삼일PwC | Industry Focus

Physical AI, 성능 경쟁에서 현장 배치 경쟁으로

현장 배치가 데이터를 축적하고, 데이터가 기술 격차를 벌린다

October 2026



본 간행물에는 AI를 활용하여 생성한 이미지가 일부 포함되어 있습니다.

Contents

Executive Summary 3

Part 1. Physical AI의 진화: 현실로 다가온 Physical AI 6

1.1 Physical AI의 개념과 본질 7

1.2 Physical AI 발전 동인 10

Part 2. Physical AI 생태계 분석 12

2.1 Physical AI 기능별 계층과 밸류체인 13

2.2 Physical AI 생태계와 가치의 변화 30

2.3 Physical AI의 국가별 차이점과 경쟁력 37

Part 3. Physical AI 시장 분석 39

3.1 Physical AI 시장 현황과 상용화 변곡점 40

3.2 투자 흐름을 통해 본 시장 현황 42

3.3 Physical AI의 유형별 분류 45

3.4 Physical AI의 병목 49

Part 4. 결론 51

4.1 시사점 52

4.2 전략적 제언 53

[Appendix 1] Physical AI 기능별 레이어·밸류체인별 주요 플레이어 55

[Appendix 2] 산업별 주요 기업 68

[Appendix 3] 주요 주체별 투자 대상 및 주요 투자 리스트 71

들어가며

인공지능(AI)은 디지털 공간을 넘어, 물리 세계에서 직접 행동하는 Physical AI의 시대가 언급된 지 1년 남짓 만에 상용화가 본격화되고 있다. 인식하고 판단한 결과를 로봇과 자율 장비의 행동으로 옮기며, 이제는 개념이 아니라 물류센터와 제조 공장, 건설 현장에서 실제 작업을 하는 기술로 발전하였다.

현재 Physical AI는 분야별로 상용화 정도의 편차가 존재하나 초기 상용화 단계로 판단된다. Physical AI에서 중요한 점은 현장에서 어느 수준까지 배치되고 있는지, 확산을 가로막는 병목이 무엇인지, 그리고 그 과정에서 가치가 밸류체인의 어디로 이동하는지에 대한 이해다. 실제 아직까지 한 현장에서 같은 작업을 반복하는 수준이며, 대부분은 예외 상황을 사람이 처리하는 감독형 자율 단계에 있다.

확산을 늦추는 가장 큰 요인은 실세계 행동 데이터의 부족이다. 로봇이 학습해야 하는 힘과 촉각, 작업의 성공과 실패, 사람의 개입 기록은 디지털 세상에는 거의 없고, 시뮬레이션만으로는 현실과의 차이를 메우기 어렵다. 이 데이터는 로봇을 현장에 배치해 운영할 때 생긴다. 그 결과 배치는 밸류체인의 마지막 단계가 아니라 데이터가 만들어지는 출발점이 되고, 가치도 완제품 제조에서 배치·운영 계층으로 옮겨가고 있다.

이 변화는 한국 제조업의 위기이자 기회이다. AI 인프라와 모델은 미국 빅테크가 표준을 장악하고 있어 정면경쟁은 어렵다. 중국은 저가 하드웨어 양산을 주도하며, 한국 못지않게 양적으로 많은 제조 현장을 보유하고 있다. 다만 한국은 특수분야의 난공정 현장을 보유하고 있다. 국내 현장에서 생성되는 데이터의 진정한 가치가 경쟁력을 갖기 위해서는 이 현장을 AI에 활용될 수 있는 데이터 자산으로 전환하는 체계를 갖추어야 한다.

본 보고서는 이러한 상용화 배치의 중요성, 현장의 데이터를 AI 데이터로의 전환 필요성을 강조한다. Physical AI의 본질과 발전 현황, 그리고 상용화 국면에 들어선 현재 밸류체인을 살펴보고 Physical AI 산업의 가치가 어디로 이동하는지를 분석한다. 이를 통해 공급기업과 수요기업이 무엇을 준비해야 하는지 대응 방향과 실행 전략을 제시하고자 한다.

Executive Summary

배치가 데이터를, 데이터가 경쟁력을 만든다

Physical AI는 기술 검증을 넘어 현장 배치 규모로 평가받는 단계에 진입

Physical AI에 대한 질문은 이제 '기술적으로 가능한가'가 아니라 '어디에, 얼마나 빨리 배치할 수 있는가'다. 이에 따라 경쟁 방식도 달라졌다. AI 모델 성능이나 하드웨어 가격보다 현장에 하드웨어를 먼저 배치해 데이터를 쌓은 기업이 앞서고 있다. **배치가 데이터를, 데이터가 경쟁력을 만든다.**

[현장의 배치를 통한 시장의 병목 해소와 한국의 기회]



1 현장 배치와 배치에 따른 결과로 Physical AI의 경쟁력 평가

2026년 들어 Physical AI는 시연 영상을 벗어나 실제 생산 라인에 투입되기 시작했다. IDC에 따르면 2026년 상반기 글로벌 휴머노이드 출하는 약 2.5만 대로 전년 동기 대비 432% 증가했다. Figure AI의 Figure 02는 이미 BMW 미국 스파턴버그 공장에 투입되어 1,250시간 이상 가동, X3 3만 대 이상 생산에 기여하였으며, Figure 03 모델은 2026년도에 부품 시퀀싱 및 복잡한 물류 워크플로우 등의 업무를 위해 같은 공장에 실제 배치되었다. 이 과정에서 로봇의 성능은 공정의 사이클 타임 축소 및 교대당 인간개입 횟수 감소 등의 지표로 평가받고 있다. 즉 이제 Physical AI의 성과 지표는 '무엇을 할 수 있는가'에서 '현장에서 얼마나 오래, 인간의 개입을 최소화하는가'로 바뀌고 있음을 나타낸다.

Physical AI 시장은 향후 5~10년 연 30~40%대 성장이 전망되고 (Mordor Intelligence 37.5%) Physical AI에 대한 투자 비중이 전체 글로벌 VC 투자에서 2023년 4.1%에서, 2025년 8.7%로 높아졌다. 그러나 실제는 아직 현장에서 같은 작업을 반복하고, 예외 상황은 사람이 처리하는 감독형 자율 단계에 머물러 있다.

2 병목은 실제 행동 데이터 부족에서 기인

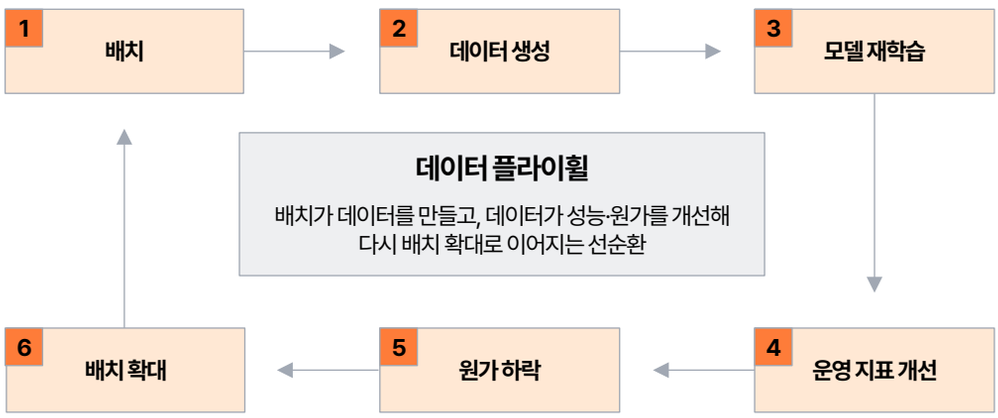
Real World data는 실제 현장 배치를 통해 획득 가능

생성형 AI는 인터넷에 쌓인 텍스트와 이미지로 성장했으나 Physical AI는 이와는 다르다. 로봇 포함한 Physical AI의 하드웨어가 배워야 할 힘과 촉각, 작업의 성공과 실패, 예외 상황에 대한 대응 등과 같은 실제 데이터는 시뮬레이션과 합성 데이터로 충족하기에 부족하다. 실제 물체의 마찰, 강성, 센서 노이즈 차이 때문에 가상에서 학습한 동작이 현장에서 그대로 통하지 않는 문제(Sim-to-Real Gap)가 존재한다. 또한 정밀 조작의 한계, 기존설비와의 통합, 불확실한 투자수익, 사고 책임 같은 다른 병목도 결국 현장 데이터를 쌓아야 해소될 수 있다. 이 문제들은 배치를 늦추고, 배치가 늦어지면 현장에서만 획득할 수 있는 데이터가 쌓이지 않는다. Physical AI 확산의 속도는 모델 성능보다 실세계 행동 데이터를 얼마나 빨리 축적하는지가 결정한다.

3 배치는 마지막 단계가 아니라 데이터 확보의 출발점

배치 확대를 통한 데이터 병목 해소

실세계 행동 데이터를 따로 수집하려면 시간과 비용이 크게 든다. 그러나 현장에 배치된 하드웨어는 일을 하면서 그 부산물로 데이터를 만든다. 이 데이터로 모델을 다시 학습시키고, 나아진 모델로 배치를 넓히는 순환이 Physical AI를 고도화하는 기본 구조다.



이 구조에서는 배치 규모가 곧 데이터 규모이고, 가치도 배치·운영 쪽으로 움직이고 있다. 평가 기준은 공정 KPI로 바뀌었고, 판매 대신 가동시간 단위로 과금하는 RaaS 사업모델이 휴머노이드에도 거론되기 시작했다. 건설장비 기업 코마츠는 자율 작업 지능을 외부 스타트업(AIM)에서 들여왔고, Bedrock은 기존 굴착기를 개조해 고객 현장에서 데이터를 쌓은 끝에 2026년 8월 세 곳의 현장에서 완전 자율 굴착을 시작했다. 다만, 자본은 아직 모델과 완제품 기업쪽으로 더 몰려 있다.

4 현장 배치 단계에서 표준을 장악한 사업자 부재

현장 배포 및 운영 계층에서 표준 부재

NVIDIA는 칩과 시뮬레이션(Isaac), 로봇 기본 모델(GR00T), 엣지 컴퓨터(Jetson)에 이어 Hugging Face 인수(129억 달러, 2027년 상반기 종결 예정)를 통해 AI 모델·데이터·개발자 생태계까지 포괄하는 수직 통합 기반을 확보하게 되었다. 생태계는 개방형으로 운영하지만, 결과적으로 개발부터 배포까지가 NVIDIA 기술로 연결된다. 다만 Physical AI의 상업적 성공은 모델 개발보다 현장 배치와 운영 역량에 의해 좌우된다. 실제 공정에 로봇을 설치하고 이기종 설비와 연동하며 운영 데이터를 축적하는 영역은 산업별·현장별 편차가 커 아직 범용 표준 플랫폼이 부재한 상태다. 밸류체인 다섯 계층 가운데 배치·운영 계층에만 주도 사업자가 없는 것도 이 때문이다. 향후 Physical AI의 주도권은 모델 경쟁뿐 아니라 현장 데이터를 지속적으로 확보하고 재학습·재배포하는 운영 체계를 구축하는 기업에게 이동할 가능성이 높다.

5 수요 기업이 데이터 공급자 역할로 변모

Physical AI 수요자가 공급자로서 역할을 위해서는 데이터 자산에 대한 권리 관계 명확히 할 필요 존재

실제 행동 데이터는 현장을 보유한 수요기업에서 생긴다. 수요자가 데이터와 운영 노하우를 공급하는 쪽이 될 수 있다는 뜻이다. 그래서 배치 계약에서 데이터의 소유권, 이용 범위, 그 데이터로 개선된 모델의 사용 권리가 로봇 가격만큼 중요하다. 이를 명확히 하지 않으면 자사 현장에서 만든 데이터가 공급자의 모델 개선에 활용되는 반면, 수요기업은 그 결과에 대해 충분한 권리를 확보하지 못할 수 있다. 운영 데이터를 체계적으로 축적하는 기업은 공급자의 모델 개선에 기여하는 동시에 향후 협상력을 확보할 수 있으며, 장기적으로는 데이터 라이선스, 공동 학습, 성과 공유형 사업모델의 기반을 마련할 수 있다. 결국 Physical AI 시대에는 로봇을 구매하는 기업이 단순한 수요자가 아니라 핵심 데이터 공급자이자 생태계 참여자로 전환될 가능성이 높다. 분야에 따라서 데이터 자체를 판매하는 사업(DaaS)으로 이어질 수 있다.

6 한국의 경쟁우위는 제조 난공정 현장

한국은 현장 데이터 보유에 강점 존재, 다만 이를 사용할 수 있는 실제 데이터로의 전환 필요

AI 인프라와 모델은 미국 빅테크가 표준을 장악하고 있고 하드웨어는 저가 양산 디바이스를 대량 생산하는 중국이 가격 결정력을 가지고 있다. 2026년 상반기 휴머노이드 로봇 출하 1, 2위도 중국의 애지봇과 유니트리다. 한국이 이 두 국가와 정면 경쟁하기는 어렵다. 그러나 한국에는 로봇 밀도 세계 1위의 제조 현장, 그리고 반도체, 조선, 배터리, 자동차처럼 시뮬레이션으로 대체하기 어렵고 해외기업이 접근하기 어려운 난공정 현장이 있다. 이러한 현장은 Physical AI의 핵심 자산인 행동 데이터와 운영 노하우가 축적되는 공간이다.

정부도 Physical AI와 휴머노이드 실증 사업을 추진하며 초기 시장 형성을 지원하고 있다. 그러나 낮은 핵심부품 국산화율 및 국산 독자모델 개발이 초기단계라는 점은 약점이다. 또한 국내에서는 그룹 계열 IT서비스 기업, SI, 통신사, 로봇 공급업체가 현장 운영을 분산 담당하면서 데이터가 파편화될 가능성이 존재한다. 결국 한국의 과제는 더 우수한 로봇 하드웨어를 만드는 것이 아니라 현장에서 생성되는 데이터를 수집·표준화·학습 자산화하여 산업별 Physical AI 경쟁력으로 연결하는 체계를 구축하는 데 있다.

6 공급기업과 수요기업의 과제

현장에 먼저 배치하고, 운영하며 쌓인 데이터를 자산화해야

공급자	• 범용 모델 자체보다 산업 특화 데이터와 소프트웨어 경쟁력을 확보하고 업종 특화 모델, 그리고 정밀 로봇손, 촉각센서처럼 공급 기업이 적은 부품 분야에 집중한다. • 현장 작업을 집기·정렬·삽입·체결·검사 같은 동작 단위로 데이터를 쌓는다. 그러면 축적된 데이터는 유사 공정과 신규 작업으로 확장 활용될 수 있다. • NVIDIA 등 글로벌 플랫폼과 정면 경쟁하기보다 이를 활용하되, 현장 데이터 및 파인튜닝 결과물에 대한 권리와 활용 범위를 명확히 확보해야 한다. • 판매에서 운영 서비스(RaaS)로 사업을 넓히고, 안전·품질 책임과 데이터 거버넌스를 계약 단계에서 명확히 정의한다.
수요자	• Physical AI 도입 시 반복성과 데이터 축적 가능성이 높은 공정부터 우선 적용하는 것이 효과적이다. ROI 경제성 평가 시 작업 성공률, 가동률, 작업시간(Cycle Time), 작업자 개입률 등 운영 KPI와 통합·유지·보수 및 다운타임을 포함한 총비용으로 판단한다. • 도입 전에 공정·공간·안전 기준 재설계 및 운영·데이터·안전 전담 조직을 마련해야 한다. • 실패, 예외, 개입 기록과 숙련공의 시연을 학습 가능한 데이터로 남기고, 계약에 데이터 소유권, 이용 범위, 개선 모델 권리 등을 명시한다. • 그룹 단위로 데이터 소유 및 활용권 등을 명확히 규정하고, 데이터 가치평가, 회계 처리 등 자산 관리 체계를 함께 설계한다.

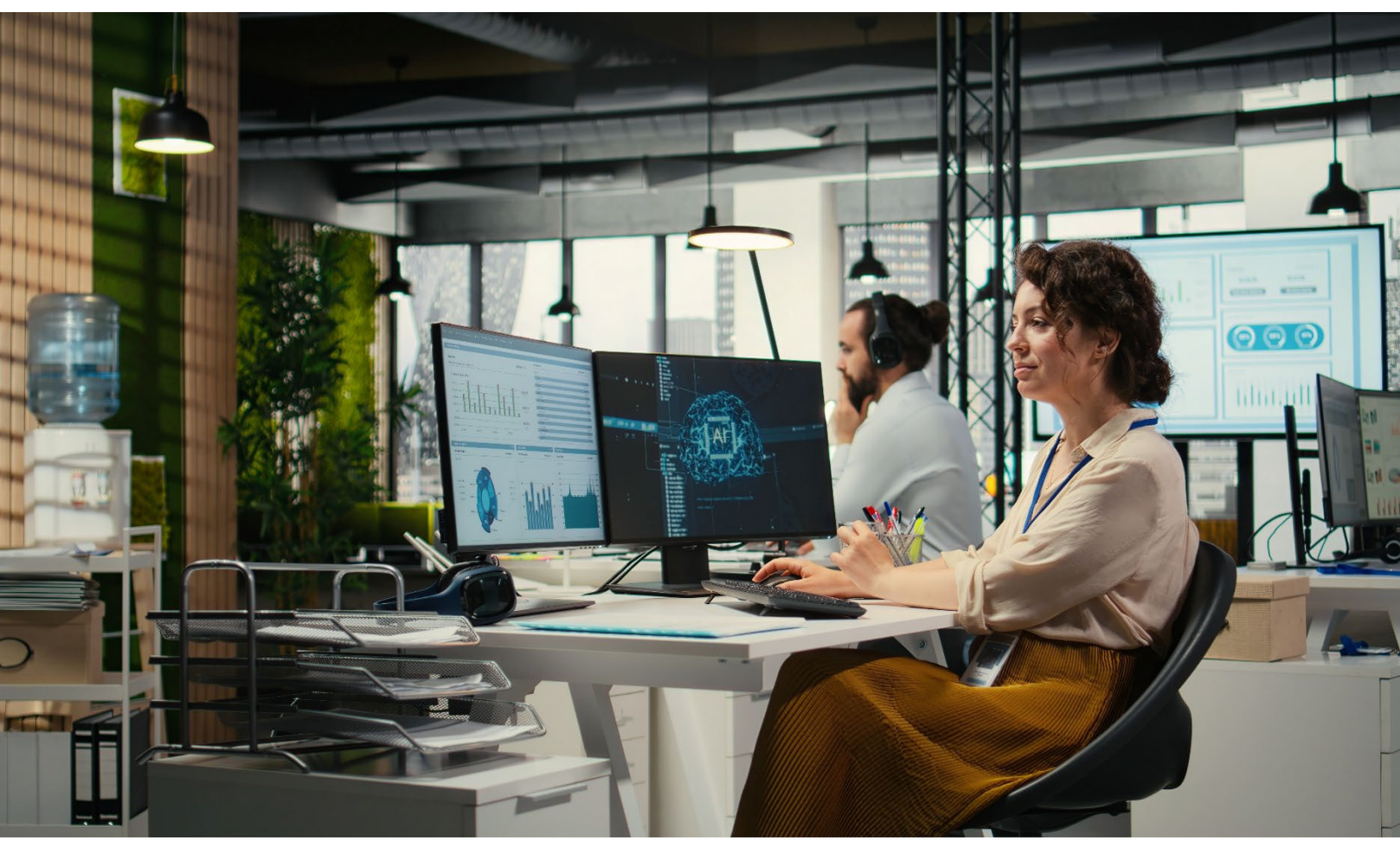
Physical AI 경쟁력은 좋은 모델이나 하드웨어만으로 결정되지 않는다. 공급자는 현장 데이터를 확보해야 하고, 수요자는 현장 데이터를 자산화해야 한다. 먼저 배치하고 운영하며 데이터를 축적한 기업이 장기 경쟁우위를 확보할 가능성이 높다.

1

Physical AI의 진화: 현실로 다가온 Physical AI

2026년 Physical AI는 개념 검증을 지나 상용화에 들어섰고, 평가 기준도 데모 영상에서 현장 성과로 바뀌었다. 작동의 핵심은 행동 결과를 다시 학습에 쓰는 폐루프이며, 이 폐루프를 돌리는 연료는 현장에서만 생기는 행동 데이터이다.

본 장에서는 Physical AI의 개념과 작동 원리, 기존 로보틱스와의 차이, 그리고 확산을 이끄는 동인을 살펴본다.



1.1 Physical AI의 개념적 정의

1.1.1 AI와 Physical AI 시대의 도래

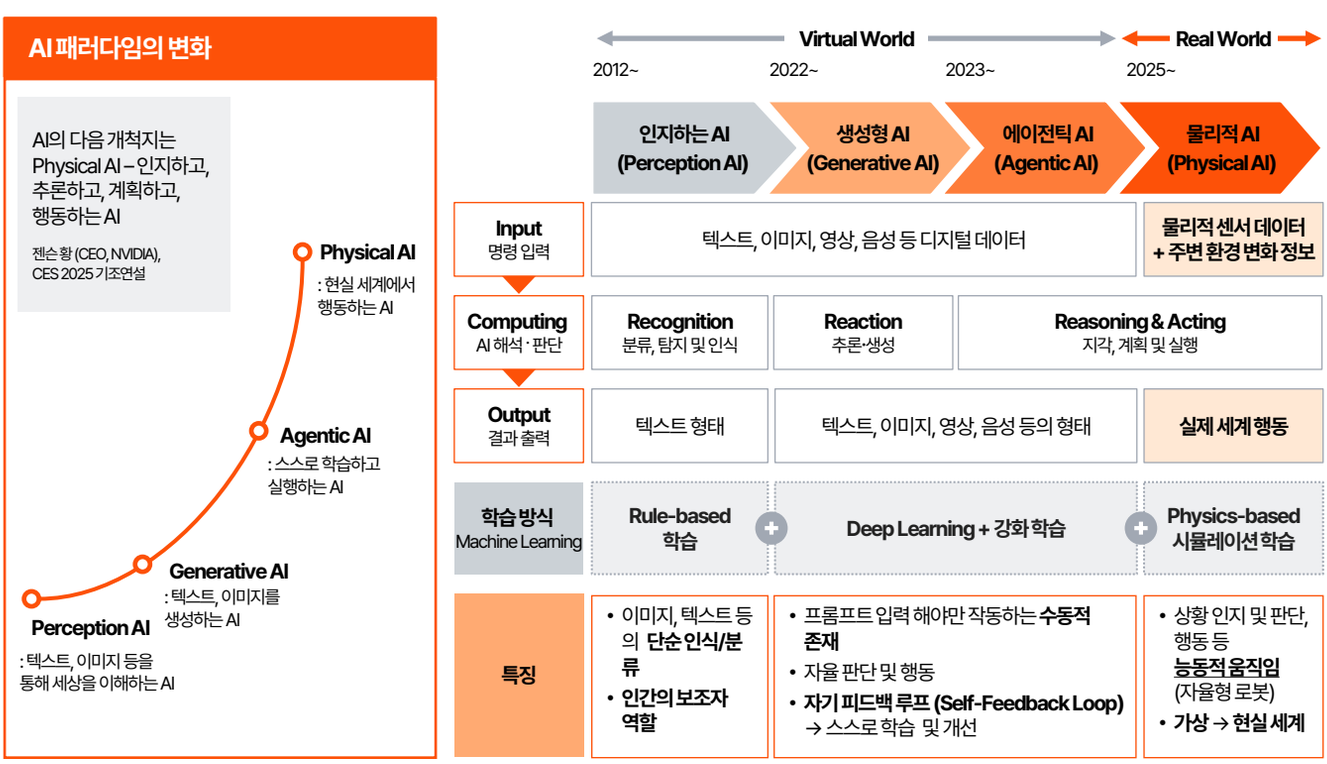
2026년, Physical AI의 상용화 국면 진입, Physical AI의 평가 기준이 데모 영상에서 공정 KPI로 변화

AI 산업은 2020년대 초반 텍스트·이미지를 생성하는 생성형 AI(Generative AI) 중심으로 발전했고, 2024~2025년에는 스스로 목표 설정 및 도구 활용을 통해 작업을 수행하는 에이전트 AI(Agentic AI)로 확장되었다.

2025년 이후부터는 본격적으로 Physical AI가 주목받기 시작했다. NVIDIA CEO 젠슨 황은 2025년 CES 기조연설에서 Physical AI를 AI의 다음 개척지로 공식 선언했고, 2026년 CES에서는 특정 임계점을 넘어 폭발적인 성장과 상용화가 일어나는 'ChatGPT Moment for Physical AI'가 도래했음을 언급하였다. CES 2026에서 제시된 핵심 트렌드 4개 (에이전트 AI, 휴머노이드 로봇, 자율주행 모빌리티, AI 기반 디지털 헬스) 가운데 2개가 Physical AI였던 만큼 1년 새 빠르게 발전하며, 2026년은 산업 현장과 일상에 본격 진출한 원년으로 평가받는다 (P.42 「3.1.2 상용화 변곡점 도래」 참조).

Physical AI의 빠른 진전은 AI가 단순히 물리 세계로 확장되는 것을 의미하지 않는다. 상용화의 시작과 함께 시장 규모 및 성장성, 도입에 따른 생산성, 현장 적용 확대 등이 논의되는 시기가 본격 도래하였으며 생태계 내의 주도권 변화와 확산의 병목, 비즈니스 기회 발견과 그에 따른 가치의 이동이 나타남을 시사한다.

[도표 1] AI 패러다임의 변화



자료: NVIDIA, PwC컨설팅, 삼일PwC경영연구원

1.1.2 Physical AI의 본질

(1) Physical AI의 개념

Physical AI는 물리 세계에서 스스로 인식, 판단, 행동하는 시스템

Physical AI는 디지털 공간에서 작동하던 AI가 물리적 신체를 얻어 실제 물리 세계에서 인식하고 판단하며 행동하는 인공지능 시스템을 의미한다. Physical AI가 작동하기 위해서는 5가지 핵심 요소가 존재한다. ①실제 세계를 인지하고 행동하기 위한 **물리적 신체 혹은 장치**, ②현실세계를 관찰하고 인지하는 **센서**, ③상황을 추론하고 판단하기 위한 **AI 모델**, ④**행동 계획과 제어 수행**, ⑤행동 결과를 다시 데이터로 받아 **학습 및 개선하는 과정**이다.

(2) Physical AI의 작동원리와 본질

이 폐루프를 통해 데이터가 축적되는 것이 Physical AI의 핵심 역량

Physical AI가 작동 원리를 구체적으로 살펴보면 Physical AI 시스템은 **'인지-추론 및 판단-행동 및 제어'**의 구조로 작동한다. 인지(Perception) 단계에서는 카메라, 라이다(LiDAR), 각종 센서를 통해 주변 환경의 3차원 정보, 객체, 힘과 촉감 등을 실시간으로 수집하여 이를 바탕으로 실제 현실 세계를 인식한다. 추론 및 판단(Processing & Decision-Making) 단계에서는 시각-언어-행동(VLA, Vision-Language-Action) 모델 등 파운데이션 모델[1]을 통해 수집된 정보를 바탕으로 작업 맥락을 이해하고 다음 행동을 계획한다. 그 다음은 행동 및 제어(Action & Control) 단계로 로봇팔, 다리, 그리퍼 등 액추에이터를 통해 계획된 동작을 물리적으로 실행하고, 그 결과를 다시 센서로 관측해 다음 판단에 반영하는 단계이다.

이 구조에서 가장 중요한 것은 **'폐루프(Closed-loop)'**라는 개념이다. 행동의 결과가 다시 인지 단계로 피드백되어야 예측하지 못한 환경 변화에도 대응할 수 있다. 즉 하드웨어가 스스로 작업 상태를 관측, 오류 실패와 성공 데이터를 축적하는 역량이 진정한 Physical AI의 성공 요인이다.

Physical AI의 본질은 이러한 작동의 구조에 있다. 행동과 판단, 행동 결정의 근거를 기계가 직접 한다는 점이다. 이는 **행동의 자동화 뿐 아니라 판단의 자율화까지 확장**되며, **외부 물리적 실체와 상호작용이 가능해지고, 기계에게 판단 및 판단의 책임을 이전시킴으로 인해 의사결정을 기계 시스템에 이전하는 전환점**이라 할 수 있다

[도표 2] Physical AI가 실제 세계에서 작동 원리

인식 (Perception)	추론 및 판단 (Processing & Decision-Making)	행동 및 제어 (Action & Control)
• 카메라, 라이다(LiDAR), 레이다(Radar), 음향 센서 등을 통해 주변 환경 데이터 수집 • 컴퓨터 비전(Computer Vision) 기술은 로봇이 사물, 사람, 글자 등을 식별하고 거리와 깊이를 파악	• 수집된 데이터를 바탕으로 행동을 결정하는 단계 • 강화/ 모방학습을 통해 스스로 최적 행동 학습 • 파운데이션 모델(Foundation Models for Robotics) 등장. 대규모 비전-언어 모델(VLA)을 로봇 제어에 적용(예: NVIDIA Isaac GR00T, 구글 Gemini Robotics)	• 물리적 실행 단계 : 결정된 명령을 로봇 팔, 다리, 바퀴 등 물리적인 구동 장치(Actuator)로 실행 • 정밀 제어 기술, 로봇 동역학 (Robot Dynamics)에 대한 이해 필수 • 행동의 결과가 다시 센서로 재입력되어 다음 인식과 판단에 반영되는 선순환 구조 요구

자료: 삼일PwC경영연구원

1) 파운데이션 모델: 파운데이션 모델은 다양한 태스크를 수행하기 위해 대량의 데이터로 사전 학습을 거치는 AI 모델의 한 형태. 이러한 학습 프로세스를 통해 AI 모델은 데이터 내의 복잡한 패턴과 관계를 학습하여 다양한 태스크를 더 정확하게 수행할 수 있음.
- 텍스트 분야에서는 GPT, Gemini, Claude 같은 LLM이 대표적. Physical AI에서는 이러한 개념이 로봇과 자율 시스템으로 확장되고 있음
- 디지털 LLM이 언어 토큰을 예측한다면, Physical AI에서의 파운데이션 모델은 행동 토큰 또는 제어 명령을 예측함.
- 현재 로봇은 언어 이해를 담당하는 LLM, 시각 인지를 담당하는 VLM, 행동 생성을 담당하는 VLA, 미래 상태를 예측하는 World Model, 그리고 실제 제어를 수행하는 Policy Model 등의 기술을 활용함. 최근에는 이러한 기능들을 하나의 Robot Foundation Model 안에 통합하여 범용성을 높이려는 연구와 상용화 경쟁이 활발하게 진행되고 있음

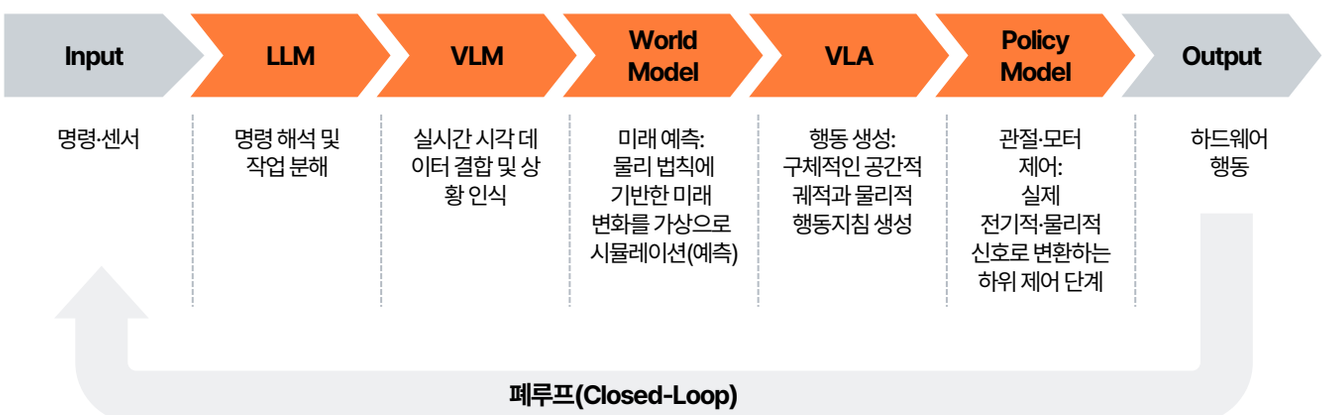
(3) Physical AI와 로보틱스의 구분, 그리고 Physical AI 모델의 발전

전통 로보틱스와의 차이는 자율인지와 판단 능력→ AI모델의 중요성 부각

앞서 살펴본 Physical AI의 작동 원리에서 전통적인 로보틱스와 Physical AI를 구분하는 핵심을 발견할 수 있다. 전통적 로보틱스가 사전에 정의된 규칙과 프로그래밍된 경로를 따라 반복 작업을 수행하는 자동화에 가깝다면, Physical AI는 파운데이션 모델을 기반으로 학습되지 않은 새로운 상황에서도 일반화된 판단을 내리는 범용성을 지향한다. 자율 물류 및 제조, 자율 주행 등은 모두 Physical AI의 대표적인 하위 범주로 Physical AI는 단순 자동화된 로보틱스 개념에서 AI 기반의 자율적 인지, 판단 능력이 추가된 상위 개념이라 볼 수 있다.

여기에서 Physical AI 모델의 중요성이 부각된다. 사전 프로그래밍 기반 제어에서 데이터 기반 자율 학습·실시간 추론으로의 전환은 여러 계층의 AI 모델이 결합되어 작동한다. 일반적으로는 아래와 같이 Physical AI가 작동하기 위해 계획, 추론, 상황인식, 예측, 행동, 제어를 통해서 실제로 그 형태별로 행동을 실시한다. 그 과정에서 LLM, VLM(Vision-Language Model), VLA(Vision-Language-Action Model), World Model, Robot Foundation Model 등 다양한 계층의 AI 모델이 순차적, 혹은 복합적 반복적으로 작동하며 Physical AI가 구동이 된다.

[도표 3] Physical AI 작동에 따른 AI 모델 처리 흐름



자료: 삼일PwC경영연구원

1.2 Physical AI 발전 동인

인구구조 변화, 공급망 재편, 규제 강화, 기술의 발달 정책적 지원 등으로 Physical AI의 수요 견인 확산 속도는 배치 속도에 좌우

Physical AI의 부상에는 앞서 언급한 기술·산업·사회 전반의 변화가 복합적으로 작용하고 있다. 그 중에서도 생산가능인구 감소 및 고령화, 공급망 재편과 같은 거시적 요인과 함께, 인건비 상승, 안전 규제 강화, 전자상거래 성장, 제조업 리쇼어링, 기술발달 등도 추가 동인으로 작용한다.

1 생산가능인구 감소와 고령화-노동력 공급 부족 및 수요 증가

한국, 일본, 독일, 이탈리아 등 제조 강국은 이미 고령 사회 및 초고령 사회에 진입하며 생산가능인구(15–64세)가 지속적으로 감소하고 있다. 통계청 자료 기준 한국의 생산가능인구는 2020년 대비 2040년에 22.3% 감소할 것으로 전망된다.

인구구조 변화에 따라 반복적 육체 노동, 위험한 작업 환경(제조, 건설, 발전 등), 장시간 단순 업무 등에서 인간의 노동력은 Physical AI나 로보틱스로 대체 혹은 보완되어야 할 것이다. 노동력 공급 측면뿐만 아니라 수요 측면에서도 고령화는 서비스 산업 및 헬스케어 내에서의 돌봄 수요 증가에 따라 이와 관련한 인간의 노동력을 Physical AI로 대체하려는 수요 증가로 연결될 수 있다.

2 공급망 재편과 자국 제조업 활성화→ 생산성 및 효율성 제고에 대한 니즈 심화

코로나19, 미·중 전략 경쟁, 러시아-우크라이나 전쟁 등으로 글로벌 공급망 리스크가 폭발적으로 부각되면서, 많은 제조 기업들이 중국 의존도를 낮추고, 자국 또는 인접국이나 우호국으로 생산 거점을 이전하는 니어 쇼어링 혹은 프렌드 쇼어링을 강화하고 있다. 공급망 문제로부터 야기된 글로벌 인플레이션 심화로 인해 비용을 낮추며 효율화를 추구하는 경향이 심화되고 있다. 자동화 및 Physical AI 기반 스마트 팩토리 전환 활성화 경향에 따라 제조· 물류 등 산업 전반에서 AI를 활용한 모니터링, 로봇 도입 강화, 디지털 트윈 활용 등 차세대 공장 모델에 대한 투자가 확대되고 있다.

공급망 이슈 및 글로벌 인플레이션 현상과 더불어 경제성 측면 뿐만 아니라 인력 대비 압도적으로 긴 작업 시간 및 작업 일관성 등 질적 개선도 Physical AI 도입을 유인하는 요인이 된다.

3 산업재해와 안전 규제 강화

Physical AI는 안전 측면에서도 수요가 크다. 대표적으로 중대재해처벌법 강화로 인해 제조 및 건설 현장에서의 기계화, 자동화, 자율화가 빠르게 확산되고 있다. 제조, 물류, 건설, 화학, 원전, 조선, 에너지와 같은 산업에서는 사고의 위험이 높아 로봇과 AI의 수요가 높다. 물류 등의 분야에서는 Physical AI의 실제 적용이 빠르게 도입되는 분야이기도 하다.

