

인공지능 시대, 혁신 생태계 선도 전략

(자율제조, AI 반도체, AI 소프트웨어, 휴머노이드 로봇)

황덕규 연구위원(투자기획조정센터)

I. 논의 배경

- 인공지능은 전 세계적으로 기술 패권 경쟁의 중심에 있으며, 과학기술뿐만 아니라 산업과 경제 전반의 혁신을 주도하는 핵심 요소로 자리 잡고 있음

- 주요국들은 AI 기술을 기반으로 다양한 산업에서 새로운 기회를 창출하고, 국가 경쟁력 확보를 위해 전략적 투자와 기술 개발을 강화하고 있음

※ Precedence Research에 따르면, 2023년 글로벌 인공지능 시장 규모는 5,381억 달러를 기록하였으며, 2032년까지 연평균 성장률 19.0%를 기록하며 2조 5,751억 6,000만 달러(약 3,738조 원)로 성장할 것으로 전망

※ 블룸버그 인텔리전스에 따르면, 생성형 AI 시장은 향후 10년간 매년 42%씩 성장하여 2032년에는 약 1조 3,000억 달러(약 1,887조 원) 규모에 이를 것으로 전망

- 최근 AI의 발전은 다양한 산업 분야*에 기술 혁신을 촉진하며 산업 구조를 변화시키는 핵심적인 요인으로 작용하고 있음

* 헬스케어(신약개발 등), 금융, 모빌리티, e커머스, 엔터테인먼트, 제조 등

〈표 1〉 인공지능의 산업분야 적용 예시

산업 분야	AI의 적용 예시	기술 혁신 요인	산업 구조 변화
제조업	스마트 공장, 로봇 자동화	자동화 생산공정, 품질 예측	인력 축소, 생산성 증대
의료 산업	AI 진단 시스템, 맞춤형 의료	정밀 진단, 개인화 의료 서비스	의료 서비스의 효율성 및 정확성 증가
금융 서비스	로보어드바이저, 이상거래 탐지	자동화된 자산 관리, 보안 강화	인력 재배치, 고객 서비스 품질 향상
운송·물류	자율주행차, AI 기반 물류 관리	운송 최적화, 자동 물류관리	물류 비용 절감, 운송 효율성 증대
고객 서비스	챗봇, 개인화된 추천 서비스	자동화된 고객 대응, 맞춤형 서비스 제공	인건비 절감, 고객 만족도 향상
농업	스마트팜, 정밀농업 기술	생산량 예측 및 최적화, 자원 효율화	농업 생산성 증대, 환경 친화적 농업 발전
교육	AI 튜터, 맞춤형 학습 플랫폼	개인 맞춤형 교육 콘텐츠 제공, 학습 성과 분석	학습효과 극대화, 교육 접근성 확대
엔터테인먼트	AI 콘텐츠 제작, 추천 알고리즘	콘텐츠 제작 자동화, 맞춤형 소비 경험	소비자 참여 증대, 새로운 콘텐츠 시장 형성

제174회 수요포럼 개최 개요

(일시/장소) 2025년 3월 26일(수) 14:00~15:40 / 한국과학기술회관 온라인방송실

(토론 좌장) 전승수 KISTEP 사업조정평가본부장

(발 표) 조성호 KISTEP 센터장, 안기현 한국반도체산업협회 전무, 정해동 IITP 인공지능PM, 김익재 KIST 소장

■ AI 기술의 확산과 활용은 과학기술과 산업 전반의 가치사슬을 변화시키고 있으며, 이에 따른 기회와 도전 과제 또한 증가하고 있음

- 자율제조 기술은 스마트팩토리, 생산 자동화, 품질 관리 최적화를 통해 제조업 혁신을 주도하며, 글로벌 공급망 안정성과 산업 경쟁력을 강화하는 핵심 기술로 부상
※ 독일(지멘스, 메르세데스-벤츠 등 AI 스마트팩토리 구축), 미국(Tesla, AI 기반 제조 자동화)
- AI 반도체 기술은 대규모 데이터 처리 성능을 향상시키고, 고효율·저전력 AI 연산을 지원하며, 차세대 AI 시스템의 핵심 요소로 자리 잡고 있음
※ 미국(NVIDIA, AMD, Intel의 AI 전용 칩 개발), 중국(화웨이, 알리바바 AI 반도체 투자 확대), 한국(삼성전자, SK하이닉스 차세대 AI 반도체 개발)
- AI 소프트웨어는 데이터 분석, 의사결정 자동화, 예측 모델링 등의 기능을 통해 작업 효율성을 높이며, 다양한 응용 분야에서 빠르게 확산되고 있음
※ 생성형 AI(ChatGPT, Gemini 등), AI 기반 의료 진단 및 금융 분석 소프트웨어
- 휴머노이드 로봇 기술은 자율주행, 스마트 물류, 인간-로봇 협업 등 다양한 분야에서 활용되며, 물류·서비스·의료 등 다양한 산업의 생산성을 향상시키는 역할을 수행
※ 미국(Boston Dynamics, Tesla AI 로봇), 일본(소프트뱅크 로보틱스), 한국(현대로보틱스, 네이버랩스)

