J-PARCの歴史、現状、これから

Shin'ya Sawada

澤田　真也

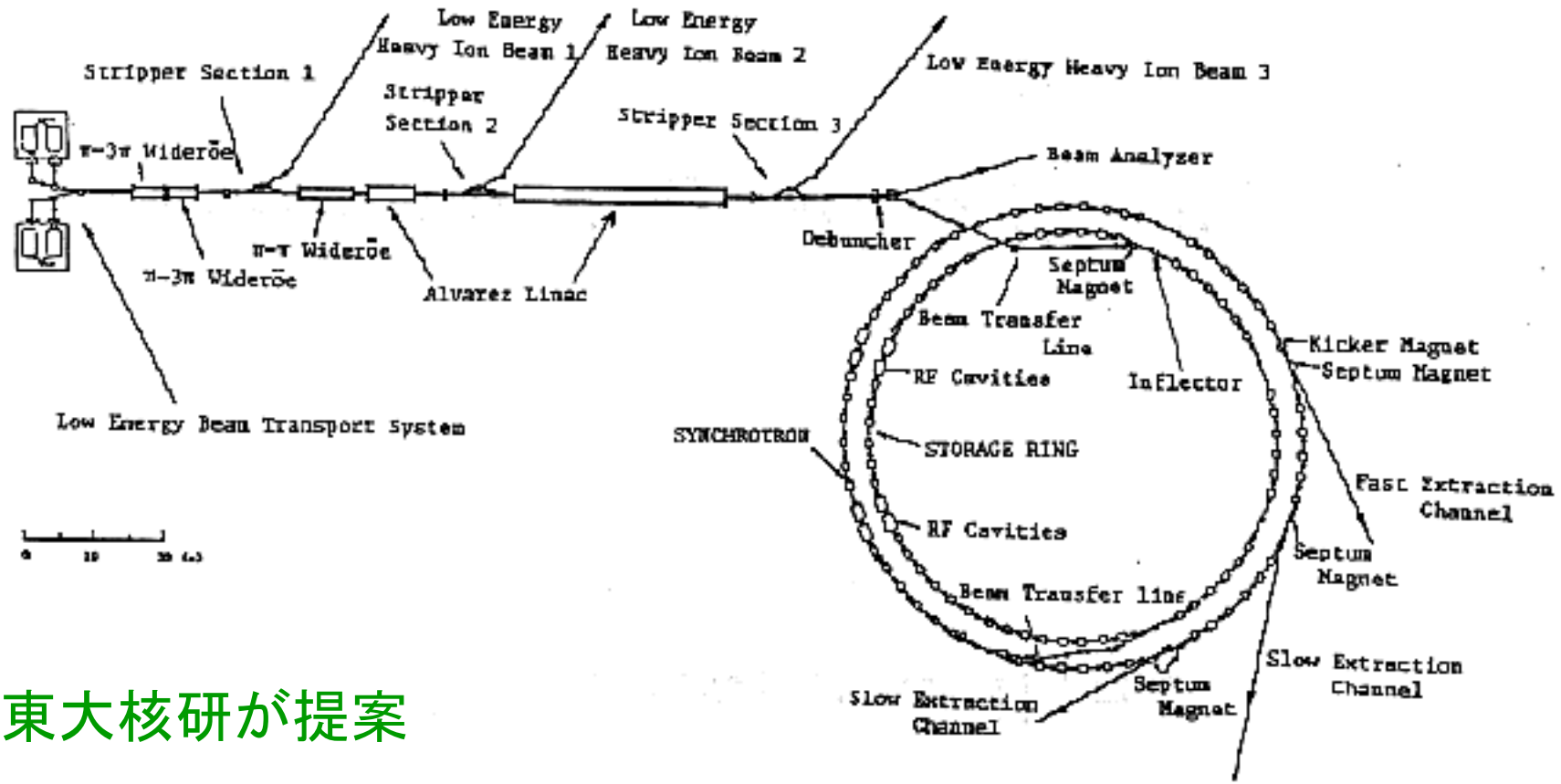
KEK

(High Energy Accelerator Research Organization, Japan)

Contents

- 坂口さんと私
  - 1989年に京大大学院に入学
  - 数年間（4年間？？）坂口さんと同室
    - 「物理大好き」「自分の頭で考える」を学ぶ
- J-PARCの歴史
- 現状
- これから、まとめと展望

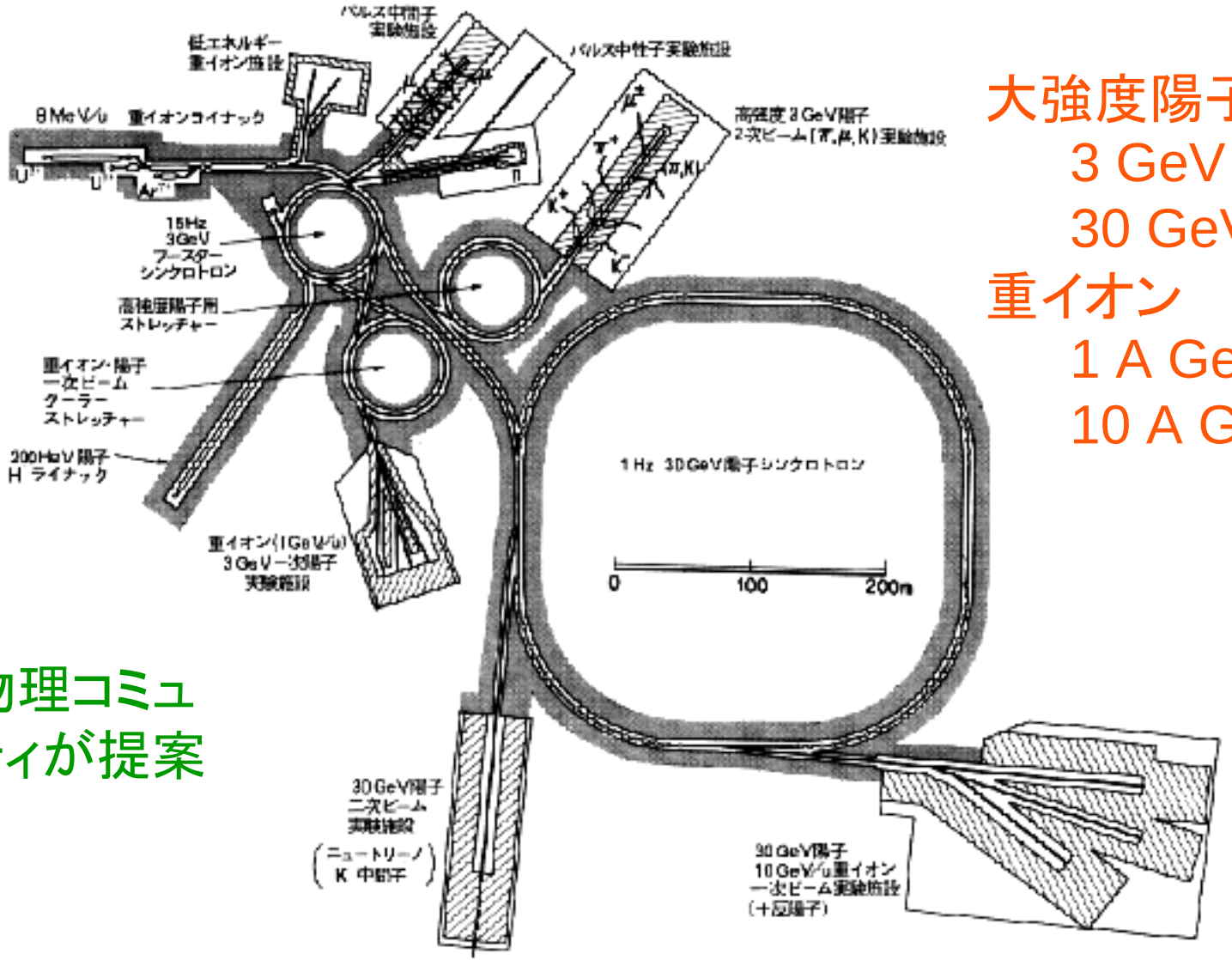
ニューマトロン計画 (1974)