4 Physical AI 고도화 및 상용화를 가능케 하는 제반 기술의 발달

Physical AI는 관련 제반 기술의 발달로 고도화되고 있다. **첫째, AI 모델의 발전**으로 딥러닝, 생성형 AI, 멀티모달 AI 발전하고 있다. **둘째, 반도체 기술의 발달**로 GPU와 NPU, 엣지 AI 칩 등 컴퓨팅 성능 향상되고 있다. 셋째, **센서 및 하드웨어의 성능 개선이다.** 카메라, LiDAR, 레이더, 각종 센서의 성능이 향상되고 액추에이터 및 감속기 등 하드웨어의 기술 발달과 함께 생산원가 하락이 이루어지고 있다. 넷째, **통신 인프라 발전,** 5G, 프라이빗 네트워크, 엣지 클라우드는 로봇 플릿 운영과 원격관제를 가능하게 한다. 다섯째, 시뮬레이션과 **디지털 트윈**이 발전했다. 현실에서 수집하기 어려운 데이터를 가상 환경에서 생성하고, 로봇 행동을 사전에 검증할 수 있다. 이러한 기술 수렴은 Physical AI의 상용화 가능성을 높이고 있다.

5 정책 및 제도적 환경 변화

정책적 지원이 Physical AI 수요 창출 및 견인

Physical AI 분야에서 미국, EU, 일본, 한국, 중국 등은 각자 기술 패권 및 주도권 선점을 위해 AI, 로보틱스, 첨단 제조 인프라 투자와 세제 혜택 등 정책적 지원을 강화하고 있다.

한국은 반도체 강국으로 AI 인프라에 강점이 있고 글로벌 제조 경쟁력을 보유하고 있다는 강점을 살려 Physical AI를 전략적으로 육성하고 있다. 정부는 **Physical AI의 국가 핵심 전략 산업 규정**, **휴머노이드 로봇 산업 육성, 이를 위한 투자 확대 및 세제 지원** 등을 추진하고 있다.

① 2026년 6월 발표한 **「대한민국 대도약 3대 메가 프로젝트」**에서 정부는 반도체, Physical AI, AI 데이터센터를 국가 핵심 성장 축으로 선정하며, **Physical AI를 전략산업으로 육성**하는 계획을 발표하였다. 「제조 AI 2030 전략」을 통해 **제조업의 AI 전환 추진, 국가 제조 데이터 라이브러리 구축, 제조 AI 파운데이션 모델 개발**, 산업단지 중심의 M.AX 클러스터 조성 등 제조업 전반의 AI 혁신을 추진하고 있다. ② 산업통상자원부는 2025년 4월 **「K-Humanoid Alliance」**를 출범하며 **휴머노이드 로봇을 차세대 성장산업으로 육성**하기 위한 국가 프로젝트로 휴머노이드 AI 파운데이션 모델 개발, 핵심 부품 국산화, 전문인력 양성 등을 주요 내용으로 담고 있다. 이어 ③ 2026년 8월에는 휴머노이드 생태계 육성 2.3조 원, 8대 분야 Physical AI 실증 2.8조 원 투입, 핵심부품 국산화율 45%→80%(2030년) 상향, 국산 휴머노이드 누적 1,080대 직접 구매를 골자로 한 2030년까지의 지원 계획을 발표하였다. ④ **세제 측면**에서 '25년 세제개편안에서 국가전략기술 세액공제에 인공지능 분야가 추가됐고, **'26년 8월에는 태양광, 풍력, 이차전지, 반도체, 핵심소재, AI 로봇부품 등 6대 분야가 국내 생산 세액공제 대상에 포함**됐다.

미국은 제조업 경쟁력 회복과 국방 목적으로 Physical AI를 적극 육성하고 있다. CHIPS Act(반도체지원법)를 통한 Edge AI 칩 공급망 내재화, IRA(인플레이션 감축법) 기반의 배터리·제조 세제 혜택, 그리고 Manufacturing USA(특히 ARM 연구소)를 통한 산업 실증 지원이 핵심 정책적 토대를 이루고 있다. 아울러 국방부(DoD)의 무인화 체계 구축과 연계된 투자도 가속화되는 추세다. 동시에 OSHA(미국 직업안전보건청)와 NIST(미국표준기술연구소) 중심의 인간-로봇 협업(Co-bot) 안전 기준 정비, NHTSA(도로교통안전국)의 자율주행 표준 가이드라인 및 주별 상용화 법제화가 병행되면서 Physical AI의 현장 도입을 위한 제도적 기반이 빠르게 갖춰지고 있다.

중국은 Physical AI 분야에 전기차(EV) 성공 공식을 적용하여 정부 주도의 강력한 스케일업(Scale-up) 전략을 추진하고 있다. 'AI+제조' 정책을 발표하고 2027년까지 제조특화 대형모델을 3~5개 개발 및 고수준 산업용 AI에이전트 1,000개 출시를 목표로 하고 있다. 또한 공급망 내재화 및 클러스터에도 박차를 가하고 있다. 감속기, 서보 모터 등 로봇 핵심 부품의 기술 자립도 가속화하고, 상하이, 저장성, 장쑤성 및 광저우-선전 일대에 부품 공급망 클러스터 조성하겠다는 계획이다.

독일의 경우 유럽의 전통 제조 강국이라는 점에 AI 결합하는 특징이 있다. 지멘스와 보쉬 등 제조·산업 소프트웨어 기업을 기반으로 기업 간 생산, 설비, 제품, 공급망 데이터를 안전하게 공유하는 '제조-X(Manufacturing-X)' 프로젝트를 추진하고 있다. 특히 중소 제조기업의 AI 전환을 국가 목표로 제시했다. 독일은 독일경제 버팀목인 중소기업에 대해 AI 도입 지원금 제공 및 레거시 설비의 AI화 개조 지원 등으로 중소기업의 AX 전환을 지원하고 있다.

일본은 전통적으로 강점을 가진 반도체, 로봇, 자동차 제조 경쟁력을 결합한 Physical AI로 추격하겠다는 전략이다. 다카이치 사나에 내각의 성장전략에 따라 Physical AI 부문을 핵심 성장 축으로 지정하고 2040년까지 약 10.5조엔 (약 100조 원) 규모의 민관 투자를 집행한다는 계획이다. 또한 민간에서는 미쓰이 부동산이 구마모토현 등에 'Physical AI 및 반도체기술센터 (PASTEC, Physical AI and Semiconductor Technology Center)'를 설립하여 Physical AI용 반도체의 첨단 패키징 기술을 개발할 계획이다. 일본과 대만의 반도체 기업 및 연구기관의 참여를 독려하여 협력을 강화할 계획이다.

2

Physical AI 생태계 분석

Physical AI 밸류체인은 컴퓨트-데이터-브레인-하드웨어-배치의 다섯 계층으로 나뉜다. 앞의 네 계층은 미국 빅테크와 중국 하드웨어가 표준과 가격 결정력을 주도하지만, 현장과 맞닿은 배치·운영 계층은 아직 주도적 사업자가 없고 점점 더 밸류체인별 가치는 이곳으로 이동하고 있다.

본 장에서는 계층별 역할과 주요 플레이어, 생태계 구조의 변화, 국가별 경쟁력을 분석한다.



2.1 Physical AI 기능별 계층과 밸류체인

Physical AI는 칩부터 현장 배치까지 다섯 계층이 결합된 복합 시스템

Physical AI는 단일 제품이나 기술이 아닌, 컴퓨팅 인프라, 소프트웨어 및 시뮬레이션 플랫폼, AI 모델, 장비 완성품과 부품 등 하드웨어, 그리고 현장 배치·운영이 결합된 복합 시스템이다. Physical AI는 실제 환경을 인식하고 학습·추론한 뒤, 행동하고 피드백을 하는 과정, 즉 클라우드에서 가상 환경으로 학습하고 엣지 컴퓨터에서 실시간 추론하며 실제 장비가 행동한 뒤 데이터를 다시 축적하는 순환형 플랫폼이다.

따라서 Physical AI 산업을 이해하기 위해서 로봇 완제품이나 자율주행차 등 완성된 장비 아래에 존재하는 기능별 계층(Functional Layer)과 그에 따른 기술 스택, 그리고 비즈니스 관점에서의 밸류체인(Value Chain) 을 분석할 필요가 있다.

Physical AI 기능적 계층 분류와 밸류체인은 다음과 같다.

첫째, **컴퓨트 & 칩 계층(Compute & Chip Layer)으로 컴퓨팅 인프라**이다. 여기에는 데이터센터 GPU, NPU, 엣지 컴퓨터, 통신 인프라, 데이터센터 전력 인프라(전력 공급, 전력 관리)가 포함된다. 밸류체인의 **Up-Stream**으로 AI 메모리·연산 등의 반도체, 통신·전력 인프라가 여기에 속한다.

둘째, **데이터 & 시뮬레이션 계층(Data & Simulation Layer)**이다. 기술 스택은 디지털 트윈, 물리 시뮬레이션, 합성 데이터 생성 등이 포함된다. 밸류체인으로는 **Mid-Stream**으로 물리 데이터를 가상공간에서 학습하고 시뮬레이션하는 소프트웨어 플랫폼이 여기에 속한다.

셋째**, 브레인 계층(Brain Layer), AI 모델 계층**이다. 밸류체인 상 **Mid-Stream**에 해당하며 파운데이션 모델 및 월드 모델로 대변된다. 사물을 인식하고 이해하며, 행동을 계획하고 지시하며 학습, 추론하는 모델이 포함된다. 세부적으로는 멀티모달 인식 모델, Vision-Language-Action 모델, 행동 계획 모델, 강화 학습 및 모방 학습 모델이 포함된다.

넷째, **하드웨어 계층(Hardware Layer)으로** 이전 단계에서 학습, 추론한 것을 실제 물리 공간에서 구현하는 Body 단계이다. 여기에는 완제품(휴머노이드 로봇, 자율주행차, 산업용 로봇, 드론 등)과 이를 구성하는 부품(액추에이터, 감속기, 센서, 로봇 탑재 배터리 등)으로 나뉘며 밸류체인 상 완제품은 **Down-Stream**에, 이를 구성하는 부품은 **Up-Stream**에 해당한다. 투자 관점에서는 완제품보다 이 하드웨어 부품 구간에서 '공급 병목 프리미엄'이 먼저 반영되고 있다는 점이 최근의 주요 흐름이다.

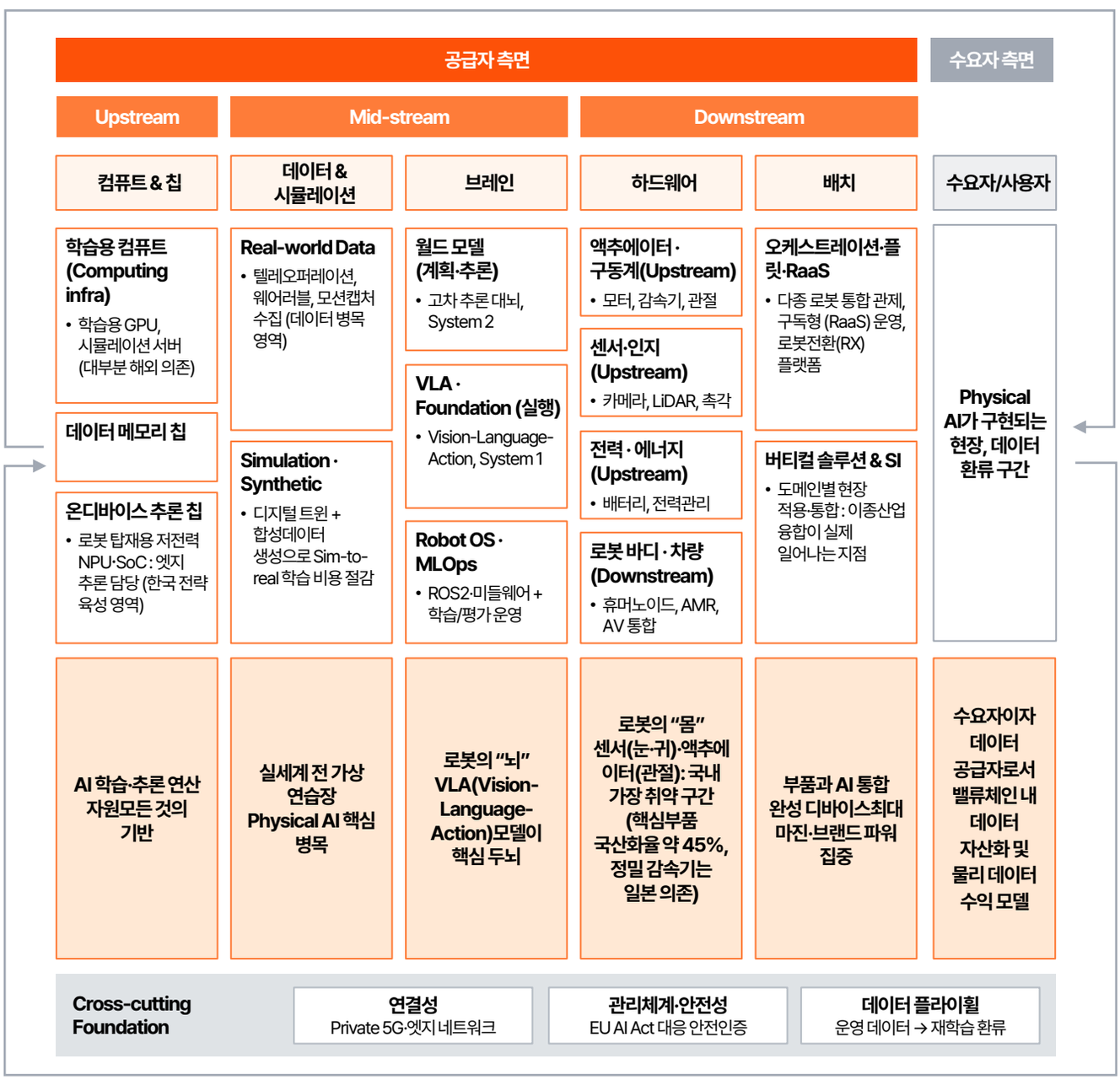
다섯째, **배치 계층(Deployment Layer)**이다**.** 가상 세계에서 학습을 마친 AI 모델을 로봇, 자율주행차, 스마트 팩토리 설비 같은 실제 하드웨어에 탑재하여 현장에 적용하는 최종 단계로, 밸류체인 상 Down-Stream(현장 운영·서비스)에 해당한다. 엣지 AI 탑재, 경량화 및 최적화, Sim-to-Real(가상과 현실의 갭) 조정, 안전장치 검증, 지속적인 모니터링을 하는 단계이다. 이 단계에서의 핵심은 현실 오차 해결, 초저지연 엣지 최적화, 하드웨어 기반 안전 장치, 그리고 지속적인 피드백 루프가 돌 수 있도록 데이터 플라이휠(Data Flywheel)의 선순환을 이뤄내는 것이다. 이 단계에서는 비즈니스 관점에서 **디바이스나 로봇 하나 설치가 아닌 다수의 디바이스를 통합해서 운영하는 플릿 관리(Fleet Management)와 RaaS 모델이 등장**한다.

Physical AI는 각각의 계층이 독립적으로 작동하는 것이 아니라, 하나의 폐루프 시스템으로 연결된다. 예를 들어 물류 피킹 로봇은 "카메라로 상품 확인 → AI 모델 상품 피킹 위치 판단 → 로봇 팔 행위 → 그 결과 데이터 기록 → 모델 개선에 활용", "자율주행차 역시 센서 입력 → 주행 판단 → 차량 제어 → 실제 주행 → 결과 재학습 데이터"가 하나의 루프를 형성한다.

Physical AI의 경쟁력은 단순히 좋은 로봇을 만드는 능력이 아니라, 데이터를 수집하고, 시뮬레이션에서 학습시키고, 실제 하드웨어에 안전하게 배포하며, 운영 과정에서 지속적으로 성능을 개선하는 전체 시스템 능력에서 나온다. 이러한 측면에서 **Physical AI의 성숙도가 올라갈수록 배치 5단계의 중요성도 상승**하게 될 것이다.

[도표 4] Physical AI 5대 레이어와 밸류체인

Physical AI는 단일 요소가 아닌, 소프트웨어(Brain) – 하드웨어(Body) – 시스템(통합·운영)의 결합으로, 3가지 요소가 현장에서 끊김 없이 통합되는 폐루프의 완성이 핵심



자료: PwC Strategy& analysis, PwC 컨설팅, 삼일PwC경영연구원

2.1.1 컴퓨트 & 칩 (AI Infra Layer)

대규모 연산 처리 및 현장 추론 칩, 통신 및 전력 인프라

Physical AI의 가장 하부 기반은 방대한 연산을 처리하는 컴퓨팅 인프라다. 이는 다시 학습(Training)을 위한 데이터센터급 GPU 클러스터와, 로봇·차량에 실제로 탑재되어 실시간 추론(Inference)을 수행하는 온디바이스(On-device) 엣지 프로세서로 구분된다.

Physical AI는 현실 세계에서 작동하기 때문에 기존 디지털 AI보다 컴퓨팅 인프라 요구 사항이 복잡하다. Physical AI는 로봇이나 차량이 센서 데이터를 실시간으로 처리하여 즉각 행동해야 한다. 따라서 Physical AI에는 두 종류의 컴퓨팅 인프라가 모두 필요하다.

첫째, **대규모 학습용 컴퓨팅 인프라**다. 로봇 파운데이션 모델, 자율주행 모델, VLA 모델, 시뮬레이션 기반 강화학습 모델을 학습시키려면 대규모 GPU 클러스터가 필요하다. 이는 클라우드 데이터센터나 자체 AI 슈퍼컴퓨터에서 수행된다.

둘째, **현장 추론용 엣지 컴퓨팅 인프라**다. 실제 로봇, 차량, 드론, 산업 장비 안에서 AI 모델을 실행하려면 저전력·고성능 엣지 AI 칩이 필요하다. Physical AI에서 추론은 클라우드만으로 처리하기 어렵다, 안전문제로도 연결되기 때문이다. 따라서 로봇 내부나 가까운 현장 서버에서 AI 추론을 처리하는 엣지 컴퓨팅 및 온디바이스 추론이 필수다.

엣지 AI 컴퓨팅은 단순히 처리 속도의 문제에 그치지 않고 통신 장애 시에도 최소 기능을 유지하도록 하며, 영상·음성·공간 정보 등 민감한 데이터를 현장에 남겨 개인정보· 산업기밀 위험을 줄인다. 또한 원시 센서 데이터를 전부 클라우드로 전송하는 방식보다 네트워크 비용을 낮추고, 실시간 제어 루프를 안정화한다.

실시간 대용량 데이터 처리를 위한 **통신 및 전력 인프라도 핵심적 역할**을 한다. Physical AI 시스템은 센서·로봇·서버·클라우드를 연결하는 고신뢰 통신 인프라와 전력 인프라 없이는 제대로 동작할 수 없다.

학습은 NVIDIA 표준 장악, 메모리와 엣지 추론칩은 한국이 경쟁력 보유

엣지 추론에서는 국내 저전력 AI 반도체 기업이 부상

AI 인프라 계층에서 사실상의 표준을 장악하고 있는 기업은 NVIDIA이다. 특히 Physical AI와 로봇 개발에 필요한 대규모 모델 학습과 시뮬레이션 환경에서는 NVIDIA의 데이터센터 GPU가 사실상 산업 표준으로 자리잡고 있다. 최근에는 Blackwell 아키텍처 기반 GPU가 상용화되고 있으며, 차세대 Rubin 플랫폼도 공개되어 대규모 AI 모델 학습 인프라의 주도권을 유지하고 있다.

다만 AI 학습 영역과 달리 추론(Inference) 영역에서는 다양한 AI 반도체 기업들이 도전하고 있다. 국내에서는 리벨리온(Rebellions), 퓨리오사AI(FuriosaAI), 딥엑스(DEEPX) 등이 저전력·고효율 AI 추론 반도체를 개발하며 글로벌 빅테크 및 국내 대기업과 협력을 확대하고 있다. 이들은 데이터센터 및 온디바이스 AI 시장에서 NVIDIA GPU 대비 전력 효율성과 비용 경쟁력을 강점으로 내세우고 있다.

엣지 컴퓨팅과 온디바이스 AI 분야 [2]에서는 저전력과 고성능의 균형이 핵심 경쟁력이다. NVIDIA의 Jetson Thor는 휴머노이드 로봇과 Physical AI를 위한 차세대 엣지 AI 컴퓨터로, 이전 세대인 Jetson AGX Orin 대비 최대 7.5배 높은 AI 성능과 3.5배 향상된 에너지 효율을 제공한다. 또한 40~130W 범위의 전력 설정이 가능해 로봇용 고성능 컴퓨팅 플랫폼으로 활용되고 있다.

실제로 Boston Dynamics는 차세대 Atlas 휴머노이드 로봇에 Jetson Thor를 채택했으며, 중국의 AGIBOT 역시 차세대 G2 로봇의 핵심 컴퓨팅 플랫폼으로 Jetson Thor를 적용하고 있다. 이는 고성능 AI 추론이 Physical AI 구현의 핵심 요소로 부상하고 있음을 보여준다.

국내에서는 딥엑스(DEEPX)가 현대자동차그룹 로보틱스랩과 협력하여 로봇용 온디바이스 AI 반도체와 Physical AI 컴퓨팅 플랫폼을 공동 개발하고 있다. 이는 향후 로봇 두뇌의 국산화와 AI 반도체 생태계 구축 측면에서 의미 있는 사례로 평가된다.

한편 AI 인프라 생태계는 GPU 및 NPU뿐 아니라 메모리, 전력반도체, 센서반도체 기업들로 구성된다. 대용량 HBM 메모리 분야에서는 삼성전자와 SK하이닉스가 핵심 공급자로 자리 잡고 있으며, 전력반도체 분야에서는 Infineon과 Texas Instruments가, 센서 및 아날로그 반도체 분야에서는 Analog Devices(ADI)와 STMicroelectronics(ST)가 주요 공급업체로 활동하고 있다.

[도표 5] AI인프라 계층의 주요 기술 및 대표 기업

구분	역할	대표 제품·기업
데이터센터 학습용 GPU	대규모 시뮬레이션·파운데이션 모델 학습	NVIDIA 블랙웰, 루빈(Rubin) 플랫폼, AMD MI시리즈
온디바이스 추론 프로세서	로봇·차량에 탑재되어 실시간 인지·판단·제어 수행(저전력 필수)	NVIDIA Jetson Thor/AGX Thor, 딥엑스, 퀄컴 로보틱스 RB 시리즈
엣지 NPU/전용칩	특정 태스크(비전·모션제어) 가속용 특화 반도체	리벨리온, 퓨리오사AI 등 국내 NPU 스타트업
메모리 칩	HBM 및 온디바이스용 고대역폭 메모리 공급 로봇 추론 부하 증가 시 메모리 병목이 발생 — 구조적 수혜	삼성전자 / SK하이닉스
전력반도체	모터 드라이버, 전력관리, 센서 인터페이스 등 아날로그·전력 반도체	TI(Texas Instruments), ADI(Analog Devices), 인피니언, ST(STMicroelectronics)
팹리스·후공정	전력반도체 패키지, 방열 솔루션 AI 인프라 테마 수혜의 로보틱스 확장 경로	TSMC, ASE, Amkor, JCET, PTI

자료: 삼일PwC경영연구원

2) 엣지 컴퓨팅(Edge Computing)과 온디바이스 AI(On-Device AI): 데이터 처리의 중심을 클라우드 서버에서 사용자와 물리적으로 가까운 단말기로 이동시키는 핵심 기술
- 엣지 컴퓨팅(Edge Computing): 데이터가 생성되는 현장 주변(엣지 서버/ 게이트웨이)에서 데이터를 분산 처리하는 인프라 기술.
- 온디바이스 AI(On-Device AI): 인터넷 연결 없이 기기 자체(스마트폰, PC 등)의 AP/NPU로 AI 모델을 구동하는 기술

2.1.2 데이터 & 시뮬레이션 (Data & Simulation Layer)

데이터의 생산 및 학습을 담당하는 핵심 영역

Physical AI의 핵심 병목으로 지적되는 것이 바로 데이터로 실세계에서 시행착오를 최소화하면서도 충분한 데이터를 확보하는 것이다. 이를 위해 디지털 트윈 및 물리 시뮬레이션 플랫폼이 필수 인프라로 자리 잡고 있다. 실제 로봇을 물리 공간에서 반복 훈련시키는 것은 현실적으로 불가능하며 비효율적이다. 따라서 가상환경에서 물리법칙을 정밀하게 모사한 시뮬레이션을 통해 데이터를 대량으로 생성하고 로봇을 사전 학습시킨다.

실제 이 계층은 하드웨어와 AI 모델을 연결하는 운영체계라고 볼 수 있다. 로봇 하드웨어가 신체이고, AI 모델이 두뇌라면, 소프트웨어 플랫폼은 신경계와 학습 환경에 해당한다.

Physical AI 소프트웨어 계층은 다음 기능을 포함한다. 로봇 운영체제 및 미들웨어, 센서 데이터 수집 및 동기화, 디지털 트윈 및 물리 시뮬레이션, 합성 데이터 생성, 모델 학습 파이프라인, Sim-to-Real 전환 도구, 로봇 플릿 관리, 기존 시스템과의 연동 등 다양하다. 이 중 특히 중요한 것이 **디지털 트윈, 시뮬레이션, 합성 데이터**다. Physical AI는 실제 세계에서 학습하기 어렵기 때문에 가상 환경에서 대량 학습하고 검증하는 과정이 필수적이다.

① 디지털 트윈: 디지털 트윈은 실제 공장, 창고, 로봇, 설비, 작업 동선, 제품을 가상공간에 재현하고, 현실 데이터를 지속 반영해 운영·분석·최적화하는 체계다. Physical AI에서 디지털 트윈은 단순 시각화 도구를 넘어 로봇을 학습시키고 안전성을 검증하며 공정 변경의 비용을 낮추는 핵심 개발 인프라다. 현실의 복제가 아니라 실제 현장에서 발생 가능한 중요한 변수, 변동 요인 등을 충분히 반영하여 학습시키는데 있다.

② 합성 데이터 활용 및 데이터 병목 완화: Physical AI 고품질 물리 데이터를 실제에서 반복 작업을 통해 얻어내는 것에는 시간적, 비용적 한계가 있다. 작업공간, 안전관리, 반복실험 등을 무수히 반복하기란 불가능하기 때문이다. 특히 실패 사례까지 포함한 데이터를 수집하는 비용이 크다. 반면 합성 데이터는 실제 현장을 3D 환경으로 구성한 뒤, 조명, 카메라 위치, 물체 배치, 재질, 장애물 등을 무작위로 바꾸어 대량의 라벨링된 데이터를 생성할 수 있게 한다.

③ Sim-to-Real Gap의 관리: Sim-to-Real Gap은 시뮬레이터에서 학습한 행동 정책이 실제 세계로 옮겨졌을 때 성능이 저하되는 문제다. 예를 들어 실제 물체의 강성, 질감, 마찰계수, 반사율 등은 시뮬레이터에서 구현한 값과 차이가 발생할 수 있으며, 카메라의 조명 조건이나 센서 노이즈 역시 인식 오류를 유발할 수 있다. 또한 로봇 손가락의 마찰 특성, 관절의 백래시(Backlash), 배터리 상태에 따른 토크 변화 등도 시뮬레이션과 실제 환경 간 성능 차이를 만드는 주요 요인이다.

시뮬레이션은 NVIDIA 주도

국내는 디지털 트윈·데이터 가공 기업이 틈새 시장 접근

이 분야에서는 NVIDIA의 Omniverse와 Isaac Lab이 AI 기반 로봇 시뮬레이션 생태계를 주도하고 있으며, Siemens Xcelerator, Ansys, PTC 등도 기존 디지털 트윈 및 엔지니어링 시뮬레이션 역량을 바탕으로 로봇 시뮬레이션 영역으로 사업을 확대하고 있다.

국내에서는 페블러스가 산업용 디지털 트윈과 Physical AI 시뮬레이션을 결합한 플랫폼 사업을 추진하고 있으며, 슈퍼브AI는 3D 가우시안 스플래팅(Gaussian Splatting)과 SMPL 기반 기술을 활용해 디지털 트윈 및 합성 데이터 구축 영역으로 사업을 확대하고 있다.

[참고자료] 데이터 수집 방법론

Physical AI 산업의 핵심 병목은 로봇이 실제 물리 세계를 학습할 수 있는 '행동(action) 데이터'의 절대적 부족, 이를 해결하기 위해 기업들은 텔레오퍼레이션, 시뮬레이션, 인간 비디오, 실제 배치 데이터 등을 조합한 하이브리드 전략을 취하고 있음

[도표 6] 데이터 수집 방법

방법론	주요 내용	대표 주체	장점	한계
텔레오퍼레이션 (Teleoperation)	• 사람이 리더암, VR 헤드셋, 외골격(exoskeleton), 모션캡처 슈트로 로봇을 원격 조종하며 관절 위치, 속도, 힘/토크, 카메라 영상, 행동 명령 등을 동기화해 기록 • 최근에는 모션캡처 없이도 전신 제어를 구현하는 포터블 시스템(TWIST2)까지 등장	Physical Intelligence, Trossen, TWIST2	실제 물리와 일치, 즉시 사용 가능	처리량 낮음, 고비용
시뮬레이션/ World Model	• 소량의 텔레오퍼레이션 데이터로 World Model(Cosmos)을 후속 학습한 뒤, 이미지·텍스트 지시로 새 과업 영상을 생성하고 이 영상에서 행동 궤적(neural trajectory)을 추출	NVIDIA GR00T-Dreams, Cosmos	초고속·초저비용 대량 생성	Sim-to-Real gap 존재
인간 비디오 에고센트릭 데이터	• Figure AI는 실제 주택·사업장에서 사람이 일하는 모습을 1인칭 영상으로 대량 수집해 Helix 모델을 학습(Project Go-Big). 로봇 시연 없이 이동 동작을 로봇에 이전	Figure AI	저비용, 방대한 다양성	임베디먼트 격차, 행동 정밀도 낮음
통합 세계 시뮬레이터	• Tesla는 자율주행차 주행 영상으로 학습한 '신경망 세계 시뮬레이터'가 물리와 '소프트 의도(soft intent)'를 이해하도록 한 뒤, 이 지능을 Optimus 로봇에 이식하는 방식을 택해 실제 로봇 데이터 의존도를 최소화	Tesla	차량, 로봇 데이터 교차 활용	검증 초기 단계
현장 배치 데이터	• 대량의 산업용 로봇을 실제 제조 현장에 투입해 반복 작업 데이터를 대규모로 축적	중국 제조사, 현대차 RMAC	실제 생산성과 직결, 규모 확보 용이	초기 투자 로봇 필요, 안전 리스크

자료: 삼일PwC경영연구원

국내 기업들의 데이터 확보 전략

- **제조 현장 캡티브 데이터 축적**: 현대차그룹은 HMGMA와 RMAC(Robot Metaplant Application Center)를 활용해 실제 제조현장과 로봇 학습·검증 체계를 연계하는 AI Robotics 데이터 플라이휠 구축을 추진
- **로봇 데이터 팩토리 구축**: 국내 제조기업들은 스마트팩토리, 디지털 트윈, AI 자동화를 확대하며 실제 제조환경에서 생성되는 로봇 운영 데이터를 지속적으로 축적
- **암묵지 데이터화**: 제조 현장의 숙련 작업 경험과 노하우를 디지털 자산으로 전환, 이를 AI 학습에 활용하려는 시도 확대
- **오픈 데이터 생태계 조성**: NIA AI-Hub는 수천만 건 규모의 AI 학습 데이터를 공개해 연구기관과 스타트업 데이터 활용 지원
- **NVIDIA 등 글로벌 플랫폼과의 제휴**: 현대차그룹은 NVIDIA 등 글로벌 AI 기업과 협력하여 로봇 AI, 시뮬레이션, 데이터 인프라 역량 강화하고 있음

의미와 시사점

- 데이터 확보 경쟁은 이제 로봇의 하드웨어 성능이 아니라 데이터 파이프라인 및 인프라 경쟁으로 이동했음
- 합성 데이터의 비중이 빠르게 증가하면서 향후 경쟁력은 고품질 World Model과 시뮬레이션 역량에 의해 크게 좌우될 가능성이 높음. 다만 실제 현장 데이터는 여전히 필수적인 학습·검증 자산으로 평가됨.
- 동시에 텔레오퍼레이션, 현장 데이터처럼 물리적 접점을 가진 기업(제조 대기업, 완성차, 로봇기업)만이 확보할 수 있는 **'캡티브 데이터'의 희소가치도 계속 커지고 있음**
- 한국은 자동차, 반도체, 전자, 조선 등 세계적 수준의 산업 현장과 스마트공장 인프라를 보유하고 있어 합성데이터와 현장 데이터를 병행 활용할 수 있는 유리한 위치에 있음. 향후 한국 Physical AI 산업의 경쟁력은 제조 현장에서 생성되는 고품질 데이터를 얼마나 체계적으로 축적하고, 이를 World Model 및 로봇 AI 학습과 효과적으로 연결하느냐에 의해 결정될 가능성이 높음

2.1.3 Brain Layer: 파운데이션 모델 & 월드 모델

Physical AI의 두뇌 영역 VLA, 월드 모델이 핵심

Physical AI가 인간의 지시를 이해하고 물체를 인식하기 위한, 시각·공간·무게, 감각 등 다양한 감각의 상호관계를 판단하고, 행동순서를 계획해야 한다. Physical AI의 브레인 레이어는 이를 인식하고 판단 행동하기 위해 지시를 내리는 인간의 뇌 역할을 하는 영역이다.

브레인 계층에서 주목하는 AI 모델은 VLA 모델과 월드모델이다. 파운데이션 모델의 하나인 VLA 모델은 시각(Vision)-언어(Language)-행동(Action)을 통합해서 실제 행동까지 이어지게 하는 모델로 로봇이 카메라와 센서로 수집한 이미지, 언어 정보를 바탕으로 다음 행동을 계획하는 '두뇌' 역할을 한다. Physical AI는 시각 인식, 언어 이해, 촉각·힘 인식, 위치 및 공간 인식(로봇 등 장비 자체, 주변 지도, 장애물 등), 속도, 온도, 진동, 시간적 이해(시간에 따른 작업의 연속 행동, 시퀀스 모델링 등) 등 다양한 데이터를 처리해야 한다.

Physical AI가 진정한 범용성을 가지려면 월드 모델 (World Model)이 필요하다. 월드 모델은 세상의 물리 환경을 이해하고 환경의 현재 상태와 행동에 따른 미래 상태를 예측하는 내부 모델이다. Physical AI에서 로봇 내부의 메모리에 현실 세계의 물리 법칙과 인과관계를 압축하여 집어넣은 일종의 축소판 시뮬레이터라 할 수 있다. 최근의 기술 흐름은 VLA로 수렴하고 있으며, 여기에 물리 세계의 인과관계를 예측하는 월드모델이 결합되는 추세다.

Physical AI는 단순한 로봇 기술이 아니라 LLM(생각)-VLM(인지)-World Model(예측)-VLA(행동)-Policy Model(제어) 로 이어지는 다층적 AI 아키텍처이다. 현재 산업계는 VLA 단계에서 상용화를 시작하고 있으나, 향후 5~10년 내 가장 큰 가치를 창출하는 영역은 물리 세계의 인과관계를 학습하고 미래를 예측하는 월드모델이 될 가능성이 높을 것으로 업계에서는 예측하고 있다. 따라서 Physical AI 경쟁력은 현실 세계를 이해하고 시뮬레이션할 수 있는 AI 두뇌를 확보하는 데 있을 것이다.

NVIDIA와 Google의 양강 속에 모델 전문 스타트업이 약진 중

World Model 분야에서는 NVIDIA의 Cosmos와 Google DeepMind의 Genie가 가장 높은 주목을 받고 있으며, Wayve, Waymo, World Labs 등도 경쟁적으로 관련 기술을 개발하고 있다. NVIDIA는 World Foundation Model인 Cosmos, 물리 환경 추론을 위한 VLM인 Cosmos Reason, 로봇 파운데이션 모델인 Isaac GR00T를 중심으로 개방형 Physical AI 생태계를 구축하고 있다.

Google DeepMind는 RT-2를 통해 웹 규모의 시각·언어 데이터와 로봇 데이터를 결합하여 인터넷 지식이 실제 로봇 행동으로 전이될 수 있음을 보여주었으며, Open X-Embodiment 프로젝트를 통해 다양한 로봇 플랫폼 간 일반화 가능성을 연구해왔다. 현재 주력 모델은 Gemini Robotics 2와 Gemini Robotics-ER2로, 서로 다른 로봇 플랫폼의 데이터를 통합·전이하는 Motion Transfer 기법을 발전시켜 신규 플랫폼에 대한 소량 데이터를 이용한 빠른 적응과 멀티 로봇 협업 제어를 구현하고 있다.

