

# Beam-RICH Meeting

鈴木翔太

2023/3/9 (Thu.) 9:10 ~ 10:00

@ Zoom

# 目次

- 現在の進捗について
  - ヒットパターンから角度に直す手法の作成
  - Geant4 のデータ解析
- 報告
  - 光学実験台について
- これからやること

## お知らせ

作成中のコードなどは全て GitHub に Public で上げています。

<https://github.com/shotaKU99/beamRICH>

# 現在の進捗

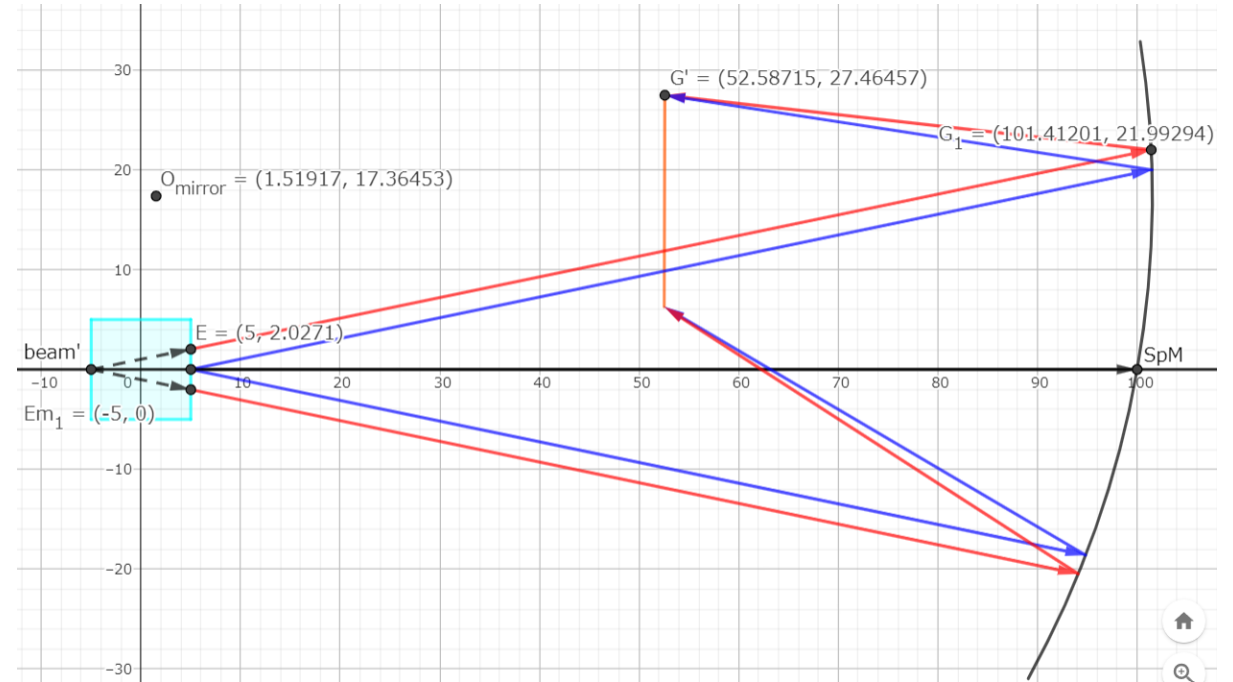
# 検出位置 → 角度への変換の計算内容

## ➤ Input (計15)

- 放出点 (ビーム上の点, 輻射体の中心?)
- 輻射体後方の面の法線ベクトル
- 輻射体の屈折率
- 球面鏡中心
- 球面鏡半径
- 検出位置

## ➤ 変数

- 輻射体後方の面上の点 (2変数)



- 反射光と検出位置の距離が最小となるような点を計算 ← Minimizer が 1Hit 毎に回る  
→ ビームの方向ベクトルと内積をとり, Cherenkov角を計算

# 角度への変換コード

- 前回までは Python で書いていたが、2重の for ループが回っていた
  - 500 k のヒットを解析するのに 2 時間...
- C++ のコードを作成した
  - ROOT::Math::Minimizer を用いた
  - 500 k のヒットの解析に 数十秒 (シングルスレッド) → OK !!
  - 依存する外部ライブラリは少なめに
    - Root (thisroot.sh を実行している必要あり)
    - yaml-cpp
      - ジオメトリやチャンネルの座標などのパラメータを書く yaml ファイルを読む用
      - インストールは簡単 (github の ray-trace 以下の README に書いてある)
- cmake → make でコンパイルできるようにしている

