

d(K-,n)反応による
 Λ (1405)分光実験のための
後方散乱陽子検出器の性能評価

大阪大学核物理研究センター野海研究室

川崎 新吾

The J-PARC E31 Collaboration

阪大理、阪大RCNP_A、理研_B、KEK_C、東大理_D、東大教養_E、東工大理_F、京大理_G、大阪電通大_H、INFN-Torino_I、INFN-LNF_J、SMI_K、ソウル国立大_L、ミュンヘン工大_M、Torino大_N、Victoria大_O、東北大理_P

。川崎新吾、井上謙太郎、山我拓巳、阪口篤志、吉田幸太郎、味村周平_A、榎本瞬_A、白鳥昂太郎_A、野海博之_A、平岩聡彦_A、板橋健太_B、岩崎雅彦_B、應田治彦_B、大西宏明_B、岡田信二_B、佐久間史典_B、佐藤将春_B、馬越_B、山崎敏光_B、飯尾雅実_C、石元茂_C、岩井正明_C、鈴木祥仁_C、関本美知子_C、豊田晃久_C、石川隆_D、鈴木隆敏_D、橋本直_D、早野龍五_D、藤原裕也_D、松田恭幸_E、康寛史_F、徳田真_F、佐田優太_G、友野大_G、永江知文_G、藤岡宏之_G、福田共和_H、溝井浩_H、D.Faso_I、O.Morra_I、竜野秀行_J、M.Bragadireanu_J、C.Curceanu_J、C.Guaraldo_J、M.Iliescu_J、D.Pietreanu_J、D.Sirghi_J、F.Sirghi_J、P.Buehler_K、M.Cargnelli_K、石渡智一_K、施赫將_K、J.Marton_K、鈴木謙_K、E.Widmann_K、J.Zmeskal_K、H.Bhang_L、S.Choi_L、H.Yim_L、P.Kienle_M、L.Busson_N、G.Beer_O、塚田暁_P

目次

1. $\Lambda(1405)$ 研究背景
2. J-PARC E31実験
3. 後方散乱陽子検出器の性能評価
4. まとめ

$\Lambda(1405)$ 研究背景

$\Lambda^*(1405)$ [uds]

$I = 0, J^P = \frac{1}{2}^-$, $m = 1405.1 \pm 1.3$ (MeV) $< N^*(1440)$

$\Gamma = 50 \pm 2$ (MeV) (PDG-2012)

→ 3クォーク?

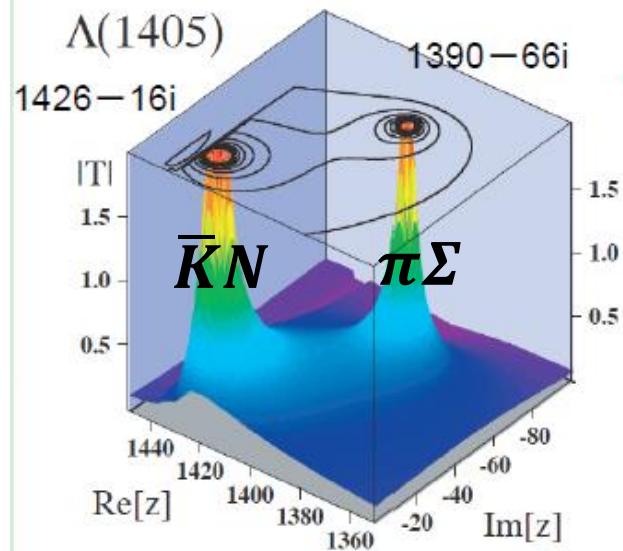
→ $\bar{K}N$ の束縛状態?

$\Lambda(1405)$ は $\bar{K}N$ 状態と $\pi\Sigma$ 状態、
2つの共鳴状態近傍の振る舞いで描
写できる。

励起状態ハドロンの内部構造の理解



クォーク-ハドロン形成の理解

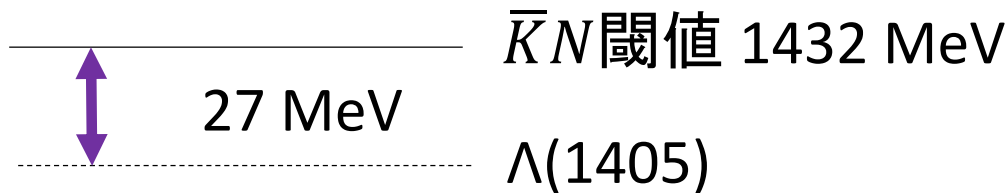


[2] T. Hyodo and
W. Weise, Phys. Rev. C 77, 035
204 (2008)