대표적인 로봇 파운데이션 모델 스타트업으로는 Physical Intelligence와 Skild AI가 있다. Physical Intelligence는 다양한 로봇 플랫폼의 데이터를 공동 학습하는 π0(파이제로) 계열 모델을 개발하고 있다. 2024년 약 24억 달러, 2025년 11월 약 56억 달러 기업가치로 대규모 투자를 유치했으며 2026년 3월에는 기업가치 110억달러 수준으로 하는 10억 달러 규모의 신규 투자를 논의하며 불과 4개월 만에 기업가치가 두 배가량 상향된 것으로 알려졌다. Skild AI는 SoftBank, NVIDIA 등이 투자한 기업으로, 다양한 로봇 형태에 적용 가능한 'Omni-bodied Robot Foundation Model'인 Skild Brain을 개발하고 있으며, 2026년 기업가치는 140억 달러를 넘어선 것으로 평가된다

[도표 7] Physical AI를 구성하는 핵심 모델 비교

구분	역할(인간 비유)	대표 모델	대표 기업
LLM	**언어 이해 및 추론(언어 능력)** - 방대한 텍스트 데이터를 학습해 언어를 이해하고 생성하는 모델	GPT, Claude, Gemini	OpenAI, Anthropic, Google
VLM(Vision-Language Model)	**사물을 보고 이해(눈+언어 이해)** - 텍스트와 시각 정보(이미지/영상)를 동시에 처리하는 멀티모달 모델	GPT-4o, Gemini, LLaVA	OpenAI, Google 등
VLA (Vision-Language-Action)	**사물을 보고 이해 후 행동 생성(눈+뇌+손)** - 시각·언어 지시를 받아 로봇의 '실제 물리적 행동'을 직접 출력하는 모델	RT-2, OpenVLA, Gemini Robotics	Google, Stanford 등
World Model	**미래 상황 예측 및 시뮬레이션(상상력·직관)** - AI가 현실 세계의 물리 법칙, 공간, 시간의 흐름, 인과관계를 내부적으로 이해하고 예측하는 시스템	Cosmos, V-JEPA, Genie	NVIDIA, Meta, Google
Policy(Action) Model	**행동 최적화, 제어(운동 신경)** - 고차원적인 인공지능의 생각(LLM/VLA)을 현장의 실시간 관절 움직임(물리적 제어)으로 연결하는 핵심적인 하위 제어기	Diffusion Policy, Octo, Cosmos Policy	NVIDIA, UC버클리 등
Robot Foundation Model	**범용 로봇 두뇌(인간 뇌)** - VLA와 하위 제어 정책을 결합해 다양한 로봇과 작업에 범용으로 쓰는 로봇 전용 AI 아키텍처	Figure Helix, GR00T, π_0	Figure AI, NVIDIA, Physical Intelligence

자료: 삼일PwC경영연구원

[도표 8] Physical AI 모델 관련 주요 기업

기업	모델	유형	특징
NVIDIA	Cosmos / Isaac / GR00T	World Model + 로봇 파운데이션 모델 + 시뮬레이션 플랫폼	GPU, Omniverse, Isaac Sim, Jetson 기반의 Physical AI 인프라 기업. 로봇 학습용 시뮬레이션, 합성데이터, 휴머노이드용 범용 모델 전략이 강점
Google DeepMind	Gemini Robotics 2 / ER 2	VLA / 로봇 파운데이션 모델	시각·언어·행동을 결합한 로봇 AI 연구 선도. 2026년 7월 Gemini Robotics 2로 휴머노이드 로봇 전신 제어와 다중 로봇 협업 구현
Tesla	FSD / Optimus	자율주행 AI + 휴머노이드 로봇	FSD 자율주행 데이터를 기반으로 비전 AI와 로봇 제어 기술을 축적. 차량 AI를 휴머노이드 로봇Optimus로 확장하는 전략
Physical Intelligence	π 계열	VLA / 범용 로봇 행동 모델	다양한 로봇이 여러 작업을 수행하도록 하는 범용 로봇 지능 개발. 로봇 행동 데이터 기반 학습에 집중
Figure AI	Helix 02 / Figure 03	휴머노이드 로봇 + VLA 모델	자연어 명령을 이해하고 실제 작업을 수행하는 휴머노이드 로봇 개발. 제조·물류 현장 적용을 목표
Skild AI	Skild Brain	범용 로봇 파운데이션 모델	다양한 형태의 로봇에 적용 가능한 범용 로봇 두뇌 개발. 조작, 이동, 작업 수행을 통합하려는 접근
Covariant	RFM-1	물류 로봇 파운데이션 모델	창고 자동화와 로봇 피킹에 특화. 물체 인식, 집기, 분류 등 물류 작업 데이터 기반 AI가 강점. 다만 2024년 아마존이 창업자와 핵심 인력을 영입하고 모델을 라이선스해 현재는 독립 사업자로 보기 어려움

자료: NVIDIA, 언론, 각사, 삼일PwC경영연구원

2.1.4 하드웨어 계층(Hardware Layer)

하드웨어의 성능과 신뢰성이 실제 Physical AI의 성능을 결정

부품 원가가 배치 규모를, 배치 규모가 데이터 양을 결정

Physical AI가 실제 세계에서 행동하려면 물리적 신체가 필요하다. 소프트웨어 스택이 아무리 고도화되어도 센서, 액추에이터, 배터리, 컴퓨팅 모듈, 기구 설계 등 하드웨어가 충분한 성능과 신뢰성을 제공하지 못하면 실제 환경에서의 성능은 제한된다. 센서는 환경 데이터의 정확하고 안정적 수집이, 액추에이터는 토크, 속도, 정밀도, 내구성의 요구 수준이 충족되어야 한다. 또한 배터리 및 전력시스템은 장시간 운용을 위한 충분하고 안정적이어야 한다.

하드웨어는 일반적으로 소프트웨어보다 개발 주기가 길고, 양산 난이도가 높으며, 유지보수 비용도 크다. 따라서 Physical AI 기업의 상용화 성공 여부는 AI 모델의 성능뿐 아니라 하드웨어 신뢰성, 제조 역량, 공급망 안정성, 현장 유지보수 능력에 크게 좌우된다.

Physical AI 하드웨어의 경쟁력은 부품 성능과 원가뿐 아니라, 완제품이 실제 환경에 배치되었을 때 작업을 얼마나 안정적으로 수행하는지에 의해 결정된다. 따라서 부품 설계, 완제품 제조, 현장 배치, 유지보수, 시스템 통합이 유기적으로 연결되어야 한다.

Physical AI 하드웨어 디바이스는 크게 부품과 완제품으로 나눌 수 있다. 주요 부품에는 액추에이터, 감속기, 센서, 배터리, 임베디드 컴퓨팅 모듈, 제어기, 구조 부품 등이 포함된다. 완제품에는 자율주행차, 산업용 로봇, 드론, 휴머노이드 로봇 등이 해당한다.

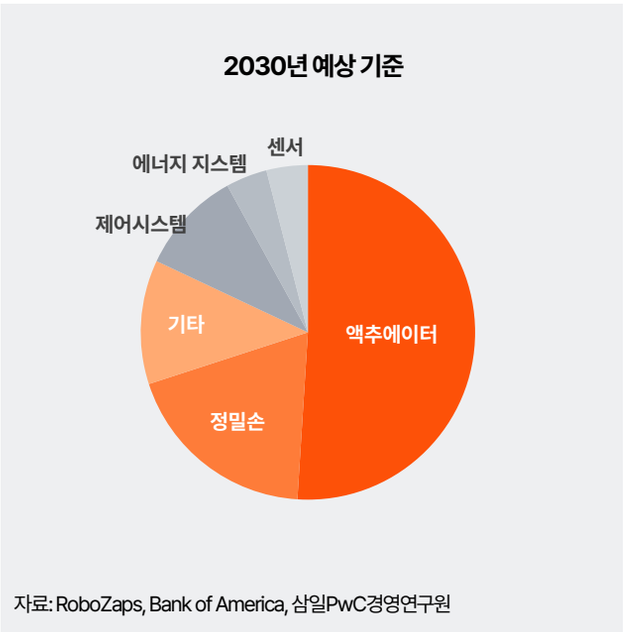
Physical AI의 완제품은 유형별로 휴머노이드, 자율주행차, 산업용 로봇 등이 있다. 앞서 활용처에 대해서도 언급했듯이 현재는 제조와 물류 등 비교적 통제 가능한 분야에서 활용된다. 그러나 휴머노이드 부문에서는 기술검증이 진행중이며 파일럿이나 초기 양산단계 수준으로 유지보수체계, 경제성 확보를 이룬 사업자는 제한적이다. 완제품의 경제성은 부품단가의 하락 혹은 규모의 경제를 이룰 수 있도록 양산단계에 이르러야 한다.

하드웨어 계층에서도 특히 휴머노이드 **로봇 분야에서는 액추에이터와 감속기가 핵심 부품이자 주요 병목으로 평가**된다. 휴머노이드 로봇의 주요 하드웨어 비용은 일반적으로 액추에이터, 센싱 및 인지 시스템, 컴퓨팅 및 제어 플랫폼, 구조 부품, 배터리 모듈 등에서 발생한다. 일부 시장조사기관과 투자은행의 추정에 따르면 액추에이터는 휴머노이드 로봇 BOM에서 가장 큰 비중을 차지하며, 경우에 따라 전체 부품비의 약 40~60% 수준으로 추정되기도 한다.

양산을 통해 완제품 가격을 하락시키기 위해서는 감속기 및 액추에이터 등 원가 비중이 높은 부품의 단가가 하락해야 한다. 이러한 측면에서 중국이 시장을 주도하고 있다. 미국은 AI 모델과 소프트웨어 계층에서 우위를 보유하고 있지만, 액추에이터, 감속기, 모터, 배터리, 정밀가공 부품 등 하드웨어 공급망은 중국이 압도적 경쟁력을 확보하고 있다. 과거 이 분야에서는 일본 업체들이 주도권을 가지고 있었으나 중국업체들이 저렴한 가격으로 공급하며 가격 경쟁을 주도하고 있어 이것이 로봇 등 하드웨어 가격을 낮추는 요인이 되고 있다.

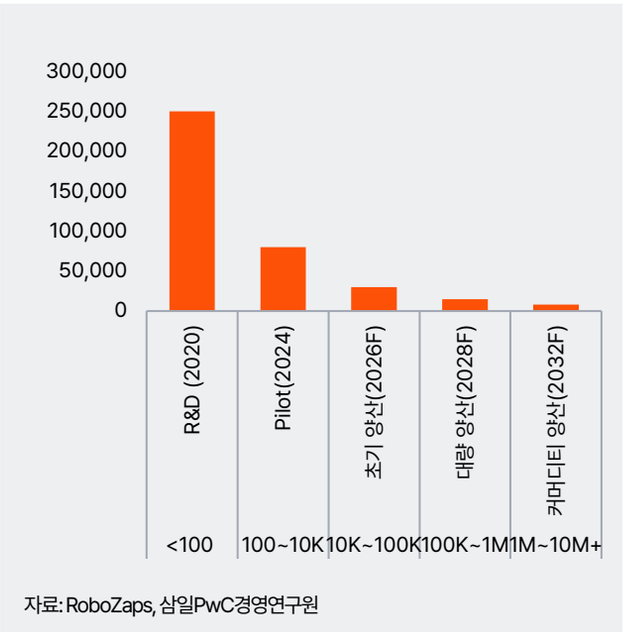
액추에이터와 센서 등의 핵심 부품이 병목으로 지적되는 만큼 휴머노이드 로봇의 기술적 차별화를 이룰 수 있는 핵심적인 요소로 평가된다.

[도표 9] 휴머노이드 로봇의 부품 원가 비중



자료: RoboZaps, Bank of America, 삼일PwC경영연구원

[도표 10] 양산 규모별 휴머노이드 로봇 가격 하락



자료: RoboZaps, 삼일PwC경영연구원

완제품은 자동차 기업의 수직계열화가 주도, 부품은 중국과 국내 기업이 경쟁

대표적인 기업으로는 Tesla, Figure AI, 보스턴다이내믹스 등이 있다. Tesla는 자체 Physical AI 모델과 비전 기술을 내재화하여 인간형 로봇 옵티머스(Optimus)를 개발하고 있다. 기가팩토리 제조 공정에 실제 투입하며 가장 빠른 양산 궤도에 오른 대표적인 완제품 기업이다.

Figure AI는 오픈AI, 엔비디아, 마이크로소프트 등의 투자를 받은 기업으로, 완제품 휴머노이드 로봇 Figure 02와 Figure 03을 제조하며 BMW 스파턴버그 공장에서 차체 판금 부품 적재(Figure 02)와 물류 부품 시퀀싱(Figure 03) 작업을 수행하고 있다. 또한 자체 파운데이션 모델인 Helix를 내재화하였다. 2026년에는 BotQ에서 Figure 03을 350대 이상 인도하며 생산 속도를 하루 1대에서 시간당 1대로 높였고, 17시간 연속 교대 및 4시간 이상 연속 가동으로 28,000개 이상의 패키지를 분류하는 실증을 공개했다. 또한 신모델 Figure 04는 시제품 생산단계에 있으며 인간의 신체능력을 1:1 모사하는데 초점이 맞춰져 있다. Figure AI는 대규모 Pre-Training 인프라를 전개하여 산업 및 물류현장에 우선 투입할 계획이다.

보스턴다이내믹스는 2026년 1월 아틀라스 양산에 돌입, 2026년 생산분은 현대차그룹 RMAC과 Google DeepMind에 배정하고 2028년부터 조지아주 신공장에 투입할 계획이다. 중국의 유니트리, 유비테크, 애지봇 등도 양산형 휴머노이드 로봇으로 실전 배치의 대부분을 차지한다.

한국 부품업체로는 감속기 분야에서 에스피지, 에스비비테크 등이 고토크 밀도·경량화를 앞세워 침투율을 높이고 있다. 모터에서도 소형·고출력을 동시에 만족하는 프레임리스(Frameless) 모터가 주류로 부상하며 하이젠알앤엠 등 국내 서보모터 기업이 대응하고 있다.

액추에이터의 대표기업으로 로보티즈가 있다. 특히 모터, 감속기, 제어기 등을 일체화한 다이나믹셀을 생산하여 공급하고 있다. 엔비디아, 2대 주주인 LG전자(AXIUM 브랜드) 등과 협업해 글로벌 공급 체계를 다지고 있으며, 최근 기술 내재화율 97%의 액추에이터 다이나믹셀-Q를 탑재한 오픈형 휴머노이드 'AI 사피엔스' 프로토타입을 시연했다. 우즈베키스탄 생산거점 확대로 액추에이터 양산 능력과 글로벌 공급망을 강화하고 있다.

2.1.5 배치 계층 (Deployment Layer)

배치는 설치 단계가 아니라 데이터가 만들어지는 출발점

Physical AI에서 다소 과소평가되었지만 본격 상용화되면서 중요한 영역으로 부상하는 계층이 바로 배치, 통합, 운영 부분이다. 수요자와의 접점에 있는 이 단계는 앞선 계층이 만들어낸 하드웨어를 실제 현장에 맞게 설치하고, 기존 시스템과의 연결 및 통합하며 안정적으로 운영한다. 배치 및 운영은 개별 디바이스의 원활한 작동을 넘어, 수백~수만 대의 이기종 디바이스를 실제 각종 현장에 실시간으로 오류 없이 안전하게 설치 및 운용하며 업데이트하는 단계를 의미한다. 지속적으로 유지·보수·관리하여, 최종적으로 수익을 창출하는 상용화 계층이다. 상용화가 진행될수록 배치·운영 부분에서 장기적으로 높은 부가가치와 고객 락인(Lock-in) 효과가 생길 것으로 예상된다.

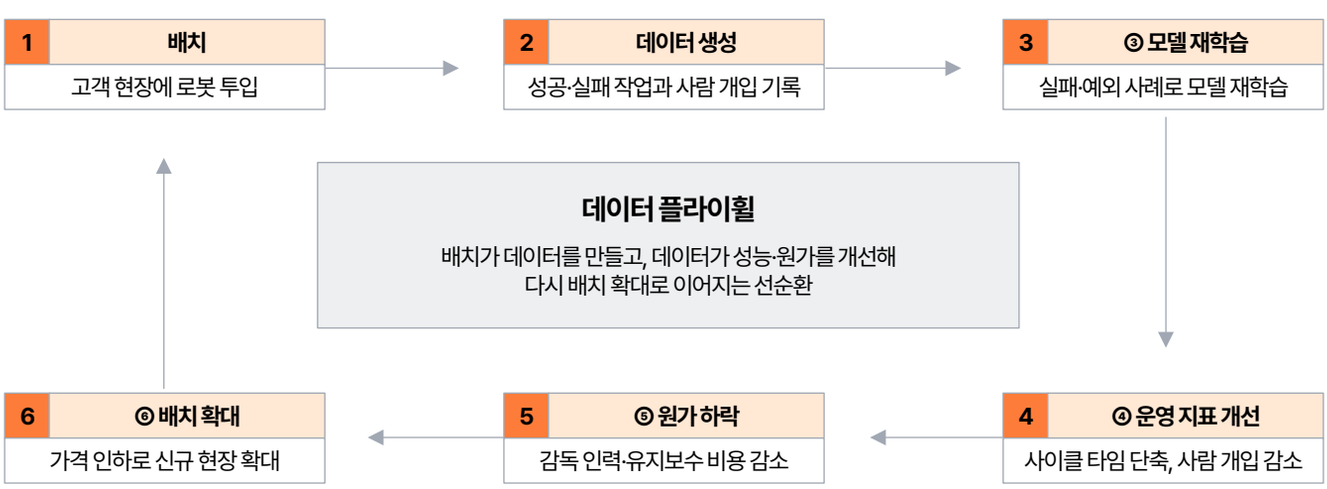
배치 분야의 핵심은 고객의 현장에 대한 정확한 이해와 업무 프로세스를 이해하는 데서 출발한다. 또한 기존 시스템과의 연결, 안전설계, 다수의 로봇 등 장비를 효율적으로 움직이기 위한 소프트웨어 역량, 유지보수, 경제성 추구를 위한 ROI 설계 능력 등이 요구된다.

Physical AI 시대로 접어들며 배치는 소프트웨어 설치와 통합, 운영서비스에 국한하지 않고 **데이터를 생산하는 단계로서 그 의미가 확대**되고 있다. 로봇 파운데이션 모델의 성능은 학습 데이터가 결정하는데, 행동 데이터는 기존의 디지털 세계의 데이터와 시뮬레이션만으로는 예외, 돌발상황까지 학습하는 데에는 한계가 있다. 모델 개선에 요구되는 데이터는 대부분 실제 현장 운영에서 나오며 현장 배치를 통해 작업의 부산물로 확보될 수 있다.

이에 따라 배치 계층은 **'현장 배치 → 데이터 생성 → 모델 재학습 → 성능 개선·원가 하락 → 배치 확대'로 이어지는 데이터 플라이휠의 출발점**이 된다.

이 계층의 핵심 비즈니스 모델은 RaaS(Robot-as-a-Service)로 수렴하고 있다. RaaS는 디바이스의 임차 및 유지 보수, 클라우드 인프라, 지속적인 무선 소프트웨어 업데이트, AS까지 포함되며, 이는 기업의 초기 진입장벽과 투자 리스크를 크게 낮춘다.

[도표 11] 데이터 플라이휠의 선순환 구조



자료: 삼일PwC경영연구원

NVIDIA의 Hugging Face 인수 발표
개발-학습-·배포 흐름을 NVIDIA 진영으로 일원화
→ 실제 배치 현장 직전까지의 표준 장악 전략

최근 배치 및 운영의 가치가 부각되는 중요한 이벤트가 발생했다. NVIDIA의 Hugging Face 인수 합의다. 본 건의 거래 규모는 약 129억 3,000만 달러(한화 약 17~18조 원)이며 규제 승인을 거쳐 2027년 상반기 종결될 예정이다. Hugging Face는 AI 모델과 데이터셋을 공유하는 대표 플랫폼이고, 로봇 학습 데이터의 사실상 표준 포맷인 LeRobot을 운영한다.

이번 인수로 NVIDIA는 칩, 시뮬레이션, 로봇 기본 모델에 이어 모델과 데이터의 유통 경로까지 갖게 된다. 즉 표준화된 개발/유통 플랫폼 (Hugging Face)에서 모델을 사용하고, 엔비디아 시뮬레이션에서 가상 검증하며, 검증된 모델 데이터를 디바이스(Jetson 탑재)를 통해 실시간으로 배포하고 모니터링이 가능하게 된다. 이는 Hugging Face를 개방형으로 유지하면서, 개발-학습-·배포 흐름을 사실상 하나의 표준으로 묶으려는 NVIDIA의 전략을 보여준다.

이번 인수가 함의하는 산업적 의미는 모델의 고도화, 데이터 학습 폐루프의 편리성을 제공하니 이제 현장 실전 배포 및 운영을 통해서 수익화하는 것이 중요함을 나타낸다. 즉 개별 로봇이나 모델의 성능을 중심으로 기술적 경쟁력을 파악했다면 이제는 그 모델이 얼마나 빠르고 광범위하게 다양한 현장에 배치되어 실제로 가치를 창출하느냐에 달려 있다는 점을 명확히 보여주는 분기점이라고 판단된다.

운영 계층은 주도 사업자 없이 SI·자동화·통신 기업이 경쟁 중

주요 플레이어로는 산업 자동화 기업, 물류 자동화 기업, IT 서비스 기업, 클라우드 기업, 로봇 전문 운영 기업이 각자의 방식으로 참여하고 있다. 스스로 완제품 생산자이자 서비스 공급자로서의 역할을 하기도 하며 통신 IT 서비스 기업 등이 참여하고 있다.

휴머노이드 분야의 RaaS(Robot-as-a-Service)는 아직 초기 단계로, 휴머노이드 로봇 기반 업체인 Agility Robotics, Figure AI, UBTECH 등이 있으며, 물류 등 특화형 로봇에는 Locus Robotics (로커스 로보틱스), inVia Robotics (인비아 로보틱스) 등이 있다. 로봇 통합 및 인프라 플랫폼 사업자(Orchestration & Infrastructure)들은 로봇 하드웨어를 직접 만들지 않지만, 이기종 로봇들과 현장 시스템을 AI로 하나로 묶어 RaaS 플랫폼화하는 기업들이다.

국내 KT는 대규모 통신 인프라와 AI 역량을 바탕으로 'K RaaS' 플랫폼을 구축하여 국내 Physical AI 시장에 본격 진입했다. 빅웨이브로보틱스는 마이로봇솔루션을 운영하는 국내 대표적인 RaaS 플랫폼 기업으로, 최근 '이노베이션 랩'을 개소하며 산업용 휴머노이드의 AI 실증 및 로봇 오케스트레이션(통합 제어) 기술 고도화에 박차를 가하고 있다.

[도표 12] 주요 배치 및 운영서비스 사업자 비교

분야	대표 기업	주요 내용
RaaS 사업자	• Agility Robotics, Figure AI, Locus Robotics • 국내: LG CNS, 현대오토에버, 삼성SDS, KT, 빅웨이브로보틱스	• 제품 전문성, 현장 서비스, 진단 데이터 • 국내 사업자들: 대기업 제조·물류 현장 접근성, IT/OT 통합, 그룹 레퍼런스
산업운영 플랫폼	• Siemens, ABB, Rockwell, Schneider Electric, Emerson	• PLC·SCADA·제어·안전·서비스 설치기반
물류 자동화 SI	• Dematic, Swisslog, Vanderlande, Honeywell Intelligrated, KNAPP	• WMS/WES·컨베이어·AS/RS·현장 설계
벤더 중립 로봇 운영사업자	• InOrbit, Formant, Foxglove, Viam	• 다기종 관제, 데이터·원격운영, OTA
국내 SI·운영 후보	• LG CNS, 현대오토에버, 삼성SDS, 포스코DX, LS ELECTRIC, HD현대 계열	• 대기업 제조·물류 현장 접근성, IT/OT 통합, 그룹 레퍼런스

자료: 각사, 언론 자료, 삼일PwC경영연구원

2.1.6 생태계 내 가치, 배치·운영 계층과 핵심 부품으로 이동

가치는 배치·운영 계층과 핵심 부품으로 이동

상용화 단계에 들어선 Physical AI에서 경쟁의 중심은 **디바이스 제조에서 현장 배치와 데이터 축적으로** 옮겨가기 시작했다. 실제 배치는 시작됐지만 규모는 아직 작고, 성숙도 평가 기준도 데모 영상에서 연속 가동 시간, 작업 완료율, 교대당 인간 개입 횟수처럼 현장에서만 측정되는 지표로 바뀌고 있다. 배치 현장은 인터넷에 없는 행동 데이터와 실패·개입 기록을 고객 작업의 부산물로 공급하며, 이 데이터가 모델 성능 개선으로 이어지는 사례도 나오고 있다. 따라서 **배치 계약의 데이터 소유권과 이용 범위** 역시 주요 계약 검토 항목으로 부상하고 있다.

계층별 헤게모니를 보면, **컴퓨트 & 칩**에서는 NVIDIA는 학습용 GPU 시장을 사실상 주도하고 있으며, Jetson Thor를 통해 로봇용 엣지 컴퓨팅 플랫폼 영향력을 확대하고 있다. 추론 칩 분야에서는 리벨리온, 퓨리오사AI, 딥엑스 등 국내 저전력 AI 추론칩 분야에서 활약하고 있다. **데이터 & 시뮬레이션**은 NVIDIA Omniverse·Isaac Lab이 가장 널리 활용되는 플랫폼이지만 실세계 데이터 부족과 Sim-to-Real Gap이 핵심 병목으로 남아 있다. **브레인**은 VLA에 월드 모델이 결합되는 추세로 NVIDIA와 Google DeepMind가 앞서 있으며, Figure AI처럼 자체 모델로 두뇌 주도권을 확보하려는 기업도 있다. **하드웨어** 부품 주도권은 일본에서 중국으로 넘어갔고, 중국 업체는 저가 하드웨어 공급으로 휴머노이드 단가는 대당 2만~15만 달러 수준으로 내려왔다. **배치**는 자체 현장과 데이터 순환 구조를 구현할 수 있는 기업이 상대적으로 유리하다. 반면 이 영역은 완성품 공급만으로 진입하기 어렵고, 고객 공정과의 통합 및 지속적인 운영 역량이 요구된다.NVIDIA의 Hugging Face 인수 합의(2026.09)로 칩부터 모델·데이터, 유통, 엣지 배포 도구 전반에 걸쳐 영향력을 확대하며, NVIDIA 중심의 통합생태계가 강화되고 있다. 반대로 표준화되지 않는 현장(공정, 운영, 실패·개입 데이터)의 상대적 가치는 높아진다.

가치가 상승하는 계층은 세 곳이다. 첫째, **배치·운영 계층**이다. 현장 배치 → 행동 데이터 생성 → 모델 재학습 → 배치 확대로 이어지는 데이터 플라이휠의 출발점이자 반복 매출과 고객 락인이 생기는 구간이다. 둘째, **하드웨어 핵심 부품**이다. 액추에이터가 휴머노이드 부품원가의 약 50%를 차지하며, 로봇 정밀 손, 센서도 새로운 병목으로 부각하고 있다. 셋째, **브레인 계층의 월드 모델**로, 브레인 계층의 월드 모델은 차세대 핵심 경쟁 영역으로 꼽힌다. 그러나 이 역시 학습에 쓸 현장 데이터를 확보한 기업에 유리하다.

평가 기준, 가격 구조, 가치의 위치가 이미 현장 중심으로 변모

밸류체인 내 가치는 이미 배치 및 운영 단계로 옮겨가고 있음이 현장에서 확인된다. 그 근거로 , 첫째, Physical AI의 평가 기준이 바뀌었다. BMW 공장의 Figure 로봇은 데모가 아니라 가동 시간, 사이클 타임, 교대당 인력 개입 횟수 같은 공정 KPI로 평가받았다. 둘째, 가격 구조가 바뀌고 있다. 판매 대신 가동시간 단위로 과금하는 RaaS가 휴머노이드에도 거론되기 시작했다. 셋째, 생태계내 가치의 위치가 바뀌었다. 중장비 제조사 코마츠는 자율 작업 지능을 외부(AIM)에서 도입했고, Bedrock은 기존 굴착기에 붙이는 소프트웨어로 고객 현장 데이터를 쌓고 있다.

[참고자료] 산업별 활용 사례 : 배치를 통한 데이터를 생성 사례

1. 물류분야: 아마존

아마존은 전 세계 물류센터(Fulfillment Center)에 100만 대 이상의 로봇을 운영하며, 단순 운반부터 피킹(Picking), 분류(Sorting), 적재(Palletizing), 재고관리까지 자동화하고 있다. 최근에는 AI 기반 디바이스 및 휴머노이드 로봇까지 시험 도입하고 있다. 아마존 물류 시스템은 스스로 판단하고 인간과 물리적으로 협업하는 대표적 사례로 클라우드(두뇌), AI 기반 소프트웨어 (신경계), 다양한 형태의 로봇 디바이스(신체)가 하나의 유기체처럼 연결되어 작동한다.

아마존은 다양한 로봇을 물류시스템에 적용하고 있는데 **세쿼이아**는 창고 내에서 수많은 물류 바구니(Tote)를 초고속으로 분류하여 전달하는 등 대표적인 재고관리 로봇이고, 재고 선반을 이동하는 **헤라클레스와 타이탄,** 재고의 정밀 인식 및 피킹을 하는 로봇팔(**스패로우, 카디널**), 완전 자율이동로봇인 **프로테우스**와 어질리티 로보틱스와 협업하는 휴머노이드 이족보행 로봇인 **디짓(Digit)** 등이 있다.

이를 연결해보면 Sequoia(분류·전달·보관) Hercules(재고 운반)-Sparrow/Vulcan (피킹)-Cardinal(포장·적재)-Pegasus(분류) - Proteus(자율 운송) 로 이어지는 물류 체계이며 장기적으로 휴머노이드(Digit)가 사람 작업을 대체하는 방향으로 발전하고 있다.

아마존 물류센터에서의 Physical AI 활용의 핵심은 다양한 종류의 **로봇 플릿 운영 가능성**이다. 대형 물류센터에서 휴머노이드 수십~수백 대를 운영하려면, 충전, 장애물 회피, 로봇 간 작업 배정, 원격 지원, 안전 구역 관리, 소프트웨어 업데이트, 고장 대응을 통합한 플릿 관리 체계가 필요하다. 따라서 Amazon의 사례는 한국 물류기업이 Physical AI를 도입할 때, 로봇 종류보다 먼저 WMS·작업 배정 엔진·안전 관제·운영 데이터 체계를 갖춰야 한다는 점을 보여준다.

[도표 13] 아마존 물류 로봇

로봇명	형태 분류	핵심 역할 및 구체적 작동 방식	도입 효과 및 물류 혁신 성과
세쿼이아 (Sequoia)	컨테이너형 자동화 시스템	대규모 격자형 타워에 물류 바구니(Tote)를 입체적으로 분류·적재하고 주문에 맞춰 자동 인출	재고 입고 속도 75% 단축, 주문 처리 시간 25% 감소
헤라클레스 (Hercules / Kiva)	원반형 이송 로봇 (AGV)	아마존 로봇의 시초. 수백 킬로그램의 재고 선반(Pod) 밑으로 들어가 선반 전체를 들어 올려 작업자 앞으로 운반	사람이 물건을 찾으러 걷는 동선을 제거하여 처리 처리량 3.5~5배 향상
타이탄 (Titan)	고중량 적재 이동 로봇 (AGV)	헤라클레스와 유사하지만 최대 2,500파운드(약 1,100kg) 무게의 대형 가전제품이나 대용량 화물을 전용 운반	인간이 다룰 수 없는 초고중량 화물의 완전 무인 이송 구현
프로테우스 (Proteus)	완전 자율 이동 로봇 (AMR)	바닥의 QR코드 없이 Physical AI 센서로 사람과 장애물을 실시간 감지하여 통로를 공유하며 물류 카트(GoCart)를 무인 운반	안전 펜스가 필요 없는 100% 인간-로봇 협업 공간 구현
디짓 (Digit)	이족 보행 휴머노이드 (인간형)	어질리티 로보틱스 협작품. 인간형 다리와 팔을 이용해 좁은 통로를 걷고 비어 있는 물류 바구니(Tote)를 수거·적재	신체 부상 위험이 높은 좁은 구역의 단순 반복 작업 대체 및 공간 효율 극대화
스패로우 (Sparrow)	컴퓨터 비전 AI 로봇팔	비전 AI 기반으로 수천만 가지 다품종 상품의 형태와 재질을 판별하여, 대형 상자에서 개별 상품을 정밀하게 집어내 분류	기존 로봇이 절대 처리하지 못하던 '비정형 낱개 상품(SKU)'의 완전 무인 피킹 성공
로빈 (Robin)	패키징 분류 로봇팔	출고 단계의 포장 박스나 봉투를 초고속으로 흡착해 스캔한 뒤, 배송 지역별 우편번호에 맞춰 컨베이어 벨트로 드롭	시간당 수천 개의 택배 박스를 오차 없이 정밀 분류하여 출고 병목 해결
카디널 (Cardinal)	고중량 AI 분류 로봇팔	로빈보다 무겁고 큰 대형 박스 무더기 속에서 딥러닝 비전 기술로 특정 택배 박스를 골라내 카트에 적재	상하차 전 단계의 중량물 취급 공정을 자동화하여 현장 노동 강도 경감
벌칸 (Vulcan)	촉각 센서 탑재 로봇팔	촉각 피드백 기술이 적용된 양손(스패줄러 및 패들)형 로봇팔. 컨테이너 내부나 높은 선반 깊숙이 쌓인 파손 위험 물품 분류	약 75%의 다양한 비정형 품목을 파손 없이 안전하게 다루는 촉각 지능 증명
블루 J (Blue J)	멀티태스킹 융합 로봇	피킹(집기), 스토우(진열), 통합(콘솔)이라는 기존 3개 작업대 업무를 하나의 로봇 스테이션에서 실시간 연속 처리	필요한 작업 면적을 획기적 축소, 당일 배송 네트워크의 사이클 타임 단축

자료: 회사, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

2. 제조 분야: BMW × Figure AI

BMW와 Figure AI의 협업은 휴머노이드 로봇이 **완성차 양산 라인에서 실제 생산에 기여한 첫 공개 사례**다.

1. 주요 작업 및 성과

양사는 2024년 1월 상업 계약을 맺었고, 미국 스파턴버그(Spartanburg) 공장 차체(Body Shop) 공정에서 Figure 02가 판금 부품을 용접 지그에 적재하는 작업을 맡았다. Figure 발표에 따르면, **11개월 배치 기간 중 하루 10시간, 주 5일 교대로 실제 생산라인에서 가동**해 **X3 3만 대 이상 생산에 기여**했다. 또한 **판금 부품 9만 개 이상 적재, 누적 가동 1,250시간 이상, 1사이클 84초(적재 37초)**다. Figure가 설정한 KPI는 교대당 적재 정확도 99% 초과, 인간 개입 0회였으나 이는 약 10개월간 목표치이며 실제 달성치는 공개되지 않았다. 하드웨어 고장은 최소 수준이었고 가장 잦은 고장 부위는 전완(forearm)으로 보고됐다.

2026년 6월 BMW는 후속 단계로 Figure 03을 같은 공장의 물류 시퀀싱(Sequencing) 공정에 투입한다고 발표했다. 대형 용기에 섞여 들어온 부품을 집어 시퀀싱 트롤리에 순서대로 담으면, 자동 견인차나 운송 로봇이 조립 공정까지 JIS(Just-in-Sequence)로 공급하는 방식이다. Figure 03은 촉각 센서 손, 손바닥 카메라, 무선 충전을 갖췄고 Helix 02 VLA 모델이 전신 동작을 제어한다. BMW는 휴머노이드를 **기존 자동화를 대체하는 것이 아니라 보완하는 수단**으로 규정했다.

2. 의미 및 시사점

BMW × Figure 사례가 Physical AI에서 갖는 의미는 1) 단일 반복작업을 보여주어 작업의 폭 축소하였고, 범용성 추구하지 않았다. 아직까지 산업내에서 Physical AI의 기술 발전 수준을 보여준다고 할 수 있다. 2) 공정의 KPI를 명확히 했으며, 작업의 범위를 단계적으로 확대하였다는 점이다. 이는 성과의 검증을 데모 영상에서 머문 것이 아닌 명확한 수치로 바꿨다는데 의미가 있다. 3) 밸류 체인의 마지막인 배치 단계에서 현장의 문제점을 학습한 뒤 하드웨어를 개선했다는 점이다. **실제로 현장의 실전 배치를 통해 학습한 데이터로 문제점을 개선한 사례**로 평가받을 수 있다.

다만 한계점은 BMW 현장 데이터가 Figure의 모델(Helix) 학습에 쓰였는지, 데이터가 누구 것인지는 공개되지 않았으며, 경제성 또한 아직 증명되지 않았다. 단가, ROI, 사람 작업자 대비 생산성이 모두 비공개로 확인하기 어렵다는 점이다.

그럼에도 불구하고 Physical AI가 제조현장에 투입되었다는 점, 기술개발 및 검증단계가 아닌, 수요자 접점에서 스스로 문제 해결을 하는 등 일부 자율화 양상이 나타났다는 점에서는 의미 있는 사례로 판단된다.

