

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:チベット空気シャワーアレイによる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 Tibet air shower array
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、我々はチベット空気シャワー観測装置で観測された、10TeV宇宙線強度の異方性を研究しています。</p> <p>チベット実験グループは、10TeV宇宙線強度を赤経・赤緯の2次元マップにプロットすることに成功しました。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。この結果はチベット実験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>得られた2次元マップには、ほぼ全天にわたる大規模な異方性が見られます。我々は、この大規模異方性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ています。例えば、太陽圏は局所星間雲（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はずです。我々はチベット実験による大規模異方性が、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。</p>

一方で、チベット実験による2次元マップには、上のようなモデルでは説明できない奇妙な特徴も見られます。強度の高い部分が、天球上のある面に沿って存在しているのです。この現象は、地下ミュオン計による長年の観測結果からも指摘されて来たものですが、チベット実験によって極めて高い精度で確認することが出来ました。この奇妙な特徴の起源は未だ不明ですが、上の「ある面」というのが太陽圏尾部構造に関係しているらしいことが判って来ました。チベット実験で観測された高エネルギー宇宙線強度の異方性は、太陽圏構造に関しても貴重な情報をもたらす可能性がある、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