■ 우리나라도 AI 혁신 생태계에서 주도권을 확보하기 위한 연구개발 투자, 산업과 관련된 전략기술 확보의 중요성과 시급성이 더욱 강조되고 있음

- 한국은행의 분석(2025년)에 따르면, AI 도입으로 총요소생산성이 1.1%에서 3.2%까지 향상되고, 국내총생산(GDP)은 4.2%에서 최대 12.6%까지 증가할 수 있는 잠재력이 있어 고령화와 저출생으로 인한 노동 공급 감소로 예상되는 GDP 감소 폭을 크게 줄일 수 있음을 시사
- 산업연구원(2024년)에 따르면, 2022년 기준 국내 기업의 AI 활용 비중은 4.5%에 불과하고, 2023년 잠정 통계에서는 6.3%로 소폭 증가하여 AI 기술의 중요성에도 불구하고 국내 기업들의 활용률은 아직 낮은 수준
- 따라서 AI 기반 산업 혁신과 글로벌 시장 경쟁력을 확보하기 위해 제조업과 같은 전통 산업, 세계 최고의 기술력을 보유하고 있는 반도체 뿐만 아니라, AI 생태계의 핵심인 소프트웨어, 파급효과가 클 것으로 예상되는 AI-로봇의 융합 등 혁신 역량을 선도할 수 있는 기술을 발전시키는 것이 필요
- 또한 AI 산업이 지속 가능한 혁신 생태계를 구축하기 위해서는 데이터센터와 같은 인프라와, 기술혁신, 인재 양성, 관련 제도 고도화 등 다각적이고 장기적인 접근이 필수적

■ 이와 같은 배경으로 제174회 KISTEP 수요포럼은 인공지능 시대 혁신 생태계 선도 전략(자율제조, AI 반도체, AI 소프트웨어, 휴머노이드 로봇)을 주제로 관련 이슈와 현안에 대한 논의를 통해 인공지능 기술 발전과 산업 생태계 구축을 모색하는 등 치열한 글로벌 환경 속에서 우리나라의 향후 방향성을 탐색함

II. 현황 및 이슈

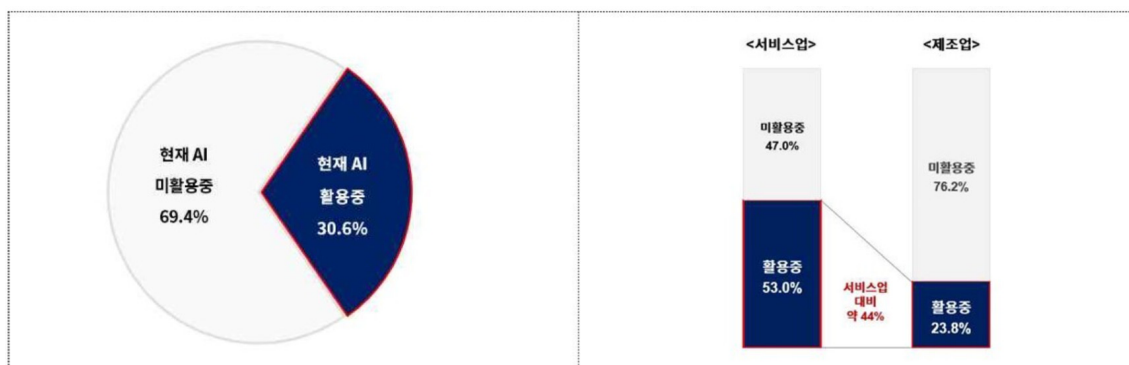
1 자율 제조¹⁾

- 우리나라는 국가적 차원의 제조경쟁력 강화를 위해 R&D 및 비R&D사업을 통해 대대적인 지능형 공장 보급사업을 추진하고 제조산업 전반에 MES, ERP 등의 솔루션 구축을 지원하여 제조업의 디지털 전환과 경쟁력 강화를 도모

- 또한, 물리 공정의 디지털트윈 기술이 발전하고, 보편화되면서 단일 제조 공정뿐만 아니라 전체 제조 공정에 대한 ‘디지털 제조 데이터’를 확보할 수 있는 기초 기반은 다져지고 있는 시점

※ MES : Manufacturing Execution System, ERP : Enterprise Resource Planning

- 다만 ‘국내기업 AI 기술 활용 실태 조사’에 따르면, 제조업의 AI 활용률은 23.8%로 서비스업 분야 활용률(53%)의 절반에도 못 미치고 있는 실정



〈그림 1〉 AI기술 활용 비율

출처: 전기신문(<https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=342289>)

- 디지털 전환이 가속화되면서 AI는 단순한 자동화를 넘어, 예측·최적화·자율성을 가능하게 하는 핵심 기술로 자리 잡고 있음

- 생산성 향상, 비용 절감, 안전 강화, 고객 대응까지 아우르는 AI 중심의 스마트 제조 전략은 산업 경쟁력 확보의 핵심

〈표 2〉 AI기반 자율제조 스마트공장의 필요성

핵심 영역	주요 내용
생산 공정 최적화 및 자율 운영	IoT 데이터 분석으로 공정 효율화- 예지 정비로 설비 고장 예방- 스마트 로봇 협업으로 자동화- 에너지 소비 최적화
실시간 데이터 분석 및 의사결정	클라우드·엣지 기반 고속 분석- 문제 즉시 탐지 및 자동 의사결정- 관리자 의사결정 지원
초연결 스마트 공장 운영	공급망(SCM) 최적화- 자동 주문·재고 관리- 글로벌 생산 동기화
맞춤형 제조 및 고객 중심 생산	수요 예측 기반 맞춤 생산- 대량 맞춤형(Mass Customization) 가능- 고객 데이터 기반 유연한 생산
사이버 보안 및 위험 관리	AI 보안 시스템으로 침입·해킹 감지- 이상 징후 실시간 대응- OT-IT 통합 보안 강화

