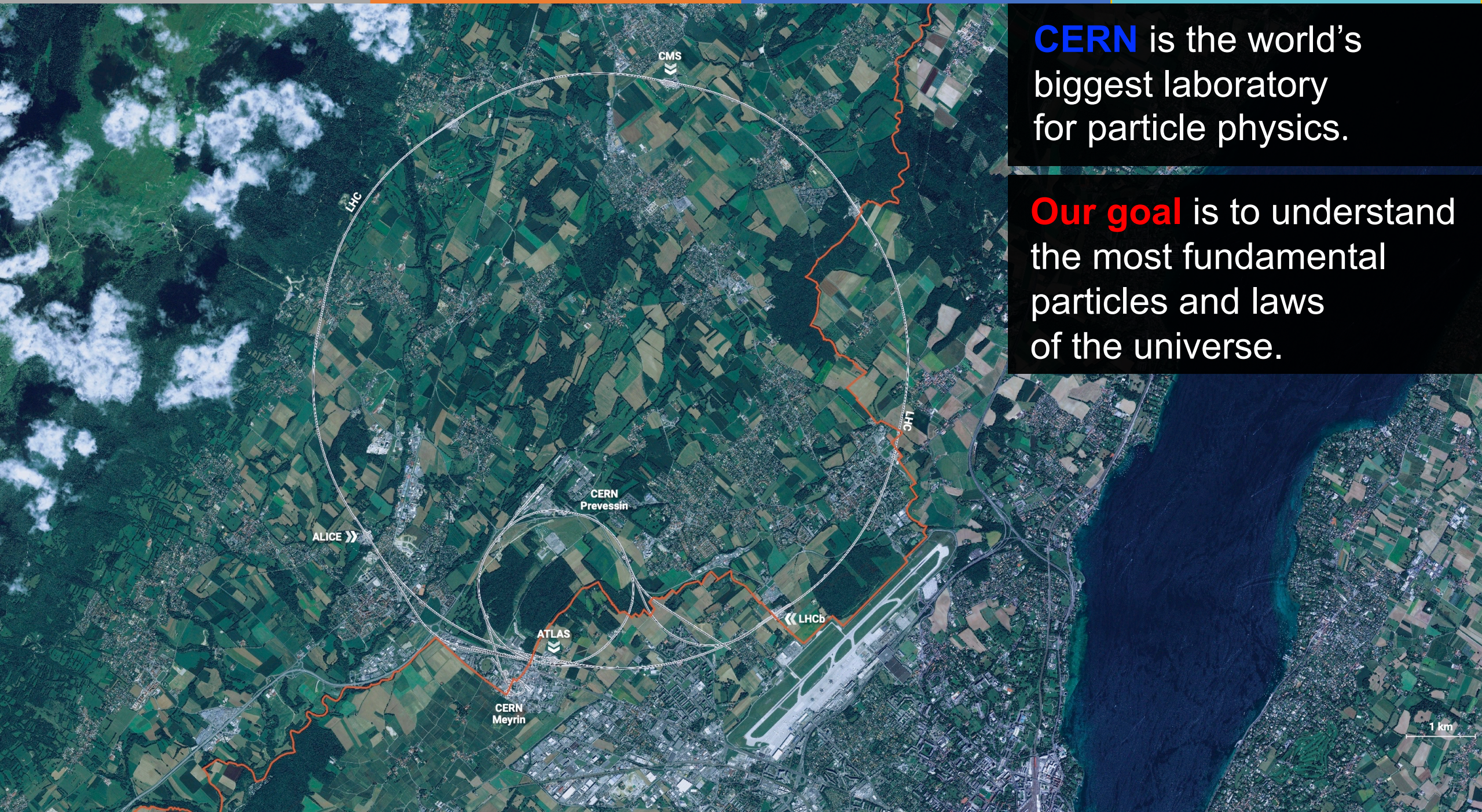
CMS Highlight

문창성 (경북대)

2025년 한국고에너지물리학회 및 핵-입자-천체분과 연합 워크샵

전남대학교, 2025. 11. 19



CERN is the world's biggest laboratory for particle physics.

Our goal is to understand the most fundamental particles and laws of the universe.

A laboratory for people around the world

Distribution of all CERN Users by the location of their home institute

Geographical & cultural diversity
Users of **110 nationalities**
23.7 % women

Member States (7704)

Austria 88 – **Belgium** 142 – **Bulgaria** 49 – **Czech Republic** 250 -
Denmark 50 – **Estonia** 27 – **Finland** 88 – **France** 856 – **Germany** 1260 -
Greece 101 – **Hungary** 84 – **Israel** 75 – **Italy** 1657 – **Netherlands** 174 -
Norway 88 – **Poland** 363 – **Portugal** 110 – **Romania** 110 – **Serbia** 42 -
Slovakia 72 – **Slovenia** 29 – **Spain** 448 – **Sweden** 103 – **Switzerland** 409 -
United Kingdom 1029

Associate Member States (602)

Brazil 141 – **Croatia** 35 – **Cyprus** 12 – **India** 158 – **Ireland** 11 - **Latvia** 22 -
Lithuania 21 – **Pakistan** 35 – **Türkiye** 151 – **Ukraine** 27

Observers (2330)

Japan 229 – **United States of America** 2101

Data as of 31 December 2024

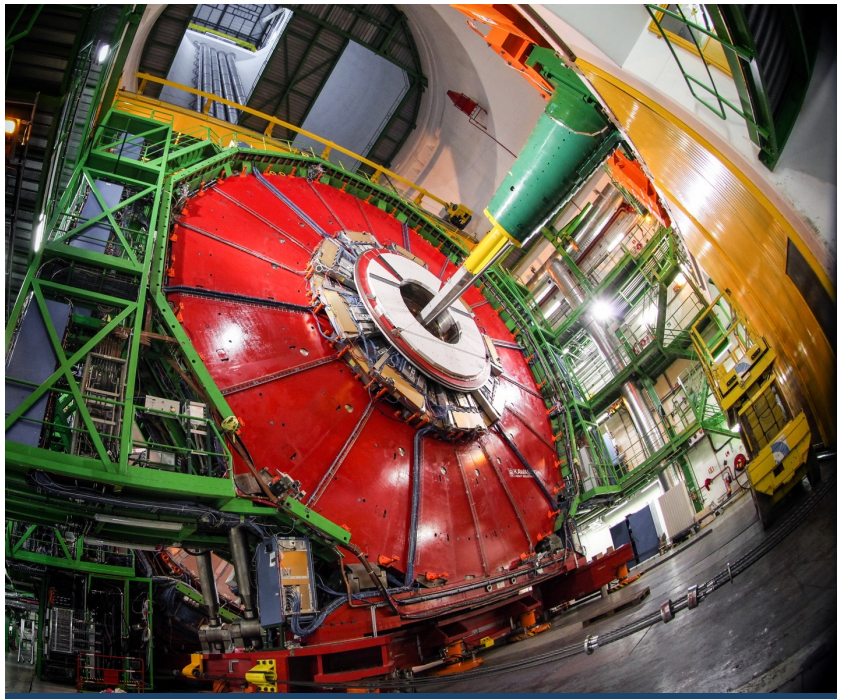
Cooperation Agreements (1770)

Albania 7 – **Algeria** 1 – **Argentina** 17 – **Armenia** 28 – **Australia** 31 – **Azerbaijan** 2 – **Bahrain** 10 – **Canada** 203 -
Chile 58 – **Colombia** 25 – **Costa Rica** 8 – **Cuba** 3 – **Ecuador** 4 – **Egypt** 22 – **Georgia** 36 – **Hong Kong** 17 – **Iceland** 3 -
Indonesia 8 – **Iran** 18 – **JINR** 305 – **Jordan** 2 – **Kazakhstan** 8 – **Kuwait** 2 – **Lebanon** 12 – **Madagascar** 1 - **Malaysia** 1 -
Malta 3 – **Mexico** 66 – **Montenegro** 4 – **Morocco** 22 – **New Zealand** 1 – **Nigeria** 1 – **Oman** 1 – **Palestine** 1 -
People's Republic of China 472 – **Peru** 3 – **Philippines** 1 – **Republic of Korea** 184 – **Saudi Arabia** 4 – **South Africa** 73 -
Sri Lanka 7 – **Taiwan** 49 – **Thailand** 17 – **Tunisia** 3 – **United Arab Emirates** 14 – **Vietnam** 1

한국 참여 연구자수 : 184명

CERN develop technologies in three key areas

ACCELERATORS

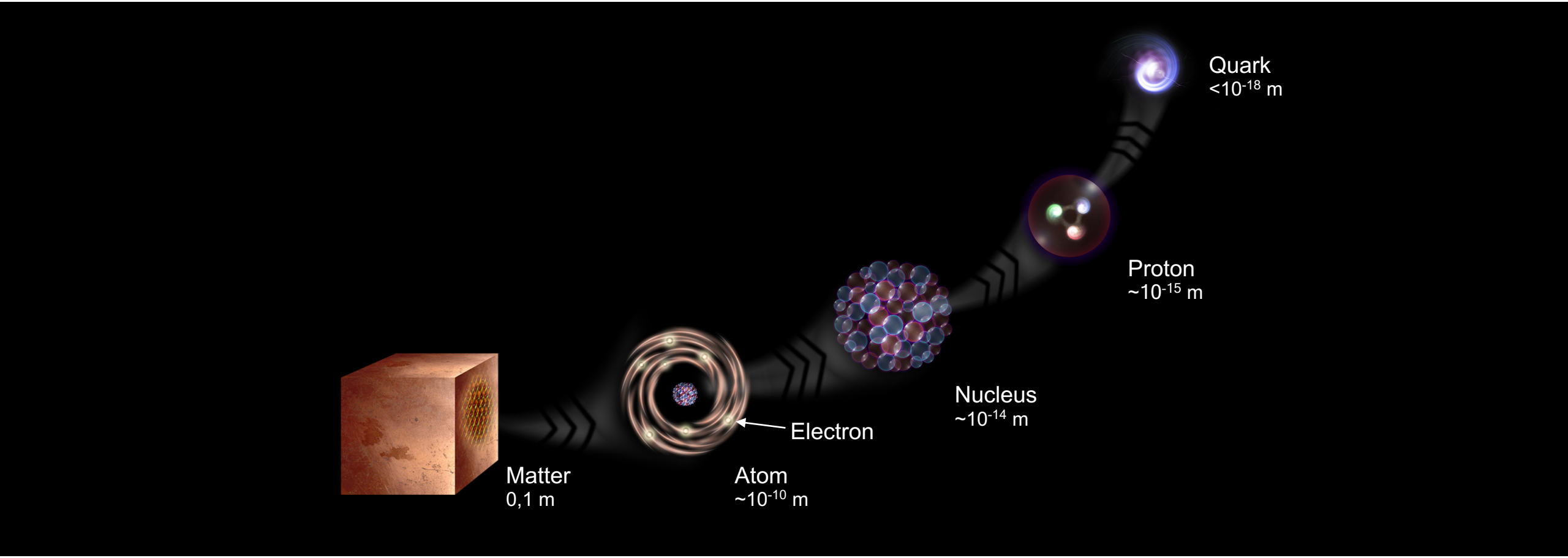


DETECTORS

COMPUTING

What is the universe made of?

We study the elementary building blocks of matter and the forces that control their behaviour



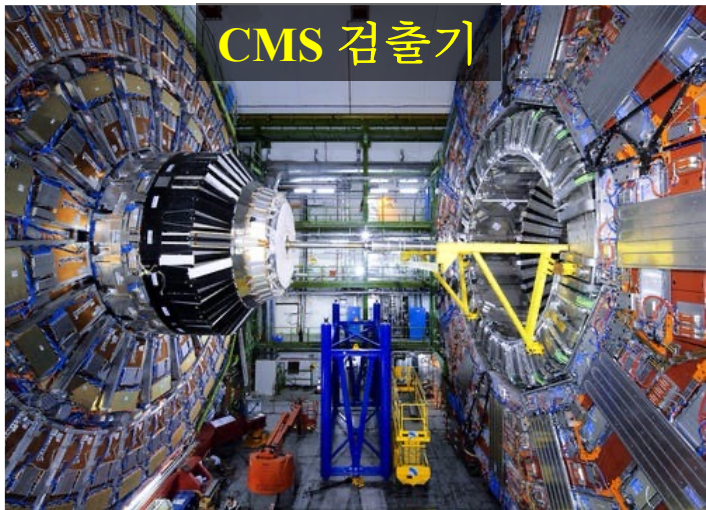
The big Bang

약력 phase transition
(LHC의 CMS실험)

15 thousand million years
1 thousand million years
300 thousand years
3 minutes
10^{-5} seconds
10^{-10} seconds
10^{-34} seconds
10^{-43} seconds
10^{32} degrees
10^{27} degrees
10^{15} degrees
10^{10} degrees
10^{9} degrees
6000 degrees
18 degrees
3 degrees K

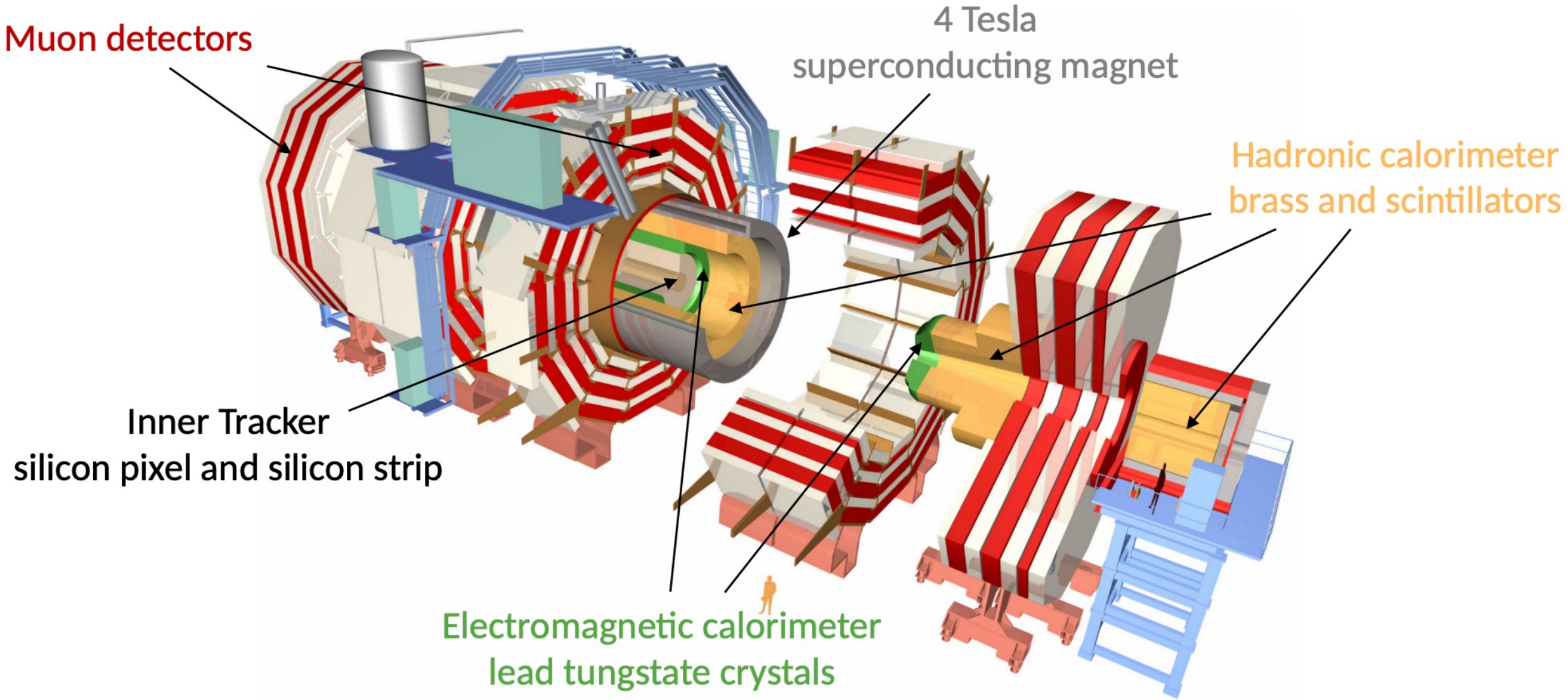
- radiation
- particles
- W^+, W^-, Z } heavy particles carrying the weak force
- q quark
- $\bar{q}$ anti-quark
- e^- electron
- $\bar{e}$ positron (anti-electron)
- proton
- neutron
- meson
- H hydrogen
- D deuterium
- He helium
- Li lithium

LHC 강입자 가속기로 빅뱅 직후
10^{-10}초 후 순간의 현상을 연구함.



CMS detector

High-granularity detectors
(100 Million channels 3D Digital Cameras)



CMS Collaboration

248 Institutes
from 58 countries/regions

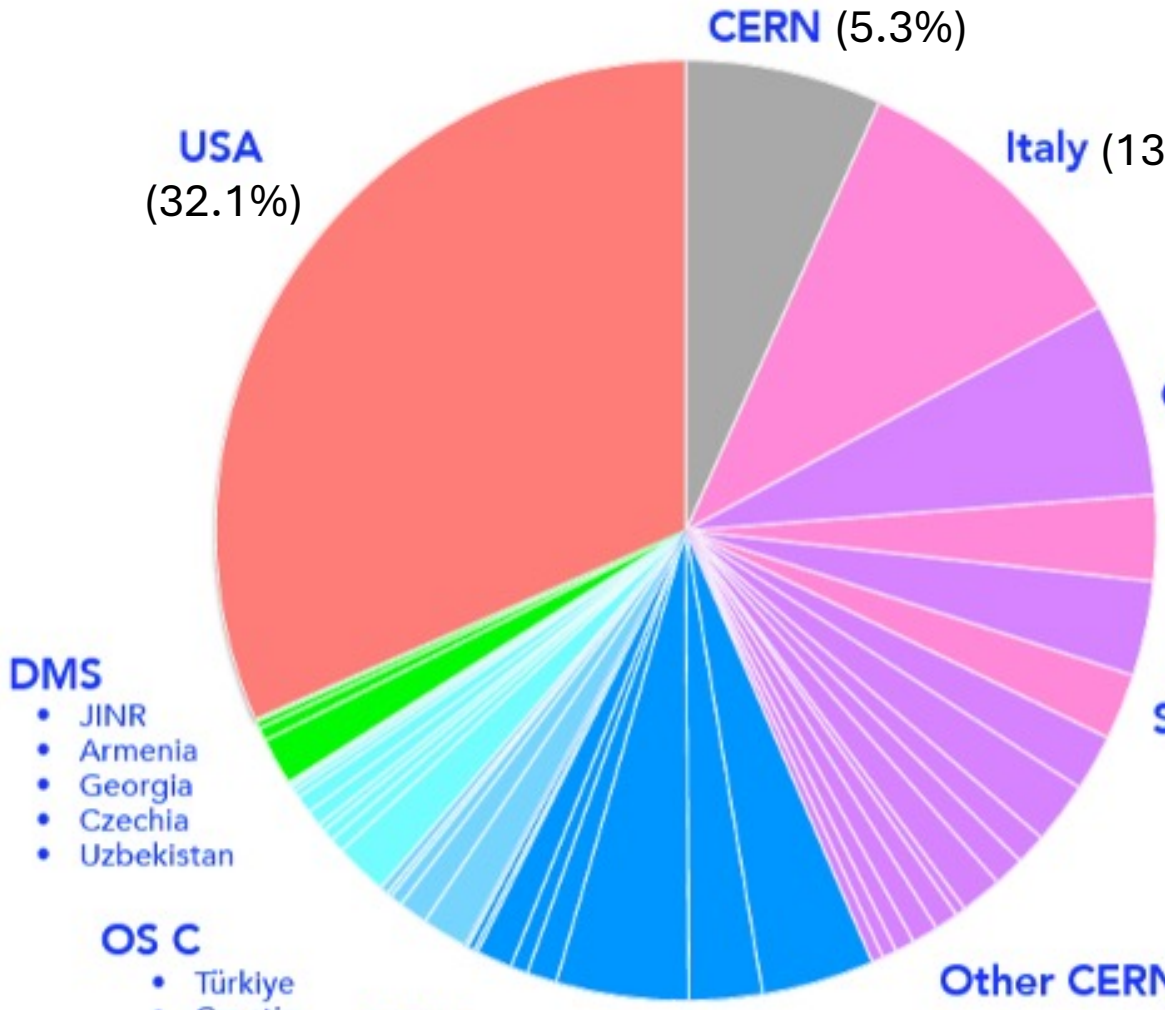
6 311 CMS active members (23% ♀)

- 2 102 PhD physicists (20% ♀)
- 1 198 doctoral students (27% ♀)
- 1 594 non-doctoral students (27% ♀)
- 1 019 engineers (15% ♀)
- 287 technicians (8% ♀)

2 270 CMS authors

- 1 625 PhD physicists
- 645 doctoral students

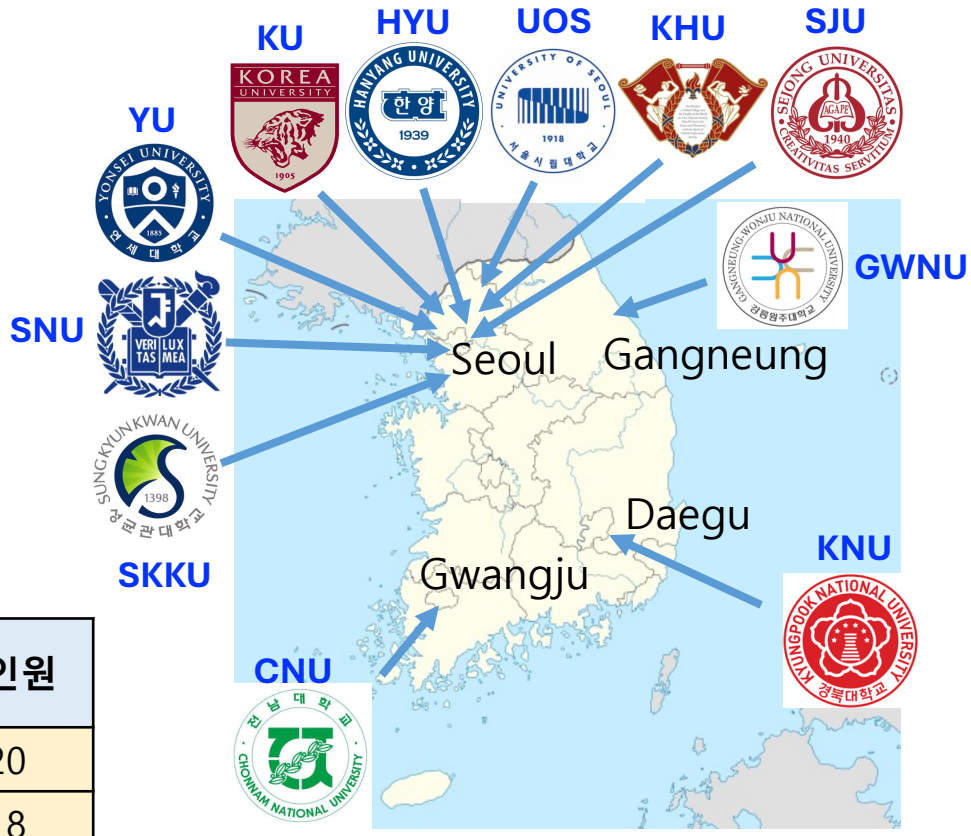
- New: 10 new institutes (India, Pakistan, Türkiye)
- In process: 7 institutes (Germany, Greece, Korea, Nigeria, Oman, Pakistan, Romania, Ukraine)
- *Left: 11 institutes from Russian Federation*



한국-CMS (KCMS) 실험팀

- **연구단 목표**
  - CERN과 국제협력을 통한 World-Class Research 수행
  - 대형 검출기를 CERN과 공동 개발하고 생산
  - 기초과학에서 연구인력 양성
- **11개 대학**

경북대, 경희대, 고려대, 서울대, 서울시립대, 성균관대,
세종대, 연세대, 전남대, 한양대, 강릉원주대



단계	연도	총 예산 (억원)	교수	연구원	대학원생	기술, 행정	총 인원
6	2022	33.4	17	27	68	8	120
	2023	40.0	15	23	72	8	118
	2024	41.5	16	22	72	11	121
7	**2025**	**56.7**	**15**	**26**	**72**	**14**	**127**

