

$d(K^-, n)\pi^0\Sigma^0$ 反応による $\Lambda(1405)$ の研究

大阪大学核物理研究センター野海研究室

川崎 新吾

目次

- $\Lambda(1405)$ の研究背景
- J-PARC E31 実験
- $d(K^-,n) \Sigma^0 \pi^0$ スペクトラムの解析状況
- 理論計算との比較
- まとめと今後

$\Lambda(1405)$ の研究背景

- $\Lambda(1405)$

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

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

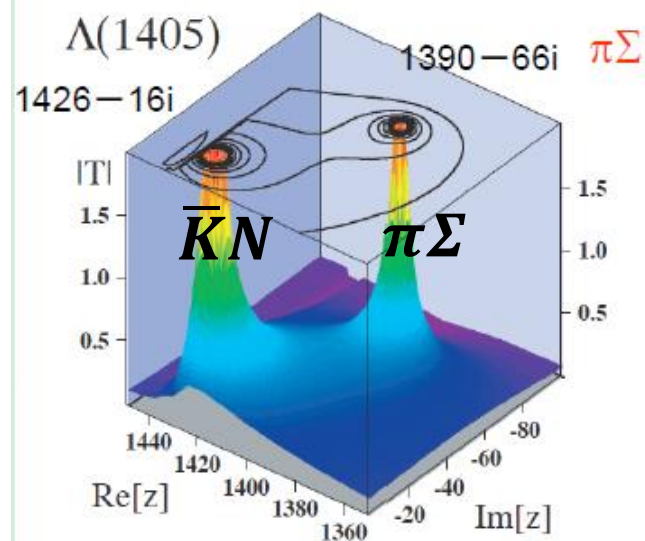
$\Gamma = 50 \pm 2$ (MeV) (PDG-2012)

3 クォーク? $\bar{K}N$ の束縛状態?

カイラルユニタリーモデルによる
 $\bar{K}N, \pi\Sigma$ 共鳴状態による2極構造

励起状態ハドロン内部構造の理解

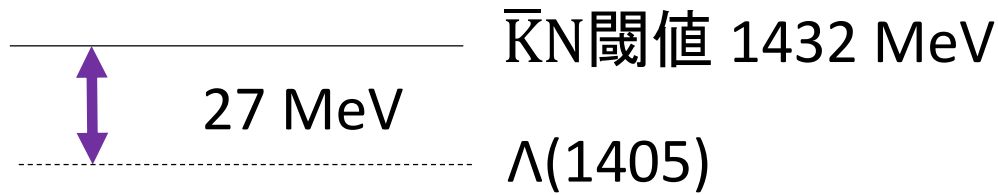
クォーク→ハドロン形成の理解



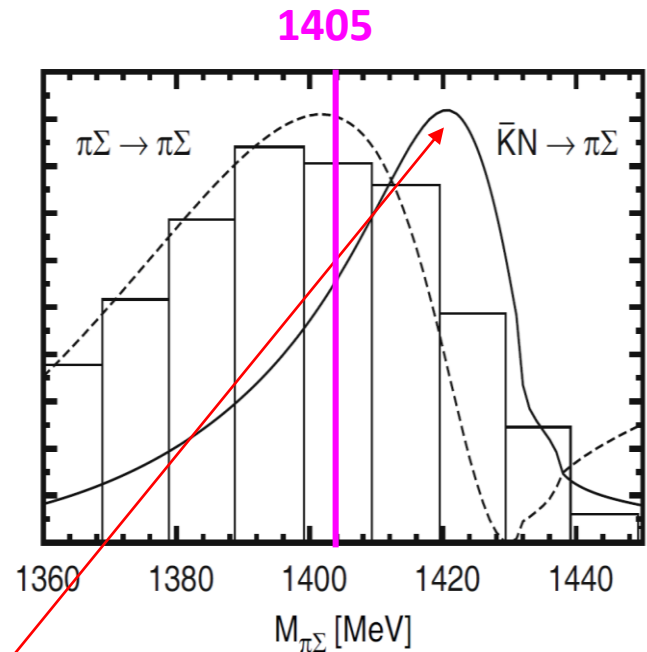
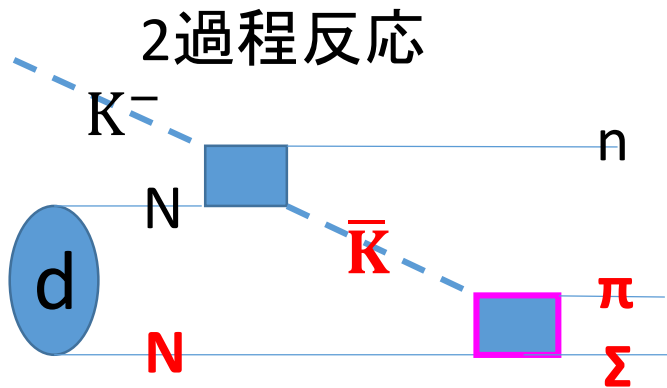
T.Hyodo and W.Weise,
Phys.RevC77,035204(2008)

