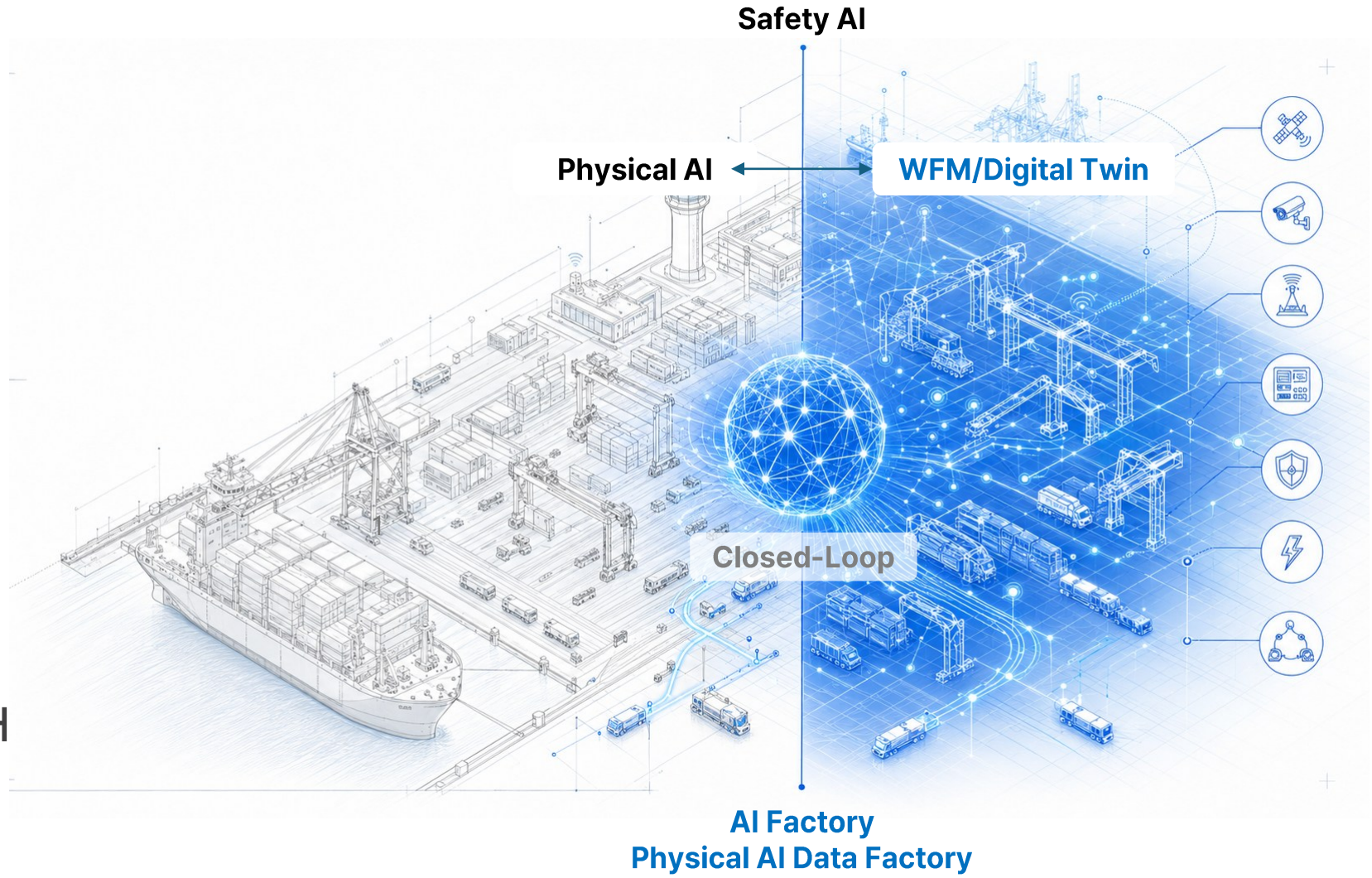
Physical AI Data Factory

Nvidia 글로벌 피지컬AI 생태계 구축



동아대학교 AI디지털트윈실증센터

동아대학교

NVIDIA

THE EVOLUTION OF AI
FROM PERCEPTION TO PHYSICAL AI

Building AI systems that understand the world,
generate intelligence, act autonomously, and operate in the real world.

PERCEPTION AI

AI learns to perceive
and understand the world.



KEY TECHNOLOGIES
- Speech Recognition
- Deep Recsys
- Medical Imaging

2012~
Vision & Speech Recognition

GENERATIVE AI

AI generates content
and discovers patterns.



KEY TECHNOLOGIES
- LLMs & Diffusion Models
- Multimodal Generation
- Digital Content Creation

2016~
Generative Models
& Foundation Models

AGENTIC AI

AI reasons, plans, and acts
autonomously to achieve goals.



KEY TECHNOLOGIES
- LLM Agents
- Planning & Reasoning
- Tool Use & Workflow
- Human-in-the-Loop

2021~
Autonomous Agents
& Decision Intelligence

PHYSICAL AI

AI operates in the physical world
through robotics and autonomous systems.



KEY TECHNOLOGIES
- Robotics & Control
- Simulation & Digital Twins
- Sensor Fusion
- Real-time Perception
- Safety & Reliability

2025~
Embodied Intelligence
& Real-World Autonomy

ACCELERATED BY NVIDIA FULL-STACK PLATFORM

GPU ACCELERATION | CLOUD INFRASTRUCTURE | AI SOFTWARE | ECOSYSTEM PARTNERS

NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계

2026년 NVIDIA 글로벌 피지컬 AI 생태계의 본질은 "GPU 기업 → AI Factory 인프라 기업 → 월드모델·시뮬레이션·로봇제어 플랫폼 기업"으로의 확장임.

AI Factory → World Foundation Model → Simulation → Edge Deployment로 이어지는 Full-Stack Physical AI 플랫폼

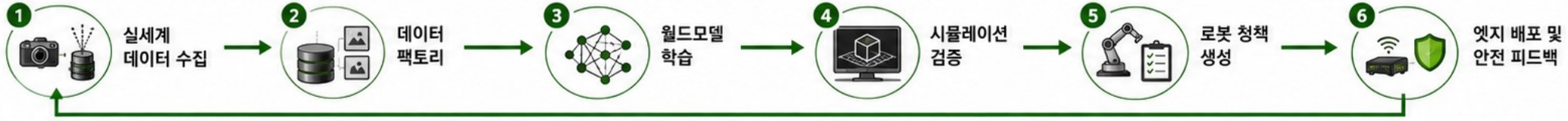
1 핵심 개념

- GPU 기업에서 Physical AI 플랫폼 기업으로 확장
- 학습·시뮬레이션·제어·배포를 통합하는 생태계
- Real-to-Sim-to-Real 폐루프 구현

2 6대 구성 요소

1. **AI Factory 인프라**
   
   DGX · 클라우드 GPU · 대규모 학습
2. **World Foundation Model**
   
   Cosmos · 물리 세계 이해 · 미래 상태 예측
3. **로봇 학습·시뮬레이션**
   
   Isaac Sim / Lab / ROS · 강화학습 · 검증
4. **디지털트윈·가상세계**
   
   Omniverse · OpenUSD · 물리 기반 시뮬레이션
5. **Physical AI Data Factory**
   
   합성데이터 · Long-tail 시나리오 · 데이터 증강
6. **현장 배포·안전**
   
   Jetson · DRIVE · Thor · Halos

3 작동 메커니즘 (Real-to-Sim-to-Real)



4 대표 플랫폼

- **Cosmos:** Physical AI용 WFM
- **Isaac:** 로봇 학습·시뮬레이션 프레임워크
- **Omniverse:** 산업 디지털트윈 플랫폼
- **OpenUSD:** 공통 세계 표현 표준
- **Jetson / Thor / DRIVE:** 엣지 추론 및 제어
- **Halos:** 안전 검증 체계

5 핵심 특징

- Full-stack Robotics Platform
- 실데이터 + 합성데이터 결합
- 물리 기반 예측·계획·제어
- 로봇·자율주행·공장·물류 적용
- 글로벌 파트너 생태계 연계

의미

NVIDIA는 칩 공급을 넘어, 월드모델·시뮬레이션·데이터·엣지 제어·안전검증을 통합한 글로벌 피지컬 AI 생태계를 구축하고 있음.