※ 전체 CMS 인원에서 약 2.4% 정도의 규모 – 10번째로 큰 규모

- **CMS 실험팀: 58개국 250개 기관, 6073명 참여 (저자수 1894명)**

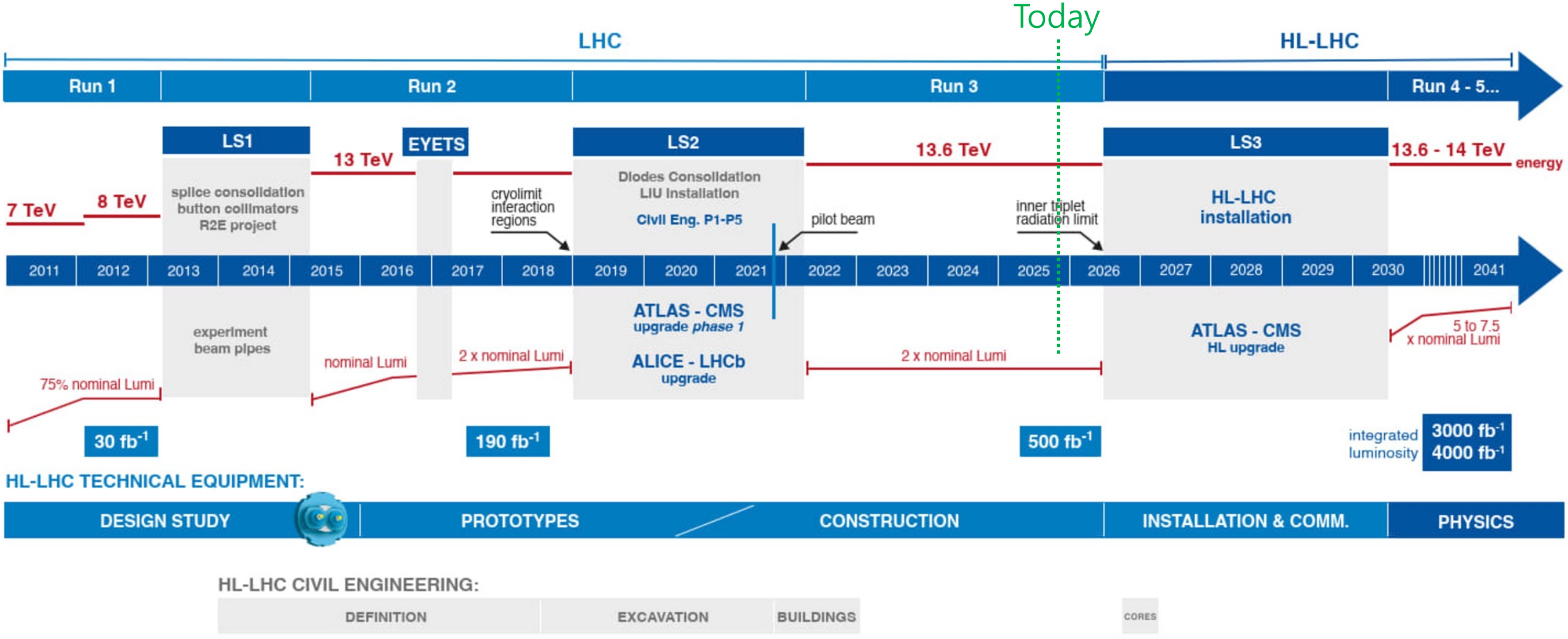
- **김재박 교수(고려대) 공동 연구원 참여 승인 ('25년 7월)**

고려대 박사, UC Santa Barbara 박사후 연구원, CMS Muon Upgrade Coordinator, SUSY sub-group convener

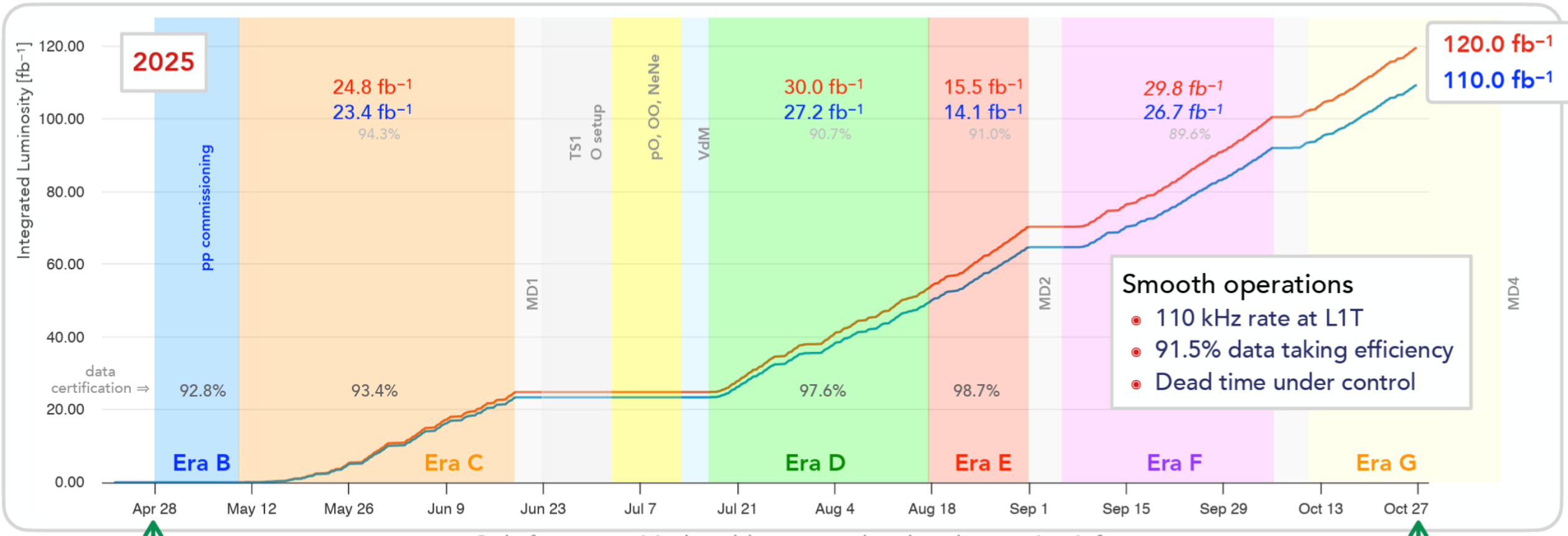
- **이경필 교수(중앙대) 10월 CMS에서 새로운 기관 신청하고 이사회에서 발표함.**

CMS에서 중앙대 기관 신청 승인 후 KCMS 공동 연구원 가입 예정

LHC / HL-LHC Plan



CMS Operations



Only few non-critical problems, mostly related to ageing infrastructure

last meeting Apr 28

today Oct 27

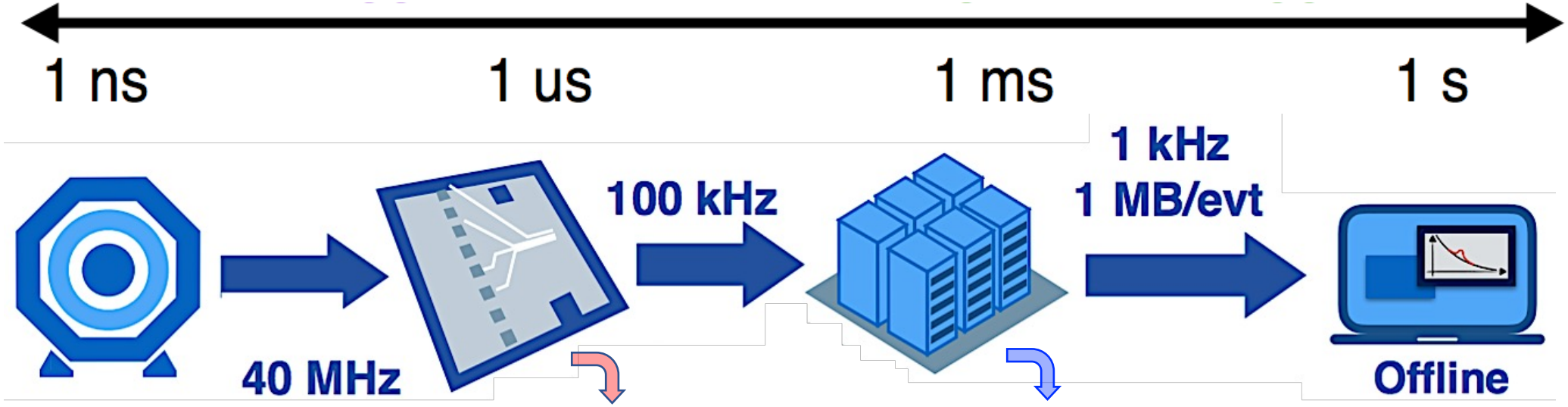
LHC (CMS) Records
- 1.7 (1.5) fb^{-1} in 1 day
- 9.2 (8.4) fb^{-1} in 1 week
- 32 (29) fb^{-1} in August

Run-3 today
- 314 (289) fb^{-1}

LHC today
- 507 (467) fb^{-1}

Targets 2025
- 70 fb^{-1} for MD2 ✓ Sep 1
- 100 fb^{-1} for MD3 ✓ Oct 6
- 120 fb^{-1} for MD4 ✓

CMS 실험 데이터 프로세싱 과정



첫번째 단계 트리거
(하드웨어 기반)

- 초당 40 MHz 이벤트
- ASICS 와 FPGAs 프로세서 이용
- ~4 μs 안에 필터링 완료
- 99.75% (399/400) 이벤트 필터

높은 단계 트리거
(소프트웨어 기반)

- 초당 100 kHz 이벤트
- CPU Farm 이용 : 30,000 CPU cores
- 300 ms 안에 필터링 완료
- 99% (99/100) 이벤트 필터됨

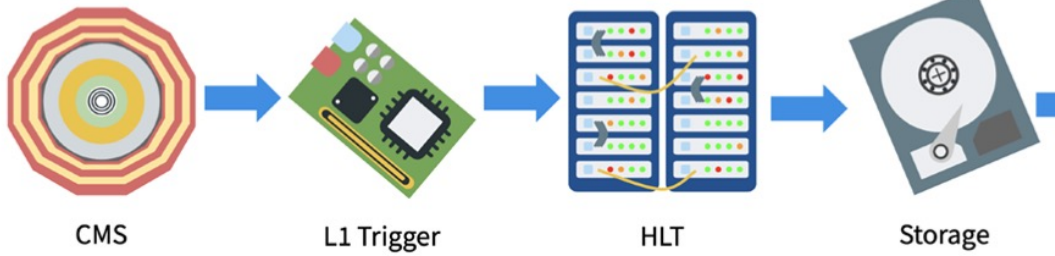
트리거(이벤트 필터링) 후 99.9975% (39999/40000) 이벤트가 영원히 사라짐

Multiple Data Taking Strategies

Scouting Stream
- reduced data format
- event size reduced by 100x
- event rate increased by 30x
- based on reconstruction at HLT (no offline reconstruction)

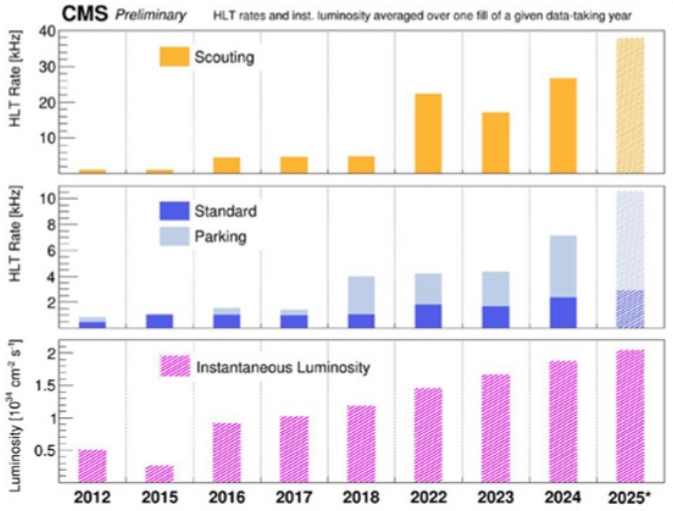
Parking Stream
- 7 kHz
- ~ 1.1 MB/event
- full event
- Reconstructed when resources become available

Standard Stream
- 3 kHz
- ~ 1.1 MB/event
- full event
- reconstructed at Tier0 after 48 hours

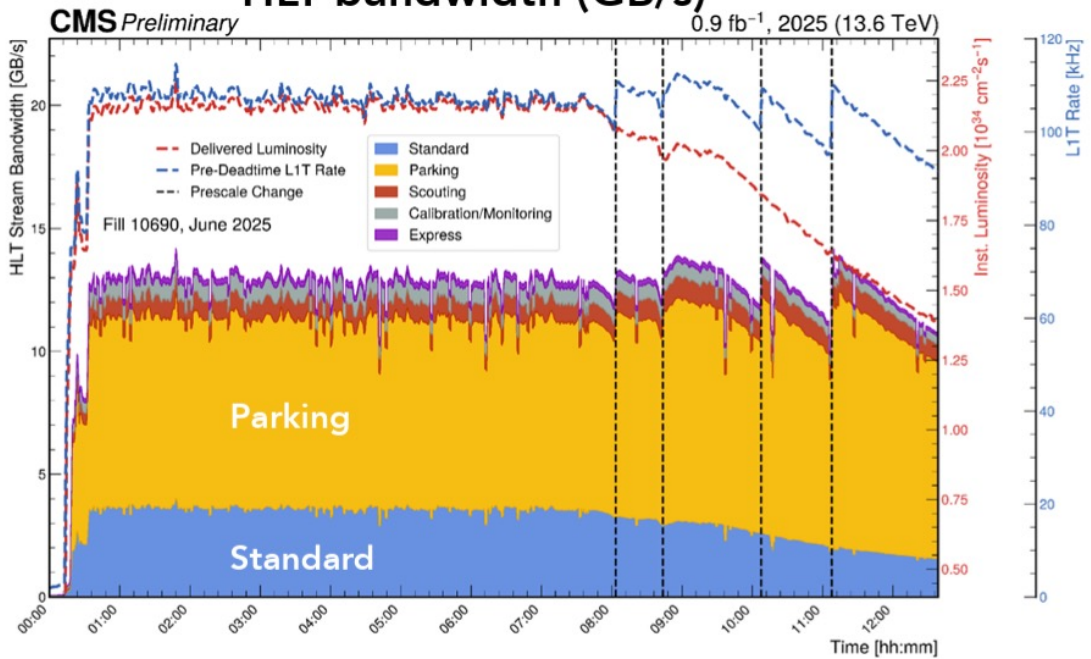


CMS-DP-2025-034

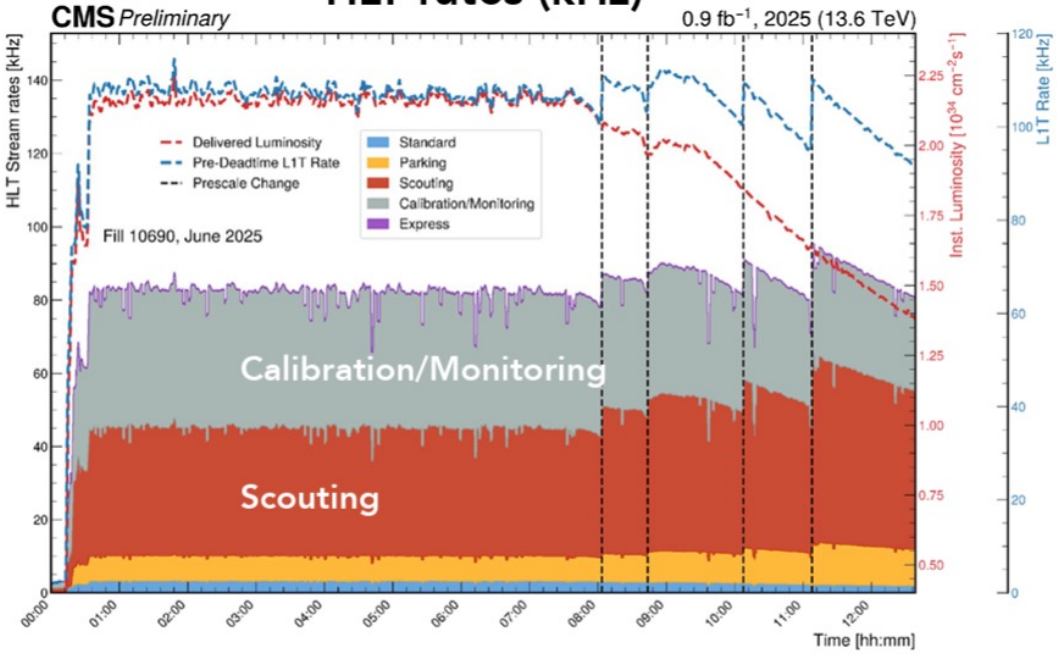
2 July 2025



HLT bandwidth (GB/s)

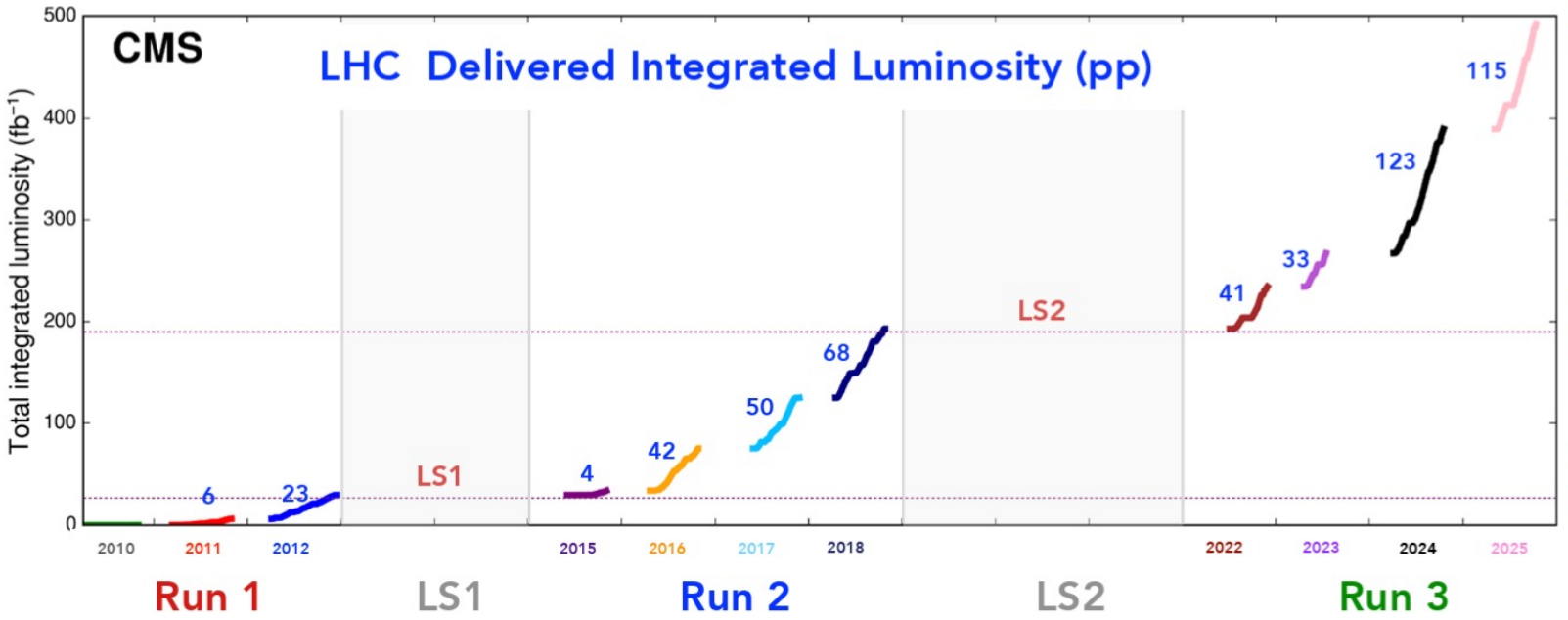


HLT rates (kHz)



Fill from June 2025

CMS Data 획득 현황

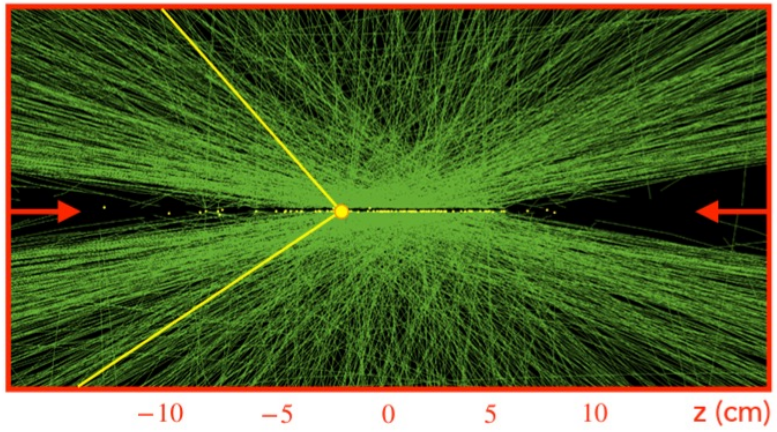


505 fb⁻¹

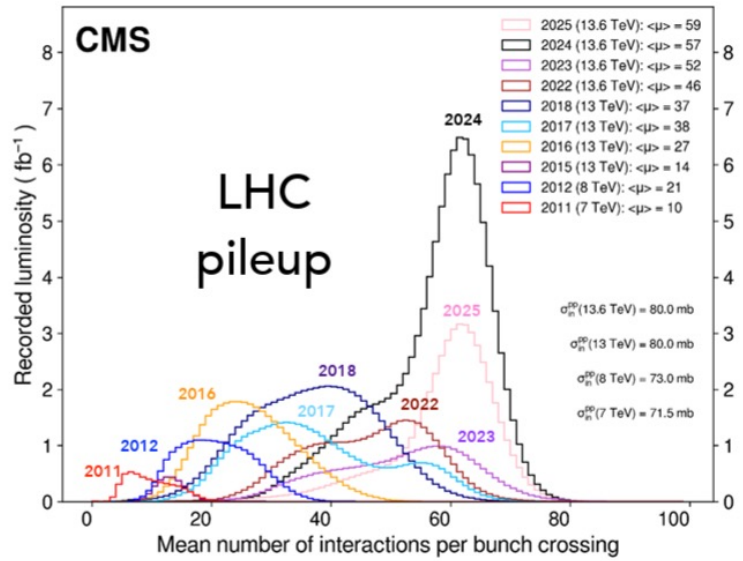
Run 3
307 (13.6 TeV)

Run 2
165 (13 TeV)

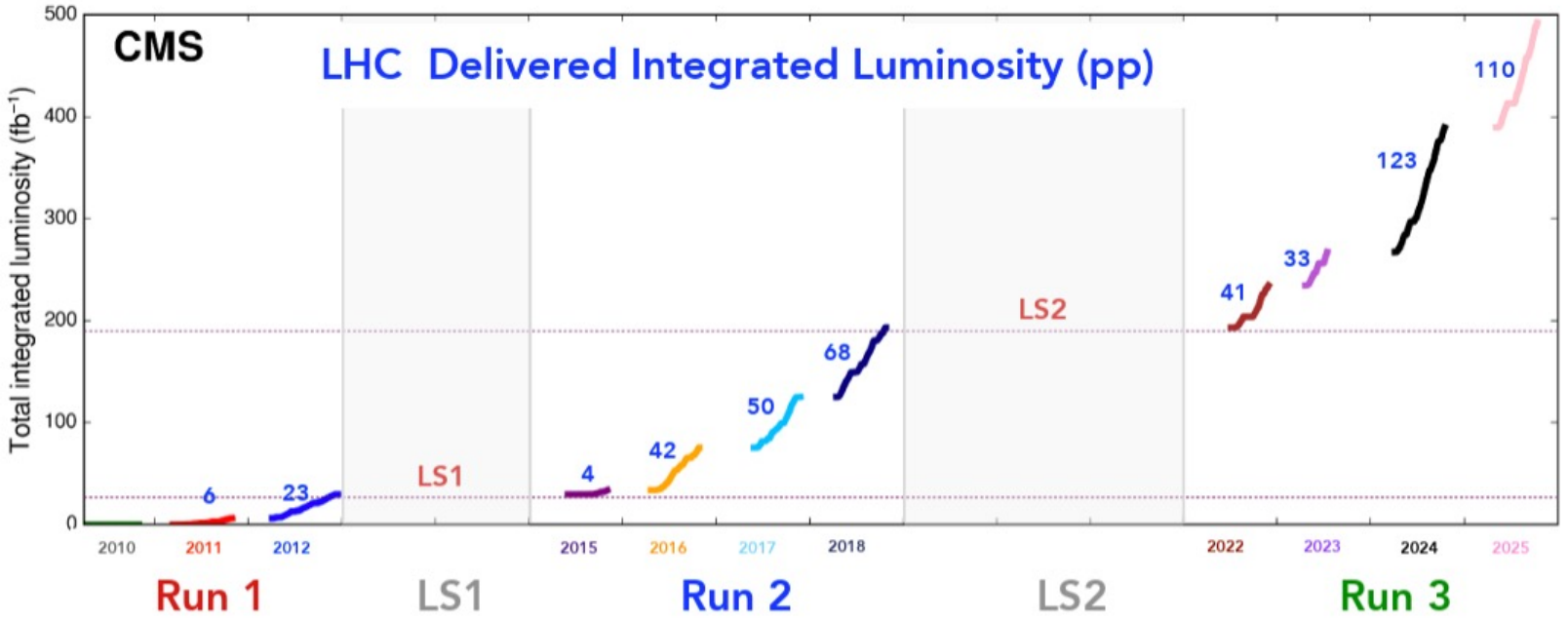
Run 1
6 (7 TeV) + 23 (8 TeV)