- $\bar{K}N \rightarrow \pi\Sigma$ での $\Lambda(1405)$ スペクトラムの形状を探る

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

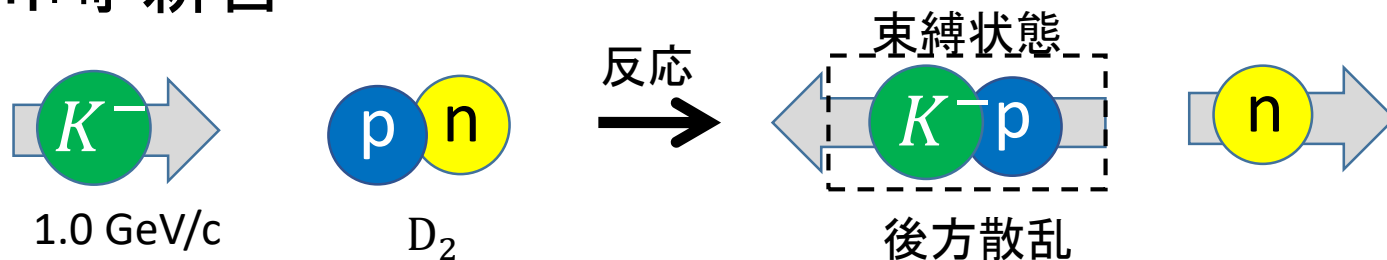


D.Jido et al,
 Eur. Phys. J. A42('09)257

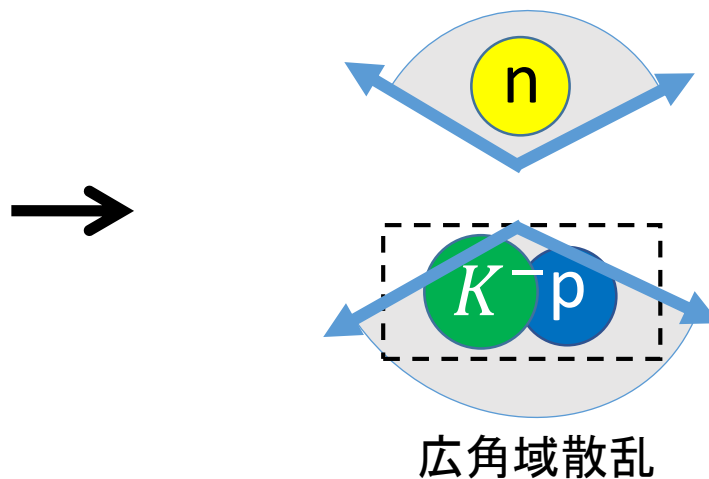
この反応により $\bar{K}N$ 極($\sim 1420 \text{ MeV}/c^2$)を強く反映した散乱状態が期待される

E31 実験連続講演

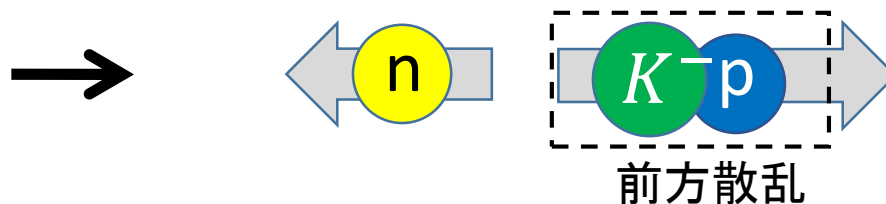
1. 川崎 新吾



2. 浅野秀光



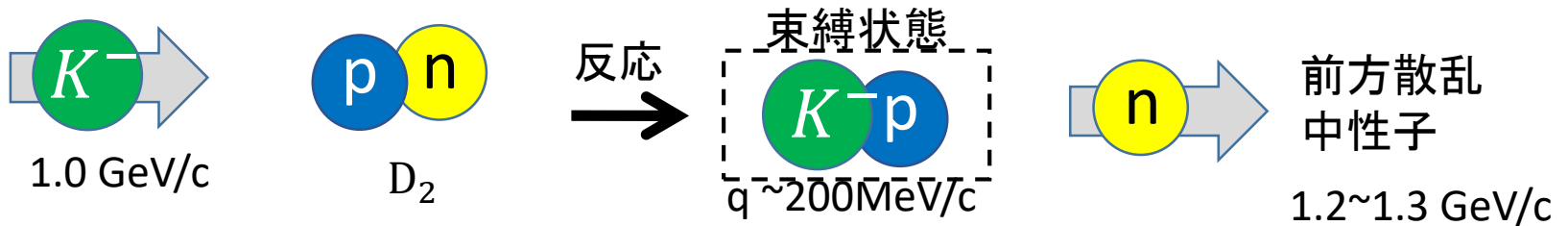
3. Zhadyra. Omar



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

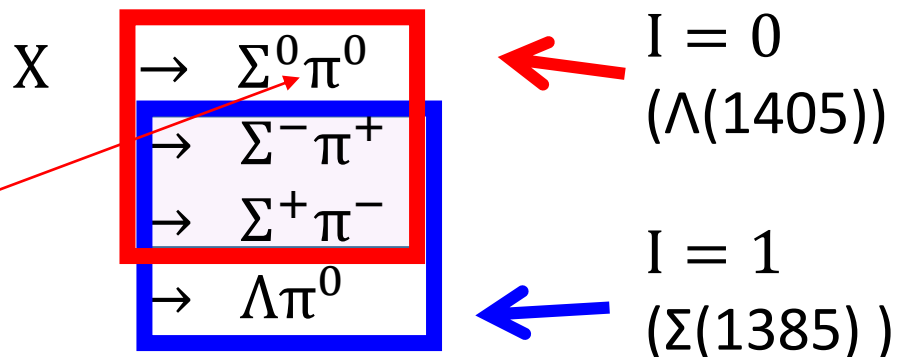


- 終状態のアイソスピンの同定

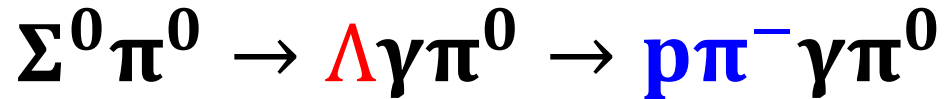
- $\Sigma^\mp \pi^\pm; I=0, I=1$ が混合
- $\Sigma^0 \pi^0$; 純粋に $I=0$

