



KEK/J-PARCでの研究を中心とする 8研究室

後田 裕

yutaka.ushiroda@kek.jp

樋口 岳雄

takeo.higuchi@ipmu.jp

小関 忠

tadashi.koseki@kek.jp

齋藤 直人

naohito.saito@kek.jp

三部 勉

mibe@post.kek.jp

小沢 恭一郎

ozawa@post.kek.jp

中島 康博

yasuhiro.nakajima@phys.s.u-tokyo.ac.jp

横山 将志

masashi@phys.s.u-tokyo.ac.jp



後田(KEK)



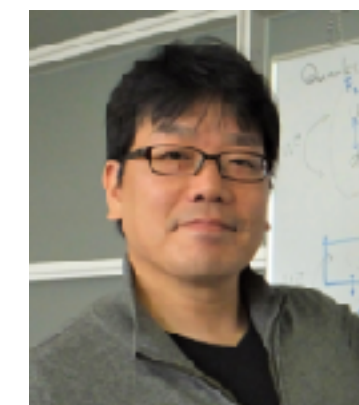
樋口(IPMU)



小関(KEK)



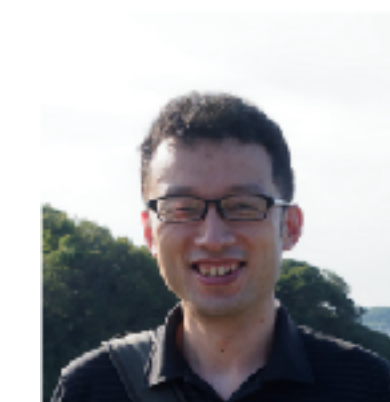
齋藤(KEK)



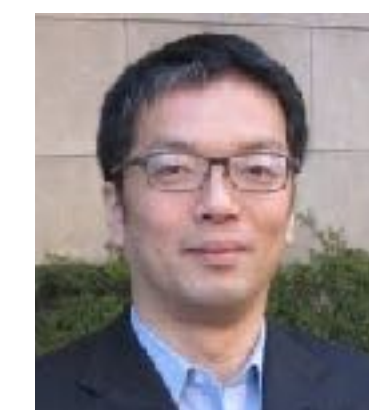
三部(KEK)



小沢(KEK)

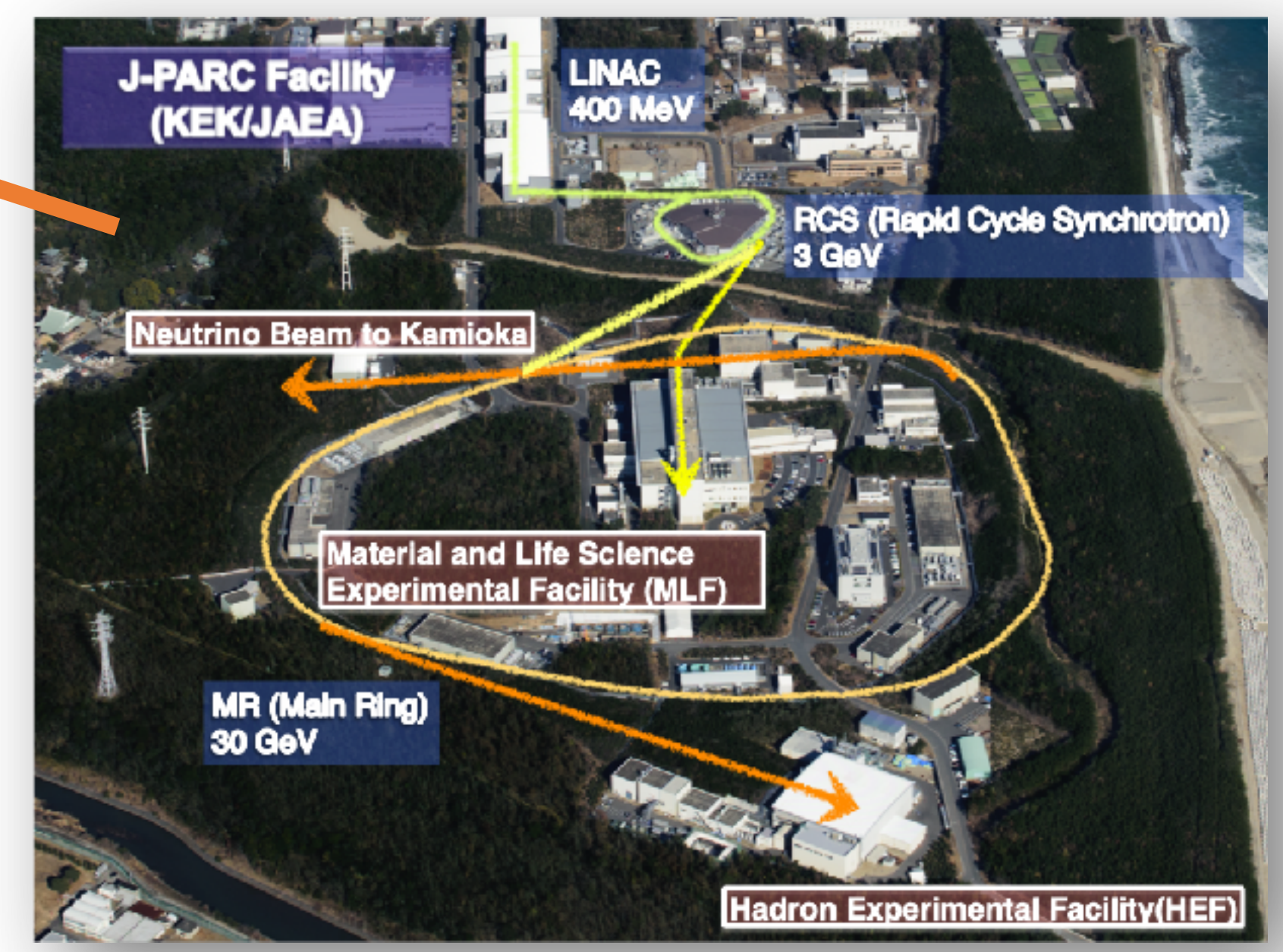
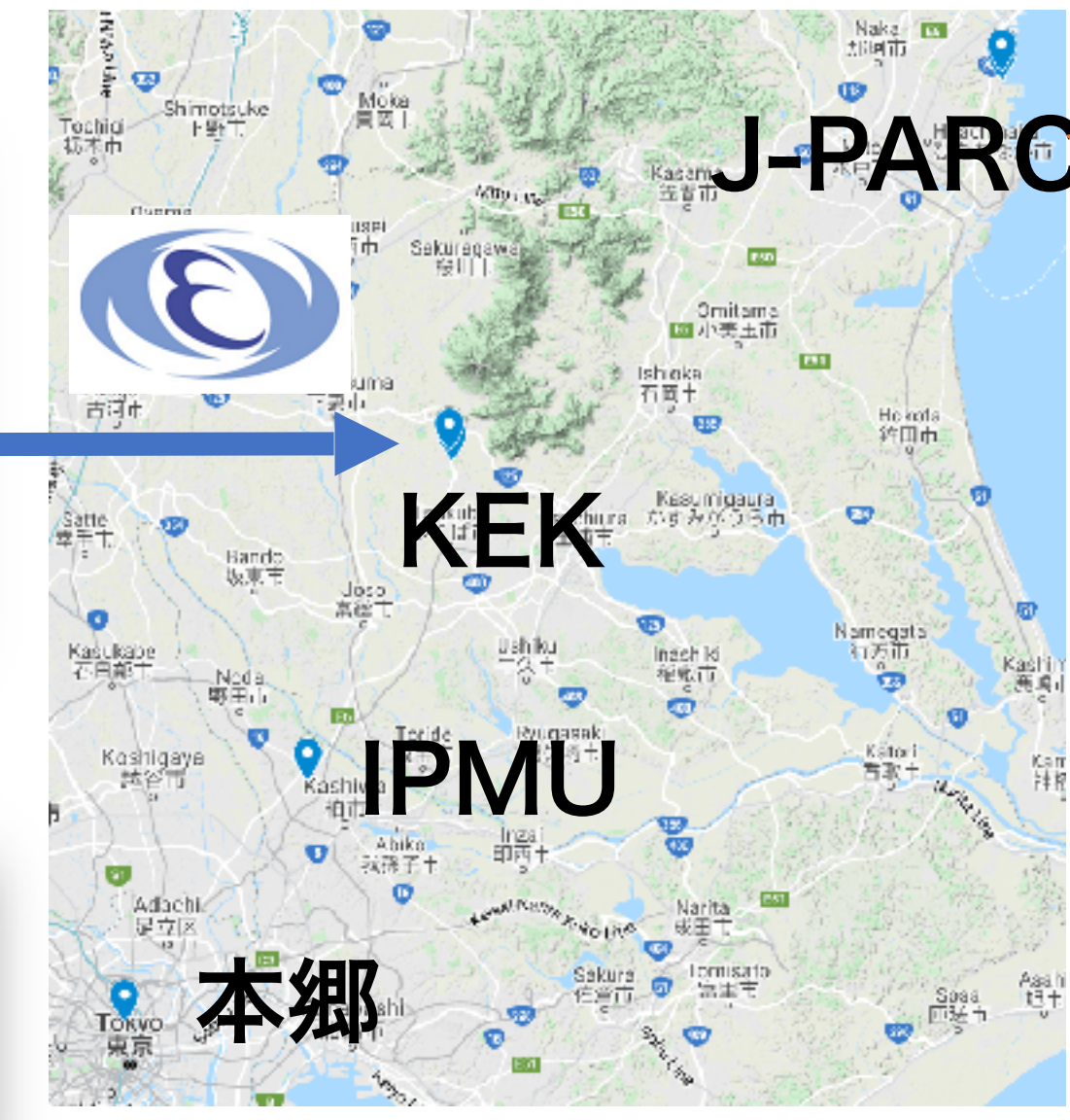


