

KEK 測定器開発テストビームライン共同利用実験成果報告書

2025年 1月 6日

1. 課題番号

2024ARTBL016

2. 課題名

MCP-PMT 及び SiPM を用いたチェレンコフ TOF 検出器の時間分解能検証

3. 研究代表者

氏名：居波賢二

所属機関：名古屋大学

職名：准教授

連絡先：E-mail: kenji@hepl.phys.nagoya-u.ac.jp

4. 実験参加者 氏名（所属機関、職名または学年）

- 居波 賢二 （名古屋大学・准教授）
- 鈴木 一仁 （名古屋大学・特任准教授）
- 堀井 泰之 （名古屋大学・准教授）
- 平井 幸輝 （名古屋大学・4年生、加速器インターンシップ）
- 星合 麻里菜 （名古屋大学・4年生、加速器インターンシップ）
- 水野 匠 （名古屋大学・4年生、加速器インターンシップ）
- 吉田 成覇 （名古屋大学・4年生、加速器インターンシップ）

5. ビームタイムの期間

(エリア内準備期間、ビーム使用期間、撤収期間がわかるように)

2024/12/2 13:00~16:00 エリア内搬入・セットアップ

2024/12/2 16:00~21:00, 12/3 9:00~21:00, 12/4 9:00~21:00 ビーム使用(5GeV)

2024/12/4 20:30~21:00 撤収

6. ビームの状況

すべて 5 GeV 設定で行った。10mm 角トリガーシンチ 2つを用いて、レートは 120Hz 程度で安定していた。

7. 実験成果

本実験の目的は、チェレンコフ輻射体となるガラス板を取り付けたマルチピクセルフォトンカウンター (MPPC)、マイクロチャンネルプレート (MCP)-PMT をそれぞれ MPPC モニタ、MCP モニタとして KEK PF-AR 測定器開発テストビームを利用し、MPPC モニタと MCP モニタどちらについても粒子飛行時間 (TOF) を測定することである。TOF のばらつきから MPPC モニタ及び MCP モニタの時間分解能を求める。また MCP モニタについて、得られた信号電荷から MCP モニタに入射した光子数を求め、それが事前の予測と一致するか検証することも目的である。

ビームライン上に、2つのモニタ検出器と2つの1cm 角シンチレーションカウンターを並べ、DRS4 ASIC を搭載したデジタイザで以下の検出器の波形情報を取得した。MPPC モニタについて、ビームの入射角を 0 度、40 度、50 度と変更して波形を取得した。MCP モニタについて、2つのモニタに取り付ける輻射体の厚みを 0mm(輻射体なし)、3mm, 5mm, 10mm, 15mm, 20mm と変更して波形情報を取得した。

MPPC モニタの時間分解能を検証する実験においては、TOF を MPPC モニタと MCP モニタを用いて測定した。この際、MCP モニタに取り付ける輻射体の厚みは 10mm とした。各モニタの波形からタイミング情報を取り出し、その TOF を計算した。ビームの入射角が 0 度のとき、時間分解能は $\sigma \approx 37.9\text{ps}$ であった。MPPC モニタへの電子ビームの入射角を 40 度へ変化させて測定し、同様に結果を得ると、 $\sigma \approx 40.7\text{ps}$ であった。同様に 50 度の場合は、 $\sigma \approx 39.3\text{ps}$ であった。MPPC モニタは、入射角を変化させることで時間分解能を向上することを期待したが、現在の解析では期待通りの結果は得られていない。

MCP モニタは、輻射体の厚みを 10mm まで増やすと時間分解能が $\sigma \approx 21.0\text{ps}$ まで向上したが、15mm 以上の厚みになると時間分解能が $\sigma \approx 21.5\text{ps}$ に悪化した。目標とする時間分解能 10ps の達成はどの厚みの輻射体の MCP モニタでも至らなかった。また光子数について、事前の予想ではどの厚みの場合でも検出される光子数が 100 個を超えないという予想に反して 130~740 個程度と多い結果となった。今後も補正パラメータの導出やシミュレーションなどを行い、データを精査する。

8. 結果の公表予定

今後、研究会や学士論文で公表予定。

9. 今後の要望

実験準備室に Wifi(eduroam など)が欲しい

以上