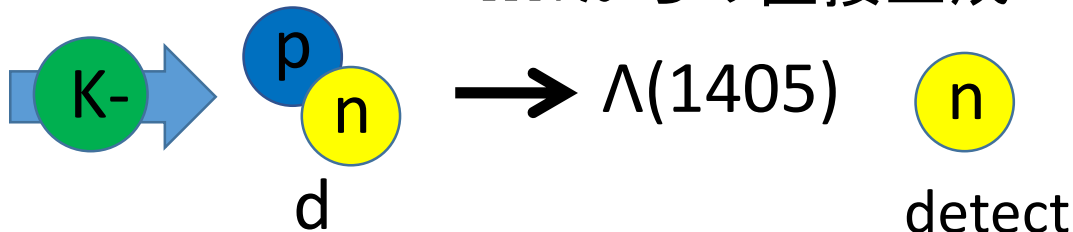
d(K-,n) 反応

- $\bar{K}N \rightarrow \pi\Sigma$ での共鳴状態を探る。

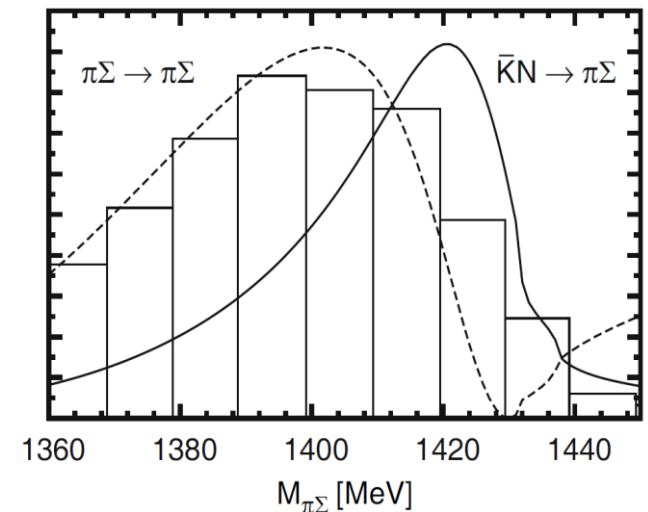
自由空間では反応できない



d(K-,n) 反応



$\bar{K}N$ 極を強く反映した



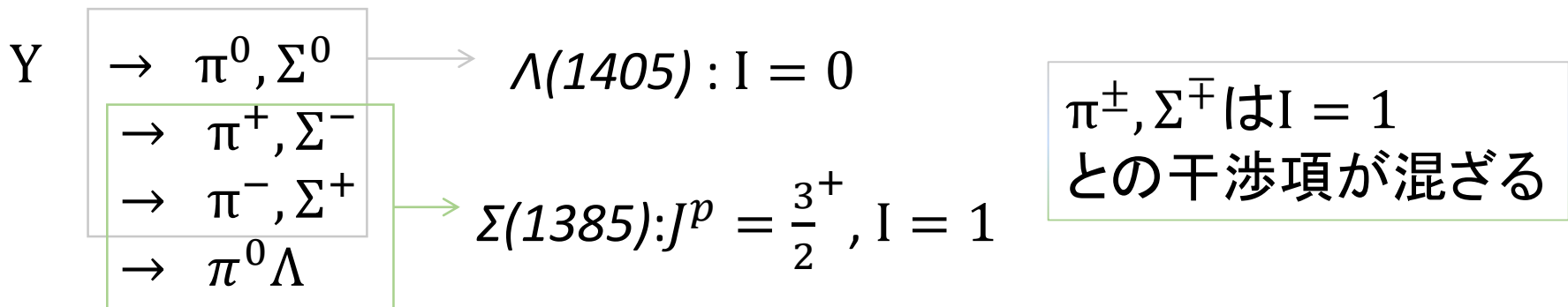
J-PARC E31実験

- d(K-,n) 反応
- 欠損質量法による $\Lambda(1405)$ の質量測定

$$MM(n) = \sqrt{(P_d + P_{K^-} - P_n)^2}$$

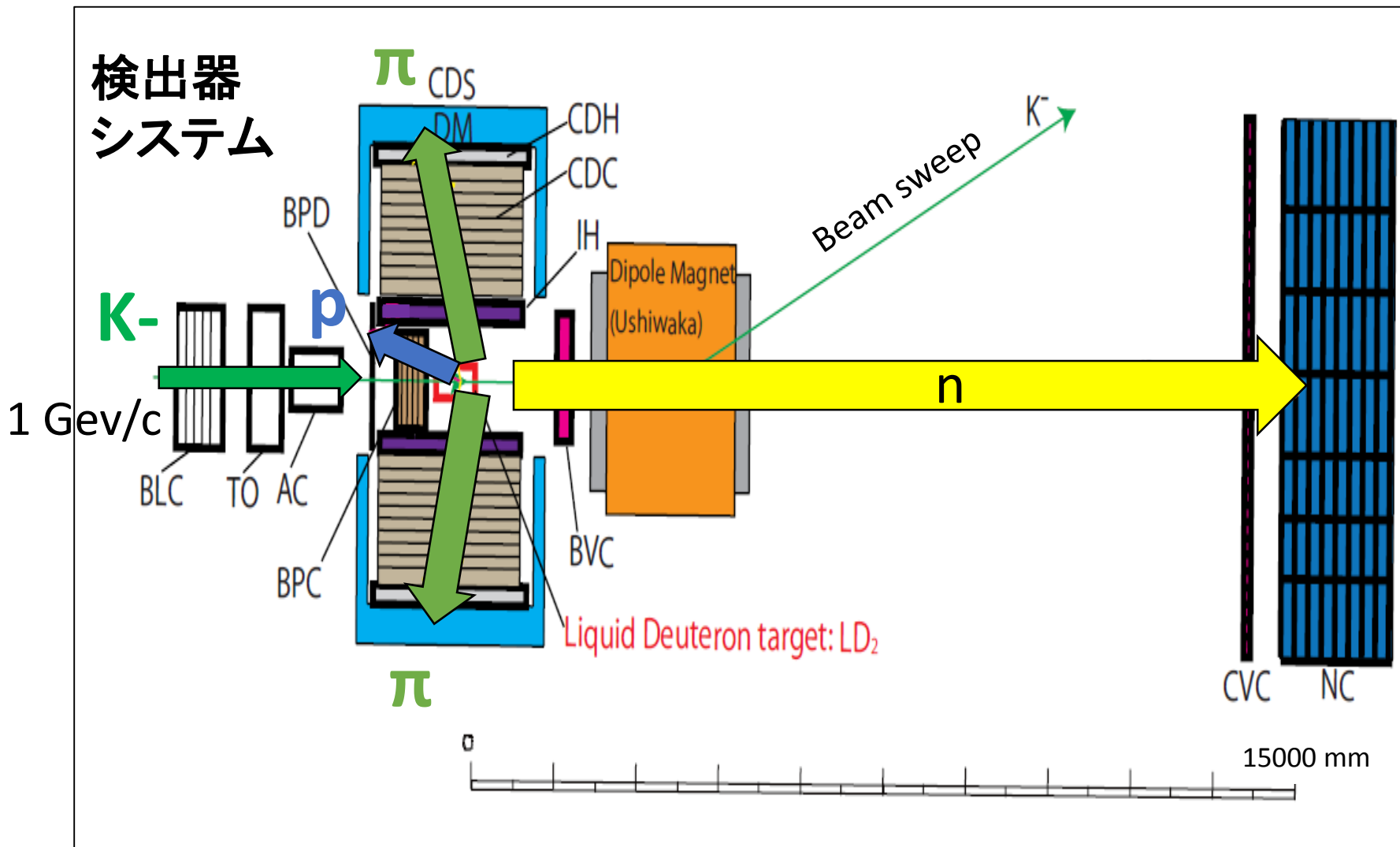
\downarrow \downarrow
 K中間子ビーム 前方放出した中性子

