2026-GT-SV-002

GT 미국 실리콘밸리 거점

GLOBAL TECH KOREA

Industrial Technology and Market Strategic Analysis Report

미국의 M.AX 추진 동향과
제조 AI 플랫폼 경쟁



산업통상부

KIAT 한국산업기술진흥원

차 례

1. 제조업 M.AX의 개념과 미국 제조업의 AI 전환
   1.1 제조업 M.AX의 등장
   1.2 미국 제조업 AI의 발전 방향

2. 미국 M.AX 추진 동향과 산업구조 변화
   2.1 미국 제조업 AI 전환의 추진 배경
   2.2 미국 정부의 제조 AI 정책 및 지원체계
   2.3 제조업 AI 전환에 따른 산업구조 변화

3. 미국 M.AX의 핵심기술 발전과 제조 AI 플랫폼 경쟁
   3.1 미국 M.AX의 핵심기술구조
   3.2 생성형 AI와 산업 AI의 제조현장 적용
   3.3 디지털트윈 기반 제조혁신
   3.4 피지컬 AI와 자율제조의 확산
   3.5 주요 기업의 제조 AI 플랫폼 경쟁

4. 시사점

5. 참고문헌

요 약

제조업 AI 대전환(M.AX)의 개념과 미국 제조업의 AI 전환

M.AX의 등장과 패러다임 변화

- 제조업은 디지털 전환과 스마트제조 단계를 거쳐 AI 중심의 제조업 대전환(MAX)으로 진화하면서, AI를 활용한 설계·생산·품질·설비운영·공급망 관리 등 제조 전 과정의 지능화가 새로운 경쟁력으로 부상
- 생성형 AI와 대규모 AI 모델의 발전으로 제조데이터 분석, 공정 최적화, 작업지원 및 자율제어 기술이 빠르게 고도화되면서 제조업의 운영방식과 가치사슬 전반을 AI 중심으로 재편하는 움직임 확대
- MAX는 단순 공정 자동화를 넘어 제조데이터, AI 모델, 디지털트윈, 클라우드, 로봇 및 자동화 설비를 통합하여 자율제조(Autonomous Manufacturing)를 구현하는 제조혁신 패러다임으로 발전

미국 제조업 AI의 발전 방향

- 미국은 'M.AX'라는 용어를 공식적으로 사용하지 않지만 Industrial AI, AI-enabled Manufacturing, Smart Manufacturing, Autonomous Manufacturing, AI Factory, Physical AI 등 다양한 정책과 기술 개념을 기반으로 제조업의 AI 전환 추진
- 제조데이터 수집·분석에서 디지털트윈, 생성형 AI, 피지컬 AI를 결합한 자율제조로 발전하는 단계적 접근을 채택하고 있으며, 제조 AI를 생산성 향상을 넘어 제조혁신과 산업경쟁력 확보의 핵심 수단으로 활용
- 본 보고서에서는 미국에서 추진되는 산업 AI, AI 기반 제조, 스마트제조, 디지털트윈 및 피지컬 AI 관련 정책과 산업 동향을 국내 제조업 AI 대전환 관점에서 통합적으로 '미국 M.AX'로 정의하여 분석

미국 M.AX의 핵심 기술체계

- 제조데이터를 중심으로 산업 AI, 생성형 AI, 디지털트윈, 클라우드·엣지 컴퓨팅, 산업용 로봇, 피지컬 AI가 유기적으로 연결되는 복합 기술 생태계 형성
- 특히 피지컬 AI는 AI의 판단을 실제 제조현장에서 실행하는 핵심 기술로써 로봇과 자동화 설비를 활용한 자율작업을 구현하며, 향후 자율공장과 무인제조를 실현하는 기반기술로 부상
- 미국은 NVIDIA, Microsoft, AWS, Google, Siemens 등 AI·클라우드·산업자동화 기업 간 협력을 통해 개방형 제조 AI 생태계를 구축하며 플랫폼 중심의 경쟁구조 확대

미국 M.AX 추진 동향과 산업구조 변화

미국 제조업 AI 전환의 추진 배경

- 미국은 제조업 AI를 생산성 향상뿐 아니라 첨단 제조역량 확보, 공급망 안정, 국가안보 강화 및 기술주도권 확보를 위한 국가 전략으로 추진
- 생산비용 증가, 숙련인력 부족, 공급망 불확실성 확대에 대응하기 위해 AI 기반 공정 최적화, 예지정비,

품질관리, 공급망 관리 및 제조 지식의 디지털화를 적극 추진

- 제조 AI는 반복 업무의 자동화보다 인간-AI 협업을 통한 생산성 향상과 제조 전문 지식의 지속적 축적을 지원하는 방향으로 발전

정부 정책 및 지원체계

- 미국은 AI, 첨단 제조, 반도체, 공급망, 에너지, 국방 정책을 연계한 분산형 정책체계를 운영하며, 상무부(DOC), 에너지부(DOE), 국방부(DOD), NSF, NIST 등이 역할을 분담하여 제조 AI 확산을 지원
- NIST는 측정·표준·신뢰성 확보와 AI 성능평가 체계를 구축하고, Manufacturing USA는 산학연 공동 연구개발과 실증, 기술 확산의 핵심 플랫폼 역할을 수행
- DOE는 산업 AI와 스마트 제조 보급을 통한 생산성 및 에너지 효율 향상을 추진하고, DOD는 방산 제조혁신과 공급망 안정 강화를 위해 첨단 제조 기술과 AI 활용을 확대
- 중소 제조기업을 대상으로 MEP(Manufacturing Extension Partnership)를 중심으로 기술상담, 실증, 교육 및 디지털 전환을 지원하고, 제조 AI 전문인력 양성을 위한 융합형 교육과 현장 재교육을 강화

미국 M.AX의 핵심 기술과 제조 AI 플랫폼 경쟁

제조 AI 핵심 기술구조

- 미국 M.AX는 제조데이터를 중심으로 산업 AI, 생성형 AI, 디지털트윈, 클라우드·엣지 컴퓨팅, 로봇 및 피지컬 AI가 유기적으로 연결되는 통합 기술체계를 기반으로 발전하고 있으며, 제조데이터의 품질과 도메인 지식이 AI 성능을 결정하는 핵심 경쟁요소로 부상
- 제조 AI는 데이터 수집·정제·맥락화·학습·현장 피드백이 반복되는 폐쇄형 순환구조(Closed-loop)를 통해 지속적으로 성능을 개선하며, 데이터 분석 중심에서 실제 제조공정을 스스로 판단하고 제어하는 자율제조 체계로 발전
- 클라우드는 대규모 AI 모델 학습과 데이터 통합을 담당하고, 엣지는 실시간 분석과 설비 제어를 담당하는 하이브리드 컴퓨팅 구조가 제조 AI의 기본 아키텍처로 정착

생성형 AI와 산업 AI의 융합

- 산업 AI는 설비 이상 탐지, 예지정비, 품질 예측, 공정 최적화, 생산계획 수립 등 제조운영의 효율성과 생산성을 높이는 핵심 기술로 활용되고 있으며, 기존 자동화를 지능형 운영체계로 전환하는 기반 역할 수행
- 생성형 AI는 제조문서, 설비 매뉴얼, 작업표준서 및 정비이력 등을 자연어 기반으로 활용하여 제조지식 검색, 작업절차 생성, 고장원인 분석, 보고서 작성 및 자동화 코드 생성을 지원하며 제조현장의 생산성과 기술 전수 촉진
- 제조 AI는 코파일럿(Copilot)에서 AI 에이전트(AI Agent)로 발전하면서 생산계획, 품질, 유지보수 및 물류를 담당하는 다중 에이전트 기반 자율운영 체계로 진화하고 있으며, 산업 AI의 분석능력과 생성형 AI의 의사결정 지원 기능이 통합되는 방향으로 발전

디지털트윈과 피지컬 AI 기반 자율제조

- 디지털트윈은 제품, 설비, 공정 및 공장을 가상환경에 구현하여 설계 검증, 생산 시뮬레이션, AI 학습,

공정 최적화 및 실시간 운영을 지원하는 제조 AI의 핵심 기반기술로 활용

- 실제 제조현장을 중단하지 않고 AI와 로봇을 학습검증할 수 있는 가상환경과 합성데이터를 제공함으로써 AI 개발 기간과 비용을 절감하고 안전성과 정확성을 향상
- 피지컬 AI는 센서와 AI를 활용하여 물리적 환경을 인식하고 로봇과 자동화 설비를 직접 제어하는 실행기술로, 기존 산업용 로봇의 반복작업 중심 구조를 유연하고 적응형 자율작업 체계로 전환
- 미국은 디지털트윈과 피지컬 AI를 기반으로 설비 단위에서 공정, 공장, 공급망 단위까지 자율화를 단계적으로 확대하며, 인간 감독 기반(Human-in-the-loop)의 자율제조 체계를 지향

제조 AI 플랫폼 경쟁

- 제조 AI 시장의 경쟁은 개별 AI 솔루션이 아니라 제조데이터, AI 모델, 디지털트윈, 컴퓨팅 인프라, 산업용 소프트웨어 및 자동화 설비를 통합하는 플랫폼 경쟁으로 전환
- 플랫폼 경쟁력은 제조데이터 확보, 기존 제조시스템과의 호환성, 산업별 특화 AI 모델, 개발자 생태계, 파트너 네트워크 및 디지털트윈 연계 역량에 의해 결정
- NVIDIA는 GPU·Omniverse·Isaac을 중심으로 피지컬 AI와 디지털트윈 생태계를 구축하고, Microsoft는 Copilot과 Factory Operations Agent를 통해 제조 운영 플랫폼을 강화하며, Siemens, Rockwell Automation 등은 산업자동화와 AI를 통합한 제조 플랫폼 전략을 추진
- 제조기업과 AI·클라우드 기업 간 협력이 확대되면서 제조 AI의 경쟁축은 제품 중심에서 플랫폼과 생태계 중심으로 빠르게 이동하고 있음