# Geant4 のデータ解析

## ➤ ジオメトリ

➤  $R = 300 \text{ cm}$

➤ 球面中心

➤  $(0, 0, -150 \text{ cm})$

➤ Beam

➤  $z$ 軸上, 正の向き

➤ エアロゲル

➤ 各辺  $10 \text{ cm}$  の立方体

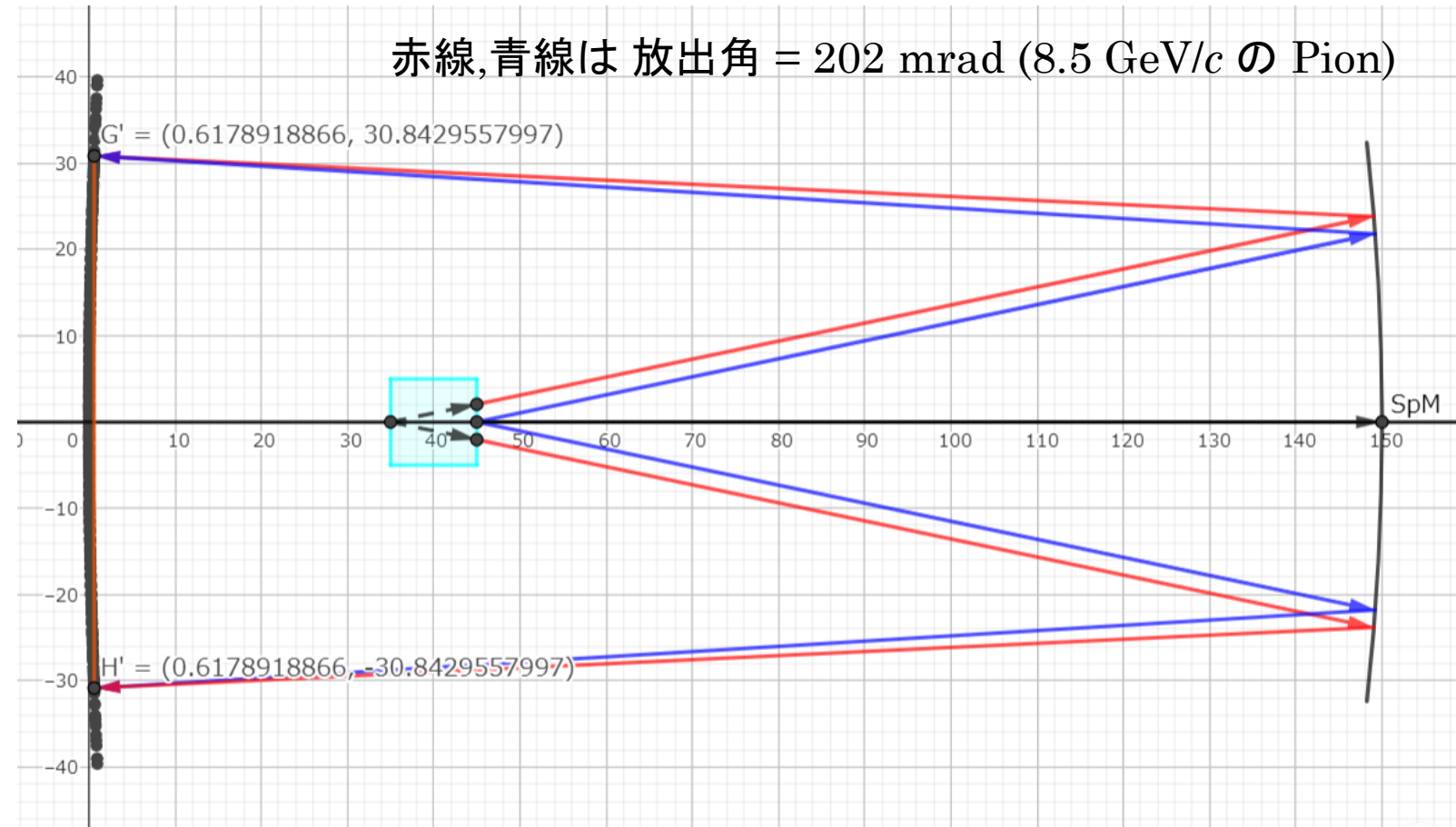
➤ 中心  $(0, 0, 40 \text{ cm})$

➤ 検出面

➤  $xy$  平面

