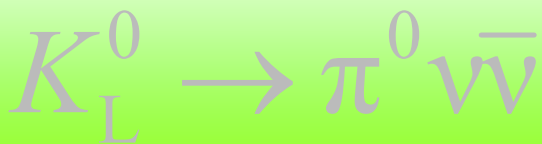


K⁰TO実験 KLビームラインの ビーム粒子の測定

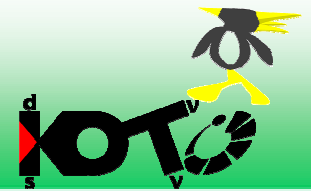
京大理, 岡山大^A, KEK^B, 山形大^C, 佐賀大^D

前田陽祐, 笹尾登^A, 野村正^B, 田島靖久^C, 南條創, 下川哲司^D,
塩見公志, 河崎直樹, 増田孝彦, 内藤大地, 高橋剛, 佐々木未来^C
他 K⁰TO Collaboration

日本物理学会 第66回年次大会 発表資料



K^0 TO実験と $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊



J-PARC K^0 TO experiment

◇ direct CP violation

◇ $\text{Br} \propto \eta^2$

◇ clean process

◇ 理論からくる不定性は 数%

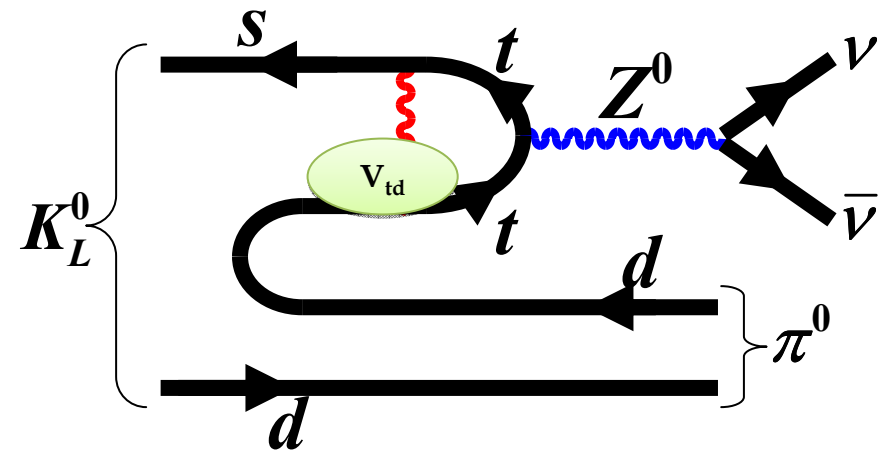
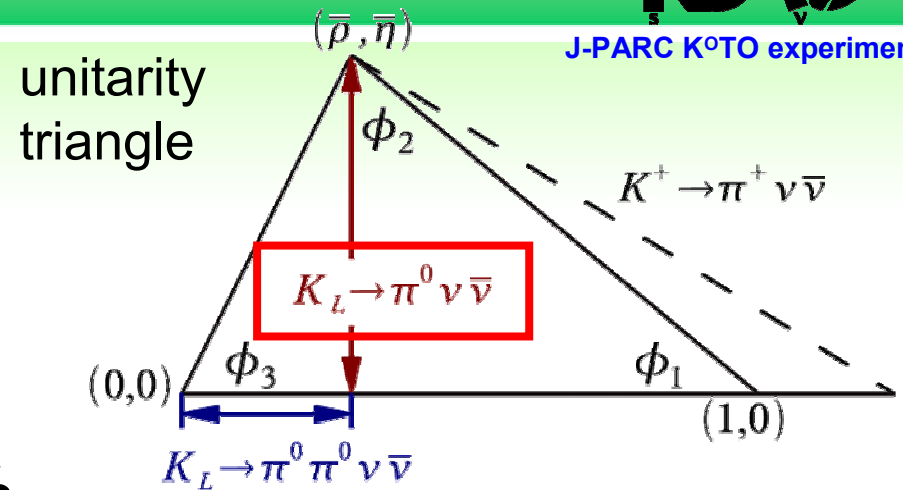
◇ probe of new physics

◇ ループを含んだ崩壊

→ 標準理論の検証,
新物理の探索

◇ K^0 TO実験 @J-PARCハドロン実験施設

◇ 世界初の崩壊事象の探索を目指す.