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

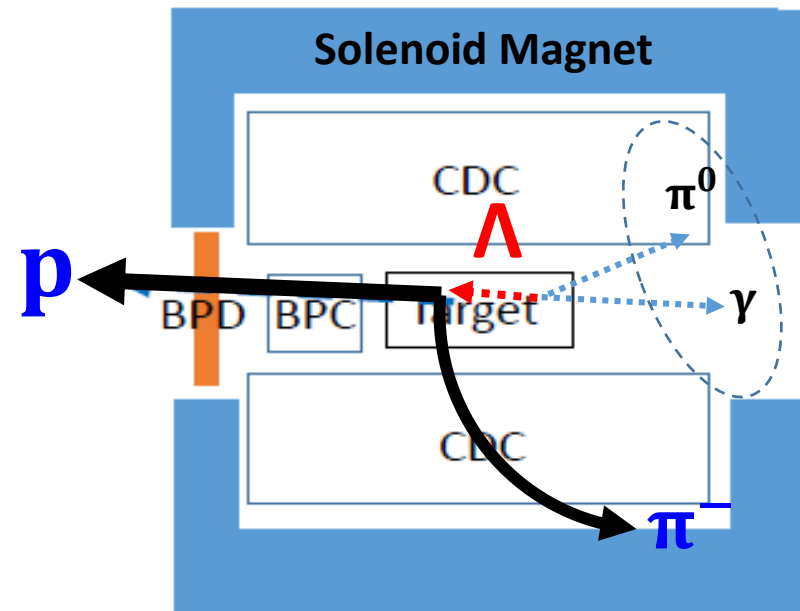
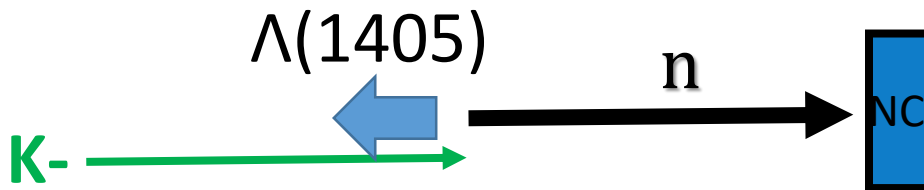
今回の発表



$d(K^-, n) \Sigma^0 \pi^0$ の解析状況



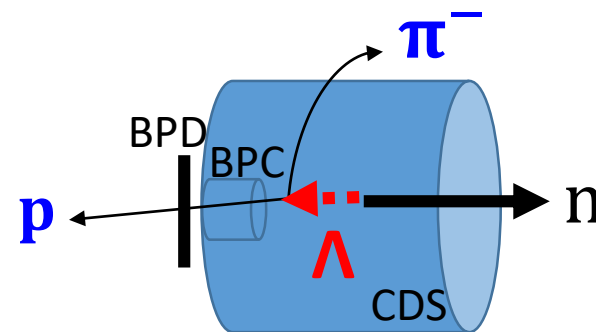
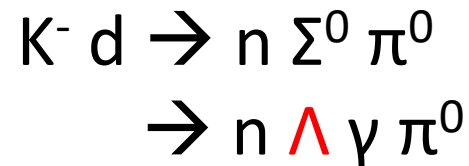
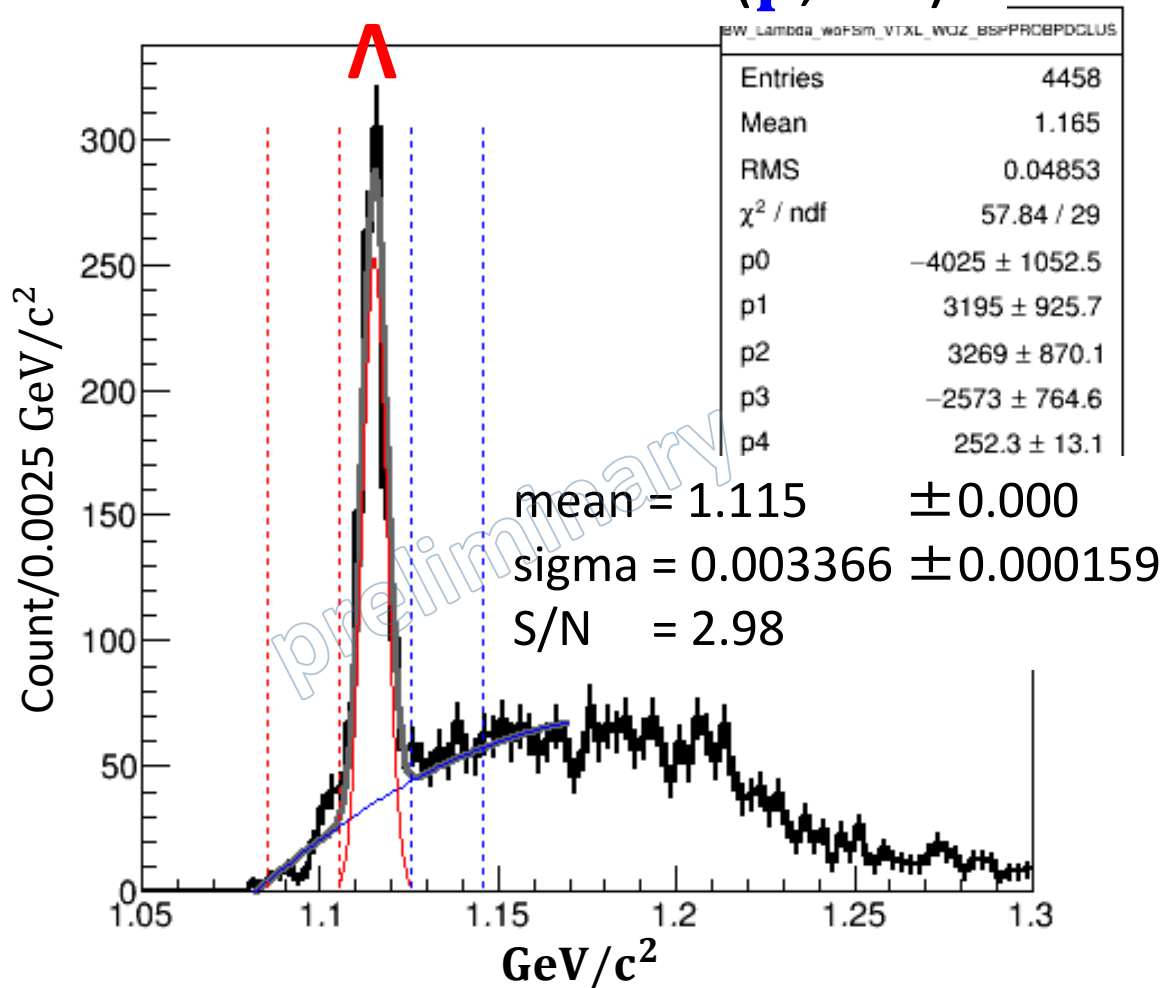
- 実験では前方散乱の中性子の測定を行い、後方散乱生成の $\Lambda(1405)$ を見る
- 標的後方に置かれた検出器により後方散乱陽子を測定する



- 解析の手法
 - $p \pi^-$ invariant mass から Λ の再構成
 - $d(K^-, n \Lambda) \pi^0 \gamma$ missing mass の同定

