

한림원탁토론회 :

AI 프런티어 시리즈

제 3 회

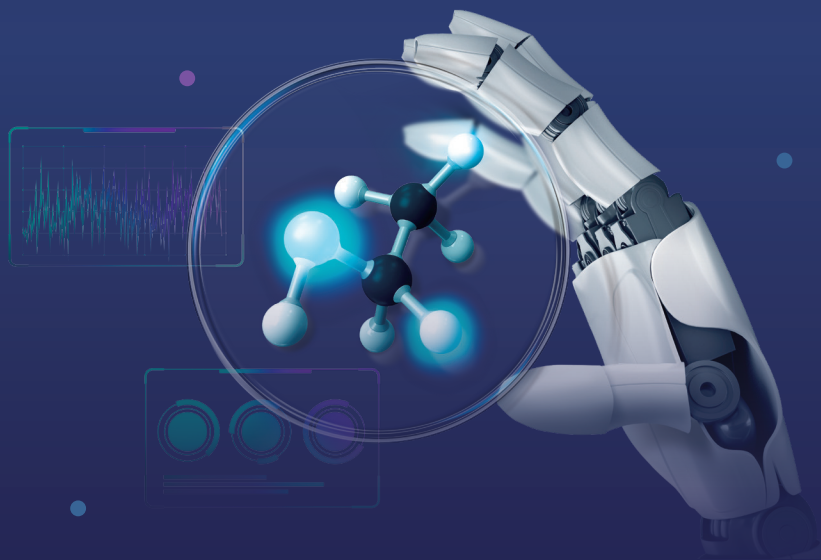
「AI x Physics」 : 양자, 물질, 우주를 다시 쓰다

일시 | 2025년 9월 29일(월), 15:00

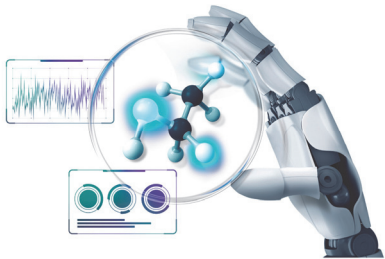
장소 | 한림원회관 B1층 강당

주최 | 한국과학기술한림원

한국차세대과학기술한림원



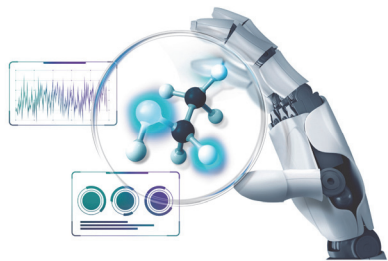
제3회 「AI x Physics」: 양자, 물질, 우주를 다시 쓰다



Program

시간	프로그램	
15:00~15:05 (5분)	핵심 의제	
	조용훈 KAIST 물리학과 교수	
	주제발표	
15:05~15:50 (45분)	주 제	[발제1] 양자컴퓨팅과 AI의 교차점에서 본 미래: 기회와 도전 박경덕 연세대학교 응용통계학과 교수
		[발제2] AI를 활용한 물질 연구/소자 설계 및 정밀 측정 이인호 한국표준과학연구원 책임연구원
		[발제3] 대규모 천문우주 탐사시대, AI로 날개 달기 홍성욱 한국천문연구원 책임연구원
	지정토론 및 자유토론	
15:50~17:00 (70분)	좌 장	조용훈 KAIST 물리학과 교수
	토론자	AI 양자기술 최만수 고려대학교 물리학과 교수
		CERN 입자물리 문창성 경북대학교 물리학과 교수
		다차원적 우주탐사 임명신 서울대학교 물리천문학부 교수
		AI·양자·천문 미래인재양성 류준영 머니투데이 미래사업부 차장
	질의응답	
17:00	폐 회	

제3회 「AI x Physics」: 양자, 물질, 우주를 다시 쓰다



참여자 주요 약력

핵심 의제



조용훈 KAIST 물리학과 교수
한국과학기술한림원 이학부 학부장
KAIST 국가양자뿔연구소 소장
前 KAIST 자연과학대학 학장

주제발표



주제발표 1_ 양자컴퓨팅과 AI의 교차점에서 본 미래: 기회와 도전

박경덕 연세대학교 응용통계학과 교수
연세대학교 양자정보기술연구원 부원장



주제발표 2_ AI를 활용한 물질 연구/소자 설계 및 정밀 측정

이인호 한국표준과학연구원 책임연구원
前 고등과학원 계산과학부 인실리코 단백질 연구단 서브그룹 리더
前 고등과학원 물리학부 리서치 펠로우
前 Univ. of Illinois at Urbana-Champaign 박사후 과정



주제발표 3_ 대규모 천문우주 탐사시대, AI로 날개 달기

홍성욱 한국천문연구원 책임연구원
과학기술연합대학원대학교 천문우주전공 교수
한국천문학회 천문관측기기분과 분과장
한국천문학회 학술위원회 총무

지정토론



좌 장_조용훈 KAIST 물리학과 교수
한국과학기술한림원 이학부 학부장
KAIST 국가양자뿔연구소 소장
前 KAIST 자연과학대학 학장



토론자 1_최만수 고려대학교 물리학과 교수
고려대학교 주관 양자대학원 원장
[주요 키워드] AI 양자기술



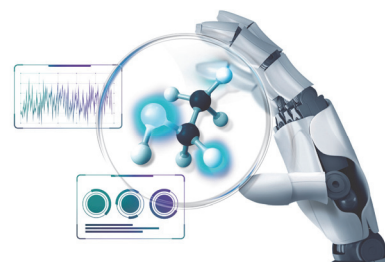
토론자 2_문창성 경북대학교 물리학과 교수
경북대학교 자연과학대학 부학장
前 프랑스 국립과학원 및 파리7대학교 Marie Curie Fellow
前 미국 페르미연구소 및 이탈리아 국립핵입자연구소
Associate Physicist
[주요 키워드] CERN 입자물리



토론자 3_임명신 서울대학교 물리천문학부 교수
한국과학기술한림원 이학부 정회원
서울대학교 천문우주연구센터 센터장
한국천문학회 장기발전연구위원회 위원장
[주요 키워드] 다차원적 우주탐사



토론자 4_류준영 머니투데이 미래사업부 차장
한국과학기자협회 이사
한양대학교 과학기술정책대학원 박사과정
[주요 키워드] AI · 양자 · 천문 미래인재양성



Contents

주제발표 1	양자컴퓨팅과 AI의 교차점에서 본 미래: 기회와 도전 1
	박경덕 연세대학교 응용통계학과 교수

주제발표 2	AI를 활용한 물질 연구/소자 설계 및 정밀 측정 11
	이인호 한국표준과학연구원 책임연구원

주제발표 3	대규모 천문우주 탐사시대, AI로 날개 달기 27
	홍성욱 한국천문연구원 책임연구원

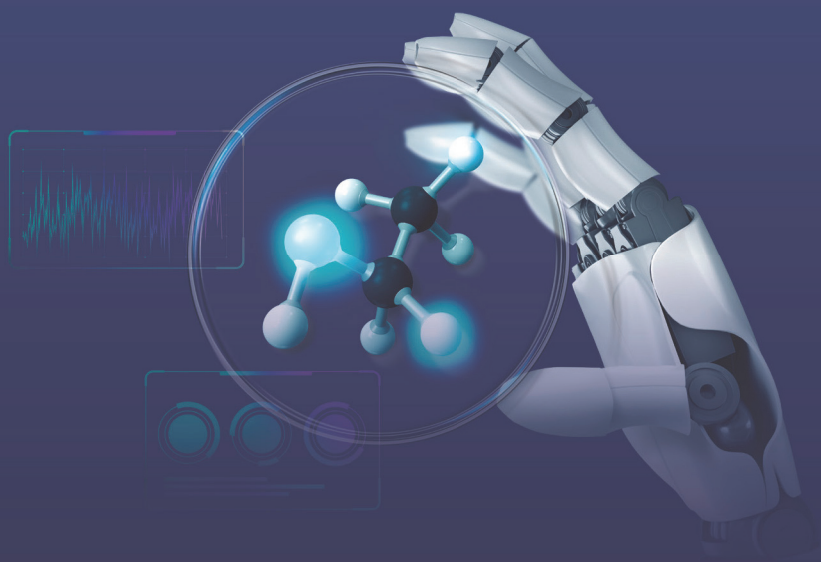
토론

AI 양자기술	최만수 고려대학교 물리학과 교수 41
CERN 입자물리	문창성 경북대학교 물리학과 교수 43
다차원적 우주탐사	임명신 서울대학교 물리천문학부 교수 55
AI·양자·천문 미래인재양성	류준영 머니투데이 미래사업부 차장 61

주제발표 1

양자컴퓨팅과 AI의 교차점에서 본 미래: 기회와 도전

박경덕 연세대학교 응용통계학과 교수



AI x Physics: 양자, 물질, 우주를 다시 쓰다

29 Sept 2025

양자컴퓨팅과 AI의 교차점에서 본 미래: 기회와 도전

박경덕 | Daniel Kyungdeock Park

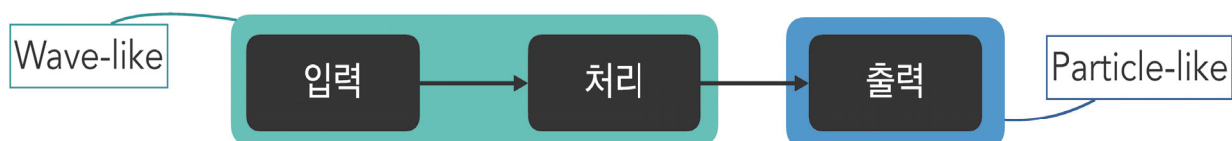
응용통계학과
통계데이터사이언스학과
양자정보학과
양자정보기술연구원



Quantum Computing



- ◆ 양자컴퓨터는 양자역학 법칙에 기반하여 정보를 처리하는 장치



[양자역학] 파동-입자 이중성 ↔ [양자컴퓨팅] 아날로그-디지털 이중성

🔥 디지털을 뛰어넘는, 아날로그보다 안정적인 연산 가능!



- 중첩, 간섭, 얽힘 등 양자 효과를 통해 고전적 정보 처리 한계를 넘어서는 방법 탐구
- 양자역학의 법칙을 계산에 활용하는 것은 기회이자 도전



Outline

◆ 양자-고전 하이브리드 컴퓨팅:

💡 계산과학, 데이터과학, 인공지능에서 두 패러다임의 장점을 결합, 단점을 보완

↳ 🚀 고전적 계산만으로는 도달할 수 없는 영역으로 도약

• 머신러닝을 위한 양자컴퓨팅

- ▶ 예측 모델
- ▶ 생성 모델
- ▶ 고전 데이터
- ▶ 양자 데이터



• 양자컴퓨팅을 위한 머신러닝

- ▶ 양자 최소 고윳값 추정
- 계산화학, 다체물리 등 양자시뮬레이션
- 최적화 응용
- ▶ 양자 오류 보정

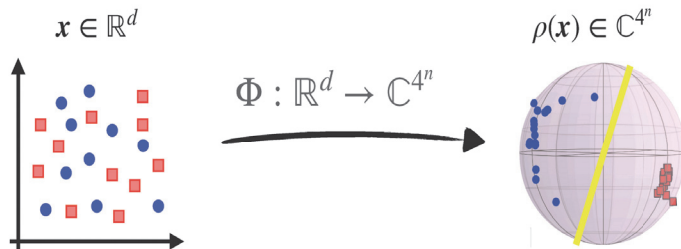
© 2025. Kyungdeock Park All rights reserved.

머신러닝을 위한 양자컴퓨팅

Quantum Machine Learning for Classical Data



- d -차원 데이터를 n -큐비트로 임베딩 및 처리:



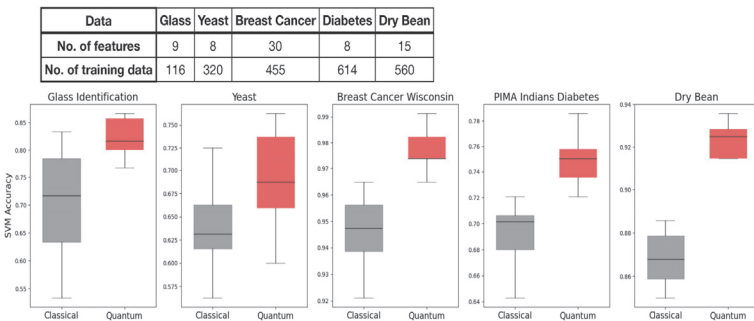
Linear model Nonlinear map

QML model: $f(w, x) = W \cdot \Phi(x)$

선형 모델 학습 전략: SVM (이론적 성질이 우수함)

- Case 1) $n = \log_2(d)$:
 - 이론: 지수적 양자 속도 향상 가능
 - 실제: QRAM과 FTQC 필요 → 근시일 내 실현 불가

SVM with classical vs. quantum kernel: Performance comparison



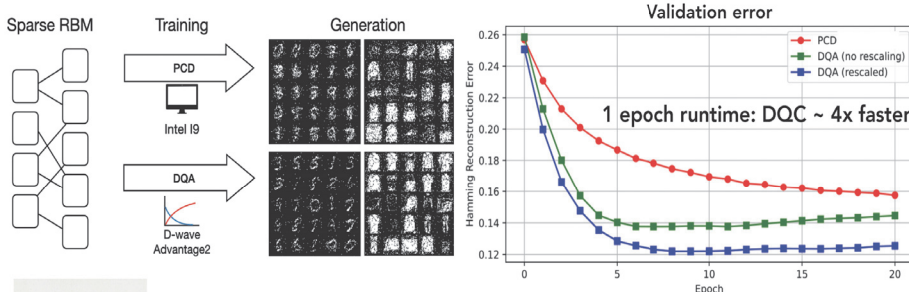
- Case 2) $n \sim d$:
 - 고전적으로 어려운 양자 feature map 활용
 - 모델 파라미터는 고전적으로 최적화
 - NISQ에 적합
 - 빅데이터에는 부적합
- 소규모이지만 복잡한 데이터에서 잠재적 이점

© 2025. Kyungdeock Park All rights reserved.

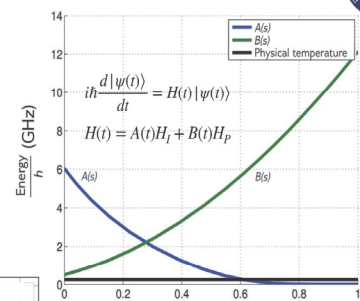
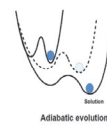
Generative Modeling via Quantum Annealing



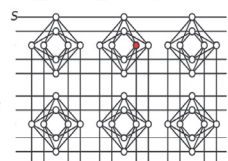
- 양자어닐러 (Quantum annealer):
 - 볼츠만 분포에 가까운 샘플을 생성하는 물리적 장치
 - 볼츠만 머신 (Boltzmann machine, BM) 학습에 활용 가능!
- 기존 고전 알고리즘보다 빠르고 정확한 학습 가능



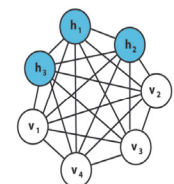
- 고전적 방법으로는 fully-connected BM 학습은 매우 어려움
 - RBM으로 구조 제한 후 효율적 학습 가능 → 현대 AI의 출발
- 전망: 1980년대 고려 대상에서 제외되었던 FC BM 학습의 부활!



Qubit Connectivity



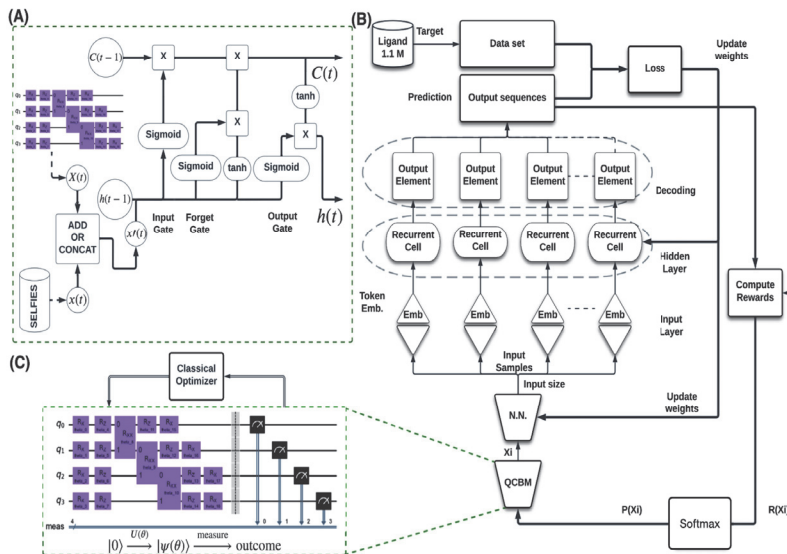
BM Connectivity



G Kim, J Gym, D Park. arXiv:2509.09374

© 2025. Kyungdeock Park All rights reserved.

Inverse Molecular Design via QC Hybrid Generative Learning

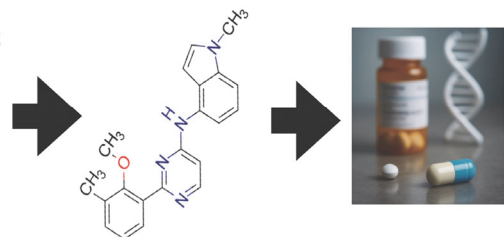
Brief Communication | [Open access](#) | Published: 22 January 2025

Quantum-computing-enhanced algorithm unveils potential KRAS inhibitors

Mohammad Ghazi Vakil, Christoph Gorgulla, Jamie Snider, Akshat Kumar Nigam, Dmitry Bezrukov, Daniel Varoli, Alex Aliper, Daniil Polykovsky, Krishna M. Padmanabha Das, Huel Cox III, Anna Lyakisheva, Ardalan Hosseini Mansob, Zhong Yao, Lela Bitar, Danielle Tahoulas, Dora Čerina, Eugene Radchenko, Xiao Ding, Jinxin Liu, FanYe Meng, Feng Ren, Yudong Cao, Igor Stagijar, Alan Aspuru-Guzik & Alex Zhavoronkov

Nature Biotechnology (2025) | [Cite this article](#)59k Accesses | 15 Citations | 262 Altmetric | [Metrics](#)

Chemistry42



- 양자컴퓨터는 고전적으로 어려운 분포에서 샘플링 가능
- 그러나 이러한 접근의 궁극적인 이론적·실용적 이점은 아직 탐구 중

양자컴퓨팅을 위한 머신러닝

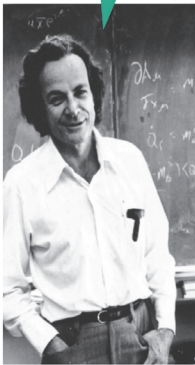


Quantum Eigensolvers: Why it Matters?

$$i\hbar \frac{d\psi(t)}{dt} = H(t)\psi(t)$$

$$H(t)\psi(t) = E(t)\psi(t)$$

Nature isn't classical, dammit,
and if you want to make a
simulation of nature, you'd better
make it quantum mechanical...



Chemistry & Materials

■ Molecular properties

▸ Core to drug discovery, battery and new materials research



Physics

■ Quantum many-body systems

▸ Central to exploring new physical phenomena



Optimization

■ Map combinatorial optimization to Hamiltonian eigenvalue problems

▸ Applications in logistics, finance, network design, etc.

Two possible directions for addressing quantum problems via classical ML models



▸ Quantum computer provides training data



▸ Quantum computer evaluates objective function

© 2025. Kyungdeock Park All rights reserved.

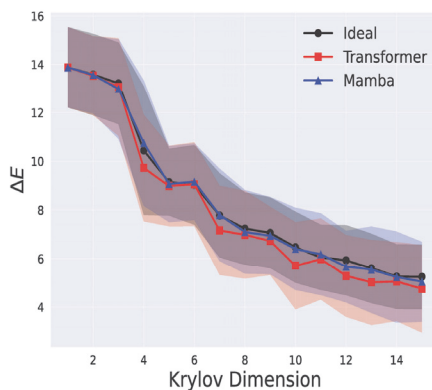
Generative Krylov Subspace Diagonalization



- **학습 데이터:** 어떤 시스템(해밀토니안)에 대해 미리 계산된 작은 크기의 해답 예시 ← 양자컴퓨터가 데이터 제공
- **Task:** 새로운 시스템에 대해 더 크고 풍부한 해답을 만들어내는 것
- **핵심 아이디어:** 한 번 학습하면, 고전 ML이 작은 데이터에서 배운 원리를 바탕으로 더 큰 해답 공간을 확장
- **결과:** 이후 문제 해결은 고전적으로 가능

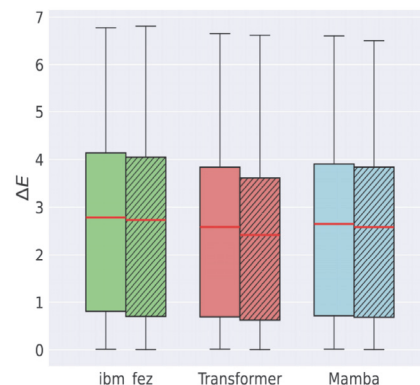
15-qubit simulation

1D Heisenberg Hamiltonian: $H(\vec{J}) = \sum_{ij} J_{ij}(X_i X_j + Y_i Y_j + Z_i Z_j)$



20-qubit experiment

1D XXZ chain: $H(\vec{J}) = \sum_{ij} J_{ij}(X_i X_j + Y_i Y_j) + Z_i Z_j$



© 2025. Kyungdeock Park All rights reserved.