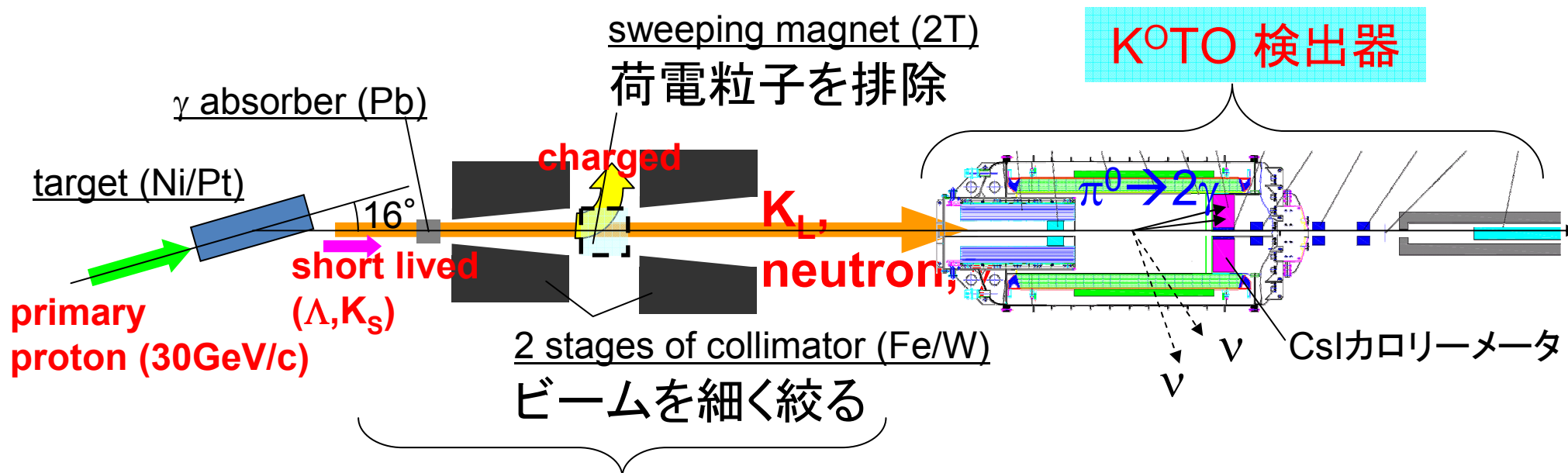


neutral K_L beam



J-PARC K⁰T⁰ experiment

- ◇ Ni / Pt ターゲットからの二次粒子を細く絞り、 K_L ビームを生成
 - K_L の他に中性子や γ がビーム中に残存
- ◇ $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊では、観測出来る変数が少ない
 - ビームの性質をよく理解出来ていることが重要



実際のビームライン



◇ 2009年9月完成

◇ 全長20m, 立体角 $7.8\mu\text{str}$

◇ビームについてチェックすべき項目

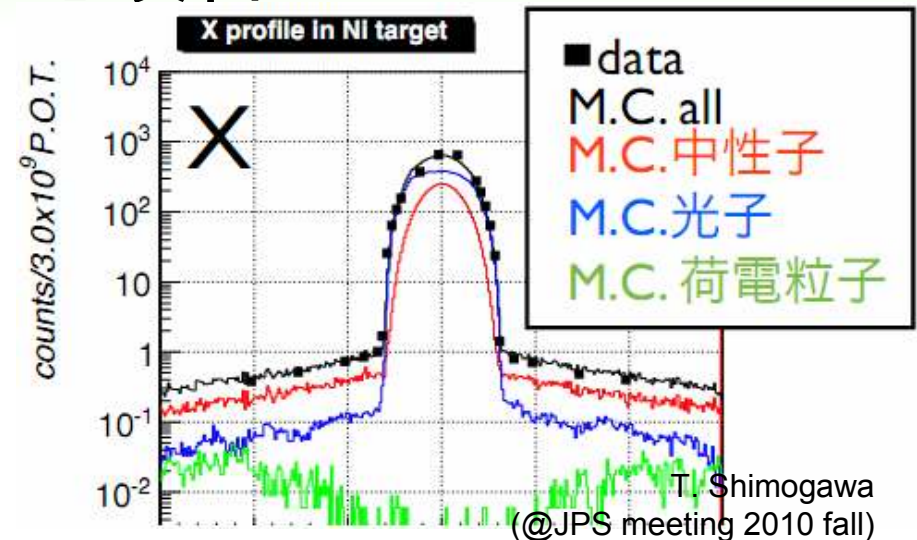
◇ K_L 中間子生成数
- プロポーザルの2.3倍

◇ビーム形状 \longrightarrow

◇その他のビーム粒子の
フラックス, エネルギー

\rightarrow 特にバックグラウンドとなるビーム周りに存在する中性子(ハロー中性子)の理解のための重要な情報

\rightarrow 本研究ではビーム γ の測定に焦点を当てる

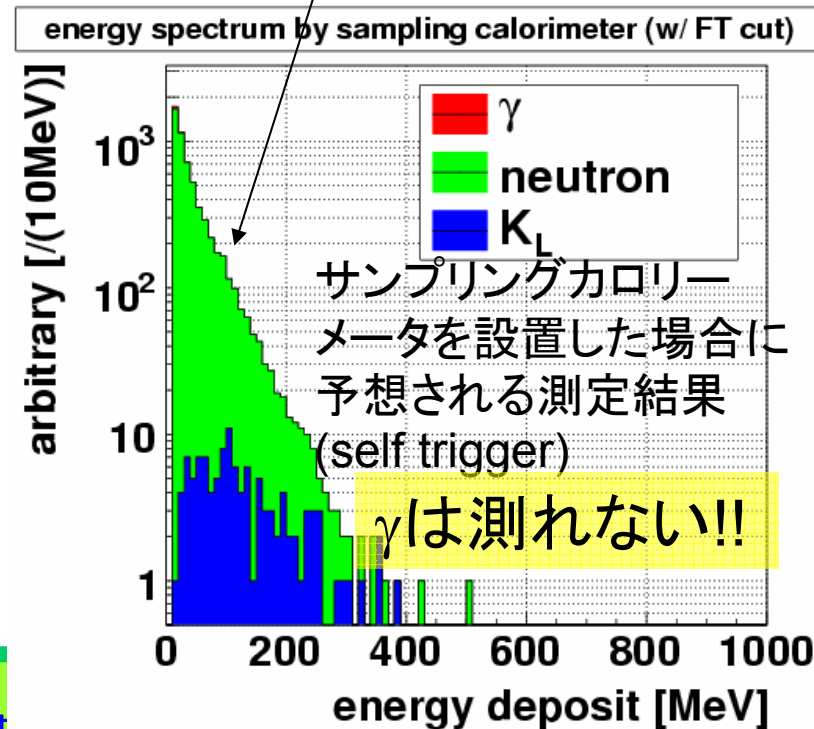
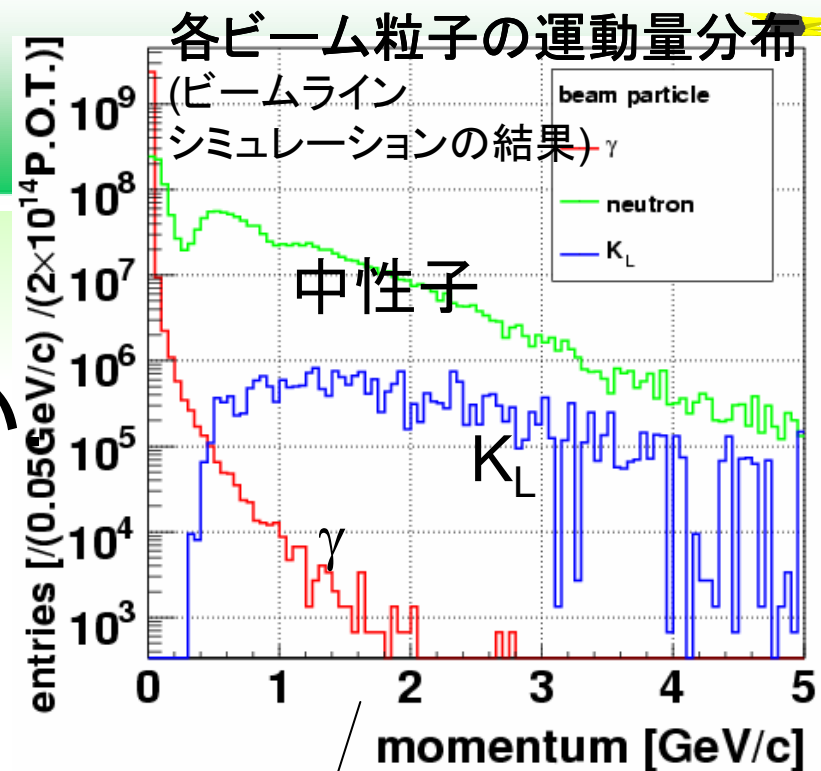


