

Current Status

Kentaro Inoue

October 31, 2024

- Chapter.1 Intdocution was uploaded
- To brush up Chapter.4 Disussion
 - Decompsition of the $K^-d \rightarrow n\pi\pi n$ reaction (Template fitting)
 - Comparison with Theoretical Calcs
データで得られたスペクトルだけの議論
宮川さんと DCC 法 (鎌野さん) による計算との単純な比較
⇒ 宮川さんの方法を棄却
 - Fitting asumming 2-step Reaction \Leftarrow new
 $l = 0$ と $l = 1$ 、干渉項への分解
野海さんのフィットを私のデータだけに適応
 - Fitting with DCC method
スケールパラメーターを DCC 法に導入 ⇒ モデル.A を棄却
干渉項を独立に動かす位相パラメーターを導入してのデモンストレーション
- To organize Appendix
他の人の解析 (特に野海さん)、検出器分解能

- ガウシアンでフィッティング → 明らかに左右非対称成分がある
- MeanとRMSを使う方法 → ピークじゃないテール部分に引っ張られる
- 左右非対称なエラーを持つガウシアンのようなもの

$$f_{fit}(x) = \begin{cases} A \exp\left(\frac{\sigma_h^2}{(x-M)^2}\right) & (x > M) \\ A \exp\left(\frac{\sigma_l^2}{(x-M)^2}\right) & (x < M) \end{cases}$$

- 全範囲でフィットするならまだテール成分に引っ張られている。
→ 範囲を区切る。どの範囲が適当か？
ピークの高さの割合でフィット範囲を決める。
全領域、 $\exp(-3^2/2) \sim 3\sigma$ 相当... $\exp(-1/2) \sim 1\sigma$ まで 0.5σ 刻み。
~~フィットする σ の範囲を変えてみる。~~
~~フィットによって M も $\sigma_{h/l}$ も変わるので範囲、 $X \times \sigma$ の X を決めて、~~
~~繰り返し行い収束したところを使う。~~

1.5 σ 相当でカットしたところで χ^2/NDF がサチレートしたとして (P.5,6 参照) この値で $\Lambda(1405)$ の極と幅のエラーを決定する。

$$\text{Pole} = 1418.3_{-2.4}^{+7.5}(\text{fit})_{-1.2}^{+0.9}(\text{syst.}) + [-27.8_{-0.9}^{+9.5}(\text{fit})_{-2.2}^{+1.9}(\text{syst.})]i \text{ [MeV]}$$

$$\text{Pole} = 1418.3_{-2.2}^{+7.3}(\text{fit})_{-1.0}^{+1.2}(\text{syst.}) + [-27.8_{-0.7}^{+9.4}(\text{fit})_{-2.0}^{+1.9}(\text{syst.})]i \text{ [MeV]}$$

(FWHM でフィット範囲を決める)

$$\text{Pole} = 1418.3_{-2.3}^{+7.3}(\text{fit})_{-1.1}^{+1.0}(\text{syst.}) + [-27.8_{-0.8}^{+9.5}(\text{fit})_{-2.0}^{+1.9}(\text{syst.})]i \text{ [MeV]}$$

(イテレーションフィット)

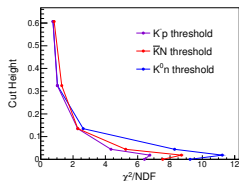
Noumi's Parameter

$$\text{Pole} = 1417.7_{-7.4}^{+6.0}(\text{fit})_{-1.0}^{+1.1}(\text{syst.}) + [-26.1_{-7.9}^{+6.0}(\text{fit})_{-2.0}^{+1.7}(\text{syst.})]i \text{ [MeV]}$$

To do

D 論にまとめる。

Pole estimation w/ 2Gaussian



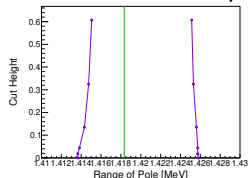
χ^2/NDF は $e^{-\frac{1.5^2}{2}} \sim 1.5\sigma$ 相当で
安定 (サチレート)

