# PRISM-FFAGのための

# α線位置検出器の開発(2)

久野研究室 廣田航介 (B4)



- スペック
- 測定原理
- 測定方法
  - backgroundの識別法
  - logic
- 測定結果・解析
  - ADC
  - TDC
- まとめと今後

スペック

- 要求性能
  - α線の位置検出器を開発し、位置分解能 < 2cmを実現する。
  - 今後バックグラウンドが多い環境で測定を行うので、α線とはっきり識別できる検出器である必要がある。
- 用いた検出器、線源
  - plastic scintillator: BC408同等品
  - PMT:H1949
  - $\alpha$ 線源:<sup>241</sup>Am(3Mbq)をコリメートし、およそ60Hzとしたもの。
- バックグラウンド(およそ50Hz)
  - 装置などからのβ、γ線
  - 宇宙線:~4Hz
  - PMTの電気ノイズ



● 検出光量の比による測定 → ADC

 $I=I_0e^{-rac{d}{\lambda}}$  (d:距離) より  $lnrac{I_1}{I_2}=rac{2}{\lambda}x+lnrac{I_{01}}{I_{02}}$ 

*I*<sub>1</sub>, *I*<sub>2</sub>: PMT1、2での検出光量 λ:減衰長 ●検出時間の差による測定 → TDC

$$t = \frac{n}{c}d$$
ょり  
 $t_2 - t_1 = \frac{2n}{c}x$ 

t<sub>1</sub>,t<sub>2</sub>: PMT1、2での検出時間 n: plasticの屈折率 c: 光速

x=-15からx=15を5cm間隔で計7箇所測定した。

測定方法

#### backgroundの識別法~phoswich型検出器~

- 2種類の異なるシンチレータを結合して1本の PMTと組み合わせたもの。
- 減衰時間の違いにより出力パルスの波形が異 なるため、片方のシンチレータのみで起こっ た事象と、両方のシンチレータで起こった事 象とを区別することができる。
- 本実験では、α線とバックグラウンドとを区 別するために、プラスチックシンチレータと ZnS(Ag)シートを用いる。

plasticとZnS(Ag)の特性

	plastic	ZnS(Ag)
光量(Nal(TI)に対 する比)[%]	~27.8	~113
decay const. T	2.1	200
屈折率 n	1.58	2.36
密度[g/cm <sup>3</sup> ]	1.032	4.09
		(文献値)



#### backgroundの識別法~two gates~

異なるゲート幅を持つADCで同時に測定し、その相関を見ることで、減衰時間の異なる粒子を区別できる!!

background	-
$\alpha 線を当てたときwide gate(1.2\mus)$	- -
narrow gate(40ns)	

↔ 200ns ZnS(Ag)のdecay const.







- ADCに二つのgateを使用。
- delay:TDC start のタイミングを必ずPMT1からのシグナルにする。

測定結果 ・解析

## background cut 前後 (x=100場合)



### ADCwide vs x

Gauss fit をし、meanとsigmaより 入射位置との相関をプロットすると… Graph In(ADC1/ADC2) mean PMT sigma -2 -15 -10 15 10 -5 0 5 x[cm]  $ln\frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{\lambda}x + ln\frac{I_{01}}{I_{02}}$ 

結果、直線にはならなかった。

⇒ 立体角を考慮しなければならない。



$$I = I_0 e^{-\frac{d}{\lambda}} \times d^{-2}$$

$$\lim_{I_2} I_1 = \frac{2}{\lambda} x + \ln \frac{I_{01}}{I_{02}} - 2\ln \frac{19-x}{19+x}$$

ADCwide vs x (立体角を考慮)



グラフの形状は一致したが スケールが合わない。 上式のようにするとうまくfitできた。これは 実際には、反射により立体角の影響が小さく なっているためと考えられる。

位置分解能(1sigma)は1~2.5cmとなった。

#### TDC vs x

同様にTDCについて、入射位置との相関をプロットすると…



直線でfitすることができ、位置分解能(1sigma)は2.6~4.9cmとなった。

まとめと今後

- α線の位置測定のための検出器を製作し、測定を行った。
- ADCで位置分解能(1sigma) < 2.5cmが得られた。
- TDCで位置分解能(lsigma) <4.9cmが得られた。
- 以上より要求される分解能(2cm)には達成していない
   が、ADCにおいて近いものが得られた。今後改善できない
   か検討する。
- 同時にテフロンの有無の比較、β線やγ線での計測を行い、反射の影響などを調べる。

# (予備) time walk補正について



thresholdを下げきっているため、TDCとADCの相関がほとんど 見られない。

よってtime walk補正は行わなかった。

TDC vs x

同様にTDCと入射位置との 相関をプロットすると…



直線でfitすることができ、 位置分解能は2.6~4.9cmとなった。

しかしグラフの傾きから得られる plastic scintillator中の光速が、理論値 から大きくずれた。

グラフより 2n/c =5.456[ch/cm] =5.456×10<sup>-10[sec./cm]</sup> よって c/n = 0.37×10<sup>8</sup>[m/s]

理論值:c/n=1.9×10<sup>8</sup>[m/s]

#### background cut 前後 (x=10の場合) ADCnarrow1 TDC2 ADCwide1 ADCwide2 ADCw 2 h4 h3 vs ADCwide1 TDC2 h2 ADCw\_1 Entries 50000 Entries 50000 Entries 5000 295.5 1539 456.2 Mean Mean Mean 2400 🖯 RMS RMS 203.6 RMS 104.8 61.98 350 400 E 2200 F ADCwide vs ADCnarrow h1 2000 Entries 50000 350 300 -2000 Mean x 117 1800 Mean y 477.5 RMS x 88.48 300 1600 250 RMS y 521.5 Q1500 1400 250 200 1200 200 1000 1000 150 150 800 100 600 500 100 F 400 50 50 F 200 0 0 0 °0 2000 200 400 600 800 100012001400160018002000 500 1000 1500 0 500 1000 1500 2000 200 300 400 500 600 700 800 0 100 ADCw 1 (ch) TDC2 (ch) ADCw\_2 (ch) ADCnarrow [ch] cut TDC2 h2 ADCw\_1 h3 ADCw 2 h4 Entries 50000 Entries 50000 Entries 5000 1573 Mean Mean 608.4 400 325 Mean 1600 RMS 53.86 RMS 85.54 RMS 45. 160 350 1400 ADCwide vs ADCnarrow h1 Entries 50000 140 ADCwide [ch] 187.7 Mean x 300 Mean y 1107 1200 RMS x 31.78 120 RMS y 164.6 250 1000 100 200 800 80 1000 150 600 60 400 100 500 40 200 50 20 200 400 600 800 100012001400160018002000 0 100 200 300 400 500 600 0 500 1000 1500 2000 0 500 1000 1500 2000 0 600 700 800 TDC2 (ch) ADCw 1 (ch) ADCnarrow [ch] ADCw\_2 (ch)

ð.

ide





# 目的

- PRISMでは、FFAG ringによる
   ミューオンの位相空間回転を行う。
- ミューオンの回転軌道を測定す る検出器の開発するために、ま ずα線を用いてテストをする必 要がある。
- 分解能 < 3cm の位置検出器を 開発する。



図 8: PRISM-FFAG リング

# TDC vs x



位置分解能:3~4cm

グラフの傾きよりシンチレータ中の光速を計算すると、 ~3.6×107[m/s]

これは理論値: c/n=1.9×10<sup>8</sup>[m/s]と全く合わない。

