 정부-산업계-학계가 공동 운영하는 정책 플랫폼
AI 서비스 센터	• AI 연구 및 응용을 촉진하기 위해 여러 AI 서비스 센터 운영

- Mittelstand-Digital 센터 (2022) : ‘디지털 전략 2025’의 일환으로 중소기업의 디지털 전환을 지원하는 프로그램¹¹¹⁾
 - 2023년 기준 전국 30개 센터가 운영 중이며, 2024년에는 인공지능에 초점을 맞춰 중소기업에 AI 및 스마트 제조에 대한 무료 컨설팅 및 실증 지원을 제공할 예정
 - AI 트레이너 프로그램을 운영하여 중소기업에 AI 교육 및 자문 제공
- 플랫폼 인더스트리 4.0 (2013~) : 인더스트리 4.0의 비전을 구체화하기 위해 2013년부터 정부-산업계-학계가 공동 운영하는 정책 플랫폼¹¹²⁾
 - AI를 포함한 첨단 생산 기술과 정보통신 기술(ICT)의 결합을 통해 지능형 제조 환경과 실시간 최적화 목표
 - 독일형 AX 정책을 조율·지원하는 상위 거버넌스 플랫폼으로 진화
- KI-Kompetenzzentren(인공지능 역량센터) 운영 : 독일 정부가 인공지능(AI) 연구와 혁신을 촉진하기 위해 설립한 국가적 연구 네트워크¹¹³⁾
 - 독일 내에서 인공지능 분야의 선도적 연구기관들이 모여, 국내외적으로 독일의 AI 연구 역량을 높이고 AI 기술의 발전과 실용화를 이끌고자 하는 목적
 - AI R&D, 인재 양성, 산업 협력, 정책 연계를 아우르는 전문 연구 생태계 허브
 - 우리나라에 많은 실증 중심·수요 대응형 AI 서비스 지원센터와 상이

111) Handelsverband Deutschland (HDE), [einzelhandel.de/handelkompetent](https://www.einzelhandel.de/handelkompetent) 참고

112) Global Tech Korea, (주간 브리프 베를린) 독일 Industry 4.0 최근 동향, 2021.11.2

113) KI-Kompetenzzentren, www.dfki.de/web/qualifizierung-vernetzung-netzwerke-initiativen/ki-kompetenzzentren 참고

● (평가 및 시사점) 인더스트리 4.0 기반의 실증·제도·표준에 기반해 중소기업 확산을 지원하는 균형형 AX 정책을 전개

- (강점) 실증 기반 정책 설계, 국가 차원의 표준화와 신뢰성 제도 정비, 중소기업 맞춤형 확산 체계 구축
- (약점) 대기업의 기술 선도는 우수하나 중소기업의 도입 속도는 상대적으로 느림
- (시사점) 기술 중심 전략보다 생태계, 제도, 표준 기반 확산 전략이 강하며 우리나라처럼 중소기업 중심의 제조구조를 가진 국가에 유의미한 정책적 참고 사례 제공

마. 일본

● (전략 방향) 정밀제조 경쟁력을 유지하고 고령화 등 구조적 과제에 대응하기 위해 공정-기업-산업 전반에 걸친 연계형 AI 융합 전략을 통해 고부가가치 중심의 AX 확산

- 일본은 제조 강국으로서의 경쟁력 유지를 위해 고령화 및 숙련인력 감소에 대응하고자 AI 융합을 통한 제조 고도화 전략을 국가적 의제로 설정
- 정밀가공·소량다품종 생산에 강점을 둔 산업구조를 반영하여 고부가가치 중심의 자율 제조 시스템 확산에 중점
- 디지털 트윈, IoT, 로봇 등과의 융합을 통해 산업 전반(제조-물류-서비스)으로 확장하는 연계형 AX 전략 전개
- 대기업 중심의 API 생태계 구축 및 민간 확산 유도

● (전략 실행을 위한 구체적인 정책) 스마트 제조 혁신에 주력하며 인공지능 기술의 산업 전반 확산을 목표로 다양한 정책과 이니셔티브 추진

- Connected Industries Initiative (2017) : 제조-물류-서비스 간 가치 연결 플랫폼 추진¹¹⁴⁾
 - AI와 IoT 기술을 활용하여 제조, 로봇, 바이오/소재 기술, 플랜트/인프라 안전 관리, 스마트 라이프 등 5대 주요 산업 분야를 연결하는 것 목표
 - 일본 산업 전반에 걸친 디지털 전환 및 AI 활용 촉진

114) METI, www.meti.go.jp/english/policy/mono_info_service/connected_industries/index.html 참고

- AI 전략 2022 (2022) : 사회 문제 극복 및 산업 경쟁력 강화 목표¹¹⁵⁾
 - 기술 연구개발, 혁신, 교육, 활용 등을 종합한 AI 추진 전략
 - 인간 존중, 다양성과 포용성, 지속가능성을 3대 원칙으로 설정하고 지속가능 발전목표(SDGs)에 기여
 - 특히 코로나19 팬데믹 및 대규모 재해로부터 국가적 회복탄력성 강화의 필요성을 절감하여 AI 상용화 추진을 강화한 것이 특징
 - 위기 대처 능력 향상, 인재 육성, 산업 경쟁력 강화, 기술 기반 시스템 구축, 글로벌 네트워크 확대 등 5가지 전략 목표 수립
 - 제조, 헬스케어, 모빌리티 분야의 AI 확산 포함
- 반도체·디지털 산업전략 (2023년 개정) : DX, GX, 경제안보 정책 실현에 필수인 반도체, 정보처리 (클라우드·양자 컴퓨터, AI), 데이터센터 등 기반 장비의 중요성 강조¹¹⁶⁾
 - 2024년 경제산업정책 중점안에서는 디지털산업 기반에 생성형 AI를 새롭게 추가하고 독자적인 언어모델 개발 추진 확정

〈표 11〉 일본의 주요 AI 관련 정책

정책	내용
Connected Industries Initiative	• 제조-물류-서비스 간 가치 연결 플랫폼 추진
AI 전략 2022	• 사회 문제 극복 및 산업 경쟁력 강화 목표
반도체·디지털 산업전략	• 반도체, 설비, 데이터센터 등 기반 중요성 강조

● (평가 및 시사점) 정밀제조 강점을 살린 실증 중심 정책과 국가 차원의 표준화 기반을 통해 대기업-중소기업 간 확산 체계를 구축해왔으나 고령화와 인력 부족으로 인해 도입 속도 격차가 여전히 크며 이에 따라 제도·표준·생태계 중심의 대응 전략을 강화

- (강점) 산업 전반을 연결하는 플랫폼 전략과 정밀 제조 특화 AI 활용이 두드러짐
- (약점) 대기업 중심 확산은 활발하지만 중소기업의 도입은 제한적
- (시사점) 단순히 대기업 중심이 아닌 중소기업도 자립적으로 AI 및 디지털 전환을 추진할 수 있는 환경을 마련하려는 방향으로 전개되는 정책을 참고

115) 통합이노베이션전략추진회의결정, AI 전략 2022, 2022

116) kotra, 일본 디지털 전환(DX) 전략과 새로운 진출 기회, 2024

바. 우리나라

- (전략 방향) DX 정책 기반 위에서 제조업 전반에 AX를 본격적으로 확산시키기 위한 이행 전략을 추진 중이며 민관 협력, 실증 지원, 표준화 정책을 연계한 체계적 접근으로 전환기적 정책 방향 모색
 - 우리나라는 그간의 DX 정책 성과를 기반으로 제조업 전반에 AX를 확대 적용하는 정책 전환기
 - 공공 주도 데이터 플랫폼과 연계된 실증 지원 체계 운영
 - 민관 협력과 거점 중심 확산 전략 : 국가 AI 테스트베드, AI 특화단지 등 민관 협력 중심의 거점형 생태계 조성 확대
 - 신뢰성·표준화 병행 전략 : 중소기업 중심 확산을 위해 AI 품질 인증, 표준화 정책 병행 추진
- (전략 실행을 위한 구체적인 정책) AI 기술을 통한 산업 전반의 혁신을 목표로 다양한 정책과 사업을 추진하며 특히 제조업의 DX를 넘어서 AX에 주력
 - K-스마트 등대공장 프로젝트 (2022~) : 글로벌 등대공장을 벤치마킹하여 국내 제조 리더기업을 선정, GAI·디지털 트윈 적용 공정의 선도모델 확산¹¹⁷⁾
 - 스마트 제조혁신 생태계 고도화 방안의 일환으로, 지능형 제조산업의 개념과 분류를 정의하고 전략 분야에 집중 투자하며, 스마트 제조 기업의 체계적인 성장 지원
 - 산업 디지털 전환 촉진법 제정 (2022) : AI 도입, 데이터 활용, 보안, 실증사업 등을 포괄적으로 지원하는 법률 기반 마련¹¹⁸⁾
 - 기업의 산업 데이터 활용 활성화 및 기업 간 협업 저해 요소 제거 등의 제도적 보완을 추진하는 중요한 법적 기반
 - 이 법을 통해 산업 전반의 디지털 전환을 가속화하고 AI 내재화를 추진하며, 산업 경쟁력 강화를 위한 기반 조성
 - 산업 AI 내재화 전략 (2023) : 현재 1% 수준에 불과한 AI 활용 기업 비중을 30% 수준까지 끌어 올리고, 글로벌 경쟁력을 갖춘 AI 공급기업을 100개 이상 육성 계획¹¹⁹⁾
 - AI 내재화와 함께 공급산업 육성, 수요기업 AI 활용 역량 강화, 민간주도 생태계 조성 추진

117) 중소벤처기업부, '케이(K)-지능형(스마트)등대공장' 최대 12억원 지원, 2022.1.12

118) 국가법령정보센터, 산업 디지털 전환 촉진법, 2025.5.27. 일부개정

119) 관계부처 합동, 산업 AI 내재화 전략, 2023.1.13

- AI/디지털 혁신성장 전략 (2024) : AI G3 도약을 목표로 한 종합적인 추진 전략
 - 국가 AI 컴퓨팅 인프라 대폭 확충, 민간 부문 AI 투자 대폭 확대, 국가 AI 전환(AX) 전면화, AI 안전·안보 글로벌 리더십 확보 등 4대 플래그십 프로젝트 중심
- 산업 AI 확산을 위한 10대 과제 (2025, 산업부) : 산업 현장에 AI를 본격 확산하기 위한 우선 과제로 전문가 논의와 민간 제언을 기반으로 선정, 산업부가 각 과제를 이후 구체 실행 방안으로 전환 중¹²⁰⁾
 - 산업부가 민관 합동 ‘AI산업정책위원회’를 통해 200여 명의 민간 전문가와 함께 논의하여 수립한 정부 차원의 첫 번째 종합 대책
 - 기업의 AI 활용률을 2024년 31%에서 2030년 70%까지 높이고, 산업 AI 성공 모델 1,000개를 창출하는 것이 목표
 - 기업과 산업계의 시각에서 현장 수요를 반영하여 설계된 것이 특징

〈표 12〉 우리나라의 주요 AX 관련 정책

정책	내용
K-스마트 등대공장 프로젝트	· 글로벌 등대공장을 벤치마킹하여 국내 제조 리더기업을 선정, GAI·디지털 트윈 적용 공정의 선도모델 확산
산업 디지털 전환 촉진법 제정	· AI 도입, 데이터 활용, 보안, 실증사업 등을 포괄적으로 지원하는 법률 기반 마련
산업 AI 내재화 전략	· AI 활용 기업 비중을 30% 수준까지 끌어올리고, 글로벌 경쟁력을 갖춘 AI 공급기업을 100개 이상 육성
AI/디지털 혁신성장 전략	· ‘AI G3’ 도약을 목표로 한 종합적인 추진 전략
산업 AI 확산을 위한 10대 과제	· 산업 현장에 AI를 본격 확산하기 위한 우선 과제로 전문가 논의와 민간 제언을 기반으로 선정
AX 실증산단 구축사업 추진	· 산업 현장에 AI를 본격적으로 도입해 생산성을 혁신하고 산단 입주기업의 신사업 기회 창출을 통한 지역경제 활성화를 목적
AI 팩토리 사업 확대	· AI 자율제조 사업을 전면 개편
AI 팩토리 확산과 제조 데이터 기반 고도화	· 산업별 특화 AI 솔루션과 로봇·시설·장비 도입을 통한 제조현장 무인화·자율화 추진

- AX 실증산단 구축사업 추진 (2025 산업부) : 스마트그린산업단지 사업의 성과를 토대로 산업 현장에 AI를 본격적으로 도입해 생산성을 혁신하고 산단 입주기업의 신사업 기회 창출을 통한 지역경제 활성화 목적¹²¹⁾
 - 제조업의 생산성 향상과 공정 혁신을 목표로 ‘AI 자율 제조 마스터 플랜’을 수립하고 AI와 제조 기술의 융합을 통해 산업 경쟁력을 강화
 - 산업단지 단위의 AI 도입 및 확산을 지원하여 지역 기반 산업 디지털 전환을 가속화하는 중요한 역할

120) 산업부, 산업 AI 확산을 위한 10대 과제, 2025.1.22

121) 기업마당, 2025년 스마트그린산업단지 촉진사업 AX실증산단 구축사업 시행공고, 2025.6.17

- AI 팩토리 사업 확대(2025 산업부) : 기존의 AI 자율제조 실증 사업을 전면 개편, 제조 현장에 AI 기술을 본격적으로 내재화하는 AI 팩토리 중심 사업체계로 확대 추진¹²²⁾
 - 수요측 요인을 감안해 AI 자율제조를 AI 팩토리로 명칭을 변경
 - ※ AI 자율제조란 AI(인지·판단·제어) 기반 로봇·장비 등을 제조 전과정에 결합시켜 실제 제조환경의 생산 고도화·자율화를 구현하는 사업
 - 2030년 100개 목표로 실증 확대
 - 대규모, 미니형, 대중소 협력, 휴머노이드 실증 등 4가지로 구성
 - AI 자율제조 얼라이언스 출범과 함께 2028년까지 200개의 AI 자율제조 선도 프로젝트 발굴, 추진
 - AI 기술을 제조업에 도입하여 생산성, 안전성, 환경성을 획기적으로 높이는 것 목표
 - 제조 현장의 AI 도입률을 5%에서 40%로 확대
 - 휴머노이드 로봇 특화 AI 개발 및 플랫폼 실증 프로젝트도 추진
- AI 팩토리 확산과 제조 데이터 기반 고도화(2025 새정부 경제성장전략) : 산업별 특화 AI 솔루션과 로봇·시설·장비 도입을 통한 제조현장 무인화·자율화 추진(자동차·화장품·철강 등 주력산업 우선)¹²³⁾
 - 제조 거점 중심으로 AI 팩토리 고도화 핵심 기술 개발 추진
 - 현장 고숙련자의 암묵지(노하우) DB 구축 및 AI 기반 공정 자동화 지원
 - KAMP 플랫폼을 제조AI 24로 고도화하고 스마트제조 전주기 원스톱 지원
 - 중소·영세기업에 AI 기반 스마트공장 보급 확대
 - 대기업·중소기업 간 개방형 혁신 촉진(대기업 과제 제안 → 정부 매칭 → 中企 실증 지원)
 - 재정·세제·금융·규제 패키지 지원 및 공공AX 프로젝트 확대를 통한 초기수요 창출
- (평가 및 시사점) DX 성과를 바탕으로 정부가 제조업 AX 확산을 추진하나, 공급단계·도입단계·유지 및 발전단계에 존재하는 한계들을 극복하기 위해, 민간 주도 확산 기반과 기술-데이터-인력-인프라의 균형 발전이 핵심 과제로 부상
 - (강점) 스마트 팩토리 등 DX 성과 축적, 정부-기업 협력 구조, 새정부의 강력한 추진 의지
 - (한계) 중소기업 도입 및 활용·유지 역량 부족, 산업별 특화 데이터 수집·표준화·공유 체계 미비, 고급·현장형·융합형 인재 부족, 공급기업의 경쟁력 부족
 - (시사점) 정책 체계화는 진전 중이나, 생성형·에이전트·피지컬 AI의 융합 확산을 전제로 한 인프라·데이터·인재의 동시 고도화와, 민간-정부 공동 확산 생태계 조성이 관건