1) 연사(KISTEP 조성호 센터장) 발표 및 토론 내용을 기반으로 정리함

■ 디지털 제조 데이터 수집 표준, 활용단계에서의 보안 및 규제 문제, 산업별-도메인별 AI 제조 파운데이션 모델의 부재 등이 제조업 분야에서 AI기술의 확산·내재화 장애요인으로 인식

- 개별 기업들의 요구시점과 수준에 따라 ‘자동화’ 중심의 생산성 향상 전략에 머물러 있어, AI 제조혁신 전략의 보편적인 현장보급·확산은 부진한 상태로 평가
- 이러한 문제를 극복하기 위해서는 제조 데이터의 표준화 및 개방을 위한 산업 생태계 차원의 협력 체계 구축과, 데이터 활용 과정에서의 명확한 보안 가이드라인 및 규제 완화 방안 마련이 필수
- 또한, 산업 및 도메인별 특성에 맞춘 제조 특화 AI 파운데이션 모델 개발을 촉진하여 다양한 제조 기업들이 실질적이고 지속 가능한 AI 기반 혁신을 이룰 수 있도록 지원하는 정책적, 기술적 노력이 요구

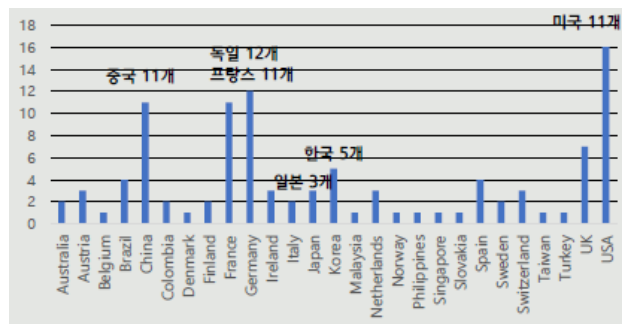
■ AI 기술을 도입할 기업과 AI 기술을 공급할 기업이 모두 상생, 발전할 수 있는 생태계를 조성하기 위한 개방형 아키텍처 기반의 UAO(Open-source Autonomous Operations) AI 제조 솔루션을 중심으로 추진할 필요

- AI 자율제조 분야에서 오픈소스 플랫폼은 지난 20여년 간 지속적으로 발전되어, 개발자와 수요자 입장에서 가장 빠르고, 쉽게, 높은 수준의 완성도를 얻을 수 있음
- 기존 SI(System Integration)업체는 기업이 필요로 하는 제조혁신솔루션을 제공해 왔으나, 도메인 또는 사이트에 특화된 방식을 사용하기 때문에 AI 제조혁신의 보편적인 보급·확산 전략으로서는 부적절

■ AI 기술을 도입하는 기업에게는 낮은 도입비용, 빠른 현장적용, 편리한 상호운용 및 호환, 지속가능한 혁신 측면에서 독자적인 프로토콜보다는 개방형 아키텍처 기반의 제조업의 디지털 전환 촉진이 필요

- 뿐만 아니라, UAO기반의 AI 자율제조 시스템은 탄소중립을 실현하는 데 있어서 탄소배출 인벤토리(Carbon Emission Inventory) 구축을 위한 실시간 데이터 수집, 최적화된 자원 활용, 에너지 효율 개선, 배출량 분석 등의 기능 제공 가능
- 각국의 선도적인 제도권 시스템 통합(SI) 업체*들이 시장 지배권을 두고 경쟁하고 있으며, 이는 폐쇄형 플랫폼과 거대 자본에 기반한 선두 업체들과, 개방형 전략을 선택한 후발 주자들 간의 대결 양상으로 나타남

* Siemens(독일), ABB(스위스), Rockwell(미국)



출처: 174회 수요포럼 발표자료

〈그림 2〉 주요국 UAO 참여 기관 현황

2 AI 반도체2)

- 인공지능의 발전과 구현은 막대한 양의 데이터를 초고속으로 처리하는 연산 능력에 달려 있고 AI 시스템의 연산 성능은 반도체의 성능 및 효율성에 의해 결정
 - AI 알고리즘을 실제로 구현하고 고속 연산을 처리하기 위한 고성능 반도체 시장은 미국의 엔비디아가 GPU를, 한국의 SK하이닉스가 HBM 메모리를, 대만의 TSMC가 제조 공정을 주도하면서 각국이 기술과 시장을 중심으로 치열한 주도권 경쟁을 펼치고 있음

〈표 3〉 주요국 반도체 주요기업 현황

국가	주요 기업	역할 및 경쟁력
미국	NVIDIA	GPU 시장 점유율 압도적 (AI 모델 훈련용 A100, H100 등), CUDA 생태계로 고립적 우위
	AMD	GPU 후발주자이지만 AI 추론용 제품군 확장 중
	Intel	CPU 기반 AI 추론 + AI 특화 칩 (Gaudi2) 시도
한국	SK하이닉스	HBM3 및 HBM3E 공급 주도, NVIDIA 등 주요 고객사 대상
	삼성전자	HBM 및 자체 AI 칩 개발도 추진 중 (메모리+로직 통합 연구 진행)
대만	TSMC	3nm 이하 첨단 공정 독점적 제공, NVIDIA·AMD 등 글로벌 팹리스의 핵심 파트너
중국	SMIC, Huawei	AI용 칩 개발 및 국산화 시도, 미국 수출 규제에 성장 제한적이나 대체 생태계 구축 중

