

J-PARC K1.8BRビームラインにおける
 $d(K^-, n)$ 反応による $\Lambda(1405)$ 粒子の精密分光実験の
 $\pi^0 \Sigma^0$ 終状態に関する解析状況 (2)

大阪大学核物理研究センター野海研究室

川崎 新吾

目次

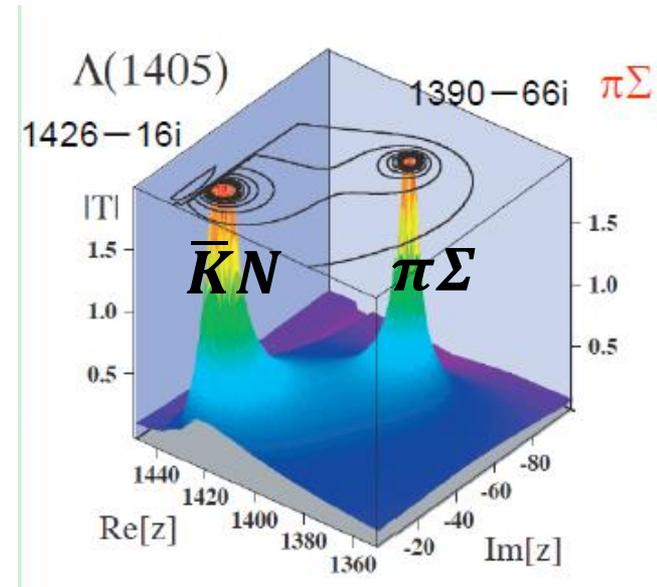
- $\Lambda(1405)$ 研究背景
- J-PARC E31 実験
- E31 1st physics run の結果
 - $d(K^-, n) \pi^0 \Sigma^0$ の解析状況 (前回)
 - 後方散乱陽子の検出と解析の妥当性
- まとめとE31 2nd physics run の予定

$\Lambda(1405)$ 研究背景

- $\Lambda(1405)$

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。



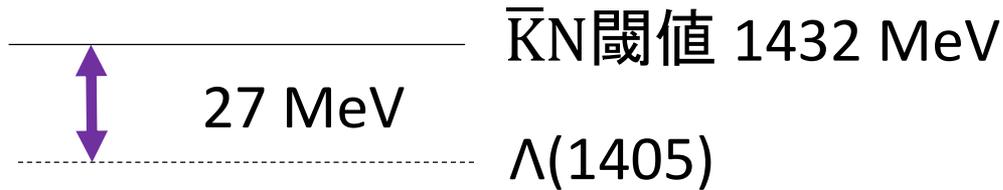
T.Hyodo and W.Weise,
Phys.RevC77,035204(2008)

励起状態ハドロン内部構造の理解

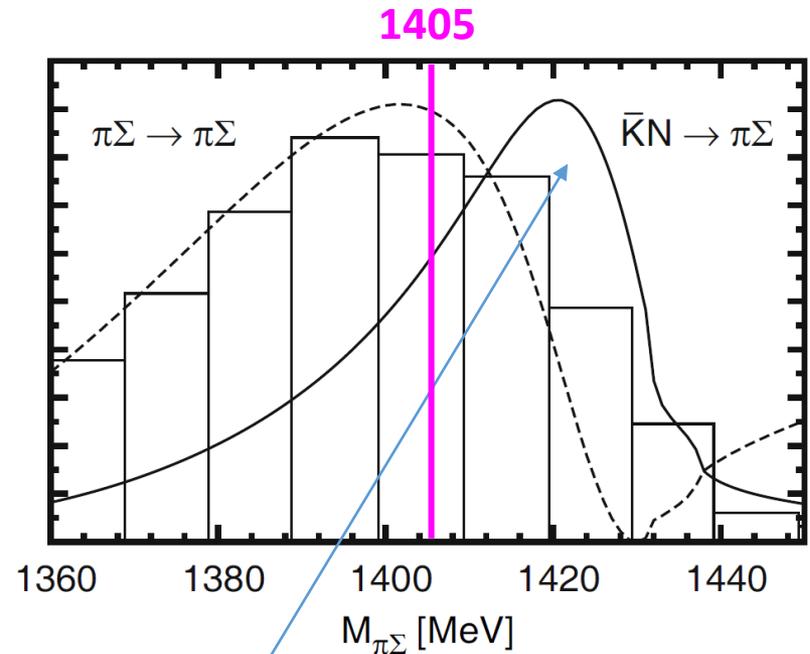
クォーク→ハドロン形成の理解

• $\bar{K}N \rightarrow \pi\Sigma$ 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**
 $\bar{K}N$ からの直接生成