미국 M.AX 추진의 정책적 시사점

미국은 제조 AI를 단일 기술사업이 아닌 AI, 첨단제조, 반도체, 공급망, 에너지 및 국방정책과 연계한 국가 차원의 산업전략으로 추진하며, 정부는 표준·실증·인력양성 기반을 구축하고 민간이 기술개발과 시장 확산을 주도하는 역할 분담 체계 구축

제조 AI 경쟁력은 AI 모델 자체보다 제조데이터, 산업 도메인 지식, 디지털트윈, 피지컬 AI 및 플랫폼 생태계 확보 여부에 의해 결정되며, 제조 AI 플랫폼 주도권 확보가 국가 제조경쟁력의 핵심 요소로 부상

AI 도입은 전면적인 공장 자동화보다 현장 문제 해결 중심의 단계적 접근과 실증 기반 확산이 효과적이며, 중소기업의 디지털 전환과 제조 AI 활용역량 제고를 위한 지속적인 정책 지원이 중요

01 제조업 M.AX의 개념과 미국 제조업의 AI 전환

1.1 제조업 M.AX의 등장

제조업 AI 패러다임의 변화

- 제조업의 디지털 전환이 데이터 기반의 스마트제조(Smart Manufacturing)를 거쳐 AI 중심의 제조업 AI 대전환(M.AX) 단계로 진화
  - 기존 스마트공장은 설비 연결 및 공정 자동화에 중점을 두었다면, MAX는 AI를 활용하여 설계, 생산계획, 품질관리, 설비운영, 공급망 관리 등 제조 전 과정의 의사결정을 지능화하는 것이 핵심
  - 생성형 AI와 대규모 AI 모델의 발전으로 제조현장의 데이터 분석, 공정 최적화, 작업지원 및 자율제어 기술이 빠르게 고도화

제조업 M.AX의 개념

- 제조업 AI 대 전환, M.AX(Manufacturing AI Transformation)는 제조업 전반을 AI 중심으로 재구성하는 산업 패러다임 의미
  - AI를 활용한 공정 최적화를 넘어 제조기업의 운영 방식과 가치사슬 전반을 AI 기반으로 전환
  - 제조데이터, AI 모델, 디지털트윈, 클라우드, 로봇 및 자동화 설비가 통합된 제조 생태계 구축이 핵심
  - 궁극적으로 인간 중심의 의사결정 구조를 AI와 협업하거나 AI가 일부 대체하는 자율제조(Autonomous Manufacturing) 환경으로 발전

M.AX와 스마트제조의 차이

- 스마트제조는 설비 자동화와 데이터 연결에 중점을 둔 반면 MAX는 AI 기반의 자율적 판단과 최적화 지향
  - 스마트제조: 자동화(Auto) 중심
  - M.AX: 지능화(Intelligence) 중심
  - 제조 AI는 단순 자동화보다 공정 이해, 예측, 최적화 및 자율제어 역량을 중요시

1.2 미국 제조업 AI의 발전 방향

미국 제조업 AI의 추진 특징

- 미국은 'MAX'라는 용어를 공식적으로 사용하지 않으나, 제조업의 AI 전환과 관련된 다양한 정책·산업

개념을 통해 제조 지능화와 자율화를 추진

- Industrial AI: 제조설비와 공정에서 생성되는 데이터를 AI로 분석하여 품질, 생산성 및 운영 효율을 높이는 산업용 AI 개념
- AI-enabled Manufacturing: 설계, 생산, 품질관리, 유지보수 등 제조 전 과정의 의사결정을 AI로 지원·고도화하는 제조 방식
- Smart Manufacturing: 센서, IoT, 자동화 및 제조데이터를 연계하여 생산공정을 실시간으로 관리·최적화하는 디지털 제조체계
- Autonomous Manufacturing: AI가 제조현장의 상황을 인식하고 판단하여 공정과 설비를 자율적으로 운영하는 차세대 제조 방식
- AI Factory: 제조데이터와 AI 모델을 지속적으로 학습·활용하여 생산체계 전체를 AI 중심으로 운영하는 공장 개념
- Physical AI: AI가 로봇과 자동화 설비를 통해 실제 환경을 인식하고 작업을 수행하도록 하는 자율제조의 실행기술

미국 제조업 AI의 발전 흐름

» 미국 제조업 AI는 제조데이터의 연결과 분석에서 시작하여 디지털트윈, 생성형 AI 및 피지컬 AI를 결합한 자율제조 방향으로 발전

- 제조데이터 수집 및 연결: 설비, 센서 및 제조시스템에서 발생하는 데이터를 통합하여 AI 활용을 위한 기반 구축
- AI 기반 분석 및 예측: 제조데이터를 활용하여 설비 이상, 품질 불량 및 수요 변화를 예측하고 공정운영 최적화
- 디지털트윈 기반 시뮬레이션: 실제 공장과 공정을 가상환경에 구현하여 생산조건과 운영방안을 사전에 검증
- 생성형 AI 기반 작업지원: 작업자와 엔지니어가 제조지식 검색, 문제 진단 및 의사결정에 활용할 수 있는 AI 지원도구 확산
- 피지컬 AI 기반 자율작업: AI가 로봇과 자동화 설비를 제어하여 조립, 검사, 운반 등 물리적 작업을 자율적으로 수행
- 자율공장 구현: 생산계획부터 공정운영과 품질관리까지 AI가 연계·최적화하는 제조체계로 발전

본 보고서의 미국 M.AX 정의

» 본 보고서에서 미국 M.AX는 미국의 공식 정책용어가 아니라, 미국에서 추진되는 산업 AI, AI 기반 제조, 스마트제조, 자율제조, 디지털트윈 및 피지컬 AI 관련 정책·기술·산업 동향을 우리나라의 제조업 AI 대전환 관점에서 통합적으로 분석하기 위해 사용한 개념

02 미국 M.AX 추진 동향과 산업구조 변화

2.1 미국 제조업 AI 전환의 추진 배경

제조업 경쟁력과 국가안보의 결합

- 미국은 제조업 AI 전환을 개별 기업의 생산성 향상을 넘어 첨단 제조역량, 공급망 안정 및 국가안보를 강화하기 위한 핵심 수단으로 인식
  - 첨단 제조 경쟁 심화: 반도체, 배터리, 항공우주, 바이오 등 전략산업의 경쟁력이 제조데이터와 AI 활용역량에 의해 좌우되면서 제조업 지능화가 국가 경쟁력의 주요 요소로 부상
  - 국가안보와의 연계: 첨단 제조기술과 국내 생산기반을 경제안보 및 국방산업 공급망의 핵심 자산으로 인식하고 AI·로봇·자동화 기술의 제조현장 적용을 확대
  - 기술주도권 확보: 미국이 강점을 보유한 AI, 반도체, 클라우드 및 소프트웨어 기술을 제조업과 결합하여 첨단 제조 분야에서도 기술적 우위를 유지하려는 전략 강화
  - 미국내 제조기반 강화: 핵심 제품과 부품의 미국내 생산역량을 확대하는 과정에서 신규 공장의 디지털화와 AI 기반 운영체계 구축을 병행
- 미국의 첨단제조 정책은 첨단 제조역량을 경제성장, 양질의 일자리 창출, 공급망 안정 및 국가안보를 뒷받침하는 국가적 기반으로 규정
  - 제조업 AI 활용을 생산공정의 효율화에 한정하지 않고 전략산업 육성, 기술주도권 확보 및 국내 생산기반 재건과 연계하여 추진

생산성 향상과 비용구조 개선 필요성

- 미국 제조업은 생산비용 상승과 글로벌 경쟁 심화에 대응하여 AI를 활용한 생산성 제고와 공정 효율화의 필요성이 확대
  - 생산비용 절감: AI 기반 공정분석과 운영 최적화를 통해 원재료, 에너지, 설비 및 인력 활용의 비효율을 줄이고 제조원가 절감
  - 설비 가동률 제고: 설비 상태와 운전데이터를 실시간으로 분석하여 이상징후를 조기에 파악하고 비계획 정지와 유지보수 비용 최소화
  - 품질관리 고도화: 공정데이터와 검사데이터를 종합적으로 분석하여 불량 발생 가능성을 예측하고 제품 품질의 편차 축소
  - 생산 유연성 확보: 수요와 공급망 변화에 따라 생산계획, 자원배분 및 공정조건을 신속하게 조정할 수 있는 지능형 운영체계 구축

- 산업 AI는 제조현장의 데이터와 전문지식을 결합하여 설비 이상 탐지, 예지정비, 품질 예측 및 공정 최적화 등에 활용
  - 제조기업은 AI 도입의 성과를 기술 적용 자체보다 생산성, 비용, 품질 및 납기 개선 등 구체적인 경영성과를 중심으로 평가

숙련인력 부족과 제조지식의 디지털화

- 숙련기술자의 은퇴와 제조인력 확보의 어려움이 확대되면서 현장지식을 AI와 디지털 시스템에 축적활용하려는 수요 증가
  - 숙련인력 부족 대응: 자동화와 AI를 활용하여 반복적이거나 위험한 작업을 보완하고 제한된 인력이 고부가가치 업무에 집중할 수 있도록 지원
  - 암묵지의 디지털화: 작업자의 경험, 설비 운용 노하우 및 문제 해결과정을 데이터와 지식 형태로 전환하여 조직 내부에 축적
  - 작업자 의사결정 지원: AI가 작업절차, 설비정보 및 과거 대응사례를 제공함으로써 비숙련 작업자의 현장 대응 역량을 보완
  - 인간–AI 협업 확대: 제조인력을 완전히 대체하기보다 인간의 현장경험과 AI의 분석능력을 결합하는 협업형 제조체계로 전환
- 미국 제조업의 인력 부족은 자동화와 AI 도입을 촉진하는 주요 요인으로 작용
  - 제조 AI는 단순 인력대체보다 작업자의 생산성과 안전성을 높이고 제조지식의 단절을 방지하는 수단으로 활용

