

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：チベット高原での高エネルギー宇宙線の研究 英文：Experimental Study of High-energy Cosmic Rays in the Tibet AS γ Experiment
研究代表者	東京大学宇宙線研究所・准教授・瀧田正人
参加研究者	弘前大・教授・南条宏肇、・名誉教授・雨森道紘、宇都宮大・教授・堀田直己、作新学院大学・教授・太田周、埼玉大・名誉教授・水谷興平、・教授・白井達也、教授・立山暢人、・教授・日比野欣也、・助手・有働慈治、横浜国大・教授・柴田槇雄、・助教・片寄祐作、・研究員・佐古崇志、・院生・元山達朗、・院生・宍戸清哉、湘南工大・教授・杉本久彦、国立情報学研・准教授・西澤正己、都立産業技術高専・教授・齋藤敏治、甲南大学・名誉教授・山本嘉昭、・名誉教授・坂田通徳、・教授・梶野文義、東大宇宙線研究所・名誉教授・湯田利典、・助教・大西宗博、・非常勤技術職員・小林孝英、・研究員・川田和正、・研究員・陳鼎、院生・吉越功一、・院生・中尾優太、信州大学・教授・宗像一起、・特任教授・安江新一、・准教授・加藤千尋、・院生・稲葉智基、・院生・小財正義、・院生・正川友朗、・院生・中野義丈、・院生・菊池拓郎、・院生・石崎章雅、理化学研究所・研究員・土屋晴文、早稲田大学・教授・鳥居祥二、・客員教授・笠原克昌、・助手・小澤俊介、日本大学・准教授・塩見昌司
研究成果概要	<p>1. Tibet-MD計画</p> <p>100TeV領域(10-1000TeV)ガンマ線天文学の開拓を目指すTibet-AS+MD Project: Tibet Air shower array + Muon Detector array Project)に関する外部資金申請が活発に行われている。我々は最終的には約1万平方メートルの地下大型水チェレンコフミュオン観測装置を建設し、100TeV領域ガンマ線の低雑音観測を計画している。その第1段階として、1万m²の地下大型水チェレンコフミュオン観測装置の一部として建設中である4000m²の地下水チェレンコフミュオン検出器コンクリート水槽部分の建設が進行中である。平成24年度には、コンクリートプールの3/5の部分に必要な内装工事関係(防水塗料塗布、光電子増倍管や信号・高電圧ケーブルの装着、エレクトロニクス装着とデータ取得や校正用ソフトウェア開発等)の準備作業が精力的に行われた。Tibet-III空気シャワー観測装置のとの連動実験が平成25年度開始を目指している。</p> <p>2. Tibet-YAC計画</p> <p>Knee 領域重粒子成分のエネルギースペクトル観測を目指すTibet-YAC: Tibet air shower core detector array 計画を推進している。YAC-II (約100台の空気シャワーコア観測検出器[バースト検出器]がTibet-III空気シャワー観測装置の中心付近に設置されている。陽子選別に重点を絞るYAC-IIは平成25年度のデータ取得開始を目指している。</p> <p>3. Tibet-IIIによるTeV領域宇宙線異方性の研究 (図1参照)</p> <p>米国のMILAGRO実験が代表エネルギー6TeVで恒星時宇宙線異方性を観測したところ、LOSS CONE と呼ばれる0.1%程度の凹みの深さが年変化(2000年の0.1%から2007年の0.35%へ増加)しており、太陽活動と相関があるとの論文を発表した。Tibet AS γ 実験で同様な解析を行ったところ、LOSS CONEの深さに変化は見られなかった。また、sub-TeV領域の宇宙線異方性を長期観測している松代地下ミュオン観測装置でも、そのような変化は観測されなかった。本成果はAstroparticle Physics誌に掲載された。[M. Amenomori et al., Astroparticle Physics, p237-241, 36 (2012)]</p>

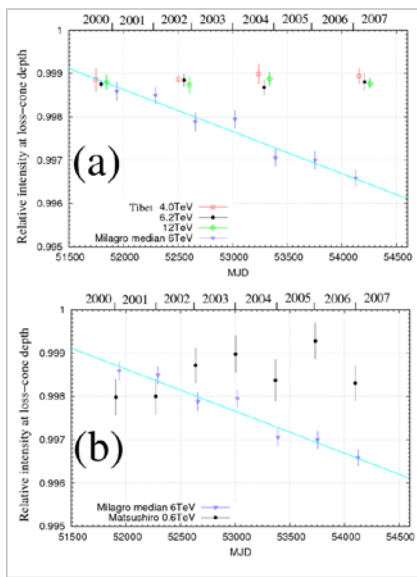


図 1

(a)Tibet 実験 (赤丸:4.4TeV, 黒丸:6.2TeV, 緑丸:12TeV) 及び Milagro 実験 (灰色逆三角:6TeV と水色のガイドライン) で観測された TeV 領域宇宙線恒星時異方性時間変化の比較。

(b)Matsushiro 実験 (黒丸:0.6TeV) で観測された sub-TeV 領域宇宙線恒星時異方性時間変化と Milagro 実験 (灰色逆三角:6TeV と水色のガイドライン) で観測された TeV 領域宇宙線恒星時異方性時間変化の比較。

4. Tibet-III による 10TeV 領域宇宙線における太陽の影の観測

10TeV 領域の宇宙線中に見られる太陽の影をチベット空気シャワー観測装置で 1996 年から 2009 年まで観測した。観測された太陽の影と比較するために数値計算プログラムを開発した。観測期間に対応する太陽の影の変化の物理的意味を解釈するために、太陽のコロナ磁場として、Potential Field Source Surface (PFSS) モデルと Current Sheet Source Surface (CSSS)モデルを仮定してシミュレーションを行った。シミュレーションの結果、太陽の影の深さはコロナ磁場に非常に敏感であることが判明した。そして、観測された太陽の影の深さは PFSS モデルよりも CSSS モデルのほうが良く再現されることがわかった (図 2 参照)。これは、10TeV 領域の太陽の影の観測を用いて、太陽のコロナ磁場に関する知見を得ようとする初めての試みである。

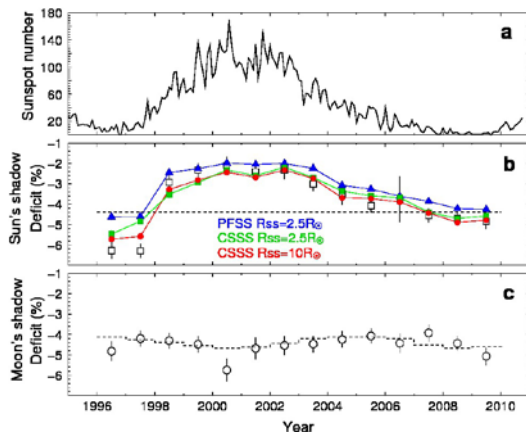


図 2 宇宙線中の太陽の影の深さの年変化
a:太陽の黒点数
b:太陽の影の深さとモデルとの比較
c:月の影の深さ

5. 国際会議発表 : COSPAR2012で1 presentation

6. 査読付論文: 1本

• “Is the large-scale sidereal anisotropy of the galactic cosmic-ray intensity really unstable at TeV energies?”, M. Amenomori et al., *Astroparticle Physics*, **36**, pp237-241 (2012).

整理番号