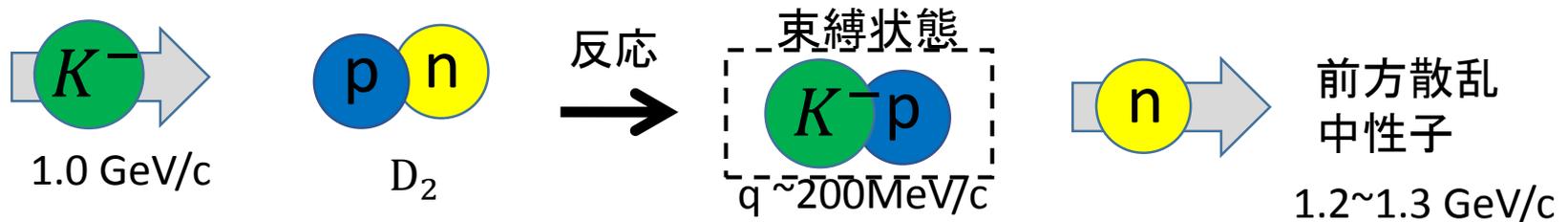
Eur. Phys. J. A42('09)257

この反応により $\bar{K}N$ 極を強く反映した散乱状態が期待される。⁴

J-PARC E31 実験

- $d(K^-, n)$ 反応

- 質量欠損法による $\Lambda(1405)$ の質量測定: $MM(n) = \sqrt{(P_d + P_{K^-} - P_n)^2}$



- アイソスピンの同定

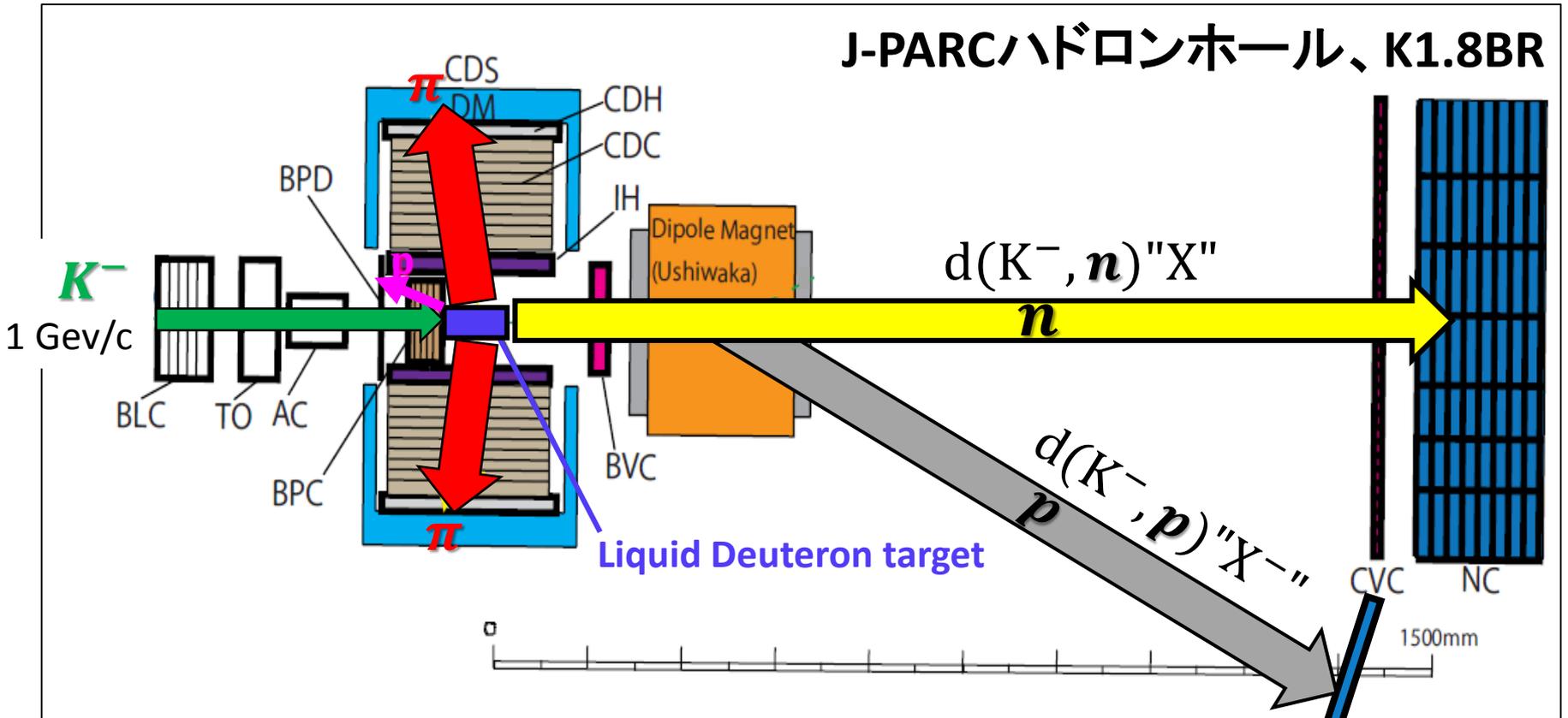
- $d(K^-, n) " \pi^0 \Sigma^0 "$ ← $I = 0$ ($\Lambda(1405)$)
- $d(K^-, n) " \pi^\pm \Sigma^\mp "$ ← $I = 0, 1$
- $d(K^-, n) " \pi^0 \Lambda "$ ← $I = 1$ ($\Sigma(1385)$)
- $d(K^-, p) " \pi^- \Sigma^0 "$ ← $I = 1$

*** $d(K^-, p)$ 反応による $I = 1$ の測定も同時に行う**

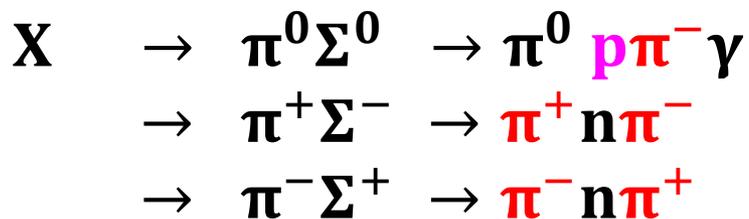
全終状態 ($\pi^0 \Sigma^0, \pi^+ \Sigma^-, \pi^- \Sigma^+, \pi^- \Sigma^0$) の測定によりアイソスピン $I=0, 1$ の分離を行う。

