

# 波長変換ファイバー読み出しによるシンチレーション検出器の時間分解能の測定

防衛大学校 本科 54 期 応用物理学科 石井 輝通

## 1. 目的

本研究の目的は、宇宙線を使ってプラスチックシンチレーターの波長変換ファイバーによる読み出しの時間分解能を測定することである。使用した波長変換ファイバーは、クラレ社製 Y-11(200)M で、直径が 1 mm で、波長 450 nm 付近の光を吸収し、500 nm 付近の光を放出する。ファイバーは、ファイバー方向に放出された光を効率よく光センサーへ転送する。

波長変換ファイバー読み出しは、多数のシンチレーターからの光を読み出すことができるので、鉛・シンチレーター積層型のガンマ線検出器に用いられている。宇宙線は 5 mm のシンチレーターを通過する際、1 MeV のエネルギー損失をするので、宇宙線を使うことにより、低エネルギーのガンマ線に対する時間分解能を測定することができる。

## 2. 実験装置

プラスチックシンチレーターは、1 辺が 150 mm の正方形、厚さ 5 mm で、片面に 10 mm 間隔で波長変換ファイバー用の溝 15 本が射出成形法により付けられている。その溝に長さ 300 mm の波長変換ファイバーを接着し、アダプターで束ね、光電子増倍管に接続した。シンチレーターは集光効率を上げるために、5 面を反射シートで覆い、ファイバーが出ている面は反射ペイントを塗った。時間を測定するために、このシンチレーション検出器を 2 台製作 (S1、S2) した。

検出器 S1、S2 を重ねて置き、その上下に宇宙線をとらえるために 40 mm×30 mm、厚さ 5 mm のトリガー用のプラスチックシンチレーション検出器 C1、C2 を配置した (図 1)。検出器 C1、C2 は、厚さ 5 mm のライトガイドを通してシンチレーション光を直接光電子増倍管に読み出している。

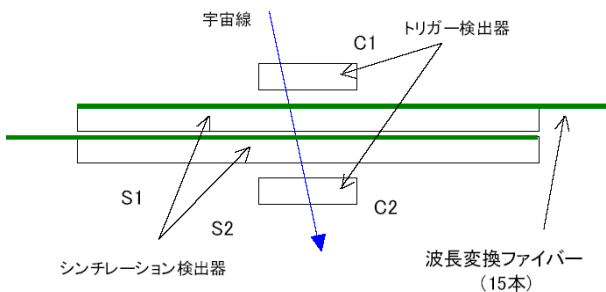


図 1：宇宙線をとらえるための実験装置

時間測定には、分解能 25 ps/ch の TDC (Time to Digital Converter) を、光量の測定には分解能 250 fC/ch の電荷積分型 ADC (Analog Digital Converter) を使用した。

検出器に使用した光電子増倍管の光に対する応答特性

を比較するために、ライトパルサーを使用した。ライトパルサーは、 $^{241}\text{Am}$  から 5.5 MeV アルファ線でプラスチックシンチレーターを発光させることにより、一定の光量の光を出力する。

## 3. 結果

トリガー検出器 C1、C2 の同期を取ることにより、68.4 時間かけて、宇宙線が通過した 9078 事象のデータを収集した。両方のトリガー検出器 C1、C2 の ADC 値からこれらの中央部を通過した 6553 事象を選別し、解析に使用した。検出器 S1、S2 による宇宙線の飛行時間分布を図 2 に示す。これをガウス分布でフィットし、その  $\sigma = 1.30$  ns を  $\sqrt{2}$  で割ることにより、検出器 S1、S2 の時間分解能 0.92 ns を得た。同様にして、プラスチックシンチレーターを直接読み出している検出器 C1、C2 の時間分解能 0.43 ns を得た。

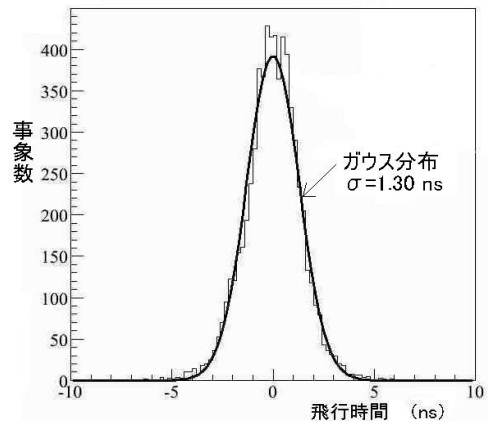


図 2：検出器 S1、S2 による宇宙線の飛行時間分布

一定の光量を出力するライトパルサーで検出器に使用した 4 本の光電子増倍管の出力を測定した。その結果を使って、宇宙線通過によるエネルギー損失 1 MeV に対する光量を比較した。これから、波長変換ファイバーにより読み出した光量が、直接読み出した場合の 50 分の 1 程度であることがわかった。

## 4. まとめ

プラスチックシンチレーターを波長変換ファイバーで読み出すことにより、直接読み出した場合の 50 分の 1 程度の光量を読み出すことができた。この波長変換ファイバーによる読み出しでは、宇宙線通過のエネルギー損失 1 MeV に対して、1 ns 程度の時間分解能を得ることができた。

研究指導教官 教授 新川 孝男