공급망 불확실성과 제조 회복탄력성 강화

- 팬데믹과 지정학적 갈등을 계기로 공급망의 안정성과 변화 대응능력이 중요해지면서 AI 기반 제조·공급망 관리의 필요성 확대
  - 공급망 가시성 확보: 원자재, 부품, 재고 및 물류정보를 실시간 연계하여 공급망 전반의 상황을 파악
  - 위험 조기 탐지: 공급 지연, 수요 급변 및 생산 차질 가능성을 사전에 분석하여 대체 공급처와 생산계획을 신속하게 마련
  - 생산거점 간 연계: 복수의 공장과 협력기업 데이터를 연결하여 특정 지역이나 기업의 장애가 전체 생산에 미치는 영향을 최소화
  - 회복탄력적 제조체계 구축: 공급망 충격에 따라 생산량, 조달방식 및 물류경로를 유연하게 조정할 수 있는 제조 운영역량을 확보
- 미국은 제조업과 공급망 네트워크에 AI를 적용하여 위기 대응능력과 운영 복원력을 강화하는 연구개발을 확대
  - AI 기반 제조전환을 생산 효율화뿐 아니라 공급망 위험관리와 국가적 제조 회복탄력성을 높이는 정책수단으로 활용

2.2 미국 정부의 제조 AI 정책 및 지원체계

범정부 첨단제조 정책을 통한 제조 AI 추진

- 미국은 제조 AI만을 대상으로 하는 단일 정책보다 AI, 첨단제조, 공급망, 반도체, 에너지 및 국방 정책을 연계하는 분산형 추진체계를 운영
  - 첨단제조 정책과의 연계: 자동화, 컴퓨팅, 소프트웨어, 센서 및 네트워크를 활용하는 첨단제조 정책 안에서 AI의 제조현장 적용을 확대
  - 국가 AI 정책과의 연계: 국가 AI 경쟁력과 산업 활용을 확대하는 정책에 제조·물류 분야의 AI 및 로봇 도입을 주요 과제로 포함
  - 공급망 정책과의 연계: 반도체와 핵심 소재·부품의 국내 생산기반을 확충하면서 첨단 자동화와 AI 기반 생산체계 도입을 촉진
  - 에너지 정책과의 연계: AI를 활용한 산업공정 최적화와 에너지 효율 향상을 제조업 탈탄소화 및 비용절감 정책과 연계
  - 국방 정책과의 연계: 방산 제조기반의 생산성, 공급망 안정 및 신속한 생산능력 확보를 위해 디지털 제조와 AI 활용을 확대
- 미국 제조 AI 정책은 연방정부가 단일한 실행 체계를 운영하기보다 각 부처가 소관 산업과 정책목표에 따라 관련 사업을 분담하는 방식으로 추진
  - 상무부, 에너지부, 국방부, 국립과학재단 등은 표준, 기술개발, 실증, 사업화 및 인력양성 분야에서 역할 분담

NIST 중심의 측정·표준·신뢰기반 구축

- 미국 국립표준기술연구소(NIST)는 제조 AI의 성능을 객관적으로 평가하고 상호운용성 및 신뢰성을 확보하기 위한 측정 기술과 표준 기반 마련을 담당
  - 성능평가 체계 개발: 제조 환경에서 AI 모델의 정확성, 안정성, 반복성 및 현장 적용 적합성을 평가할 수 있는 측정 방법과 지표 연구
  - 상호운용성 확보: 제조설비, 소프트웨어 및 데이터 시스템 간 정보교환이 가능하도록 공통 인터페이스와 표준화 기반 마련
  - 신뢰할 수 있는 AI 적용: 제조기업이 AI 기술을 안전하고 효과적으로 선택·도입할 수 있도록 지침, 평가 방법 및 모범사례 제공
  - 인간–AI 협업 연구: 제조업자와 AI 시스템 간 역할 분담과 상호작용을 분석하여 효과적이고 안전한 협업 체계 구축 지원
- NIST의 스마트제조 관련 사업은 새로운 컴퓨팅·통신 기술이 제조업에 미치는 영향을 측정하고 산업계의 기술 도입을 지원하는데 중점

– 제조 AI 기술의 상용화 이전에 성능과 신뢰성을 검증할 수 있는 공통 시험·평가 기반을 제공하여 기업의 도입 불확실성을 완화

Manufacturing USA를 통한 산학연 공동개발

- Manufacturing USA는 정부, 대학, 연구기관 및 기업이 공동으로 첨단제조기술을 개발·실증하고 산업계에 확산하는 미국 제조혁신의 핵심 네트워크
  - 공동 기술개발: 개별 기업이 단독으로 부담하기 어려운 첨단 제조기술의 연구개발을 산학연 컨소시엄 방식으로 추진
  - 시험·실증환경 제공: 연구단계의 AI와 제조기술을 실제 생산환경에 적용하여 성능, 안정성 및 경제성을 검증할 수 있는 기반을 제공
  - 공급망 참여 확대: 대기업뿐 아니라 중소 제조기업과 장비·부품·소프트웨어 공급기업이 공동 프로젝트에 참여하도록 지원
  - 인력양성 연계: 제조현장에서 요구되는 AI, 데이터, 자동화 및 로봇 활용역량을 교육·훈련 프로그램과 연계
- Manufacturing USA는 연구개발과 산업현장 사이의 기술격차를 줄이고 제조 AI 기술의 확산을 촉진하는 중간 연결체로 기능
  - 연방정부의 초기 투자와 민간의 공동투자를 결합하여 기술개발 성과가 특정 기업에 머무르지 않고 제조 생태계로 확산되도록 지원

에너지부 중심의 산업 AI 및 스마트제조 지원

- 미국 에너지부(DOE)는 에너지 다소비 제조업을 중심으로 AI, 센서, 자동화 및 디지털 기술을 활용한 생산성·에너지 효율 향상을 지원
  - 산업공정 최적화: 제조설비와 공정데이터를 분석하여 에너지 소비와 생산비용을 동시에 절감하는 기술개발추진
  - 디지털 전환 지원: 기계, 제품, 공정 및 공급망의 실시간 데이터를 디지털 시스템과 연결하여 운영 의사결정을 고도화
  - 스마트제조 보급: 중소 제조기업이 AI와 자동화 기술을 도입할 수 있도록 기술지원, 소프트웨어 도구 및 재정적 지원을 제공
  - 국립연구소 활용: 에너지부 산하 국립연구소의 고성능컴퓨팅, AI 및 제조기술 역량을 산업계의 공정 문제 해결에 연계
- DOE는 스마트제조 확산을 통해 제조공정의 생산성 향상과 에너지 비용 절감을 동시에 달성하는 것을 주요 정책목표로 추진
  - 중소 제조기업의 초기 도입비용과 기술적 불확실성을 낮추기 위해 현장 적용, 실증 및 인센티브 지원 병행

국방부 중심의 첨단제조 및 방산기반 혁신

- 미국 국방부(DOD)는 방산 제조기반의 생산능력, 품질 및 공급망 안정성을 강화하기 위해 첨단제조와

디지털 기술의 활용 확대

- 방산 생산역량 강화: 주요 무기체계와 부품의 생산기간을 단축하고 생산량을 확대하기 위해 자동화와 AI 기반 제조기술 적용
- 공급망 위험관리: 핵심 부품과 소재의 공급망 정보를 분석하여 단일 공급처 의존과 생산중단 위험을 사전에 파악
- 디지털 엔지니어링 연계: 제품의 설계, 시험, 생산 및 유지보수 정보를 디지털 방식으로 연결하여 개발·생산 과정의 효율성 개선
- 민군 기술협력 확대: 민간의 AI, 로봇 및 첨단제조 기술을 방산 분야에 신속하게 적용할 수 있도록 기업 및 연구기관과의 협력 강화

» 국방 제조수요는 첨단 제조기술의 초기시장과 실증기회를 제공하며 미국 제조 AI 생태계 확대에 영향을 미치는 요인으로 작용

- 방산 분야에서 검증된 디지털 제조와 자동화 기술이 항공우주, 기계 및 소재 등 민간 제조산업으로 확산될 가능성 존재

중소 제조기업의 AI 도입 지원

» 미국은 대기업과 중소기업 간 제조 AI 활용격차를 완화하기 위해 기술상담, 교육, 실증 및 도입지원 확대

- 기술역량 진단: 기업별 생산공정과 디지털 성숙도를 분석하여 AI와 자동화 기술을 적용할 수 있는 영역 발굴
- 현장 중심의 기술지원: 지역 제조기업이 자체적으로 확보하기 어려운 AI, 데이터 분석 및 스마트제조 전문지식을 현장에 제공
- 초기 도입위험 완화: 소규모 실증과 시범사업을 통해 대규모 투자 이전에 기술적 가능성과 경제적 효과 검증
- 지역 제조생태계 연계: 지역 대학, 연구기관 및 장비·솔루션 기업과 중소 제조기업 간 협력을 촉진

» NIST의 Manufacturing Extension Partnership(MEP)은 지역 기반 지원망을 활용하여 중소 제조기업의 첨단제조기술 도입 지원

- 중소기업의 디지털 수준과 현장수요에 적합한 단계적 도입방안을 제공하여 기술 도입 실패와 투자 부담을 줄이는 데 중점

제조 AI 전문인력 양성 확대

» 미국 정부는 제조업 AI 전환을 지속하기 위해 데이터, AI, 자동화 및 제조공정을 동시에 이해하는 융합형 인력의 양성을 추진

- 현장인력 재교육: 기존 제조인력이 AI 기반 설비와 디지털 시스템을 운용할 수 있도록 직무전환과 재교육 프로그램을 확대
- 대학 교육과정 연계: 제조공학, 컴퓨터공학 및 데이터과학을 결합한 융합형 교육과정을 통해 전문인력 양성