NVIDIA 글로벌 파트너 생태계

산업용 로봇 · 휴머노이드 · 자율주행 · AI Factory를 연결하는 글로벌 Physical AI 파트너 네트워크

1 산업용 로봇 · 휴머노이드 파트너



NVIDIA는 2026년 GTC에서 다양한 로봇 기업이
NVIDIA 기술 기반으로 피지컬 AI를 개발 · 배포한다고 발표

ABB Robotics	AGIBOT	Agility
CMR Surgical	FANUC	Figure
Hexagon Robotics	KUKA	Medtronic
Skild AI	Universal Robots	World Labs
YASKAWA		

공통 활용 방식

- Omniverse 라이브러리 + Isaac 시뮬레이션 프레임워크 활용
- 가상 커미셔닝 및 로봇 학습 환경 구축
- Jetson 통합 컨트롤러로 엣지 추론 수행

공통 NVIDIA 스택



글로벌 파트너는 동일한 NVIDIA Physical AI 스택
위에서 개발 · 시뮬레이션 · 학습 · 배포를 수행

2 AI Factory 인프라 파트너

DSX Reference Design과 Omniverse DSX Blueprint에 참여하여
전력 · 냉각 · 설계 · 운영 계층을 담당

Cadence	Dassault Systèmes	Eaton
Jacobs	Schneider Electric	Siemens
Switch	Trane	Vertiv

담당 계층

PLM / 설계 / 엔지니어링	
전력 / 냉각 / 열 관리	
건설 / 운영 / 데이터센터 인프라	
CFD / 디지털트윈 / 운영 최적화	

3 클라우드 파트너

클라우드 사업자는 NVIDIA Physical AI와 AI Factory 전략을 대규모 인프라와 결합

Microsoft Azure · Nebius · Google Cloud

Azure / Nebius
Physical AI Data Factory Blueprint를 클라우드 인프라에 통합

Google Cloud
Vera Rubin 기반 A5X 인스턴스, Blackwell GPU 협력

Google Cloud
Nemotron · NeMo 기반 agentic AI 및 physical AI 워크로드 협력

DSX(NVIDIA DSX)는 칩과 시스템부터 인프라 소프트웨어, 시설 및 파트너 기술까지 아우르며 AI 팩토리의 설계, 구축, 운영을 최적화하도록 지원하는 범용 데이터센터 통합 플랫폼

4 생태계 통합 의미

- NVIDIA의 강점은 모델 공개를 넘어 글로벌 산업 파트너가 동일 스택을 공유한다는 점
- 로봇 · 휴머노이드 · 의료 · 산업 자동화 기업이 시뮬레이션과 엣지 AI까지 연계
- AI Factory 파트너는 설계에서 전력 · 냉각 · 운영 최적화까지 함께 구성
- 클라우드 파트너는 데이터 팩토리와 AI Factory를 대규모 서비스 인프라로 확장
- 결국 NVIDIA는 하드웨어 + 소프트웨어 + 데이터 + 시뮬레이션 + 배포를 묶는 end-to-end 산업 생태계를 구축

핵심 메시지

- NVIDIA 피지컬 AI 생태계는 글로벌 파트너가 동일한 공통 스택 위에서 협력하는 구조이다.
- 로봇, AI Factory, 클라우드가 각각 분리된 시장이 아니라 하나의 페루프 생태계로 연결된다.
- 이 파트너 네트워크가 NVIDIA를 단순 GPU 기업이 아닌 산업 플랫폼 기업으로 확장시키는 핵심 기반이다.

01 NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계

2. NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계에 실제로 언급된 핵심 파트너·도입 기업 중심

① AI Factory / DSX 인프라 분야

분야	참여 기업	역할
AI Factory 설계 · 시뮬레이션	Cadence, Dassault Systèmes, Jacobs, PTC, Procore Technologies	AI Factory 설계, MBSE, CAD/BIM/PLM, 건설 · 엔지니어링 워크플로 연계
전력 · 냉각 · 설비	Eaton, Schneider Electric, Siemens, Trane Technologies, Vertiv	발전기, 전력장비, 냉각시스템, SimReady 자산 제공
데이터센터 운영 · 최적화	NScale, Phaidra, Switch	AI Factory 운영, 에너지 · 냉각 · 시설 최적화
DSX OS / 운영 소프트웨어	Red Hat, Mirantis, OpenNebula Systems, Rafay, Spectro Cloud, Supermicro, Vultr 등	멀티테넌시, 보안, lifecycle management, AI Factory 운영 SW
Vera Rubin 생산 생태계	Dell, HPE, Lenovo, Supermicro, ASUS, Compal, Foxconn, Inventec, QCT, Wistron, Wiwynn 등	Vera Rubin 기반 AI Factory 시스템 제조 · 공급

핵심 해석

NVIDIA는 Vera Rubin DSX AI Factory Reference Design과 Omniverse DSX Blueprint를 통해 컴퓨팅, 네트워크, 스토리지, 전력, 냉각, 운영을 통합 설계하는 구조를 제시했고, *Cadence, Dassault Systèmes, Eaton, Jacobs, NScale, Phaidra, Procore, PTC, Schneider Electric, Siemens, Switch, Trane, Vertiv* 등이 이 아키텍처와 블루프린트에 참여한다고 발표했습니다.

② Physical AI Data Factory / 합성데이터 분야

분야	참여 기업	역할
클라우드 기반 Data Factory	Microsoft Azure, Nebius	Physical AI Data Factory Blueprint를 클라우드 툴체인으로 제공
로봇 · 비전 · AV 데이터 생성	FieldAI, Hexagon Robotics, Linker Vision, Milestone Systems, Skild AI, Uber, Teradyne Robotics, RoboForce	데이터 생성, 증강, 평가, long-tail 시나리오 학습
비디오 분석 · 데이터 관리	Voxel51, Milestone Systems	비전 AI · 영상 데이터 기반 모델 개발
AI-native 운영	Claude Code, OpenAI Codex, Cursor	OSMO와 연동되는 coding agent 기반 워크플로 자동화

핵심 해석

NVIDIA Physical AI Data Factory Blueprint는 실제 데이터 부족 문제를 해결하기 위해 데이터 큐레이션, 합성데이터 생성, 강화학습, 평가를 통합하는 구조이며, Microsoft Azure와 Nebius가 이를 클라우드 기반 데이터 생산 엔진으로 제공하고 있습니다. *FieldAI, Hexagon Robotics, Linker Vision, Milestone Systems, Skild AI, Uber, Teradyne Robotics, RoboForce* 등이 이를 활용하는 기업으로 언급되었습니다.

01 NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계

2. NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계에 실제로 언급된 핵심 파트너·도입 기업 중심

③ 산업용 로봇 / Virtual Commissioning 분야

분야	참여 기업	역할
산업용 로봇 대기업	ABB Robotics, FANUC, YASKAWA, KUKA	Omniverse·Isaac 기반 가상 커미셔닝, 생산라인 검증
협동로봇	Universal Robots, Teradyne Robotics	범용 로봇 지능·제조 자동화 적용
로봇 설계-시뮬레이션	PTC / Onshape, Fauna Robotics	CAD-to-OpenUSD, Isaac Sim 기반 로봇 검증
중소 제조 자동화	WORKR, ABB Robotics	Omniverse 기반 로봇 워크포스 자동화

핵심 해석

FANUC, ABB Robotics, YASKAWA, KUKA는 전 세계 200만 대 이상의 로봇 설치 기반을 보유한 산업용 로봇 기업으로, Omniverse 라이브러리와 Isaac 시뮬레이션 프레임워크를 가상 커미셔닝 솔루션에 통합하고, Jetson 모듈을 컨트롤러에 넣어 엣지 추론을 수행하는 방향을 제시했습니다.

