

KEK, J-PARCが活動の中心の 6研究室

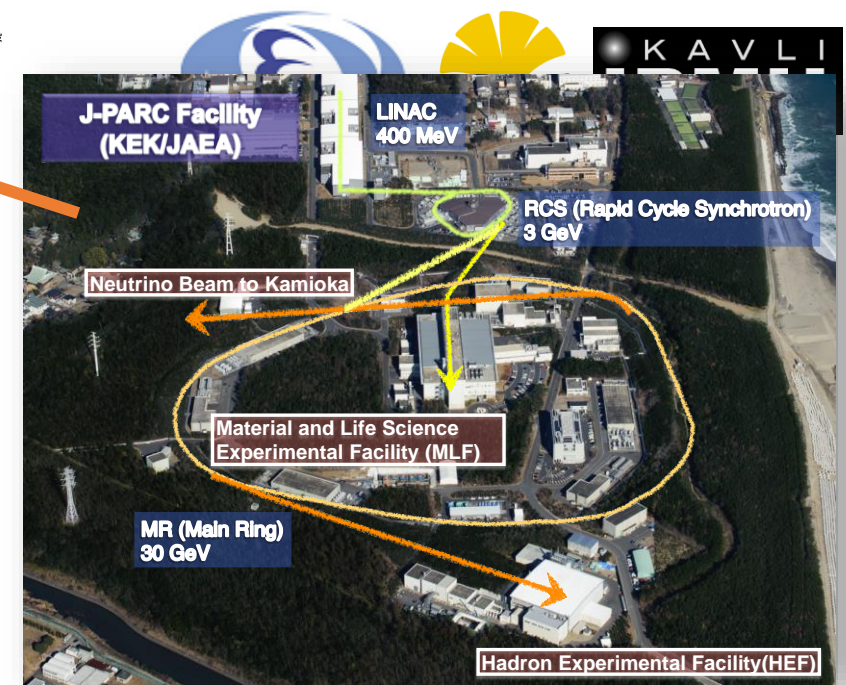
小関研 <tadashi.koseki@kek.jp>
横山研 <masashi@phys.s.u-tokyo.ac.jp>
齊藤研 <naohito.saito@kek.jp>
小沢研 <ozawa@post.kek.jp>
樋口研 <takeo.higuchi@ipmu.jp>
後田研 <yutaka.ushiroda@kek.jp>

パラレルセッション：

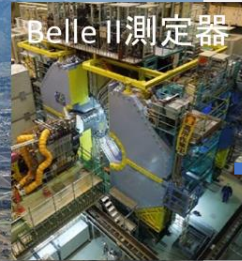
<https://kds.kek.jp/indico/event/34754/overview>

<https://zoom.us/j/98085489784?pwd=M2sxcFRhVUd0N3J1WXhrZUZ5TFdudz09>

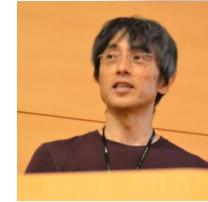
KEK, J-PARCが活動の中心である6研究室



KEK (つくば)
SuperKEKB加速器
電子7GeV×陽電子4GeV
周長3km



本郷



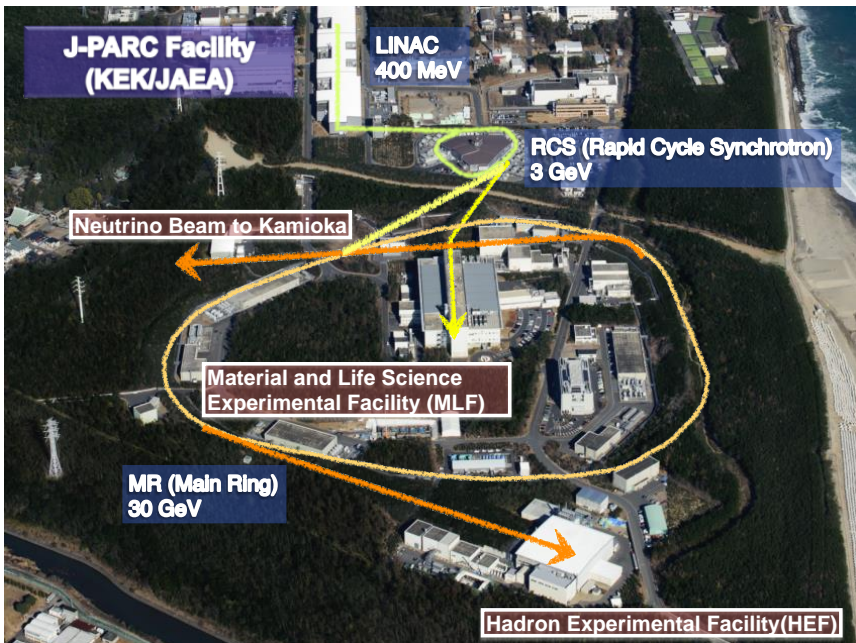
SuperKEKB/Belle II実験 後田(KEK) 樋口(IPMU)

J-PARC 小関 (J) 小沢 (J) 齊藤 (J) 横山 (本郷)