[도표 14] BMW × Figure AI 협업 단계별 전개

시기	단계	주요 내용	의미
2024.1	상업 계약 체결	Figure, BMW Manufacturing과 첫 상업 계약 체결. 스파턴버그 공장 단계적 투입 합의	휴머노이드 스타트업의 첫 완성차 고객 확보
2024	현장 시험 (Figure 01·02)	차체 공정 판금 부품 적재 작업을 대상으로 현장 시험, 기체를 Figure 02로 교체	데모 단계에서 파일럿 단계로 전환
2025 (11개월)	양산 라인 정식 배치	하루 10시간·주 5일 교대, 부품 9만 개+ 적재, 가동 1,250시간+, X3 3만 대+ 생산 기여	단일 현장 반복 운영 단계 진입
2025.11	결과 공개	사이클 84초(적재 37초). KPI 목표: 교대당 정확도 99% 초과·개입 0회(달성치 비공개). 최다 고장 부위 전완	평가 기준이 데모에서 공정 KPI로 이동
2026.6	2단계: Figure 03	물류 시퀀싱 공정(Hall 52) 투입. 촉각 센서 손·손바닥 카메라·무선 충전, Helix 02 VLA 전신 제어	같은 공장 내 다른 공정으로 확장
단위 경제	비용 구조	Figure 측은 기업 고객용 가동시간당 약 25달러 수준이라고 밝혔으나, 계약은 마일스톤 기반으로 세부 조건 비공개	인건비 대비 경제성은 검증 진행 중

자료: Figure AI(2025.11), BMW Group(2026.6), 언론자료, 삼일PwC경영연구원

3. 건설업: 베드록 로보틱스(Bedrock Robotics)

베드록 로보틱스(Bedrock Robotics)는 **현장 데이터로 학습한 AI 모델이 굴착기를 직접 운전하는** 자율화 전문기업으로, Physical AI의 경쟁력이 장비 자체가 아니라 현장 배치에서 쌓이는 데이터와 그 데이터로 다시 학습하는 구조에 있음을 보여주는 사례다.

1. 주요 내용 및 추진 현황

베드록은 Waymo 출신 엔지니어들이 2024년 설립한 자율 건설장비 기업으로, 2026년 2월 **2억7천만 달러 시리즈 B(기업가치 17억5천만 달러)**를 유치했다. 핵심 제품인 베드록 오퍼레이터(Bedrock Operator)는 기존 20~80톤급 굴착기에 장착할 수 있는 센서·컴퓨팅 기반 retrofit 시스템이다. 다만 현재 완전 자율 현장에는 자사가 개조·시험한 장비만 투입되며, 고객 보유 장비 적용은 2026년 말 목표다.

실전 배치는 단계적으로 진행되었다. 2025년 11월 애리조나 피닉스의 130에이커 규모 제조시설 부지에서 사람의 감독 아래 토사 6만5천 입방야드 이상을 굴착했다. **약 9개월간의 감독 하 현장 시험**을 거쳐 2026년 8월 네바다 수처리시설, 텍사스 토공 현장 등 **3개 고객 현장에서 완전 자율 굴착**을 시작했다.

베드록 기술의 핵심은 모델과 데이터다. 굴착 규칙을 엔지니어가 코딩하는 대신 **현장 수만 시간의 데이터로 학습한 엔드투엔드 모델이 현장의 주변인식 동작 계획, 버킷 조작, 트럭적재 등**을 수행한다. 현장 관리자가 초기 계획만 세우면 장비가 스스로 작업하고, 사람이 다가오면 자동으로 멈춘다. 학습에는 미국 각지 고객 현장에서 수집한 **멀티모달 데이터**가 쓰인다.

2. 의미 및 시사점

베드록 사례가 Physical AI에서 갖는 의미는 1) **배치를 통해 학습이 이루어진다는 점**이다. 장비가 현장에 많이 배치될수록 데이터가 쌓이고, 이를 다시 학습해 재배포하는 순환이 성능을 끌어올린다. **현장 배치 규모가 기술 경쟁력을 결정하는 구조**다. 2) **굴착 지능이 소프트웨어로 분리될 가능성**이다. 개조 방식이 고객 보유 장비로 넓어지면 제조사와 무관하게 확산할 수 있어, 장비 제조사는 자율 지능을 외부에 의존하게 될 수 있다. 3) 인간의 감독 하 시험에서 **완전 자율로 넘어가는 경로를 보여준다는 점**이다. 파일럿에서 단일 장비 단위 자율 운영으로의 이행을 건설 분야에서 확인시켜준다.

다만 한계점은 작업 완료율, 인간 개입 빈도, 생산성 등 운영 성과가 공개되지 않았고 확인된 내용이 대부분 회사 발표라는 점이다. 여러 장비를 함께 운영하는 플릿 단위 자율도 아직 목표 단계다.

그럼에도 불구하고 현장 데이터로 학습하고 재배포하는 구조를 실제 고객 현장에서 가동했다는 점에서, 국내 기업도 장비 도입보다 현장 데이터 수집·학습 체계를 먼저 갖춰야 함을 시사하는 사례로 판단된다.

[도표 15] 베드록 로보틱스 자율 굴착 배치 경과

시기	단계	주요 내용	의미
2024	설립	Waymo 출신 엔지니어 창업, 아이디어에서 프로토타입까지 6개월	규칙 대신 학습형 접근 채택
2025.7	스텔스 해제	시드·시리즈 A 8천만 달러 공개, 고객 현장에서 감독 하 시험 진행	데이터 수집 시작
2025.11	감독 하 대규모 배치	130에이커 제조시설 부지에서 6만5천 입방야드 이상 굴착	파일럿
2026.2	시리즈 B	2억7천만 달러 유치, 기업가치 17억5천만 달러	확산 자금 확보
2026.8	완전 자율 배치	Sundt·Champion·Zachry 3개 현장 무인 굴착(자사 개조 장비)	단일 장비 단위 자율 진입
향후	플릿 자율	여러 장비가 작업을 공유·조율하는 플릿 단위 자율 목표	수평 확산 목표

자료: Bedrock Robotics, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

4. 건설 중장비 : 코마츠 × AIM

코마츠와 AIM의 제휴는 **장비 제조사가 자율 작업 지능을 외부 Physical AI 기업에서 도입해 자사 시공관리 플랫폼과 결합**한 사례로, 건설기계의 가치가 **장비에서 데이터·소프트웨어로 이동하고 있음**을 보여준다.

1. 주요 내용 및 추진 현황

코마츠는 100년 이상 된 글로벌 건설 및 광산용 중장비 회사로 2008년 광산용 자율 운반 트럭을 상용화했고, 2015년부터 디지털 시공관리 플랫폼 스마트 컨스트럭션(Smart Construction)을 운영해 왔다. 2026년 7월에는 미국 자회사 EARTHBRAIN과 함께 미국 AIM Intelligent Machines(이하 AIM)과 불도저·유압 굴착기 자율 운전 분야의 전략적 제휴를 체결했다. AIM은 세계 최초로 불도저와 유압식 굴착기의 자율주행 플릿을 현장에 상용 배치하는 데 성공한 기업이다.

협력의 주요 내용은 **양사의 기술적 협력과 완전 자율 실행,** 그리고 **기존 장비 개조**로 요약할 수 있다. 코마츠의 지형 데이터 및 3D 디지털 시공 계획(스마트 건설) 데이터를 AIM의 Physical AI 플랫폼에 제공하면, 중장비가 스스로 현장의 프로젝트 목표를 이해하고, 공사 방법과 주행 경로를 직접 판단, 사람이 타지 않은 상태에서 토공(흙을 깎거나 쌓는 작업) 작업을 독립적으로 수행한다. AIM 기술은 **기존 장비에 개조(Retrofit) 방식으로 장착**할 수 있어 고객은 보유 장비로 단계적 도입이 가능하고, 작업자는 태블릿으로 여러 대를 동시에 감독한다. **미국에서는 이미 고객사 현장에서 코마츠 자율 장비가 가동 중**이며, **일본에는 2027년부터 도입**할 예정이다. 양사 협력의 **핵심은 계획(스마트 컨스트럭션)과 실행(AIM 자율 운전)을 하나의 디지털 작업 흐름으로 묶었다는 점**이다

2. 의미 및 시사점

코마츠 × AIM 사례가 Physical AI에서 갖는 의미는 첫째, 자율주행에 있어 단순 주행을 넘어선 **물리적 작업의 완전 자율화 가능성을 보여줬다는 점**이다. 불도저나 굴착기 작업은 흙의 상태, 지형 변화, 날씨 변화 등 시시각각 바뀌는 현장의 예측 불가능한 환경을 다뤄야 한다. AIM의 Physical AI는 장비가 실시간 물리 환경에 적응하며 정밀한 작업 명령을 근육(액추에이터)에 직접 하달할 수 있음을 증명하였다고 볼 수 있다.

둘째, **제조사와 AI 기업의 분업이 업계의 표준 방식**으로 자리잡고 있다는 점이다. 100년 역사의 장비 제조사가 자율 지능을 외부에서 도입했고, AIM과 같은 자율화 전문기업은 제조사에 관계없이 기존 장비에 소프트웨어를 붙이는 방식으로 시장을 넓히고 있다.

셋째, **사업모델이 장비 판매에서 현장 운영 플랫폼으로 이동한다는** 점이다. 기존 중장비를 보유한 수요자 입장에서 신규 장비 구매 부담 없이 자율화를 달성할 수 있어 구형 하드웨어 자산의 수명 연장 및 AI 자산화를 이룰 수 있다. 이는 고객 락인 효과로 연결된다.

다만 한계점은 자율 장비의 가동 대수, 생산성, 인간 개입 빈도 등 성과 수치가 공개되지 않았다는 점이다. 또한 국내에서 무인 장비의 운행 기준과 사고 책임 규정 구비 여부 등과 같은 이슈는 도입의 장애 요소가 될 수 있다.

그럼에도 불구하고 실제 고객 현장에서 상용 가동이 시작되었다는 점에서, 국내 업체도 개별 장비보다 현장 데이터 플랫폼과 기존 장비 활용 전략을 먼저 마련할 필요가 있다고 판단된다.

[도표 16] 코마츠 자율 시공 추진 경과

시기	단계	주요 내용	의미
2008	광산 자율 운반 (FrontRunner)	광산용 자율 운반 트럭 상용 투입	고정 경로 자율화 경험 축적
2015	스마트 컨스트럭션 출시	시공 계획, 장비 데이터, 현장 관리를 연결하는 디지털 시공관리 플랫폼 출시	현장 데이터 기반 마련
2021	EARTHBRAIN 출범	스마트 컨스트럭션 운영 자회사 설립, 플랫폼 사업 분리	데이터 플랫폼 사업화
2026.7	AIM과 전략적 제휴	스마트 컨스트럭션에 AIM의 불도저·굴착기 자율 운전 기술 결합, 기존 장비 개조 적용	외부 Physical AI 도입
2026	미국 고객 현장 가동	미국 고객사 현장에서 코마츠 자율 장비 가동	미국 상용 전개
2027~	일본 도입 예정	일본 시장에 자율 시공 솔루션 도입 예정	일본 시장 확장

자료: Komatsu, AIM Intelligent Machines, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

2.2 Physical AI 생태계와 가치의 변화

2.2.1 생태계 구조

밸류체인 영역 전반에서 글로벌 빅테크, 대기업들이 선도적 위치, 전문화된 스타트업도 부각

Physical AI 생태계는 글로벌 빅테크, 반도체, 자율주행 및 물류 플랫폼, 전통 산업 자동화 및 제조 대기업 등이 밸류체인의 일부를 영위하거나 전체를 영위하는 수직통합형의 형태로 시장을 선도하고 있다. Physical AI 스타트업은 특정 분야 혹은 도메인에 전문화된 AI 모델이나 기술 스택, 혹은 하드웨어 분야에 참여하여 빅테크 회사들과 경쟁과 협력을 동시에 하고 있다.

글로벌 Physical AI 생태계는 크게 **① 풀스택 표준을 주도하는 글로벌 빅테크 ② 특정 기술에 특화된 전문 Physical AI 밸류체인 기업**(AI 전문 반도체 특화, 파운데이션 모델, 휴머노이드 하드웨어 등)으로 크게 나뉘어 있다. ③ 그밖에 기타 반도체, 대형 제조물류 기업 등이 경쟁과 협력을 하고 있다. 특히 **한국의 대기업들은 각자의 핵심 사업 자산을 기반으로 이를 Physical AI의 테스트베드로 활용**하고 있다. 한편 ④ 저렴한 하드웨어 생산단가와 내부 테스트베드 보유 경쟁력을 바탕으로 **중국기업들은 자체 밸류체인 전반을 구축**하고 있다.

배치·운영 계층만 아직 주도 사업자 부재

모든 참여자가 현장 데이터 접근 경로 확보로 수렴 중

Physical AI 생태계의 특이점 및 변화는 **첫째, 각 기능별 계층의 주도적 기술이나 사업자가 비교적 뚜렷**하게 나타나고 있으나 수요자 접점에 있는 **배치·운영 계층에서는 아직까지 주도적 사업자가 있다고 평가하기 어렵다**.

둘째, 공급자와 수요자의 경계가 흐려지고 있다는 점이다. Amazon은 물류 로봇의 수요자로 Agility Robotics와 협업함과 동시에 Amazon Robotics를 통해 직접 로봇을 설계 제조해오고 있다. Tesla는 자율주행차 제조사이면서 AI 칩, 데이터 플랫폼, 휴머노이드 로봇 개발사로 공급자이자 수요자로의 역할을 함께 하고 있다.

또한 **셋째, 참여자들간 경쟁과 협력 관계를 동시에 구축하고 있다.** NVIDIA는 반도체 기업이지만, 로봇 시뮬레이션 플랫폼과 파운데이션 모델까지 제공한다. Figure AI는 NVIDIA의 GPU와 컴퓨팅 인프라, 시뮬레이터를 이용하지만, 자체 독자 모델을 가짐으로써 AI 두뇌 주도권을 두고 직접 경쟁하고 있다. Agility Robotics는 NVIDIA의 시뮬레이션 및 제어 라이브러리를 사용하는 협력사이나, NVIDIA가 다른 외부 로봇 제조사(Unitree 등)와 손잡고 규격화된 로봇 플랫폼을 확산시킬수록 시장 지배력을 두고 간접적 경쟁 구도가 심화되고 있다.

넷째, 생태계 참여자의 전략은 서로 다르지만, **현장 운영 데이터에 접근할 경로를 확보하려는 방향**은 같다. 공급자와 수요자의 경계가 흐려지는 것도 현장을 보유한 기업이 실제 데이터를 갖기 수월한 위치에 있기 때문이다. 특히 로봇 완성체 업체가 배치 운영서비스 영역으로 확장하기 수월해지고, 풀스택을 보유하여 수직계열화 전략을 취하고 있는 Tesla, 그리고 그룹내 하드웨어와 SI기업, 그리고 이를 실전에 활용할 수 있는 다양한 제조(자동차, 철강 등), 물류 등의 수요처를 보유하고 있는 현대차그룹 등은 공급자이자 자체 수요자 역할을 하며 추후에 외부 판매를 하는 영역으로 확대하려 하고 있다.

NVIDIA의 Hugging Face 인수 합의로 현장 배치 이전 단계의 진입 장벽은 낮아지고 있다. 현장 데이터를 확보하지 못한 범용 솔루션 기업은 플랫폼 기업 및 로봇 제조사와 동시에 경쟁해야 하며, 여러 제조사의 로봇을 함께 제어하는 기업(예: Mujin)이나 고객 현장에서 학습·재배포를 직접 운영하는 기업(예: Bedrock, AIM)이 경쟁력을 유지할 것으로 보인다.

[도표 17] Physical AI 생태계 내 주요 참여자 현황 요약

구분	기업	전략 포지셔닝	핵심 내용
글로벌 빅테크	NVIDIA	풀스택 플랫폼 표준 장악(완제품 미생산)	GPU·시뮬레이션(옴니버스·아이작랩)·모델(코스모스·GR00T·알파마요)·온디바이스(젯슨 토르)를 일괄 제공해 자사 플랫폼에 Lock-in
	Tesla	풀스택 내재화 제조사	FSD 데이터, 자체 AI 칩(AI5·AI6), 배터리·모터를 내재화. 옵티머스를 자사 공장에 먼저 투입한 뒤 외부 판매로 확장
	Google (DeepMind)	로봇 두뇌(파운데이션 모델) 연구	RT-X·Open X-Embodiment 등 VLA 연구 주도. 하드웨어는 보스턴다이내믹스 등과의 파트너십으로 보완
	Amazon·Microsoft	클라우드·AI 역량 접목	자체 클라우드·AI 역량을 로보틱스 연구와 물류·산업 현장에 접목
미국 전문 스타트업	Figure AI	하드웨어+모델 수직통합형	자체 휴머노이드와 파운데이션 모델을 함께 개발, BMW 공장 투입으로 상업화 사례 확보
	Physical Intelligence	모델 특화형	하드웨어 없이 범용 로봇 제어 모델(π0 계열)만 개발. 매출이 거의 없는데도 높은 기업가치 인정
	Agility Robotics	물류 특화 휴머노이드 로봇	휴머노이드 로봇 디짓(Digit)으로 물류 현장 실전 투입 사례 축적
	Boston Dynamics	현대차그룹 핵심 로보틱스 자산	현대차그룹 지분 100% 확보, 구글 딥마인드 파트너십, 2028년부터 HMGMA에 아틀라스 투입 계획
중국 전문 기업	AGIBOT	설치 대수 글로벌 1위	상반기 휴머노이드 설치 기준 글로벌 1위(카운터포인트 리서치)
	Unitree	저가 보급형 주도	1만 달러대 보급형 휴머노이드 로봇으로 가격 하락 주도, NVIDIA GR00T 레퍼런스 디자인의 하드웨어 파트너
	UBTech·Leju	하드웨어 양산	설치 기준 글로벌 상위권(애지봇·유니트리에 이어 3·4위)
	Xpeng	자동차-로봇 융합	전기차 자율주행 기술을 기반으로 휴머노이드 개발에 진출
국내 대기업	현대차그룹	밸류체인 통합형 종합 솔루션	개발(BD)→부품(모비스)→제조(현대차·기아)→물류(글로비스)→SI(오토에버) 수직계열화, 2028년 美 연 3만 대 생산체제
	삼성	자회사 기반 직접 개발·양산	레인보우로보틱스 연결 자회사 편입(지분 35%), RX사업추진실 신설, 구미 휴머노이드 양산 계획, 삼성SDS '팀 REX'
	LG전자	가정용 로봇 차별화	CES 2026 클로이드 공개, NVIDIA 파트너, 로보티즈(6.56%)·Figure AI·애지봇 투자, 로보스타 최대주주
	두산그룹	그룹 하드웨어 지능화	지주 PAI Lab 신설, 두산로보틱스 Agentic Robot O/S, 2028년 산업용 휴머노이드, 밥캣 자율작업 건설기계
	HD현대로보틱스	중공업 특화 휴머노이드	1,800억 원 투자 유치, 에이딘로보틱스 지분 취득(130억 원), 조선·중공업용 5지 로봇손 공동 개발
	포스코DX	제조 AI 플랫폼	그룹 철강·이차전지소재 공장 자동화 기반, Physical AI 사업 성과는 아직 제한적
	SK그룹	인프라 제공형	SKT가 스타트업 8곳과 '로봇 데이터 팩토리' 구상, SK하이닉스 2030년 자율형 팹 구축
국내 벤처기업	리벨리온·퓨리오사AI 딥엑스·모빌린트	AI 반도체(NPU)	데이터센터 추론 NPU(리벨리온·퓨리오사AI)와 로봇·CCTV용 저전력 엣지 NPU(딥엑스·모빌린트)
	리얼월드·모라이 컨피그인텔리전스	AI 모델·데이터	제조 현장 데이터로 RFM 학습(리얼월드), 인간 동작 데이터 10만 시간 이상(컨피그), 자율주행 시뮬레이터(모라이)
	에이딘로보틱스·테솔로	센서·부품	힘·토크·촉각 센서 15개국 수출(에이딘), 다관절 로봇핸드 공급(테솔로). 감속기·액추에이터는 중·일 의존
	홀리데이로보틱스 위로보틱스·디든로보틱스 라이온로보틱스	하드웨어 완성품	제조용 바퀴형 휴머노이드 실증(홀리데이), 웨어러블 데이터 활용(위로보틱스), 특수환경 사족보행(디든·라이온)
	오토노머스에이투지 라이드플럭스·뉴빌리티 파블로항공	자율이동체	셔틀·화물·배달·순찰·드론 등 용도가 정해진 B2B 영역에서 먼저 매출 발생

자료: 각사, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

[참고자료] Physical AI 생태계내 주요 참여자 현황

1 글로벌 빅테크의 생태계 장악력

글로벌 빅테크들은 밸류체인의 일부, 혹은 전체를 아우르는 수직계열화를 통해 산업을 주도하고 있다. NVIDIA는 AI 인프라 공급자로서 특정 완제품을 직접 만들지 않으면서도 GPU, 시뮬레이션, 플랫폼, AI 모델 등 컴퓨팅 인프라와 데이터 및 플랫폼 표준을 장악하고, NVIDIA 플랫폼 안에 Lock in 시키는 전략을 구사하고 있다. Tesla는 수직계열화 제조사로서 자동차 생산 노하우를 휴머노이드에도 적용하며 추후 외부 판매까지 확대하는 전략을, 구글, 아마존, 마이크로소프트는 각자의 클라우드 및 AI 역량을 로보틱스 연구에 접목하고 있다.

1. NVIDIA

NVIDIA는 컴퓨팅& 칩, 그리고 시뮬레이션, AI 모델 등 밸류체인의 앞단인 upstream과 Mid-stream에서 글로벌 주도권을 차지하고 있다. NVIDIA는 AI 학습, 시뮬레이션, 엣지 추론, 로봇 개발, 자율주행, 디지털 트윈을 하나의 생태계로 묶고 있다. World Foundation model 인 '코스모스'와 VLM '코스모스 리즌', 휴머노이드 특화 모델 '아이작 GR00T', 자율주행 모델 '알파마요'가 모두 하나의 기술 스택 위에 놓여 있으며, 시뮬레이션(옴니버스, 아이작랩, 알파심)과 온디바이스 컴퓨팅(젯슨 토르)까지 결합해 로봇 개발에 필요한 모든 구성요소를 자체 생태계 안에서 제공한다. 실제 보스턴다이내믹스, 애지봇 등 다수의 로봇기업들은 젯슨 토르를 탑재하며 NVIDIA 플랫폼 위에서 개발하고 있다.

2. Tesla

Tesla의 Physical AI 전략은 하드웨어, 소프트웨어, 반도체, 데이터까지 모든 기술을 자체 개발하는 강력한 수직계열화(풀스택 내재화) 전략을 취하고 있다. 자율주행차, AI 칩, 배터리, 모터, 전력전자, 제조 자동화, 소프트웨어 OTA 업데이트, 휴머노이드 로봇을 모두 연결하려 한다. Tesla의 핵심 경쟁력은 첫째, 오랫동안 축적된 대규모 자율주행 데이터, 둘째, FSD 소프트웨어 개발 경험, 셋째, 자체 설계 AI 칩(AI5·AI6)에 기반한 컴퓨팅 인프라, 넷째, 전기차 제조와 배터리·모터 기술, 다섯째, OTA 업데이트를 통한 지속 개선 경험을 보유하고 있다는 점이다. 다만 Tesla는 2025년 8월 자체 슈퍼컴퓨터 Dojo 프로젝트를 중단하고 학습과 추론을 AI5·AI6 칩으로 통합했으며, 대규모 학습 인프라는 NVIDIA·AMD GPU 클러스터를 병용하고 있다. AI5는 삼성전자와 TSMC가 생산하며, 삼성전자는 2026년 9월 미국 테일러 공장에서 2나노 공정 시험 생산에 착수했다(양산은 2027년 예정).

Optimus 휴머노이드 로봇은 Tesla의 Physical AI 전략에서 집약적으로 보여준다. Tesla는 미 텍사스 기가팩토리와 캘리포니아 프리몬트 공장에서 Optimus를 우선 투입, 부품 조립 및 물류 이송 등의 작업에서 인간을 보조하는 역할을 하고 있다. 장기적으로는 생산공정 활용 및 외부 판매 확장하는 전략을 제시하고 있다. 자체 생산공정 투입은 Tesla가 직접 통제할 수 있는 환경이므로 초기 테스트베드로 적합하다. **Tesla의 강점은 수직계열화를 통해 데이터를 자산화가 가능하며 이를 활용할 수 있는 테스트베드가 존재**한다는 점이다.

3. Google

구글은 딥마인드의 로보틱스 연구팀을 통해 초기 단계부터 Embodied AI 연구를 축적해왔으며, 현대차그룹과의 협업을 포함해 완성차·로보틱스 기업들과의 파트너십을 확대하고 있다. ❸Google DeepMind: Google DeepMind는 Physical AI 파운데이션 모델 연구에서 중요한 역할을 한다. RT-1, RT-2, RT-X, PaLM-E, Open X-Embodiment 등은 로봇 학습과 VLA 모델 발전에 큰 영향을 주었다. Google의 강점은 다음과 같다. 대규모 AI 연구 역량, 멀티모달 모델 개발 경험, 데이터와 클라우드 인프라, 시뮬레이션 및 강화학습 연구, 로봇 학습 논문과 오픈 데이터셋 기여해왔다. 다만 Google은 로봇 하드웨어 완제품에 있어서는 직접 참여하지 않고 파트너십을 이용하고 있다. 따라서 Google DeepMind의 영향력은 Physical AI의 두뇌 연구에서 크지만, 산업적 지배력은 하드웨어·운영 파트너와의 결합 여부에 달려 있다.

2 특정 분야 전문 스타트업

특정 분야의 특화된 전문 기업들은 대체로 밸류체인의 앞단보다는 하드웨어나 혹은 AI 모델에 특화된 기업 중심이며, 중국은 하드웨어 강점이 있다.

2-1. 미국계 전문 스타트업 : Figure AI, Physical Intelligence, Agility Robotics, Boston Dynamics

Figure AI는 자체 휴머노이드 하드웨어와 자체 파운데이션 모델을 함께 개발하는 수직통합형 스타트업으로, Figure 03, 04와 같은 범용 휴머노이드 하드웨어 개발하고 BMW 공장에 실제 투입되며 상업화 사례를 보여주었다. Physical AI 모델 Helix AI 를 개발하며, 로봇 서비스형 모델(RaaS)도 제공하고 있다. 'Index 플랫폼'을 통한 데이터 크라우드소싱: 주당 810만 달러(약 110억 원) 이상의 천문학적 자금을 투입하여, 일반 가정과 다양한 환경의 비디오 및 촉각 데이터를 대규모로 매입하는 'Index' 데이터 플랫폼을 가동해 범용 자율 성능을 업그레이드하고 있다.

Physical Intelligence는 하드웨어 없이 범용 로봇 제어 모델(π0 계열)만을 개발하는 '모델 특화형' 전략을 취하며, 매출이 거의 없는 상태에서도 2025년 11월 56억 달러의 기업가치를 인정받았고, 2026년에는 기업가치 110억 달러 수준의 신규 투자 라운드가 협의 중인 것으로 보도됐다. 이는 파운데이션 모델의 잠재력에 대한 시장의 기대를 상징적으로 보여준다.

Agility Robotics는 물류 특화 휴머노이드 디짓(Digit)으로 실전 투입 사례를 축적하고 있다.

한편 **보스턴다이내믹스**는 현대차그룹이 최근 지분을 전량 인수하며 현대차그룹의 핵심 로보틱스 자산으로 편입되었다. 로봇의 개발(부품 공급·R&D)→학습 및 검증(AI 개발, 검증)→양산→ 서비스 운영(판매·SI·유지보수)에 이르는 전 과정을 그룹 내에서 통합 관리하는 전략으로 분석된다. 현대모비스, 현대위아가 부품을, 소프트웨어 계열사가 SDV(소프트웨어 정의 차량) 기술을 로봇에 이식하고, 구글 딥마인드와의 파트너십, NVIDIA 블랙웰 GPU 대규모 확보(약 5만 장 규모로 알려짐)까지 결합되며 수직계열화된 밸류체인을 구체화하고 있다. 현대차는 2028년부터 미국 조지아주 신공장(HMGMA)에 아틀라스를 투입할 계획이며 미국에 연간 3만 대 규모의 상업용 로봇 생산 시설을 구축할 계획인 것으로 알려졌다. 또한 완성차 사업에서 다져온 정밀 하드웨어 대량생산 밸류체인을 활용해, 외부 고객의 맞춤형 로봇 생산을 할 계획인 것으로 알려졌다.

2-2. 중국계: Agibot, Unitree, UBTech, Xpeng, Leju

중국 기업들은 가격 경쟁력을 앞세워 시장 점유율을 빠르게 확대하고 있다. 카운터포인트 리서치에 따르면 2026년 상반기 휴머노이드 로봇 출하량 기준 글로벌 1위는 중국의 애지봇(AGIBOT, 약 9,700대)이며, 유니트리(Unitree), 갤봇(Galbot), 유비테크(UBTech), 러쥐(Leju)가 뒤를 잇고 있다. 특히 유니트리는 1만 달러대의 보급형 휴머노이드로 가격하락을 주도하며 시장 구도를 흔들고 있고, 동시에 NVIDIA GR00T 레퍼런스 디자인의 하드웨어 파트너로 채택되며 기술력과 가격 경쟁력을 동시에 갖춘 기업으로 평가받는다. 전기차 기업 샤오펑(Xpeng) 역시 자율주행 기술을 기반으로 휴머노이드 로봇 개발에 진출하며 '자동차-로봇' 융합 전략을 취하고 있다.

3 국내 대기업의 Physical AI 전략

한국의 대기업들은 각자의 핵심 사업 자산을 기반으로 서로 다른 전략적 선택을 하고 있다.

3-1. 현대차그룹

현대차그룹은 CES 2026에서 AI 로보틱스 생태계 구축 전략을 공식 발표했다. 2021년 인수한 보스턴다이내믹스는 2026년 7월 소프트뱅크의 잔여 지분(9.65%) 풋옵션 행사로 100% 자회사 편입 절차에 들어갔으며, 현대차그룹은 자동차 제조를 넘어 AI와 로봇을 아우르는 Physical AI 기업으로의 전환을 본격화하고 있다. 아틀라스를 현대차·기아 공장에서 훈련·검증한 뒤 양산하고, 향후 물류·에너지·건설·시설관리 시장으로 확장한다는 구상이다. 현대차그룹은 개발(보스턴다이내믹스)→ 부품 (현대모비스 액추에이터)→제조(현대차·기아)→물류(현대글로비스)→시스템 통합(현대오토에버)으로 이어지는 전 과정을 그룹 내에서 수직계열화하고 있으며, 보스턴다이내믹스와 구글 딥마인드의 전략적 제휴, NVIDIA 블랙웰 GPU 5만장 확보 MOU(2025.10)로 AI 역량을 보완하고 있다.

생산능력 측면에서는 2028년까지 미국에 연간 약 3만 대 규모의 로봇 생산체제를 구축하고, 로봇 관절 구동장치인 액추에이터도 연 35만 개 이상 자체 생산할 계획이다. 아틀라스는 2028년부터 조지아주 현대차그룹 메타플랜트 아메리카(HMGMA)의 부품 서열(정렬·공급) 작업에 우선 투입되고, 2030년부터 조립 공정까지 역할을 넓힌다는 단계적 로드맵을 제시했다. 아울러 자체 개발 모빌리티 로봇 '모베드'를 통해 국내 부품사 중심의 'K-밸류체인'을 실증하며, 이를 상반신-하반신 결합형 '이동형 양팔 로봇' 등 후속 제품에도 확장 적용할 계획이다.

3-2. 삼성 그룹

삼성전자는 로봇을 반도체와 스마트폰의 뒤를 이을 차세대 핵심 성장동력으로 선언하고 사업화에 속도를 내고 있다. 레인보우로보틱스 지분을 35%로 늘려 최대주주이자 연결 자회사로 편입했고, 대표이사 직속 'RX(Robotics eXperience) 사업추진실'을 신설해 흩어져 있던 로봇 조직을 통합했다. 영남권에는 약 60조 원을 투자해 Physical AI 클러스터를 조성하고, 구미에 휴머노이드 양산 체계와 로봇 데이터 팩토리, AI 데이터센터를 구축할 계획이다. 삼성SDS는 홀리데이로보틱스, 에이로봇, 리얼월드, 월든로보틱스 등과 로봇 파트너십 '팀 REX'를 꾸렸고, 삼성벤처투자를 통해 월든로보틱스에 지분을 투자했다. 이는 삼성이 지분 투자에 머무르지 않고 완제품 개발과 양산까지 직접 나서는 쪽으로 전략을 옮기고 있음을 보여준다. 아울러 삼성전자, SK하이닉스는 NVIDIA와의 AI 반도체·인프라 협력을 통해 상류 컴퓨팅 인프라 영역에서도 핵심적 역할을 담당하고 있다.

3-3. LG전자

LG전자는 가정용 로봇을 공략하는 전략으로 차별화하고 있다. CES 2026에서 가사 보조 로봇 '클로이드(CLOiD)'를 공개했고, NVIDIA Physical AI 생태계의 주요 파트너로 참여했다. 로보티즈 지분(6.56%, 2026년 상반기 기준) 보유에 더해 2026년 6월 로보티즈 우즈베키스탄 액추에이터 공장 지분투자 검토 MOU를 맺어 협력을 강화하는 한편, Figure AI·애지봇·다이나 로보틱스 등 해외 로봇 기업에도 투자했다. 서비스로봇 클로이(CLOi), 최대주주로 있는 산업용 로봇 기업 로보스타 등을 기반으로 가전기업에서 Physical AI 기업으로 전환을 추진하고 있으며, 그중에서도 서비스·가정용 AI 로봇을 중심으로 발전시키고 있다.

3-4. 두산그룹

두산그룹은 로봇·건설기계·발전기기 등 그룹 하드웨어 전반의 지능화를 목표로 Physical AI 전략을 추진하고 있다. 2025년 5월 그룹 지주부문에 'PAI(Physical AI) Lab'을 신설해 장기 로드맵 수립, 선행기술 개발, 스타트업 발굴·투자를 그룹 차원에서 통합 지원하기로 했으며, 미국 스탠퍼드대 인간중심AI연구소(HAI)와 산학협력도 맺었다. 두산로보틱스는 자체 로봇 실행 소프트웨어 'Agentic Robot O/S'를 NVIDIA의 시뮬레이션·학습 인프라와 연계해 고도화하고 있으며, 2027년 지능형 로봇 솔루션, 2028년 산업용 휴머노이드를 순차적으로 선보일 계획이다. 두산밥캣은 자율주행을 넘어 기계가 스스로 작업을 계획하고 실행하는 자율작업 건설기계를 목표로 하고 있다.

3-5. HD현대·포스코DX 등 중후장대 산업

HD현대로보틱스는 산업용 로봇에서 쌓은 기술을 휴머노이드와 Physical AI로 넓히고 있다. 2025년 10월 산업은행과 KYPE로부터 1,800억 원(기업가치 약 1조 8,000억 원)을 유치해 AI 로봇 개발 재원을 확보했고, 2026년 9월에는 힘·촉각 센서 기업 에이딘로보틱스 지분을 130억 원에 취득했다. 양사는 조선·중공업 현장에 특화된 5지 로봇손을 공동 개발해 HD현대로보틱스의 휴머노이드에 탑재하고, 연마·그라인딩 등 표면처리 자동화 솔루션을 미국 조선소 등 해외 제조 현장으로 넓힐 계획이다. **포스코DX**는 포스코그룹 철강·이차전지소재 공장의 자동화를 맡고 있어 그룹 설비투자 확대에 따른 로봇·AI 수요가 기대되지만, 아직 Physical AI 관련 구체적 사업 성과는 제한적이다.

3-6. SK그룹

SK그룹은 로봇 완제품보다 AI 반도체·데이터센터·디지털 트윈 등 인프라를 앞세워 Physical AI 생태계에 참여하고 있다. **SK텔레콤**은 2026년 7월 국내 로보틱스 스타트업 8곳과 손잡고, 그룹의 AI 반도체·데이터센터·디지털 트윈과 스타트업의 로봇·데이터·모델을 연결하는 '로봇 데이터 팩토리' 구상을 밝혔다. 디지털 트윈 공간에서 로봇 파운데이션 모델(RFM) 학습용 데이터를 구축하는 방안이 핵심이다. **SK하이닉스**는 오퍼레이션 AI·Physical AI·디지털 트윈을 축으로 2030년까지 자율형 팹을 구축할 계획이며, 부품 공급·화학물질 처리·장비 유지보수 영역에 비전 기반 로봇과 자율이동로봇(AMR)을 도입하고 있다.

[도표 18] 국내 주요 대기업 Physical AI 전략 비교

기업	전략 포지셔닝	핵심 액션
현대차그룹	밸류체인 통합형	보스턴다이내믹스 100% 자회사화, 2028년 美 연 3만대 생산체제, K-밸류체인(모베드)
삼성전자	자회사 기반 직접 개발·양산	레인보우로보틱스 자회사 편입, RX사업추진실 신설, 구미 휴머노이드 양산 계획, RB-Y1 물류 실증(쿠팡)
LG전자	가정용 로봇 차별화	CES 2026 클로이드 공개, NVIDIA Physical AI 파트너
두산그룹	그룹 하드웨어 지능화 빅테크 협력	지주 PAI Lab, NVIDIA와 Agentic Robot O/S, 2028년 산업용 휴머노이드, 밥캣 자율작업 건설기계
HD현대로보틱스	중공업 특화 휴머노이드	1,800억 원 유치, 에이딘로보틱스 130억 원 투자, 조선·중공업용 5지 로봇손
포스코DX	제조 AI 플랫폼	AI-로봇-센서-자동화-데이터 통합 플랫폼, 그룹 설비투자 연계 수요
SK그룹	인프라 제공형	SKT 스타트업 8곳과 로봇 데이터 팩토리, SK하이닉스 2030년 자율형 팹

자료: 각사, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

4 국내 Physical AI 관련 벤처기업 생태계

국내 Physical AI 벤처기업은 AI 반도체에서 자율이동체까지 밸류체인 전 계층에 분포해 있다. 계층별로 투자 유치 규모가 큰 비상장 기업을 중심으로 각 기업의 사업과 그 의미를 정리했다.