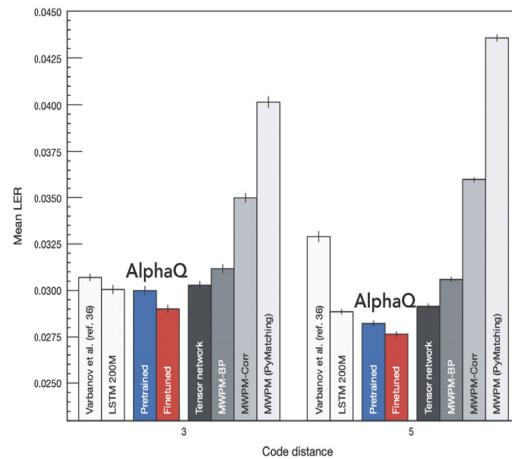
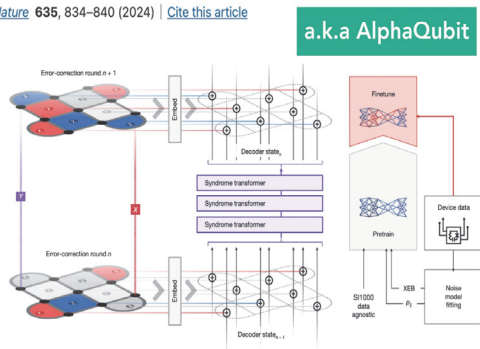
Neural Decoder for QEC

- 양자 오류 보정(QEC)은 확장성 있는 양자컴퓨터 개발에 필수
- QEC에서는 디코더(decoder)가 측정 결과로부터 어떤 오류가 발생했는지 추론
- 디코딩은 정확하고 빠르게 이루어져야 함

Learning high-accuracy error decoding for quantum processors

Johannes Bausch, Andrew W. Senior, Francisco J. H. Heras, Thomas Edlich, Alex Davies, Michael Newman, Cody Jones, Kevin Satzinger, Murphy Yuezhen Niu, Sam Blackwell, George Holland, Dvir Kafri, Juan Atalaya, Craig Gidney, Demis Hassabis, Sergio Boixo, Hartmut Neven & Pushmeet Kohli

Nature 635, 834–840 (2024) | Cite this article

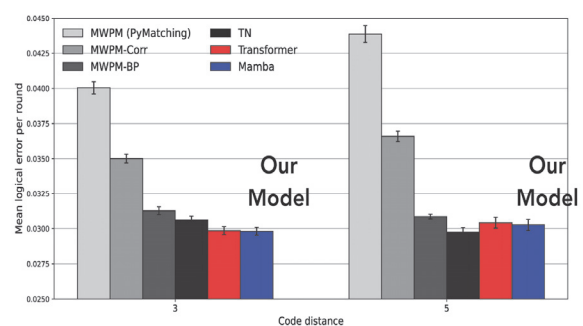
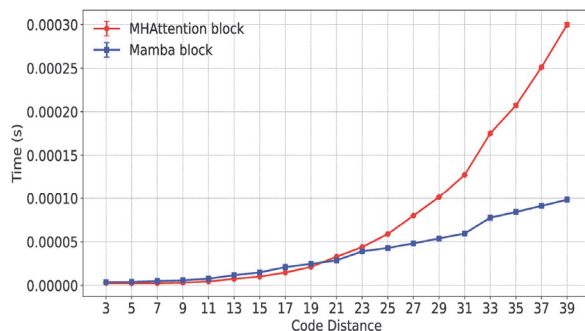
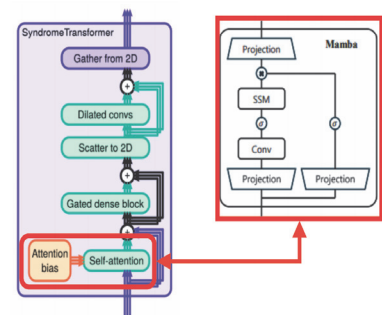


⚠ Great performance, but inference yet too slow for real-time decoding

Neural Decoder for QEC



- AlphaQubit보다 더 가벼운 ML-기반 디코더를 만들 수 있을까?
- 약간의 정확도 손실이 있더라도, 더 빠른 디코더는 가치 있음
- Code distance d 에 따른 추론 시간 스케일링:
 - Attention-기반 (e.g. AlphaQubit): $O(d^4)$
 - Our method: $O(d^2)$





Summary

◆ 양자-고전 하이브리드 컴퓨팅:

💡 계산과학, 데이터과학, 인공지능에서 두 패러다임의 장점을 결합, 단점을 보완

↳ 🚀 고전적 계산만으로는 도달할 수 없는 영역으로 도약

- 머신러닝을 위한 양자컴퓨팅
 - ▶ 예측 모델: 복잡한 소규모 데이터에 적합
 - ▶ 생성 모델:
 - 역방향 분자 설계
 - 볼츠만머신의 부활
 - ▶ 양자 데이터: 양자 센싱 응용

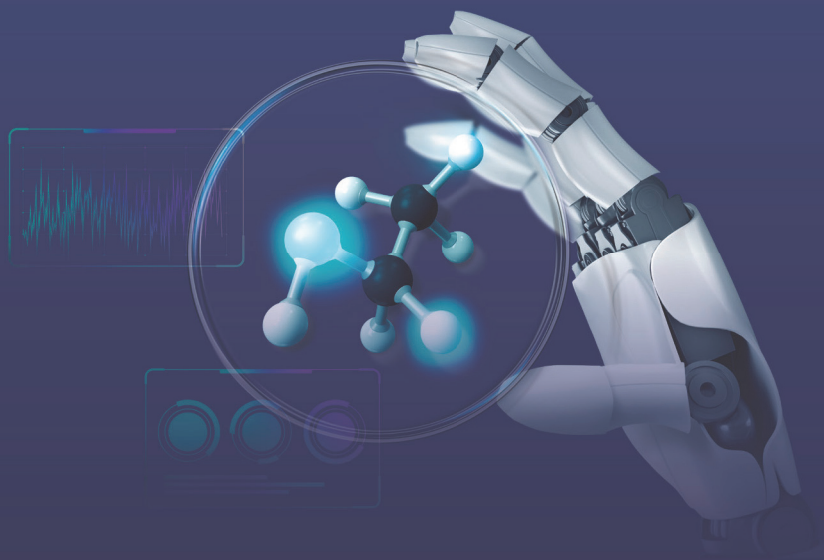


- 양자컴퓨팅을 위한 머신러닝
 - ▶ 양자 최소 곱셈 추정
 - 계산화학, 다체물리 등 양자시뮬레이션
 - 최적화 응용
 - ▶ 양자 오류 보정

주제발표 2

AI를 활용한 물질 연구/소자 설계 및 정밀 측정

이인호 한국표준과학연구원 책임연구원



AI를 활용한 물질 연구/소자 설계 및 정밀 측정

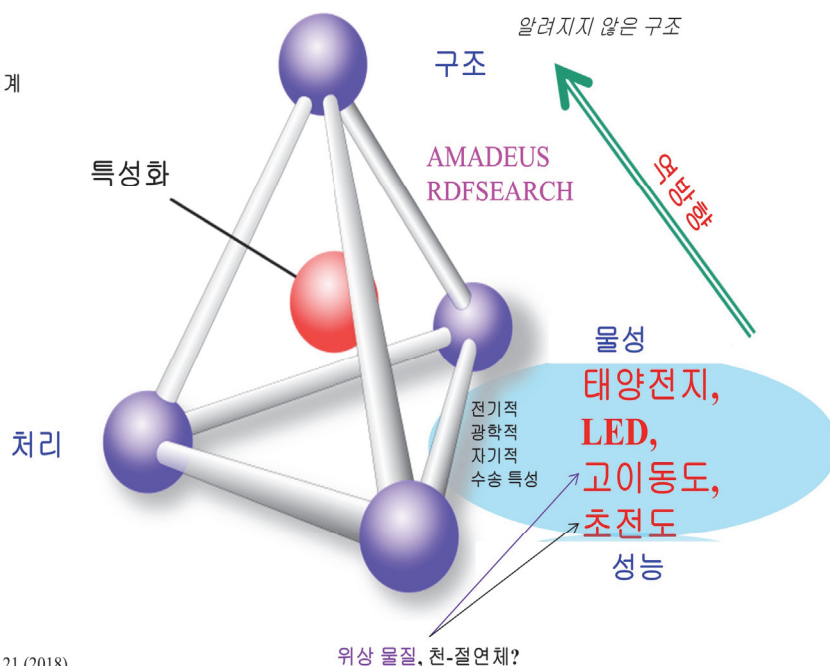
이인호
한국표준과학연구원
ihlee@kriss.re.kr

한국과학기술한림원, September 29, 2025

KRISS

처리-구조-물성-성능

원하는 초기능성 결정구조 탐색/설계
전자구조 최적화



Nature **402**, 60 (1999), Nature Rev. Chem. **2**, 0121 (2018).
https://en.wikipedia.org/wiki/Materials_science

<https://github.com/inholeegithub/winter2022/tree/main/amadeus>

2
KRISS

Conformational Space Annealing (CSA)

- 유전 알고리즘(변이, 교차)
- 국소 최적화
- 다양성
- 거리 측정(해들 사이의 거리)

단백질 구조 예측 {CASP experiments}

X-ray 데이터 → 결정구조

NMR 데이터 → 결정구조

생명정보학

LJ clusters

외판원 문제

반응경로 예측 (Action-CSA)

초기능성 물질/소자-설계

.....

<https://github.com/inholeegithub/winter2022/tree/main/amadeus>

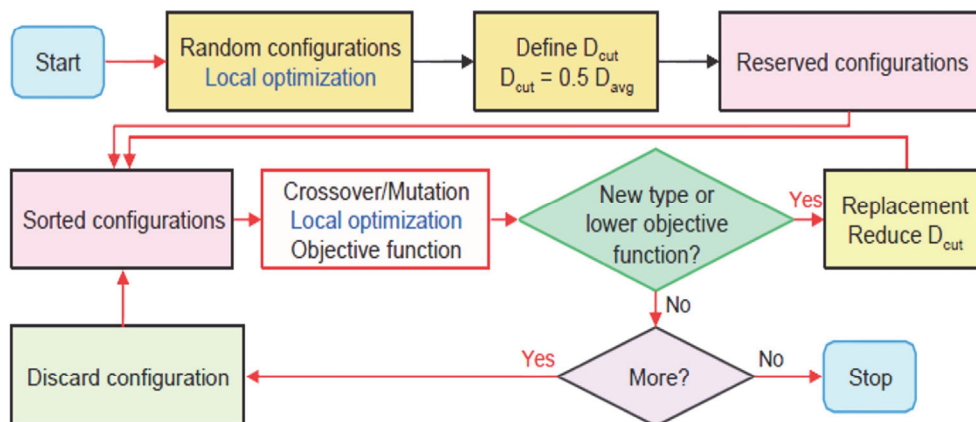
J. Comput. Chem. **18**, 1222 (1997); Phys. Rev. Lett. **91**, 080201 (2003); Comput. Phys. Commun. **203**, 110 (2016).

3

KRISS

AMADEUS 프로그램 개발

AMADEUS (*Ab initio* Materials DESIGN Using conformational Space annealing)



광역 최적화

- 유전 알고리즘
- 풀림 시능
- 국소 최적화

제일원리 전자구조 계산

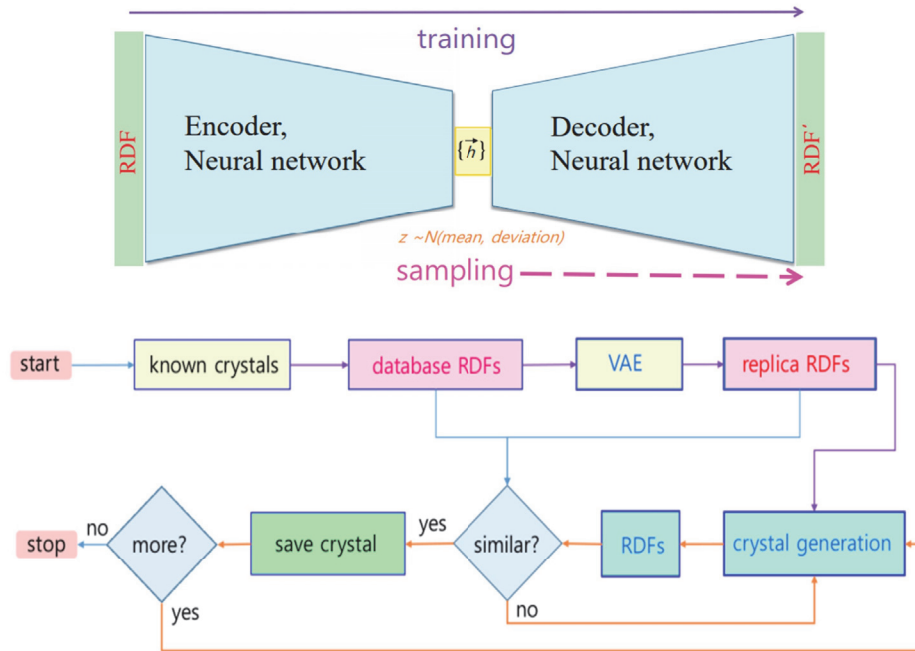
<https://github.com/inholeegithub/winter2022/tree/main/amadeus>

Comp. Phys. Commun. **203**, 110 (2016). Phys. Rev. Lett. **91**, 080201 (2003).

4

KRISS

데이터베이스를 활용한 결정구조 생성 모델 개발



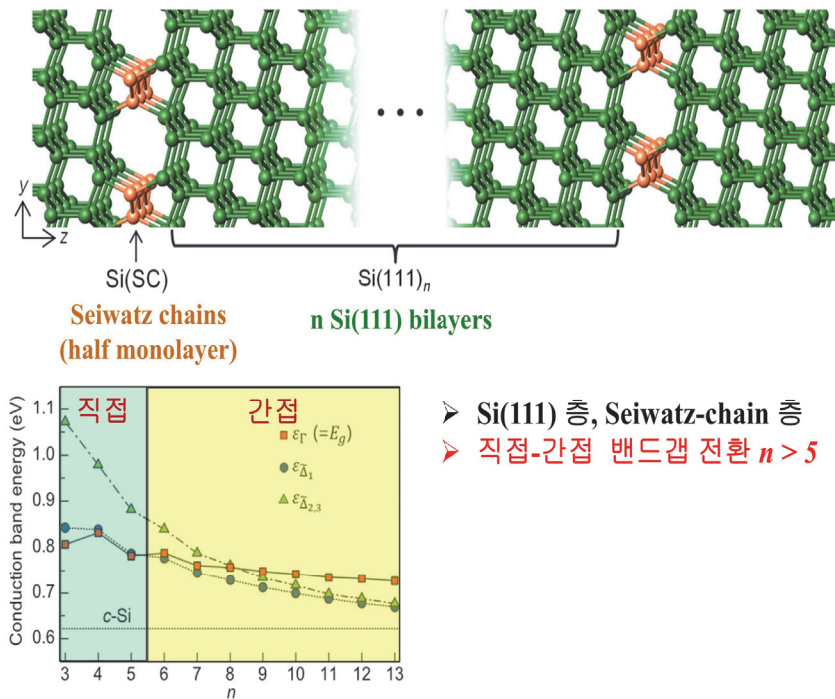
<https://github.com/inholeegithub/winter2022/tree/main/rdfsearch>

Comput. Mat. Sci. **194**, 110436 (2021); Comput. Phys. Commun. **292**, 108889 (2023).

5

KRISS

Si 초격자 (직접-밴드갭이 나올 수 있게 해주세요. 밴드갭 크기도 1 eV.)



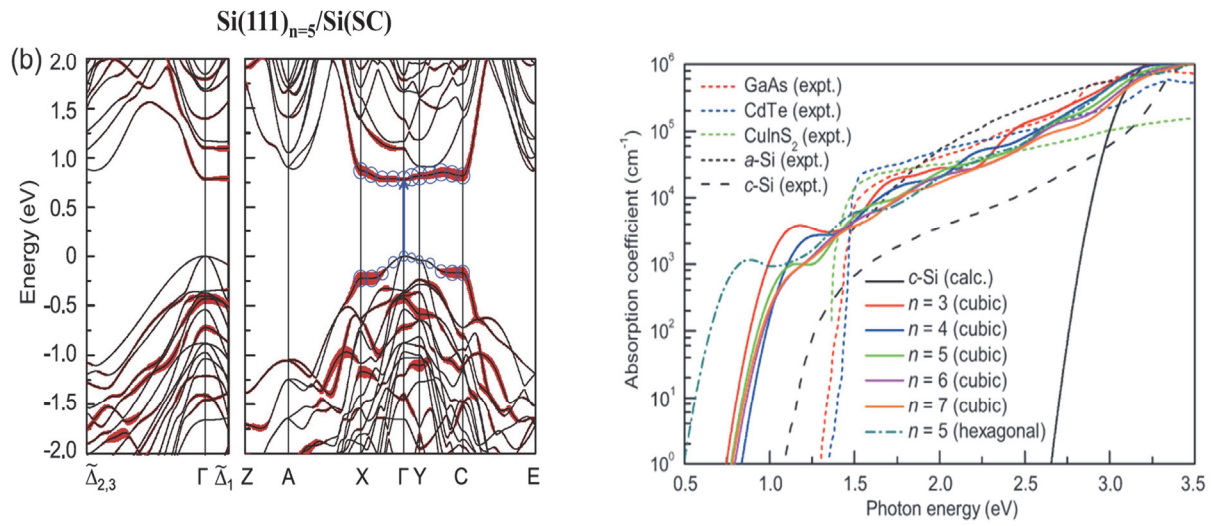
- Si(111) 층, Seiwatz-chain 층
- 직접-간접 밴드갭 전환 $n > 5$

Sci. Rep. **5**, 18086 (2015).

6

KRISS

전자구조, 광흡수 스펙트럼



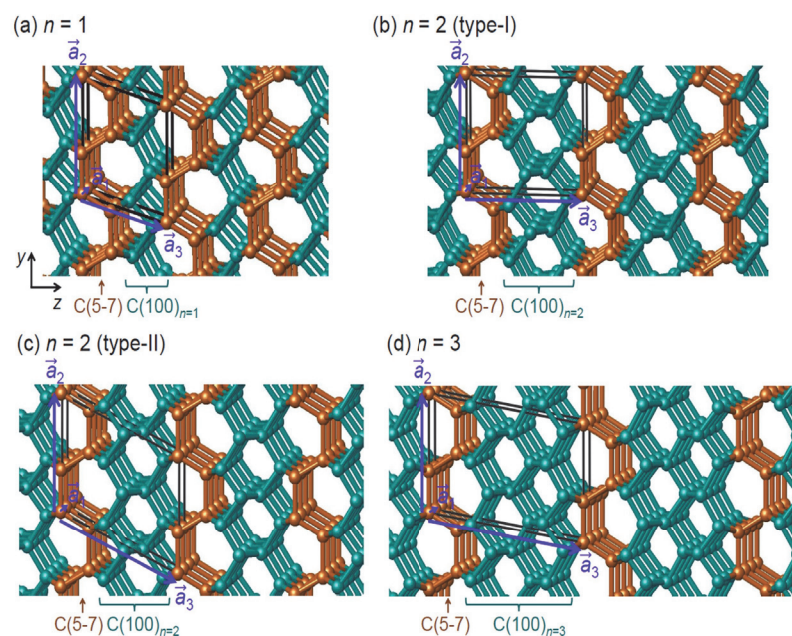
- 광흡수 계수: GaAs, CdTe, CuInS₂
- Spectroscopic limited maximum efficiency (SLME) = 27% ~ 31%
- Shockley-Queisser limit 33.7%
- CuInSe₂ = 27.9%
- 태양광 소재

Sci. Rep. 5, 18086 (2015).

7
KRISS

직접-밴드갭, 탄소 초격자(직접-밴드갭이 나올 수 있게 해주세요.)

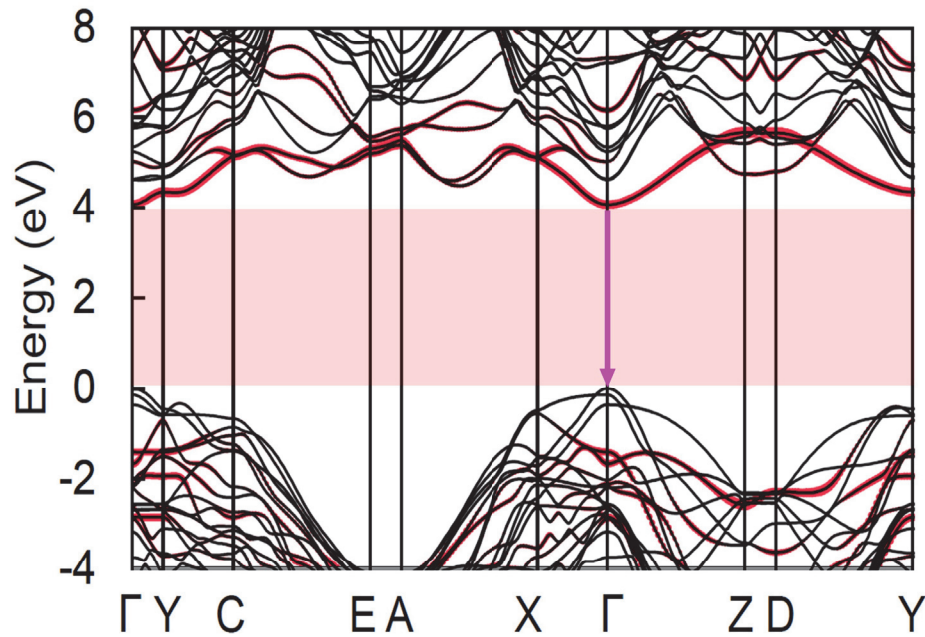
밴드갭: 5.6 ~ 5.9 eV, 210 ~ 221 nm



Phys. Rev. B 93, 085201 (2016).

8
KRISS

다이폴-허용, 직접 밴드갭

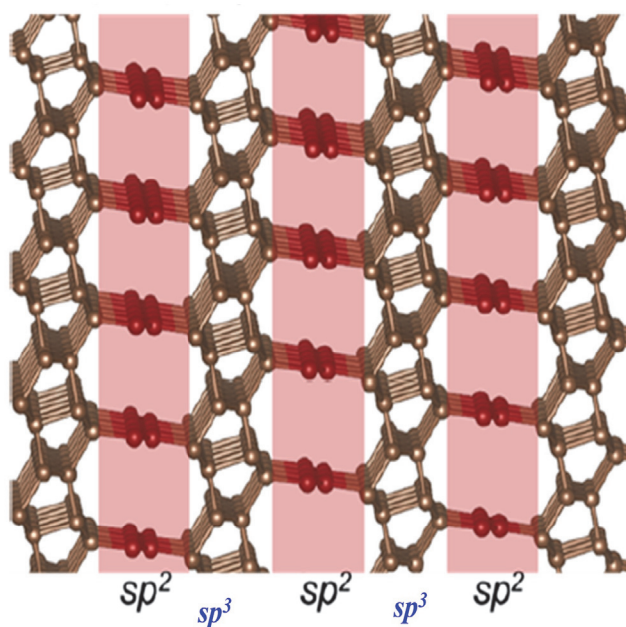


Phys. Rev. B 93, 085201 (2016).

9
KRISs

탄소 위상준금속(위상 밴드구조를 가지는 신물질을 찾아 주세요.)

- sp^2 , sp^3 결합 네트워크
- 새로운 위상물질 ($m-C_8$)
 - monoclinic $C2/m$ space group
 - 8 atoms per unit cell



NPG Asia Materials 9, e361 (2017).

10
KRISs

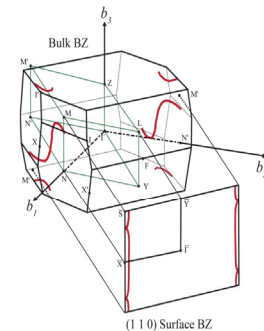
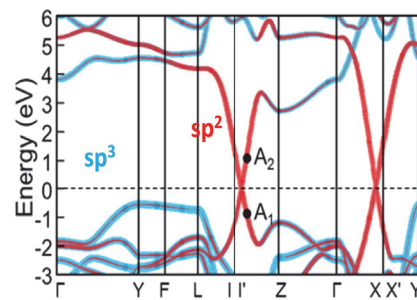
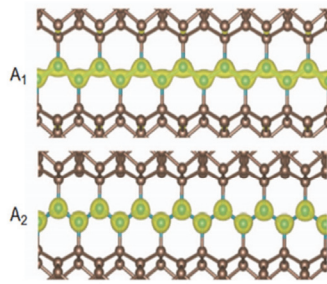
위상학적 특성, 표면상태

➤ 위상학적 특성

- Protected by inversion and time-reversal symmetries
- Nontrivial Z_2 topological invariants (0:111)

➤ 표면상태

- Drumhead surface state

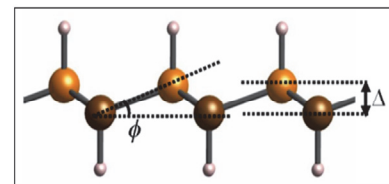
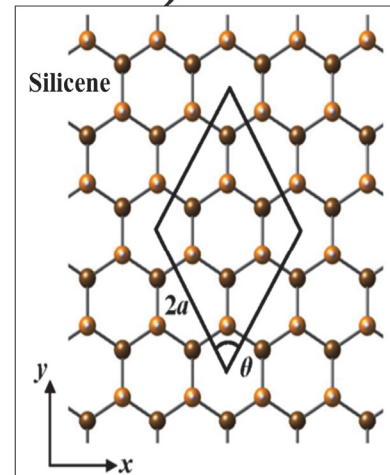
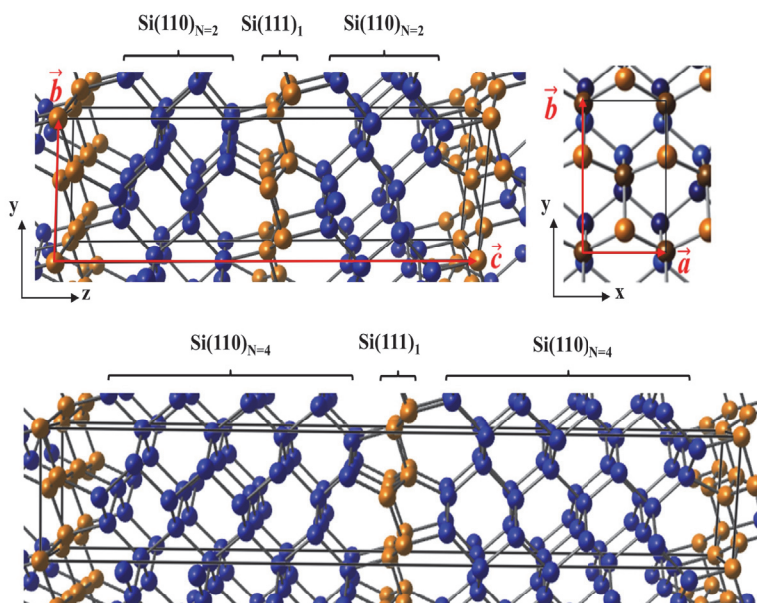


NPG Asia Materials 9, e361 (2017).

