

한-CERN 협력사업과 한-유럽 고에너지물리 네트워크 구축

2023년 11월 24일

박 인 규 (서울시립대학교)

On behalf of Korea-CERN program members

한-유럽 고에너지물리 협력 소사

1960

1970

1980

1990

2000

2010

2020



CERN



ALEPH



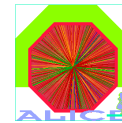
L3



CHORUS



CMS



ALICE



OPERA



ISOLDE



IN2P3

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES



한-유럽 고에너지물리협력 (공식참여기관)



강릉대, 고려대, 성균관대



경북대, 카이스트



경상대



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



경상대, 광주교대, 성균관대



인하대, 부산대, 연세대, 세종대, 전북대, 충북대, 강릉원주대, 성균관대, 키스티



경상대, 광주교대, 제주대, 고려대, 성균관대



경상대



IBS RAON



서울대, IBS, 고려대, UNIST



포항가속기, 카이스트, 고등과학원, 고려대, 경희대, 서울시립대, 연세대, 강릉원주대, 경북대, 부산대, 한양대



경북대, 전남대



INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES



KISTI, 고려대, 서울과기대, 전북대, 인하대, 경북대, IBS



경상대

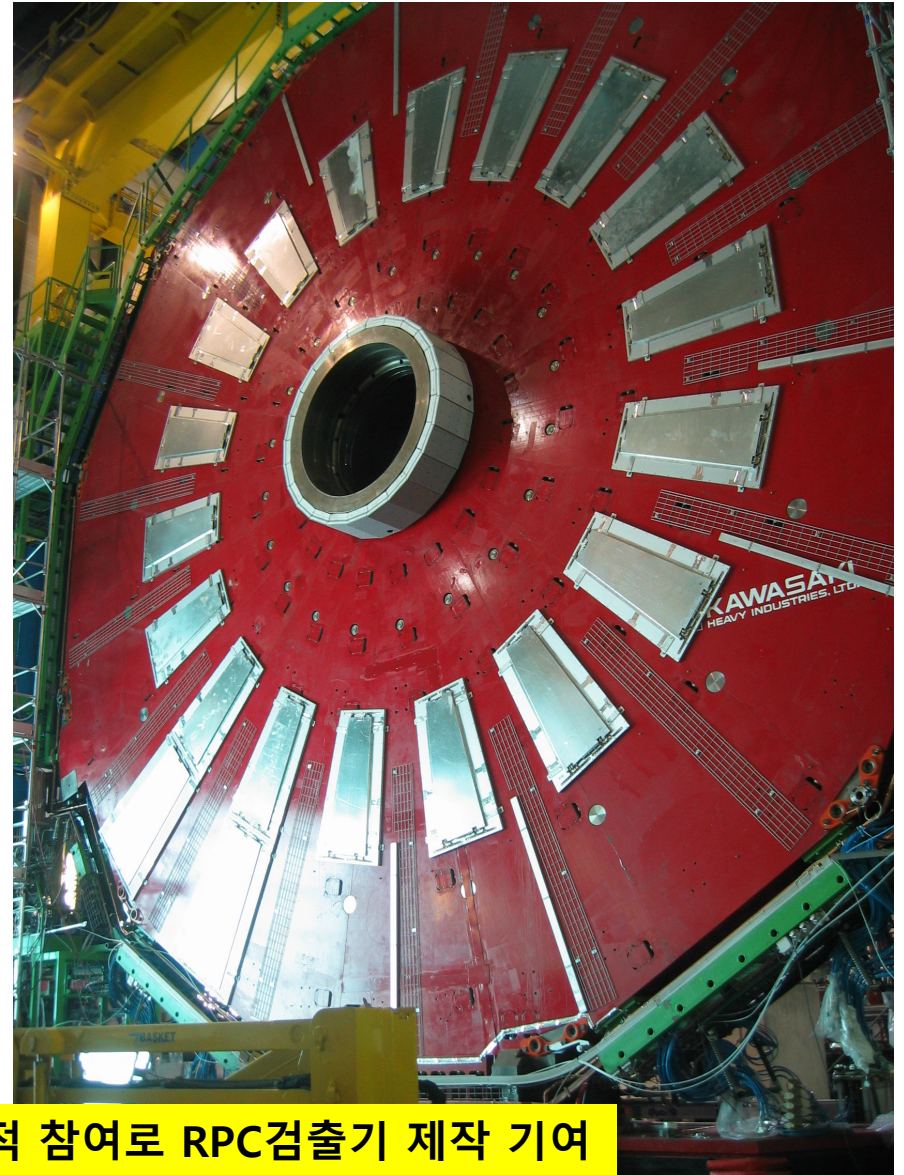
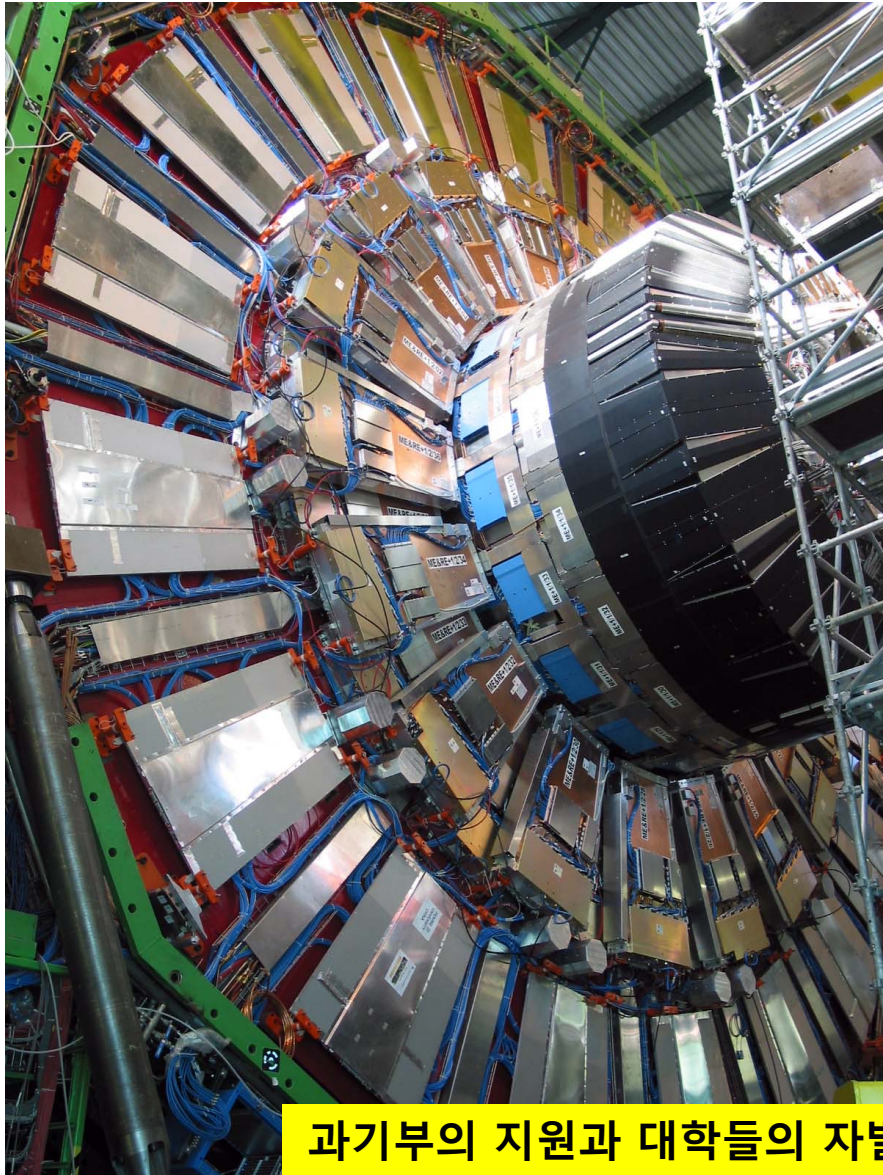
가속기/검출기/핵-입자 실험분야 모두에서 CERN과의 국제협력이 주류를 이루고 있음