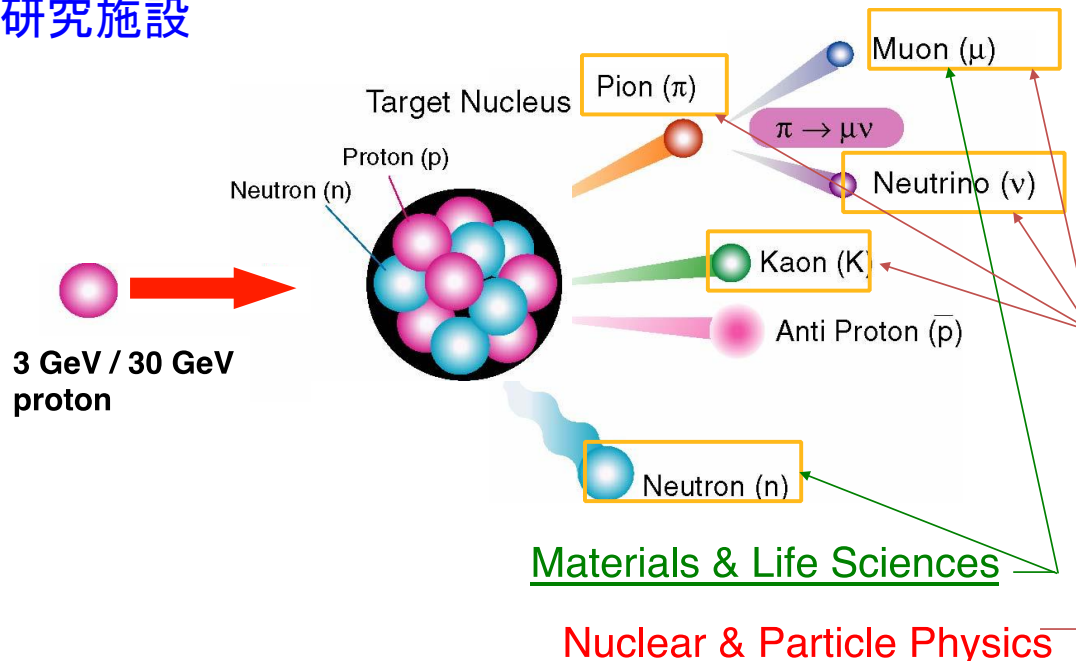
世界最高衝突性能の加速器で、B中間子、D中間子、タウレプトンを大量に生成し、崩壊過程に現れる標準理論では説明できない現象（レプトンフレーバーの破れ、レプトン普遍性の破れ、新しいCP位相など）を探索。物質優勢宇宙の謎などの解明を試みる。クォーク4つからなる新しいハドロンの研究や、暗黒物質探索も。

世界最高水準 (MW級) の陽子加速器を用い、K中間子、p中間子、ミュオン、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) 加速器の研究。すべての実験の成否のカギを握る。
 (齊藤) ミュオン(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。(実は1次ビームを使う)
 (横山) ニュートリノを神岡に打ち込んで、混合やCPVの測定などを行う。

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



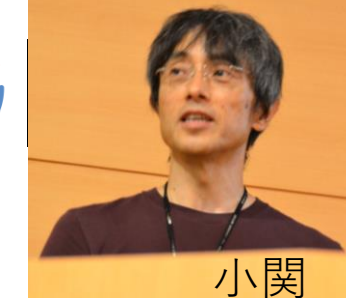
- H⁺ linac
L=330 m, E_b=400 MeV
- Rapid Cycling Synchrotron
C=350 m, E_b=3 GeV
- Main Ring Synchrotron
C=1.6 km, E_b=30 GeV

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MWクラスである必要がある。



ちなみに、
←この二人は
J-PARCセンター長と副センター長

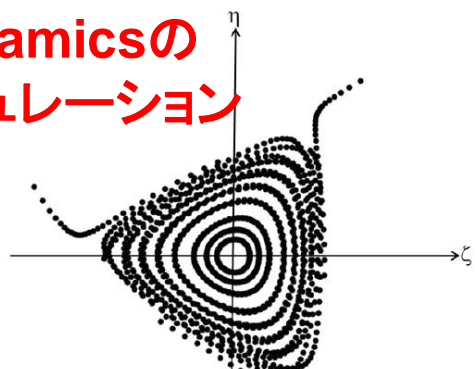
加速器科学 小関研



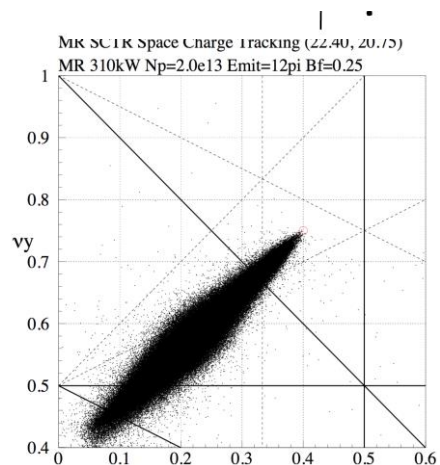
ビーム運動学の理論を研究し、シミュレーションをし、
加速器のハードウェア（真空装置、電磁石、RFなど）と制御システムを研究開発し、
ようやくMW級の陽子加速器を安定に運転することができる。
加速器の性能が、たくさんの実験の成否のカギを握る。
自分の研究の成果で大小さまざまな実験を成功に導く面白さが！