- AI반도체의 핵심인 GPU는 엔비디아가 시장을 장악하고 있으나, 해당 GPU에 필수적으로 적용되는 HBM 메모리 시장은 SK하이닉스를 비롯해 삼성전자, 미국의 마이크론, 중국의 창신메모리 등이 각축전을 벌이고 있어, 중장기적으로 치열한 경쟁이 불가피할 전망
 - 현재 한국은 HBM 메모리 기술에서는 세계 최고 수준의 경쟁력을 보유하고 있으나, GPU 및 NPU 설계 기술은 아직 초기 단계에 머물러 있고, AI반도체 완성도를 결정짓는 첨단 패키징 기술에서는 글로벌 주요 기업들에 비해 경쟁력이 낮아, 균형 있는 기술 발전을 위한 전략적 보완이 필요
 - 우리나라도 고성능·저전력 AI반도체를 출시하고 시스템SW및 클라우드 서비스 기업과 협력*하는 등 클라우드 생태계 확장을 위한 성장 잠재력 충분

* (사례) KT클라우드는 AI·HW(리벨리온), SW(모레)와의 협업을 통해 AI 풀스택 체계 구축



출처: 174회 수요포럼 발표자료

〈그림 3〉 국내 기업 클라우드용 AI반도체 개발 현황

- 시장규모와 성장률 측면에서 비메모리 반도체 및 파운드리 분야의 성장 잠재력이 가장 높으며 전기차 및 AI 산업 성장에 따라, 차량용·전력 반도체 분야 역시 유망 투자 분야로 주목받고 있음
 - 비메모리 반도체와 파운드리 분야는 시장 규모와 성장률 모두 높은 핵심 분야이며, AI와 디지털 전환 가속화에 따라 장기적 투자 가치가 큼

2) 한국반도체산업협회(안기현 전무) 발표 및 토론내용을 기반으로 정리함

- 차량용 및 전력 반도체는 시장 규모는 작지만, 전기차·자율주행 확대에 따른 구조적 성장 분야로 주목
- 메모리 반도체는 전통 강자이나 경쟁 심화 및 사이클 민감성 존재
- 디스플레이 드라이버 IC는 비교적 안정적 성장세 유지 중이나, 중국 중심의 저가 공세 리스크 고려 필요

〈표 4〉 반도체 분야 시장규모 및 성장률

분야	2024년 시장 규모	연평균 성장률(CAGR)	출처
메모리 반도체(DRAM & NAND Flash)	약 1,616억 달러	약 8.87% (2025~2033)	Global Market Statistics
비메모리(시스템) 반도체	약 5,700억 달러	약 8~10%	Fortune Business Insights
파운드리(반도체 위탁생산)	약 1,363억 달러	약 9.1% (2025~2034)	Global Market Insights
전력 반도체(SiC/GaN 포함)	약 54.07억 달러	약 4.93% (2025~2030)	Mordor Intelligence
차량용 반도체	약 69.3억 달러	약 11% (2024~2032)	Global Market Insights
디스플레이 드라이버 IC (DDI)	약 42.3억 달러	약 8.2% (2024~2030)	Semiconductor Insight

■ 클라우드 기반 초거대 생성형 AI 서비스가 확대됨에 따라 데이터센터의 효율성과 저전력화가 중요해지고 있으며 온디바이스 AI가 스마트폰, 자동차, 로봇 등의 기존 주력 산업 및 로봇, CCTV, 웨어러블 등 신산업 성장을 견인하는 핵심 동력으로 부상하고 있음

- (클라우드 분야) 클라우드 기반 초거대 생성형 AI 서비스 확대에 대응, 데이터센터 고효율·저전력화를 위한 HW·SW 생태계 강화 필요
- (온디바이스 AI분야) 전·후방 산업의 핵심 경쟁력을 조기 확보하고, 국내외 초기시장을 적극적으로 공략하여 성장의 기틀을 다질 필요

※ 온디바이스 AI는 주력 산업(스마트폰·자동차·로봇 등)의 성장과 신산업(로봇·CCTV·웨어러블 등) 확산의 핵심동인이 될 전망

■ AI 반도체의 성능 향상은 이제 단일 칩의 진보만으로는 한계가 있으며, 첨단 패키징 기술이 이를 보완하고 주도하는 축이 되고 있음

- 반도체 성능 한계 극복과 지속 가능한 기술 진화를 위해, 첨단 패키징 기술은 단순 보조 수단이 아닌 핵심 전략 기술로 자리 잡고 있으며, 향후 AI, HPC, 모빌리티, 데이터센터 등 고성능 응용 분야에서 결정적 역할을 하게 될 것으로 전망
- 특히 3D 집적, 칩렛 기반 구조, 고대역폭 인터커넥션 기술이 AI 성능을 좌우하는 핵심 요소로 떠오르고 있으며, 이에 따라 산업·정책 차원에서의 집중 투자와 생태계 기반 조성이 시급