11

KRISS

초격자에 포획된 실리신 (위상 밴드구조)

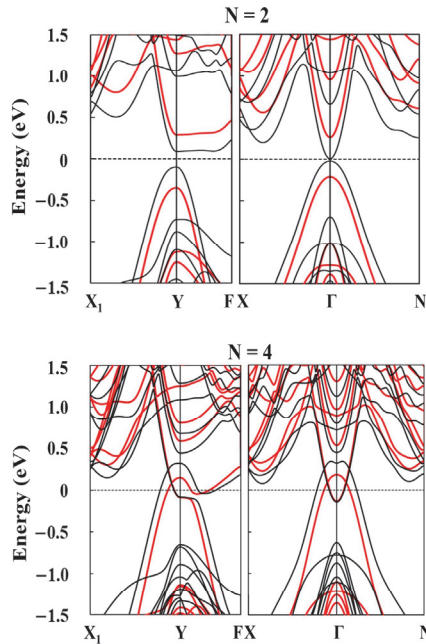


J. Phys. Chem. C 123, 1839 (2019).

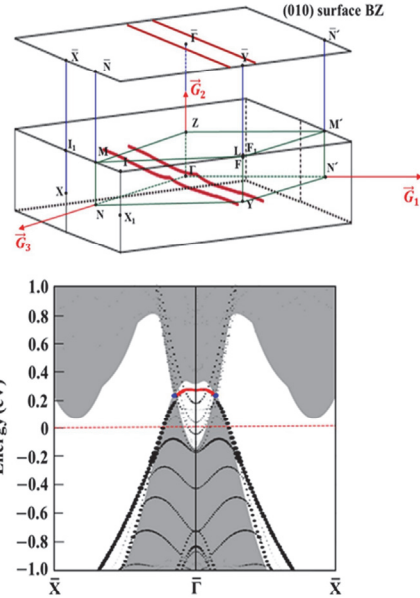
12

KRISS

Si(110)₄/Si(111)



➤ The band inversion occurs for $N \geq 4$



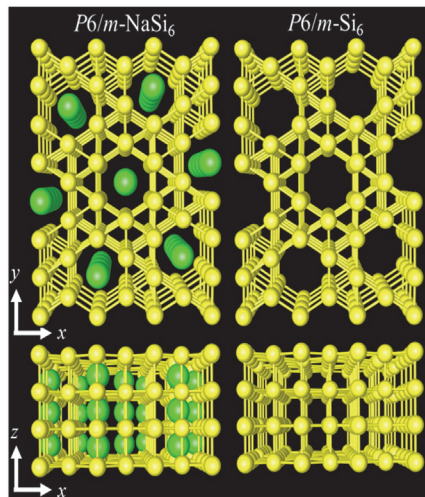
➤ Topologically protected (010)-surface band

13

J. Phys. Chem. C **123**, 1839 (2019).

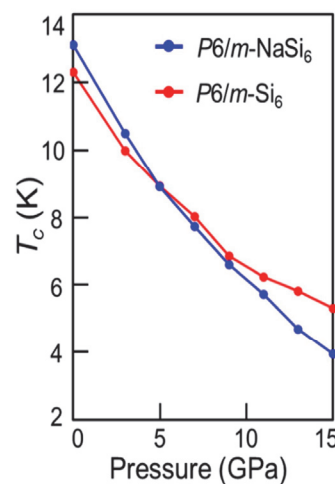
KRISS

초전도체 $P6/m$ -NaSi₆, $P6/m$ -Si₆



- $P6/m$ 공간군
- Simple hexagonal with open channels
- Na atoms along open channels
- 상온/상압에서 안정
- 금속

T_c 압력 의존성



➤ 상압에서 초전도체

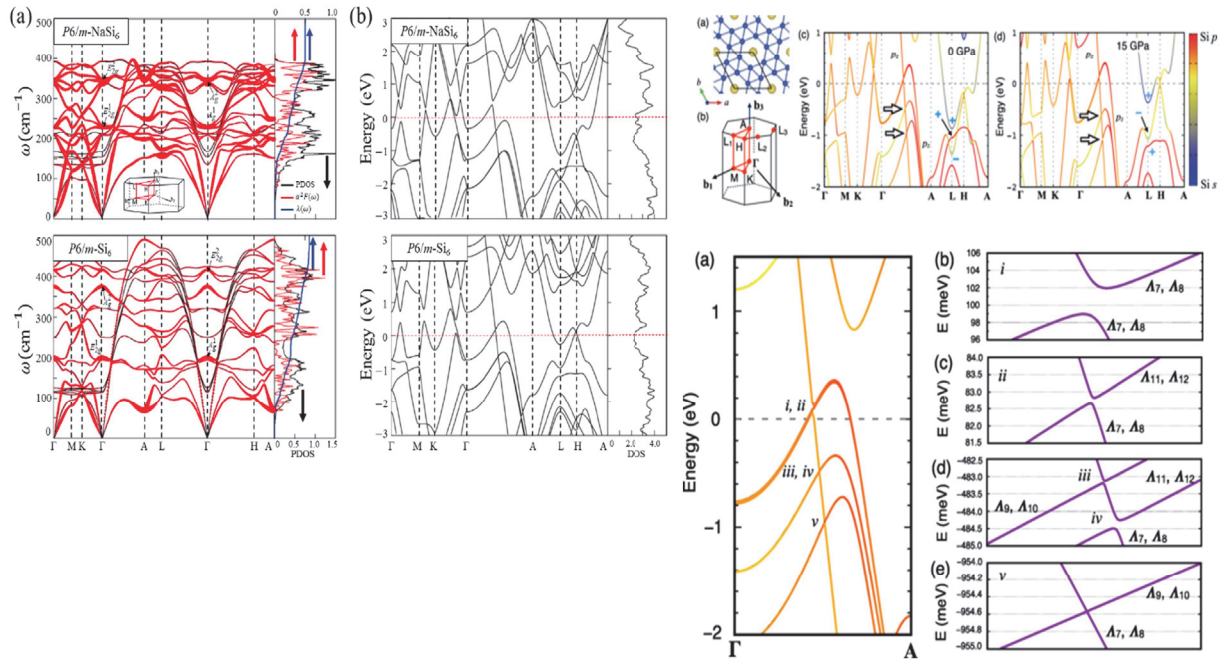
- $T_c = 13.1$ K for $P6/m$ -NaSi₆
- $T_c = 12.2$ K for $P6/m$ -Si₆

14

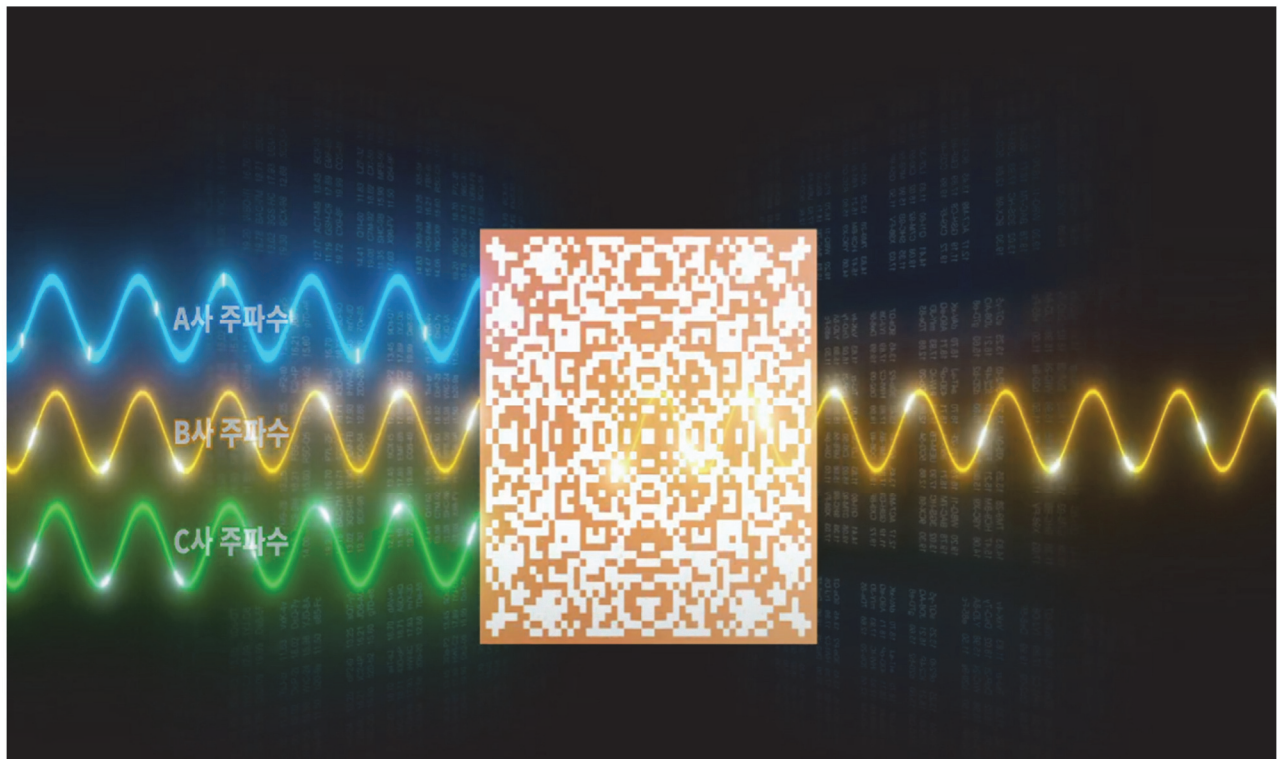
Phys. Rev. Lett. **120**, 157001 (2018); Phys. Rev. B **107**, 115127 (2023).

KRISS

$\text{Na}_{1-x}\text{Si}_x$



15

Phys. Rev. Lett. **120**, 157001 (2018); Phys. Rev. B **107**, 115127 (2023).
KRISS


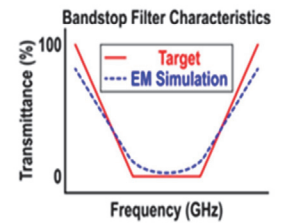
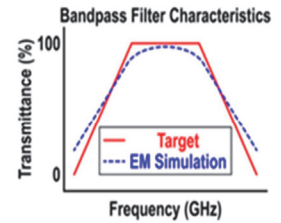
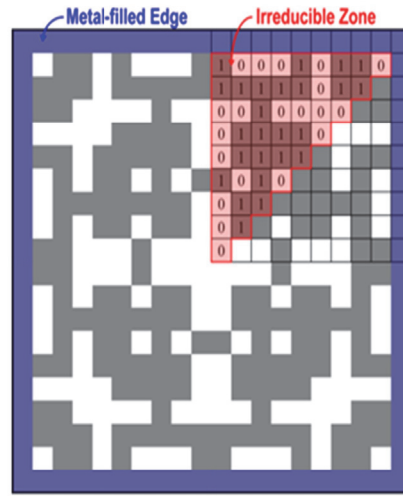
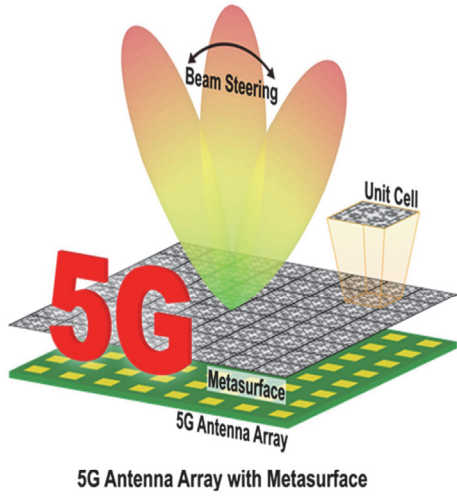
16

<https://www.youtube.com/watch?v=4vw6wVP81No&list=PLTiv6N2kNYZamqDqPdGSBDN1Gc6rW-KET&index=11>
KRISS

메타표면 설계 5G 밀리미터 파

목적 함수

$$f(\vec{x}) = \sum_{k=1}^N |T_{\text{target}}(v_k) - T_{EM}(v_k; \vec{x})|.$$



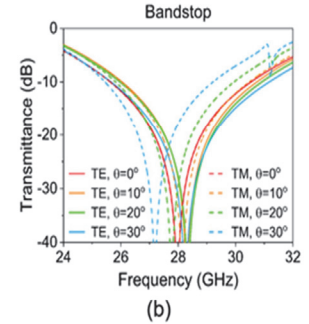
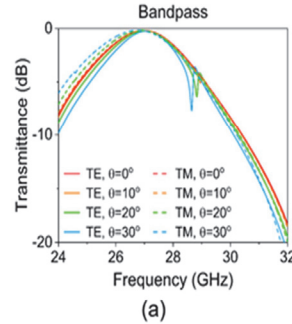
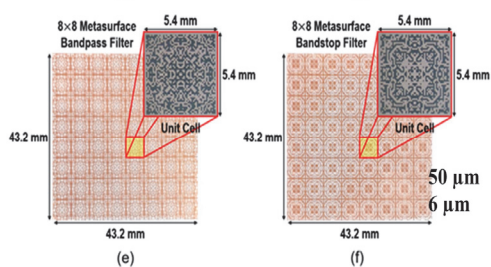
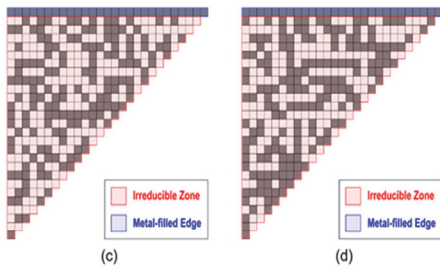
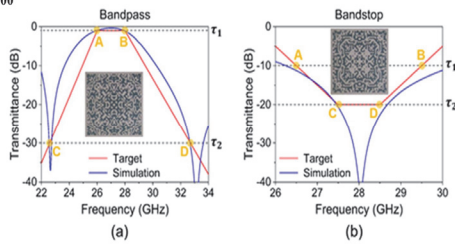
50 μm thick flexible polyethylene terephthalate film
6 μm thick copper foil

17

IEEE Access 9, 29764 (2021); Appl. Phys. Lett. 119, 174101 (2021); IEEE Ant. Wir. Prop. Lett. 23, 1536 (2024); J. Appl. Phys. 137, 213108 (2025). License-out

KRISS

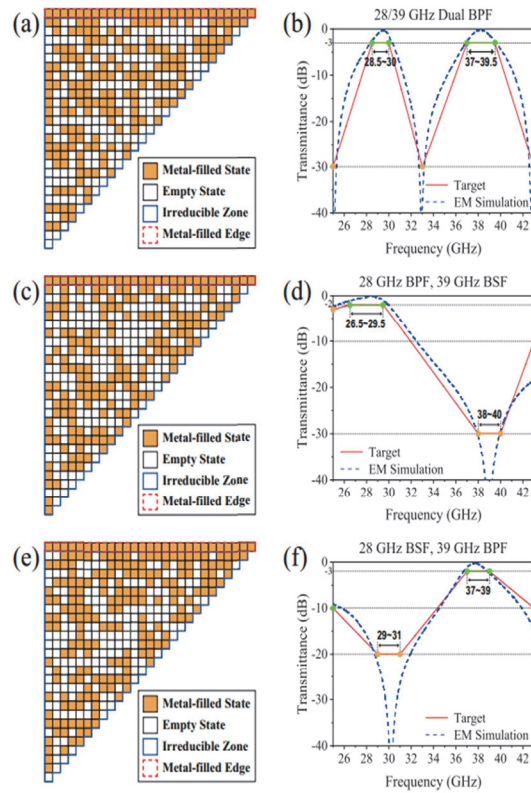
googol= 10^{100}



18

IEEE Access 9, 29764 (2021); Appl. Phys. Lett. 119, 174101 (2021); IEEE Ant. Wir. Prop. Lett. 23, 1536 (2024); J. Appl. Phys. 137, 213108 (2025). License-out

KRISS

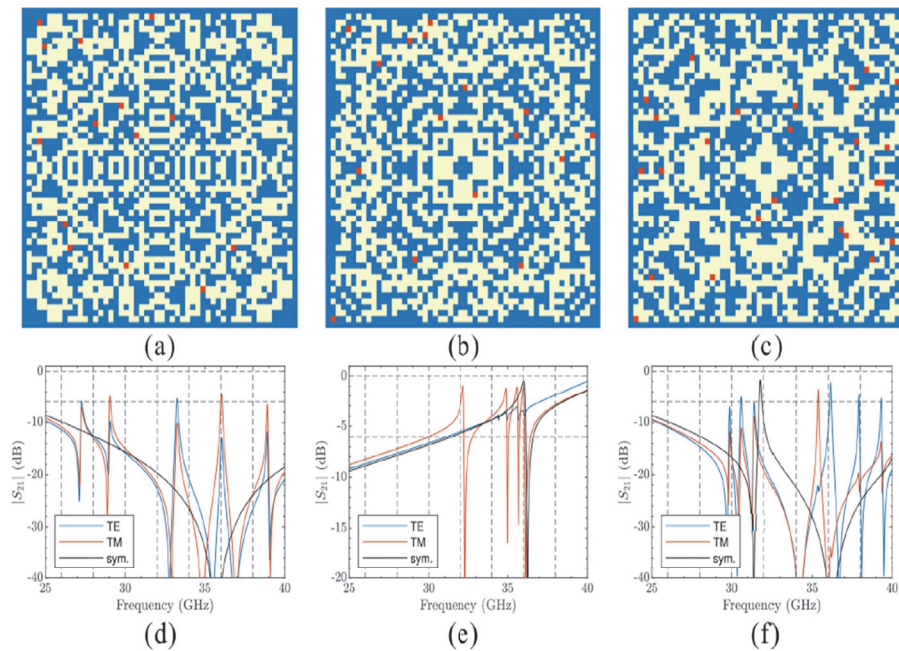


19

IEEE Access 9, 29764 (2021); Appl. Phys. Lett. 119, 174101 (2021); IEEE Ant. Wir. Prop. Lett. 23, 1536 (2024); J. Appl. Phys. 137, 213108 (2025). License-out

KRISS

고품질 인자 공명, 비대칭 단위셀

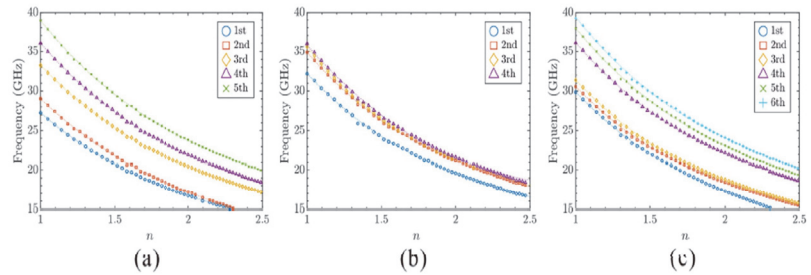
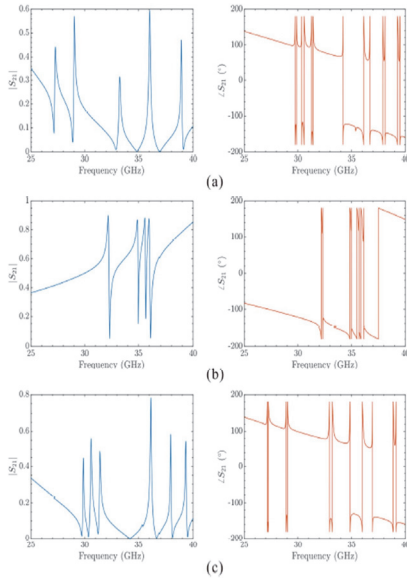


20

J. Appl. Phys. 137, 213108 (2025).

KRISS

고품질 공진들: 메타표면



$$S = \frac{\Delta f}{\Delta n},$$

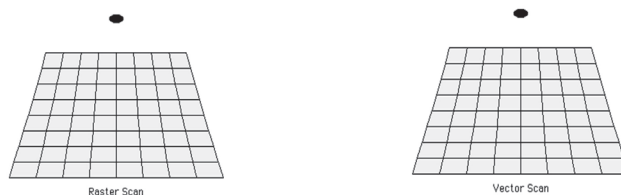
$$FOM = \frac{S}{FWHM}.$$

J. Appl. Phys. **137**, 213108 (2025).

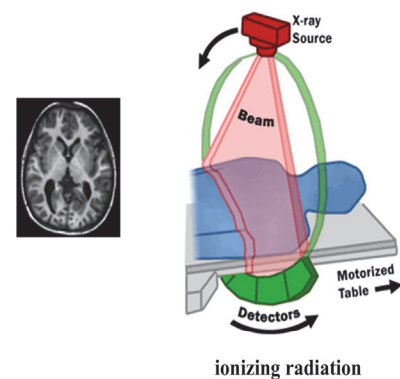
21

KRISS

빠르고 정밀한 측정



- Laser printer
- SEM(scanning electron microscopy)
- AFM/STM/STS
- CT
- MRI
- Quantum gates(single electron transport)



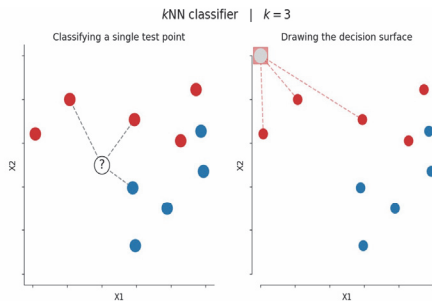
computed tomography scan (CT scan)

22

KRISS

<https://web.cecs.pdx.edu/~jeske/litho/scanning.html>
https://en.wikipedia.org/wiki/CT_scan
https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_resonance_imaging

k -최인접(KNN) 회귀: $O(n)$



많은 수의 KNN 회귀 모델들

→ 베이지 추론

→ 평균, 분산

Gaussian process(GP): $O(n^3)$

$p(\vec{f} | \vec{x}) \sim \mathcal{N}(\vec{f} | \vec{\mu}, K)$ (normal distribution, mean : $\vec{\mu}$, covariance : K).