CMS copes with PU = 64 or above

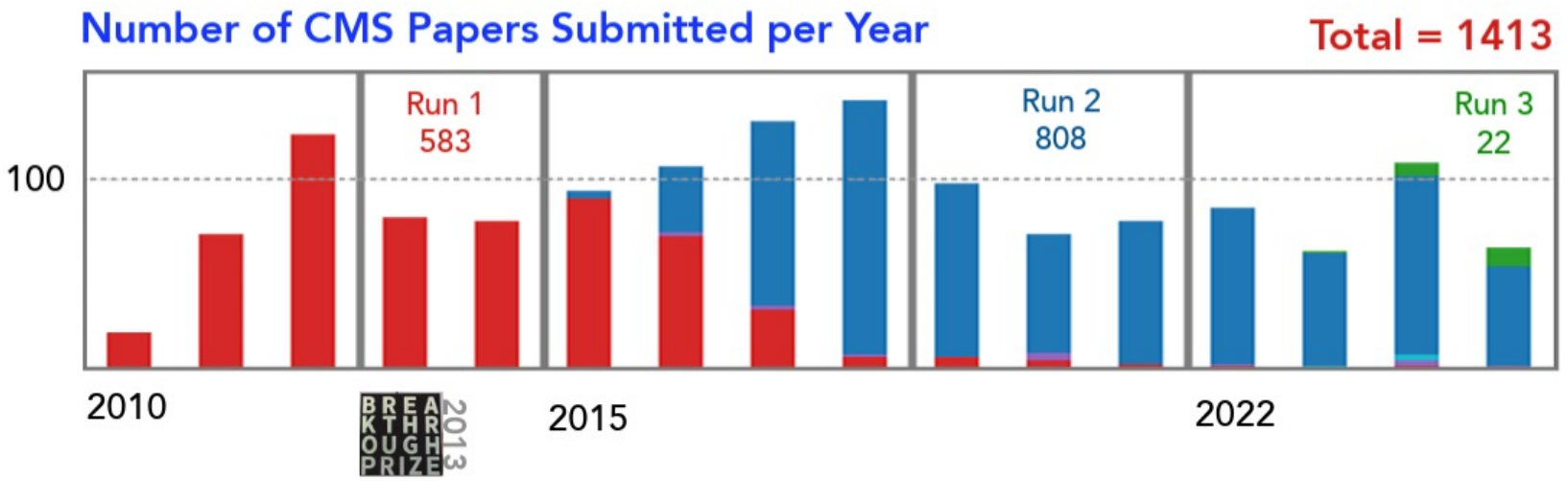


CMS Publication

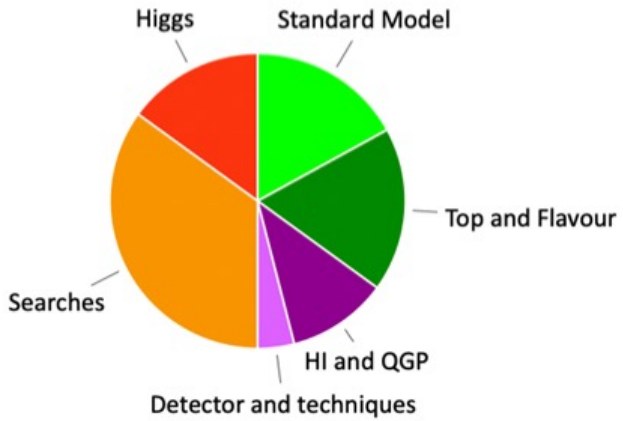


Seven Physics Reports

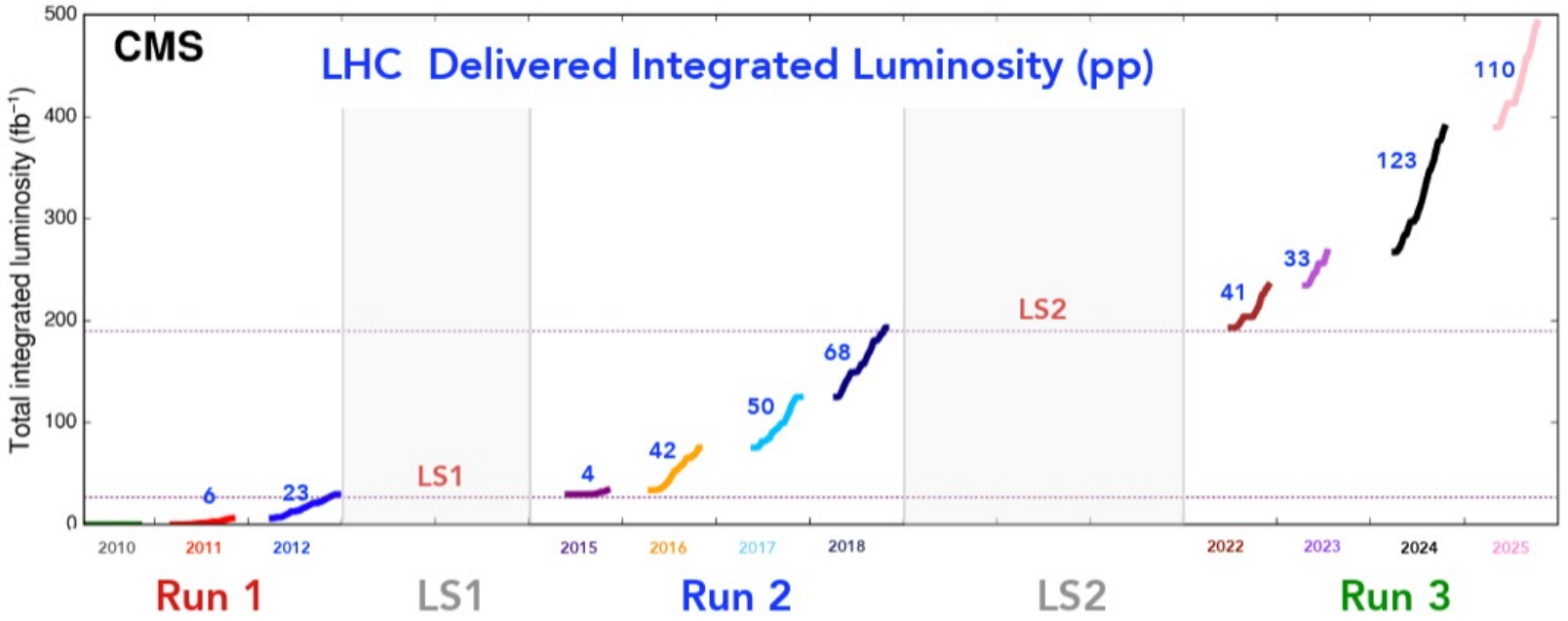
- Stairway to discovery: CMS programme of cross section measurements
- Top quark mass measurements
- Searches for Higgs boson production through decays of heavy resonances
- High-density QCD studies
- Dark sector searches
- Searches for vector-like quarks, vector-like leptons, and heavy neutral leptons
- Enriching the physics program of the CMS experiment via data scouting and data parking

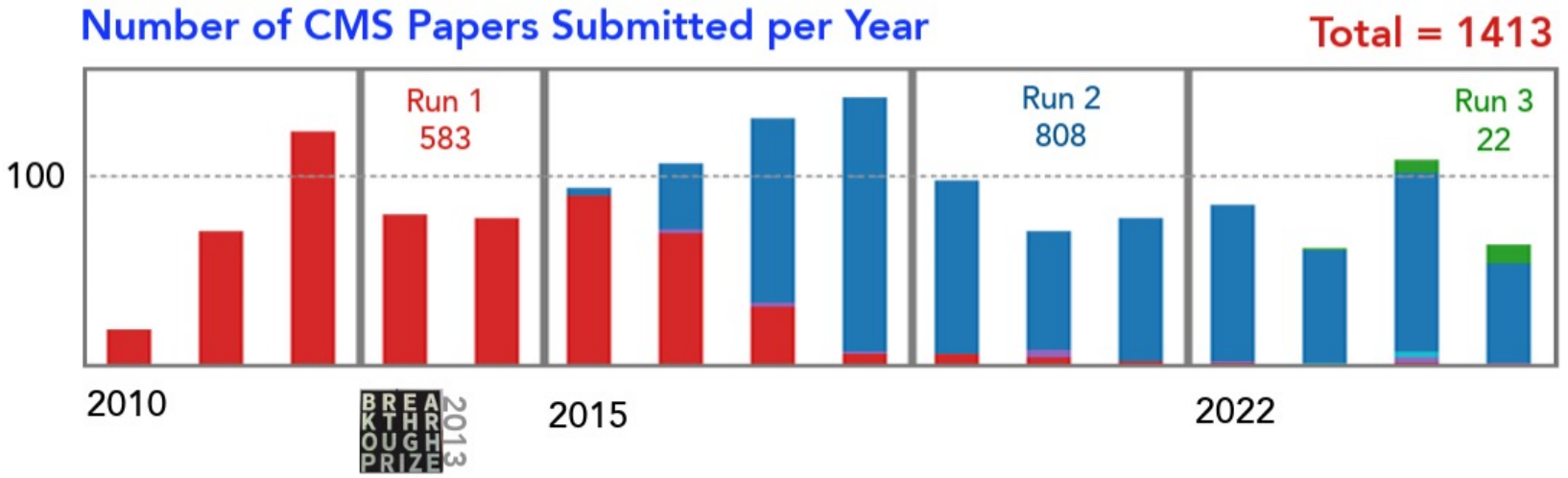


A balanced research program of searches for new phenomena and precision measurements



CMS Publication





FUNDAMENTAL PHYSICS
BREAKTHROUGH
PRIZE

2025

to the ATLAS, CMS, ALICE and LHCb Collaborations

"For detailed *measurements of* ***Higgs boson properties*** confirming the *symmetry-breaking mechanism of mass generation*, the *discovery of* ***new strongly interacting particles***, the *study of* ***rare processes*** *and* ***matter/antimatter asymmetry***, and the *exploration of* ***nature at the shortest distances*** *and* ***most extreme conditions*** *at CERN's Large Hadron Collider"*

FUNDAMENTAL PHYSICS
BREAKTHROUGH
PRIZE

BREAKTHROUGH PRIZE | FUNDAMENTAL PHYSICS

THE 2025 BREAKTHROUGH PRIZE IN FUNDAMENTAL PHYSICS IS AWARDED TO

Chang-Seong Moon

AND COLLEAGUES IN THE CMS COLLABORATION AT THE LARGE HADRON COLLIDER AT CERN

For detailed measurements of Higgs boson properties confirming the symmetry-breaking mechanism of mass generation, the discovery of new strongly interacting particles, the study of rare processes and matter-antimatter asymmetry, and the exploration of nature at the shortest distances and most extreme conditions at CERN's Large Hadron Collider.

APRIL 5, 2025

Pete Worden
Chairman
Breakthrough Prize Foundation

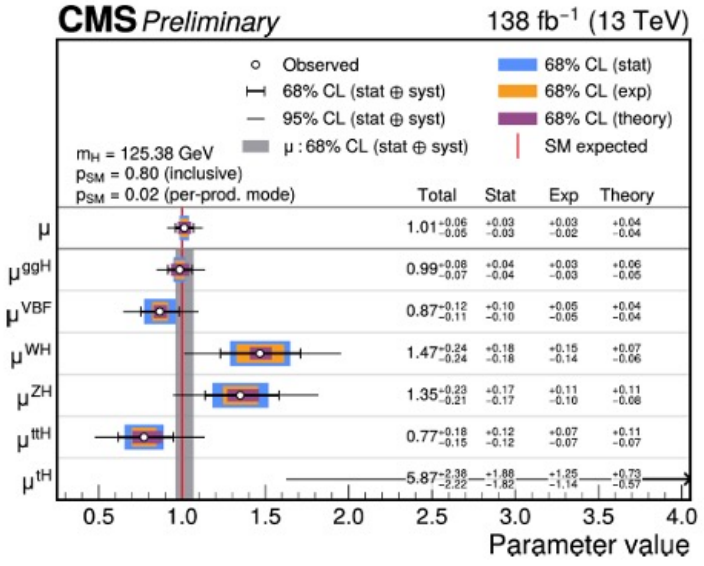
Recent studies of the Higgs boson at CMS

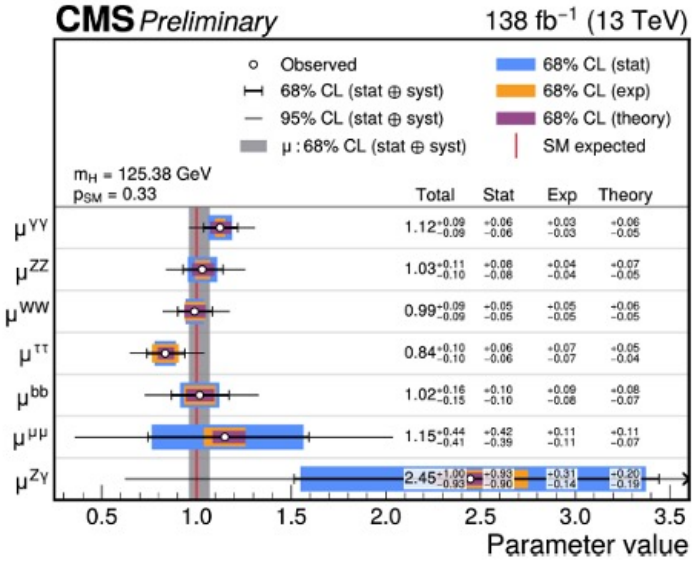
CMS-PAS-HIG-21-018
14 Apr 2025
Run-2

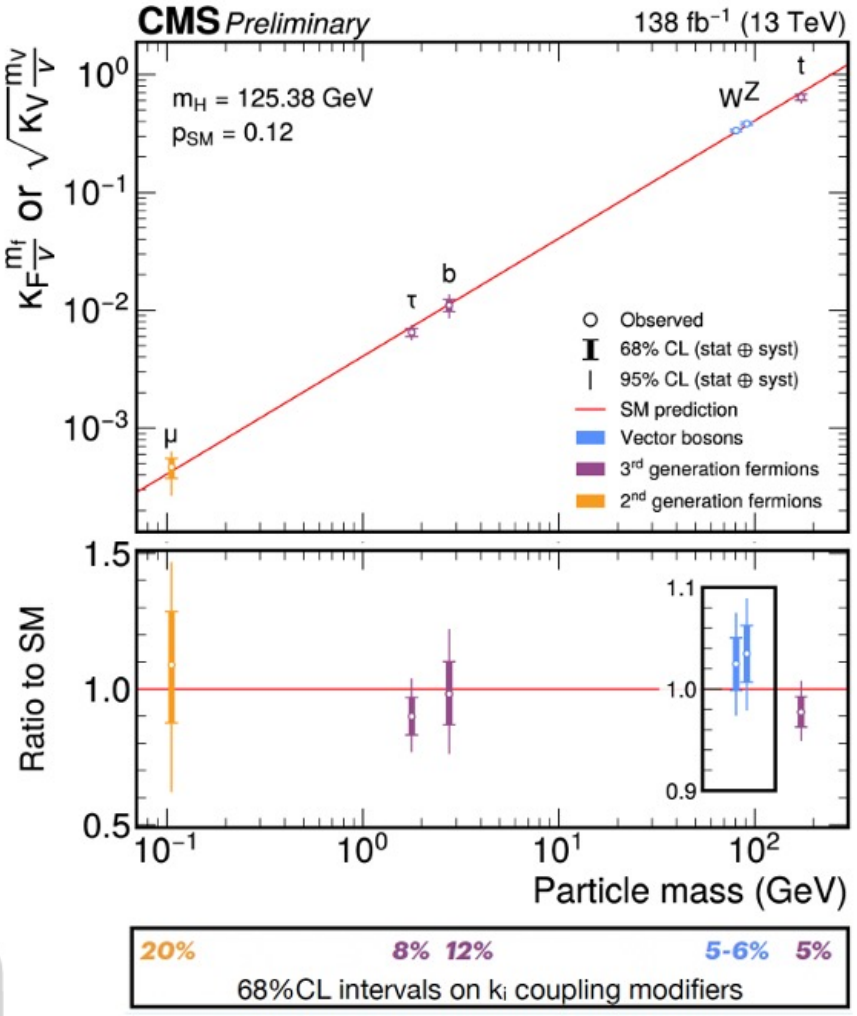
Comprehensive study of Higgs boson production and decay

Combination of 16 CMS published Run-2 analyses

- 6 production modes
- 7 decay channels
- Up to 100 cross-section measurements, 1k categories, 10k parameters







$$\sigma/\sigma_{SM} = 1.014\,^{+0.055}_{-0.053}(\text{total}) = 1.014 \pm 0.028\ (\text{stat.})\,^{+0.025}_{-0.024}(\text{exp.})\,^{+0.040}_{-0.039}(\text{theo.})$$

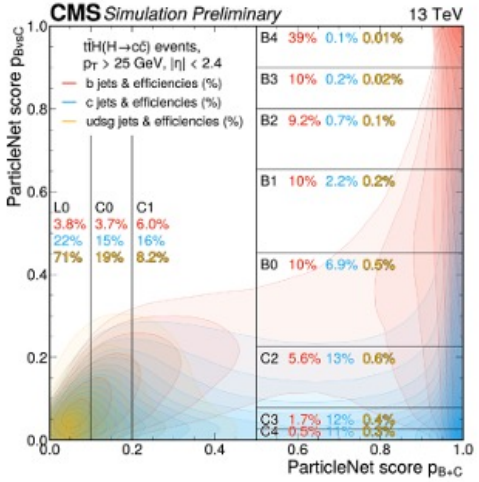
5.4% 2.7% 2.5% 3.9%

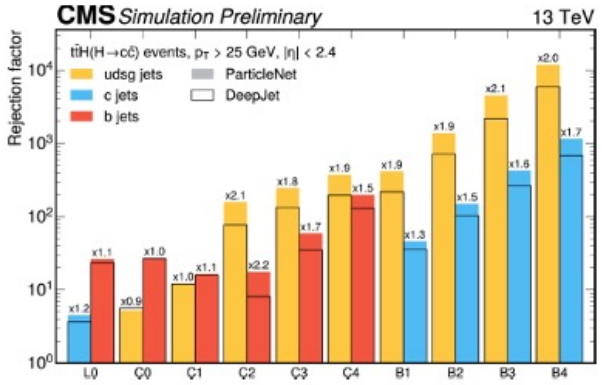
Higgs Decay to Charm

First search for $H \to c\bar{c}$ in the $t\bar{t}H$ production channel

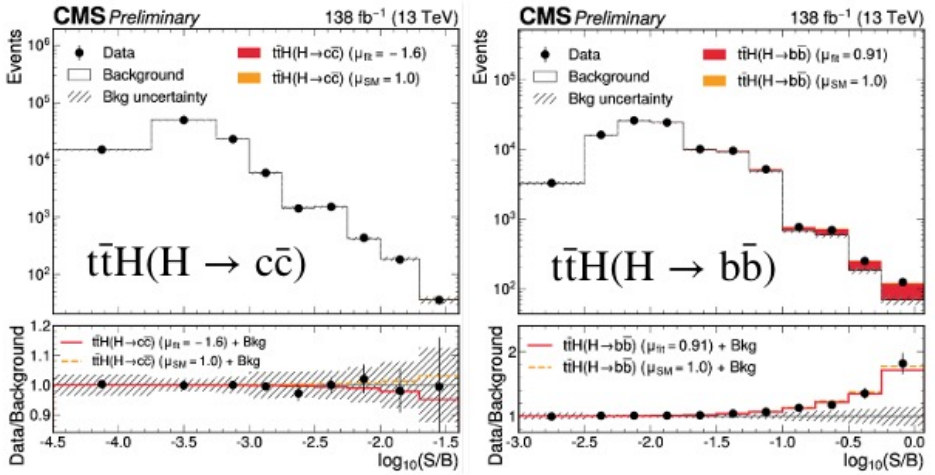
CMS-PAS-HIG-24-018
7 Apr 2025

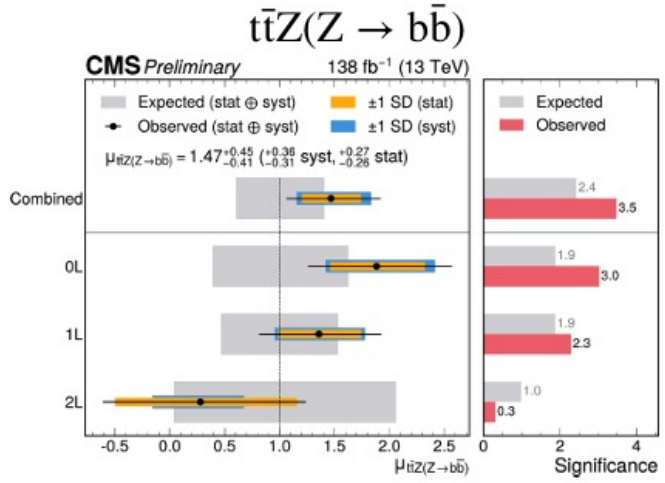
CMS-HIG-21-008
PRL 131 (2023) 061801



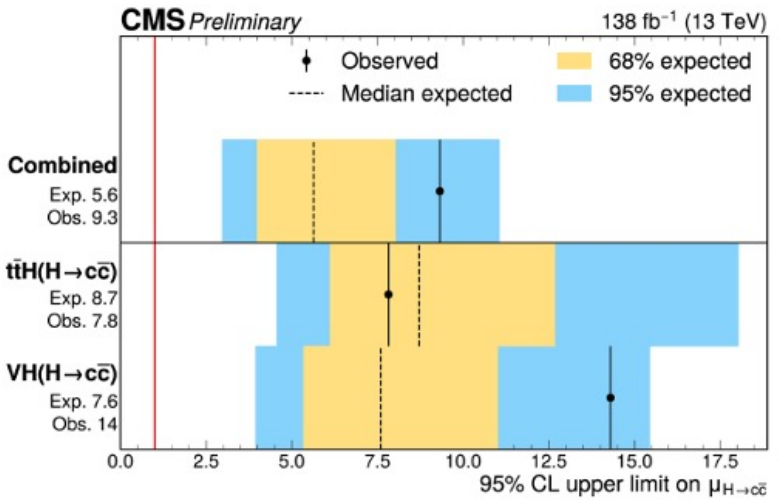


- Dynamic Graph Convolutional NN (ParticleNet)
- Multiclass event classifier-based (ParticleTransformer)





A result that illustrates the **tremendous progress** made through the use of **advanced AI/ML techniques**



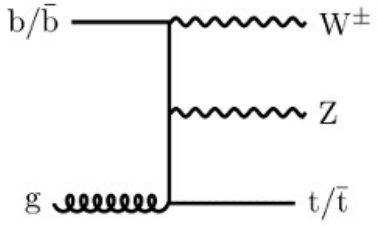
Combination: $|y_c/y_c^{\mathrm{SM}}| \leq 3.5\ (2.7)$ obs. (exp.)