- **AI 반도체: 리벨리온**과 **퓨리오사AI**는 데이터센터용 추론 NPU를 만든다. 리벨리온은 추론 최적화 기업 스퀴즈비츠를 인수해 칩부터 서빙 소프트웨어까지 묶었고, 퓨리오사AI의 'RNGD'는 삼성SDS 클라우드와 LG AI연구원에 채택됐다. **딥엑스**와 **모빌린트**는 로봇·CCTV·드론 안에서 AI를 돌리는 저전력 엣지 NPU에 집중하며, 딥엑스는 양산 칩을 현대차 로봇 등에 공급하고 있다. 로봇 학습·추론에 필요한 연산을 GPU 외 국산 대안으로 채울 수 있는지가 이 계층의 관건이다.

- **AI 모델 및 데이터: 리얼월드**는 한·일 제조사 현장 데이터로 로봇 파운데이션 모델(RFM)을 학습시키고 NVIDIA와 손재주 평가 벤치마크를 만들고 있다. **컨피그인텔리전스**는 베트남 수집 법인에서 인간 동작 데이터 10만 시간 이상을 모았고, 삼성·LG 계열 CVC, 현대차 그룹 및 SK텔레콤으로부터 투자를 받았다. **모라이**는 자율주행, 무인이동체, 시뮬레이터를 판매한다. 모델 경쟁의 차이는 결국 데이터를 어디서 어떻게 모으느냐에서 나며, 대기업들이 특정 로봇에 묶이지 않는 ' 두뇌 ' 를 공동으로 확보하려 한다는 점도 드러난다.

- **센서 및 부품: 에이딘로보틱스**는 6축 힘·토크 센서와 휴머노이드 손·발 촉각 센서를 15개국에 수출하며, HD현대로보틱스와 조선용 로봇손을 공동 개발한다. **테솔로**는 다관절 로봇핸드를 삼성과 LG 등에 공급한다. 부품은 휴머노이드 수요가 증가함에 따라 수요가 함께 늘어 매출 검증이 가장 앞서 있지만, 감속기·고출력 액추에이터는 국내 공급처가 적어 중국과 일본의 의존이 남아 있다.

- **하드웨어 완성품: 홀리데이로보틱스**는 제조 공정용 바퀴형 휴머노이드로 자동차·반도체·물류 현장 실증을 하고 있고, **위로보틱스**는 보행보조 웨어러블 로봇 약 3,000대에서 쌓은 인간 움직임 데이터를 휴머노이드로 옮기고 있다. **디든로보틱스**(철제 벽·천장을 오르는 사족보행 로봇)와 **라이온로보틱스**(강화학습 사족보행 로봇)는 조선·플랜트 같은 특수 환경을 겨냥한다.

- **자율이동체: 오토노머스에이투지**는 자율주행 소프트웨어와 전용 차량을 함께 만들어 싱가포르에서 그랩과 셔틀을 운행하고, **라이드플럭스**는 레벨4 소프트웨어로 미들마일 화물 트럭과 로보택시를 준비한다. **뉴빌리티**는 배달·순찰 로봇을 140여 개 사이트에서 운영하고, **파블로항공**은 드론 군집제어 기술을 방산용 드론으로 넓히고 있다. 화물·셔틀·순찰처럼 용도가 정해진 B2B 영역에서 공장 밖 Physical AI가 먼저 매출을 내고 있다.

2.3 Physical AI의 국가별 차이점과 경쟁력

한국은 모델·하드웨어가 아닌 난공정 현장으로 경쟁. 단, 현장 데이터가 계열사·SI·통신사로 흩어지는 것은 리스크

지금까지 살펴본 Physical AI 밸류체인과 계층별 핵심 역할 및 주요 플레이어, 그리고 생태계 구조를 지역별로 재구성해보면 미국과 중국이 각각 소프트웨어와 하드웨어 부문에서 글로벌 경쟁력이 있다. 한국은 반도체·메모리 역량과 제조 현장을 갖고 있으나 구동 부품과 AI 모델은 약하며, 나머지 지역들은 각각 부품, 표준, 국방, 실증, 자본, 공급망의 역할을 맡고 있다.

미국은 거대자본을 보유한 **글로벌 빅테크 중심의 소프트웨어, 두뇌 등 밸류체인의 앞단에서 선도적 지위와 표준을 만들어가고 있으며** 발군의 스타트업들이 독자적으로 혹은 글로벌 대기업과 협업하며 산업을 주도하고 있다.

중국의 경우, 정부주도의 적극적 지원, 큰 내수 시장, 기존의 전기차 공급망을 기반으로 **휴머노이드와 embodied AI의 빠른 양산 및 가격경쟁력을 보유**하고 있다. 특히 이러한 저가 양산형 하드웨어 생산 및 공급, 내부 공급망 구축을 통해 전반적인 하드웨어 가격 하락을 주도하고 있다. 휴머노이드 로봇의 확대는 중국 주도의 완제품 가격 하락이 관건이 될 수 있다.

한국은 제조업 로봇 밀도(근로자 1만 명당 로봇 대수) 세계 1위 국가다. 삼성전자·SK하이닉스의 AI 메모리와 리벨리온, 퓨리오사AI, 딥엑스 등의 추론 반도체 역량을 갖췄지만, 감속기 및 모터 등 구동 부품은 일본 의존도가 높고 독자 로봇 파운데이션 모델은 개발 단계이다. 한국의 고유한 자산은 **시뮬레이션으로 대체하기 어렵고 해외 기업이 접근하기 어려운 난공정 제조 현장**이며, 정부의 실증과 조달로 국내 현장에서 배치를 시작할 초기 수요도 마련되었다. 다만 국내에서는 그룹 계열사와 SI·통신사가 통합을 맡고 있어 현장 데이터가 여러 주체로 흩어질 수 있다. 따라서 **현장 데이터를 체계적으로 모아 업종 특화 모델과 서비스로 연결하는 체계**가 필요하다.

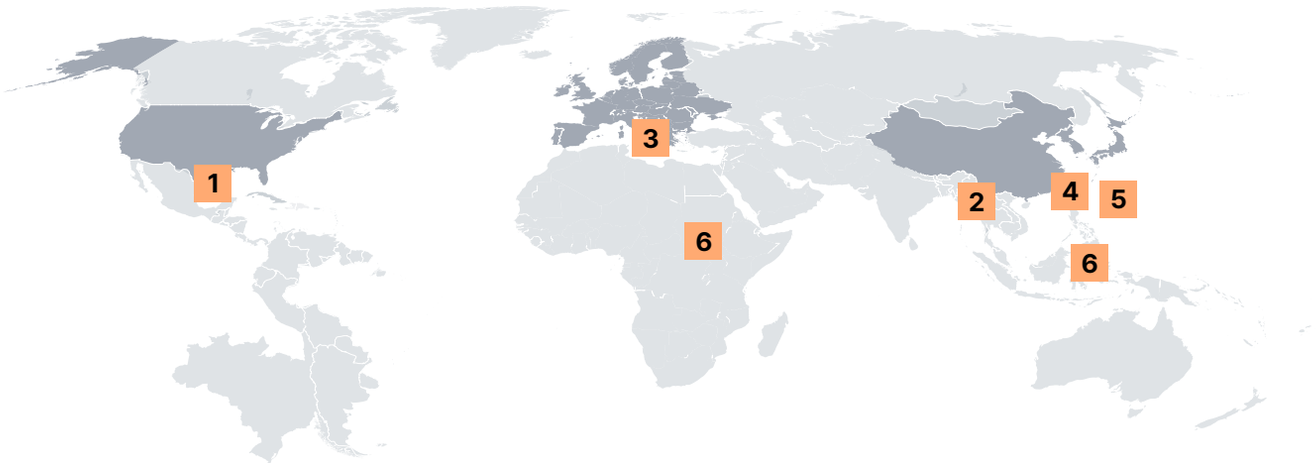
일본은 전통 기계 및 로봇 강자로 Physical AI의 **몸체, 관절, 모터, 감속기 등 정밀 기계 부분에서 강점**을 보이고 있다. 고령화로 인해 돌봄, 재활, 병원물류, 생활지원로봇 수요가 커 서비스 로봇 실증에는 유리하다고 볼 수 있다.

유럽은 국가별 차이가 크나 전체적으로는 Physical AI의 **안전, 표준화**에서 강점이 있으며 **산업 자동화, 디지털 트윈, 제조 시스템 통합**에 강하다. **독일**은 산업 자동화, 디지털 트윈, 안전 인증, 제조 시스템 통합에서 강하다. **프랑스**의 경우 로봇 제조 기반이 강하진 않지만 AI 연구, 항공우주, 방산, 원전, 공공기술에서 강점을 갖고 있다. 영국은 로봇 제조 대국은 아니지만, AI 알고리즘, 강화학습, 로봇 지능, 컴퓨터비전 연구 등과 같은 AI 연구, 자율 주행 및 시스템, 헬스케어, 대학 기반 로봇 연구에서 강점을 가진다.

그밖에 **이스라엘**은 지정학적 특성상 안보환경 때문에 무인기, 감시정찰, 경계로봇, 센서 네트워크 등 국방 수요가 높아 이 분야에 강점이 있으며 **대만**은 로봇 완제품보다는 반도체, 전자부품, 센서, 엣지 AI 하드웨어에 강점이 있다.

계층별로 보면 AI 인프라·소프트웨어·모델은 미국 빅테크가, 하드웨어는 중국 기업이 주도하고 있다. 한국이 이들을 단기간에 따라잡기는 어렵지만, 제조 현장에서 생기는 데이터를 배치·운영 단계에서 축적한다면 밸류체인에서 의미 있는 위치를 확보할 수 있다.

[도표 19] 지역별 Physical AI 산업의 특징 및 주요 기업



구분	특징	주요기업	
1 미국	- AI 인프라(GPU)-파운데이션 모델-로봇 스타트업 생태계 보유 - AI 모델, 플랫폼 주도권 보유 - 압도적인 자금 동원력(빅테크,VC) - 로봇 파운데이션 모델 발원지	- NVIDIA: AI칩, AI 풀스택 생태계 - Tesla: 자율주행, 로봇 옵티머스 - 구글 Deepmind: AI 모델 - 아마존 로보틱스: 물류 자동화, 세계 최대 로봇 운영	- 로봇 전문: Figure AI(휴머노이드 로봇), Apptronik(휴머노이드 로봇), Physical Intelligence(로봇 두뇌- 범용 로봇 파운데이션 모델), Skild AI(로봇 파운데이션 모델
2 중국	- 양산형 모델에 우위 - 빠른 부품 내재화 속도 - 정부 주도 산업 육성	- 유니트리(저가 양산형 선도, '26년 상장) - 화웨이(AI 칩, 클라우드) - AgiBot(범용 작업용 Physical AI)	- UBTECH(최초 상장 휴머노이드) - BYD (전기차, 자율주행) - DJI (드론, 공중 Physical AI) - XPENG(전기차, 휴머노이드 로봇) - RoboSense(라이다)
3 유럽	- 제조 엔지니어링 강국 - 공장 구축, 시스템 통합 역량	- Bosch(로봇 부품) - Siemens(독일, 산업 SW, 디지털 트윈) - NEURA(독일, 유럽 최대 휴머노이드)	- Universal Robots(덴마크, 협동로봇) - ABB(스위스,산업용 로봇, 디지털 트윈) - Mistral AI(프랑스, LLM,로봇 지능)
4 한국	- 세계 1위 로봇밀도 - 반도체·메모리 강점, 구동 부품·AI 모델 취약 - 난공정 제조 현장 보유	- 삼성전자, SK하이닉스(반도체) - NPU: 리벨리온, 퓨리오사, 딥엑스	- 하드웨어: 로보티즈(액추에이터, 로봇 양산, AI 데이터 팩토리), 레인보우로보틱스(로봇) - 포스코DX, 삼성SDS(시스템)
5 일본	- 산업용 로봇 세계 1위 - 핵심 부품의 독점적 지위 - 제조 자동화 노하우 축적	- 화낙(세계 최대 산업용 로봇) - 야스카와(산업용 로봇, 모션제어) - 하모닉 (휴머노이드 관절–감속기) - 소니(이미지 센서)	
6 -1 기타: 이스라엘	- 센서·비전·자율주행 기술 강점 - 국방 AI 기술 축적 - 스타트업 창업 생태계 발달	모빌아이(컴퓨터 비전 AI)	
6 -2 기타: 대만	- 세계 최고 반도체 생산기지 - 로봇용 AI칩 생산 역량	TSMC(파운드리 반도체)	

자료: 삼일PwC경영연구원

지금까지 Physical AI의 각 밸류체인별 기능과 주요 플레이어, 그리고 계층별 주요 사업자를 살펴보고 현재 시장의 주도적 흐름과 그를 통해 나타나는 사업자 그룹별 특징, 국가적 특징들을 살펴보았다. 다음 장에서는 Physical AI의 시장 현황과 전망을 통해 앞서 나타난 밸류체인별 특징과 가치의 이동이 시장 규모, 분야별 활용, 그리고 투자 현황에서 어떻게 드러나고 있는지를 살펴보려 한다.

3

Physical AI 시장 분석

Physical AI는 기술검증에서 초기 상용화에 진입했으며, 이제 대량 생산과 실전배치가 본격화되는 상용화 변곡점에 도달했다. 시장은 연 30~40%대의 고성장이 예상되고, Physical AI 및 로보틱스 투자는 2026년 상반기에 이미 전년 규모를 넘었지만, 실제 배치는 통제된 현장의 반복 작업에 머물러 있다. 이 간극을 만드는 것이 현장 데이터 부족을 중심으로 한 병목이며, 병목을 푸는 속도가 성장 속도를 결정한다.

본 장에서는 시장 규모와 투자 흐름, 유형별 상용화 수준과 현장 사례, 그리고 확산의 병목을 점검한다.



3.1 Physical AI 시장 현황과 상용화 변곡점

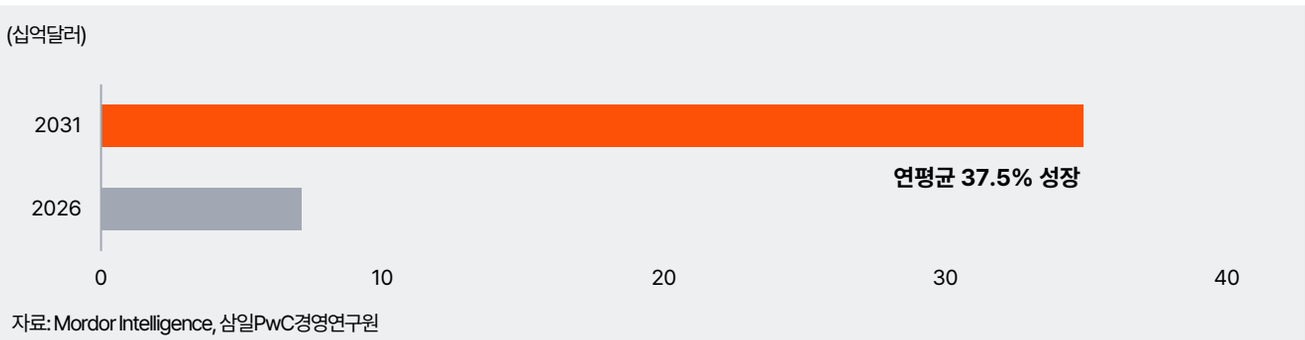
3.1.1 시장 규모와 성장세

Physical AI 시장 5~10년 내 연평균 30~40% 대 성장 전망 단기 동력은 물류·제조 분야의 배치

Physical AI 시장은 **관련 모델의 발전, 데이터 축적, 하드웨어 원가 하락에 따른 완성품 가격 하락, 다양한 산업에서의 수요 증가**로 인해 시장의 고성장세가 전망되며 그 성장 속도도 빠르게 상향 조정되고 있다.

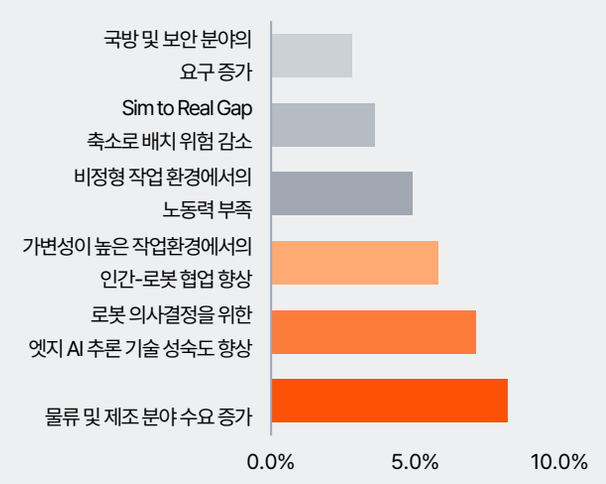
글로벌 Physical AI 시장은 시장조사기관별 시장 범위에 따라 시장 규모와 전망치의 차이가 크나 대체로 연평균 성장률(CAGR) 30~40% 대의 성장세를 나타낼 것으로 예측하고 있다. Mordor Intelligence 추정에 따르면 Physical AI 시장은 2026년부터 2031년까지 연평균 37.5% 성장을 전망했다. 고성장을 견인하는 요인은 단기적으로는 앞서 나가 있는 물류 및 제조 분야에서의 도입 가속화, 비정형 작업환경에서의 노동력 부족에 대한 수요 증가, 중기적으로는 엣지 AI 기술의 성숙도와 디지털 트윈기술의 발달 등도 영향을 미칠 것으로 내다봤다. 다만 시스템 통합 비용, 이기종간 연결, 기능의 신뢰성 등은 도입을 저해하는 요인으로 분석했다.

[도표 20] Physical AI 시장 규모 및 전망



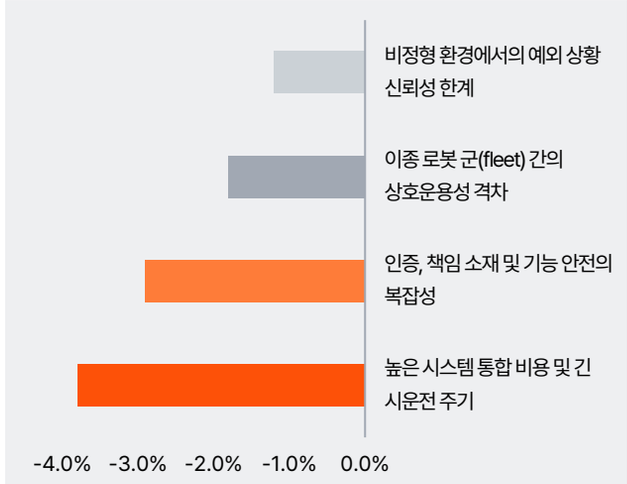
자료: Mordor Intelligence, 삼일PwC경영연구원

[도표 21] Physical AI 시장 성장 요인(CAGR 기여도)



자료: Mordor Intelligence, 삼일PwC경영연구원

[도표 22] Physical AI 도입 저해 요인(CAGR 기여도)



자료: Mordor Intelligence, 삼일PwC경영연구원

3.1.2 상용화 변곡점 도래

시장 전망 대폭 상향 조정, 그 근거는 실전 배치 사례와 원가 하락임

Physical AI 시장의 가파른 성장세와 함께 **실제 현장에 대규모 양산 배치가 시작되는 상용화의 변곡점에 들어선 것으로 판단**된다. 이를 뒷받침하는 근거는 몇가지 부분에서 찾아볼 수 있다.

우선 앞서 언급했듯이 IDC, 카운터포인트 리서치, 골드만 삭스, BoA 등 글로벌 리서치 기관 및 IB들의 시장 전망치를 빠르게 상향시키고 있다는 점이다. 또한 Tesla, 유니트리, Xpeng 등 로봇, 자율주행 기업들이 디바이스 배치 급증과 생산 규모 및 목표치를 구체적으로 제시하기 시작했다는 점도 상용화가 본격화되었음을 나타낸다.

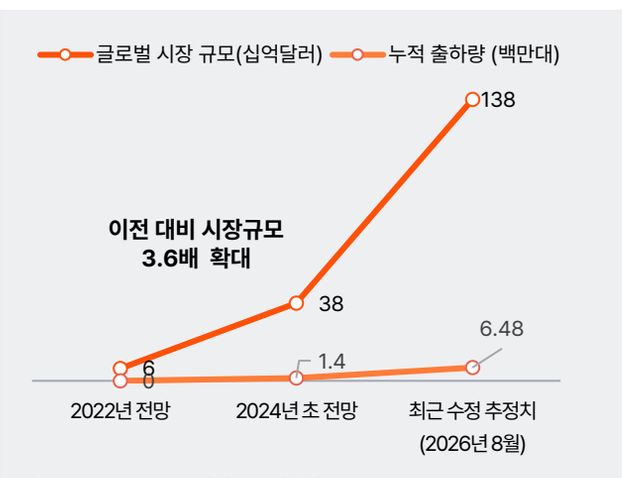
우선 시장조사업체 카운터포인트리서치의 '글로벌 Physical AI 트래커' 보고서에 따르면, 차량, 로봇, 드론을 포함한 Physical AI 기기의 누적 출하량은 2025년부터 2035년까지 10년간 약 1억 4,500만 대에 이를 것으로 전망된다. 기기별로는 드론이 약 5,900만 대로 가장 많고, 로봇이 4,800만 대, L4 이상 자율주행차가 3,800만 대를 기록할 것으로 전망했다. 이러한 성장은 로보틱스, 엣지 컴퓨팅, 생성형 AI, 비전 및 센서 기술이 동시에 발전하며 Physical AI 디바이스가 현실 세계를 인식하고 스스로 판단해 상호작용하는 단계로 진입했음을 보여준다. 또한 휴머노이드 로봇은 아직 초기 개발 단계이지만, 가장 빠르게 성장해 2028년까지 누적 설치량이 10만대를 넘어설 것이라고 전망했는데 이는 2025년의 약 7배 수준이다.

한편 **IDC는** 2026년 상반기 글로벌 휴머노이드 로봇 출하량이 25,000대로 전년동기대비 432.1% 증가하며, **시장이 기술 검증 단계에서 상용화와 응용 분야 확대를 모색하는 단계로 이동하고 있다고 진단**했다. 또한 공급능력 확대와 적용분야 확대, 소비자 시장의 등장으로 2030년 출하량 전망치를 기존 전망치 대비 50% 상향한 75만대 이상으로 제시했다.

글로벌 IB 골드만삭스도 2024년 초에 추정한 시장의 규모와 설치대수를 2년여 만에 급격히 상향 조정하였다. 골드만삭스는 2035년 휴머노이드 시장 전망치를 380억 달러에서 2026년 8월 기준 1,380억달러로 3.6배 상향 조정하였으며, 2035년 연간 출하 전망도138만대에서 648만대로 약 4.7배 상향조정하였다. 이는 2022년도 자체 전망치였던 60억 달러 대비 6배, 출하량 전망은 4배 상향한 수치에서 재차 상향 조정한 것이다.

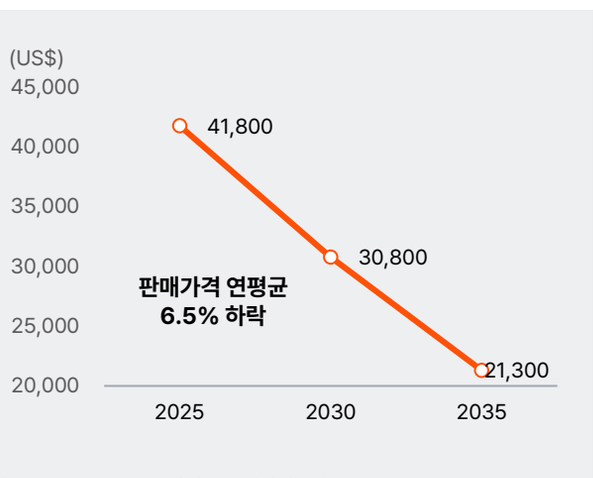
전망치를 급격히 상향한 요인은 **VLA 모델의 발달로 물류, 자동차 등에서 선도적으로 빠르게 실전 배치하는 추세**가 나타나고 있으며, **부품원가 하락**(약 연평균7% 하락)과 **판매가격 하락**(연평균 6.5% 하락)에 기인하기 때문인 것으로 분석했다.

[도표 23] 2030년 Physical AI 시장 전망치 변화



자료: GoldmanSachs, 삼일PwC경영연구원

[도표 24] 휴머노이드 로봇 시장 판매 가격 하락



자료: GoldmanSachs, 삼일PwC경영연구원

3.2 투자 흐름을 통해 본 시장 현황

3.2.1 투자흐름을 통해서 본 Physical AI의 성장세

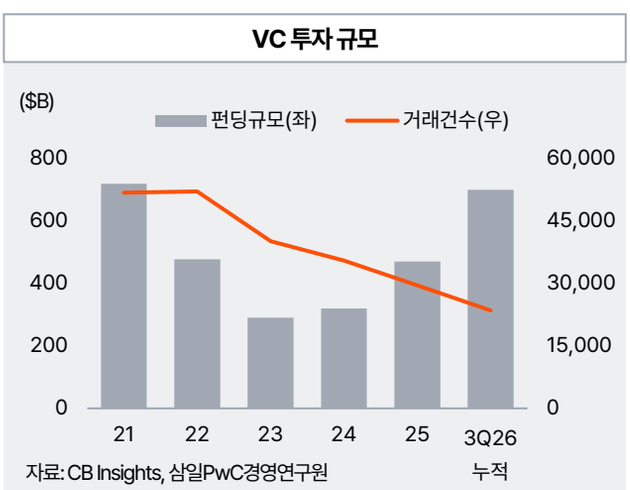
2026년 상반기 투자가 이미 2025년 연간 투자액을 상회

투자 흐름을 통해서도 Physical AI의 성장추세와 변화의 방향을 가늠할 수 있다. 투자 집중 분야 및 그 변화를 확인하는 것이 현재 Physical AI에 대한 투자자들의 가치 발견 분야, Physical AI의 발전 방향, 기업들의 전략, 병목 분야 등을 bottom-up 으로 확인하는 방법이기도 하다.

CB Insights에 따르면 2026년 3분기 누적 글로벌 벤처투자 규모 6,983억 달러 수준으로 2025년도 연간 규모인 4,693억달러를 49% 뛰어넘었다. 글로벌 벤처 투자를 견인한 분야는 AI였으며 그 가운데 2026년도를 견인한 것은 Physical AI 분야다. 2021년도에 Physical AI 분야의 투자 비중은 전체의 3.5%에 그쳤으나, 2025년도에는 8.7%까지 상승하였다.

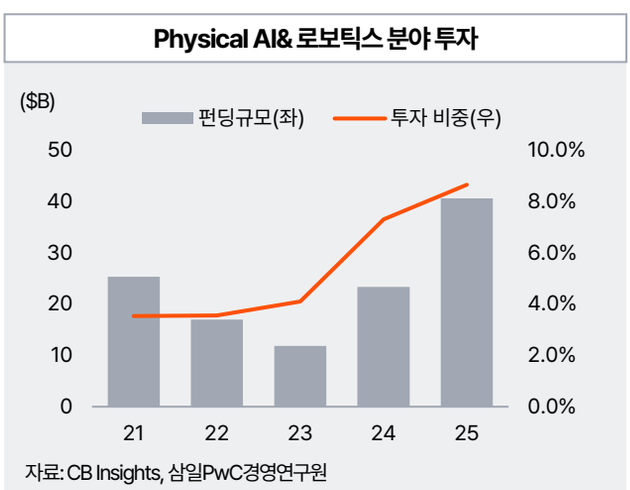
로보틱스를 포함한 Physical AI 분야의 투자 열기는 PitchBook을 통해서도 확인이 되는데, 2026년 상반기 투자 금액은 334억달러로 2025년도 연간 투자금액을 16.6% 상회하였다. 2022년도 투자금액 대비 2026년 상반기 투자액이 3배 이상 증가하였다. 건당 규모가 큰 메가딜의 영향이 있었다. **기술이나 성능을 입증 받은 소수의 기업, 기술의 상용화에 도달한 기업으로 자금이 집중**되는 것으로 나타났다.

[도표 25] VC 투자 규모



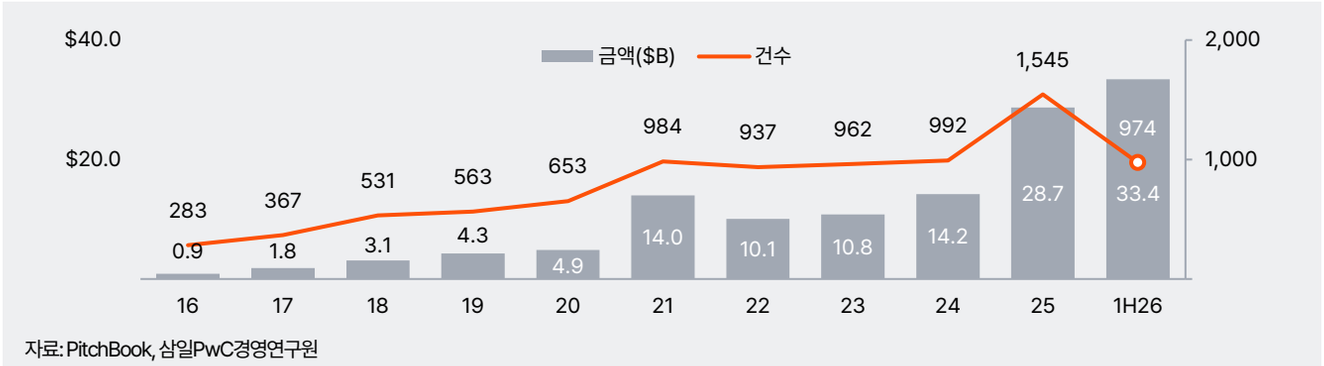
자료: CB Insights, 삼일PwC경영연구원

[도표 26] Physical AI& 로보틱스 분야 투자 규모 및 비중



자료: CB Insights, 삼일PwC경영연구원

[도표 27] Physical AI 및 로보틱스 투자 규모



자료: PitchBook, 삼일PwC경영연구원

3.2.2 Physical AI 분야의 투자 특징

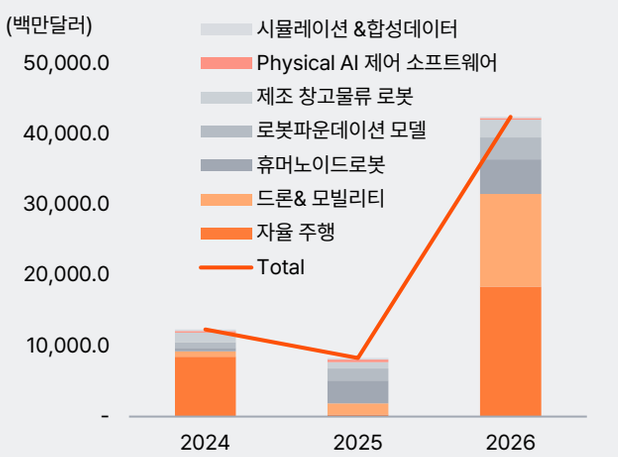
자본은 '배치 실적이 있는 기업'(Series C 이상)으로 집중

최근 3년 자금 흐름을 보면 2023년에는 전통 로봇·물류 자동화 중심의 조달이 이어졌고, 2024년 이후에는 휴머노이드와 Physical AI 모델 투자가 나타났으며 2026년 상반기에도 같은 흐름이 지속되고 있다.

NewMarketPitch.com에 따르면 2026년 들어 자율주행, 드론 및 자율운행시스템 등에 비중이 실질적으로는 높았다. 자율주행 부문 비중이 높은 이유는 Waymo의 영향이 있으며 이를 제외하면 드론 및 이동시스템의 비중이 크다. 특히 최근에는 이러한 투자의 증가가 주로 초기 단계를 넘어선 기업에 집중되어 있다. 2024년 이후의 투자 단계별로는 Series C 이상의 단계, Growth equity 단계 등에 투자 비중이 높다. 이는 투자자들은 이미 기술, 고객, 실제 도입 사례, 또는 확장을 위한 제조 계획을 갖춘 기업들에 훨씬 더 많은 자본을 투입하고 있다는 점을 드러낸다.

투자의 분야 및 단계를 볼 때, 고도의 모델이나 높은 완성도의 하드웨어 못지않게 빠른 실전 배치 및 운영을 통해 얻어지는 실전 데이터를 축적하고 빠르게 학습시켜 다시 활용하려는 니즈가 큰 것으로 추측해 볼 수 있다.

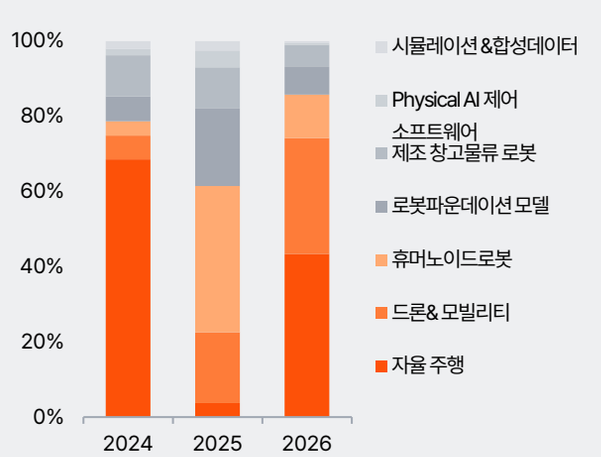
[도표 28] Physical AI의 분야별 투자 규모



자료: NewMarketPitch.com, 삼일PwC경영연구원

주: 위 데이터는 NewMarketPitch.com에서 24~26.9월까지 기준으로 작성

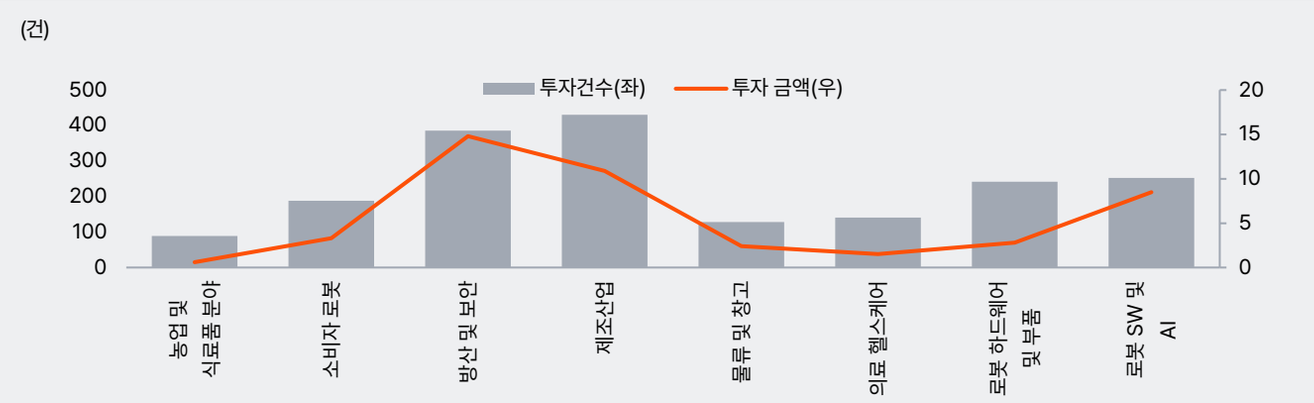
[도표 29] Physical AI의 분야별 투자 비중



자료: NewMarketPitch.com, 삼일PwC경영연구원

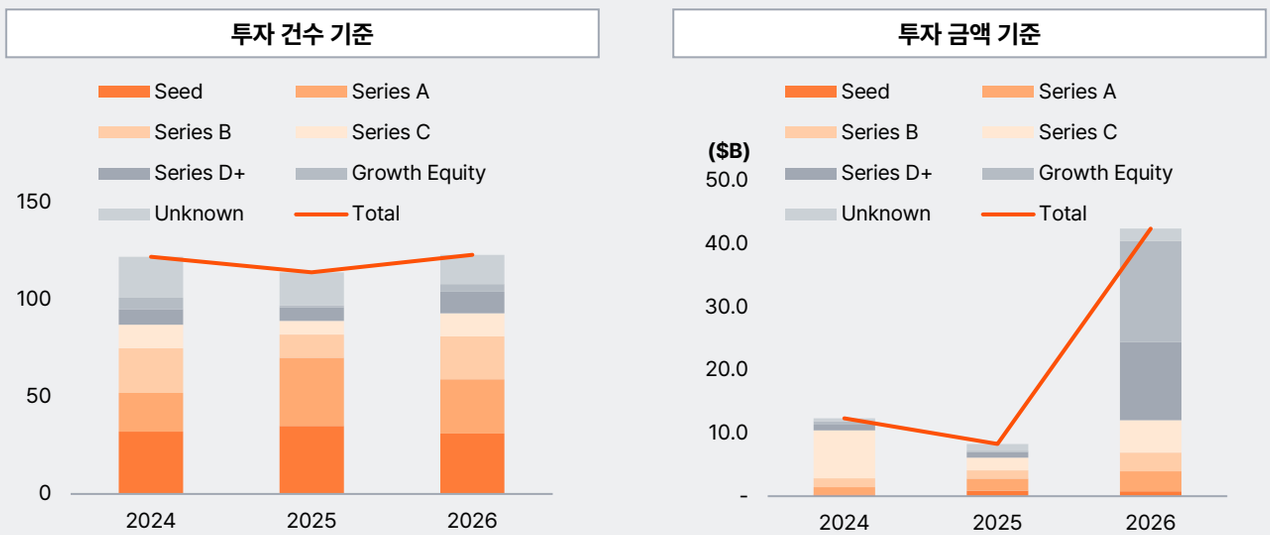
주: 위 데이터는 NewMarketPitch.com에서 24~26.9월까지 기준으로 작성

[도표 30] '26년 상반기 Physical AI의 분야별 투자 규모



자료: CB Insights, 삼일PwC경영연구원

[도표 31] 2024~2026YTD 투자 단계별 투자 비중



자료: NewMarketPitch.com, 삼일PwC경영연구원

주: 위 데이터는 NewMarketPitch.com에서 2024~2026.9월까지 기준으로 작성

[도표 32] Physical AI 분야 투자의 흐름

2023	2024	2025	2026년 YTD(~9월)
• 기존 산업로봇·창고 자동화·AMR·자율주행 중심	• 휴머노이드 및 로봇 Foundation Model이 중심 테마로 부상	• 투자 건당 규모 확대→ 메가라운드, 전략적 투자자 참여. • 로봇 기업 VC 투자액 전체 VC 투자의 9% 차지	• 2025년의 투자규모를 상회 • 자율주행, 드론 등 모빌리티 투자 지속, AI 모델에 대한 투자 확대. • 실전 배치의 중요성 증가

자료: 언론자료, 삼일PwC경영연구원

3.3 Physical AI의 유형별 분류

통제된 현장(물류·공장)에서 먼저 배치되고, 성과는 공정 KPI로 검증

Physical AI 시장의 고성장과 상용화 확대에 따라 성과가 나는 분야로의 관심이 집중되고 있다는 것을 투자 동향을 통해 확인했다. 그러면 이제 Physical AI를 어떠한 기준으로 분류하고 유형별 분류에 따라 어느정도 수준까지 현재 도달해 있는지를 살펴보자.

