

핵물리분과 장래계획 10년 타운홀 미팅

J-PARC 한국 빔 라인 구축사업 제안

안 정 근 (고려대학교)

J-PARC 한국 빔 라인 Task Force

2026년 3월 13일

차례

1. 추진 배경
2. 추진 경과
3. 한국 빔 라인 K10
4. 추진 계획
5. 기대 효과

추진 배경

- 한유럽(한-CERN), 한미(한-EIC) 사업에 이은 한일(한-KEK)사업 제안
- 한-KEK의 J-PARC(세계최고양성자가속기시설)의 강입자연구시설 확장 계획으로 한국빔라인 구축을 중심으로 하는 사업
- J-PARC (20년 전 건설 당시 약 2조 원 규모)의 가속기 시설을 우리 시설처럼 활용할 수 있는 약 400억 원 규모의 한국빔라인을 건설하고 운영.
- LHC/CMS, LHC/ALICE, EIC/ePIC과 달리 우리가 실험 전체의 주도권을 가지고 운영

추진 배경 (차별성과 독창성)

한-KEK 협력사업 (J-PARC 한국 빔라인 구축사업)의 차별성

한유럽 (한-CERN)

- LHC (CMS/ALICE)
- 쿼크 질량의 기원
- 첫 국제협력 대형사업
- 주요 검출기 부분 제작

한미 (한-EIC)

- EIC (ePIC)
- 양성자 속 쿼크 모습
- DOE 요청 기반
- 주요 검출기 부분 제작

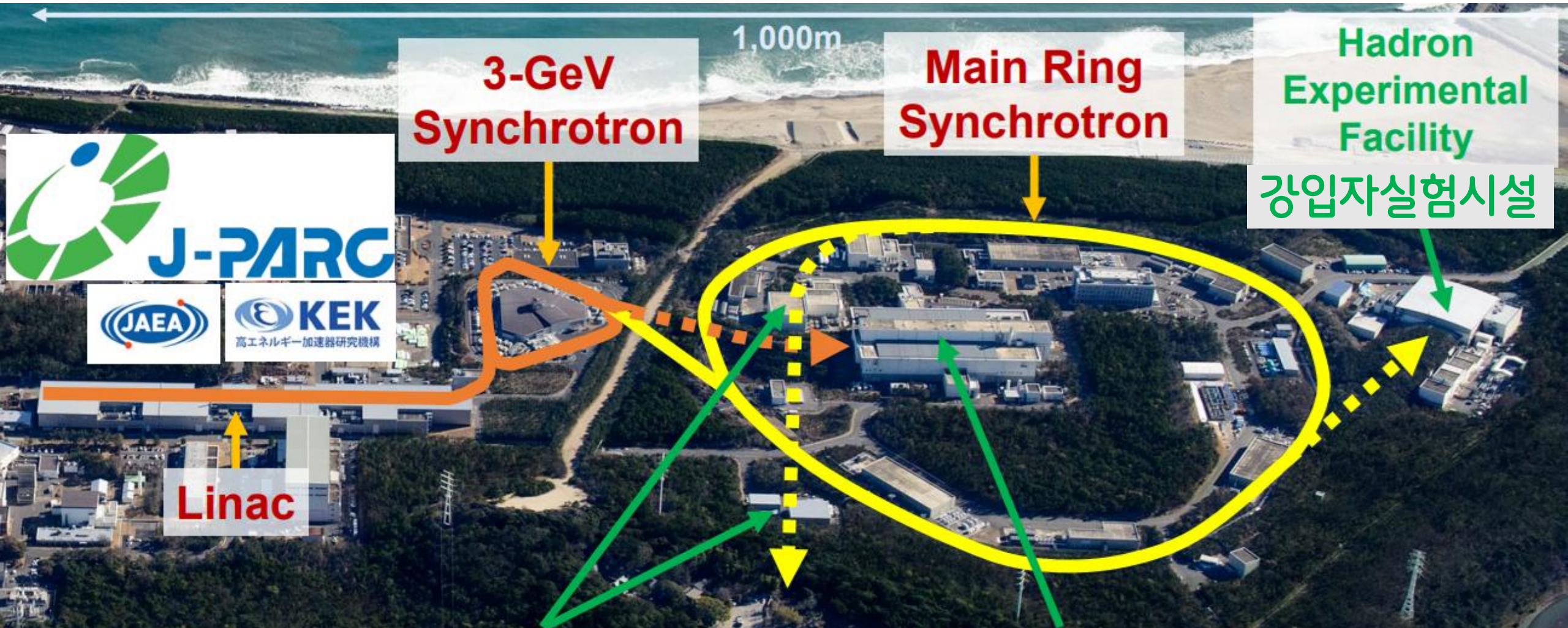
한일 (한-KEK)