– 기업 수요 기반 훈련: 제조기업이 요구하는 장비 운용, 데이터 분석 및 시스템 통합역량을 중심으로 실무형 교육을 추진

– 지역 인력생태계 구축: 지역 대학, 커뮤니티 칼리지, 연구기관 및 기업이 공동으로 제조인력 양성체계 마련

» 미국의 제조 AI 인력정책은 신규 AI 전문가 양성뿐 아니라 기존 제조인력의 디지털 역량을 높이는 데 중점

– 제조현장에 대한 이해가 부족한 AI 인력과 AI 활용역량이 부족한 제조인력 간 격차를 줄이는 융합교육의 중요성이 확대

2.3 제조업 AI 전환에 따른 산업구조 변화

➔ 제조데이터의 전략적 자산화

» AI의 성능과 현장 적용효과가 제조데이터의 품질과 활용범위에 의해 결정되면서 데이터가 핵심 생산요소이자 경쟁자산으로 부상

– 현장데이터 축적 확대: 센서와 제조시스템의 확산으로 설비, 공정, 품질 및 작업과 관련된 데이터가 지속적으로 축적

– 데이터 통합 필요성 증가: 서로 다른 설비와 시스템에 분산된 데이터를 AI가 활용할 수 있도록 표준화·연계해야 할 필요성 확대

– 도메인지식과의 결합: 제조데이터만으로는 현장상황을 정확하게 해석하기 어려워 작업자의 경험과 공정 전문지식의 결합 중요

– 데이터 활용 경쟁 심화: 유사한 AI 기술을 사용하더라도 양질의 제조데이터를 확보하고 학습에 활용하는 기업이 높은 경쟁우위 확보

– 데이터 관리체계 강화: 데이터의 정확성, 추적성 및 접근권한을 체계적으로 관리할 수 있는 제조데이터 거버넌스의 중요성 증가

» 제조기업의 경쟁력은 생산설비의 보유규모뿐 아니라 설비에서 생성되는 데이터를 축적·분석·활용하는 역량에 의해 좌우되는 구조로 변화

– 장기간 축적된 제조데이터와 현장 전문지식이 외부 기업이 단기간에 모방하기 어려운 기업 고유의 자산으로 발전

➔ 제조업과 AI 산업 간 경계의 약화

» 전통 제조기업과 AI·클라우드·반도체·소프트웨어 기업의 협력이 확대되면서 제조업 경쟁구조가 산업 간 융합 형태로 변화

– 기술기업의 제조시장 진입: AI와 클라우드 기업이 제조데이터 관리, 분석 및 운영을 지원하는 산업용

서비스 확대

- 제조기업의 소프트웨어 역량 강화: 제조기업도 자체 데이터 플랫폼과 AI 조직을 구축하며 소프트웨어 중심의 사업역량 확대
- 장비기업의 서비스화: 산업장비 기업이 장비 판매에 더해 데이터 분석, 원격관리 및 최적화 서비스를 제공하는 방향으로 사업모델 확장
- 공동 생태계 형성: 장비기업, 제조기업, AI 기업 및 연구기관이 공동으로 기술을 개발·실증하는 협력구조 확산
- 플랫폼 영향력 확대: 데이터와 AI 모델, 시뮬레이션 및 설비를 연결하는 플랫폼이 제조 생태계의 주요 경쟁기반으로 부상

» 제조업의 경쟁단위가 개별 제품과 생산설비에서 데이터, 소프트웨어 및 파트너 생태계를 포함하는 통합 역량으로 확대

- 제조기업과 기술기업 간 협력관계가 강화되는 동시에 제조데이터와 고객 접점을 둘러싼 주도권 경쟁도 심화

제조 공급망의 디지털 연결 확대

» 완성품 기업과 공급기업 간 생산·품질·재고정보의 연결이 확대되면서 공급망이 단순 거래관계에서 데이터 기반 협력체계로 변화

- 생산정보 연계: 완성품 기업과 협력기업이 생산계획과 납기정보를 공유하여 공급망의 대응속도 향상
- 품질정보 공유: 부품과 공정의 품질데이터를 연계하여 불량원인을 신속하게 추적하고 품질문제를 사전에 예방
- 재고 최적화: 수요와 생산정보를 기반으로 기업 간 재고수준을 조정하여 과잉재고와 부품부족 최소화
- 공급망 위험관리: 공급기업의 생산차질과 물류위험을 조기에 파악하여 대체조달과 생산계획 변경 지원

» 제조 공급망의 디지털 연결은 운영 효율성을 높이는 동시에 기업 간 데이터 공유와 접근권한에 관한 새로운 과제를 발생

- 공급망 참여기업 간 디지털 역량 차이가 전체 제조 네트워크의 AI 활용성과를 제한할 수 있어 중소 협력기업의 전환지원 필요성이 증가

제조현장의 자동화 범위 확대

» 고정된 작업을 반복하는 전통적 자동화에서 생산환경의 변화에 대응할 수 있는 유연하고 지능적인 자동화로 발전

- 고정형 자동화의 한계 보완: 제품과 공정 변경에 많은 시간과 비용이 필요한 기존 자동화설비의 한계를 AI로 보완
- 유연생산체계 확대: 다양한 제품과 소량생산에도 대응할 수 있도록 로봇과 생산설비의 재구성 능력 강화
- 인식·판단 기능 결합: 비전센서와 AI를 활용하여 물체, 작업환경 및 공정상태를 인식하고 이에 맞춰 작업을 수행
- 작업자 협업 확대: 작업자와 동일한 공간에서 작업을 보조하는 협동형 자동화와 인간 중심의 작업지원 체계가 확산

- 자율제조 기반 형성: 자동화설비와 AI 시스템이 결합되면서 제조공정의 일부가 자율적으로 운영되는 환경으로 전환

» 제조 자동화의 경쟁력이 설비의 속도와 정밀도뿐 아니라 변화하는 생산조건을 스스로 인식하고 대응하는 능력으로 확대

- 제조현장의 완전한 무인화보다 작업자, 로봇 및 AI 시스템 간 역할을 유연하게 조정하는 협업형 자동화가 우선적으로 확산

제조기업의 사업모델 변화

» 제조기업은 제품을 생산판매하는 기존 사업모델에서 데이터와 디지털 서비스를 함께 제공하는 형태로 사업영역 확대

- 제품의 서비스화: 제조제품에 원격 모니터링, 유지보수 및 성능 최적화 서비스를 결합하여 지속적인 수익 창출
- 장비 운영데이터 활용: 판매 이후 장비의 사용데이터를 분석하여 고장예측, 부품교체 및 운영개선 서비스 제공
- 소프트웨어 매출 확대: 제조장비와 함께 분석 소프트웨어, 구독형 서비스 및 운영 플랫폼을 제공하는 사업모델 확산
- 고객관계의 지속화: 일회성 제품판매에서 장기간의 데이터와 서비스 제공을 중심으로 고객관계 변화

» AI와 데이터 기반 서비스가 제조기업의 새로운 부가가치 창출수단으로 부상하면서 제조업과 서비스업의 경계 약화

- 제품의 성능뿐 아니라 제품 사용과정에서 제공되는 분석, 유지관리 및 최적화 서비스가 기업의 경쟁력 좌우

제조 생태계 내 플랫폼 기업의 영향력 확대

» 제조데이터, AI 모델, 컴퓨팅 인프라 및 산업용 소프트웨어를 연결하는 플랫폼의 중요성이 증가하면서 관련 기업의 생태계 영향력 확대

- 데이터 연결기반 제공: 서로 다른 제조설비와 시스템에서 생성되는 데이터를 수집·통합할 수 있는 기반 제공
- AI 개발환경 제공: 제조기업이 자체 AI 모델과 응용서비스를 개발·운영할 수 있는 도구와 컴퓨팅 환경 제공
- 파트너 생태계 확대: 장비기업, 소프트웨어 기업 및 시스템통합 기업이 플랫폼을 중심으로 솔루션 개발 유도
- 기술 종속 가능성 증가: 특정 플랫폼에 데이터와 운영체계가 집중되면서 전환비용과 기술의존도가 높아질 가능성 존재

» 제조업의 플랫폼 경쟁은 단일 제품의 성능보다 데이터 접근성, 개발자 생태계, 시스템 호환성 및 산업 파트너십 중심으로 전개

제조업 AI 전환의 단계적 확산

- 미국 제조업의 AI 전환은 전면적 자율공장의 즉각적인 구현보다 효과가 명확한 분야부터 도입한 후 적용범위를 확대하는 방식으로 진행
  - 문제 중심의 초기 도입: 설비고장, 품질불량, 에너지비용 등 구체적인 현장문제를 해결하는 소규모 프로젝트부터 추진
  - 성과검증 후 확대: 생산성, 비용 및 품질개선 효과를 확인한 이후 적용 대상과 생산라인을 단계적 확장
  - 기존 시스템과의 통합: 새로운 AI 시스템을 기존 설비와 제조운영 시스템에 연결하여 현장 적용성과 지속가능성을 확보
  - 조직역량의 동반 전환: AI 도입과 함께 데이터 관리체계, 업무절차 및 인력의 역할을 조정하여 조직 전반의 활용역량을 강화
  - 전사적 전환으로 발전: 개별 공정의 AI 활용을 넘어 제품개발, 생산 및 공급망 전체가 연결되는 제조업 AI 대전환으로 확장
- 제조 AI 전환의 성과는 개별 기술의 우수성보다 데이터, 설비, 인력 및 조직체계를 함께 변화시키는 실행역량에 의해 결정
  - 기술 실증 이후 전사적 확산으로 이어지기 위해서는 경영진의 투자, 현장인력의 참여 및 부서 간 협력이 필수적으로 요구
  -