한-CERN 협력사업

한국 기관의 CERN실험 참여 역사

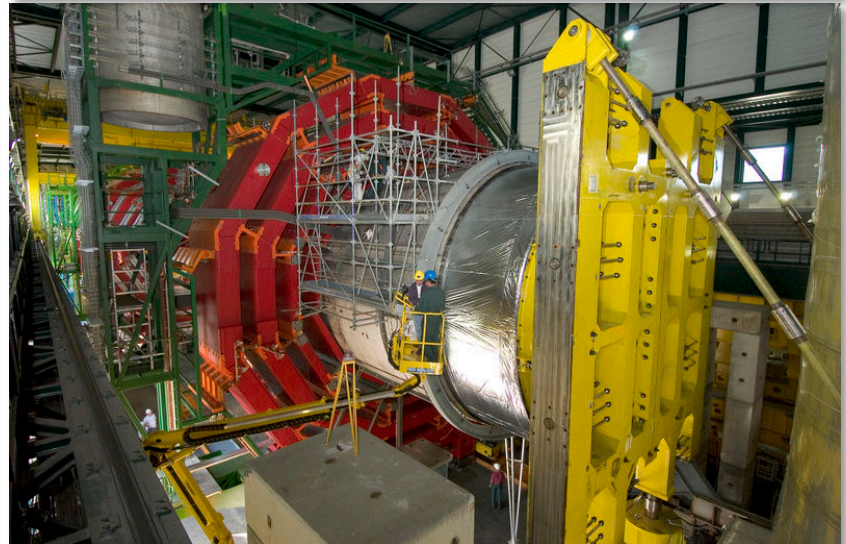
- 한-CERN협력사업 이전: 기관 별 참여
 - 6, 70년대 ~ 80년대 초 (SPS 시대)
 - ✓ 한국 기관의 공식 참여 기록은 확인 불가
 - 80년대 말 ~ 90년대 초 (LEP 시대)
 - ✓ ALEPH (강릉대, 고려대, 성균관대)
 - ✓ L3 (경북대, 카이스트)
 - 90년대 말 ~ 2000년대 초 (LHC 준비)
 - ✓ CMS (강릉대, 경북대, 고려대 외 10여개 이상의 대학)
 - 국제공동연구를 위한 가장 큰 규모의 협력 구축
 - ✓ CHORUS, OPERA (경상대)

1996-2006: RPC검출기의 제작



과기부의 지원과 대학들의 자발적 참여로 RPC검출기 제작 기여

1996-2006: 기업체의 참여



CMS 초전도 자석 설치를 위한 초대형 장비 개발 (동양중공업 제작)

2006: 한-CERN 협력사업의 시작



한-CERN 협력 프로그램 양해각서 교환

주 제네바 박원화 대사 – Robert AYMAR CERN 소장

2017: 한-CERN 협력사업 10주년



- KCMS/KoALICE/이론팀 + 과기부 + CERN (2017.3)
 - 2024 CERN 창설 70주년
 - ✓ 2025 양자역학 탄생 100주년
 - 2026 한-CERN협력사업 20주년

CERN 협력사업 관리규정 (훈령)

국가법령정보센터

화면 + -

오류문의
개선의견

법제처
국가법령정보센터

유럽핵입자

검색

로그인 회원가입 English 생활법령

국가법령
만족도 조사

법령

자치법규

행정규칙
(훈령·예규·고시)

판례·해석례등

별표·서식

공공기관 규정

그밖의 정보

○ 현행행정규칙 ○ 연혁행정규칙 ○ 최신행정규칙

행정규칙안내 상세검색

규칙명 규칙분류 조문내용 조문제목 부칙

조회이력 새창(목록) 표준국어대사전

본문 제정·개정·이유 연혁 관련법령 첨부파일 법령체계도 법령비교

조문선택 법령주소복사 화면내검색

유럽핵입자물리연구소(CERN) 협력사업 관리규정

[시행 2010. 1. 5.] [교육과학기술부훈령 제156호, 2010. 1. 5., 제정]