→ $\sigma = 1.5$ が範囲として適当

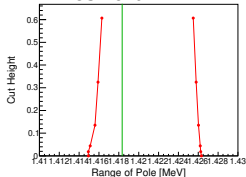
エラーの範囲は大きくは動かない

エラーの範囲 (1σ の下限値と上限値)

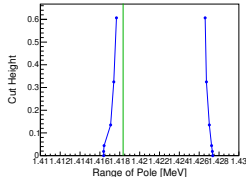
Threshold = K^-p



Threshold = $\bar{K}N$

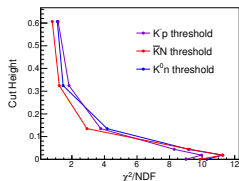


Threshold = K^0n



緑線はベストフィット ($\bar{K}N$ による中心値)

Width estimation w/ 2Gaussian



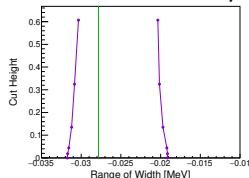
χ^2/NDF は $e^{-\frac{1.5^2}{2}} \sim 1.5\sigma$ 相当で
安定 (サチレート)

→ $\sigma = 1.5$ が範囲として適当

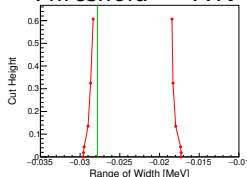
エラーの範囲は大きくは動かない

エラーの範囲 (1σ の下限値と上限値)

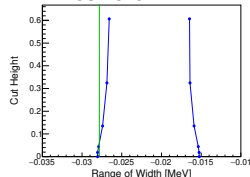
Threshold = K^-p



Threshold = $\bar{K}N$

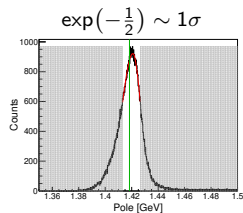
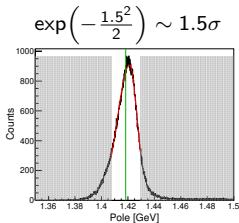
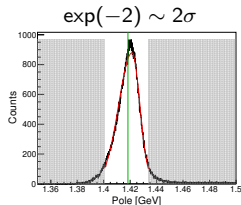
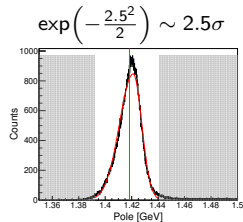
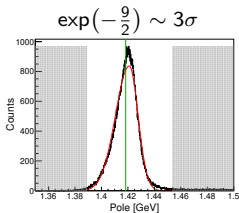
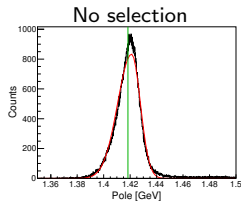


Threshold = K^0n

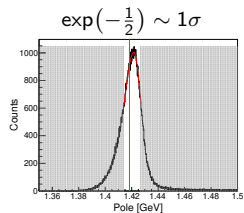
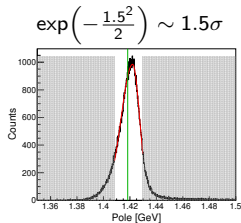
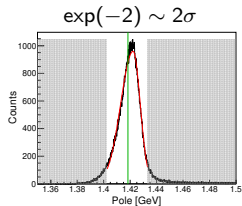
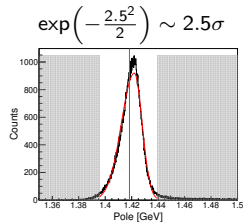
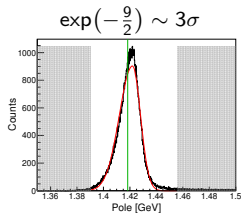
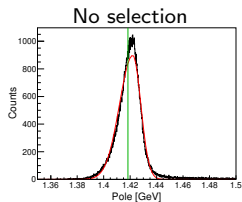


緑線はベストフィット ($\bar{K}N$ による中心値)