J-PARC E31 実験 検出器システム

J-PARCハドロンホール、K1.8BR



$d(K^-, n) "X"$

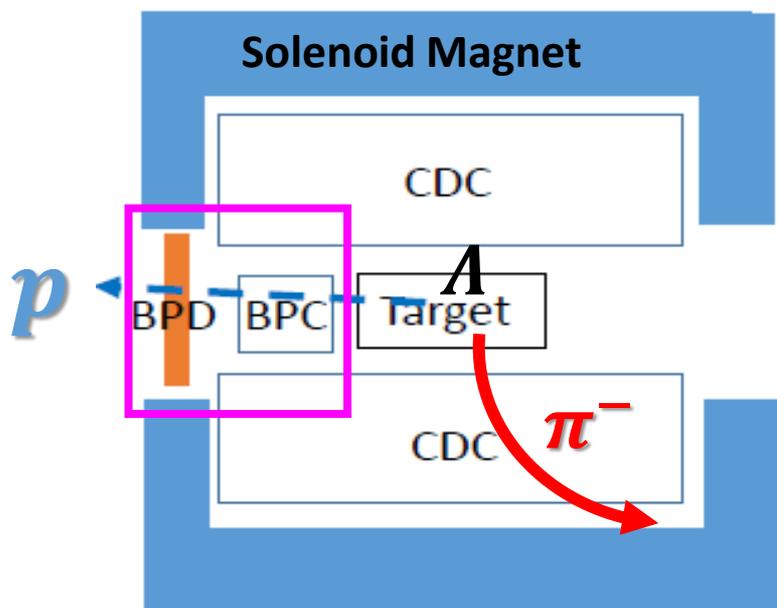


$d(K^-, p) "X^-"$

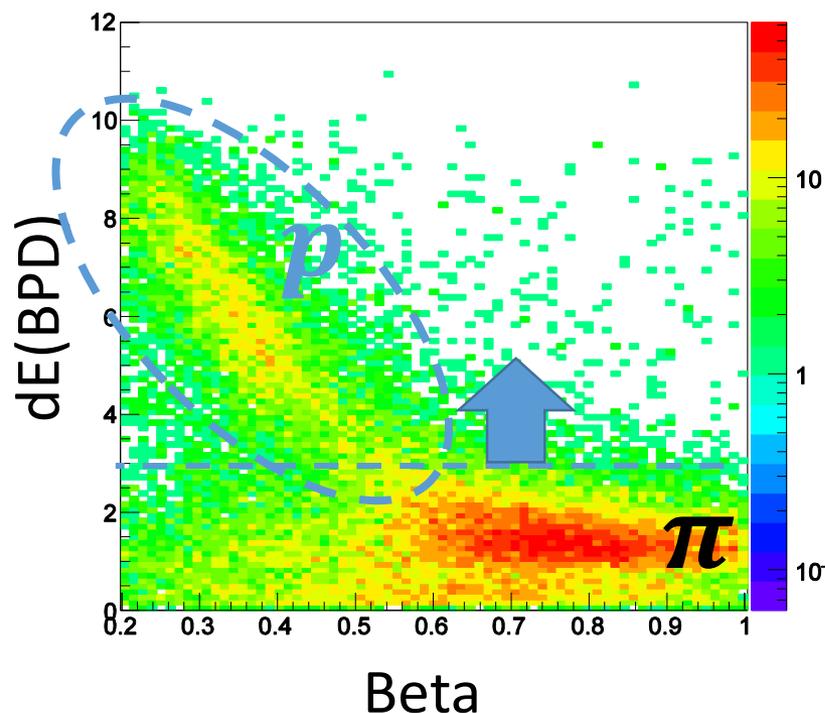


後方散乱陽子の解析

- $\Lambda(1405)$ は後方散乱生成
→ 標的後方に置かれた検出器により
後方に出てくる陽子を測定する



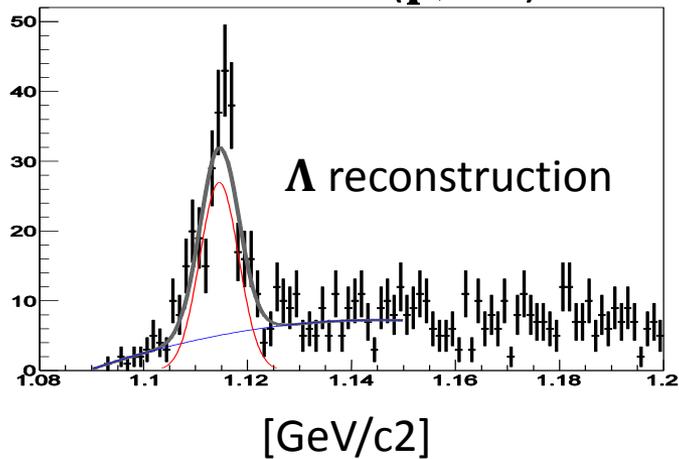
後方散乱粒子の β と
Energy deposit @BPD の相関



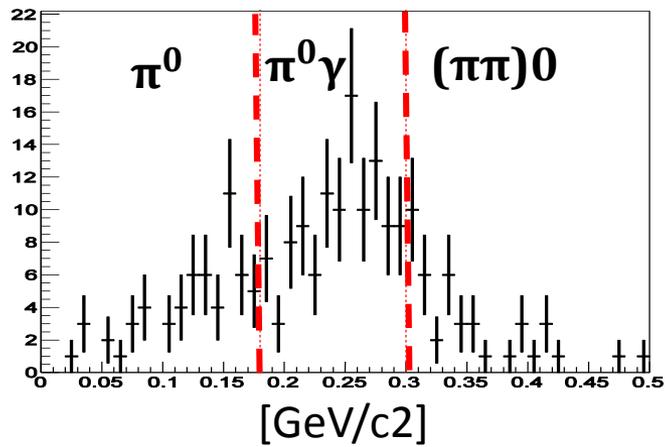
$d(K^-, n) \pi^0 \Sigma^0$ (前回の発表)

$\pi^0 \Sigma^0 \rightarrow \pi^0 \Lambda \gamma \rightarrow \pi^0 p \pi^- \gamma$