제1장 총칙

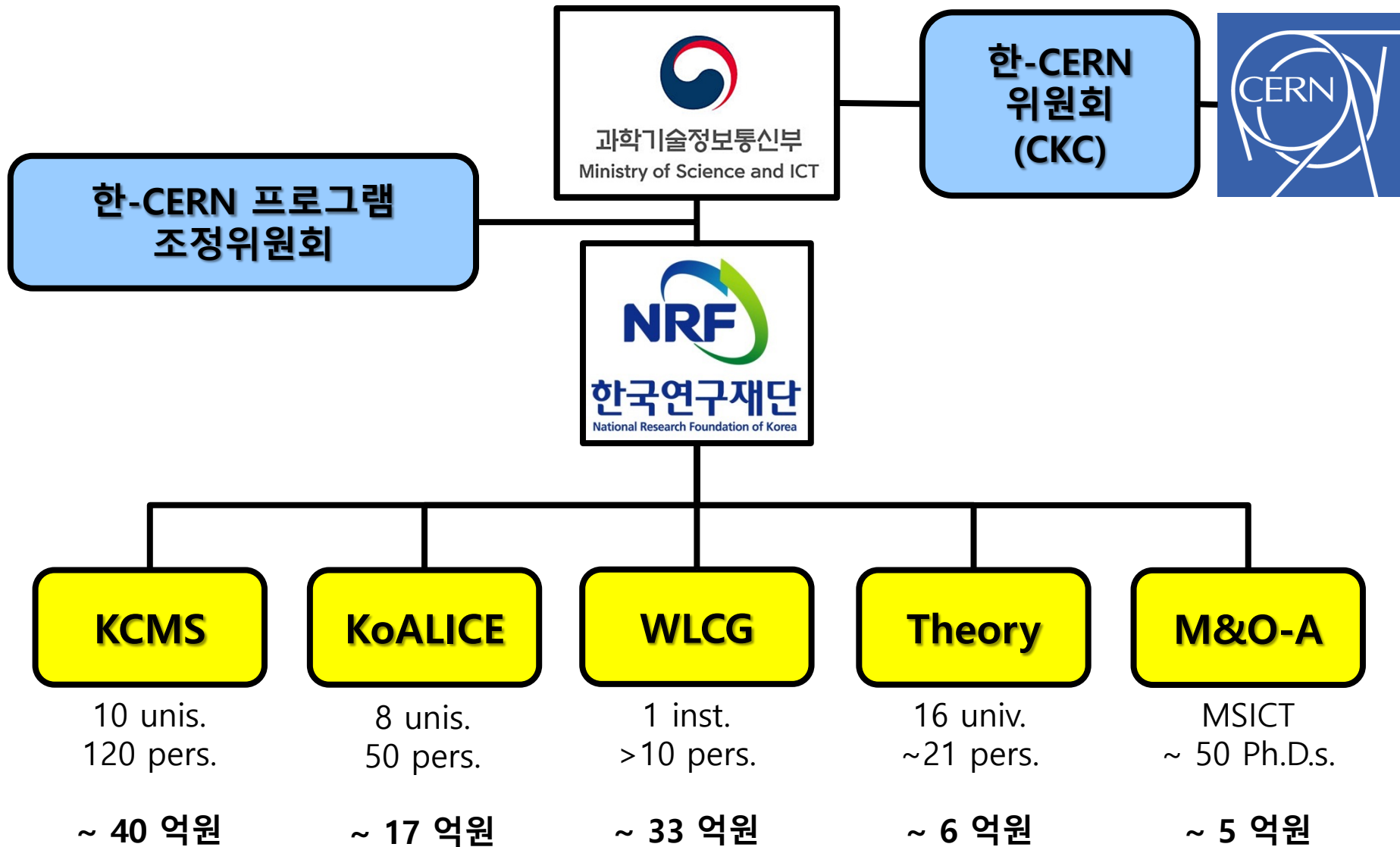
- 제1조(목적)** 이 규정은 「과학기술기본법」 제 18조 및 「국제과학기술협력규정」 제4조에 따른 과학기술국제화사업의 일환으로 추진하는 유럽핵입자물리연구소(CERN) 협력사업(이하 "CERN 사업"이라 한다)의 효율적 지원 및 운영·관리에 필요한 세부사항에 대해 정함을 목적으로 한다.
- 제2조(적용범위)** CERN 사업 추진과 관련하여 다른 규정에서 특별히 정한 경우를 제외하고는 이 규정을 적용한다. 다만, 이 규정에서 정하지 아니한 사항에 대하여는 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」, 「교육과학기술부 소관 연구개발사업 처리규정」 등 관련 연구개발사업규정을 준용한다.

제2장 사업 운영 체계

- 제3조(CERN 사업)** CERN 사업은 한-CERN 협력협정 및 부속의정서 등에 따라 우리나라가 수행하는 사업으로, 사업 분야는 다음 각 호와 같다.
 - 입자 및 핵 물리학 이론과 실험 분야
 - 가속기 및 검출기(특히, ALICE와 CMS 실험 관련 분야) 건설과 개발
 - CERN 대형강입자가속기(Large Hadron Collider, 이하 "LHC"이라 한다) 실험 데이터 처리 및 분석에 필요한 정보 기술(특히, LHC 컴퓨팅 그리드(LHC Computing Grid)) 분야
 - 한국 학생과 젊은 연구자의 CERN 교육프로그램과 학교에의 참여 및 기타 과학기술 관련분야
- 제4조(한-CERN 협력 조정위원회 등)** ① CERN 사업의 주요사항을 심의·조정하기 위하여 한-CERN 협력 조정위원회(이하 "조정위원회"라 한다)를 구성·운영한다.
 - ② 조정위원회는 다음 각 호의 사항을 심의·조정한다.
 - CERN 사업계획에 관한 사항
 - CERN 사업 운영에 관한 사항
 - 신규 지원과제에 관한 사항
 - 기타 한-CERN 협력에 관한 주요사항

CERN 협력사업 관리 규정 (훈령)
제정: 2010.10.5 (과기부-156)
최종 개정: 2018.6.12 (과기정통부)

현 한-CERN 협력사업의 구조



한-CERN 협력사업의 확대안

왜? 지속가능성?