制御系

Beam dynamicsの 理論とシミュレーション

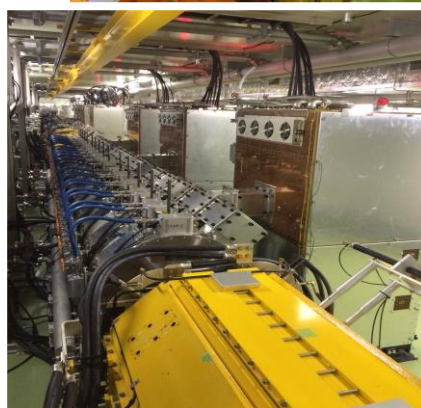


Phase space plot of betatron motion near a third-order resonance



Space charge effect on an operation tune

真空、電磁石、RFなどの装置



RF cavities and power amplifiers



Linac



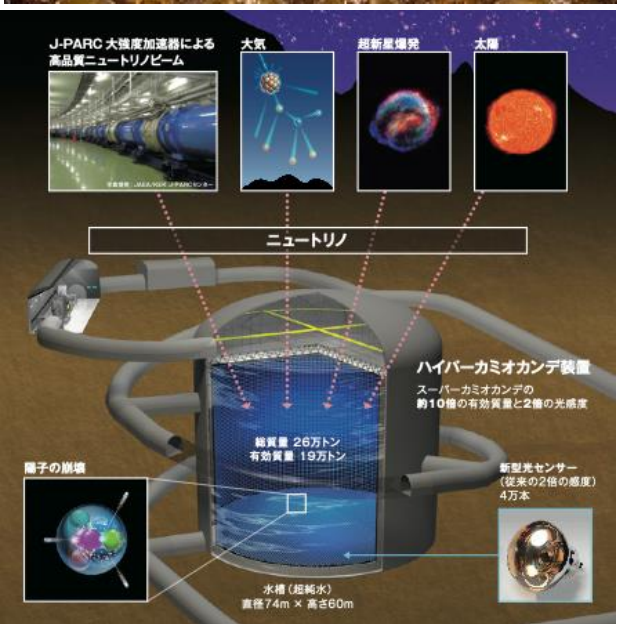
Central control room



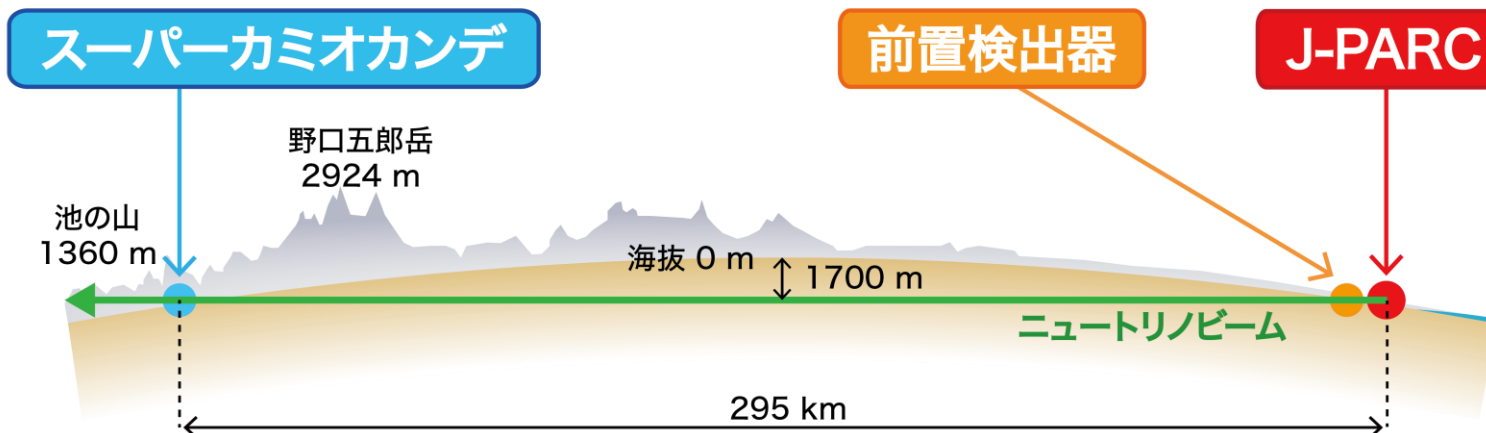
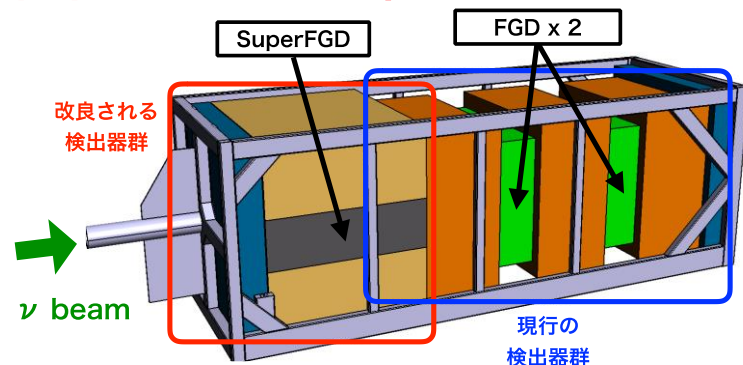
Developed FPGA-CPU board for precise control of magnet PS