中島 (本郷)



横山 (本郷)

KEK, J-PARCを活動の中心とする8研究室



後田



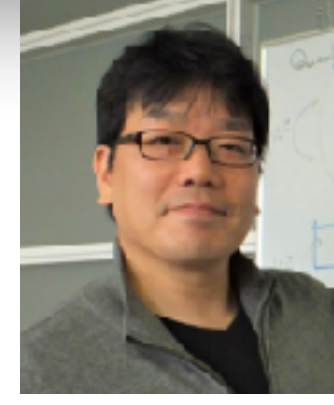
樋口



小関



齊藤



三部



小沢



横山



中島

SuperKEKB/Belle II実験

世界最高衝突性能の加速器で、B中間子、D中間子、タウレプトンを大量に生成し、崩壊過程に現れる標準理論では説明できない現象（レプトンフレーバーの破れ、レプトン普遍性の破れ、新しいCP位相など）を探索。物質優勢宇宙の謎などの解明を試みる。クォーク4つからなる新しいハドロンの研究や、暗黒物質探索も。

J-PARC

世界最高強度 (MW級) の陽子加速器を用い、高エネルギー陽子ビームやK、 π 、 μ 、ニュートリノ、中性子等の二次粒子を用いた実験を行う。
 (小関) 加速器自体の研究。すべての実験の成否のカギを握る。
 (齊藤/三部) ミューオン(g-2)のアノマリを、新しい手法で追及。
 (小沢) ハドロンの質量獲得の謎に迫る。(陽子ビームを使う)
 (横山/中島) ニュートリノを神岡に飛ばしてニュートリノ振動の研究。

SuperKEKB/Belle II実験



B中間子、D中間子、tauを大量に対生成。
崩壊過程に量子力学的に寄与する新物理の影響を、
精密測定によってあぶりだす。

レプトンフレーバーの破れ

レプトン普遍性の破れ

CP対称性のさらなる破れ

などを探索。新物理に関する知見を得る。

+暗黒物質探索 (直接生成) +ハドロン物理

加速器	瞬間ルミノシティ ($10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
KEKB	2.11
LHC (注: エネルギーフロンティア)	2.14
SuperKEKB	2.96(現在) → 60 (目標)

2019年3月から本格物理運転開始。

新しい衝突方式のおかげで、**世界一を奪還!**

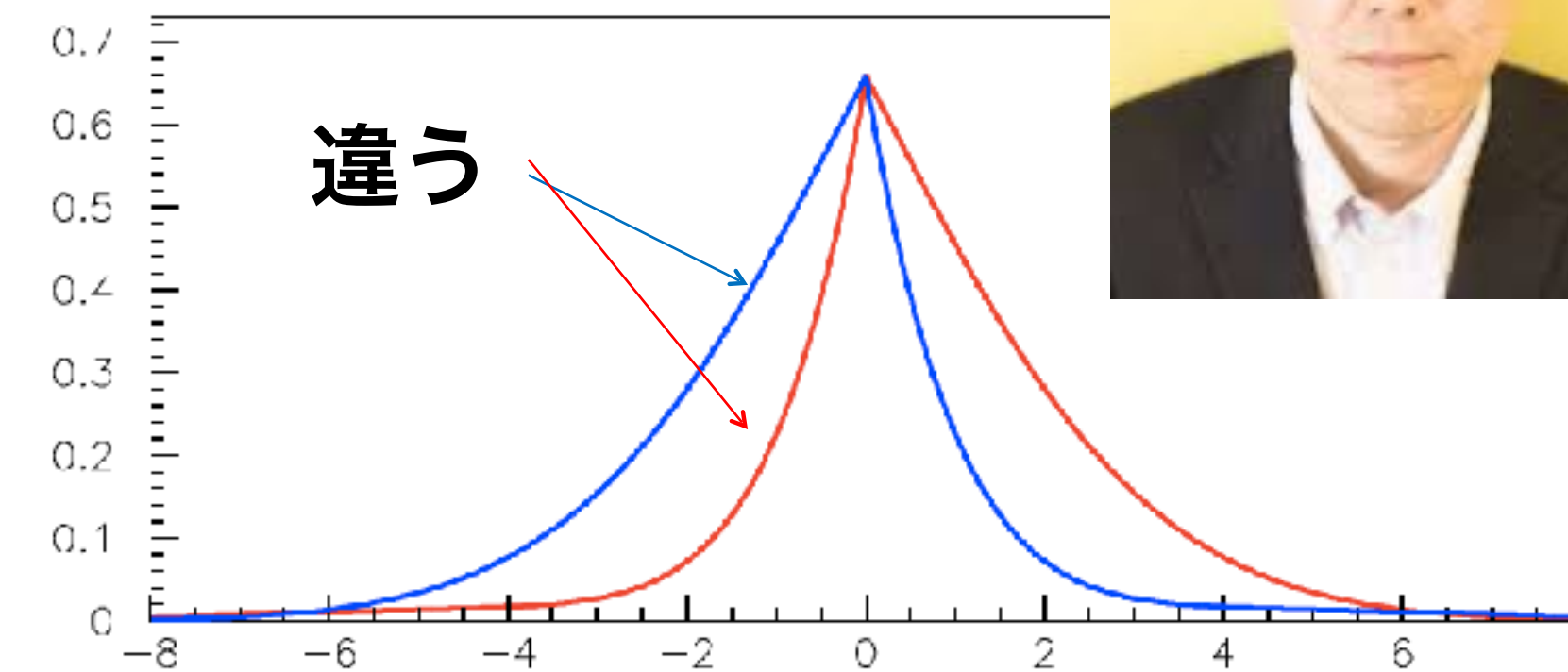
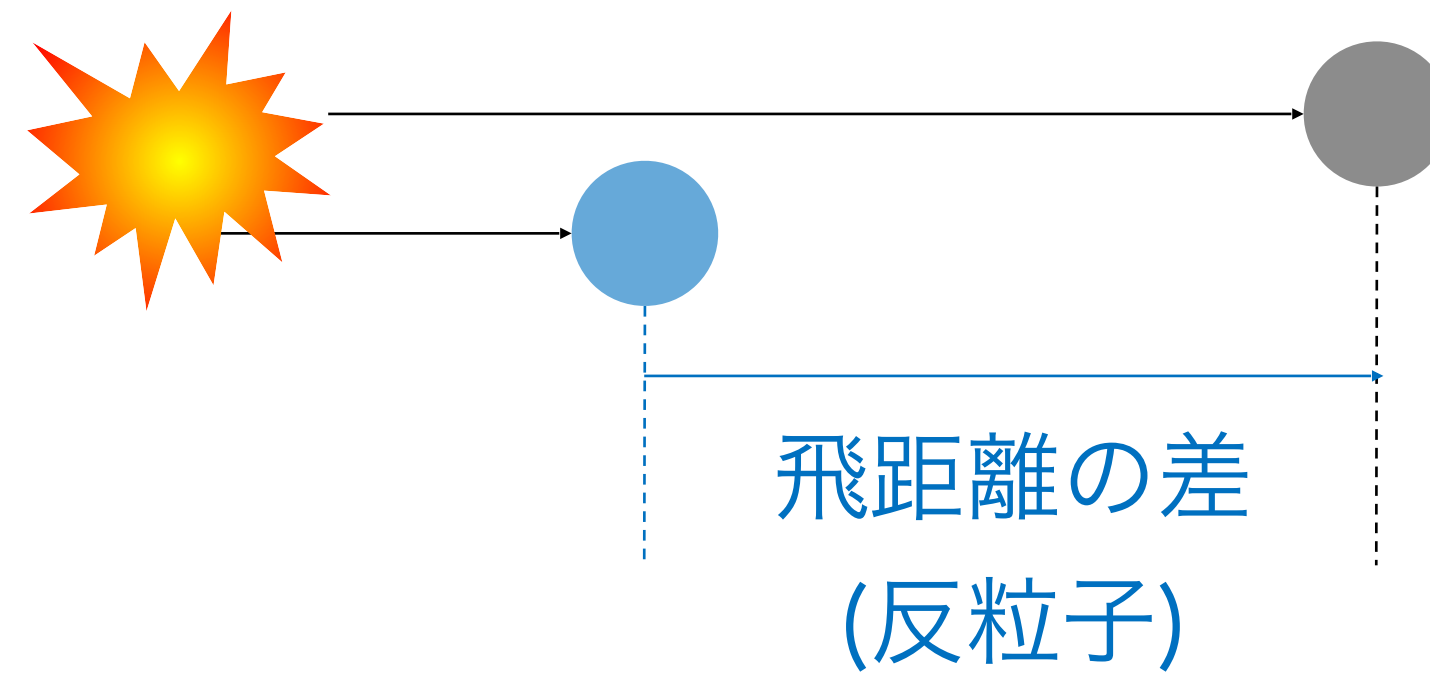
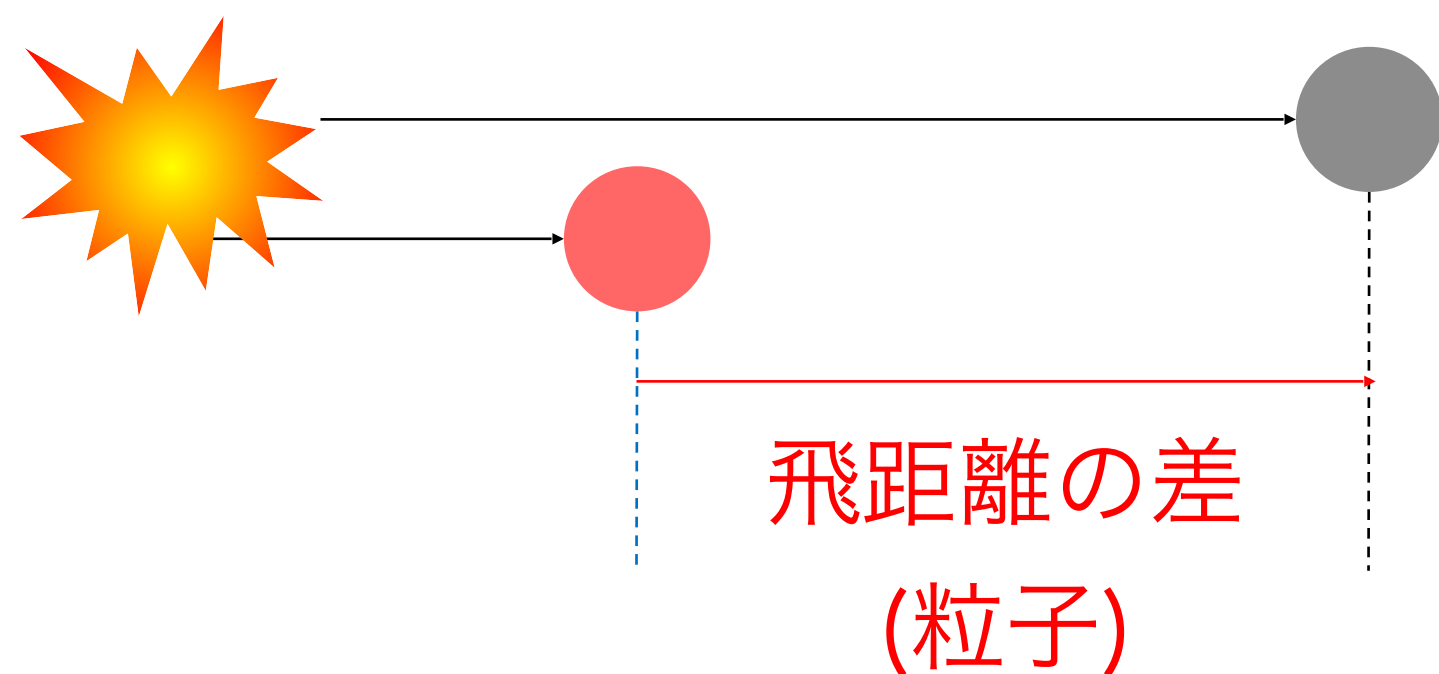
データが急激に増える、**実験の最も楽しい時期。**