Physical AI는 기계가 스스로 움직이고 판단해야 하는 모든 곳에 적용되며 분류 기준으로는 **형태, 산업·도메인, 자율성 수준**의 등 세개의 축으로 분류할 수 있다.

3.3.1 형태별 분류(Form factor)

우선, 형태 기반 분류는 Physical AI가 어떤 물리적 몸체와 이동·조작 수단을 사용하는지를 기준으로 **로보틱스, 자율주행형, 그리고 스마트스페이스**로 구분된다. 형태별로는 물류센터나 공장같은 통제된 공간(스마트 스페이스)과 비인간형 로봇의 상용화가 가장 앞서 있다

첫째 **자율주행형**은 인간 개입 없이 스스로 이동 및 운송을 수행하는 **AI 기반 모빌리티**이다. 대표적으로 자동차의 자율주행, UAM, 드론 등과 같은 항공 영역까지 확장되고 있다. 이 영역의 핵심은 상황 인식과 의사결정이다. 카메라와 레이더 같은 센서를 통해 주변 환경을 인식하고, AI가 경로를 계획하고 위험을 회피한다. 사람 형태보다 작업에 맞는 전용 장비(예시: 트랙터, 드론, 굴착기 등)로 구현될 때 빠르게 경제성을 확보할 수 있다.

둘째 **로보틱스** 분야에서는 휴머노이드형 로봇과 로봇팔, 협동로봇 같은 비인간형 로봇이 포함된다. 휴머노이드 형은 제조, 서비스 현장 등 다양한 환경에서 실제 작업을 수행하며 사람을 위해 설계된 공간을 그대로 활용할 수 있다는 점에서 가장 큰 잠재력을 가진다.

셋째 **스마트 스페이스**이다. 개별 로봇이나 장비라기보다는 다수의 로봇과 센서 등을 통해 설비, 건물, 공장 등과 같은 공간 전체를 지능화하는 시스템이다. 다양한 센서 및 AI 제어가 결합되어 전체 운영을 최적화한다.

[도표 33] Physical AI 핵심 도메인

Physical AI 적용 분야	정의	유형	센서 · 시스템 Input (명령 입력)	AI 모델 · 칩 Computing (AI 해석·판단)	액추에이터 Output (결과 출력)
자율주행 (Vehicle, Air)	사람 또는 원격의 개입 없이 이동·운송을 수행하는 AI 기반 모빌리티	자율주행차	카메라, 레이더 등 센서 기반 주행 상황 파악	AI 기반 경로 계획 및 위험 회피를 판단	주행 자동 제어
		UAM	항법 센서, GPS, 기상 및 공역 데이터 인식	비행 경로 최적화 및 충돌 회피 판단	추진 및 비행 안정제어
AI 로보틱스	제조·서비스·가정 등에서 필요한 작업을 수행하는 AI 기반 물리적 에이전트	비인간형 로봇 (로봇팔, 협동로봇 등)	멀티 모달 센서 기반 작업 환경 정밀 인식	작업 지시 해석 및 궤적·동작 경로 계산	정밀 동작 제어
		휴머노이드	멀티 모달 센서 기반 사람 및 주변 환경 인식	자연어 이해 및 전신 움직임 계획	인간의 움직임 구현
스마트 스페이스	다수의 로봇, 센서 등이 작동하는 공간 전체를 최적화·제어하는 AI 시스템	스마트 팩토리	라인·공정 내 센서 및 설비 가동 데이터 수집	생산 최적화 및 예지보전 연산	전체 공장의 자동화
		스마트 인프라 (도시, 공항 등)	CCTV, IoT 기반 군중·환경 데이터 수집	운영 상황 분석 및 최적 효율화 계산	전체 공간의 자율 제어·관리

자료: PwC컨설팅, 언론자료

3.3.2 산업·도메인 기반 분류

물류·제조가 가장 앞서고, 조선·중공업은 숙련 인력 보완 측면에서 가치가 높음

산업·도메인 기반 분류는 Physical AI가 각 산업 내에서 창출하는 실질적 경제 가치를 기준으로 도출된다. 이는 공급자가 아닌 수요자 관점을 반영한 가장 직관적인 분류 체계라 볼 수 있다. 현재 Physical AI의 산업별 침투율을 살펴보면, 비교적 정형화된 환경에 놓인 물류 분야가 시장 가장 앞선 것으로 판단된다. 이어 제조 및 모빌리티 분야에서 대기업 주도의 본격적인 상용화가 시작되었으며, 조선·건설, 헬스케어, 국방, 리테일·서비스 등 전방위 산업군으로 확산 흐름이 관측되고 있다. 다만 각 분야별로 작업 환경의 비정형성, 안전 규제 수준, 그리고 데이터 확보 난이도에 따라 성숙도와 적용 방식에 뚜렷한 차이가 존재한다.

1 제조와 물류

물류와 제조 현장은 현실적으로 **초기에 적용이 유리한 대표적인 분야**이다. 이미 제조업에서 자동화가 널리 활용되고 있으므로 Physical AI에서 새로운 물리적 로봇이나 장비를 도입하는 것 보다는 기존 설비의 지능화 및 자율화에서부터 출발한다고 볼 수 있다. 물류는 작업량과 KPI가 명확해 Physical AI의 상용화가 빠르게 진행되어 확산되고 있는 분야이다.

제조와 물류 분야에서 Physical AI가 가장 먼저 확산되기 유리한 이유는 다음과 같다. 첫째, 비교적 제한된 공간에서의 환경 통제가 상대적으로 유리하다. 공장과 물류 센터는 도로, 건설 현장 등과 같은 돌발 상황, 비정형 데이터 등이 많은 현장 대비 구조화하기 쉽다. 둘째, 반복 작업이 많다. 이송, 피킹, 포장, 검사, 적재, 분류는 반복성이 높아 자동화 효과가 크다. 셋째, 인건비와 인력 부족 문제를 해결하는데 유용하다. 물류센터와 제조 현장은 야간·주말 근무, 고강도 반복 작업으로 인력 활용에 어려움이 존재한다. 넷째, Physical AI 활용에 따른 성과지표 평가가 비교적 명확하다. 시간당 처리량, 불량률, 피킹 정확도, 작업자 이동거리, 주문 처리시간, 재고 회전율 등 성과 지표가 명확하다. 다섯째, 기존 디지털 시스템과 연동 가능하다. ERP, WMS, MES, SCADA 등 운영 시스템[3]이 이미 구축되어 있어 데이터를 통합하기 쉽다.

2 조선·중공업·에너지 분야

조선·중공업·에너지 현장은 고소·고열, 밀폐, 유해물질, 대형 구조물, 복잡한 설비로 인해 완전자율화가 어렵다. 하지만 다양한 고위험 작업, 숙련공 부족 심화, 공정의 복잡성 등으로 인해 위험노출 감소와 숙련인력 보완 역할로의 가치가 매우 크다. 따라서 주요 적용방식은 선박 블록 무인 용접, 굴착기·불도저 등 중장비 자율 주행 및 원격 조종, 현장 안전 모니터링 등이 있다.

대표적인 사례로 HD현대, 두산 등 중공업 혁신 기업들을 중심으로 시뮬레이션 가상 학습(디지털 트윈)을 거친 AI 가속 모델을 현장 장비에 탑재, 숙련공 부족 문제를 해결하려는 시도가 이어지고 있다.

3) ERP, WMS, MES, SCADA: 스마트 팩토리와 제조 공정을 구성하는 4가지 핵심 소프트웨어 계층
- ERP(Enterprise Resource Planning - 전사적 자원 관리): 기업 전체의 경영자원 통합 관리 시스템. 생산계획, 구매, 영업, 회계, 인사, 재고 등을 하나의 플랫폼에서 관리
- WMS (Warehouse Management System - 창고 관리 시스템): 자재와 제품의 입출고를 관리 시스템. 원자재 입고, 창고 내 적재 위치 지정(로케이션 관리), 재고 실사, 제품 피킹 및 포장, 최종 출하 선적
- MES (Manufacturing Execution System - 제조 실행 시스템): 생산 현장을 실시간으로 관리하는 시스템. 생산 스케줄링(작업 지시), 원자재 투입 추적(Lot 트래킹), 품질 검사, 설비 가동률(OEE) 분석 및 작업자 관리
- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition - 감시 제어 및 데이터 취득): 공장 설비 실시간 모니터링 및 제어 시스템. 설비에 부착된 센서와 PLC로부터 데이터를 수집하여 화면(HMI)에 보여주고 필요한 경우 설비를 제어함.

3 건설·인프라

건설 현장은 자동화율이 낮은 대표 산업이다. 현장 환경이 매번 다르고, 날씨와 지형 변화, 작업자, 장비 및 자재 등이 계속 변하며, 안전사고 위험이 높아 난이도가 높다. 즉 건설 분야는 비정형화된 데이터를 AI에 활용할 수 있는 데이터로 축적하는 것이 선행되어야 한다.

단기적으로는 드론·LiDAR 현장 스캔, BIM과 시공 상태 비교, 안전 감시 등 현장의 3D 데이터화와 안전·진척 관리가 가장 현실적인 출발점이다. 더스티로보틱스는 BIM 도면을 슬래브에 실물 크기로 인쇄하는 로봇을 DPR·스칸스카 등 미국 대형 건설사에 공급하고 있다. 토공 장비 자율화는 앞서 본 베드록·코마츠 사례처럼 이미 실제 현장 투입이 시작되었다.

4 의료·돌봄

가정용·의료용 로봇, 스마트 재활치료 로봇 등도 Physical AI의 응용 분야로 부상하고 있다. 고령화는 의료·돌봄 분야에서 Physical AI 수요를 크게 증가시킨다. 병원과 요양시설은 인력 부족, 높은 노동 강도 및 위험도 등으로 인력을 대체하거나 보조할 수 있는 분야이다. 다만 의료 현장 적용은 안전성·규제 이슈로 인해 상대적으로 신중하게 접근되고 있다.

의료·돌봄 Physical AI는 다음 영역으로 나뉜다. 병원 내부 물류 로봇, 수술 로봇, 재활 로봇, 착용형 보조 로봇, 돌봄 보조 로봇, 낙상 감지 및 이동 보조, 정서 지원 로봇 등이 있다. 이 중 수술 로봇과 병원 물류 로봇은 상대적으로 성숙도가 높고, 돌봄 로봇은 아직 성숙도가 낮다.

현재는 Moxi 같은 병원 물류 로봇과 da Vinci 같은 수술 로봇이 시장을 형성하고 있다. 향후 재활 로봇 및 웨어러블 보조 로봇 등이 빠르게 상용화 가능성이 높으며 장기적으로 휴머노이드 기반 간병·돌봄 로봇 등의 성장 가능성도 클 것으로 예상된다. 특히 한국은 가장 빠르게 고령화되고 있어 의료·돌봄이 Physical AI의 핵심 적용 분야로 주목 받을 것으로 전망된다. (산업별 주요 기업은 Appendix 2 참조)

3.3.3 자율성 수준 기반 분류 : 자동화→ 부분적 자율화 → 완전 자율화

대부분은 사람이 예외를 처리하는 감독형 자율 단계

자율성 수준 기반 분류란 Physical AI에서 사람의 역할과 범주, AI시스템의 판단과 행동권한의 범위를 기준으로 나뉜다. 현재 Physical AI의 대부분은 완전 자율보다는, 예외나 돌발상황에서 사람이 개입하거나 원격지원하는 **반자율 또는 감독형 자율 단계**에 있다고 볼 수 있다.

Physical AI의 자율성은 대체로 다음 네 단계로 진행된다.

① **인간보조형**: 인간보조형은 가장 빠르게 확산될 수 있는 방식으로 AI가 작업자의 시야를 보완하고, 결함·위험을 알려주며, 매뉴얼을 제시하고, 최적 작업순서를 추천하지만 최종 행동은 사람이 수행한다. 이 유형은 안전과 책임 부담이 낮고, 기존 작업자·설비·조직을 크게 바꾸지 않아도 되기 때문에 초기 도입에 적합하다.

② **협업형**: 협업형은 로봇과 사람이 같은 작업을 나누어 수행하는 모델이다. 협동로봇이 무거운 부품을 들고 작업자가 조립·검사를 수행하거나, AMR이 부품을 가져오고 작업자가 최종 조립을 하는 방식이 대표적이다. 협업형에서 중요한 것은 역할 분담이 최적화되어야 한다는 점이다. 로봇은 반복· 중량 ·위험 작업을 맡고, 사람은 예외 처리, 품질 판단, 복잡한 조작, 고객 대응을 맡는 구조가 바람직하다.

③ **자율 감독형**: 자율 감독형은 시스템이 정해진 환경에서 상당수 작업을 스스로 수행하지만, 예외 상황·안전 상황·복잡한 판단이 필요할 때 사람이 판단하는 것이다. 물류센터의 AMR fleet, 항만의 반자율 장비, 조선소의 반자율 용접, 에너지 시설의 드론, crawler 점검이 대표적인 사례이다. 이 유형은 Physical AI의 현실적인 핵심 상용화 모델이라 할 수 있다. 시스템은 일상적인 업무를 자동으로 처리하고, 인간은 작업 목표를 정하며, 예외를 처리하고, 안전을 승인하고, 원격 지원을 제공한다.

④ **완전 자율형**: 제한 ODD(운행 설계 영역, Operational Design Domain) 내에서의 완전 자율형과 완전 자율형으로 구분지을 수 있다. **제한된 ODD 안에서의 완전 자율형**은 공장과 같은 폐쇄형 공간에서 공간, 날씨, 속도, 작업 구역 등 작업 조건을 일정 수준 통제할 수 있을 때 가능성이 높다. **완전 자율형**은 시스템이 넓은 범위의 환경에서 스스로 판단하고, 예외 상황도 대부분 해결한다. 사람은 목표 설정과 관리만 수행한다. 현재 일부 제한 환경을 제외하면 아직 도달하지 못한 단계다.

아직까지 완전 자율형에 도달한 분야가 있다고 보기 어렵다. Physical AI가 완전 자율로 가기 어려운 이유는 **현실 세계의 롱테일(Long-tail) 문제** 때문이다. 실제 환경에서는 드물지만 치명적인 상황이 끊임없이 발생한다. 비정형, 돌발 상황 등은 끊임없이 발생하고, 방산 무기 사용에서의 오류 발생시의 치명적인 살상 발생 등과 같은 문제가 발생할 수 있다. 따라서 현재 현실적인 상용화 전략은 완전 범용 자율성을 기다리는 것이 아니라, 환경을 제한하고 작업을 구조화한 뒤, 반자율 시스템을 도입하고 점진적으로 인간 개입률을 낮추는 방식으로 전개되는 것이 바람직하다는 판단이다.

3.4 Physical AI의 병목

Physical AI의 병목은 데이터, 정밀 조작, 현장 통합, 경제성과 책임 문제

앞서 본 것처럼 Physical AI 시장은 연평균 30~40%대 성장이 예상되고 투자도 빠르게 늘고 있지만, 실제 배치는 아직 제한된 작업을 반복하는 감독형 자율 단계에 머물러 있다. 이 간극을 만드는 것이 현장 도입 단계의 병목이며, 병목을 얼마나 빨리 푸느냐가 성장 속도를 좌우한다. Physical AI는 디지털 공간과 달리 실제 물리 환경에 대한 감지와 이해, 빠른 상황 판단 및 행동을 오차 없이 수행해야 한다. 이는 작업 환경의 효율성, 경제성 및 안전에 영향을 줄 수 있기 때문이다. 따라서 기업들은 안정성, 경제성, 일관성 등 다양한 변수를 복합적으로 고려해야 한다.

Physical AI의 병목요인을 다음과 같이 지적할 수 있다.

첫째, **현장 데이터 문제 및 데이터의 실세계 전이의 한계**이다. 로봇은 시각, 촉각, 물리 환경, 현장의 작업 순서, 예외 상황 등과 같은 멀티 모달 데이터를 필요로 하며, 성공 실패 사례, 돌발 변수 등과 같은 높은 가치 현장 데이터 부족하다. 이는 시뮬레이션만으로는 얻기 어려우며 실제 도입을 통해 축적된다. 또한 시뮬레이션에서 학습한 정책이 현실에서는 잘 작동하지 않는 **Sim-to-Real Gap**의 발생이다. 디지털 트윈의 충실도와 실제 현장 데이터 피드백이 부족에 기인한다 볼 수 있다. 이러한 양적 질적 현장 데이터 부족이 최대 병목으로 자리잡고 있다.

둘째, **정밀 조작의 한계**이다. 이는 휴머노이드 로봇 분야에서 주로 발생하는데 인간에게 쉽고 자연스러운 행동이 로봇에게는 어렵다는 모라벡의 역설로 대변된다. 휴머노이드 로봇의 경제성은 사람을 위해 만들어진 환경을 개조하지 않고 활용할 수 있다는 데 있으며 그 전제 조건은 사람 손 수준의 정밀 조작과 힘 제어이다. 휴머노이드의 상용화는 사람 수준의 조작 능력과 이를 반복적으로 학습하는 스킬 러닝에 달려 있다. 국내 산업계에서도 상용화의 대표적인 병목을 정밀 조작(Hand/Dexterity), 실세계 데이터(Data), 데이터를 실제 작업 역량으로 바꾸는 스킬 러닝(Skill Learning)으로 지적한다.

셋째 **현장 통합의 문제**이다. Physical AI 도입과 기존 현장시스템과 운영의 단절로 운영차질이 빚어질 수 있다. 또한 로봇의 수가 늘어나게 될 경우 이기종의 로봇 플릿을 운영해야 한다. 실제 경제성 측면에서 로봇 본체 가격보다 시스템 통합, 공정 재설계, 현장 튜닝, 유지보수 계약, 다운타임 비용에서 발생하는 경우가 많은 것으로 알려진다.

넷째, 사업 조직 운영 측면의 **경제성 문제, 책임의 불확실성**이 거론된다. Physical AI는 초기 장비가격뿐 아니라 인프라 보강, 안전과 보안, 운영자 교육 등 다양한 비용이 발생한다. 따라서 기업은 기술 성능과 더불어 전체 운영비용과 ROI를 함께 검증해야 한다. 더욱이 안전과 관련한 법적 책임 보안 등의 요인도 작용을 한다.

Physical AI의 병목 해소의 출발점은 현장 배치와 운영

네 가지 병목은 서로 맞물려 있다. 정밀 조작의 한계, 현장 통합의 어려움, 불확실한 ROI는 모두 로봇의 현장 배치를 늦추고, 배치가 늦어지면 현장에서만 생기는 행동 데이터가 쌓이지 않는다. 반대로 좁고 단순한 작업이라도 배치해 운영을 시작하면 데이터가 쌓이고, 그 데이터로 조작 성능과 현장 적응력을 개선할 수 있다. 경제성 문제, 안전 보안 법적 책임과 권한 문제 등도 역시 상용화 운영을 통해서 설정 및 보완해 나갈 수 있다. 따라서 이러한 병목 해소의 출발점은 현장 배치와 운영이라 할 수 있다.

[도표 35] Physical AI의 병목

병목 구간	핵심 문제	우선 해법
실세계 데이터	작업 성공/실패, 힘, 촉각, 환경 변화가 포함된 고품질 행동 데이터 부재→ 시뮬레이션-현실 격차(Sim-to-Real Gap) 발생 및 모델 적합성 저하	행동(시연) 데이터 수집 가속화, 고도화된 텔레오퍼레이션(원격제어), 물리 법칙이 반영된 고충실도 합성 데이터(Synthetic Data) 생성 및 거버넌스 구축
조작 및 액추에이션	손의 자유도, 촉각, 힘 제어 미흡 및 하드웨어 내구성 부족→ 물류·조립·정비의 고부가 작업에서 인간 대체 한계	전용 그리퍼와 범용 멀티핑거 핸드의 혼합 운용, 정밀 힘 제어 알고리즘, 표준화된 지그·용기 도입
신뢰성·안전	예외 상황(Edge Case), 충돌, 오작동에 따른 안전 문제→ 사고 및 생산 라인 정지에 따른 생산성 저하 및 배상 리스크	다층(Multi-layer) 안전 체계 구축, 제한된 작업 공간 격리, 하드웨어 기반 하단 제어 및 Fail-safe 장치, 공인 기관 검증·감사
현장통합	MES / WMS / ERP 등 기존 소프트웨어 인프라 및 레거시 장비·통신과의 연결 제약→ 전체 공정 효율성 저하 및 추가 통합 비용 발생	범용 산업용 통신 프로토콜 표준화, 플러그앤플레이(P&Play) 인프라 구축, 클라우드 기반 통합 관제 시스템 도입
경제성/ROI	장비가격보다 통합·운영, 정비, 다운타임을 포함한 총소유비용(TCO) 과다→ 파일럿 테스트는 가능해도 다공장 수평 확산의 어려움	반복 업무 우선 배치로 조기 ROI 달성, 로봇 구독 서비스(RaaS) 도입으로 초기 비용 절감, 작업 성과 기반 계약, 공정 표준화
조직 역량	로봇 운영·데이터·안전·현장개선 인력 부족→ 설치 후 지속적인 데이터 피드	현장 공동 설계(Co-design), 기존 인력 재교육, 데이터 분석 전담 운영 조직 구성 및 Physical AI 전용 KPI 재설계

자료: 삼일PwC경영연구원

[도표 36] 글로벌 기업들의 Physical AI병목 대응 방안

기업·사례	실행 방식	병목	시사점
BMW – Figure AI	미국 스파턴버그 공장에 Figure AI Humanoid 투입 검증 후, 최신 Figure 03 모델을 통해 무작위 부품 분류 및 카트 적재 등 복잡한 시퀀싱(Sequencing) 물류 업무로 확장. 로봇의 단계적 현장 배치.	실제 제조·물류 현장 환경에서의 검증, 고차원 조작·통합·작업 설계 능력 측정	대규모 도입보다 실제 공정 내 고난도 작업 단위의 긴 현장 검증이 선행되어야 함
BMW - Hexagon Robotics	독일 라이프치히 공장에서 사전 평가 및 실험실 테스트 거쳐 파일럿 전개. Physical AI 생산 역량 센터(Competence Center) 구축 및 운영.	초기 기술 검증 및 현장 운영 조직의 역량 축적	로봇 단순 구매가 아닌 중앙 전문 조직과 공장 현장의 결합이 성공의 열쇠임
Google DeepMind	전신 제어·정밀 조작·인간 근접 상황의 안전 제약 준수 강화. 비전-언어-행동(VLA) 범용 파운데이션 모델 개발 및 하드웨어 레벨의 안전 제어를 분리한 다층 구조(Safety Interlock) 제안	범용 행동 모델(Foundation Model) 신뢰성 및 물리적 안전 확보	AI 모델(S/W) 단독으로 안전을 해결하지 않고, 룰 기반 제어 및 하드웨어 안전장치를 결합한 이중화 필요
ABB - NVIDIA	엔비디아 옴니버스(Omniverse) 기반의 디지털 트윈 환경에서 합성 데이터 기반 학습, 노코드(No-code) 로봇 시뮬레이션 툴 활용, 산업용 로봇 제어 솔루션 결합.	현실 데이터 부족 돌파, 프로그래밍 인력 부족 및 하드웨어 엔지니어의 AI 접근성 개선	범용 로봇 지능(시뮬레이션)과 기존 산업 자동화(HW)의 안정적인 결합 구조 정립
AWS 기반 물류 자동화	창구 디지털 트윈, 에지 컴퓨팅, 로봇 개발 및 시험, 배포 인프라, 실시간 모니터링 및 보안 통합 환경 제공	다설비 통합, 현장 관제 및 확장성, 클라우드-에지 간 운영 안정성	로봇 단품 도입보다 데이터·관제·보안 인프라가 통합된 플랫폼이 확산의 기반
Tesla	자사 공장(기가팩토리) 및 사무 공간을 내부 시험장으로 활용. 옵티머스(Optimus) 로봇을 제조·물류 공정에 선배치하여 실시간 작업 데이터(End-to-End) 축적 및 성능 개선 반복.	대규모 실세계 데이터(Real-world Data) 확보 및 제조원가 극복	초기 외부 판매보다 자사 내부 운영을 통해 데이터 학습 루프(Closed-loop)를 완성하는 전략이 유효함

자료: 삼일PwC경영연구원

4

결론

Physical AI 경쟁력의 출발점은 더 나은 모델이나 로봇이 아니라, 현장에 배치하고 운영하면서 데이터를 쌓는 구조이다. 한국은 모델·하드웨어 대신 난공정 제조 현장을 데이터 자산으로 바꾸는 데서 기회를 찾아야 한다.

본 장에서는 보고서 전반의 시사점, 그리고 공급자와 수요자 각각의 실행 과제를 제시한다.



4.1 시사점

병목은 데이터, 데이터는 배치에서 비롯

한국은 현장의 데이터 자산화 체계 갖춰야

Physical AI는 인식, 판단, 행동의 결과를 다시 학습에 반영하는 폐루프 시스템이다. 이 구조에서 Physical AI의 경쟁력을 좌우하는 것은 행동 결과에 대한 데이터이다. 그 데이터는 현장에서 실제로 운영할 때 발생한다.

첫째, Physical AI의 핵심 병목은 실세계 행동 데이터다. 하드웨어가 학습해야 하는 실제에서의 힘과 촉각과 같은 물리 인식, 작업의 성공과 실패 및 예외 상황, 사람의 개입 기록은 디지털 환경에는 극히 제한적이다. 시뮬레이션과 합성 데이터로 일부를 보완할 수 있으나, 실제 물체의 마찰이나 강성, 센서 노이즈 같은 차이 때문에 가상 환경에서 학습한 결과가 현장에서 그대로 작동하지 않는다(Sim-to-Real Gap). 따라서 모델의 성능은 학습에 쓸 실세계 데이터를 얼마나 확보하느냐에 달려 있다.

둘째, 이 데이터는 현장 배치와 운영을 통해 확보된다. 실제 행동 데이터를 따로 수집하려면 시간과 비용이 크지만, 현장에 배치된 로봇은 실제 작업을 하면서 데이터를 만들 수 있다. 즉 배치는 밸류체인의 마지막 단계가 아니라 데이터가 만들어지는 출발점이다. 배치, 데이터 생성, 모델 재학습, 배치 확대로 이어지는 순환이 Physical AI를 고도화하는 기본 구조이며, 이 구조에서는 배치 규모가 곧 데이터 규모가 된다.

셋째, 배치·운영 계층의 가치가 상향된다. 배치·운영 계층은 그동안 설치와 유지보수 단계로 여겨졌지만, 이제는 반복 매출, 고객 락인(Lock-in), 데이터 확보가 동시에 일어나는 구간이 되었다. 가동시간이나 처리량 단위로 과금하는 RaaS가 늘어나는 것도 같은 이유로, 공급자는 배치 이후에도 현장 운영을 맡아 운영 데이터를 계속 확보할 수 있다.

이에 따라 성숙도와 경제성도 현장 운영을 거쳐야 판단할 수 있다. Physical AI의 평가 기준은 현장에서 측정할 수 있는 수치가 될 것이다. 아직은 좁고 반복적인 작업부터 배치해 운영 데이터를 쌓고, 검증된 범위부터 넓히는 방식이 현실적이다.

넷째, 현장 운영 계층에는 아직 주도 사업자가 없다. NVIDIA는 Hugging Face 인수로 칩-시뮬레이션 모델 이어 데이터 유통과 엣지 배포까지 하나의 플랫폼으로 연결이 가능하게 되었다. 그러나 실제 공정에 설치하고 실패·개입 데이터를 쌓아 운영하는 현장은 아직 어떤 플랫폼도 표준화하지 못했다. 따라서 현장 데이터를 직접 확보하지 못한 범용 솔루션 기업은 플랫폼 기업 및 자체 소프트웨어를 갖춘 로봇 제조사와 동시에 경쟁해야 한다. 이 구간에서는 여러 제조사의 로봇을 함께 제어하는 소프트웨어를 공급하거나, 고객 현장에서 학습 및 재배포 과정을 직접 운영하는 기업이 경쟁력을 유지할 것으로 보인다.

다섯째, 수요자와 공급자의 경계가 흐려지며, 수요자는 데이터 공급자 역할을 할 수 있다. 현장의 데이터는 현장이 있는 수요기업에서 생성하므로, 수요기업은 하드웨어 구매와 단순 배치에 그치지 않고 데이터와 운영 노하우를 제공하는 공급자가 될 수 있다. 같은 이유로 배치 계약에서 데이터의 소유권, 이용 범위, 그 데이터로 개선된 모델의 사용 범위가 로봇 가격만큼 중요한 검토 항목이 되었다. 이를 정하지 않으면 자사 현장 데이터의 가치가 공급자 쪽으로 넘어간다.

여섯째, 한국에 필요한 것은 현장을 데이터 자산으로 바꾸는 체계다. AI 인프라와 모델은 소수 글로벌 플랫폼이 표준을 장악했고 하드웨어는 중국이 가격을 주도하고 있어, 한국이 정면으로 경쟁하기 어렵다. 반면 한국은 시뮬레이션으로 대체하기 어려운 반도체, 조선, 자동차, 배터리 등의 제조 현장을 보유하고 있다. 따라서 한국의 경쟁력은 현장 배치와 운영에서 나오는 데이터를 얼마나 체계적으로 축적하고, 이를 업종 특화 모델과 서비스로 연결하느냐에 달려 있다.

Physical AI 경쟁력의 출발점은 현장에 배치하고 운영하면서 데이터를 쌓는 구조를 먼저 갖추는 것이고 이것은 모델 및 하드웨어 성능 제고에도 기여할 수 있다. Physical AI 시대의 핵심 경쟁력은 더 많은 로봇을 생산하는 능력이 아니라, 더 많은 현장을 운영하며 데이터 플라이휠을 구축하는 능력에 있다.

4.2 전략적 제언: 공급자와 수요자 측면

공급자와 수요자 모두 배치·운영에서 데이터를 쌓는 구조를 갖춰야 함

Physical AI의 핵심 병목은 실세계 행동 데이터이고, 이 데이터는 현장 배치와 운영을 통해 확보된다. 따라서 공급자와 수요자 모두 로봇이나 모델 자체보다 배치·운영 과정에서 데이터를 쌓는 구조를 먼저 갖춰야 한다.

4.2.1 공급자 측면

정면 경쟁 대신 업종 특화 모델, 희소 부품, 운영 서비스의 경쟁력 확보

AI 인프라, 시뮬레이션, AI 모델 계층은 소수의 글로벌 플랫폼이 표준을 장악하고 있다. 하드웨어 계층은 중국의 저비용 대량생산이 가격을 낮추고 있다. 따라서 국내 공급자는 정면 경쟁보다 특정 업종과 배치·운영 단계에서 자리를 확보하는 전략이 유효하다.

1 업종 특화 모델과 공급자가 적은 부품 구간에 집중

AI 인프라와 소프트웨어 부문은 NVIDIA가 사실상 표준을 장악했고, 모델 부문에서도 NVIDIA와 구글이 영역을 넓히고 있다. 국내에서는 방산, 건설, 조선, 물류 등 특정 도메인에 특화된 로봇 모델에 주력하는 것이 현실적인 전략이다. 부품에서도 표준 감속기와 서보모터는 중국이 가격을 주도하고 있어 이 부분보다는, 정밀 로봇손과 촉각센서와 같은 아직 공급자가 적은 구간을 우선 검토해야 한다.

2 제조 현장의 작업을 동작 단위로 나눠 데이터로 축적

반도체, 조선, 배터리, 자동차 등 난공정 현장 데이터는 시뮬레이션으로 대체하기 어렵고 한국이 경쟁력을 가질 수 있는 분야이다. 작업을 집기, 정렬, 삽입, 체결, 검사 같은 동작 단위로 나눠 축적하면 유사한 공장이나 신규작업에 확장하여 적용할 수 있다. 정부가 추진하는 업종별 데이터 팩토리를 이 축적의 기반으로 활용할 수 있다.

3 현장 데이터 축적 및 이에 대한 권리 확보

NVIDIA-Hugging Face가 시뮬레이션(Isaac), 모델(GR00T), 데이터 포맷(LeRobot), 엣지(Jetson)를 사실상 표준으로 묶게 되면, 그 위에서 개발하는 것이 효율적이다. 다만, 현장 데이터와 파인튜닝 결과물의 소유권은 계약 조건과 저장 위치(온프레미스 등)로 지켜야 한다. 모델, 부품만 가진 기업은 현장 배치 파트너를 확보해 데이터 루프 안으로 들어가야 한다.

4 운영 서비스로 사업 모델을 확장 및 계약 조건 동반 설계

로봇을 판매하는 대신 가동시간이나 처리량 단위로 과금하는 RaaS는 공급자가 가동률 미달 위험을 지는 구조다. 그 대신 공급자는 배치 이후에도 현장 운영을 맡아 데이터를 계속 확보할 수 있다. 이를 위해 공급자는 다음을 명확히 해야 한다.

- 운영 소프트웨어를 고객 시스템과 연결하여 고객 락인(Lock-in) 을 확보해야 한다.
- 도입의 용이성과 신속성을 확보하면, 자체인력이 부족한 중견·중소 고객 확보에도 유리하다.
- 데이터 권리나 오작동 및 사고 등에 대한 책임 분담 조건 등 명확한 권리와 책임 관계를 설정해야 한다.
- 솔루션·SI 기업은 범용 관제·연동만으로는 경쟁력을 갖기 어렵다. ① 여러 제조사 로봇에 공통으로 쓰일 수 있는지, ② 고객 현장의 재학습·재배포를 직접 운영할 수 있는지를 판단 기준으로 삼아야 한다.

4.2.2 수요자 측면

좁게 도입해 KPI로 검증하고, 운영 기록을 데이터 자산으로 남긴다

수요자가 Physical AI 도입에서 기대하는 것은 수익성 개선, 업무 효율화, 안전성 확보다. 이를 위해서는 도입 범위와 판단 지표를 정하고, 운영 체계와 조직을 갖추고, 운영 과정에서 생기는 데이터를 자산으로 관리하는 방안을 함께 설계해야 한다.

1 도입 범위를 좁히고 현장 지표로 판단

Physical AI 도입의 범위 및 이에 따른 명확한 KPI를 설정한다. **초기에는 단일 공정을 중심으로 도입**하되, 예를 들자면 작업 성공률, 사람 개입 빈도(개입 1회당 작업 수), 가동률, 사이클 타임 등과 같이 수치적으로 효과를 측정할 수 있는 명확한 지표를 설정해야 할 것이다. 추후 성과 지표에 따라 도입을 확대할 수 있다. 또한 수익성 분석에는 하드웨어 가격뿐 아니라 시스템 통합, 공정 재설계, 유지보수, 다운타임 등 도입에 따른 비용을 포함하여야 할 것이다.

