

平成 26 年度共同利用研究・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： <u>Observation of Galactic Cosmic Ray Intensities using Large Area Muon Telescopes</u>
研究代表者	柴田祥一（中部大学 工学部）
参加研究者	大嶋晃敏、高丸尚教（中部大学 工学部） 林嘉夫、川上三郎、荻尾彰一（大阪市立大学 理学研究科） 伊藤信夫、松山敏夫（大阪市立大学 理学部） 福島正己、野中敏幸（東京大学 宇宙線研究所） 林田直明（神奈川大学 工学部） 小島浩司（愛知工業大学 工学部） 宗像一起、加藤千尋（信州大学 理学部） 森下伊三男（朝日大学 経営学部） 中村亨（高知大学 理学部） 田中公一（広島市立大学 情報学部）
研究成果概要	<p>本申請研究は、宇宙線研究所明野観測所の大型ミュオン検出器と、インド・タタ基礎研究所との共同研究である GRAPES-3 実験の大型ミュオン検出器とを用いた銀河宇宙線の強度変動の観測である。その目的は、異なる地理的経度での宇宙線観測により、惑星間空間磁場の構造と太陽圏内部での銀河宇宙線の流れを明らかにすることである。</p> <p>我々が観測に用いるミュオン検出器は、比例計数管を水平方向に敷き詰めて層にしたものを、上下方向に 4 層配置したホドスコープ型の構成になっている。この構成により、ミュオンの入射方向を約 6 度の精度で決定することができる。明野観測所と GRAPES-3 のミュオン検出器は共に、1 GeV 以上のミュオンを検出しており、結果的に 60～80 GV 以上の銀河宇宙線を観測している。これは近傍の惑星間空間の磁場構造を探るためには都合の良い旋回半径の宇宙線を観測していることになる。</p> <p>現在、明野観測所におけるミュオン観測では、M1、M5、M8 のミュオン検出器を用いているが、ここ数年はいずれもネットワーク・電源の不安定により、安定した観測が非常に困難な状態であった。一昨年以來、我々はこの状況を打開するために、ネットワークの安定化（ルーター、スイッチの交換）と電源の安定化（UPS の導入）を行い、また、ネットワーク越しに行える PC 機器の電源操作システム（IPPOWER）を導入した。これら一連の作業により、M8 のミュオン検出器に関しては比較的長期の連</p>

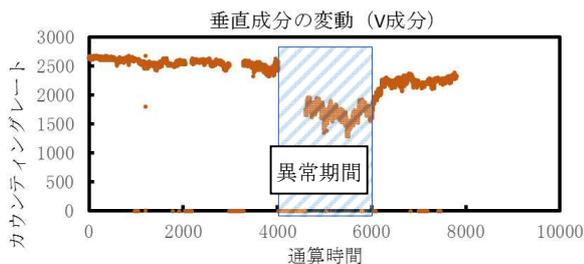


図1 M8 ミュオンカウンティングレート

続観測が可能になり、比例計数管の状態が判定できるまでになった（図 1）。しかしながら、M5 と実験棟の間の無線通信は機器の故障により不通になっており、M5 に関しては現地で直接データの回収が必要な状態である。

平成 27 年 3 月には、中部大学の大嶋、愛知工業大学の小島、広島市立大学の田中が、明野ミュオン検出器の現状の見極めとデータの質に関して確認を行い、平成 27 年度に実施する比例計数管の補修とデータ収集システムの改修に関して計画を立てた。その準備作業として、ステーション内の物品整理を行った。平成 27 年度中には M1、M5、M8 に関して、不良比例計数管の選定、及びガスの詰め替えを行い、データ記録システムの再整備を行って度中の安定運用を目指す。比例計数管のガスの詰め替えに必要な物品（真空ポンプ及び PR ガス）は既に明野観測所に保管している（図 2）。



図 2 真空計装置

一方、明野ミュオン検出器との同時観測を目指している、GRAPES-3 実験では現在、ミュオン検出の能力を向上させるために、ミュオン検出器の面積を 2 倍にする計画が進行中である。平成 27 年 3 月には、現地にて新しいミュオン検出器で用いる比例計数管の製作および建屋建設の進捗状況の確認を行なった。また、比例計数管製作に関しては、大阪市立大学の林、及び広島市立大学の田中が現地に長期滞在し制作作業を行なっている。これら一連の作業により、平成 27 年 3 月時点で約 500 本の比例計数管が完成している。

本申請研究の研究成果として、2 本の査読論文を投稿し、内 1 本は既に出版された。出版された論文[1]は、黄道面に垂直な南北方向の宇宙線の流れ（Swinson Flow）に関する解析と、そこから導かれる銀河宇宙線の太陽系動径方向の密度勾配に関する内容となっている。また現在査読を受けている論文[2]は、太陽風と宇宙線の相互作用に関するものである。その他、研究発表として、第一回 CRC タウンミーティングで、地上ミュオン観測の将来計画を紹介し、中南米へのミュオン検出器設置計画について紹介を行った。また、日本物理学会での発表も行なっている。

【発表論文】

1. “Measurement of the radial density gradient of cosmic ray in the heliosphere by the GRAPES-3 experiment”, H.Kojima et al, *Astroparticle Physics*, Vol.62 (2015), p.21–29
2. “Dependence of cosmic ray intensity on variation of solar wind velocity measured by the GRAPES-3 experiment for space weather studies.” H.Kojima et al, submitted to *Physical Review*