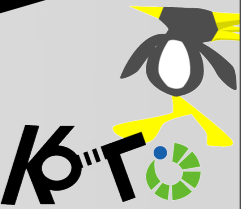


Introduction of Kyoto kaon group

Kyoto Kaon group

CONTENTS

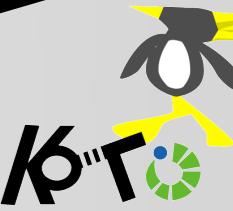


- introduction of Kaon physics
- introduction of K⁰TO
- K中間子2009→2010の活動

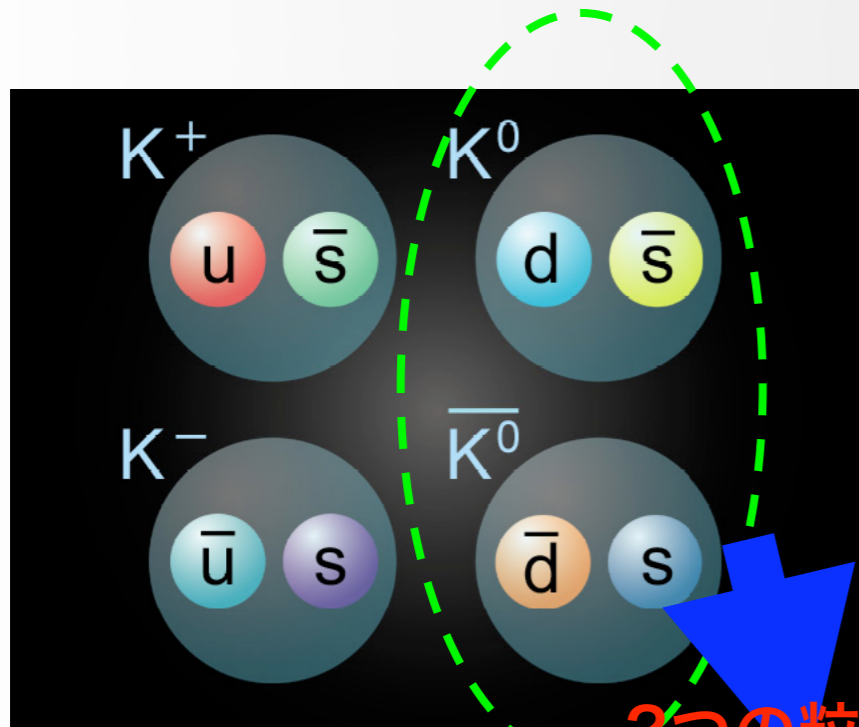
introduction of Kaon physics

- what's Kaon ?
- $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ の物理

What's Kaon ?



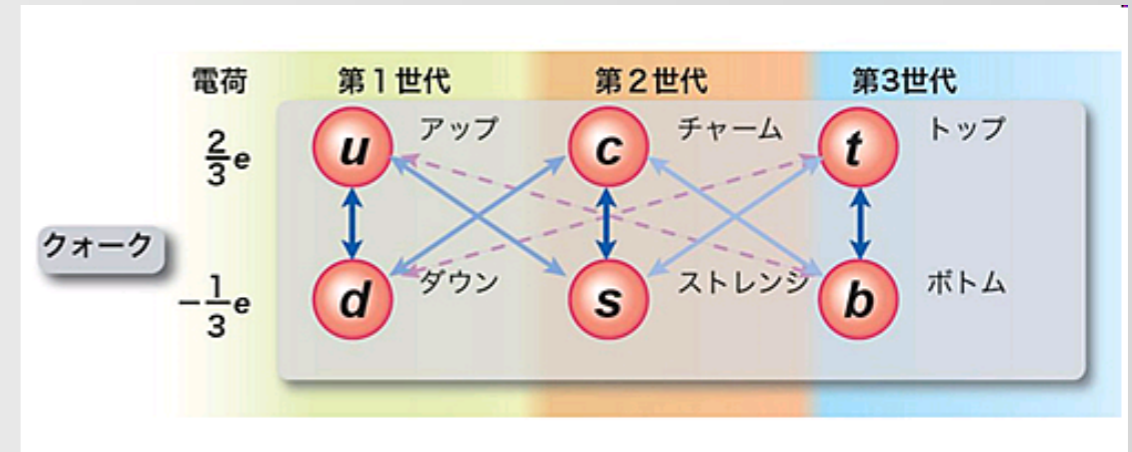
- sクォークとその反クォークを含むメソン
(クォーク2つからなる粒子をメソンと呼ぶ)



2つの粒子の重ね合わせ

K_S K_L

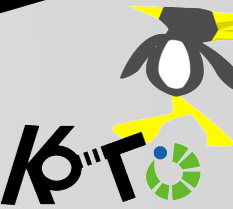
短寿命 ($9.0 \times 10^{-11} \text{s}$)	長寿命 ($5.1 \times 10^{-8} \text{s}$)
---	--



現在見つかったクォーク

- 現実世界には K^+ と K^- と K_S と K_L の4つの中間子が存在する。
- 質量は $\sim 500 \text{MeV}$

$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ の物理



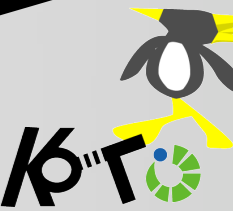
- サハロフの3条件(現在の宇宙が存在できる条件)
 - 宇宙が非平衡状態である
 - 粒子反粒子の存在比が違う
 - CPの破れ(粒子反粒子で物理法則が違う)
 - 小林益川理論によって説明
- 現在、CPの破れ具合は小林益川理論だけでは説明不可
- $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ 崩壊は直接CPを破る崩壊

KOTO実験の目的は新物理(新たなCP非保存過程)の探索

Introduction of KOTO experiment

- どこで
- だれが
- どうやって
- 実験的困難

どこで

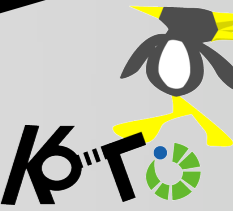


- 茨城県那珂郡東海村に建設されたJ-PARCでやります。
- 世界最大強度の陽子シンクロトロン加速器。
- 2010年エンジニアリングRun(実験装置の動作テスト)
- 2011年物理実験開始

ここでやります。

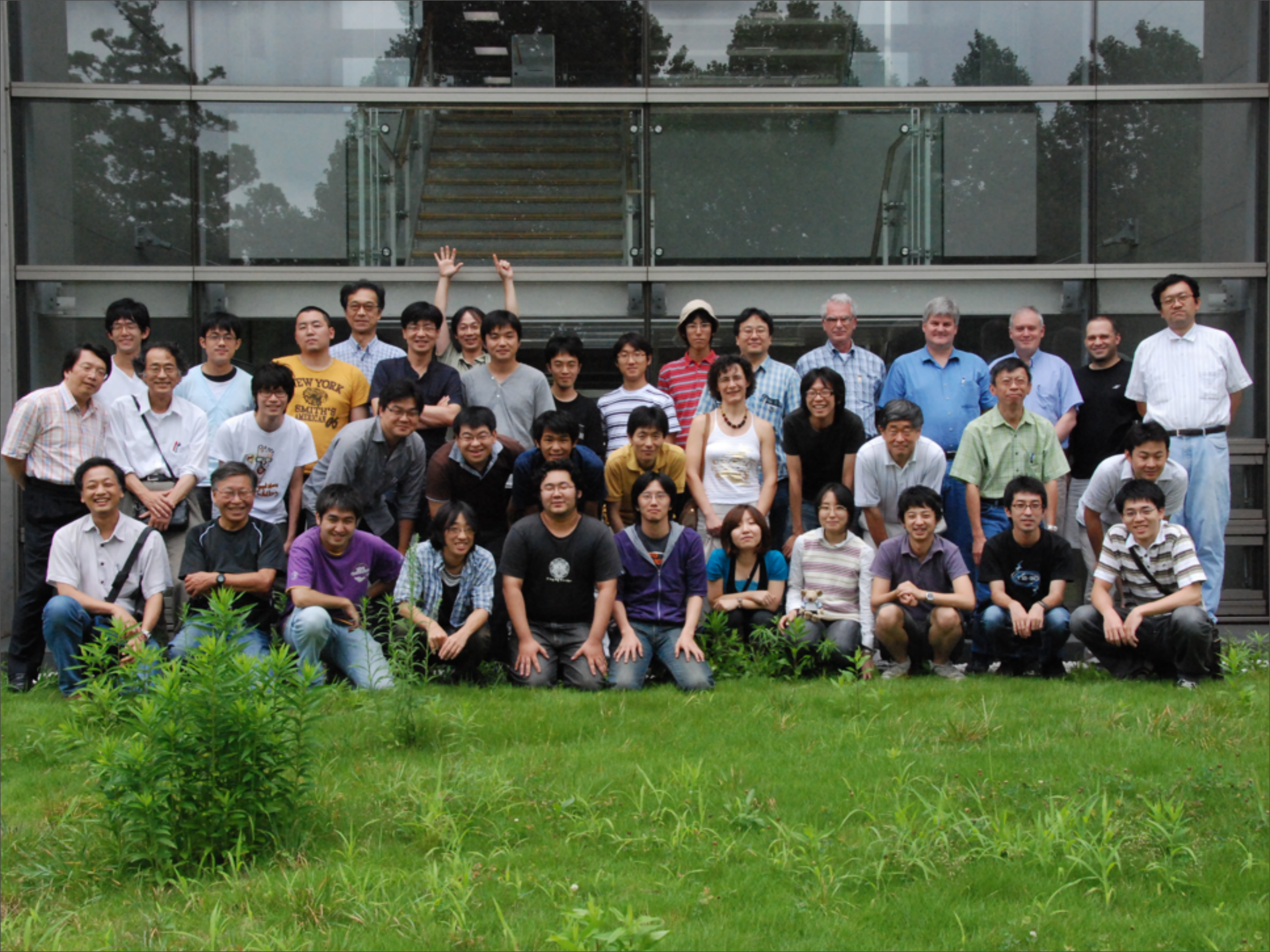


だれが

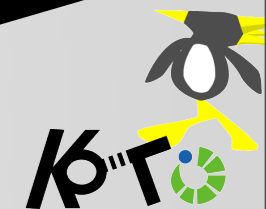


- 日本
京大、岡山大、阪大、佐賀大、防衛大、山形大、KEK
- 海外
 - アメリカ:アリゾナ大、シカゴ大
 - 韓国:ソウル市立大、チェジュ大、プサン大
 - その他:台湾、ロシアからも参加

