

平成 24 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：乗鞍岳におけるミュオン強度の精密観測 英文：Space weather observation using muon hodoscope at Mt. Norikura
研究代表者	信州大学理学部・教授・宗像一起
参加研究者	信州大学理学部・准教授・加藤 千尋 信州大学・特任教授・安江 新一 愛知工業大・特任教授・小島浩司 東大宇宙線研・技術職員・青木利文 信州大学・大学院生 (M2)・中野義丈 信州大学・大学院生 (M2)・石崎章雅 信州大学・大学院生 (M1)・宮崎高大
研究成果概要：	<p>乗鞍ミュオン計は、全アンプ基板上の CR 回路をポッティングして高圧の漏電対策を施し、冬季閉鎖中も現在まで安定に連続観測中である。来年度太陽電池パネル架台の改修を行う予定。</p> <p>異常に長期間続いた太陽活動静穏期後、第 24 太陽活動周期に入って太陽活動はほぼ極大期に差し掛かりつつあるが、今のところ目立った太陽活動は我々のミュオン計ネットワーク (Global Muon Detector Network: GMDN) でも観測されていない。そこで平成 24 年度は、1971 年以降に中性子モニターと名古屋ミュオン計で観測された太陽時日変化異方性の長周期変動 (特に 11 年周期変動と 22 年周期変動) の解析を行った。その結果、日変化異方性の位相に顕著に見られる 22 年変動は、先行研究 (Chen & Bieber, <i>ApJ</i>, 405, 1993) で報告されているように、磁場に平行な拡散流の振幅の 22 年変動に起因するものであることが確認された。この平行拡散流の振幅は、観測される 1 次宇宙線の平均エネルギーが約 5 倍異なる中性子計とミュオン計でほぼ同じ大きさであった。これに対して、垂直拡散流の黄道面内と黄道面に垂直な成分の振幅は、ミュオン計で観測された振幅が、中性子計によるものの約 2 倍あり、平行拡散流に比べてハードなエネルギー・スペクトラムを持っていることが本研究で初めて明らかとなった。このことは、垂直拡散流の主要な部分を占めると考えられる「ドリフト流」がハードなスペクトラムを持っていることを示唆していると思われる。一方で、太陽時日変化異方性の位相が、$qA>0$ の太陽活動極小期に高エネルギー領域の観測ほど大きく前進することが知られていたが、その原因は不明であった。この現象は、上記エネルギー・スペクトラムによって自然に理解できる。</p> <p>同時に、名大 STE 研と協力して Mexico 高山に新ミュオン計を設置する計画も進め、SciBar 検出器をメキシコに輸送してメキシコ側研究機関の建物内で検出器組上げ、宇宙線ミュオンの予備観測を行った。計測系の処理時間の関係で、約 15,000 本ある全シン</p>

チ・バーの出力を計数率の大きなミュオンの観測に用いると、計測の死時間が増えミュオンを数え落とすとともに中性子観測にも支障をきたす。このため、最上下4層のシンチ・バー約450本の出力のみを用い、各層のOR出力の4-fold coincidenceでミュオン観測をトリガーする。この場合、1層に2本以上のシンチ・バーから同時出力があると、ミュオンの入射位置（すなわち入射方向）を決定できない。そこで、各層で最大のADC出力を記録したシンチ・バーのみを用いてミュオンの入射方向判定を行った。こうして判定した入射方向を、同じイベントを中間層の中性子部分で記録した飛跡と比較した結果、4-fold coincidence全体の約90%がミュオン事象であることが判った。また、最上下4層のシンチ・バーの出力のみから判定した入射方向の精度は、約 $\pm 3^\circ$ であることが判った。これらの結果、この検出器がGMDNのミュオン計として十分な性能を備えていることを確認できた。

成果発表（論文）：

宗像一起，“銀河宇宙線強度の汎世界的ネットワーク観測”，日本物理探査学会誌 65 巻第 3 号，pp173-179，2012.

宗像一起（共著），「総説・宇宙天気」（総ページ数660ページ），第15章pp537-549「銀河宇宙線観測による宇宙天気リモート・センシング」，京都大学学術出版会，柴田一成・上出洋介編著，平成23年（2011）5月31日 初版第一刷発行，ISBN978-4-87698-554-8 C3044.

K. Munakata, “Probing the heliosphere with the directional anisotropy of galactic cosmic ray intensity”, *Proc. IAU Sympo.*, **286**, 185-194, 2011.

成果発表（学会）：

「Long-term variation of the solar diurnal anisotropy of galactic cosmic rays over four solar activity cycles」、宗像一起ほか、日本地球惑星科学連合 2012 年合同大会、PEM28-P05, 2012 年 5 月 20 日（幕張）

「多方向ミュオン計で観測された宇宙線太陽時日変化異方性の長周期変動」、宗像一起ほか、日本物理学会第68回年次大会，26pBF9，2013年3月26日（広島大）

「銀河宇宙線強度の太陽時日変化異方性とその長周期変動」、石崎章雅ほか、日本物理学会第68回年次大会，26pBF6，2013年3月26日（広島大）

「SciCRT検出器を用いた銀河宇宙線観測計画IV」，中野義丈，宗像一起ほか，SciCRT collaboration，日本物理学会第68回年次大会，26pBF4，2013年3月26日（広島大）

整理番号