④ Robot Brain / 휴머노이드 로봇 분야

분야	참여 기업	역할
범용 로봇 지능 / Robot Brain	FieldAI, Skild AI, World Labs, Generalist AI	Cosmos WFM과 Isaac 기반 범용 로봇 정책 개발
휴머노이드	1X, AGIBOT, Agility, Agile Robots, Boston Dynamics, Figure, Humanoid, Mentee, NEURA Robotics	Cosmos, Isaac Sim, Isaac Lab 기반 휴머노이드 학습·검증
GR00T 적용	AGIBOT, Humanoid, LG Electronics, NEURA Robotics, Noble Machines	Isaac GR00T N 모델을 활용한 휴머노이드 산업 적용
로봇 스타트업 생태계	Bedrock Robotics, Dexterity AI, Flexion, Lightwheel, RIVR, Standard Bots, Vention, World Labs	NVIDIA Inception 기반 초기 로봇 생태계

핵심 해석

NVIDIA는 FieldAI와 Skild AI가 Cosmos 월드모델과 Isaac 시뮬레이션 프레임워크를 활용해 범용 robot brain을 개발하고 있으며, 1X, AGIBOT, Agility, Agile Robots, Boston Dynamics, Figure, Humanoid, Mentee, NEURA Robotics 등이 차세대 휴머노이드를 개발하는 기업으로 언급했습니다. 또한 AGIBOT, Humanoid, LG Electronics, NEURA Robotics, Noble Machines는 Isaac GR00T N 모델을 도입하는 기업으로 제시되었습니다.

01 NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계

2. NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계에 실제로 언급된 핵심 파트너·도입 기업 중심

5 제조·반도체·전자산업 Physical AI 분야

분야	참여 기업	역할
반도체 제조	TSMC, SK hynix	팹 디지털트윈, 공정 시뮬레이션, fab operation 최적화
전자 제조 검사	Pegatron, Delta Electronics, Inventec, Foxconn	합성 결함 이미지 생성, 비전 검사 모델 고도화
제조 AI 플랫폼	Foxconn, DeepHow, SK Telecom	제조 특화 Physical AI agent, 작업 오류 검출, 생산성 향상
산업 소프트웨어	Cadence, Dassault Systèmes, Siemens, Synopsys, PTC, MetAI, Lightwheel	엔지니어링 데이터 검사, 디지털트윈, CAD-to-simulation

핵심 해석

GTC Taipei 2026 발표에서는 TSMC와 Pegatron이 전자 제조 비전 검사 모델을 고도화하고, Delta Electronics와 Inventec이 합성 결함 데이터를 활용해 검사 성능과 데이터 수집 효율을 개선하며, Foxconn은 제조 효율과 수율 개선에 NVIDIA Physical AI 도구를 활용한다고 설명했습니다. 또한 SK hynix는 Omniverse 기반 반도체 fab 디지털트윈을 추진하고, SK Telecom과 함께 제조 특화 Physical AI 검증을 진행한다고 발표되었습니다.

6 물류·창고·스마트팩토리 분야

분야	참여 기업	역할
창고 자동화	KION Group, GXO	물류창고 디지털트윈, 자율 지게차 학습·검증
컨설팅·시스템 아키텍처	Accenture, Siemens	대규모 물류 디지털트윈 및 Physical AI 시스템 설계
로봇 플릿 검증	KION + NVIDIA + Accenture	Jetson 기반 자율 지게차 fleet 시뮬레이션

핵심 해석

KION Group은 Accenture, Siemens와 함께 NVIDIA Mega Omniverse Blueprint를 활용해 대규모 창고 디지털트윈을 구축하고, GXO 물류 현장을 위한 Jetson 기반 자율 지게차 fleet를 학습·검증하는 사례로 소개되었습니다.

01 NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계

2. NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계에 실제로 언급된 핵심 파트너·도입 기업 중심

⑦ 자율주행 / Robotaxi / Mobility 분야

분야	참여 기업	역할
완성차	BYD, Geely, Isuzu, Nissan, Hyundai Motor, Kia, VinFast	DRIVE Hyperion 기반 L4-ready 차량 개발
Robotaxi / Mobility	Uber, Bolt, Grab, Lyft, HUMAIN	Robotaxi 서비스, ride-hailing 네트워크, 지역별 배포
AV 소프트웨어	Autobrains, Wayve, TIER IV, Motional	자율주행 소프트웨어, L4 bus·robotaxi 개발
AV 데이터·시뮬레이션	Li Auto, Afari, DeepRoute.ai	Omniverse NuRec 기반 신경 장면 재구성·렌더링
안전 검증 생태계	AEye, Flex, Gatik, Hesai, Lucid, MIRA, PlusAI, Qt Group, Saphira, Valeo	Halos AI Systems Inspection Lab 참여

핵심 해석

NVIDIA는 GTC 2026에서 BYD, Geely, Isuzu, Nissan이 DRIVE Hyperion 기반 L4-ready 차량을 개발하고, Uber, Bolt, Grab, Lyft, TIER IV 등이 robotaxi 개발을 확장한다고 발표했습니다. 또한 Hyundai Motor와 Kia는 DRIVE Hyperion 기반 차세대 자율주행 협력을 확대했으며, Foxconn, VinFast, Autobrains, HUMAIN은 GTC Taipei 2026에서 robotaxi-ready 생태계 확장 사례로 제시되었습니다.

⑧ 헬스케어 로봇 / 병원 Physical AI 분야

분야	참여 기업	역할
수술 로봇	CMR Surgical, Johnson & Johnson MedTech, Medtronic	수술 로봇 학습·검증, 기능안전, IGX Thor 적용 검토
병원 로봇	Foxconn, Compal	간호 협동로봇, 병원 물류·운영 로봇
AI 병원 생태계	Foxconn + Taiwan medical centers	Healthy Taiwan 기반 agentic AI·physical AI 병원 운영

핵심 해석

CMR Surgical은 Versius 수술 시스템 학습·검증에 Cosmos-H 시뮬레이션을 사용하고, Johnson & Johnson MedTech는 Monarch Platform for Urology를 위해 Isaac Sim·Cosmos 기반 post-training workflow를 활용하며, Medtronic은 수술 로봇 시스템에서 IGX Thor를 검토하는 사례로 발표되었습니다. Foxconn과 Taiwan medical centers는 병원 AI agent workforce와 Nurabot 간호 협동로봇을 통한 “Healthy Taiwan” 사례로 제시되었습니다.

01 NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계

2. NVIDIA 글로벌 Physical AI 생태계에 실제로 언급된 핵심 파트너·도입 기업 중심

⑨ 클라우드 · 오픈소스 · 개발자 생태계

분야	참여 기업	역할
클라우드	Microsoft Azure, Nebius, CoreWeave, Alibaba Cloud, Oracle Cloud Infrastructure, Lambda	Physical AI Data Factory, Isaac Lab, AI Factory 인프라 제공
오픈소스 로보틱스	Hugging Face	Isaac·GR00T를 LeRobot 프레임워크와 연계
개발자 agent	OpenAI Codex, Claude Code, Cursor	OSMO와 연계한 Physical AI 워크플로 자동화
AI Factory 네트워크	CoreWeave, Lambda, Oracle Cloud Infrastructure	Spectrum-X Ethernet Photonics 기반 AI Factory 확장

핵심 해석

Microsoft Azure와 Nebius는 Physical AI Data Factory Blueprint를 클라우드에서 제공하고, CoreWeave는 Isaac Lab 기반 로봇 학습 파이프라인을 구축하며, Alibaba Cloud는 NVIDIA Physical AI stack을 Platform for AI에 통합한다고 발표되었습니다. Hugging Face는 Isaac과 GR00T를 LeRobot 오픈소스 프레임워크와 통합하는 파트너로 언급되었습니다.