- J-PARC (K10)
- 쿼크 뭉치의 종류
- 한일 공동 제안
- **한국 빔 라인 구축**

- 대형가속기시설 국제협력연구의 참가 (전체의 수% 기여) 에서 국제협력연구를 주도할 기회! (일본과 동등한 위치에서 손님이 아닌 주인으로서 연구 선도)

1 추진 배경 : J-PARC

- 세계 최고강도 양성자 가속기 시설 (이바라키현 토카이무라)



추진 배경 (세계적 위상)

J-PARC 한국 빔라인 K10의 세계적 자리매김

LHC (CMS/ALICE)

- 쿼크(물질)의 탄생과 고온 고밀도 현상

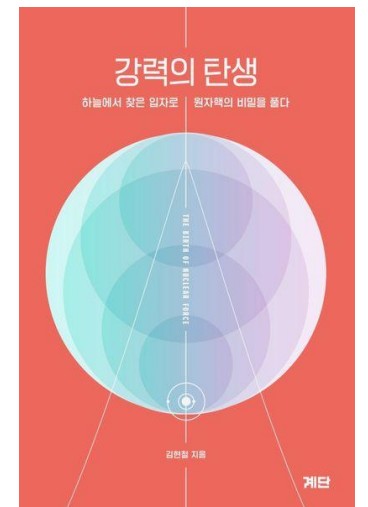
J-PARC (K10)

- 쿼크 뭉치의 탄생 (쿼크들의 인연과 쿼크 뭉치들의 종류)

EIC (ePIC)

- 쿼크 뭉치 양성자 속 쿼크들의 생활(모습)

- LHC가 발견한 힉스 입자의 질량 탄생에서 쿼크 (글루온)들이 만드는 양성자의 본디 모습을 연구하는 EIC를 잇는 J-PARC/K10은 쿼크 (글루온)들이 어떤 인연으로 쿼크 뭉치 (강입자)를 만들고, 강입자 질량은 어떻게 진화하는 지 연구
- 세계 유일의 고에너지 중간자(쿼크-반쿼크) 빔 시설 K10에서 질량과 강력의 진화를 연구



추진 배경

“여러 맛깔을 가진 쿼크 뭉치의 별난 입자를 찾아라”

“쿼크의 맛과 색으로 만드는 진수성찬 입자 요리의 비결은 무엇일까?”

J-PARC 고강도 양성자가속기연구시설에 우리나라 빔 라인 구축
과 세계적 연구 주도로 오랜 수수께끼 해결!

1 추진 배경 (필요성)

- 한일협력사업 한국빔라인 구축으로 J-PARC 강입자시설 확장을 선도할 기회
- 별난 강입자 연구분야를 이끌 세계 유일한 고에너지 K 중간자 빔 시설을 우리가 구축할 기회
- 20년 전 건설 당시 2조원 이상의 J-PARC 가속기 전체 시설을 활용하는 한국 빔 라인 건설 기회
- 한일국교정상화 60주년 (2025년)의 APEC 정상회담에 이은 과학기술협약체 의 전략기술분야 논의에 이은 기초과학기술분야의 상징적 사업으로 가속기를 기반으로 둔 기초과학연구의 상징적 한일협력사업으로 자리매김할 절호의 기회

추진 경과

- J-PARC 구축 당시 한국 빔 라인 추진
- 2006년 9월 과학기술부 정책보고서 (200억)
- 2008년 초까지 추진하다 2008년 2월 29일 교육과학기술부 출범과 그 해 4월 첫 우주인 사업 등으로 연기
- J-PARC 구축 후 한국 빔 라인 없이 다른 4개 라인으로 하이퍼 핵물리와 입자물리 실험 시작

2010년 3월, KEK

Workshop on Physics Opportunity with Extension of the J-PARC Hadron Hall, KEK, March 06-07 2010

