

平成 30 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・教授・瀧田正人
参加研究者	弘前大・名誉教授・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・学長・太田周、神奈川大学・名誉教授・立山暢人、・教授・日比野欣也、・准教授・有働慈治、横浜国大・名誉教授・柴田槇雄、・准教授・片寄祐作、・院生・浅羽孝典、・院生・佐々木琢朗、院生・若松海帆、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・助教・大西宗博、・助教・川田和正、・研究員・佐古崇志、・院生・加藤勢、信州大学・特任教授・宗像一起、・准教授・加藤千尋、日本原子力研究開発機構・研究副主幹・土屋晴文、早稲田大学・教授・鳥居祥二、・招聘研究員・笠原克昌、・次席研究員・小澤俊介、日本大学・准教授・塩見昌司、JAXA (ISAS)・研究員・小財正義、中国科学院高能物理研究所・教授・黄晶、・研究員・中村佳昭
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)に関する研究が活発に行われている。100TeV領域ガンマ線の低雑音観測を目指し、地下水チェレンコフミューオン検出器の建設が完了し、平成25年度にデータ取得を開始した。平成30年度は、新しいデータ解析用ソフトウェアツールの開発を行った。また、Preliminaryではあるが、カニ星雲から世界で初めて100 TeVを超えるガンマ線の観測に成功した。(図1参照。)</p> <p>2. Tibet-YAC計画</p> <p>Knee 領域宇宙線の各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 (124 台の空気シャワーコア観測検出器[バースト検出器]がチベット空気シャワー観測装置の中心付近に設置されている。平成 25 年度にエレクトロニクスやデータ取得ソフトウェアの実装作業が行われ、陽子選別に重点を絞る YAC-II がデータ取得を開始した。平成 30 年度は、空気シャワー観測装置と YAC-II 観測装置の連動実験の運転が行われ、観測データが蓄積された。モンテカルロシミュレーション等を用いて、解析用ソフトウェアツールの開発が活発におこなわれている。</p> <p>3. 宇宙線の太陽の影の深さとCMEの関係 (M. Amenomori et al., ApJ 860 (2018) 13 (1-7))</p> <p>Tibet ASγ 実験で 2000 年から 2009 年の期間に取得された 3TeV 領域宇宙線観測データを用いて、宇宙線中の太陽の影の深さを解析した。10 TeV 領域の宇宙線の太陽の影の深さの年変化は CSSS モデルという太陽磁場モデルで良く説明できたが、3 TeV 領域では特に太陽活動の活動期にうまくモデルで説明できないことが判明した。しかし、観測期間中の地球に向けた Coronal Mass Ejection (CME) の期間を除くと 3 TeV 領域の太陽の影の深さもうまく CSSS モデルで説明できることがわかった (図 2 参照)。これは、CME が</p>

宇宙線中の太陽の影に影響を及ぼすことを示す世界初の観測結果である

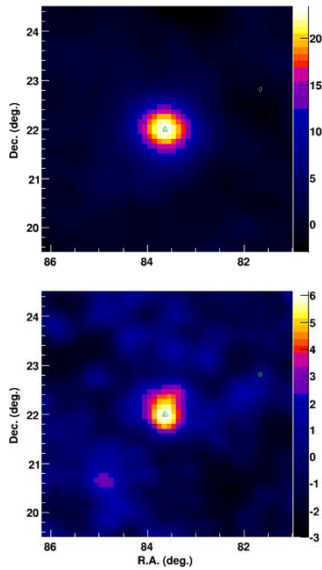


図1 チベット空気シャワー観測装置と地下ミュオン観測装置の連動実験により観測されたカニ星雲からのガンマ線。上図(下図)は10 TeV以上(100 TeV以上)のPreliminary観測データ。

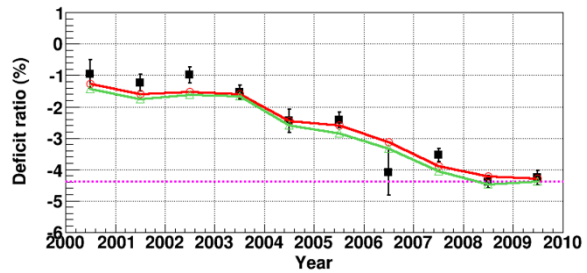
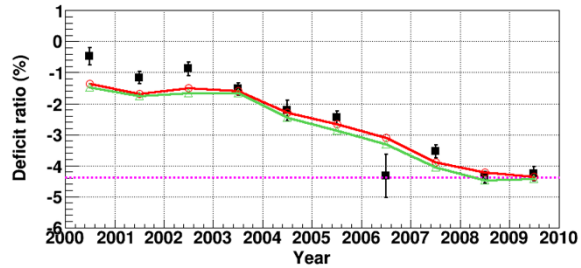


図2 Tibet AS γ 実験で観測された3TeV領域宇宙線中の太陽の影の深さの年変化。上図(下図)は全期間(CMEの期間を除いた期間)である。赤線(source surface=2.5太陽半径)と緑線(source surface=10太陽半径)はCSSSモデルによる理論予想カーブ。

4. 国内会議発表

H30年秋の物理学会(信州大学)2講演、H31年春の物理学会(九州大学)3講演

5. 国際会議発表:

AOGS2018等で3 presentations

6. Publications

[1] “Influence of Earth-directed Coronal Mass Ejections on the Sun’s Shadow Observed by the Tibet-III Air Shower Array”, M. Amenomori et al., ApJ, **860**, (2018) 13 (1-7).