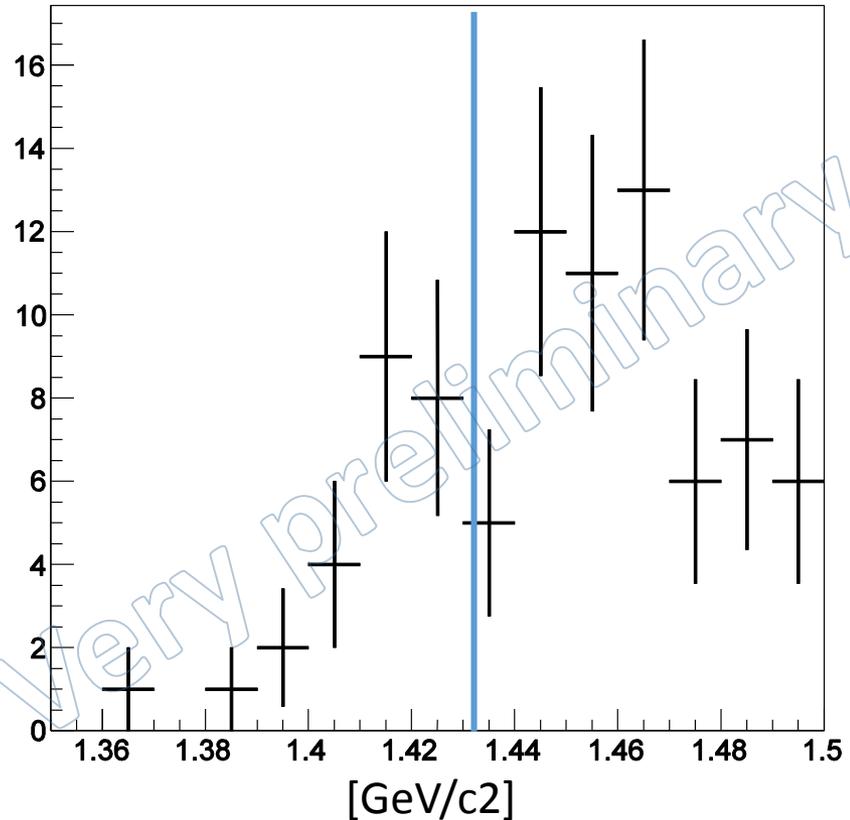
Invariant (p, π^-)



$d(K^-, n p \pi^-) \chi'$



$d(K^-, n) \chi'$ missing mass



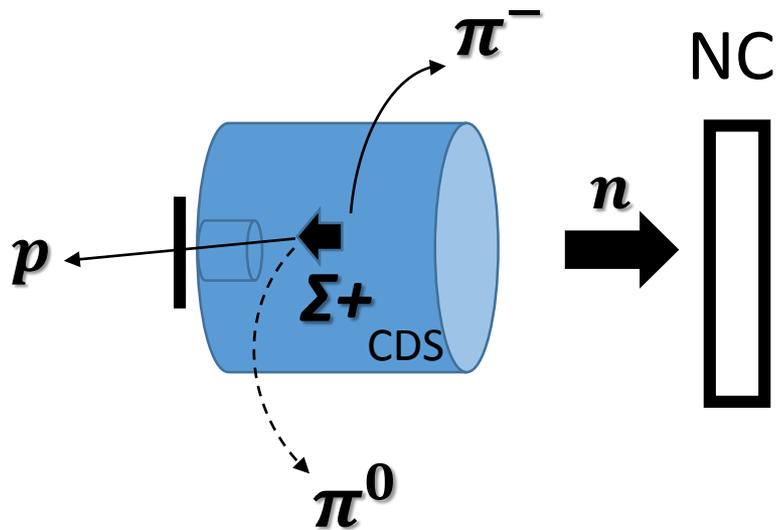
- ✓ $d(K^-, n) \pi^{\mp} \Sigma^{\pm}$ スペクトラムと同様な閾値近傍に構造のあるスペクトラムを得ることができた。

Cross Section 比較

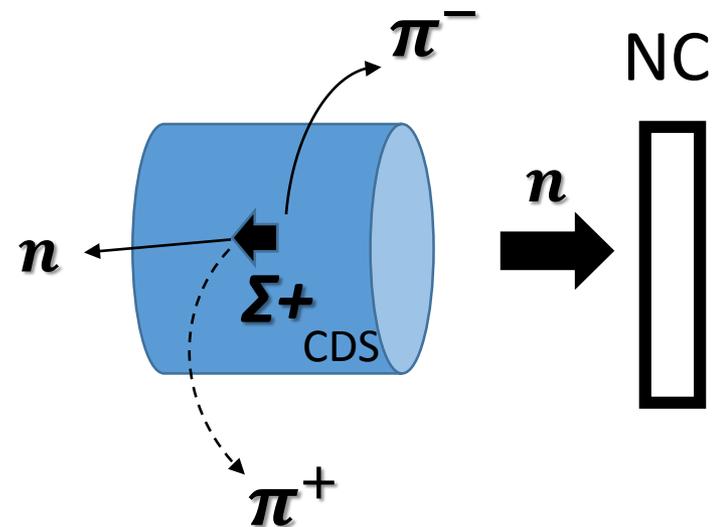
- 後方散乱陽子の検出及び解析の妥当性を確かめる
 - $d(K^-, n) \pi^- \Sigma^+$ スペクトラムを用いた比較
 - (1) $\Sigma^+ \rightarrow n\pi^-$ (後方散乱陽子の同定をしない)
 - (2) $\Sigma^+ \rightarrow p\pi^0$ (後方散乱陽子の同定を行う)
 - (1) 前の発表
 - (2) Σ^+ 崩壊の後方散乱陽子の同定
 - $d(K^-, n) \pi^- \Sigma^+$ イベントサンプルの抽出
 - $n \rightarrow NC$
 - $\pi^- \rightarrow CDS$
 - $\Sigma^+ \rightarrow d(K^-, n\pi^-) \Sigma^+$ missing mass
 - 後方散乱陽子 p が Σ^+ 崩壊であること確認する
 - $d(K^-, n\pi^- p) \pi^0$ missing mass

Cross Section 比較

$K^-d \rightarrow n \Sigma^+ \pi^- \rightarrow n p \pi^0 \pi^-$
 (w/ Backward proton)