日本を含め様々な研究機関が参加し、参加人数としては60人程度の日本主導で行われている国際共同実験。

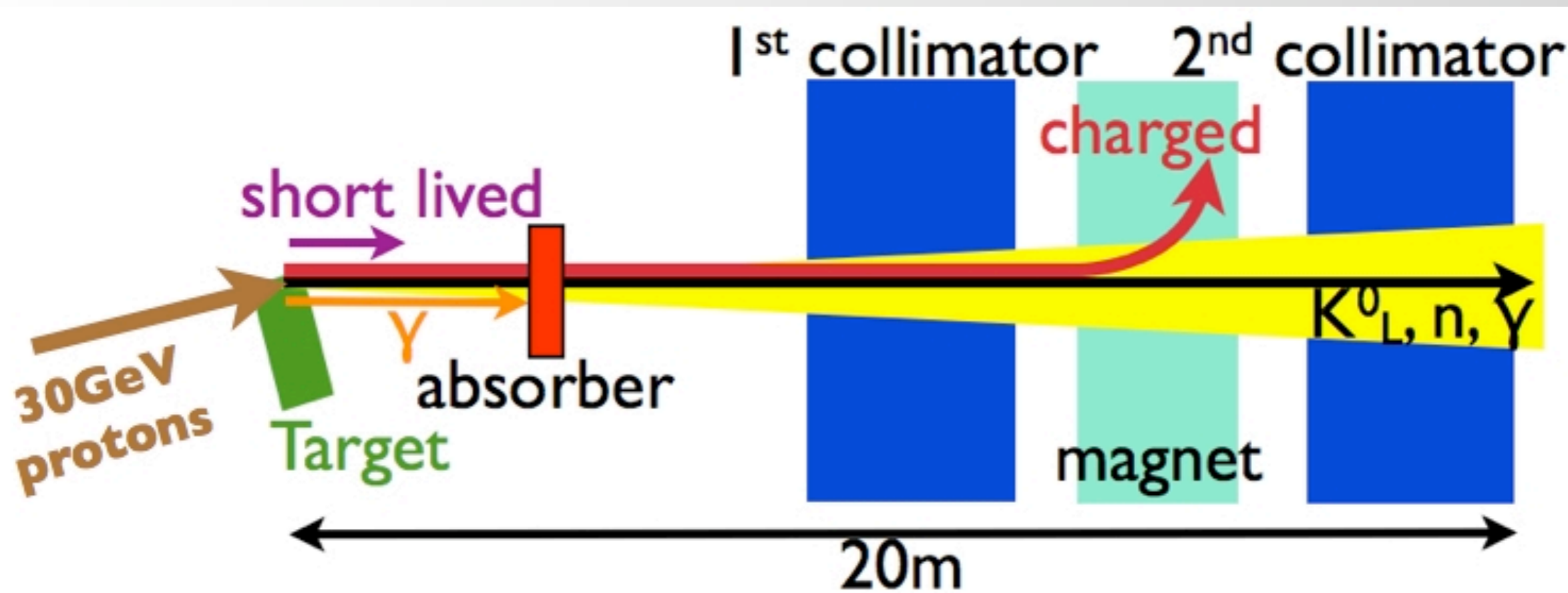
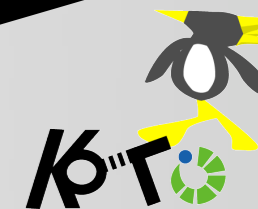


京大では...



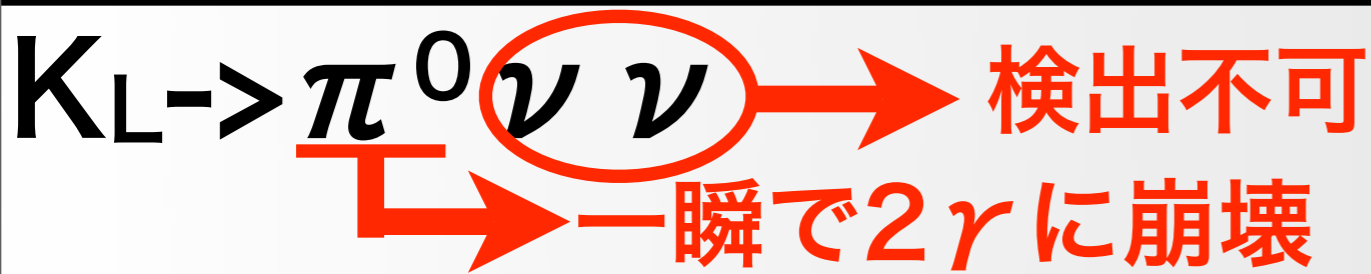
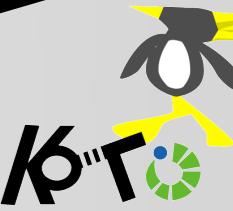
- スタッフ：南條
- 学生
 - D3：(森井)、塩見
 - D2：河崎、増田
 - D1：内藤、前田
 - M2：高橋(剛)

どうやって～kaon～の作り方

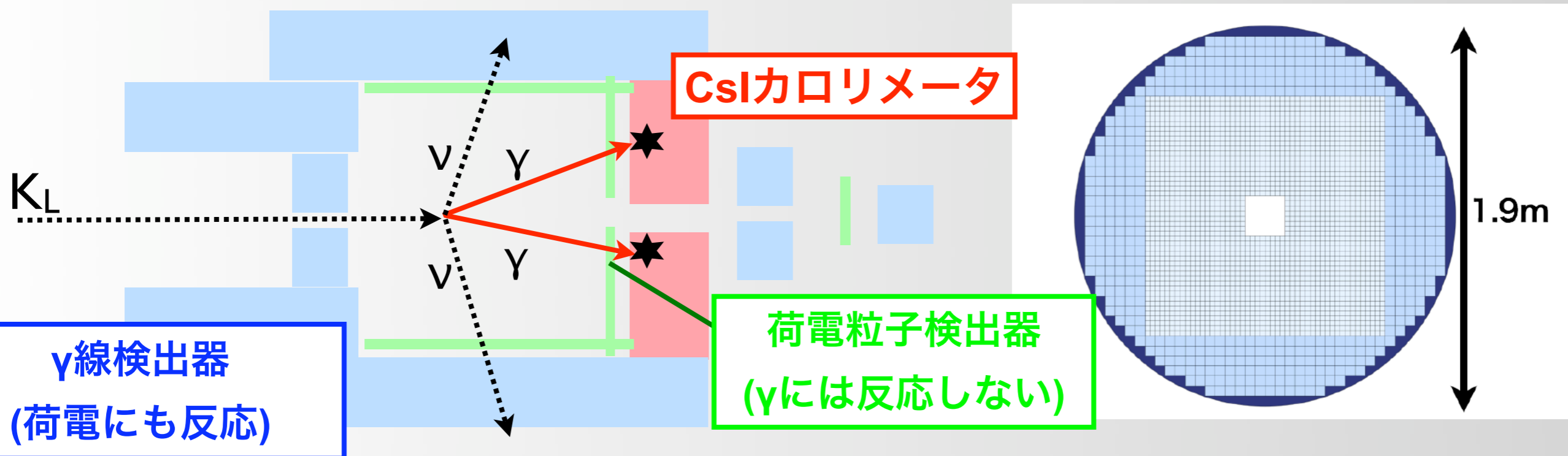


- 加速器から取り出した陽子をNiターゲットにぶつける
 - 陽子とNiの原子核が反応して色々な粒子を生成 ($\gamma, \pi, \eta, K, n, \Sigma \dots$)
 - 磁場で荷電粒子を曲げて荷電粒子を除去