- 生成するハイペロン(Υ)の崩壊モードの同定



→アイソスピンの構造を分離

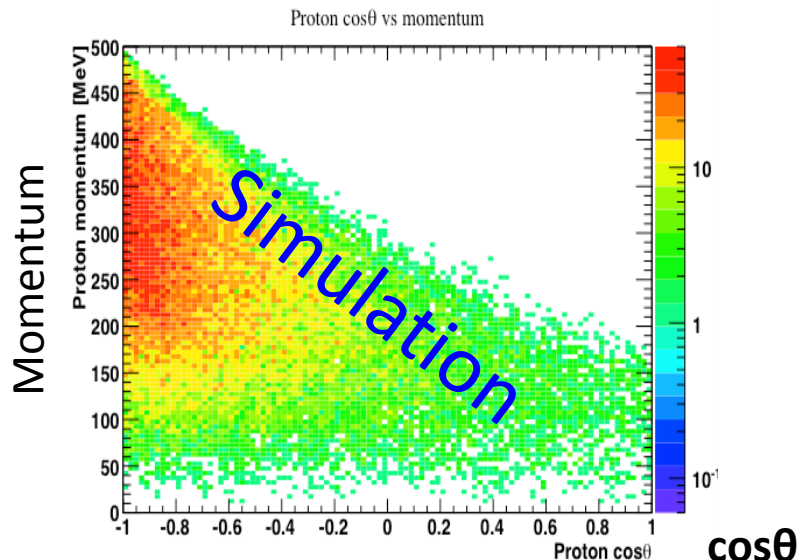
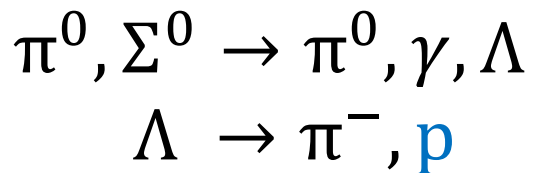
実験施設と検出器



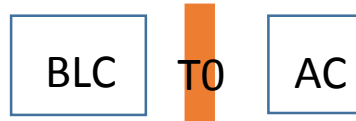
J-PARCハドロンホール、K1.8BR

後方散乱陽子検出器(BPD + BPC)