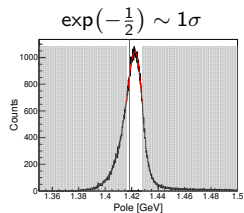
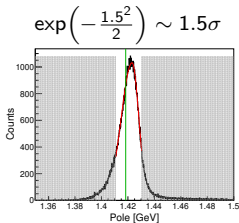
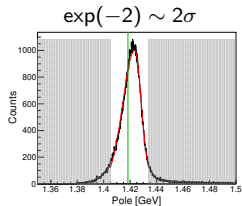
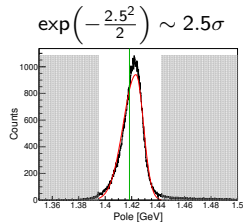
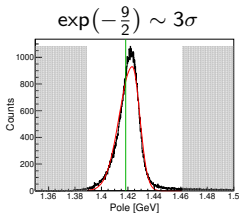
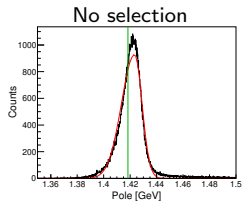
$\Lambda(1405)$ Pole Fitting w/ K^-p threshold



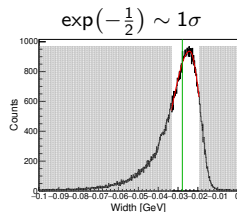
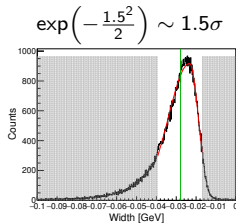
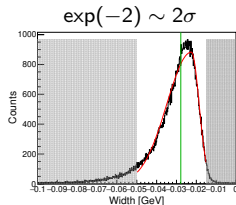
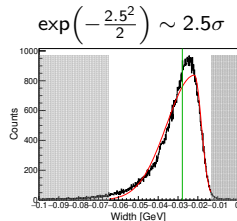
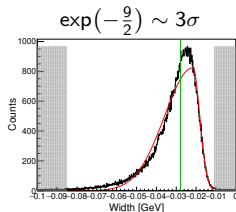
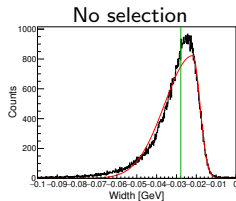
$\Lambda(1405)$ Pole Fitting w/ $\bar{K}N$ threshold



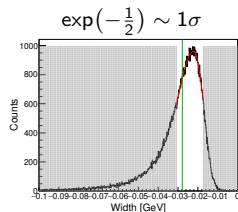
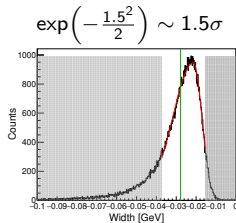
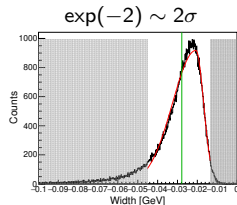
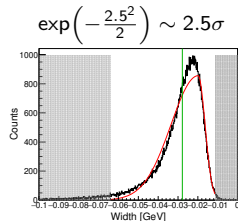
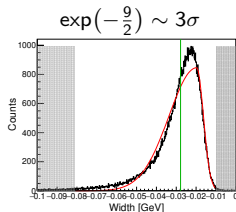
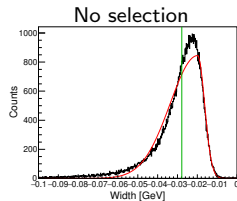
$\Lambda(1405)$ Pole Fitting w/ $K^0 n$ threshold



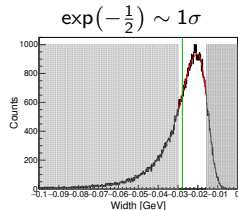
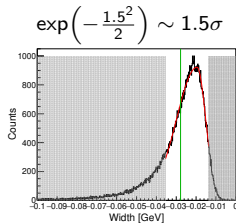
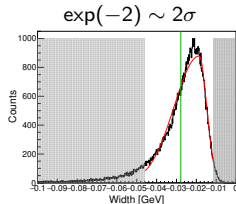
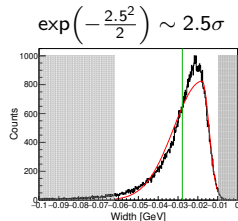
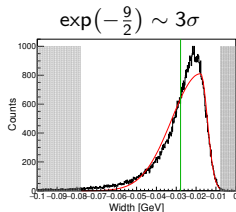
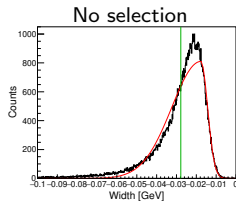
$\Lambda(1405)$ Width Fitting w/ K^-p threshold