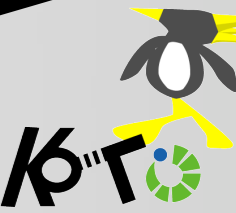
どうやって～検出原理1～



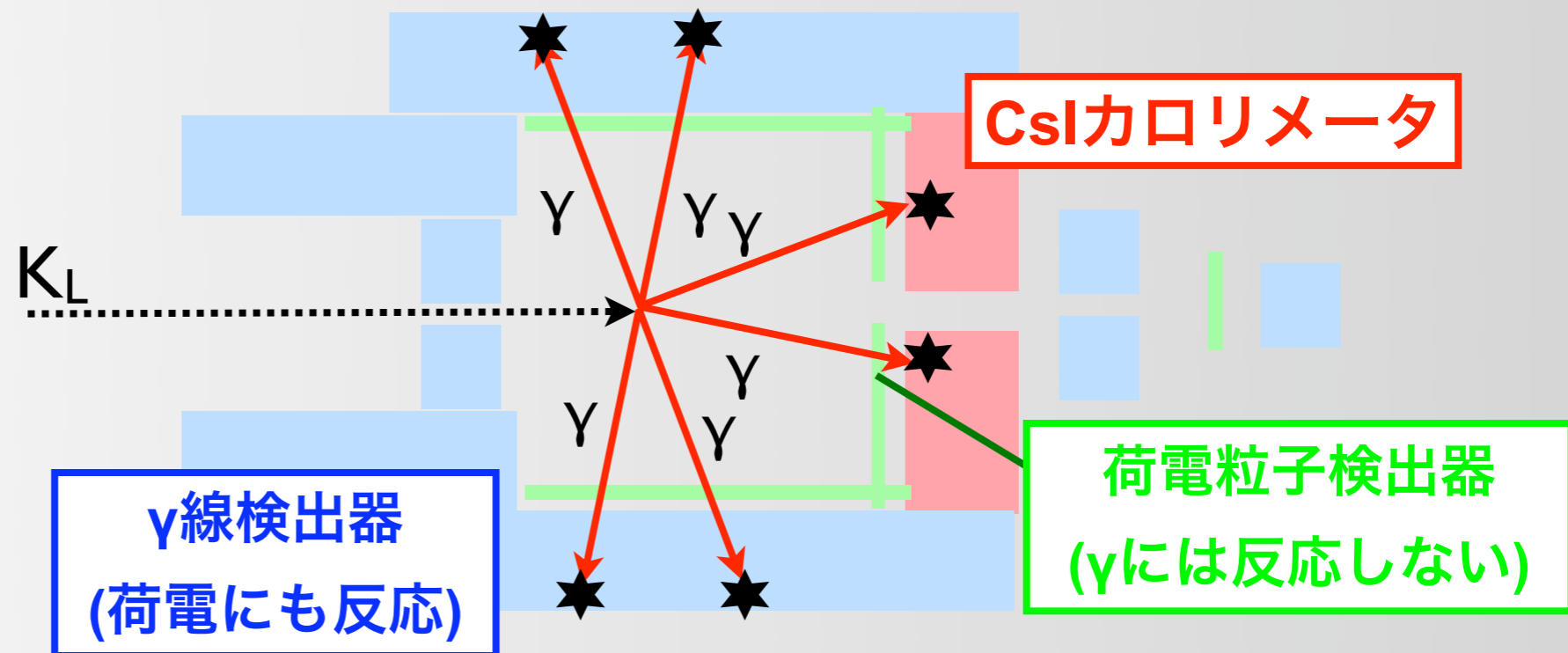
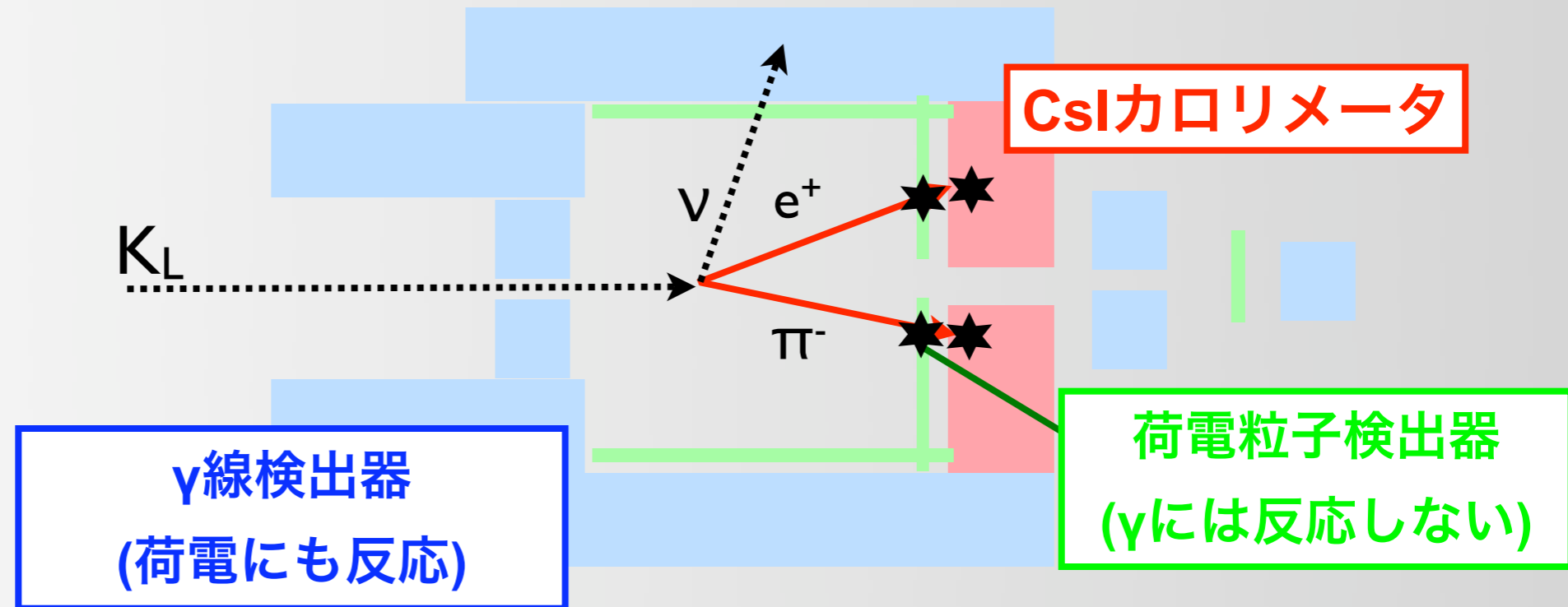
- γ はCsIカロリメータで位置とエネルギーを測定
→ π^0 の崩壊位置と横方向運動量を再構成してsignal判定
- 崩壊領域を全立体角Vetoで覆う
→ π^0 以外の粒子が存在しないことを保証
(次ページで説明)



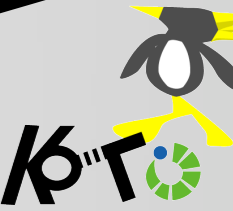
どうやって～検出原理2～



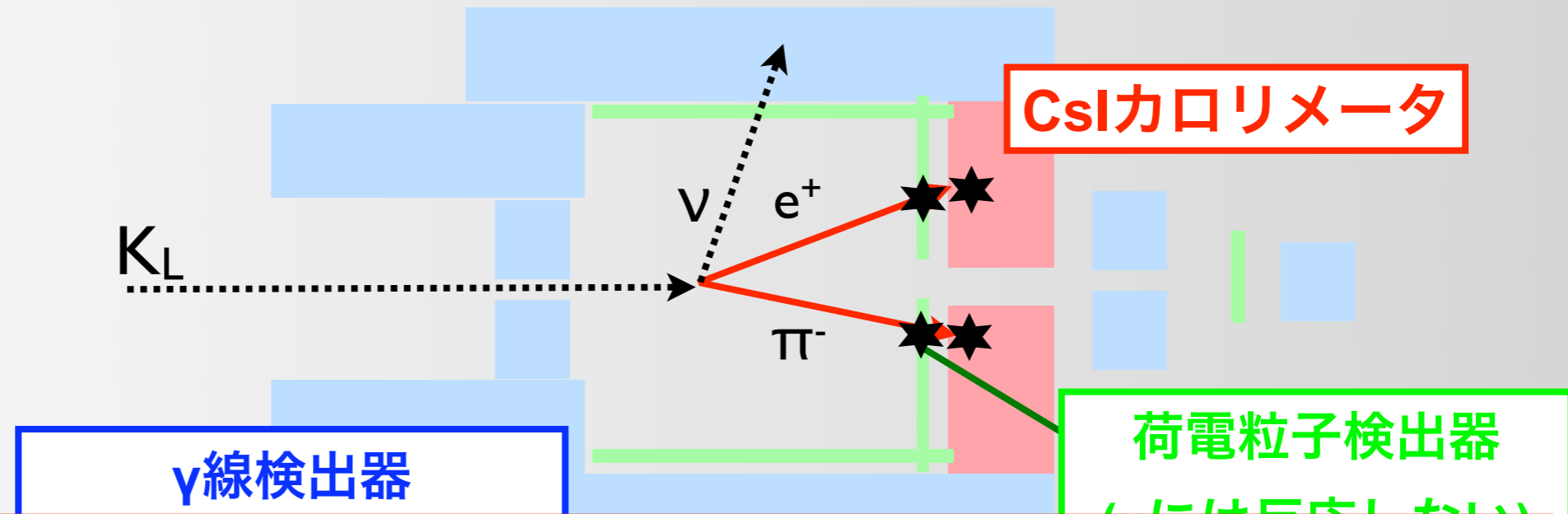
例えば...



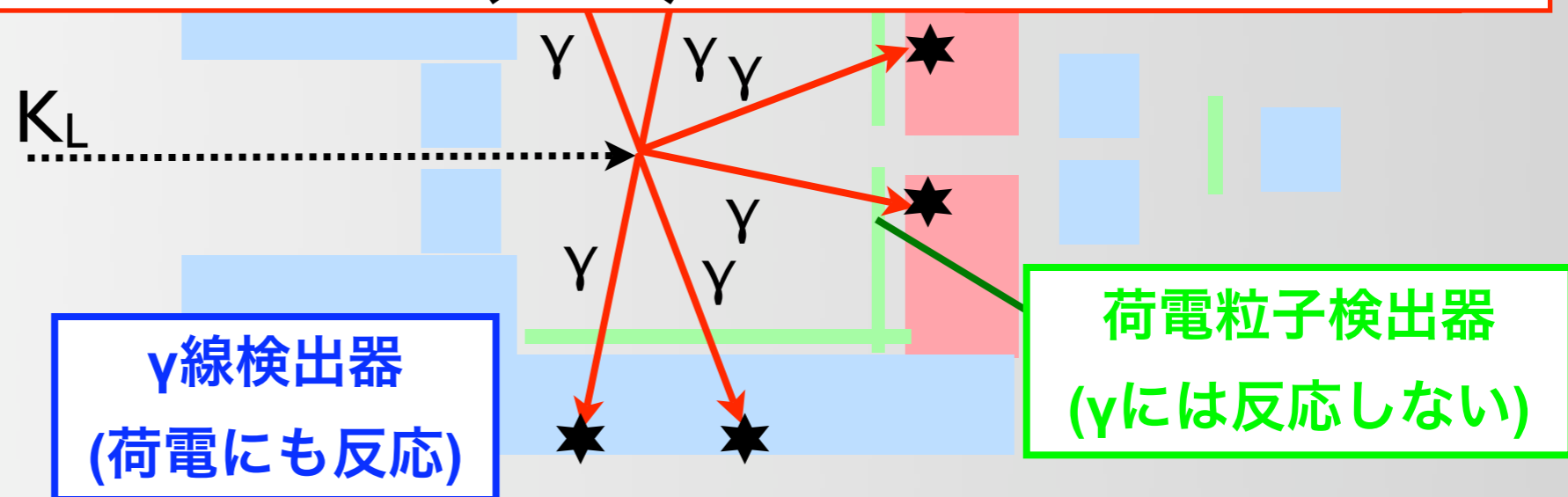
どうやって～検出原理2～



例えば...