03 미국 M.AX의 핵심기술 발전과 피지컬 AI 플랫폼 경쟁

3.1 미국 M.AX의 핵심기술구조

제조데이터를 중심으로 연결되는 통합 기술체계

- 미국 M.AX는 제조데이터를 기반으로 산업 AI, 생성형 AI, 디지털트윈, 클라우드·엣지 컴퓨팅 및 로봇·자동화 설비가 상호 연결되는 복합 기술체계로 구성
  - 제조데이터: 설비, 공정, 품질, 작업 및 공급망에서 생성되는 정보로 AI 모델의 학습과 제조현장의 실시간 의사결정에 활용되는 핵심 자원
  - 산업 AI: 제조데이터와 공정 전문지식을 결합하여 설비 이상, 품질 불량 및 생산 변동을 예측하고 제조운영을 최적화하는 산업 특화 AI
  - 생성형 AI: 제조문서, 설계정보 및 작업이력을 학습하여 작업지원, 지식검색, 프로그램 작성 및 문제해결을 지원하는 AI 기술
  - 디지털트윈: 실제 제품, 설비, 공정 또는 공장을 가상공간에 구현하여 상태를 분석하고 생산방안과 운영조건을 사전에 검증하는 기술
  - 클라우드·엣지 컴퓨팅: 대규모 AI 모델의 학습과 데이터 통합은 클라우드에서 수행하고 실시간 분석과 설비제어는 제조현장에 가까운 엣지에서 처리하는 컴퓨팅 기반
  - 로봇·자동화 설비: AI가 분석하고 판단한 결과를 조립, 용접, 검사, 운반 및 설비제어 등 실제 제조작업으로 구현하는 물리적 실행수단
  - 피지컬 AI: 센서로 물리적 환경을 인식하고 AI로 판단한 후 로봇과 설비를 통해 행동함으로써 디지털 지능을 실제 제조현장에 구현하는 기술

제조데이터와 AI 모델의 결합

- 제조 AI의 성능은 범용 AI 모델의 규모보다 제조데이터의 품질, 공정 전문지식 및 실제 생산환경에 대한 이해에 의해 크게 좌우
  - 데이터 수집: 센서, 설비제어 시스템, 제조실행시스템 및 품질관리 시스템에서 발생하는 데이터를 지속적으로 확보
  - 데이터 정제: 설비별 형식과 단위가 다른 데이터를 표준화하고 오류·누락 데이터를 보완하여 AI 학습에 활용할 수 있는 형태로 전환
  - 데이터 맥락화: 온도, 압력, 작업순서 및 제품사양 등 데이터가 발생한 제조조건을 함께 연결하여 분석결과의 정확성 향상

- 도메인지식 결합: 작업자의 경험과 공정규칙을 AI 모델에 반영하여 데이터만으로 해석하기 어려운 제조현장의 특수성 보완
- 현장 피드백: AI의 예측과 실제 생산결과를 지속적으로 비교하여 모델을 수정하고 현장 적용성과 신뢰성 향상

» 미국 국립표준기술연구소(NIST)는 스마트제조의 발전을 위해 AI 분석과 현장 전문지식을 함께 활용하는 인간-AI 협업체계의 중요성을 강조

클라우드와 엣지의 역할 분담

» 제조 AI는 대규모 데이터 처리와 AI 학습에 적합한 클라우드와 실시간성·보안성이 요구되는 제조현장의 엣지 컴퓨팅을 결합하는 방향으로 발전

- 클라우드 컴퓨팅: 다수의 공장과 공급망 데이터를 통합하고 대규모 AI 모델을 학습·운영할 수 있는 확장성 높은 컴퓨팅 환경 제공
- 엣지 컴퓨팅: 설비와 가까운 위치에서 데이터를 분석하여 네트워크 지연을 줄이고 공정 이상이나 안전문제에 신속하게 대응
- 하이브리드 구조: 기업 전체의 데이터 분석과 모델 관리는 클라우드에서 수행하고 생산현장의 실시간 추론과 제어는 엣지에서 수행
- 분산형 AI 운영: 공장별로 AI 모델을 운영하면서 기업 전체의 데이터와 학습결과를 공유하는 분산형 제조 AI 구조 확대

» 엣지 컴퓨팅은 비전검사, 적응형 공정제어 및 로봇운영과 같이 짧은 응답시간이 요구되는 산업 AI의 핵심 기반으로 기능

제조 AI 기술의 폐쇄형 순환구조

» 제조 AI는 제조현장의 데이터를 분석하는데 그치지 않고 분석결과를 설비운영에 반영한 후 새로운 결과를 다시 학습하는 폐쇄형 순환구조로 발전

- 인식: 센서, 카메라 및 제조시스템을 통해 설비상태, 제품품질 및 작업환경의 변화 파악
- 분석: AI 모델이 수집된 데이터를 기반으로 이상징후, 품질위험 및 공정변화 분석
- 판단: 생산목표와 안전조건을 고려하여 공정조정, 설비점검 및 작업변경 등의 대응방안 결정
- 실행: 로봇, 제어시스템 및 자동화설비를 통해 AI의 판단결과를 실제 제조공정에 반영
- 재학습: 실행 이후 발생한 생산성과 품질변화를 다시 데이터로 수집하여 AI 모델의 성능을 지속적 개선

» 제조 AI의 발전방향이 데이터 분석과 정보제공에서 실제 공정의 판단·실행까지 연결되는 자율제조 구조로 전환

3.2 생성형 AI와 산업 AI의 제조현장 적용

산업 AI를 통한 제조운영 최적화

- 산업 AI는 제조설비와 공정에서 지속적으로 발생하는 데이터를 분석하여 생산성, 품질, 설비 가동률 및 에너지 효율을 향상하는데 활용
  - 예지정비: 설비의 진동, 온도, 소음 및 운전이력을 분석하여 고장 가능성과 정비시점을 사전 예측
  - 품질예측: 공정조건과 검사결과의 관계를 분석하여 제품 불량 가능성을 생산과정에서 조기 파악
  - 공정 최적화: 생산량, 품질 및 에너지 사용량을 종합적으로 고려하여 최적의 설비조건과 공정변수 제시
  - 이상 탐지: 정상적인 생산패턴에서 벗어나는 미세한 변화를 실시간으로 탐지하여 설비고장과 품질문제를 예방
  - 수요·생산 예측: 수요, 재고, 설비 및 공급망 정보를 분석하여 생산일정과 자원배분을 조정
- 산업 AI는 정해진 명령을 반복하는 기존 자동화에 학습과 예측기능을 추가하여 제조시스템이 변화에 유연하게 대응하도록 지원
  - Rockwell Automation은 산업 AI가 기존 산업자동화를 자율적이고 적응적인 제조운영으로 전환하는 기반으로 작용한다고 제시

생성형 AI를 통한 제조지식 활용 확대

- 생성형 AI는 복잡한 제조데이터와 기술문서를 자연어로 활용할 수 있도록 지원하여 엔지니어와 현장 작업자의 정보 접근성을 향상
  - 제조지식 검색: 설비 매뉴얼, 작업표준서, 정비이력 및 품질문서를 통합하여 작업자가 자연어로 필요한 정보 검색
  - 작업절차 생성: 제품과 설비의 조건에 따라 작업순서, 점검항목 및 안전수칙을 작업자에게 제공
  - 프로그램 작성: 산업용 제어 프로그램과 자동화 코드를 생성·수정하여 엔지니어링 업무시간 단축
  - 고장원인 분석: 설비데이터와 과거 정비사례를 분석하여 발생 가능한 고장원인과 대응방안 제시
  - 보고서 작성: 생산실적, 품질문제 및 설비상태를 요약하여 작업일지와 관리보고서 작성업무 지원
- 생성형 AI는 숙련작업자의 지식과 경험을 디지털화하여 제조현장의 인력부족과 기술전수 문제를 보완하는 수단으로 활용
  - Siemens Industrial Copilot은 자연어를 기반으로 자동화 코드 작성과 설비 고장진단을 지원하여 작업자와 엔지니어의 업무효율 향상을 추진

제조 코파일럿에서 AI 에이전트로의 발전

- 제조분야의 생성형 AI는 질문에 답변하거나 정보를 제공하는 코파일럿에서 목표를 부여받아 복수의 업무를 수행하는 AI 에이전트로 발전

- 코파일럿 단계: 작업자가 요청한 정보를 검색하고 코드, 작업절차 및 대응방안을 생성하여 인간의 의사결정 지원
- 에이전트 단계: 생산목표와 제약조건을 바탕으로 데이터를 조회하고 분석도구를 활용하여 필요한 업무 순차적 수행
- 다중 에이전트 단계: 생산계획, 품질, 유지보수 및 물류를 담당하는 복수의 AI 에이전트가 정보를 교환하며 운영방안 조정
- 자율운영 단계: 인간이 설정한 범위와 안전기준 안에서 AI 에이전트가 공정상태를 분석하고 생산조건과 작업순서를 자동으로 변경

» Microsoft는 제조현장의 데이터를 자연어로 조회하고 문제 해결과 근본원인 분석을 지원하는 Factory Operations Agent를 산업 AI 활용방안으로 제시

산업 AI와 생성형 AI의 결합

» 산업 AI가 제조데이터를 분석·예측하고 생성형 AI가 분석결과를 작업자가 이해하고 활용할 수 있는 형태로 제공하는 결합구조가 확대

- 산업 AI의 역할: 설비와 공정데이터를 기반으로 고장, 불량 및 생산지연 가능성을 정량적으로 분석
- 생성형 AI의 역할: 분석결과의 원인과 영향을 자연어로 설명하고 작업자가 선택할 수 있는 대응방안 제시
- 제조시스템 연계: AI가 제안한 대응방안을 제조실행시스템, 품질관리 시스템 및 설비제어 시스템과 연결
- 작업자 승인: 안전성과 책임이 중요한 제조업의 특성을 고려하여 주요 변경사항은 작업자나 관리자의 승인을 거쳐 실행