122) 산업부, AI 팩토리 추진, 2025.5.26

123) 관계부처합동, 새정부 경제성장전략, 2025.8.22

2 국가별 정책 비교와 시사점

● 각국은 자국 산업구조와 기술 생태계, 제도적 기반, 사회적 여건 등을 종합적으로 고려하고 이에 기반한 특화 전략 추진

- 미국, 중국, EU, 독일, 일본 등 주요 제조 강국들은 AX를 단순한 기술 수준이 아닌 산업 경쟁력 재편의 핵심 전략축으로 인식
- 전략 모델은 산업구조·기술 우위·제도 체계·민관 협력 방식에 따라 상이하게 전개되며 공통적으로 데이터·표준·인력·인프라를 통합 추진하는 경향
 - (미국) 생성형 AI, 에이전트 AI, 피지컬 AI 등 최첨단 AI 기술력과 민간 기술 혁신력을 활용한 기술 주도형 민간 중심 모델 채택
 - (중국) 중앙정부의 지휘 아래 국유기업을 중심으로 생성형 AI 및 피지컬 AI 대규모 실증과 플랫폼 구축을 선도하는 국가주도형 통합 모델 채택
 - (EU, 독일 제외) AI 윤리와 디지털 주권 확보, 지속가능성을 중심으로 에이전트 AI와 디지털 트윈을 결합한 제도-인프라-산업 간 융합형 모델 추진
 - (독일) 인더스트리 4.0을 기반으로 에이전트 AI와 표준화를 통한 중소기업 실증 중심의 생태계형 전략 고도화 중심
 - (일본) 고령화·숙련인력 부족 등 자국의 구조적 과제를 해결하기 위해 정밀 제조 및 디지털 트윈 중심의 연계형 전략 강화

● 전략 추진 방식은 상이하지만 공통적으로 AI 자율제조 확산을 핵심 과제로 설정

- 일부 경쟁국*은 생성형 AI를 중심으로 하면서 에이전트 AI·피지컬 AI를 결합해 생산성 향상, 공급망 안정화, 친환경 공정 전환 등을 추진
 - ※ 미국, 중국, 일본(대기업 중심)
 - 국가별로 3축 적용 수준과 도입 속도에는 차이가 존재
- 사이버-물리 시스템(Cyber-Physical System) 기반 제조 기술을 병행 지원하고 있으며, 디지털 트윈의 경우에는 단순 시뮬레이션에서 AI 기반 예측·최적화 기능을 포함한 고도화 방향으로 연구·실증이 확대
- 중소기업 확산을 위해 실증 거점, 데이터 공유 플랫폼, AI 신뢰성·인증체계 마련이 공통 정책 과제로 부상

● **우리나라는 국가 전략 수준에서 경쟁국처럼 AI 기반 제조혁신 생태계를 설계하고 확산시키는 체계적 대응을 강화할 필요가 제기**

- 우리나라는 DX 성과를 기반으로 국가 차원의 AX 확산을 추진 중이나 글로벌 비교에서 다음과 같은 구조적 한계가 여전히 존재
 - ① 거버넌스 분절 : 부처·사업별로 실증, 인프라, 표준, 인재 정책이 따로 추진되어 상호 연계성이 낮음
 - ② 데이터스페이스 부재 : 산업별·공급망별 데이터 공유·거버넌스 체계가 초기 단계이며 도메인 특화 데이터 수집·표준화도 미흡
 - ③ SME 확산력 제한 : 중소·중견기업의 PoC 이후 전국 확산을 위한 자금·조달·컨설팅 지원 체계 부족
 - ④ 상호운용 표준 미비 : OT/IT, AI 모델, 데이터 간 호환성을 보장하는 산업별·국제 표준 대응 창구 부재
 - ⑤ 현장형 인재 부족 : 개발자 중심 교육 쏠림, OT/IT 융합·변화관리·운영 전문 인력 양성 부족
 - ⑥ 신뢰·보안 체계 미흡 : 제조 특화 AI 신뢰성 인증, CPS 보안 기준이 현장 수준에서의 정착 부재
 - ⑦ CPS 인프라 격차 : 엣지 컴퓨팅·TSN·AI 디지털 트윈 테스트베드 등 실시간형 인프라가 지역·업종별 불균등
 - 데이터스페이스 구축-상호운용 표준-현장형 인재-CPS 인프라-신뢰·인증-조달을 하나의 패키지로 설계·추진하여 PoC→전국 확산(X→N) 구조를 조기에 정착
 - 경쟁국은 데이터, 표준, 인력, 인프라를 단순한 동시가 아니라 통합 패키지로 설계·집행하여 AX를 확산
 - 생성형 AI·에이전트 AI·피지컬 AI·디지털 트윈 등 핵심 전략기술과 데이터 연합 등 핵심 인프라가 전주기(실증-인프라-표준-인재-조달)에서 전략적·유기적으로 연결되었는지 점검하고 미흡 시 데이터 연합·표준화·확산 자금 등으로 보완
 - 경쟁국은 각자의 산업구조, 기술 경쟁력, 데이터 주권, 지속가능성 등을 반영한 다층적 전략 프레임 수립
 - 중장기 로드맵, 산업 간 연계, 제도적 뒷받침이 분절되어 있지 않은가 평가하고 보완
- ※ 예 : 미국의 Manufacturing USA + NIST 신뢰성 체계 / 유럽의 AI Act + GAIA-X / 독일의 Plattform Industrie 4.0 + Manufacturing-X
- 산업별·공급망별 데이터 기반 생태계를 조기에 구축하여 도메인 특화 AI 개발과 전국 단위 확산을 뒷받침 필요

IV. 결론 및 정책제언

1 기능별 정책 아젠다

- 제조업 에이전트 AI와 피지컬 AI 확산을 위해서는 산업부가 주도하는 거시 전략 틀을 유지하면서도 수요기업이 실제로 체감할 수 있는 실행 가능성과 현장 적용성 강화가 필요
 - 제조업 AX는 산업 전반의 구조적 전환 과제로 현재의 실증 중심 정책을 넘어 AI 팩토리 확산을 핵심 축으로 하는 생태계 기반의 종합 대응으로 전환
 - 단순한 스마트 팩토리 보급을 넘어 전 산업의 자율화·지능화 전환을 위한 종합 대응 필요
 - 제조 데이터 인프라 및 AI 생태계 고도화를 위해 스마트 공장 간 데이터 상호운용성과 신뢰 기반 플랫폼 조성이 핵심으로 부각
 - 생성형·에이전트·피지컬 AI가 각각 다루는 설계·운영·센서 데이터를 포함한 다양한 제조 데이터가 유기적으로 연결되는 통합 인프라 구축이 필수이며, 이를 지원하기 위한 공통 API와 표준 인프라 마련이 시급
 - ※ 생성형 AI가 학습할 수 있는 도메인별 데이터셋 확보, 에이전트 AI가 자율적으로 운영 결정을 내릴 수 있는 실시간 데이터 흐름 보장, 피지컬 AI가 센서·로봇 제어에 활용할 수 있는 현장 데이터 연계까지 포함
 - 도메인별 데이터 수집·표준화·공유 체계를 마련해 공급자-수요자 간 AI 활용 선순환 구조 촉진
 - 특히 산업별 특화 AI를 통해 소량의 현장 데이터만으로도 커스터마이징이 가능한 환경을 조성할 필요가 있으며 LandingAI¹²⁴⁾가 제시하는 도메인 특화 Large Vision Model(LVM) 접근은 이러한 방향성을 뒷받침하는 대표 사례
 - 한국형 데이터 스페이스 기반 생태계 구축이 필요
 - 혁신 지속을 위해 정책적 인센티브와 금융지원을 통한 민간 참여 확대와 투자 촉진 필요
 - 세제 혜택, 공동출자 펀드, R&D 바우처 등 다층적 인센티브를 통한 민간 투자 촉진
 - 대기업-중소기업 간 공동 실증, 산업별 민간 컨소시엄을 통한 확산 거버넌스 구축
 - 선도기업 Best Practice 발굴·확산을 통해 민간 주도의 생태계 자율 확산 촉진

124) LandingAI, landing.ai 참고

- 생성형 AI와 에이전트 AI, 피지컬 AI를 실무에 적용할 수 있는 전문 인재 수요가 급증하고 있어 제조업의 다층적 AI 인재양성 체계 확립이 시급
 - 융합대학 신설, 직무전환형 단기 훈련, 콘텐츠 갱신 체계 등 유연한 대응 필요
 - 공급자뿐만 아니라 수요기업 엔지니어·현장 관리자에 대한 맞춤형 교육까지 지원
- 중소·중견 제조기업의 AX 확산과 기술 보급강화를 위한 지원책 필요
 - 기술 내재화나 투자 여력이 부족한 기업을 대상으로 생성형 AI 기반 맞춤형 솔루션, 에이전트 AI 기반 공정 운영 최적화, 피지컬 AI 기반 현장 자동화 장비를 포함한 실증·컨설팅·공용 플랫폼 등 입체적 지원 시스템 마련과 함께 재정적 지원 강화가 필요
 - 대기업과의 연계 및 지역 기반 생태계 확산 모델을 병행해, 중소기업이 3대 AI 기술을 점진적으로 도입·활용할 수 있는 전환 경로 제공
- AI 활용 확대에 따른 안전·책임 문제에 대응하기 위해 AI 신뢰성 확보와 법·제도 정비 필요
 - 고위험 AI 기술의 산업 적용을 위해 생성형 AI의 설명가능성·데이터 편향 문제 완화, 에이전트 AI의 자율 의사결정의 안전성·투명성, 피지컬 AI의 현장 장비·로봇의 안전성과 책임성 확보가 필수
 - 이를 뒷받침하기 위해 신뢰성 평가체계, 인증제도, 윤리 규범, 책임소재 명확화를 포함한 법·제도 정비가 시급
- AX가 산업 전반에 안정적으로 정착하려면 글로벌 규범과 호환되는 표준화를 기반으로 한 지속적 확산 체계 구축이 필요
 - 생성형 AI의 학습 데이터셋 표준화, 에이전트 AI의 운영 시스템 및 의사결정 프로토콜 표준화, 피지컬 AI의 센서·로봇 제어 인터페이스 표준화를 포함해 AI 모델·운영시스템·데이터 간 상호 운용성을 보장하는 산업별 표준화 강화
 - 국제 표준 대응과 연계된 국내 규격 정립을 통해 한국형 제조 AI 모델의 글로벌 확산 기반 마련

2 정책 과제 제언

● (총괄 제언) 아래 기능별 정책 제언은 다음의 최상위 전략 방향하에 추진

- 생성형·에이전트·피지컬 AI의 융합 및 통합 로드맵을 우선적으로 수립
- 정책 집행과 조정의 거버넌스를 명확히하여 중장기적 전략 연계성과 실행력 강화 필요

● (기반 인프라) AI 팩토리 중심의 기반 고도화

● (단기 대응)

- 스마트공장 간 데이터 상호운용성과 연계 실증단지 조성 확대
 - 스마트공장 간 이기종 시스템 데이터를 연결·통합할 수 있는 상호운용성 확보
 - 이를 기반으로 생성형·에이전트·피지컬 AI가 공통으로 활용할 수 있는 데이터 교환·활용 체계 마련
- 디지털 클러스터 내 공동 데이터 플랫폼 및 엣지-클라우드 연계 환경 구축
 - 엣지에서 피지컬 AI 센서·로봇 제어를 지원하고, 클라우드에서 생성형 AI 학습 및 에이전트 AI 운영 최적화를 지원하는 등 다양한 다층적 구조의 인프라 마련
 - 지역 단위 제조 데이터 집적 및 실시간 처리 환경 조성 및 전국으로 확장
- 상기 과제들은 모두 고도화될 '제조AI 24'와 연계하여 추진이 필요
- 산업별 특화 AI 시점 적용 및 소량의 현장 데이터 기반 커스터마이징 체계를추진
 - 정부의 AI 팩토리 프로젝트와 연계하여 추진
 - 글로벌 참고 사례(LandingAI 도메인 특화 사례)도 병행 활용
- 한국형 데이터 스페이스 기반 데이터 플랫폼을 조기에 구축하여 데이터 주권을 보장
 - 표준화·보안이 적용된 분산형 데이터 플랫폼 개발
 - 데이터 신탁·거래 제도 및 인센티브 체계 정비
 - 민관 공동 거버넌스 운영체계 확립방안을 동시에 추진

● (중장기 대응)

- 생성형·에이전트·피지컬 AI에 따른 인프라·제도·R&D 세부 로드맵을 연계·조정하여 상호 보완적으로 운영
 - 기술 변화에 맞춰 인프라·제도 체계를 체계적으로 연동하는 국가 전략 수립
- 산업별 특화 AI의 전국 확산·표준화·상용화 추진
 - 도메인별 데이터 수집·표준화·공유 체계를 완성하고, 이를 기반으로 전 산업 분야의 AI 모델 확산을 넘어 상용화를 추진
 - 반도체, 이차전지 등 특수 공정에는 고도화된 맞춤형 모델을 적용
- 국제 제조 AI 표준화 협의체에 전략적 참여 확대
 - 'Physical AI Global Alliance'를 활용해 GAIA-X, ISO TC184 등 글로벌 표준화 흐름에 주도적으로 대응
- 조성된 한국형 데이터 스페이스 플랫폼을 기반으로 국내 산업별 데이터 연합체를 조직하고 민관 연합형 산업 데이터 생태계 육성
 - 국내 산업별 데이터 연합체를 통해 국제 표준화 논의(ISO, IDSA 등)에 참여하고 글로벌 이니셔티브(GAIA-X, Catena-X 등)와 연계하여 국제 협력 기반을 강화

● (민간 참여 확대와 투자 촉진) 정부-민간 협력 및 민간 주도 확산 생태계 조성

● (단기 대응)