スーパーカミオカンデ



前置ニュートリノ検出器



J-PARCからスーパーカミオカンデまで295kmニュートリノビームを飛ばし
ニュートリノ振動の精密測定

- CP対称性の破れ (粒子-反粒子の性質の違い) の探索
- 前置ニュートリノ検出器のアップグレード (新検出器の建設)

スーパーカミオカンデでの陽子崩壊の探索

ハイパーカミオカンデの建設 (光電子増倍管の試験, ソフトウェア開発, ...)

ハイパーカミオカンデ (2027-)

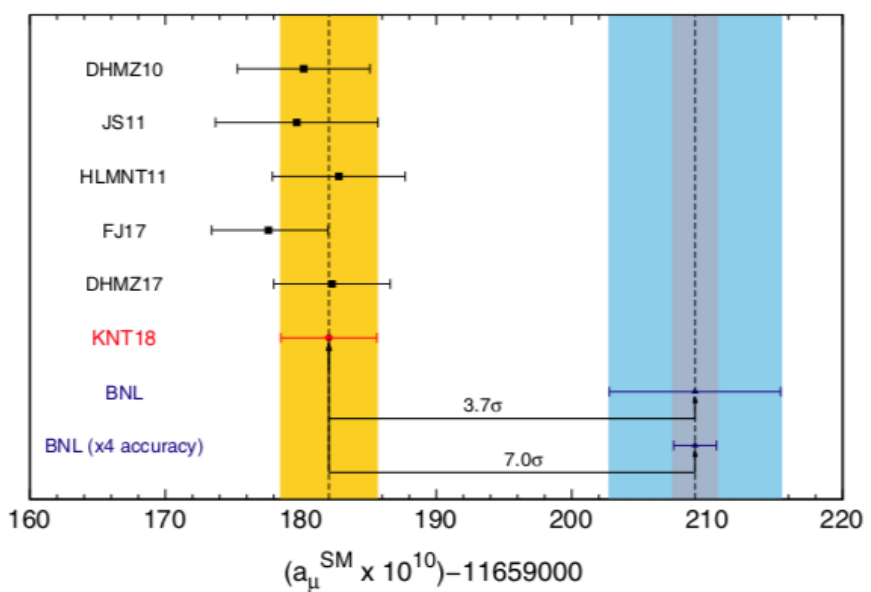
ミュオンg-2 齊藤研



齊藤



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。
BNL(2006)の結果と理論予想が 3.7σ ずれている



BNLのマグネットをFermilabに移動して再実験 (結果待ち)
J-PARCでは、それとは異なるやり方でg-2を測定。系統誤差の違う全く独立な測定を行う！

J-PARC ミュオンg-2/EDM実験(E34)

100+ members from 9 countries

3 GeV 陽子ビーム (333 uA)
表面ミュオンビーム (28 MeV/c, $4 \times 10^{10}/s$)
ミュオン冷却 (28 MeV/c \rightarrow 3 keV/c)
Ultra cold μ^+ source
Muon LINAC (300 MeV/c)
シリコン検出器

標準模型計算と乖離 ($\sim 3\sigma$)
レプトンセクター初のCPの破れ?

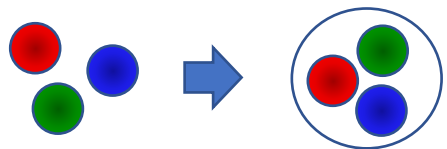
世界初のミュオン線型加速器を自分の手で設計・建設するチャンス!
ミュオン線型加速器 (3keV/c \rightarrow 300 MeV/c)

超精密電磁石 (3T)