東大核研が提案

Bevalac エネルギー領域の重イオン加速器

大ハドロン計画 (1985)

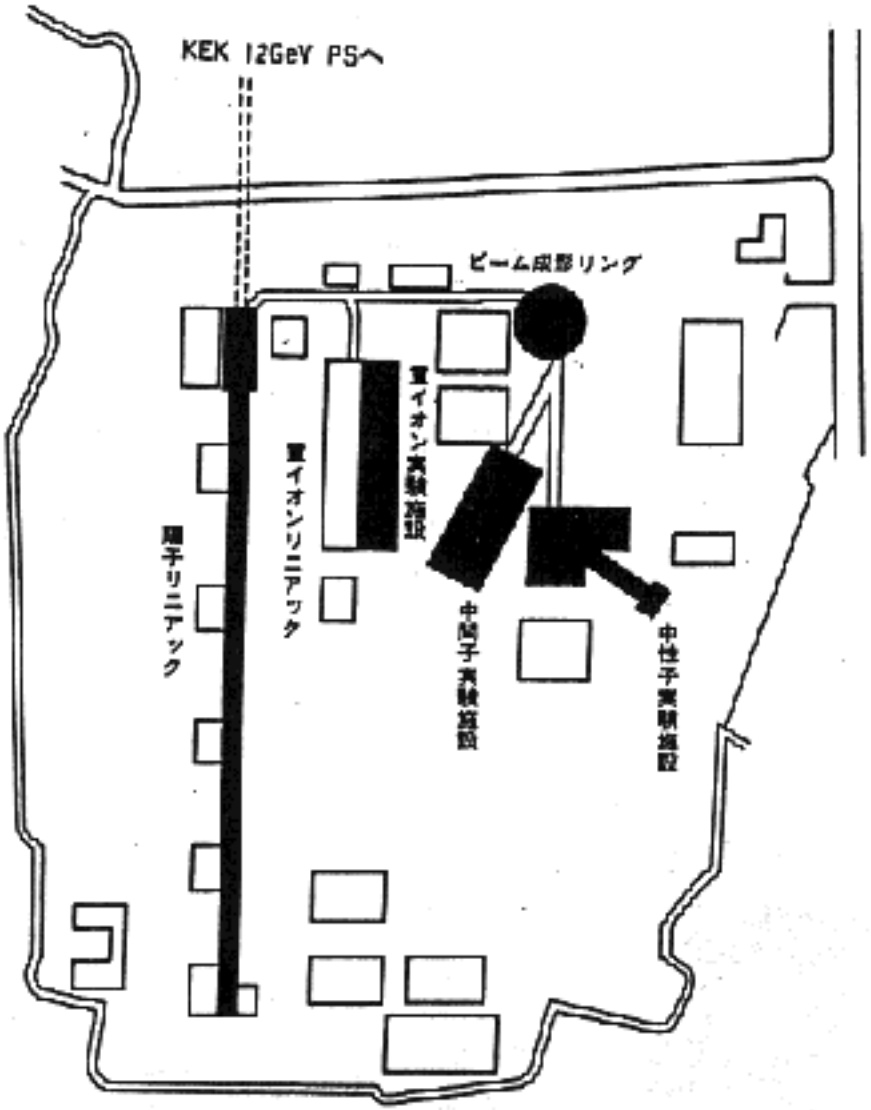


大強度陽子
- 3 GeV (100 μA) +
- 30 GeV (30 μA)

重イオン
- 1 A GeV +
- 10 A GeV

核物理コミュニティが提案

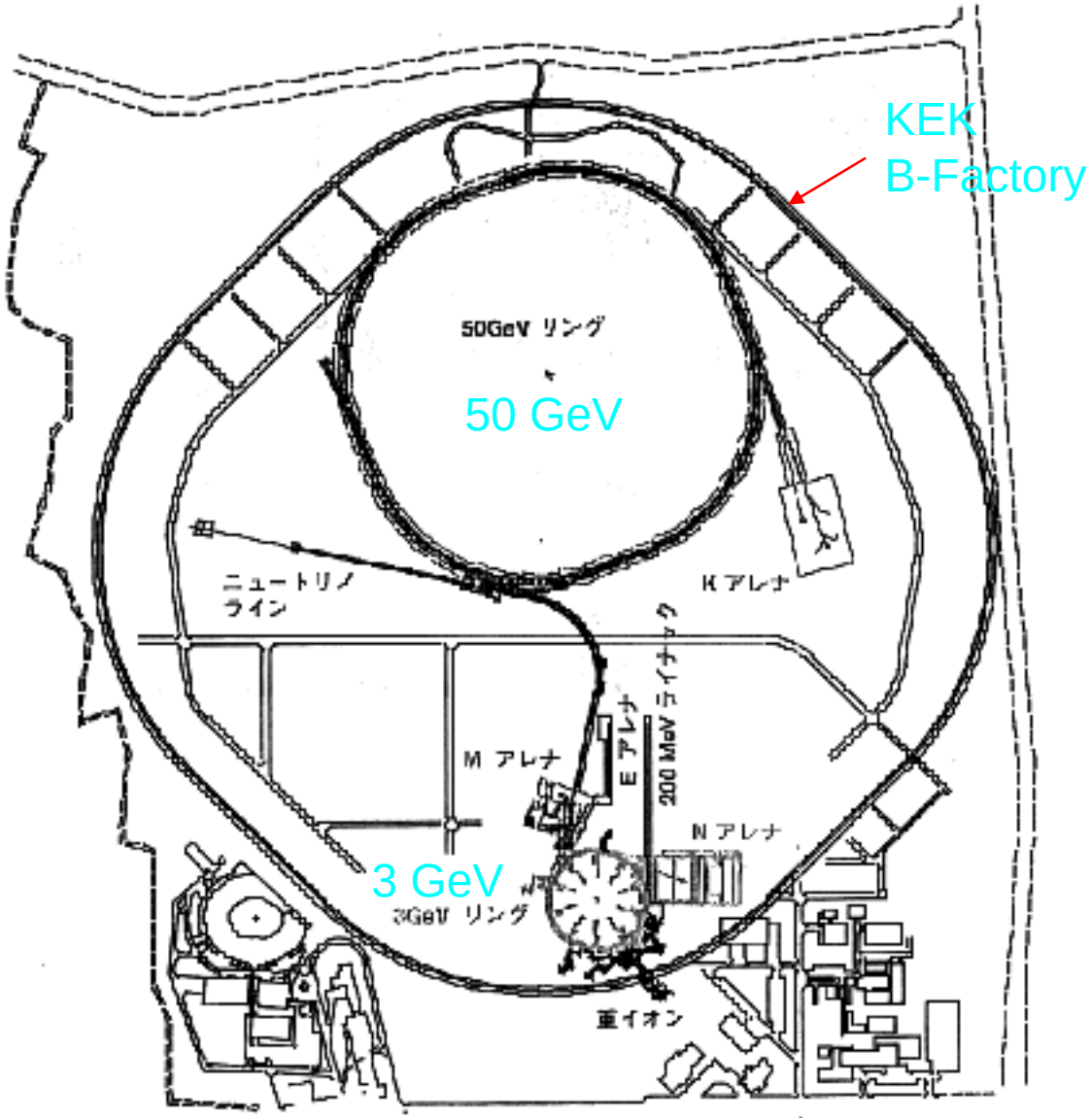
大型ハドロン計画 #1 (1987)



東大核研による提案
KEK の敷地を仮定

大強度陽子ビーム
1 GeV (>200 μA)

大型ハドロン計画 #2 (1997)