$p(\vec{f}_* | \vec{X}_*, \vec{X}, \vec{f}) \sim \mathcal{N}(\vec{f}_* | \vec{\mu}_*, K_*)$ (normal distribution, mean : $\vec{\mu}_*$, covariance : K_*),

$$\vec{\mu}_* = K_*^T K^{-1} \vec{f},$$

$$K_* = K_{**} - K_*^T K^{-1} K_*,$$

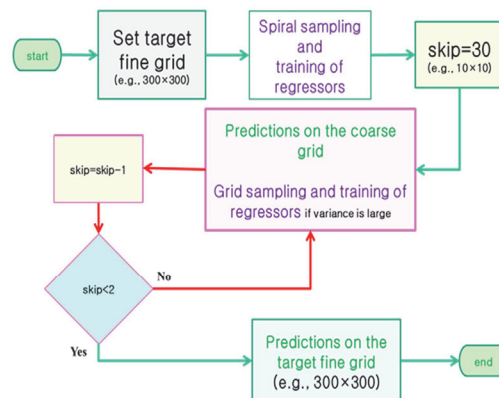
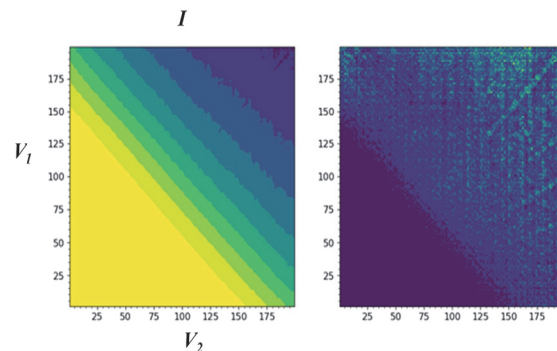
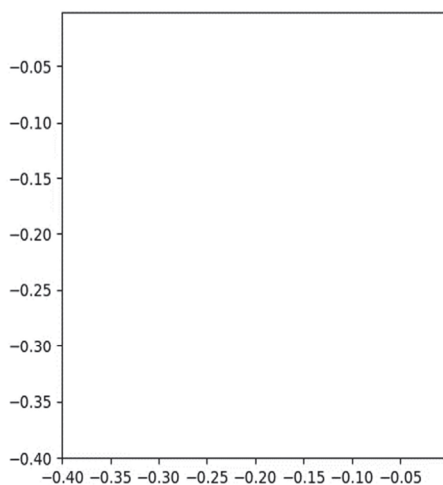
https://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian_process

https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm#/media/File:KNN_decision_surface_animation.gif

23

KRISS

예제



24

unpublished (2025). https://github.com/inholeegithub/Bayesian_Inference

KRISS

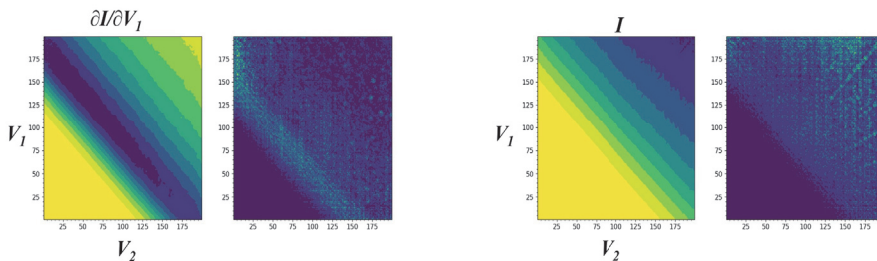
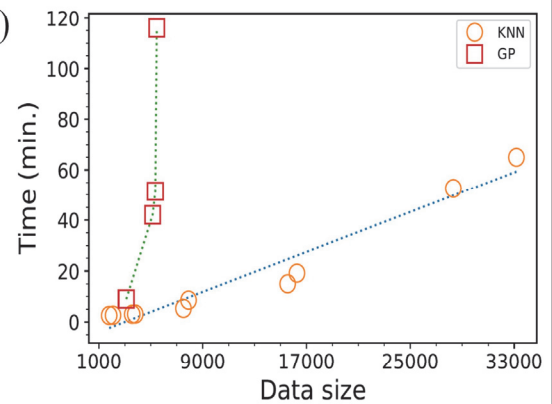
분산, 계산 복잡도 $O(n)$

Raster scan 응용(SEM, AFM, STM/STS, CT, MRI,)

베이지스 추론 : 평균, 분산

Gaussian process(GP), k -최인점(KNN) regressors

$O(n)$ vs $O(n^3)$, 큰 크기의 데이터 ($n > 5000$)



unpublished (2025), https://github.com/inholeegithub/Bayesian_Inference

25

KRIS

결론

- 광역 최적화, 생성 모델 (계산 방법 개발)
- 태양광 전지 소재, LED 소재, 고이동도 소재
- 위상 소재, 위상 초전도 소재
- 메타표면 설계(5G, 센서)
- 고분해능, 가속화된 raster scan

<https://github.com/inholeegithub/winter2022/tree/main/amadeus>
<https://github.com/inholeegithub/winter2022/tree/main/rdsearch>
https://github.com/inholeegithub/Bayesian_Inference

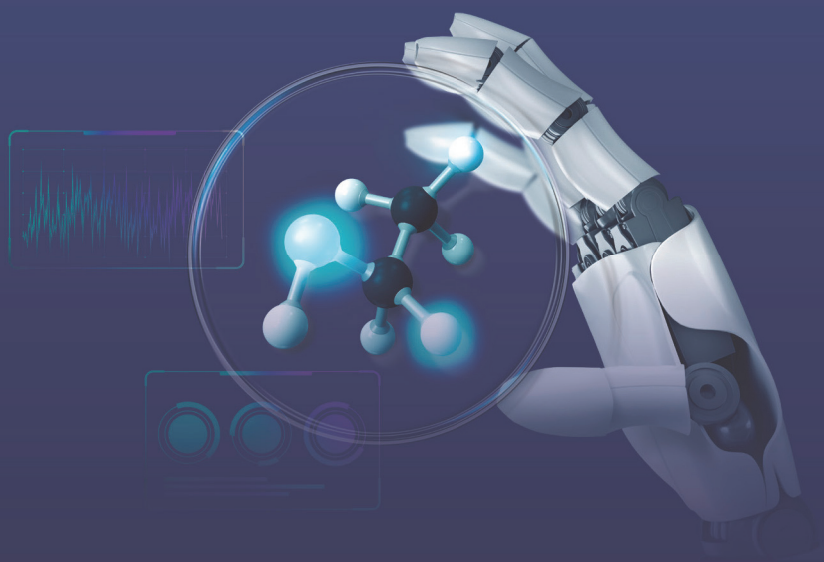
26

KRIS

주제발표 3

대규모 천문우주 탐사시대, AI로 날개 달기

홍성욱 한국천문연구원 책임연구원

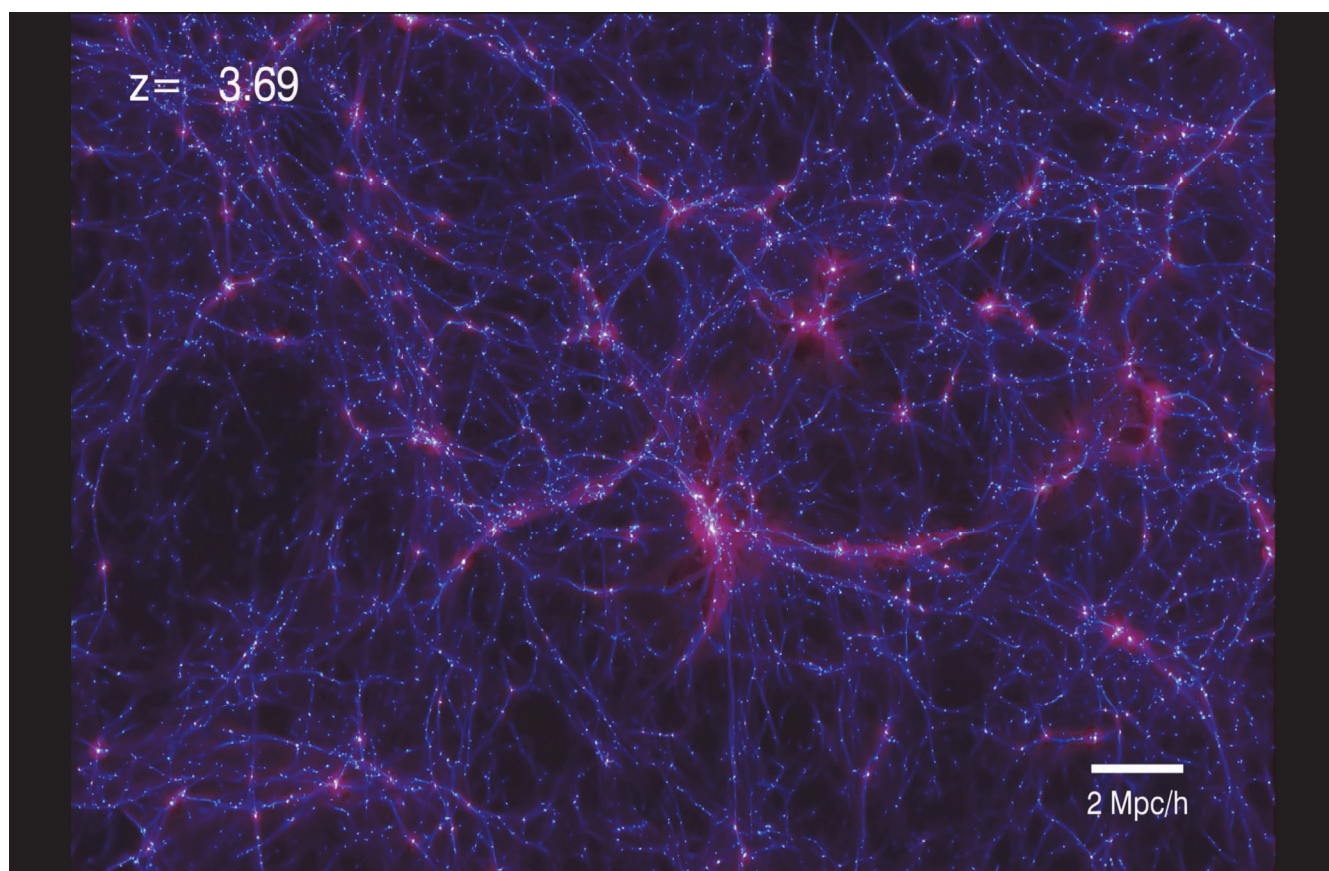


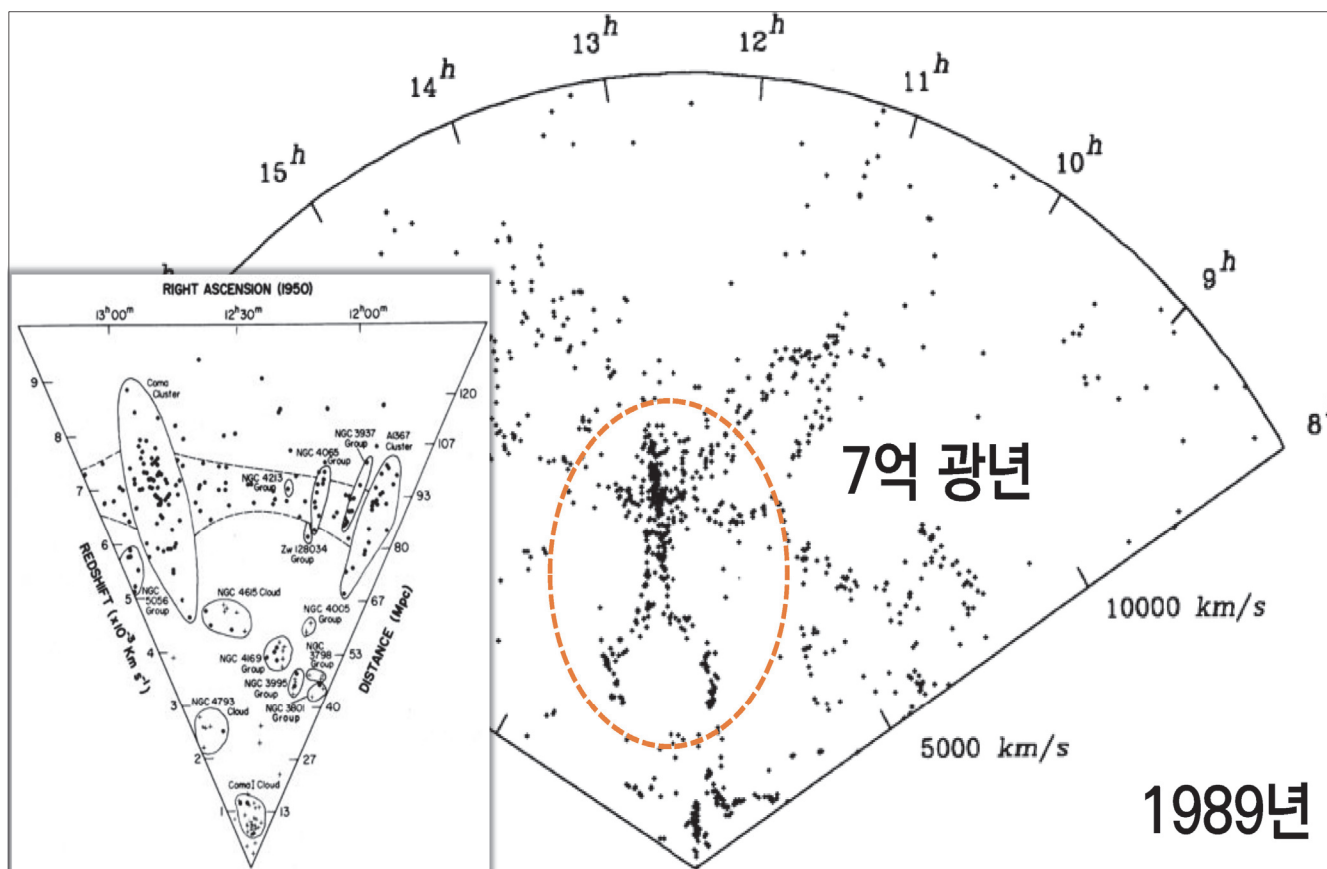
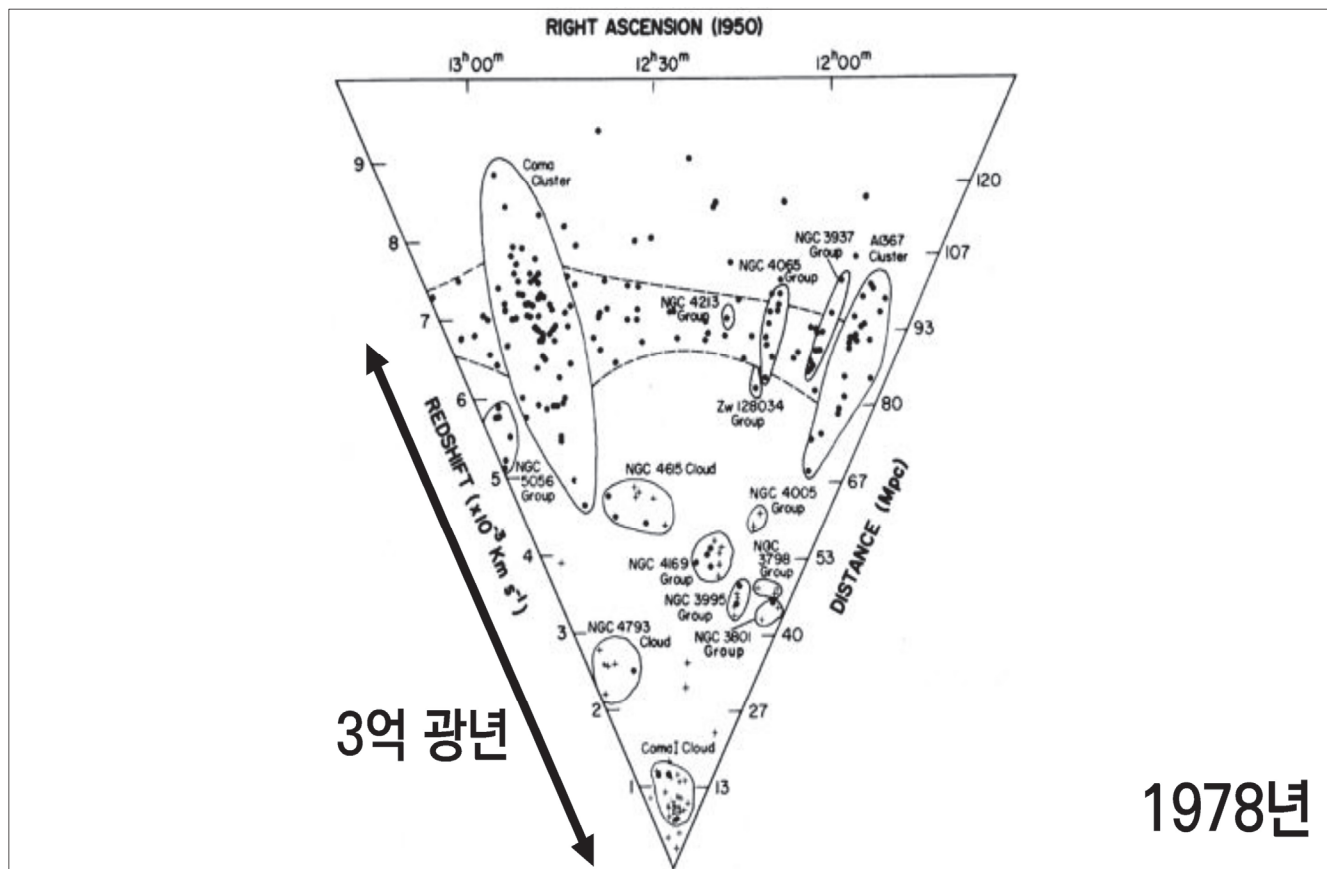
대규모 천문우주 탐사시대, AI로 날개 달기

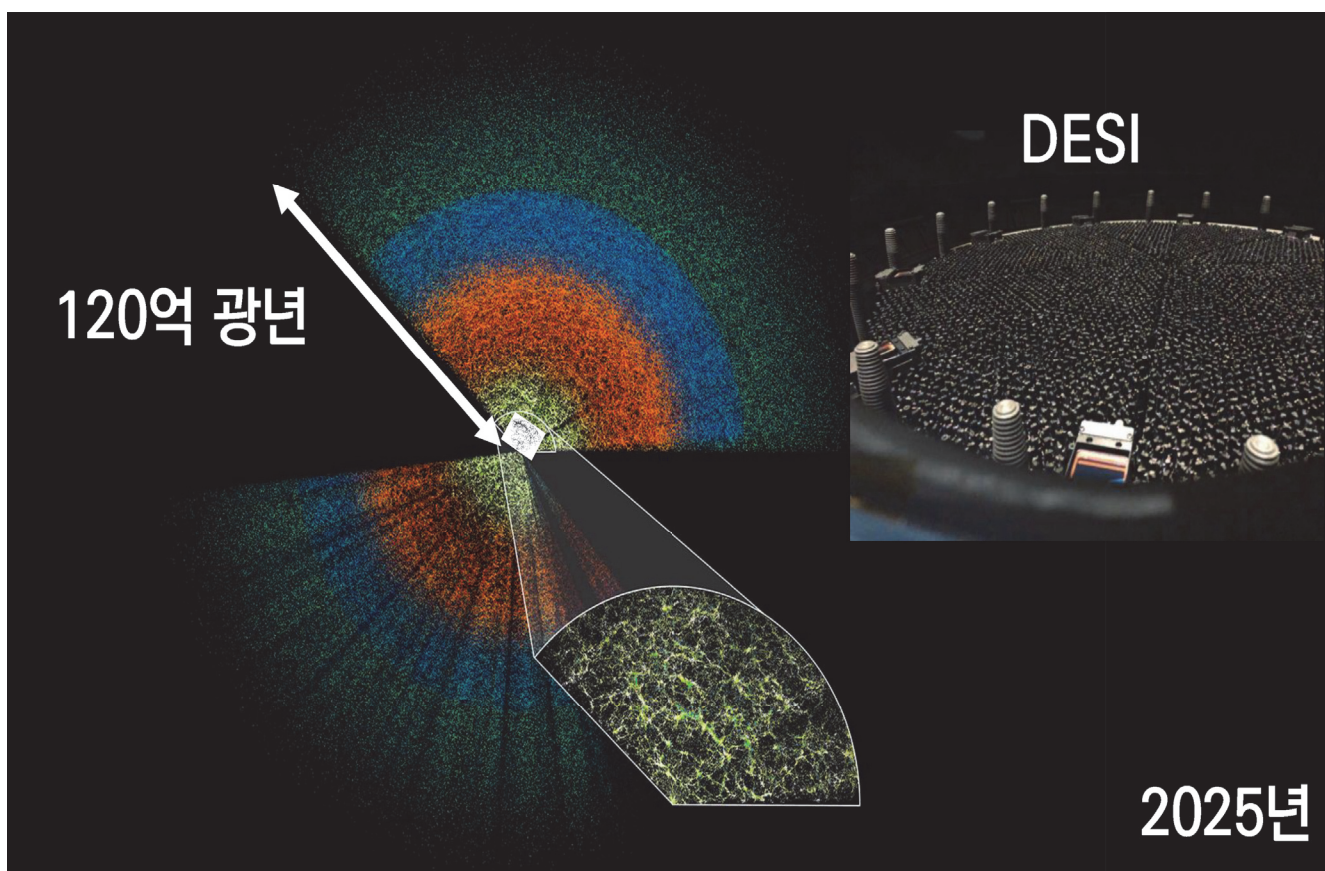
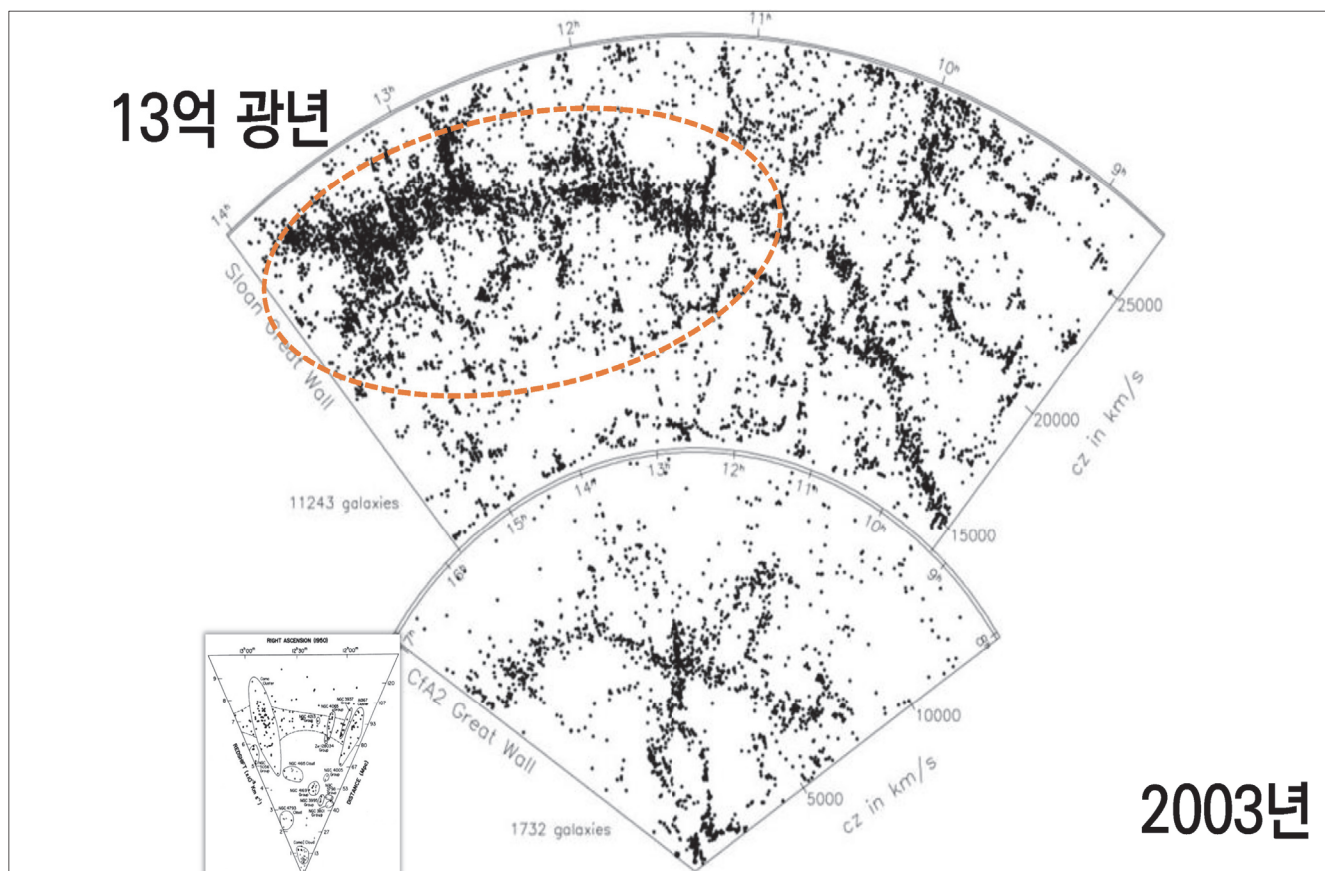
홍성욱