一方で、目標のルミノシティのためにはまだまだ
大きな改善が必要 (**研究開発要素**)

SuperKEKB/Belle II 樋口研

KAVLI
IPMU

樋口



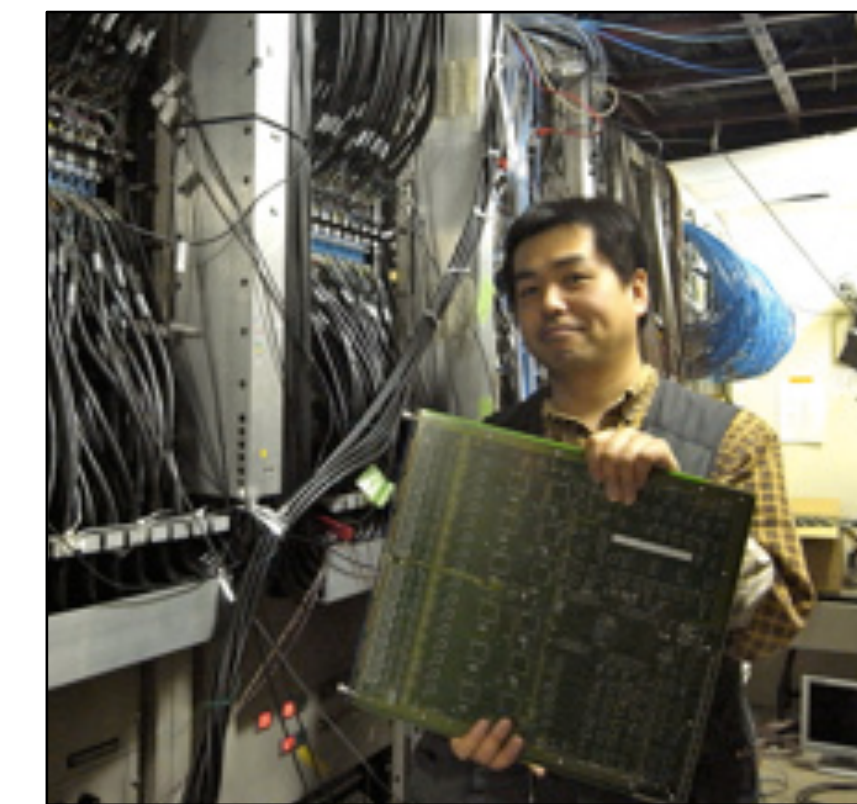
「飛距離の差」の分布

飛距離の差を精密に測定して分布を作ると、**粒子**と**反粒子**との間に違い (CPの破れ)が現れる。その違いは素粒子標準理論の予想と一致するか？



IPMUの実験室では、飛距離の測定にもっとも重要な**崩壊点検出器**を**開発・製作・量産**。検出器の知識と経験、そして**データ解析のセンス**を活かしてCPの破れを超精密に測定。**17TeVという超重量級の新粒子発見**に挑む。

実験データを電子化して記録するエレクトロニクス・コンピュータシステムの刷新にも貢献(予定)。



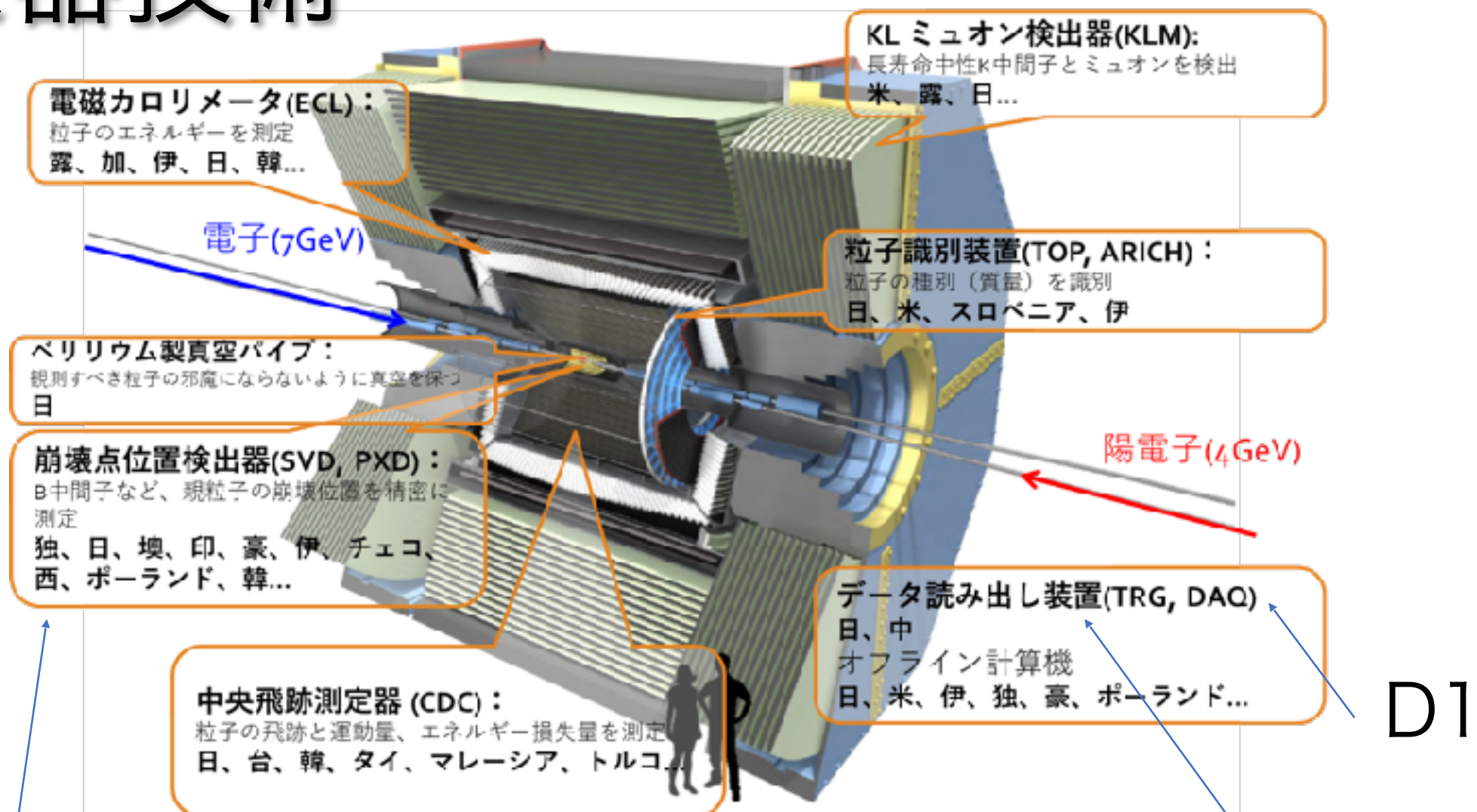
素粒子が好き・コンピュータが好き・ハードウェアが好きな学生さんはぜひコンタクトを。