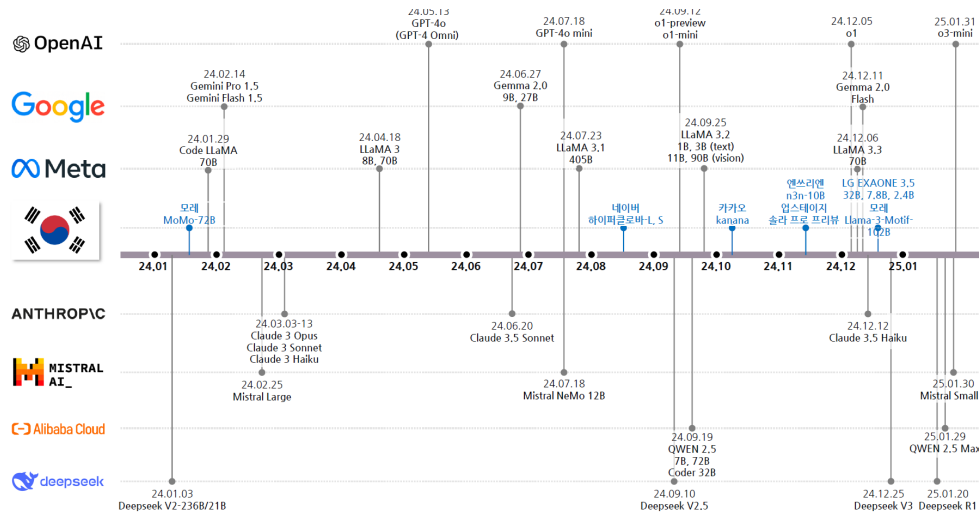
3 AI 소프트웨어3)

- 최근 ChatGPT 등의 인공지능은 단일 태스크를 넘어 복합적인 과업 수행에서도 우수한 성능을 보이고 있으며, 일부 영역에서는 인간을 능가하는 수준에 도달

- 기존의 단일 상호작용 기반 ‘Artificial Narrow Intelligence(ANI)’를 넘어, 정교한 추론과 반복 계획을 통해 자율적으로 문제를 해결하는 ‘Agentic AI’, 인간과 유사한 자율성과 창의성 발휘, 미지 영역 탐색하는 ‘Innovative AI’로 빠르게 진화하고 있음
- 이는 종국적으로 단순한 도구 수준의 AI를 넘어서, 스스로 문제를 정의하고, 복잡한 상황에서도 최적의 전략을 세워 실행하는 자율적 시스템으로 발전하는 것임
- 결국 인간이 지시하지 않더라도 고차원 목표에 맞춰 계획-추론-수행-적응의 전 과정을 자율적으로 수행하는 AGI(Artificial General Intelligence) 실현 가능성으로 이어짐

- 미국, 중국 등 주요국은 AI R&D에 지속 투자 중이며, 이에 따라 글로벌 AI 기술 격차는 점차 심화되고 있음

- 미국은 NVIDIA, AWS, OpenAI 등 클라우드, 모델, 인프라 전 부문에서 통합 우위에 있으며 중국은 제재에도 불구하고 내재화 전략 강화 및 자체 AI칩 개발(Baidu Kunlun 등)에 집중하고 있는 동시에 Deepseek 등 새로운 가능성도 등장하고 있음



출처: 174회 수요포럼 발표자료

〈그림 4〉 인공지능의 현재

- 양국은 단일 기업이 아닌 국가 차원의 AI 산업 체계 구축 중이나, AI 모델의 성능은 모델 크기, 학습 데이터 양, 연산량(GPU 등 컴퓨팅 자원)에 비례해 비선형적으로 향상되는 법칙에 따라 여전히 방대한 컴퓨팅 자원과 데이터가 필수적임

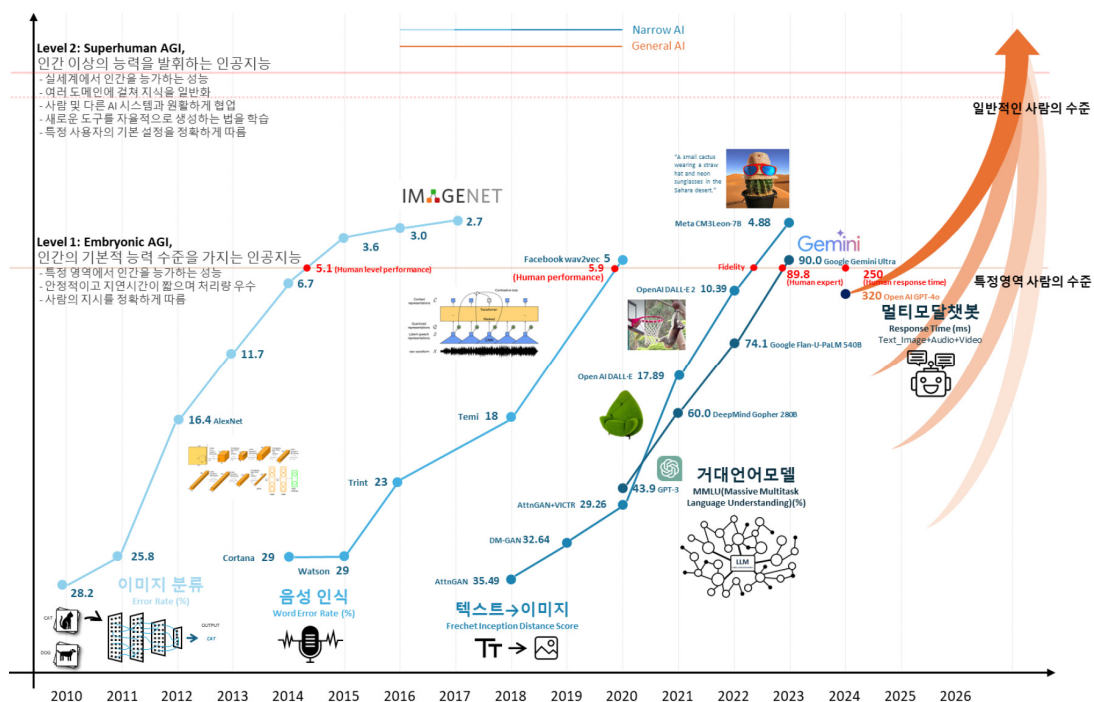
3) IITP(정혜동 인공지능PM) 발표 및 토론내용을 기반으로 정리함

- 우리나라도 모레, 업스테이지, 엔쓰리엔, LG AI연구원 등이 세계 최대의 AI 플랫폼인 허깅페이스의 ‘오픈 LLM 리더보드’ 에서 1위를 차지하여 글로벌 LLM 분야에서 주목받고 있으며 온디바이스 AI 및 글로벌 LLM 분야에서 경쟁력 충분히 확보하고 있고 KMMLU⁴⁾에서도 우수한 성적을 받고 있음
- 우리나라는 초거대 모델에만 집중하지 않고, 온디바이스 AI(엣지 AI) 및 산업 최적화 분야에서도 높은 경쟁력을 보유하고 있음