- 세액공제 확대, 매칭 펀드 조성, 프로젝트형 R&D 바우처를 통해 민간 기업의 투자 리스크 완화 및 초기 참여 유도
- 대·중소기업 동반형 R&D, 스마트 제조혁신 기술개발사업 등을 활용하여 대기업 과제를 개방형 플랫폼 형태로 확대, 중소기업이 참여하는 공동 실증 프로그램을 강화
- AI 자율제조 선도 프로젝트 및 전문기업 지정 사업을 활용해 First Mover 성격의 기업을 발굴하고 이들의 Best Practice를 산업 내 조기 확산

● (중장기 대응)

- AI First Mover 지정·지원 제도를 정식으로 도입하고 세제·금융·글로벌 진출 패키지를 제공하여 민간 리더십과 산업 전반 파급력을 강화
- 현재의 산발적 공동 실증 사업을 넘어, First Mover-중소기업 간 공동 실증·기술 공유 프로그램을 상시 제도화하여 중소기업의 단계적 도입 경로를 마련
- 데이터 기여 기업에 세제 혜택·R&D 우선권 등 시장형 인센티브를 제공, 자발적 데이터·AI 생태계 참여 촉진
- 글로벌 민간 연합체(Catena-X 등)에 준하는 한국형 민간 주도 산업 데이터 연합체를 조성하여 국제 협력 기반 확보

● (제조 AI 인력 양성) 공급자·수요자 양측을 동시에 지원하는 다층적 인력 양성 체계를 구축하고 교육부·고용부·산학연 기관 등이 분담 실행하되 산업부가 총괄 거버넌스와 조정을 지원

※ 총괄 부처 부재 시 공급자와 수요자 간 교육 과정 전반에서 내용상 일관성과 통합적 흐름이 부족해져 체계적 운영에 한계 발생 우려

● (단기 대응)

- 마이스터고-폴리텍-대학 간 연계 중심의 실무형 교육체계 고도화
 - 제조AI 24 및 AI 팩토리 프로젝트와 연계하여, 전문 인재 양성 기반을 마련
 - 기존 교육에 생성형 AI·피지컬 AI·에이전트 AI 실습 시나리오 의무를 포함
 - 제조 라인 통합 운영·자율화 시뮬레이션 강조
- 중소기업 대상 현장 실습형 재교육 프로그램 확대
 - 기존 오프라인 중심 교육을 온라인·모듈형·맞춤형으로 확장해서 인원·시간 제약 완화
 - 새정부전략에 따라 중소·영세기업의 AI 팩토리 전환 수요가 증가할 것에 대비해 교육 계획 수립

- Physical AI Global Alliance 연계 교육 강화
 - 현장 실습과 국제 연계 요소를 확대하고, Alliance 산학연 네트워크를 활용해 산업별 맞춤형 교육을 운영하여 기업 현장의 AI 활용 역량을 직접 향상

● (중장기 대응)

- 생성형·에이전트·피지컬 AI를 활용할 수 있도록 융합형 고등 교육 체계 마련
 - 기술별 특성을 반영한 심화 커리큘럼 운영
 - 현장 프로젝트·글로벌 협력 과제 포함
- 국제 연계형 인력 순환 프로그램 정착
 - 산업부-대학-국내외 연구기관·기업 간 협력 체계를 통한 장기 인턴십·글로벌 산학연 프로그램 운영

● (중소·중견 제조업 대상 AX 확산 지원) 실증·컨설팅·재정지원부터 지역 기반 생태계 구축까지 단계적 확산 지원

● (단기 대응)

- K-스마트 등대공장 고도화 및 중소기업 실증·컨설팅 확대
 - 기존 등대공장 모델을 생성형·에이전트·피지컬 AI 융합형으로 고도화하고 지역 산업 특화 적용을 통해 중소기업 참여 확대
 - 새정부 전략의 중소·영세기업 대상 AI 스마트공장 보급 확대 정책과 연계
- 대기업-중소기업 매칭형 개방형 혁신 도입
 - 선도기업의 과제를 정부가 매칭하고 중소기업이 실증에 참여하는 구조를 확산해 기술·데이터 공유 및 개방형 혁신 생태계 조성을 촉진
- 전환 초기 영세·중소기업의 AI 솔루션 도입을 촉진하기 위한 종합 재무지원체계 구축
 - 기존 세액공제를 PoC 단계 기업까지 확대, 초기 진입장벽을 완화
 - ※ PoC(Proof of Concept) : 특정 기술, 아이디어, 또는 제품의 개념이 실제로 실행 가능한지, 그리고 유용한 결과를 낼 수 있는지 검증하는 초기 단계
 - 생성형·에이전트·피지컬 AI 솔루션을 저비용으로 시험 적용할 수 있도록 지원
 - 새정부 전략과 정합한 재정·세제·금융 패키지 지원을 조속히 마련
 - 정책금융·보증금·보조금 매칭을 통한 자금 조달 장벽을 해소하고 PoC-실증-상용화 단계별로 차등 지원 체계를 마련

● (중장기 대응)

- 'AX 동반 전환 프로그램' 운영
 - 선도기업이 보유한 생성형 AI 분석 역량, 에이전트 AI 운영 노하우, 피지컬 AI 장비 적용 경험을 중소기업과 공유하는 기술 확산 구조를 제도화하여 공동 성장 도모

- 지역 클러스터 기반 컨소시엄 중심 생태계 구축
 - 지역 단위로 인력-기술-인프라를 통합 제공하는 협력 생태계 조성하여 중소기업도 3대 AI의 단계적 도입 경로를 확보

● (AI 신뢰성 확보 및 법제도 정비) 인증체계 구축과 특례법 제정을 넘어 국제 규범 대응까지 고려

● (단기 대응)

- 이미 제정되어 2026년 시행예정인 인공지능기본법을 기반으로 생성형 AI의 설명 가능성·데이터 편향 검증, 에이전트 AI의 자율 의사결정 투명성·위험 관리, 피지컬 AI의 안전성·책임성 요건을 반영한 제조 AI 특화 인증체계로 확장
 - 산업현장에 적용 가능한 신뢰 검증 및 품질 기준 수립
- 중소기업용 경량 평가모델 개발 및 신뢰 프레임워크 구축
 - 다양한 규모 기업도 사용할 수 있는 경량화 신뢰성 검증 툴킷 형태로 개발
 - 영세·중소기업도 쉽게 접근할 수 있는 표준화된 평가 체계 제공

● (중장기 대응)

- 'AI 제조 특례법' 또는 '제조업 AX 특례법' 제정 및 관련 법 개정 추진
 - 자율공정 도입에 필요한 법적 기반 마련 및 규제 이슈 정비
- 국제 신뢰성 지표 대응 및 협상 전략 마련
 - EU AI Act, NIST 등 글로벌 규범에 적극 대응
 - 국내 산업 보호와 동시에 한국형 제조 AI에 필요한 신뢰성 기준을 글로벌 규범에 반영하도록 적극 노력

● (제도화·표준화 기반의 지속적 확산 체계 구축) 실행과 확산 기반을 구축하고 표준 고도화와 한국형 AI 모델의 글로벌 위상 확보 추구

● (단기 대응)

- KS·산업표준 연계 및 실증체계 강화
 - R&D 단계에서 생성형·에이전트·피지컬 AI 적용 결과를 표준화 프로세스에 직접 연계하여 현장 중심 확산 가능성 제고
- 범산업 협업형 정책 플랫폼 운영 검토
 - 생태계 전반이 참여하는 협업 거버넌스 마련을 통해 정책 실행력 강화

● (중장기 대응)

- 구체적 상호운용성 표준 기반 마련
 - 이를 토대로 산업별 공정·설비·운영 시스템에 대한 국가 표준화 체계 구축

- 단기 실증을 산업 차원으로 확장
- 산업별 데이터셋 표준 정립 및 LLM 학습 인프라 확충
 - 반도체·이차전지·바이오 등 산업 특화 생성형 모델 학습용 데이터셋 표준화 추진
 - 동시에 해당 산업의 특성을 반영한 다국어·LLM 학습 인프라를 조성해 제조 현장 맞춤형 AI 학습 기반을 마련하고 타 전략산업으로 확산
 - 글로벌 경쟁이 치열하고 시급성이 큰 사안임을 감안하여, 단일 산업에서의 구축 완료 후 확산 방식이 아니라, 산업별 단계별 구축과 각 단계 완료 즉시 타 산업으로 해당 단계를 확산하는 병행 전략을 채택
- 국내 제조 AI 표준과 모델을 조기에 완료하여, 국제 협의체 활동과 연계·활용
 - 진행 중인 제조 AI 표준화 과제를 조기에 완료하고, ISO·IEC 등 국제 표준화 프로세스와 연계하여 글로벌 위상 확보

V. 부록 : 제조 AX 사례 및 정책제언 서면 인터뷰

1 공급기업 인터뷰



(주)인터엑스 정하일 CTO

Q1.

귀사에 대한 간단한 소개를 부탁드립니다.

(주)인터엑스(INTERX)는 단순히 인공지능(AI) 솔루션을 공급하는 기업이 아닙니다. 저희는 고객의 성공적인 AI 전환(AX, AI Transformation) 여정 전체를 함께하며 지속 가능한 성장을 지원하는 ‘혁신 성장 파트너’를 지향합니다. 저희의 궁극적인 목표는 AI 기술을 통해 대한민국 제조업이 직면한 고질적인 인력난, 생산성 저하, 글로벌 경쟁 심화와 같은 구조적 문제를 해결하고, 산업 전반의 경쟁력을 한 차원 높은 수준으로 끌어올리는 것입니다.

이러한 비전은 인터엑스의 설립 배경에 깊이 뿌리내리고 있습니다. 인터엑스 핵심 멤버들은 자동차 생산기술 분야에서 다년간 현장 경험을 쌓은 뒤, 울산과학기술원(UNIST)에서 AI와 빅데이터를 연구하며 제조업의 근본적인 혁신을 위해서는 현장을 이해하는 AI 기술이 필수적이라고 확신하게 되었습니다. 이처럼 제조 현장 기술(OT)과 정보 기술(IT)을 모두 깊이 이해하는 독보적인 전문성은 인터엑스의 핵심 DNA이자, 고객에게 실질적인 가치를 제공하는 원동력입니다. 저희는 기술 판매를 넘어, 고객과의 장기적인 신뢰 관계를 기반으로 현장의 문제를 함께 해결하고 성과를 공유하는 것을 최우선 가치로 삼고 있습니다.

인터엑스는 파편화된 솔루션 도입의 한계를 극복하고 공장 전체의 최적화를 목표로, 데이터 수집부터 분석, 제어, 자율 운영에 이르는 전 단계를 포괄하는 ‘AI 자율제조 토탈 솔루션’을 제공합니다. 저희의 솔루션 포트폴리오는 다음과 같이 구성되어 있습니다.

- AI & DT 솔루션 : 생산 조건 최적화를 위한 Recipe.AI, 품질을 사전 예측하는 Quality.AI, 비전 기반 불량 검사를 수행하는 Inspection.AI, 산업재해를 예방하는 Safety.AI 등 제조 공정의 핵심 문제를 해결하는 특화 AI 모델과, 가상공간에서 공장 운영을 시뮬레이션하고 최적화하는 디지털 트윈(Digital Twin) 솔루션 INTERX.DT를 제공합니다.

- AX 인프라 솔루션 (SDF) : 저희는 개별 솔루션의 합을 넘어, 공장 전체가 하나의 유기체처럼 스스로 판단하고 운영되는 ‘소프트웨어 정의 공장(Software Defined Factory, SDF)’ 개념을 국내 최초로 제시하고 구현하고 있습니다. 이는 단순 자동화를 넘어선 지능형 자율 운영 4단계(Level 4.0)를 지향하며, 제조 현장의 근본적인 혁신을 이끌어냅니다.
- 제조 특화 생성형 AI (Gen.AI) : 수십 년 경력의 숙련공이 가진 노하우와 경험을 AI에 학습시켜 영구적인 디지털 자산으로 만듭니다. 작업자들은 코딩 지식 없이 자연어로 AI와 소통하며 필요한 기술 정보를 얻고, 보고서 작성과 같은 반복 업무를 자동화함으로써 업무 숙련도와 관계없이 역량을 상향 평준화할 수 있습니다.

Q2. AX 공급기업 입장에서 AX 추진 경험이 있으셨는지, 있으셨다면 어떤 업무였는지 말씀해주세요.

저희 인터엑스는 자동차, 전자, 바이오, 정밀가공, 석유화학 등 12대 주력 산업군 전반에 걸쳐 200건이 넘는 다양한 AX 프로젝트를 성공적으로 수행한, 국내에서 가장 풍부한 현장 경험을 보유한 기업 중 하나입니다. 저희의 경험은 특정 공정에 국한된 단편적인 솔루션 제공이 아니라, 각 산업의 고유한 특성과 문제점을 깊이 이해하고 이를 해결하는 맞춤형 ‘자율제조 시스템’을 구축하는 것이었습니다. 이를 통해 고객사들은 평균적으로 생산성을 10~30% 이상 향상하고, 전수 불량 검출을 통해 품질 경쟁력을 높였으며, 숙련공의 암묵지를 AI로 자산화하는 등 측정 가능한 성과를 창출했습니다.

사례 1 자율공장 구축 사례 - 자동차 부품 및 바이오 산업

글로벌 시장에서 치열한 경쟁을 벌이는 대기업 및 중견기업들은 생산성 극대화와 절대적인 품질 확보를 위해 ‘AI 기반 자율공장’ 구축을 절실히 필요로 합니다. 저희는 이 분야에서 세계 최초의 성공 사례를 만들어냈습니다.

- 수요기업 및 사업 내용 : 현대자동차의 핵심 부품을 생산하는 플라스틱 사출 공장과 대상그룹의 바이오 제품 생산 공장이 대표적인 사례입니다. 이들 공장은 공통적으로 숙련된 작업자의 경험에 크게 의존하는 생산 조건 설정, 미세한 공정 변화로 인한 잦은 불량, 24시간 일관된 품질을 유지하는 데 큰 어려움을 겪고 있었습니다.
- 인터엑스 솔루션 적용 : 저희는 개별 AI 솔루션을 유기적으로 통합하여 공장 전체가 스스로 판단하고 운영되는 환경을 구축했습니다. 먼저, 수만 가지의 공정 데이터를 실시간으로 수집하여 최적의 생산 조건을 AI가 스스로 도출하고 설비에 적용하는 Recipe.AI를 도입했습니다. 동시에, 공정 데이터를

기반으로 최종 제품의 품질을 사전에 예측하여 불량 발생 가능성을 원천적으로 차단하는 Quality.AI를 적용했습니다. 이러한 개별 솔루션들은 공장 전체를 하나의 시스템으로 정의하고 제어하는 ‘소프트웨어 정의 공장(SDF)’ 아키텍처 위에서 통합 운영됩니다.

- 성과 : 이 프로젝트를 통해 저희는 세계 최초로 AI 기반 자율공장 기술을 상용화하는 데 성공했습니다. 이를 통해 고객사는 생산성을 획기적으로 향상했을 뿐만 아니라, 수십 년 경력의 숙련공만이 알던 공정 노하우를 AI로 완벽하게 자산화하여 기술 종속성에서 벗어나 지속 가능한 경쟁력을 확보하게 되었습니다.