$\Lambda(1405)$ Width Fitting w/ $\bar{K}N$ threshold



$\Lambda(1405)$ Width Fitting w/ $K^0 n$ threshold



Back Up

Fitting Function

$$\frac{d\sigma}{dM_{\pi\Sigma}d\Omega_n} = |\langle n_{\theta=0}\pi\Sigma | T_2(\bar{K}N_2, \pi\Sigma) G_0(\bar{K}, N_2) T_1(K^-N_1, \bar{K}N) | K^- \Phi_d \rangle|^2$$

(Factrization) $\Rightarrow |T_2(\bar{K}N_2, \pi\Sigma)|^2 F_{res}(M_{\pi\Sigma})$

1-step Scattering (using numerical data by Noumi)

$$F_{res}(M_{\pi\Sigma}) = \left| \int G_0(\bar{K}, N_2) T_1(K^-N_1, \bar{K}N) \psi_d(p) d^3p_N \right|^2$$

$G_0(\bar{K}, N_2)$: Green Function

$T_1(K^-N_1, \bar{K}N)$: Partical Wave Analysis G. P. Gopal et al., Nucl. Phys. B **119**, 362 (1977).

$\psi_d(x)$: Wave function of fermi motion in deuteron

Fitting Function

2-step Scattering refer L. Lesniak, arXiv:0804.3479v1, 2008.

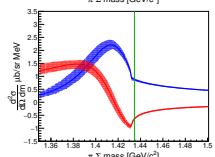
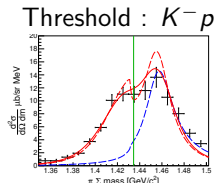
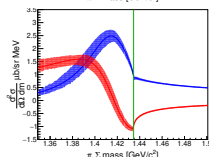
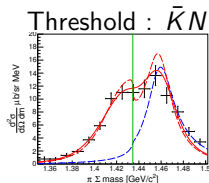
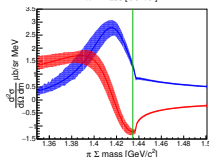
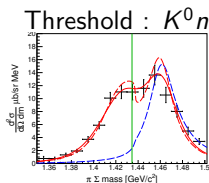
$$\begin{aligned}T_2^I(\bar{K}N, \bar{K}N) &= \frac{A^I}{1 - iA^I k_2 + \frac{1}{2}A^I R^I k_2^2} \\T_2^I(\bar{K}N, \pi\Sigma) &= \frac{e^{i\delta^I}}{\sqrt{k_1}} \frac{\sqrt{\text{Im}A^I - \frac{1}{2}|A^I|^2 \text{Im}R^I} k_2^2}{1 - iA^I k_2 + \frac{1}{2}A^I R^I k_2^2} \\T_2^I(\pi\Sigma, \pi\Sigma) &= \frac{e^{i\delta^I}}{k_1} \frac{\sin \delta^I + i\text{Im}(e^{-i\delta^I} A^I) k_2 - \frac{1}{2}\text{Im}(e^{-i\delta^I} A^I R^I) k_2^2}{1 - iA^I k_2 + \frac{1}{2}A^I R^I k_2^2}\end{aligned}$$

A^I : Scattering Length

R^I : Effective Range

δ^I : Phase

Fit $I = 0$ spectra



χ^2/NDF

15.3/10=1.53

Scale

0.0367 ± 0.0053

$\text{Re}(A)$

-1.13 ± 0.13

$\text{Im}(A)$

0.789 ± 0.152

$\text{Re}(R)$

-0.160 ± 0.402

$\text{Im}(R)$

-0.333 ± 0.155

19.7/10=1.97

0.0373 ± 0.0047

-1.05 ± 0.12

0.863 ± 0.155

-0.220 ± 0.398

-0.424 ± 0.164

26.3/10=2.63

0.0377 ± 0.0042

-0.953 ± 0.113

0.937 ± 0.161

-0.270 ± 0.401

-0.525 ± 0.183

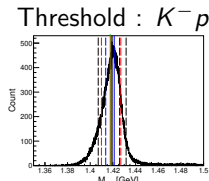
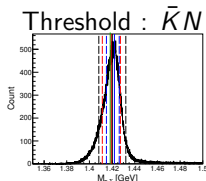
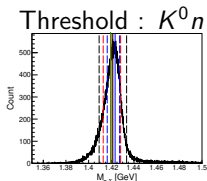
Noumi fitting values