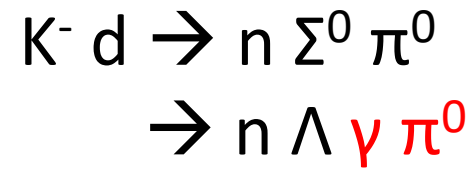
後方散乱 Λ の同定

Invariant mass (p, π^-)

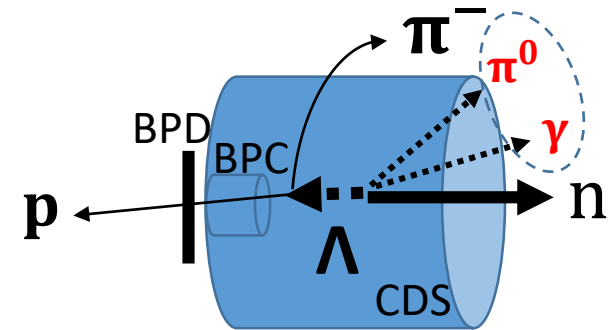
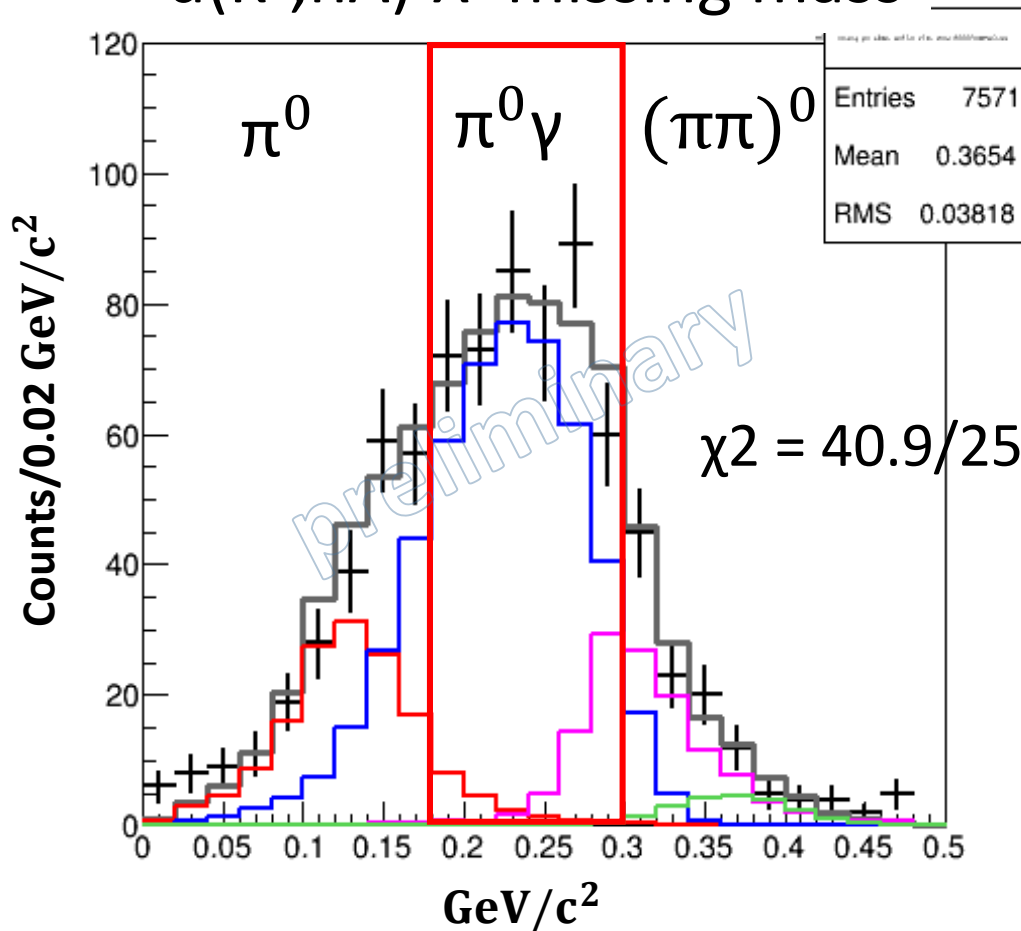


- 後方検出器で測定した陽子から Λ の同定に成功

$\pi^0\gamma$ の同定



d(K-,n Λ)'X' missing mass



+ (Data)

Hist(SIM)