測定の手法

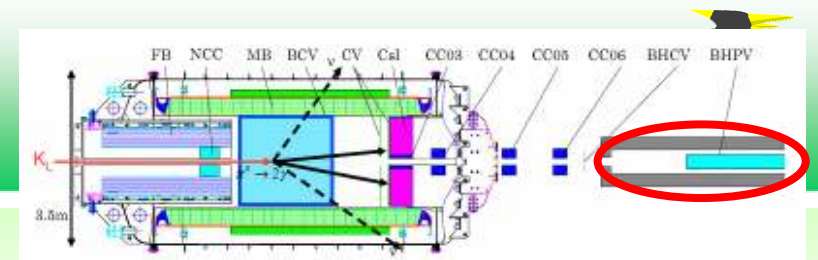
- ◇膨大な数の中性子の中から、 γ をより分けなければならない
 → γ -tagger + calorimeter

中性子を効率よく排除
 → エアロジェルCerenkov
 カウンター (BHPV, 次項)

- ◇アクシデンタルヒットによる
 パイルアップを軽減
 → 100Wの低強度ビームで
 測定を行う(通常3kW)



検出器 & 測定setup



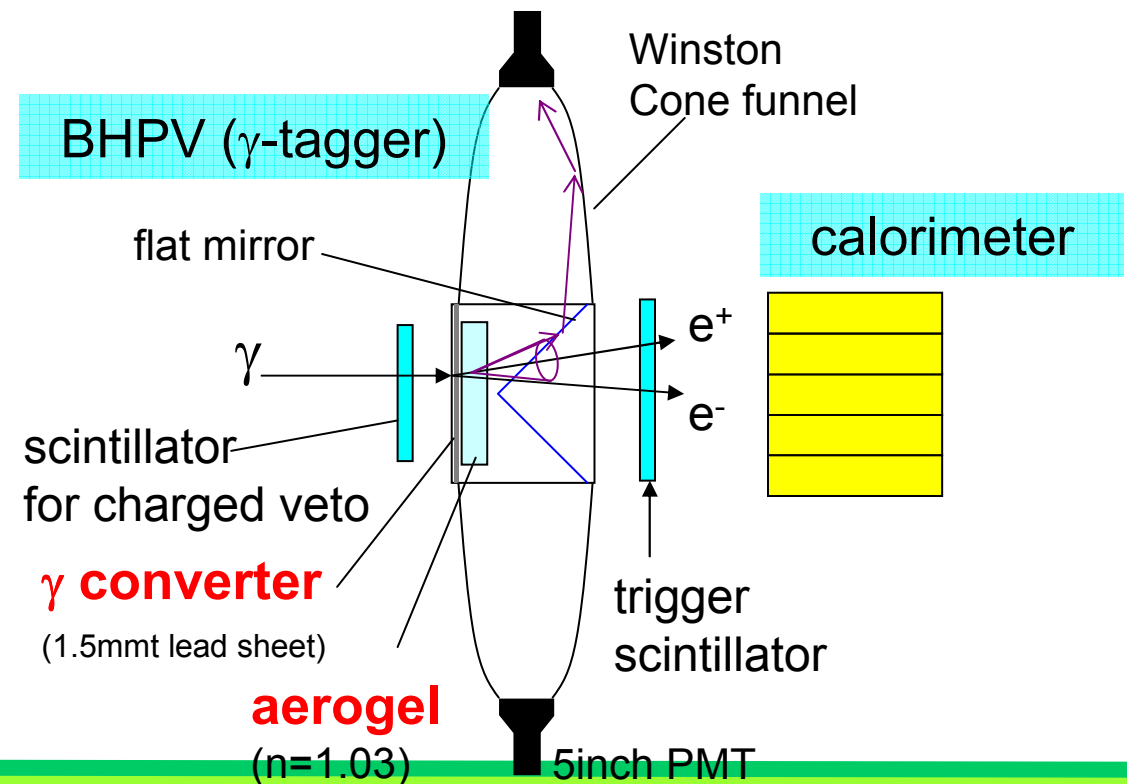
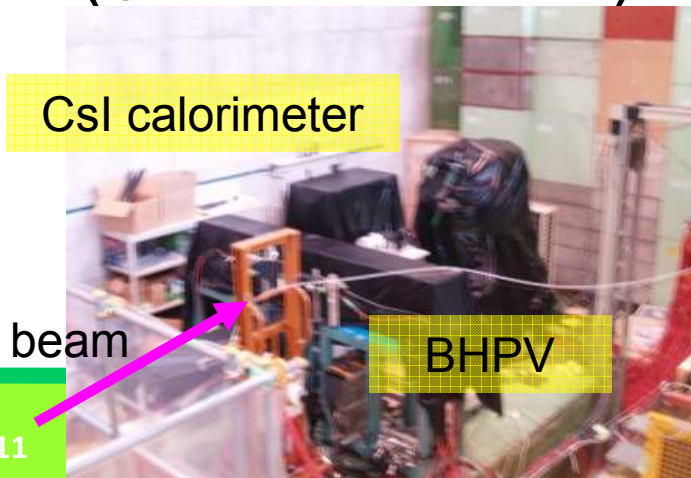
◇ Beam Hole Photon Veto検出器(BHPV)