CsIカロリメータ以外で信号を検出することで
見たい崩壊以外の事象 (BG) を排除する

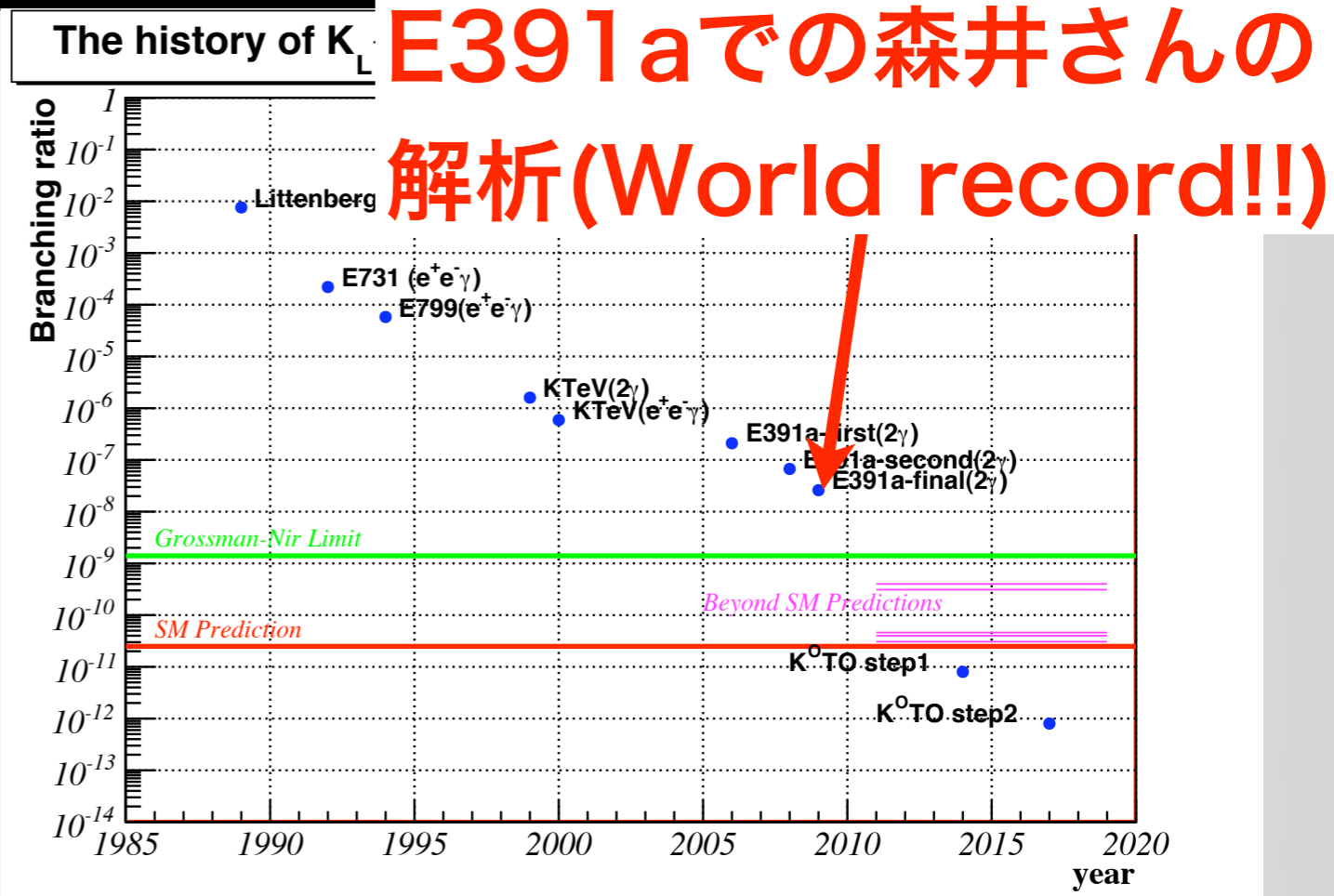


実験的困難



崩壊モード	分岐比
$K_L^0 \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu$	0.4053 ± 0.0015
$K_L^0 \rightarrow \pi^\pm \mu^\mp \nu$	0.2702 ± 0.0007
$K_L^0 \rightarrow 3\pi^0$	0.1956 ± 0.0014
$K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$	0.1256 ± 0.0005
$K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$	$(1.97 \pm 0.008) \times 10^{-3}$
$K_L^0 \rightarrow 2\pi^0$	$(8.69 \pm 0.04) \times 10^{-4}$
$K_L^0 \rightarrow 2\gamma$	$(5.48 \pm 0.05) \times 10^{-4}$
$K_L^0 \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$	$(2.49 \pm 0.39) \times 10^{-11}$

Table. 2.1 K_L^0 の主な崩壊モード



E391aでの森井さんの解析(World record!!)

- 崩壊事象を観測するに当たって邪魔な崩壊事象がありすぎる
- 非常に稀な事象なので観測が難しい。
- 生涯で隕石に当たる確率 $\sim 10^{-10}$
- この世にDNAが完全に一致する人間が存在する確率 $\sim 10^{-11}$
(簡単に見つかったけど)

K中間子グループ 2009 → 2010の活動

Maeda Yosuke (D1)



Maeda Yosuke, Kyoto University



K^oTO実験のこれまでの流れ



J-PARC K^oTO experiment

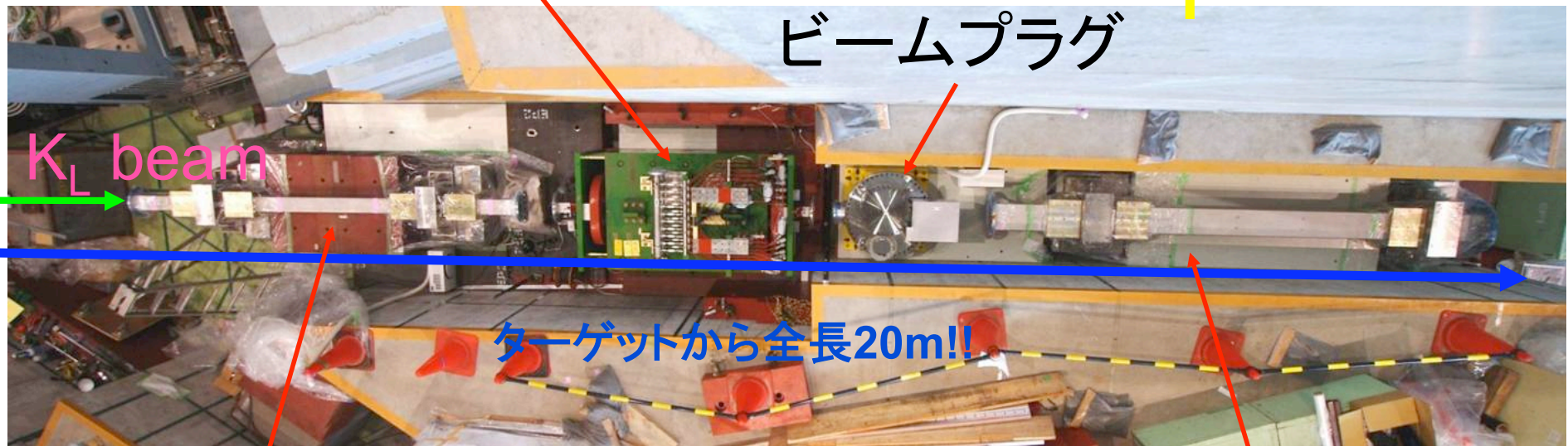
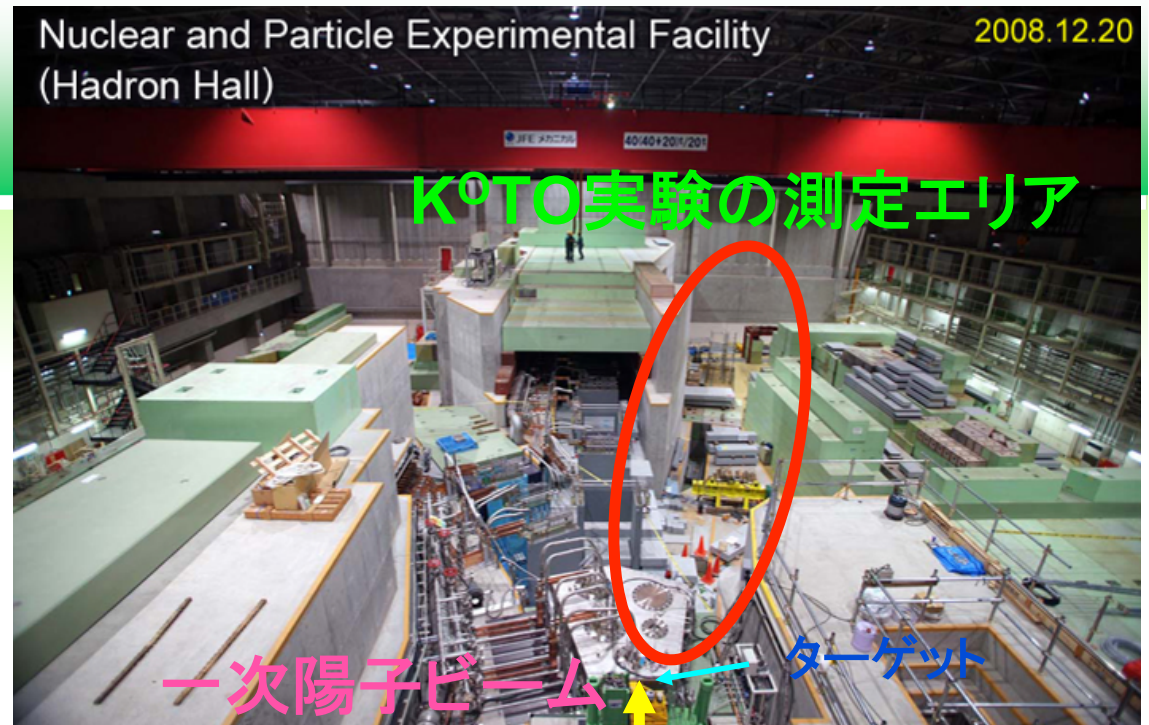
- ◇ ~2008 J-PARC建設完了
- ◇ 2009年 KLビームライン建設(~9月)
→ ビームサーベイ実験!!(10月~2月)