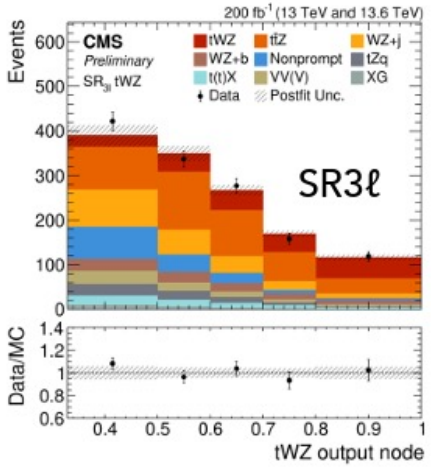
Incredible progress over the past years
Opens possibility of evidence at HL-LHC

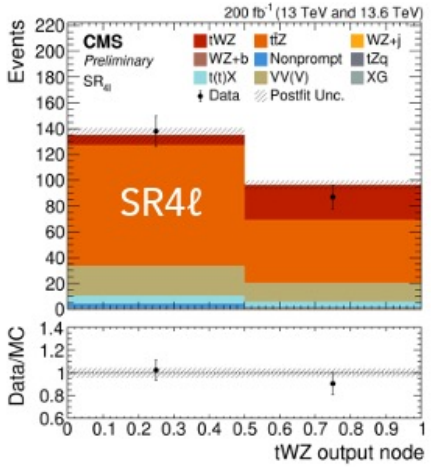
Observation of tWZ Production

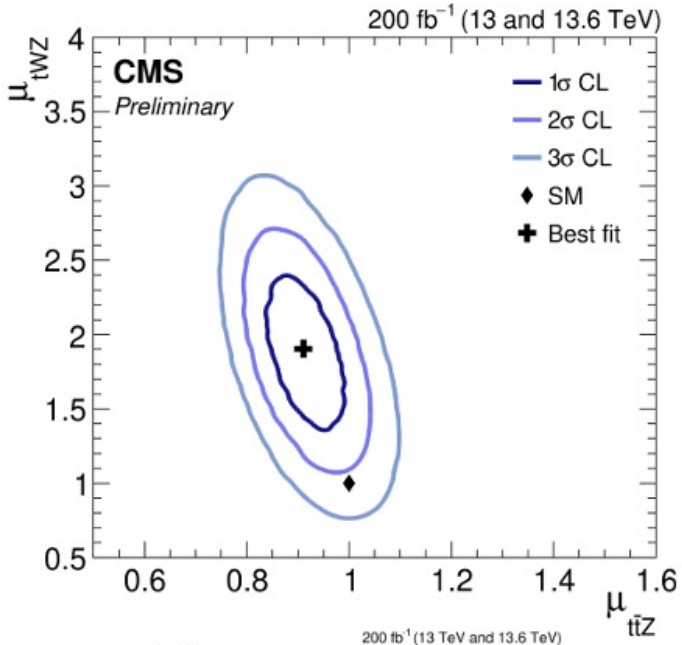
Simultaneous extraction of ttZ and tWZ

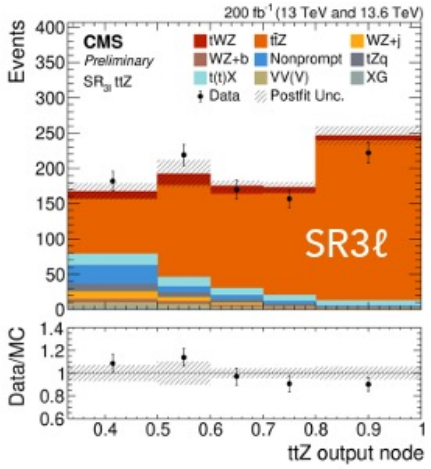
- Using ParticleTransformer to separate signals and background







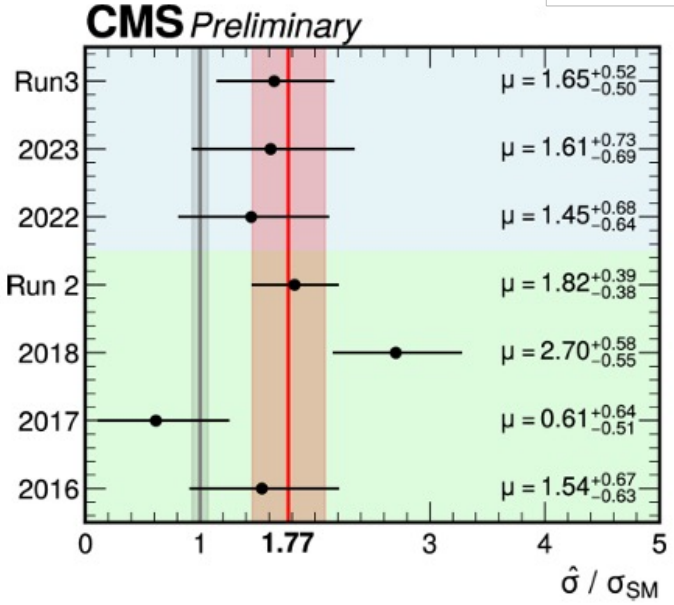




Run-2 Run-3 2022-23

CMS-PAS-TOP-24-009

10 May 2025



$$\mu(\mathrm{tWZ}) = 1.77 \pm 0.23\ (\mathrm{stat}) \pm 0.22\ (\mathrm{syst})$$

- Observation of tWZ
- Still tension with SM prediction

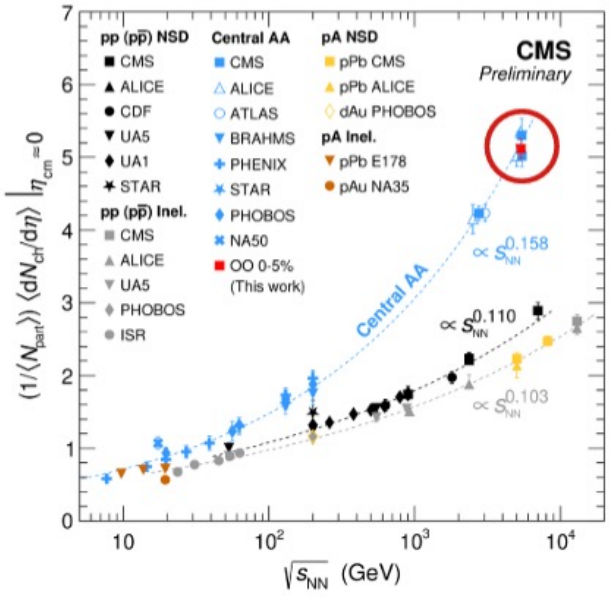
Light Ion Run: pO, OO and NeNe

Proton-Oxygen (pO) collision

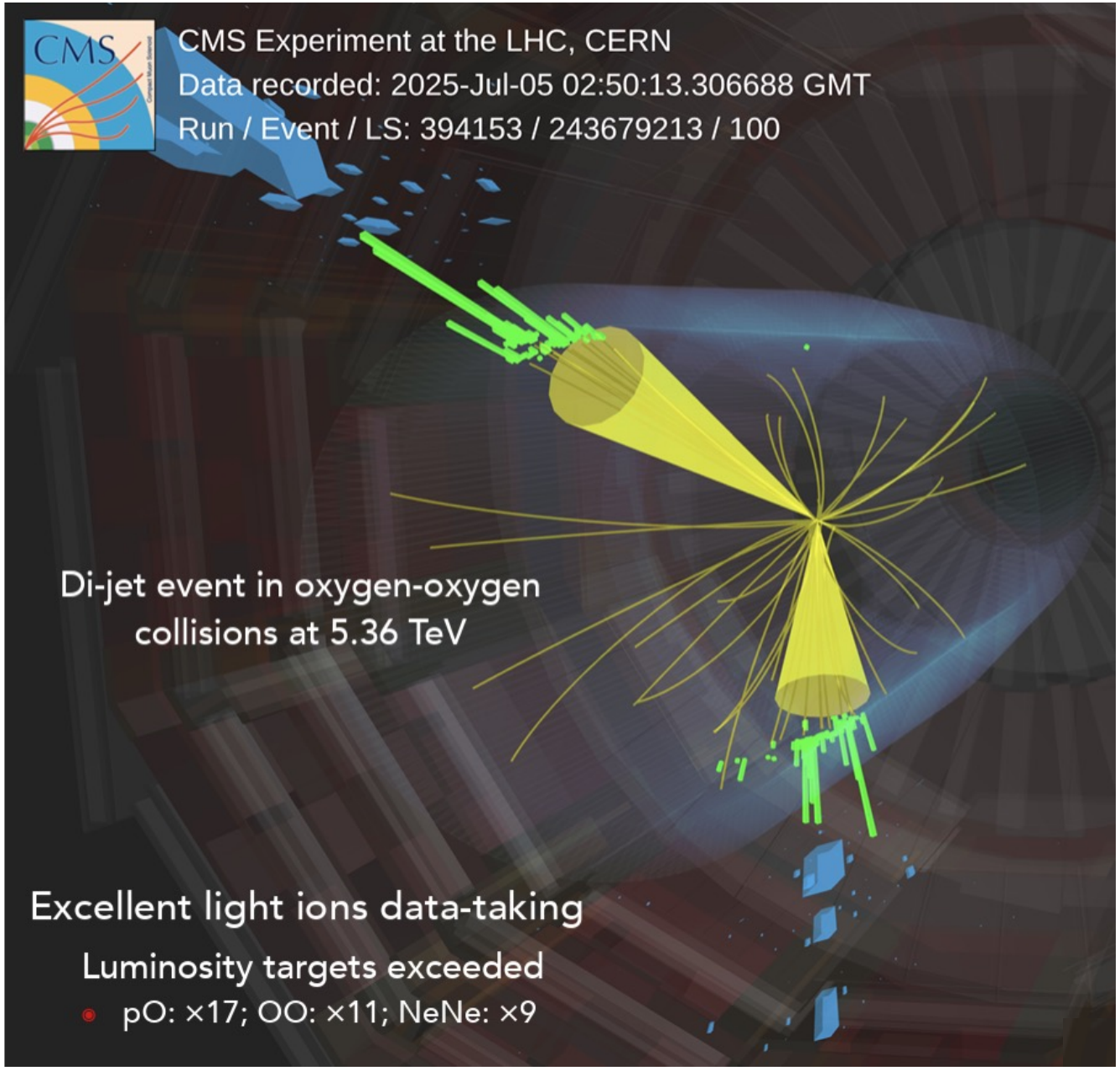
- For the astroparticle community: Study pO interactions to improve on cosmic ray simulations

Light ions (Oxygen-Oxygen, Neon-Neon)

- Study bulk particle production as a function of system size
- Use hydrodynamics to test hypotheses of nuclear structure
- Study parton energy loss in small systems

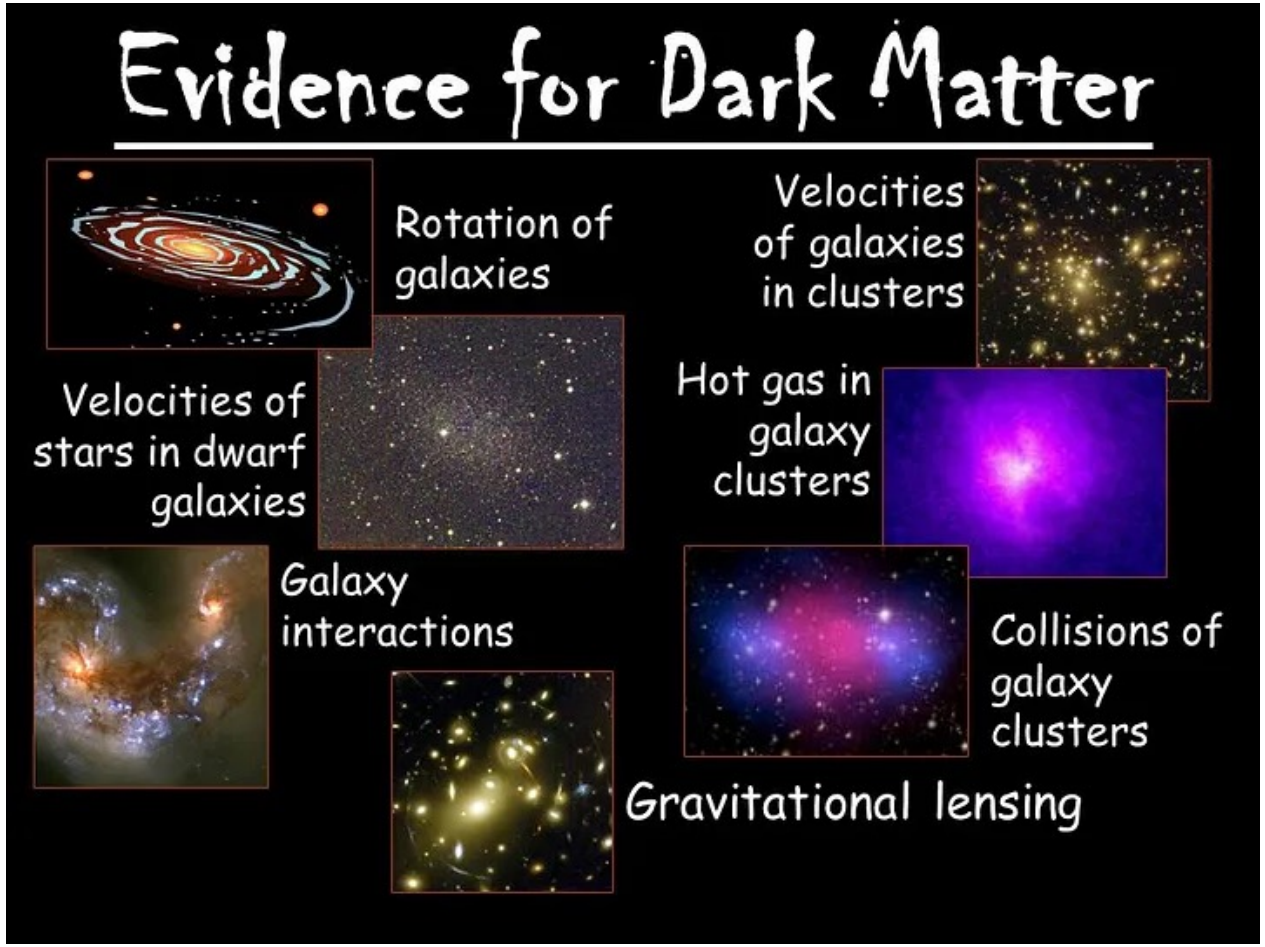


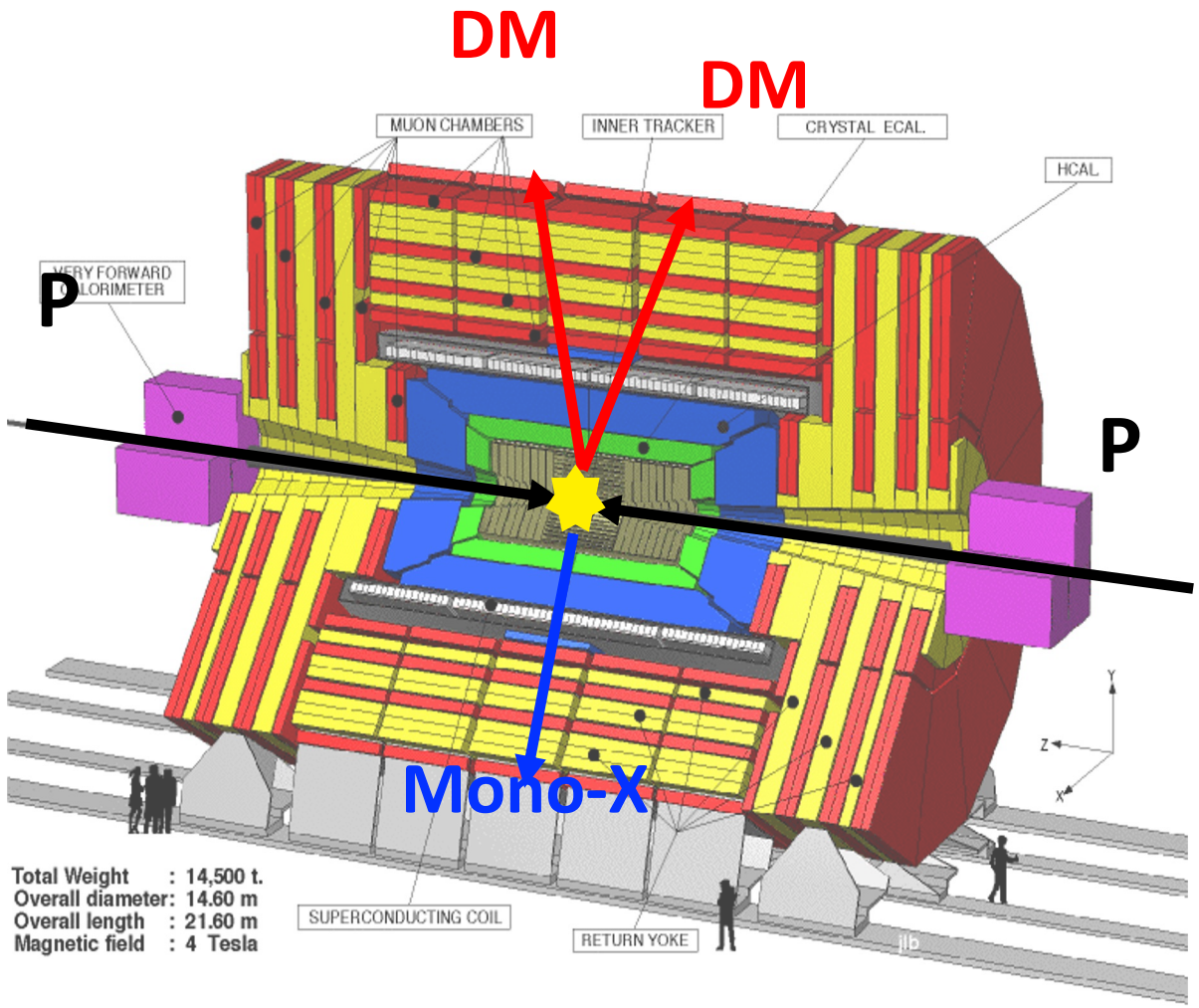
Central OO reaches multiplicity par participant nucleon comparable to Heavy Ions



유럽입자물리연구소(CERN) CMS실험에서 암흑물질 탐색

- 암흑물질이 일반물질과 서로 상호작용 한다면 LHC에서 암흑물질이 생성될 수 있음
  - 암흑물질 탐색은 현재 LHC에서 행해지고 있는 새로운 물리탐색 중 가장 주목받는 연구분야





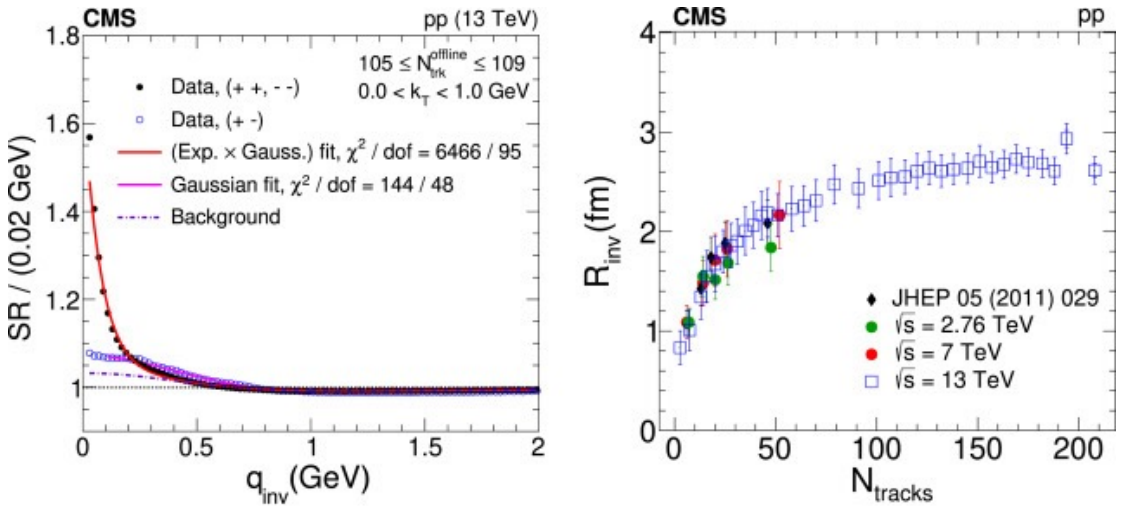
KCMS 2025년 대표 업적

LHC 1차 및 2차 가동 기간 CMS 실험을 통한 실험적 고밀도 QCD 연구 개요 (HIN-23-011)

경북대 Sunil Dogra

주요 내용:

제트 소멸, 쿼크오늄 억제, 중성미자 생성, 펨토스코피 상관관계, 소규모 시스템의 집단적 행동에 관한 결과를 포함하여, QGP 역학 및 파톤 에너지 손실에 대한 심층적 통찰을 제공함.



본 논문은 펨토스코피를 통해 연구된 시스템 시공간 진화 주제에 대한 KNU의 기여를 포함함.

Physics Reports 1115 (2025) 219

13 TeV에서의 양성자-양성자 충돌 실험에서 단일 탑 쿼크와 연관된 암흑 물질 생성 탐색 (SUS-23-004)

경북대 문창성, 홍지은, Sunil Dogra (with KIT and Fermlab)

탐색 전략:

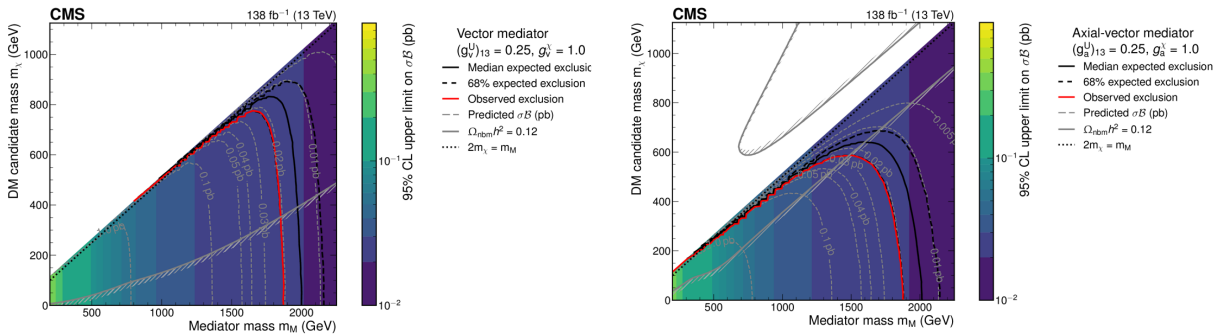
맛 변화 중성 전류(FCNC)를 통한 비공명 단일 탑 쿼크 + 암흑 물질 생성 탐색. 큰 횡방향 에너지 손실이 발생하는 완전 강입자 탑 쿼크 붕괴에 중점.

사용 기법:

AK15 제트 및 ParticleNet을 이용한 Boosted top quark tagging. 높은 강입자 반동 및 배경 억제를 위한 최적화된 각도 절단을 통해 이벤트 선별.

결과:

배경사건을 초과하는 신호 미검출; 95% 신뢰도 한계로 매개자 질량 최대 1.85 TeV 및 암흑물질 질량 최대 0.75 TeV(벡터) 및 0.55 TeV(축벡터) 결합 시나리오 배제.



Journal of High Energy Physics 09 (2025) 141

KCMS 2025년 대표 업적

표준모형의 weak mixing angle을 역대 최고의 정밀도 측정 성공 (arXiv:2508.18022)

서울대 서현산 양운기, A. Bodek (Rochester)

주요 내용:

- CMS의 전후방 비대칭성 데이터를 이용하여 weak mixing angle을 측정함.
- 측정에 중요한 PDF systematic error를 W charge asymmetry와 W/Z 산란 단면적 데이터를 이용하여 크게 줄여서 **세계 최고의 정밀도 측정에 성공함.**
- 과거 LEP과 SLD 측정값이 논란을 불러일으켰지만, 이번에 가장 정밀한 값으로 측정하여 표준모형과 일치함을 보임

$$\sin^2\theta^l_{\text{eff}} = 0.23156 \pm 0.00024$$

Physics Reports (Impact Factor: 29.5)에 발행 예정

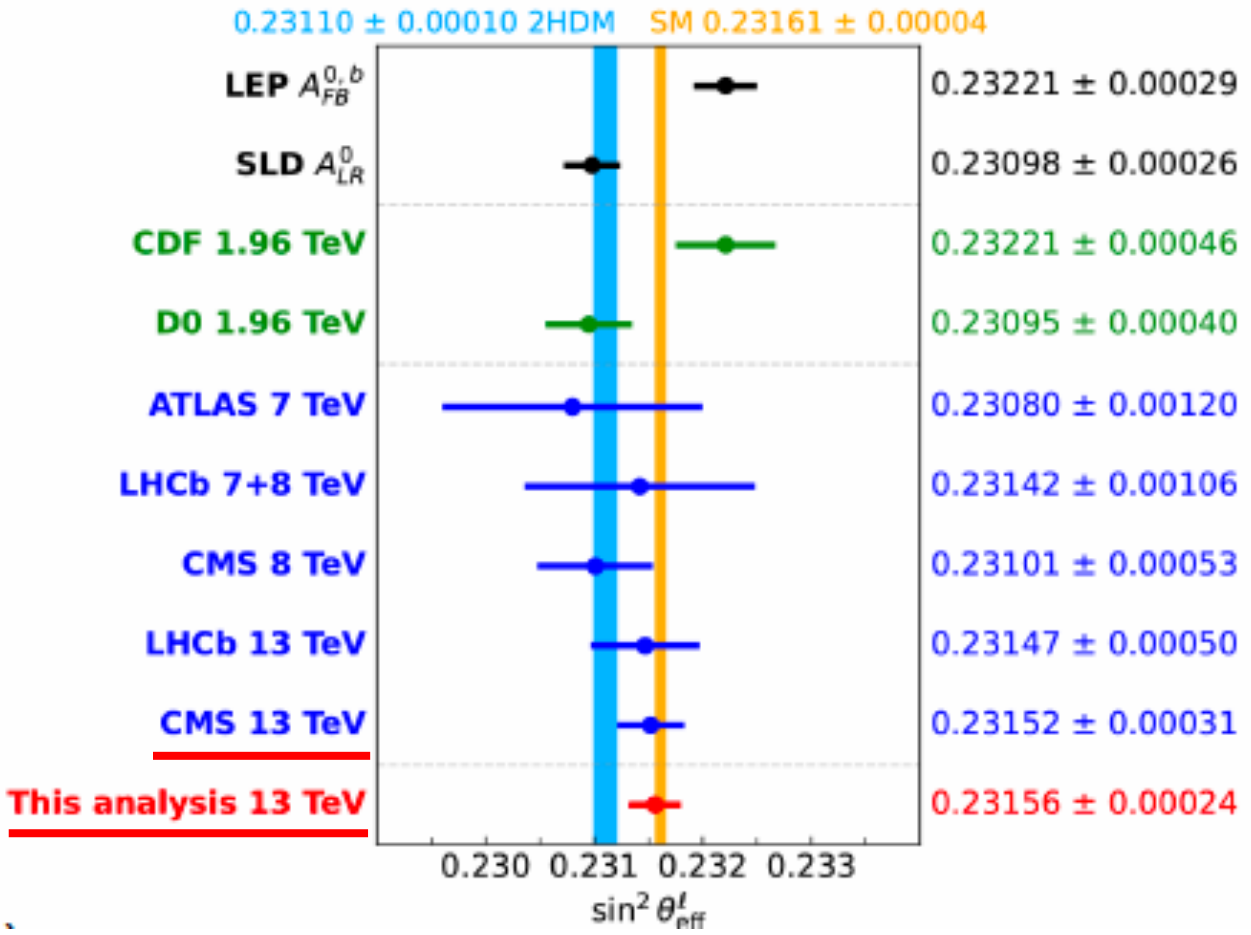
- '24년에 CMS 전후방 비대칭성 데이터로부터 mixing angle 측정함 (서울대 + Rochester + DESY 팀):

$$\sin^2\theta^l_{\text{eff}} = 0.23152 \pm 0.00031$$

- CERN Press Release. (2024년 4월 3일):

