

# KOPIO(BNL-E926)のための $\alpha$ 線源を用いた Nitrogen Scintillation の研究

素粒子実験物理学研究室 村山 芳幸\*

平成 14 年 12 月 4 日

## 1 実験の目的

KOPIO(BNL-E926) 実験は, Brookhaven National Laboratory で行われる予定の  $K_L^0$  の稀崩壊モード  $K_L^0 \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$  を測定し, CP 対象性に関する研究をする実験である.

$K_L^0 \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$  の崩壊モードを identify するには,  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$  の 2 つの  $\gamma$  を検出し, 他に荷電粒子や  $\gamma$  がいないことを見ればよい. この測定で最も大きな background になるのが  $K_L^0 \rightarrow 2\pi^0$  のモードで,  $2\pi \rightarrow 4\gamma$  の 4 つの  $\gamma$  のうち 2 つの  $\gamma$  を lost することである. このため beamline 上に逃れた  $\gamma$  を veto するカウンタ (Beam Catcher) を製作する必要がある. この Beam Catcher は beamline 上にあるため中性子に対しては反応しないことが求められる.

この Beam Catcher の試作機として, Aerogel Cherenkov タイプのカウンタを製作し, テストした. この結果, Beam Catcher の陽子に対する発光量が, 想像していたよりも多かった. そこで, 今回その原因究明の一つとして, 窒素励起による scintillation の可能性について, 検討する.

## 2 LED による較正

### 2.1 目的

Scintillation を測定するためには, 光電子増倍管が必要である. 光電子増倍管は, 検出した光子に応じた光電子を出し, それを次々と増幅していくことにより電流として出力する. 従って, 光電子増倍管の増幅率を知ることが重要である. そこで今回は, 1 個の光子がどれだけの光電子を出すのかを, LED を用いた Single Photon 法で較正する.

### 2.2 実験概略

まず, NIM 規格の Clock Generator から発生した論理パルスをもつ 2 分割し, LED Driver を間に入れ, LED を Clock Generator のタイミングで発光させる. また, もう一方のパルスを Discriminator に通し, Threshold 以上のイベントのみ Gate Generator に入力する.

これらの両方を CAMAC 規格の ADC に入力する. ADC は Gate 信号が On の間の光電子増倍管から出力される電流を積分する. このとき, その積分値に応じた値が, ADC カウントとして計算機との入力用の CAMAC 規格に渡すことができる.

しかし, これは光電子そのもののデータではないため, ADC のオフセットを定める必要がある. そこで, 光電子の Signal がないときのデータをとっておく. これを Pedestal という.

Single Photon 法では, オシロスコープで確認しながら, 平均光電子数を 0.05 程度になるように LED を調整することによって, 光電子のピークから Pedestal のピークを引いた ADC カウント数からダイレクトに増幅率 Gain を求めることができる. ここで, 平均光電子数を  $\langle n \rangle$  とし, 受け取る光電子数を  $r$  とすると,  $r$  個の光電子数を受け取る確率は Poisson 分布に従うため,  $P(\langle n \rangle, r) = \frac{\langle n \rangle^r e^{-\langle n \rangle}}{r!}$  に従う.

この方程式を解くことにより, 平均光電子数も, 求めることができる. 本実験では, 光電子増倍管の出力を  $-2200[V]$ , Threshold level を  $-10[mV]$  の状態で, 実験を行った.

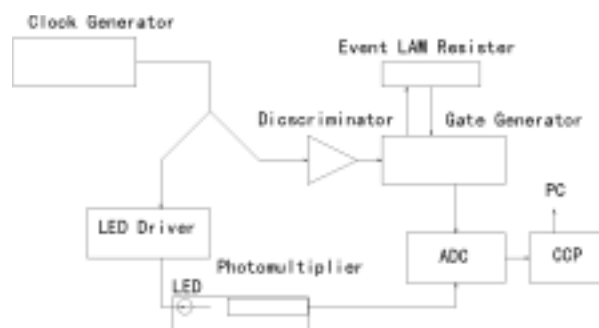


Fig1. Set up -Clock Trigger-

\*京都教育大学教育学部初等教育教員養成課程理系教育学科

## 2.3 実験結果

前節で行った実験によって図2を得た。横軸はADCカウント数、縦軸はイベント数を表す。図2の上側が、PedestalでFittingした図であり、下がSingle PhotoelectronのピークをFittingしたものである。

