

LED 光での PMT と MPPC の性能比較

高見 将太 (甲南大学大学院 宇宙粒子研究科)

Abstract

宇宙線は、宇宙空間を高エネルギーで飛び交っている極めて小さな粒子のことをいい、地球にも多くの宇宙線が到来しており、大気に衝突して大量の粒子を生成し、地表に降り注いでいる。宇宙に起源する宇宙線を一次宇宙線、大気と反応して生成する大量の粒子を二次宇宙線と呼ぶ。

本実験は二次宇宙線のミュオンと電子を用いて建物内部の構造などを撮像する断層撮像装置を開発することが目的であり、測定で用いる光検出器 (PMT、MPPC) の性能測定を行った。

1 PMT、MPPC

はじめに、PMT(光電子増倍管)とMPPC(Multi-Pixel Photon Counter)の原理について説明する。まず PMT の原理は、PMT の入射窓に入射した光は光電面内の電子を励起し真空中に光電子を放出し、光電子は集束電極で第一ダイノード上に収束され、二次電子増倍された後、引き続き各ダイノードで二次電子放出を繰り返す。最終ダイノードより放出された二次電子群は陽極より取り出される。

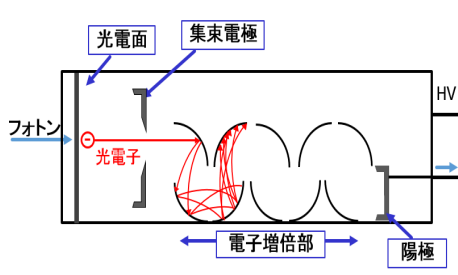


図 1: PMT の原理図

次に、MPPC は APD の逆電圧を降伏電圧以上にして動作させると、光量の大小に関係なく光入射によって素子固有の飽和出力が発生する(ガイガー放電)。この電圧で APD を動作させる状態をガイガーモードと呼ぶ。ガイガーモードにおいては、1 フォトンの検出時においても放電現象により大きな出力が得られることが特徴であり、ひとたびガイガー放

電が始まると素子内部の電界が保たれる場合は放電が継続する。

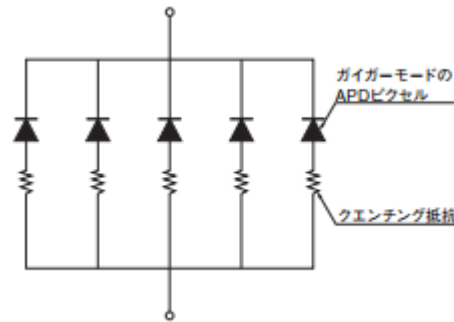


図 2: MPPC の構成

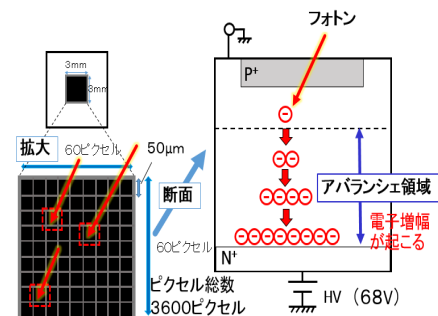


図 3: MPPC の原理図

2 実験方法

暗箱の中に LED と光検出器を入れ、パルスジェネレーターからパルス波を送り、1p.e. の分布を見るために LED を微弱に発光させ、光検出器 (PMT、MPPC) で検出し、PMT と MPPC の性能を比較する。

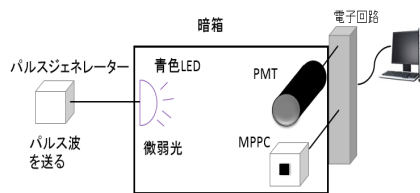


図 4: 装置図

3 結果

測定結果を縦軸に事象数、横軸に ADC カウントとしたヒストグラムで示す。このヒストグラムでは検出した光電子の個数によってほぼ等間隔にピークがある。PMT では 1p.e. しかみることができなかったが、MPPC では 1 ~ 6 p.e. 程度みることができた。

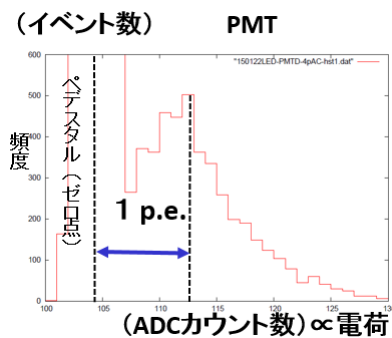


図 5: PMT の性能結果

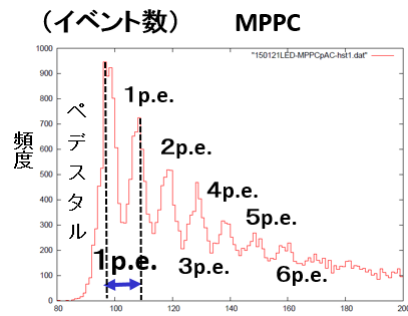


図 6: MPPC の性能結果

4 結論

PMT の 1p.e. は 8ADC カウント (2.0pC)
 MPPC の 1p.e. は 10ADC カウント (2.5pC)
 PMT では 1p.e. しかみることができなかったが、MPPC では 1 ~ 6 p.e. 程度みることができフォトンカウンティング性能が MPPC の方が優れていることがわかった。

謝辞

基礎物理学研究所 (研究会番号: YITP-W-15-04) 及び国立天文台からのご支援に感謝いたします。

参考文献

MPPC モジュール 浜松ホトニクス
 MPPC 読み出しによるシンチレーションカウンターを用いた荷電粒子検出
 2010 奈良女子大学 木原理美・脇田紗弥香