⑩ 전체 생태계 구조

이번 GTC 2026에서 드러난 NVIDIA Physical AI 생태계는 다음과 같은 구조입니다.

AI Factory / DSX 인프라
Dell · HPE · Lenovo · Supermicro · Vertiv · Schneider · Siemens · Cadence · Dassault

↓

Physical AI Data Factory
Microsoft Azure · Nebius · FieldAI · Hexagon · Skild AI · Teradyne · Uber

↓

World Model / Simulation / Digital Twin
Cosmos · Omniverse · Isaac · OpenUSD

↓

Robot Brain / Robot Body
ABB · FANUC · KUKA · YASKAWA · Universal Robots
1X · AGIBOT · Agility · Boston Dynamics · Figure · NEURA · LG

↓

Autonomous Vehicle / Mobility
BYD · Geely · Nissan · Hyundai · Kia · Foxconn · VinFast · Uber · Lyft · Grab

↓

Healthcare / Manufacturing / Logistics
TSMC · SK hynix · Foxconn · Pegatron · Delta · KION · GXO · Medtronic · J&J

↓

Edge Deployment / Safety
Jetson Thor · DRIVE Hyperion · IGX Thor · Halos · Halos Inspection Lab

DAU AI Co-Scientists

Plant Molecular Physical AI Research Group

식물 분자생물학을 단순한 AI 분석 연구가 아니라, AI Factory → 데이터 팩토리 → 식물 World Foundation Model → 디지털트윈·시뮬레이션 → 자율실험 로봇으로 이어지는 폐루프 연구 체계

Agentic AI 기반 식물 분자생물학 Research Group

Agentic AI + BioNeMo + NeMo Retriever + NIM + 식물 오믹스 데이터를 결합한식물 분자생물학 AI Co-Scientist 연구단



DAU AI Co-Scientists

Agentic AI 기반 식물 분자생물학 연구

Agentic AI 기반 식물 분자생물학 지능형 연구단

AI Co-Scientist형 식물 연구 플랫폼 비전

1. 연구단 비전

수정 비전



2. Physical AI 축을 Agentic AI 축으로 재구성

기존 Physical AI 축	식물 분야에서의 한계	Agentic AI 기반 재구성
AI Factory	대형 GPU 인프라 구축 부담	Plant AI Agent Factory
Physical AI Data Factory	로봇·센서·온실 데이터까지 필요	Plant Multi-Omics Data Agent
World Foundation Model	자체 대형 모델 학습 비용 큼	Plant Research Foundation Agent
Digital Twin & Simulation	식물 생장·온실 시뮬레이션 구축 비용 큼	In-silico Experiment Agent
Robot / AV Control	초기 식물 분자생물학 연구단에는 과투자 가능성	Autonomous Lab Planning Agent

연구단 명칭 제안 및 NVIDIA Agentic AI 기반 연구단 구조

Plant Molecular Biology AI Co-Scientist 연구단 설계안

3. 연구단 명칭 제안

국문

Agentic AI 기반 식물 분자생물학 지능형 연구단

또는

식물 분자생물학 AI Co-Scientist 연구단

영문

Agentic AI Research Group for Plant Molecular Biology

또는

Plant Molecular Biology AI Co-Scientist Research Group

4. NVIDIA Agentic AI 기반 연구단 구조

전체 구조

1. **Plant Knowledge Base**
   논문, 특허, TAIR, Gramene, Ensembl Plants, NCBI, KEGG, UniProt, Plant Reactome
2. **NeMo Retriever / RAG**
   문헌 · DB · 실험노트 · 오믹스 데이터 검색 및 인덱싱
3. **NIM / BioNeMo / LLM Models**
   생명과학 모델, LLM, 유전체 · 단백질 모델 추론
4. **NeMo Agent Toolkit**
   전문 에이전트 구성, 도구 연결, 워크플로 오케스트레이션
5. **Plant Molecular AI Agents**
   문헌조사, 후보 유전자 발굴, 오믹스 분석, 실험 설계, 논문 작성
6. **Research Output**
   가설, 분석 결과, 실험 프로토콜, 논문, 과제계획서, 특허 아이디어

NVIDIA NeMo : AI 에이전트와 생성형 AI 모델을 만들고, 도메인 특화 튜닝하고, 평가·보안·가드레일을 붙이는 개발 플랫폼

NVIDIA NIM : 그렇게 만든 모델 또는 오픈 모델을 NVIDIA GPU 환경에서 빠르게 배포·추론하기 위한 사전 최적화된 inference microservice

AI-Q Blueprint 해석

NVIDIA AI-Q Blueprint는 멀티모달 PDF, 이미지, 표, 데이터베이스 등 다양한 데이터 소스를 추출하고, RAG와 의미 검색을 통해 검색하며, 에이전틱 워크플로로 추론·계획·행동을 수행하는 구조를 제공합니다. 또한 AI-Q는 NIM, NeMo Retriever, NeMo Agent Toolkit을 핵심 구성요소로 사용한다고 설명됩니다.

- 멀티모달 데이터
- RAG / 의미 검색
- 에이전틱 워크플로



DAU AI Co-Scientists

핵심 연구 방향 5대 축

1축. Plant Knowledge Agent

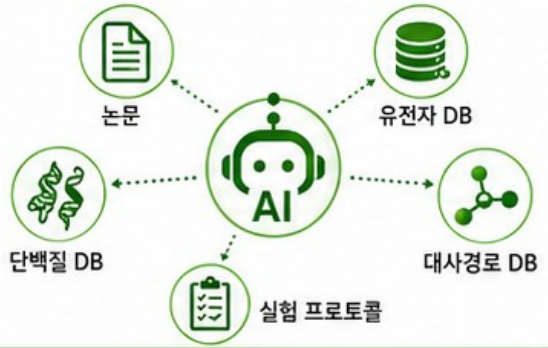
식물 분자생물학 문헌·DB 지식 에이전트

1. 핵심 메시지

가장 먼저 구축해야 할 핵심 축입니다.
고가의 로봇이나 디지털트윈보다
비용 대비 효과가 큽니다.

2. 목적

식물 분자생물학 관련 논문, 유전자 DB,
단백질 DB, 대사경로 DB, 실험 프로토콜을
연결하여 연구자가 자연어로 질문하면
근거 기반 답변을 제공하는
지식 에이전트를 구축합니다.



3. 주요 기능

기능	내용
논문 RAG	특정 유전자, 전사인자, 스트레스 반응, 대사경로 관련 논문 자동 검색·요약
Gene DB Agent	TAIR, Gramene, Ensembl Plants, NCBI Gene 등과 연계
Protein Agent	UniProt, AlphaFold DB, BioNeMo 기반 단백질 기능·구조 해석
Pathway Agent	KEGG, Plant Reactome 기반 대사경로·신호전달 분석
Citation Agent	논문 근거, 참고문헌, 연구공백 자동 정리

4. 연구 주제 예시

- 식물 스트레스 반응 문헌 자동 분석 에이전트
- Arabidopsis / Rice / Tomato 유전자 기능 해석 RAG 시스템
- 식물 전사인자-표적유전자 관계 자동 추출 에이전트
- 식물 호르몬 신호전달 경로 지식그래프 구축
- 식물 분자생물학 논문 리뷰 자동화 시스템

5. NVIDIA 적용

- NeMo Retriever
- NeMo Agent Toolkit
- NIM 기반 LLM
- AI-Q Research Agent Blueprint

해석

NVIDIA NeMo는 에이전트 특화,
최적화, 거버넌스를 지원하는
agent-first 라이브러리군으로
설명되며, 기존 AI 도구와
에이전트 프레임워크에
통합될 수 있습니다

2축. Plant Multi-Omics Data Agent

유전체 · 전사체 · 단백질체 · 대사체 분석 에이전트

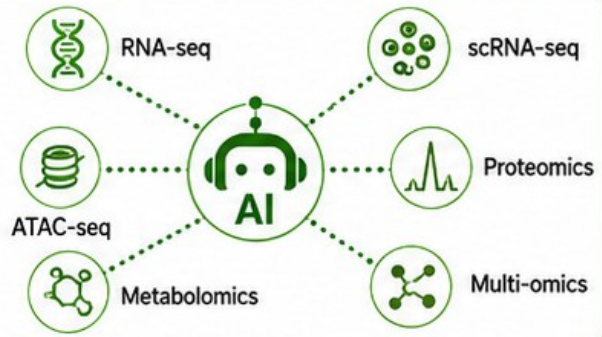
1. 핵심 메시지

두 번째 축은 실제 연구 데이터 분석입니다.

