

負ミューオン原子核捕獲反応によって生じる二次軽荷電粒子の測定系の開発

Development of secondary light charged particles measurement system for negative muon nuclear capture reactions

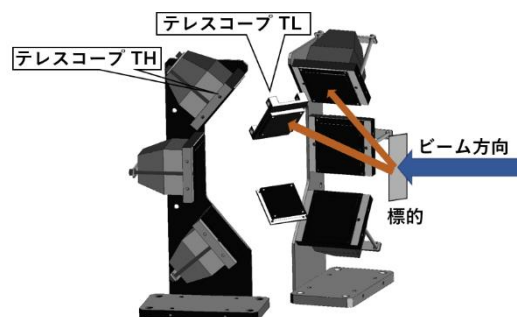
*大石 将也¹、川瀬 頌一郎¹、渡辺 幸信¹、川田 哲平¹、北藤 健太郎¹、西畑 洸希¹、
新倉 潤²、鈴木 大介²、郷 慎太郎²、松崎 禎市郎²

¹九州大学、²理研

宇宙線ミューオン起因ソフトエラー発生率の評価には負ミューオン原子核捕獲反応で生成する二次軽荷電粒子のエネルギースペクトルが必要であるため、荷電粒子測定系の開発を行っている。本測定系では、nTD-Si 検出器を用いた波形解析法と Si 検出器と CsI 検出器を用いた ΔE -E 法によって粒子識別を行う。

キーワード：ミューオン原子核捕獲反応、ソフトエラー

近年、半導体デバイスの微細化により宇宙線に含まれるミューオン（宇宙線ミューオン）起因のソフトエラーが注目されている^[1]。宇宙線負ミューオンが半導体デバイスに入射することで半導体デバイスの構成原子核と原子核捕獲反応を引き起こし、二次軽荷電粒子と反跳核を生成する。これらの荷電粒子が半導体デバイスに電荷を付与することでソフトエラーが発生する^[2]。そこで、我々は英国ラザフォード・アップルトン研究所において Si 原子核における μNC 後に放出される二次軽荷電粒子（陽子、重陽子、三重陽子、アルファ粒子）のエネルギースペクトルの測定（RAL 実験）を 2022 年 11 月以降に行う予定である。これに伴い、ミューオン起因ソフトエラー発生率の評価に必要な μNC で生成する二次軽荷電粒子のエネルギースペクトルを実測するため、荷電粒子測定系の開発を行っている。本測定系では、荷電粒子のエネルギーごとに粒子識別方法の異なる図に示すような 2 種類のテレスコープを用いる。低エネルギー粒子は nTD-Si 検出器（TL）によって検出し、波形解析法^[3]により粒子識別を行う。また、高エネルギー粒子は Si 検出器と CsI シンチレータ（TH）により検出し、 ΔE -E 法により粒子識別を行う。



図：検出器体系

九州大学タンデム加速器施設・ビーム応用科学センターにて、RAL 実験でのセットアップの動作テストを目的とする実験を行った。タンデム加速器で加速された 24MeV の ^7Li ビームを 11 μm 厚の Al 箔に照射し、核反応によって生成した陽子、重陽子、三重陽子、アルファ粒子のエネルギースペクトルの測定をした。取得したデータから特に CsI シンチレータを用いた ΔE -E 法による粒子識別に着目し、RAL 実験で用いるセットアップの動作確認を行う。

参考文献

- [1] B. D. Sierawski *et al.*, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 57, 3273-3278 (2010).
- [2] S. Manabe *et al.*, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 65, 1742-1749 (2018).
- [3] M. Assié *et al.*, *The European Physical Journal A*, 51, 1-11 (2015).

*Masaya Oishi¹, Shoichiro Kawase¹, Yukinobu Watanabe¹, Teppei Kawata¹, Kitafuji Kentaro¹, Hiroki Nishibata¹, Megumi Niikura²,
Daisuke Suzuki², Shintaro Go² and Teiichiro Matsuzaki²

¹Kyushu Univ., ²RIKEN.