

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

2024 年 1 月 31 日

1. 課題番号

2023ARTBL011

2. 課題名

NA61/SHINE 低運動量ビームラインにおけるビームモニタの開発

3. 研究代表者

氏名：日野 陽太

所属機関：岡山大学

職名：助教（特任）

連絡先：yotahino@okayama-u.ac.jp

4. 実験参加者（氏名、所属機関、職名または学年）

- 日野陽太、岡山大学、助教（特任）
- 原田将之、岡山大学、非常勤研究員
- 目黒希、岡山大学、学部学生
- 小汐由介、岡山大学、准教授
- 坂下健、高エネ研、准教授
- メーガンフレンド、高エネ研、助教
- 中平武、高エネ研、教授

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）

12月24日午前中にエリア内でセットアップ、午後からビーム利用開始

12月25日から12月27日：9時ごろから20時ごろまでビーム使用

12月28日 サーベイ後エリアから撤収（ビーム運転なし）

6. ビームの状況

使用期間では、ビームトリガーレートは1.5 kHz付近で安定していた。

プロファイルについては後述。

12月25日 16:30 から1時間程度 KEK で火災のためビーム停止。

7. 実験成果

NA61/SHINE 日本グループでは、ビーム通過位置をモニターするシリコンストリップ検出器、飛行時間で粒子識別を行うための Time-Of-Flight (TOF) 検出器の開発を担当しており、2023 年 3 月に引き続き KEK ARTBL においてプロトタイプ検出器のビームテストを行った (図 1)。

シリコンストリップ検出器については、前回できなかった X-Y 検出器の全ストリップ同時読出しの試験に加えて、トリガー用シンチレーター (PS1、PS2) とコインシデンスを取ることで検出効率の評価可能なセットアップでデータ取得を行なった。図 2 に全ストリップ同時読出しで得た二次元ビームプロファイルを示す。このランでは、X-Y ステージを中心から X 方向に -25 mm、Y 方向に -25.5 mm ずらしたため、シリコン検出器上では $(X, Y) = (+25 \text{ mm}, +25.5 \text{ mm})$ に再構成されているのがわかる。また、3 月のランでは X 方向のビーム幅が 60 mm 程度あったのに対し、今回得られた幅は 40 mm となっている。これは電磁石の極性が一部修正された結果と考えられる。今後の解析で、ストリップごとにヒット定義の最適化するスキームを確立し、最終的なイベント再構成を行った上で検出効率を見積もる。

また新規開発を行なっている TOF 検出器では、大光量でかつ時定数の短い無機シンチレーターである GAGG 結晶の採用を検討しており、今回得られたデータからシンチレーターの応答、とくに時間分解能の評価を目指す。図 3 は、Tentative な波形解析から時間を定義して測定した PS1-GAGG 間のイベント時間差と距離の相関で、飛行時間 (t_0 校正は未実装) を測定できていることがわかる。いくつかの時間定義手法を試して分解能を比較すること、また別途 1 光電子分布の測定を行って現在の光統計を把握し検出器の改良に向けた方針を決める予定である。

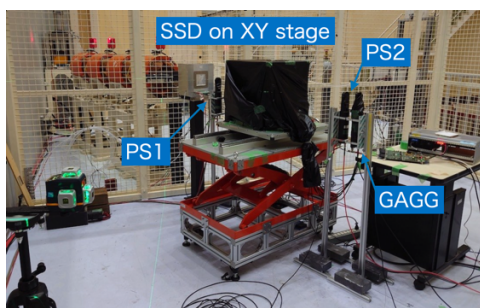


図 1. 実験セットアップ

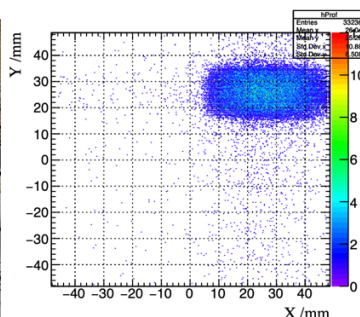


図 2. 二次元プロファイル

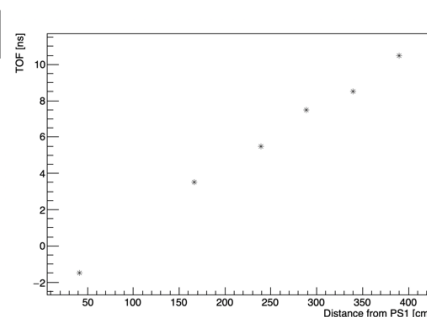


図 3. 時間差と距離の相関

8. 結果の公表予定

現在予定しているものは以下である。

- 日本物理学会 2024 年春季大会 (オンライン)、「NA61/SHINE 実験低運動量ハドロンビームライン実現に向けたビームモニター検出器の開発の現状」、講演番号: 19aT1-2

9. 今後の要望

学部生と協力しながら、シリコン検出器、TOF 検出器のデータ解析を進める。

とくに TOF 検出器の改良のために、集光量をどの程度改善する必要があるか定量的に見積もる。

以上