사례 2 산업 안전 및 규제 대응 (건설/화학 공정)

생산성 향상만큼이나 중요한 것이 바로 ‘안전’입니다. 특히 중대재해처벌법 시행 이후, 모든 제조 기업에게 산업재해 예방은 기업의 존폐를 가를 수 있는 중차대한 과제가 되었습니다.

- 수요기업 및 사업 내용 : 건설, 화학, 기계 등 산업재해 위험이 큰 모든 제조 현장이 저희의 고객입니다. 이들 현장에서는 작업자의 불안정한 행동, 위험 구역 무단 접근, 안전 장비 미착용 등 예측하기 어려운 인적 요인으로 인한 안전사고가 끊이지 않았습니다.
- 인터엑스 솔루션 적용 : 저희는 Safety.AI 솔루션을 통해 이 문제에 대한 해답을 제시했습니다. 이 시스템은 공장 내에 설치된 CCTV 영상을 AI가 24시간 실시간으로 분석하여, 사람과 지게차의 충돌 위험, 협착, 넘어짐, 화재 등 다양한 위험 상황을 즉시 감지하고 관리자에게 경고를 보냅니다.
- 성과 : Safety.AI 도입을 통해 사고 발생 후 대응이 아닌, 사고 발생 전 예방이 가능한 시스템을 구축함으로써 ‘24시간 무재해 안전 현장’ 구현을 지원하고 있습니다. 이는 인명 보호라는 최우선 가치를 실현함과 동시에, 강화되는 안전 규제에 기업이 선제적으로 대응하고 ESG 경영을 강화할 수 있는 강력한 수단을 제공합니다.

Q3. AX 추진 과정에서, 또는 추진 이후 활용 단계에서 회사가 겪었던 애로사항을 알려주세요.

AX 프로젝트를 추진하고 솔루션을 현장에 적용하는 과정에서 여러 가지 어려움에 직면하게 됩니다. 가장 대표적인 애로사항은 제조 현장의 데이터 문제와 깊은 관련이 있습니다. 많은 공장들이 스마트공장 구축을 진행했지만, 여전히 AI 분석에 활용할 만큼 충분한 양질의 데이터를 확보하지 못한 경우가 많습니다. 데이터가 아예 없거나, 있더라도 수기 데이터이거나, 혹은 시스템마다 형식이 달라 통합하기 어려운 비표준 데이터인 경우가 비일비재합니다. 이러한 데이터의 부족과 비정형성은 AI 모델의 성능을 저하시키는 직접적인 원인이 되며, 이를 해결하기 위한 데이터 전처리 과정에 상당한 시간과 노력이 소요됩니다.

또 다른 어려움은 현장 전문가들의 암묵적인 지식, 즉 노하우를 AI 모델에 녹여내는 과정에서 발생합니다. 수십 년 경력의 장인이 감각적으로 최적의 설비 조건을 찾아내는 노하우는 쉽게 데이터화하거나 정량화하기 어렵습니다. 저희 엔지니어들이 현장 작업자들과 긴밀하게 소통하며 그들의 지식을 이해하고 AI가 학습할 수 있는 형태로 변환해야 하는데, 이 과정에서 서로 다른 언어와 관점의 차이로 인해 많은 커뮤니케이션 비용이 발생합니다.

마지막으로, AX 도입에 대한 수요기업의 인식 부족과 투자 결정의 어려움 역시 큰 장벽입니다. AX는 단기적인 투자 회수(ROI) 관점보다는 장기적인 경쟁력 확보 차원에서 접근해야 하지만, 많은 기업들이 당장의 가시적인 성과와 투자 비용에 대한 부담으로 도입을 주저하는 경우가 많습니다. 특히, AX의 성공 여부가 불확실하다는 인식 때문에 파일럿 프로젝트 이상의 대규모 확산으로 나아가는 데 어려움을 겪기도 합니다. 이러한 기술적, 문화적, 재정적 장벽들은 AX 확산을 위해 공급기업이 끊임없이 해결해야 할 과제입니다.

Q4. 위 애로사항과 관련하여, 어려움을 해결하시기 위해 어떤 노력을 하셨나요?

앞서 말씀드린 애로사항들을 해결하기 위해 저희 인터엑스는 기술적, 방법론적, 그리고 사업적 측면에서 다각적인 노력을 기울이고 있습니다. 먼저, 데이터 부족 문제를 극복하기 위해 저희는 적은 양의 데이터로도 높은 성능의 AI 모델을 생성할 수 있는 독자적인 기술을 개발했습니다. 특히, 실제 데이터와 유사한 가상의 데이터를 생성하여 학습 데이터 양을 늘리는 기술과 특정 도메인에서 학습된 AI 모델을 유사한 다른 도메인에 빠르게 적용하는 전이학습(Transfer Learning) 기술을 고도화하여 데이터 확보의 어려움을 완화하고 있습니다. 또한, 제조 특화 생성형 AI를 활용하여 비정형적인 텍스트나 이미지로 존재하는 현장의 노하우를 AI가 이해할 수 있는 형태로 자동 변환하고 지식 베이스를 구축하는 기술을 연구·개발하며, 현장 지식의 자산화를 돕고 있습니다.

현장 전문가와의 원활한 소통과 협력을 위해서는 저희만의 독자적인 방법론을 정립했습니다. 프로젝트 초기 단계부터 AI 전문가와 도메인 전문가, 현장 작업자가 함께 참여하는 워크숍을 정기적으로 개최하여 목표와 문제점을 명확히 공유합니다. 이 과정에서 저희는 '시티즌 데이터 사이언티스트(Citizen Data Scientist)'의 역할을 수행하며, 현장의 언어를 기술의 언어로 번역하고 그 반대의 과정도 수행함으로써 상호 이해의 간극을 줄여나가고 있습니다.

마지막으로, 수요기업의 투자 부담을 완화하고 AX 도입의 문턱을 낮추기 위해 구독형 서비스(SaaS, Software as a Service) 모델을 적극적으로 도입하고 있습니다. 초기 대규모 설비 투자나 라이선스 구매 비용 없이 월 단위의 합리적인 비용으로 저희 솔루션을 이용할 수 있도록 함으로써, 중소·중견 기업들도 부담 없이 AX를 시작할 수 있는 기회를 제공하고 있습니다. 또한, 도입 효과를 사전에 검증하고자 하는 고객들을 위해 단기 PoC(Proof of Concept, 개념증명) 프로그램을 운영하여, 작은 성공 사례를 먼저 만들고 이를 바탕으로 점진적으로 투자를 확대해 나갈 수 있도록 지원하며 AX 도입의 불확실성을 해소해나가고 있습니다.

Q5. 공급기업 입장에서 AX의 확산을 위한 어떠한 정책적 지원이 필요하다고 생각하시나요?

제조 AX의 성공적인 확산을 위해서는 공급기업의 근본적인 역량을 강화하고, 이들이 지속적으로 성장할 수 있는 건강한 생태계를 조성하는 방향으로 정책적 지원이 이루어져야 한다고 생각합니다. 현재의 지원 정책이 수요기업의 초기 도입 비용을 보조하는 데 집중되어 있다면, 앞으로는 공급기업의 기술 개발과 사업화를 직접적으로 돕는 장기적인 관점의 지원이 필요합니다.

첫째, 공급기업 주도의 대규모 실증 사업 지원이 절실합니다. 현재의 지원 사업은 대부분 수요기업이 주체가 되어 단일 공장, 단일 라인에 솔루션을 적용하는 소규모 형태로 이루어집니다. 이렇다 보니 공급기업은 혁신적인 기술을 개발하더라도 실제 양산 환경에서 충분히 검증하고 고도화할 기회를 얻기 어렵습니다. 정부나 공공기관이 주도하여 특정 산업 분야 전체, 혹은 대규모 산업 단지를 테스트베드로 제공하는 ‘플래그십 팩토리’ 실증 사업을 추진한다면, 공급기업들은 이곳에서 마음껏 기술을 시험하고 레퍼런스를 확보하며 기술의 완성도를 높일 수 있을 것입니다. 이는 국내 공급기업의 기술 경쟁력을 비약적으로 향상하고 글로벌 시장으로 나아갈 수 있는 발판이 될 것입니다.

둘째, 제조 데이터의 표준화와 데이터 공유 플랫폼 구축을 정부 차원에서 강력하게 추진해야 합니다. 앞서 말씀드렸듯, 기업마다 설비도 다르고 데이터 형식도 제각각이라 프로젝트마다 데이터 통합 및 전처리에 막대한 비용이 소모됩니다. 정부가 업종별, 공정별 표준 데이터 모델을 정의하고, 기업들이 안전하게 데이터를 공유하고 거래할 수 있는 ‘제조 데이터 거래소’나 ‘AI 허브’와 같은 인프라를 구축한다면, 공급기업들은 고품질의 학습 데이터를 손쉽게 확보하여 더욱 정교한 AI 솔루션을 개발하는 데 집중할 수 있습니다.

셋째, 공급기업의 해외 진출을 위한 보다 적극적이고 체계적인 지원이 필요합니다. 국내 시장은 한정되어 있기에 공급기업의 성장을 위해서는 해외 시장 개척이 필수적입니다. 단순히 해외 전시회 참가비용을 지원하는 수준을 넘어, 현지 시장에 대한 깊이 있는 분석 정보를 제공하고, 유력 바이어와의 실질적인 비즈니스 매칭을 주선하며, 현지 법률 및 특허 관련 컨설팅을 지원하는 등 해외 진출의 전 과정을 밀착 지원하는 ‘글로벌 액셀러레이팅 프로그램’이 확대되어야 합니다.

마지막으로, 고급 AI 인력 양성 체계를 공급기업의 수요에 맞게 개편해야 합니다. 대학의 이론 중심 교육만으로는 복잡한 제조 현장의 문제를 해결할 수 있는 실무형 인재를 길러내기 어렵습니다. 공급기업과 대학, 연구소가 연계하여 실제 산업 현장의 데이터를 활용하는 문제해결 중심의 ‘계약학과’나 ‘석·박사급 인재 양성 프로그램’을 대폭 확대하여, 산업계가 필요로 하는 맞춤형 AX 전문가를 안정적으로 공급하는 파이프라인을 구축해야 합니다.

Q6.

현재 우리나라의 정책적 지원이 공급기업보다 수요기업을 중심으로 이루어지고 있다고 생각하시나요? 그렇게 생각하신다면 이유는 무엇이고, 대안은 어떤 것이 있을 수 있다고 생각하시는지 궁금합니다.

현재 우리나라의 AX 또는 DX 관련 정책 지원은 명백히 수요기업을 중심으로 이루어지고 있다고 생각합니다. 대표적인 예로 ‘스마트공장 구축 지원사업’이나 ‘AI 바우처 지원사업’을 들 수 있습니다. 이 사업들은 모두 지원금을 받는 주체가 제조 현장을 보유한 수요기업이며, 수요기업이 사업을 신청하고 다수의 공급기업 중 한 곳을 선택하여 과제를 수행하는 구조로 되어 있습니다. 이러한 방식은 AI 도입을 고민하는 수요기업의 초기 진입 장벽을 낮추는 데는 분명 효과가 있습니다. 하지만 공급기업 입장에서는 여러 가지 한계점을 놓고 있습니다.

가장 큰 문제는 공급기업이 단기적인 성과에 매몰되고 기술 개발보다는 수주 경쟁에 치중하게 만든다는 점입니다. 수요기업은 한정된 예산 내에서 최대한 많은 기능을 구현하기를 원하기 때문에, 공급기업들은 혁신적이지만 시간이 걸리는 기술 개발보다는 당장 구현 가능한 범용 솔루션을 낮은 가격에 제안하는 출혈 경쟁에 내몰리기 쉽습니다. 이는 결국 공급기업의 기술력을 하향 평준화시키고 장기적인 성장 잠재력을 훼손하는 결과를 초래할 수 있습니다. 또한, 공급기업은 수요기업에 종속되는 ‘을’의 입장에서 프로젝트를 수행하게 되므로, 혁신적인 아이디어를 제안하거나 주도적으로 사업을 이끌어 나가기 어려운 구조적인 문제도 있습니다.

이에 대한 대안으로, 정책의 무게 중심을 공급기업의 근본적인 역량 강화 쪽으로 이동시키는 과감한 전환이 필요합니다. 첫째, ‘공급기업 직접 지원 R&D 프로그램’을 대폭 확대해야 합니다. 이는 잠재력 있는 공급기업이 특정 수요기업에 얽매이지 않고, 시장의 판도를 바꿀 수 있는 혁신적인 AX 솔루션을 자유롭게 개발할 수 있도록 연구개발 자금을 직접 지원하는 방식입니다. 정부는 과제의 성공 가능성뿐만 아니라 기술의 혁신성과 시장 파급력을 중심으로 지원 기업을 선정해야 합니다.

둘째, ‘챌린지 방식의 R&D’ 도입도 좋은 대안이 될 수 있습니다. 정부나 대기업이 해결하기 어려운 기술적 난제를 제시하고, 이를 가장 성공적으로 해결하는 공급기업에게 대규모 보상과 사업화 기회를 제공하는 방식입니다. 이는 공급기업들 간의 건전한 기술 경쟁을 유도하고, 최고 수준의 기술력을 확보하도록 독려하는 효과적인 수단이 될 것입니다. 이처럼 수요기업 지원과 함께, 혁신적인 공급기업을 발굴하고 이들이 글로벌 경쟁력을 갖춘 전문 기업으로 성장할 수 있도록 직접적이고 장기적인 지원을 병행하는 투트랙 전략이 절실합니다.

Q7. 마지막으로 하고 싶으신 말씀이 있으시다면 자유롭게 해주세요.

제조업의 미래는 결국 ‘자율성’에 달려있다고 생각합니다. 단순히 공장의 자동화를 넘어, 공장 스스로 생각하고 판단하며 최적의 상태를 유지하는 ‘자율 운영 공장’의 시대가 다가오고 있습니다. 저희 인터엑스가 추구하는 ‘소프트웨어로 정의되는 자율제조(Software-Defined Autonomous Factory)’는 바로 이러한 미래를 향한 구체적인 청사진입니다. 이는 단순히 개별 설비나 공정을 최적화하는 것을 넘어, 생산 계획부터 실행, 품질 관리, 설비 보전, 안전 관리까지 제조의 모든 가치 사슬이 AI에 의해 유기적으로 연결되고 자율적으로 운영되는 것을 의미합니다.

이러한 거대한 비전을 실현하기 위해서는 개별 기업의 노력을 넘어 산·학·연·관 모두가 참여하는 개방형 혁신 생태계가 필수적입니다. 저희와 같은 AX 공급기업은 혁신적인 솔루션을 끊임없이 개발하고, 수요기업은 이러한 기술을 현장에 적극적으로 도입하여 테스트하며 함께 성장해야 합니다. 대학과 연구소는 산업 현장이 필요로 하는 핵심 원천 기술과 인재를 공급하고, 정부는 이러한 협력이 원활하게 이루어질 수 있도록 규제를 개선하고 장기적인 비전 아래 일관된 정책 지원을 펼쳐야 합니다. 특히 강조하고 싶은 것은, AX의 성공은 기술 도입 자체에 있는 것이 아니라, 이를 통해 일하는 방식과 조직 문화를 어떻게 혁신하느냐에 달려있다는 점입니다. AX는 사람을 대체하는 기술이 아니라, 사람을 더욱 창의적이고 가치 있는 일에 집중할 수 있도록 돕는 강력한 도구입니다.