Exotic Baryon Spectroscopy
at J-PARC **K10** Beamline

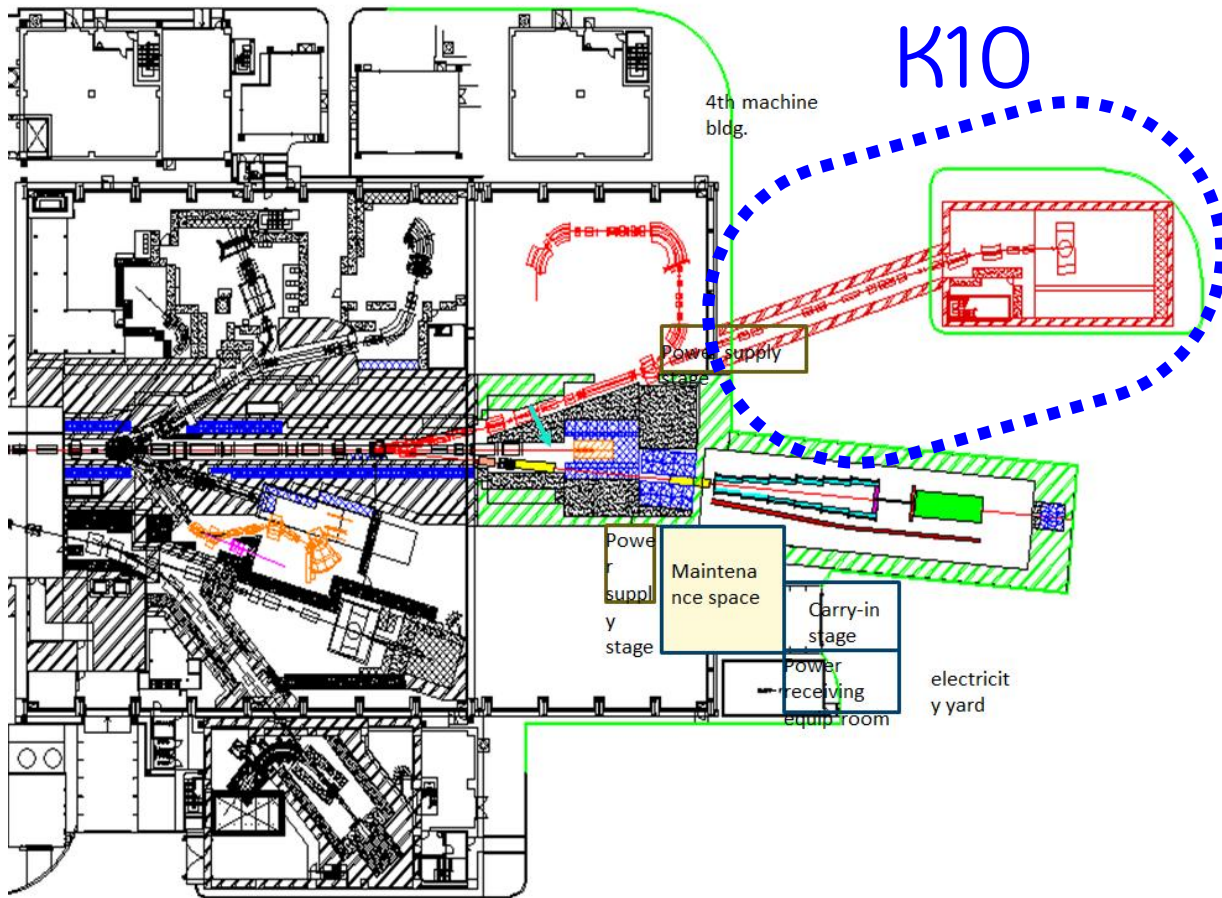


Jung Keun Ahn

- 2010년 3월 KEK 개최 J-PARC 워크샵에 다시 한국빔라인 제안
- 15년 넘는 K10 연구 준비의 실현

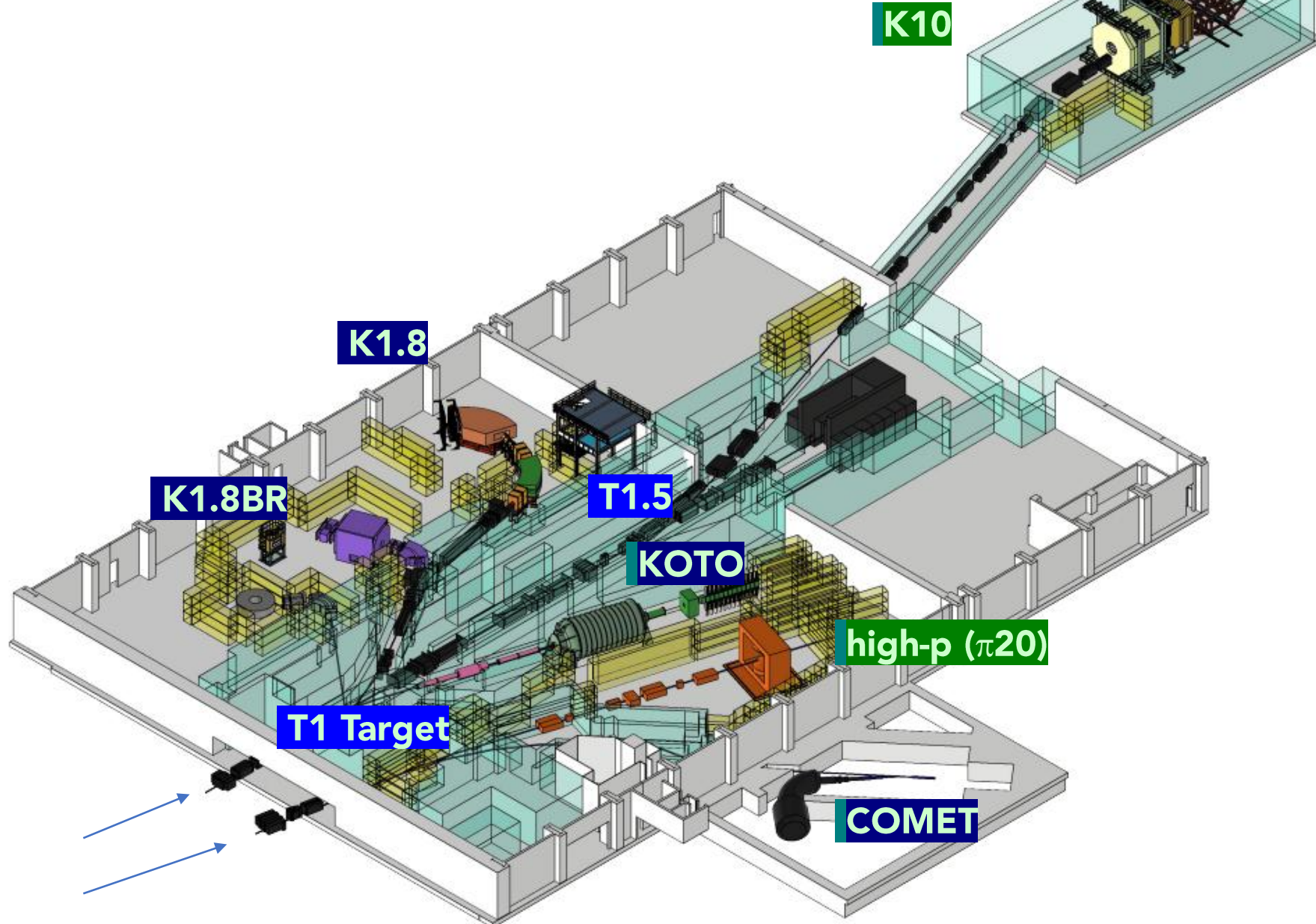
- 2006년 9월 과학기술부 정책보고서 (J-PARC 한국빔라인)
- 2010년 J-PARC 강입자연구시설 워크숍에서 K10 빔라인 제안 (일본, KEK)
- 2025년 8월 J-PARC 강입자연구시설 확장 워크숍에서 한국빔라인 제안 (일본, RIKEN)
- 2025년 9월-10월 J-PARC 한국빔라인 준비회의 (온라인 3회)
- 2025년 10월 30일 KEK IPNS 소장과 J-PARC 부서장과 의견교환 (일본, J-PARC)
- 2025년 11월 2일 J-PARC 한국빔라인 준비회의 (한국, 고려대)
- 2025년 11월-12월 J-PARC 강입자연구시설 확장계획 위원회와 실무회의 (온라인 5회)
- 2025년 11월 21일 물리학회 핵·입자·천체분과/고에너지물리학회 연합워크숍에서 J-PARC 한국빔라인 추진계획 소개 (한국, 전남대)
- 2025년 11월 23일 KEK IPNS 소장, 부소장/J-PARC 부서장과 의견교환 (일본 J-PARC)
- 2025년 12월 3일 KEK 기구장(원장)과 의견교환 (적극적 지지, 한국 방문의사 표시)
- 2026년 1월 7일 J-PARC 강입자연구시설 확장계획 위원회와 실무회의 (일본 J-PARC)
- 이후 계속 2주에 한 번 / 3월 브로셔 제작 / 4월 KPS Focus세션