- 글로벌 리더십을 확보한 선도 국제협력 구축
 - 메가 사이언스를 통한 기초과학과 첨단기술의 도약
 - ✓ LHC/FCC + Quantum Computing + Sensor Tech
 - 국제적 거대과학 참여를 통한 세계적 연구집단 육성
 - ✓ KCMS, KoALICE의 성공 경험 확대
- 시급히 해결해야 할 과제
 - 국제협력을 위한 안정적 인프라 필요
 - ✓ 현 사업 방식: 3년마다 PI에 따라 호스팅 대학 이동
 - R&D를 위한 공동 연구시설 필요 (예. 검출기 개발)
 - ✓ 시설과 장비의 중복 투자 지양
 - 현 프로그램의 지원을 넘어 미래 프로젝트 개발
 - ✓ LHC를 넘어, 빔덤프 실험 및 미래 충돌기 실험 준비

추진 과제 & 기대효과

• 추진 과제

■ 한-CERN협력사업의 대대적 확대 개편

✓ 현재 참여중인 물리 프로그램 지원

– ISOLDE, SND/SHiP, Gbar

✓ 미래 가속기 및 컴퓨팅 프로그램 지원

– FCC, CERN AI/Quantum Computing Initiative

✓ 양자센서 및 검출기 공동개발 시설 구축

– Quantum Sensor, Particle Detector

■ CERN 준회원국 가입

✓ 안정적인 국제협력 체계 구축

– 국내 기업의 참여 기회 부여

• 기대 효과

■ 고에너지물리연구기구 역할 수행

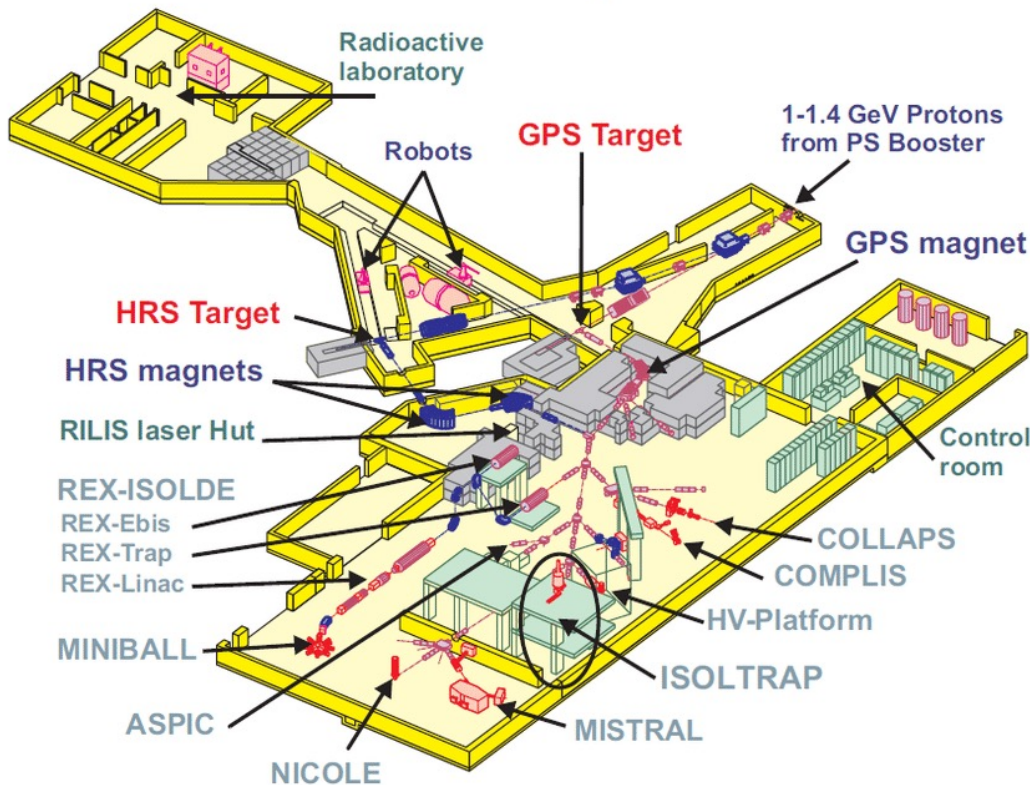
✓ 한국형 고에너지물리 클러스터 (INFN/IN2P3) 구축

ISOLDE 협력 프로그램

• RAON-ISOLDE

▪ 2014년 양해각서 체결

ISOLDE / CERN experimental hall



ibs



FRAMEWORK COLLABORATION AGREEMENT
(THE "AGREEMENT")

BETWEEN

THE EUROPEAN ORGANIZATION
FOR NUCLEAR RESEARCH (CERN)