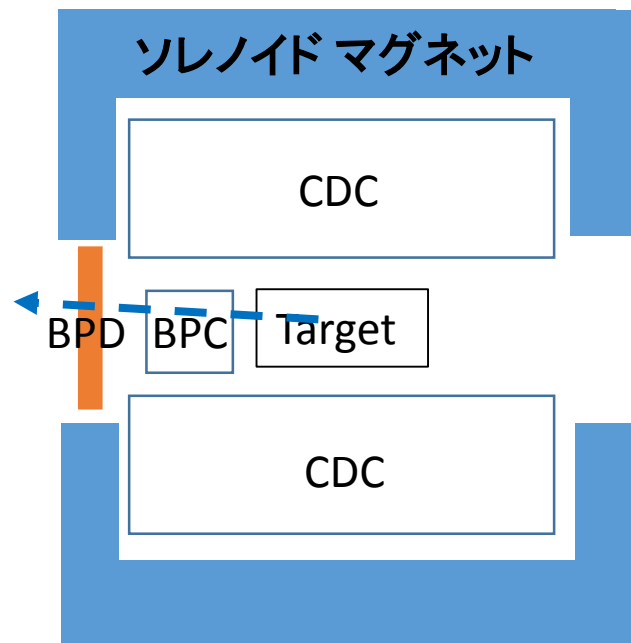
アイソスピン干渉のない崩壊



→ 標的後方にTOF法で陽子の運動量を測定する検出器(BPD+BPC)を設置



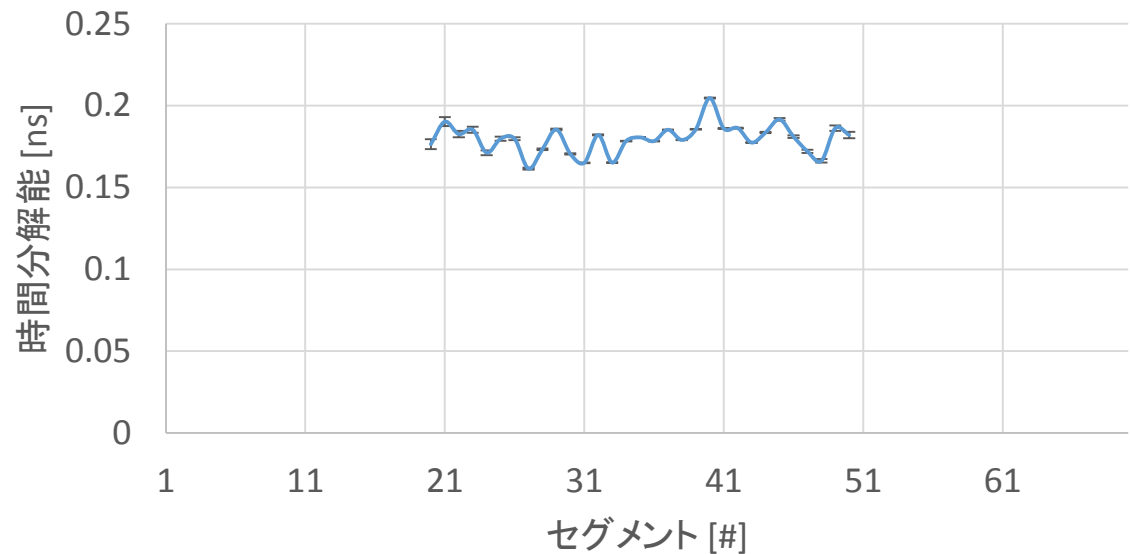
BPD : TOF カウンター
BPC : トラッキングチェンバー



BPD

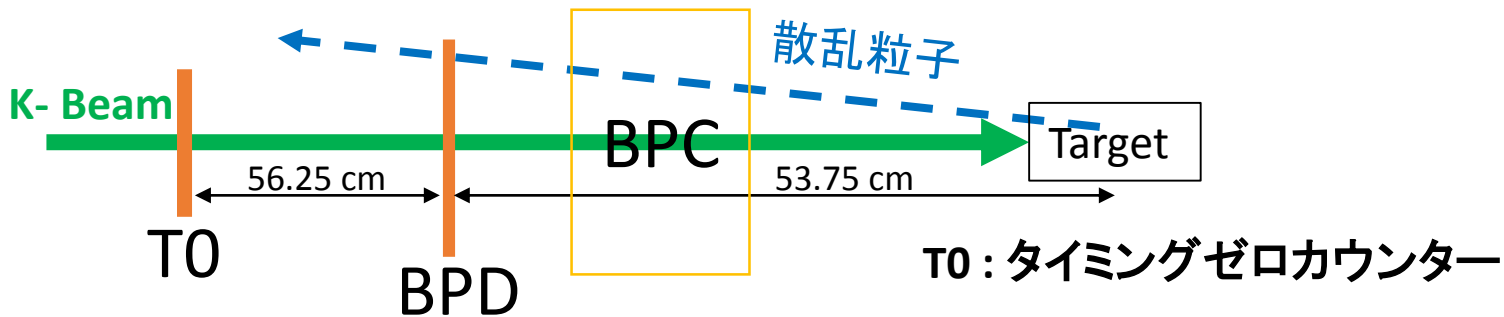


- シンチレーションカウンター
- 5mm × 5mm × 340mm 70セグメント