➤ 材質は Si

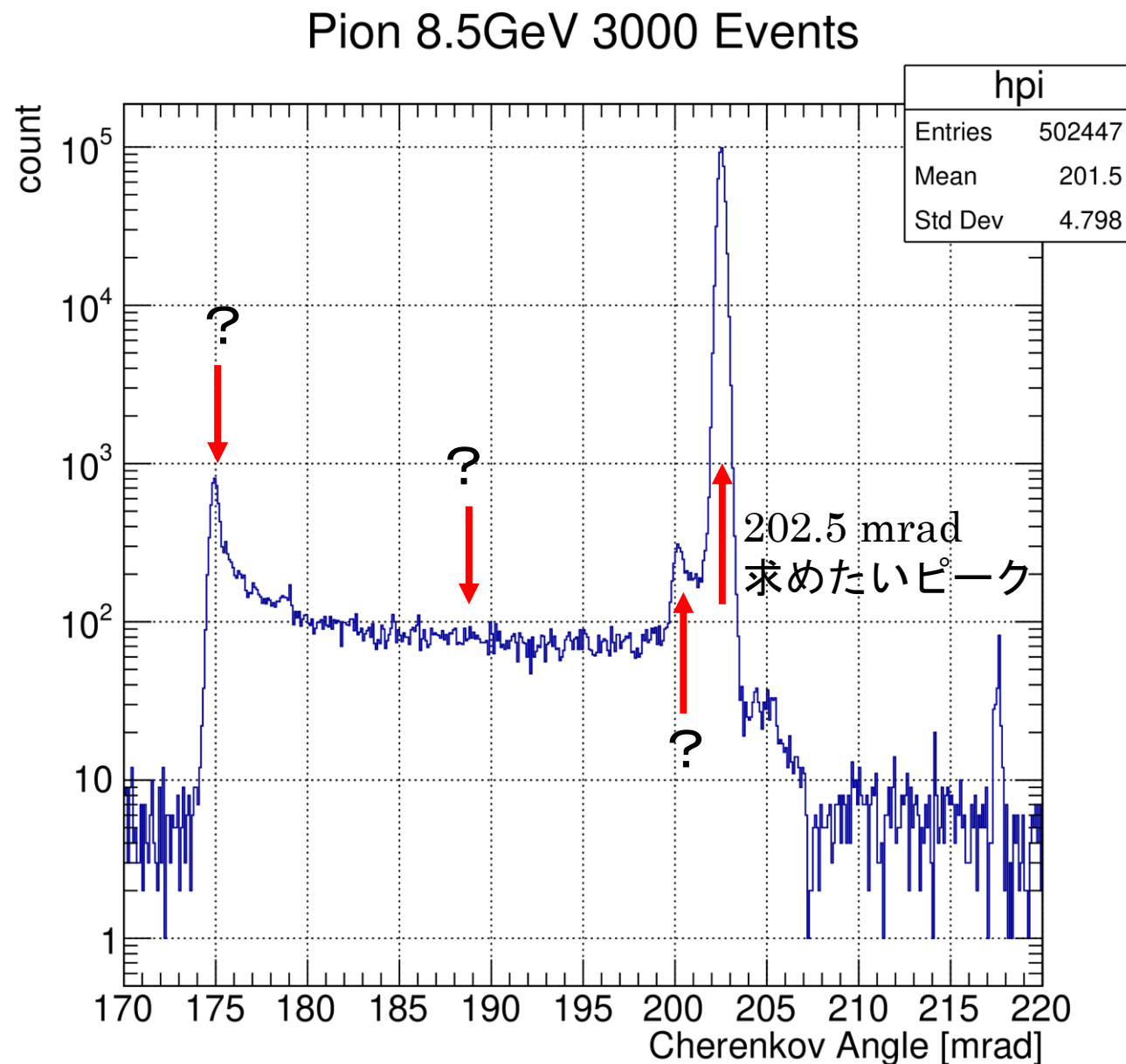
➤ 量子効率が入っていない



# Geant4 のデータ解析

- Beam
  - 8.5 GeV/c
  - 粒子  $\pi$ ,  $K$ ,  $p$
- 放出点
  - エアロゲル中心と仮定
  - (0,0, 40 cm)
- 検出位置
  - 検出器の正確な検出点を使用
- 屈折率は固定 (波長依存性なし)
  - エアロゲル : 1.021
  - 空気 : 1.000273