SuperKEKB/Belle II 後田研

プロジェクトの中心で活躍できる研究者を育てる

測定器技術



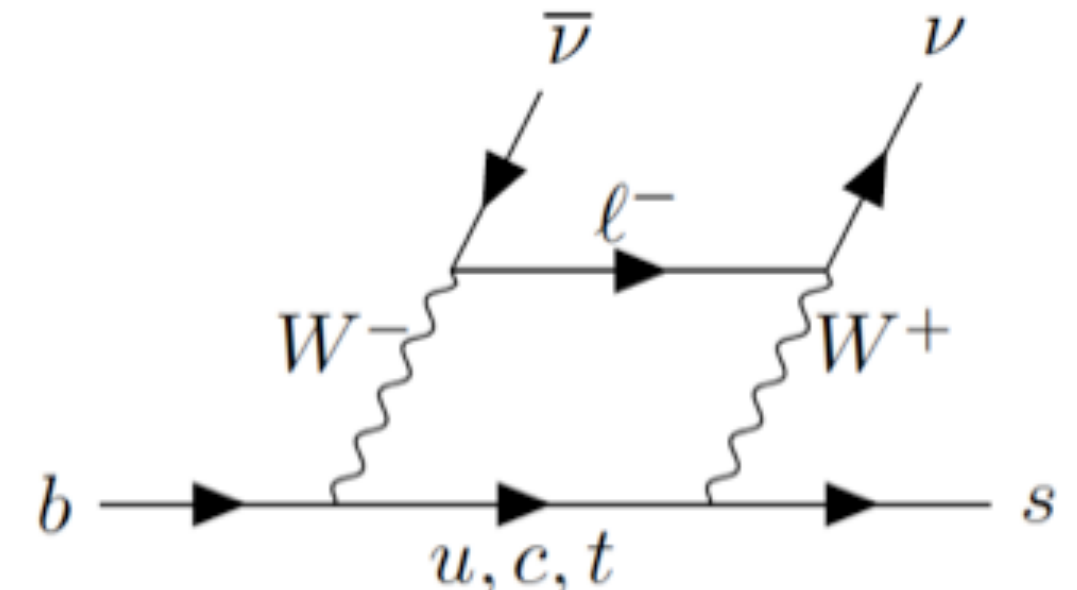
M1 (秋) , D2, D3 M1 D1 (秋) M1 (秋)

- KEKの各検出器の専門家からハイレベルな知識を吸収。実験屋としてのセンスを磨く。
- ホスト機関に常駐するので、実験成功のために重要な課題が優先的に与えられる→活躍して目立てる

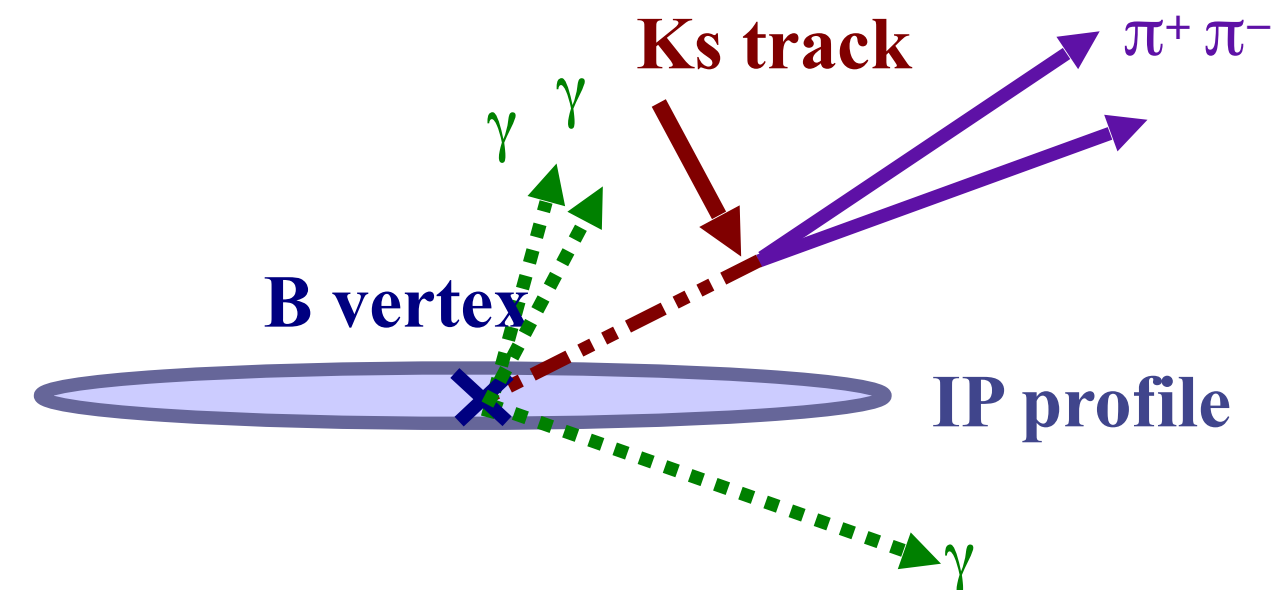
物理解析

- 時間に依存するCP対称性の破れ
- B中間子のFCNCによる崩壊
- 暗黒物質探索(new from 2021)

など、**Belle IIの特長を活かした**物理解析を行い、素粒子標準理論では説明のつかない**新物理現象**を探索、**新物理理論の手掛かり**を得る

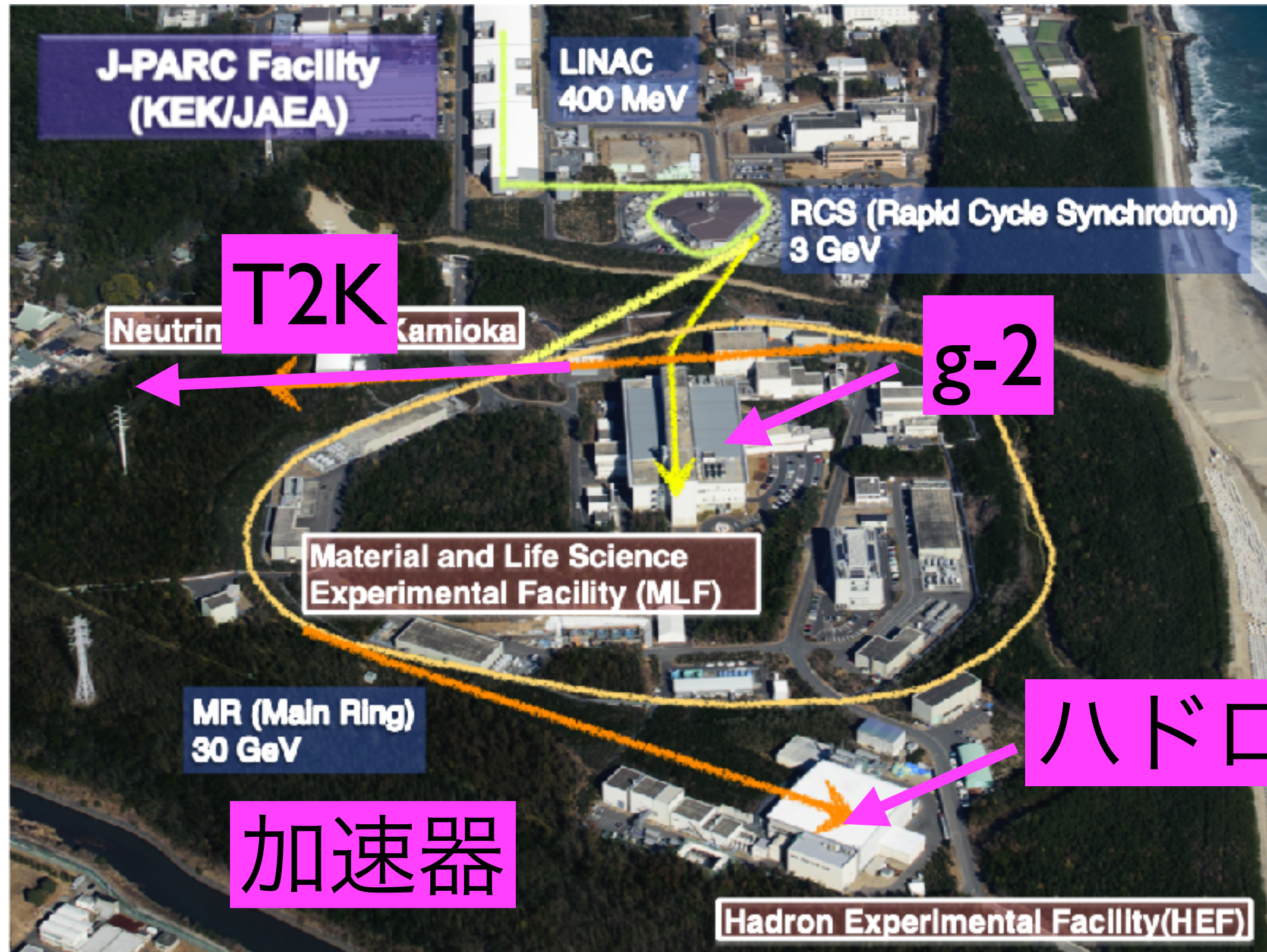


複数のニュートリノが抜けてもわかる！
(Belle IIだけ)