2 수요기업 인터뷰



솔브레인홀딩스(주)

Q1. 귀사에 대한 간단한 소개를 부탁드립니다.

저희 솔브레인홀딩스는 1986년에 설립된 이후 반도체와 디스플레이, 화학소재 분야에서 꾸준히 성장해왔습니다. 2020년에는 지주회사 체제로 전환을 하면서, 단순히 전자소재 전문 제조업체에서 한 단계 더 나아가 전해액, 바이오헬스케어, 디스플레이 등 다양한 첨단 기술 분야로 사업 영역을 확장하게 되었습니다.

주요 사업 분야	전자소재 제조업	반도체 재료, 디스플레이 재료, 이차전지 재료, 전자 재료
	바이오 헬스케어	[체외진단, In vitro diagnostics] : 전략적 투자로 해외계열사 인수, 사업관리 1) ARK Diagnostics (미국) : 치료약물혈중농도검사 (TDM) 독자 기술 확보. 2) PixCell Medical (이스라엘) : AI 기반 자동혈구분석기 사업, 인위·반려동물 진단 적용. 3) Roswell ME (미국) : CMOS 공정 기반 바이오센서로 차세대 분석 플랫폼 개발. [생명과학, Life science] Seer Inc.(미국)로 부터 Proteograph™ 기술 도입, 국내 분석서비스 (CoE) 개시. 저농도 희소 단백질 검출 가능 (기존 플랫폼 한계 극복) 기술 기반 신규 바이오마커 발굴 및 개발. [헬스 & 뷰티, Health & Beauty] 1) 제닉 : 경피투과형 하이드로젤 마스크팩 국내 최초 출시, 글로벌 공급. 2) 진캠 : 시알릴락토스 'One Pot' 공정 개발, 대량생산·국내외 사업화 추진. ※ 시알릴락토스 : 면역 증진, 연골 보호, 근육 발달, 인지력 개선 기능성 소재

- AX 관련 업무 현황 (바이오헬스케어 생명과학 분야 중심)

바이오헬스케어와 생명과학 분야에서는 주관기관으로 참여하여 DT·AI·AX가 연계된 국책과제를 수행하고 있으며, 이를 통해 연구개발과 분석서비스를 고도화하는 데 주력하고 있습니다. 구체적으로는 실험실정보통합시스템(LIMS)과 전자연구노트(ELN)를 구축하고, 이를 고도화하여 AX 환경을 조성하고 있습니다. 또한 AI 기술을 도입하여 질량분석 기반 임상 단백질 연구개발 파이프라인을 고도화하고 있으며, 치매 전 단계인 경도인지장애를 조기에 진단할 수 있는 AI 기반 보조 플랫폼을 개발하여 글로벌 사업화까지 추진하고 있습니다.

아울러 회사 차원에서는 생성형 AI 기반의 업무지원 시스템을 별도로 구축하여 직원들이 교육을 받고 활용할 수 있도록 지원하고 있으며, 이를 통해 전사적으로 AX 환경을 확산시키는 노력을 기울이고 있습니다.

Q2. AX 수요기업 입장에서 AX 추진 경험이 있으셨는지, 있으셨다면 어떤 업무였는지 말씀해주세요.

첫 번째로는 DX, AX 연관 국책연구과제 수행입니다(수요기업, 주관연구기관으로 참여).

사업명 (과제명)	공동 협력 기관	연구개발 현황	사업비 (억원)	AX 연관성
디지털 혁신 중견기업 육성사업 (오믹스 빅 데이터 기반 임상검체 분석 서비스 클라우드 통합관리 시스템 개발)	(주)브릴리언트시스템즈	완료 (’22.06~ '23.02)	3	DX 고도화 통한 AX 기반 마련
AI 바우처 지원사업 (AI 질량분석플랫폼 기반 경도인지장애 진단용 혈액 단백질 후보 발굴)	(주)셀키	완료 (’24.03~ '24.11)	4	AI 기술 도입, 연구개발 파이프라인 고도화
글로벌산업기술협력센터 사업 (경도인지장애 혈액 단백질 후보군 발굴 및 AI 기반 진단 보조 플랫폼 개발)	1. 단국대병원 2. (주)셀키 3. University College London	진행 중 (’24.08~ '27.11)	73.6	AI 기반 기술 활용 글로벌 진단 사업화 추진

저희가 수행한 과제 중 하나는 ‘오믹스 빅데이터 기반 임상검체 분석 서비스 클라우드 통합관리 시스템 개발’입니다. 이 과제는 한국산업기술진흥원(KIAT)과 산업통상자원부가 주무기관으로 참여하였습니다. 핵심은 단백질 빅데이터 기반 임상검체 분석서비스를 클라우드에서 통합 관리할 수 있는 플랫폼을 구축하는 것이었습니다. 이를 통해 임상검체 분석과 관련된 데이터를 한데 모아 관리하고, 품질을 보증하며, 보안을 관리할 수 있었습니다. 또한 임상검체 분석서비스 실험정보의 저장, 제어, 활용, 관리가 모두 가능하도록 하였고, 동시에 분석법을 고도화하였습니다. 그 결과 효율성과 신뢰성이 담보된 분석서비스 사업을 새롭게 시작할 수 있었습니다.

또 다른 사례로는 ‘AI 질량분석플랫폼 기반 경도인지장애 진단용 혈액 단백질 후보 발굴’ 과제가 있습니다. 이 과제는 정보통신산업진흥원(NIPA)과 한국정보통신진흥협회(KAIT)가 주관하였습니다. 저희는 AI 기반 질량분석 플랫폼을 도입하여 대용량 임상 단백질 데이터를 자동으로 분석할 수 있는 워크플로우를 최적화하였습니다. 그 결과 경도인지장애를 조기에 진단하고 알츠하이머 진행을 예측할 수 있는 단백질 후보군을 발굴하는 데 성공하였으며, 이를 통해 분석서비스 사업을 고도화할 수 있었습니다.

현재 진행 중인 프로젝트로는 ‘경도인지장애 혈액 단백질 후보군 발굴 및 AI 기반 진단 보조 플랫폼 개발’ 과제가 있습니다. 이 과제는 한국산업기술진흥원과 산업통상자원부가 주관하고, 단국대병원, (주)셀키, 영국의 University College London과 협력하고 있습니다. 글로벌 임상연구를 통해 경도인지장애에 관한 핵심 임상데이터를 수집하고 있으며, 새로운 혈액 단백질 마커를 발굴하고 있습니다. 이 데이터를 단백질·임상·기초데이터와 통합 분석하여 치매 위험성을 예측할 수 있는 AI 기반 진단 보조 플랫폼을 개발 중이며, 이를 실제 사업으로 확장하기 위해 준비하고 있습니다.

두 번째로는 전사적 AX 환경 (생성형 AI 기반 업무지원 시스템) 구축, 교육, 배포입니다.

저희는 전사적인 AX 환경을 구축하기 위해 사내 생성형 AI(GenAI) 서비스를 제공하였습니다. 기존의 ChatGPT와 같은 퍼블릭 생성형 AI는 회사 내부 자료를 업로드하여 활용할 수 없고, 보안 검증에도 한계가 있다는 문제가 있었습니다. 저희는 이러한 한계를 해결하여 회사 업무에 최적화된 생성형 AI 서비스를 제공하였습니다.

이 서비스는 ChatGPT와 동일한 AI 모델을 기반으로 하지만, 단순한 질의응답 기능에 그치지 않고 사내 자료를 업로드하여 요약이나 번역을 수행할 수 있으며, 템플릿을 자동으로 생성하는 기능도 제공합니다. 또한 다양한 모델을 용도와 목적에 맞게 선택하여 활용할 수 있도록 배포하였고, 직원들이 실제 업무 전반에 활용할 수 있도록 실무 중심의 교육과 다양한 이벤트를 진행하였습니다.

Q3. AX 추진 과정에서, 또는 추진 이후 활용 단계에서 회사가 겪었던 애로사항을 알려주세요.

AX를 추진하는 과정에서 가장 먼저 직면한 문제는 전문인력 부족과 업무지원의 한계였습니다. 저희는 전사 차원에서 DX 환경을 구축하고, 바이오헬스케어 분야의 핵심 연구개발과 분석 서비스 사업에 적극적으로 AI 기술을 도입하였습니다. 그러나 연구 기획부터 기술 도입, 연구개발, 그리고 사업화까지 이어지는 전 주기 AX 로드맵을 기획하고 실행할 전문 인력이 부족하였으며, 이에 따라 전담 지원을 받거나 실무적인 컨설팅을 제공받는 데에도 어려움이 있었습니다.

또 다른 어려움은 목적 지향적인 AX 전략 수립이 미흡하였다는 점입니다. 단순히 AI 기술을 도입하는 데 그칠 것이 아니라, 연구개발과 분석서비스를 고도화하여 AX로 발전시켜야 한다는 인식이 필요했습니다. 그러나 바이오헬스케어 분야뿐만 아니라 계열사 및 다른 사업 부문까지 포함하여 전체적으로 AX 수요를 충족할 수 있는 전사적 전략을 수립하는 데에는 다소 부족함이 있었습니다.

Q4. 위 애로사항과 관련하여, 어려움을 해결하시기 위해 어떤 노력을 하셨나요?

먼저, AI 기반 기술을 보유한 외부 전문기업과 전략적으로 협업을 진행하였습니다. 저희의 연구개발 목표와 사업 전략에 부합하는 국내 DX·AI 솔루션 보유 기업과 함께 솔루션을 도입하고 협업을 추진하였습니다. 또한 기존에 개발된 AI 솔루션을 도입하기 위해 수요기업, 연구개발 주관기관, 공동연구기관, 공급기업과 함께 국책과제에 참여하였습니다. 이를 통해 기술과 인력 네트워크를 확보하고, 기술을 도입하는 동시에 전략적 사업 방향을 수립하였으며, 협력관계를 구축한 공급기업과는 추가 공동연구개발도 진행하였습니다.

둘째로, 국책 과제와 컨소시엄 참여를 확대하여 필요한 AI 기술을 적극적으로 도입하였습니다. 정부 지원과제를 통해 외부 전문 인력과 기술을 확보하고, 병원·대학·기업이 함께 참여하는 컨소시엄 형태로 데이터 공유와 개발 전략 수립을 병행하였습니다. 초기에는 이미 개발된 솔루션을 신속히 도입하여 분석 서비스 사업에 적용하였으며, 이후에는 공급기업과 공동연구개발을 통해 맞춤형 기능을 구현할 수 있도록 고도화 작업을 진행하였습니다.

셋째, AI 기술을 고도화하여 AX 인프라를 구축하였습니다. 기존에 도입한 AI 솔루션, 공동연구개발, 국책과제 및 국내외 컨소시엄 활동을 통해 확보한 외부 전문 기술과 인력 네트워크를 적극 활용하였습니다. 또한 이미 구축된 AI 솔루션과 DT 환경, 즉 LIMS, ELN, 데이터 분석 자동화 시스템 등을 고도화하여 AX 추진을 강화하였습니다.

마지막으로, 내부적으로도 AI 및 데이터 분석 전문 인력 양성에 주력하였습니다. 사내에서는 DT 교육과 데이터 분석 교육을 실시하였으며, 외부 학회와 세미나에 인력을 파견하였습니다. 또한 AI·데이터 분석 역량 강화를 위한 프로그램을 운영하여 자체적으로 전문 인력을 양성하고 있습니다.

Q5. 수요기업 입장에서 AX의 확산을 위한 어떠한 정책적 지원이 필요하다고 생각하시나요?

첫째는 전문인력 양성과 수요기업 지원 확대입니다. AX 전문 인력을 양성할 수 있는 교육 프로그램을 정부와 공공기관에서 적극적으로 제공해야 합니다. 이를 통해 수요기업이 스스로 필요한 인력을 확보할 수 있습니다. 또한 수요기업과 공급기업을 연결해주는 인력 매칭 사업도 확대할 필요가 있습니다. 예를 들어 정부 과제나 플랫폼 지원사업을 통해 기업이 필요한 솔루션을 적시에 도입하고, 적합한 인재를 발굴하여 매칭할 수 있도록 지원해야 합니다.

둘째는 수요기업과 공급기업 간의 협력 강화입니다. 이를 위해 온라인 매칭 플랫폼을 구축하여 양측이 쉽게 연결될 수 있도록 하고, 공동 연구개발 프로젝트도 적극적으로 지원해야 합니다. 현재의 바우처 지원사업은 공급기업 중심으로 운영되고 있는데, 이를 확장하여 수요기업과 공급기업이 함께 프로젝트를 수행할 수 있도록 한다면 양측의 요구를 동시에 충족하는 기술 개발이 촉진될 것입니다.

셋째는 글로벌 경쟁력 확보입니다. 현재 글로벌 기술 선도 국가는 데이터, 컴퓨팅, 모델, 인재를 자국 내에서 통제하고 활용할 수 있도록 ‘소버린 AI’를 국가 역량으로 확대하고 있습니다. 엔비디아도 소버린 AI를 “자국의 인프라·데이터·인력·비즈니스 생태계로 AI를 생산하고 활용하는 능력”이라고 정의하고 있습니다. 실제로 유럽과 중동 지역은 전력, 냉각, 재생에너지 조건을 갖춘 대형 데이터센터 및 AI 허브에 수십억 달러를 투자하고 있으며, 인프라 경쟁은 갈수록 치열해지고 있습니다.

우리 정부도 이러한 흐름에 맞추어 ‘산업 AI 솔루션 실증·확산 사업’을 통해 제조 AX 도입을 가속화하고 있으며, 관련 공모 및 추경 사업도 추진 중입니다. 또한 국가 주도로 파운데이션 모델(소버린 AI) 개발팀 5개를 선정하여 토종 모델 경쟁력 확보에도 착수한 상황입니다.

앞으로는 국내에서 개발된 원천 기술을 활용한 AX 솔루션의 기술 자립을 강화하고, 이를 산업계 전반에 확산시킬 수 있는 정책적 AX 전주기 로드맵을 마련해야 합니다. 이를 위해 인프라 구축, 전문 인력 양성, 상생·공동 연구개발 생태계 조성, 규제 정비, 컨설팅 등 다양한 지원을 총괄할 수 있는 컨트롤 타워가 반드시 필요합니다.

Q6.

현재 우리나라의 정책적 지원이 수요기업보다 공급기업을 중심으로 이루어지고 있다고 생각하시나요? 그렇게 생각하신다면 이유는 무엇이고, 대안은 어떤 것이 있을 수 있다고 생각하시는지 궁금합니다.