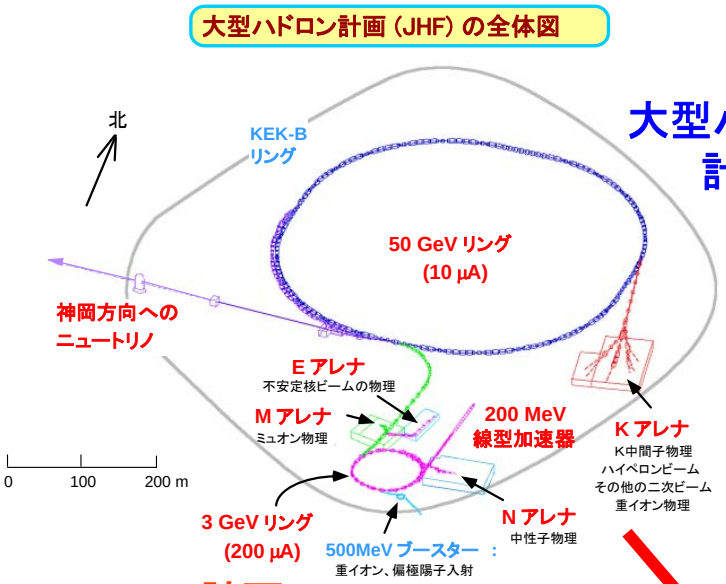


KEK と核研併合後の新機構が提案

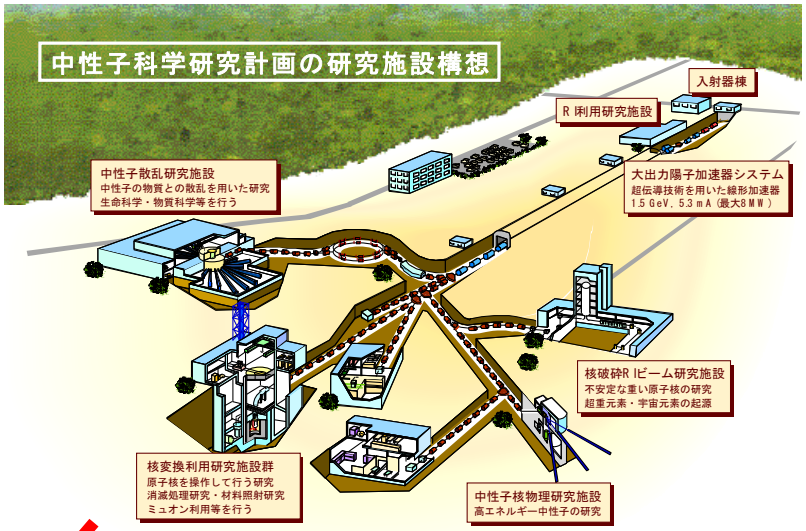
大強度陽子ビーム
3 GeV (200 μA) +
50 GeV (10 μA)
+ (重イオン)

ちなみに澤田は1997年に機構として発足直後のKEKに就職

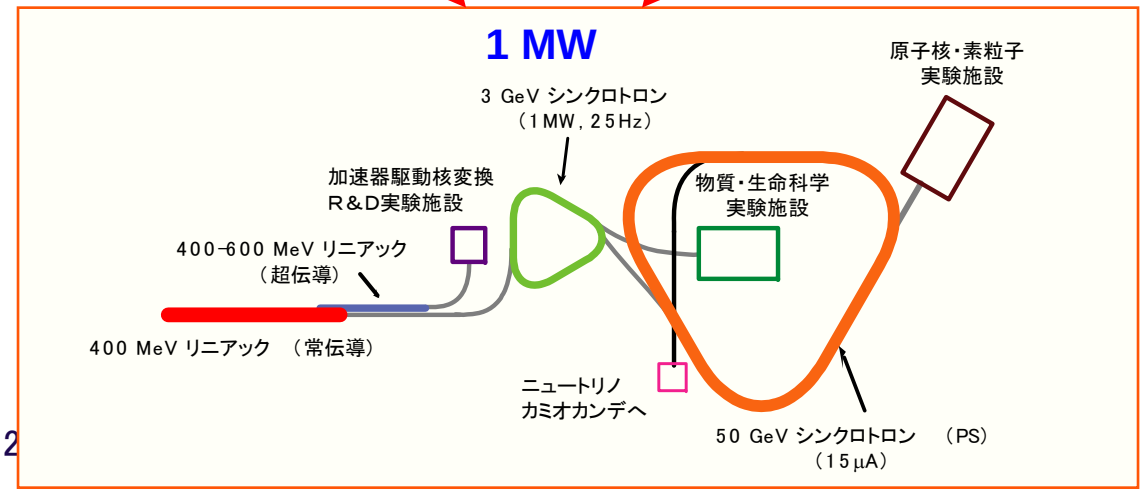
統合計画 (1998)