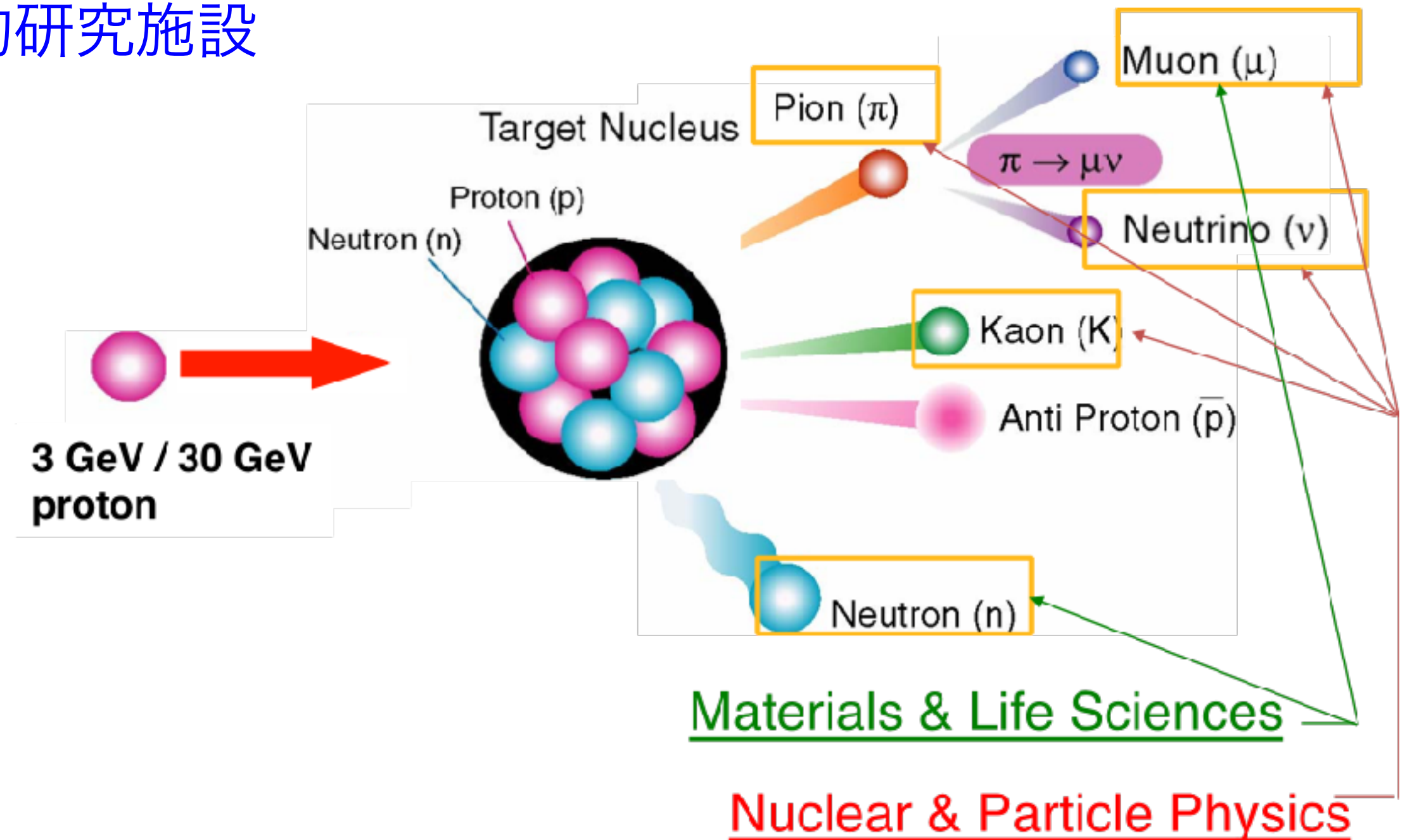


Bの崩壊点から**中性粒子**しか出てこないのに、その**位置を測る**！
(Belle IIにしかできない)

J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex)



世界最高レベルのビーム強度を活かした
多目的研究施設



- H- linac
L=330 m, $E_b=400$ MeV
- Rapid Cycling Synchrotron
C=350 m, $E_b=3$ GeV
- Main Ring Synchrotron
C=1.6 km, $E_b=30$ GeV

これら2次粒子を多数生成するために、
元の陽子加速器は大強度 (MWクラス) である必要がある。



ちなみに、
←この二人は
前J-PARCセンター長と前副センター長
今はKEK素核研所長と加速器施設長

加速器科学 小関研

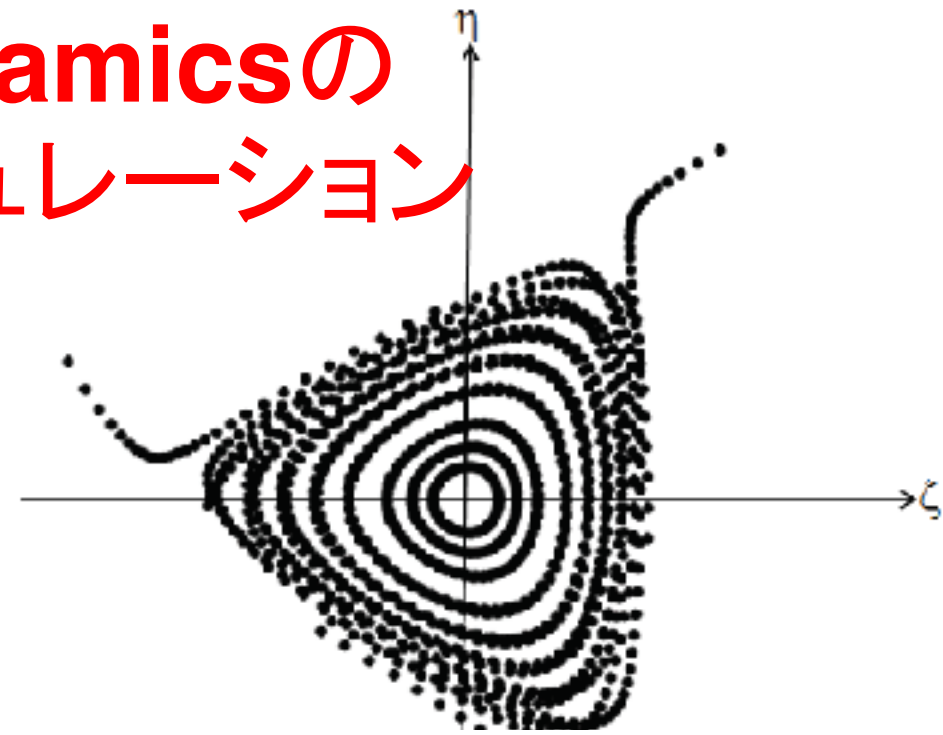


小関

MW級の陽子加速器を安定に運転するために必要なあらゆること：
ビーム運動学の理論研究、シミュレーション、
加速器のハードウェア（真空装置、電磁石、RFなど）と制御システムの研究開発。
加速器の性能が、たくさんの実験の成否のカギを握る。
自分の研究の成果で大小さまざまな実験を成功に導く面白さが！