식물 분자생물학 연구단에서는
이 축이 가장 학문적 성과로 연결되기 쉽습니다.

2. 목적

RNA-seq, single-cell RNA-seq, ATAC-seq,
ChIP-seq, proteomics, metabolomics 데이터를
연구자가 직접 코딩하지 않아도 AI 에이전트가
분석 파이프라인을 추천·실행·해석하도록 합니다.



3. 주요 기능

데이터	에이전트 기능
RNA-seq	DEG 분석, GO enrchment, pathway 분석, heatmap 해석
scRNA-seq	cell clustering, marker gene 탐색, 세포 유형 주석
ATAC-seq	chromatin accessibility, motif enrichment 분석
Proteomics	단백질 발현 변화, 기능 annotation
Metabolomics	대사체 peak annotation, pathway mapping
Multi-omics	유전자-단백질-대사체 통합 네트워크 분석

4. 연구 주제 예시

- 가뭄·염분·고온 스트레스 RNA-seq 자동 분석 에이전트
- 식물 single-cell transcriptome 해석 에이전트
- 유전자 발현-대사체 통합 네트워크 분석 에이전트
- 식물 병저항성 후보 유전자 자동 발굴 시스템
- 오믹스 데이터 기반 논문 그림·표 자동 생성 보조 시스템

5. NVIDIA 적용

- NIM 기반 LLM 추론
- NeMo Agent Toolkit 기반 분석 워크플로 구성
- BioNeMo 기반 biomolecular model 활용
- RAPIDS / cuDF / GPU 기반 데이터 전처리, 선택 사항

해석

NVIDIA BioNeMo는 AI 기반 생물학과 신약개발을
위한 개발 플랫폼으로,
open models, libraries, datasets, NIM microservices를 포함하며
biomolecular foundation model, molecular design,
virtual screening, protein structure prediction,
protein binder design 등을
활용 사례로 제시합니다

3축. Plant Hypothesis Generation Agent

가설 생성·후보 유전자 발굴 에이전트

1. 핵심 메시지



이 축이 연구단의 차별화 포인트가 됩니다.

단순 분석 자동화가 아니라 새로운 생물학적 가설을 제안하는 AI 연구원을 만드는 방향입니다.

2. 목적

문헌, 오믹스 데이터, 유전자 네트워크, 대사경로, 표현형 데이터를 종합하여 새로운 후보 유전자, 조절인자, 대사경로, 실험 가설을 제안합니다.



3. 주요 기능

기능	내용
Candidate Gene Discovery	특정 형질 · 스트레스와 관련된 후보 유전자 추천
Gene Regulatory Network Inference	전사인자-표적유전자 관계 추론
Perturbation Reasoning	knock-out, overexpression, CRISPR 편집 효과 예측
Causal Hypothesis	단순 상관이 아닌 원인-결과 가설 생성
Novelty Check	기존 논문과 비교해 신규성 평가

4. 연구 주제 예시



- 식물 스트레스 내성 후보 유전자 발굴 에이전트
- 전사인자 중심 유전자 조절 네트워크 추론 시스템
- CRISPR target prioritization agent
- 식물 대사공학 후보 효소 추천 에이전트
- 병저항성 유전자-대사체-표현형 연결 가설 생성 시스템

5. NVIDIA 적용

- AI-Q Deep Research Agent 구조
- NeMo Retriever 기반 근거 검색
- BioNeMo / biological foundation model 기반 분자 기능 예측
- NIM 기반 reasoning model

해석

AI-Q Blueprint는 quick answer, citation, report-style research를 하나의 시스템에서 제공하고, benchmark와 evaluation harness를 통해 품질을 측정하고 개선할 수 있도록 설계된 참조 예제입니다.

4축. In-silico Experiment Design Agent

실험 설계 자동화 에이전트

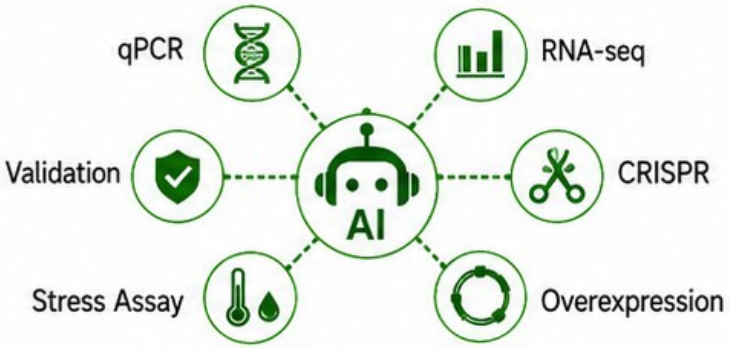
1. 핵심 메시지



Physical AI의 로봇 실험실을 바로 구축하기보다,
먼저 실험 설계 에이전트를 만드는 것이
예산 측면에서 훨씬 적합합니다.

2. 목적

AI가 후보 유전자와 가설을
기반으로 wet-lab 실험을
설계합니다.



3. 주요 기능

실험 유형	에이전트 기능
qPCR	primer 후보 추천, target gene 선정, reference gene 제안
RNA-seq	처리 조건, 시간점, biological replicate 수 제안
CRISPR	guide RNA 후보, off-target risk 검토
Overexpression	vector, promoter, selection marker 제안
Stress Assay	가뭄, 염분, 고온, 병원균 처리 조건 설계
Validation	phenotype assay, molecular validation 계획 제시

4. 연구 주제 예시



- 식물 분자생물학 실험 프로토콜 설계 에이전트
- qPCR primer 설계 및 검증 보조 에이전트
- RNA-seq 실험 조건 최적화 에이전트
- CRISPR 기반 유전자 기능 검증 설계 에이전트
- 스트레스 처리 실험 자동 설계 시스템

5. NVIDIA 적용

- NeMo Agent Toolkit
- NIM LLM
- BioNeMo model API
- 외부 bioinformatics tool 연결
- MCP 기반 분석 도구 연결

해석

NeMo Agent Toolkit은 기존 에이전트
프레임워크와 함께 사용할 수 있는
framework-agnostic 구조이며,
MCP와 A2A 프로토콜도 지원해
외부 도구와 에이전트를 연결할 수 있습니다.

5축. Plant Research Workflow Agent

연구실 운영 · 논문 · 과제 기획 에이전트

1. 핵심 메시지

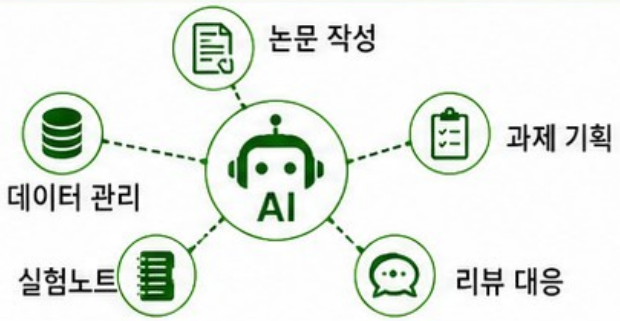


식물 분자생물학 연구단 운영 관점에서는 이 축도 매우 중요합니다.