KLビームライン

- ◇ ~2008 : デザイン
- ◇ 2009年秋完成

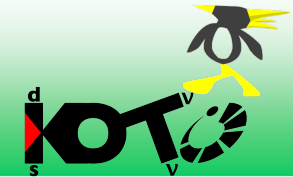
sweeping magnet



1st コリメータ

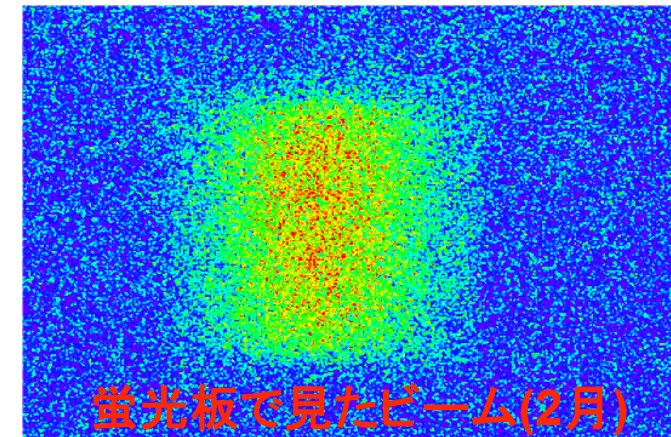
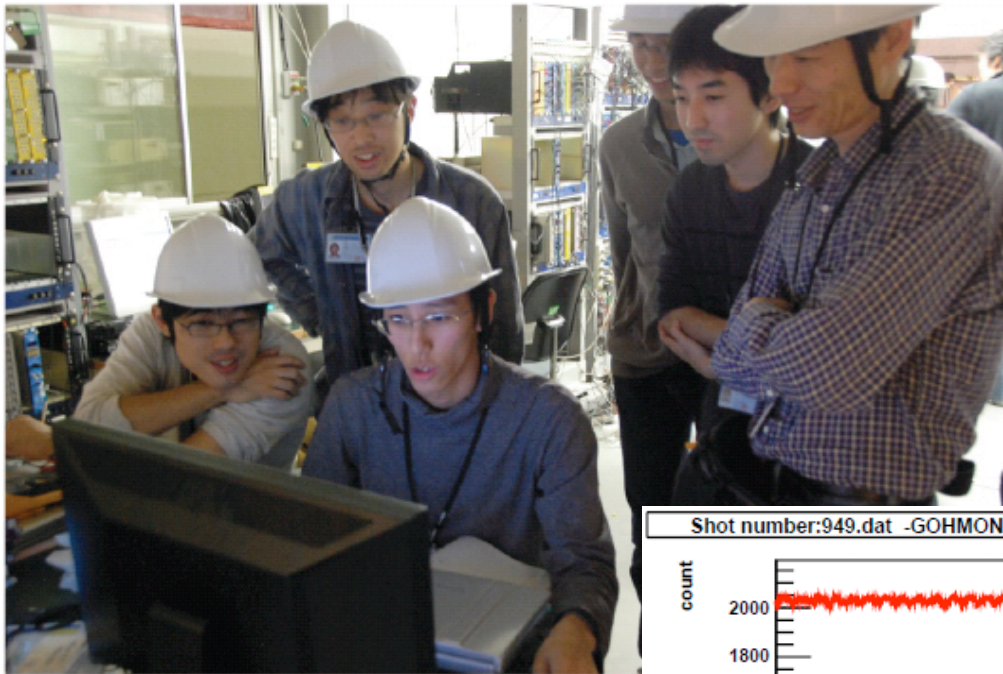
2nd コリメータ

ビームサーベイ実験

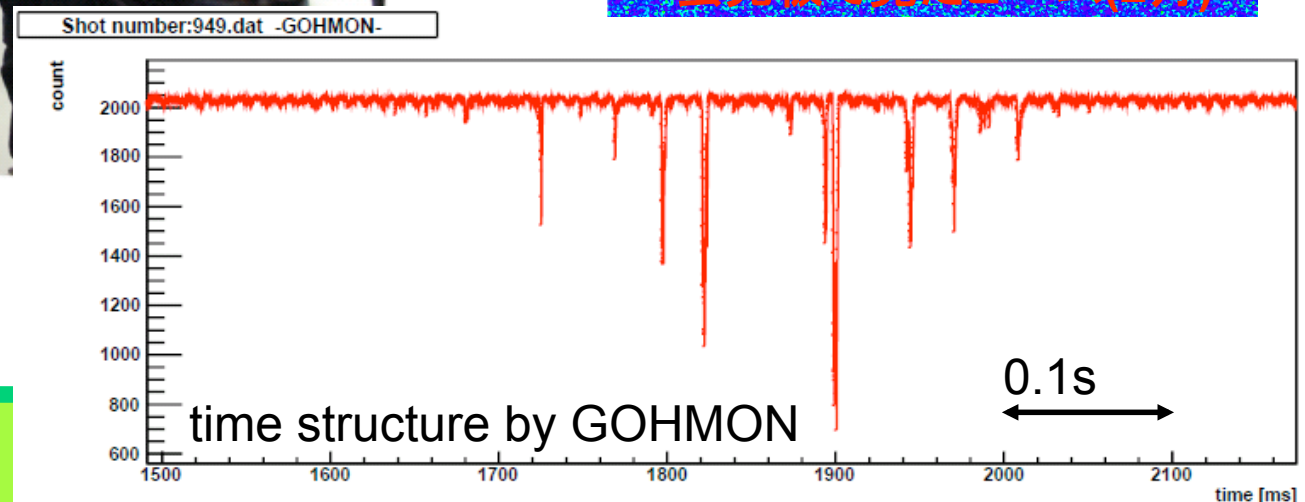


J-PARC K⁰TO experiment

- ◇ K中間子がちゃんと生成しているかをチェック
- ◇ 半年弱, 東海に滞在して京都グループが中心となって実験を進めてきた.



first beam to KL beamline
22:20 JST 22 Oct, 2009



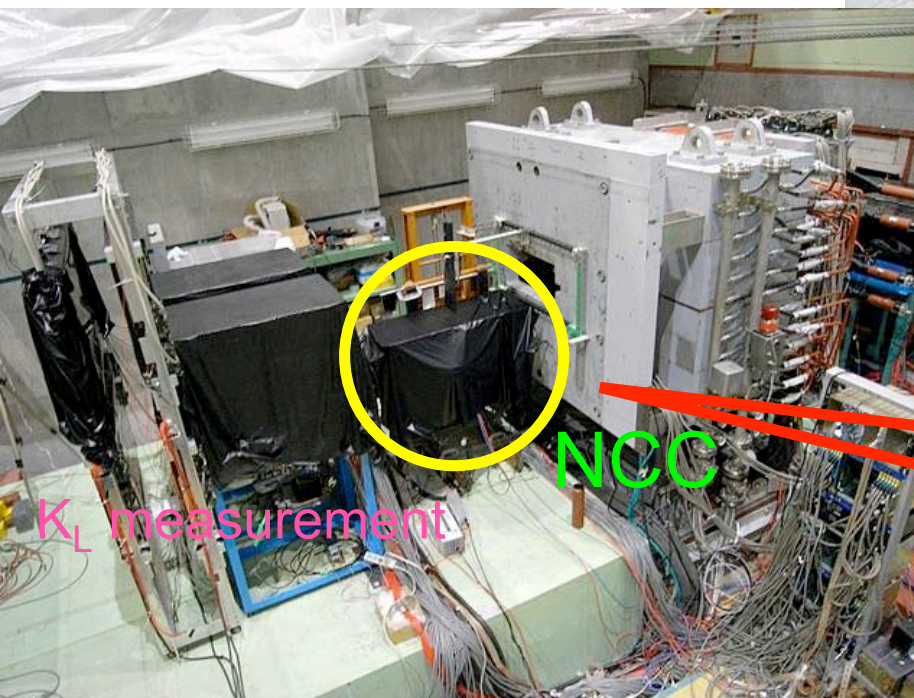
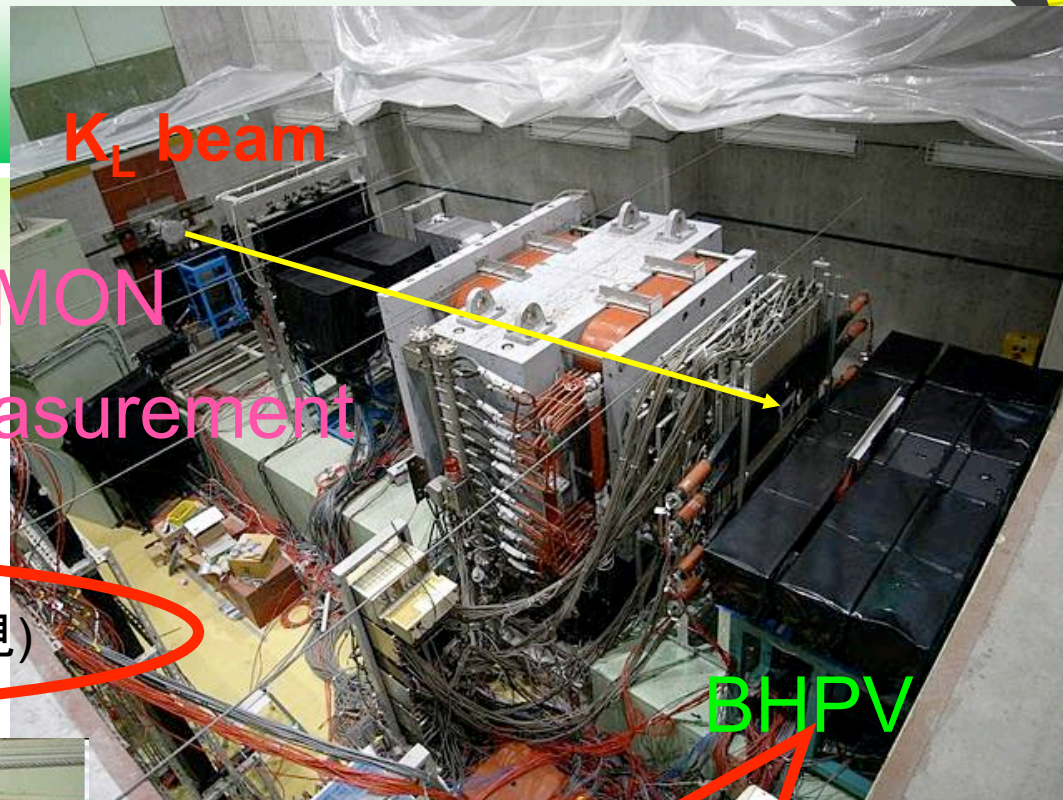
19th, Apr, 2010