• $K^- d \rightarrow n \Lambda \pi^0$

• $K^- d \rightarrow n \Sigma^0 \pi^0$

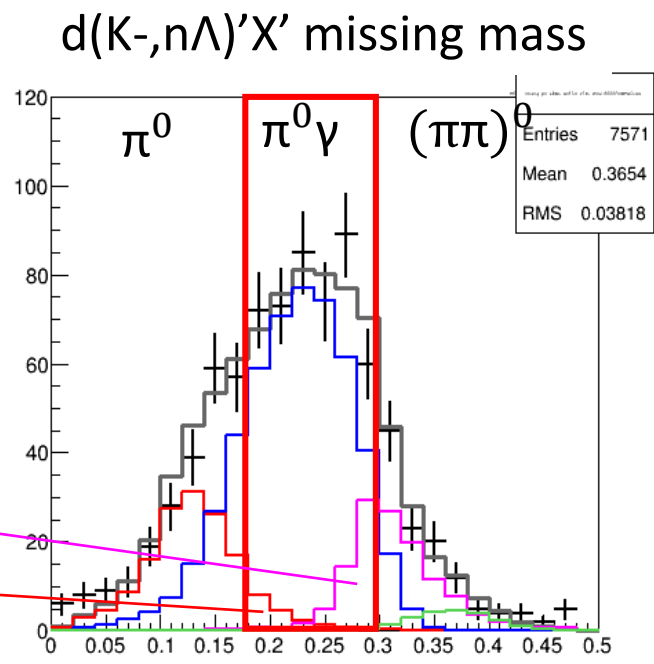
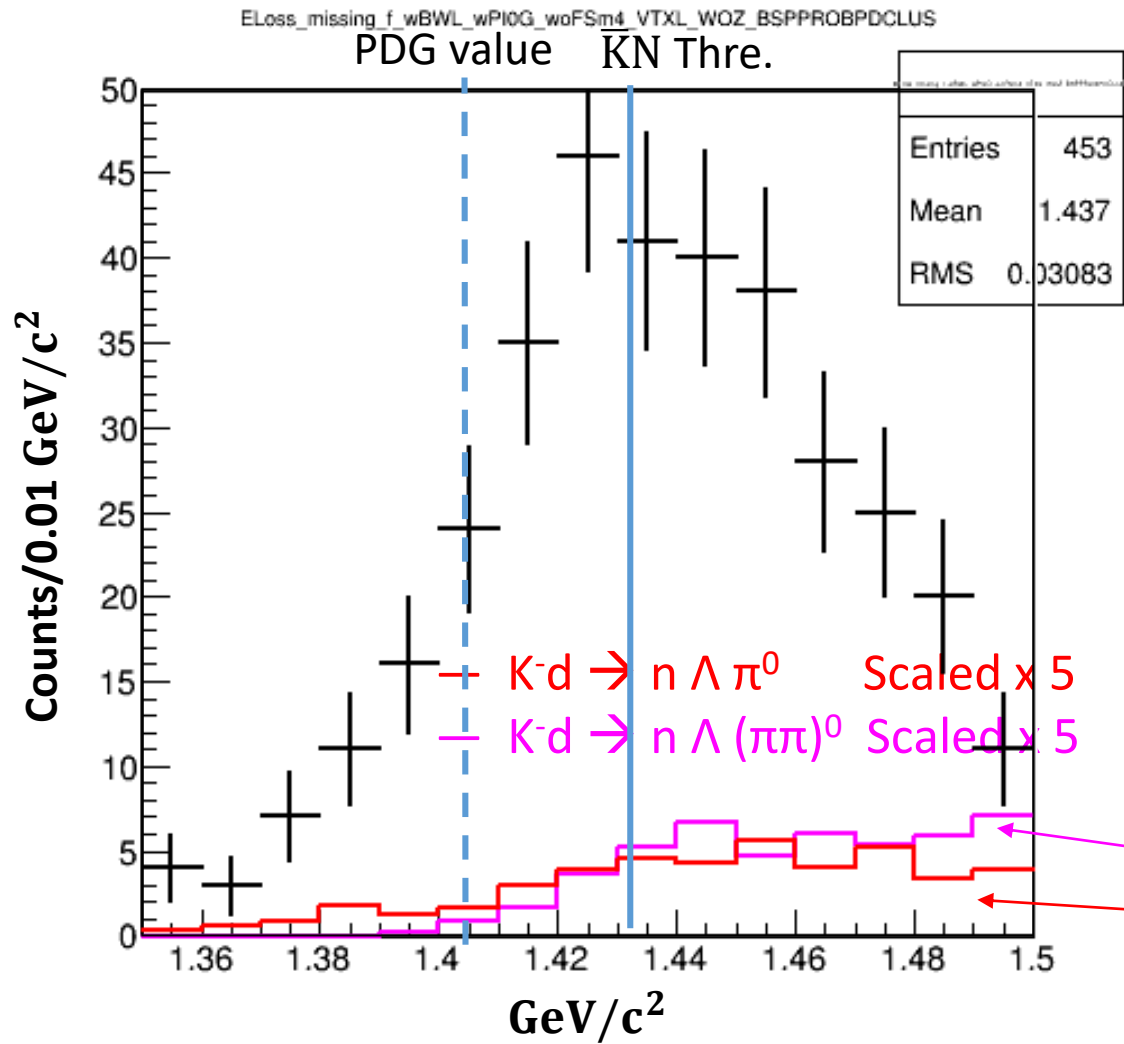
• $K^- d \rightarrow n \Lambda (\pi\pi)^0$

• $K^- d \rightarrow n \Sigma^0 (\pi\pi)^0$

Fit (0.0~0.5 GeV/c²)

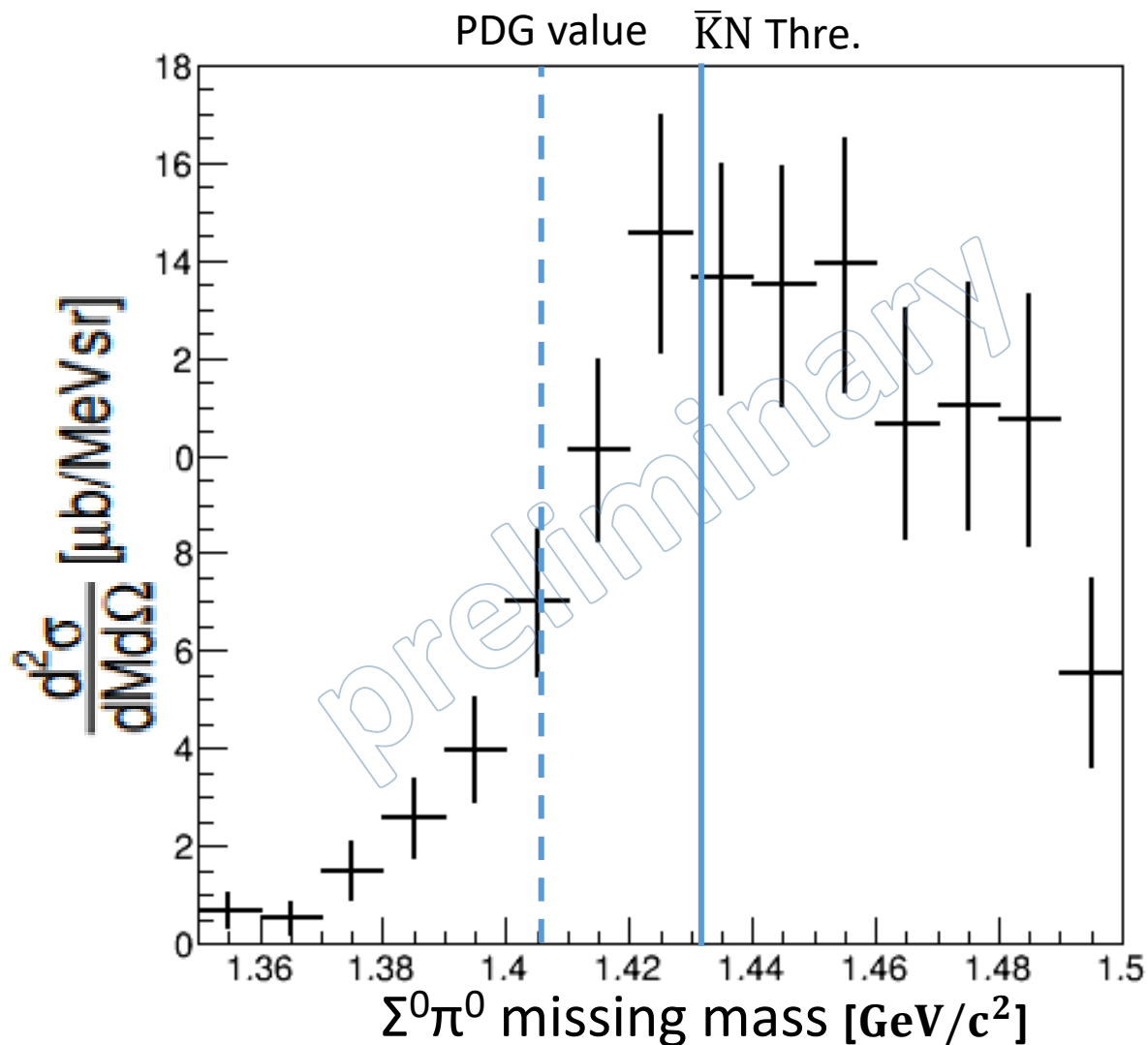
0.18 < d(K⁻,n Λ) < 0.3 [GeV/c²] を $\pi^0\gamma$ として選ぶ。