AND

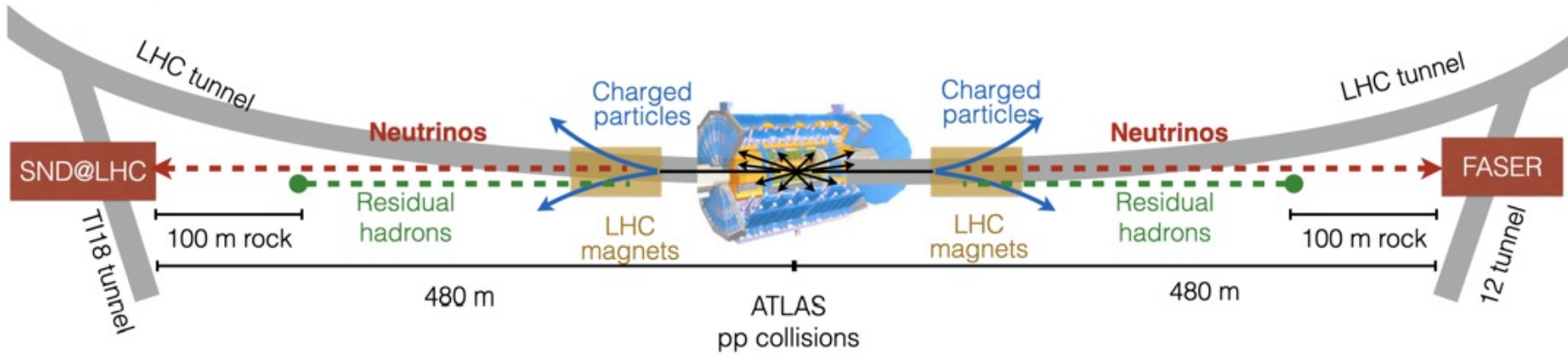
THE INSTITUTE FOR BASIC SCIENCE (IBS)

Concerning

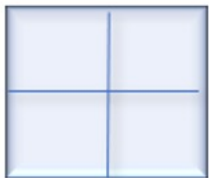
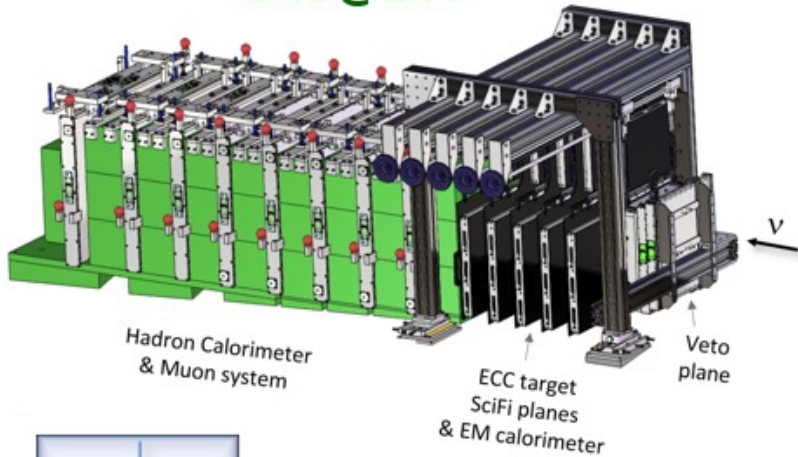
Scientific collaboration in activities that are beneficial
for their respective scientific programmes

2014

SND@LHC 협력 프로그램



SND@LHC



$7.2 < \eta < 8.4$
off-axis

● Beam collision axis

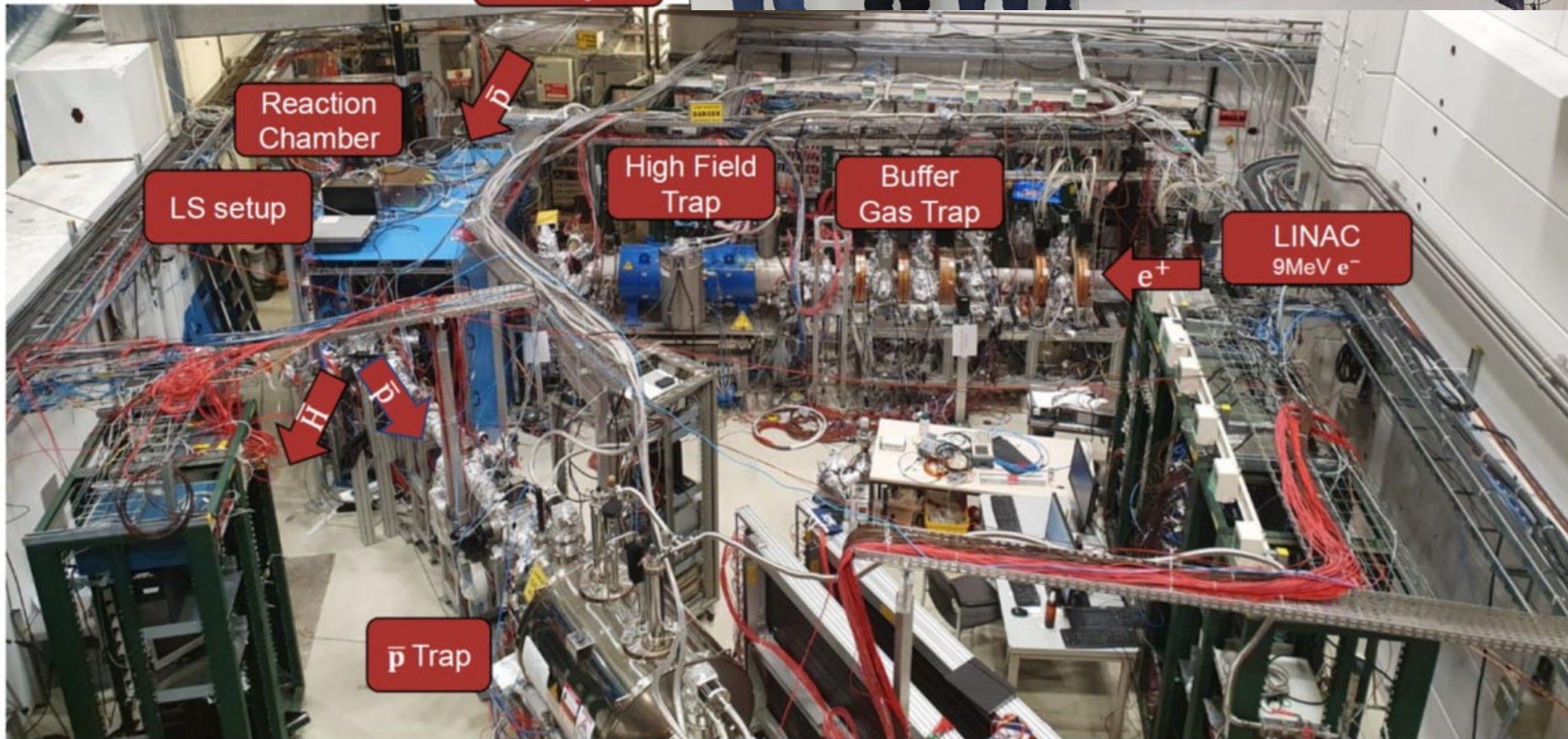
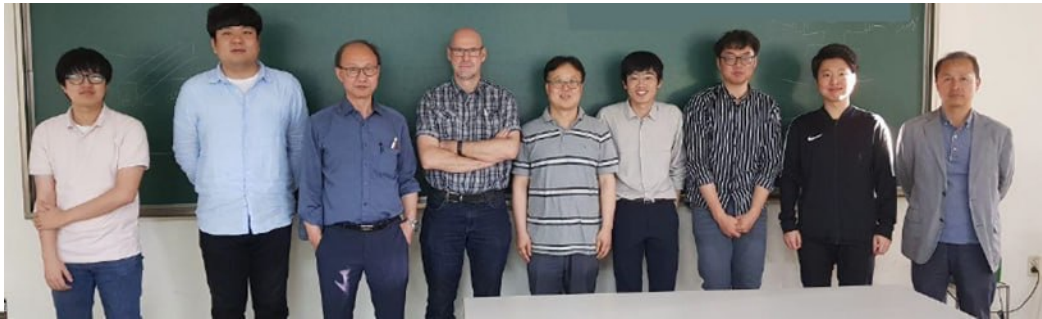
9번째 LHC실험 (Collider ν)
경상대, 광주교대, 성균관대
ECC(에멀전구름상자) 제작