■ 현재 LLM 중심의 인공지능은 텍스트 데이터 확보 용이성에 기반해 급성장했지만, 현실 세계는 텍스트만으로 설명되지 않는 멀티모달 세계이므로 이를 반영한 기술개발 필요

- 현재 AI 기술은 텍스트 데이터 확보의 용이성 덕분에 LLM(초거대 언어모델)을 중심으로 급속히 성장중 이나 현실 세계는 텍스트 외에도 이미지, 영상, 음성, 촉각 등 다양한 데이터를 포함하는 멀티모달 세계이므로, 텍스트 중심 접근만으로는 한계 존재
- AI 기술이 현실 세계의 복잡한 상황을 제대로 이해하고 실제 환경에 적용되려면 멀티모달 데이터 처리와 물리 세계에 대한 이해가 필수적이므로 Physical AI가 차세대 AI의 핵심 기술로 부상 중

※ 물리세계 이해와 적용은 아직 해결되지 않은 도전 영역으로, 대표 사례로는 Fei Fei Li 교수의 World Labs 창업, CES 2025에서 Jensen Huang이 강조한 Physical AI 등이 있음



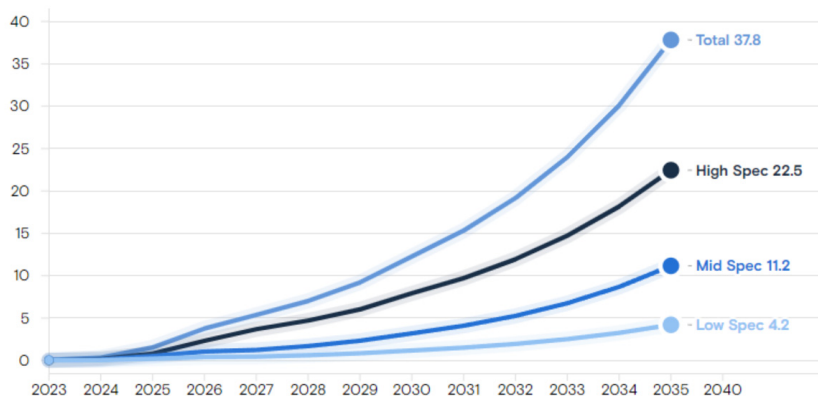
출처: 174회 수요포럼 발표자료

〈그림 5〉 인공지능 발전 현황

4) KMMLU(Korean Massive Multi-task Language Understanding) : 한국어로 된 다양한 분야의 질문을 통해 AI 모델의 범용 지식과 언어 이해 능력을 평가하기 위한 테스트 세트로, OpenAI의 GPT 시리즈, HyperCLOVA, KoAlpaca 등 여러 모델의 한국어 성능 비교에 활용

4 휴머노이드 로봇⁵⁾

- 휴머노이드 로봇은 생산인구감소에 따른 노동력 부족 문제 해결을 위한 대안으로 부상하고 있으며 이에 따라 로봇의 상용화 및 대량 생산에 대한 기대감이 상승하고 있는 반면에 국내에서는 휴머노이드 로봇 개발이 정체되어 위기감이 고조되고 있음
 - 고령화 및 출산율 저하로 제조, 물류 등 중요 분야에서 심각한 노동력 부족 발생하고 있고 자동화를 통한 생산성 및 효율성, 안전성 향상을 위한 대안으로 휴머노이드가 조명되고 있음
 - 미국(Tesla, Figure AI, Agility Robotics), 중국(Unitree, Fourier Intelligence, Xiaomi) 등의 주요 기업들이 새로운 기능을 탑재한 휴머노이드 로봇을 선보이며 상용화 시대를 주도
 - 국내의 휴머노이드 로봇 R&D는 일부 연구소, 기업 및 대학들이 독립적으로 소규모 연구 개발을 추진하고 있으며 전 세대 로봇에 초점을 맞추고 있는 특징, 다만 세계적인 선두주자들에 비해 뒤쳐진 상태
- 이러한 상황에서 인공지능(AI)과 로봇 기술이 융합한 휴머노이드 로봇이 제조업, 물류, 서비스 등 다양한 산업 분야에서 상용화 단계로 접어들고 있음
 - 골드만삭스는 휴머노이드 로봇 시장은 2028년까지 약 169억 9천만 달러(약 22조 원), 2035년까지 378억 달러(약 50조 원) 규모로 성장할 것이라고 전망하고 있음