- ◇ 本実験で用いる, In-Beamの γ 検出器
- ◇ 鉛 γ コンバーター + エアロジェルによる Cerenkov閾値型検出器
→ 中性子に不感



◇ calorimeter

- ◇ 5x5のpure CsI結晶
(各 $7\text{cm}^2 \times 30\text{cm}$)



expected performance

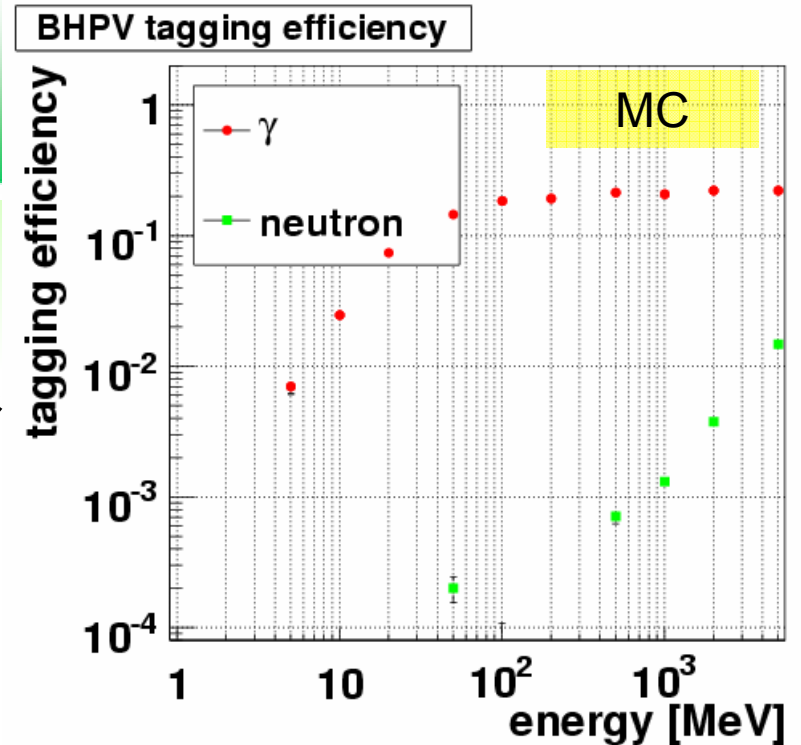
◇ γ tagging efficiency

◇ 単色のエネルギーの γ /中性子でシミュレーション

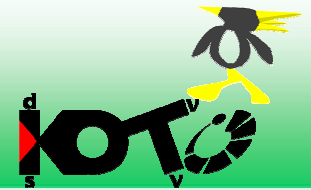
◇ トリガー条件：
(BHPV 1pe以上)
&& (hit in trigger scintillator)

→ ~50MeV以上の γ をエネルギーに依らず約15%の効率でtag出来る

◇ 中性子をトリガーする確率は γ に比べて1桁以上小さい



BHPV performance

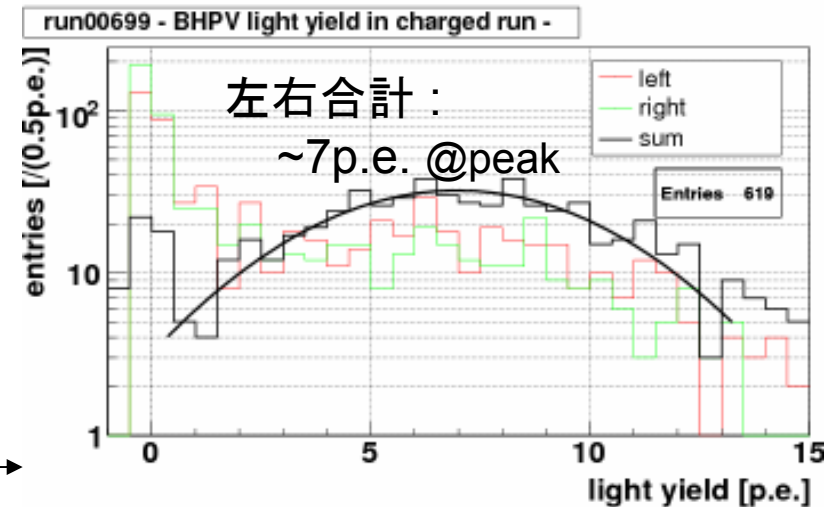
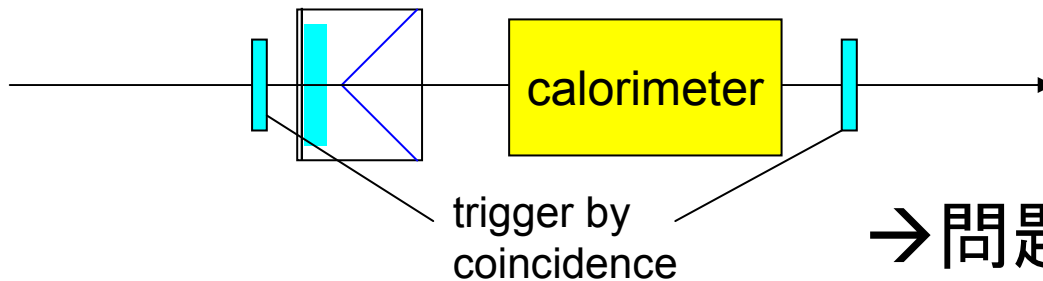