한국 빔 라인 구축 주요 내용



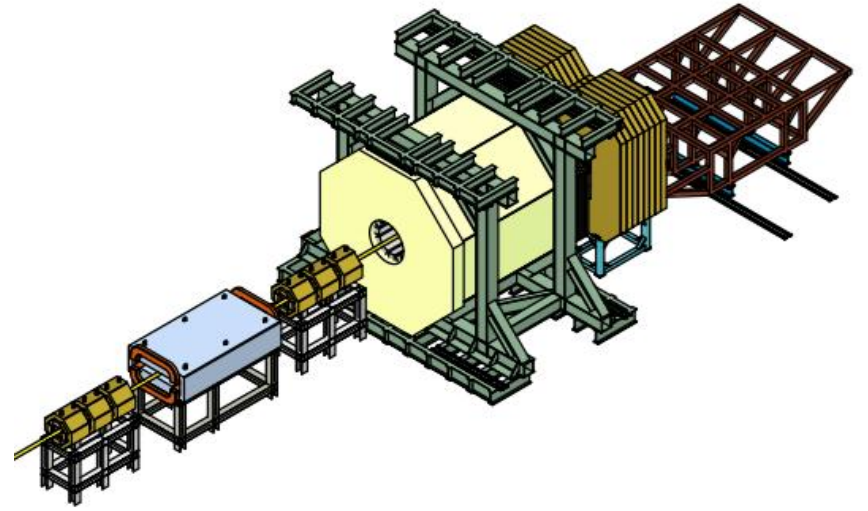
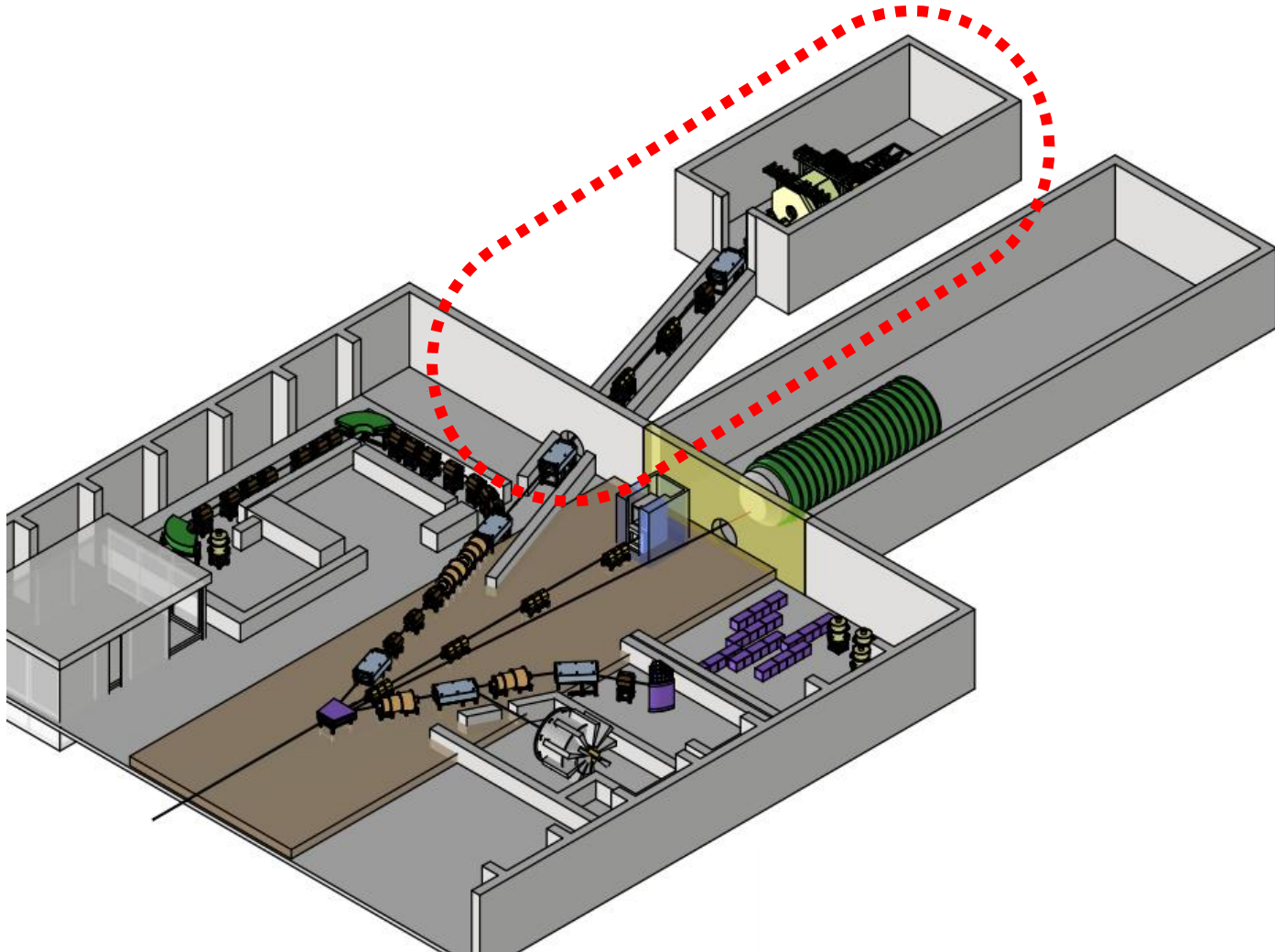
- 강입자연구시설 확장 1단계로 운동량 3-20 GeV/c K 중간자 빔 라인 구축 (질량 6 GeV까지 탐색 가능)
- K 중간자 선별 RF 장치, 빔 전송라인, 대형 검출기, 데이터수집장치 등
- 국제공동연구그룹 K10의 주도적 역할 : 여러 주요실험의 기획과 지원
- LHC/EIC에 필적하는 강입자연구 중심 시설을 우리가 주도