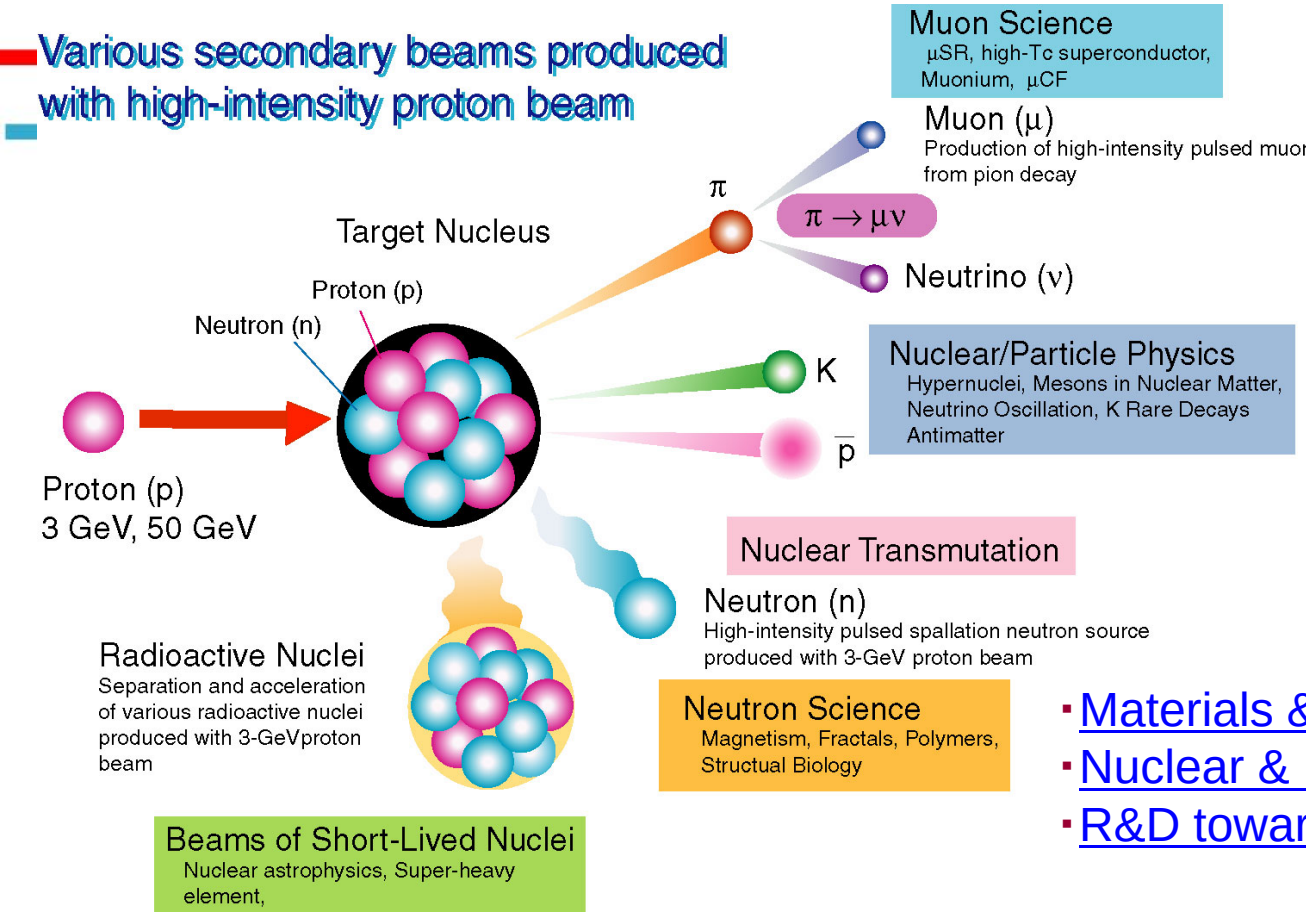
大型ハドロン計画

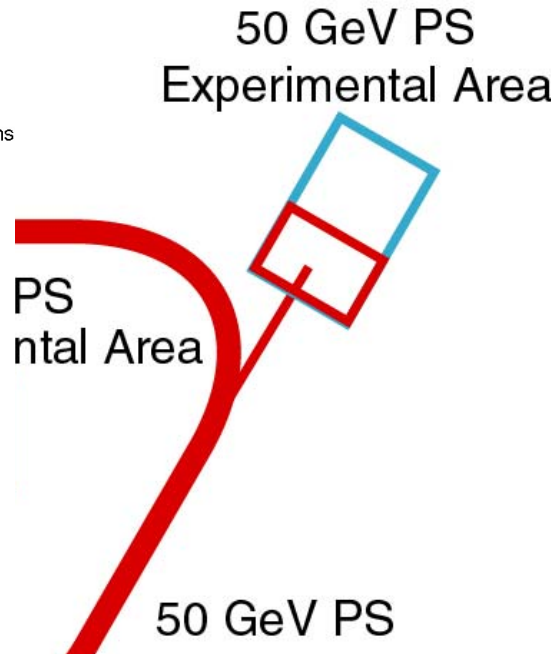


KEK の計画　0.6 MW　8 MW　原研の計画



- 第1期：建設期間は2001年度～2008年度





- Materials & Life Sciences at 3 GeV
- Nuclear & Particle Physics at 50 GeV
- R&D toward Transmutation at Linac

50-GeV PS: field of nuclear physics

Numbers in red are design values.

Numbers in parentheses are ones for the beginning of Phase 1. Energy recovery of the linac to 400 MeV is planned just after the completion of the Phase-1 construction in 2009.

- Beam Energy: 50GeV E_{Linac} = 400MeV
  (30GeV for **Slow Beam**) E_{Linac} = (180MeV)
  (30GeV for **Fast Beam**)
- Repetition: 3.4 ~ 5-6s
- Flat Top Width: 0.7 ~ 2-3s
- Beam Intensity: 3.3×10^{14}ppp, 15μA
  (2×10^{14}ppp, 9μA)
- Beam Power: 750kW
  (270kW)