$$a_{\bar{K}N}(I=0) = [-1.12 \pm 0.11(\text{fit})_{-0.70}^{+0.10}(\text{syst.})] + [0.84 \pm 0.12(\text{fit})_{-0.07}^{+0.08}(\text{syst.})]i[\text{fm}]$$

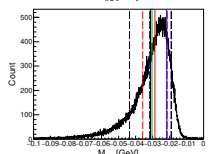
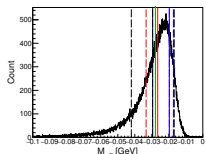
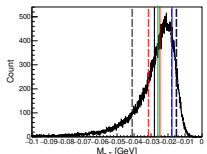
$$r_{\bar{K}N}(I=0) = [-0.18 \pm 0.31(\text{fit})_{-0.06}^{+0.08}(\text{syst.})] + [-0.40 \pm 0.13(\text{fit}) \pm 0.09(\text{syst.})]i[\text{fm}]$$

Pole Parameters (前回と同じ)

Pole



Width



χ^2/NDF

15.3/10=1.53

Green : Best Fit

19.7/10=1.97

26.3/10=2.63

Scale

0.0367 ± 0.0053

0.0373 ± 0.0047

0.0377 ± 0.0042

$M_{\pi\Sigma} [\text{GeV}]$

$1.4193^{+0.0089}_{-0.0064}$

$1.4183^{+0.0090}_{-0.0070}$

$1.4176^{+0.0094}_{-0.0077}$

$\Gamma [\text{GeV}]$

$0.0259^{+0.0080}_{-0.0057}$

$0.0278^{+0.0081}_{-0.0055}$

$0.0303^{+0.0089}_{-0.0055}$

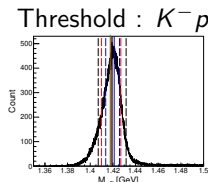
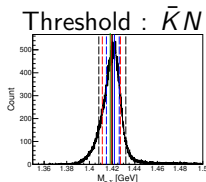
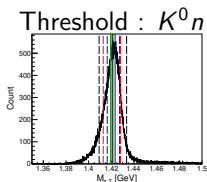
値は A, R の Bet Fit の値で計算、エラーは Gaussian の σ で評価
つまり、左右対称なエラーで評価

Noumi's parameter

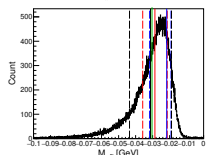
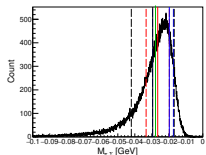
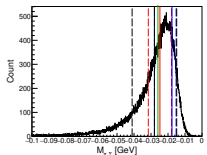
Pole = $1417.7^{+6.0}_{-7.4}(\text{fit})^{+1.1}_{-1.0}(\text{syst.}) + [-26.1^{+6.0}_{-7.9}(\text{fit})^{+1.7}_{-2.0}(\text{syst.})]i [\text{MeV}]$

Pole Parameters (いろいろなフィット)

Pole



Width



Green : Best Fit

$K^0 n$

$\bar{K} N$

$K^- p$

$M_{\pi\Sigma}[\text{GeV}]$	Gaussian	1420.5 ± 7.6	1419.3 ± 8.0	1418.4 ± 8.6
	2-Gaussian	$1423.4^{+4.0}_{-7.0}$	$1422.1^{+4.2}_{-7.1}$	$1421.2^{+4.7}_{-7.5}$
	Mean/RMS	1421.4 ± 12.4	1420.2 ± 11.9	1419.3 ± 12.3
$\Gamma[\text{GeV}]$	Gaussian	-24.7 ± 6.8	-26.5 ± 6.8	-28.6 ± 7.2
	2-Gaussian	$-17.6^{+2.4}_{-10.4}$	$-19.7^{+2.4}_{-9.8}$	$-21.7^{+2.5}_{-10.0}$
	Mean/RMS	-28.0 ± 13.1	-29.4 ± 12.6	-31.2 ± 12.4