특히 교수 연구단에서는 논문, 과제, 실험계획, 학생 연구지도와 직접 연결됩니다.

2. 목적

연구 아이디어 발굴부터 논문 작성, 과제계획서 작성, 리뷰 대응, 연구윤리·데이터관리까지 지원하는 연구 워크플로 에이전트를 구축합니다.



3. 주요 기능

기능	내용
Literature Review Agent	연구 주제별 최신 논문 정리
Grant Proposal Agent	NRF, 농진청, 과기부, 생명연 과제 기획
Manuscript Agent	Introduction, Related Work, Results 해석 초안 작성
Reviewer Response Agent	심사 의견 분석 및 대응 전략 수립
Lab Notebook Agent	실험노트 정리, 재현성 점검
Data Management Agent	FAIR 원칙 기반 데이터 관리

4. 연구 주제 예시



- 식물 분자생물학 논문 작성 보조 에이전트
- AI 기반 연구공백 탐색 및 과제기획 에이전트
- 실험노트 기반 재현성 검증 에이전트
- 식물 오믹스 데이터 FAIR 관리 시스템
- 대학원생 연구지도용 AI Co-Advisor 시스템

5. NVIDIA 적용

- NVIDIA AI Enterprise
- NIM
- NeMo microservices
- Blueprints
- Production agentic AI reference workflow

해석

NVIDIA AI Enterprise는 NIM, NeMo microservices, Blueprints 등을 활용한 production agentic AI reference workflow를 제공하며, Enterprise RAG, Research AI Agent, Video Analytics AI Agent 등을 예시로 제시합니다.

DAU AI Co-Scientists

플래그십 연구과제

구체적 플래그십 연구과제

Agentic AI 기반 식물 분자생물학 연구단

과제 1. 식물 스트레스 반응 AI Research Agent



목표

가뭄, 염분, 고온, 병원균 스트레스 관련 논문과 오믹스 데이터를 통합 분석하여 후보 유전자와 실험 가설을 제안하는 에이전트 개발.

주요 기능

- 스트레스별 핵심 유전자 자동 정리
- DEG 분석 결과 자동 해석
- 전사인자-표적유전자 네트워크 추론
- 후보 유전자 우선순위화
- qPCR validation 실험 설계

과제 2. Plant Gene Function Discovery Agent



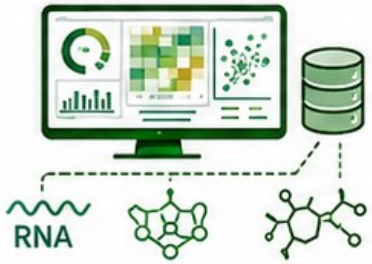
목표

기능이 명확하지 않은 식물 유전자에 대해 문헌, ortholog, domain, expression, protein structure 정보를 통합하여 기능을 예측.

주요 기능

- unknown gene functional annotation
- ortholog 기반 기능 추론
- protein domain 분석
- co-expression network 분석
- knockout phenotype 예측

과제 3. AI 기반 식물 오믹스 분석 자동화 플랫폼



목표

RNA-seq, scRNA-seq, proteomics, metabolomics 분석을 대화형 에이전트로 자동화.

주요 기능

- 분석 파이프라인 추천
- 코드 생성 및 실행
- 결과 시각화
- pathway enrichment 해석
- 논문 Results 초안 생성

과제 4. CRISPR 실험 설계 에이전트



목표

후보 유전자에 대한 CRISPR knock-out, base editing, overexpression 실험 설계를 지원.

주요 기능

- guide RNA 후보 추천
- off-target 검토
- promoter 선택
- vector 구성안 제안
- validation primer 설계
- phenotype assay 설계

과제 5. Plant Molecular Biology AI Co-Scientist

목표

연구자가 "염분 스트레스 내성 관련 신규 유전자를 찾고 실험계획을 세워줘"라고 질문하면, AI가 문헌조사, 데이터 분석, 후보 유전자 추천, 실험 설계, 논문 초안까지 수행하는 통합 에이전트 개발.



주요 기능

1. 질문 입력
2. 문헌 검색
3. 공공 DB 검색
4. 오믹스 데이터 분석
5. 후보 유전자 추천
6. 실험 설계
7. 결과 해석
8. 논문·과제계획서 초안 생성



DAU AI Co-Scientists

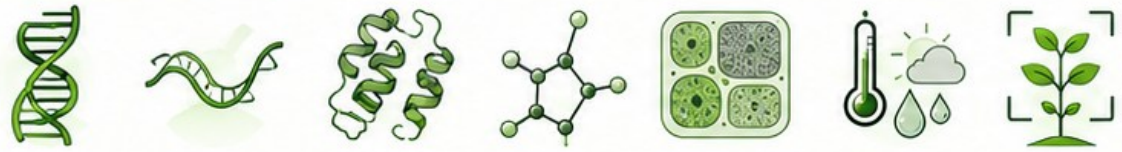
Plant Molecular Physical AI Research Group

Plant Molecular Physical AI Research Group

Physical AI 기반 식물 분자생물학 연구단

AI Factory → Data Factory → Plant World Foundation Model → Digital Twin·Simulation → Autonomous Plant Lab

1. 연구단 비전



유전체 | 전사체 | 단백질체 | 대사체 | 세포·조직 이미지 | 생육환경 | 표현형

식물의 유전체, 전사체, 단백질체, 대사체, 세포·조직 이미지, 생육환경, 표현형 데이터를 통합하여

식물의 분자 반응과 생장 과정을 예측·설계·검증하는

식물 World Foundation Model 기반 자율 연구 플랫폼을 구축한다.

핵심 방향: Plant Molecular Physical AI Research Group

2. Physical AI 페루프와 NVIDIA 핵심 플랫폼

1 AI Factory

데이터를 지능으로 전환하는 인프라



GPU/HPC · NIM · BioNeMo · LLM/RAG

2 Plant Bio-Data Factory

오믹스·이미지·표현형 데이터 수집·정제·증강·평가



3 Plant World Foundation Model

식물 분자 반응과 생장을 이해·예측·설계



Genomics · Transcriptomics · Proteomics · Phenotype

4 Digital Twin & Simulation

식물 생장, 분자 반응, 온실·식물공장 디지털트윈



Omniverse · Isaac · 합성데이터

5 Autonomous Plant Lab & Robotics

로봇 표현형 분석 · 자동 샘플링 · 자율 wet-lab · greenhouse AV



NVIDIA 관점

- **AI Factory:** 데이터를 지능으로 전환하는 인프라
- **Cosmos:** 물리 세계를 이해·예측·행동 생성까지 연결하는 World Foundation Model 플랫폼
- **Omniverse · Isaac:** 디지털트윈, 로봇 시뮬레이션, 합성데이터 생성 지원
- **BioNeMo:** 단백질 구조 예측, 분자설계, 바이오 파운데이션 모델 개발 지원

3. 연구단 조직 구성 제안

1센터 5연구실 구조

1 Plant AI Factory Lab



GPU/HPC, 데이터레이크, BioNeMo, NIM, LLM/RAG, 연구 인프라

2 Plant Bio-Data Factory Lab



오믹스·이미지·표현형 데이터 수집, 정제, 증강, 평가

3 Plant World Foundation Model Lab



유전체·전사체·단백질체·표현형 통합 foundation model 개발

4 Plant Digital Twin & Simulation Lab



식물 생장, 분자 반응, 온실·식물공장 디지털트윈

5 Autonomous Plant Lab & Robotics Lab



로봇 표현형 분석, 자동 샘플링, 자율 wet-lab, greenhouse AV

A. AI Factory 축

연구 방향: 식물 멀티오믹스 AI Factory 구축

Plant Molecular Physical AI Research Group · AI Factory for Plant Multi-Omics

1. 핵심 개념

식물 분자생물학 연구단의 AI Factory는 GPU 클러스터나 서버를 단순히 보유하는 것이 아니라,
식물 데이터가 지속적으로 모델·예측·실험 설계로 전환되는 **지능 생산 인프라**로 정의해야 합니다.