Phys. Lett. B 866 (2025) 139526

Hadron colliders 실험에서 최고 정밀도 획득



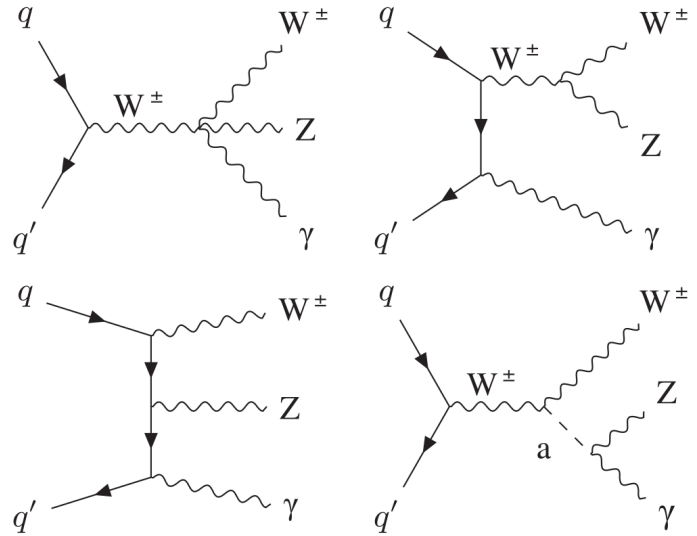
KCMS 2025년 대표 업적

- **Observation of WZγ production and constraints on new physics scenarios in proton-proton collision at $\sqrt{s}$ = 13 TeV (SMP-22-018)**
  (경북대 문창성, 양유철, 김지웅 – with PKU)

  - **탐색 전략 :**
    - **완전 경입자 붕괴 채널 기반의 단일 사건 선택 기준을 구축**
    - **이를 통해 한 분석 프레임워크에서:**
      - WZγ 신호의 직접 관측 및 생성 단면적 측정
      - 비정상적 사중 게이지 결합(aQGC) 탐색
      - 광공포성 엑시온 닮은 입자 (Photophobic ALP) 모델 탐색 수행

  - **수행 결과 :**
    - CMS Run-2 전체 데이터(137 fb⁻¹)를 활용,
      WZγ 과정 최초 관측 달성 (통계적 유의미성 5.4σ)
    - 측정된 생성 단면적 : 5.48 fb, 표준모형 예측과 오차 범위 내에서 일치
    - 동일한 이벤트 선택 기준을 이용해
      13종 차원-8 EFT(aQGC) 연산자에 대한 95% 신뢰수준 기각 상한 설정
    - photophobic ALP 모델의 질량–결합 파라미터 위상공간에 대해
      95% 신뢰수준 기각 상한 제시

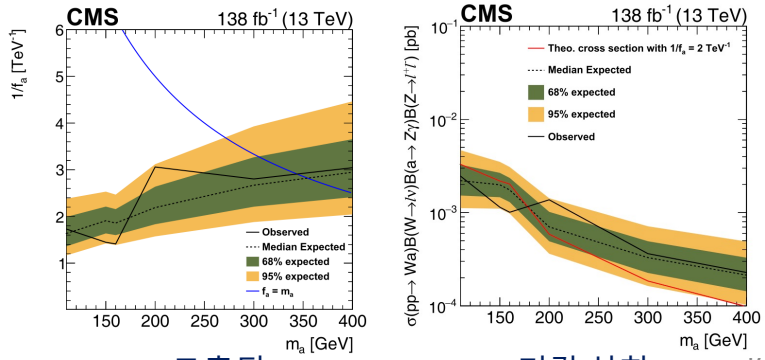
PHYSICS REVIEW D 112, 012009



[WZγ 생성 과정의 가능한 파인만 다이어그램]

Operators	Observed limits [TeV^{-4}]	Expected limits [TeV^{-4}]	Unitarity bound [TeV]
$F_{T,0}/\Lambda^4$	[−2.60, 2.60]	[−2.52, 2.52]	1.32
$F_{T,1}/\Lambda^4$	[−3.28, 3.24]	[−3.18, 3.14]	1.48
$F_{T,2}/\Lambda^4$	[−7.15, 7.05]	[−6.95, 6.85]	1.35
$F_{T,5}/\Lambda^4$	[−2.54, 2.56]	[−2.46, 2.50]	1.55
$F_{T,6}/\Lambda^4$	[−3.18, 3.22]	[−3.08, 3.14]	1.61
$F_{T,7}/\Lambda^4$	[−6.85, 7.05]	[−6.65, 6.85]	1.71

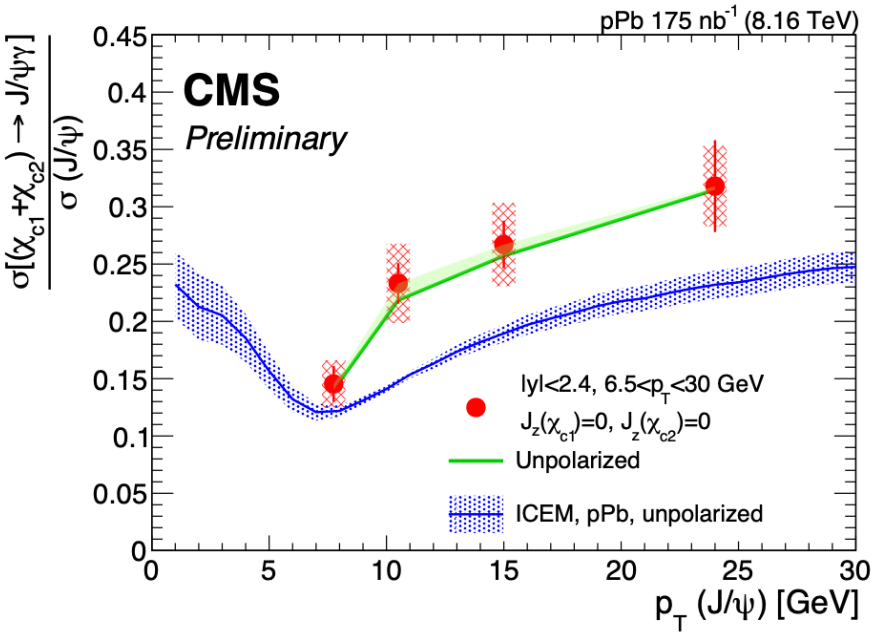
[도출된 aQGC 차원-8 연산자에 대한 기각 상한]



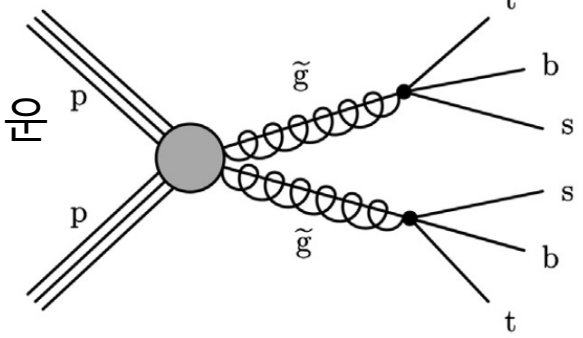
[도출된 photophobic ALP 기각 상한]

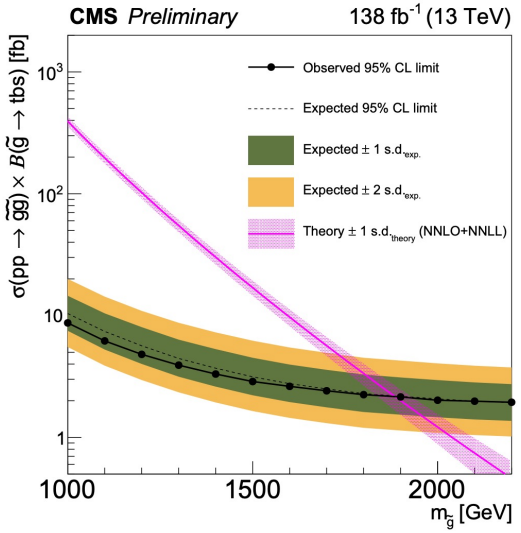
KCMS 2025년 대표 업적

- **Study of χc production in pPb collisions at √sNN = 8.16 TeV with the CMS experiment (HIN-22-003)**
  (세종대 김용선, 김정호)
  - CMS Heavy ion 데이터에서 최초로 chi_c 입자를 측정하고 핵변환인자를 측정하여, P-wave 상태에서의 charmonia가 핵물질 안에서 수정되는 과정을 측정함.
  - 또한 기술적으로는 p+Pb 충돌에서는 e+e- 쌍을 활용하여 저에너지 광자를 측정할 수 있다는 것을 처음으로 입증함.



- **Search for new physics using single-lepton events with high jet and b jet multiplicities in proton-proton collisions at √s=13 TeV**
  (고려대 유재혁, 홍병진)
  - 제트와 b제트가 많고, MET가 작은 1렙톤 영역에서 새로운 물리현상 탐색
  - 타겟 모델: tbs로 붕괴하는 글루이노 쌍생성 과정
  - 배경사건: ttbar, QCD, Wjets
  - 100% KCMS 주도: 홍병진 (고려대)
  - m_g~ < 1.9 TeV 영역 배재
  - PAS 출간 (2025/07), 논문 출판을 위한 CWR 준비 중.





KCMS 논문과 학회 발표 실적

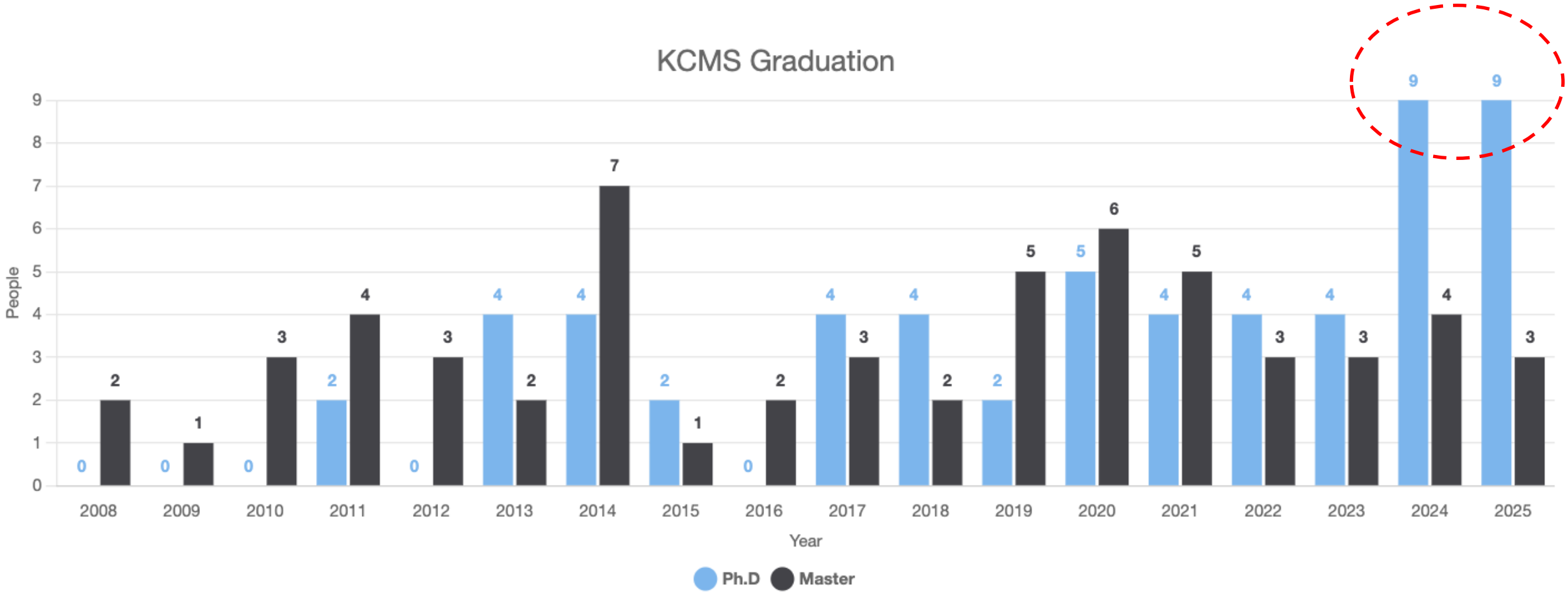
- 지난 6단계 총 21편의 주저자 논문 출판
- CMS 233편 논문의 9% 공헌 (한국 CMS 인력은 전체 CMS 의 2.4%)

	2020	2021	2022	2023	2024
CMS 논문수	73	62	60	80	93
KCMS 주저자 논문수	8	9	5	8	8

- 학술 발표: 223편 (국제 79편): 전체 5% 발표, 6단계 세계 5위 유지

	2022	2023	2024
CMS 발표수	1580	1569	1655
KCMS 연구원 발표수	89	70	64

KCMS 인재 양성 실적



인재 양성 실적이 꾸준히 증가하여, 2024년부터 석·박사 배출 인원이 두 자릿수를 기록함.

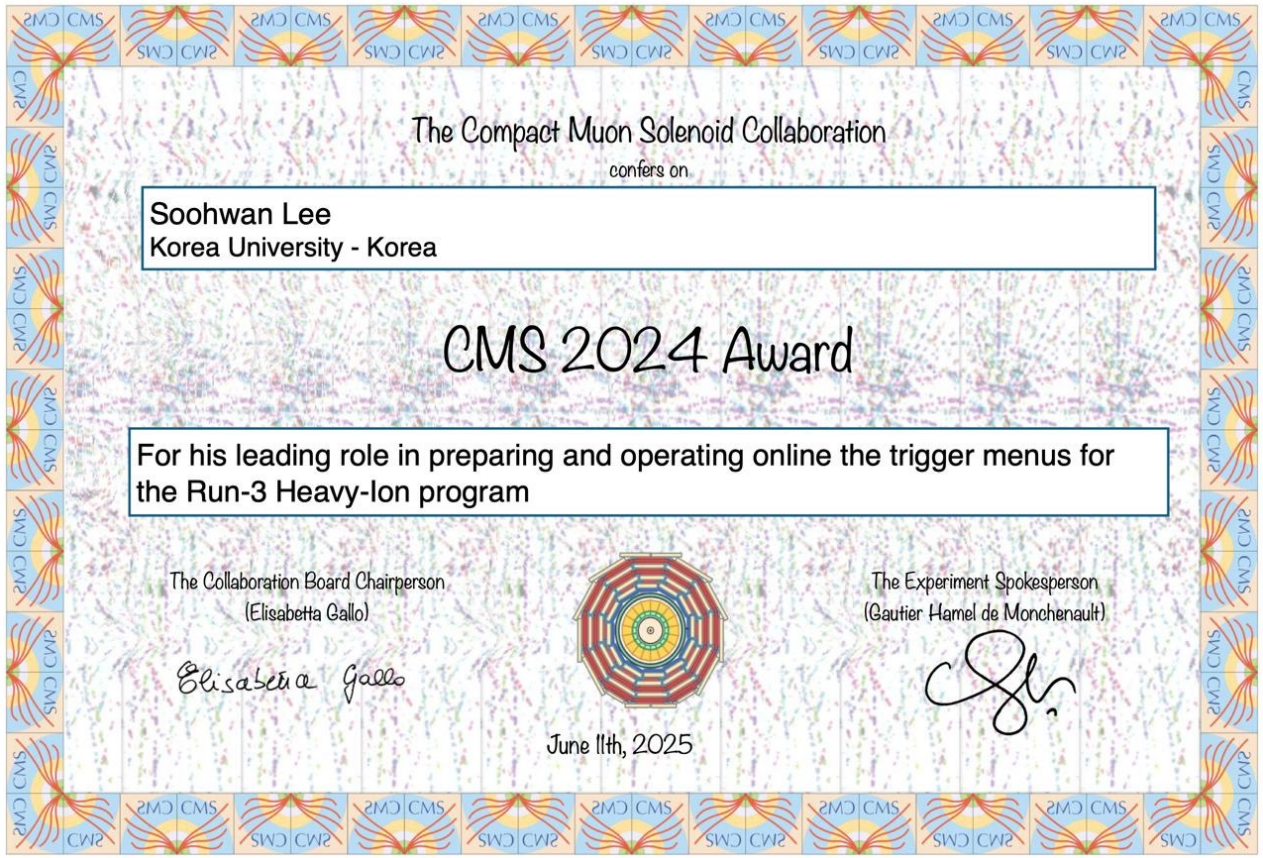
인재 양성 배출 세부 현황

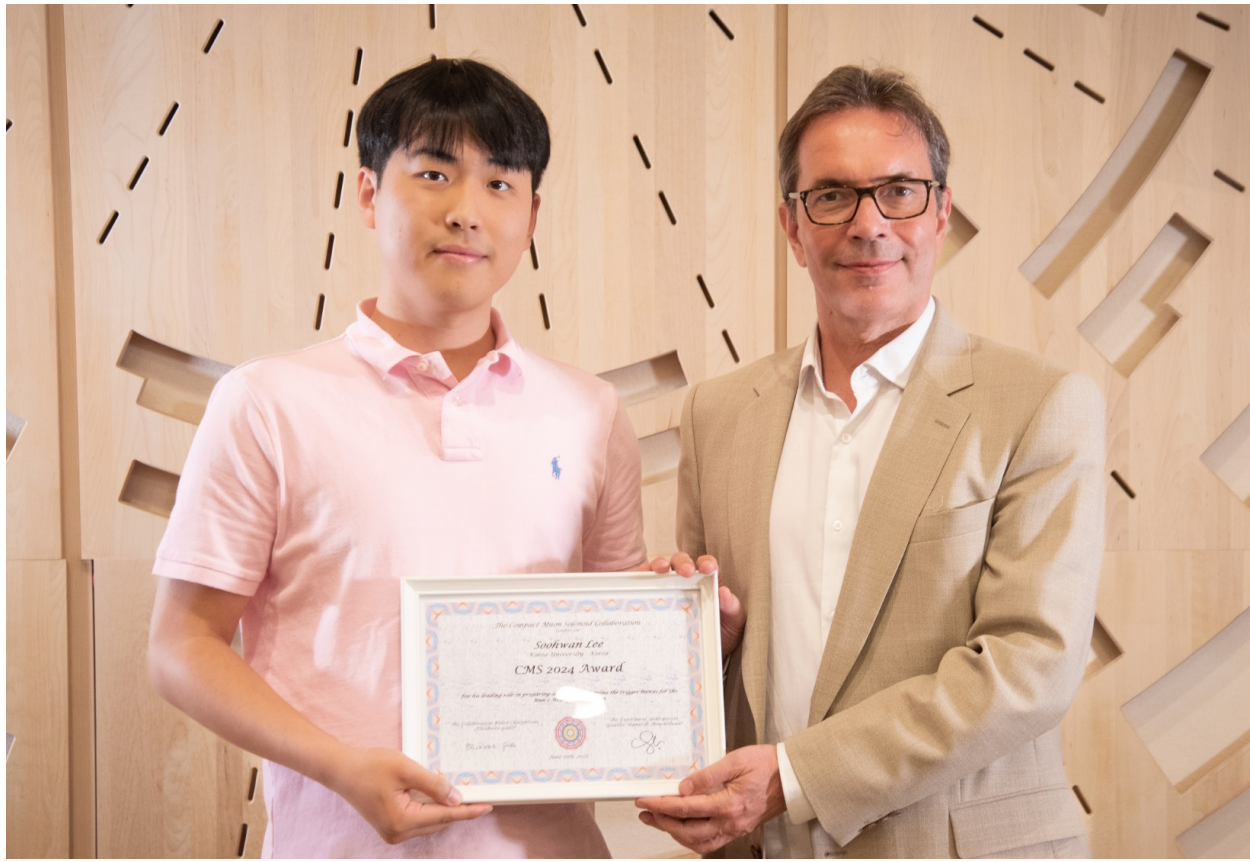
- **2025년 박사학위 9명, 석사 3명 배출**

취득 연월	학위	성명	대학	학과	진로
2025.2	박사	고상현	서울대학교	물리학과	**CERN Fellow (한국 국적자 예외적 채용)**
2025.2	박사	김슬기	서울시립대학교	물리학과	서울시립대학교 postdoc
2025.8	박사	이수환	고려대학교	물리학과	고려대학교 postdoc
2025.8	박사	고병학	서울시립대학교	물리학과	세종대학교 postdoc
2025.8	박사	오병훈	서울대학교	물리학과	서울대학교 postdoc
2025.8	박사	김준호	서울대학교	물리학과	경북대학교 postdoc
2025.8	박사	이영훈	성균관대학교	물리학과	성균관대학교 postdoc
2025.8	박사	이윤재	서울시립대학교	물리학과	서울시립대학교
2025.8	박사	박경환	전남대학교	물리학과	전남대학교 postdoc
2025.8	석사	김연주	서울시립대학교	물리학과	서울시립대학교 연구원
2025.2	석사	오준원	경희대학교	물리학과	고려대학교 박사과정
2025.2	석사	조성범	한양대학교	물리학과	고려대학교 박사과정

KCMS 2025년 대표 수상 성과

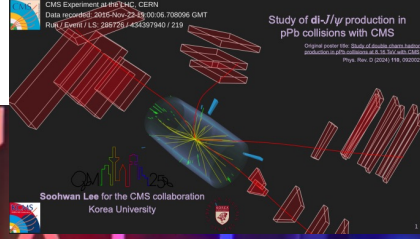
- **CMS 2024 Award (awarded in 2025)**
  - **이수환 (고려대):** *" "For his leading role in preparing and operating online the trigger menus for the Run-3 Heavy-Ion program"*





KCMS 2025년 대표 수상 성과

- **Quark Matter 2025 학회 Poster award (6 - 12 April 2025) – Top 1-2%**
  - **이수환 (고려대):** *“Flash talk: Study of double charm hadron production in pPb collisions at 8.16 TeV with CMS”*



Flash Talk Awards

Tucker Hwang	*“Charged energy correlators in small systems with ALICE”* (#544)
Hosein Gholami	*“Renormalization Group Consistent treatment of NJL Color Superconductivity”* (#756)
Soohwan Lee	*“Study of double charm hadron production in pPb collisions at 8.16 TeV with CMS”* (#962)
Dana Avramescu	*“Heavy flavor angular correlations as a direct probe of the glasma”* (#19)
Jaein Hwang	*“sPHENIX Performance of the Intermediate Si tracker”* (#871)
Sruthy Jyothi Das	*“Characterizing the bulk properties of photonuclear collisions with ATLAS measurements of inclusive and strange particle production”* (#450)
Manjunath Omana Kuttan	*“Exploring the QCD EoS with AI: Constraints from Current Data and tools for Future Experiments”* (#1106)
Sara Garetti	*“Charmonium production in Pb-Pb collisions at forward rapidity in ALICE”* (#199)
Matisse De Lescluze	*“Quasi-normal modes of non-thermal fixed points”* (#1092)
Juliette Authier	*“Charm hadronization with LHCb fixed-target”* (#1035)
Yixuan Jin	*“Production of light nuclei in Au+Au collisions with the STAR BES-II program”* (#816)

- **LHCP 2025 학회 Poster award (5 - 9 May 2025)**
  - **허지원 (서울시립대):** *“Background Rate of the GE11 Detector in the CMS Experiment”*

KCMS 2025년 Key Leadership

Level-2 (L2) 이상 Position

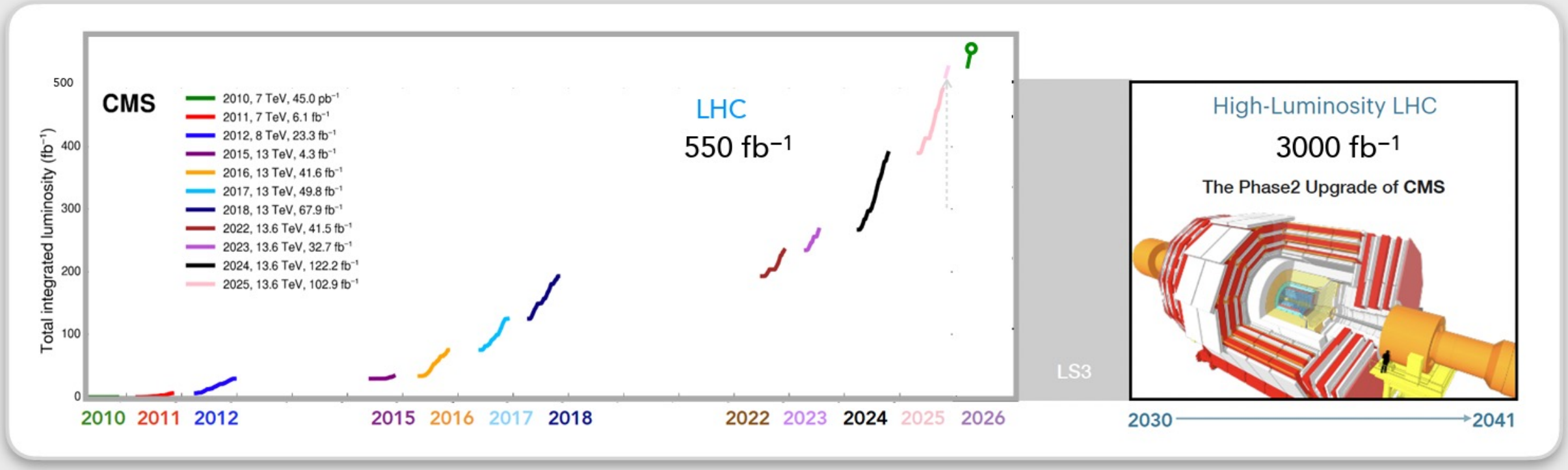
Name	Position	CMS leadership	Period
Chang-Seong Moon	Faculty	Committee member of Collaboration Board Advisory Group	2025.9~Present
Jason Lee	Faculty	GEM PM Deputy (L2)	2025.9~Present
Yechan Kang	Postdoc	GEM DPG Deputy Coordinator (L2)	2025.9~Present
Sezen Sekmen	Postdoc	SUS PAG coordinator (L2) LHC BSM Reinterpretation subgroup convener	2024.9~Present
Soohwan Lee	Student	FOG (Field Operations Group) (L2)	2024.9~Present
Junghwan Goh	Faculty	RPC DPG Coordinator (L2)	2017.5~Present
Ian Watson	Postdoc	GEM DPG Coordinator (L2)	2025.2~Present
Ece Asilar	Postdoc	RPC Trigger coordinator (L2)	2022.9~Present
Seulgi Kim	Postdoc	GEM Production Deputy Coordinator (L2)	2023.3~Present