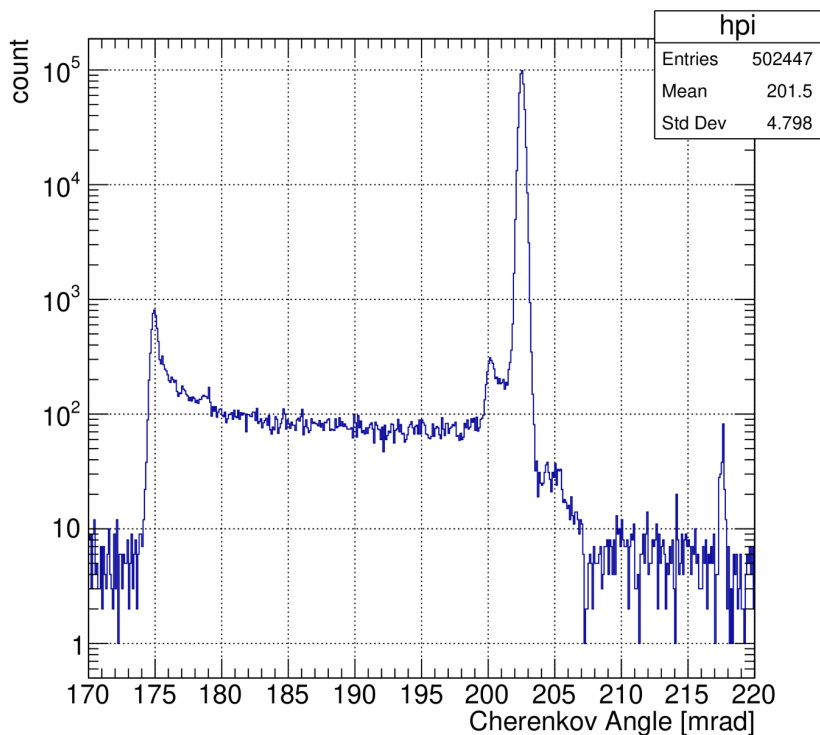
→ 角度の再構成はおおむね成功



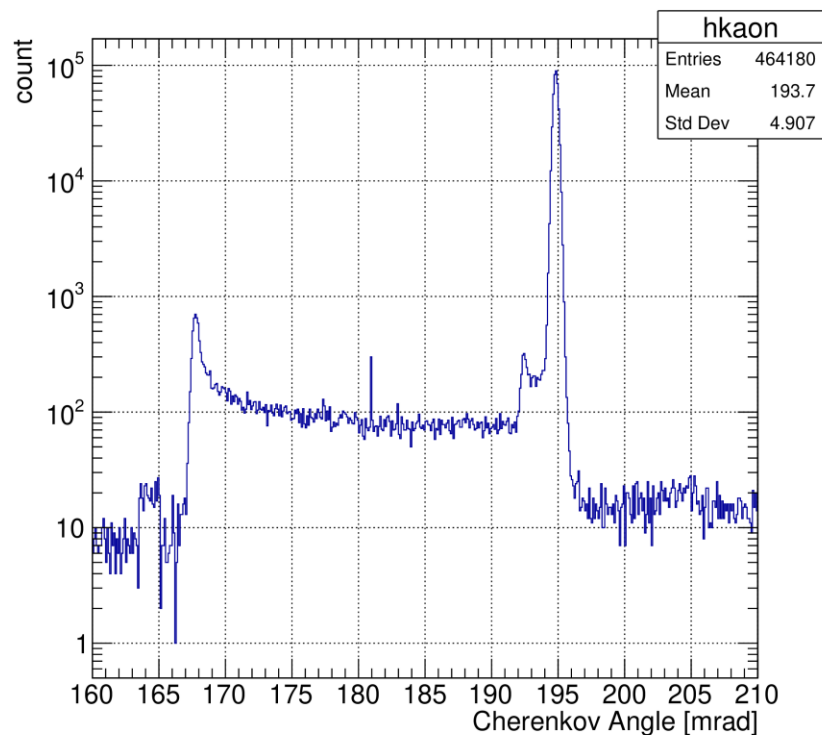
# それぞれの粒子の Hit 毎の角度

- どの粒子に対しても(どの放出角に対しても) ピークの中心値は理論計算と一致
- 構造はどの粒子でも似ている