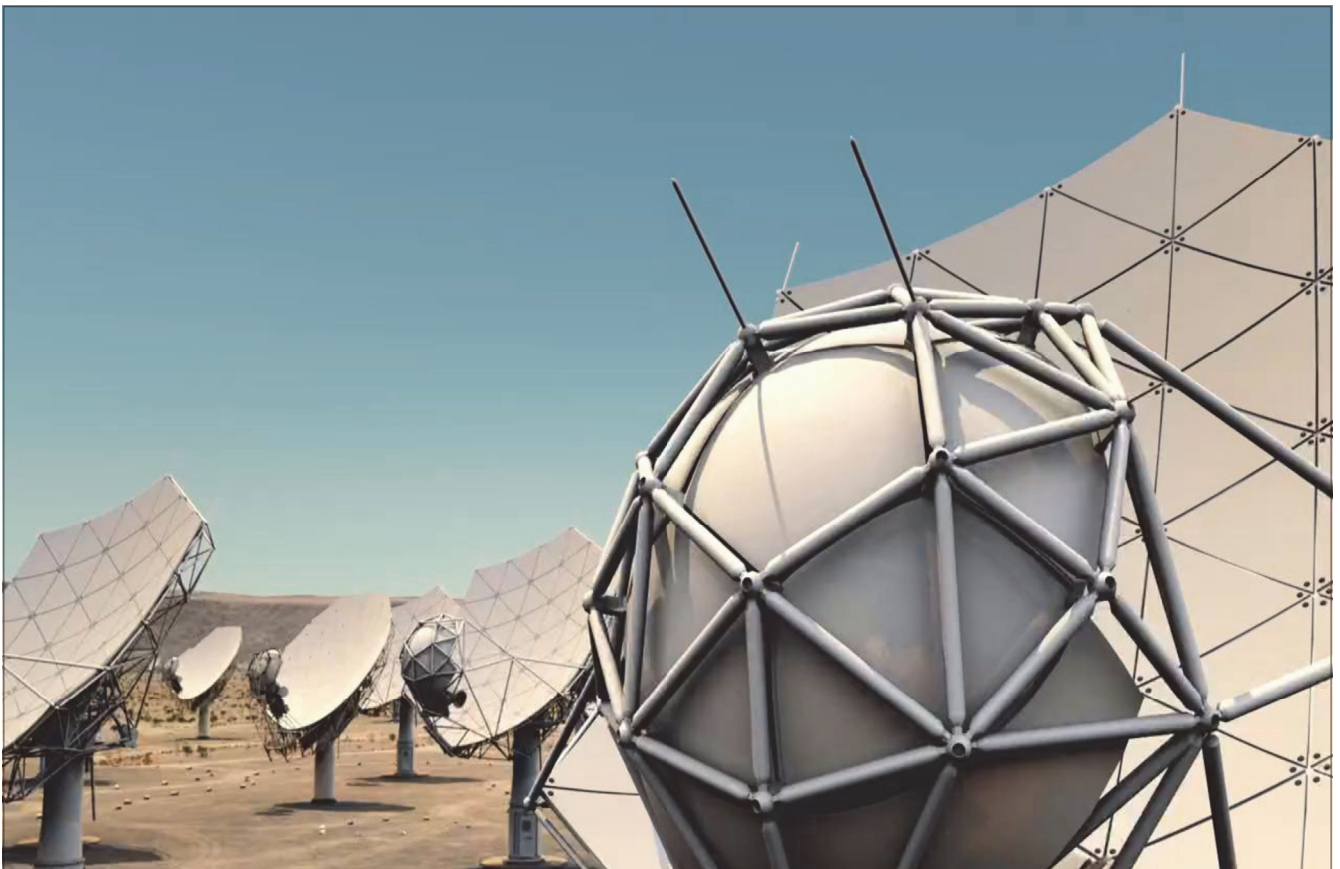
한국천문연구원 책임연구원

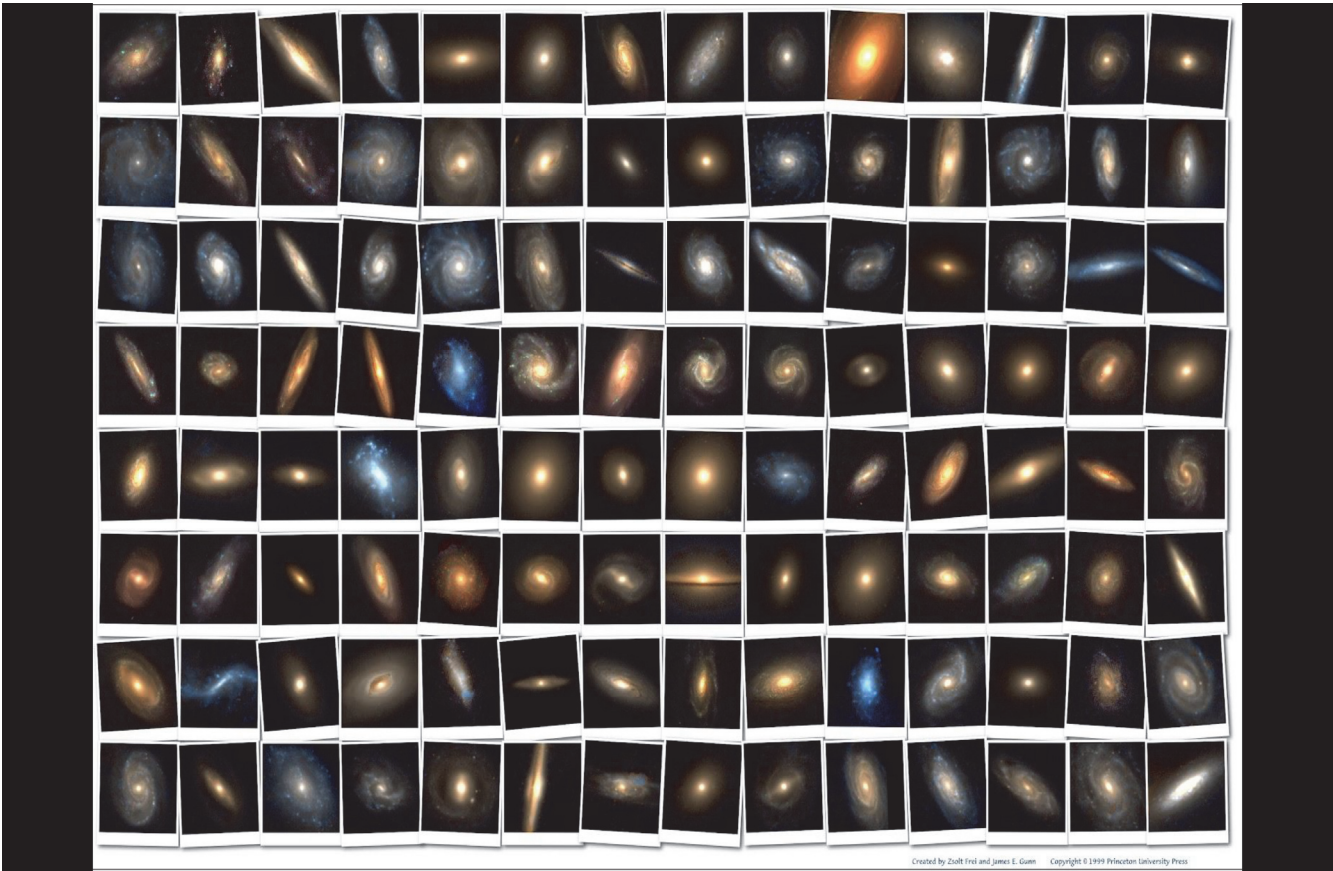
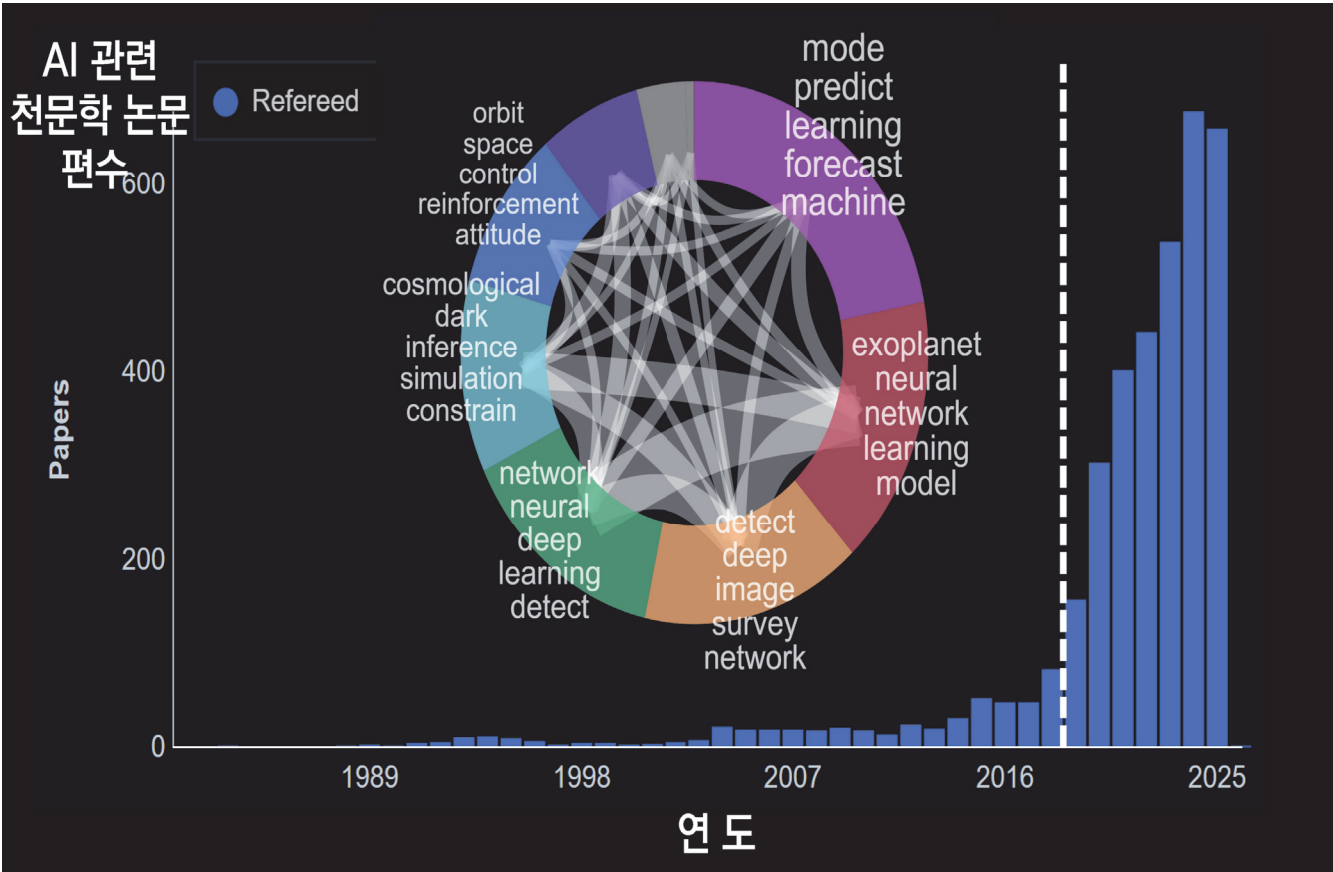


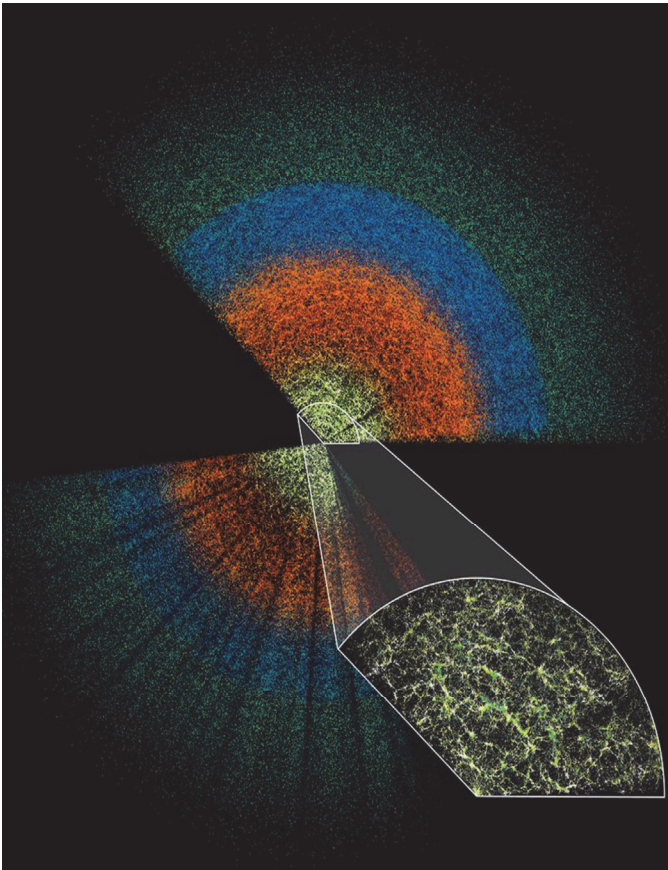












별과 먼 은하 구분

은하의 거리 측정

- 원래는 스펙트럼이 필요
- 영상 자료 밖에 없다면?



© David Parkinson

Machine Learning

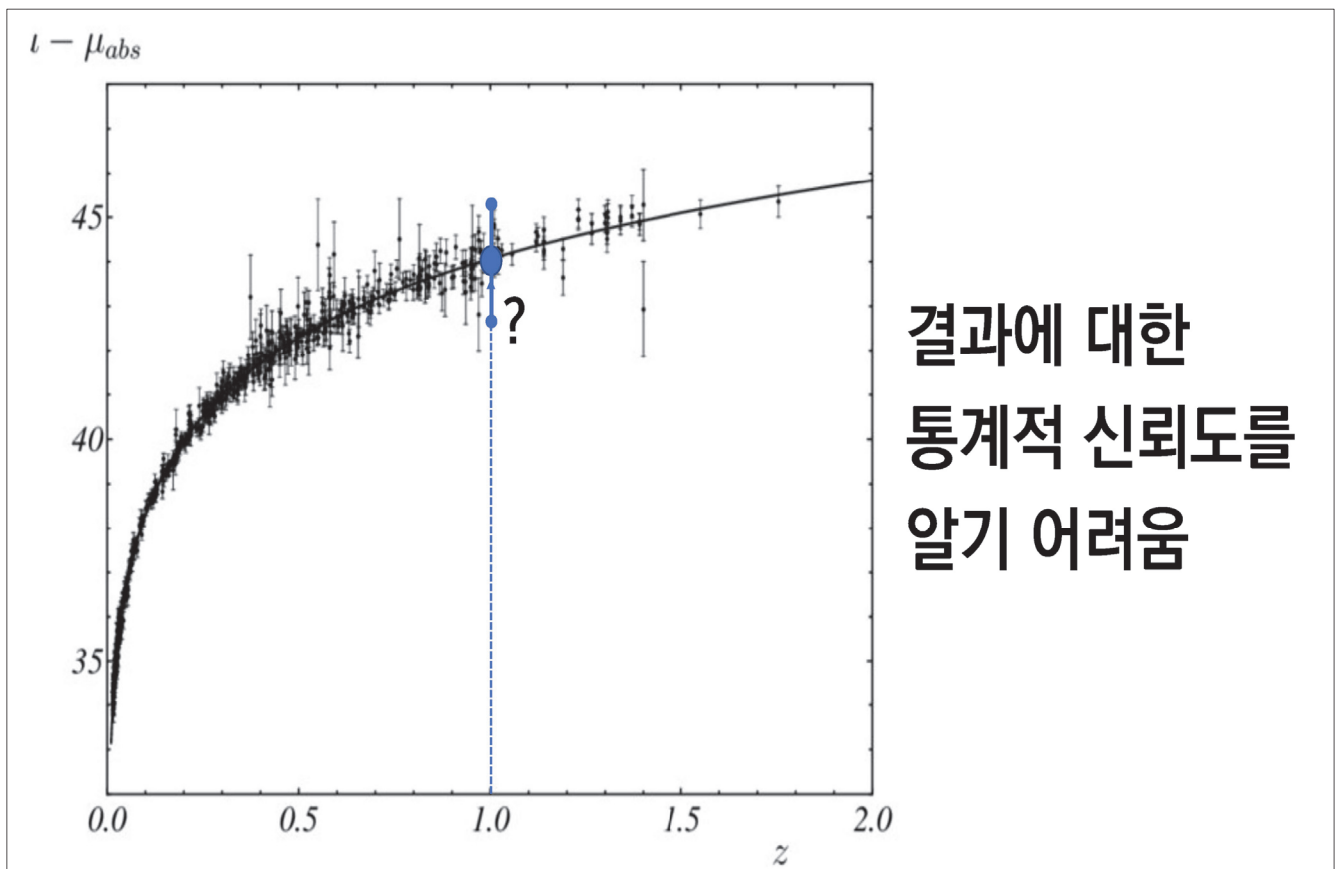
- All results should be lead by physics
- Software is no replacement for physical understanding

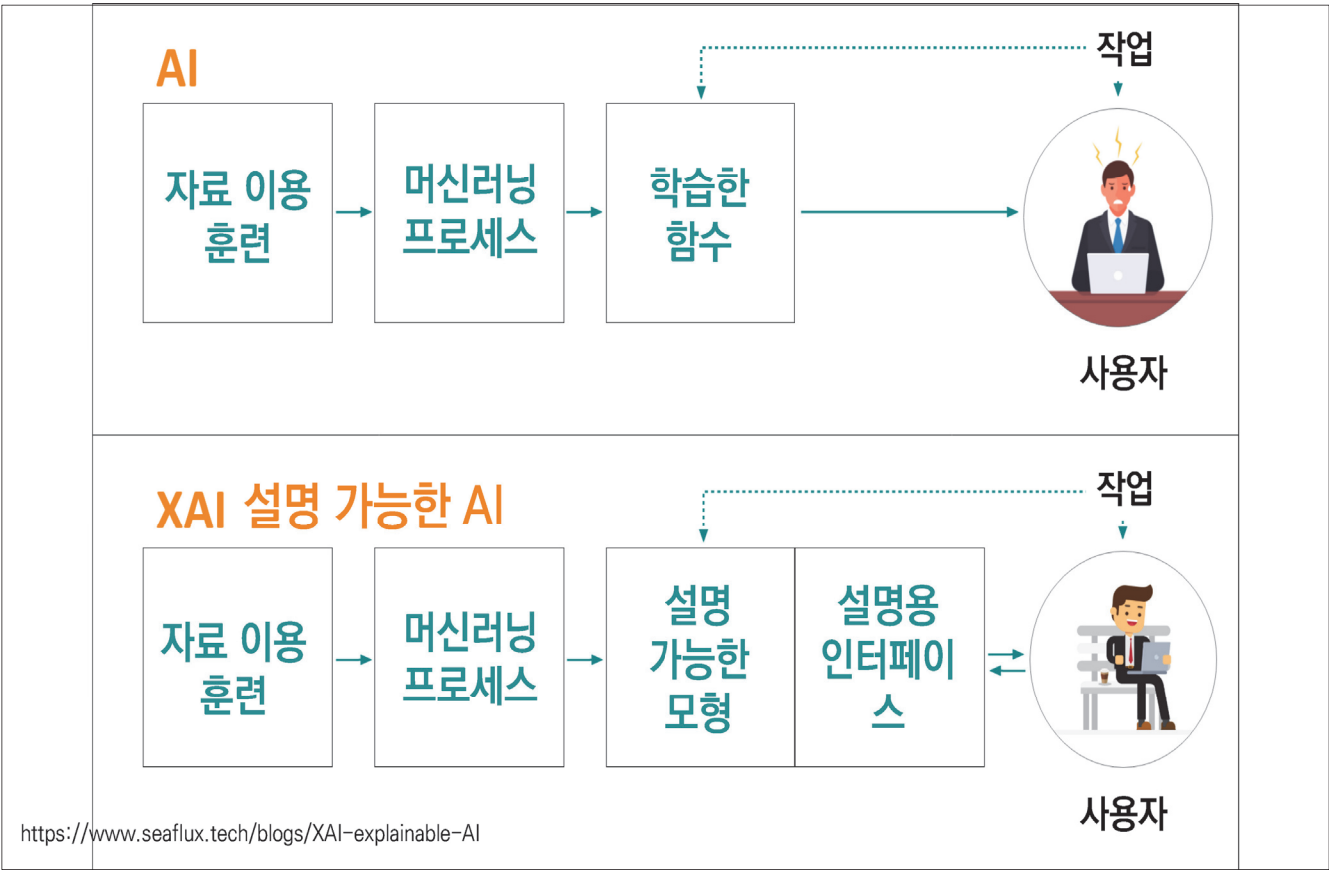
인공지능이 천문학 문제 해결에 도움이 되는 경우:

1. 알려진 물리 매커니즘이 아직 없을 때
 - * 암흑에너지
2. 물리 법칙은 알려져 있지만, 실제 물리량을 직접 계산하는 것은 어려울 때
 - * 영상 자료로 은하의 거리 측정
 - * 다량의 시뮬레이션 수행
3. 현재까지 알려진 물리 법칙과 모형으로 예측 불가능한 현상 발견
 - * 모르고 있다는 사실조차 모르는 것
 - * 특정한 모형 가정하지 않은 채 검증

Techniques (examples):

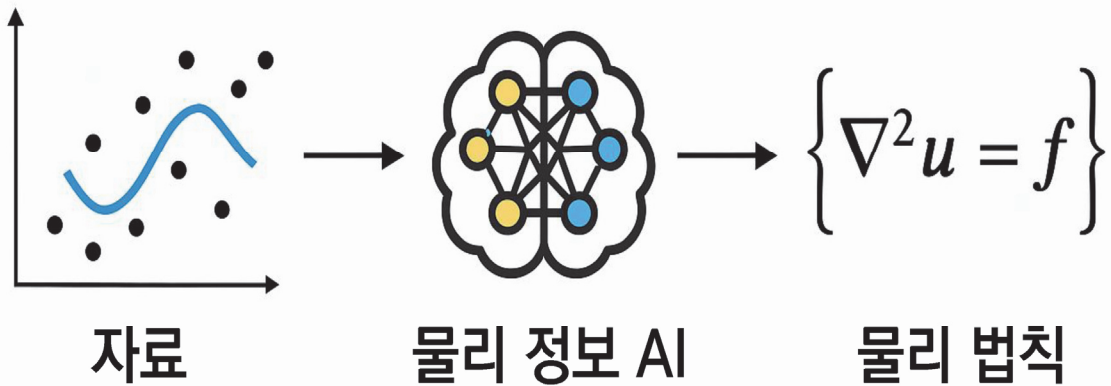
1. Classification/catagorization
 - Support Vector Machines
 - Naive Bayes
 - Perceptron/CNN
 - Decision Trees
2. Clustering
 - Hierarchical
 - k-means
 - DBSCAN
 - Density
3. Interpolation/Regression
 - Gaussian Process Regression
 - Kernel Ridge Regression
 - Multivariate adaptive regression splines





Physics-Informed Artificial Intelligence

물리 정보 AI



토론

「AI x Physics」: 양자, 물질, 우주를 다시 쓰다

AI 양자기술

CERN 입자물리

다차원적 우주탐사

AI·양자·천문 미래인재양성

최만수 고려대학교 물리학과 교수

문창성 경북대학교 물리학과 교수

임명신 서울대학교 물리천문학부 교수

류준영 머니투데이 미래사업부 차장



토 론 1

AI 양자기술

최만수 고려대학교 물리학과 교수

AI를 활용한 양자물질 디자인

- 위상물질의 대표적인 예로 위상초전도체가 있음(Chiu et al., RMP, 2016). 위상초전도체는 입자이면서 동시에 반입자인 **마요라나 입자**를 갖고 있어, 오류정정이 필요없는 **위상양자컴퓨터** 개발의 핵심 요소로 주목 받음(Kitaev, Ann. Phys. 2003).
- 위상물질은 구조가 알려져 있다면 이론적으로 비교적 쉬운 문제.
- 그러나 위상초전도 같은 특정 **위상특성**을 갖는 물질의 구조를 예측하는 것은 매우 어려움.

