# 荷電π中間子吸収断面積の測定

#### 京都大学 高エネルギー研究室 家城 佳 17<sup>th</sup> ICEPP seminar

### Introduction









- ところが、πは原子核と反応して
   吸収されてしまうことがある
  - ⇒ 吸収断面積が知りたいが、過去のデータには ~25%の大きな不定性
  - ⇒πビームを用いて断面積を測定



#### • Collaborators:

日本・カナダのT2K member約10名 それぞれ、PIAnO, Harpsichord検出器を作成

#### ● 場所と期間: TRIUMF (Vancouver) secondary beam lineで 2010年10月から∼2ヶ月間実験



## 検出器







# 検出したい反応



終状態にπ<sup>+</sup>が無く、かつπ<sup>0</sup>からのγが無ければabsorption 反応点付近の全trackを検出し、かつγを捕えたい。

# 検出器の概要



NaI及びHarpsichordでcharge exchangeのπ<sup>0</sup>からのγを検出。

### PIAnO



- •Fiberからの光はMAPMT×16で読み出し
- •Fiber1024本, NaI×16本
- Fiber *O* main volume 1248mm × 48mm × 48mm

### Fiber + MAPMT

#### Scintillating Fiber: 1.5mm×1.5mm×60cm Kuraray SCSF-78SJ

Aluminum coating





MAPMT: Hamamatsu H8804 64ch K2K, SciBooneで使用されたもの 読み出しのエレキも再利用 ~12p.e. / MIP, crosstalk ~2.5%

## NaI





□□つからのγの方向分布は、ビーム前方/後方に多いと予想される。 Config.1 ⇒ γの方向分布を確認 Config.2 ⇒ γのdetection efficiencyを高める

# Harpsichord



- ・シンチレータ層と鉛シート(~1.3mm厚)のサンドイッチ構造
- ・シンチレータ層は1cm×1cm×30cmのbar32本で構成

•Wavelength shifting fiberとMPPC(Multi-Pixel Photon Counter) で読み出し。







ビームとトリガー

meson

production target

Targ



•150~350MeV/cの二次粒子ビーム (e,μ,π,p) •S0とS1でトリガー。Trigger rate ~50Hz •TOF counterとCherenkov counterを用いてPID

р

proton beam

31 July 1987

TV - 11a

## Data taking

- •150~350MeV/cの運動量を25MeV/c stepでスキャン
- ・データ取得中はevent display, beam profileやtrigger rateをモニ ターしてデータの質を確認
- •LEDを用いてMAPMTのgain安定性をモニター。NaIのgainは calibration runでbeamを直接当ててモニター。



# Event displays



15

# Event displays



16

# Event displays



Pause Quit Reset Histograms Single Trig







#### 

## Initial analysis

### ●目的 Track reconstructionやMCの準備をする 前に、データの質を確認したい。

 Eye scanによる大まかな 反応数の確認
 Hit levelの解析により、 各momentumでの反応数の 変化を確認



運動量250MeV/cのデータ5000 event分をevent display
 を見てeye scanし、absorption/CXのイベント数を計測。

• Absorption/CXかどうか判断が困難なものは選択しない。 反応点がfiducial volume外にあるものは除く。



結果: 36 / 5000 events がabsorption/cxイベント。 期待される反応数60イベ ントとおおまかに一致。

各momentumでのabsorption event数の変化を確認
Output Selection

#### ① FV cut 入射粒子のhitが内側20fiber以内で、突き抜けたlayer数が4~12



$$3 < N_{layer} < 13$$

N<sub>layer</sub>: 突き抜けたlayerの数

### o Event selection続き

#### 2 Has proton

#### i) Good event selection

陽子は光量の大きなhitを残すが、角度の大きい trackもpath lengthが長いため大きなhitを残す。 Hit levelでこれらは区別できないので、そのよう なイベントは以下のcutで先に排除する。

$$-0.25 < \frac{N_{\rm X} - N_{\rm Y}}{N_{\rm X} + N_{\rm Y}} < 0.25$$

N<sub>X</sub>: Number of large hits in X

ii) Total p.e. > 600 p.e. (MIP ~12p.e.)



# ・ Event selection 続き ③ Has no $\pi$ in final state 二次粒子のhitの $R_{MIP} = \frac{MIP-likeなhitのtotal p.e.}{Large hit(>2MIP)の数} < 25$

(4) Has no  $\gamma$  in NaI

NaI charge < 500ADC



### ●各分布の例







- •おおよそ分布の形が一致。
- ・Cutのefficiencyは今後MCで見積もる。
- •NaIのcoverageの補正は入っていない
- 今回の厳しいcut条件でもCX eventの統計誤差は~5%



#### ●ReconstructionとMCのコードを準備中。



● 3月の物理学会でfirst resultを出したい
 ● 7月に再beam test ⇒ 水とのcross sectionを測定



- PIAnO検出器を作成し、TRIUMF二次ビームラインで吸収断面積の測定を行った。
- Hit levelの解析の結果、十分な質と統計のデータ が取れていることが確認できた。
- 今後の詳細な解析により、πの吸収断面積を精確
   に算出する。



# π吸収反応

# Pion scattering $\pi + N \rightarrow \Delta \rightarrow \pi + N$

参照: L.L.Salcedo et al. Nucl. Phys. A484(1998) 79

Pion absorption

$$\pi + \mathbf{N} + \mathbf{N} \rightarrow \Delta + \mathbf{N} \rightarrow \mathbf{N} + \mathbf{N} (2 \text{ body})$$
  
$$\pi + \mathbf{N} + \mathbf{N} \rightarrow \Delta + \mathbf{N} \rightarrow \mathbf{N} + \Delta \rightarrow \mathbf{N} + \mathbf{N} (3 \text{ body})$$



# 動機の補足:π反応モデル

•v反応で生成されたπや核子のsecondary interaction は、ニュートリノ反応シミュレータNEUTに組み込ま れている。

• NEUTでは、Cascade modelを使用・・・原子核を出る まで、step by stepで反応確率を計算

• その際、πのcross sectionは<u>Salcedo et al.</u>のモデルを使用。



### Cherenkov counter



# Gain monitoring

#### • LED trigger (MAPMT)



• Nal calibration run