レーザ加工技術による微細加工エアロゲルで高効率ミュオン冷却に成功

ミュオン超精密測定で新物理探索

ハドロン物理 小沢研



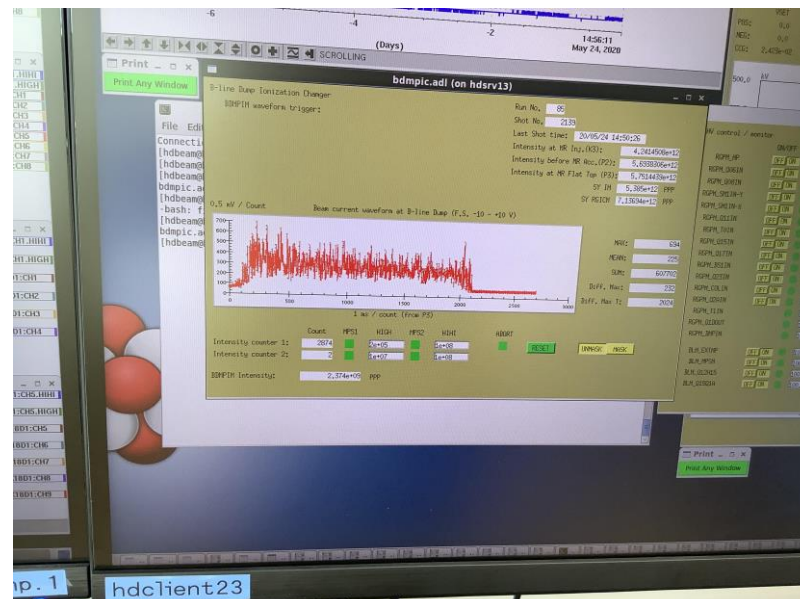
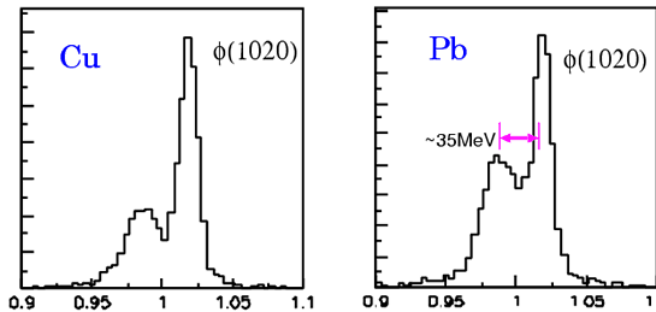
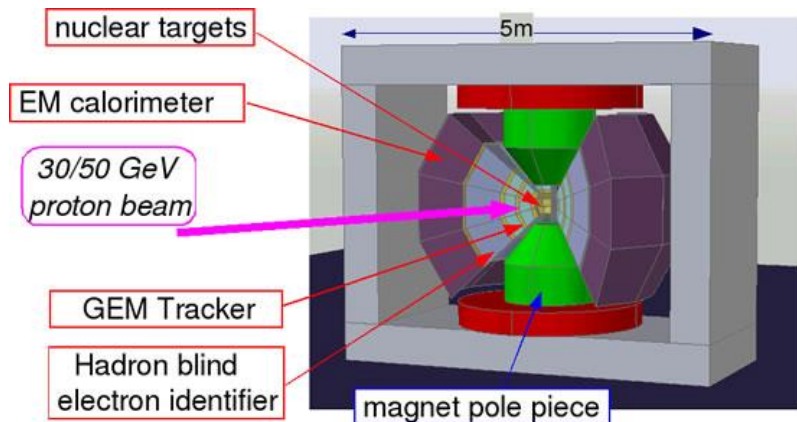
クォークの世界 → ハドロンの世界



クォークの質量 \ll 陽子の質量 である謎
クォーク→ハドロンによって質量を獲得している。

J-PARC E16実験

金属(Cu, Pb)標的に陽子ビームを打ち込み、 ϕ 中間子を生成。
崩壊して出てくる電子陽電子対を捕まえる。



5/24 First shot !
(最初の陽子ビームを通した)
まさに実験が立ち上がるころ。

真空中の ϕ 質量(1020MeV)より低いところに別のピークが見える (はず)。
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、獲得した質量を一部失うと考えられる。これを調べる。

その他にも、LEPS2実験やBelle II実験などに参加し、ハドロン相互作用やハドロン内部構造を研究

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	1.9(現在) → 80 (予定)

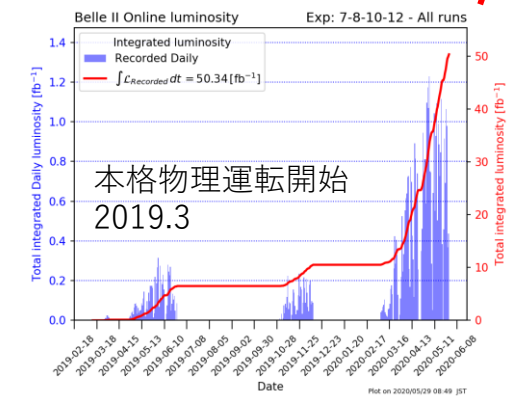
2019年3月から本格物理運転開始。
性能を向上しながらデータを蓄積。
スタートは順調。新しい衝突方式のおかげで、もうすぐ世界一を奪還!