検出器たち

ビームの
形状を測定
(剛)

GOHMON
 K_L measurement

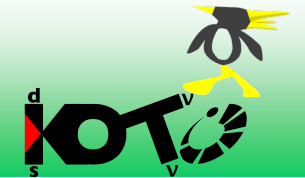
K中間子の数を測定(塩見)



本実験で用いる検出器の動作確認(前田)

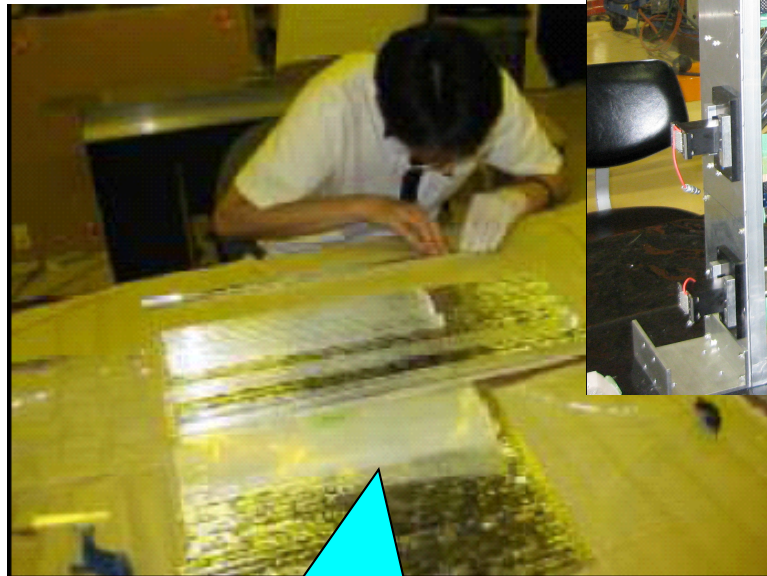
ビーム周りの中性子を測定(河崎)

検出器の作成

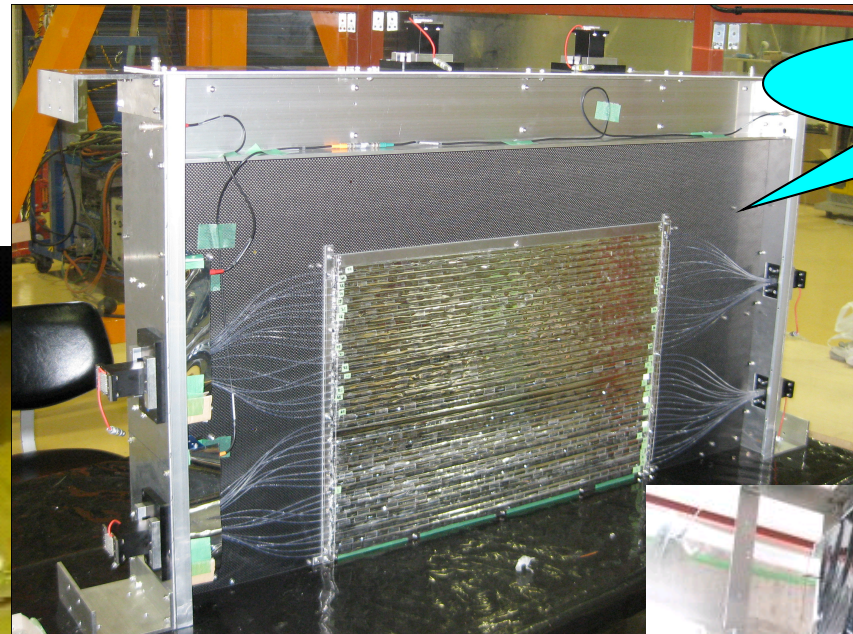


J-PARC K^oTO experiment

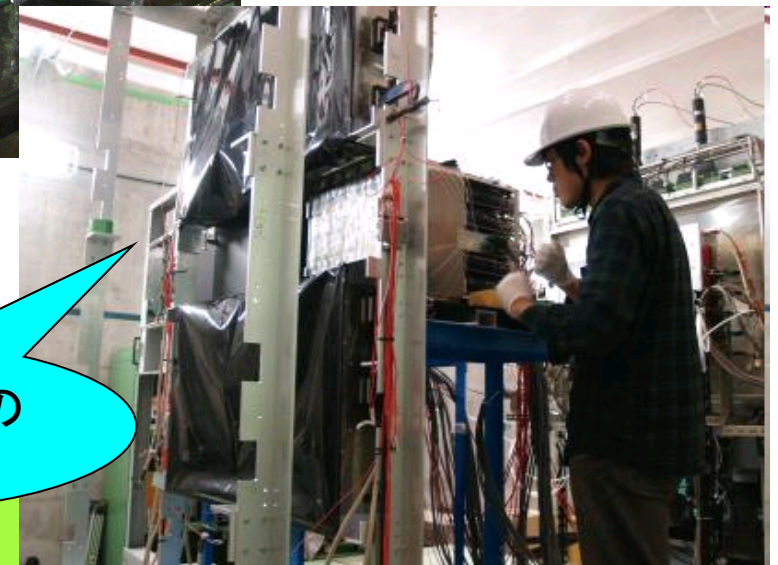
◇それぞれがシミュレーションによるデザイン, 素材の選定, 図面引きから組み立てまで行ってきた。



全400本のシンチレータバーを作成



組み立て完了

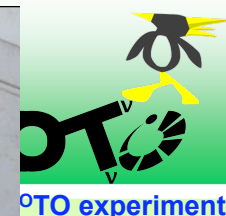
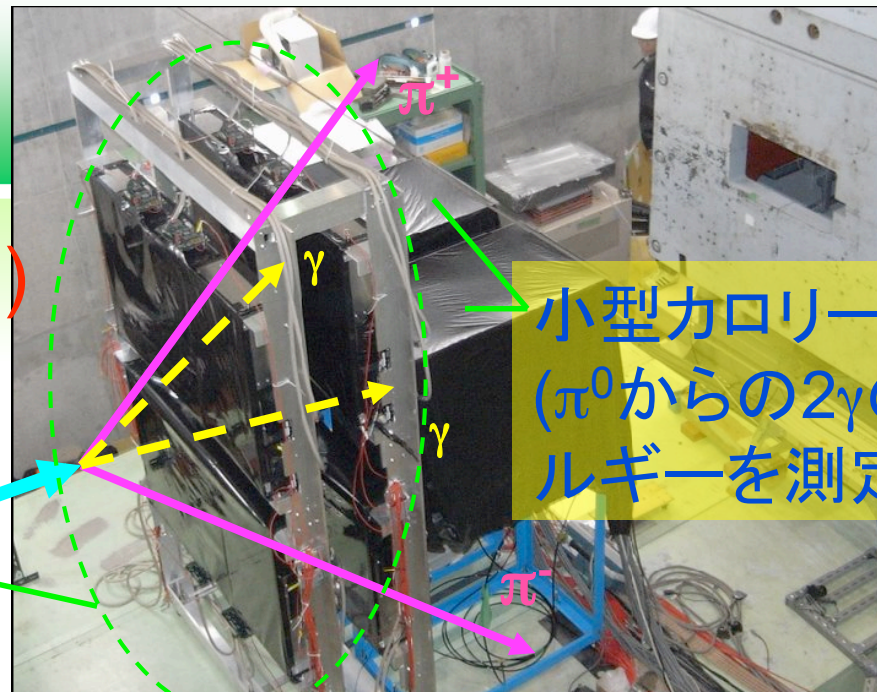


実験エリアへのインストール

K_L measurement

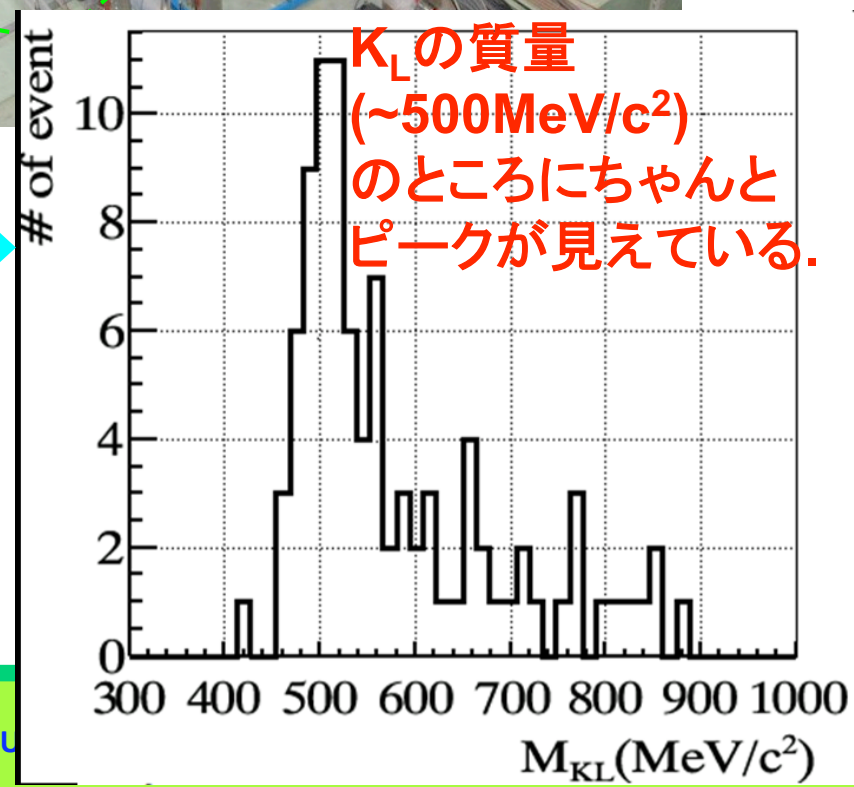
$K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$ (分岐比 $\sim 13\%$)
を捕らえる

シンチレータホドスコープ
(長細いシンチレータをたくさん並べて、どこにあたったかで $\pi^+ \pi^-$ が通った場所を測定)



測定結果...