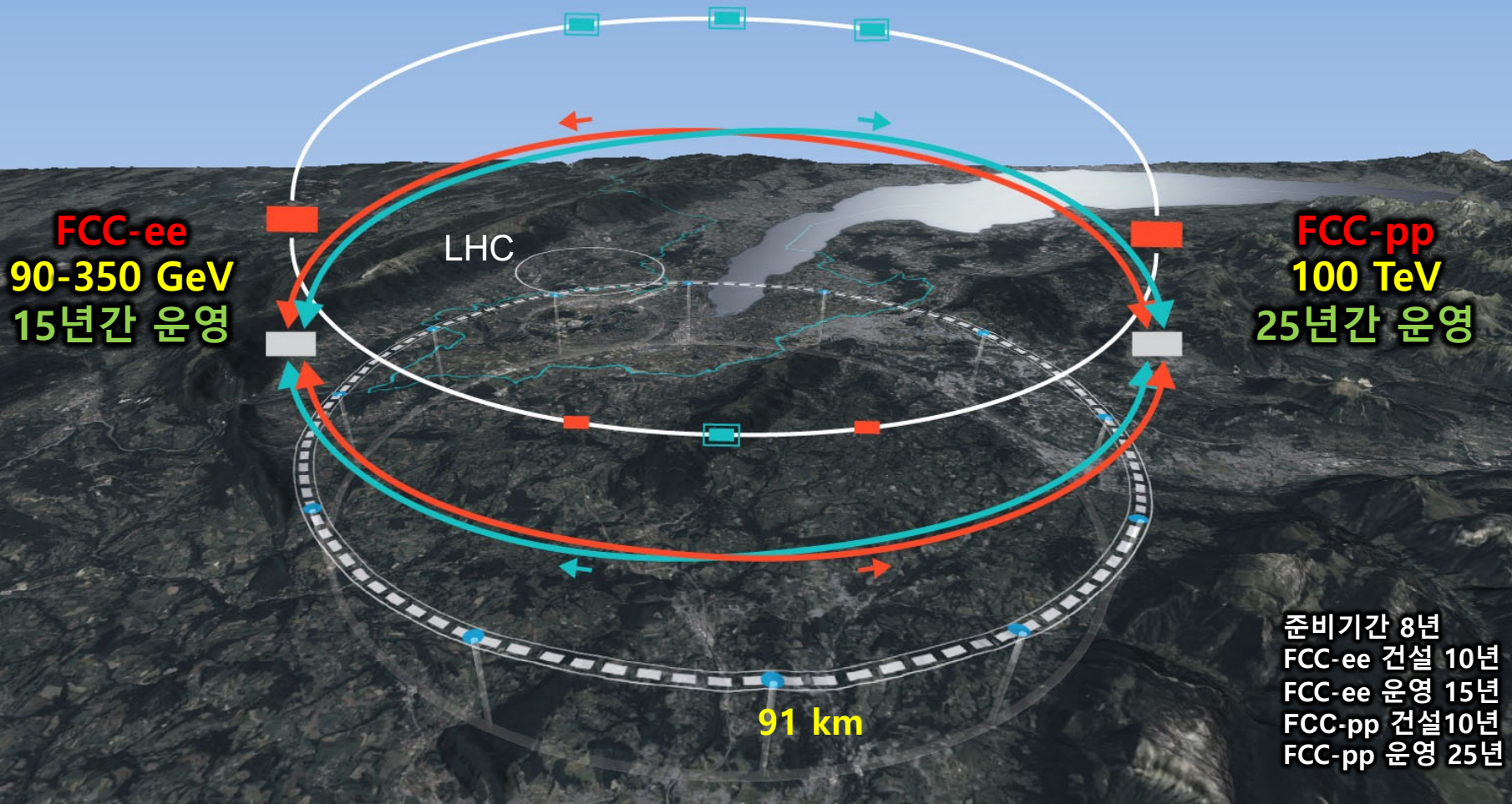
GBAR 협력프로그램



서울대, IBS, 고려대, UNIST



FCC 협력 프로그램



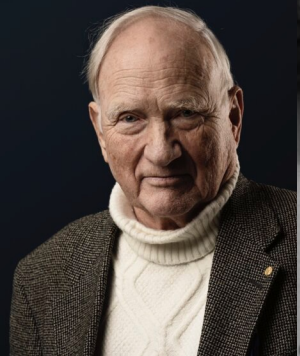
국내 11개 참여기관: 포항가속기, 카이스트, 고등과학원, 고려대, 경희대, 서울시립대, 연세대, 강릉원주대, 경북대, 부산대, 한양대 (현 FCC 홈페이지 기준) – 검출기 기여
CERN 준회원국 : 다양한 형식의 건설 참여 가능 (터널/가속기/인프라 - 20년)