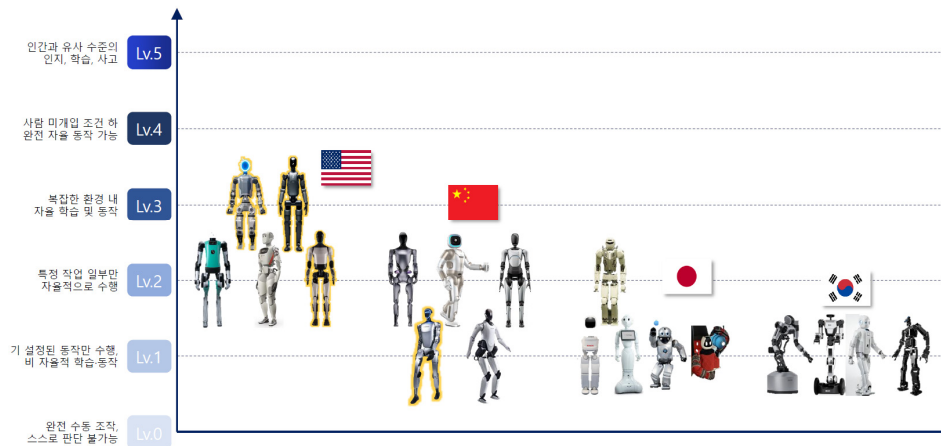
출처: 골드만삭스(2024)

〈그림 6〉 휴머노이드 시장 규모 전망

- 특히 미국, 중국 등 주요국이 선제적으로 기술개발과 시장 선점을 위한 적극적인 투자를 진행하고 있으며, 테슬라의 Optimus, Figure AI 로봇, Sanctuary AI, Apptронik, Agility Robotics 등의 기술 성과로 국제 경쟁이 심화되고 있음
- 우리나라의 휴머노이드 시장은 태동기로 점진적으로 이동로봇 중심에서 휴머노이드 로봇으로 진화할 전망이며, 삼성, 현대차, LG, 두산로보틱스, 한화로보틱스 등 주요 기업들이 휴머노이드 로봇의 개발 시장에 진출

※ 서비스로봇 기술에서는 미국과 2.5년, 재난구조/극한탐사 및 스마트제조 로봇 기술 분야에서는 미국과 3년의 기술 격차

5) KIST 김익재 소장 발표 및 토론회내용을 기반으로 정리함



출처: 174회 수요포럼 발표자료

〈그림 7〉 글로벌 휴머노이드 기술 수준

- AI 기반 휴머노이드 로봇 기술이 급속히 발전하여 산업 및 일상 영역에서의 활용성이 확산되고 있음
 - 비전-언어 행동모델(Vision-Language-Action, VLA)의 발전으로 로봇의 환경인지, 자율적 행동 및 인간과의 상호작용이 고도화되고 있으며 대기업 중심으로 글로벌 시장 선점을 위한 전략적 투자가 활발히 진행 중
 - AI와 로봇틱스 기술의 융합으로 휴머노이드 로봇의 인지, 판단, 행동 능력이 비약적으로 향상되고 있으며 자연어 처리(NLP), 컴퓨터 비전, 강화학습(RL) 등을 통해 인간과 자연스러운 상호작용 가능해지고 있음
 - 또한 초거대 AI 모델(LLM)과 로봇 제어기술(Locomotion)이 결합되어 복잡한 물리적 작업 수행 역량 강화되고 있음
- 다만, 휴머노이드 로봇의 안전성 및 신뢰성 확보 문제, 고가의 핵심 부품 및 소프트웨어 해외 의존도 문제, 휴머노이드 로봇 활용에 따른 개인정보 보호 및 윤리적 문제, 사회적 수용성 확대 및 법적, 윤리적 가이드라인 미비 등 보완해야 할 사항이 다수 존재
 - (안전성과 신뢰성 확보) 인간과 긴밀히 상호작용하는 휴머노이드 로봇 특성상 물리적 안전성과 기술적 신뢰성 확보가 필수적이며 동작 오류, 오작동 시 인명·재산 피해 우려가 있으므로 고도화된 테스트 및 인증 체계 마련 필요
 - (고가 부품 및 소프트웨어 해외 의존 문제) 핵심 부품(센서, 액추에이터, 고성능 제어칩 등)과 AI 기반 소프트웨어 대부분을 해외에 의존하고 있으며 부품 공급망 리스크 및 기술 종속 문제를 해소하기 위한 국산화 및 자체 기술개발 필요
 - (개인정보 보호 및 윤리 문제) 휴머노이드 로봇은 카메라, 마이크 등 다양한 센서를 통해 개인정보를 수집·처리함으로써 프라이버시 침해, 감시 사회 우려 등 윤리적 문제가 부각될 수 있어 개인정보 보호법, AI 윤리 기준을 반영한 특화된 규제 및 기술적 보호 조치 필요
 - (사회적 수용성 확대 및 제도 정비) 로봇이 인간과 일상 공간을 공유하는 데 따른 사회적 거부감과 불안감 해소 필요, 로봇 사용에 따른 법적 책임, 사고 발생 시 대응 매뉴얼, 윤리적 활용 기준 마련이 시급

Ⅲ. 시사점 및 제언

■ 자율제조

- 국가적 차원에서 제조경쟁력 강화를 신속하고 빠르게 추진하기 위해서는 상호운용성(Interoperability) 및 상호호환성(Intercompatibility)을 기반으로 한 동일 플랫폼 내에서 맞춤형 AI 제조혁신을 달성할 수 있는 ‘One Team 기술개발 및 활용 전략’의 마련이 시급
 - 최근 협동로봇 및 서비스로봇이 고도화되고 있고, 다양한 제품이 등장하면서 생산제조현장에서 예전에 비해 쉽게 적용할 수 있는 솔루션 적용사례가 증가하고 있음
 - 다만, 산업별, 도메인별, 기능별로 상이한 플랫폼 기반이 빠르고 쉬운 보급·확산의 걸림돌로 작용하고 있어, 이를 해결할 수 있는 근본적인 해결책을 R&D단계에서부터 기술, 산업, 표준, 보급정책 등을 고려하여 전략적으로 고민하고 추진할 필요
- 제조 현장에서 AI 적용을 위한 데이터 공유와 활용에 대한 현실적 어려움이 존재하므로, 이를 극복할 수 있는 제도적 지원이 필요함
 - 데이터 공유 문제와 관련하여 데이터의 유출 방지와 자율적 활용을 촉진하는 성공 모델로 평가받고 있는 독일의 민관 협력 사례(‘카테나 엑스(Catena-X)’)를 참고하여 데이터 활용 기반을 구축할 필요가 있음