2001年度から建設開始

ボーリング調査

浅層反射探査試験

地下水塩分濃度調査

埋蔵文化財調査　2002年度から

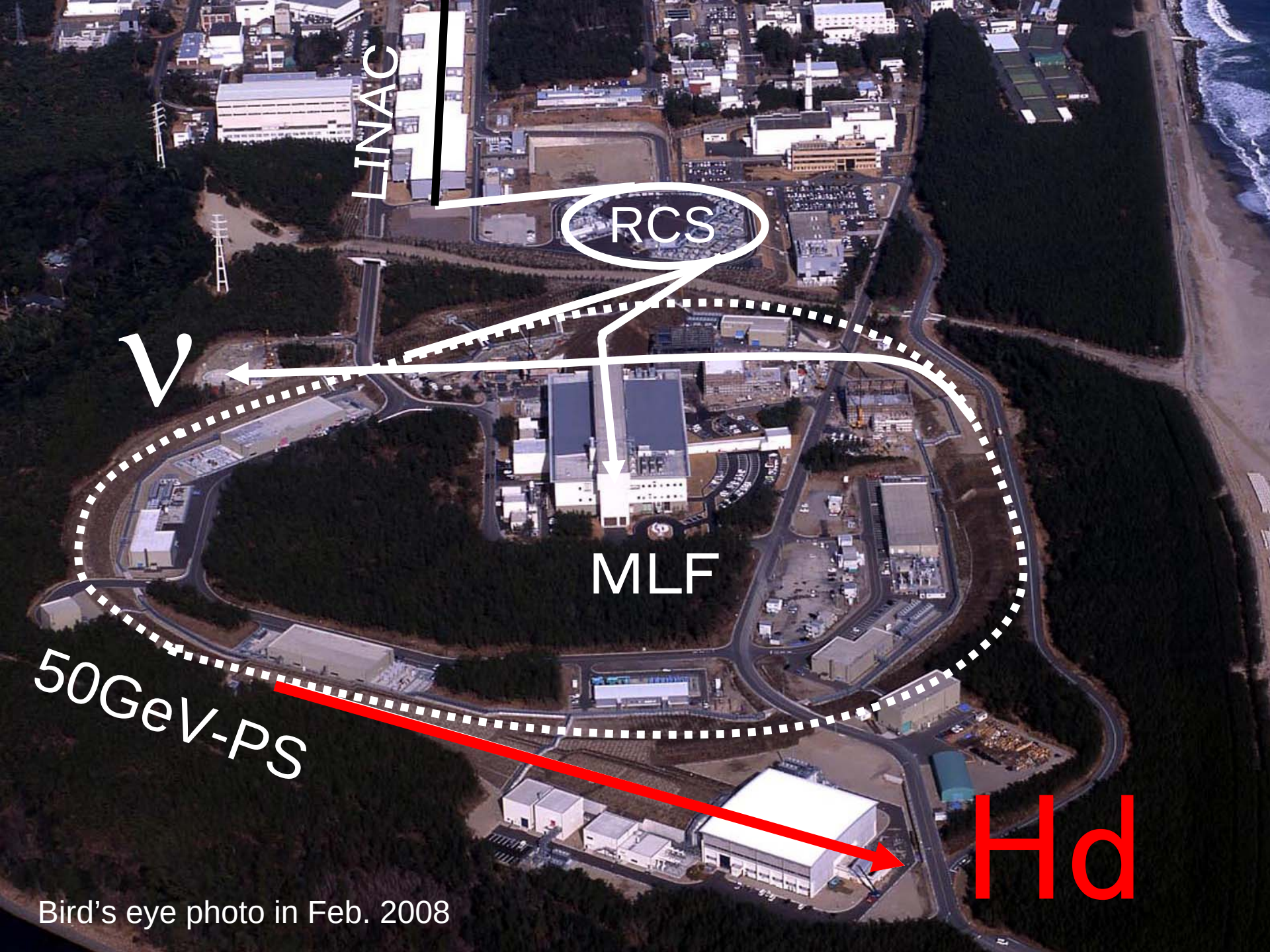
- :灌水槽など製塩村ー埋葬跡も

2003年8月埋文調査体験会

2004年2月10日

2005年1月28日

2006年2月8日

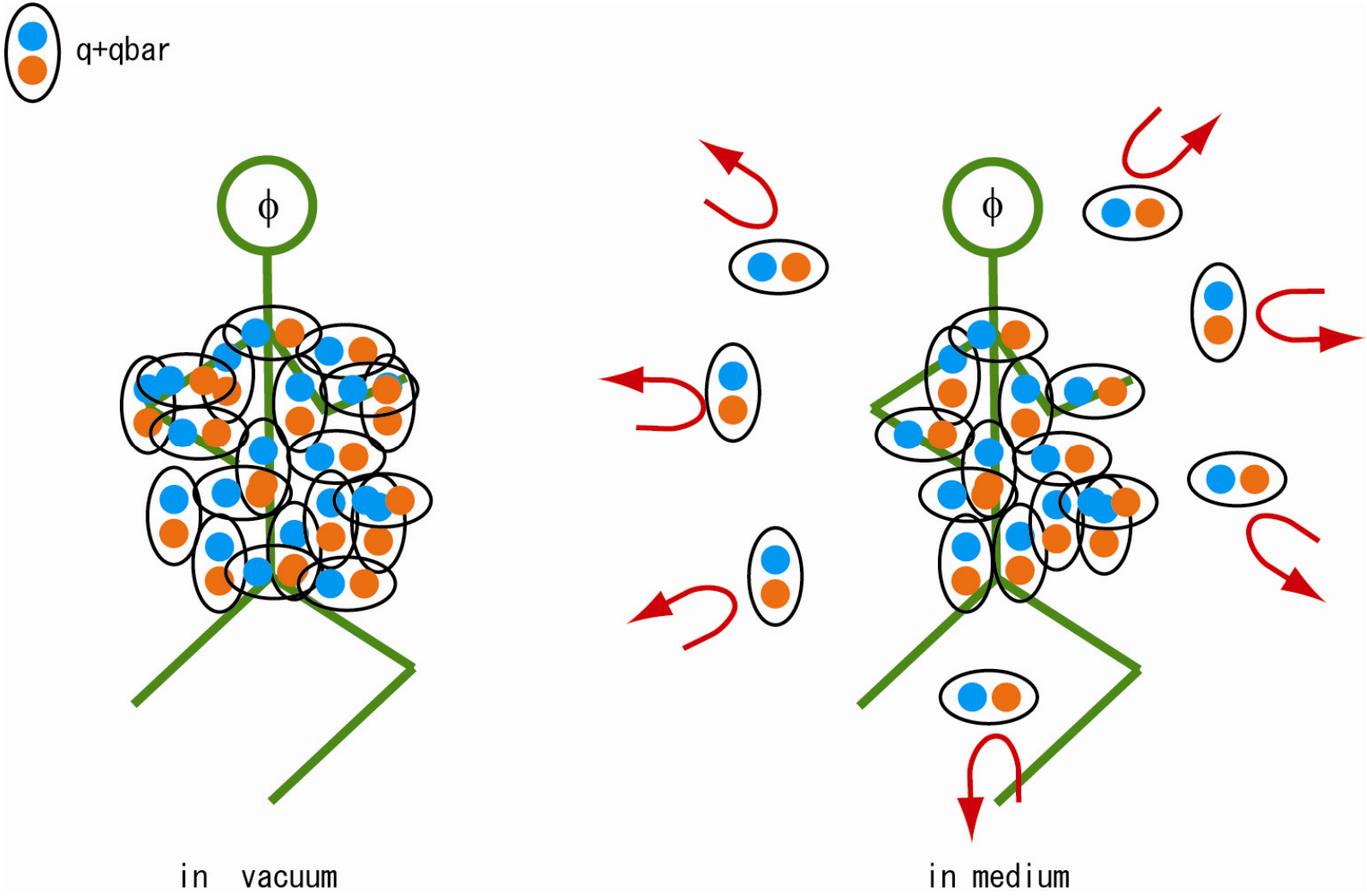


Bird's eye photo in Feb. 2008

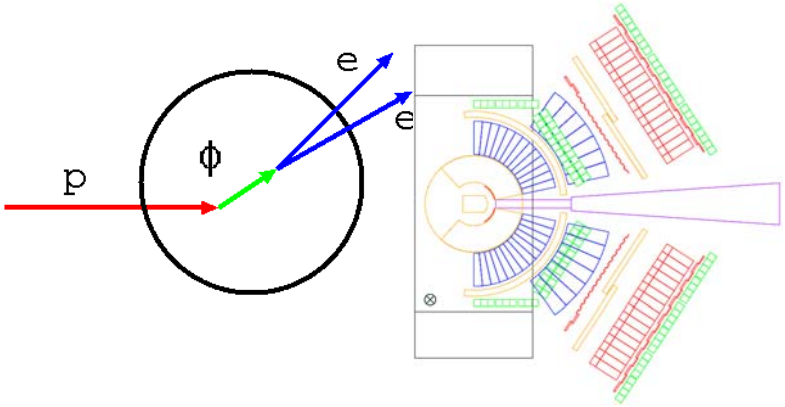
原子核＋物理@J-PARC

- ハドロン物理（ハドロンの物理）
  - 核力のより深い理解
    - sを含む核力→家入さん
    - 斥力芯のQCDからの理解
    - Lattice QCD との比較
  - 核構造
    - u,d の世界だけでないs（やそれ以外も）を含んだ核の世界：ハイパー核分光→高橋俊君
  - ハドロン分光
    - 核力やQCDの理解を深める有効な手段
    - ペンタクォーク？？などなど
  - J-PARCは「QCD」を直接研究できる場
    - 「カイラルプロジェクト」：QCD質量発現メカニズムを実験的に研究する：φ質量の核物質中での変化→「南部凝縮」とQCD質量
  - 核反応？？
    - 狭義の伝統的な核反応は直接的な研究対象ではないかもしれないが、中間子生成や中間子の反応を利用した研究が中心となる。クォークレベルの核反応。
- 原子核物理 or 基礎物理@3 GeV facility
  - 中性子散乱？
  - 中性子を使った基礎物理→清水さん？？

E16実験: ϕ の核物質中での質量変化

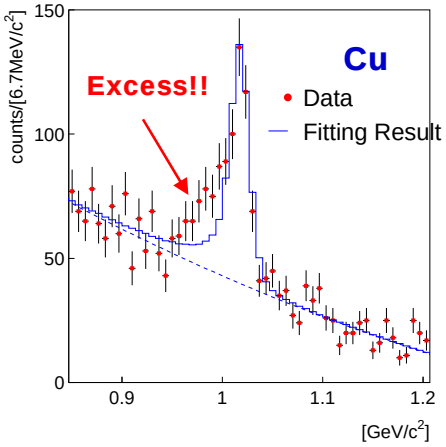


E16実験：φの核物質中での質量変化



KEK-PS E325

βγ<1.25 (Slow)



R. Muto et al., PRL 98(2007) 042581

- KEK-PSでの実験でベクトル中間子質量の核物質内での変化が示唆された。
- J-PARCでは、100倍（？）の統計で、質量変化の確認、そして定量的な議論へ。
- QCD質量の理解へ向けて：
  - 理論的には「モデルに拠らない」計算を進める
  - 実験的にはハドロンスペクトルの系統的な測定を