◇ビーム中のK中間子を捕らえることに成功!!



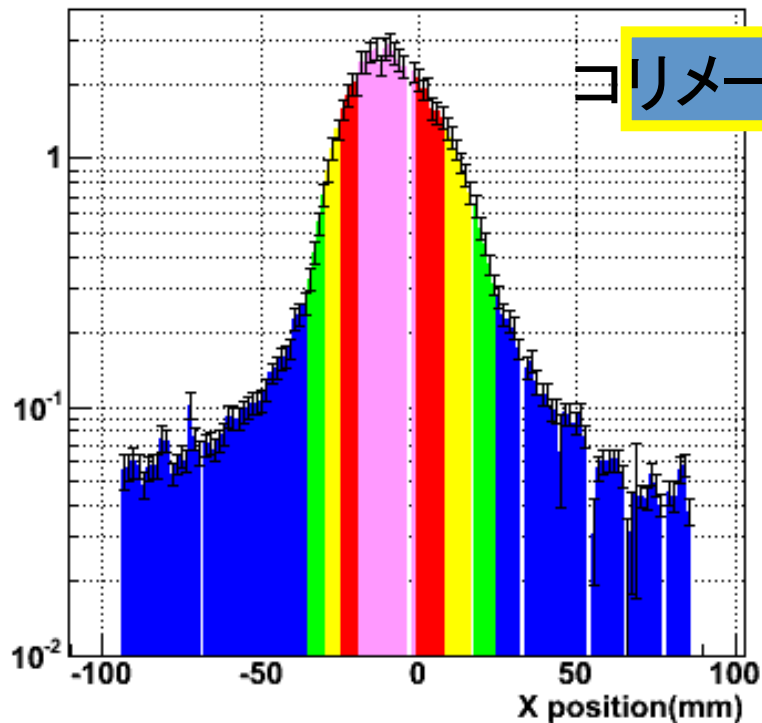
GOHMONによるビーム形状測定



- ◇ Graphical Online High-flux beam MONitor
= ショットごとのビームの形状を
即座に表示.

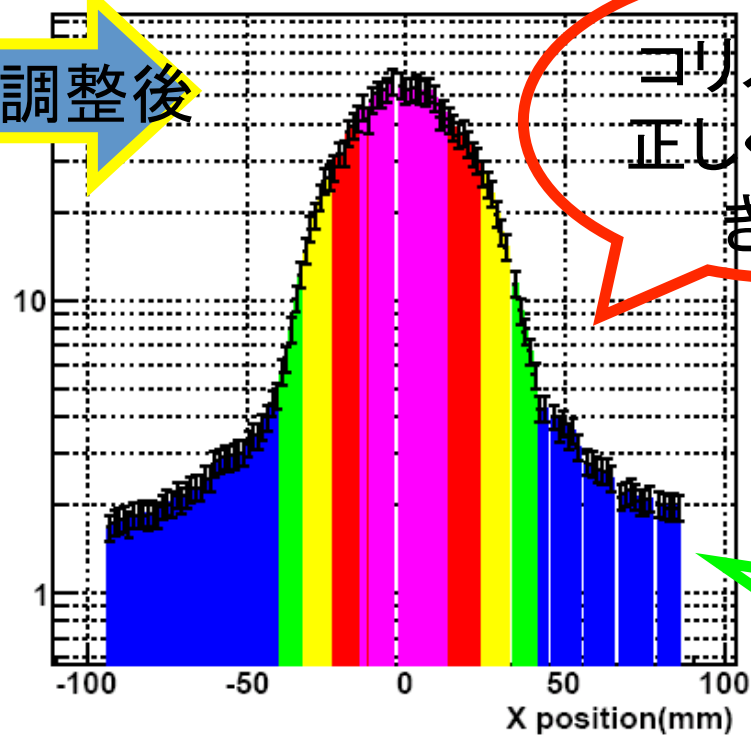


X-profile



コリメータ調整後

X-profile



コリメータを
正しく調整で
きた!!

論文
執筆中
8/14

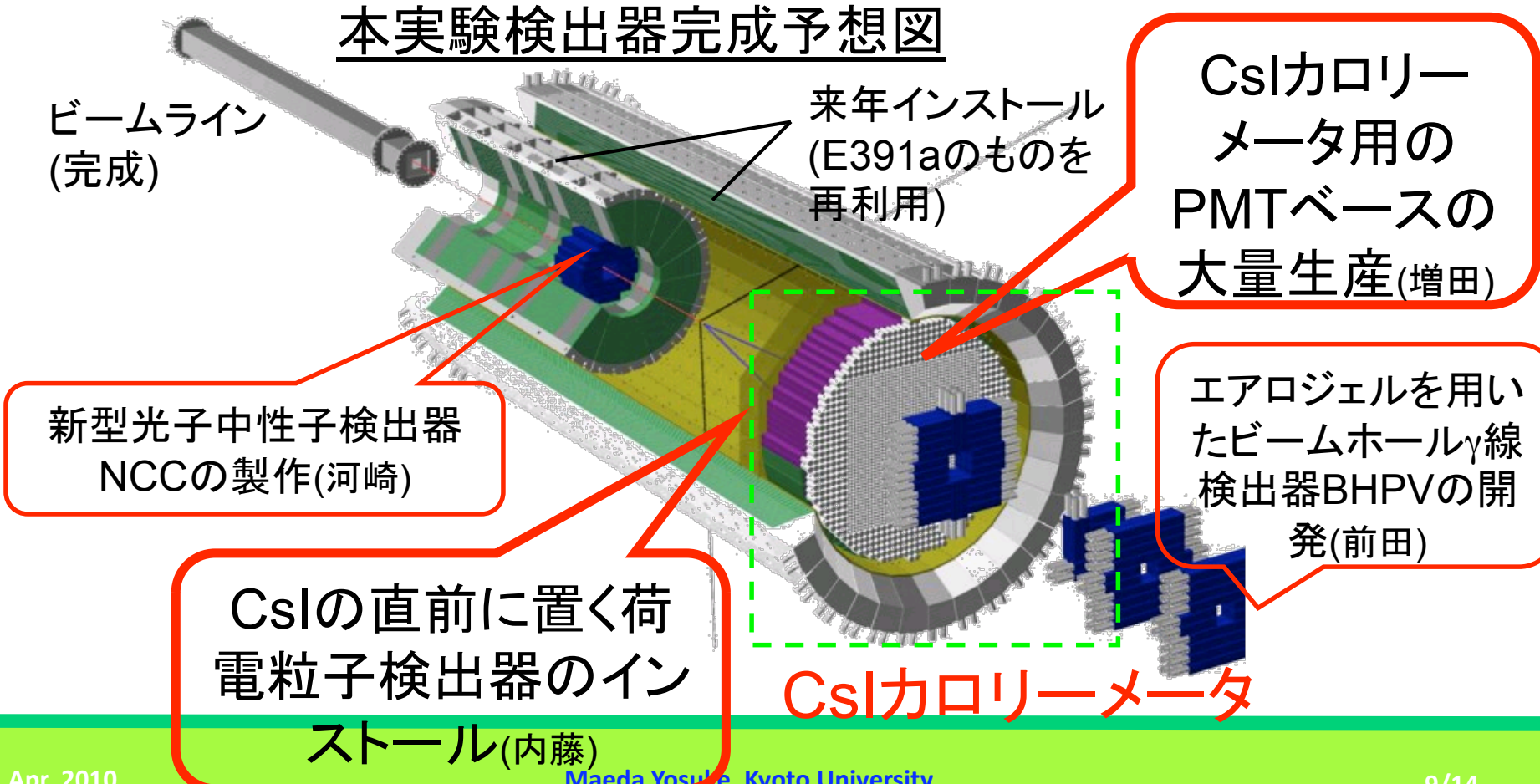
2010年とその先



J-PARC K⁰TO experiment

- ◇ビームラインに大きな問題はないことを確認。
→検出器を建設していく

本実験検出器完成予想図



ビームライン
(完成)

来年インストール
(E391aのものを
再利用)

CsIカロリ
メータ用の
PMTベースの
大量生産(増田)

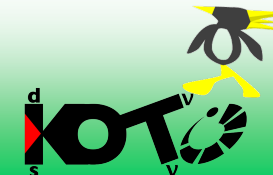
新型光子中性子検出器
NCCの製作(河崎)

エアロジェルを用い
たビームホール γ 線
検出器BHPVの開
発(前田)

CsIの直前に置く荷
電粒子検出器のイン
ストール(内藤)