CMS Key Leadership

Level-3 (L3) Position

Name	Position	CMS leadership	Period
Seunggyu Ha	Postdoc	JME contact for Top PAG (L3)	2022.9~Present
Donghyun Kim	Postdoc	GEM foil production	2023.9~Present
Woojin Jang	Postdoc	GEM DPG (L3)	2024.9~Present
Guk Cho	Student	GEM Pre-production + Box preparation (L3)	2025.9~Present
Woojong Kim	Student	GEM Ageing Test (L3)	2025.9~Present
Dongwoon Kim	Student	GEM DQM (L3)	2025.9~Present
Junbin Lee	Student	GEN MC Validation convener (L3)	2022.9~Present
Jin Choi	Student	GEN MEFG-A convener (L3)	2023.9~Present
Won Jeon	Student	Muon HLT convener (L3)	2023.9~Present
Junghyun lee	Student	NPS JME contact (L3)	2024.9~Present
Jieun Choi	Student	BTV HLT contact (L3)	2023.9~Present
Sanghyun Ko	Student	EGM reconstruction convener (L3)	2024.9~2025.2

CMS Phase-2 Upgrades



A bold and ambitious program

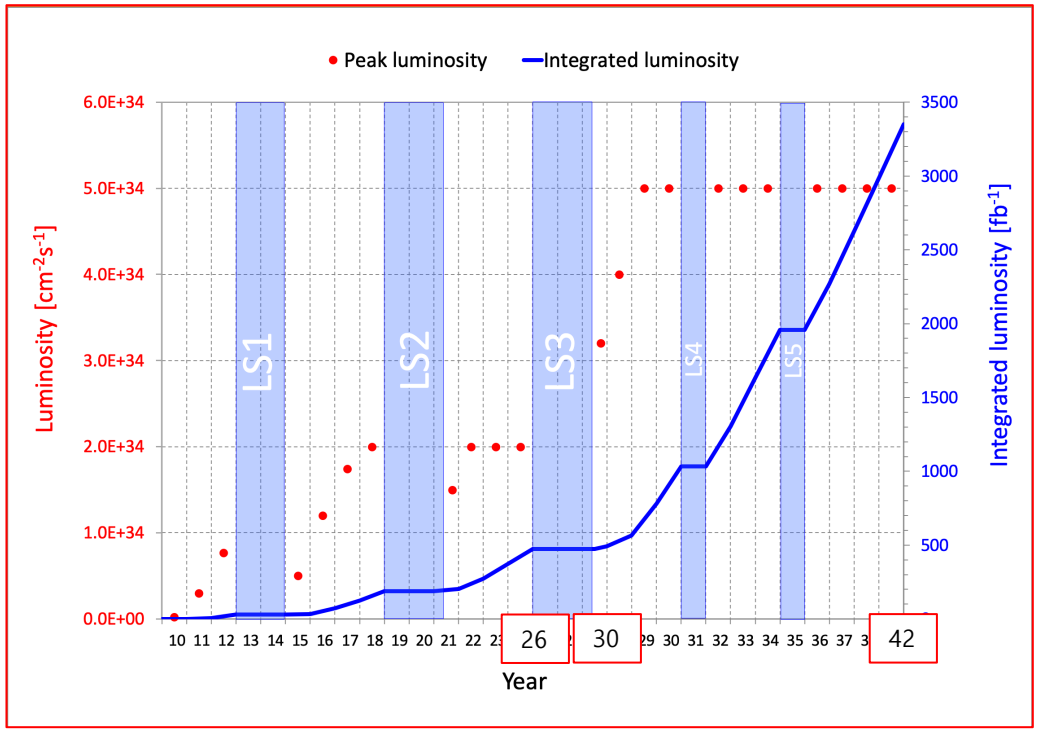
- Higher geometrical coverage
- Higher resolution
- Higher granularity
- Precision timing
- Radiation hardness
- Higher data rate

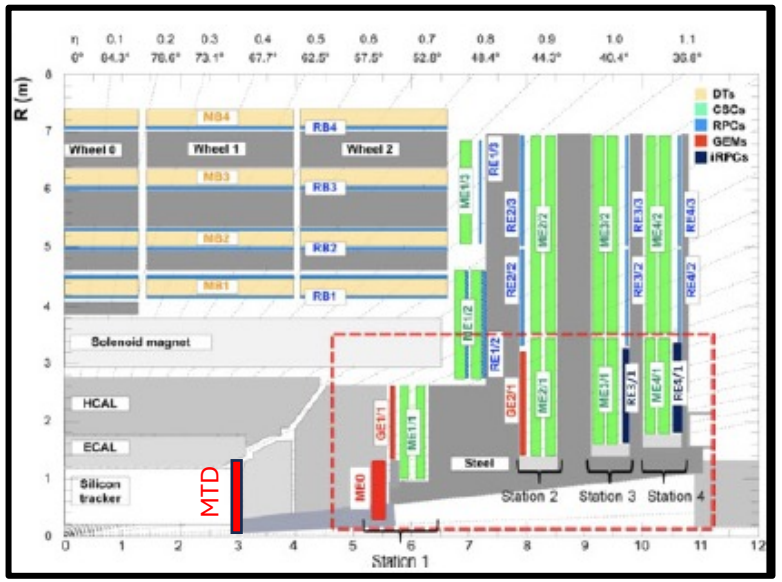
Several paradigm shifts

- Track trigger at Level-1
- PF and ML at Level-1
- Imaging calorimetry
- Sub-100 ps timing
- etc.

Phase 2 upgrade 기여 현황

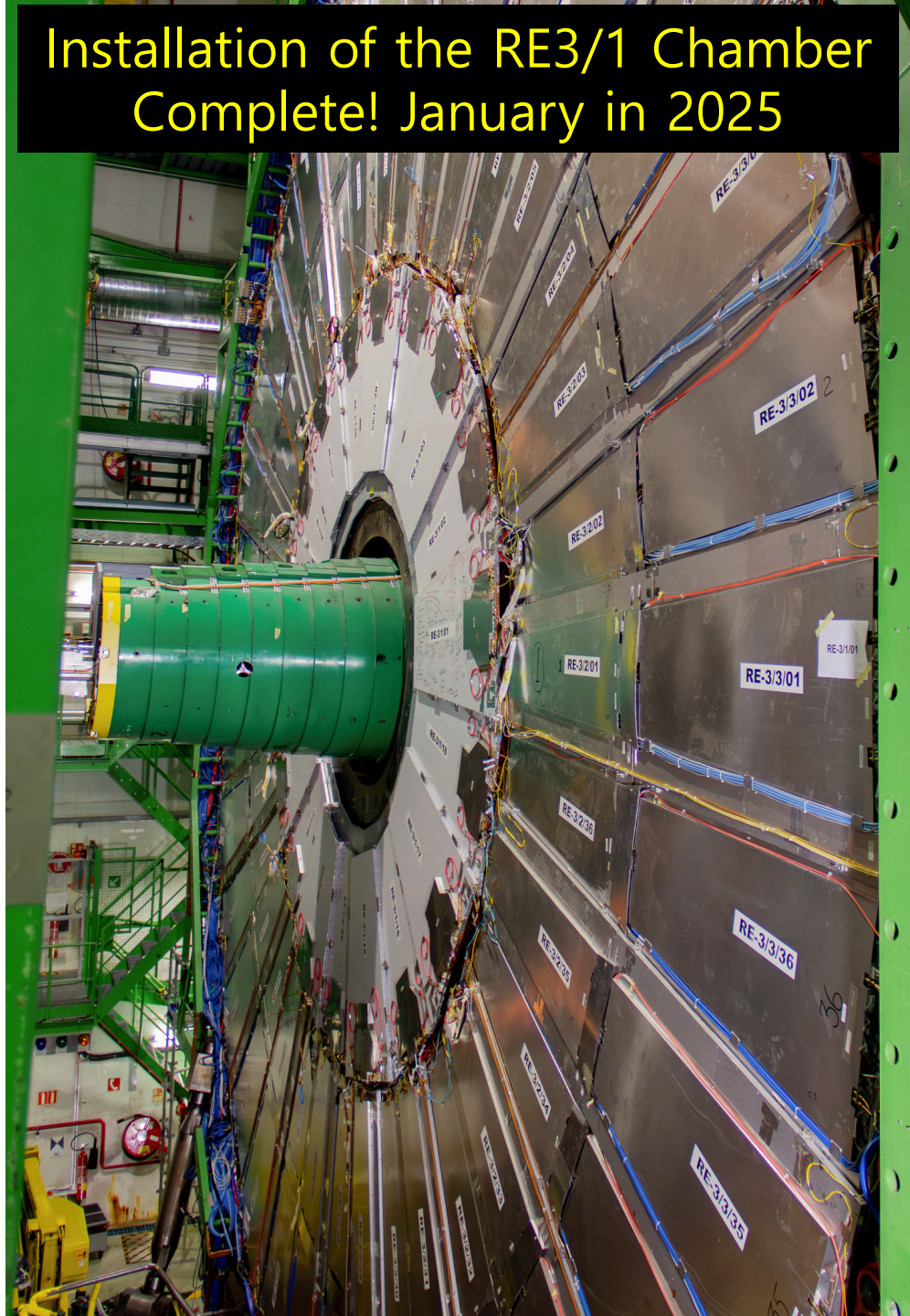
- **GEM11: 592 kCHF (기여 완료)**
- **GE21, ME0 (2024~2026): 2.262 MCHF**
  - 456(GE21), 666(ME0) foils: 2064 kCHF
  - Glass mask (5 pairs): 198 kCHF
- **iRPC Upgrade: 400 kCHF (기여완료)**
  - RPC GAP: 286 kCHF (in-kind)
  - Shipping + chammber compoents (114kCHF)
- **Common Fund (MoU)**
  - 729 kCHF (2018-2026)
- **MTD upgrade: 2.2 MCHF (MoU: done)**
  - LGAD sensor and Bumpdonding, etc.
- **Total contribution with MTD on the Phase 2: ~6.2 MCHF**





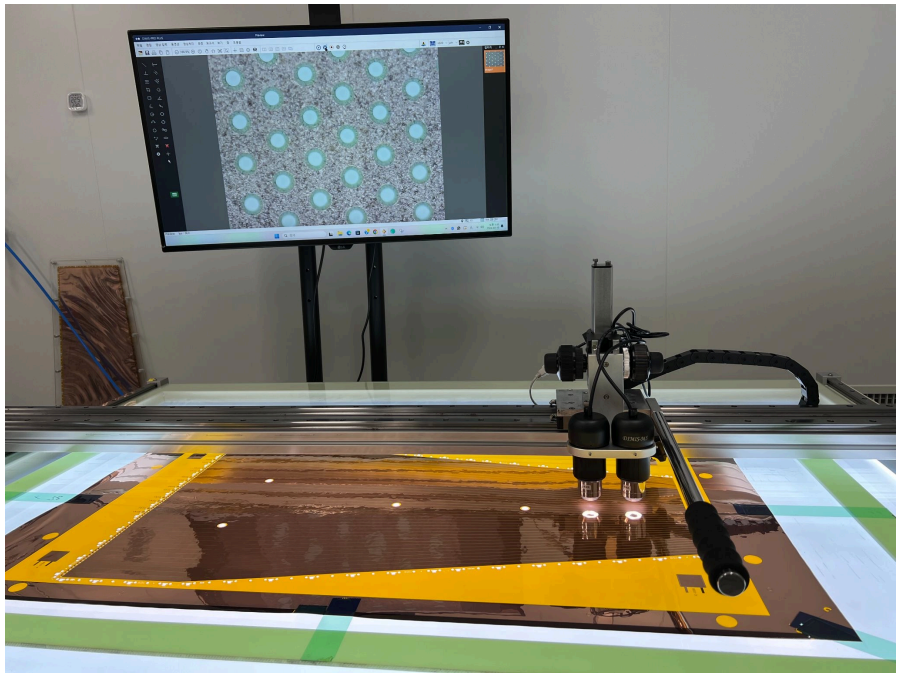
RPC (저항판 검출기) 성과

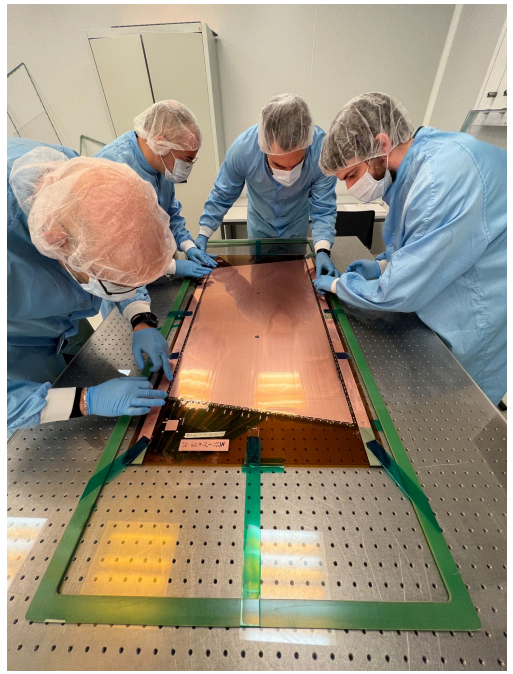
- **MoU 이행완료**
  - 2024년 7월 RE3/1, RE4/1 RPC gap 총 250대를 CERN에 운송 완료
  - CMS 실험 시작 이후 전방 저항판 검출기 (RPC) 는 100% 한국 CMS 에서 기여함
- **Phase 2 RPC 설치**
  - 2025 1월 YETS (Year End Technical Shutdown) 기간에 Phase 2 용 RE31 검출기를 CMS 검출기에 설치 완료
- **향후 계획**
  - RPC 수리 및 운영: 검출기 생산 인력/시설 유지
  - 미래 가속기를 위한 R&D (DRD1 공동연구)



GEM ME0 호일 생산 CERN 납품

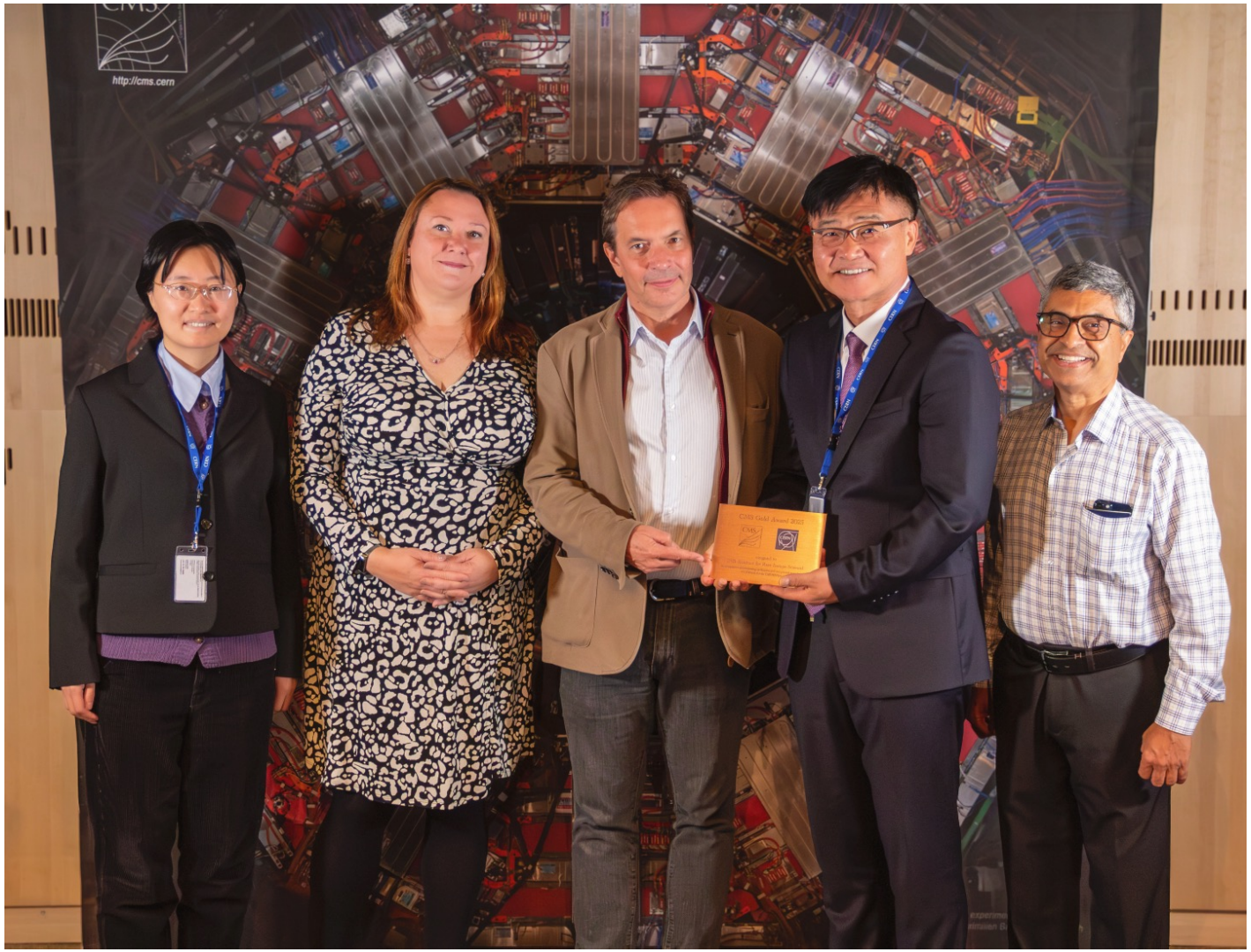
- **GEM Foil 생산**
  - GE2/1 포일: 364/456 완료
    - 생산 예정 포일: 92개
  - ME0 포일: 612/666 완료
    - CMS GEM에서 추가 ME0 포일 74개 요청
    - 잔여 GE2/1 포일로 대체 협의 중
  - 6단계 목표치 이상 MoU 이행
- **올해 말에 포일 생산 완료될 예정**
  - CMS GEM의 추가 포일 요청 가능성 매우 높음





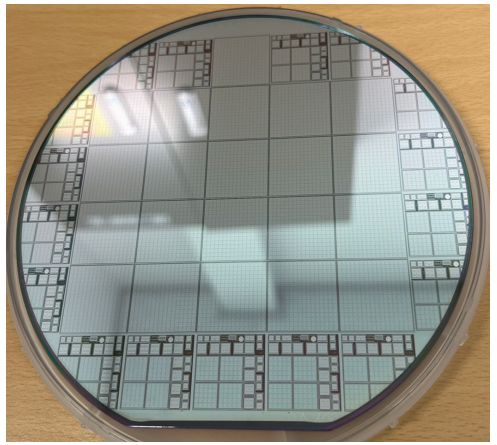
IRIS 연구소 2025년 CMS 산업 및 파트너상 수상

IRIS(중이온가속기연구소)는 CMS 실험 뮤온 검출기용 고품질 GEM 포일 생산에 성공한 공로로 2025년 CMS 산업 및 파트너 상을 수상함.

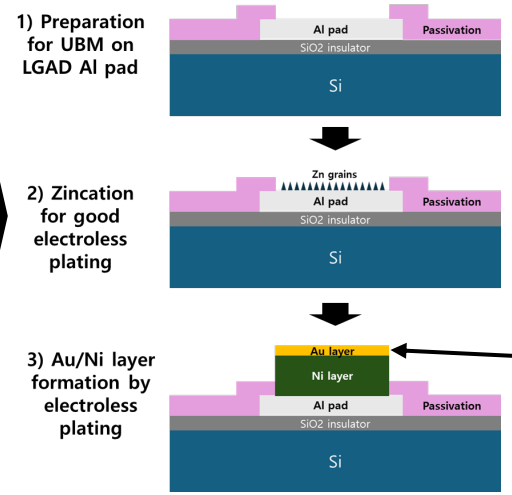


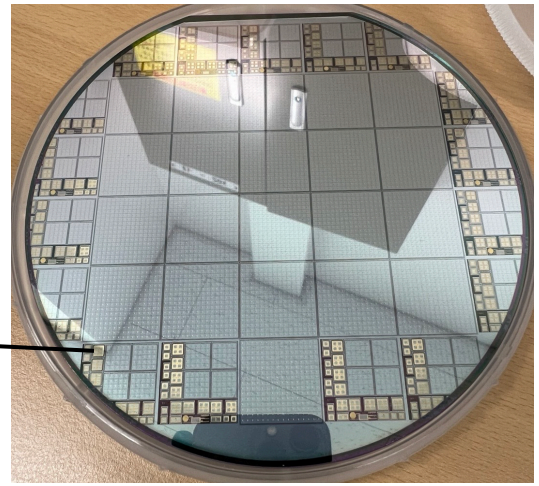
MTD: 범프 본딩을 위한 LGAD 웨이퍼 후처리

LGAD wafer fabricated from foundry company



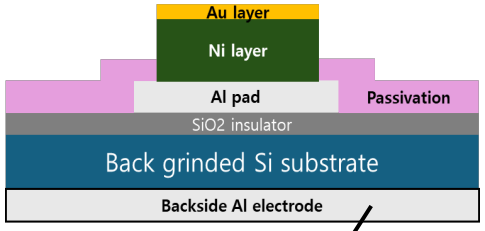
1) UBM process using electroless plating

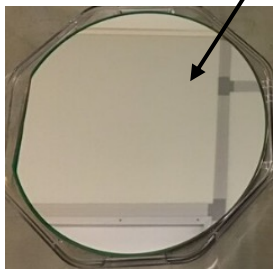




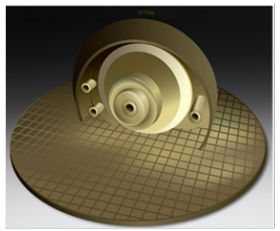
2) Wafer back-grinding for wafer thinning

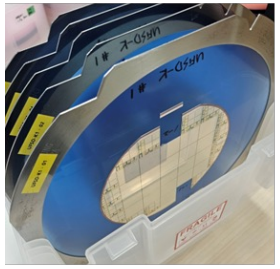
3) Al metallization on LGAD backside





4) LGAD wafer dicing





[Diced wafer]

1) 언더 범프 메탈라이제이션(UBM)

UBM 층은 우수한 접착력과 신뢰성 있는 솔더 범프 연결을 보장함.

2) 웨이퍼 백그라인딩

웨이퍼 그라인딩은 후속 공정을 위해 반도체 웨이퍼를 필요한 두께로 얇게 연마하는 공정임.

3) 알루미늄 금속도금

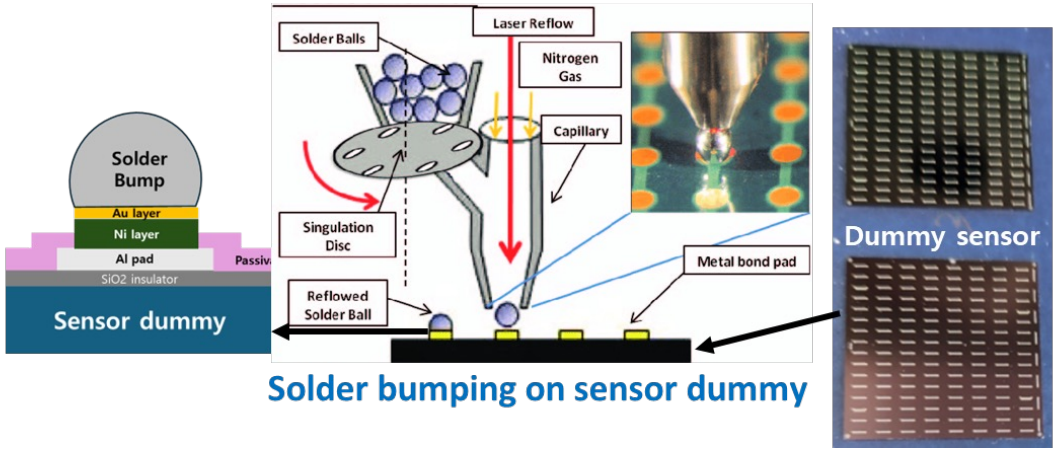
웨이퍼 백사이드 금속도금은 PCB 모듈과의 전기적 연결(와이어 본딩)을 위한 알루미늄 층을 형성하는 공정임.