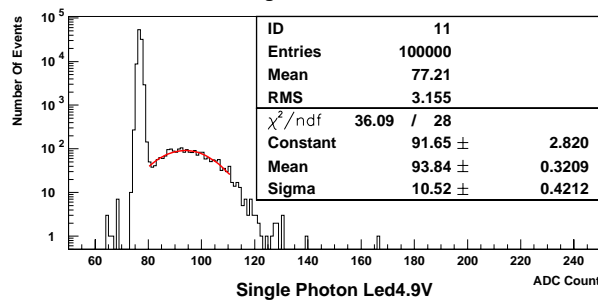
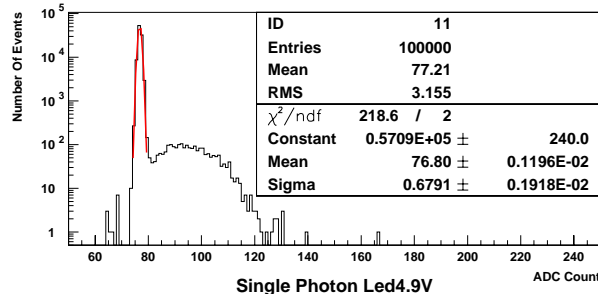


Fig2. Single Photon Method

図2より、Single PhotonのADCカウント数のピークは93.84であり、Pedestalのピークは、76.80であるため、1PhotoelectronはADCで、17.04カウント相当になる。ここで、ADC1カウントは0.25[pC]相当なので、1Photoelectronは約4.3[pC]相当であることがわかる。

## 2.4 $\alpha$ 線

LEDを用いた較正結果より、図2のピークのADCカウント数から何Photoelectron相当の光量であったか計算できる。今回は、線源として $^{241}\text{Am}(3.3\text{kBq})$ を用いた。

## 2.5 実験概要

LEDのSetupとほとんど同じであるが、今回はClock generatorを使わないため、Self triggerにする必要がある。従って、GateとSignalの同期をとるために、Signal側にDelayを入れた。予想としては、立体角を計算に入れて約110ADCカウント。これにPedestalの約70カウントを加えて180ADCカウント程度にピークが立つことを見込んだ。

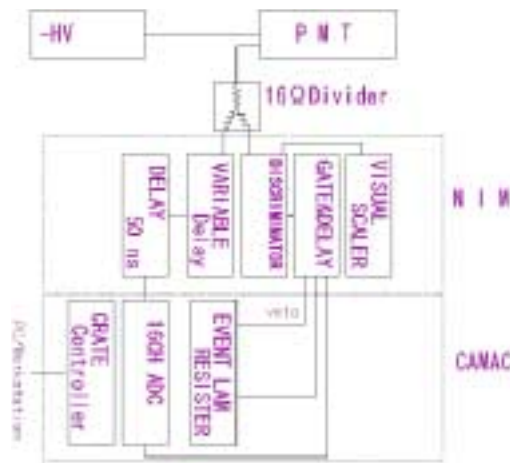


Fig3. Setup -Self Trigger-

## 2.6 実験結果

以下の図を得た。1列目は大気中での、2列目はほぼ真空中でのデータである。1行目から2行目を引くことにより、3行目の $\alpha$ 線のみのデータを抽出する。

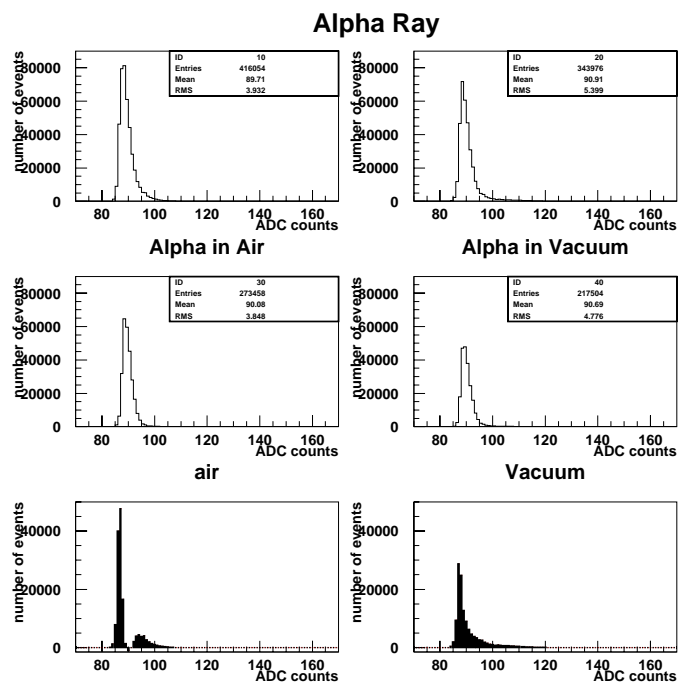


Fig4. Alpha Ray

この図からは期待したピークが見ることができなかった。今後この原因を追求し、 $\alpha$ 線を見付けることを第一の課題とする。

## 3 Summary And Future Plan

以下を今後の課題とする。(1) $\alpha$ 線を見付ける。(2)Nitrogenを使った実験。(3) $\text{O}_2$ のquenchingの理論。(4) $\alpha$ 線崩壊シミュレータの開発。[特に $\frac{dE}{dX}$ ](5) $\gamma$ 線が来ていないか。(6)光電子増倍管のsaturationか。