양자 기술



2022

1947~
Alain Aspect



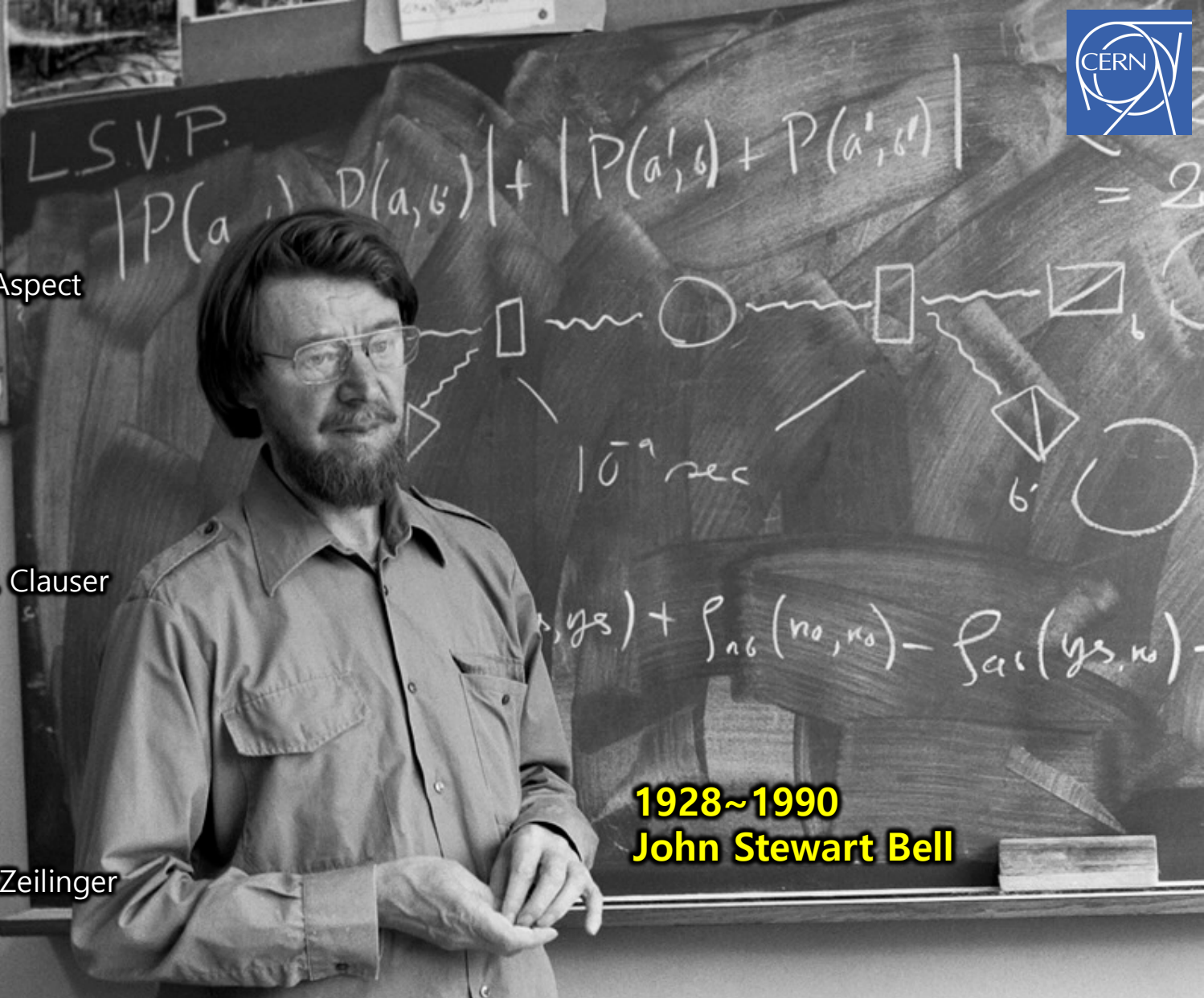
2022

1942~
John F. Clauser



2022

1945~
Anton Zeilinger



1928~1990
John Stewart Bell

CERN Quantum Technology Initiative



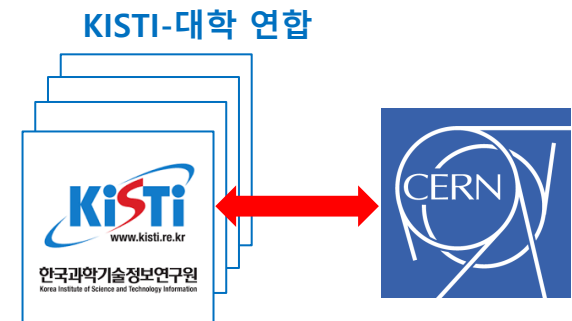
1. Quantum Computing and Algorithms
2. Quantum Simulation and Information processing
3. Quantum Sensing, Metrology and Materials
4. Quantum Communication and Networks

6th Quantum Technology Conference 2023

19-21 September 2023 | Matera | Italy

양자기술 협력 프로그램

- CERN QTI 협력 4대 세부 프로그램
 - 양자 컴퓨팅과 양자 알고리즘
 - ✓ 초전도, 극저온 기술 → Quantum applications
 - ✓ 양자컴퓨팅 이론/알고리즘 연구
 - 양자 시뮬레이션과 정보처리
 - ✓ Global optimization, Bigdata
 - ✓ MC Simulation → Digital twin
 - 양자 센싱 기술, 측정, 양자 물질 개발
 - ✓ IBS SQUID 센서, KRISS 원자물리
 - ✓ Particle detector (반도체, 초전도)
 - 양자 통신, 네트워크
 - ✓ KISTI 양자암호 적용 KREONET
 - ✓ Next GLORIAD 구축