식물 데이터 → 모델 학습 → 예측·추론 → 실험 설계 → 연구 성과

2. NVIDIA 플랫폼 축과 식물 분자생물학 적용 방향

NVIDIA 플랫폼 축	식물 분자생물학 적용 방향
AI Factory	식물 유전체·전사체·단백질체·대사체·표현형 데이터를 통합 학습하는 GPU 기반 연구 인프라
BioNeMo / NIM	식물 단백질 구조 예측, 효소 기능 예측, 단백질-리간드/단백질-단백질 상호작용 예측
대규모 학습·추론	스트레스 반응, 병 저항성, 생장 조절 유전자, 대사경로 예측 모델 학습
연구용 AI Agent	논문, 유전자 DB, 실험노트, 오믹스 데이터를 연결하는 식물 분자생물학 RAG/Agent

3. 세부 연구 주제

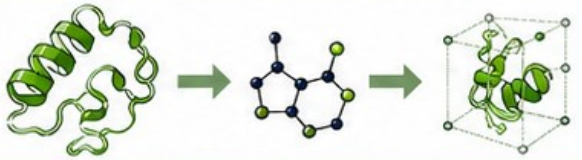
1 Plant Multi-Omics AI Factory

유전체, RNA-seq, single-cell RNA-seq, ATAC-seq, proteomics, metabolomics, phenomics 데이터를 통합하는 식물 AI 학습 인프라 구축.



2 식물 단백질·효소 기능 예측 모델

BioNeMo 계열 생명과학 AI 플랫폼을 활용하여 식물 효소, 수송체, 전사인자, 병저항성 단백질의 구조·기능·상호작용 예측.



3 식물 분자생물학 AI Agent

TAIR, Gramene, Ensembl Plants, NCBI, UniProt, KEGG, Plant Reactome, 논문 데이터를 연결해 특정 유전자·대사경로·스트레스 반응을 자동 분석하는 연구 보조 에이전트 구축.



4 AI 기반 실험 설계 자동화

후보 유전자 선정, primer 설계, CRISPR target 추천, RNA-seq 실험 조건 추천, phenotype assay 설계를 자동화.



AI Factory 해석

AI Factory는 식물 멀티오믹스 데이터를 GPU 기반으로 학습 가능한 형태로 전환하고,
BioNeMo·NIM·RAG/Agent를 통해 예측·추론·실험 설계로 연결하는 **연구 지능 생산 체계**이다.

B. Physical AI Data Factory 축

연구 방향: 식물 실험 데이터를 학습 가능한 데이터로 전환

Plant Molecular Physical AI Research Group · Plant Bio-Data Factory

1. 핵심 개념

NVIDIA의 Physical AI Data Factory Blueprint는 원본 데이터를 모델 학습용 데이터셋으로 전환하기 위해 데이터 생성, 증강, 평가, 오케스트레이션을 통합하는 레퍼런스 아키텍처로 설명됩니다. 식물 분자생물학에서는 이를 **Plant Bio-Data Factory**로 확장하는 것이 핵심입니다.

원본 데이터 → 생성·증강 → 품질 평가 → 학습 데이터셋 → 모델 · 실험 추천

2. 데이터 유형과 Plant Bio-Data Factory 처리

데이터 유형	수집 대상	AI Data Factory 처리
유전체 데이터	SNP, haplotype, pan-genome	variant calling, gene annotation, genotype embedding
전사체 데이터	bulk RNA-seq, scRNA-seq, spatial transcriptomics	batch correction, cell-type annotation, gene expression embedding
단백질체	protein sequence, structure, PTM	structure prediction, function annotation, interaction prediction
대사체	LC-MS, GC-MS, metabolic profile	peak alignment, pathway mapping, stress-response signature
세포·조직 이미지	confocal, fluorescence, microscopy	segmentation, synthetic image generation, phenotype labeling
생육환경	온도, 광량, 습도, CO_2, 양액, 염분	environment-condition embedding
표현형	뿌리, 잎, 생장률, 병징, 수량	temporal phenotype modeling

3. 세부 연구 주제

1 Plant Molecular Data Lake 구축

실험실, 온실, 식물공장, 필드에서 발생하는 오믹스 · 이미지 · 환경 · 표현형 데이터를 표준화하여 저장.

2 식물 이미지 · 현미경 데이터 합성 및 증강

세포핵, 염록체, 뿌리털, 병반, 형광 리포터 이미지에 대해 synthetic microscopy data를 생성하고, segmentation · classification 모델을 학습.

3 Long-tail 식물 스트레스 데이터 생성

고온, 저온, 가뭄, 염분, 병원균 감염, 영양 결핍, 복합 스트레스 등 실험적으로 충분히 확보하기 어려운 조건을 합성 데이터와 시뮬레이션으로 보강.

4 데이터 품질 평가 모델

RNA-seq 품질, batch effect, 이미지 노이즈, phenotype label 오류, 환경 센서 이상치를 자동 검출하는 evaluator 구축.

5 Active Learning 기반 실험 추천

모델이 불확실한 조건을 찾아 다음 wet-lab 실험을 추천하는 폐루프 데이터 생성 체계 구축.

불확실성

Data Factory 해석

Plant Bio-Data Factory는 원본 실험 데이터를 생성·증강·평가 과정을 거쳐 학습 가능한 식물 데이터셋으로 전환하고, 이를 모델 학습과 다음 실험 추천까지 연결하는 **폐루프 연구 데이터 생산 체계**이다.

C. World Foundation Model 축

연구 방향: Plant World Foundation Model 구축

Plant Molecular Physical AI Research Group · Plant World Foundation Model

1. 핵심 개념

NVIDIA Cosmos는 물리 세계를 이해하고 시뮬레이션하며 행동 모델 학습까지 지원하는 World Foundation Model 플랫폼으로 제시됩니다.
특히 Cosmos 3는 vision-language reasoning, world simulation, policy model 학습에 활용될 수 있다고 설명됩니다.
식물 분자생물학에서는 이를 **Plant World Foundation Model, Plant WFM**으로 확장해야 합니다.



2. 계층과 Plant WFM의 모델링 대상

계층	Plant WFM의 모델링 대상
유전체 계층	SNP, gene family, promoter, enhancer, transposable element
조절 네트워크 계층	transcription factor, gene regulatory network, epigenetic regulation
분자 반응 계층	transcriptome, proteome, metabolome, hormone signaling
세포·조직 계층	root meristem, stomata, vascular tissue, leaf development
개체 계층	생장률, 수량, 병저항성, 스트레스 내성
환경 계층	광, 온도, 수분, CO_2, 염분, 병원균, 토양조건

3. 세부 연구 주제

1 Plant Genomic Foundation Model

식물 유전체 서열, promoter, enhancer, coding sequence, pan-genome 데이터를 학습하여 유전자 기능, 변이 효과, 발현 조절 가능성을 예측.



2 Plant Gene Regulatory World Model

특정 스트레스나 처리 조건에서 유전자 조절 네트워크가 어떻게 변하는지 예측하는 모델 구축.



3 Plant Stress Response Foundation Model

가뭄, 염분, 고온, 병원균, 산화스트레스에 대한 분자 반응과 표현형 변화를 동시에 예측.



4 Plant Cell-Type Foundation Model

single-cell RNA-seq와 spatial transcriptomics를 기반으로 세포 유형별 발달 경로, 분화, 스트레스 반응을 예측.



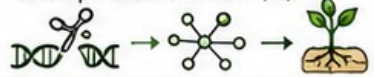
5 Plant Protein – Metabolite Foundation Model

식물 효소, 대사경로, 2차 대사산물, 호르몬 신호전달을 연결하여 대사공학·기능성 작물 개발에 활용.