현재 AX 관련 정책적 지원은 공급기업, 즉 솔루션·플랫폼 개발사나 장비 제조사 등에 상대적으로 더 집중되어 있다고 판단합니다. 저희도 실제로 AI 바우처 지원사업에 참여한 바 있으며, 이를 통해 AX 초기 단계에서 AI 솔루션을 신속하게 도입하여 사업에 활용할 수 있었습니다. 그러나 산업 현장에서 실제로 도입하고 활용하기 위해서는 수요기업과 공급기업 간 균형 있는 지원이 반드시 필요합니다. 예를 들어 수요기업의 부담을 완화하거나 리스크를 줄일 수 있는 장기적 공동연구 기반 기술개발 지원사업, 세제 혜택, 매칭 펀드 경감과 같은 제도적·재정적 지원이 아직 충분하지 않은 상황입니다. 특히 중소·중견 수요기업은 새로운 AX 솔루션을 도입하기 위해 초기 투자, 사내 인력 재교육, 기존 시스템과의 연동, 데이터 품질 확보 등 상당한 비용과 리스크를 감당해야 하지만, 이에 대응할 수 있는 지원은 미흡합니다.

이러한 문제를 해소하기 위해서는 수요기업과 공급기업이 공동으로 참여하는 컨소시엄 형태의 과제를 확대할 필요가 있습니다. 이를 통해 AX 관련 기술의 도입과 확산이 보다 원활하게 이루어질 수 있을 것으로 판단합니다.

3 협회 인터뷰



한국산업지능화협회 이길선 전무

Q1.

협회에 대한 간단한 소개를 부탁드립니다.

한국산업지능화협회는 산업디지털전환촉진법 제27조에 의거 설립된 특수법인으로 국내 산업의 디지털 전환(DX)과 AI전환(AI)을 선도하는 약 470개 회원사를 보유한 비영리사단법인입니다. 국내 전산업의 AI 확산을 위해 정부 정책 대응 및 산업계 요구사항을 대변하는 협회로 산업지능화 생태계 발전을 위해 민간 기업 및 학계, 연구소와 함께 노력하고 있습니다.

산업지능화 생태계 발전을 위한 민간·연구기관 협력체제로 구성되어 있고 크게 회원사, 지회, 기술위원회 세 가지로 나누어볼 수 있습니다.

회원사로는 산업지능화 수요 중견·대기업 및 AI·SW 공급기업이 있습니다.

* (수요) LS일렉트릭, 에코프로 등 / (공급) 더존비즈온, 메가존클라우드, 인이지, 레인보우로보틱스 등

전국 지역별 지회에서 회원을 관리하고 지역특화산업 등 정책 발굴을 지원하고 있습니다.

* (경기) 경기서부, 경기동부, 경기남부 지역 / (충청) 충북 / (경상) 부산, 경남, 경북지역 지회

기술위원회에서는 산업지능화 기술주제 연구·과제를 발굴하고 비즈니스를 연계하고 있습니다.

* (기술) 산업AI, 산업데이터 스페이스, 디지털 트윈, PLM, 디지털혁신 기술위원회 운영지원

〈한국산업지능화협회 조직 구성〉



〈산업시 생태계 조성을 위한, 정부-민간 수요·공급기업 지원활동〉

산업시 생태계 조성을 위한 정부-민간 수요·공급기업 지원 활동은 크게 네 가지가 있습니다.

첫 번째, 업계목소리 소통 Hub 역할입니다. 산업시 정책과제 및 수요조사에 신속히 대응하고 있습니다.

- 산업시 얼라이언스를 통한 기술 수요조사 대응 (*매년 초 집계전달)
- 기술위원회 활동을 통한 정책과제 발굴지원 (*산업시 기술위원회 등)
- 정책간담회·수요조사 상시 협력대응 (*산업시 이슈 정책제언 참여 등)

두 번째, 비즈니스 매칭입니다. 산업시 수요-공급기업 간 협력 비즈니스 기회를 제공하고 있습니다.

- IDX지원플랫폼을 통한 공급-수요기업 제품솔루션 정보 제공
- 산업시 얼라이언스 커넥트데이 개최 (*로봇진흥원·IBM 등)
- 중견-스타트업 밋업·네트워킹데이 등 산업시 매칭행사 개최

IDX플랫폼	커넥트데이	중견-스타트업 밋업	네트워킹데이

세 번째, 기업 성장지원입니다. 전시홍보·정부과제 연계 등을 통해 선도기업을 발굴하고 있습니다.

- 스마트공장 자동화산업전(AW 2025) 등 전시관 참가·홍보 지원
- 해외산업 시찰·중견기업 지원사업을 통한 우수 수요공급기업 발굴
- 인력양성·교육사업을 통한 디지털전환 인재역량 강화 지원

AW 2025	해외시찰(하노버메세)	라이징리더스300	교육(산업DX아카데미)

네 번째, 기술정보 교류·포상입니다. 산업기술 컨퍼런스 및 우수기업 포상을 지원하고 있습니다.

- 산업DX 컨퍼런스(DXcon)·기술위원회 세미나 등 기술정보 교류
- 우수기업 포상을 통한 산업 내 선도기업 안내 및 회원활동 독려

산업DX 컨퍼런스	기술위 세미나(PLM)	기술위 세미나(디지털트윈)	우수기업 포상

Q2.

우리나라 제조 기업의 AX 추진 사례에 대해 협회의 입장에서 업계 전체의 양상을 알려주세요. 밸류체인(공급기업-플랫폼-수요기업)별로 나누어 설명해주시면 좋겠습니다.

(공급기업 측면) 한국산업지능화협회는 산업 AI 얼라이언스 및 산업디지털전환 협업지원센터 등을 통해 공급기업과 수요기업 간 협업 생태계를 구성하고 제조산업의 AI 기술 도입 사례를 발굴, 확산하고 있습니다. 협회는 국내 다양한 AI 관련 스타트업과 기술 기업을 연결해 제조업 특화 AI 솔루션 개발을 촉진하며, AI 기술 활용 교육과 인재 양성도 적극 지원하는 역할을 하고 있습니다. 이를 통해 산업의 디지털 전환 가속화와 AI 확산에 기여하고 있습니다.

(플랫폼기업 측면) 공급기업과 플랫폼 기업의 구분이 모호한 듯 합니다. 그럼에도 불구하고 말씀드리자면, 인터엑스(INTERX)는 AI 자율제조 솔루션과 디지털 트윈 기술을 기반으로 제조 현장 생산성 극대화와 공정 효율 향상을 지원하고 있습니다. 제조 AI 프로젝트 수행 경험이 다수 있으며, 글로벌 선도 기업들과 협력해 기술 혁신과 다양한 현장 적용 사례를 만들어가고 있습니다. 예를 들어, 공정 내 결함 검출과 생산 최적화를 통한 생산성 10~30% 향상을 이루는 성과를 거두는 등 AI 솔루션 도입 효과가 가시적입니다. 또 다른 사례로 엠아이큐브솔루션(Mi-Cube Solution)은 제조 AI 플랫폼과 MLOps 기반 서비스를 제공하며, 제조업 특화 AI 솔루션으로 설비 예지보전, 공정 최적화, 품질 관리 등 다양한 스마트 제조 혁신 과제를 수행하고 있습니다. 이렇듯 플랫폼 기업들은 국내 주력 산업 제조 현장에 특화된 AI를 개발하고 있으며 적용 사례가 늘고 있습니다.

(수요기업 측면) 국내 수요기업의 AX 추진은 아직 초기로 볼 수 있습니다. 전사적 도입보다는 POC를 통한 효과 검증 후 단계별 적용해 나가는 단계입니다. 이는 정부의 여러 R&D 및 실증 사업 등에 참여하면서 정부 지원을 통해 점차 확산된다고 보여 집니다. 같은 업종의 선도 그룹이 AX를 통해 효과를 보았다고 하면 연관 기업 및 경쟁사에 까지 퍼지게 될 것입니다.

결론적으로 한국산업지능화협회는 공급기업의 AI 기술 확산과 협력 생태계 구축을 주도하고 있으며, 인터엑스, 원프레딕트, 엠아이큐브솔루션 같은 기업들과 제조업 맞춤형 AI 솔루션과 플랫폼의 공급 및 수요 매칭을 견인하여 제조 현장의 효율화와 혁신을 이끌고자 노력하고 있습니다.

Q3.

AX 추진 과정에서, 또는 추진 이후 활용 단계에서 회사들이 주로 겪게 되는 애로사항을 알려주세요. 밸류체인(공급기업-플랫폼-수요기업)별로 나누어 설명해주시면 좋겠습니다.

(공급기업 측면) AI 솔루션 공급기업들은 제조업의 현장 특성과 프로세스를 깊이 이해하는 데 어려움이 있어, 수요기업 요구에 부합하는 맞춤형 솔루션 개발이 어려운 경우가 많습니다. 또한, 기술 및 보안 문제도 존재합니다. 산업 데이터의 보안과 프라이버시를 보장하는 체계 마련이 복잡하고, 이는 실증 사례 부족으로 이어지고 있습니다. 이로 인해 도입 과정에서 기술적 문제로 장애가 발생하기도 합니다.

(플랫폼기업 측면) 먼저 시스템 통합성 문제입니다. 다양한 AI 서비스와 제조 현장의 시스템을 통합하는 데 어려움이 있고, 사용자 맞춤형 지원이 미흡해 플랫폼 활용도가 낮아지는 경우가 있습니다. 동시에 지속적 기술 업데이트 및 확장성에 대한 비용 및 활용 애로가 존재합니다. 마찬가지로 AI 기술 발전과 산업 변화에 맞춰 지속적으로 플랫폼을 업데이트하고 확장해야 하는데, 이에 따른 운영 비용과 기술적 준비가 큰 부담입니다. 마지막으로 시장 초기 단계로 인한 수익 모델 불확실성이 존재합니다. 신기술과 서비스에 대한 시장 수용과 수익 창출이 초기 단계라서 장기적 투자 리스크가 존재하여 기업의 활동을 위축시킨다고 볼 수 있겠습니다.

(수요기업 측면) 첫째로 AI에 대한 이해 및 활용 역량이 부족하다는 점입니다. 제조 현장 인력들이 AI 기술에 대한 전문성이 낮아 구체적 활용 방법을 습득하고 적용하기 어렵고, 이를 극복하려고 한다면, 교육 및 인재 양성에 시간과 비용이 소요됩니다. 플랫폼 관점에서도 언급한 바와 같이 수요기업 입장에서도 AI 초기 도입 비용과 투자 부담으로 작용합니다. 또한, 중소기업들은 AI 시스템 도입에 드는 초기 투자와 유지 비용 부담이 커서 적극적인 도입에 제약이 있습니다. 동시에 데이터 인프라 구축 미흡 및 품질 문제가 생산 과정에서 필요한 데이터 수집과 관리가 체계적이지 못해 AI 적용에 충분한 고품질 데이터 확보가 쉽지 않습니다.

한국 제조업의 DX-AX 추진에서는 밸류체인별로 공급기업은 제조 전문성 및 초기 투자, 플랫폼 기업은 통합성과 지속가능성, 수요기업은 AI 역량과 데이터를 비롯한 비용 부담과 조직 문화가 주요 애로사항으로 대두되고 있으며, 이를 해소하기 위한 정부와 업계의 협력이 활발히 진행되고 있습니다. 이러한 애로사항들은 산업통상자원부 등 관계 부처가 공급·플랫폼 기업 간 협력 강화, AI 인재 양성, 보안 체계 구축, 실증 사업 지원 등을 통해 점진적 해소를 위한 노력을 하고 있다고 생각합니다.

Q4.

위 애로사항과 관련하여, 어려움을 해결하기 위한 기업의 다양한 노력과 협회의 노력에 대해 알려주세요.

첫 번째, 산업 AI 생태계 조성 및 협력 네트워크 구축입니다. 한국산업지능화협회는 국내 기업의 디지털 전환 및 AI 전환 확산의 중추적 역할을 수행하고 있습니다. 예를 들어 산업 AI얼라이언스와 디지털트윈, 데이터스페이스 기술위원회 같은 협력 플랫폼을 운영하고 있습니다. 협회의 보유 네트워크는 공급기업, 플랫폼 기업, 수요기업을 아우르는 산업 생태계 전반에서 혁신과 기술 교류를 촉진하는 허브로 기능을 수행하고 있습니다. 또한, 협회는 기업 간 상호 협력과 정보 공유를 통해 AI 기술의 실질적 도입과 적용을 가속화하고, 제조업 현장의 다양한 요구사항이 기술개발에 반영되도록 촉진하고자 노력하고 있습니다.

두 번째, 인재 양성 및 전문 교육 프로그램 운영입니다. 앞서 언급드린 바와 같이 디지털 전환 및 AI 전환의 성공적 추진을 위해서는 무엇보다 전문 인력 양성이 필수적이라는 인식을 갖고 있습니다. 이에 한국산업지능화협회는 다양한 교육 프로그램과 인재 육성 사업을 전개하고 있습니다. 제조업 맞춤형 AI 교육 커리큘럼을 개발해 현장 실무자부터 경영진에 이르기까지 폭넓은 계층을 대상으로 AI 이해도와 활용 능력을 향상하는 데 힘쓰고 있습니다. 그뿐만 아니라, 스타트업 및 신기술 기업에 대한 창업 지원과 인큐베이팅 프로그램을 운영하며, AI 기술 기반 신규 비즈니스 모델을 개발하고 산업화에 기여하는 인재를 육성하고자 노력하고 있습니다. 이를 통해 국내 제조업의 디지털 혁신과 AI 도입 역량을 지속적으로 강화하는 동시에 이를 통해 국내 중소기업 중심의 현장 인재 부족 문제를 완화하고자 노력하고 있습니다.

세 번째, 정책 협력 및 정부 지원 사업 연계입니다. 한국산업지능화협회는 정부와 긴밀히 협력하며 산업 AI 확산 전략 수립과 정책 집행에 적극 참여하고 있습니다. 협회는 산업 디지털 전환 촉진법에 의거하여 설립된 특수법인으로 협회와 함께 활동하는 회원사뿐만 아니라 민간 기업들의 의견을 청취하여 정부 대상 제조업 AI 전환 관련 정책 방향을 제시하고자 노력하고 있습니다.

네 번째, 성공 사례 발굴 및 확산입니다. 협회는 다양한 산업과 기업에서의 AI 도입 성공 사례를 체계적으로 발굴하고 공유함으로써, 제조업계 전반에 AI 전환에 대한 신뢰도와 관심을 높이고 있습니다. 이를 위해 사례 연구, 세미나, 컨퍼런스 등 다양한 채널을 구성하여 실제 적용 디지털 전환 성과와 AI 적용 효과를 쉽게 접할 수 있도록 하며, AI 도입에 대한 선입견 해소와 도전 정신 고취에 기여합니다. 이러한 노력은 업계 내 투자 활성화와 추가 혁신 촉진으로 이어지며, 성공 모델을 통해 중소 및 중견기업의 AI 접근성을 확장하는 데 매우 중요한 동인으로 작용할 것이라고 생각하고 있습니다.

위와 같이 한국산업지능화협회는 AI 전환의 어려움을 넘어서기 위해 산업 생태계 조성, 전문 인재 양성, 정책 협력, 성공 사례 확산 등 협회 차원에서 종합적이고 선도적인 역할을 수행하고 있습니다. 이는 제조업의 디지털 및 AI 전환 가속화는 물론, 대한민국 제조 산업 전체의 경쟁력 향상과 지속 가능한 성장에 핵심적인 밑거름이 되고 있습니다.