» 생성형 AI의 역할이 단순 문서작성에서 제조데이터 해석, 작업지원 및 운영 의사결정으로 확대되면서 산업 AI와의 통합 가속화

3.3 디지털트윈 기반 제조혁신

현실 제조환경을 가상공간에 구현

- 디지털트윈은 실제 제품, 설비, 생산라인 및 공장의 상태와 동작을 가상공간에 구현하여 제조시스템을 분석·예측하는 기반기술
  - 제품 디지털트윈: 제품의 구조와 성능을 가상환경에서 시험하여 설계오류를 줄이고 개발기간 단축
  - 설비 디지털트윈: 개별 기계의 운전상태와 물리적 특성을 모델링하여 성능저하와 고장 가능성 분석
  - 공정 디지털트윈: 작업순서, 공정조건 및 자원배분을 가상환경에서 검증하여 생산성과 품질 개선
  - 공장 디지털트윈: 건물, 생산라인, 물류 및 작업자 동선을 통합적으로 구현하여 공장 전체의 운영방안 최적화
  - 공급망 디지털트윈: 생산거점, 공급기업, 재고 및 물류 흐름을 모델링하여 공급망 변화와 위험에 대한 대응방안 검증
- NIST는 제조 디지털트윈을 제품과 생산시스템의 효율성, 생산성 및 지속가능성을 높이는 핵심기술로 평가하고 요구사항, 데이터 관리 및 모델 검증을 위한 기술지침과 표준개발을 추진

설계와 생산의 연계 강화

- 디지털트윈은 제품설계 단계에서 생성된 정보를 생산공정과 연결하여 설계변경이 제조현장에 미치는 영향을 사전에 검증
  - 가상 설계검증: 제품을 실제로 제작하기 전에 구조, 성능 및 제조 가능성을 시뮬레이션하여 오류와 재작업 줄임
  - 생산라인 설계: 장비배치, 작업동선 및 물류 흐름을 가상공간에서 시험하여 신규 공장의 구축기간과 비용 절감
  - 가상 시운전: 실제 생산설비를 설치하기 전에 제어 프로그램과 자동화 시스템의 작동을 가상환경에서 검증
  - 설계변경 관리: 제품이나 공정의 변경사항을 디지털트윈에 반영하여 생산량, 품질 및 납기에 미치는 영향을 분석
  - 운영 최적화: 실제 생산데이터를 디지털트윈에 지속적으로 반영하여 가상모델과 현실 제조환경의 일치도 유지
- 디지털트윈은 제품개발과 공장운영을 연결하는 디지털 스레드의 중심으로 기능하며 설계와 생산부서 간 데이터 단절 완화

AI 학습과 검증을 위한 가상환경 제공

- 디지털트윈은 실제 공장의 운영을 중단하거나 안전위험을 발생시키지 않고 AI와 로봇을 학습·시험할 수 있는 가상환경 제공
  - 학습데이터 생성: 실제 제조현장에서 충분히 확보하기 어려운 고장, 충돌 및 비정상 상황을 가상환경에서 생성

– 합성데이터 활용: 가상 카메라와 센서로 다양한 조건의 데이터를 생성하여 비전 AI와 로봇 모델의 학습에 활용

– 공정조건 시험: 생산속도, 장비배치 및 작업순서를 변경하면서 품질과 생산성에 미치는 영향을 반복적 검증

– 로봇작업 검증: 로봇의 이동경로, 작업범위 및 충돌 가능성을 실제 배치 이전에 시뮬레이션

– 안전성 검증: 위험하거나 발생빈도가 낮은 예외상황을 가상환경에서 시험하여 AI 시스템의 대응능력을 확인

» NVIDIA Omniverse는 합성데이터 생성 프레임워크인 NVIDIA Replicator와 로봇 시뮬레이션 엔진인 NVIDIA Isaac Sim 등을 통해 피지컬 AI와 자율제조 로봇의 개발·검증을 다각도로 지원

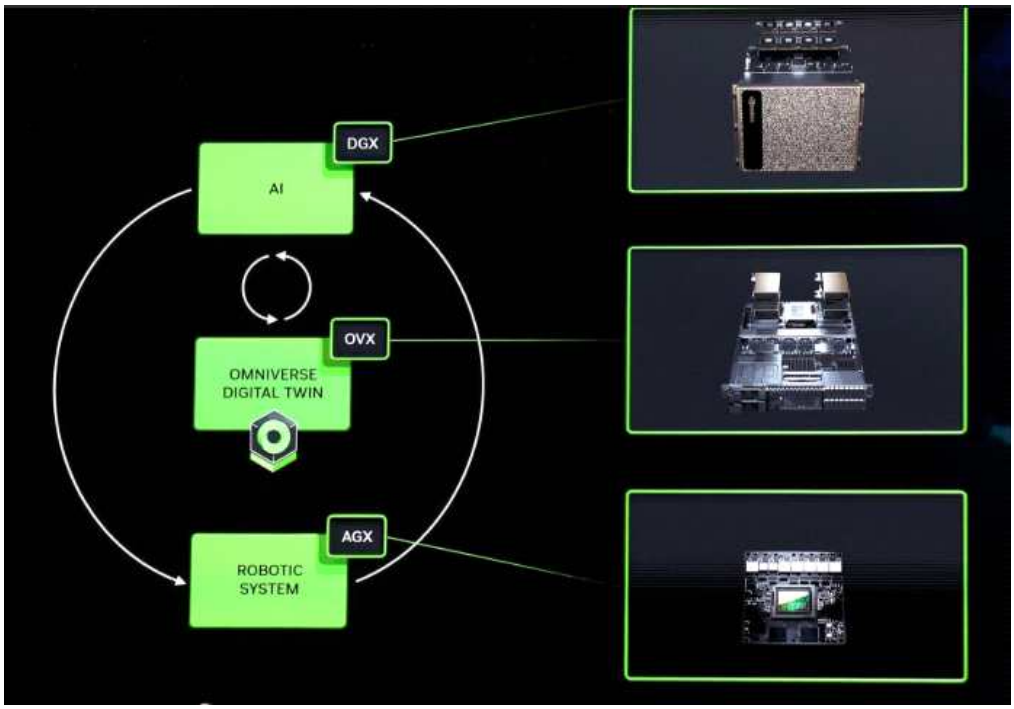


그림 1 Physical AI 기반 자율제조 폐쇄형 순환구조 (NVIDIA Omniverse Architecture 참조)

디지털트윈의 실시간 운영 활용 확대

» 디지털트윈은 설계단계의 시뮬레이션 도구에서 실제 공장의 데이터를 실시간으로 반영하는 제조운영 플랫폼으로 발전

– 실시간 모니터링: 실제 설비와 공정의 상태를 가상모델에 반영하여 공장 전체의 운영상황을 시각적으로 파악

– 미래상태 예측: 현재의 생산조건이 유지될 경우 발생할 수 있는 설비고장, 품질변화 및 생산지연을 사전에 분석

– 대안 비교: 복수의 생산계획과 공정조정 방안을 가상환경에서 시험하여 최적의 운영방안을 선택

- 원격 운영지원: 물리적 공장에 직접 접근하지 않고도 설비상태와 생산문제를 분석하고 대응방안을 마련
- 지속적 최적화: 실제 생산결과와 가상 예측결과의 차이를 분석하여 디지털트윈과 AI 모델을 지속적으로 개선

Microsoft의 디지털트윈 기술(Azure Digital Twins)은 오픈 표준인 DTDL(Digital Twins Definition Language)을 기반으로 설비와 프로세스 등 산업환경의 개체와 관계를 모델링하고 실시간 데이터와 연결하는 구조를 제공

디지털트윈의 적용범위 확대

디지털트윈 기술은 자동차와 항공우주 중심에서 반도체, 전자, 에너지 및 일반 제조업으로 적용범위가 확대

- 반도체 제조: 공정과 장비의 복잡성이 높은 반도체 생산환경을 가상화하여 생산수율과 공정 안정성을 개선
- 항공우주 제조: 제품설계와 생산공정을 함께 시뮬레이션하여 개발위험과 대규모 생산시설 투자의 불확실성을 축소
- 자동차배터리 제조: 생산라인의 장비배치와 물류 흐름을 검증하고 제품변경에 따른 공정조정 기간을 단축
- 일반 제조업: 설비 모니터링, 예지정비 및 공정개선을 중심으로 비교적 단순한 디지털트윈부터 단계적으로 도입

미국은 SMART USA(Semiconductor Manufacturing and Advanced Research with Twins)를 통해 반도체 설계, 제조, 첨단패키징 및 시험공정에 디지털트윈을 개발·검증·활용하는 제조혁신 기반을 구축

3.4 피지컬 AI와 자율제조의 확산

피지컬 AI의 개념과 역할

- 피지컬 AI는 AI가 실제 물리적 환경을 인식하고 상황을 판단한 후 로봇, 기계 및 자동화설비를 통해 작업을 수행하는 기술
  - 환경 인식: 카메라, 힘·촉각 센서, 위치센서 및 설비데이터를 활용하여 물체, 작업공간 및 공정상태를 파악
  - 상황 판단: AI가 생산목표, 작업순서 및 안전조건을 종합적으로 고려하여 수행해야 할 행동을 결정
  - 물리적 실행: 로봇팔, 이동로봇 및 자동화설비를 제어하여 조립, 검사, 운반 및 가공작업을 수행
  - 결과 학습: 작업결과와 환경변화를 다시 데이터로 수집하여 AI의 인식과 제어성능을 지속적으로 개선
- 피지컬 AI는 제조 AI의 전체 개념과 동일한 것이 아니라 AI의 판단을 실제 제조작업으로 구현하여 자율제조를 가능하게 하는 핵심 실행기술

기존 산업용 로봇과 피지컬 AI의 차이

- 기존 산업용 로봇이 사전에 입력된 경로와 명령을 반복적으로 수행하는 데 비해 피지컬 AI는 작업환경을 인식하고 변화에 대응
  - 고정된 작업에서 유연한 작업으로 전환: 제품의 위치와 형상이 달라지더라도 센서와 AI를 활용하여 작업방식을 조정
  - 명시적 프로그래밍 의존도 감소: 모든 동작을 개별적으로 입력하기보다 시연, 시뮬레이션 및 학습데이터를 통해 새로운 작업을 습득
  - 비정형 환경 대응: 정리되지 않은 부품, 이동하는 작업자 및 예측하기 어려운 장애물이 존재하는 환경에서 작업을 수행
  - 복수 작업 수행: 하나의 로봇이 조립, 검사, 분류 및 운반 등 다양한 업무에 활용될 수 있도록 범용성을 강화
  - 인간과의 협업 확대: 작업자의 위치와 행동을 인식하여 동일한 공간에서 안전하게 작업을 보조
- 피지컬 AI의 확산은 산업용 로봇의 경쟁요소를 속도와 정밀도에서 인식, 학습, 적응 및 범용 작업능력으로 확대