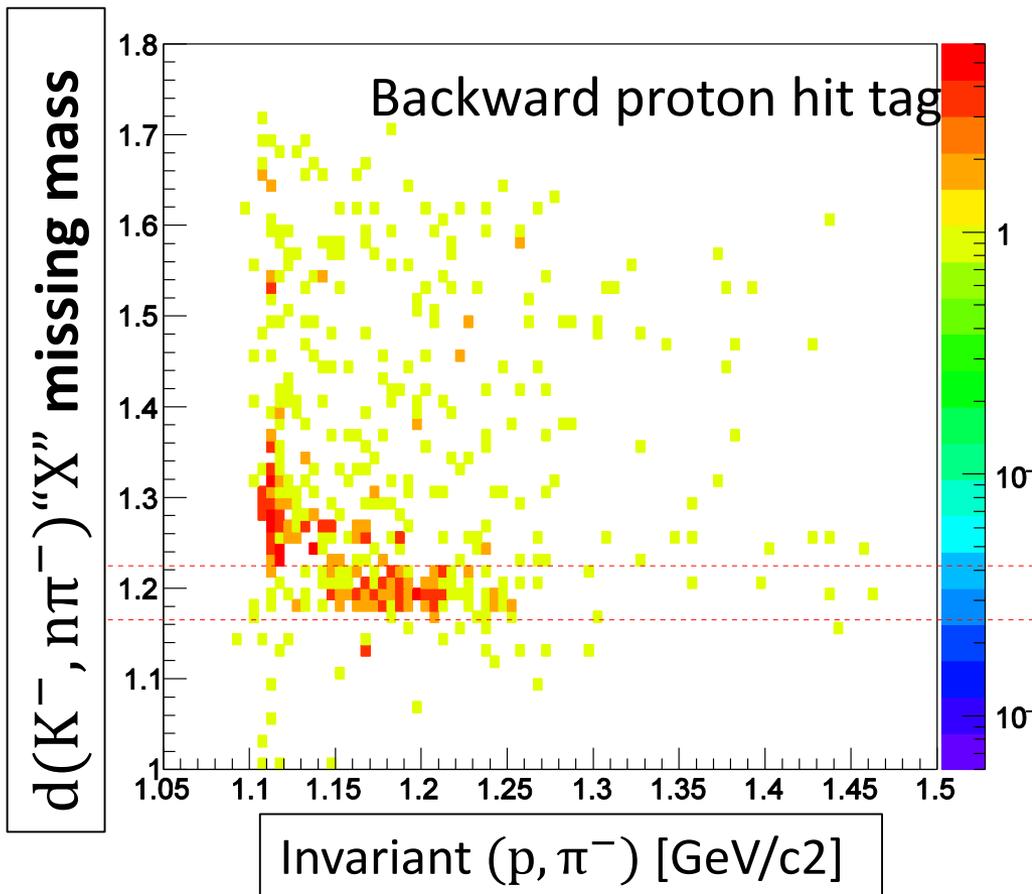
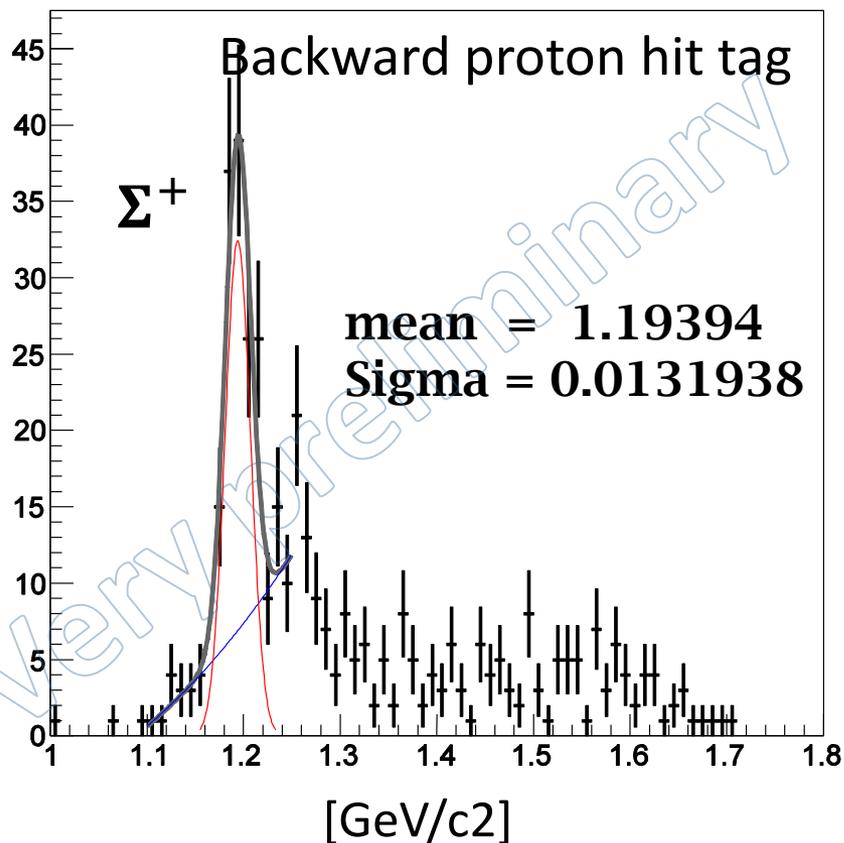
$K^-d \rightarrow n \Sigma^+ \pi^- \rightarrow n n \pi^+ \pi^-$
 (wo/ Backward proton)



(前の発表)