Q5.

업계 전체를 대변하는 협회 입장에서 제조업 AX의 확산을 위한 어떠한 정책적 지원이 필요하다고 생각하시나요?

국내 제조업의 디지털 전환(DX) 및 인공지능 전환(AX) 확산을 위해 필요한 정책적 지원에 대해 말씀드리겠습니다. 제조업의 혁신은 공급기업, 플랫폼 기업, 수요기업이라는 밸류체인 전반에 걸친 긴밀한 협력과 균형 잡힌 지원 없이는 달성하기 어렵습니다. 따라서 밸류체인별로 세밀한 정책 지원 체계가 마련되어야 합니다.

먼저, 공급기업 측면에서는 첨단 AI 기술의 개발과 혁신 확산을 위해 연구개발(R&D) 투자 지원이 매우 중요합니다. 공급기업들은 제조업 특성에 맞는 AI 솔루션을 개발하기 위해 상당한 시간과 비용을 투입하는데, 정부 주도의 대규모 R&D 펀드 조성 및 현장 실증 사업 확대가 병행된다면 기술 경쟁력 확보뿐 아니라 성과의 산업 전반 확산도 촉진될 것입니다. 또한 인재 확보와 육성을 위한 산학협력 프로그램, 해외 우수 인력 유치 지원, 그리고 초기 투자 부담 완화를 위한 보안 인프라 구축 지원 정책도 필수적이라고 생각합니다. 아울러 중소·스타트업 AI 기업이 안정적으로 성장할 수 있도록 대기업과의 협력 플랫폼과 혁신 허브 조성, 맞춤형 펀딩 매칭 등 생태계 지원도 필요합니다.

또한 우수한 AX 공급기업을 발굴·육성하여 산업데이터 활용 생태계를 조성하고 지원정책 실현을 강화하기 위해 AX 전문회사 인증 제도가 필요한 시점입니다.

다음으로, 플랫폼 기업 지원 방안에서는 사용자 친화적이고 산업별 특화된 AI 플랫폼 개발을 위한 표준화 지원과 사용자 인터페이스 개선, 고도화된 기술 업데이트를 위한 재정 지원이 필요합니다. AI 기술은 빠르게 진화하기 때문에 플랫폼의 확장성과 지속가능성을 담보할 수 있도록 클라우드 인프라 확충과 고성능 컴퓨팅 자원 제공 정책도 강화되어야 합니다. 아울러 초기 시장 수요가 제한적인 점을 고려해 플랫폼 기업의 수익 모델 다각화를 지원하는 맞춤형 금융지원, 투자 인센티브 정책 또한 중요하다고 판단됩니다.

또한, 수요기업 즉 제조 현장 측면에서는 무엇보다 AI 도입 초기의 비용 부담 완화를 위한 금융지원책이 절실합니다. 특히 중소·중견기업을 대상으로 하는 저리 융자, 보조금, 세액 공제 같은 재정적 지원이 확산에 크게 기여할 것으로 생각합니다. 더불어 생산현장의 데이터 품질과 인프라 구축 지원, 센서와 IoT 확산, 그리고 데이터 관리 표준 마련 등도 함께 추진되어야 합니다.

결론적으로 전 밸류체인에 공통으로 작용하는 정책도 필요합니다. 국가 차원의 AI 컴퓨팅 인프라 확충, 공개 데이터 생태계 조성, AI 기술 표준과 인증체계 마련, 산업별 맞춤형 규제 가이드라인 정립, 그리고 정부 주도의 AI 혁신 클러스터 설립 등을 통해 산업 전반의 협력과 시너지를 극대화해야 한다고 생각합니다.

Q6.

현재 우리나라의 정책적 지원이 공급기업, 플랫폼기업, 수요기업에 불균형적이라고 생각하시나요? 혹시 그렇게 생각하신다면 이유는 무엇이고, 어떤 방향으로 해결해 가야 한다고 생각하시는지 궁금합니다.

현재 우리나라 제조업의 디지털 전환(DX)과 인공지능 전환(AX)을 지원하는 정책적 환경을 살펴보면, 불균형 보다는 기업의 형태, 즉 공급기업, 수요기업, 그리고 플랫폼 기업별로 맞춤형으로 세밀하게 지원되어야 한다는 점을 주장하고 싶습니다.

먼저, 수요기업을 살펴보면, 스마트공장 고도화와 산업 디지털 전환 사업을 통한 현장 AI 및 DX 도입이 활발히 장려되고 있으며, 그 결과 여러 중소 제조기업들이 기초적인 디지털 인프라 구축과 AI 활용 역량 강화를 이룬 사례가 늘어나고 있습니다. 다만, DX 단계에서는 생산성 향상과 공정 자동화에 중점을 둔 투자가 주로 이루어지는 심층 기술 역량과 전문 인력을 육성하는 데에는 상대적으로 지원이 부족한 측면이 있습니다.

둘째, 공급기업의 경우 제조업 특화 AI 솔루션 개발과 기술 혁신에 투자해야 하지만, 연구개발(R&D) 지원과 인재 확보에 관한 정책적 지원은 여전히 제한적입니다. DX-AX 관련 R&D 펀드 부족, 그리고 고급 인력 확보를 위한 장기적 교육과 유인책의 미비가 공급기업의 성장과 혁신을 저해하고 있다고 생각하고 있습니다.

셋째, 플랫폼 기업은 제조업 전반에 AI 서비스를 통합 제공하는 핵심 역할을 맡고 있음에도 불구하고, 고성능 컴퓨팅 자원 확대, 클라우드 인프라 지원, 지속적인 기술 업데이트를 위한 재정적 지원은 상대적으로 부족합니다. 플랫폼 기업들이 초기 시장 진입과 수익성 확보에 어려움을 겪는 사례가 많아, 산업 전반의 AI 확산에 필수적인 기술 고도화와 서비스 안정성 확보가 지연되는 상황입니다.

이러한 애로는 제조 생태계 전체의 건강한 발전에 장애가 될 수 있으므로, 다음과 같은 방향으로 개선할 필요가 있다고 생각합니다.

첫째로 공급기업 및 AX 중심 R&D 투자 확대를 늘려야 한다고 생각합니다. 단기적인 IT 인프라 중심 지원에서 벗어나 혁신적 AI 솔루션 개발, 실증, 그리고 상용화까지 아우르는 종합적 지원체계 마련과 인재 양성 및 해외 우수 인력 유치 정책 강화가 필요하다고 합니다.

둘째로 플랫폼 기업 재정 지원 및 인프라 확충입니다. 앞서 말씀드린 바와 같이 고성능 AI 컴퓨팅 자원, 클라우드 인프라에 대한 공공 투자 확대와 함께 초기 사업 안정화와 수익 모델 다각화를 위한 맞춤형 금융지원(펀드)이 필요합니다.

마지막으로 수요기업 관점에서 살펴보면, 기술 도입의 애로뿐만 아니라 기술 도입 후 즉각적인 효과가 나타나지 않습니다. 이러한 신기술 도입과 기술사업화 성과에 대한 다양한 선행 연구가 존재하는데, 다수 연구에서는 기술 혁신이 단기간에 일어나지 않음을 주장하였습니다. 그렇기에 장기적 관점의 AI-DX 금융 지원이 필요하다고 생각합니다.

Q7. 마지막으로 하시고 싶으신 말씀이 있으시다면 자유롭게 해주세요.

이번 인터뷰에서 중요하게 다뤄야 할 여러 주제에 대해 자세히 말씀드릴 수 있어서 감사했습니다. 마지막으로 몇 가지 더 강조하고 싶은 점을 말씀드리겠습니다.

한국 제조업의 인공지능 전환(AX)은 단순히 기술 도입에 그치는 것이 아니라, 산업 전반의 경쟁력 강화를 위한 근본적인 혁신 과정입니다. 이를 위해서는 단기적 지원뿐만 아니라 장기적 시각에서 지속가능한 생태계 조성이 필수적입니다. 공급기업, 플랫폼 기업, 수요기업 각 주체들은 서로 긴밀히 협력하고 상호 보완적으로 성장할 수 있도록 정책과 지원이 유기적으로 연결되어야 합니다.

특히, 중소·중견기업이 기술 도입의 주체임을 감안할 때, 이들이 초기 투자 부담과 인력 양성 문제를 극복할 수 있도록 실질적인 현장 중심 맞춤형 지원이 확대되어야 합니다. AI 활용 교육과 컨설팅, 그리고 성공 사례 확산이 반드시 병행되어야 현장 정착과 확산 효과가 극대화될 것으로 생각합니다.

한국산업지능화협회는 앞으로도 제조업 DX-AX 확산을 위한 전사적 지원과 생태계 조성, 정책 제언을 계속해 나갈 것이며, 업계와 정부가 함께 협력해 대한민국 제조업의 지속 가능한 성장과 혁신을 견인하는 데 최선의 노력을 다할 것입니다.

4 해외전문가 인터뷰



美 퍼듀대학교 전병국 교수

Q1.

본인에 대한 간단한 소개를 부탁드립니다.

저는 미국 퍼듀대학교 기계공학부 교수로 재직 중이며, 스마트 제조(Smart Manufacturing)와 지능형 센서(Intelligent Sensor Systems), AI 기반 제조 혁신 기술을 주요 연구 분야로 삼고 있습니다. 현재 퍼듀대학교 Center of Operation and Research for Industry Advancement (CORIA) 센터장으로 그리고 스마트제조혁신센터(SMIC)의 공동 디렉터로 활동하면서 학계와 산업계를 연결하는 산학협력 프로젝트를 주도하고 있습니다.

연구의 핵심은 제조 환경에서도 활용 가능한 경량 AI 모델과 접촉형 음향 센서(contact-based sound sensor) 기술 개발을 통해, 중소기업 제조 현장에서도 적용할 수 있는 실질적이고 비용 효율적인 스마트 제조 솔루션을 마련하는 것입니다. 이를 통해 기술 도입의 장벽을 낮추고, 현장의 문제를 해결하는 지속 가능한 혁신 구조를 설계하고자 합니다.

AX와 관련해서는, 한국 산업통상자원부와 KIAT의 지원을 받아 퍼듀대학교에 GITCC의 하나로 설립된 CORIA를 통해 국제 공동연구, 인재 교류, 현장 실증 프로젝트를 추진하고 있습니다. 또한 CESMII, WHIN 등 미국의 스마트 제조 테스트베드 기관과 협력하여 현장 중심의 기술 확산을 이끌고 있습니다. 제 연구와 활동의 중심에는 기술-산업-정책을 잇는 역할이 있으며, 이를 통해 글로벌 제조 생태계 속에서 지속 가능한 혁신을 확산하는 데 기여하고자 합니다.

Q2. 한국과 미국의 제조 기업의 AX 추진과 활용 현황에 대해 알려주세요.

한국과 미국의 제조 AX 추진 현황은 양국의 산업 구조와 정책 방향성의 차이를 바탕으로 현재 다른 양상을 띠고 있습니다.

미국은 단일한 하향식 정책이 아닌 민관 협력 파트너십(Public-Private Partnership, PPP)을 통해 혁신을 위한 개방적 환경을 조성하는 데 초점을 맞춥니다. Manufacturing USA 네트워크는 반도체와 로봇 등 특정 기술 분야에 특화된 미국 전역의 16개 연구소를 통해 전문성을 심화시켜왔습니다. 대표적으로 CESMII(The Smart Manufacturing Institute)는 중소기업(Small and Medium Enterprise : SME)의 AX 도입 장벽을 낮추기 위해 상호운용 가능한 개방형 플랫폼(Smart Manufacturing Innovation Platform : SMIP)을 구축하여 특정 공급업체에 대한 종속(vendor lock-in) 문제와 데이터 사일로 현상을 해결하고자 합니다.

현재 제가 위치해있는 인디애나 주의 경우, WHIN(Wabash Heartland Innovation Network)의 10개 카운티를 살아있는 실험실(living laboratory)로 지정하여 지역 내 제조 및 농업 기업들이 IoT 기술을 저위험 환경에서 도입하고, 여기서 생성된 데이터를 연구에 활용하는 상향식 혁신 모델을 보여줍니다. 이러한 연방형(federated) 혁신 모델은 지역적 특성과 요구에 유연하게 대응할 수 있고 각 기관의 역량에 따라 특정 분야에서 세계 최고 수준의 기술력을 확보하게 하지만, 국가 전반의 보급 속도가 더디고 지역 및 산업별 격차가 발생하는 경향이 있습니다.

한국은 정부 주도의 정책을 통해 스마트공장 보급 확산에 집중해 온 것 같습니다. 지난 10여 년간 중소기업을 대상으로 직접적인 재정 지원을 제공하며 단기간에 양적 성장을 이룩했습니다. 중소벤처기업부와 스마트제조혁신추진단이 실시한 2024년 스마트제조혁신실태조사에 따르면 국내 중소 제조기업의 18.6%가 스마트공장을 도입하는 성과를 거두었습니다. 하지만 도입된 스마트공장의 75.5%가 데이터 수집 및 모니터링 중심의 기초 단계에 머물러 있으며 진정한 의미의 AX라 할 수 있는 제조 AI 도입률을 높이기 위해서는 AI 도입 생태계가 필요한 상황 같습니다.

Q3.

AX 추진 과정에서, 또는 추진 이후 활용 단계에서 국내외 기업들이 많이 주로 겪게 되는 애로사항을 알려주세요.

제조업의 AI 기반 전환(AX)은 기술·조직·경제적 측면이 복합적으로 얽혀 있는 전환이기 때문에 단편적인 해결방안만으로는 추진하기 어렵지 않나 생각이 듭니다. 저희 연구실에서 인디애나주 소재의 10여 개 미국 기업, 1개 일본기업, 5여 개의 한국기업과 AX 관련 협업-지원하며 느낀 애로사항들에 대해 말씀드리고자 합니다.

가장 일반적인 장애요인은 경제적 장벽입니다. AI 기술을 도입하기 위해서는 하드웨어, 소프트웨어, 서버 및 센서 등 다양한 인프라에 대한 초기 투자비용이 상당하며, 중소기업 입장에서는 이러한 비용과 ROI (투자 수익률, Return on Investment)에 대한 불확실성이 도입을 주저하게 만드는 주요 요인으로 작용합니다. 실제로 제조업체의 43%가 비용 부담, 40%가 ROI의 불확실성을 이유로 AI 도입을 망설이고 있습니다. 기술적 장벽으로는 레거시 시스템에 의한 데이터 파편화와 AI 모델의 범용성 및 신뢰성 부족이 대표적입니다. 제조업체 중 절반 가까이가 데이터 파편화를 AI 도입의 장애로 인식하고 있으며, 상당수는 아직도 현대 AI와 호환되지 않는 시스템에 의존하고 있습니다. 특히 다품종 소량생산 환경에서는 케이스별 데이터 수집 및 라벨링이 필요해 AI 적용 효율이 떨어지고, 신뢰성을 평가할 공통 지표도 부족한 상황입니다. 실제로 대다수의 기업들이 AI 활용에 대한 어려움을 표하는 상황입니다.