2 도입 환경과 안전·책임 기준을 사전에 준비

도입 전에 **현장에서 활용할 수 있는 기반 환경 설정 및 사전준비가 필요**하다.

- **기존 설비와 연결할 수 있는 기반 환경 마련**: 작업의 경로와 순서, 인력 투입 분야와 대체 가능 분야, 돌발 및 위기 상황 정보와 대응 절차에 대한 정리가 사전에 준비되어야 한다.
- **현장 환경 재설계**: 공정 순서와 공간 배치, 작업 단위 등의 현장 환경과 안전 기준에 맞게 재설계해야 한다.
- **사고 시 책임 분담과 보험 조건을 명시**해야 한다.
- 도입에 따른 **비용 부담 경감 방안으로 RaaS나 렌탈 등을 고려**할 수 있다.

3 Physical AI 도입에 따른 조직 및 인력 구성

로봇을 설치한 뒤 데이터가 쌓이지 않는 주된 이유는 운영 인력과 조직의 부족이다. 로봇 운영, 데이터 관리, 안전, 현장 개선을 맡는 전담 인력이나 조직을 두고, 현장 작업자 재교육과 Physical AI 전용 KPI를 함께 마련해야 한다.

4 운영 기록을 데이터로 만들고 자산으로 관리

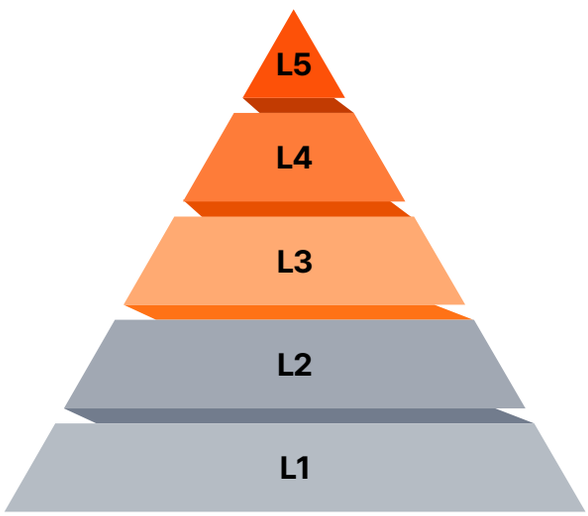
현장 데이터는 수요기업만 가진 자산이며, 숙련공의 노하우도 시뮬레이션으로 대체하기 어렵다. 이를 자산으로 만들려면 두 가지가 필요하다. 우선 **운영 기록을 데이터화**해야 한다. 작업 실패, 예외 상황, 사람의 개입과 조치 결과 등을 AI 학습에 활용할 수 있는 형식으로 기록하고, 숙련공의 작업은 원격조작(텔레오퍼레이션)이나 시연 데이터로 남겨 노하우가 로봇 학습 데이터로 이어지게 해야 한다. 또한 **도입 계약 단계에서 데이터의 소유권, 이용 범위, 그 데이터로 개선된 모델의 사용 범위와 수익 분배를 명확**하게 한다.

이렇게 확보한 데이터는 우선 공급자와의 가격·조건 협상에서 협상 수단이 되고, 데이터가 충분히 쌓이면 장기적으로 직접 판매(DaaS)로도 확장할 수 있다.

[Appendix 1] Physical AI 기능별 레이어 및 밸류체인별 주요 플레이어

Physical AI는 컴퓨팅과 데이터, 로봇 지능, 하드웨어, 현장 운영이 맞물리는 복합 산업으로 글로벌 기업이 핵심 기술을 선도하는 가운데, 국내는 제조 기반과 부품 경쟁력을 바탕으로 참여 영역을 확대하고 있음. 다만 데이터·AI 원천기술과 양산·운영 표준 확보는 여전히 핵심 과제임

[도표 37] Physical AI layer 구조



SI, 운영	**시스템 통합, 운영 (RaaS)** 로봇 통합 관리 및 IT 인프라 연결
하드웨어	**하드웨어 – 구동계·센서, 디바이스** 정밀 부품과 로봇 본체가 유기적으로 결합된 신체 계층
지능	**브레인 – 파운데이션 모델 등** 멀티 모달 정보를 통합하여 로봇의 행동을 결정
시뮬레이션·데이터	**시뮬레이션·데이터** 현실 물리 법칙을 가상공간에 복제하고 학습
컴퓨팅 & 칩	**컴퓨터와 반도체** 연산 및 메모리 공급망의 기반. 실시간 추론 및 대규모 학습을 가능케 함

[도표 38] 총괄 – 국내외 밸류 체인 지형도

공급망	계층(Layer)	글로벌 주요 사업자	국내 주요 업체	갭 / 리스크
공급자	**L1 컴퓨팅&칩 (AI 인프라)**	NVIDIA, Qualcomm, Texas Instruments, 르네사스	(메모리) 삼성전자, SK하이닉스 (NPU) 리벨리온, DEEPX	로봇 전용 AI칩 부족, NVIDIA 생태계 의존, 상용 레퍼런스 부족
	L2 시뮬레이션·데이터	NVIDIA, Scale AI, Applied Intuition	슈퍼브에이아이, 크라우드웍스, 씨메스로보틱스	시뮬레이션 원천기술 부족, 데이터 규모 열세, NVIDIA 플랫폼 의존
	L3 Brain(지능) (파운데이션 모델 등)	Physical Intelligence, Google DeepMind, Skild AI, NVIDIA(GR00T), Figure AI	네이버, LG AI연구원, K-휴머노이드 공용 모델	데이터·컴퓨팅 자원 부족, 글로벌 Frontier Model 격차
	L4 하드웨어 부품 (구동계·센서 부품)	하모닉드라이브시스템즈, 나부테스코, 맥슨, 파커, 중국 Leaderdrive·Tuopu 등	로보티즈, 에스비비테크, 에스피지, 삼현, 에이딘로보틱스	정밀 감속기·액추에이터 기술력 격차, 중국 저가 공세
	L4 하드웨어 완제품 (디바이스)	Figure AI, Tesla, Boston Dynamics, Unitree 등	보스턴다이내믹스(현대차), 레인보우로보틱스(삼성), 두산로보틱스, 홀리데이로보틱스	자체 AI·SW 역량 부족, 양산 경험 부족
	L5 SI·운영 (Deployment & Operation)	ABB(소프트뱅크 인수 중), FANUC, KUKA, Yaskawa, Geek+, Symbotic	씨메스로보틱스, CJ대한통운, LG CNS, 포스코DX, 클로봇, 베어로보틱스(LG전자)	운영 데이터 부족, ROI 검증 사례 부족, KPI 체계 미성숙
수요자	**수요 산업 (제조·물류·의료·국방)**	Amazon, BMW, Mercedes-Benz, Walmart 등	국내 주요 대기업 및 제조기업: 자체 밸류체인 구축 및 제조 현장에 활용 (삼성, 현대차, LG, 포스코, CJ대한통운)	초기 수요 부족, 투자회수(ROI) 검증 필요

자료: 언론 종합, 각사, 삼일PwC경영연구원

글로벌 빅테크 전략 비교

아마존은 물류센터 자동화 로봇에, **마이크로소프트**는 애저(Azure) 클라우드 기반 로보틱스 개발 도구에 각각 강점을 접목하고 있다. 메타는 주로 AI 모델 개발에 집중하고 있고, 웨어러블 기기를 통해 사람이 보고 듣는 정보를 AI가 이해하도록 만드는 Embodied AI 영역도 적극적으로 추진하고 있다.

[도표 39] 빅테크 전략

유형 구분	기업	주요 포지셔닝	핵심 플랫폼 / 하드웨어	전략적 지향점 및 최근동향
인프라 & 생태계 장악	NVIDIA	Physical AI 인프라 공급자. 풀스택 인프라 표준화	Cosmos 월드 모델, Jetson Thor, Omniverse	• GPU(루빈)+시뮬레이션(옴니버스)+모델(코스모스/GR00T)+온디바이스(젯슨토르) 통합 제공으로 '뇌와 시뮬레이터' 표준화 • GTC 2026에서 Cosmos 3, GR00T N1.7(상용) 공개, GR00T N2 연내 출시 예고 • Hugging Face 인수 계약(2026.9, 약 129억 달러, 2027년 상반기 종결 예정)
	구글	공간 지능 및 비전 파이오니어, 연구역량 확장	Gemini Robotics 1.5 / ER 1.5, Waymo	• 자율주행(웨이모) 및 멀티모달 기반 범용 로봇 제어(OS) • VLA 모델 Gemini Robotics 1.5·ER 1.5 공개, CES 2026에서 보스턴다이내믹스와 아틀라스 탑재 파트너십 • Gemini 기반 공간 지능으로 현실 공간을 이해하고 행동을 예측하는 AI 개발
	마이크로소프트	클라우드 기반 로봇 OS 연합	Azure 클라우드, Viam (로봇 OS 부문 협력)	• 개발 생태계를 Azure에 묶어 기계·로봇 인프라의 표준 OS화 추구 • 하드웨어 기업들과 협력해 기계용 자율 인프라를 구축. • 로봇 OS 플랫폼 기업 Viam 등과 연합하여, 로봇의 데이터 처리와 대규모 연산을 자사 클라우드인 Azure로 유치하려는 인프라 확대에 집중
하드웨어 및 데이터 실전 현장 배치	Tesla	수직 계열화 제조 선두주자	옵티머스 (휴머노이드), FSD(자율주행)	• 칩 설계부터 AI 알고리즘, 로봇 하드웨어 제조까지 전 과정 수직 계열화 • 실제 도로 주행 데이터 자산을 바탕으로 비전 AI 기반 자율주행(FSD)과 휴머노이드 로봇 옵티머스(Optimus)의 양산 체제 구축
	아마존	산업용 로봇 실전 배치	DeepFleet 물류 군단, AWS 가속화 솔루션	• 자사 풀필먼트센터에 로봇 대규모 실증·투입, 세계 최대 물류망 자동화로 비용 절감 • AWS를 통해 타 제조사가 Physical AI 시스템을 개발할 수 있는 클라우드-에지 통합 솔루션 제공
사용자 접점 및 특화 지능형	메타	오픈소스 기반 행동·촉각 생태계	Digit Plexus 촉각 플랫폼, ARI(Assured Robot Intelligence) 휴머노이드 모델	• 로봇의 감각(촉각·시각) 오픈소스화 및 가상·현실 지능 통합 • Assured Robot Intelligence(ARI) 인수(2026.5), Superintelligence Labs에 합류
	애플	온디바이스 에코시스템 확장	탁상용 로봇 디스플레이, 가정용 스마트홈 기기	• 자율주행차(프로젝트 타이탄) 연구 인력을 로봇 공학 부서로 전환 배치한 후 스마트 홈 시장을 타겟 • M 시리즈 칩 기반 사생활 보호와 정밀한 개인 공간 인지

자료: 각사, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

L1 컴퓨팅 & Chip

업계 동향	• 휴머노이드의 실시간 제어 요구로 "클라우드 추론"에서 "온디바이스 추론"까지 무게중심이 이동 중 • 미-중 밸류체인 분화로 중국 외 공급망의 중요도 부각, 국내 업체에는 반사 기회

(1) 글로벌 주도 사업자

기업	주요 사업 · 기술력	고객 · 제휴 관계
NVIDIA	로봇용 온디바이스 컴퓨트(Jetson·Thor 계열), 시뮬레이션(Isaac/Omniverse), 로봇 모델(GR00T)을 묶은 풀스택 플랫폼 Jetson AGX Thor 기반 GR00T 레퍼런스 휴머노이드 공개(2026.6), Infineon·NXP·TI와 제어 칩 생태계 구축	사실상 모든 휴머노이드 스타트업이 개발 스택으로 채택. 현대차그룹·삼성·SK·네이버 등 국내 대기업과도 GPU 및 PhysicalAI 협력
Qualcomm	저전력 엣지 추론 SoC. 모바일 자산을 로보틱스·드론으로 확장	서비스로봇·드론 벤더 중심. 개발자 생태계는 후발
삼성전자/하이닉스	HBM, LPDDR 등 AI 서버, 엣지 로봇용 메모리 반도체 공급	AI 칩 및 모델 업체 핵심 공급망
Texas Instruments / ADI / 인피니언 / ST	아날로그·전력 반도체(모터 드라이버, 게이트 드라이버 등) ADI: 산업용 아날로그, 센서 인터페이스 강자 ST: MCU, 센서, 전력반도체	로봇 OEM 및 부품사 전반. 관절 수에 비례해 채용량 증가
Intel/ AMD	AI 추론 전문 반도체 NPU (Core Ultra NPU, Ryzen AI)	산업용 PC, 머신비전, 스마트팩토리 업체 중심. AI 컴퓨팅 플랫폼으로 채택 확대
르네사스 / NXP	차량·산업용 MCU. 실시간 모터 제어의 표준	산업용 로봇·협동로봇 제어기
Ambarella 등	엣지 비전 추론 전용 SoC(CV 시리즈) 및 저전력 영상 처리	로봇 비전 모듈·드론·차량 카메라 업체

(2) 국내 주요 기업

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
상장	삼성전자	• HBM·LPDDR 등 온디바이스용 메모리, 파운드리, 자체 로봇 개발 조직 • 레인보우로보틱스 자회사 편입 • 메모리 수혜 및 로봇 사업 진출의 이중 포지션	그룹 내 로봇 계열사 및 글로벌 AI 반도체 고객. K-휴머노이드 연합 참여
	SK하이닉스	• HBM 및 고대역폭 저전력 메모리. 로봇 추론 부하 증가 시 구조적 수혜	글로벌 AI 반도체 고객사 전반
	텔레칩스	• 차량용 SoC·MCU. 실시간 제어 및 인포테인먼트 자산을 로봇으로 확장 시도	완성차 및 부품사
	LX세미콘	• 디스플레이 구동IC 중심, 전력반도체·차량반도체로 포트폴리오 확장 • LG그룹 PhysicalAI 수직계열화	LG 계열 및 디스플레이 고객
	코스텍시스	• 전력반도체 패키지, 써멀 스페이서(방열), SiC 관련 소재·패키지. 수직통합 전략 • 로봇 전력·방열 병목의 수혜 후보	글로벌 전력반도체 고객(고객 집중도 높음)
	넥스트칩	• 차량용 영상인식 SoC 운전자보조시스템(ADAS) • 저조도·고속 비전 처리 자산	완성차·부품사
	어보브반도체 /제주반도체	• MCU 및 저전력 메모리. 모터 제어·센서 노드 등 로봇 내 다수 채용 가능	가전·산업기기
	가온칩스	• 디자인하우스. 로봇·엣지 AI 칩의 커스텀 설계 수요 대응	팹리스 및 파운드리
비상장	리벨리온	• AI 추론 NPU. 사피온과 합병하여 대표 AI 반도체 기업으로 육성 • K-휴머노이드 연합의 온디바이스 AI 반도체 개발 담당	SK그룹 및 국내 통신·데이터센터. 정부 R&D 과제
	딥엑스 (DEEPX)	• 온디바이스 NPU 전문. 로봇·가전·CCTV 등 엣지 기기 타깃. • 로봇 채택 레퍼런스 확보가 최우선 과제	가전·로봇·산업기기 제조사와 PoC 다수. K-휴머노이드 연합 참여
	퓨리오사AI	• 데이터센터 추론용 NPU(RNGD). 로봇 학습·추론 인프라 측면 수혜 • 로봇 직결도는 낮으나 PhysicalAI 학습 인프라 축에서 접점	국내 클라우드·엔터프라이즈
	모빌린트	• 엣지향 NPU 및 자율주행·산업용 추론 솔루션 • 중소 로봇 OEM의 저비용 추론 대안	자율주행·스마트팩토리 고객

L2 시뮬레이션 · 데이터

업계 동향	• 로봇 학습의 실질 제약은 현실 세계 동작 데이터. AI에 쓸 수 있는 데이터를 직접 만들어야 한다는 점이 산업의 근본 병목 • 확장성이 낮은 텔레오퍼레이션 수집 대신 인터넷 영상 학습·합성 데이터·물리 데이터 학습방법에 자본이 몰리는 중

(1) 글로벌 주요 사업자

기업	주요 사업 · 기술력	고객 · 제휴 관계
NVIDIA (Isaac Sim / Omniverse / Cosmos)	물리 기반 시뮬레이션, 월드 파운데이션 모델(Cosmos 3), 합성데이터 생성 파이프라인(Data Factory)	사실상 전 산업. 국내 대기업 대부분이 도입 검토·채택
Scale AI 등 데이터 서비스	대규모 라벨링·데이터 운영. 로보틱스 멀티모달로 확장 데이터 품질 SLA와 노무 구조가 리스크 지점	AI 개발사 및 방산·정부
Applied Intuition	자율주행·오프로드·산업 장비용 시뮬레이션 및 개발 도구 산업 장비의 개발 툴체인 포지션으로 로보틱스 인접	완성차, 방산, 중장비
MuJoCo / Isaac Lab / 오픈소스 스택	물리 엔진 및 강화학습 환경 무료이나 산업 수준 정확도 확보에 내부 역량 필요	연구기관·스타트업 전반
Ansys / Siemens / Dassault	엔지니어링 시뮬레이션 및 산업 디지털 트윈	제조 대기업 전반
텔레오퍼레이션·데이터 수집 전문사	원격조작 장비 및 웨어러블 기반 인간 동작 데이터 수집	로봇 모델 개발사

(2) 국내 주요 기업

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
상장	**네이버클라우드 / NHN 클라우드 / KT클라우드**	• 로봇 학습·추론용 GPU 인프라 및 소버린 AI 자원 • 학습 인프라 조달 구조 자문 접점	국내 AI 개발사 전반
	크라우드웍스	• AI 학습 데이터 수집·가공 플랫폼 및 크라우드소싱식 인력 네트워크 • 로봇 동작 데이터 수집으로의 확장 가능성	대기업·공공 AI 프로젝트 다수
	인피닉	• 자율주행 중심 AI 데이터 수집·가공. 차량 주행 데이터 자산	완성차·부품사
	이에이트	• 입자 기반 시뮬레이션 및 디지털 트윈 원천 기술 – 로봇 물리 확장	공공 스마트시티, 제조
	버넥트	• 산업용 XR·원격 지원 및 디지털 트윈	중공업·플랜트·에너지
	씨메스로보틱스	• 3D 비전 기반 로봇 정밀제어. 비정형 물체 인식 데이터 자산 • 데이터와 구독형 서비스 이중 포지션	쿠팡, 농심, 올리브영 등 물류·제조 현장
	알체라 / 딥엑스비전	• 영상 인식 AI 및 이상 탐지	금융·공공·산업 안전
	유비씨(UVC)	• 제조용 디지털트윈 통합 플랫폼	완성차, 배터리, 바이오 기업 등
비상장	**디든로보틱스**	• 산업용 사족보행 로봇과 함께 휴머노이드 학습 데이터셋 구축 협약 추진. NVIDIA 행사 등에서 노출 • 하드웨어와 데이터를 동시에 확보하려는 드문 국내 사례	산업 현장 파트너 및 데이터 협력사
	한국전자통신연구원/ KIST(연구기관)	• 로봇 지능 및 시뮬레이션 기반 연구, 표준화 참여	국책 과제 및 산업계 기술이전
	슈퍼브에이아이	• 비전 파운데이션 모델 ZERO 및 데이터 라벨링→학습→배포 전 과정 • MLOps 플랫폼. 100개 이상 제조 현장 적용 • K-휴머노이드 연합 및 과기정통부 파운데이션 모델 사업 참여	삼성, LG전자, 현대차, SKT, 토요타 등 다수
	셀렉트스타	• AI 데이터 구축·검증 플랫폼. 모델 평가 영역으로 확장	대기업 및 공공
	테스트웍스	• AI 데이터 품질관리 및 소프트웨어 테스트. 사회적 기업 성격	대기업·공공
	평션베이	• 다물체 동역학 시뮬레이션 SW 'RecurDyn' 개발	자동차 OEM 등 제조기업
	모라이(MORAI)	• 풀스택 자율주행 시뮬레이터 등 개발	현대차그룹, 자율주행 스타트업, 연구소 등

L3 Brain(Physical AI 모델)

업계 동향	• 로봇 파운데이션 모델에 자금 집중: 하드웨어 비종속 모델 공급자 vs. 완전 수직통합 OEM • 핵심 경쟁 변수는 규모의 경제의 데이터 확보 방식 — 텔레오퍼레이션* 수집, 인터넷 영상 학습, 시뮬레이션 합성

*주) 인간 운영자가 멀리 떨어진 위치에서 로봇을 제어하는 기술

(1) 글로벌 주요 사업자

기업	주요 사업 · 기술력	고객 · 제휴 관계
Physical Intelligence	• 하드웨어 중립적 범용 로봇 파운데이션 모델(π 계열) • 여러 폼팩터 이식 가능한 로봇계의 안드로이드 지향. 수익화 모델은 미확립	• 다수 로봇 OEM이 잠재 고객. 기업가치 56억 달러(2025.11), 110억 달러+ 라운드 보도
Google DeepMind	• Gemini 기반 로보틱스 모델. 멀티모달 자산과 연구 인력의 압도적 규모 • 언어·시각·행동 통합에 가장 유리. 현장 배치 경험은 미진	• 보스턴다이내믹스와 파트너십(CES 2026), 아틀라스에 Gemini Robotics 통합
NVIDIA (GR00T)	• 휴머노이드용 범용 모델 + Isaac 시뮬레이션 + Thor 칩의 풀스택 • GR00T N1.7 상용 라이선스 제공, 차세대 GR00T N2 연내 출시 예정	• 로봇 스타트업 대부분. LG전자·NEURA 등 GR00T 채택
Figure AI (Helix)	• 자체 모델 + 자체 하드웨어 완전 수직통합 • 데이터→모델→배치 폐루프 내재화	• Nscale과 최대 10만 GPU 계약(2026.9), 대형 물류·제조 고객 실증
Skild AI	• 하드웨어 비종속 범용 로봇 브레인. 대규모 라운드 조달. • PI와 직접 경쟁, 데이터 확보 규모가 승부처	• 복수 OEM 대상 라이선스 지향
Generalist AI / FieldAI	• 범용 로봇 파운데이션 모델. Generalist 4억 달러, FieldAI 4.05억 달러 조달	• 산업 현장 로봇 OEM 및 파트너
Tesla (Optimus)	• 자율주행 데이터·제조 인프라를 로봇으로 이전 • 양산 일정 반복 지연이 리스크	• 자사 공장이 1차 실증 현장
World Labs	• 이미지·영상·텍스트로부터 지속가능한 3D 공간을 생성하는 세계모델(Marble) 개발	• 로보틱스·과학연구·콘텐츠 제작 등 스토리텔링~로봇 시뮬레이션까지 세계모델 응용 확대
Genesis AI	• 로봇용 생성형 물리엔진 'Genesis' 및 로봇정책 생성 프레임워크 'RoboGen' 개발	• 로봇 시뮬레이션·합성데이터 생성 분야에서 로봇 파운데이션모델 기업들과 협업

(2) 국내 주요 기업

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
상장	네이버 / 네이버랩스	• 브레인리스 로봇(ARC) 아키텍처: 두뇌를 클라우드에 두고 5G로 제어 • 1784 사옥에서 대규모 실증. 하이퍼클로바X 및 소버린 AI • 국내 가장 오래 실환경 로봇 운영 데이터를 축적. 상업화 확산은 제한적	• 자사 사옥·데이터센터, 중동 등 해외 스마트시티 프로젝트
	LG AI연구원 / LG전자	• 엑사원(EXAONE) 기반 거대 파운데이션 멀티모달 모델 • 마음AI·KT와 컨소시엄으로 정부 PhysicalAI 선도기술 과제 참여 • 그룹 수직계열화(몸체·센서·배터리·운영)으로 그룹이 하나의 밸류체인	• LG 계열 및 국책 과제. 로보티즈 지분 보유
	삼성전자 / 삼성리서치	• 가우스 등 자체 모델, 로봇 전담 조직 구성. 모델과 하드웨어를 동시에 그룹 내에 보유 • 레인보우로보틱스 인력과 협업 체계	• 그룹 제조 계열사(삼성디스플레이 등) 실증
	코난테크놀로지 / 솔트룩스	• 자연어·지식 AI. 로봇 인터랙션 계층 • 휴머노이드의 대화·업무지시 인터페이스 영역	• 공공·국방·기업
	마키나락스	• 산업용 MLOps 플랫폼 및 산업 특화 AI 솔루션 개발	• 국내 대기업 및 국방, 공공기관

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
비상장	포티투닷(42dot) (현대차 자회사)	• 자율주행 SW 및 그룹 SDV 두뇌 • 그룹의 미래 모빌리티 전략을 이끄는 핵심 조직. 그룹 내 로봇 SW 컨트롤타워로 확장 가능성	현대차그룹 전반
	K-휴머노이드 연합 공용 AI 모델 (산학연 컨소시엄)	• 서울대 AI연구원 주축, KAIST·연세대·고려대·POSTECH 참여 • 2028년까지 로봇 탑재 공용 모델 개발. 참여 제조사가 데이터 제공 • 정책 자금의 허브. 참여·과제 수주 전략 자문 자체가 상품	레인보우로보틱스, 에이로봇, 두산로보틱스, LG전자, HD현대로보틱스 등 40여 기관
	컨피그인텔리전스	• 로보틱스 파운데이션 모델(RFM) 순수 개발사 • 시드 단계에서 삼성전자, 현대차그룹, LG그룹으로부터 수백억 원 규모 조달받아 주목	초기 파트너 확보 단계
	슈퍼브에이아이	• 국내 최초급 비전 파운데이션 모델(ZERO) 및 MLOps* 플랫폼 • K-휴머노이드 연합에서 시각 지능·PhysicalAI 담당 • 공급자·수요자 양쪽에 걸친 희귀한 위치	삼성, LG전자, 현대차, 퀄컴, SKT, 토요타 등 100개 이상 기업이 플랫폼 사용
	업스테이지	• 솔라(Solar) LLM. 로봇의 언어·지시 이해 계층 담당 가능 • 로봇 도메인 진출은 아직 초기	국내 대기업·공공 다수
	라이드플럭스 / 뷰런테크놀로지	• 자율주행 인지·판단 SW. 라이다 기반 인지 자산 • 자율주행 자산의 로보틱스 전용 가능성	완성차·물류·모빌리티
	홀리데이로보틱스	• 자체 월드파운데이션모델(WFM) 및 제조 현장용 휴머노이드 '프라이데이(FRIDAY)' 개발 • 시리즈A 1,550억 원 유치(2026.7, 국내 시리즈A 최대, 기업가치 약 9,500억 원). 2026년 연 100대, 2027년 연 1,000대 생산 계획	제조·물류 현장 고객사 공급 개시(2026 하반기). IMM인베스트먼트·산업은행·기업은행 등 투자
	리얼월드 (RLWRLD)	• 고자유도 로봇손의 정밀조작에 특화된 로봇파운데이션모델(RFM) 개발	CJ 대한통운 실증, 제조 현장
	트릴리온랩스	• 모바일 구동형 월드파운데이션모델(WFM) 개발	GS 등 대기업 및 도메인 기업
	투모로우로보틱스	• Data-Brain-Agent-Console을 아우르는 통합 로봇 솔루션 개발	제조, 물류 현장
	아이벡스(AIVEX)	• 물리AI(PAI) 학습·배포·운영 통합 플랫폼 개발	제조 AX(AI Transformation) 파트너 중심, 배터리·반도체·물류 대기업 프로젝트
	베슬AI	• GPU 자원 효율화 및 AI 학습·배포·운영 자동화 플랫폼	업스테이지, 스캐터랩, 서울대 공대, 연구기관 및 AI 스타트업
	페르소나AI	• AICC(AI Contact Center) 솔루션 및 Robot OS 미들웨어 개발 • AI 에이전트 플랫폼 'GEN STATION'	중소기업, 공공 분야
	에임인텔리전스	• PhysicalAI 보안레이어 기술 개발	통신, 금융 기업 다수
	코가로보틱스	• Robot OS 개발	서비스 로봇 실증사업 참여

*주) Machine Learning Operations. AI 모델을 개발, 배포, 운영, 재학습하는 전 과정을 자동화/관리하는 플랫폼
*주) 포티투닷은 현대차그룹 계열이나 비상장 SW 자회사로, 본 표에서는 비상장으로 분류

L4 하드웨어(부품)

업계 동향	• 휴머노이드 원가에서 가장 많은 비중을 차지하는 액추에이터(모터+감속기+제어기+센서 통합 모듈). 표준화된 기성품이 없어 양산 확대 시 공급 병목이 먼저 발생함 • 경량화 요구로 알루미늄 다이캐스팅·금속분말사출(MIM)·3D프린팅 등 가공 공법 기업이 새롭게 밸류체인에 편입 • 현대모비스·HL만도 등 자동차 부품 대기업이 액추에이터 외부 판매 시장에 진입하며 경쟁 구도 재편 중

(1) 글로벌 주요 기업

기업	주요 사업 · 기술력	고객 · 제휴 관계
하모닉드라이브시스템즈 (일본)	하모닉(스트레인 웨이브) 감속기의 원조. 정밀 로봇 감속기 시장의 사실상 표준	전 세계 산업용·협동로봇 OEM
나부테스코 (일본)	RV(사이클로이드) 감속기. 중대형 산업용 로봇 관절 지배	글로벌 산업용 로봇 4대 메이커
맥슨 / 파커 / 코르모텍 등	정밀 모터 및 액추에이터 모듈	의료·로봇·항공
ATI Industrial Automation / 슝크	힘·토크 센서, 그리퍼, 툴 체인저	산업 자동화 전반
센사타 / TE커넥티비티	산업용 센서 및 커넥터	자동화 전반
중국 부품군 (Leaderdrive·Tuopu·Sanhua 등)	감속기·통합 관절 모듈을 수입품 대비 절반 수준 가격에 공급. 자국 휴머노이드 물량 기반 원가 하락 주도	중국 완성체 업체 및 Tesla 옵티머스 등 서방 OEM

(2) 국내 주요 기업: 구동계

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
상장	로보티즈	• 다이나믹셀(Dynamixel) 액추에이터 — 모터·감속기·제어기·통신을 일체화한 모듈 • 액추에이터와 감속기 기술을 동시 보유 • 자율주행 배송로봇도 영위하나 실적은 액추에이터가 견인	LG전자가 지분 보유(약 7%대). 국내외 로봇사 및 신흥 휴머노이드 OEM 다수에 공급. K-휴머노이드 연합 참여
	에스비비테크	• 국내 유일급 하모닉 감속기 국산화 • 정밀 베어링 자산 기반. K-휴머노이드 연합 부품 그룹 참여 • 국산화 성공 여부가 국내 휴머노이드 원가 경쟁력을 좌우	국내 로봇 OEM 및 연구기관
	에스피지	• 감속기·정밀모터 종합 • 소형 협동로봇용 SH 감속기, 중대형 SR 감속기를 개발해 실제 양산 탑재 단계 (실제 채용량) 진입	협동로봇·산업용로봇·휴머노이드 제조사
	삼현	• 모터·제어기·감속기를 결합한 통합 구동 모듈 • 자동차 전장에서 축적한 양산 역량	완성차 및 산업 고객
	하이젠알앤엠	• 서보모터 및 감속기, 전동화 구동 시스템. 서보 영역 국산 대안	산업 자동화, 로봇
	한국피아이엠	• 금속분말사출성형(MIM) 정밀 부품 • 소형·복잡 형상 부품의 대량 생산에 유리	글로벌 휴머노이드 관련 공급 논의
	한라캐스트	• 알루미늄 다이캐스팅. 경량 금속 구조물: 휴머노이드 경량화	자동차 부품 고객 기반
	현대모비스	• 로보틱스사업추진실 운영. 그룹 내 액추에이터 공급 주체로 자리잡을 경우 국내 최대 물량 • 보스턴다이내믹스 아틀라스향 액추에이터 수주	현대차그룹 및 외부 완성차
	HL만도	• 외부 확장형 부품 전략 • 비중국 액추에이터 공급망 및 북미 시장을 겨냥, 단계적 투자 검토	글로벌 완성차 및 잠재 로봇 OEM
	나우로보틱스	• 감속기 기반 구동모터·제어기 일체형 통합 구동모듈 개발 • K-휴머노이드 연합 신규 참여	사출 자동화 등 산업 고객
	LS일렉트릭 / 효성 계열	• 전력·구동 인프라 및 산업 자동화 기기	산업 전반
	LG에너지솔루션 / 삼성SDI / SK온	• K-휴머노이드 연합 참여. 로봇용 고출력·고밀도 배터리 개발	연합 내 로봇 제조사

(3) 국내 주요 기업: 센서 · 로봇 핸드

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
상장	LG이노텍	• 카메라 모듈, 센싱 부품 • LG그룹 PhysicalAI 수직계열화의 센서 축 • 로봇 비전 모듈 세그먼트 정의가 과제	LG 계열 및 글로벌 고객
	에스오에스랩	• 라이다(LiDAR) 및 3D 센싱. 자율주행·산업 안전 적용 • 로봇 근거리 인지 영역으로 확장	완성차, 산업 안전, 물류
	한화비전 / 한화시스템	• 영상 감시·센서 및 방산 센싱 자산 • 로봇 안전 관제 및 방산 로보틱스 접점	공공·산업·방산
	아모센스 / 아모텍	• 자성 소재, 모터 코어, 센서 부품	전장·가전
	대주전자재료 / 상아프론테크 등 소재	• 전자 소재·기능성 소재 • 방열·절연 등 로봇 신뢰성 소재 접점	전자·전장 고객
	모트렉스 / 유진테크놀로지 등	• 전장 부품 및 정밀 가공 • 2차 공급망 편입 후보군	전장 고객
	카네비모빌리티	• 라이다 및 차량용 센싱/항법장치 개발 • 실내 근거리 정밀도 요구에 대한 대응이 관건	완성차, 물류
비상장	오토엘		
	에이딘로보틱스	• 다축 힘·토크 센서 및 촉각·역각 센서 국산화 • 충돌·근접 감지 안전센서, 스마트 그리퍼 • 성균관대 스핀오프. 특허 다수 보유 • 고객이 곧 투자자인 구조로 사업 안정성 높음	한국투자파트너스·포스코기술투자·CJ대한통운·삼성넥스트·GS벤처스 등이 투자
	테솔로	• 델토(Delto) 그리퍼 — 다관절 로봇 핸드(3지 12자유도, 5지 모듈러) • 인간형 로봇핸드 국가 R&D 수행 • 휴머노이드 '손' 병목의 국내 대표 주자	국내외 로봇 OEM 및 연구기관
	씬그립	• 로봇 전동 그리퍼	자동화 고객
	인티그리트	• 지능형 로봇·모빌리티용 통합 환경 모듈(에어패스) • 센서·컴퓨팅 통합, 로봇 통합 플랫폼 포지션	로봇 및 모빌리티 고객
	위드로봇 / 시스콘 등	• 비전 센서, 물류 제어 시스템 • 틈새 부품·제어 영역	산업 고객

L4 하드웨어(디바이스)

업계 동향	• 실증에서 생산 준비 단계로 이동하는 기업 증가 중. 실제 배치 규모는 여전히 제한적 • 현대차그룹은 보스턴다이내믹스 외부 주주 지분을 전량 인수해 의사결정을 그룹 내부로 일원화했고, 2028년 미국 공장 서열작업 투입 → 2030년 조립 공정 확대의 단계적 로드맵을 제시 • 삼성전자는 레인보우로보틱스를 자회사로 편입해 그룹 로봇 조직과 통합 운영 중. 스타트업 홀리데이로보틱스는 시리즈A 1,550억 원을 유치해 제조용 휴머노이드 양산에 착수 • 국내 완성체 기업 대부분이 적자 구조이며, 정책 자금(K-휴머노이드* 연합, 3대 메가프로젝트*)이 생존과 성장의 주요 변수

* 주) K-휴머노이드 연합: '25년 4월 출범한 정부와 학계, 로봇 제조기업 50여 곳으로 구성된 휴머노이드 로봇 연구·개발 연합체
3대 메가프로젝트: '26년 6월 정부가 발표한 '대한민국 대도약 3대 메가프로젝트'로, 반도체·Physical AI·AI 데이터센터에 약 1,500조 원 규모의 기업 투자를 추진하는 계획