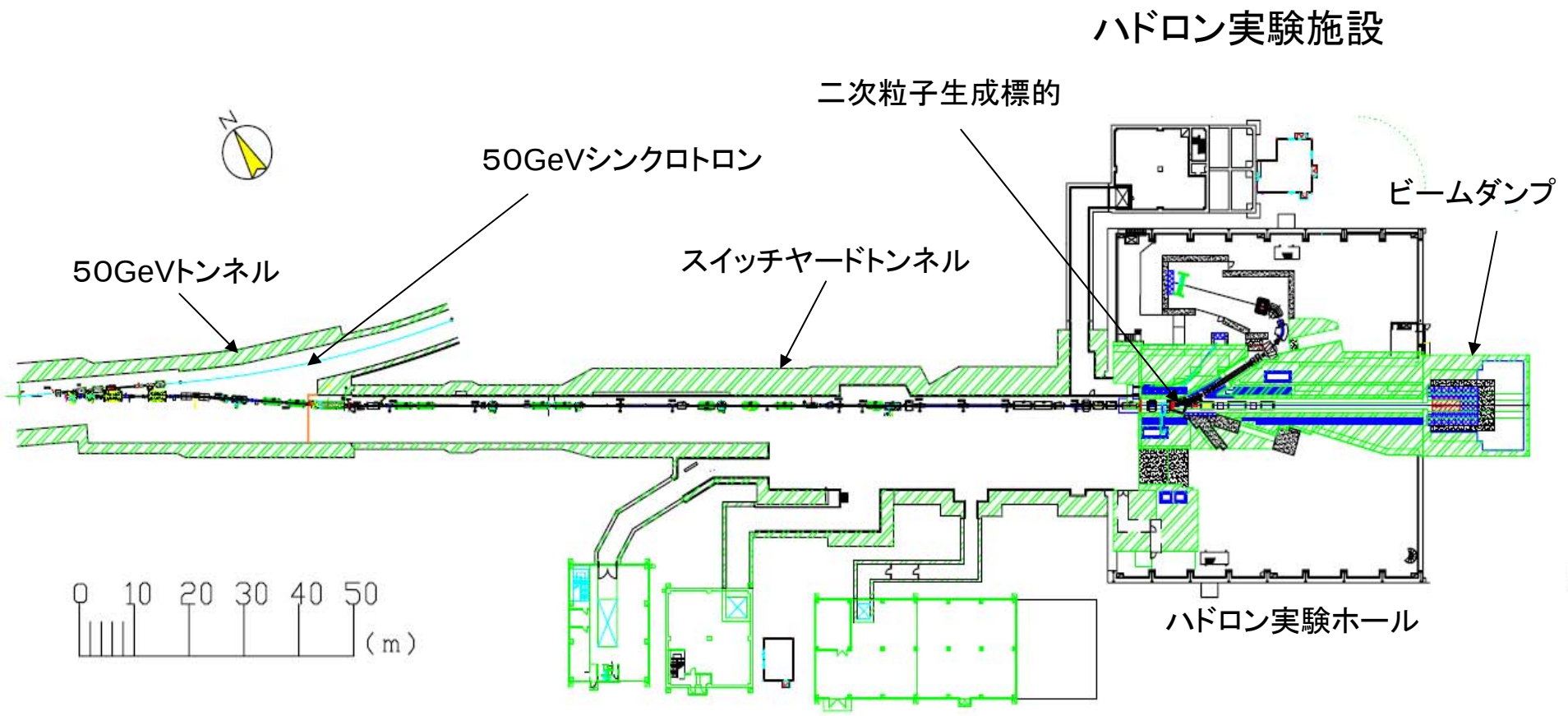
PAC Recommendation

---- J-PARC PAC Approval summary after the 6th meeting ---

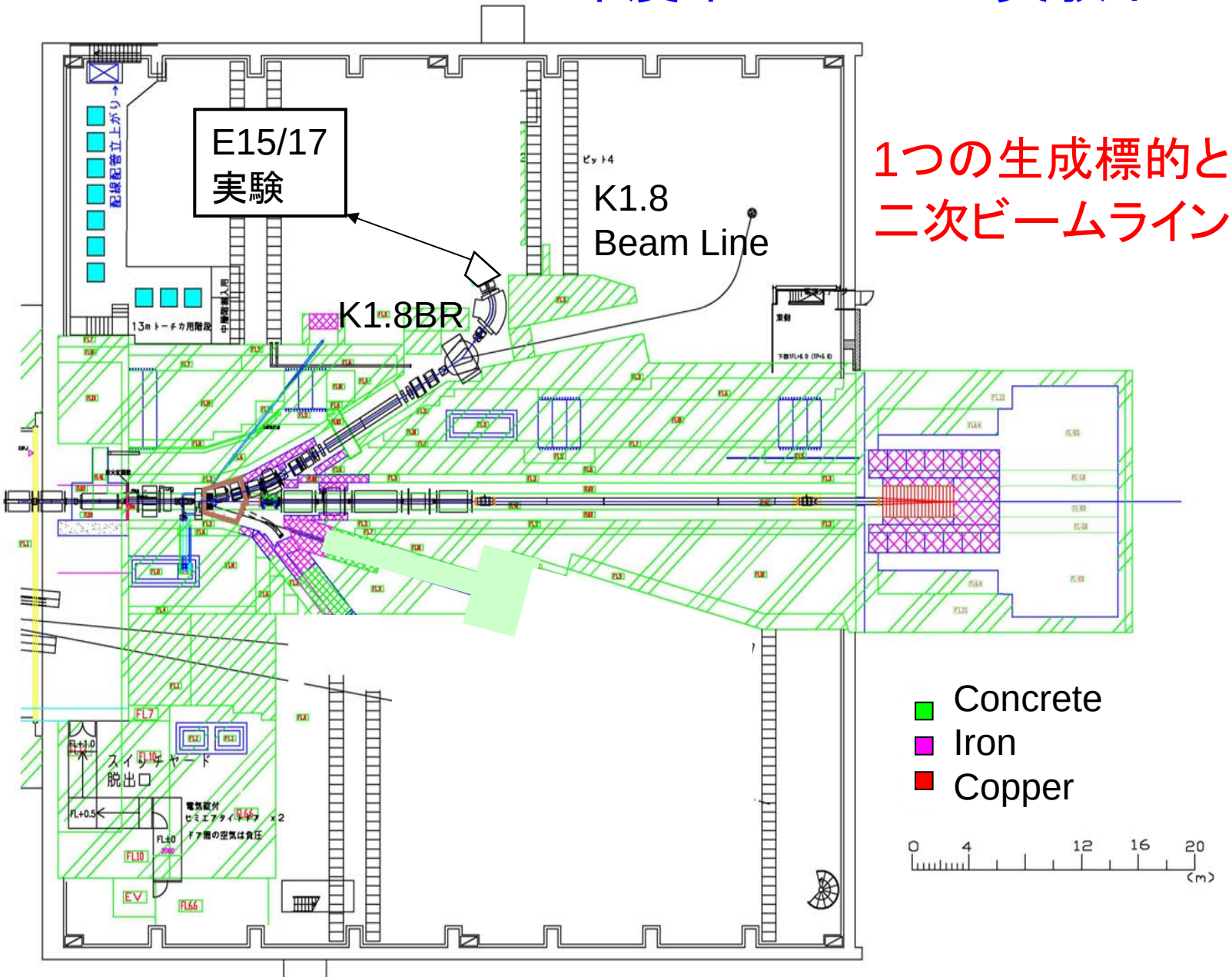
Proposals

	(Co-)Spokespersons	Affiliation	Title of the experiment	Approval status (PAC recommendation)	Slow line priority		Beamline
					Day1?	Day1 Priority	
E03	K.Tanida	Kyoto U	Measurement of X rays from Ξ^- Atom	Stage 2			K1.8
P04	J.C.Peng; S.Sawada	U.of Illinois at Urbana-Champaign; KEK	Measurement of High-Mass Dimuon Production at the 50-GeV Proton Synchrotron	Deferred			Primaly
E05	T.Nagae	KEK	Spectroscopic Study of Ξ-Hypernucleus, $^{12}_{\Xi}$Be, via the ^{12}C(K$^-$, K$^+$) Reaction	Stage 2	Day1	1	K1.8
E06	J.Imazato	KEK	Measurement of T-violating Transverse Muon Polarization in $K^+ \to \pi^0 \mu^+ \nu$ Decays	Stage 1			K1.1BR
E07	K.Imai, K.Nakazawa, H.Tamura	Kyoto U., Gifu U., Tohoku U.	Systematic Study of Double Strangeness System with an Emulsion-counter Hybrid Method	Stage 2			K1.8
E08	A.Krutenkova	ITEP	Pion double charge exchange on oxygen at J-PARC	Stage 1			K1.8
E10	A. Sakaguchi, T. Fukuda	Osaka U	Production of Neutron-Rich Lambda-Hypernuclei with the Double Charge-Exchange Reaction (Revised from Initial P10)	Stage 2			K1.8
E11	K.Nishikawa	KEK	Tokai-to-Kamioka (T2K) Long Baseline Neutrino Oscillation Experimental Proposal	Stage 2			neutrino
E13	T.Tamura	Tohoku U.	Gamma-ray spectroscopy of light hypernuclei	Stage 2	Day1	2	K1.8
E14	T.Yamanaka	Osaka University	Proposal for $K_L \to \pi^0 \nu \bar{\nu}$ Experiment at J-PARC	Stage 2			K0
E15	M.Iwasaki, T.Nagae	RIKEN, KEK	A Search for deeply-bound kaonic nuclear states by in-flight 3He(K$^-$, n) reaction	Stage 2	Day1		K1.8BR
E16	S.Yokkaichi	RIKEN	Electron pair spectrometer at the J-PARC 50-GeV PS to explore the chiral symmetry in QCD	Stage 1			High pt
E17	R.Hayano, H.Outa	U. Tokyo, RIKEN	Precision spectroscopy of Kaonic ^{3}He 3d->2p X-rays	Stage 2	Day1		K1.8BR
E18	H.Bhang, H.Outa, H.Park	SNU, RIKEN, KRISS	Coincidence Measurement of the Weak Decay of $^{12}_{\Lambda}$C and the three-body weak interaction process	Stage 1			K1.8
E19	M.Naruki	RIKEN	High-resolution Search for Θ^+ Pentaquark in $\pi^- p \to K^- X$ Reactions	Stage 2	Day1		K1.8
P21	Y.Kuno	Osaka U	An Experimental Search for $\mu - e$ Conversion at a Sensitivity of 10^{-16} with a Slow-Extracted Bunched Beam	Deferred			New beamline
E22	S. Ajimura, A.Sakaguchi	Osaka U	Exclusive Study on the Lambda-N Weak Interaction in A=4 Lambda-Hypernuclei (Revised from Initial P10)	Stage 1			K1.8
P23	A.D.Krisch	U. Michigan	Analyzing power An and Ann in 30-50GeV very-high-Pt2 proton-proton elastic scattering	Rejected			Primaly
T25	S.Mihara	KEK	Extinction Measurement of J-PARC Proton Beam at K1.8BR	test experiment			-

Hadron Hall (Phase 1)