制御系

Beam dynamicsの 理論とシミュレーション



Phase space plot of betatron motion near a third-order resonance

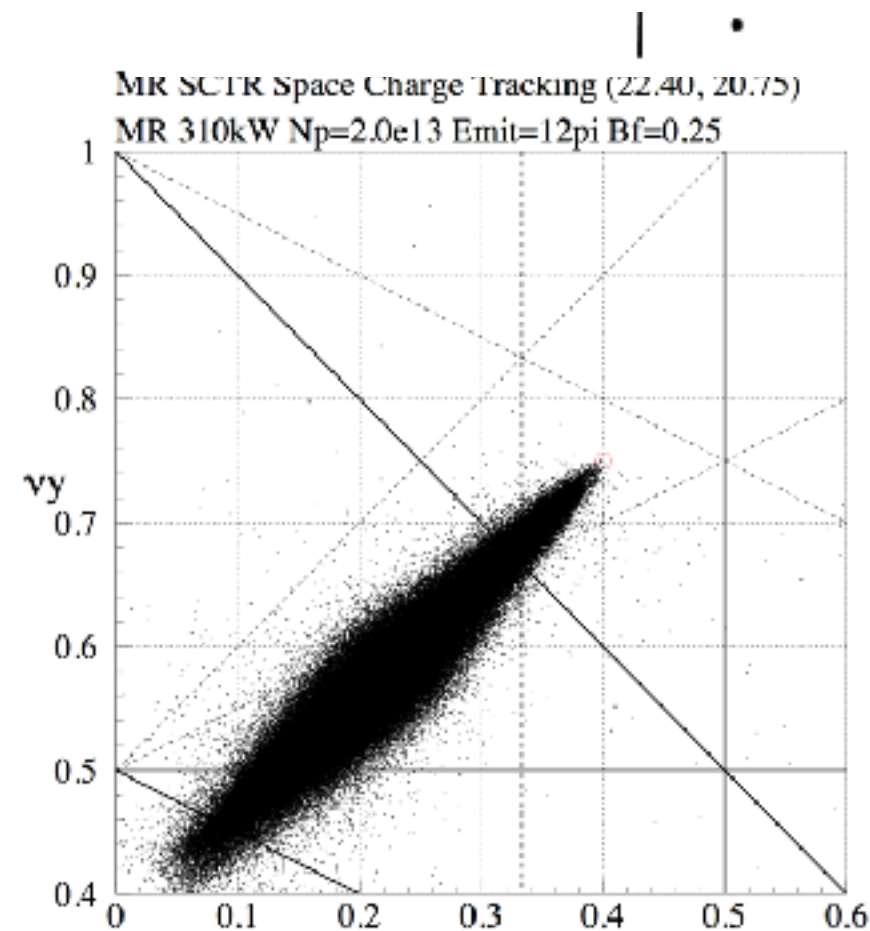
真空、電磁石、RFなどの装置



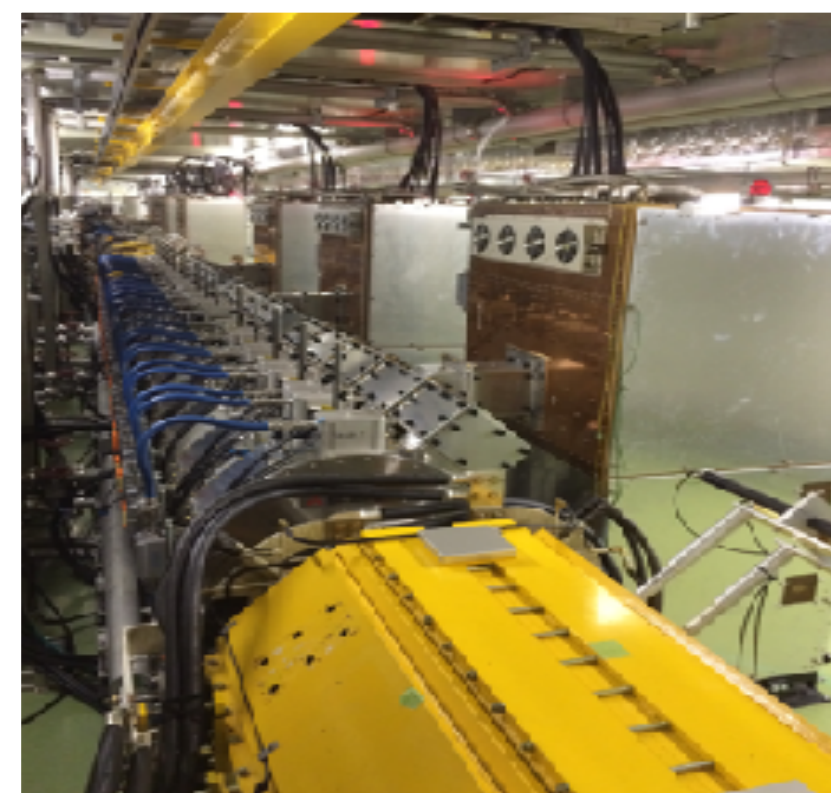
Extraction section of the RCS



Central control room



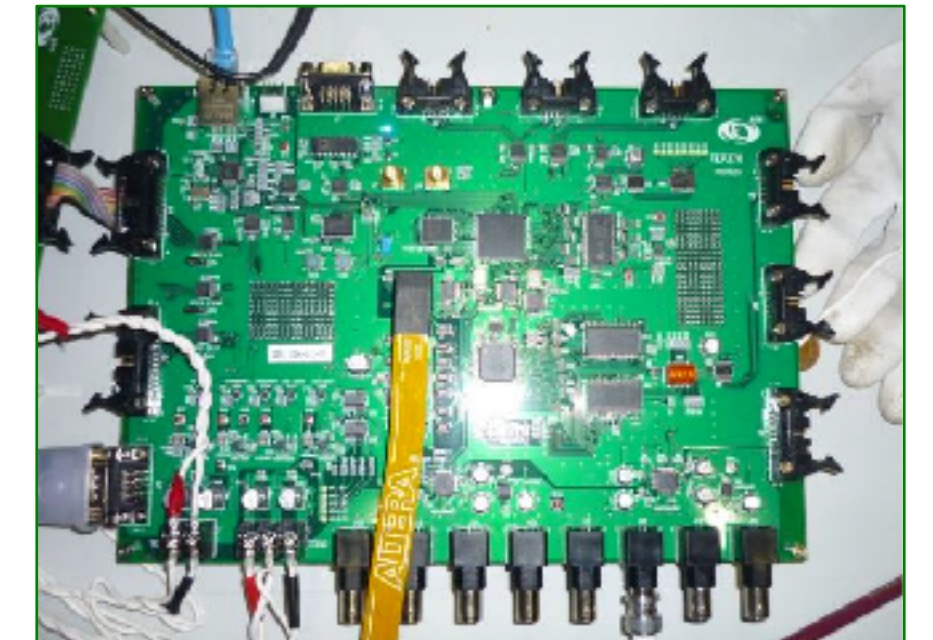
Space charge effect on an operation tune



RF cavities and power amplifiers



Linac



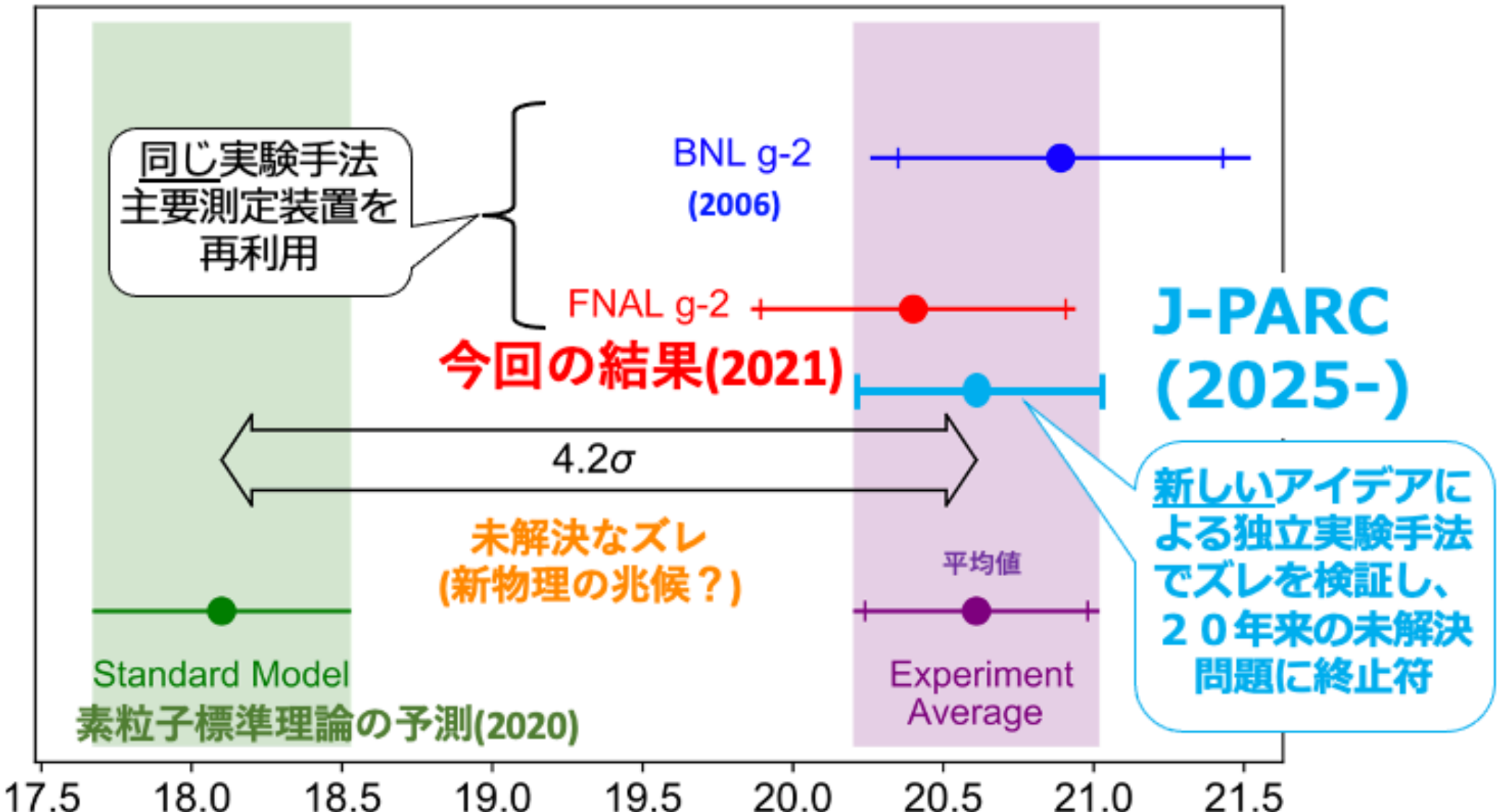
Developed FPGA-CPU board for precise control of magnet PS

ミューオンg-2/EDM 齊藤研・三部研



現在観測されている標準理論の綻びの中で、最もインパクトのあるもの。
2021年4月、FNALの結果が発表されBNLの結果が再確認された。

ミューオンg-2の測定値は標準理論予想より4.2σ大きい。



ミューオン異常磁気能率 $g-2$ (ジーマイナスツー)

人類は新物理の証拠を掴んだのか???

J-PARCではミューオンを冷却・加速する新しい手法で実験

- 系統誤差の違う全く独立なg-2測定を行う！
- 同時にEDMを探索し時間反転対称性を検証！

J-PARC ミューオンg-2/EDM実験(E34)

100+ members from 9 countries

3 GeV 陽子ビーム (333 uA)
表面ミューオンビーム (28 MeV/c, $4 \times 10^{10}/s$)
ミューオン冷却 (28 MeV/c \rightarrow 3keV/c)
ミューオン線型加速器 (3keV/c \rightarrow 300 MeV/c)
シリコン検出器

標準模型計算と乖離(-3σ) レプトンセクター初のCPの破れ?

世界初のミューオン線型加速器を自分の手で設計・建設するチャンス!