검출기 공동 연구 개발 시설

- 필요성

- 대학과 연구집단의 검출기 연구개발 및 제작 수요 증대
 - ✓ 방사선 검출기, 양자 센서의 연구 및 산업 응용 수요 확대
 - KCMS와 KoALICE의 검출기 기여

- 목표

- LHC, FCC, EIC, ILC 실험을 위한 검출기 공동 개발 및 제작
 - ✓ 검출기 개발 시설 및 장비의 공동활용
 - 시설 및 장비의 중복투자 지양, 엔지니어의 공유

- 인력규모

- ✓ 책임자, 박사급 4인, 엔지니어 4인, 기술인력 4인, 행정 2인

- 시설 및 운영

- ✓ 건축/시설 (100~200억원), 재료/운영 (25~50억원/년)



CERN 프레베상 검출기 공동개발 시설

확대된 한-CERN협력사업

한-CERN협력사업 / 한-CERN 위원회



준 회원국

CMS / ALICE / Theory 사업팀



고에너지물리학 프로그램
(CMS, ALICE, Theory,
+ SND, GBAR, ISOLDE, FCC)

LCG Tier1/Tier2 컴퓨팅



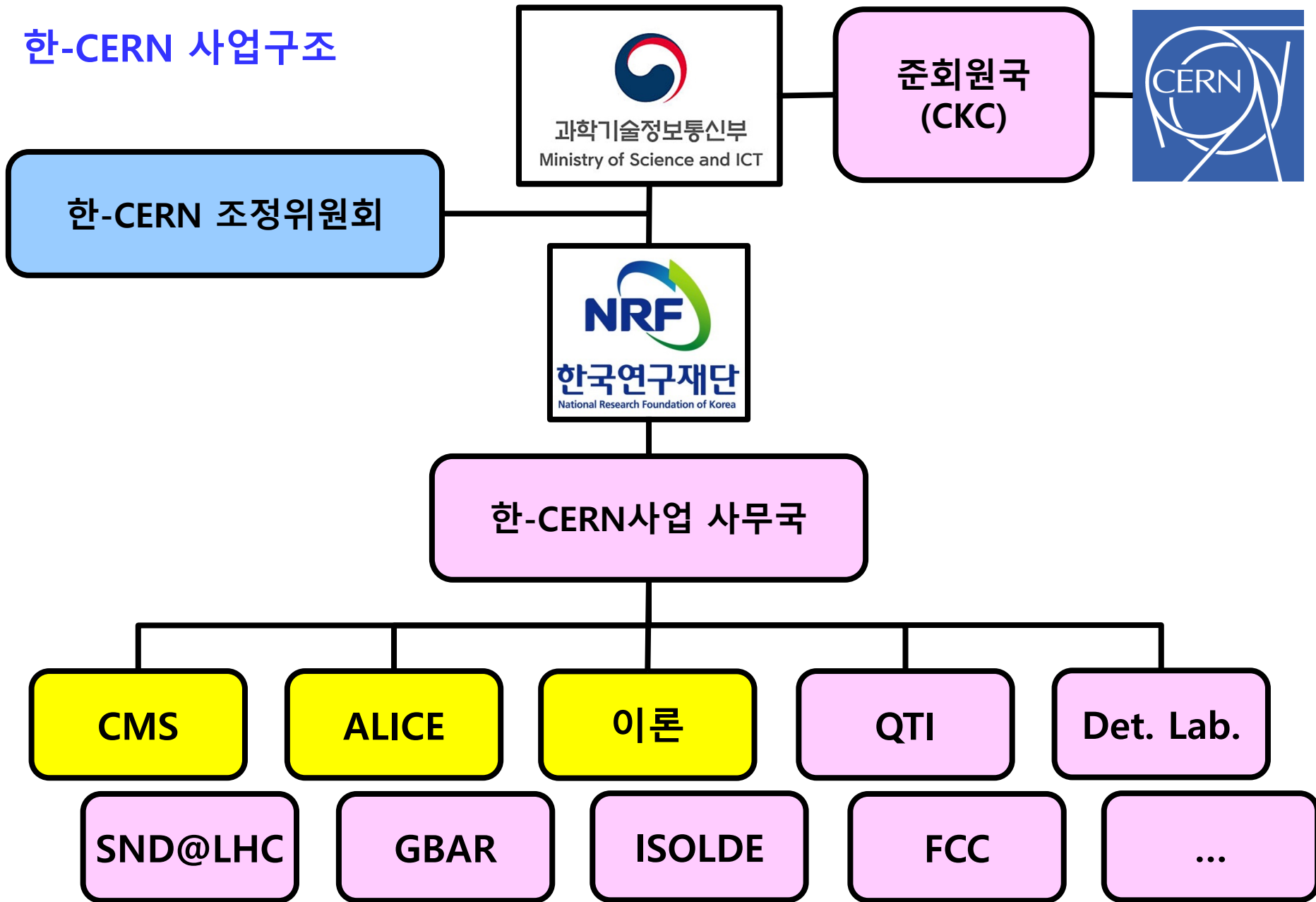
양자 컴퓨팅 및 빅데이터 AI

KCMS / KoALICE 검출기 개발



양자 센서 & 검출기 R&D

한-CERN 사업구조



결언

- 한-CERN사업 도약의 해
 - 1단계 - 6단계 (2007-2025): 18년 수행
 - ✓ 2025년부터 한-CERN협력 Phase 2
- 고에너지물리학 + 양자기술로의 도약
 - FCC era (2030-2100)의 준비
 - ✓ 사용자에서 주인으로
- CERN 70주년 행사
 - 2024년 10월
 - ✓ 한-유럽 고에너지물리학 네트워크 구축 원년!

Backup