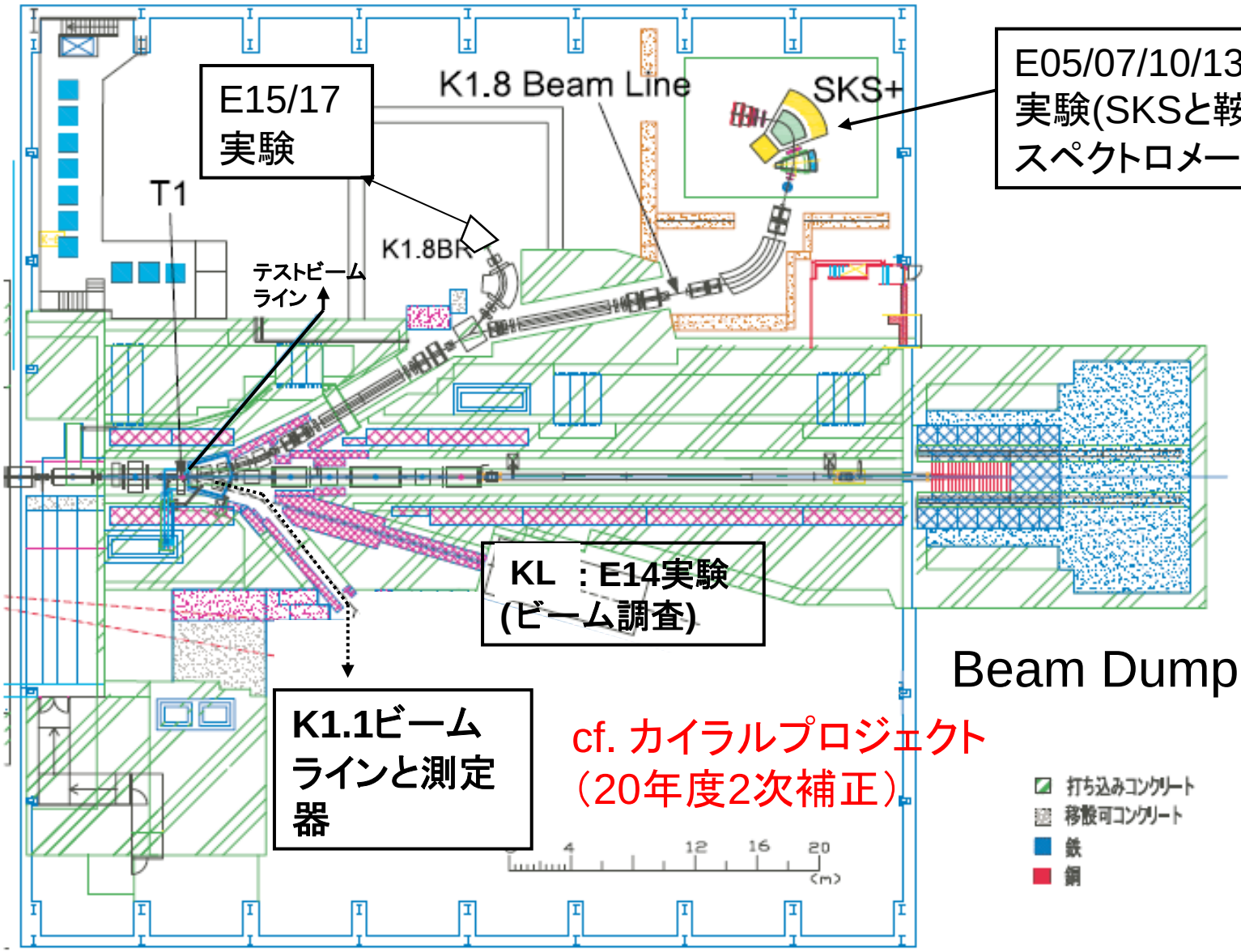


2008年度末のハドロン実験ホール

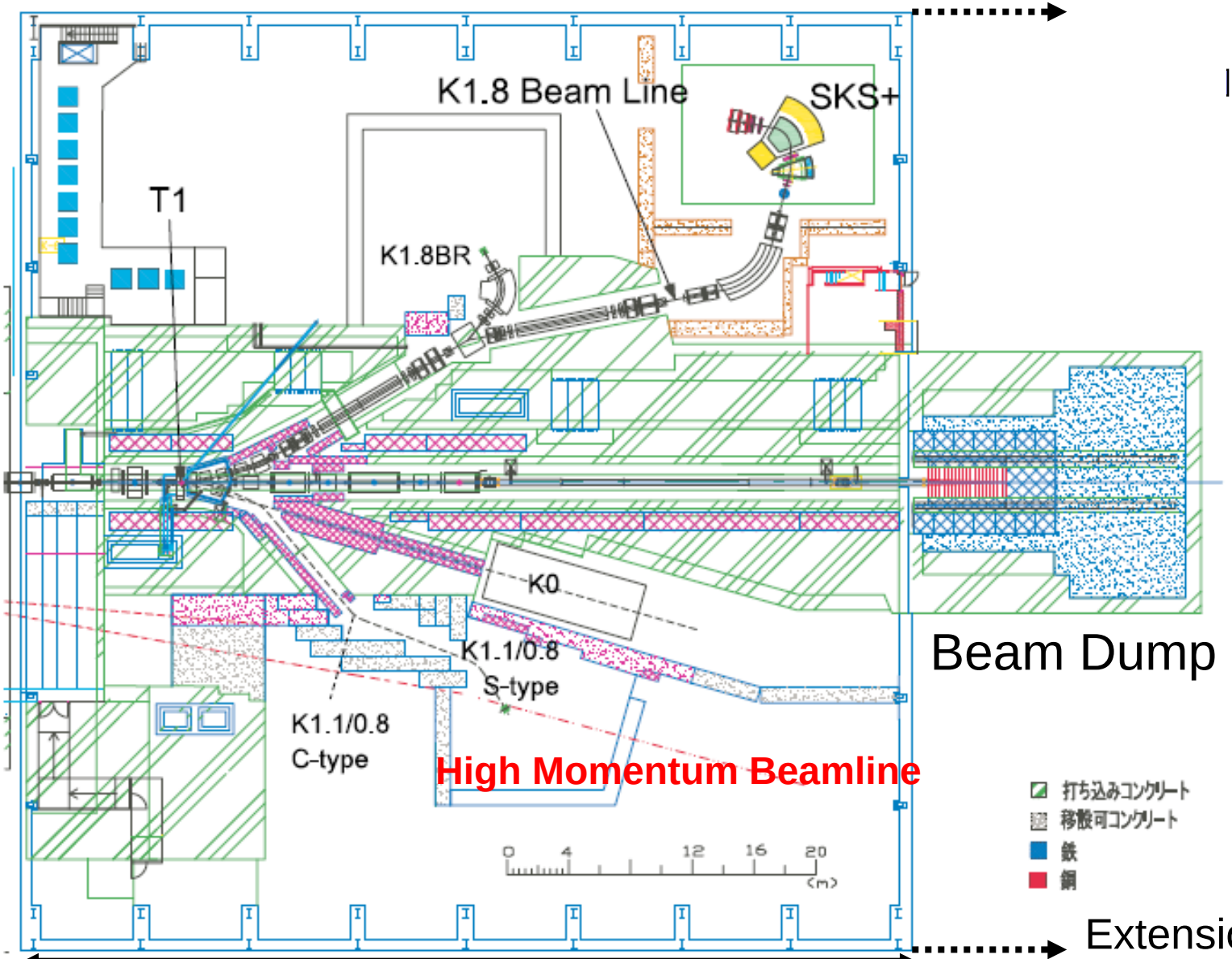


1つの生成標的と1本の二次ビームライン

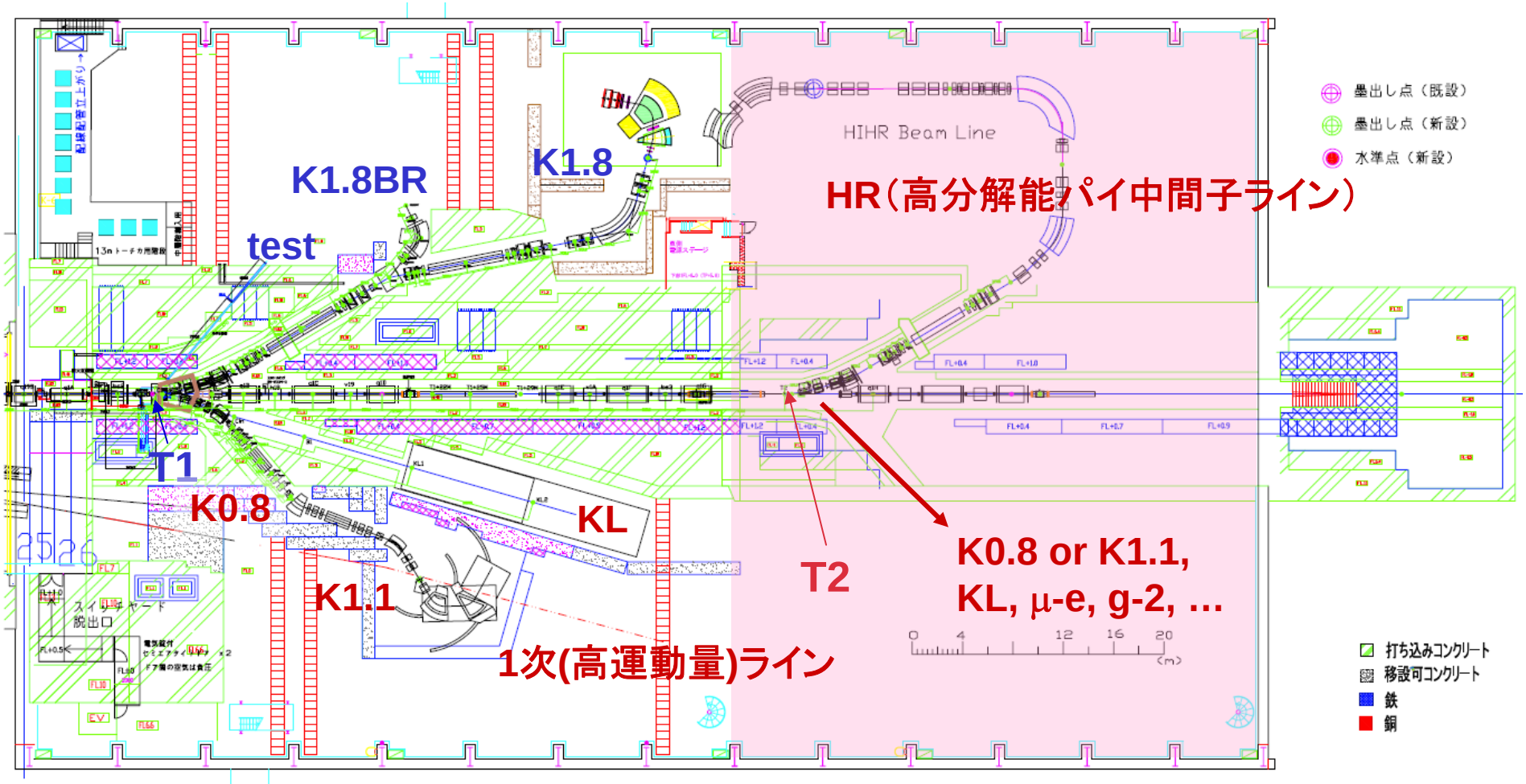
2009年度末のハドロン実験ホール



？年後のハドロンホール


K1.8 Beam Line
SKS+
T1
K1.8BR
A-Line
K0
K1.1/0.8
S-type
K1.1/0.8
C-type
Beam Dump
High Momentum Beamline
0 4 12 16 20
(m)
打ち込みコンクリート
移設可コンクリート
鉄
鋼
56 m
Extension
in Phase II

ハドロンホール拡張とビームライン（案）



ユーザーからJ-PARCへの要望＠利用者協議会

カウンターホール拡張によるビームライン増設
（2次ビームライン＋ハドロン実験用1次ビームライン）

設計値のビーム強度(30GeV・9μA)の早期実現

多数の実験が提案され、認められている。
stage2+1実験をこなすのに、設計値強度で4年。
さらにPACで審議中の実験提案、LOI、アイデアが多数殺到。