約10年かけて
50ab⁻¹を取得

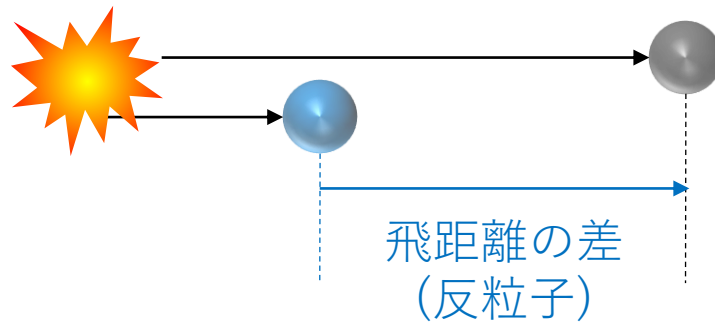
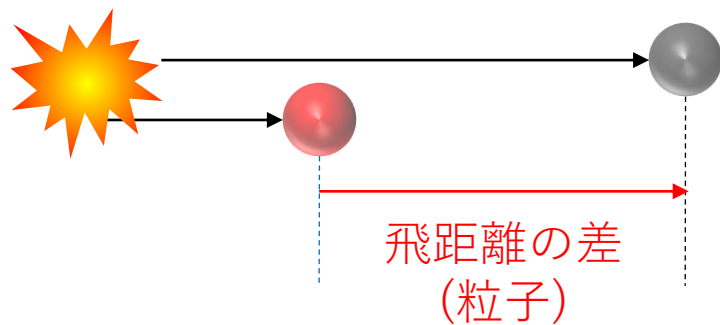
あと1.5年ほどでBelle11年分(1ab⁻¹)に追いつく

現在までに50fb⁻¹を取得

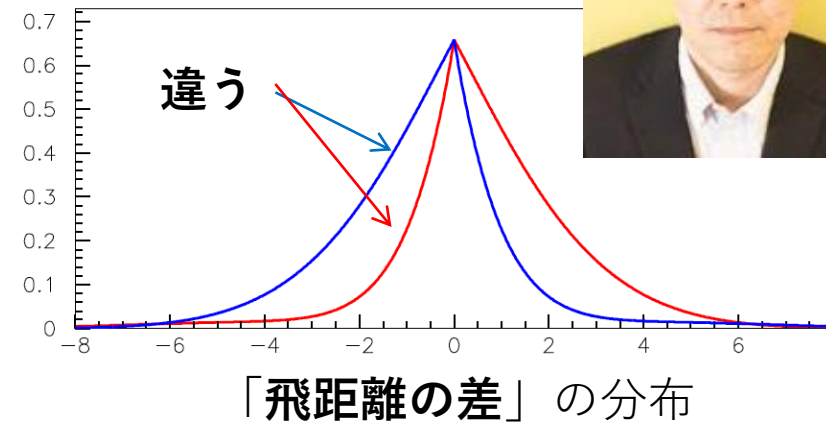
データがすぐに倍増する
(論文が次々書ける)
実験が一番面白い時期!



SuperKEKB/Belle II 樋口研



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。

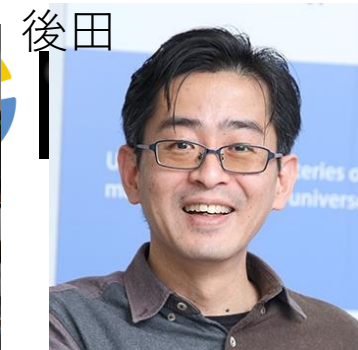
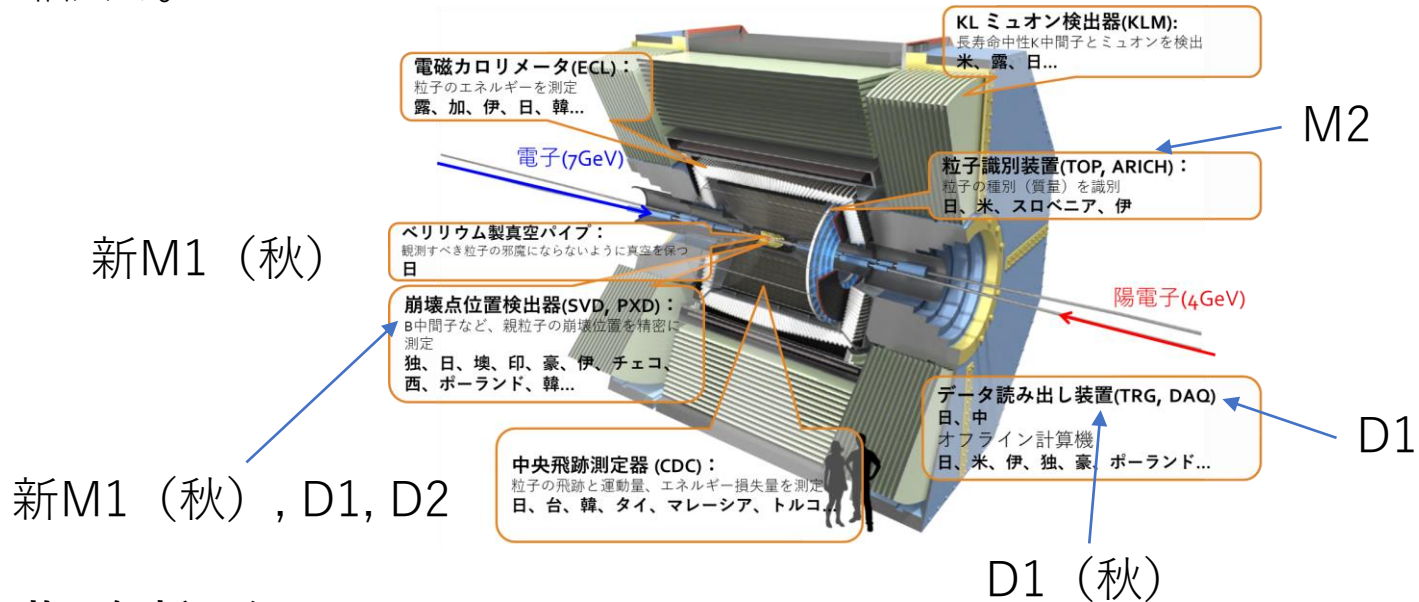
実験データを電子化して記録するエレクトロニクス・コンピュータシステムの刷新にも貢献(予定)。