$d(K^-, n)\pi^-\Sigma^+$ の同定

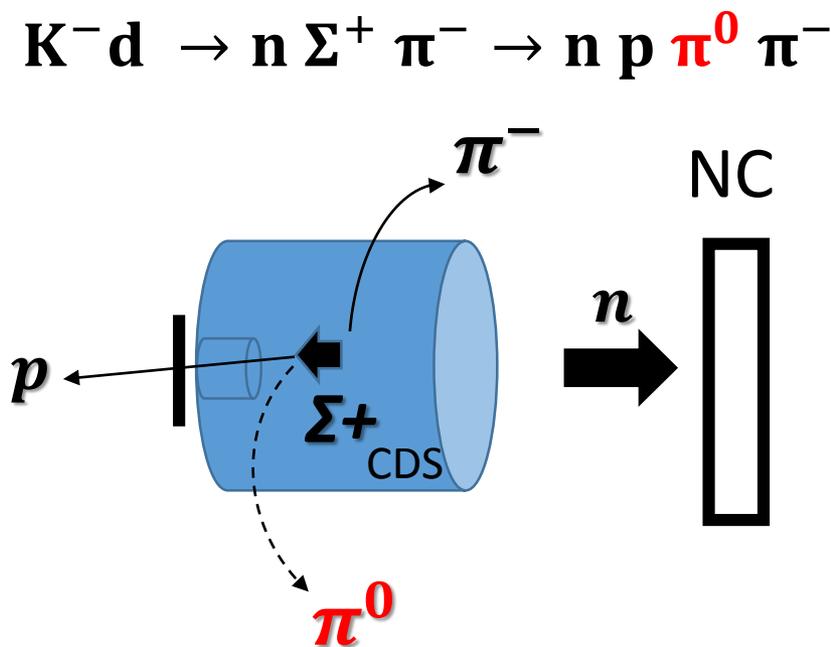
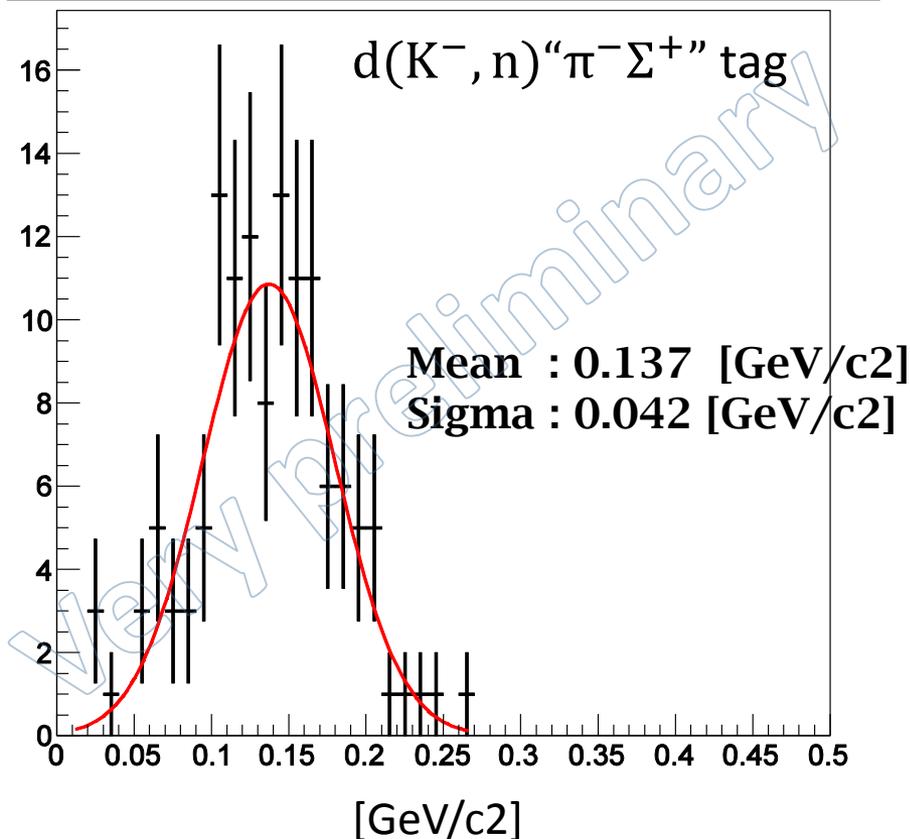
$d(K^-, n\pi^-)$ “X” missing mass



- ✓ $d(K^-, n)\pi^-\Sigma^+$ モードは Backward proton hit を要求することと、 $d(K^-, n\pi^-)$ “ Σ^+ ” を選択することによって同定できた。

Σ^+ 崩壊後方散乱陽子の同定

$d(K^-, n\pi^- p)$ "X" missing mass

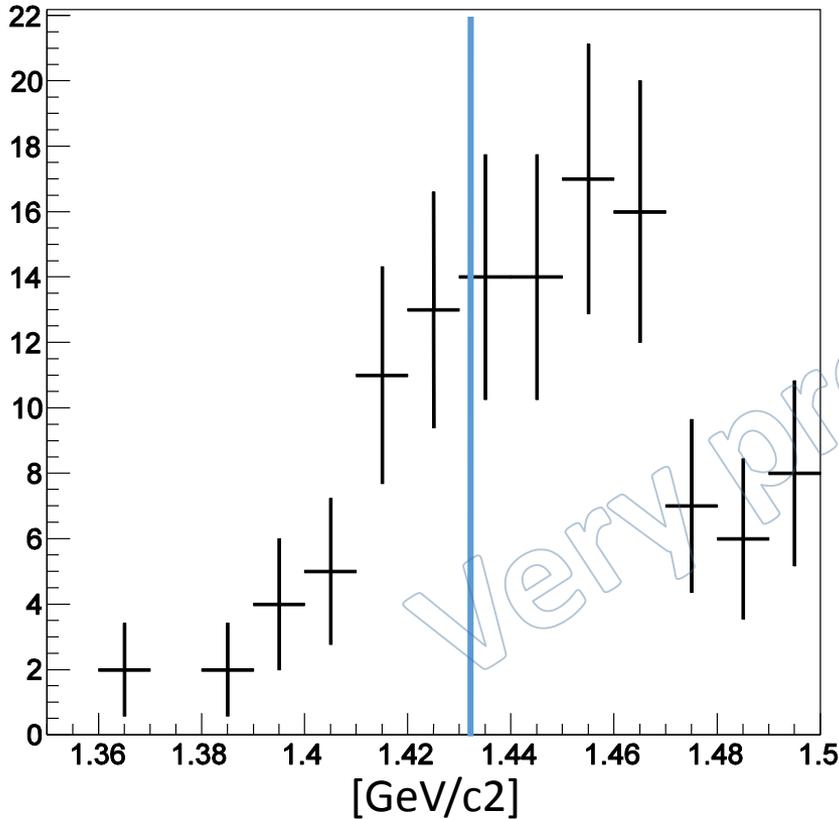


- ✓ $d(K^-, n)\pi^-\Sigma^+$ イベントと後方散乱検出器で特定した p 運動量から $d(K^-, n\pi^- p)$ "X" の分布の再現を確認した。¹²