- 光子読み取り → MPPC
- 時間分解能

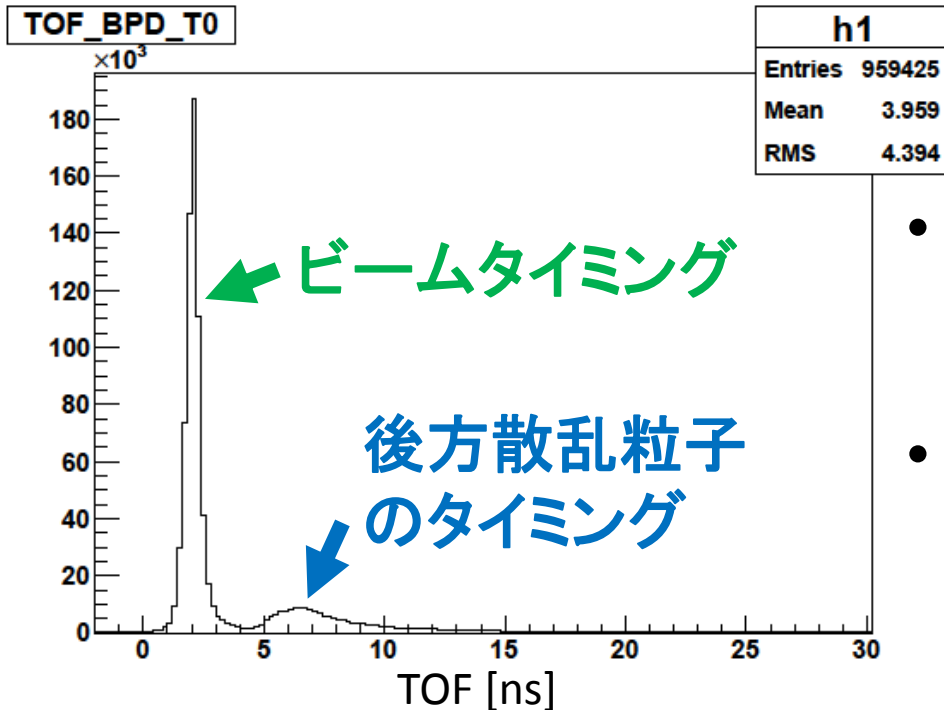


- 後方散乱陽子検出と運動量測定の実験として、E15 実験(3He標的)のデータを使って解析を行った。

後方散乱粒子識別

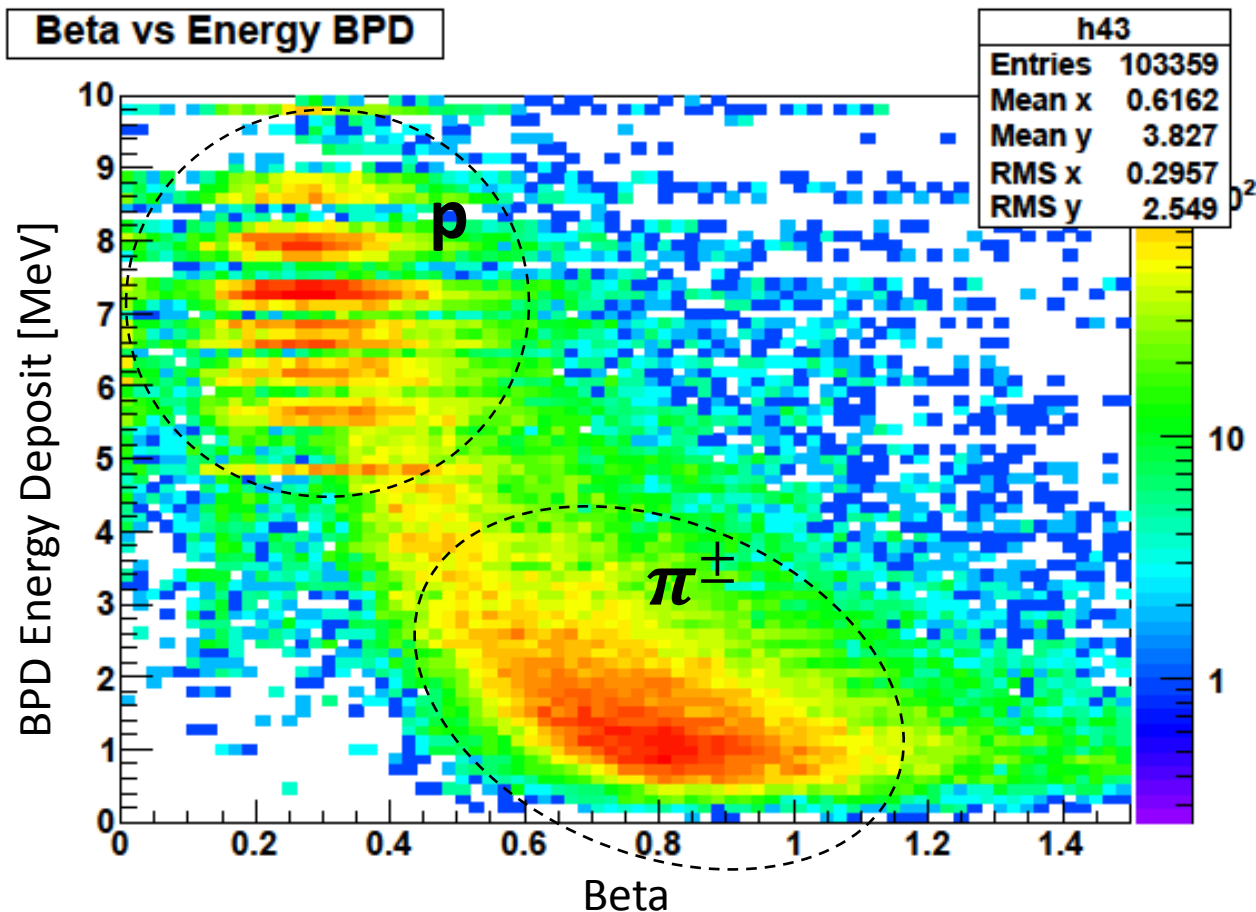


TOF BPD-T0

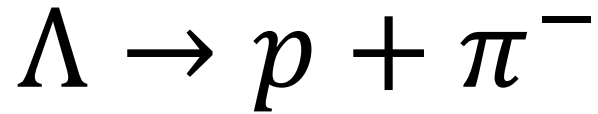


- ビームヒットのないセグメントで遅れたタイミングの信号を見ることができる。