(1) 글로벌 주요 기업

기업	주요 사업 · 기술력	고객 · 제휴 관계
Figure AI	• 휴머노이드(Figure 03) + 자체 모델(Helix) 완전 수직통합 • 자본 소모와 양산 전환이 최대 리스크	• 대형 물류·제조사 대상 실증 배치
Tesla (Optimus)	• 자사 제조 인프라 기반 자체 생산. 내부 수요 우선	• 자사 공장
Boston Dynamics (현대차그룹)	• 아틀라스(전동식), 스팟, 스트레치. 동역학 제어의 축적된 우위. 오르빗 AI 운영 솔루션 • Google DeepMind와 파트너십(CES 2026), Gemini Robotics 모델 탑재 • 2028년 미국 메타플랜트 투입, 2030년 연 3만대 양산 목표. 현대차그룹 지분 100% 확보(2026.6), 나스닥 상장 검토 보도	• 현대차·기아 및 그룹 물류센터. CES 2026에서 차세대 아틀라스 공개
Agility Robotics	• 물류 특화 이족 로봇(디지트). 창고 유스케이스 선점 • SPAC 합병을 통한 상장 추진(2026.7)	• 대형 물류·유통사, 제조사
Apptronik	• 파트너십 기반 개발·양산. 대형 제조 파트너와 연계 • 5.2억 달러 조달(2026.2, Google·메르세데스-벤츠 참여)	• 제조·물류 파트너
1X Technologies	• 가정용·서비스 지향 휴머노이드 • 1X World Model 적용 및 자체 부품 생산	• 초기 소비자·서비스 시장
중국: Unitree, UBTech, AgiBot	• Unitree: 휴머노이드(H2/H2 Plus)·4족 보행 로봇 저가 대량생산. 2026.8 상하이 STAR Market 상장 • UBTech: 휴머노이드 'Walker' 시리즈 개발, 완전 자체기술(전사 R&D) 전략, 자체 OS 'ROSA 2.0' 보유 • AgiBot: 전신 이족보행·소형 이족·휠형 등 다양한 폼팩터의 휴머노이드 로봇 개발 • 저가 대량 공급과 빠른 반복 개발. 자국 물량으로 원가 하락 주도 • 지정학·보안 이슈로 서방 대형 고객 진입은 제한	• 중국 내수 및 일부 해외
XPENG Robotics (중국)	• 휴머노이드 IRON 개발. 자체 Physical AI 모델·차량 기술 공유 • 기업가치 63억 달러 이상으로 9억 달러+ 투자 유치(2026.8), 양산 준비	• XPENG 자동차 공장 및 중국 내수
NEURA Robotics	• 산업·가정용 인지로봇(온보드 센서·자율주행 결합) 개발 • Tether로부터 최대 14억 달러 투자 유치(2026.6, 마일스톤 조건부)	• 2026.4 아마존웹서비스(AWS)와 글로벌 확장 파트너십. 뮌헨공대와 유럽 최대 Physical AI 교육센터 설립

(2) 국내 주요 기업

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
상장	**레인보우로보틱스 (삼성그룹)**	• 협동로봇 및 휴머노이드 플랫폼 • 삼성 그룹 로봇 전략의 실행 주체 • 핵심 부품 상당 부분을 내재화 • KAIST 휴보 계보 • K-휴머노이드 연합 참여	삼성전자가 지배주주이며 인력 교류 진행
	두산로보틱스	• 협동로봇 글로벌 상위권. 제품 라인업 다양성 • 그룹 차원의 사업 재편·M&A 활발 • K-휴머노이드 연합 참여	글로벌 딜러망(유통 네트워크), F&B·제조 고객
	한화로보틱스 / 한화모멘텀 (한화그룹)	• 협동로봇 및 2차전지·태양광 설비 자동화 • 그룹 내 제조 수요 결합 • 설비 엔지니어링과 로봇의 결합	2차전지·제조 고객, 그룹 계열
	HD현대로보틱스 (HD현대 계열)	• 산업용 로봇 및 스마트팩토리 솔루션. • K-휴머노이드 연합 참여 • 조선·중공업이라는 고난이도 실증 현장 보유	조선·중공업 계열 및 외부 제조
	로보스타 (LG전자 계열)	• 산업용 로봇 및 디스플레이·전장 이송 로봇 • LG 수직계열화의 하드웨어 축	LG 계열 및 디스플레이·2차전지 고객
	뉴로메카	• 협동로봇 인디(Indy) 및 자체 제어기. 부품 내재화율 높음 • K-휴머노이드 연합 참여 • 중저가 협동로봇 대표 주자. 원가·수익성 개선이 과제	F&B, 용접, 제조 중소기업
	엔젤로보틱스	• 의료·재활용 웨어러블 로봇. 임상·인허가 경험 보유. • K-휴머노이드 연합 참여	병원·재활기관, 산업 현장
	유진로봇	• 자율주행 물류로봇(AMR), 라이다 및 서비스로봇. 유럽 유통망 보유 • 하드웨어+SI 결합형 교차 포지션	유럽 가전·물류 고객
	로보티즈	• (부품 외) 자율주행 실내외 배송로봇 사업 병행 • 부품, 디바이스에 걸친 이중 포지션	LG전자 등
비상장	**에이로봇**	• 휴머노이드 '앨리스' 개발. K-휴머노이드 연합 출범식 전시 기업 • 국내 순수 휴머노이드 스타트업 대표 주자	연합 및 실증 파트너
	홀리데이로보틱스	• 제조 현장용 휴머노이드 '프라이데이(FRIDAY)' 개발 • 시리즈A 1,550억 원 유치(2026.7), 하반기 상용화	제조·물류 고객사, IMM인베스트먼트 등 투자
	로브로스 / 블루로빈	• 휴머노이드 및 이족보행 로봇. 연합 출범식 전시	연합 및 연구기관
	위로보틱스	• 웨어러블 보행보조 로봇(WIM)으로 상업화 실증 후 휴머노이드 포함 범용 AI 에이전트로 확장 • 삼성벤처투자 등 대기업 CVC 참여 (국내 로봇 스타트업 최대급 라운드)	의료·복지·산업 현장 및 대기업 CVC
	디든로보틱스	• 산업용 사족보행 로봇 "디든 스파이더". NVIDIA 행사 노출로 인지도 확보. 시리즈A 대규모 라운드 추진 보도	산업 현장 실증 파트너, 데이터 협약 파트너
	라이온로보틱스	• 강화학습 기반 사족보행 로봇 '라이보'. KAIST 로봇 연구실 출신 창업으로 보행 제어 기술 보유	연구기관, 산업 현장 실증
	오토노머스에이투지	• 자율주행 소프트웨어와 전용 차량 '로이'를 함께 개발하는 풀스택 자율주행 기업. 싱가포르에서 그랩과 자율주행 셔틀 운행	정부·지자체 실증, 싱가포르·UAE·일본
	파블로항공	• 드론 군집제어 기술 기반. 드론쇼에서 방산용 군집·자폭 드론과 항공기 기체 검사로 사업 확장	방산, 항공·공공
	에스티에스로보테크 / 브릴스 / 로보콘 등	• 팔레타이징*, 철근 가공 등 특정 공정 특화 로봇 자동화 • 틈새 유스케이스에서 실제 매출을 내는 실용 그룹	건설·물류·식품

*주) 대기업 그룹/계열사는 상장으로 분류
* 팔레타이징: 팔레트 위에 제품/박스 등을 규칙적으로 쌓아 하나의 운반 단위로 만드는 작업

L5 배치 및 시스템 통합 · 운영

업계 동향	• 로봇 도입 방식은 직접 구매 중심에서 구독형(RaaS) 모델을 병행하는 방향으로 확대. 특히 물류·서비스 분야를 중심으로 RaaS 채택이 증가하는 추세 • 물류·유통기업들은 로봇 운영 전담조직을 확대하고 있으나, 다양한 벤더의 로봇을 통합 관리하고 성과를 일관되게 측정하는 오케스트레이션 및 KPI 체계는 여전히 발전 단계

(1) 글로벌 주요 기업

기업	주요 사업 · 기술력	고객 · 제휴 관계
ABB Robotics	산업용 로봇팔·자동화 시스템 통합, 자율 이동 로봇, NVIDIA Isaac 플랫폼 기반 AI 지능화 추진 소프트뱅크가 53.75억 달러에 인수 계약(2025.10), 2026년 중~하반기 종결 예정	자동차 공장 자동화 등 대기업
FANUC	산업용 로봇·CNC 제어기 등 공장자동화 솔루션	자동차, 전자 제조업체 중심
KUKA	산업용 로봇팔·자동화 시스템	자동차, 배터리, 중공업 중심
Yaskawa	산업용 로봇·모션제어·서보모터	소프트뱅크와 '학습하는 로봇' PhysicalAI 실증
Universal Robots	협동로봇(cobot) 카테고리를 최초로 상용화한 원조 기업	오덴세(Odense) 로보틱스 클러스터(130개+ 기업) 중심축
Geek+ / Exotec / Locus Robotics	물류센터 AMR·고밀도 자동창고 등 물류 자동화. Physical AI의 가장 성숙한 세그먼트	이커머스·유통·3PL 물류센터
Symbotic / AutoStore	AI 기반 창고 자동화 시스템, 큐브형 자동 보관·피킹 시스템	대형 유통사·이커머스 물류센터

(2) 국내 주요 기업

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
상장	씨메스로보틱스	• 3D 비전 + AI + 로봇 제어를 융합한 지능형 로봇 자동화 • 비정형 물체 피킹 등 기존 공법으로 자동화가 어려운 공정 대응 • 설계부터 양산까지 풀스택 엔지니어링	SK텔레콤이 초기 투자 및 주요 주주, 쿠팡·GS리테일이 전략적 투자자. 농심·올리브영 등 물류·제조 현장 적용
	CJ대한통운	• TES 기반 물류 자동화 및 로봇 운영 • K-휴머노이드 연합 수요자/운영자/로봇 부품 투자자인 삼중 포지션	이커머스·유통 화주, 로봇 벤더 다수
	LG CNS	• 스마트팩토리, 물류 자동화, 데이터 플랫폼 • LG그룹 PhysicalAI 수직계열화의 운영 축	LG 계열 및 외부 제조·물류
	삼성SDS	• 물류 플랫폼(첼로) 및 제조 IT • 그룹 제조 현장 자동화 경험. 로봇 운영 계층으로의 확장 여부가 관건	삼성 계열 및 외부 화주
	포스코DX	• 산업용 로봇 자동화 및 스마트팩토리 • 제철·이차전지 등 고난도 현장 경험 • 포스코이앤씨 등 그룹 수요 연계	포스코 그룹 및 외부 산업 고객
	현대오토에버	• 현대차그룹 제조 IT 및 공장 시스템. 로봇·자율제조 인프라 축 • BD 아틀라스 현장 배치의 IT 인프라 담당 가능성	현대차그룹 전반
	한화모멘텀 / 한화로보틱스	• 2차전지·태양광 설비 자동화와 협동로봇의 결합 • 턴키 설비 실행력	2차전지·제조 대기업
	SFA / 신성이엔지 / 에스티아이	• 디스플레이·반도체·2차전지 공정 자동화 설비	대형 제조사
	롯데이노베이트 / 신세계아이앤씨	• 유통 계열 IT 및 매장·물류 자동화. 리테일 유스케이스의 실증 창구	그룹 유통 계열
	유진로봇	• 이기종 로봇 통합관제 FMS(Fleet Management System) 개발	제조업 공장, 물류센터, 병원
	제닉스로보틱스	• AGV/AMR 통합관제 FMS 개발	반도체, 디스플레이 제조사, 항만 운영사

상장구분	기업	주요 사업 · 기술력	주요 고객 · 관계
상장	**SK AX**	• AX(AI전환) 공정자동화, SI	SK그룹 전반
	HD현대로보틱스	• 산업용 로봇 제조, SI	HD현대 그룹 전반
	클로봇	• 범용 자율주행 SW '카멜레온', 이기종 로봇 통합관제 '크롬스(CROMS)'. 2024.10 코스닥 상장	130여 고객사. 보스턴다이내믹스 스팟 국내 파트너
	베어로보틱스 (LG전자 자회사)	• 서빙·물류 AMR 및 로봇 관제. 전 세계 약 1.6만 대 배치·운영. 나스닥 상장 전제 프리IPO 추진	LG전자(지분 56.9%), 외식·물류창고 고객
비상장	**트위니**	• 자율주행 물류로봇 "나르고" 시리즈. • 3D 라이다 기반 자기위치 추정 원천 기술. 오더피킹 자동화	콜드체인·물류센터(팀프레시 등), 병원·공공. 북미 진출 추진
	TXR로보틱스	• 물류 로봇 및 자동화 솔루션. 삼성SDS 출신 경영진 영입 등 사업 추진력 강화	물류센터 및 유통
	브릴스 / 로보웍스 / 시스콘	• 팔레타이징, 물류 제어(WCS), 공정 특화 로봇 SI	식품·물류·제조 중견기업
	모비어스	• 물류 자율주행 통합관제 솔루션	완성차, 배터리, 전자 제조업체
	빅웨이브로보틱스	• 로봇 통합관제 시스템	제조업체, 물류기업 등
	나비프라	• 물류 자율주행 통합관제 솔루션	자동차, 배터리, 반도체 공장
	티라로보틱스	• AMR/지게차 통합관제 FMS	제조업, 반도체, 배터리, 물류센터
	로아스	• 산업용 로봇 솔루션 및 ROS 기반 연구개발용 로봇 솔루션, 서비스 로봇 솔루션	제조업 공장, 연구기관
	뉴빌리티	• 카메라 기반 자율주행 배달·순찰 로봇을 직접 운영. 140여 개 사이트에서 서비스 중	배달·순찰 서비스 현장

수요 산업

업계 동향	• 유통·물류 산업은 반복 작업 비중이 높고 투자효과를 정량적으로 측정하기 용이해 현재 Physical AI 및 로봇 도입 준비도가 가장 높은 산업군 중 하나로 평가됨. • 또한 자동차·전자 제조업은 이미 대규모 자동화 설비와 생산 데이터를 보유하고 있어 Physical AI 도입이 빠르게 진행되고 있음. 특히 현대차그룹과 같이 제조, 물류, 로봇 개발 역량을 수직계열화한 기업들은 실증과 상용화 속도가 상대적으로 빠른 편. • 철강·소재 산업 역시 고온·고위험 작업 비중이 높아 무인화와 로봇화 수요가 지속적으로 증가하고 있음. 한편 K-Humanoid Alliance에는 다양한 수요기업이 참여하여 로봇 적용 가능 공정을 발굴하고 실증 기회를 제공하고 있으며, 이들 기업의 관심은 단순한 도입 여부보다 실제 투입 공정, 생산성 향상 효과, 투자 회수기간(ROI) 등 경제성 검증에 집중되고 있음 • 수요 기업들은 도입 여부보다 구체적인 투입 공정 및 수익 회수 정도에 초점을 맞춤

[산업별 도입 준비도와 국내 주요 기업]

산업	주요 작업	국내 앵커 기업
이커머스·물류	피킹, 상하차, 분류, 재고 이동	CJ대한통운, 쿠팡, 한진, 롯데글로벌로지스, 팀프레시
전자·디스플레이 제조	자재 이송, 검사, 조립 보조	삼성전자, 삼성디스플레이, LG전자, LG디스플레이, SK하이닉스
자동차 제조	서열작업, 부품 조립, 물류	현대차·기아, 현대모비스, HL만도
철강·소재	설비 점검, 위험구역 작업	포스코, 포스코이앤씨, 현대제철
조선·중공업	용접, 도장, 협소구역 작업	HD현대미포, 삼성중공업, 한화오션
리테일·유통	진열, 재고 스캔, 점포 운영	이마트, GS리테일, 올리브영, 롯데쇼핑
건설	자재 운반, 측량, 위험작업	삼성물산, 현대건설, DL이앤씨, GS건설
에너지·플랜트	설비 순찰, 점검, 방재	한국전력·발전 6사, SK에너지, GS칼텍스
헬스케어·요양	이송, 소독, 재활 보조	대형 상급종합병원, 요양법인
방산·공공	정찰, 위험물 처리, 시설 경비	한화시스템, LIG넥스원, 국방·소방 기관

[Appendix 2] 산업별 주요 기업

[도표 40] 물류·제조·모빌리티·조선·중공업 분야 Physical AI 주요 기업

구분	기업	국가	주요 내용
물류	아마존 로보틱스	미국	• 전 세계 물류센터에서 100만 대 이상의 로봇을 운영하며, 생성형 AI 파운데이션 모델 'DeepFleet'으로 로봇 군집의 이동 경로를 최적화
	심보틱	미국	• AI 기반 창고 자동화 전문 기업으로, 월마트 등 대형 유통사 물류센터에 자율 로봇 기반 입·출고 및 적재 시스템 공급
	애질리티 로보틱스	미국	• 물류용 휴머노이드 'Digit'을 개발하여 GXO 물류센터에 서비스형 로봇(RaaS) 방식으로 상용 투입
	CJ대한통운	한국	• AI·로봇 기반 풀필먼트센터와 자동 분류·피킹 시스템을 구축하며 물류 자동화 기술(TES) 고도화
제조	피규어 AI	미국	• 범용 휴머노이드 'Figure'와 자체 VLA 모델 'Helix'를 개발하고, BMW 미국 스파턴버그 공장에서 부품 투입 작업 실증
	화낙	일본	• 글로벌 산업용 로봇 선도 기업으로, AI 비전·딥러닝 기반 빈피킹 등 지능형 로봇 기능을 공장 자동화에 상용화
	삼성전자· 레인보우로보틱스	한국	• 삼성전자가 레인보우로보틱스 최대주주에 오르며 협동로봇·휴머노이드 개발을 가속하고 자사 제조 라인 적용 추진
	마키나락스	한국	• 제조 특화 AI 플랫폼 'Runway'를 기반으로 설비 이상 탐지, 공정 최적화, 로봇 제어 AI 솔루션 제공
모빌리티	Tesla	미국	• 카메라 기반 엔드투엔드 자율주행(FSD)으로 로보택시 서비스를 개시했으며, 휴머노이드 '옵티머스'를 자사 공장에 시범 투입
	웨이모	미국	• 운전자 없는 완전 자율주행 로보택시를 피닉스, 샌프란시스코, LA 등 미국 주요 도시에서 상용 운영
	현대자동차그룹	한국	• 보스턴다이나믹스 휴머노이드 '아틀라스'의 미국 메타플랜트 투입을 추진하고, NVIDIA와 Physical AI 협력 확대
조선	HD현대	한국	• 미래형 조선소 'FOS(Future of Shipyard)'를 추진하고, 자회사 아비커스가 자율운항 솔루션 'HiNAS'로 대형 선박 대양횡단 자율운항 성공
	삼성중공업	한국	• 자율운항 시스템 'SAS'와 용접·도장 로봇을 개발하며 디지털 트윈 기반 스마트 조선소 구축
	한화오션	한국	• 용접 자동화 로봇과 디지털 트윈 기반 생산관리를 결합한 스마트 야드 구축 추진
중공업·철강	보스턴다이나믹스	미국	• 4족보행 로봇 'Spot'이 발전·정유·제조 현장을 자율 순찰하며 열화상·계기 판독 등 설비 점검 수행
	애니보틱스	스위스	• 방폭형 4족보행 점검 로봇 'ANYmal'로 석유·가스, 화학 플랜트 위험 구역의 설비 점검을 무인화
	포스코그룹	한국	• 세계경제포럼(WEF) '등대공장'으로 선정된 AI 스마트 고로를 운영하고, 포스코DX를 통해 고위험 공정에 산업용 로봇 투입
	현대제철	한국	• 제철 공정에 AI 기반 품질 검사와 조업 최적화를 도입하며 스마트 제철소 구축 추진

자료: 각사, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

[도표 41] 건설분야 Physical AI 주요 기업

구분	기업	국가	주요 내용
국내외 건설 AI·소프트웨어, 스타트업	오토데스크	미국	• BIM(건축 정보 모델링)을 기반으로 설계, 시공, 운영 전 과정을 아우르는 AI 및 클라우드 솔루션을 제공하는 글로벌 선도 기업
	프로코어 테크놀로지스	미국	• 건설 현장 관리 및 협업 플랫폼으로, 데이터 분석과 AI를 통해 공정과 자원 관리 최적화
	벤틀리 시스템즈	미국	• 인프라 엔지니어링 소프트웨어 전문 기업으로, 디지털 트윈(Digital Twin)과 AI 기술을 결합해 인프라 건설 및 유지보수 지원
	메이사	한국	• 드론과 위성 데이터를 활용한 3D 공간 AI 플랫폼을 제공하여 건설 현장을 모니터링하고 관리하는 대표적인 국내 공간 AI 기업
	현대건설·삼성물산 등 국내 주요 건설사	한국	• 자체 플랜트·건설 특화 LLM(대형 언어 모델) 개발 및 설계 자동화, AI 기반 현장 안전 및 로봇 시공 도입을 활발히 추진 중
글로벌 중장비	캐터필러	미국	• 세계 최대 건설장비 기업으로, 엔비디아(NVIDIA)와 파트너십을 맺고 'Physical AI' 기술을 대규모로 현장에 적용 중. • 최근 로봇 파운데이션 모델 기업인 필드AI(Field AI)와 협력하여 복잡한 현장에서도 위험 요소를 조기에 파악하고 자율 점검을 수행하는 자동화 시스템을 구축 중
	존디어	미국	• 농기계 및 중장비 테크 분야의 선두 주자로, 카메라와 고성능 AI 센서, 비전 AI 솔루션을 활용하여 사람 없이 스스로 작업하는 완전 자율주행 트랙터 및 자동 제어 기술을 상용화
	코마츠	일본	• 스마트건설(Smart Construction)' 플랫폼을 주축으로 굴착기 등 장비 운영 데이터와 드론 기반 3D 현장 지형 데이터를 결합하여 전체 시공 과정을 지능화·무인화하고 있음
	두산밥캣	한국	• 소형 중장비 1위 기업으로, 소형 로더와 농경용 트랙터에 AI 음성인식 기술과 주변 장애물을 스스로 인지해 감속하는 자율주행 안전 시스템을 집약한 무인 건설 솔루션 공급
	HD현대사이트솔루션 HD건설기계	한국	• 스마트 굴착기 플랫폼을 바탕으로 사람의 개입 없이 스스로 토공 작업을 수행하는 22톤급 무인 자율 굴착기를 실제 유럽 건설 현장에 투입 및 인도하는 성과를 보임
장비 자동화 소프트웨어 및 로보틱스 스타트업	빌트 로보틱스	미국	• GPS, 카메라, AI 장치를 하나의 패키지 형태로 만든 '인공지능 변환 시스템(AI Guidance System)'을 개발 • 어떤 제조사의 중장비든 기성 표준 제품에 부착하기만 하면 완전 자율 로봇(굴착기, 불도저 등)으로 업그레이드해 주는 기술에 특화
	그라비스 로보틱스	스위스	• 중장비 무인 자율화 전문 AI 기업으로, 거친 야외 현장에서 중장비의 자율적 주변 인지, 까다로운 굴착 및 이동 공정 완료를 지원하는 로봇 AI 소프트웨어 공급
	베드록 로보틱스	미국	• 건설, 광산, 농업용 중형·대형 중장비를 완전 무인화하여 생산성을 높이는 운전자 없는 중장비 자율주행 AI 하드웨어 및 소프트웨어 레트로핏 솔루션을 제공
	더스티로보틱스	미국	• FieldPrinter 2: BIM 도면을 콘크리트 슬래브에 실물 크기로 자동 인쇄
	캔바스	미국	• 승강 플랫폼 위 로봇팔로 건식벽체(drywall) 도포, 샌딩, 마감
	빌드닷	이스라엘	• 현장 카메라 영상과 BIM, 공정을 AI로 대조해 진척 상태 및 시공 상태 검증
	아이콘	미국	• 대형 3D 프린팅 로봇, AI 기반 건축·시공 소프트웨어, 저탄소 건설 소재

자료: 각사, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

[도표 42] 의료·돌봄 분야 Physical AI 주요 기업

구분	분류	주요 기업 / 기관	주요 사례 및 적용 기술
국내	수술 및 재활	로엔서지컬	AI 기반 신장결석 수술로봇 '자메닉스' 개발. 국내 최초로 혁신의료기술 승인을 받아 실제 임상 진료 및 비급여 처방에 활용 중
		휴로틱스	온디바이스 AI 탑재 웨어러블 로봇 슈트. 사용자의 보행 주행과 움직임 패턴 인지하여 정밀 보조.
	병원 물류	두산로보틱스	병원 비임상 자동화 로봇 공급. 수술실 내 해부학적 인식 지원 및 검체·시료 이송 등 반복적이고 정밀한 원내 물류 처리를 보조
	돌봄 및 요양	케어링	국내 인공지능 기업 마음AI 등과 협력하여 Physical AI 돌봄 로봇 공동 개발 추진. 시니어 데이터 기반의 가가호호 맞춤형 돌봄 생태계 구축.
		제논	인지-판단-실행이 가능한 시니어케어 특화 휴머노이드 로봇 개발. 단순 보조를 넘어 노인과 직접 접촉하며 가사 및 일상을 직접 돕는 상용화 목표.
		효돌	AI 반려로봇 '효돌'. 독거노인의 정서적 교감, 대화, 약 복용 알림 및 이상 행동 감지를 수행하는 정서·생활 밀착형 돌봄 서비스 제공.
	공공·실증	국립재활원	정부 주도 '돌봄로봇 실증 연구개발 사업' 진행. 욕창 예방을 위한 자세 변환, 배설 보조, 실내 이동, 식사 보조 등 고난도 신체 접촉 영역 실증 수행.
해외	수술 로봇	인튜이티브서지컬(미국)	현재 가장 성공적인 의료 로봇 사례. 다빈치 로봇은 의사를 대체가 아닌 의사의 손 움직임을 정밀하게 증폭하여 최소 침습 수술을 수행하도록 지원. 최근 버전은 AI 기반 영상 분석과 수술 보조 기능이 강화됨. 주요 분야: 전립선암, 심장, 부인과 수술 등
	병원 물류 및 간호	딜리전트 로보틱스(미국)	자율형 간호보조 로봇 'Moxi' 운영. 병동 내에서 의약품, 검사 샘플, 소모품을 자율적으로 배송하여 간호사의 업무 부담을 경감 (미국 내 수십 개 병원 도입).
		Norbert Health (미국)	비접촉식 자율형 간호 보조 시스템. AI 센서를 기반으로 환자의 체온, 호흡 등 생체 신호를 실시간 모니터링하고 기록 자동화

자료: 각사, 언론자료, 삼일PwC경영연구원

[Appendix 3] 주요 주체별 투자 대상 및 주요 투자 리스트

투자 주체별 투자 대상 및 목적

투자 주체	주요 목적	선호 스택	대표적 움직임
전통 VC 및 성장 투자자	초과수익 확보, 차세대 플랫폼 선점	휴머노이드 로봇, Robot Foundation Model, World Model, 범용 로봇 AI	Physical Intelligence, Skild AI, Figure 등 대형 라운드 주도
빅테크	AI 생태계 확장, 클라우드·반도체·모델 수요 창출	GPU, AI 모델, VLA, 시뮬레이션, 로봇 데이터	NVIDIA(Isaac GR00T), Google DeepMind(Gemini Robotics), Microsoft(Figure 투자 및 Azure 협력)
산업 대기업·CVC	제조 자동화, 공급망 혁신, 전략적 옵션 확보	휴머노이드, AMR, 산업 AI, 자동화	Amazon의 Industrial Innovation Fund,자동차·제조기업의 휴머노이드 파일럿
PE·인프라 자본	생산설비 확장, 로봇 운영 인프라 확보, 서비스 수익 창출	RaaS, 로봇 운영 플랫폼, 물류 자동화 인프라	대규모 양산 및 로봇 서비스 운영 단계에서 투자 확대 예상

자료: 언론자료, 삼일PwC경영연구원

주요 투자 리스트 (2024년 ~ 2026년 8월)

시점	기업	금액	기업가치	주도·참여 투자자
2024.02	Figure AI	6.75억 달러 (Series B)	26억 달러	Microsoft, OpenAI Startup Fund, NVIDIA 등
2024.01	Waymo	56억 달러	450억 달러	Alphabet
2024	Unitree Robotics	약 10억 위안 (Series B2)	비공개	중국 전략 투자자
2024	레인보우로보틱스	지분 인수	비상장	삼성전자(최대주주)
2025	Unitree Robotics	약 7억 위안 (Series C)	비공개	China Mobile, Tencent, Alibaba 계열 등
2025.09	Figure AI	10억 달러 이상 (Series C)	390억 달러	Parkway VC, NVIDIA, Intel Capital, Qualcomm Ventures, LG Technology Ventures 등
2025.11	Physical Intelligence	6억 달러 (Series B)	56억 달러	CapitalG, Lux Capital, Thrive Capital, Bezos Expeditions 등
2026.01	Skild AI	14억 달러	140억 달러 이상	SoftBank, NVentures(NVIDIA), Bezos Expeditions, LG, Salesforce 등
2026.02	Waymo	160억 달러	1,260억 달러	Alphabet, Dragoneer, DST Global, Sequoia, Andreessen Horowitz 등
2026.03	Saronic Technologies	17.5억 달러	92.5억 달러	Andreessen Horowitz, 8VC 등
2026 (협의)	Physical Intelligence	약 10억 달러 규모 논의	약 110억 달러 이상 거론 (미확정)	미확정, 투자 협의 단계 [valueaddvc.com]
2026.H1	Prometheus	120억 달러 (초기 단계)	비공개	Bezos 공동 창업 참여
2026.H1	NEURA Robotics	최대 14억 달러	비공개	NVIDIA Ventures 등
2026.H1	Apptronik	9.35억 달러	약 50억 달러	Apollo Global Management 등
2026.H1	XPeng Robotics	9억 달러 이상	비공개	XPeng
2026.H1	Hadrian	13.7억 달러	비공개	방산·제조 투자자
2026.Q2	Generalist AI	4~20억 달러	20~30억 달러	8VC 주도
2026.08	Unitree Robotics	61억 위안 (약 9억 달러)	약 500억 위안 (약 70~90억 달러)	DeepSeek 등 전략투자자 참여

자료: 언론자료, 삼일PwC경영연구원

Business Contacts

신민용 Partner
Physical AI & Robotics Center
min-yong.shin@pwc.com

김선호 Partner
Physical AI & Robotics Center
sunho1.kim@pwc.com

김정연 Partner
Physical AI & Robotics Center
jungyoun.k.kim@pwc.com

성윤호 Partner
Physical AI & Robotics Center
yun-ho.sung@pwc.com

김재헌 Partner
Assurance
jae-hun.kim@pwc.com

홍승환 Partner
Deals
seunghwan.hong@pwc.com

나현수 Partner
Tax
hyun-soo.na@pwc.com



PwC Physical AI & Robotics Center 소개

Physical AI 시대는 새로운 기술을 도입하는 문제를 넘어, 기업 운영 방식 자체를 근본적으로 재정의하는 단계로 진입하고 있습니다. 이러한 전환 환경에서 PwC는 전략 수립부터 실제 현장 적용, 그리고 운영 내재화까지 전 과정을 통합적으로 지원할 수 있는 역량을 갖춘 조직으로 Physical AI & Robotics Center를 운영하고 있습니다.

PwC의 강점은 기술 이해에 머물지 않는다는 점입니다. 스마트팩토리, 자동화 설비, 제조 운영, 제조 AI 등 다양한 분야의 전문가로 구성된 약 100명의 인력을 보유하고 있으며, 제조사의 디지털 전환과 공정 혁신 과정에서 AI와 로보틱스를 적용하고 성과를 만들어낸 경험을 갖춘 실행 조직이라는 점에서 의미가 있습니다.

또한 PwC는 단독으로 기술을 개발하거나 적용하는 방식이 아니라, 글로벌 및 국내 유수의 RFM 개발사, 시스템 통합(SI) 기업들과의 파트너십을 기반으로 생태계를 구성하고 있습니다. 이러한 생태계 기반 접근은 Physical AI가 하드웨어, 소프트웨어, 모델, 데이터, 운영 시스템이 함께 결합되는 복합 영역이라는 점을 고려한 전략입니다.

PwC의 또 하나의 경쟁력은 서비스 모델의 완결성에 있습니다. Physical AI 도입은 전략 수립, 대상 작업 선정, RFM 설계 및 학습, PoC 검증, 실제 공정 적용, 운영 및 유지보수까지 이어지는 긴 여정을 필요로 합니다. PwC는 블루프린트 컨설팅 단계에서부터 시작하여, PoC를 통한 기술 및 비즈니스 검증, 구축 단계에서의 현장 적용 및 시스템 통합, 그리고 오퍼레이션 단계에서의 지속 운영 및 고도화까지 전 단계를 포괄하는 서비스를 제공합니다.



이러한 통합적 접근은 Physical AI를 기업 전환 프로젝트로 이해하고 있다는 점에 기인합니다. 결국 Physical AI는 실제 현장에서 반복 가능하게 적용하고 확산시킬 수 있는 기업만이 성과를 낼 수 있는 영역입니다. PwC는 전략, 기술, 데이터, 운영을 통합한 실행 체계를 확보하고 있으며, 이를 통해 고객사가 새로운 운영 모델과 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원하고 있습니다. 이런 점에서 PwC는 Physical AI 시대에서 기업의 전환을 실질적으로 이끌 수 있는 준비된 파트너라고 할 수 있습니다.

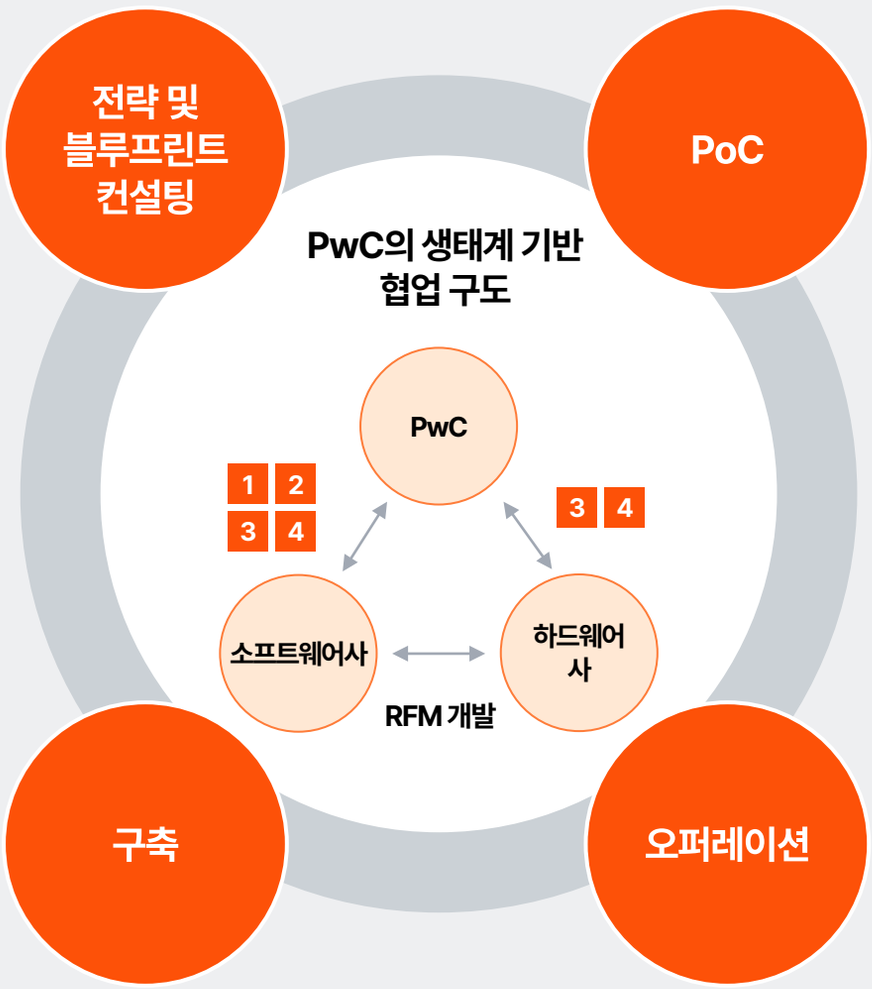
Physical AI & Robotics Center 서비스 모델

1 전략 및 블루프린트 컨설팅

- 도입 영역, 대상 작업 등 분석 및 선정
- 필요 로봇 사양 분석
- 로봇 사양 및 대상 작업·동작에 적합한 RFM 선별
- RFM 학습계획 수립 및 로봇 도입 비용 추정

2 PoC

- PoC 대상 작업·동작 세부 딕셔너리 구성
- 테스트 로봇 도입 및 현장 학습, RFM 파인 튜닝
- 대상 작업 도입 및 퍼포먼스 검증, 사업성 검토



3 구축

- 자동화 공정, 로봇 사양 상세 설계 및 제작 주문
- RFM 탑재 및 현장 학습, 전체 작업 대상 파인 튜닝
- 로봇 통합 관제시스템 구축 및 ROS 연동
- 로봇, 관제 시스템, IT(MES, SCADA 등) 연동

4 오퍼레이션

- 로봇 H/W 유지보수, RFM 업그레이드, 돌발사항 대처
- 관제 시스템 운영 및 유지보수

Author Contacts

이희정 수석연구위원
삼일PwC 경영연구원

heuijung.lee@pwc.com

김정연 Partner
Physical AI & Robotics Center

jungyoun.k.kim@pwc.com

강수정 연구원
삼일PwC 경영연구원

sujeong.kang@pwc.com

Author Contacts

최재영 경영연구원장

jaeyoung.j.choi@pwc.com

삼일PwC의 간행물은 일반적인 정보제공 및 지식전달을 위하여 제작된 것으로, 구체적인 회계이슈나 세무이슈 등에 대한 삼일PwC의 의견이 아님을 유념하여 주시기 바랍니다. 본 간행물의 정보를 이용하여 문제가 발생하는 경우 삼일PwC는 어떠한 법적 책임도 지지 아니하며, 본 간행물의 정보와 관련하여 의사결정이 필요한 경우에는, 반드시 삼일PwC 전문가의 자문 또는 조언을 받으시기 바랍니다.

S/N: 2609W-RP-117

© 2026 Samil PwC. All rights reserved. PwC refers to the Korea group of member firms and may sometimes refer to the PwC network. Each member firm is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details.

pwc.com/kr
pwcconsulting.co.kr