J-PARC 하드론 홀 확장과 한국 빔 라인 K10



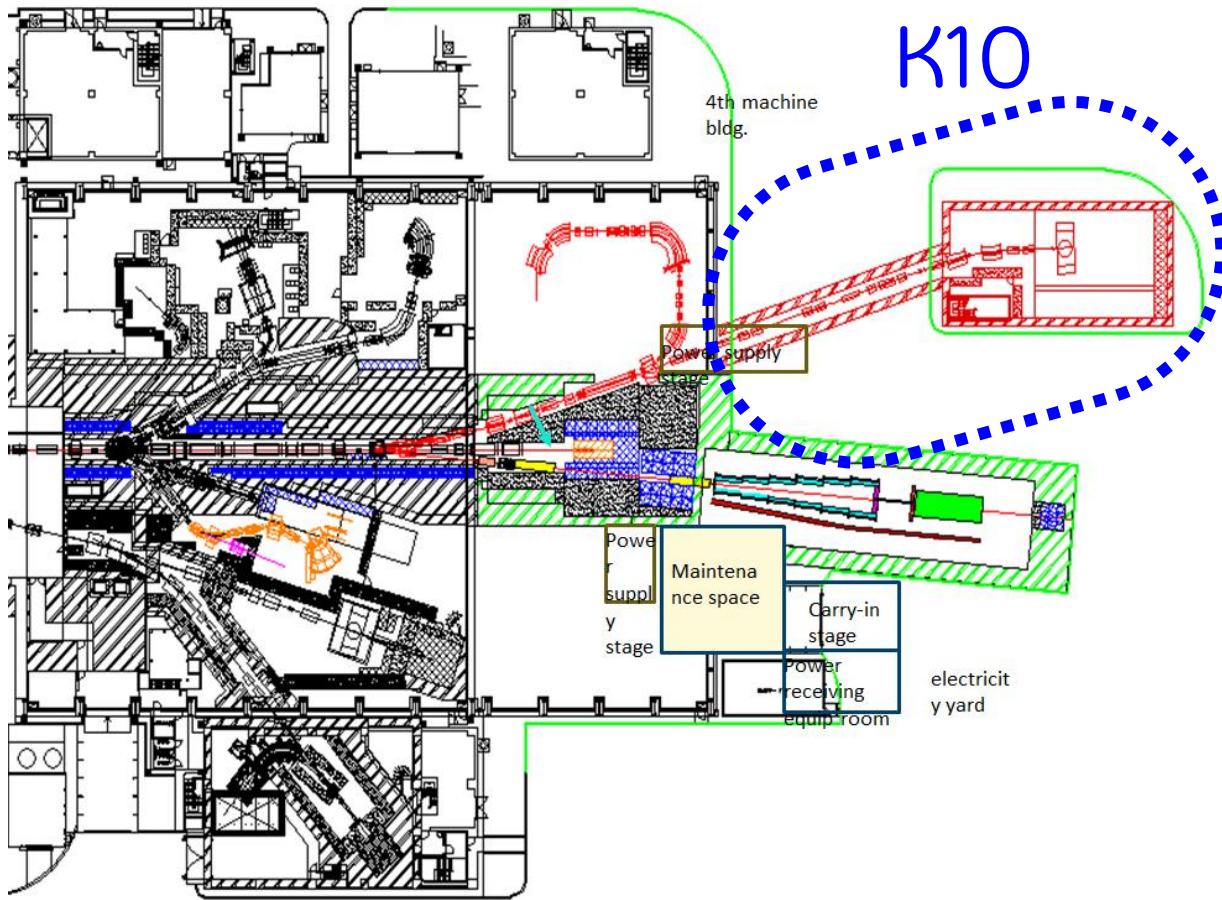
한국 빔 라인 K10

- 한국 빔 라인과 K10 실험 장치