J-PARC KOTO experiment

◇エアロジェル発光量

◇ビームライン中のマグネットを落とし, 荷電粒子を導く

◇BHPV下流のカロリメータ
つきぬけまで要求し,
運動量の高い荷電粒子による
イベントを選択

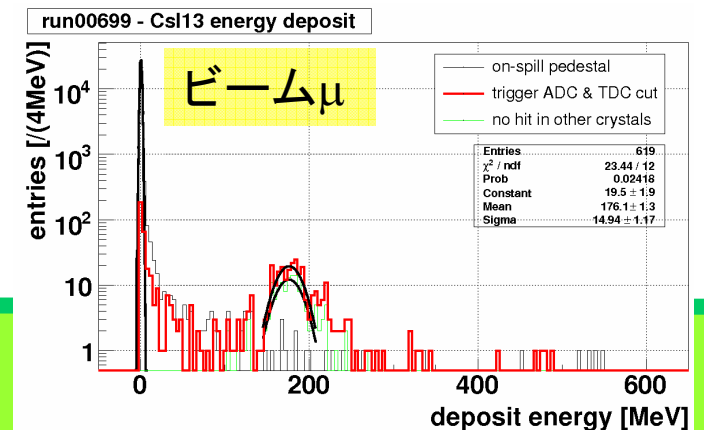
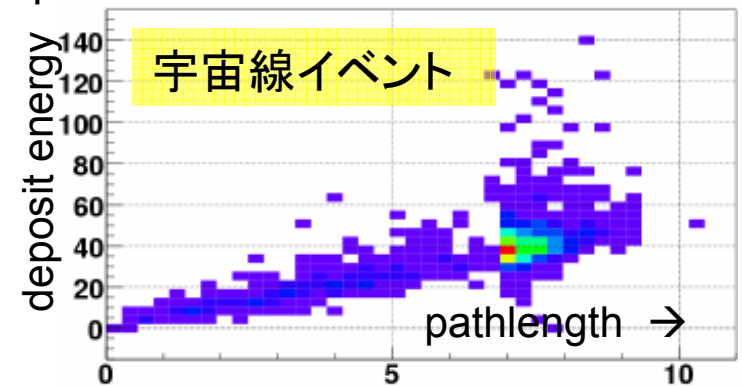
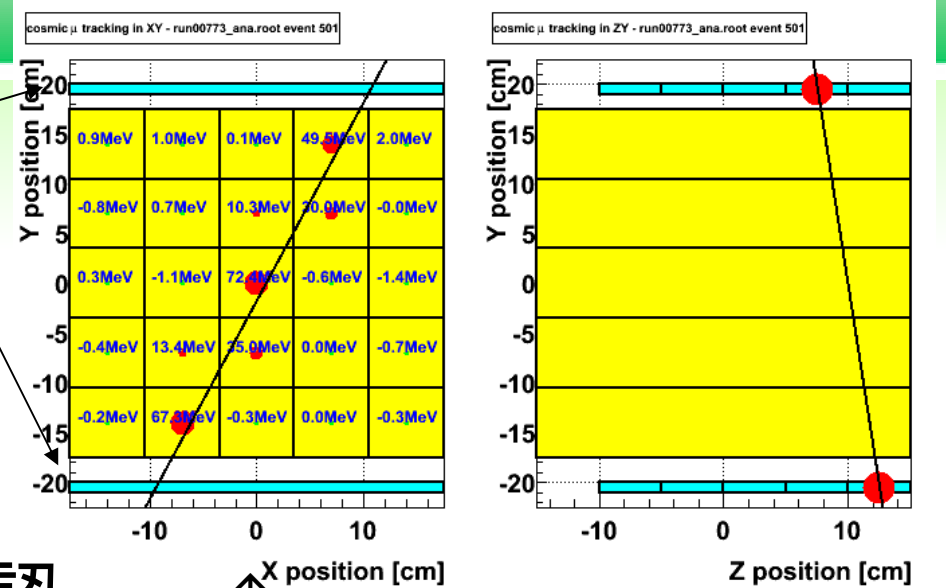


→問題ない光量

calorimeter performance

- ◇ 宇宙線を用いた
キャリブレーション
 - ◇ hitパターンからtracking
 - 結晶内のpathlengthと
deposit energyの相関を確認
 - 鉛直なtrackのみを選んで
エネルギースケールの決定に使用
- ◇ ビームμによるチェック
 - ◇ 略期待される場所にpeakを確認