$d(K^-,n)\Sigma^0\pi^0$ missing mass スペクトラム



BG; $\pi^0, (\pi\pi)^0$ の寄与は小さい

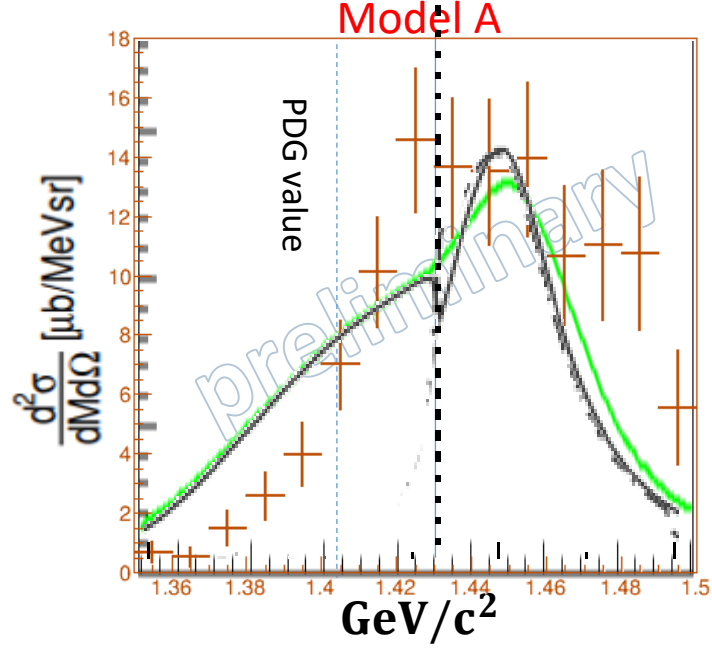
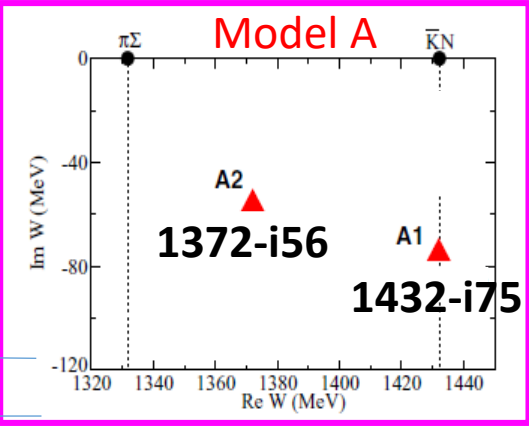
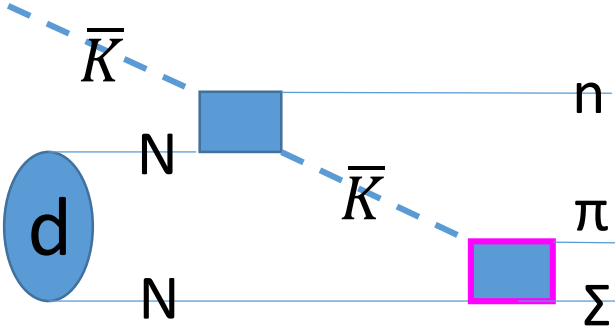
$d(K^-,n)\Sigma^0\pi^0$ Cross Section



$d(K^-,n)\Sigma^0\pi^0$ spectrumの測定に成功

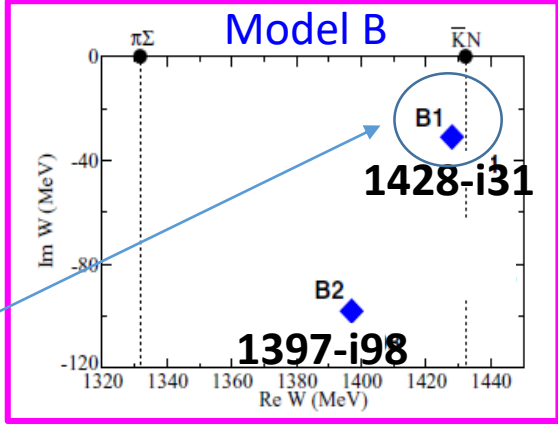
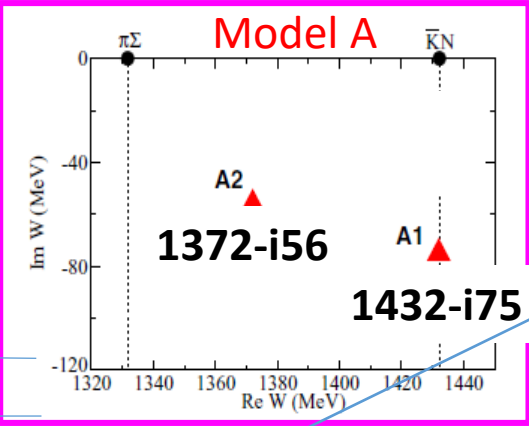
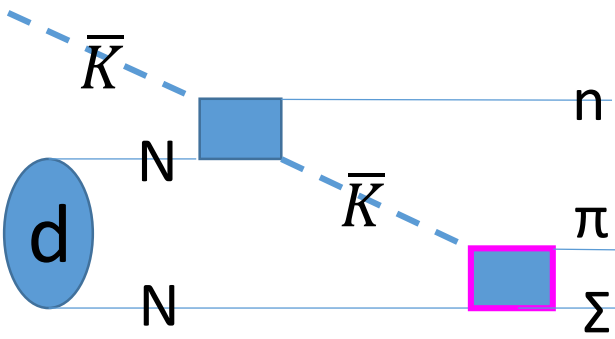
理論計算との比較