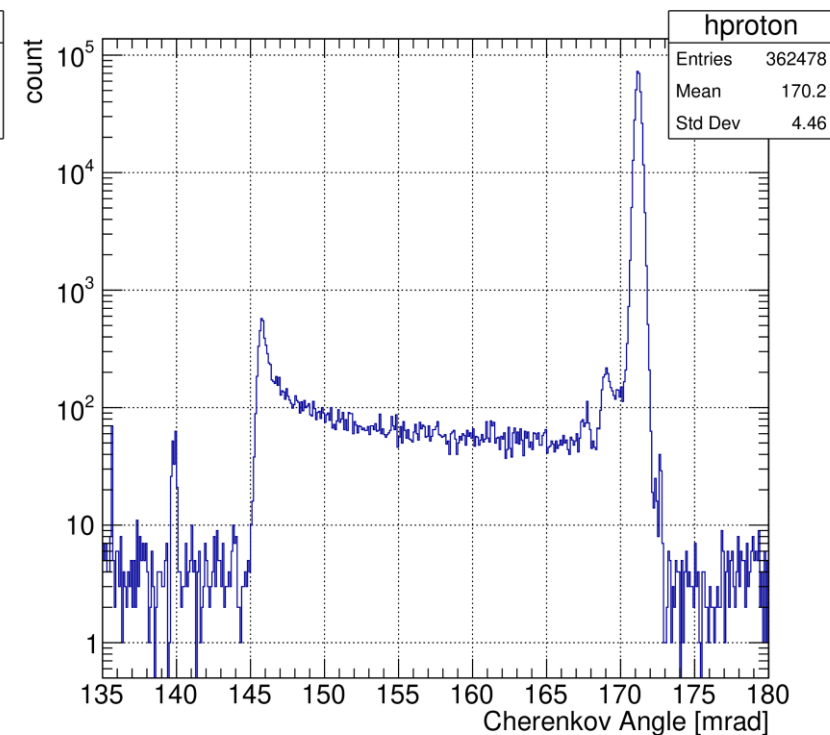
Pion 8.5GeV 3000 Events



Kaon 8.5GeV 2997 Events



Proton 8.5GeV 3000 Events

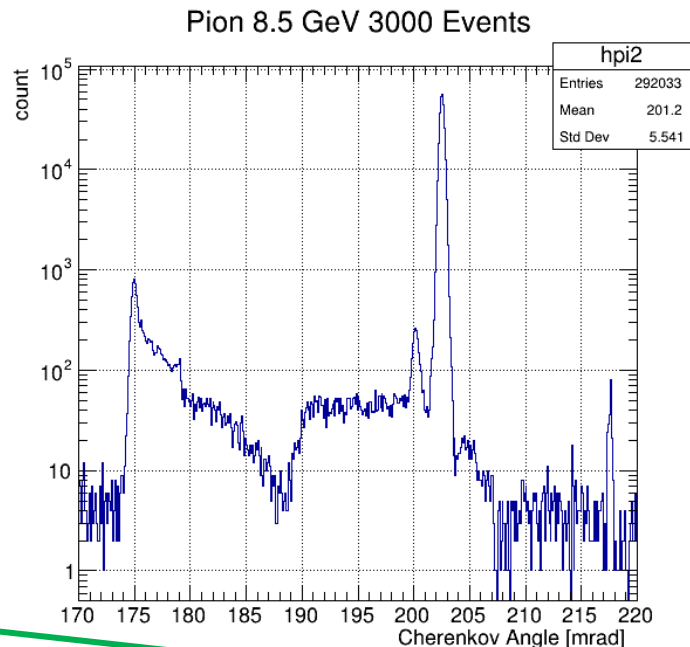
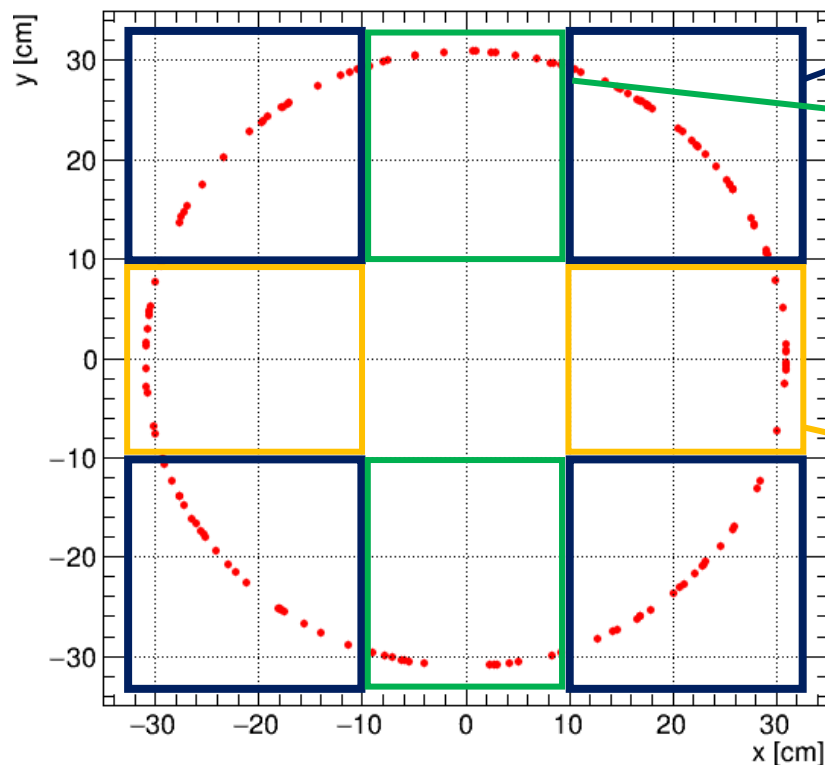




