

## 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：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 (D1)・小財正義  
信州大学・大学院生 (M2)・宮崎高大  
信州大学・大学院生 (M1)・中嶋隆明  
信州大学・大学院生 (M1)・丹羽健徳  
信州大学・大学院生 (M1)・中村佳昭

### 研究成果概要

乗鞍ミュオン計用太陽電池パネル架台を改修し、連続観測を再開した。改修の結果、この冬の大雪でも架台が雪圧で変形することはなくなった（写真参照）。一方、太陽電池



パネル面への湿った雪の着雪で十分な電力供給が出来ず、2013年12月7日から約2ヶ月間の観測停止を余儀なくされたが、雪が乾燥する2月以降は、4月23日現在まで連続観測は順調に行われている。太陽活動はすでに第24極大期を迎えているが、今のところ目立った大イベント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。大きな太陽面爆発やそれに伴うフォーブッシュ減少は、太陽活動の衰退期に多く発生することが知られているため、今後も連続観測を維持して行く必要がある。

一方、平成25年度は、中性子計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）の解析結果を論文にまとめ、*Astrophysical Journal* に投稿した。この解析により、日変化異方性の位相に顕著に見られる22年変動が、先行研究（Chen & Bieber, *ApJ*, 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、精度良く確認された。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。また、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が、この現象も、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。

同時に、名大 STE 研と協力して Mexico 高山 (Sierra Negra) に新ミュオン計を設置して予備観測を開始した。これまでの結果、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。これら予備観測結果も論文にまとめて投稿し、accept されている。

#### 成果発表 (論文) :

- Y. Nagai et al., "First cosmic-ray measurements by the SciCRT solar neutron experiment in Mexico", *Astroparticle Physics*, accepted, 2014.
- M. Rockenbach et al., "Global muon detector network used for space weather applications", *Space Sci. Rev.*, submitted, 2014.
- K. Munakata et al., "Long term variation of the solar diurnal anisotropy of galactic cosmic rays observed with the Nagoya multi-directional muon detector", *Astrophys. J.*, submitted, 2014 (arXiv1404.1676v1).

#### 成果発表 (学会) :

- "Performance of the full-scale SciCRT as a component muon detector of the Global Muon Detector Network (GMDN)", K. Munakata et al., Proc. 32<sup>nd</sup> ICRC (Rio de Janeiro), paper ID0140, August, 2013.
- "Properties of a new cosmic ray detector (SciCRT) installed at Mt. Sierra Negra, Mexico", Y. Nagai et al., Proc. 32<sup>nd</sup> ICRC (Rio de Janeiro), paper ID400, 2013.
- "The spatial density gradient of galactic cosmic rays and its solar cycle variation observed with the Global Muon Detector Network", M. Kozai et al., CAWSES-II Symposium (Nagoya), SS1p1-017 (poster), November, 2013.
- 「SciCRT検出器を用いた銀河宇宙線観測計画V」, 宮崎高大ほか SciCRT collaboration, 日本物理学会2013年秋季大会, 21aSP4, 2013年9月21日 (高知大)
- 「SciCRT検出器を用いた銀河宇宙線観測計画VI」, 宮崎高大ほか SciCRT collaboration, 日本物理学会第69回年次大会, 28pTK2, 2014年3月28日 (東海大)
- 「Global Muon Detector Network (GMDN) で観測された銀河宇宙線の太陽モジュレーションパラメータとその長周期変動」, 小財正義ほか, 日本物理学会第69回年次大会, 28pTK7, 2014年3月28日 (東海大)