2過程反応

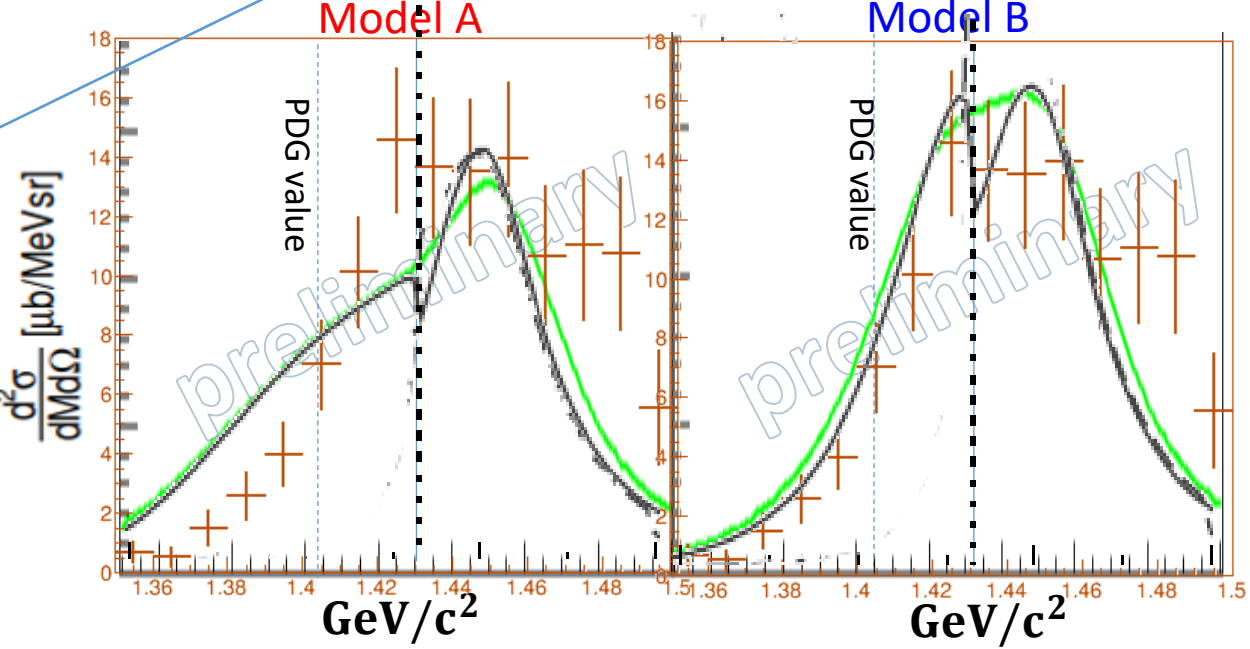


理論計算との比較

2過程反応



閾値以下の振る舞いは model Bの極のような実部に近い極を反映した散乱振幅をよく再現している。



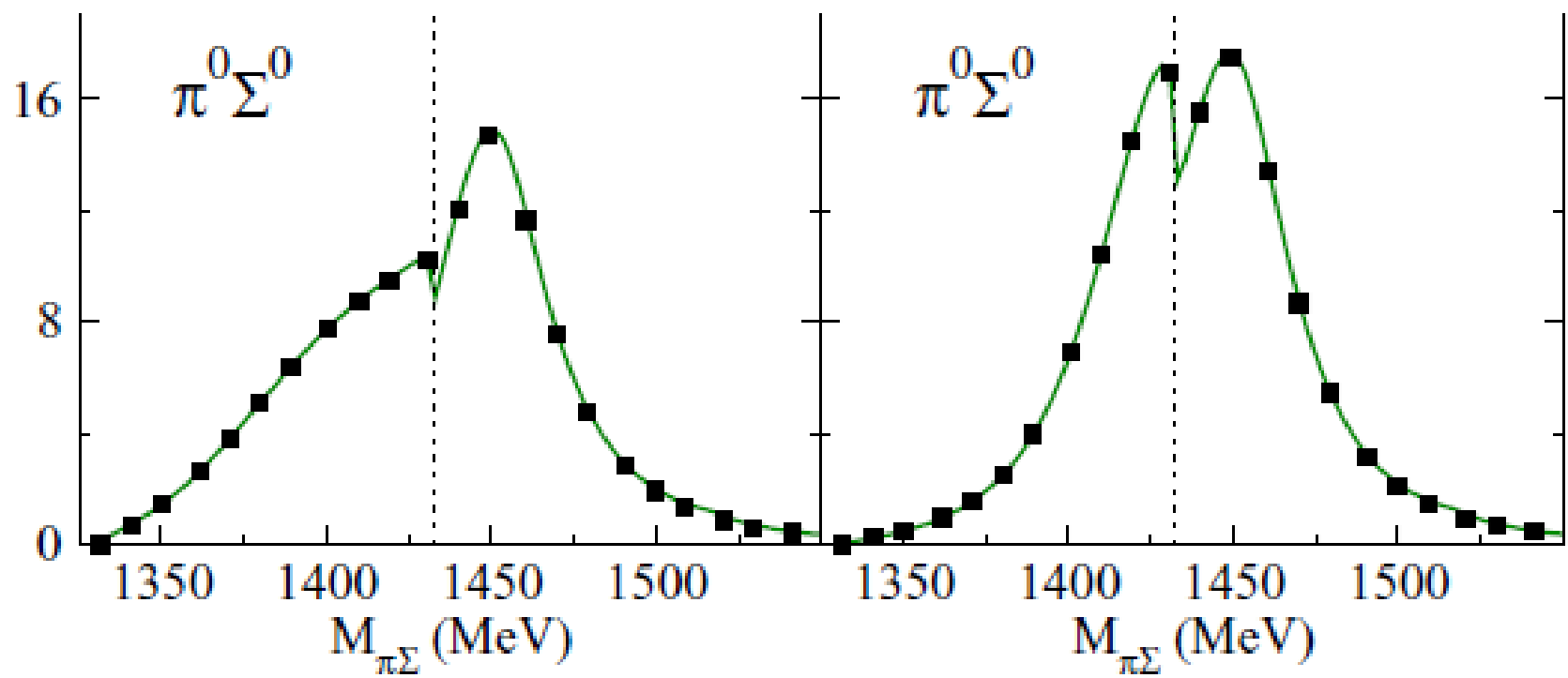
+ Data

Res. convoluted

まとめ

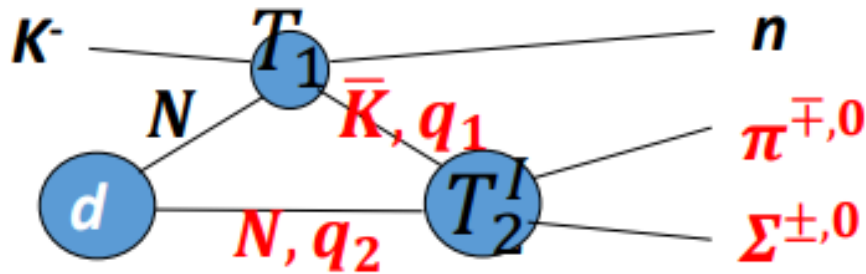
- 我々はJ-PARC E31実験を行い、 $d(K^-,n)\Sigma^0\pi^0$ スペクトラムを得た。
- 2過程反応による理論計算との比較ではスペクトラムの絶対値を良く再現できており、閾値以下の振る舞いから共鳴状態の極の情報を導き出すことができる。
- 今後 $d(K^-,n)\pi^0\Sigma^0$ スペクトラムの解析を完成させ、2過程反応のスペクトラムによるフィッティングを行い $\Lambda(1405)$ の極情報を求める。

BACK UP



今後