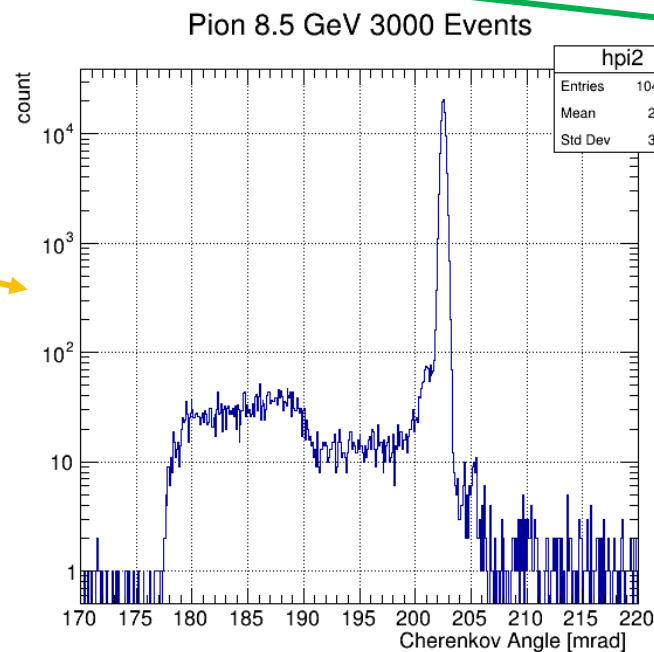
# 変換コードのデバック

- 位置依存性がある
  - Minimizer 付近にバグがある？
  - 初期値が有力か？

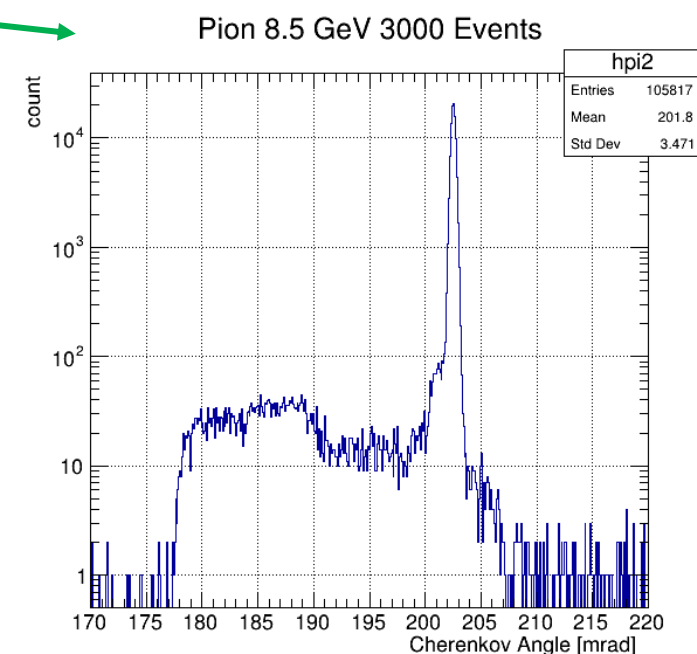
Event Number = 806



$|x| > 10 \text{ \&\& } |y| > 10$



$|x| > 10 \text{ \&\& } |y| < 10$



$|x| < 10 \text{ \&\& } |y| > 10$

# イベント毎に平均した Cherenkov 角度分布

➤ 理論値と一致するピーク周りの Hit のみ選択し平均

➤  $\pi$  :  $202.0 \text{ mrad} \leq \theta \leq 203.0 \text{ mrad}$

➤ K :  $193.8 \text{ mrad} \leq \theta \leq 195.8 \text{ mrad}$

➤ p :  $170.2 \text{ mrad} \leq \theta \leq 172.2 \text{ mrad}$

➤ Gaussian Fit

➤  $\pi$

➤ Mean :  $202.5243 \pm 0.0003 \text{ mrad}$

➤ Sigma :  $0.0133 \pm 0.0003 \text{ mrad}$

➤ K

➤ Mean :  $194.8254 \pm 0.0003 \text{ mrad}$

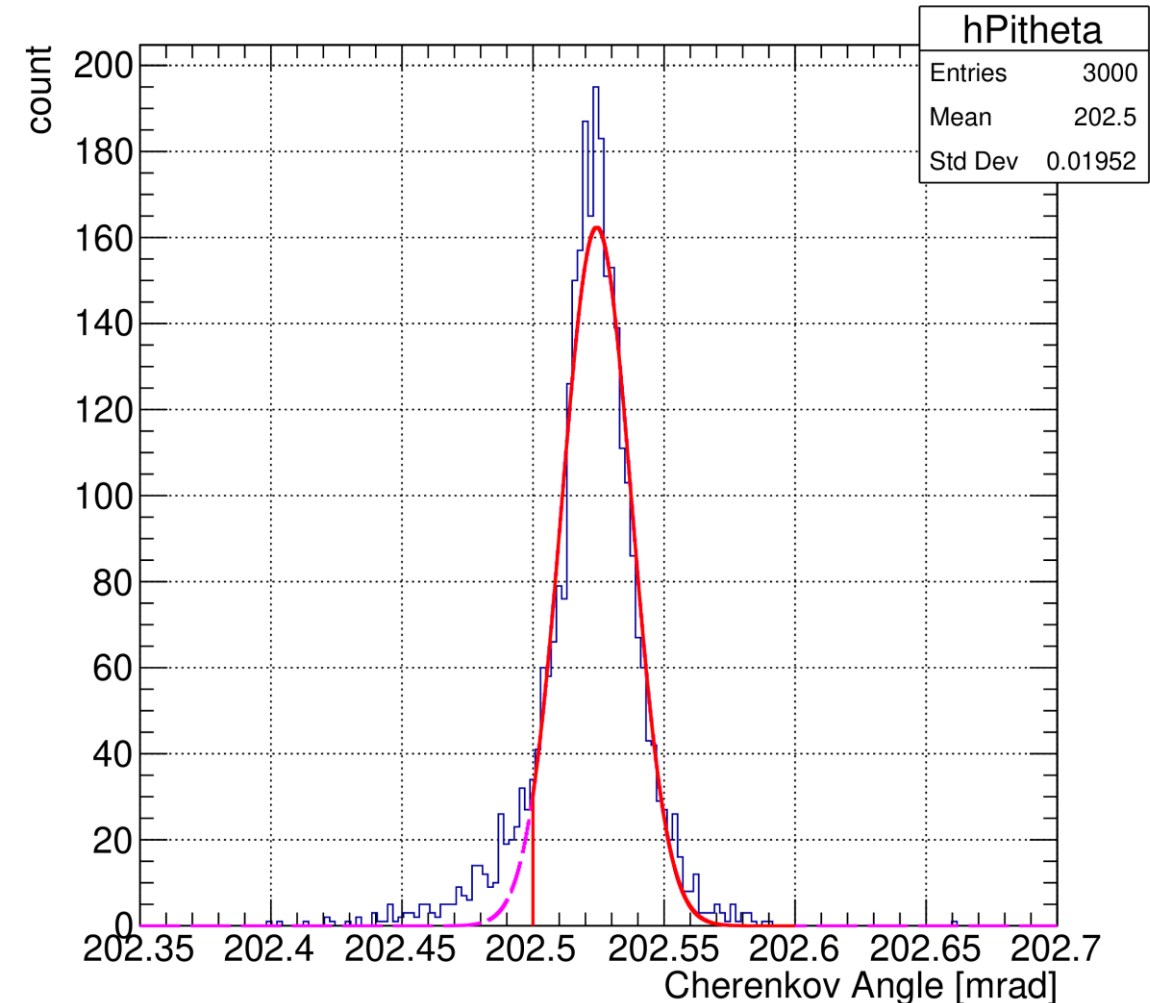
➤ Sigma :  $0.0140 \pm 0.0003 \text{ mrad}$