AI를 활용한 소자 설계

- 대표적인 예로, 5G mmWave 통신을 향상시킬 **메타표면** 설계에 활용됨

AI를 활용한 양자컴퓨터 개발

- 현재 양자컴퓨터 개발 단계에서 가장 큰 어려움은 **양자오류정정** 구현임(Google, Nature, 2023). 하드웨어의 기술적 어려움 외에도, 양자오류 디코딩 과정이 큰 계산용량과 긴 계산시간을 요구함.
- AI를 활용하여 이러한 **양자오류 디코딩 과정을 최적화** 할 수 있음(Bausch et al, Nature, 2024).
- 이 외에도 양자컴파일러(Alam et al., npj QI, 2023), 양자알고리즘 개발에도 활용됨.

양자AI

- 양자컴퓨팅을 이용한 AI 성능 향상 가능성 및 잠재력이 확인.
- 양자컴퓨팅을 이용한 **샘플링으로 역방향 분자 디자인**을 크게 향상(Vakill et al. Nature Bio. 2025). 분자가 커질수록 기하급수적으로 늘어나는 분자구조를 고전적인 생성형 모델로 구현하기 매우 어려움.
- **비단열 양자담금질**(diabatic quantum annealing)을 양자담금질 방식의 한계 극복. **양자담금질 방식**은 알고리즘적 접근 방식에 비해 프로그래밍이 매우 간단하고 최적화 문제에 적합(Alash & Lidar, RMP, 2018).

양자AI 시대 물리학자의 역할?

- AI가 현재 속도로 계속 발전하고 심지어 많은 사람들이 희망하는 대로 양자컴퓨팅이 AI를 더욱 강하게 한다면, 물리학자는 무엇을 해야 할까?
- 기술의 발전과 함께 잊혀지던 **존재에 관한 질문**이 AI의 발전으로 다시 부상하는 것은 다소 아이러니함.
- 이러한 질문은 단지 철학적인 질문에 그치지 않고, 과학적 접근이 가능함.
- **데이터(경험법칙) 및 기계학습을 통한 예측**이 근본원리에 기반을 둔 기존의 연역적 접근법보다 **더 효율적**일 수 있는 문제가 **존재함**(Huang et al., Nature Comm., 2021; Huang et al., Science, 2022).
- **문제 유형별 구분에 대한 이론 연구**는 그 자체로 흥미로울 뿐만 아니라, AI식 접근법과 물리학적 방법론 각각의 한계와 장점을 이해하는데 매우 중요함.

토 론 2

CERN 입자물리

문창성 경북대학교 물리학과 교수

우주에 대한 근본적인 질문

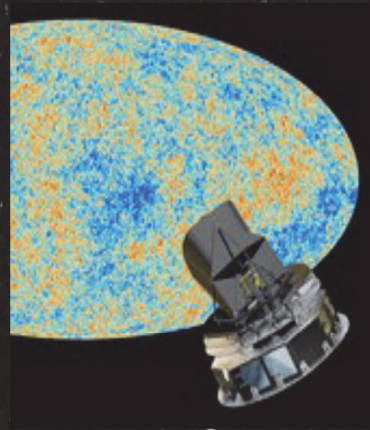
경남 합천 황매산

우주는 어떻게 만들었을까?
우주는 무엇으로 만들어졌을까?
우주의 기본적인 물리법칙들은 무엇인가?
우리는 어디에서 왔고, 또 어디로 가고 있는가?



첫번째 접근법: 천체물리학 (Astrophysics)

지상과 우주공간에서 망원경을 이용하여 우주를 연구



NASA, ESA, JPL-Caltech, B. Mobasher (STScI)



다른 접근법: 입자물리학 (Particle Physics)

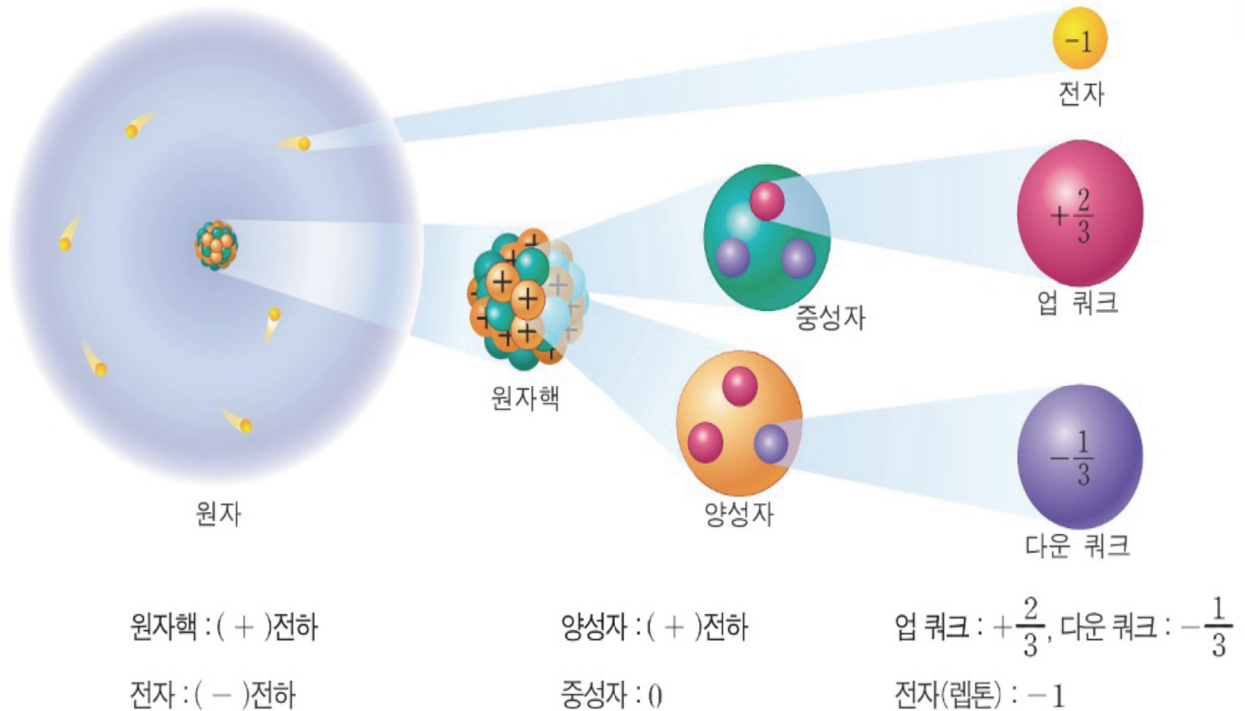
우주의 가장 작은 기본입자와 그들 사이의 상호작용 연구
→ 우주의 과거, 현재 그리고 미래를 예측



두가지 접근법은
서로 상호보완적!

현재 우리 우주의 기본 입자들

원자의 구성



작은 세계를 관찰하려면.. 현미경 이용

Ernest Lawrence



현미경으로서의 입자가속기



1930년도에 개발된 사이클로트론(cyclotron)

하이젠버그의 불확정성 원리

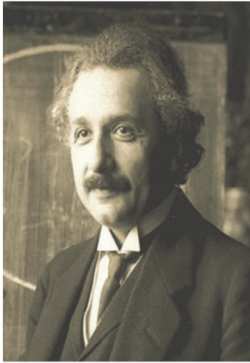
$$\Delta x = \frac{\hbar}{\Delta p}$$

↑ 측정 가능한 크기

← 운동량

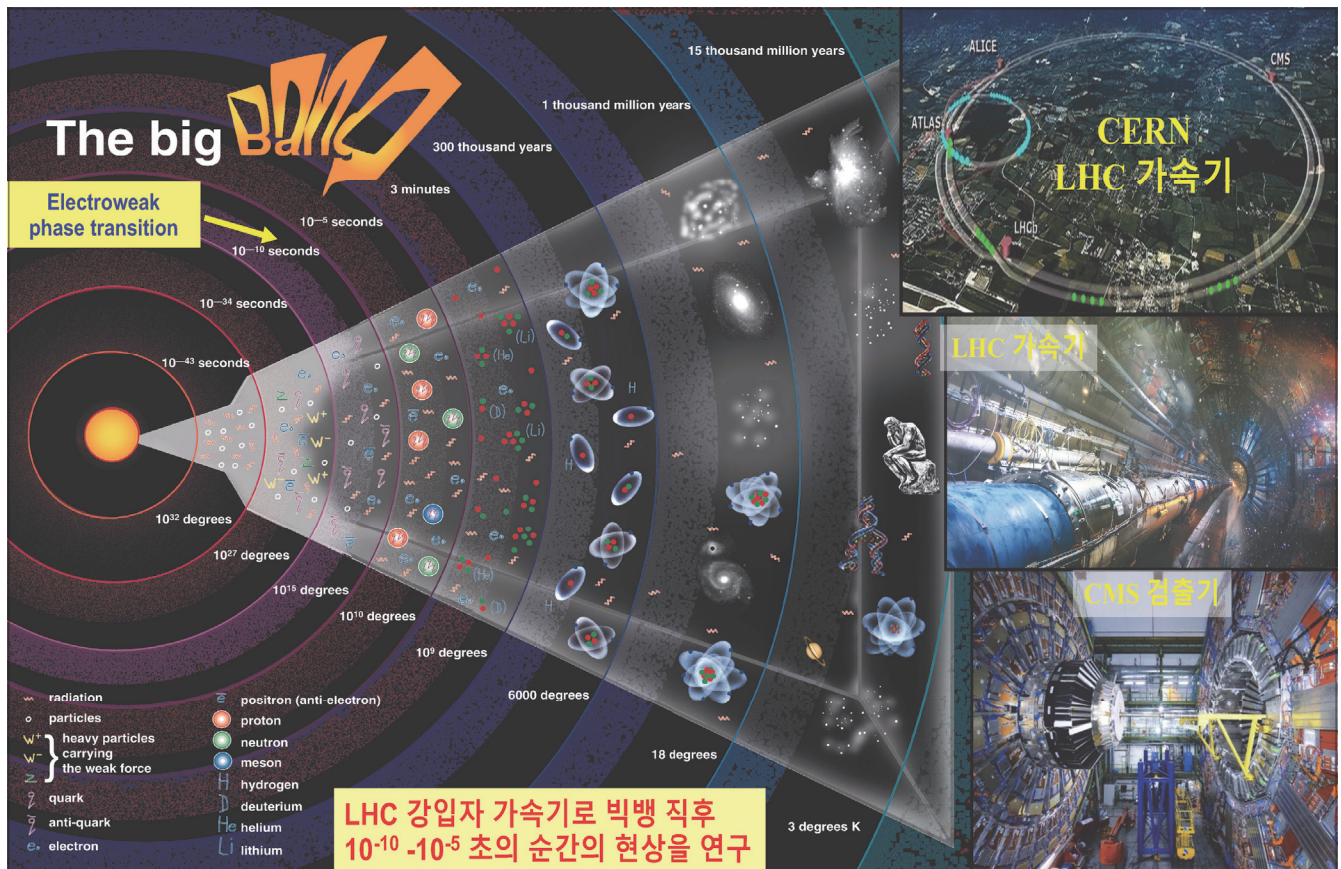
LHC 강입자 가속기는 0.1 나노 x 나노 미터 크기의 구조를 볼 수 있다.

새로운 입자를 만드는 입자가속기



아인슈타인의
특수 상대성 원리

$$E = mc^2$$



유럽 입자물리 연구소 (CERN)

1 출발

지상의 실험실에서 수소에 강한 전기장을 걸어서 전자와 양성자를 떼어낸다. 전기장과 자기장으로 양성자를 조종, 빛 속도(광속)의 31.4%까지 가속한 뒤 가속기에 주입한다.

입자가속기(LHC) 가동 순서

2 부스터링(가속링)

200m 길이의 링으로 양성자를 광속의 91.6%까지 가속해 양성자 가속기로 보낸다.

3 양성자 가속기

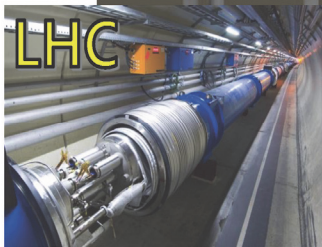
25기가전자볼트의 힘으로 양성자를 광속의 99.93%까지 가속한다. ALICE에서 실험하는 납 이온과 같은 무거운 중이온도 가속한다.

4 수퍼 양성자 가속기

지하 40m에 있는 원형 가속기로 빛 속도의 99.99998%까지 양성자를 가속한다. 두 가닥으로 나뉘어 LHC에 서로 반대 방향으로 가속된 양성자를 보낸다.

5 LHC

길이 27km에 이르는 양성자가 서로 반대방향으로 돌다 충돌하면서 빅뱅 직후의 상황을 재현하고 현재 존재하지 않는 입자들이 탄생한다.



LHC

깊이
100m

둘레
27km

4

5



CMS 뮤온 압축 솔레노이드
Compact Muon Solenoid

38개국 3600명 과학자 참여

ATLAS보다 개선된 기술을 사용, 크기는 작지만 무게는 더 나간다. 지름 15m, 길이 21m로 ATLAS의 절반 크기지만 무게는 1만2500t으로 두배에 가깝다. 점보 제트기 30대의 무게와 비슷하고, 예멜탑 무게의 두배이다. 빛의 속도에 가깝게 빠르게 움직이는 입자를 쉽게 검출하기 위해 강력한 전자석이 들어 있다.

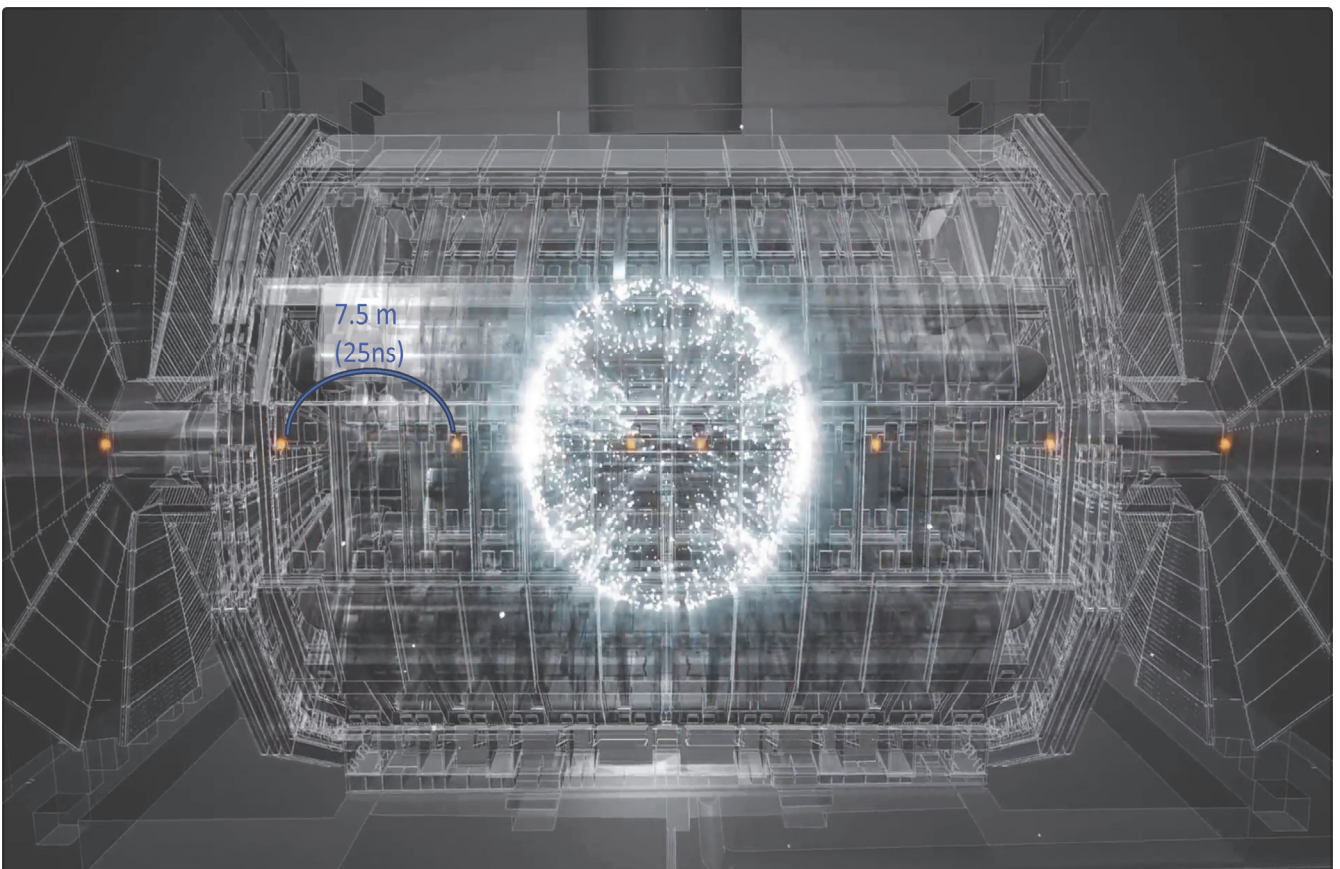
ATLAS

LHCb

ALICE

거대 과학 실험 장치:
Large Hadron Collider (LHC)

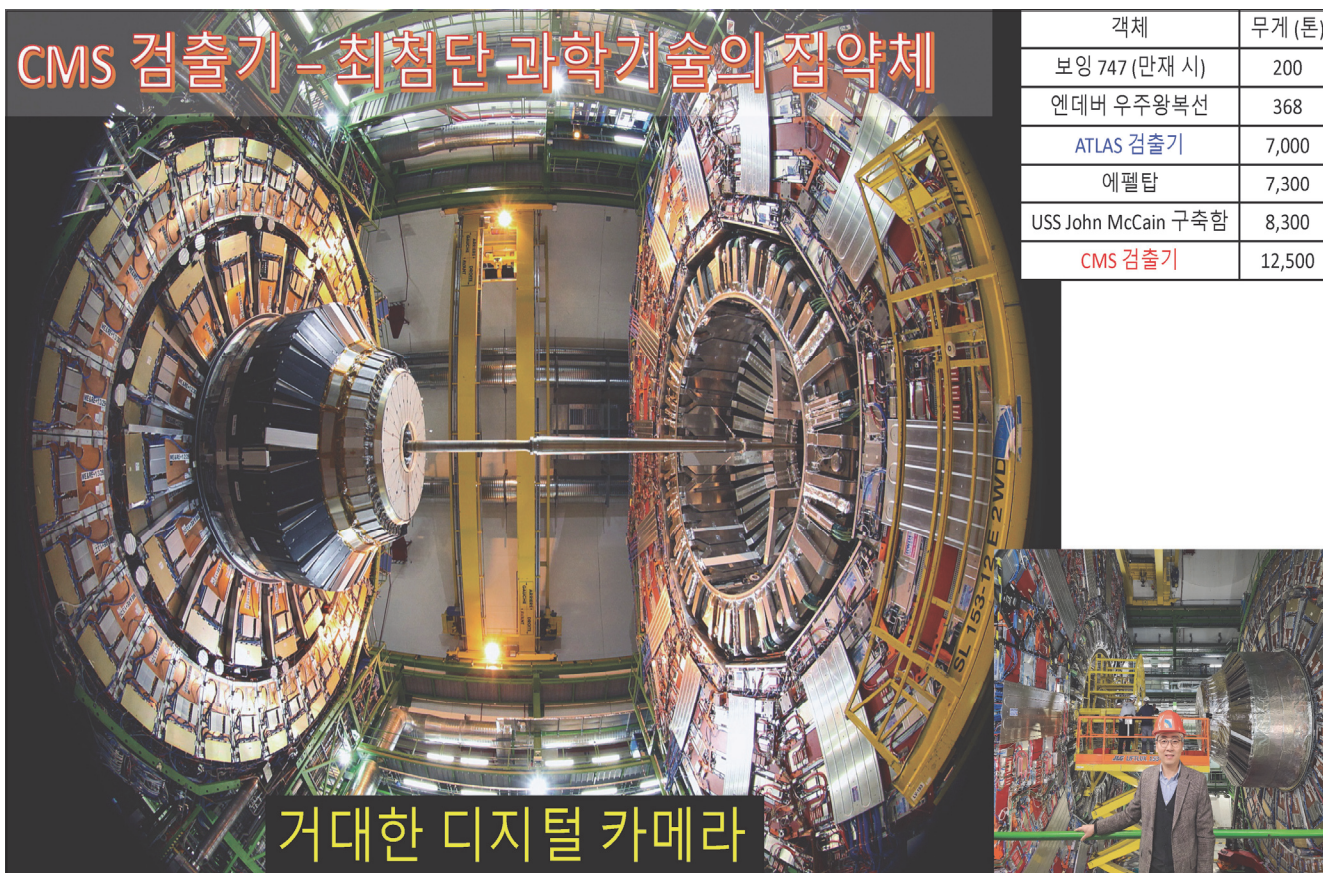
chosun.com



7.5 m
(25ns)