- ビームによるイベントと区別できる (TOF > 4.5 ns)。

陽子識別

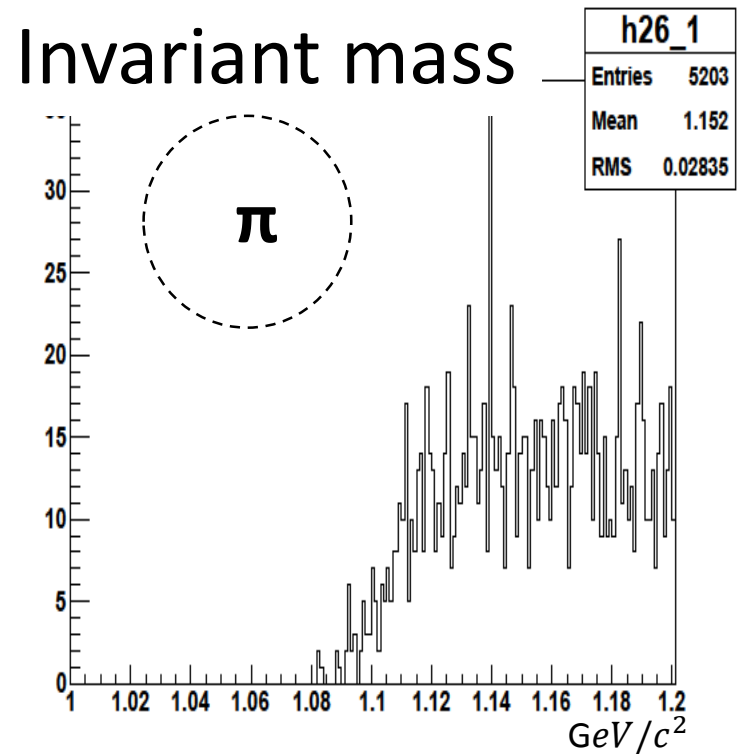
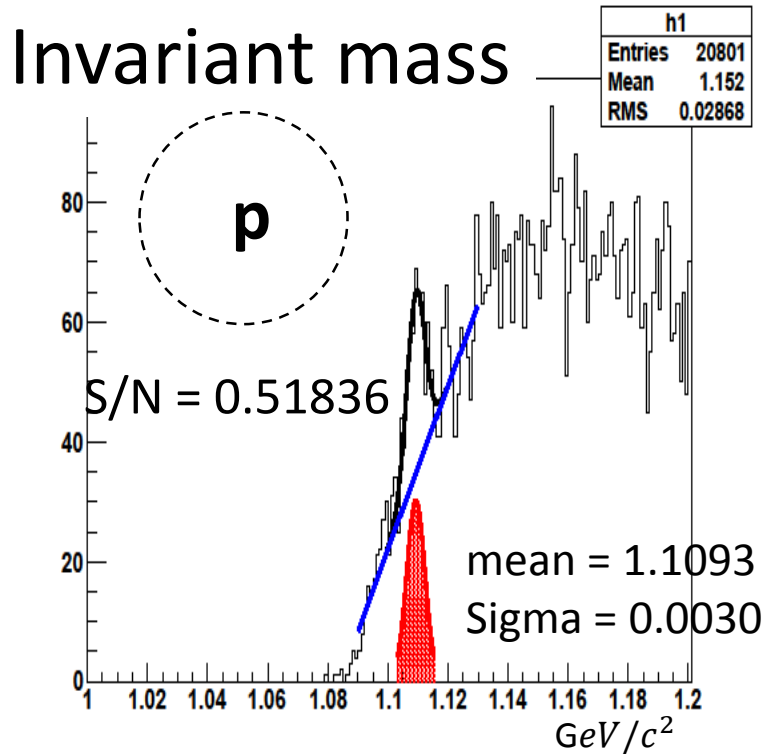


- Beta vs BPD Energy depositの2次元プロットにより、陽子以外の荷電粒子(π^\pm)を分離。



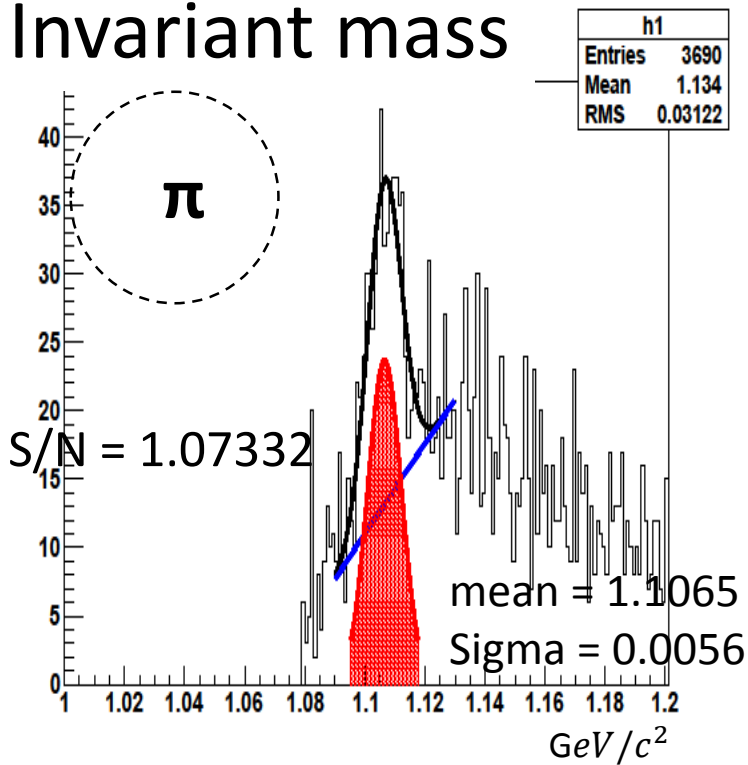
- p 、 π^- それぞれの領域を陽子と仮定して $\Lambda \rightarrow p + \pi^-$ を探る