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。

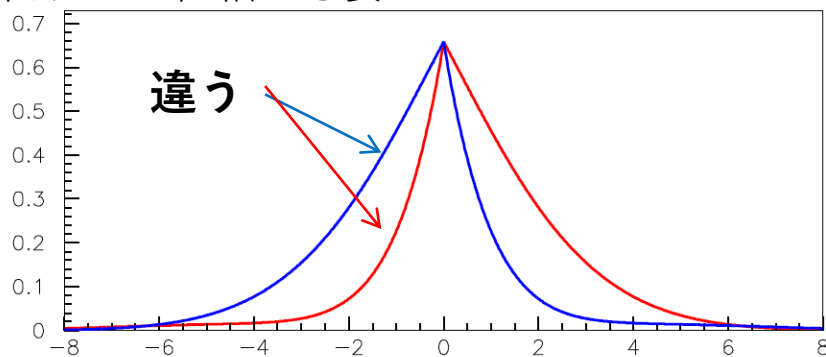
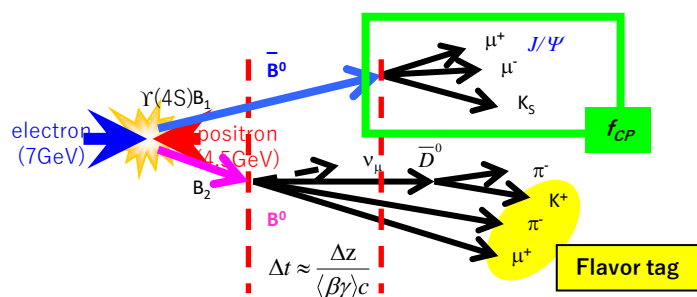
SuperKEKB/Belle II 後田研

測定器は、テーマの面白さ（重要度）と学生の希望・適性に合わせて幅広く。

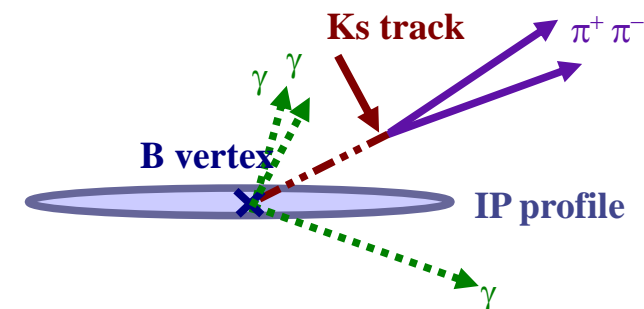


構成:
 学生 5 + 2 人 (9月から)
 ポスドク 4 人
 スタッフ 約 10 人 (Belle の 22 名中、テーマに合わせて)

物理解析は主に
 時間に依存する CP 対称性の破れに現れる新物理探索
 - 物質優勢宇宙を説明するためには、未知の CP 位相が必要
 - 左右対称性の回復?