- 値は A, R の Best Fit のものを使うべきだろう。
- エラーはダブルガウシアン、ガウシアン、RMS の順で大きくなる。
→ RMS はテールの成分が入るためガウシアンの 2 倍ほどになる
過大評価になっていないか？
- Γ のヒストグラムはだいぶガウシアンからズレている。
→ ガウシアン、ダブルガウシアン、Mean と RMS で大きくエラーが変わる。

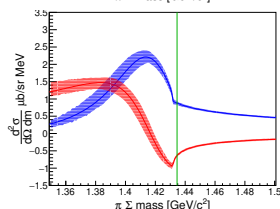
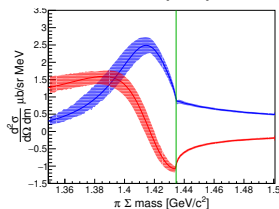
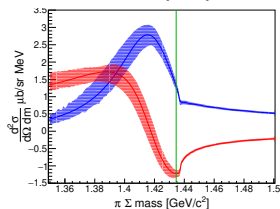
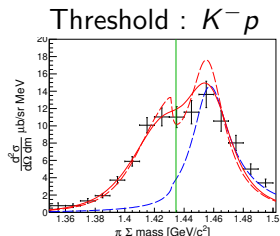
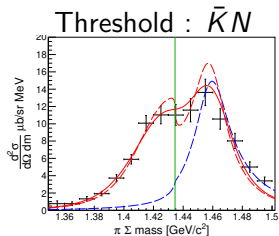
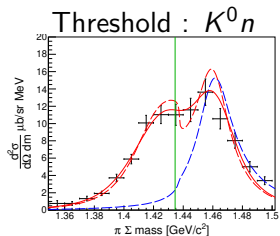
Fit の違いによるエラーの差は系統誤差として取り込む。

→ その際、RMS の値を採用するかどうか？

Mean/RMS を採用した場合、すべてこの手法でエラーが決まる。

2-Gaussian のみを追加する場合、 $M_{\pi\Sigma}$ には影響しない

Fit I_0 spectra



Parameters about the $\Lambda(1405)$

Model	$a_{\bar{K}N}(I=0)$ fm	$a_{\bar{K}N}(I=1)$	Pole1	Pole2 MeV
Miyagawa's calc				
Historical	$-1.72 + 0.89i$	$0.52 + 0.64i$	$1426 - 16i$	$1390 - 66i$
Ohinishi	$-1.89 + 1.11i$	$0.45 + 0.53i$	$1429 - 15i$	$1344 - 49i$
Cleply	$-1.61 + 1.02i$	$0.60 + 0.50i$	$1433 - 25i$	$1371 - 54i$
SHIDDARTA value is imposed				
DCC Model				
Model.A	$-1.37 + 0.67i$	-	$1432 - 75i$	$1372 - 59i$
Model.B	$-1.62 + 1.02i$	-	$1428 - 31i$	$1397 - 98i$
Best Model				

Noumi's analysis

$$a_{\bar{K}N}(I=0) = [-1.12 \pm 0.11(\text{fit})_{-0.70}^{+0.10}(\text{syst.})] + [0.84 \pm 0.12(\text{fit})_{-0.07}^{+0.08}(\text{syst.})]i$$

$$\left(r_{\bar{K}N}(I=0) = [-0.18 \pm 0.31(\text{fit})_{-0.06}^{+0.08}(\text{syst.})] + [-0.40 \pm 0.13(\text{fit}) \pm 0.09(\text{syst.})]i \right)$$

$$\text{Pole} = 1417.7_{-7.4}^{+6.0}(\text{fit})_{-1.0}^{+1.1}(\text{syst.}) + [-26.1_{-7.9}^{+6.0}(\text{fit})_{-2.0}^{+1.7}(\text{syst.})]i$$

Parameters about the $\Lambda(1405)$