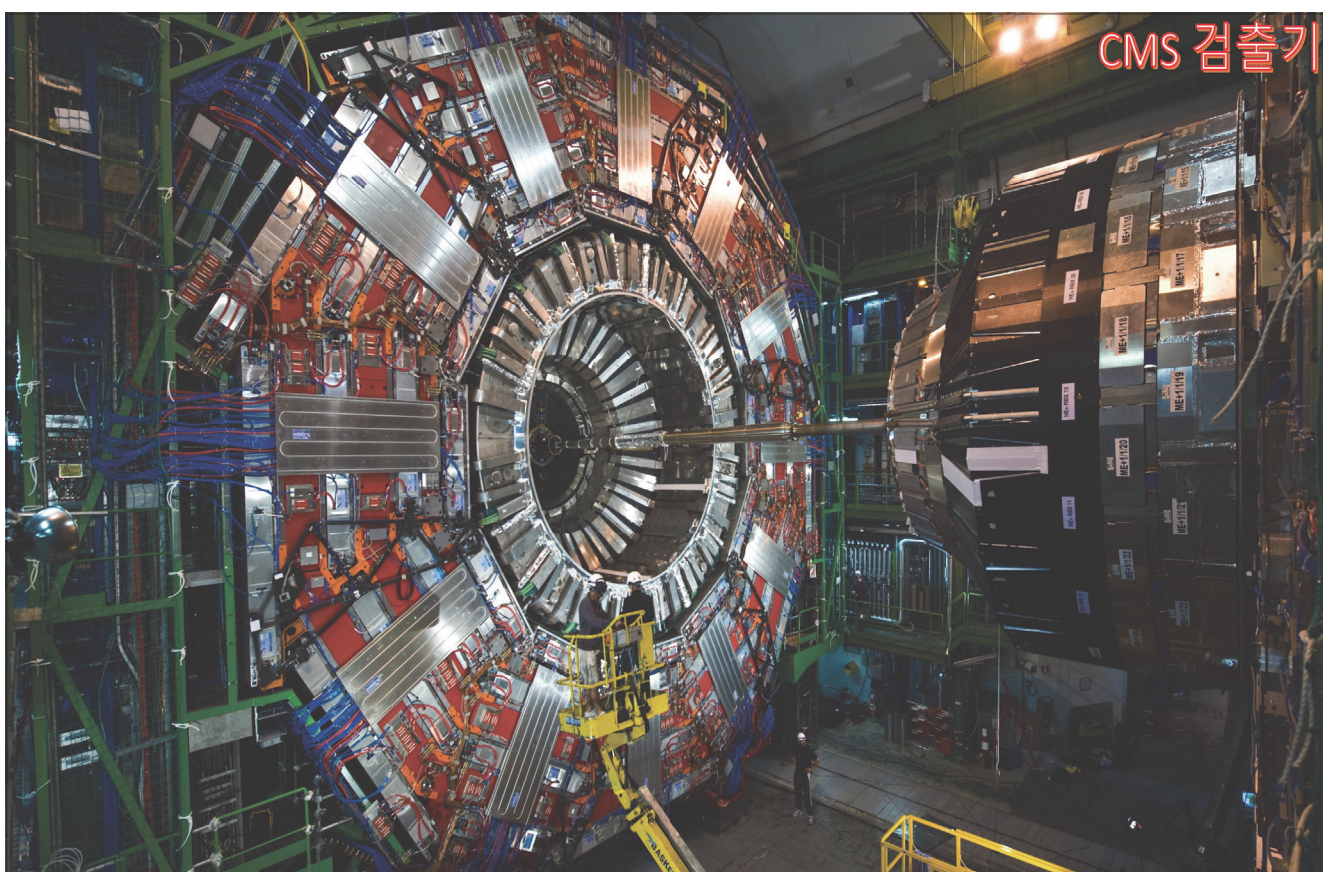


CMS 검출기 - 최첨단 과학기술의 집약체



객체	무게 (톤)
보잉 747 (만재 시)	200
엔데버 우주왕복선	368
ATLAS 검출기	7,000
에펠탑	7,300
USS John McCain 구축함	8,300
CMS 검출기	12,500

거대한 디지털 카메라



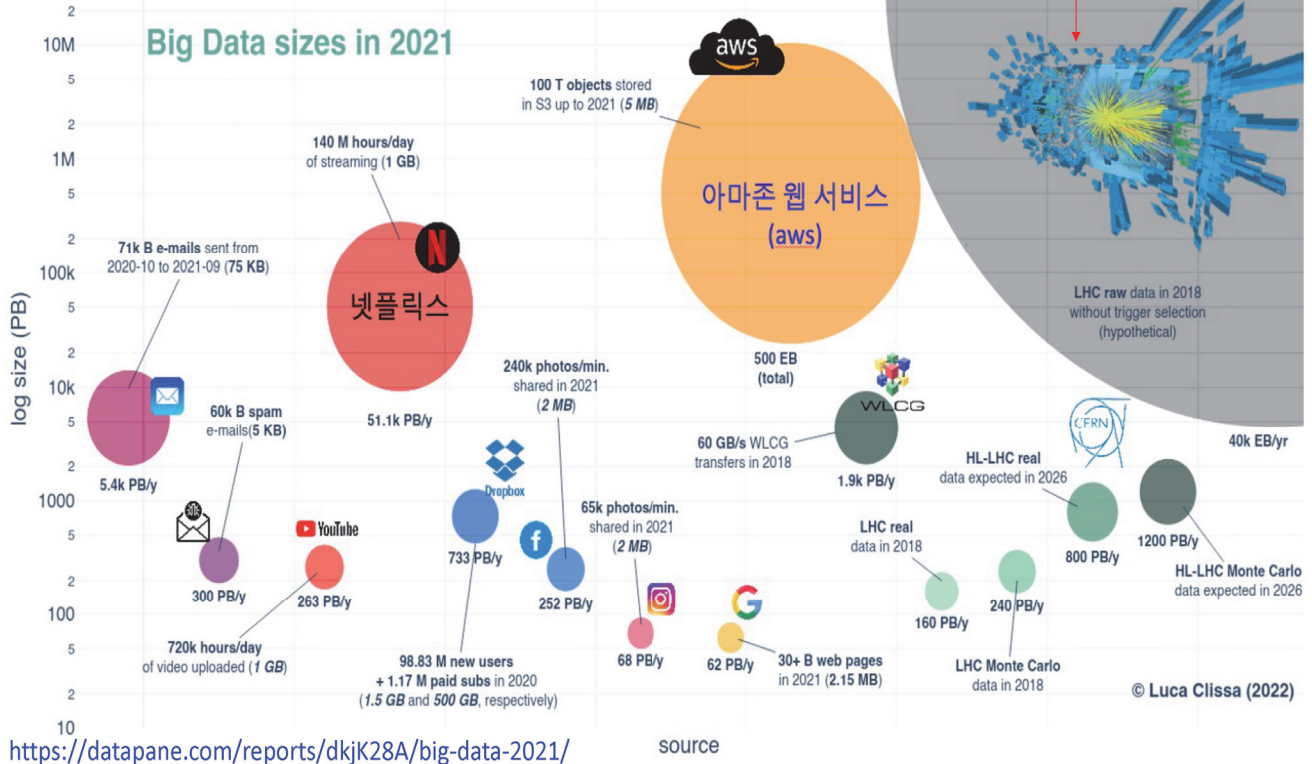
CMS 검출기

The Worldwide LHC Computing Grid (WLCG) - CERN



전 세계에서 그리드 컴퓨팅을 실제로 구현한 대표적인 예 : CERN의 WLCG
→ CERN 연구소는 최신 컴퓨팅 기술이 산실이기도 하다.

2021년 전세계 데이터량 비교



Computer Physics Communications 49 (1988) 429–448
North-Holland, Amsterdam

429

NEURAL NETWORKS AND CELLULAR AUTOMATA IN EXPERIMENTAL HIGH ENERGY PHYSICS

B. DENBY

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, Orsay, France

Received 20 September 1987; in revised form 28 December 1987

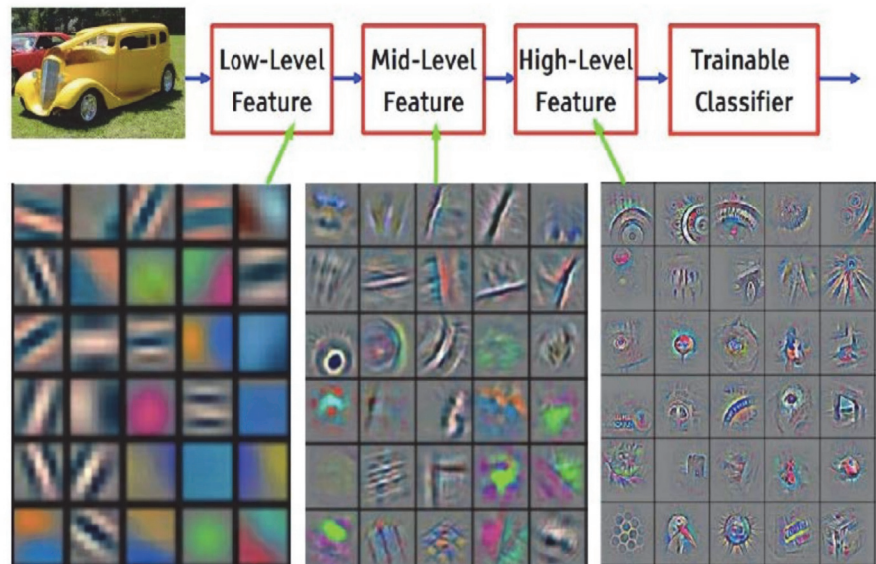
Within the past few years, two novel computing techniques, cellular automata and neural networks, have shown considerable promise in the solution of problems of a very high degree of complexity, such as turbulent fluid flow, image processing, and pattern recognition. Many of the problems faced in experimental high energy physics are also of this nature.

Track reconstruction in wire chambers and cluster finding in cellular calorimeters, for instance, involve pattern recognition and high combinatorial complexity since many combinations of hits or cells must be considered in order to arrive at the final tracks or clusters. Here we examine in what way connective network methods can be applied to some of the problems of experimental high energy physics. It is found that such problems as track and cluster finding adapt naturally to these approaches. When large scale hard-wired connective networks become available, it will be possible to realize solutions to such problems in a fraction of the time required by traditional methods. For certain types of problems, faster solutions are already possible using model networks implemented on vector or other massively parallel machines. It should also be possible, using existing technology, to build simplified networks that will allow detailed reconstructed event information to be used in fast trigger decisions.

이미 1980년도에 고에너지물리 실험에서 데이터분석 연구에 인공지능망(머신러닝) 컴퓨팅 기술이 이용됨.

Convolutional Neural Network (CNN, 합성곱 인공지능망)

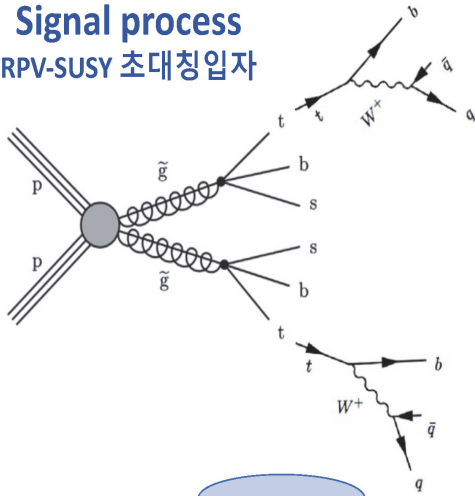
- 가중치 행렬에 따라 인접 픽셀을 결합
 - 전체 이미지에 동일한 합성곱 적용
 - 가중치 수 감소
- 다양한 스케일에서 특징 추출
 - 가장자리, 모서리 등



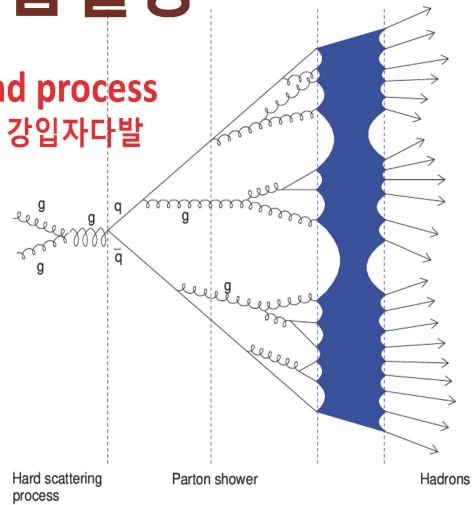
ImageNet 데이터셋으로 훈련된 컨볼루션 신경망의 특징 시각화

CMS 실험에서 CNN 기계학습활용

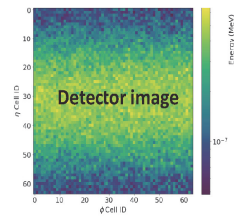
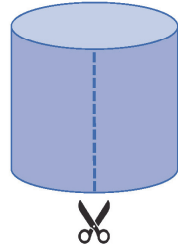
Signal process
RPV-SUSY 초대칭입자



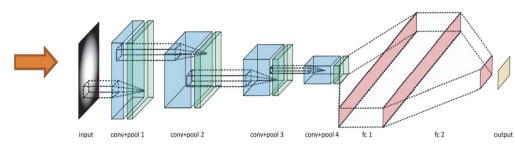
background process
QCD multijet 강입자다발



CMS 검출기의 신호
정보를 활용한
합성곱 신경망



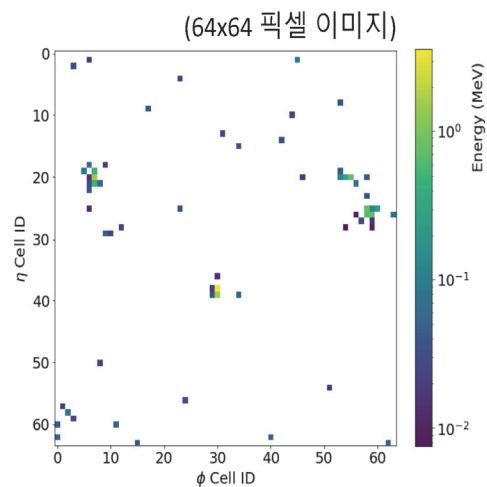
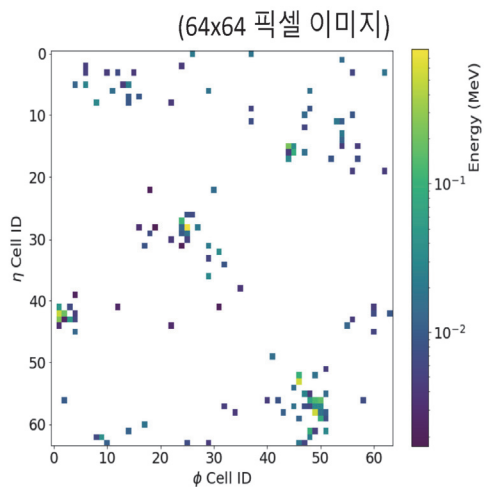
합성곱 인공지능망
Convolutional neural network



20

입자 검출기 데이터를 이미지로 분석

어느 이미지가 찾고자 하는 초대칭입자 신호일까?
왼쪽? 아니면 오른쪽?



→ CNN 기계학습 방법은 초대칭입자 신호와 배경사건을 구분하는 패턴을 학습할 수 있다.

21

입자 검출기 데이터를 이미지로 분석

- 검출기의 신호들을 2차원 이미지로 변환
- 3 부분의 검출기의 신호들을 이미지의 RGB 색상처럼 3개의 채널로 취급함.
 - 강입자 에너지 검출기
 - 전자기 에너지 검출기
 - 궤적 검출기
- 기계학습 입력 포맷
: (64 x 64 x 3) 픽셀

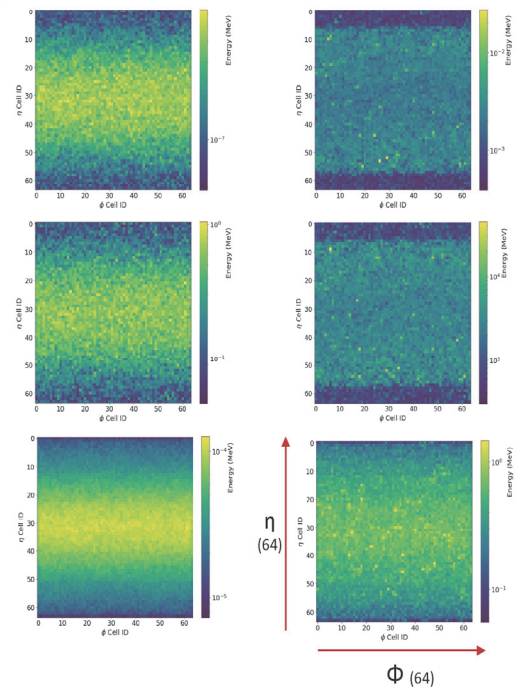
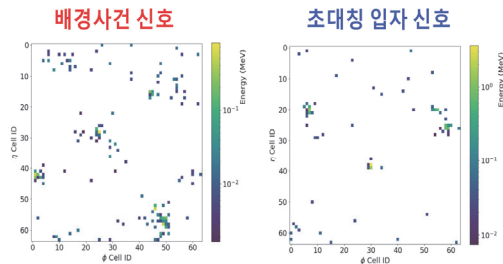
(64x64 픽셀 이미지)

초대칭 입자 신호

배경사건 신호

강입자 에너지
검출기전자기 에너지
검출기

궤적 검출기

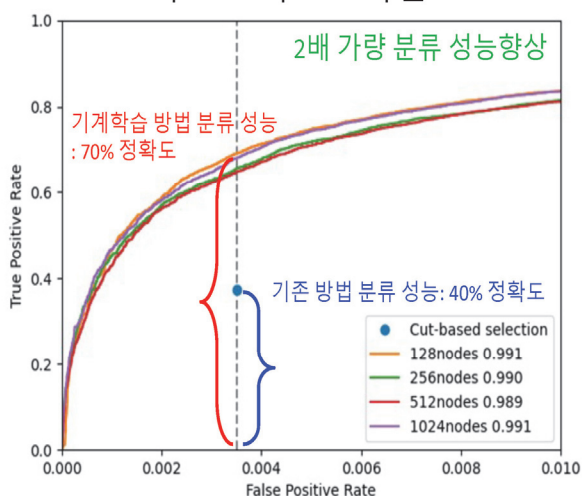


→ CNN은 신호와 배경을 구분하는 패턴을 학습함.

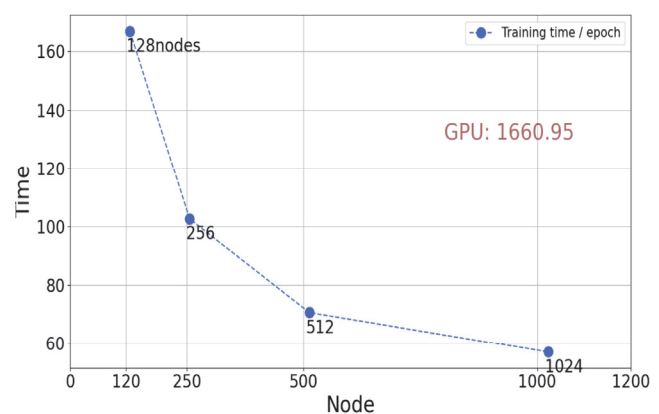
22

슈퍼컴퓨터를 이용한 기계학습 모델 성능 테스트

각 노드의 ROC 곡선



epoch당 훈련 시간



1024개 노드: 1개의 GPU보다 25배 빠름

- 기계학습 기법을 활용하여 배경 사건으로부터 초대칭 입자의 분류 성능을 크게 향상시킴
- 슈퍼컴퓨터 노드 수가 1,024개로 증가함에 따라 학습 시간이 크게 단축됨

23

토 론 3

다차원적 우주탐사

임명신 서울대학교 물리천문학부 교수



현대천문학은 다차원 빅데이터 과학

중력파으로 검출된 천체의 밝기(1차원)와 색깔(1차원) 변화를 시시각각(1차원) 추적
하늘에서의 위치(2차원), 거리(1차원), 후퇴속도(1차원) 등의 정보 제공
총 7차원의 정보를 가지고 연구 → 7차원 망원경

서울대학교 중력파 우주연구단이 칠레에 구축한 7차원망원경

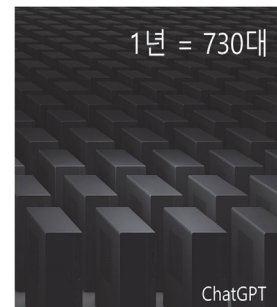
천문 데이터의 홍수



- 7차원망원경(7DT): 매일 1 TB의 자료 생성

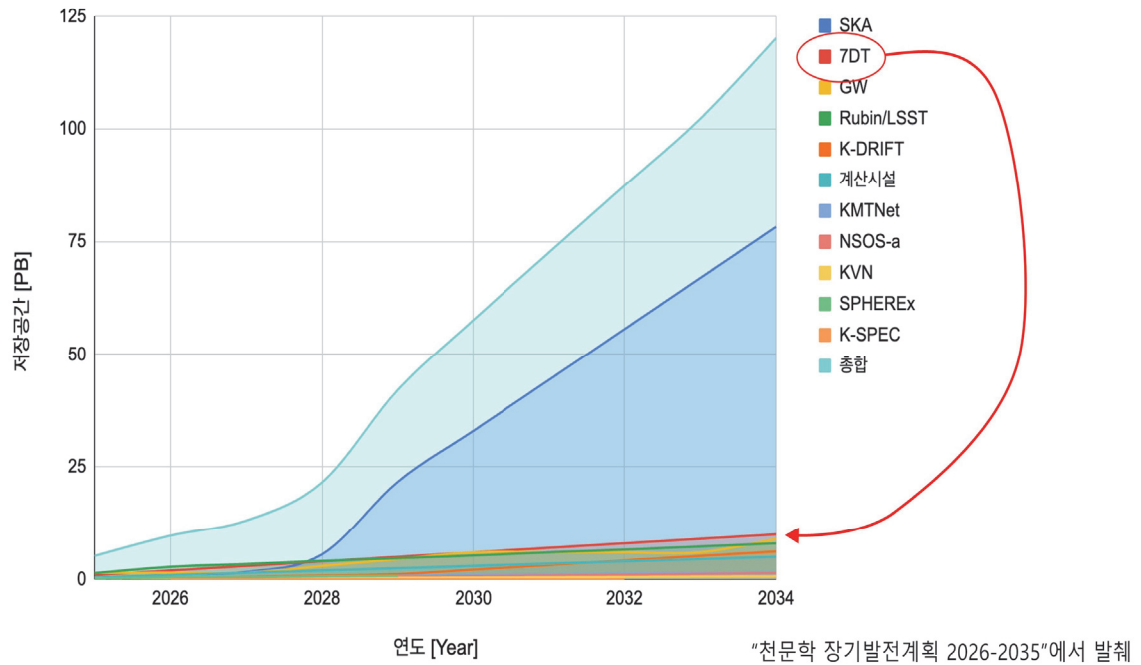


1 TB = 500 GB PC 2대 용량



1년 = 365 TB = PC 730대 저장용량

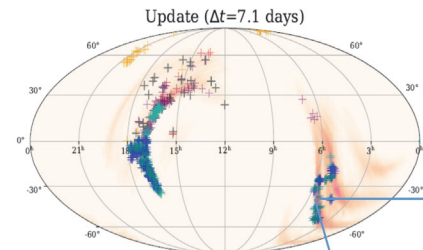
미래 우리나라 천문 데이터 수요



중력과 사건에 대한 다차원 천문학 연구



돌발천체 발견

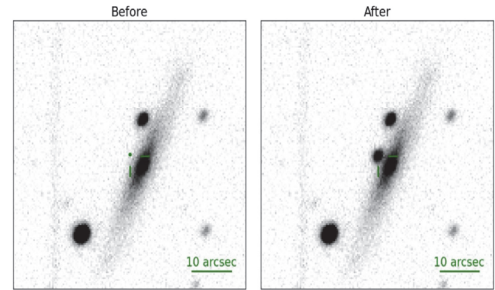
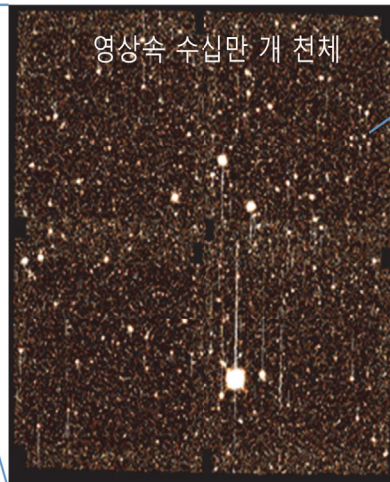