CsIカロリメータ

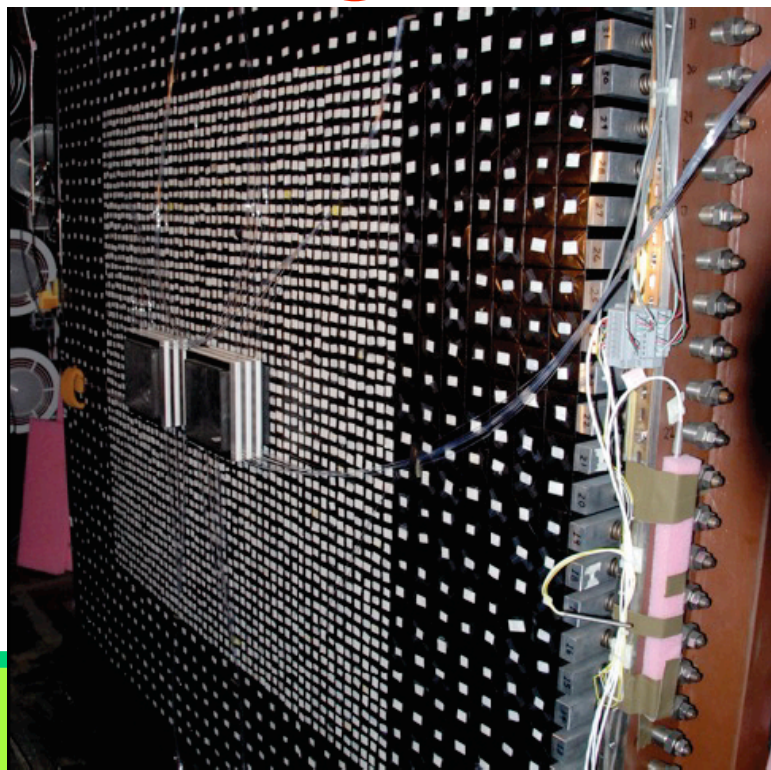
今年のハイライト



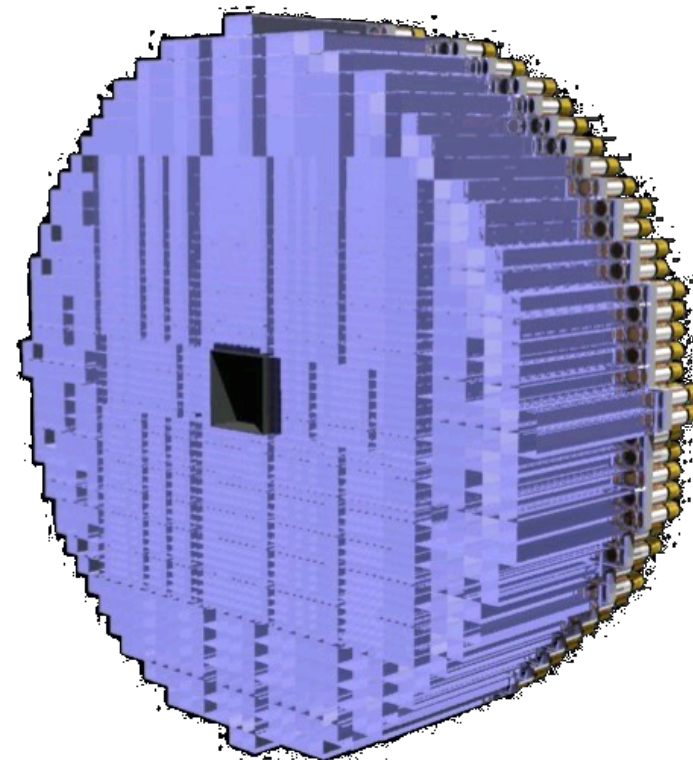
J-PARC K⁰TO experiment

- ◇ 2010 = メインのCsIカロリメータを建設
 - ◇ 米国Fermilabから輸送した約3000本のカロリメータをつんでいく
 - ◇ 秋のビームタイムで動作確認

KTeV実験@米国Fermilab



日本へ輸送
(2008年完了)



5月下旬からスタッキング開始!!

M1のみなさんの活躍の場



J-PARC K⁰TO experiment

2010 CsIエンジニアリング

カロリメータ建設

検出器R&D (バレル検出器upgrade, CsI下流の検出器, ビームモニター検出器等)

→検出器の「責任者」として, 主体的に活躍していける!!

2011 物理ラン

各検出器インストール

検出器の性能評価, 初期のデータを使った物理解析

→標準理論を越えた, "new physics"の見える領域へ!!

2012~

シグナル発見に向け, データをためていく

K⁰TO実験は今が立ち上げのおもしろい時期.

一緒に研究しましょう!!

◇ regular meetings (@318)

◇ weekly meeting (京都メンバー+野村さん, 笹尾さん)

- ◇ 今年から月曜 18:00~ (最近は1~2時間)

- ◇ 普段の研究の成果を各自が発表し, 問題点や今後の方針を議論します.

◇ video meeting / DAQ meeting (コラボレータ全員)

- ◇ 金曜 9:00~ (1~2時間)

- ◇ 実験全体にかかわる研究内容がある場合にはここで発表します.

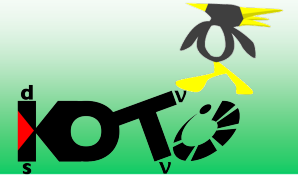
- ◇ 海外のコラボレータも繋ぐので英語です.

◇ ビームサーベイミーティング (ビームサーベイ関係者)

- ◇ 水曜 9:30~ (1~2時間)

- ◇ 現在はビームサーベイの解析状況の報告.

京都外でのミーティング



J-PARC K^oTO experiment

◇もう少し規模の大きなミーティング

◇JUM (Japan University Meeting)

- ◇大体月に1回, どこかの週末1日
- ◇場所: 京大, 阪大, KEK等
- ◇日本の研究機関のメンバーが集まり, 日本語で各自のある程度まとまった成果を報告し, 実験の流れを議論します.

◇collaboration meeting

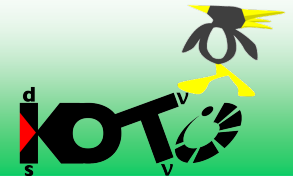
- ◇年1~2回, 3日間
- ◇場所: KEK(唯一解)
- ◇コラボレータ全員が集まり, 各自の状況について報告しあいます. もちろん英語です.

次回は
5月27-30日!!

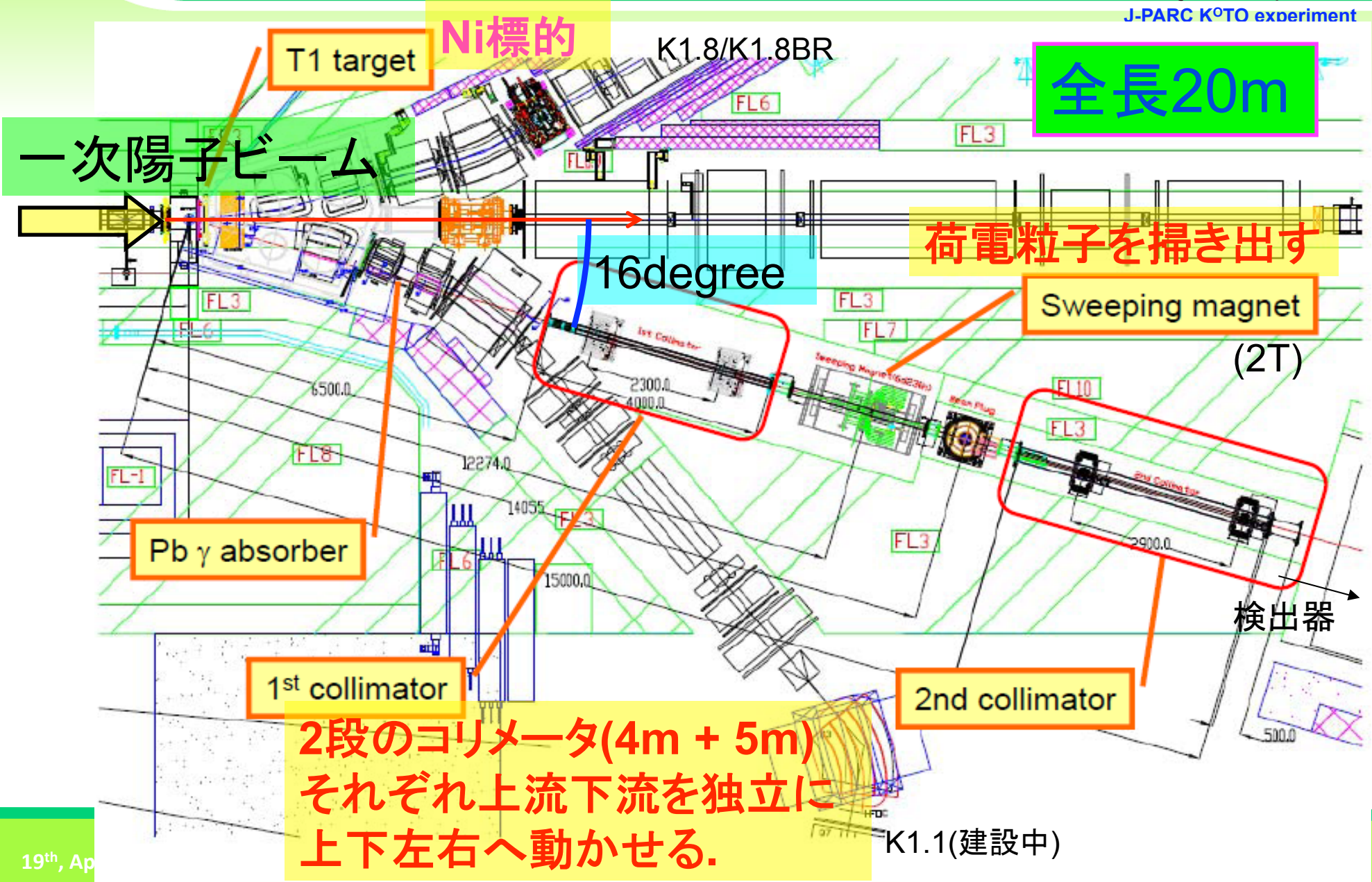


マンセー
100歳!!

中性ビームライン



J-PARC K⁰TO experiment



T1 target Ni標的

K1.8/K1.8BR

全長20m

一次陽子ビーム

荷電粒子を掃き出す

Sweeping magnet (2T)

16degree

Pb γ absorber

1st collimator

2nd collimator

検出器

2段のコリメータ(4m + 5m)
それぞれ上流下流を独立に
上下左右へ動かせる。

K1.1(建設中)