2過程反応による $\bar{K}N \rightarrow \pi\Sigma$ 散乱振幅の導出

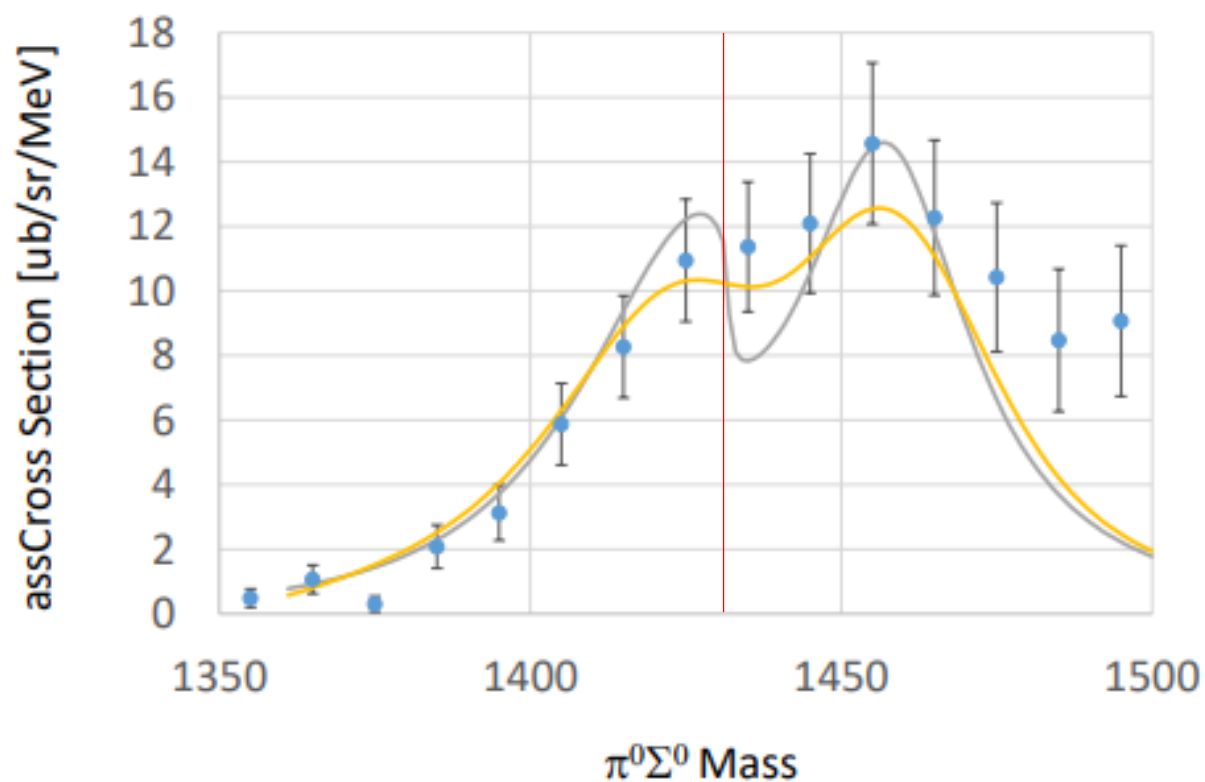


$$\frac{d\sigma}{dM_{\pi\Sigma}} \Big|_{\theta_n=0} \sim |\langle n\pi\Sigma | T_2^I(\bar{K}N, \pi\Sigma) G_0 T_1(K^-N, \bar{K}N) | K^- \Phi_d \rangle|^2$$

$$\frac{d\sigma}{dM_{\pi\Sigma}} \Big|_{\theta_n=0} \sim |T_2^I|^2 F_{QF}(M_{\pi\Sigma})$$

$$F_{QF}(M_{\pi\Sigma}) = \left| \int G_0(q_2, q_1) T_1 \Phi_d(q_2) d^3q_2 \right|^2$$

Fitting $\pi^0\Sigma^0$ spectrum



スペクトラム: QNP2018

Res. convoluted