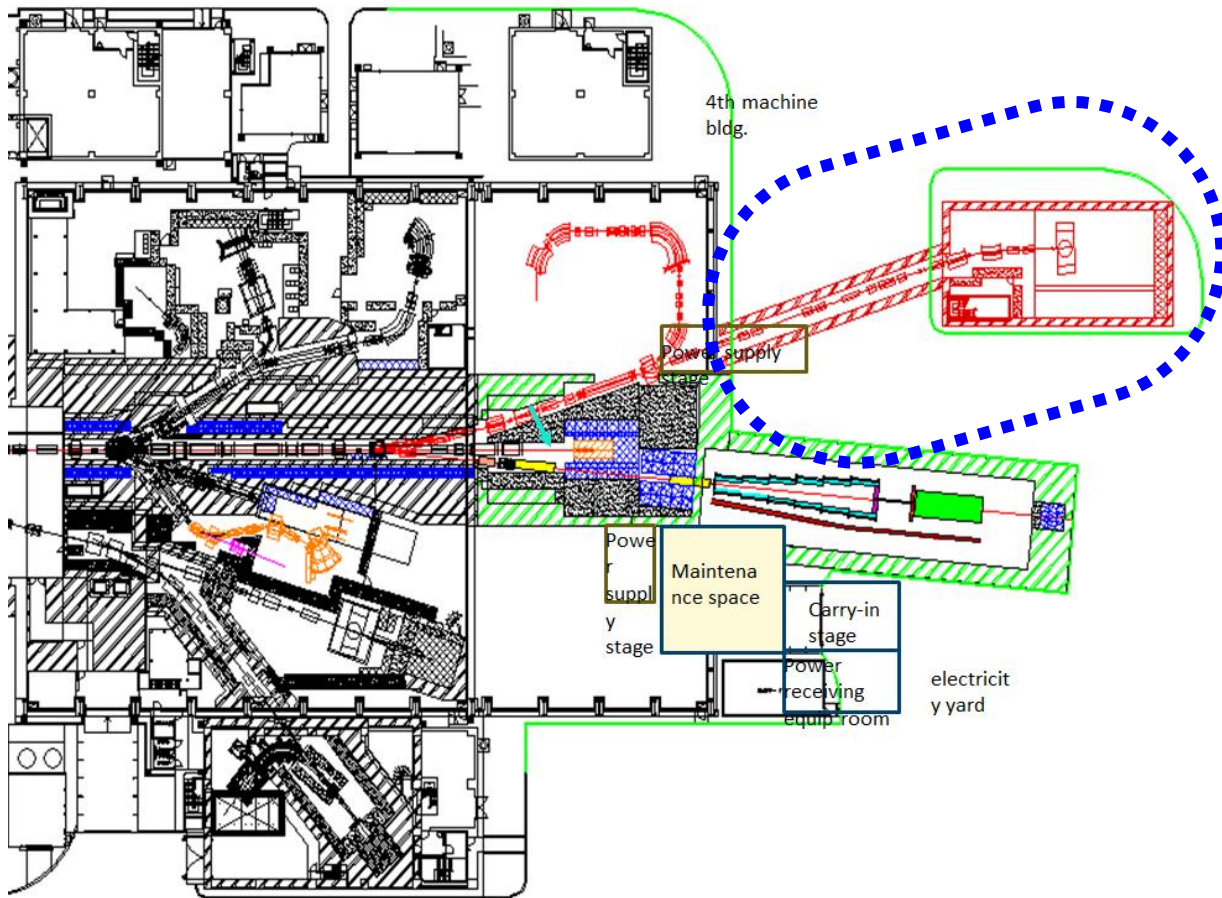
- Kaon (케이온)을 의미하는 K와 우리나라를 의미하는 K의 중의적 의미
- 우리나라 Korean Beam Line 이라고 건물에 새길 기회.