$p \leftarrow \text{BPD}$ $\pi^- \leftarrow \text{CDS}$

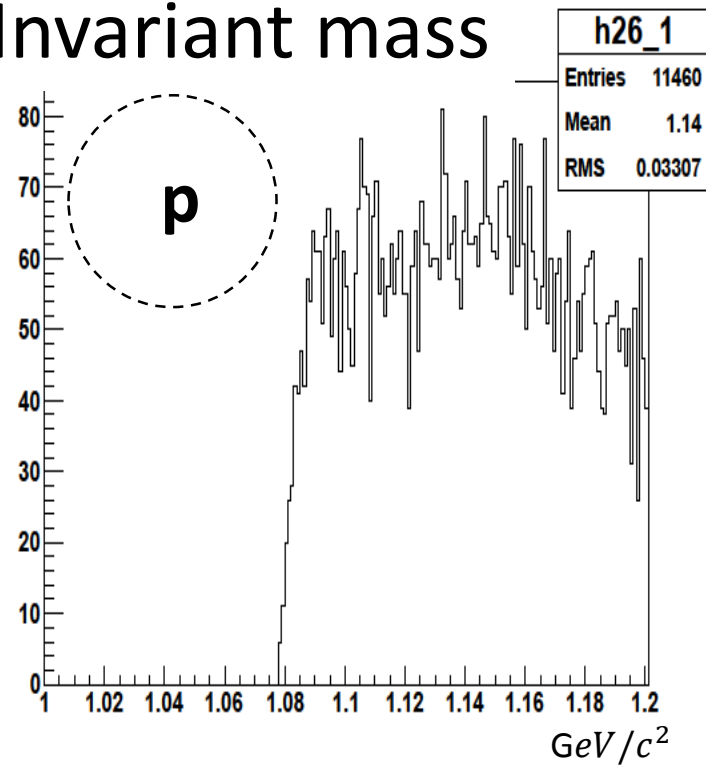


$\pi^- \leftarrow \text{BPD}$ $p \leftarrow \text{CDS}$

Invariant mass



Invariant mass



- Beta vs BPD Energy depositの2次元プロットにより正しく p と π^\pm を選んだ方が Λ ピークが鮮明にみえる。
→ 粒子識別は正しい

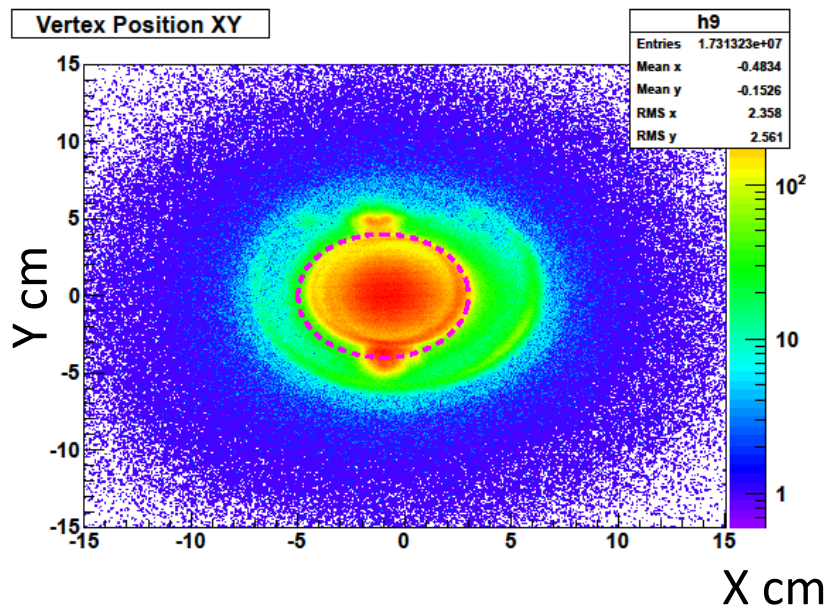
まとめ

- $\Lambda(1405)$ スペクトル実験のために後方散乱陽子検出器を開発した。
- TOFによりビームと後方散乱粒子を区別できた。
- 後方散乱陽子検出器で検出した粒子とCDSで検出した粒子から
 $\Lambda \rightarrow p + \pi^-$ を見ることができた。
- 今秋、J-PARCのビーム運転再開に伴い実験を行う。