중력파 사건 위치 추정 지도



가시광선 영상 관측

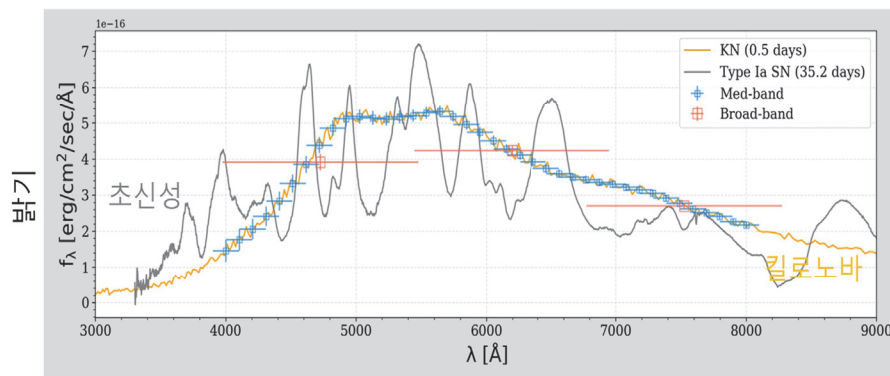
영상속 수십만 개 천체



수십만, 수천만 개 천체 속에서
중력파 사건 가시광선 대응천체,
킬로노바 발견 필요

돌발천체 분류

- 수천 - 수십만 개의 돌발천체 후보 중 "킬로노바" 라는 특수한 돌발천체 선별 필요
- 시시각각 얻은 스펙트럼 자료 활용

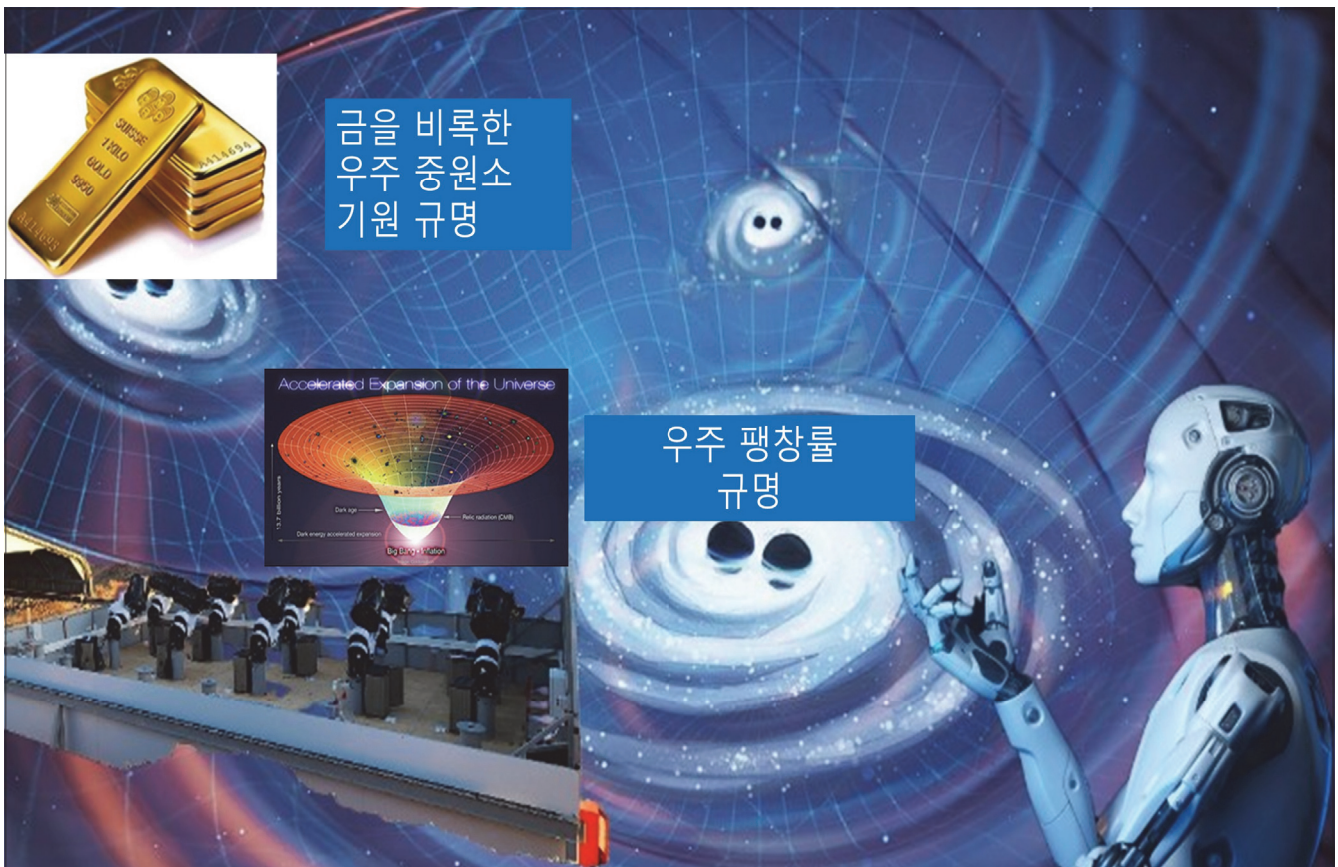
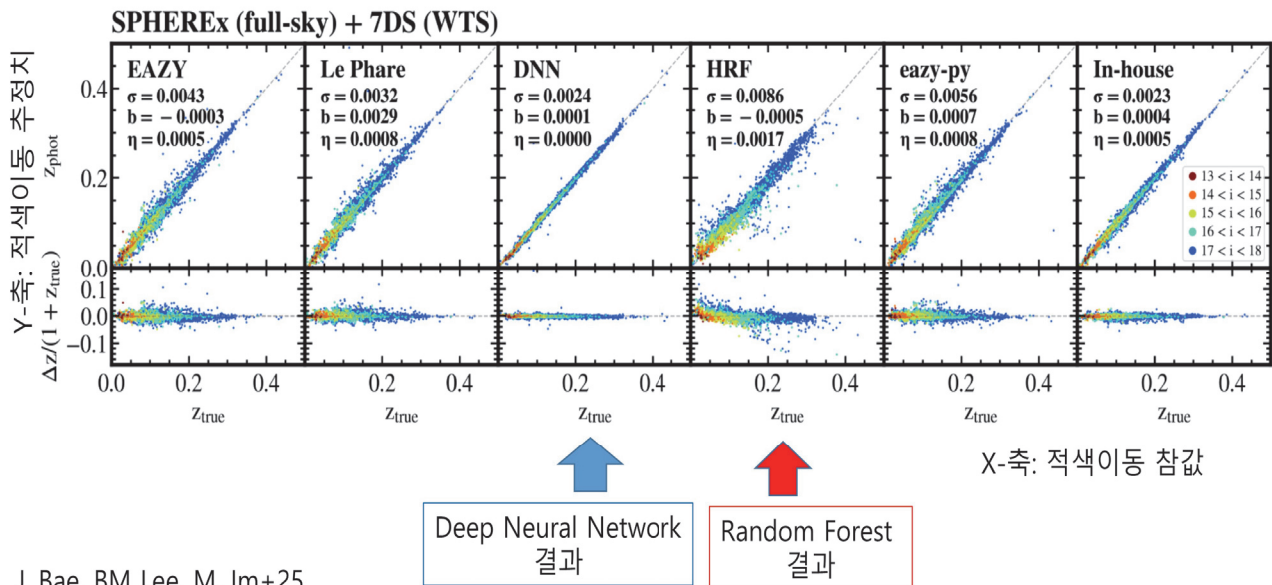


몇가지 색깔이 아닌
수십개 색깔로 천체를
보아야 킬로노바와
타 천체 구분 가능

G. S.-H. Paek+25

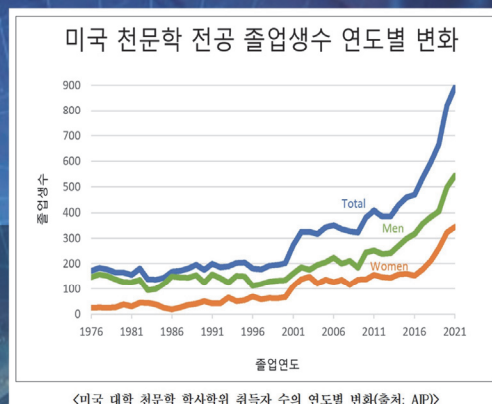
파장 (색깔)

특성 분석: 적색이동값 측정



무엇이 더 필요?

- 왜 ML이 통하는지?
- 오차는 어떻게?
- 더 빠르게 – 여러 난관들(전력, GPU칩, 인력, ..)



토 론 4

AI·양자·천문 미래인재양성

류준영 머니투데이 미래사업부 차장

Q, AI·양자·우주 분야 미래인재를 양성하려면

기술 패권 경쟁이 격화되는 요즘, 우리가 가진 가장 중요한 전략 자산은 기술 그 자체가 아니라 그 기술을 만들고 운용하는 사람, 곧 ‘인재’입니다.

인공지능, 양자, 우주라는 세 축은 더욱더 그렇습니다. 전문인력을 뺏기지 않으려는 오픈AI와 수천억대 연봉을 제시하며 호심탐탐 뺏으려하는 구글과 마이크로소프트의 인재 유치 경쟁을 보면 더욱 실감이 갑니다.

우리나라는 무엇보다 ▲인구 감소 ▲전공 쏠림 ▲연구 생태계의 경직성 ▲산업 수요와 교육의 미스매치까지, 겹겹의 구조적 제약이 인재 생태계를 흔들어 놓고 있는 상황입니다.

이런 때 정부는 ‘AI 3대 강국’을 국정 1호 과제로 내걸고, 해외 핵심 인재 1000명 유치 같은 전례 없는 계획을 발표하고 있습니다. 그러나 쏟아지는 의욕과 예산이 곧바로 효과로 이어지는 일은 좀처럼 쉽지 않습니다.

오늘 이 자리에서 저는 그 간극을 메우기 위한 현실적인 길을 교육·연구·산업의 연결 고리 위에서 찾아보고자 합니다.

먼저, 2000년 이후 반복돼 온 인재 양성 대책들이 왜 성과로 연결되지 못했는지 묻게 됩니다. 이는 “부분 최적화의 한계”라고 지적할 수 있습니다.

제도가 목표를 향해 일관되게 수렴하려면 교육·연구·산업이 공동의 지표를 가지고 함께 설계되고, 그 설계가 현장에서 사람의 행동을 바꾸는 방식으로 작동해야 합니다. 그러나 현실의 다수 프로그램은 지원과 평가의 포맷만 달라졌을 뿐, 현장의 문제 해결로 닿는 통로가 좁습니다.

이 대목에서 저는 최근 울산과학기술원(UNIST)의 ‘노바투스 아카데미’를 인상 깊게 보아 이를 소개하고자 합니다. 최근 직접 만난 박종래 총장은 “한국이 AI 세계 무대에서 승부할 지점은 범용 모델 경쟁이 아니라 전통산업에 AI를 접목한 버티컬 AI”라고 강조했습니다.

이 프로그램은 기업의 재직자 즉 가공, 공정, 납기를 누구보다 잘 아는 엔지니어를 교수와 대학원생 멘토와 한 팀으로 묶어 실제 난제를 AI로 푸는 프로젝트 기반 학습(PBL)으로 설계됐습니다.

2021년 시작 이후 250개 기업, 500여명이 참여했고, 지금은 5개월 과정에 드는 비용 2억5000만원을 기업이 자부담해도 참여할 정도로 수요가 높습니다. CEO 과정도 올 하반기 별도로 마련된다고 합니다.

울산의 8000여 중소 제조기업이 에너지·소재·자동차라는 전통 산업의 공정을 AI로 혁신하지 못하면, 고부가가치 산업으로의 도약은 공상에 머물게 됩니다. 그래서 노바투스 아카데미 같은 프로그램이 울산의 디지털 전환과 직접 연결되고, 창원·부산으로 번져 나가며, 고려아연과 같은 대기업의 재직자 300명 교육으로 확장되는 장면은 매우 상징적이라고 할 수 있습니다.

‘한 지역의 실험’이 ‘여러 지역의 표준’으로 전환될 때, 그 파급력은 숫자 이상의 의미를 가질 것이라고 생각합니다.

저는 이 사례에서 두 가지 교훈을 봤습니다. 하나는 ‘속도’입니다. 도메인 지식이 탄탄한 현장 인력에게 AI라는 도구를 없으면 아이디어가 곧바로 적용으로 이어진다는 것입니다.

또 하나는 ‘자존감’입니다. ‘배우는 주체’가 아니라 ‘해결의 주체’로 설계된 교육은 기업과 개인의 태도를 완전히 바꿔놓았습니다. 그래서 교육이 끝나도 실행이 남습니다.

양자 분야로 시선을 옮기면, 문제의 양상은 다르면서도 뿌리는 같습니다. 양자는 연구개발 중심의 고급 인력이 생태계의 심장입니다. 그런데 국내는 박사후연구원(포닥)과 전임 연구원의 지층이 얇습니다. 대학원생에 과도하게 의존하는 구조에서는 연구의 지속성과 깊이를 확보하기 어렵다고 들었습니다.

선진 연구대학에 당연히 존재하는, ‘포닥과 전문 연구원이 다수 포진해 기초를 떠받치는’ 구조가 한국에선 예외 취급을 받는 게 현실입니다. 장비 접근성과 표준 커리큘럼, 국제 공동연구 네트워크도 더 촘촘히 짜야 합니다.

우주 산업은 또 어떻습니까. 발사체, 위성, 통신, 탐사가 복합적으로 얹힌 다학제의 총합입니다. 여기서 인재는 ‘전공’이란 이름보다 ‘협업의 능력’으로 식별해야 합니다.

산업은 대학 실험실을 ‘채용 파이프라인’으로만 보지 않고 ‘공동의 지식 공장’으로 바라봐야 합니다. 이 같은 시선 전환이 우주 같은 초장주기산업에서, 결국 사람을 붙잡는 힘이 될 것입니다.

정부의 해외 핵심 인재 1000명 유치에 대해 한 말씀 드리고 싶은데요. 이는 제도가 바뀌어야 하는 측면이 있습니다.

예컨대 해외 우수 과학자를 유치하려면 반드시 국내 기관에 전임으로 자리를 옮겨야 하는 현 구조에서는 안정적인 현지 지위를 가진 인재들이 오기 어렵습니다. 이미 일부 선진국들은 해외 소속을 유지하면서도 겸직을 허용하고, 연구 환경과 주거, 가족 이주, 자녀 교육 등 삶의 질과 직결되는 모든 것을 ‘패키지’로 지원하는 유연한 체계를 갖추고 있습니다.

또 하나의 리스크는 ‘형평성’입니다. 외국 출신이라는 이유만으로 ‘우수 인재’ 타이틀이 부여되고 역대 연구비가 지원되면, 기존 연구진과의 갈등은 불가피합니다. 누가 ‘우수 과학자’인지에 대한 기준과 검증체계를 명확히 세워둬야 합니다. 이 같은 불신은 향후 유치 인력의 장기 정착 가능성까지 해칠 수 있습니다.

끝으로, 저는 세 가지 원칙을 강조하며 토론을 마무리하고자 합니다. 첫째, 속도입니다. 현장형 교육과 신속

한 기술 적용으로 산업의 문제를 바로 줄이는 경험을 축적해야 합니다. 작은 성공의 반복이 문화가 되고, 문화가 생태계를 바꿉니다.

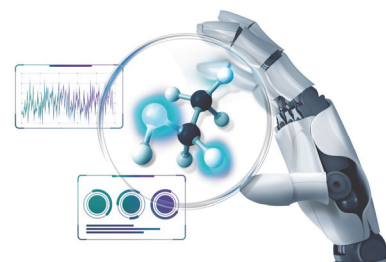
둘째, 유연성입니다. 겸직 허용, 자율적 집행, 생활 패키지 지원처럼 제도의 관성을 과감히 꺾어야 합니다. 인재의 삶 전체를 설계하는 나라가 결국 인재를 데려오고, 붙잡습니다.

셋째, 지속성입니다. 포닥과 연구원의 지층을 두텁게 하고, 대학원 특성화를 통해 장기 연구의 시간을 회복하며, 데이터 기반의 인력 정책으로 시행착오를 줄여야 합니다.

AI, 양자, 우주. 이 세 분야가 우리의 미래를 약속해줄지는 명확해 보이지 않지만 지금 우리가 공들이고 있는 ‘사람’을 중심에 놓는 나라 만들기는 분명 새로운 미래를 여는데 있어 큰 기반이 되어줄 겁니다.

오늘의 논의가 그 약속을 현실로 바꾸는 첫 단추가 되기를 바랍니다.

한림원탁토론회는...



한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 세우고, 동시에 과학기술 현안문제에 대한 해결방안을 모색하기 위한 목적으로 개최되고 있는 한림원의 대표적인 정책토론 행사입니다.

지난 1996년 처음 개최된 이래 지금까지 200회 이상에 걸쳐 초·중·등 과학교육, 문·이과 통합문제, 국가발전에 미치는 기초과학 등 과학기술분야의 기본문제는 물론 정부출연연구소의 발전방안, 광우병의 진실, 방사능, 안전 방제 등 국민생활에 직접 영향을 미치는 문제에 이르기까지 광범위한 주제를 다루고 있습니다.

한림원은 과학기술 선진화에 걸림돌이 되는 각종 현안문제 중 중요도와 시급성에 따라 주제를 선정하고, 과학기술 유관기관의 최고책임자들을 발제자로 초빙하여, 한림원 석학들을 비롯해 산·학·연·정의 전문가들이 심도 깊게 토론을 진행하고 있습니다.

토론결과는 책자로 발간, 정부, 국회와 관련기관에 배포함으로써 정책 개선방안을 제시하고 정책 입안자료를 제공하여 여론 형성에 기여하도록 힘쓰고 있습니다.

한림원탁토론회 개최실적(2022년~2025년)

회차	일 자	주 제	발제자
194	2022. 1. 25.	거대한 생태계, 마이크로바이옴 연구의 미래	이세훈, 이주훈, 이성근
195	2022. 2. 14.	양자컴퓨터의 전망과 도전: 우리는 무엇을 준비해야 할까?	이진형, 김도현
196	2022. 3. 10.	오미크론, 기존 바이러스와 무엇이 다르고 어떻게 대응할 것인가?	김남중, 김재경
197	2022. 4. 29.	과학기술 주도 성장: 무엇을 해야 할 것인가?	송재용, 김원준
198	2022. 6. 2.	더 이상 자연재난은 없다: 자연-기술 복합재난에 대한 이해와 대비	홍성욱, 이호영, 이강근, 고상백
199	2022. 6. 17.	K-푸드의 가치와 비전	권대영, 채수완
200	2022. 6. 29.	벤자민 버튼의 시간, 노화의 비밀을 넘어 역노화에 도전	이승재, 강찬희
201	2022. 9. 26.	신약개발의 새로운 패러다임	김성훈, 최 선, 김규원
202	2022. 9. 29.	우리는 왜, 어떻게 우주로 가야 하는가?	문홍규, 이창진
203	2022. 10. 12.	공학과 헬스케어의 만남 - AI가 여는 100세 건강	황 희, 백점기
204	2022. 10. 21.	과학기술과 사회 정의	박범순, 정상조, 류석영, 김승섭
205	2022. 11. 18.	지속 가능한 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할	박태성, 백민경, 황형주
206	2022. 12. 1.	에너지와 기후변화 위기 극복을 위한 기초과학의 역할	유석재, 하경자, 윤의준
207	2023. 3. 15.	한국 여성과학자의 노벨상 수상은 요원한가?	김소영, 김정선
208	2023. 3. 22.	기정학(技政學) 시대의 새로운 과학기술혁신정책 방향	이승주, 이 근, 권석준

회차	일 자	주 제	발제자
209	2023. 4. 13.	우리 식량 무엇이 문제인가?	곽상수, 이상열
210	2023. 5. 24.	대체 단백질 식품과 배양육의 현재와 미래	서진호, 배호재
211	2023. 6. 14.	영재교육의 내일을 생각한다	권길현, 이덕환, 이혜정
212	2023. 7. 6.	후쿠시마 오염수 처리 후 방류의 국내 영향	정용훈, 서경석, 강건욱
213	2023. 7. 12.	인구절벽 시대, 과학기술인재 확보를 위한 답을 찾아서	오현환, 엄미정
214	2023. 8. 17.	과학·영재·자사고 교장이 이야기하는 바람직한 학생 선발과 교육	허우석, 오성환, 김명환
215	2023. 10. 27.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅰ) 국민 삶의 질 향상을 위한 과학기술정책의 대전환	정선양, 박상철
216	2023. 11. 9.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅱ) 삶의 질 향상을 위한 데이터 기반 식단 및 의학	박용순, 정해영
217	2023. 12. 5.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅲ) 삶의 질 향상을 위한 퍼스널 모빌리티	공경철, 한소원
218	2023. 12. 19.	새로운 의료서비스 혁명: 디지털 치료제	서영준, 배민철
219	2024. 1. 31.	노쇠와 근감소증	원장원, 권기선, 고홍섭
220	2024. 3. 13.	필수의료 해결을 위한 제도적 방안	박민수, 김성근, 홍윤철
221	2024. 3. 19.	코로나보다 더 큰 위협이 올 수 있다, 어떻게 할까?	송대섭, 신의철
222	2024. 3. 20.	퍼스트 무버(First Mover)로의 필수 요소 - 과학네트워킹	김형하, 이상엽, 조희용
223	2024. 5. 10.	시민, 과학자가 되다	홍성욱, 박창범, 김 준
224	2024. 5. 29.	GMO, 지속가능성을 위한 전략	하상도, 김해영

회차	일 자	주 제	발제자
225	2024. 6. 21.	전략기술시리즈 (Ⅰ) K-반도체 위기 극복을 위한 국제 협력 전략	정은승
226	2024. 8. 21.	조류인플루엔자의 위험: 팬데믹의 전조인가?	윤철희, 김우주, 송대섭
227	2024. 8. 28.	전략기술시리즈 (Ⅱ) AI로 과학하기: 새로운 패러다임	문용재, 백민경, 서재민
228	2024. 11. 18.	전략기술시리즈 (Ⅲ) K-방산의 완성: 첨단 항공기 엔진 독자 개발	심현석, 이홍철, 김재환
229	2024. 12. 3.	과학기술 정책은 얼마나 과학적인가?	이정동, 이성주
230	2024. 12. 17.	전략기술시리즈 (Ⅳ) 첨단 바이오, 난치병 치료의 게임 체인저	최강열, 신영기, 천병년
231	2024. 12. 20.	뉴럴링크: 뇌와 세상의 소통	임창환, 정재승
232	2024. 12. 24.	전략기술시리즈 (Ⅴ) 식탁 위 숨겨진 건강 비밀: 마이크로바이옴이 열어가는 미래	이주훈, 김상범, 방예지
233	2025. 2. 25.	연구성과의 가치, 어떻게 평가할 것인가?	이학연
234	2025. 4. 29.	한국 AI의 미래 시리즈(Ⅰ) AI 3대 강국을 향한 우리의 전략	이경우, 김진형
235	2025. 5. 9.	흥미로운 양자정보기술 ±20년	이승우, 안재욱, 김기환, 배준우, 이수준, 김윤호, 최정운
236	2025. 5. 15.	한국 AI의 미래 시리즈(Ⅱ) 국가 AI 특화 인재 육성과 확보방안	이상원, 신진우
237	2025. 5. 29.	한국 AI의 미래 시리즈(Ⅲ) AI+X 대전환의 양면성: 혁신, 도전, 한계	이상근, 박준기
238	2025. 7. 9.	동물실험 없는 미래, 정말 가능할까?	박준원, 임경민
239	2025. 9. 10.	AI 프런티어 시리즈(Ⅰ) 「AI x STEM 교육」: 교실에서 시작되는 미래 인재	유연주, 차대길, 권가진
240	2025. 9. 18.	AI 프런티어 시리즈(Ⅱ) 「AI x K-방산」: AI로 국방의 혁신을 이룬다	곽기호, 서영우