한국 빔 라인 구축 주요 내용



- K 중간자 선별 RF 장치** : 초전도 RF 캐비티 활용하여 여러 빔 입자 중 K 중간자를 선별하여 전송하는 장치 (국내 초전도 캐비티 제작 기업 활용 가능, 국내 연구진 디자인 참여 가능)
- 빔 전송라인** : 최대 20 GeV/c 운동량 빔을 집속, 편향하는 상전도 자석, 전원 장치 (국내 기업 활용 가능)
- K10 스펙트로미터** : 실험용 초전도 전자석과 검출기, 데이터수집장치 등 (국내 기업 활용 가능, 국내 핵입자 연구그룹 참여 가능, 국제공동연구 추진)

한국빔 라인 구축 예산



- 강입자연구시설 확장 1단계 총 예산 약 1330억 원 : 두 번째 표적 T1.5 설치와 차폐시설 연장, 그리고 한국빔라인 K10 구축.
- 한국빔라인 K10 구축에 필요한 430억 원을 국내 기업 활용으로 350억 원으로 추진
- T1.5 표적과 시설확장에 필요한 900여 원은 일본에서 부담

4

추진 계획

- 빔 라인 디자인 (RF-separator+빔 전송) + 검출기 디자인 = Yellow Paper
- 설계/제작 (2년) + 현장 설치 (3년) + 시운전 (2년) : 총 7년

	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
전체	예산 요청	TDR 설계 안	PAC 제출	현장 설치	현장 설치	현장 설치	시험/ 시운전	연동 시험	실험 시작
RF 선별	설계	설계	제작	제작	설치	설치	단동 시험	시운전	운전 개시
빔 전송	설계	제작	제작	설치	설치	단동 시험	시운전	시운전	운전 개시
검출기	설계	설계	제작	제작	제작	설치	설치	시운전	실험 시작

- 한국 빔라인은 우리나라와 일본이 협력하여 구축하는 대형연구시설로서 기초과학분야 한일협력의 상징적인 첫 성공 사례.
- 세계에서 유일한 K중간자 빔 라인으로 질량과 강력의 진화를 이끌며, CERN/LHC와 BNL/EIC와는 다른 방향의 독창적이고, 세계적으로 주목받는 연구성과를 기대.
- 한국과 일본의 과학기술협력전반을 논의하는 과학기술협력위원회가 2025년 11월 27일, 16년 만에 도쿄에서 개최되었다. 두 나라는 회의에서 인공지능, 양자기술, 우주, 바이오 등 첨단기술 정책 현황을 서로 공유하고, 분야별 2개국, 다국간 협력을 강화하기 위한 방안을 논의하였다. 다음 회의는 한국에서 열기로 하고, 두 나라는 협력위원회의 정례 운영을 위해 긴밀히 협력하기로 하였다. (일본 뉴스)