

平成25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：Observation of Galactic Cosmic Ray Intensities using Large Area Muon Telescopes

研究代表者 柴田祥一

参加研究者 大阪市立大学大学院理学研究科・教授・林嘉夫，名誉教授・川上三郎，
准教授・荻尾彰一，
大阪市立大学理学部・名誉教授・伊藤信夫，技術職員・松山利夫
東京大学宇宙線研究所・教授・福島正己，助教・野中俊幸
神奈川大学・特認教授・林田直明
愛知工業大学・客員教授・小島浩司
信州大学理学部・教授・宗像一起，准教授・加藤千尋
朝日大学経営学部・教授・森下伊三男
中部大学工学部・教授・高丸尚教，講師・大嶋晃敏
高知大学・教授・中村亨
広島市立大学・准教授・田中公一

研究成果概要

太陽フレアのような、太陽表面における大規模な爆発現象で放出された CME(コロナ質量放出)は、その内部に激しい磁気擾乱を伴う磁気雲となる。このような磁気雲が太陽圏内の惑星間空間を伝播する過程で、周辺の惑星間磁場が大きく変動し、太陽圏内の銀河宇宙線の空間的分布に異方性が生じると考えられる。そこで、太陽圏内の銀河宇宙線の異方性を常時観測することは、太陽風プラズマ磁気雲の空間的構造と IMF(惑星間空間磁場)の諸現象の解明に繋がり、宇宙天気予報にも寄与することになると考えられる。

本研究では、主として太陽活動の影響を比較的受けやすい低エネルギーの銀河宇宙線を地球上で観測する。地上での観測は、大気中で銀河宇宙線から生じた二次宇宙線のミュオン成分を計測することになる。そこで我々はこの種の実験で現在のところ最も角度分解能の良い、比例計数管を用いた多方向ミュオン望遠鏡を用いた観測を行った。

これまでの研究では、平成18年度までの解析により、1992年に藤本、長島らが報告した太陽フレアに伴う宇宙線の強度減少(Forbush Decrease)と、それに先行して起きる前駆的な強度減少(Precursor Decrease)の成因が、磁気雲前面に生じた衝撃波により生じたロスコーン効果によることが確実になった。ロスコーン効果とは、磁力線の絞り込み構造が形成され、その方向の宇宙線量が減少する効果である。

また、銀河宇宙線のロスコーン型の異方性が、予想された IMF 方向に出現することをインドの GRAPES-3 実験と東京大学宇宙線研究所附属明野観測所の両ミュオン望遠鏡が同時に観測した。これまでの一連の解析で、CME の到着時間の約5時間24時間前に「Precursor Decrease」が観測され、7例(約35%)については異方性の方向と IMF の方

向に非常に高い相関がみられることが判明した。また、「Precursor Decrease」の強度と引き続く「Forbush Decrease」の強度にも相関が認められた。更に、これまでの解析から、ロスコーン型の異方性が通常の日宇宙線強度変動にも見られることがあることが判明したため、宇宙天気予報を行うためにはこれらの現象のより詳細な解析が必要であると考えられる。そこで、我々は、明野観測所の3つのミュオンステーション(M1, M5, M8)の比例計数管を再利用し、多方向ミュオン望遠鏡を構築した。この望遠鏡とインド GRAPES-3 実験のミュオン望遠鏡を用いて、銀河宇宙線の異方性の同時観測を試みている。

平成25年度の明野観測所における作業として、M8のネットワークルータの入れ替えをおこなった。これにより、頻繁に途切れていた外部からM8へのアクセスが大幅に改善した。また、M5およびM8のデータ収集用PCとデータサーバをUPSに接続する作業をおこない、電源不安定時に発生していたサーバー再起動の問題が解消し、データ収集の途切れる回数が減った。これらの作業により、平成25年11月5日に発生したX3.3のフレアに伴う、宇宙線強度の減少を明野ミュオン検出器で捕らえることができた。

研究活動として、これまでの数年間の観測データを用いて、太陽風速度変動とミュオンの強度変動の関連性について解析を行った。5年間のデータを解析した結果、日平均では、明野とOotyに共通する関連性が見られた。日本とインドの両ミュオン観測の地理経度の違いと、重複する視野を持つ観測を通して、銀河宇宙線による太陽圏空間の電磁場環境の3次元構造を解析する目途がたった。また地球近傍の惑星間空間における宇宙線強度変動の太陽風効果については、Ootyの観測データにより地球周辺の惑星間空間における太陽風の変動による宇宙線強度の変動、いわゆる太陽風効果の3次元的に解析を行った。このような解析をOoty、明野の両ミュオン観測のデータを併せて行えば惑星間空間における太陽風効果の3次元構造がより明確になる事が期待できる。これらの研究成果については、日本物理学会において発表を行なっている。また、観測リジディティの範囲を広げるため、新たにミュオンデータに加えて中性子モニターのデータを組み合わせた解析を行った。その中で、中性子モニターによる低リジディティ側とミュオン検出器による高リジディティ側で、「Forbush Decrease」の振幅のリジディティ依存性に違いが見られることが分かった。また、過去11年間の「Forbush Decrease」を伴う太陽フレアイベントを選択し、各検出器で観測された「Forbush Decrease」の振幅のリジディティ依存性の解析を行なったところ、太陽フレアの太陽表面上での発生場所(東西)の違いによって、「Forbush Decrease」の振幅のリジディティ依存性に有意な違いが見られることが分かった。これに関しては、平成25年の宇宙線国際会議(ブラジル)とCAWSES-II(名古屋大学)において、発表を行なっておりその物理的解釈に関しては現在検討中である。これに関する成果を、EPS(Earth, Planets and Space)に論文として投稿する予定である。

整理番号 D04