조직 및 인적 장벽 또한 매우 중요한 문제입니다. 기존 제조 인력은 AI 역량이 부족하고, AI 전문 인력은 제조 도메인에 대한 이해가 부족해 양측을 아우르는 융합형 인재가 매우 부족합니다. 또한 최고경영진의 전략적 의지와 전사적 비전이 부재할 경우 조직적 저항이 발생하여 전환이 어려울 가능성이 큼니다. 2020년에 접어들며 그 숫자가 매우 줄어든 젊은 연구자-노동자들이 '제조 혁신을 위한 AI'라는 키워드를 받아들일 때, AI 분야보다는 제조 분야에 대해서 큰 장벽을 느끼고 있으며, 제조업 현장의 난이도 및 특수한 조직 분위기 때문에 진로 선택을 꺼리는 경우가 많습니다.

또한 다양한 혁신 주체들이 분산되어 있어 중소기업 입장에서는 무엇을 기준으로 기술을 선택해야 하는지 오히려 혼란스러운 상황이 발생하고 있습니다. 즉, 기술·플랫폼·표준이 너무 많다 보니 정작 어떤 방향으로 도입을 시작해야 할지 판단하기 어렵고 또 사용이 용이한 기술들이 아니다 보니 쉽게 적용하기 어려운 상황이 나타나고 있습니다.

결론적으로 제조업은 단 한 번의 오류도 막대한 비용으로 이어지고, 기술만으로 해결할 수 없는 현장 문화와 사람의 요소가 깊게 얽혀 있는 산업이기 때문에 다른 분야에 비해 전환의 난이도가 훨씬 높습니다. 위에서 언급한 장벽 및 특수성으로 인해 기술, 조직, 경제적 장벽들이 서로 독립적으로 나타나는 것이 아니라 서로 영향을 주고받으며 부정적인 피드백 구조를 형성하게 된다는 점에서 애로사항이 끊임없이 나타나는 실정입니다.

Q4. 위 애로사항과 관련하여 어려움을 해결하기 위한 국내외 기업의 다양한 노력과 성과가 궁금합니다.

먼저, 제조업 분야의 AX를 선제적으로 시도하고 성공한 기업들은 AX를 단순한 비용 요소가 아닌 전략적 가치 창출의 수단으로 재정의했다는 점이 공통점으로 자리잡고 있는 것 같습니다. 있습니다. 초기에는 ROI가 불분명하다는 인식이 강했지만, 생산성·품질·유연성·지속가능성 등 무형의 가치를 포함한 포괄적 ROI 관점으로 전환함으로써 투자 당위성을 확보했습니다. 예를 들어 인디애나의 한 중소기업은 AI 기술을 도입하면서 생산성을 2달 만에 두 배 가까이 올리는 실적을 이루어내면서 도입 후 몇 달 만에 ROI를 이루어냈다고 경험을 공유했습니다. 또 다른 기업은 품질검사에서 AI 기술에 투자하면서 불량품 생산량의 40% 감소를 이루어냈습니다. 그리고 저희 연구실에서는 많은 생산성 지표들 가운데에 사전 이상 감지를 통한 가동 중단 시간 감소 및 조기 수리 시기 제시에 대해 많은 노력을 들이고 있습니다. 대다수의 중소기업들이 주목하는 영역이며 현장 적용 가능한 사운드 기반 모니터링 시스템을 통해 많은 기업들이 현장 적용이 가능한 방법론들에 대해 관심을 보이고 있습니다.

제가 보기에 성공 기업들은 전면적인 시스템 전환 대신 작게 시작해 가치를 입증하고 단계적으로 확장하는 전략을 취합니다. 예측정비, 자동 품질 검사 등 효과가 명확한 영역에 먼저 적용하여 빠른 성공 사례를 만들어내고, 이를 바탕으로 내부 신뢰를 구축하며 더 복잡한 프로젝트로 확장합니다. 예컨대 AI 공정 제어로 원자재 낭비를 15% 줄이거나 생성형 AI 업무 자동화를 통해 월 800시간 이상의 업무를 절감한 사례 등이 누적되면서, 조직 전반의 저항이 줄어들고 전환 추진력이 높아졌습니다. 저를 비롯한 저희 국제협력센터 실무자들은 중소기업들에게 이러한 '파일럿 스케일' 방식이 가능한 연구개발과제를 장려하고 있으며 현재 다중-다양한 연구과제들을 제안 중에 있습니다. 이러한 사례들을 지속적으로 키워나가면서 국내에도 적용 가능한 연구개발 모델들을 제시하고자 하는 노력 또한 기울이고 있습니다.

또한 중소기업의 경우 외부 생태계를 적극 활용해 자본과 인재 부족의 위험을 분산합니다. 한국에서는 대학과 협력해 AI 기반 제품을 공동 개발하거나, 미국에서는 CESMII와 같은 공용 테스트베드를 통해 저렴한 비용으로 기술을 실험하고 검증할 수 있는 기회를 제공받고 있습니다. 이러한 모델은 단일 기업이 감당하기 어려운 인프라 비용을 사회 전체가 부담하는 효과적인 방식으로, 정부출연연구기관이나 대학이 실질적인 역할을 수행하고 있습니다. 국내에서는 국가 차원의 연구개발 과제를 기업이 주관기관으로 수행하고, 정부출연연구기관이나 대학 등이 위탁연구기관으로 참여하는 구조가 일반적입니다. 그러나 단순히 위탁기관으로 참여하며 소규모 연구비만 부담받는 방식이 아니라, 제조 분야에 참여하는 다양한 연구기관들이 국내 중소기업의 역량 강화에 실질적으로 기여한다는 책임 의식을 기반으로 참여할 수 있도록 구조를 재설계할 필요가 있습니다. 저희 국제협력센터에서는 그러한 인식 제고와 역할 재정립을 적극적으로 추진하고 있습니다.

궁극적으로 이러한 성공 사례 및 제조업의 부흥을 위한 노력들은 AX 도입이 단순한 기술 적용이 아니라 조직 전체가 학습하고 성장하는 과정임을 보여줍니다. 그리고 이러한 성장하는 모습들을 바탕으로, 젊은 인재들과 국가에게 실효성 있는 결과들을 지속적으로 노출시켜야한다고 생각합니다. 제조업과 AI의 융합을 통해 만들어지는 AX의 확산은 결국 의지가 있는 인력에 의해 발생하고 전수되기 때문에, 지속적인 인력 양성과 성공 사례들을 만들기 위해 노력해야 할 것입니다.

Q5. 제조업 AX의 확산을 위해 한국 내에서는 어떠한 정책적 지원이 필요하다고 생각하시나요?

한국 제조업 AX의 성공적인 확산을 위해서는 질적 고도화를 촉진하는 생태계 조성 정책으로의 전환이 필요하지 않나 생각합니다. 이는 미국과 독일의 선진 사례에서 교훈을 얻되, 한국의 산업 현실에 맞게 재구성한 우리만의 전략이 되어야 할 것 같습니다. 정책의 핵심은 정부가 민간 기업에 단순히 경제적으로 지원하는 것을 넘어 민간의 혁신을 촉진하는 컨센서스 구축과 전략 수립, 인프라 및 인력 보급을 수행하는 것입니다. AX의 도입은 한 기업이 감당할 수 없는 부분이어서 공동 해결 구조를 설계하는 방향으로 정부 산업기술정책의 패러다임을 전환하는 것이 중요할 것 같습니다. 특정 기업만 참여하는 단일 기술 개발 프로젝트보다 복수의 기업, 특히 경쟁 관계에 있는 기업까지 함께 참여하여 공동의 문제를 해결하고, 그 결과를 산업 전반에 확산할 수 있는 구조적 설계가 필요한 시점이라고 할 수 있습니다.

다음으로 국가 AX 인프라 구축 및 인식 제고가 필요합니다. 중소기업이 고가의 첨단 장비와 솔루션을 개별적으로 도입하는 것은 현실적으로 불가능합니다. 따라서 정부는 도로, 항만과 같은 사회간접자본(SOC)처럼 AX 인프라를 국가적 자산으로 인식하고 투자해야 합니다. 미국의 CESMII 플랫폼이나 독일의 Manufacturing-X 이니셔티브를 벤치마킹하여 업종별 특화 AX 테스트베드와 국가 제조 데이터 스페이스를 구축하는 것을 제안할 필요가 있습니다. 테스트베드는 중소기업이 저렴한 비용으로 로봇, AI 소프트웨어, 디지털 트윈 기술을 실험하고 검증할 수 있는 공유 시설로서 자리잡아야 합니다. 벤치마킹과 테스트베딩에 대한 접근성이 용이하다는 점을 드러내어, 젊은 제조업 종사자들에게도 희망을 줄 수 있는 환경이 마련되어야 합니다. 데이터 스페이스는 기업들이 민감한 데이터를 안전하게 공유하고 이를 통해 더 강력한 산업 AI 모델을 공동으로 개발할 수 있는 법적·기술적 기반을 제공할 수 있어야 합니다. 이러한 움직임들은 중소기업의 기술 접근성 장벽을 획기적으로 낮추고 혁신의 위험을 줄여줄 것입니다.

또한 도메인+AI 융합 인재를 양성해야 합니다. 즉, 단순히 AI를 능숙히 다루는 인재가 아닌, 어떤 목적을 위해 어떤 데이터를 다루는지 이해하고 있는 '제조 도메인-지식(knowledge) 기반의 AI 인재'가 필요한 상황입니다. 현재 미국의 IT 도메인에서의 대거 해고 사례를 볼 수 있듯이 AI에만 특화된 인재의 수요는 급격히 감소하고 있지만 제조 현장에서는 기계공학이나 재료과학 같은 전통적인 도메인 지식과 AI·데이터 과학을 모두 이해하는 하이브리드 인재에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있습니다. 하지만 현재의 교육 시스템은 이러한 융합형 전문가를 충분히 공급하지 못하고 있습니다. 이를 해결하기 위해, 특정 제조 분야(예 : 반도체, 자동차 부품)에 특화된 AI 융합 대학원 프로그램을 신설하고, 산업계와 연계한 현장 중심의 프로젝트를 의무화해야 합니다. 미국 대학에서 운영하고 있는 학부생들을 위한 Co-op 프로그램 또한 현장 지식을 가진 융합 인재를 양성할 수 있는 좋은 제도로서 기능할 수 있을 것입니다. 현 재직자 혹은 대학 졸업생들을 위해서는 서울 AI 허브의 AI+제조 전문인력 양성과정과 같은 성공적인 단기 교육 프로그램을 전국적으로 확대하고 온라인 학위 과정 및 자격증 제도를 활성화함으로써 지속적인 역량 강화 기회를 제공할 수 있을 것입니다.

마지막으로는 규제 및 신뢰 프레임워크 현대화가 반드시 필요합니다. AI 기술의 확산은 필연적으로 데이터 소유권, 공유, 그리고 AI의 결정에 대한 책임 소재 등 새로운 법적·제도적 질문을 야기합니다. 이러한 불확실성은 기업들이 과감한 투자를 주저하게 만드는 보이지 않는 장벽입니다. 미국은 이미 이러한 규제들에 대해 강력하고 꼼꼼하게 검토해오고 있습니다. 우리 정부 또한 산업 데이터의 활용과 보호에 대한 명확한 가이드라인을 제시하고 AI 시스템의 오작동이나 해킹 시 책임 분배 기준을 명시하는 법적 체계를 선제적으로 마련해야 합니다. 또한, AI 모델의 투명성, 설명가능성, 안정성을 평가하고 인증하는 제도를 도입하여 사용자가 AI 기술을 신뢰하고 활용할 수 있는 사회적 기반을 조성해야 할 것입니다.

Q6. 마지막으로 한국 내 제조업 AX 추진을 고려하거나 이미 실행 중인 기업,
그리고 이를 지원하는 정책 당국에 해주시고 싶은 말씀이 있으시면 자유롭게 해주세요.

현재 한국 내 어느 분야든 절대적으로 인력의 수가 모자람과 동시에 인건비가 높아서 이중고를 겪고 있습니다. 특히 한국 제조업의 경우, 업계 지속 가능성 자체가 위협받고 있는 상황이며, 앞으로 제조 산업이 살아남기 위해서는 결국 AX 전환이 절실할 것입니다. AX 전환은 “채택하면 효율적인 방식”의 선택지가 아니라 “채택하지 않으면 도태되는 방식”의 산업계 생존 문제에 가깝습니다. 그래서 기업과 정부가 서로를 따로 떼어놓고 생각하는 것이 아니라, 각자의 역할을 분명히 인식한 상태에서 긴밀하게 움직일 필요가 있습니다.

그리고 AX 전환은 IT 부서의 범위를 넘어서는 조직 전체의 혁신 과제가 되며, 최고경영자의 명확한 전략적 리더십과 실행 의지가 있지 않으면 성공하기 어렵습니다. 실제로 AX 도입에 성공한 기업들을 살펴보면, 최고경영진이 전환의 필요성과 방향을 명확히 제시한 후 파일럿 프로젝트를 통해 효과를 확인하고, 이를 기반으로 조직 전체로 확산해 나가는 단계적·점진적인 확장 전략을 적용한 사례가 대부분입니다.

기술 및 플랫폼이 특정 기업에 종속되지 않도록 개방형 표준(Open Standards)을 적극적으로 장려해야 합니다. 이러한 표준 기반은 중소 제조기업의 기술 도입 비용을 낮추고, 다양한 산업 주체들이 상호운용 가능한 구조 내에서 협력할 수 있는 기반을 마련합니다. 아울러 정책 성과 역시 스마트공장 구축 개수와 같은 투입 중심의 지표가 아니라, 생산성 향상, 에너지 효율 개선, 신기술 수출 증가와 같은 실질적 결과 중심으로 전환할 필요가 있습니다.

자문위원

(가나다 순)

김도현 | KEIT 스마트제조PD

송병준 | 한국공학대학교 교수

안성원 | 소프트웨어정책연구소 실장

오상규 | (주)메타클 대표이사

이상현 | 산업연구원 실장

이혜진 | 한국생산기술연구원 수석연구원

홍성민 | 과학기술정책연구원 선임연구위원

인터뷰이

(가나다 순)

이길선 | 한국산업지능화협회 전무

전병국 | 美 퍼듀대학교 교수

정하일 | (주)인터엑스 CTO

솔브레인홀딩스(주)

글로벌 제조업 AI 동향 및 국내 정책 대응 방향

- 발 행 일 2025년 9월
- 발 행 처 한국산업기술진흥원 산업기술정책단 기술동향조사실
- 발 행 인 민병주 원장
- 기획/진행 문희수 실장
정희상 선임연구원
- 주 소 서울시 강남구 테헤란로305 한국기술센터 7층
산업기술정책단 기술동향조사실
02-6009-3593
www.kiat.or.kr

※ 본 자료에 수록된 내용은 한국산업기술진흥원의 공식견해가 아님을 밝힙니다.

※ 글로벌 이슈특집의 내용은 무단 전재할 수 없으며, 인용할 경우 반드시 원문출처를 명시하여야 합니다.

»»»»»

»»»»»

글로벌 이슈 특집 2025-01

글로벌 제조업 AX 동향 및 국내 정책 대응 방향

»»»»»

»»»»»