

# リアルタイムストロンチウム 90 カウンター性能評価 PMT 増幅率に依存したディスクリミネータしきい値電圧の決定

2016年04月28日

## 概要

PMT 増幅率の個性によってチャンネル毎のディスクリミネータのしきい値を決定する必要がある。オシロスコープで波形取得し、積分した電荷から光電子数を導く。この光電子数と最大波高の関係をもて、ちょうど 0.5 p.e. に相当する電圧値をしきい値に設定する。単純に全チャンネルが -15 mV をしきい値に設定した場合と比較して性能は向上するのか。

## 1. はじめに

福島県沖漁業復興のために開発されているストロンチウム 90 カウンターはチェレンコフ放射を動作原理とした  $^{90}\text{Sr}$  の特定核種分析器に分類される。この装置に接続されている PMT は全 8 個: SFT ( $\times 2$ ) + AC ( $\times 4$ ) + veto ( $\times 2$ )。電圧は SFT と veto には 1000 V を、AC には 1200 V 印加する。信号処理のためにディスクリミネータによってアナログ信号から NIM 規格の論理信号に変換される。

## 2. 波形取得

オシロスコープで PMT からの信号を読み出す。使用したオシロスコープは LeCroy 社の WaveAce1012 100 MHz Sample 1GS/s でテレダインレクロイ社のソフトウェアによって PC 制御し波形を取得した。



図 1. オシロスコープ@LeCroy

PMT は浜松ホトニクス社の R9880U-210 シリーズを使用した。有効感度面積は直径 8 mm で光電面はウルトラバイアルカリを使用して最大 40% の量子効率をもつ。メタルパッケージダイノードを採用しているため電子走行時間が短く高い時間分解能 (0.2~0.5 ns) をもつ。

図 2 は波長変換ファイバーに接続された PMT の  $^{90}\text{Sr}$  線源による信号波形を示す。(a) の波形は典型的で 1 p.e. 相当の信号を表す。約 30 ns 後に電気的反射の影響

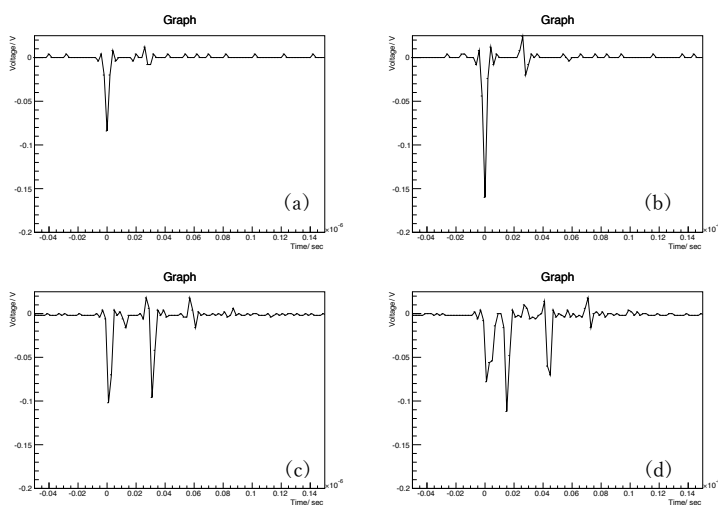
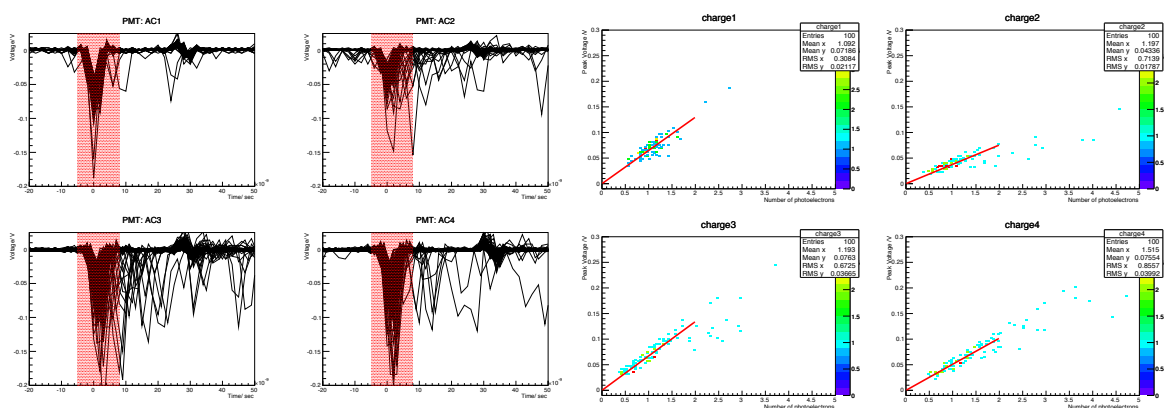


図 2. PMT 波形

響がどうしても現れる。(b)の波形は2 p.e.相当を表す。(c, d) はダブル波形、トリプル波形が現れている。このような波形では後の信号に対しても有効に計測してしまう。そのため、装置の回路ではチャタリング処理で最初の信号に対してタイミングを合わせるように設計している。

### 3. 波形解析

波形解析すると数十 ns 遅れたアフターパルスが観測され、メインパルスのみ注目して波高値と積分値の関係を調べた。内部抵抗  $50\Omega$  を使用していることから電荷は  $Q = dV \cdot dt \cdot R^{-1}$  が得られ、PMT の増幅率と素電荷から光電子数を導き出した。下図の左4つの波形はPMT 1~4の100事象における波形分布で赤い領域が積分範囲を示す。この積分範囲における波高最大値と光電子数の関係を右4つに示す。



この分布からPMTの1 p.e.における電圧値の個性を導き出せた。ストロンチウム90カウンターの信号のためにディスクリミネータの閾値電圧は0.5 p.e.相当として定義される。

### 4. 結果

PMT4個のディスクリミネータ設定しきい値電圧を以下の表にまとめた。

	型番	増幅率@1200 V	設定しきい値
PMT1	R9880U-210 BAC7475	$(2.42 \pm 0.03) \times 10^7$	32.5 mV
PMT2	R9880U-210 BAC7233	$(1.50 \pm 0.01) \times 10^7$	18.9 mV
PMT3	R9880U-210 BAC7484	$(2.67 \pm 0.03) \times 10^7$	33.6 mV
PMT4	R9880U-210 BAC7486	$(2.02 \pm 0.06) \times 10^7$	25.5 mV

### 5. まとめ

オシロスコープの波形解析で波高最大値と光電子数の比例関係を調べた。0.5 p.e.相当が設定されるしきい値電として定義される。PMTの個性を比較してしきい値電圧と増幅率の相関は矛盾していない。