4) LGAD 웨이퍼 절단

웨이퍼 절단은 반도체 웨이퍼를 개별 칩(다이)으로 절단하여 패키징하기 위한 공정임.

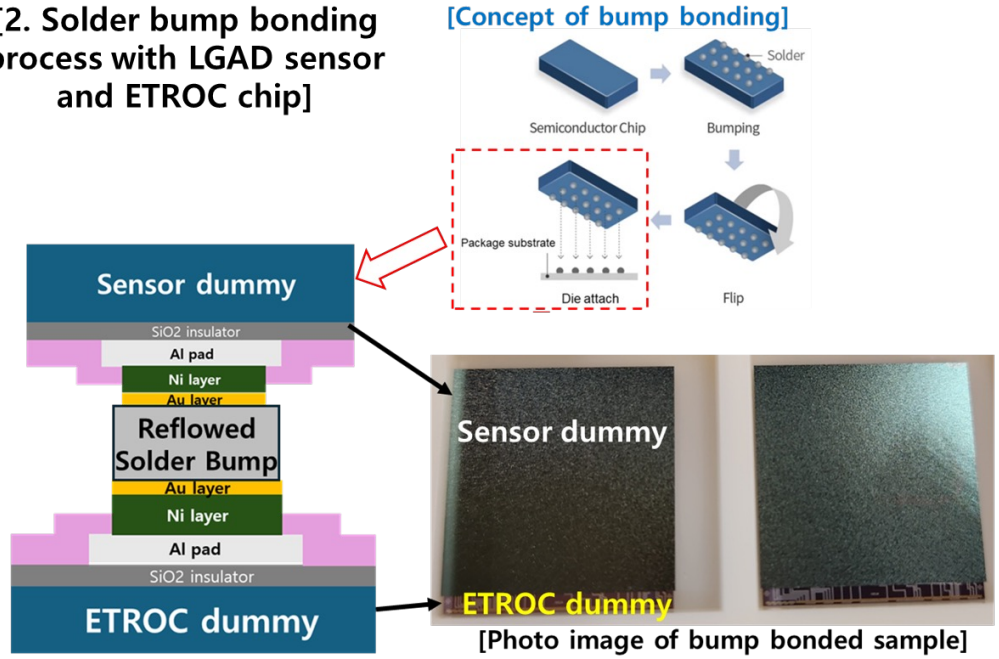
MTD: LGAD 및 ETROC를 이용한 솔더 범프 본딩

[1. Solder bumping by laser reflowed solder ball]



Solder bumping on sensor dummy

[2. Solder bump bonding process with LGAD sensor and ETROC chip]



[Photo image of bump bonded sample]

1) Solder bumping (balling) - 솔더 범핑(볼링)

솔더 범핑은 범프 본딩을 가능하게 하기 위해 실리콘 칩 패드(LGAD 및 ETROC)에 미세한 솔더 볼을 증착하는 공정임.

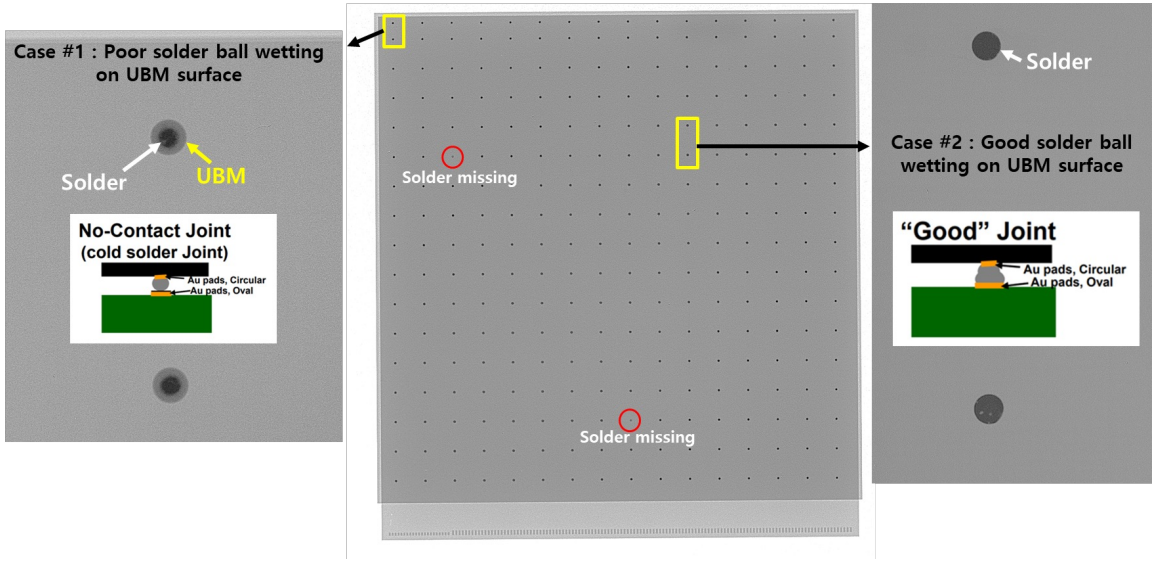
2) Solder bump bonding - 솔더 범프 본딩

솔더 범프 본딩은 플립칩 공정으로, 솔더 범프를 리플로우하여 LGAD 센서와 ETROC 칩 간 전기적·기계적 연결을 형성함.

3) Sample analysis - 샘플 분석

범프 본딩 후 샘플 특성을 확인하는 것이 매우 중요하며, X선 분석이 대표적인 방법임.

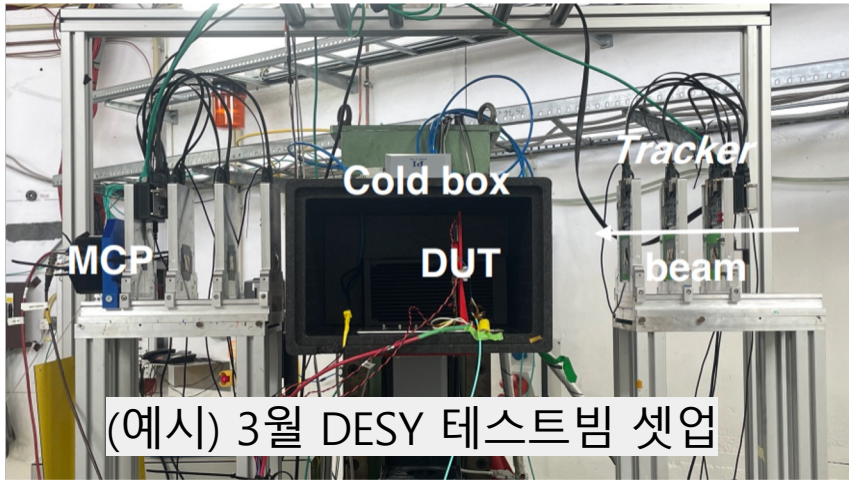
[3. X-ray analysis after bump-bonding process]



KCMS ETL 시스템 테스트 연구 활동 (2025)

국제 테스트빔 활동 및 성과

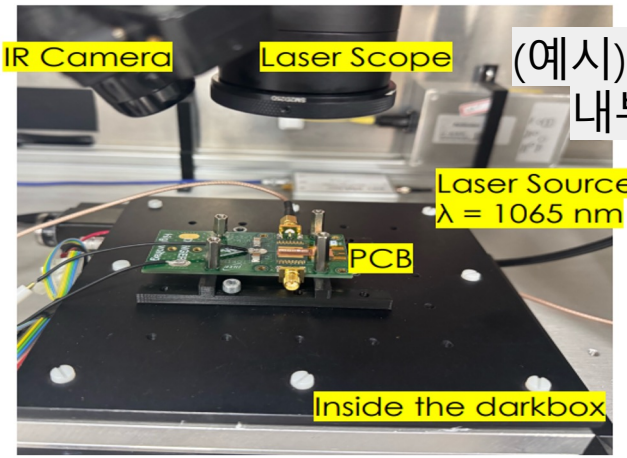
- 3월 DESY (독일) 5월, 9월 CERN SPS (스위스) 총 3차례 테스트빔 참여
- **목적** : 실제 빔환경에서 LGAD + ETROC2 하이브리드 성능 종합 평가
  (온도/전압/누설전류 특성 및 방사선 내구성 연구)
- **성과** : 저온 (-20도)에서 ~40 ps 수준의 시간 분해능 달성,
  ETROC2, 시스템 안정성 및 범프 본딩 품질 검증



(예시) 3월 DESY 테스트빔 셋업

국내 시스템 테스트 현황

- 국내에 독자 시스템 테스트 환경 구축. 셋업 업데이트 진행 중.
- **목적** : MIP에 대한 시스템 성능 종합 평가.
- **성과** : 레이저 및 베타 방사선 소스를 활용 한 TCT 장치 구축.
  ⇒ 센서의 IV, CV, 게인, 수집전하 등등 측정 ⇒ 7월 PRR* 승인에 기여함



(예시) TCT 장비 내부 모습

향후 계획 및 전망

국내 하이브리드 (범프본딩) 및 모듈 제작 LGAD + ETROC2

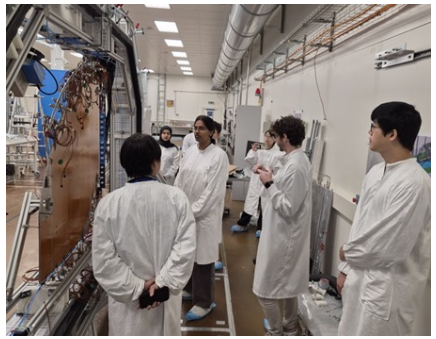
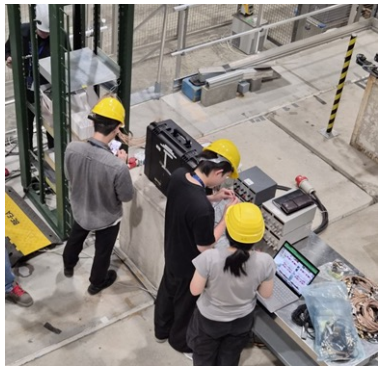
레이저, 베타선 이용 한 시스템 테스트

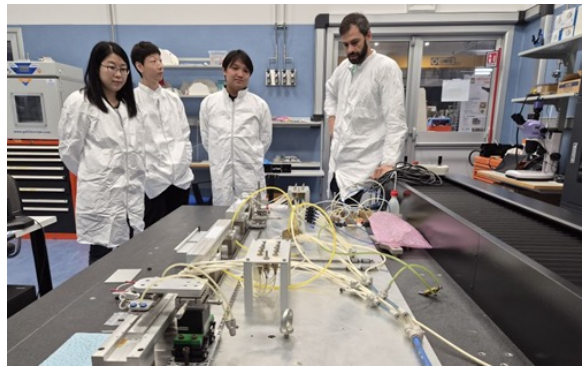
국제 빔테스트 (+ 방사선 테스트)

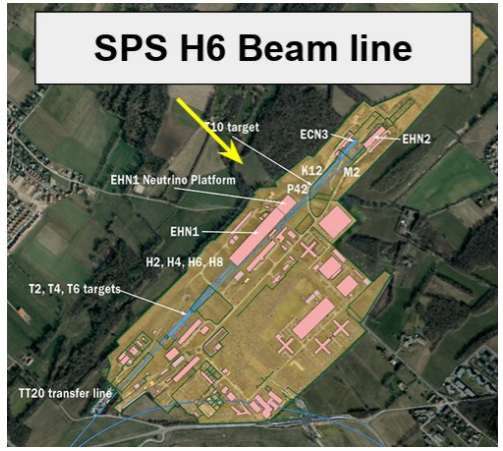
ETL Phase-2 양산 지원

* PRR: Procurement Review Readiness

MTD: 2025년대 CERN 및 독일 DESY 연구소에서 테스트빔 실험





MTD 개발을 위한 국제 공동연구 주도적 참여

- CERN 연구소 SPS H6 및 독일 DESY 연구소 beam line 활용
- 2025년, 5회에 걸쳐 10여명 국내 연구인력 참여

KCMS 역할

- LGAD 센서 후공정 및 방사선 조사 등 실험용 샘플 준비 및 QA/QC
- 실험 환경 마련 및 진행을 위한 변인 통제, 데이터 분석
- 후속 분석에 대한 발표 및 참여
  - ETL 개발과 연계

국제 공동연구 협력 강화

- 유럽 CERN, 이탈리아 INFN, 미국 Fermilab 등 해외 연구 시설 및 대학과 연계하여 국내 KCMS 참여 대학/연구소와 공동 작업

KCMS Summer Workshop (강릉원주대학교 해양과학교육원)

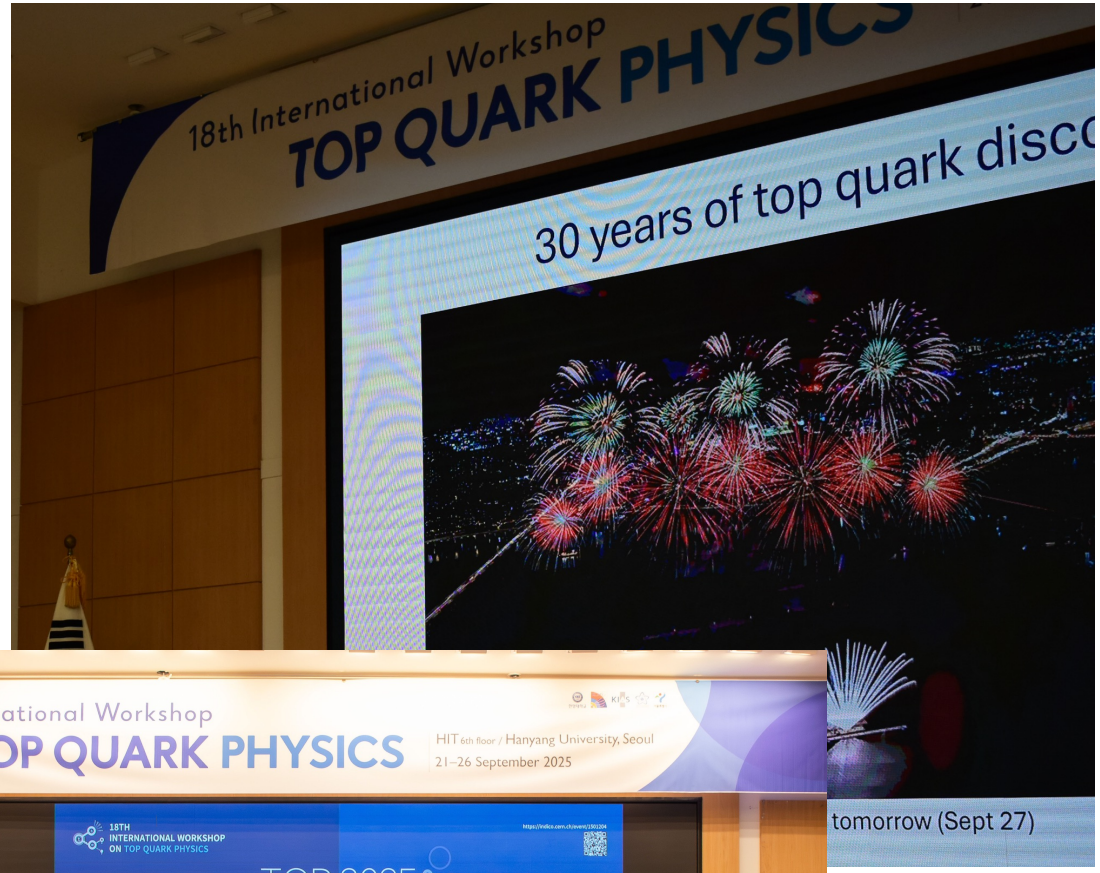
- KCMS Workshop을 통해서 다양한 데이터 분석 및 검출기 개발에 대한 교육 프로그램 제공 및 정보공유

2025년 7월 1-3일, 80여명 참여

poster session

2025년 국내에서 국제 학회 개최

- **제18회 탑 쿼크 물리학 국제 워크숍**
  - 날짜: 2025년 9월 22일~26일
  - 장소: 한양대 개최
  - 탑 쿼크 발견 30주년 (1995년) 기념 세션



Remote CMS Week 서울 개최

- **날짜**
  - 2025년 12월 8일~12일
- **장소**
  - JW 메리어트 동대문 스퀘어 서울
- **한국에서 개최하는 CMS Week 의미**
  - 투표로서 결정된 한국에서 처음 열리는 CMS Week 미팅
  - CMS Collaboration 전체가 처음으로 한국을 방문하여 매우 뜻깊고 중요한 미팅임.
  - 국내 연구기관 및 연구자들을 알릴 수 있는 국제적인 중요한 무대임.
  - 국내 입자물리 커뮤니티의 비전을 제시하고 국제적인 지지를 확보함.

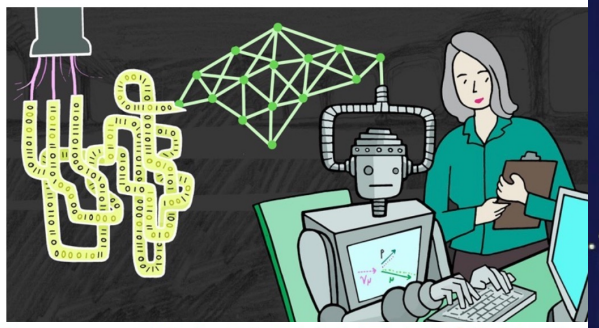
Remote CMS Week 서울 개최

- **오프닝 세션 구성 계획 (월요일 오전 9시 – 10시 30분)**
  - 경북대 총장 환영 인사말
  - 과기부 인사말
  - 연구재단 인사말
  - 한국 CMS 연구 활동 소개 (문창성 팀장)
  - CMS 대변인 CMS 실험 소개 및 최근 현황 보고

- **CMS 대표팀 경북대 및 RAON, KISTI 방문 계획**
  - 12월 15일 월요일 오전
    - 경북대학교 방문 (국내 CMS 연구진과 면담, 한국 CMS 센터 및 실험실 방문, 경북대 총장 면담)
  - 12월 15일 월요일 오후
    - 대구 → RAON (GEM 검출기 생산 현장 방문), KISTI (Tier-2 센터) 방문 후 → 서울로 복귀
  - 12월 16일 화요일
    - 서울 소재 대학들 (CMS 연구기관) 방문 예정

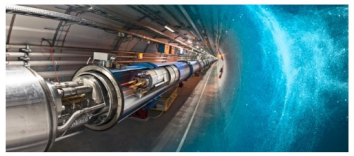
제241회 한림원탁토론회 발표

입자물리학에서 기계학습



CERN, 입자물리학 & AI: 태초의 우주를 재현하다

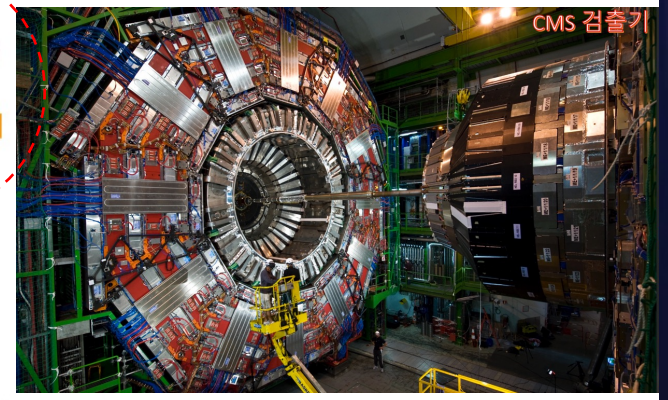
LHC 가속기, CMS 검출기: 우주 탄생 재현의 현장



- LHC (거대 강입자 가속기)를 이용한 CMS 실험
  - **인류가 도달할 수 있는 가장 작은 세계를 탐구하는 '현미경'**
  - 지하 27km 터널에서 양성자들을 빛 속도에 가깝게 가속한 후 정면으로 충돌시켜 빅뱅 직후의 초고온/초고에너지 상태를 재현
  - 최첨단 CMS 검출기를 이용해 여기서 발생하는 초고에너지 양성자 충돌을 통해 생성된 입자 신호를 검출·분석하여 우주의 근본 입자와 힘의 성질을 탐구

CERN 연구소: 혁신적인 컴퓨팅 기술의 발상지

- WWW (월드 와이드 웹) 1989년 팀 버너스-리에 의해 CERN에서 탄생, 데이터 공유의 혁신을 가져옴
- **근본 물리학의 필요성이 인터넷과 대규모 분산 컴퓨팅, AI 기술 발전의 원동력**
  - LHC 가속기 및 검출기에서 쏟아지는 방대한 데이터를 전 세계적으로 분산 처리하는 글로벌 그리드 컴퓨팅 구현
  - 복잡한 입자 충돌 데이터를 이미지처럼 다뤄서, AI 모델로 신호를 찾아내고 새로운 물리 현상을 탐색



연사 소개

주제발표

박경덕
연세대학교
응용통계학과 교수

이인호
한국표준과학연구원
책임연구원

지정토론

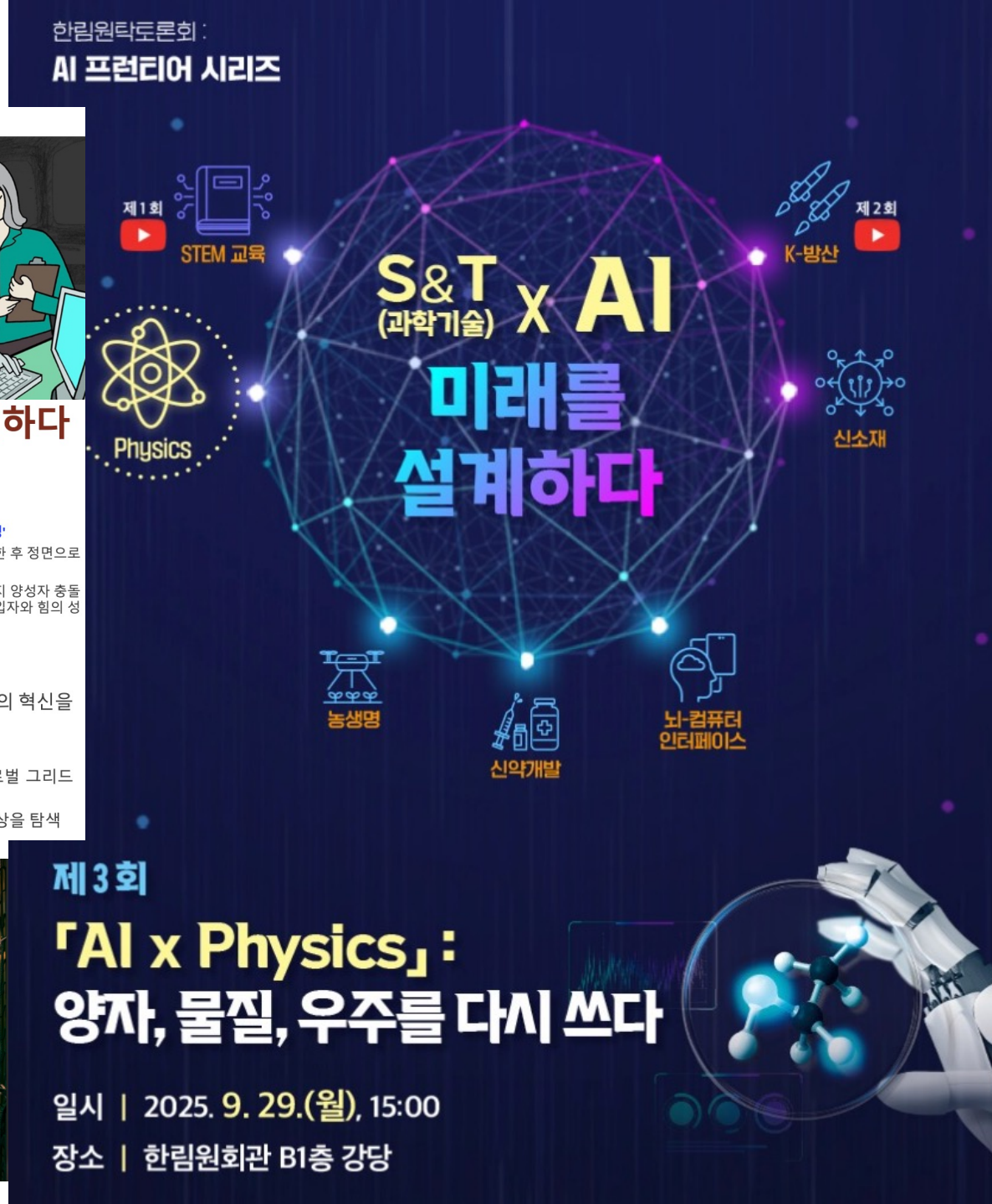
좌장
조용훈
KAIST
물리학과 교수

최만수
고려대학교
물리학과 교수

문창성
경북대학교
물리학과 교수

임명신
서울대학교
물리천문학부 교수

류준영
머니투데이
미래사업부 차장


한림원탁토론회 :
AI 프런티어 시리즈
제1회
STEM 교육
제2회
K-방산
Physics
신소재
농생명
신약개발
뇌-컴퓨터 인터페이스
S&T (과학기술) x AI
미래를 설계하다
제3회
「AI x Physics」:
양자, 물질, 우주를 다시 쓰다
일시 | 2025. 9. 29.(월), 15:00
장소 | 한림원회관 B1층 강당

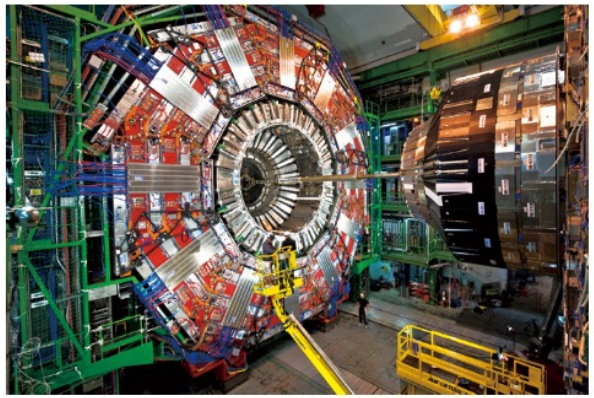
언론 보도 (대구일보)

2025년 4월 보도

경북대, 세계 최대 규모 입자물리 실험 일조한다

유럽입자물리연구소 협력사업 CMS 주관기관 선정
한국 팀 총괄, 검출기 개발·데이터 분석 역량 제고
3년간 170억 지원 받아…연구책임자 문창성 교수

문창성 교수


CERN(유럽입자물리연구소) 입자물리 실험에 사용되는 거대강입자가속기. 경북대 제공

경북대가 과학기술정보통신부의 기초연구 기반 구축 사업인 CERN(유럽입자물리연구소) 협력사업에서 CMS 실험 연구팀의 주관기관으로 선정됐다.

