

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

2024ARTBL014

2. 課題名

ALICE 実験高度化に向けた MAPS 検出器プロトタイプ及び FOCAL 検出器性能評価

3. 研究代表者

氏名：山口頼人

所属機関：広島大学

職名：准教授

連絡先：082-424-7376

氏名：中條達也

所属機関：筑波大学

職名：講師

連絡先：029-853-4221

氏名：郡司卓

所属機関：東京大学原子核科学研究センター

職名：准教授

連絡先：048-464-4285

4. 実験参加者 氏名（所属機関、職名または学年）

- 山口頼人（広島大学、准教授）
- 勝野永遠（広島大学、修士1年）
- 和田濤太（広島大学、修士1年）
- 寺元魁（広島大学、学部4年）
- 志垣賢太（広島大学、教授）
- 郡司卓（東京大学、准教授）
- 小原遼太郎（東京大学、博士2年）
- Jerome Baudot（IPHC-Strasbourg、教授）
- Serhiy Senyukov（IPHC-Strasbourg、技術職員）
- Rachid Guernane（LPSC-Grenoble、主任研究員）
- Sanghoon Lim（Pusan National Univ.、准教授）
- Yoonha Hong（Pusan National Univ.、修士1年）
- Jongho Oh（Pusan National Univ.、博士1年）
- 中條達也（筑波大、講師）
- Jonghan Park（筑波大、助教）
- Hanseo Park（筑波大、博士3年）
- 犬飼泰地（筑波大、修士2年）
- 伊東昂（筑波大、修士1年）
- 西田優杜（筑波大、修士1年）
- 依田浩志郎（筑波大、修士1年）
- 加納光（筑波大、学部4年）
- 浜雄斗（筑波大、学部4年）
- 稲葉基（筑波技術大、教授）
- 下村真弥（奈良女子大、准教授）
- 佐々木優花（奈良女子大、修士2年）
- 高村舞（奈良女子大、修士1年）

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)

[MAPS 検出器]

12/5-10: 富士実験棟での実験準備

- 送付物品の開梱
- 乾燥空気ボンベの搬入
- 実験セットアップの構築とドライランによる機器および DAQ の動作確認
- PF-AR 南実験棟内の準備室への実験セットアップの移動

12/11 9:00 – 12/16 9:00 : ビーム照射してデータ取得

- 12/11 16:30 までエリア内での実験セットアップ設置
- ビーム照射時間 : 112.5 時間 (内データ取得 103.5 時間)
- 3 種類の CE65 チップ(アナログ出力、異なる内部構造)に対して各バイアス電圧(4, 7, 10V)で 1 ラン 30-50k イベント取得
- ビーム未照射でペDESTAL測定と ^{55}Fe 線源を用いたエネルギー校正
- babyMOSS チップ(デジタル出力、 $22.5\mu\text{m}$ -pitch & $256\times 256\text{pixels}$ と $15\mu\text{m}$ -pitch & $320\times 320\text{pixels}$ をそれぞれ 4 領域)の温度依存特性評価、運動量依存特性評価(1-6GeV/c を 1GeV/c 刻み)のためのデータ取得

12/16 9:00-11:30

- 実験セットアップの撤収、梱包、配送手配
- 使用済みガスボンベの返却
- 実験エリア及び 1F 待機室の片付け

[FoCal 検出器]

12/11 9:00 – 12/16 9:00 : ビーム照射してデータ取得

- 12/11 16:30 までエリア内での実験セットアップ設置
- ビーム照射時間 : 112.5 時間 (内データ取得 103.5 時間)
- FoCal 検出器用シリコンパッドセンサーの単一セル(事前に中性子を照射した $320\mu\text{m}$ 厚サンプル、中性子を照射していない $150\mu\text{m}$ 、 $200\mu\text{m}$ 、 $320\mu\text{m}$ 厚サンプル)に対して温度制御下でバイアス電圧を変えての MIP 測定
- ビームポジションモニターとして開発中のシリコンストリップ検出器の MIP 測定
- 半導体検出器開発用に試作した前段アナログ信号処理回路の評価 (シリコンパッドセンサーの単一セルサンプルでの MIP 測定)

12/16 9:00-11:30

- ビームライン上に設置した各検出器の残留放射線チェック、実験セットアップの撤収

6. ビームの状況

主に 3GeV/c のビームを使用し、12/15 に運動量依存性評価のために 1-6GeV/c を 1GeV/c 刻みで使用 (5 時間程度)。

7. 実験成果

[MAPS]

テレスコープのビームプロファイル結果が他グループの測定と一致することを確認。テレスコープ各層および試験センサー間の相関を確認。試験センサーの一つが信号増幅部に問題があることが判明したが、予定していた測定を全て完了できた。バイアス電圧依存性、クラスターサイズのセンサー内部構造依存性などを確認した。検出効率、位置分解能についてのより詳細な解析が進行中。2025 年 1 月 9-10 日の Platform B (Silicon) meeting で preliminary な測定結果について報告(発表者：広島大・勝野永遠)。

[FoCal]

各検出器において計画通りデータ収集がおこなわれた。現在データ解析が進行中で、事前に中性子を照射した FoCal 検出器用シリコンパッドセンサーの単一セルサンプル等で MIP データと思われる結果が見え始めている。シリコンストリップ検出器においても、ビーム照射範囲内外で異なる信号が確認できた。

8. 結果の公表予定

[MAPS]

データ解析完了後、DESY、CERN PS でのビームテスト結果とともに投稿論文作成予定。また、日本物理学会や研究会等での発表も予定している。

[Focal]

日本物理学会や 4 月にドイツで行われる国際学会 Quark Matter で結果を発表予定

9. 今後の要望

今後の要望ではありませんが、前回試験(2024 年 3 月)から約 5 倍のビームレートとの改善、水平方向・鉛直方向ともに 7-8mm(1σ)のビームサイズの改善をしていただき、予定した測定を完了することができました。前回試験後のビームサイズ、レートの改善要望に迅速に対応していただき感謝しています。今後も PF-AR テストビームラインを積極的に活用していきたいと考えているので今後ともよろしくお願ひします。

以上