

新規 TOF 測定法の開発と MPPC を用いた高精度時間計測への応用

A development of the new measuring method of TOF and the applying the method to the time measurement with MPPC

早稲田大学¹, 浜松ホトニクス² ○辻川 貴之¹, 片岡 淳¹, 安部 貴裕¹, 藤田 卓也¹, 呉井 洋太¹,
西山 徹¹, 中村 重幸², 加藤 卓也²

Waseda Univ.¹, Hamamatsu Photonics K.K.² ○Takayuki Tsujikawa¹, Jun Kataoka¹, Takahiro Ambe¹, Takuya Fujita¹, Yota Kurei¹, Toru Nishiyama¹, Shigeyuki Nakamura², Takuya Kato²

E-mail: takayuki-t.w@asagi.waseda.jp

PET(Positron Emission Tomography :陽電子断層撮影) はガン細胞がブドウ糖を多量に摂取する特徴を利用して、ガン細胞の位置を特定する撮像法である。MPPC を用いた次世代 PET として、MRI-PET、DOI-PET、TOF-PET の 3 つが実用化に向けて研究されているが、ここでは TOF-PET の性能向上を目指して実験を行った。Time of Flight(TOF) とは、対消滅 γ 線の飛行時間の差から γ 線の発生点を特定する手法であり、PET 装置に応用することで画像の SN 比を向上させることができる。本実験では、線源として ^{22}Na を使用し、従来の TOF 測定法 (basic 方式) と新規の TOF 測定法 (time-back 方式) を用いて、MPPC の時間分解能を測定しその結果を比較する。

Basic 方式の測定系を図 1 に示す。Basic 方式によって得られた時間分解能は 548ps であった (しきい値は 511keV レベル)。しきい値を低く設定することにより、タイムウォークの影響を抑えることで時間分解能を改善することができるが、basic 方式ではしきい値を低くするとノイズと真の信号とを区別できなくなり時間分解能は悪化してしまう。そこで我々は図 2 に示すような測定系を用いることで、しきい値を低く設定した状態でノイズと真の信号を区別することを試みた。Time-back 方式で得られた時間分解能は 476ps であった。Time-back 方式の方が良い結果が得られるので、以下では time-back 方式を用いて実験を行った。

Time-back 方式を用いて、光量、ゲイン、立ち上がり時間を変化させて実験を行い時間分解能を決める要因について考察した。さらに、低温での測定を行うことで、ダークカウントの軽減が時間分解能にどのように影響するのかを調べた。最後にタイムウォークの補正をした結果とオシロスコープで出力波形を取り込み時間分解能を求めた結果とを比較した。

今回の実験では新規の TOF 測定法が従来の測定法よりも良い結果が得られることがわかり、時間分解能は波高と出力信号の立ち上がり時間によってきまることがわかった。ダークカウントの低減は時間分解能に影響を与えないことも明らかになった。またタイムウォークの補正を行うと、もっとも良い結果は 395ps となった。単素子を用いた実験ではあるが、この結果を MPPC を用いた TOF-PET の性能の改善へ応用していきたい。

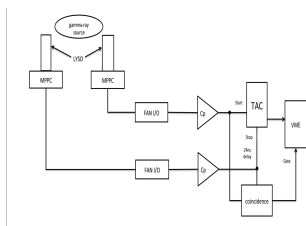


図 1: Basic 方式の setup

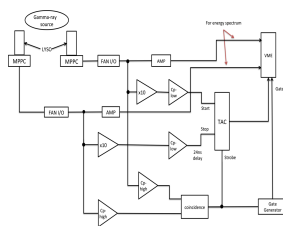


図 2: Time-back 方式の setup

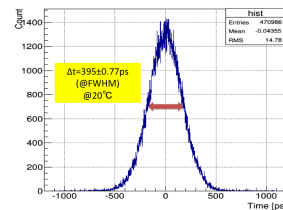


図 3: 時間分解能を表すヒストグラム