➤ P

➤ Mean :  $171.1947 \pm 0.0003 \text{ mrad}$

➤ Sigma :  $0.0156 \pm 0.0003 \text{ mrad}$

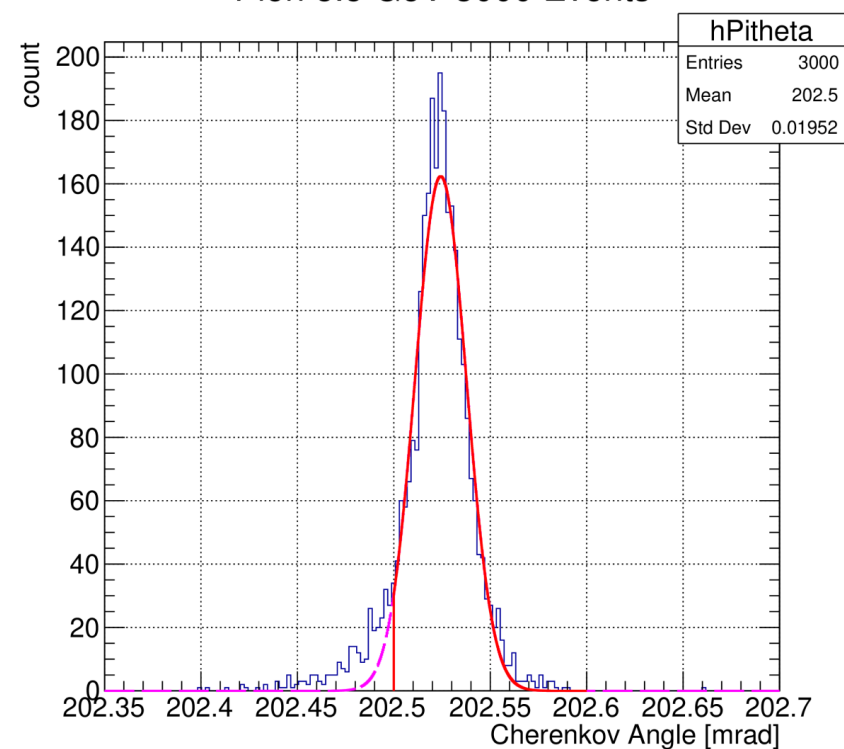
Pion 8.5 GeV 3000 Events



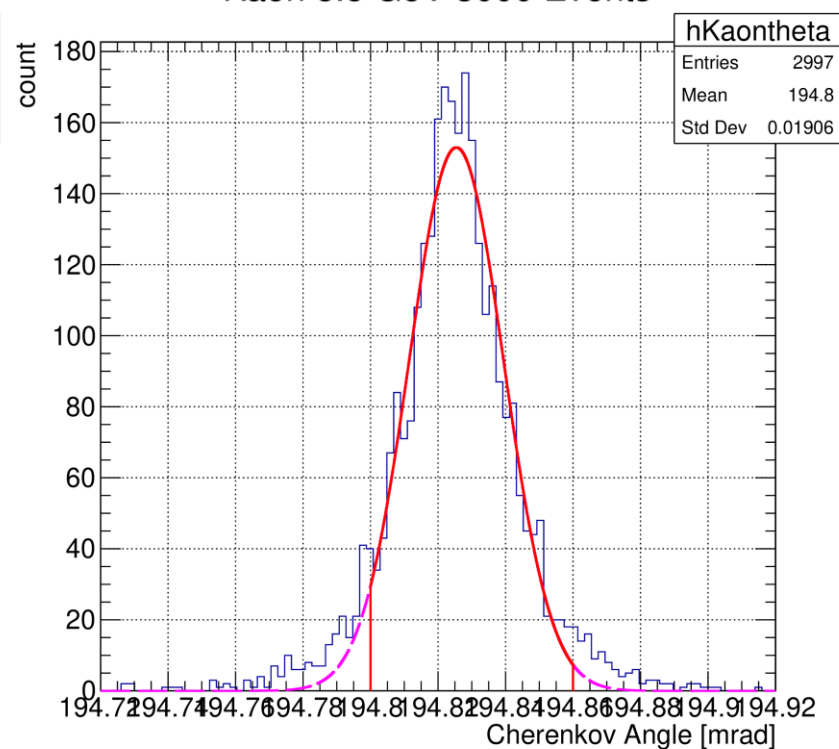
# 各粒子でのフィッティング

- テール部分を除いてフィッティングしている
- 理論値付近のカットを入れないとピークがずれ、幅が広がる  
→ ノイズははじめにカットしないと分解能悪化をまねく
- ダークカレントや散乱電子からの Cherenkov 光 など (今は入っていない)

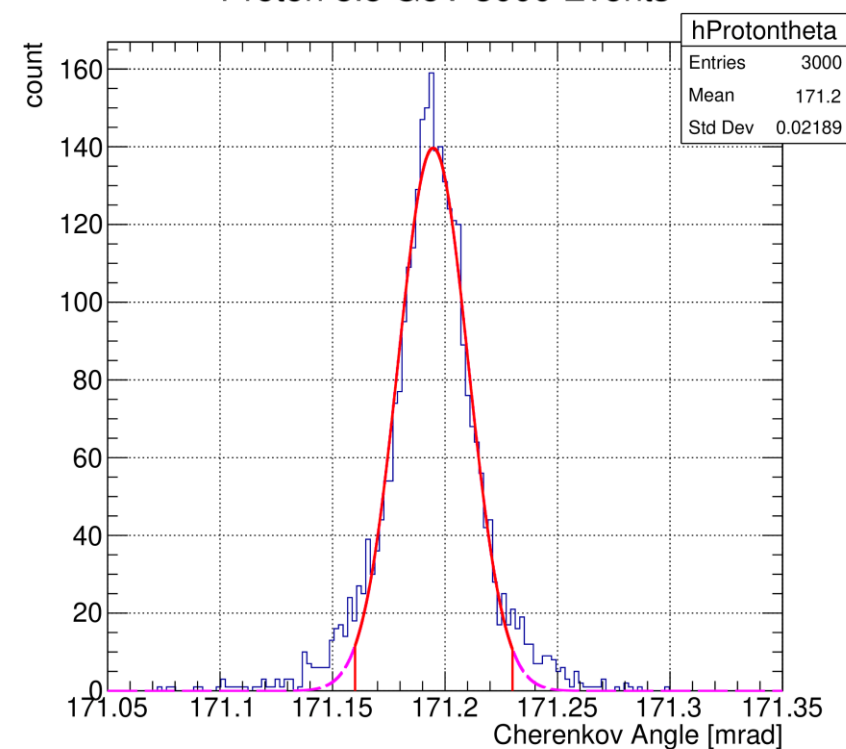
Pion 8.5 GeV 3000 Events



Kaon 8.5 GeV 3000 Events



Proton 8.5 GeV 3000 Events



# 理論計算との比較

- $n = 1.021$ , 8.5 GeV/c での Cherenkov Angle は
    - $\pi$  : 202.51434 mrad
    - K : 194.82031 mrad
    - P : 171.20039 mrad
  - シミュレーションデータのフィット結果
    - $\pi$ 
      - Mean : 202.5243 +/- 0.0003 mrad
      - Sigma : 0.0133 +/- 0.0003 mrad
    - K
      - Mean : 194.8254 +/- 0.0003 mrad
      - Sigma : 0.0140 +/- 0.0003 mrad
    - P
      - Mean : 171.1947 +/- 0.0003 mrad
      - Sigma : 0.0156 +/- 0.0003 mrad
- $1\sigma$  で理論計算と一致

# 報告

# 光学実験台について

- 引き取ることになりました
- 昨日 3/8 に周りの遮光フレームを解体
- 明日 3/10 に一階実験室に搬入予定
- 費用は高西さんと折半ということになりました
- 修論終了後、東棟測定室に移動予定



# これからやること

## ➤ 解析方法

### ➤ コードのデバック

#### ➤ 位置によって角度の分布が異なる問題の解決

#### ➤ LHCb の分解能の評価方法を詳しく書いているものがないか探してみる

## ➤ Geant4

### ➤ より実機に近い状況でのシミュレーションを作成

#### ➤ Hit Channel → 座標 への変換で Pixel Error の評価

#### ➤ 量子効率の導入

### ➤ 物体の色付け