宇宙線用
トリガー



event selection

◇ trigger timing

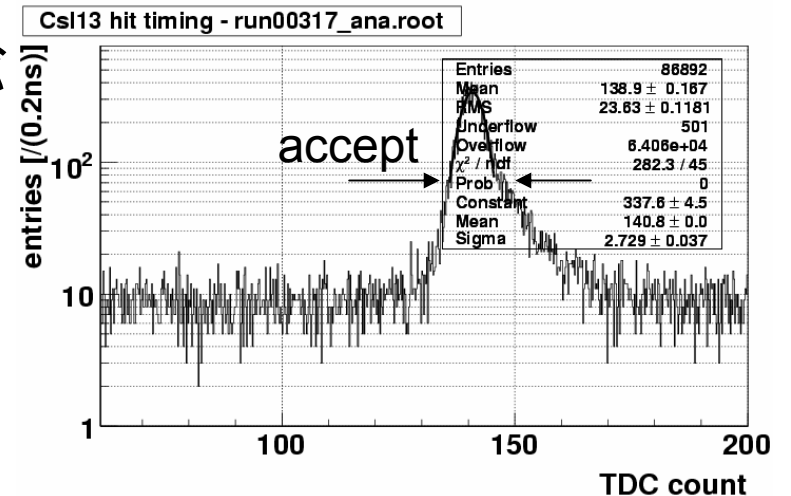
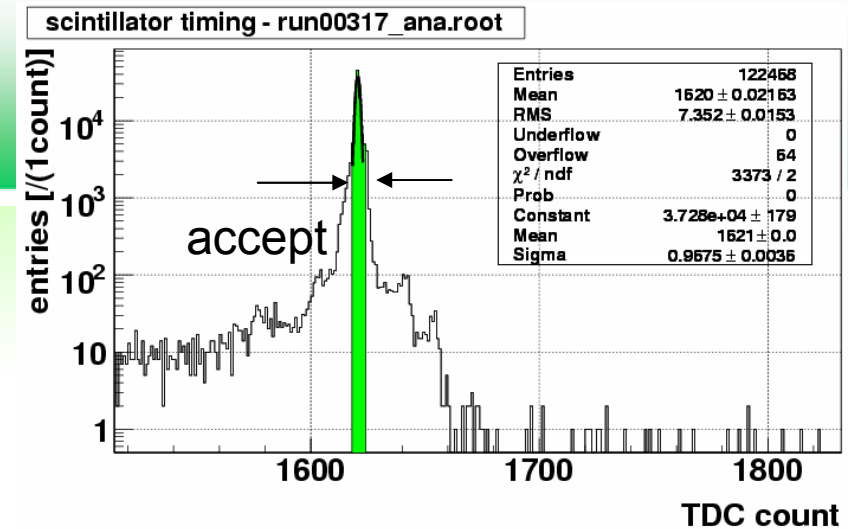
◇ アクシデンタルコインシデンスを除去

◇ CV

◇ ペDESTALとコンシステントであることを要求
→ K_L 由来の荷電粒子によるイベントを除去

◇ calorimeter timing

◇ 全ての結晶について, TDC hitが $peak \pm 3\sigma$ 以内か overflowであることを要求
→ アクシデンタルヒットを除去



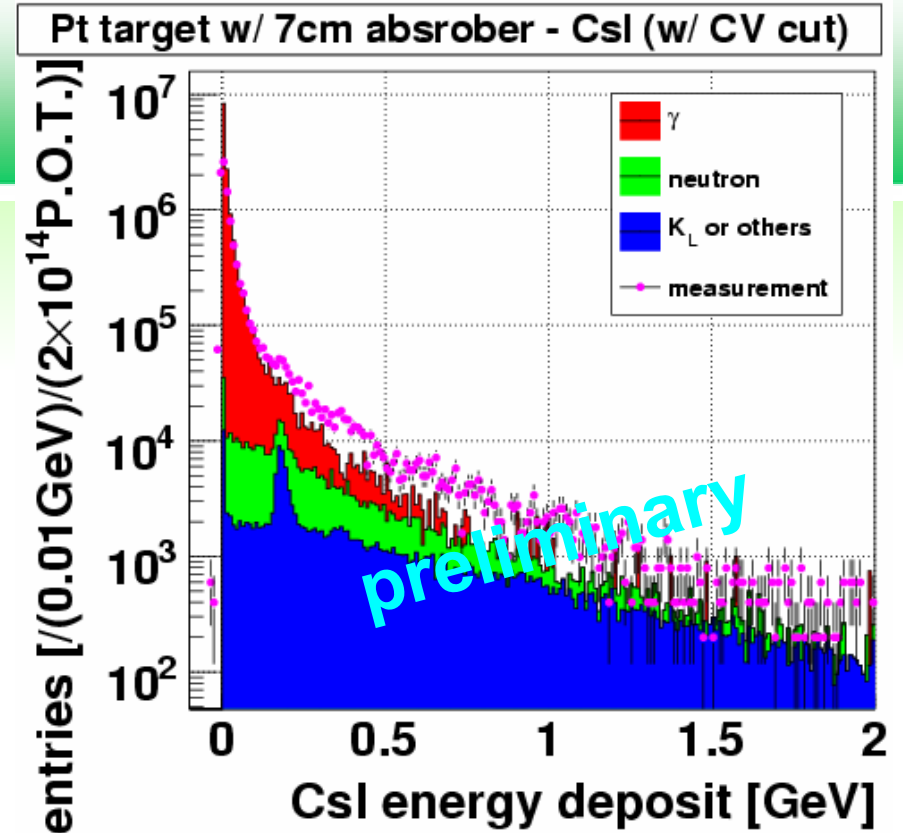
result

◇測定結果とMCで近い分布が得られている
→ γ のエネルギー分布について大雑把には理解出来ている

◇next to do

◇accidental hitの評価

◇samplingタイプのカロリメータの場合との比較



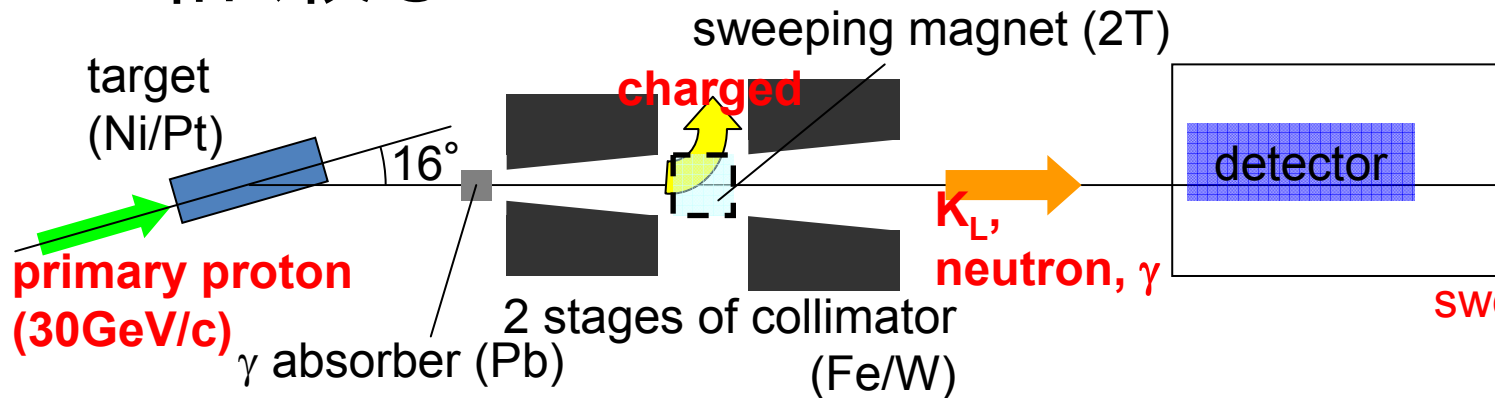
- ◇ K⁰TO実験では中性ビームラインの性質をよく理解しておくことが重要である.
- ◇ 本実験で用いるエアロジェルを用いた γ 検出器を用いて、ビーム中に含まれる γ のエネルギー測定を行った.
- ◇ 現在のところ、シミュレーションに近い分布が得られており、アクシデンタルヒットの影響等、更に詳細な解析を進め、 γ のフラックス、エネルギー分布の理解を進めて生きたい.