■ AI 반도체

- 현재 한국이 메모리 반도체에서는 세계적 수준이지만, 시스템 반도체, 특히 AI 반도체 분야에서는 여전히 초기 단계로 평가
 - 특히 GPU나 MPU 개발과 같은 시스템 반도체 분야에 있어서 소프트웨어 역량과 협력 구조의 부족함이 가장 큰 문제점으로 지적되고 있으며, 소프트웨어와 반도체 산업 간의 긴밀한 협력이 시급히 이루어져야 하는 등 국가적인 지원과 투자가 필수
- 한국이 보유한 HBM 기술의 초격차를 유지하기 위해서는 지속적인 기술 고도화와 선행 연구개발이 필요한 동시에 AI반도체의 제조 기반인 초미세 공정 기술과 첨단 패키징 역량을 강화하기 위한 정부 주도의 전략적 투자와 인프라 지원이 병행되어야 함
 - 패키징 분야는 아직 국내에서 기반이 약한 신산업 영역으로, 기술 확보를 위한 과감한 투자와 인재 양성이 필요하여 특히 소재·부품·장비(소부장) 분야에 대한 선제적 R&D 투자를 통해 패키징 기술 자립화를 달성해야 함
 - AI반도체 기술 개발은 수요기업과의 공동 개발 체계를 통해 수요 기반형 기술혁신을 이뤄야 하며, 제조 단계에서는 반도체 제조기업과 소부장 기업 간 유기적 협력이 가능한 산업 생태계를 조성해야 하고 이를 위한 민관의 전략적 협업과 정책적 지원이 뒷받침되어야 함

■ AI 소프트웨어

- LLM(대형 언어 모델)을 포함한 인공지능의 발전이 기존 텍스트 기반에서 실제 물리 세계로 확장될 필요가 있으며, 이를 위한 다양한 데이터 확보와 학습 방법의 개발이 중요함
 - 특히 AGI(범용 인공지능)를 목표로 하는 경우, 단순히 자원을 많이 투입하는 것보다는 효율적인 전략과 멀티모달 데이터 확보가 필요하며, 이는 새로운 혁신 전략에 대한 강구가 필요함
- AGI는 단순한 기술 진보를 넘어 국가 기술 패권과 직결되므로 국가적 차원에서 전략적 목표 설정 필요
 - AGI(범용 인공지능, Artificial General Intelligence)는 단순한 기술 진보 차원을 넘어 국가의 기술 패권과 직결되므로 인간 수준 이상의 지능을 갖춘 AI 확보는 국가 생존과 경쟁력 확보를 위한 필수적인 최우선 전략적 목표로 설정해야 함
 - 정부의 대규모 전략적 투자, 민간과의 도전적 협력 모델 구축, 고성능 인프라(데이터, 연산자원) 확보를 위한 공공-민간 자원 공유 체계 확립이 필요한 시점
 - AI 기술의 실세계 적용을 위해 텍스트 기반에서 센서, 영상, 로봇틱스 등 다양한 입력을 융합하는 연구와 국가 주도의 멀티모달 AI 연구 허브 구축 및 실증 프로젝트 확대 필요

■ 휴머노이드 로봇

- 기술 개발 및 확산 촉진을 위해서는 산업과 일상생활에서 로봇이 사람과 자연스럽게 상호작용할 수 있는 환경 구축이 필수적임
 - 이를 위해 반도체 등 핵심 부품과의 초기 개발 단계부터 협력이 이루어져야 하며, 산업과 연구개발 간의 괴리를 극복하기 위한 수요 기반 연구 전략이 마련되어야 함
- AI 기반 로봇 전략 전환을 위하여 고도화된 로봇 제어시스템과 국내 제조업 기반 실증 역량 확보, 이를 추진하기 위한 범정부 차원의 통합 전략 필요
 - AI 소프트웨어 중심의 전략적 전환을 위해, 단순한 로봇 제어 수준에서 벗어나 Vision-Language Model(VLM), Vision-Language-Action(VLA), Large Language Model(LLM)을 기반으로 자체 LLM을 개발하거나, 오픈소스 기반의 글로벌 LLM을 활용하여 로봇 파운데이션 모델 구축 필요
 - 국내의 강력한 제조업 기반을 활용하여 실증 테스트에서 우위를 확보할 수 있으며, 관련 기업의 대형 제조라인을 휴머노이드 로봇 실증 테스트베드로 전환함으로써, 실제 로봇 도입을 통한 생산성 향상 사례 축적이 진행되어야 함
 - 이러한 전략을 실현하기 위해서는 유관 부처 간 협력을 통해 로봇, AI, 반도체, 통신을 융합한 종합적인 기술 로드맵을 수립하고, 'AI 휴머노이드 로봇'을 차세대 국가 전략 산업으로 지정하여 중장기적인 투자를 추진해야 함