이에 따라 앞으로 3년 간 총 170억여 원의 연구비를 지원받아 CERN에서 국제 공동 연구를 수행한다. 연구책임자는 경북대 물리학과 문창성 교수다.

CERN은 스위스 제네바에 위치한 세계 최대의 입자물리 연구소로 1954년에 설립됐다. 23개 회원국이 운영하는 CERN은 대표적인 국제 공동 연구기관으로, 단순히 한 나라에 속한 연구소가 아니라 우주의 근본적인 원리를 탐구하는 최첨단 실험을 수행하기 위해 전 세계 100여 개국, 1만2천 명 이상의 과학자와 연구자들이 협력하고 있다.

CERN에서 진행 중인 CMS 실험은 51개국 200여 개 기관에서 5천400여 명의 과학자가 참여하는 세계 최대 규모의 입자물리 실험이다. 2012년 힉스 입자의 발견을 통해 입자물리학의 표준모형을 완성했고, 현재는 표준모형을 넘어서는 새로운 물리 현상 탐색을 목표로 하고 있다.

CMS 실험은 둘레 27㎞에 달하는 LHC(거대강입자가속기)를 통해 입자들을 빛에 가까운 속도로 충돌시켜 초기 우주의 상태를 재현한다. LHC는 건설에만 수조원의 막대한 비용이 소요됐지만 이와 같은 기초연구를 수행하는 과정에서 우리가 흔히 사용하는 인터넷 월드와이드웹(WWW), 의료용 입자가속기, 방사선 치료 기술, 데이터 분석 및 그리드 컴퓨팅 등을 개발해 다양한 산업 분야에 응용됐다.

한국은 2007년부터 '한-CERN 협력사업'을 통해 최첨단 기술이 접목된 CMS 검출기와 ALICE 검출기 개발 및 제작, 그리고 인공지능(AI) 기법을 적용한 데이터 분석 연구에 참여하고 있다.

한국 CMS 실험 연구팀은 약 120명의 과학자와 엔지니어로 구성된 대규모 연구 집단으로, 표준모형 검증 및 이를 넘어서는 새로운 물리 현상 탐색을 수행하고 있다. 특히 LHC 및 CMS 검출기 업그레이드 프로젝트에서는 뮤온(Muon) 검출기 및 초고속 시간 검출기 개발에 주도적인 역할을 맡고 있다.

이번 사업 선정으로 경북대는 한국 CMS 실험 연구팀을 총괄하게 되며, CERN과의 긴밀한 협력을 기반으로 CMS 실험에서 핵심적인 역할을 수행할 것으로 기대된다. 이를 통해 CMS 검출기 개발 및 입자물리 실험데이터 분석 역량을 한층 강화할 계획이다.

문창성 교수는 "2007년부터 시작된 한-CERN 협력사업을 통해 세계적인 해외 연구자들과 국제협력을 증진하고, CMS 실험으로 석사 56명, 박사 52명을 배출하는 등 학계 및 산업계에 중추적인 역할을 해왔다. 앞으로 시작될 사업에서는 CMS 실험 내 리더십 역량을 강화하고 LHC 제3차 가동(Run 3) 실험데이터 분석을 위한 체계적인 준비를 지원해 세계 최고 수준의 연구그룹을 구축할 수 있도록 최선을 다할 계획이다. CMS 실험에서 미래 세대의 우수 인재 양성뿐만 아니라 과학의 대중화에도 힘쓰며 우리나라의 기초과학 연구 역량을 높이는 데 기여하겠다"고 밝혔다.

김명규 기자

인문한국3.0 지원사업 선정
경북대 퇴계연구소 48억 확보

경북대 퇴계연구소가 교육부 산하 한국연구재단이 주관하는 '인문한국3.0 지원사업'에 선정됐다. 이번 선정으로 퇴계연구소는 연간 8억 원씩 최대 6년간 48억 원을 지원받게 됐다.

'인문한국3.0 지원사업'은 대학 내 인문학 연구소를 집중 육성해 세계적 수준의 인문학 연구 성과를 창출하고, 학문 후속 세대를 양성하기 위해 추진되고 있다.

경북대 퇴계연구소는 '지역 연구의 뉴노멀: 전환기의 생활세계-구조·공간·소통'이라는 연구 과제로 이번 사업에 선정됐다. 이 과제는 학제적 연구를 기반으로 조선후기부터 근대전환기와 이후 근현대시기 영남 지역 생활세계를 분석하고 이를 바탕으로 지역 연구의 새로운 모델을 정립하는 것을 목표로 한다.

이를 위해 지역 관련 자료의 데이터베이스 및 아카이브 구축, 지역 전문가 및 연구자 양성, 인문 리빙랩 운영 등을 중심으로 사업을 수행한다. 특히 지역 전문가 양성을 위해 일반대학원 융합과정으로 '지역융합디자인학과'를 설치할 예정이다.

연구책임자인 정병호 교수는 "지역이라는 공간을 중심으로 생활세계의 구조를 체계화하고 소통의 시각에서 생활세계의 실상을 입체적으로 해석할 예정"이라며 "이번 연구는 경북대의 글로컬대학 사업과 연계해 지역 연구를 확대하고 심화하는 한편 재생산 가능한 인문학 모델을 제공할 것으로 기대된다"고 밝혔다.

김명규 기자

2025년 10월 보도

우주 '빅뱅'의 기원·미지의 암흑물질 탐구
현대 물리학 최전선에 서다

세계를 빛낼 TK 과학자
〈7〉 문창성 경북대 교수

우주의 기원과 인간이 아직 접하지 못한 암흑물질의 실체를 밝히는 유럽입자물리연구소(이하 CERN)의 입자충돌실험(CMS)에 참여하고 있는 문창성(47) 경북대학교 물리학과 교수는 고에너지물리 실험 분야에서 20여 년간 연구 경험을 쌓아온 국내 대표 물리학자 중 한 명이다.

최근 그는 100명이 넘는 국내 과학자와 엔지니어가 소속돼 있는 'CERN CMS 실험 연구팀'의 대표를 맡아 세계 최대 규모의 '거대 강입자 가속기(Large Hadron Collider, 이하 LHC)'를 활용해 우주의 근본 원리를 탐구하는 현대 물리학의 최전선에 서게 됐다.

고에너지물리 분야에 대한 문 교수의 연구 여정은 LHC가 가동되기 이전부터 시작됐다. 박사과정 중이던 그는 2005년 미국 페르미연구소의 고에너지 입자충돌(CDF) 실험에 참여했는데, '탑 쿼크 데이터 분석용 소프트웨어 프레임워크'는 CDF 실험의 표준으로 채택되며 큰 주목을 받았다.

박사학위 취득 후 그는 유럽연합(EU)의 '마리퀴리 펠로십'을 수여받아 프랑스 국립과학원, 파리7대학의 천체물리·우주론 연구소, 이탈리아 국립핵입자연구소 피사 지부에서 CMS 실험을 수행했으며, 브라질 상파울루 주립대 이론물리연구소에서도 연구를 이어갔다.

2017년 경북대 교수로 부임한 이후에도 그는 활발한 연구 성과를 내며 2018년 포스코청암재단 포스코사이언스펠로십, 2020년 한국물리학회 영은상을 수상했다. 특히 영은상은 입자물리 실험 분야에서 국제적으로 성과를 낸 젊은 학자에게 주어지는 권위 있는 상으로 알려져 있다.

지난해 12월 경북대는 과학기술정보통신부의 유럽입자물리연구소 협력사업에서 한국 CMS 실험 연구 주관기관으로 선정됐다. 이를 계기로 경북대는 올해 3월 '한국CMS실험연구센터'를 마련했는데, 연구센터는 향후 3년간 약 170억 원 규모의 연구비를 지원받는다.

문 교수는 "경북대는 이번 사업을 통해 한국 CMS 실험을 총괄하게 됐는데, CERN 연구소와의 긴밀한 국제 협력을 바탕으로 CMS 실험에서 핵심적인 역할을 수행하게 될 것"이라며 "실제 경북대 출신 학생들이 NASA, 시카고대, 아르곤국립연구소 등 세계적인 연구 기관으로 진출하면서 우수한 연구역량을 인정받고 있다"며 자부심을 드러냈다.

문 교수가 국내 과학자들과 함께 참여하고 있는 CMS 실험은 스위스-프랑스 국경에 위치한 CERN 연구소가 운영·관리하고 있는 LHC에서 양성자를 빛의 속도에 가깝게 가속시킨 뒤, 충돌시 발생하는 고에너지 데이터를 분석하는 국제 공동 연구 프로젝트다.

그는 "실험에 사용되는 LHC 가속기는 세계에서 가장 강력한 입자가속기로, 양성자 간의 충돌을 통해 우주 탄생의 순간인 빅뱅과 유사한 환경을 재현한다"며 "이 실험을 통해 2012년 신의 입자로 알려진 '힉스 입자' 발견과 같은 역사적 성과가 나오기도 했다"고 설명했다.

힉스 입자는 우주 탄생의 원리를 설명하는 가장 유력한 가설인 '입자물리학의 표준 모형'에 포함된 17종류의 소립자 중 마지막으로 발견된 입자로, 그 존재 확인은 현대 물리학의 위대한 성과 중 하나로 꼽힌다.

앞으로 문 교수는 힉스 입자 발견을 넘어 CMS 실험이 새로운 입자와 물리 법칙을 밝혀낼 기회를 기져올 것이라고 기대했다. 현재 한국 연구팀은 이탈리아 연구소와 공동으로 수십 피코세컨드(1천억 분의 1초) 수준의 시간을 분별하는 성능을 갖춘 초고속 검출기를 개발 중이다.

그는 "CMS 실험 데이터를 통해 표준 모형의 정밀 검증뿐 아니라 초대칭 입자, 암흑물질 발견 등 기존 물리학으로는 설명할 수 없었던 새로운 가능성을 확인할 수 있다"며 "한국 연구팀은 탁월한 양의 데이터 분석하는 역할과 함께 초고속 검출기에 들어가는 부품의 성능을 진단하는 장비를 소개하고 있다.

3 CMS 연구를 위해 경북대가 최근한 설치한 클린룸에서 문창성 교수가 첨단 장비에 대해 설명하고 있다. 4 스위스-프랑스 국경에 위치한 CERN 연구소 내부에 있는 CMS 검출기.

김명규 기자 · 문창성 교수 제공

지능(AI) 응용 등에 힘쓸 계획"이라고 덧붙였다.

문 교수는 "기초과학의 가치는 눈앞의 성과보다 인류의 미래를 위한 토대를 닦는 데 있다"고 거듭 강조했다. 그는 "19세기 물리학자 맥스웰의 전자기학 이론이 오늘날 휴대폰으로 대표하는 전자통신 기술로 이어졌듯, CERN 연구소의 거대과학 연구 역시 100년, 200년 뒤 인류의 삶을 바꿀 수 있다"며 이번 한-CERN 협력 사업을 "과학의 올림픽 현장에서 이뤄지는 국가적 차원의 과학 외교이자, 세계 지식 공동체에 우리나라가 주체적으로 참여하는 의미 있는 발걸음"이라고 평가했다.

아울러 문 교수는 국내 기초물리학 발전을 위한 연구소 설립의 필요성을 강조하기도 했다. 그는 "CERN(유럽), 페르미연구소(미국), KEK(일본)처럼 연구 인프라와 인력을 집중시킬 수 있는 거점 연구소가 있어야 국제 공동연구에서 주도적 역할을 할 수 있다"며 "대구·경북에 한국중성미자관측소와 같은 거대 과학 프로젝트를 추진할 수 있는 연구기관이 세워지길 바란다. 이를 위해서는 지자체와 정부의 적극적인 관심과 지원이 절실하다"고 밝혔다.

끝으로 그는 "내 꿈은 우리나라가 세계적 규모의 빅사이언스 실험을 주도하는 것"이라며 "입자가속기와 같은 대형 연구 인프라를 구축해 외국의 연구자들이 한국을 찾아와 차세대 국내 과학자들과 함께 세계적인 연구를 펼칠 수 있길 희망한다"고 전했다.

김명규 기자 kmk@daegu.com

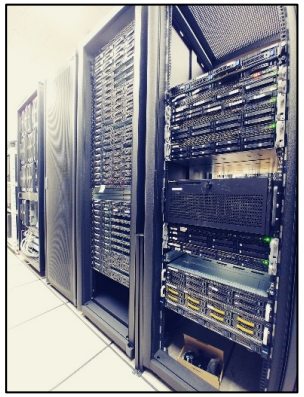
이미지 출처=클립아트 코리아

고에너지물리 분야 연구 시작으로
CDF 실험 표준 채택 학계 이목
유럽·남미 등 연구기관 거쳐
현재 100여 명 과학자 리드
한국 CMS 연구팀 수장

거대 강입자가속기 활용
3년 동안 170억 규모 연구
방대한 데이터 분석 필두
초고속 시간검출기 개발 주도

"세계 규모 빅사이언스 주도
차세대 국내 과학자 육성 목표"

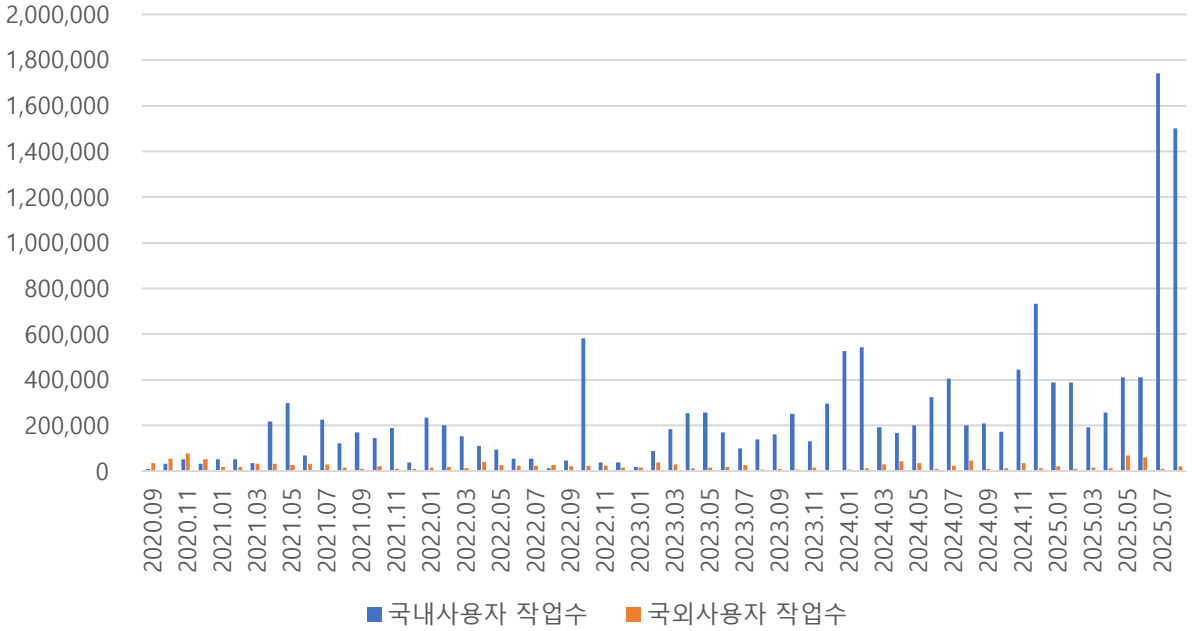
HL-LHC를 대비한 KCMS Tier-3 센터 노후화 장비 업그레이드 계획



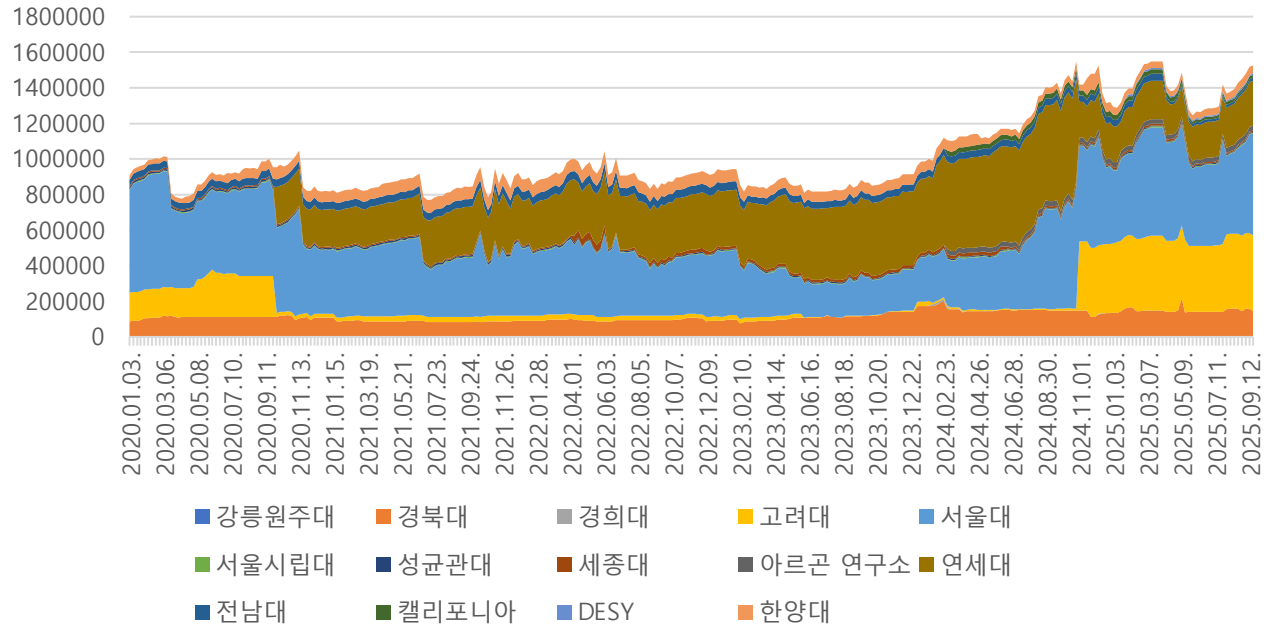
KNU Tier-3 사용 현황

→ 현재 국내 11개 기관, KNU Tier-3 이용자 75여명

KCMS 사용자 작업 현황 (5년간, 월별)



기관별 데이터 저장 현황 (5년간)

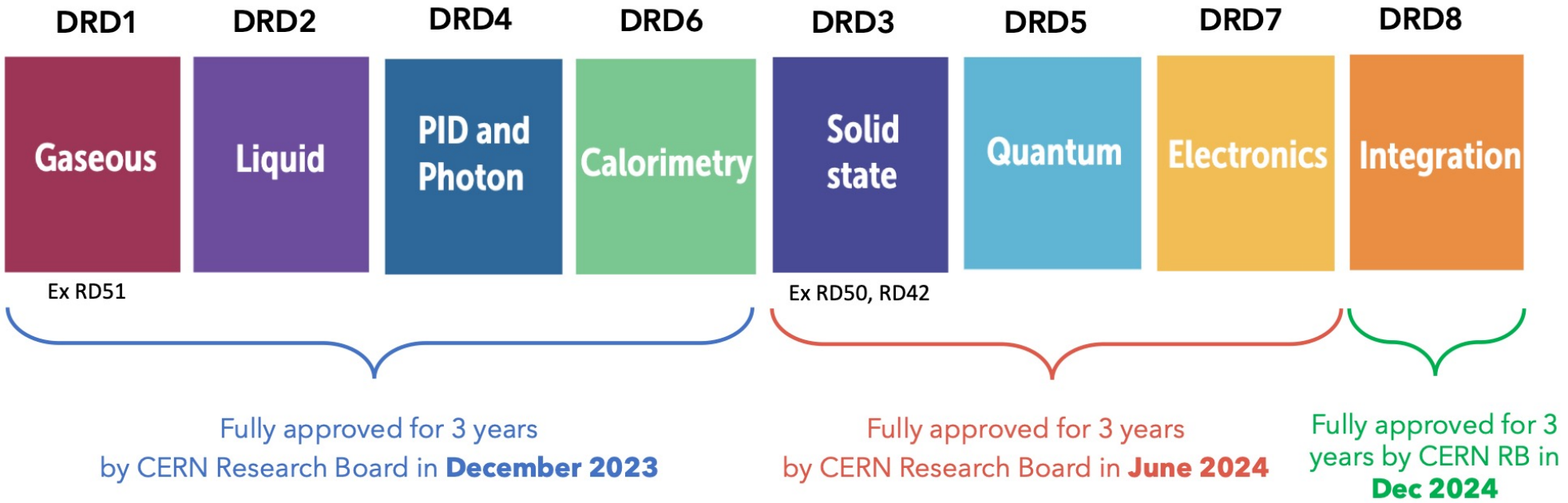


- HL-LHC로 갈수록 CMS 컴퓨팅 수요가 대폭 증가하며, 이를 대비한 Tier-3 장비 업그레이드가 필요함
- 국내 Tier-3 컴퓨팅 센터(경북대, 서울시립대)는 소규모 그룹 맞춤 지원·훈련·운영 탄력성을 제공해 KISTI와 역할 분담 및 상호 보완 실현 가능

Status of DRD (Detector R&D) Collaborations at CERN

- **총 8개 DRD Collaboration이 CERN의 승인을 받음**
  - 미래 검출기 연구개발 및 FCC 프로젝트를 위한 협력체에 다수의 한국 연구진이 참여 중
  - DRD 협력체계 참여를 통한 세계적 수준 검출기 기술개발 선도

- **양해각서(MoU) 체결 논의 중**
  - CERN은 각 DRD 협력체 소속 모든 기관(및 CERN) 간 양해각서(MoU) 템플릿을 제공했음.
  - 참여 기관이 양해각서(MoU) 수수료를 곧 납부할 예정임.
  - KCMS 차원에서 MOU 비용 지원이 필요함.



Participation of the DRD Project from Korea

Project	Institute	Representative
DRD1	Osong Medical Innovation Foundation	Won-Kyu Lee
	DGIST	Gain Kim
	Hanyang University	Tae Jeong Kim
	Seoul National University	Do Won Kim
	University of Seoul	Jason Lee
	Yonsei Cancer Center	Dong Wook Kim
DRD3	Kyungpook National University	Chang Seong Moon
DRD6	Gangneung-Wonju National University	Minsuk Kim
	Hanyang University	Byunggu Chun
	Korea University	Jae Hyeok Yoo
	Kyungpook National University	Sehwook Lee
	Pusan National University	Sanghoon Lim
	Sungkyunkwan University	Beomkyu Kim
	University of Seoul	Jason Lee
	Yonsei Cancer Center	Dong Wook Kim
	Yonsei University	Hwidong Yoo

2026년 KCMS 운영 계획

- **KCMS 운영 개선 및 내실 강화**
  - 사업단 규모에 맞게 집단 운영 체제로 전환
  - 대학별 맞춤형 행정서비스 제공
  - KCMS 워크샵의 내실 강화
  - 컴퓨팅 리소스 및 검출기 개발 효율성 확보
  - 효율적인 연구비 집행에 대한 제도 완비

- **세계 최고 수준의 연구그룹 구축**
  - CMS 실험 내 리더십 역량 강화
  - Run 3 데이터 분석을 위한 체계적인 준비 지원

- **미래세대 우수 인재양성**
  - 수준별, 연차별 맞춤 교육 프로그램 설계
  - CERN 오피스에서 연구에 집중할 수 있는 환경을 조성
  - 젊은 과학자와 기술자의 KCMS 운영 적극 참여를 독려하고, 동기부여를 위한 인센티브 제도 정비

- **사업팀 홍보 및 과학의 대중화**
  - CMS 주요 result에 대한 국내 공보활동 활성화
  - 한-CERN 사업의 다른 사업팀들과 공동으로 홍보 프로젝트 추진
  - CMS Week 한국 개최 시너지 극대화
  - 한-CERN 사업 20주년 심포지엄 개최

감사합니다