시뮬레이션 기반 피지컬 AI 학습

- 실제 제조현장에서 로봇을 반복적으로 학습시키는 데 필요한 시간, 비용 및 안전위험을 줄이기 위해 디지털트윈 기반 학습이 확대
  - 가상환경 구축: 실제 공장과 유사한 설비, 제품 및 작업공간을 디지털트윈으로 구현
  - 로봇 학습: 가상환경에서 로봇이 다양한 작업과 예외상황을 반복적으로 경험하도록 하여 행동모델을 학습
  - 합성데이터 생성: 조명, 제품형상, 카메라 위치 및 장애물 조건을 변화시키며 대규모 학습데이터를 확보
  - 가상 검증: 학습된 로봇의 작업성공률, 충돌 가능성 및 안전성을 실제 배치 이전에 확인

– 현실 이전: 가상환경에서 학습한 AI 모델을 실제 로봇에 적용하고 현장데이터를 통해 추가로 보정

» NVIDIA는 Omniverse의 물리 시뮬레이션 및 디지털트윈과 Isaac의 로봇 개발도구를 연계하여 피지컬 AI의 학습·검증·배치를 지원

피지컬 AI의 제조현장 적용 확대

» 피지컬 AI는 작업환경의 변화가 많거나 기존 자동화로 처리하기 어려운 조립, 검사, 물류 및 유지보수 업무를 중심으로 적용

– 지능형 조립: 카메라와 힘 센서를 활용하여 부품의 위치와 결합상태를 인식하고 조립동작을 실시간으로 조정

– 자율 품질검사: 제품의 외관과 형상을 AI로 분석하고 불량 유형에 따라 제품분류와 후속작업을 자동으로 수행

– 자율 물류: 이동로봇이 공장의 작업상황과 장애물을 인식하여 부품과 완제품을 필요한 위치로 운반

– 유연한 자재취급: 형태와 배열이 일정하지 않은 부품을 인식하고 적절한 방식으로 집어 이동·배치

– 위험작업 대체: 고온, 유해물질 및 중량물 취급 등 작업자에게 위험한 환경에서 자율적으로 작업을 수행

» 미국 내 반도체와 전자 제조시설에서도 공장 설계와 로봇작업 개발에 디지털트윈과 피지컬 AI를 적용하는 사례가 확대

자율제조로의 단계적 발전

» 자율제조는 개별 로봇의 자율작업을 넘어 생산계획, 공정운영, 품질관리 및 물류가 AI를 통해 연계·조정되는 제조체계를 의미

– 설비 단위 자율화: 개별 설비가 상태를 진단하고 설정된 범위 안에서 운전조건을 자동으로 조정

– 공정 단위 자율화: 복수의 설비와 로봇이 생산목표와 공정상황에 따라 작업순서와 자원배분을 조정

– 공장 단위 자율화: 생산계획, 품질, 유지보수 및 물류시스템이 데이터를 공유하며 공장 전체를 최적화

– 공급망 단위 자율화: 수요, 재고 및 공급위험 변화에 따라 여러 생산거점과 공급기업의 운영계획을 조정

– 인간 감독형 자율화: 안전성과 책임성을 확보하기 위해 AI가 운영을 담당하되 주요 결정은 인간이 감독·승인하는 구조를 유지

» NIST의 2026년 스마트제조 AI 로드맵은 AI가 산업 가치사슬의 효율성, 적응성 및 자율성을 높이는 방향으로 발전하고 있음을 제시

3.5 주요 기업의 제조 AI 플랫폼 경쟁

제조 AI 경쟁의 플랫폼화

- 제조 AI 시장의 경쟁이 개별 소프트웨어나 로봇 제품에서 제조데이터, AI 모델, 디지털트윈, 컴퓨팅 및 자동화설비를 연결하는 플랫폼 경쟁으로 전환
  - 데이터 연결: 다양한 제조설비와 기업시스템에서 발생하는 데이터를 통합하여 AI가 활용할 수 있는 기반을 확보
  - AI 개발환경: 제조기업과 파트너가 산업별 AI 모델과 응용서비스를 개발·배포할 수 있는 도구를 제공
  - 디지털트윈 연계: 제품과 공장을 가상환경에 구현하여 설계, 시뮬레이션 및 로봇학습을 지원
  - 현장 실행 연결: AI의 분석과 판단을 산업용 제어시스템, 로봇 및 자동화설비의 실제 작업으로 연결
  - 파트너 생태계: 장비기업, 소프트웨어 기업, 시스템통합 기업 및 제조기업이 플랫폼을 중심으로 솔루션을 공동 개발
- 플랫폼 경쟁력은 단일 기술의 성능뿐 아니라 제조데이터 접근성, 기존 시스템과의 호환성, 산업별 전문성 및 파트너 생태계에 의해 결정

NVIDIA의 피지컬 AI 인프라 전략

- NVIDIA는 GPU 기반 가속컴퓨팅, Omniverse 디지털트윈 및 Isaac 로봇 플랫폼을 연결하여 피지컬 AI 개발에 필요한 공통 인프라를 제공
  - 가속컴퓨팅: 대규모 산업 AI와 로봇 모델의 학습·추론에 필요한 GPU 및 컴퓨팅 시스템을 제공
  - Omniverse: 공장과 로봇을 가상공간에 구현하고 물리 시뮬레이션과 합성데이터 생성을 지원
  - Isaac: 로봇의 인식, 이동, 조작 및 학습에 필요한 소프트웨어와 시뮬레이션 환경을 제공
  - AI 모델 생태계: 로봇과 자율시스템의 학습에 활용할 수 있는 기반모델과 개발도구를 확대
  - 산업 파트너십: 산업용 소프트웨어, 로봇, 자동화 및 제조기업과 협력하여 NVIDIA 기술을 산업 플랫폼에 통합
- NVIDIA는 제조설비를 직접 생산하기보다 제조 AI와 로봇 개발에 필요한 컴퓨팅·시뮬레이션 기반을 제공하는 수평적 플랫폼 전략을 추진
  - 2026년에는 주요 산업용 소프트웨어 기업과의 협력을 확대하여 설계, 엔지니어링 및 제조 전 과정에 AI와 Omniverse 기술을 연결

Siemens의 산업 소프트웨어·자동화 통합 전략

- Siemens는 제품설계, 디지털트윈, 제조운영, 산업자동화 및 생성형 AI를 연결하는 산업 전주기 플랫폼 전략을 추진
  - Siemens Xcelerator: 설계, 시뮬레이션, 제조 및 운영 관련 소프트웨어와 서비스를 연결하는 개방형 디지털 비즈니스 플랫폼

- 디지털트윈: 제품, 생산공정 및 공장의 정보를 연결하여 설계부터 실제 운영까지 제조 전 과정을 가상화
- Industrial Copilot: 자연어를 활용하여 자동화 코드 작성, 설비진단 및 엔지니어링 업무를 지원
- 산업자동화 연계: AI와 디지털트윈의 분석결과를 제어시스템과 생산설비의 실제 운영에 반영
- 산업 전문성 활용: 제조설비와 자동화 분야에서 축적한 공정지식과 고객기반을 AI 플랫폼 경쟁력으로 활용

» Siemens는 디지털 설계와 실제 제조설비를 함께 보유한 강점을 바탕으로 디지털트윈과 산업 AI를 물리적 생산현장에 직접 연결

- 2026년 공개한 Digital Twin Composer는 제품, 공정 및 공장의 3차원 모델을 구축하고 다양한 변화가 제조운영에 미치는 영향을 시각적으로 분석하도록 지원

Microsoft의 클라우드·데이터·AI 에이전트 전략

» Microsoft는 Azure, Microsoft Fabric, Copilot 및 산업별 파트너 생태계를 기반으로 제조데이터와 AI 서비스를 연결하는 클라우드 중심 전략을 추진

- Azure 클라우드: 제조기업이 대규모 데이터를 저장·분석하고 AI 모델을 학습·운영할 수 있는 컴퓨팅 기반을 제공
- Microsoft Fabric: 설비, 공정 및 기업시스템에 분산된 데이터를 통합하고 실시간으로 분석할 수 있는 데이터 기반을 제공
- 디지털트윈: 설비와 공정의 관계를 온톨로지 기반으로 모델링하고 실시간 데이터를 연결하여 제조환경을 통합적으로 파악
- Copilot·AI 에이전트: 작업자와 관리자가 자연어를 통해 제조데이터를 조회하고 문제원인과 대응방안을 분석하도록 지원
- 파트너 중심 현장연계: 자동화와 산업장비를 직접 공급하기보다 제조기업, 장비기업 및 시스템통합 기업과의 협력을 통해 현장 적용을 확대

» Microsoft는 범용 클라우드·AI 기술을 제조기업의 산업데이터 및 파트너 솔루션과 결합하여 제조 가치사슬 전반으로 확산하는 전략을 추진

- 디지털트윈과 AI 에이전트를 연결하여 제조와 공급망의 상태를 분석하고 운영대안을 시뮬레이션하는 기능을 확대

Rockwell Automation의 제어·운영 중심 전략

» Rockwell Automation은 제조현장의 제어시스템과 자동화설비에서 확보되는 운영데이터를 기반으로 산업 AI를 생산운영에 직접 적용하는 전략을 추진

- 제어시스템 기반: 공장 내 설비와 생산라인을 제어하는 자동화 시스템을 통해 실시간 운영데이터를 확보
- 산업 AI 적용: 설비상태, 품질 및 공정데이터를 분석하여 예지정비, 이상 탐지 및 생산 최적화를 지원
- 엣지 AI 강화: 제조현장에 가까운 위치에서 AI를 운영하여 실시간 공정제어와 신속한 의사결정을 지원