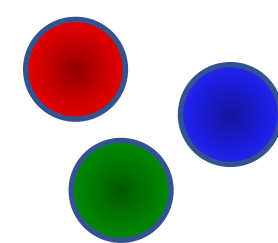
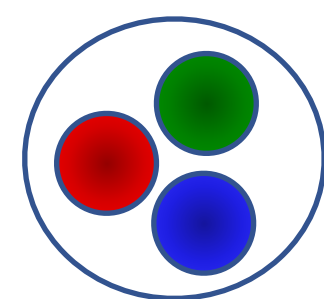
超精密電磁石 (3T)

レーザー加工技術による微細加工 エアロゲルで高効率ミューオン冷却に成功

ミューオン超精密測定で新物理探索

ハドロン物理 小沢研

小沢



ハドロン（陽子）の世界

クォークの世界

陽子などの内部に存在するクォークは、高温・高密度媒質中では、新たな自由度を獲得し、クォーク相を形成すると考えられている。当研究室では、特に高密度媒質でのハドロンやクォークの性質や相構造について研究を進めている。

原子核密度でのQCD効果の測定

原子核中（高密度環境下）で、カイラル対称性が部分的に回復し、ハドロンの質量が変化することが実験的に示唆されている。

金属(Cu, Pb)標的に陽子ビームを打ち込み、 ϕ 中間子を生成し、その原子核中での質量変化を測定する。

実験装置と共同実験者

高密度クォーク相の探索

原子核よりさらに高い密度の媒質を原子核同士の衝突により生成し、高密度クォーク相を探索する

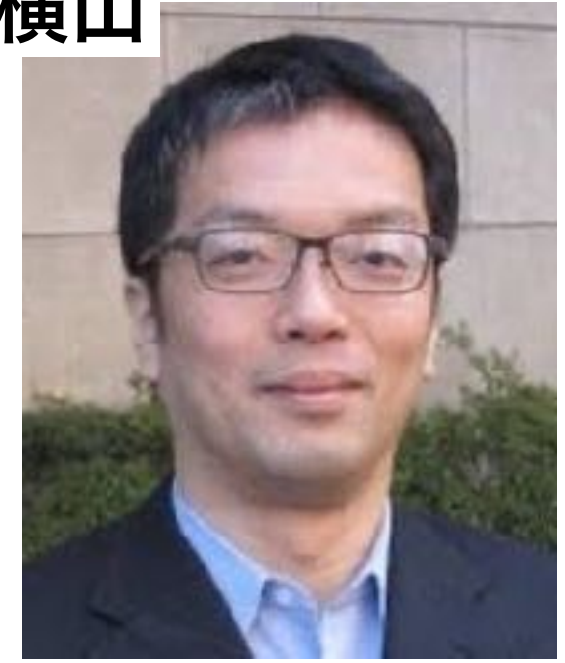
J-PARCにおける重イオン加速実験の準備
ドイツGSI研究所との協力



2020/5/24 実験開始！
これから本格データ収集！！

ニュートリノ 横山研・中島研

横山



中島

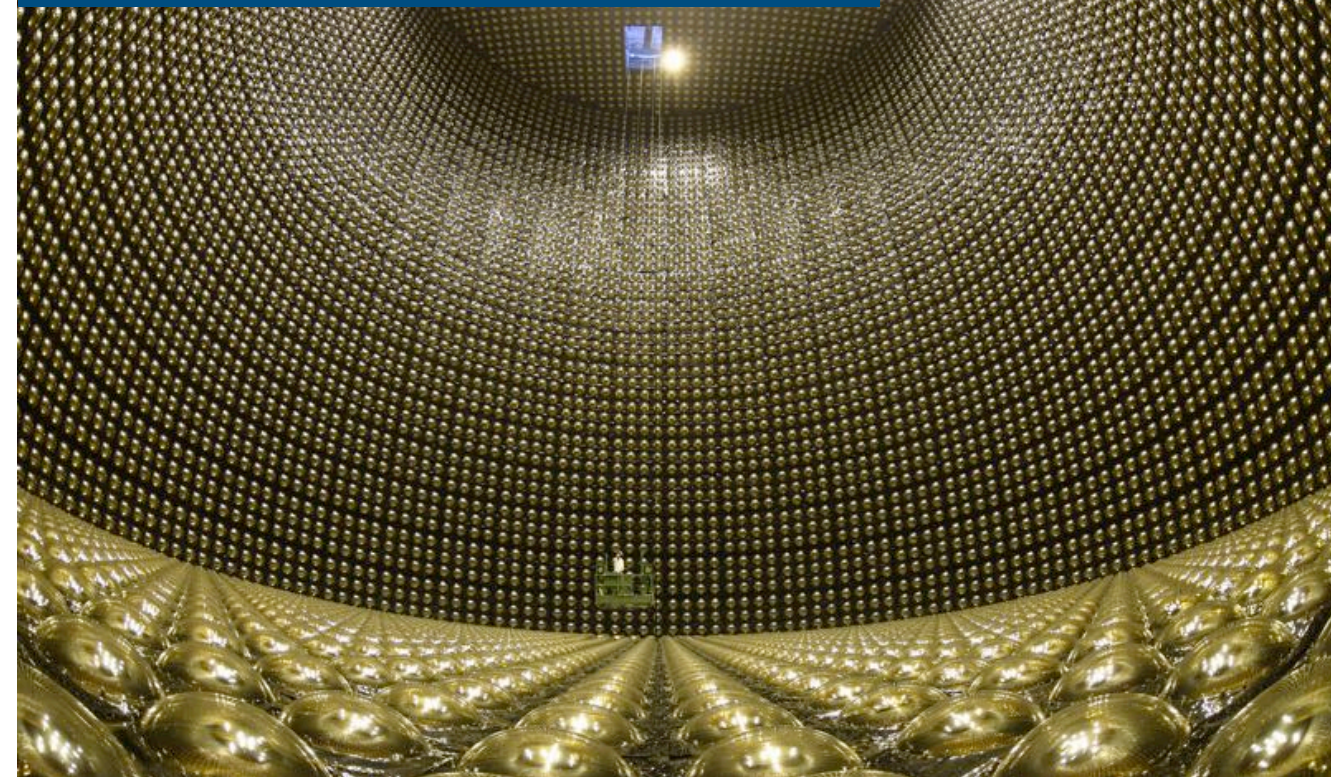


T2K実験

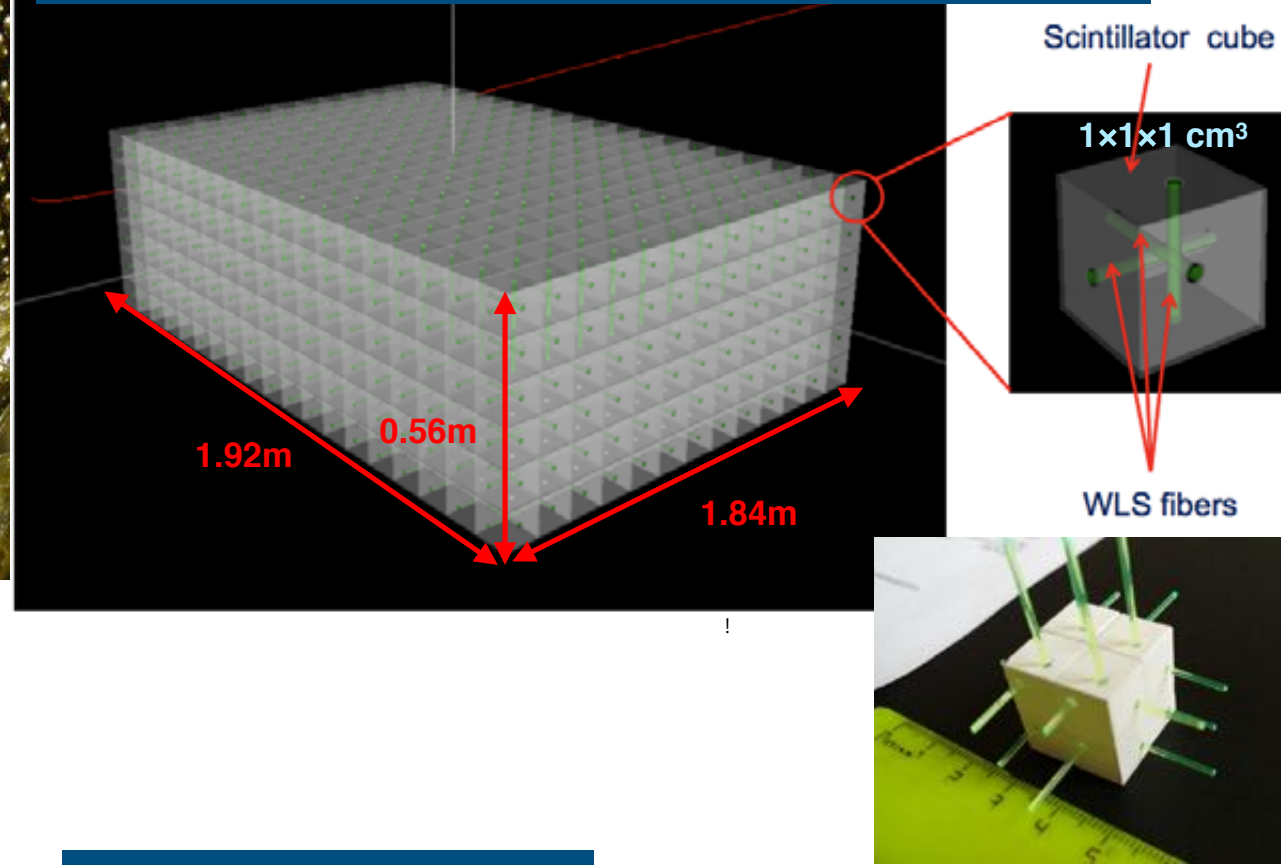


- J-PARCから295km離れたスーパーカミオカンデまでニュートリノビームを飛ばし、ニュートリノ振動で物質・反物質対称性の破れを検証中
- 前置ニュートリノ検出器のアップグレード
- ガドリニウムを加えた新生スーパーカミオカンデでのニュートリノ観測
- スーパーカミオカンデを用いた非加速器実験
 - 超新星背景ニュートリノ探索
 - 陽子崩壊の探索
- ハイパーカミオカンデの建設 (光電子増倍管の試験、測定器校正手法の開発、etc...)
- 新しいニュートリノ検出器の開発 (有機液体TPC, etc..)