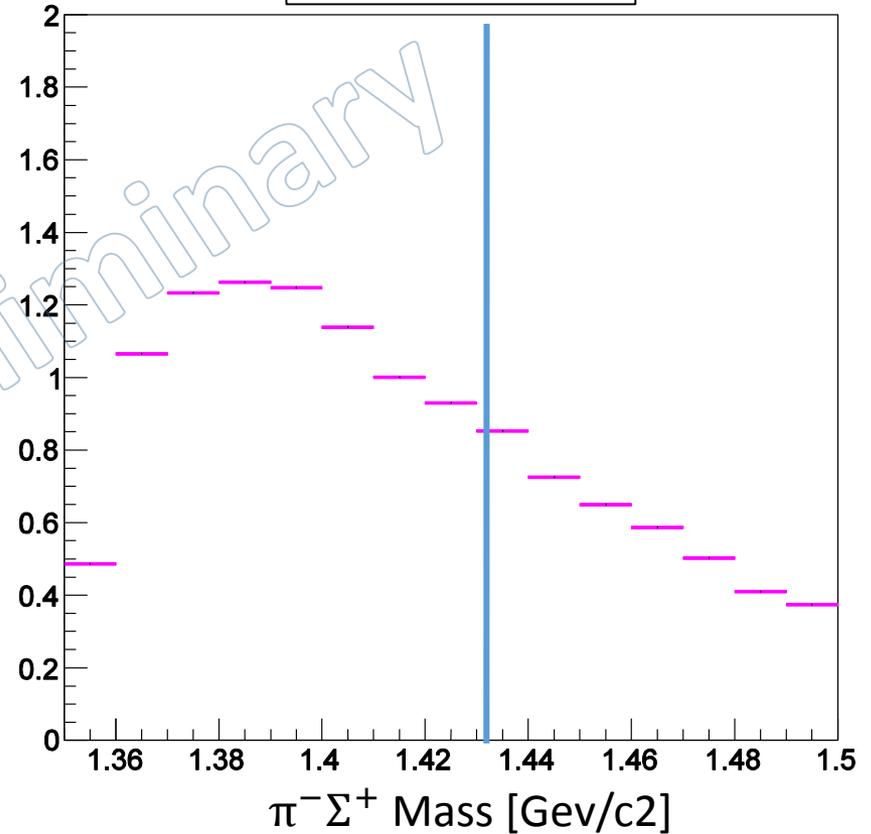
$d(K^-, n) \pi^- \Sigma^+$

(w/ backward proton) missing mass

$d(K^-, n) \text{"X" missing mass}$



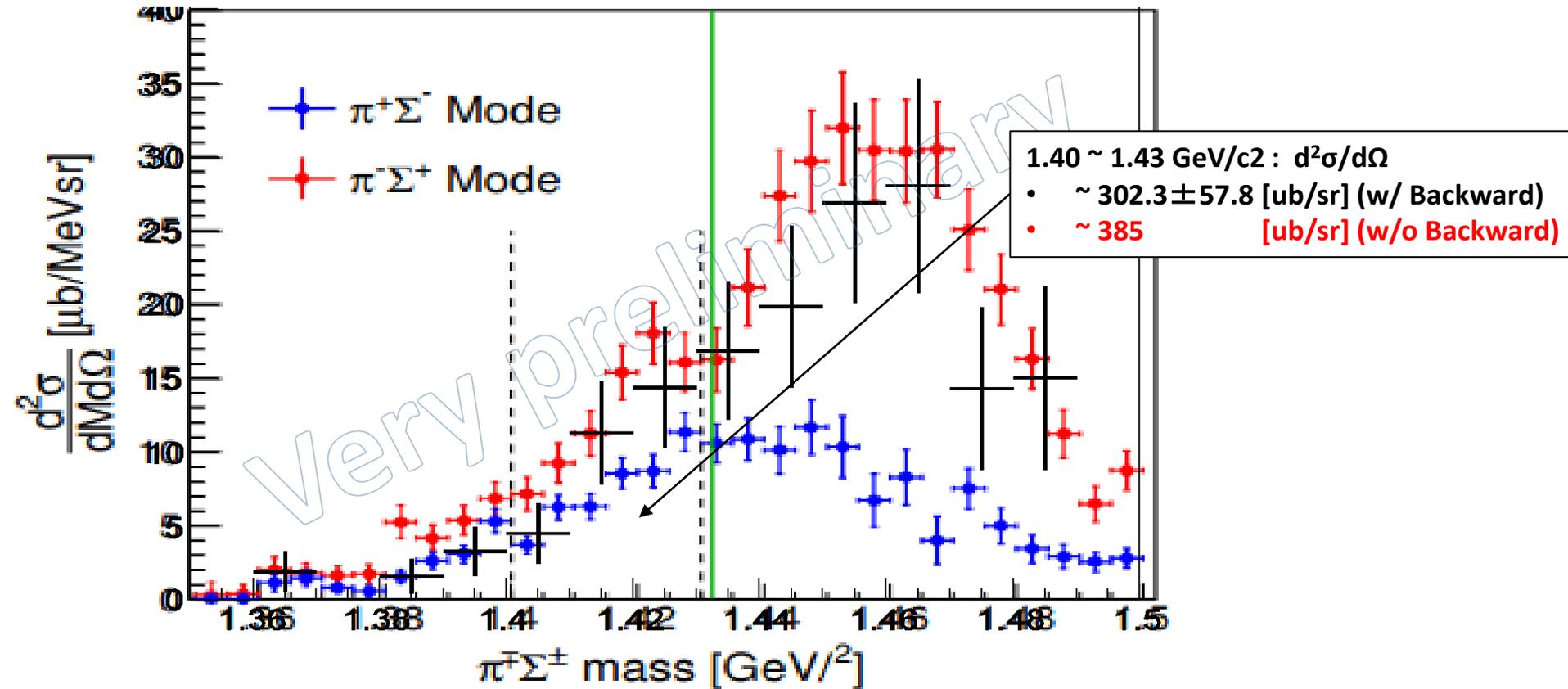
Acceptance



- ✓ $d(K^-, n) \pi^- \Sigma^+$ (w/o backward proton) スペクトラムと同様な閾値近傍に構造のあるスペクトラムを得ることができた。