- 기존 설비 연계: 제조기업이 보유한 자동화설비와 제어시스템에 AI 기능을 단계적으로 추가할 수 있도록 지원
- NVIDIA 협력: NVIDIA의 AI 및 Omniverse 기술과 Rockwell의 산업자동화 역량을 결합하여 디지털 공장과 지능형 로봇 활용을 확대

» Rockwell Automation은 제조현장의 제어와 운영기술을 기반으로 AI의 분석결과를 실제 생산공정에 적용하는 실행역량을 경쟁우위로 활용

플랫폼 기업 간 경쟁구도의 차별화

» 주요 기업은 보유한 핵심역량에 따라 제조 AI 플랫폼 시장에서 서로 다른 진입경로와 경쟁전략을 적용

- NVIDIA: GPU, 시뮬레이션 및 로봇 개발도구를 중심으로 피지컬 AI의 공통 컴퓨팅 인프라를 선점하는 전략
- Siemens: 산업 소프트웨어, 디지털트윈 및 자동화설비를 연결하여 설계부터 생산까지의 통합 플랫폼을 구축하는 전략
- Microsoft: 클라우드, 데이터 및 생성형 AI를 기반으로 제조기업과 파트너의 데이터를 연결하는 수평적 플랫폼 전략
- Rockwell Automation: 산업제어와 생산운영 기반을 활용하여 제조현장에서 AI를 직접 실행하는 운영기술 중심 전략
- 제조기업: 특정 플랫폼에 전적으로 의존하기보다 복수의 클라우드, 산업 소프트웨어 및 자동화 플랫폼을 조합하는 방식으로 도입

» 제조 AI 플랫폼 경쟁은 기술기업과 산업기업이 각각의 강점을 결합하는 협력과 제조데이터·고객접점을 확보하려는 경쟁이 동시에 진행되는 구조

플랫폼 협력과 경쟁의 동시 확대

» 단일 기업이 반도체, 클라우드, 산업 소프트웨어, 자동화 및 로봇을 모두 제공하기 어려워 기업 간 협력관계가 확대

- 기술 보완: AI 컴퓨팅 기업은 제조현장 전문성을 확보하고 산업기업은 최신 AI 모델과 컴퓨팅 기술을 활용하기 위해 협력
- 공동 시장개척: 플랫폼 기업과 자동화기업이 통합 솔루션을 개발하여 제조기업의 도입과 시스템 구축을 지원
- 생태계 확대: 개발자, 장비기업 및 시스템통합 기업이 공통 플랫폼에서 응용서비스를 개발하도록 유도
- 주도권 경쟁: 협력관계 안에서도 제조데이터, AI 모델, 고객접점 및 운영체계의 주도권을 둘러싼 경쟁이 지속

» 향후 제조 AI 시장은 단일한 지배적 플랫폼보다 산업과 공정의 특성에 따라 복수의 플랫폼이 상호 연결되는 구조로 발전할 가능성

04 시사점

제조업 AI(M.AX) 중심의 제조혁신 정책으로 전환

미국 M.AX 추진체계의 정책적 시사점

- 미국은 제조 AI(M.AX)를 개별 AI 기술이 아닌 제조데이터, 생성형 AI, 디지털트윈, 피지컬 AI 및 제조플랫폼을 통합하는 제조혁신 전략으로 추진하며, 생산성 향상뿐 아니라 공급망 안정, 첨단산업 육성 및 국가 제조경쟁력 확보를 위한 핵심 정책수단으로 활용
- 우리나라는 현재 추진 중인 M.AX 정책을 기반으로 단순 AI 도입·활용에서 코파일럿, AI 에이전트, 다중 에이전트 및 자율제조로 이어지는 단계별 기술·산업 확산체계로 고도화할 필요
- 연구개발, 실증, 사업화 및 현장 확산을 연계하는 지원체계를 구축하고, 기술개발 성과를 제조현장의 생산성, 품질 및 운영 효율 중심으로 평가하는 정책체계 강화 필요

제조데이터·피지컬 AI 기반 산업 경쟁력 확보

제조 AI(M.AX)의 핵심 경쟁요소 확보

- 제조 AI(M.AX)의 경쟁력은 범용 AI 모델보다 제조데이터, 공정 전문지식, 디지털트윈 및 피지컬 AI 활용 역량에 의해 결정되므로 제조데이터 표준화와 산업별 데이터 활용체계 구축 강화 필요
- 산업별 제조 특성과 공정지식을 반영한 특화 AI 모델을 고도화하고, 디지털트윈과 실제 제조환경을 연계하여 피지컬 AI의 성능·안전성 및 현장 적용성을 검증할 수 있는 실증체계 강화 필요

제조 AI 플랫폼 경쟁력 및 산업 확산 기반 강화

플랫폼 중심의 제조 AI 생태계 구축

- 글로벌 제조 AI 플랫폼과의 협력을 확대하되 국내 제조데이터와 핵심 AI 모델에 대한 통제권을 확보하고 개방형·상호운용형 제조 AI 플랫폼 역량 강화 필요
- 중소·중견기업의 디지털 수준과 AI 활용역량을 고려하여 범용 AI 활용에서 공정 특화 AI, AI 에이전트 및 자율운영으로 발전할 수 있는 단계별 MAX 확산체계를 마련하고 공동 실증지역 기반 지원기능 강화 필요

지속가능한 제조 AI(M.AX) 생태계 조성

인재·신뢰·국제협력 기반 강화

- 제조·AI 융합형 인재 양성과 숙련기술의 디지털 자산화를 통해 제조현장의 전문지식을 지속적으로 축적·활용하고 인간-AI 협업 중심의 제조운영 체계로의 전환을 지원 필요
- 피지컬 AI와 자율제조 확산에 대응하여 AI가 실제 제조설비와 로봇을 제어하는 과정에서 발생할 수 있는 안전성·보안·신뢰성 문제에 대한 검증체계를 강화하고 국제표준과 연계한 산업 확산 기반 마련 필요

05 참고문헌

White House National Science and Technology Council (2022): "National Strategy for Advanced Manufacturing."

Manufacturing.gov (2024): "Advanced Manufacturing."

Manufacturing.gov (2024): "What Is the MEP National Network?"

Manufacturing USA (2025): "Manufacturing USA Network and Advanced Manufacturing Innovation Institutes."

U.S. Department of Energy (2025): "U.S. Department of Energy Announces Nearly $13 Million to Incentivize Smart Manufacturing at Small- and Medium-Sized Facilities."

U.S. Department of Energy (2024): "Manufacturing and Energy Supply Chains Fiscal Year 2024 Annual Report."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2026): "2026 Roadmap on Artificial Intelligence and Machine Learning for Smart Manufacturing."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2026): "Artificial Intelligence (AI) for Manufacturing Workshop."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2024): "Manufacturing Digital Twin Standards."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2024): "Digital Twins for Advanced Manufacturing."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2024): "Roadmap to Strengthen the U.S. Manufacturing Supply Chain Through Digital Thread Technology."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2023): "Conceptual Architecture of Digital Twins with Human-in-the-Loop-Based Smart Manufacturing."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2023): "An Analysis of the New ISO 23247 Series of Standards on Digital Twin Framework for Manufacturing."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2023): "Digital Twin Core Conceptual Models and Services."

National Institute of Standards and Technology (NIST) (2024): "Robotics."

National Institute of Standards and Technology Manufacturing Extension Partnership (NIST MEP) (2024): "Manufacturing Extension Partnership National Network."

U.S. Department of Commerce and National Institute of Standards and Technology (2024): "CHIPS for America Announces New Proposed $285 Million Award for CHIPS Manufacturing USA Institute for Digital Twins."

Microsoft (2025): "Industrial AI in Action: How AI Agents and Digital Threads Will Transform the Manufacturing Industries."

Microsoft (2025): "Unlocking the Future of Manufacturing with AI-Powered Digital Thread."

Microsoft (2025): "Hannover Messe 2025: Microsoft Puts Industrial AI to Work."

Microsoft Learn (2025): "What Is Microsoft for Manufacturing?"

Siemens (2026): "Siemens Unveils Technologies to Accelerate the Industrial AI Revolution at CES 2026."

Siemens (2025): "Industrial Copilot: Generative AI for Industry."

NVIDIA (2026): "NVIDIA and Global Industrial Software Giants Bring Design, Engineering and Manufacturing Into the AI Era."

NVIDIA (2026): "NVIDIA Releases New Physical AI Models as Global Partners Unveil Next-Generation Robots."

NVIDIA (2026): "NVIDIA Announces Open Physical AI Data Factory Blueprint to Accelerate Robotics, Vision AI Agents and Autonomous Vehicle Development."

NVIDIA (2025): "NVIDIA and U.S. Manufacturing and Robotics Leaders Drive America's Reindustrialization with Physical AI."

NVIDIA (2025): "NVIDIA Launches Cosmos World Foundation Model Platform to Accelerate Physical AI Development."

NVIDIA (2025): "NVIDIA Omniverse: Platform for Developing Physical AI and Industrial Digital Twins."

Rockwell Automation (2025): "2025 State of Smart Manufacturing Report."

Rockwell Automation (2025): "Industrial AI in Manufacturing: From Automation to Autonomy."

Rockwell Automation (2024): "Rockwell Automation to Bring Innovative Technologies and Solutions to PACK EXPO International."

ISO (2021): "ISO 23247: Automation Systems and Integration—Digital Twin Framework for Manufacturing."

GLOBAL TECH KOREA

Industrial Technology and Market Strategic Analysis Report

미국의 M.AX 추진 동향과 제조 AI 플랫폼 경쟁

발 행 일 2026년 9월

발 행 처 한국산업기술기획평가원 미국 실리콘밸리 거점

작 성 자 남기환

※ 본 자료에 수록된 내용은 한국산업기술진흥원의 공식 견해가 아님을 밝힙니다.

※ 본 자료의 내용은 무단 전재할 수 없으며, 인용할 경우 반드시 원문 출처를 명시하여야 합니다.

GLOBAL TECH KOREA

Industrial Technology and Market Strategic Analysis Report