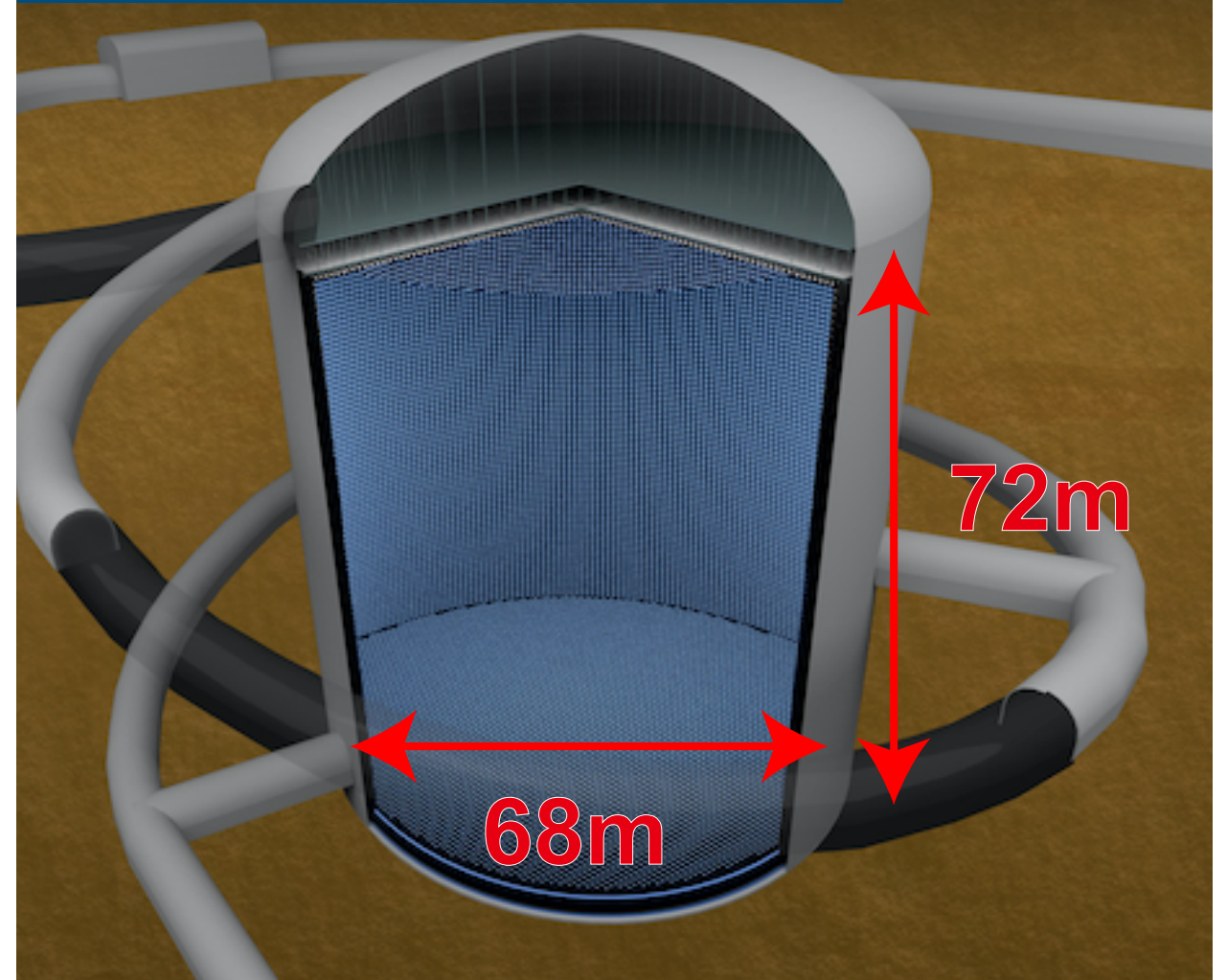
スーパーカミオカンデ



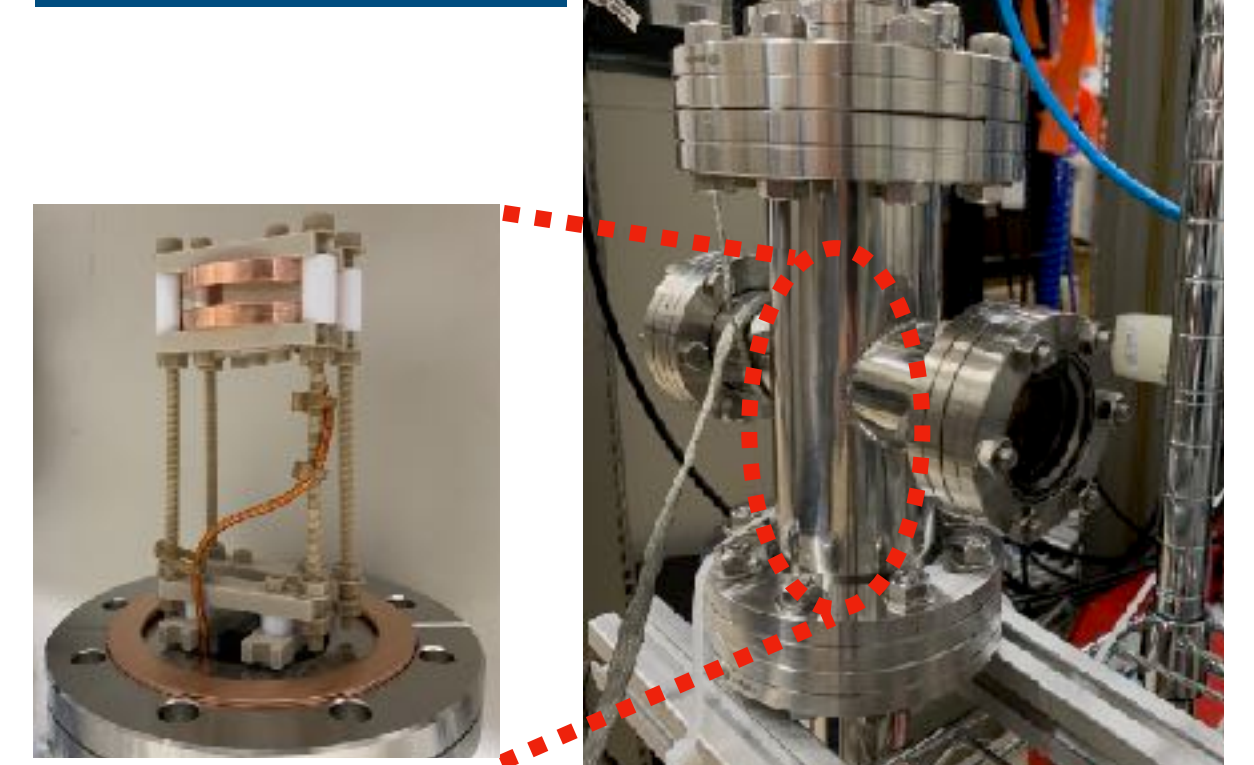
新型前置検出器
Super Fine Grained Detector



ハイパーカミオカンデ



有機液体TPC



KEK/J-PARCでの研究

世界最先端の修業場所がすぐ近くに。

生活を変える負担少なく、研究に注力。

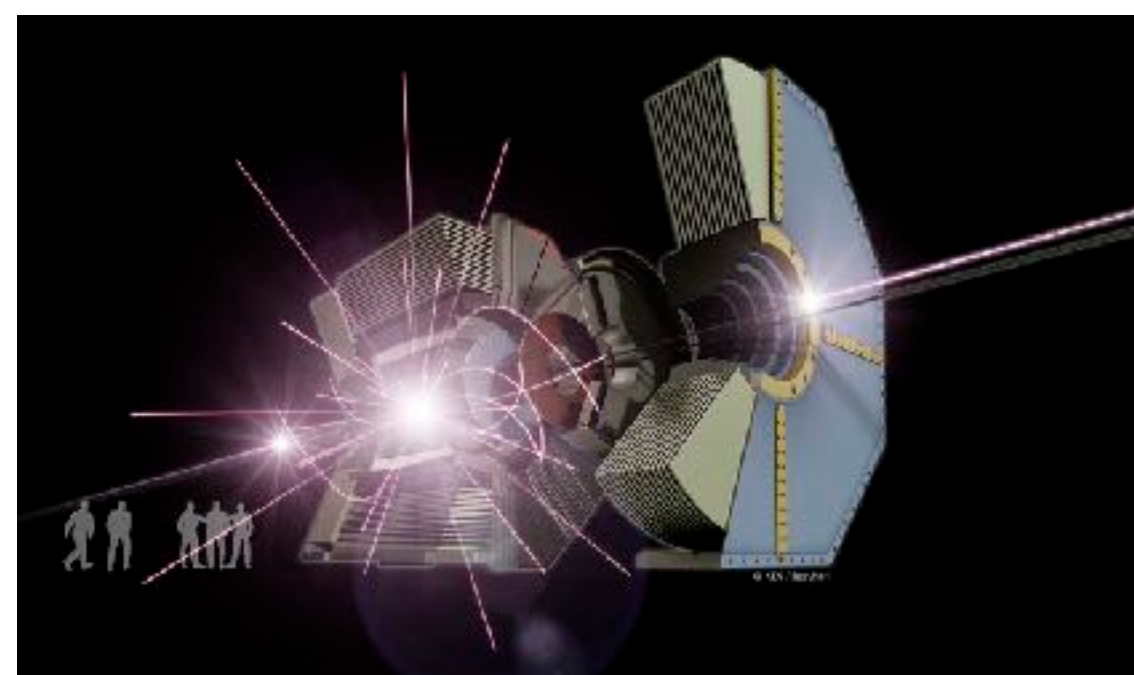
日本に居ながらにして、国際的に活躍できる力を身につける。

Belle II実験 見学会 (6/6 13:30-)

<https://belle.kek.jp/b2j/briefing/>

詳しい話は

- ・ 平行セッションで
- ・ メールで（気軽に連絡どうぞ）
- ・ オンライン見学会で →



開催形式 zoomによる中継
開催日時 6月12日(土)
13時半-17時半(予定)

申込締切 6月9日(水)
正統部・ニュートリノ実験・ハドロン実験・
ニューオン実験・見学会



J-PARC関連研究室オンライン見学会 (6/12 13:30-17:30)

https://g-2.kek.jp/gakusai/j-parc_tour/