backup slides

$$K_L^0 \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$$

実験原理 – ビームライン

◇ターゲット(Ni/Pt)からの生成する中性の二次粒子をコリメータで細く絞る.

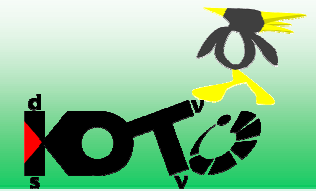


→長いビームライン(~20m):

短寿命粒子($K_S, \Lambda...$)を排除

→細く絞ることで($\sim 8 \mu\text{str}$) K_L の崩壊点を制限

実験原理 – 信号事象の同定

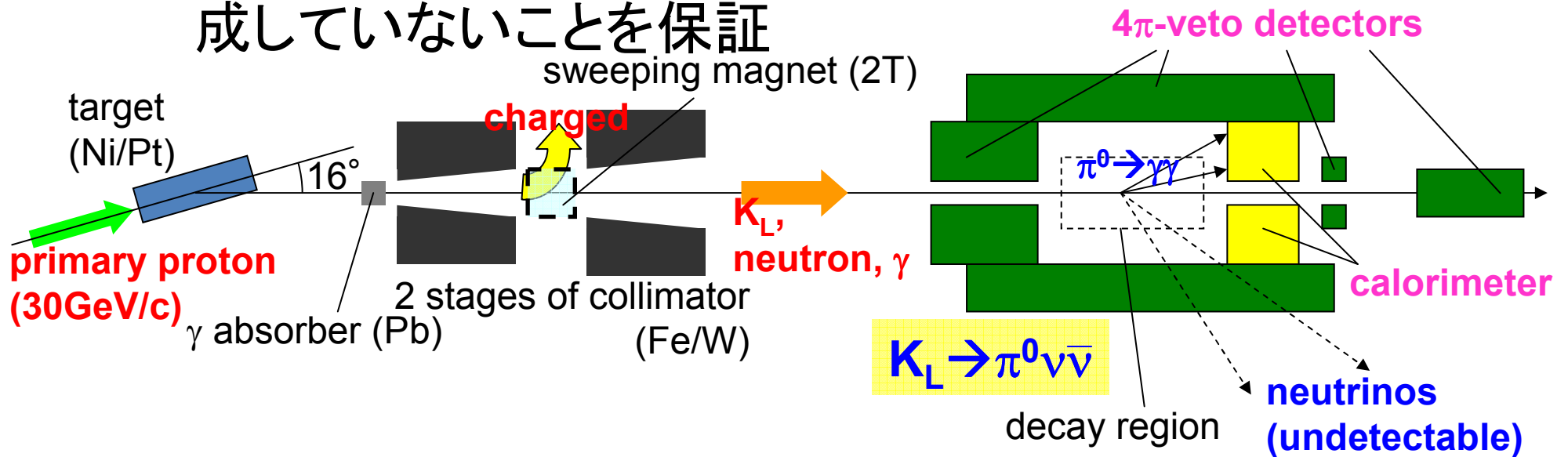


J-PARC KOTO experiment

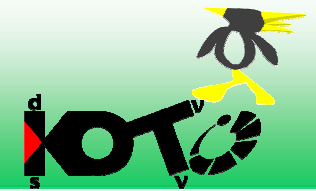
◇ π^0 & nothing

◇ $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ をカロリメータで検出

◇ 全崩壊領域を検出器で覆い, π^0 以外の粒子が何も生成していないことを保証



実験原理 – バックグラウンド事象

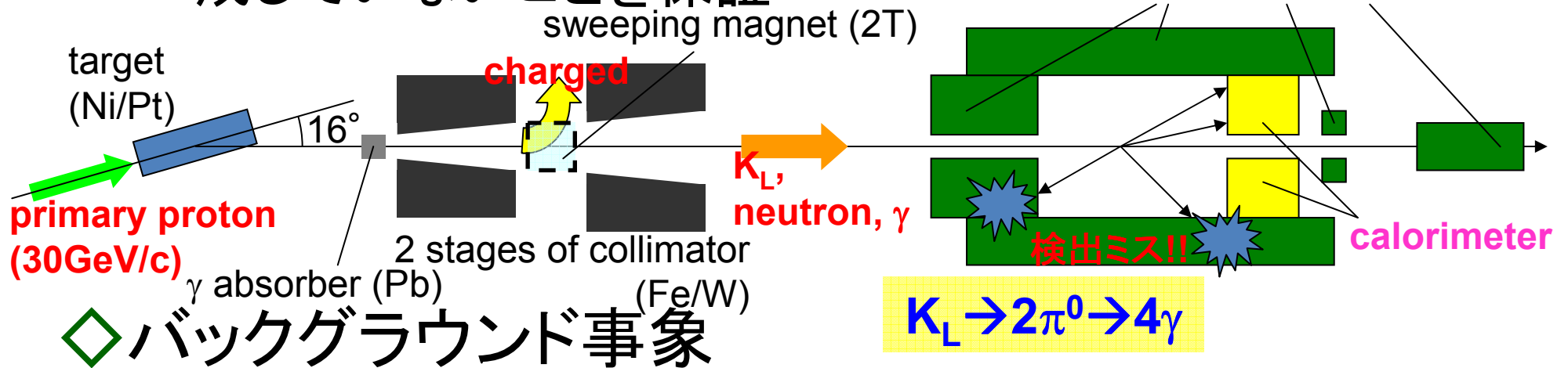


J-PARC KOTO experiment

◇ π^0 & nothing

◇ $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ をカロリメータで検出

◇ 全崩壊領域を検出器で覆い, π^0 以外の粒子が何も生成していないことを保証

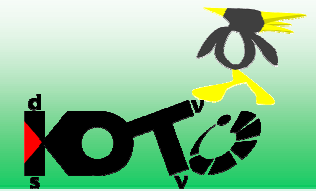


◇ バックグラウンド事象

◇ $K_L \rightarrow 2\pi^0 (\rightarrow 4\gamma)$: miss 2γ