Cross Section 比較

- $K^-d \rightarrow n \Sigma^+ \pi^- \rightarrow n p \pi^0 \pi^-$ (w/ Backward proton)
- $K^-d \rightarrow n \Sigma^+ \pi^- \rightarrow n n \pi^+ \pi^-$ (wo/ Backward proton)



- ✓ 全体的なスペクトラムの形は再現している
- ✓ w/ Backward \sim w/o Backward $\times 0.8$ (どちらかの解析に少し不備がある可能性)
- ✓ w/ Backward の統計が少ない

まとめ

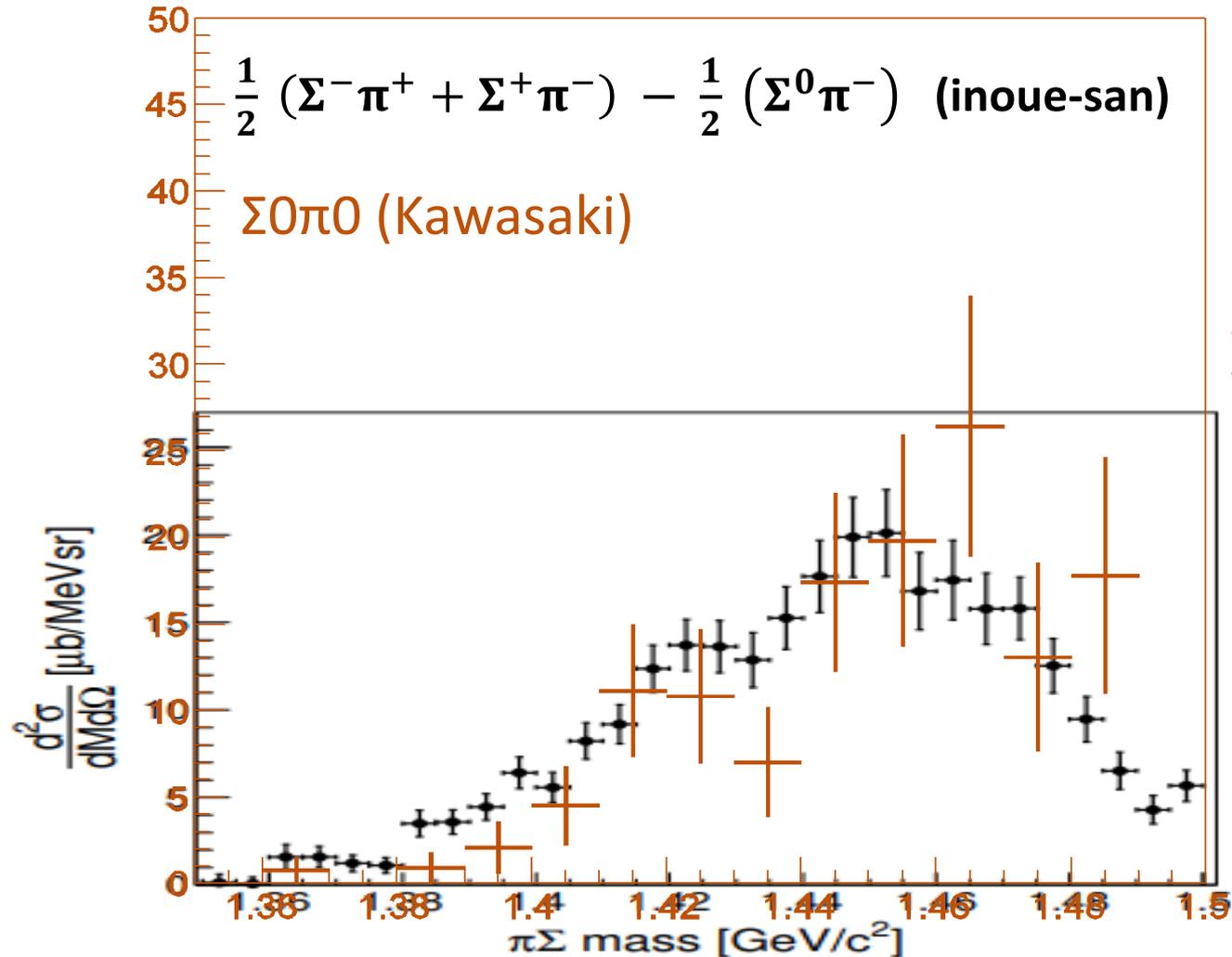
- ✓ 後方散乱陽子の測定による、 $d(K^-, n) \pi^- \Sigma^+$ ($\Sigma^+ \rightarrow p \pi^0$) スペクトラムを得た。
- ✓ $d(K^-, n) \pi^- \Sigma^+$ ($\Sigma^+ \rightarrow n \pi^-$) スペクトラムとの比較により後方検出の妥当性を確かめた
 - スペクトラムの全体的な形は再現しているようにみえる
 - $1.40 \sim 1.43 \text{ GeV}/c^2$: $d^2\sigma/d\Omega \sim 80\%$
 - より高統計で確認する必要がある。

E31 2nd physics run の予定(2018/1~)

- ✓ 高統計($\times \sim 8$)により $d(K^-, n) \pi^0 \Sigma^0$ スペクトラムを測定する
-> ~ 100 イベントが期待される
- ✓ $(\pi^+ \Sigma^- + \pi^- \Sigma^+ - \pi^- \Sigma^0)/2$ スペクトラムの一致を確認する。
- ✓ $d(K^-, n) \pi^- \Sigma^+$ (w/, w/o Backward) の一致を確認する

BACK UP

Cross Section 比較



1.40 ~ 1.43 GeV/c^2 : $d^2\sigma/d\Omega$

- $\sim 264 \pm 58.7$ [$\mu\text{b}/\text{sr}$] (kawasaki)
- ~ 312 [$\mu\text{b}/\text{sr}$] (Inoue-san)