

平成20年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：スーパーカミオカンデによる 10TeV 宇宙線強度の恒星時日周変動の観測 英文：Sidereal daily variation of ~10TeV galactic cosmic ray intensity observed by the Super-Kamiokande
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 信州大学教育特任教授・安江 新一 信州大学大学院生・伏下 哲、宮原 裕之、吉村 資巧、溝口 佑、 宮坂 枝里、森下 直人
研究成果概要	<p>銀河宇宙線は、銀河系で生まれ地球で観測されるまでに、地球に最も近い恒星である太陽の活動により様々な影響を受けます。宇宙線のエネルギーが十分高いと、その強度はもはや太陽の影響を余り受けなくなり、太陽の勢力圏（太陽圏）に侵入する前の情報を保ったまま地球で観測されるようになります。例えば、高エネルギー宇宙線強度（入射数）の観測方向ごとの違い（異方性）は、太陽圏外の恒星間空間における宇宙線の流れを反映しており、その観測結果から太陽圏周辺の恒星間空間の物理状態を知ることが可能です。こうした観点から、我々は Super-Kamiokande（以下 SK）で観測された 10TeV 宇宙線強度の異方性を研究しています。</p> <p>SK で観測された宇宙線強度を、宇宙線の入射緯度（赤緯）・経度（赤経）の関数としてプロットすると、宇宙線強度の異方性が 0.1%（0.001）程度のわずかなものであることが分かります。また、宇宙線強度が 12 時（赤経 180°）近辺で最小値となるとともに、恒星時 6 時（赤経 90°）近辺で最大となっています。異方性が小さいため、この 2 次元マップを導くためには様々な工夫が必要です。この 2 次元マップは、SK グループが世界に先駆けて導くことが出来た貴重な結果です。</p> <p>これらの結果はチベット実験に代表される空気シャワー観測結果とも良く一致していますが、SK による結果の重要性は、それが地下ミューオン観測にもとづくものである点にあります。空気シャワー観測は高エネルギー・ガンマ線にも感度があるため、異方性の観測結果が宇宙線中の原子核成分によるものかガンマ線によるものか区別し難いという難点があります。高エネルギー・ガンマ線にほとんど感度がない SK によって同様の結果が確認されたことは、異方性の起源が宇宙線中の原子核成分によるものであることを強く示唆しています。</p> <p>得られた 2 次元マップをみると、幾つかの細かな特徴とともに、異方性には大まかな様相が見られます。我々は、これらの特徴が太陽圏周辺の恒星間空間磁場の構造に由来するものと考え、現在その構造の特定に取り組んでいます。太陽圏は局所星</p>

間雲 (LIC: Local Interstellar Cloud) と呼ばれる半径 3 パーセク程度の雲に取り囲まれており、太陽は LIC の境界近くに位置していると言われていています。もし LIC がごくゆっくりと膨張していて、LIC 内部の空間が恒星間空間磁場によって囲まれていると、LIC 外部の宇宙線は内部に浸透できず、宇宙線強度は LIC 内部で外部より低くなっていることが考えられます。我々はチベット実験による 2 次元マップの大まかな様子が、こうしたモデルで上手く再現できることを示しました。それによると、LIC 中心付近の宇宙線強度は外部に比べて数 10% 程度低くなっていると考えられます。こうしたモデリングによって、高エネルギー宇宙線強度の 2 次元マップから磁場構造を導くことが出来れば、他の観測からは得ることのできなかった貴重な情報を導くことが出来ると期待されています。

【主な成果発表】

M. Amenomori et al., “New estimation of the spectral index of high-energy cosmic rays as determined by the Compton-getting anisotropy”, *Astrophys. J. Lett.*, **672**, L53-L56, 2008.

M. Amenomori et al., “Multi-TeV Gamma-Ray Observation from the Crab Nebula Using the Tibet-III Air Shower Array Finely Tuned by the Cosmic-Ray Moon's Shadow”, *Astrophys. J.*, **692**, 61-72, 2009.

K. Munakata, N. Matsumoto, S. Yasue, C. Kato, S. Mori, M. Takita, M. L. Duldig, J. E. Humble and J. Kóta, “Sky-maps of the sidereal anisotropy of galactic cosmic ray intensity and its energy dependence”, *Advances in Geosciences*, 2009 (in press).

日本物理学会2008年秋季大会： 2008年9月21日 (21aSF-13) 山形大学

「Large-scale and localized structures of the sidereal anisotropy observed with the Tibet III air shower array」宗像一起 (一般講演)

AOGS 2008 meeting： 2008年6月18日 (ST23-01-A025) 韓国・釜山

「Sky-maps of the sidereal anisotropy of galactic cosmic ray intensity and its energy dependence」宗像一起 (招待講演)

Voyagers in the Heliosphere meeting： 2009年1月11日 ハワイ・カウアイ島

「Large-scale sidereal anisotropy of ~5 TeV galactic cosmic rays and the heliosphere」宗像一起 (招待講演)

整理番号