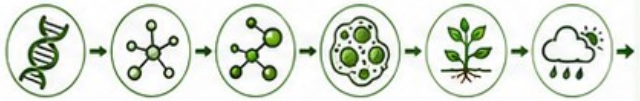
6 Causal Plant WFM

단순 상관 예측이 아니라 '이 유전자를 knock-out하면 어떤 분자 상태와 표현형이 나타나는가?'를 예측하는 causal perturbation model 구축.



Plant WFM 해석

Plant WFM은 단순한 생육 예측 모델이 아니라 유전체 · 조절 네트워크 · 분자 반응 · 세포 · 조직 · 개체 · 환경을 통합하여 식물의 상태 변화와 표현형을 예측 · 설계하는 World Foundation Model이다. 식물 분자생물학 분야에서도 foundation model 연구가 빠르게 등장하고 있으며, 최근 리뷰에서는 유전체, 단백질, 전사체, 표현형 예측 등 다양한 downstream task로 확장될 수 있음을 정리하고 있다.



D. Digital Twin & Simulation 축

연구 방향: 분자-세포-개체-온실을 연결하는 Plant Digital Twin

Plant Molecular Physical AI Research Group · Plant Digital Twin & Simulation

1. 핵심 개념

NVIDIA Omniverse는 물리 AI 시뮬레이션, 산업 디지털트윈, 로보틱스 시뮬레이션을 개발하기 위한 라이브러리와 마이크로서비스 집합으로 설명되며,
Isaac Sim은 Omniverse 기반의 로봇 시뮬레이션·테스트·합성데이터 생성 프레임워크입니다.
식물 연구단에서는 이를 **Plant Growth Digital Twin + Molecular Digital Twin + Greenhouse Digital Twin**으로 구성하는 것이 적합합니다.

Molecular Twin → Cellular Twin → Tissue Twin → Plant Twin → Greenhouse Twin → Experiment Twin

2. 디지털트윈 계층과 연구 내용

디지털트윈 계층	연구 내용
Molecular Twin	유전자 조절, 단백질 구조, 대사경로, 호르몬 신호전달
Cellular Twin	세포 유형, 세포분열, 분화, 형광 리포터 반응
Tissue Twin	뿌리, 잎, 줄기, 관다발, 기공, 생장점
Plant Twin	개체 생장, 스트레스 반응, 병징, 수량 예측
Greenhouse Twin	온도, 광량, 습도, CO_2, 양액, 로봇 이동, 센서 배치
Experiment Twin	실험 조건, 샘플링 위치, 로봇 작업, 결과 예측

3. 세부 연구 주제

1 Arabidopsis / Rice / Tomato Digital Twin
대표 모델식물 또는 작물별로 유전자-분자상태-표현형-환경 데이터를 연결하는 디지털트윈 구축.

2 Root System Digital Twin
뿌리 구조, 수분 흡수, 염분 스트레스, 미생물 상호작용, root architecture를 예측하는 시뮬레이션 모델.

3 Plant-Microbe Interaction Twin
병원균, 근권 미생물, 공생균, 식물 면역 반응을 연결한 시뮬레이션.

4 Smart Greenhouse Digital Twin
온실 내 광·온도·습도·CO_2·양액·센서·로봇·식물 생장 상태를 가상공간에 재현.

5 실험 조건 What-if Simulation
'광량을 20% 높이면 특정 유전자의 발현과 생장률이 어떻게 바뀌는가?', '염분 스트레스 후 12시간 내 어떤 전사인자가 활성화되는가?'를 예측.

6 Synthetic Phenotyping Environment
실제 온실에서 수집하기 어려운 희귀 병징, 초기 스트레스, 복합 환경 조건을 가상공간에서 생성.

Plant Digital Twin 해석

Plant Digital Twin은 분자·세포·조직·개체·온실·실험 계층을 연결하여 식물의 상태 변화와 실험 결과를 가상공간에서 예측·검증하는 연구 플랫폼이다.
Omniverse·Isaac Sim 기반의 시뮬레이션, 합성데이터, 로봇 검증과 연계될 때 식물 분자생물학의 **페루프 Physical AI** 연구 체계를 구현할 수 있다.

Plant Molecular Physical AI Research Group

핵심 플랜그십 과제 제안

AI Factory → Data Factory → Plant World Foundation Model → Digital Twin & Simulation → Autonomas Lab

자율 순환형 Plant Molecular Physical AI 연구 생태계 구축

과제 1 Plant WFM 기반 스트레스 반응 예측 모델

목표

가뭄, 염분, 고온, 병해균 스트레스에 대해
유전자 발현, 대사 변화, 생장 예측
회복 가능성을 예측하는 Plant WFM 구축

핵심 데이터

RNA-seq | scRNA-seq | Metabolomics



Phenotyping Image

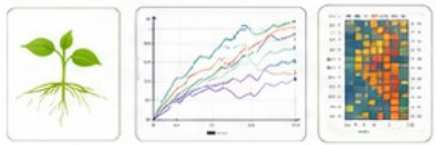


환경 센서 데이터



성과물

- 스트레스 조기진단 모델
- 내성 유전자 후보
- 스트레스 대응 대사경로
- 농종 선발 지표



과제 2 AI 기반 식물 단백질 · 효소 기능 설계

목표

식물 효소, 전사인자, 병저항성 단백질,
막수송체의 구조 · 기능 · 상호작용을
예측하고 설계

NVIDIA 활용 툴

BioNeMo
단백질 구조 예측
분자 설계, 가상 스크리닝

Evo 2
생물학적 foundation model
긴 유전체 서열 이해

Protein Structure Prediction

Molecular Design

성과물

- 기능성 대사산물 생산 효소
- 병 저항성 단백질 후보
- 스트레스 내성 조절 단백질 후보



과제 3 Plant Molecular Digital Twin 기반 자율 실험실

목표

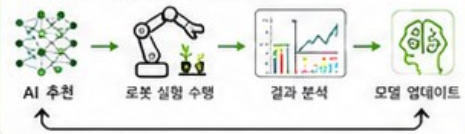
모델식물 또는 작물에 대해 분자 반응,
생장 표현형, 환경 조건, 로봇 실험을
연결하는 디지털트윈 구축

구성



성과물

AI가 다음 실험을 추천하고 로봇이 수행하며,
실험 결과가 다시 모델을 개선하는
self-driving plant biology lab



과제 4 병해충 · 환경 스트레스 조기진단 Physical AI

목표

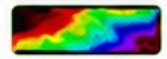
식물체의 미세 표현형 변화와 분자 마커를
결합하여 병해충 · 스트레스 조기 탐지

데이터



현미경 이미지

Leaf Image



Hyperspectral Image



Volatile Organic Compounds



RNA Marker



환경 센서

성과물

- 온실 · 식물공장을 실시간 진단 시스템
- Jetson 기반 Edge AI
- 로봇 순찰 시스템



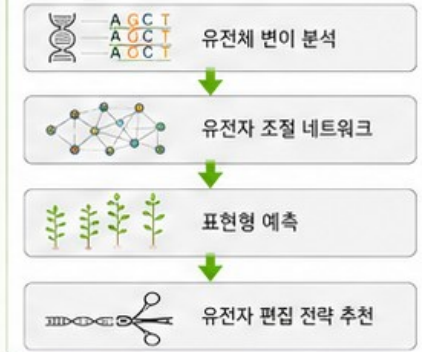
JETSON



과제 5 AI 기반 품종개량 · 합성생물학 설계 플랫폼

목표

유전체 변이, 유전자 조절 네트워크,
표현형 데이터를 통합하여 신품종 후보
또는 유전자 편집 전략을 추천



성과물

- 내재해성 작물
- 고기능성 대사산물 작물
- 병저항성 품종 후보
- 생장 회적화 품종 설계



페루프 자율 연구 생태계



더 빠른 발견
더 나은 작물
지속가능한 미래