諸外国の研究所から多数の大型実験装置が移設される予定。

50 GeV・15μAへの回復

ハドロン構造の研究に高いエネルギーが必要。
2次ビーム(反陽子、K^-)の生成量はビームパワー以上に増大。

実験予算の手当て

外部資金（ストレンジネスは12億円の科研費）のみによる実験装置の整備では不十分。ビームの効率的利用のため、継続的投資が不可欠。

まとめと展望

- J-PARCハドロンホールは、広義の核反応を含むハドロン物理の研究を展開する世界のセンター。
  - cf. JLab, GSI-FAIR
- 一つの生成標的と一本の二次ビームラインという非常に限られた設備ながら、ハドロンホールは走り出した！
- 「高エネルギー加速器研究機構」ではハドロンの立場はとても弱い。
- しかし、ハドロンはもちろんJ-PARCでその建設や運営の中核を担っているのはこのコミュニティ出身者。
  - もちろん坂口さんの元やRCNPで育った人も。
- 核物理コミュニティのみなさんのより強力なサポートを。
  - 食わず嫌いにならないで一度来てください。
  - いろいろなところでお話しましょう。
  - どんどん実験を提案しましょう。
  - ハドロンホールユーザー会でも色々と情報を流しています。
    - hua-sec@rcnp.osaka-u.ac.jp