◇ halo neutron : 検出器と相互作用して π^0 を生成

実験原理 – バックグラウンド事象

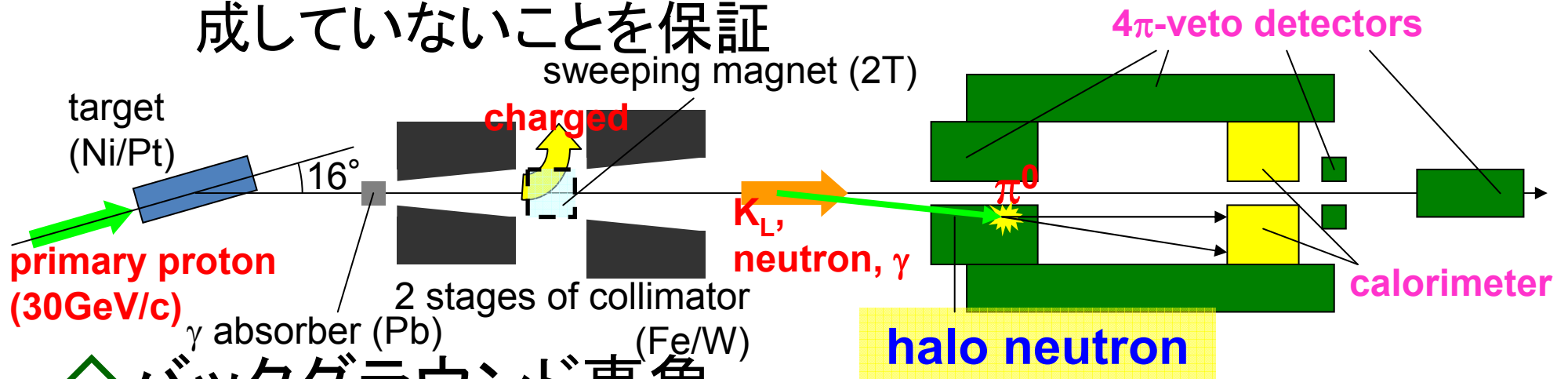


J-PARC KOTO experiment

◇ π^0 & nothing

◇ $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ をカロリメータで検出

◇ 全崩壊領域を検出器で覆い, π^0 以外の粒子が何も生成していないことを保証



◇ バックグラウンド事象

◇ $K_L \rightarrow 2\pi^0 (\rightarrow 4\gamma)$: miss 2 γ

◇ halo neutron : 検出器と相互作用して π^0 を生成

先行実験(E391a)での最大のBG

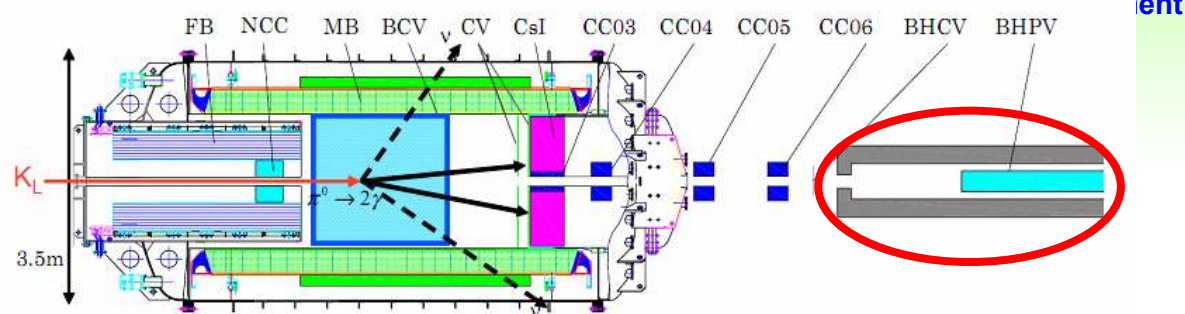
Beam Hole Photon Veto検出器



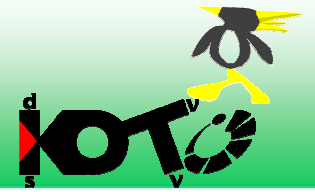
◇役割

◇ $K_L \rightarrow 2\pi^0 \rightarrow 4\gamma$ 等で、
ビームホール

中に逃げた余剰な γ を検出する。



今後の展望



- ◇ 2011年4月
 - ◇ カロリーメータ
全システムの性能評価
- ◇ ~10月
 - ◇ 全検出器建設
- ◇ 12月～2012年2月
 - ◇ 全検出器を配置して
エンジニアリング
- ◇ 2012年春
 - ◇ Grossman-Nir limitを越える感度での崩壊事象の探索
 - ◇ $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 崩壊の分岐比測定結果からの間接的な制限
 - ◇ LHCやsuper Bと共に,新しい物理を探索していく

