

令和 5 年度 (2023) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：大型ミュオンテレスコープによる銀河宇宙線強度の観測 英文：Observation of Galactic Cosmic Ray Intensities using Large Area Muon Telescopes
研究代表者	大嶋晃敏 (中部大学 理工学部)
参加研究者	高丸尚教、小井辰巳、山崎勝也 (中部大学 理工学部) 柴田祥一 (中部大学ミュオン理工学研究センター) 小島浩司 (中部大学天文台) 林嘉夫、川上三郎 (大阪市立大学 名誉教授) 田中公一 (広島市立大学 名誉教授) 荻尾彰一、野中敏幸 (東京大学 宇宙線研究所) 宗像一起、加藤千尋 (信州大学 理学部) 中村亨 (高知大学 理学部) S.K.Gupta, P.K.Mohanty (タタ基礎研究所)
研究成果概要	<p>本研究では、明野観測所に設置した 3 機のミュオン検出器を用いて、銀河宇宙線から生じた大気ミュオンの強度変動を計測し、地球近傍の惑星間空間における宇宙線の強度分布とその変動を捉えることにより、宇宙線の伝播メカニズムに繋がる高エネルギー宇宙線と宇宙磁場の相互作用の理解を深める。また、本研究は日印共同宇宙線実験 GRAPES-3 との大気ミュオン合同観測という位置づけでもある。</p> <p>宇宙線研究所明野観測所には、M1、M5、M8 の計 3 機 (各 25 m²) の比例計数管型ミュオン検出器が稼働している。2018 年に M5 の再整備が完了し、連続観測を再開したが、2020 年以降の新型コロナウイルス流行による影響で、M1、M8 の再整備の作業が完了できていなかった。2023 年度になり、M1、M8 の再整備の作業を再開することができ、新たな DAQ 回路及びシステムの導入に向けた準備を進めることができた。現在の明野ミュオン観測は、GRAPES-3 の 7 分の 1 の有効面積しかなく、統計精度の限界から GRAPES-3 の補完的役割に留まっている。将来的には、日本国内におけるミュオン観測の統計精度を GRAPES-3 と同程度することを目指したい。これに関しては、インド側との間で、検出器開発や回路開発で協力する体制ができている。</p> <p>2023 年度における明野ミュオン観測の現況は以下の通りである。2023 年度中には、アンプ・ディスクリ回路に供給する低電圧源の不調が多く発生した。以下に、2022 年度末から 2023 年度にかけて実施した明野観測所での作業を示す。</p>

- ① 6月16日-18日：(大嶋、田中) 保守作業 (M8DAQ 回路の交換)。
- ② 6月23日-25日：(大嶋、学生1名) M8DAQ 回路調整。M5 回路異常チェック。
- ③ 8月19日-22日：(大嶋、田中、学生2名) M5 回路異常の復旧。
- ④ 9月1日-3日：(大嶋、田中、学生2名) M1、M8 比例計数管チェック。
- ⑤ 11月25日-26日：(大嶋、柴田、小島、学生7名) ステーションの清掃。M1 電源故障。
- ⑥ 12月8日-10日：(大嶋、学生2名) ステーションの清掃。電源交換。
- ⑦ 1月12日-14日：(大嶋、学生1名) ネットワーク機器の交換。
- ⑧ 12月23日-24日：(大嶋) M5 回路用低圧電源の故障・交換

これら作業のために、中部大の大嶋が7回、広島市立大学の田中が3回、明野観測所に出張した。また、観測の実地体験のために学部生と大学院生を同行させた。M1、M8の再稼働に併せてインド側で開発を進めてきた FPGA による DAQ 回路 (図1) が完成し、2024年度中の導入のめどが立った。これにより、データ収集システムの遠隔制御の性能が向上する予定である。

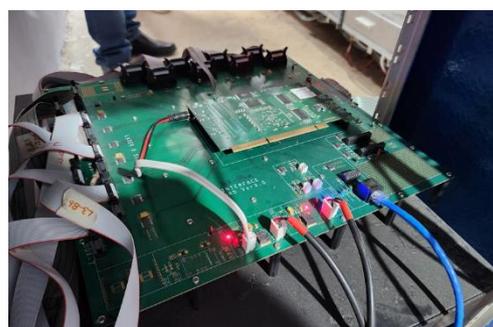


図1. 明野ミュオン観測用の新型 DAQ 回路

本研究に関連し、中部大学大学院修士課程の小河蒼汰が、明野観測所の気圧を遠隔地 (諏訪や甲府) の気象観測データから推定する手法を開発し (図2)、修士論文にまとめた [1]。この研究において、明野中学校において長年、気圧の自記測定 (1 時間値) が行なわれていたことが判明したため、気圧データの提供を依頼したところ、快く提供していただいた。次に、GRAPES-3 と明野ミュオン観測が捉えた太陽フレアイベント (2021年11月1日:M1クラス) に伴う Forbush Decrease 現象の同時検出を、宇宙線国際会議 2023 において報告した [2]。

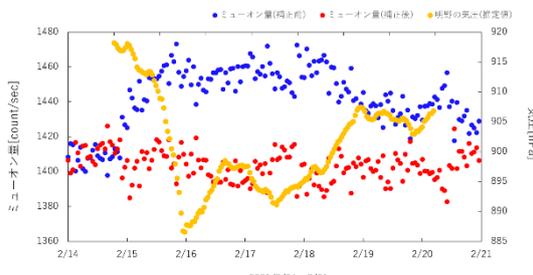


図2. 明野気圧データの再現手法の確立

参考文献

1. 修士論文: 「大気ミュオン気圧効果補正のための気圧推定」、小河蒼汰、中部大学大学院工学研究科宇宙航空理工学専攻、2024年2月
2. The Akeno Muon Observation: A Joint Research for Near Earth Space by Japan-India Collaboration, A. Oshima et al., ICRC2023