Back up

Beam vertex cut

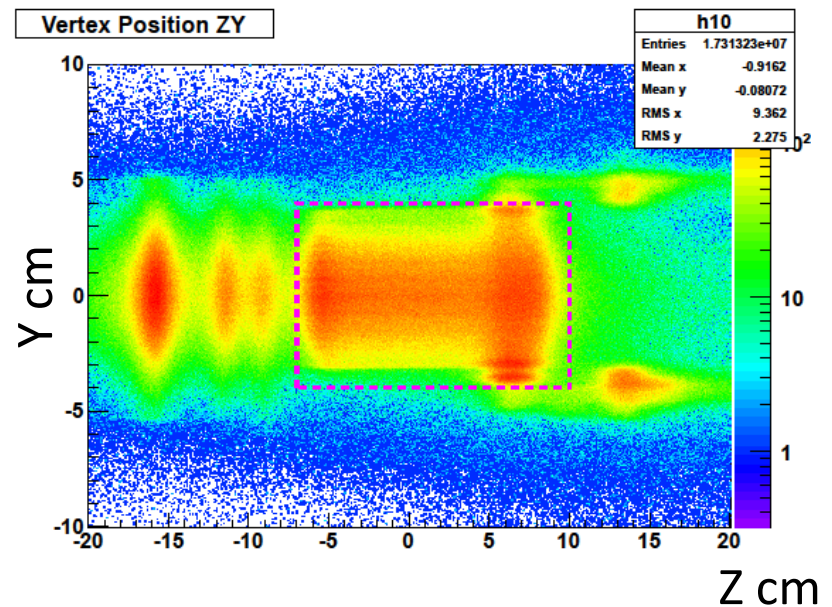
XY Plane



Center XY(-1cm, 0cm)

R2 = 8cm

ZY Plane

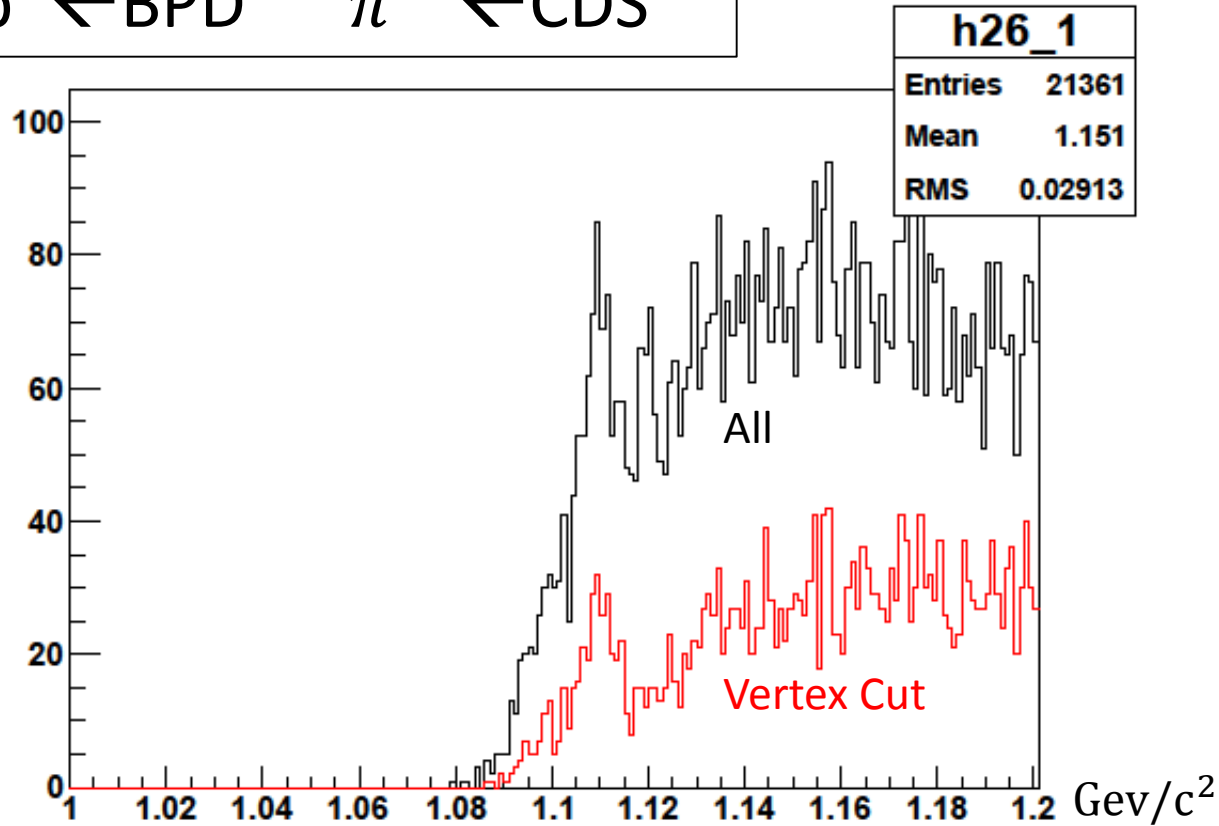


$-7\text{cm} < Z < 10\text{cm}$

Data : Run49c/run49c_0061~0140.

Invariant mass

$p \leftarrow \text{BPD}$ $\pi^- \leftarrow \text{CDS}$



S/N = 0.5857
signal = 0.2017
mean = 1.1092
Sigma = 0.0026



S/N = 1.1143
signal = 0.1108
mean = 1.1093
Sigma = 0.0029

Data : Run49c/run49c_0061~0140.

Λ Momentum

$$P_{\Lambda} = P_p + P_{\pi^-}$$