「飛距離の差」の分布にCPVが現れる



特に、Bの崩壊点から中性粒子しか出てこないような場合。挑戦的だがBelle IIでこそ・Belle IIでのみ = 可能。



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。

詳しい話は

パラレルセッションまたはメールで。

<https://kds.kek.jp/indico/event/34754/overview>

<https://zoom.us/j/98085489784?pwd=M2sxcFRhVUd0N3J1WXhrZUZ5TFdudz09>

小関研 <tadashi.koseki@kek.jp>

横山研 <masashi@phys.s.u-tokyo.ac.jp>

齊藤研 <naohito.saito@kek.jp>

小沢研 <ozawa@post.kek.jp>

樋口研 <takeo.higuchi@ipmu.jp>

後田研 <yutaka.ushiroda@kek.jp>



パラレルセッション

6研究室共通の話

6 研究室と主な実験



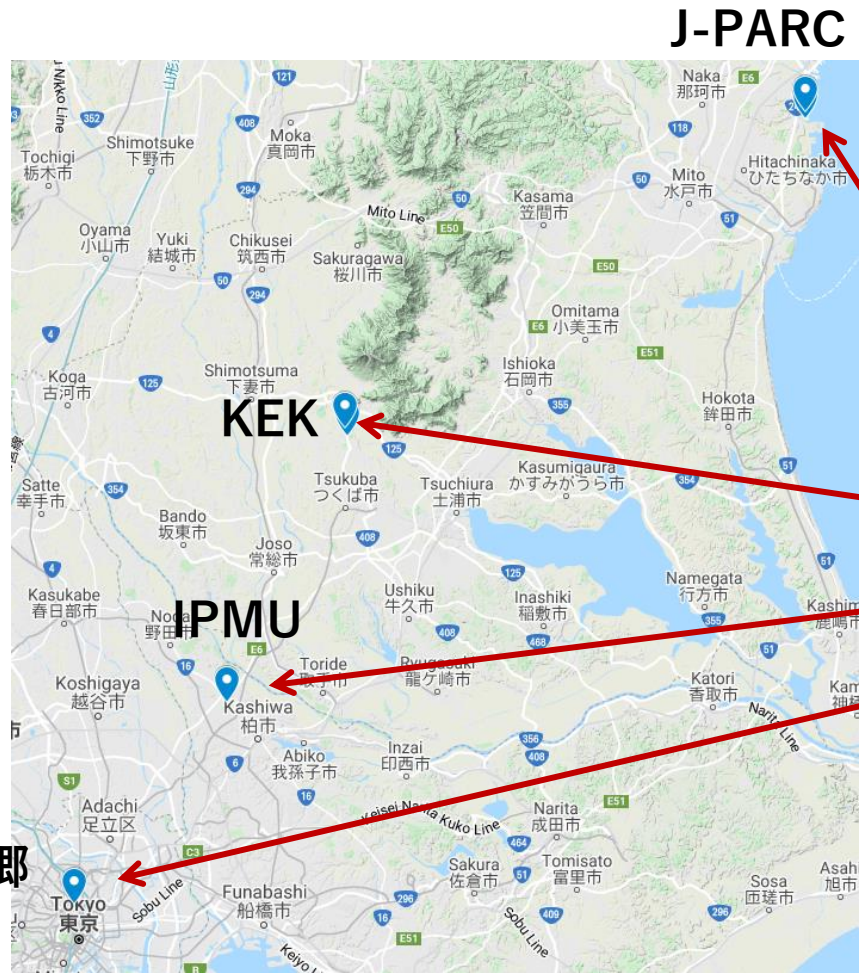
小関



小沢

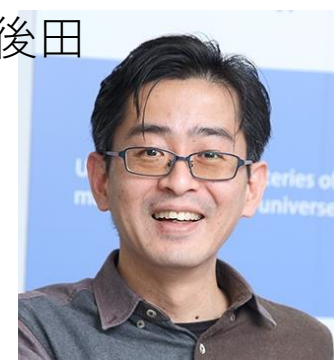


齊藤



- 小関研
- 小沢研
- 齊藤研
- 後田研
- 樋口研
- 横山研

- J-PARC 加速器科学
- J-PARC 原子核・ハドロン実験
- J-PARC muon g-2実験
- SuperKEKB/Belle II実験
- SuperKEKB/Belle II実験
- J-PARC T2K実験, HK実験



後田



樋口



横山

6研究室共通の話

• 生活拠点

- 最初の半年は、週2~3日授業@本郷。残りを研究室の本拠地で過ごす。
- つくば、東海、柏に下宿して、本郷に通うもよし。すでに東京に拠点（実家など）がある人は、半年たってから下宿するもよし。或いは、ずっと実家から通う人も。
- J-PARCの人は、実はつくばに拠点を置いていたり。
 - KEKつくば⇔J-PARC 無料バスあり

地域	1Rマンション 家賃相場(suumo)
文京区	7.7万円
柏市	5.1万円
つくば市	5.3万円
ひたちなか市	4.7万円

実際は
3万円台

- 最初の半年を過ぎると、本郷にはたまに行けばよい程度。
- 横山研：本拠地の本郷から、実験の都合に応じて、J-PARCや神岡に出張。

6研究室共通の話

- 交通費

- 東大生として、KEKやJ-PARCに**業務出張**するためのお金（旅費・日当）は、規定に従ってKEKが払ってくれる。おそらく神岡も。
- つくばに住んでいる東大生が本郷に**通学**する交通費は、KEKは払わない。

6研究室共通の話

- R A

- **KEK, J-PARCの4研究室**（小関研、齊藤研、小沢研、後田研）に所属する学生は、**修士からRA**の給料がもらえる（過去の実績がそうだというだけで、来年あなたがもらえることを保証するわけではない）。
- R Aを貰うと、東大生としてKEKやJ-PARCに出張する旅費はもらえない。KEKのR Aの職務としてくるので、給料に含まれている。
- 先輩を見る限り、R Aになることを選ぶケースがほとんど。

- 樋口研、横山研は、博士課程から。（他の研究室と同じ）

6研究室共通の話

- 総研大
 - **KEK, J-PARCの4研究室**（小関研、齊藤研、小沢研、後田研）の先生は、総研大にも籍を置き、関連する研究室を持つ。
 - 横山研に対応するニュートリノの研究室もある。
 - 樋口研に対応する Belle IIの研究室もある（後田研に関連する研究室と同じ）
 - やりたい研究が決まっているのであれば、選択肢の幅を増やすのも一つの手。（第一志望は東大で）