

2020 (令和二) 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・名誉教授・堀田直己、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、・教授・鳥居祥二、横浜国大・名誉教授・柴田槇雄、・准教授・片寄祐作、・院生・三井嘉子、・院生・千石由佳子、・院生・八木沢夏穂、・院生・中田大樹、・院生・大浦敏宏、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・助教・大西宗博、・助教・川田和正、・特任助教・佐古崇志、・院生・加藤勢、・院生・横江諠衡、信州大学・特任教授・宗像一起、・教授・加藤千尋、・院生・木原 渉、・院生・高柚季乃、日本原子力研究開発機構・研究副主幹・土屋晴文、芝浦工大・名誉教授・笠原克昌、情報通信研究機構・研究員・小澤俊介、日大・准教授・塩見昌司、JAXA・研究員・小財正義、中国高能物理研究所・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。2020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引き続き行った。また、超新星残骸(G106.3+2.7)と分子雲の重なった領域から世界で初めて100 TeVを超えるガンマ線の観測に成功した(図1、図2参照。)その成果はNature Astronomy (2021), https://doi.org/10.1038/s41550-020-01294-9に掲載された。残念ながらエネルギースペクトルのみの情報ではガンマ線が電子起源か陽子起源かの識別はできない。また、この成果は東京大学等でプレスリリースされ、朝日新聞等に掲載された。ちなみにHAWC実験は少し前に100 TeVまでのガンマ線を検出したが、その到来方向がパルサーからなのか超新星残骸からなのかを弁別できていない。陽子の最大加速エネルギーはおよそ500 TeV程度であり、超新星残骸G106.3+2.7は現在のPeVatronと呼ぶには少し小ぶりであるが、誕生直後はPeVatronであった可能性が示唆され、現在存在する超新星残骸の中でPeVatronの最有力候補である。</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。2020 年度には、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われた。</p>

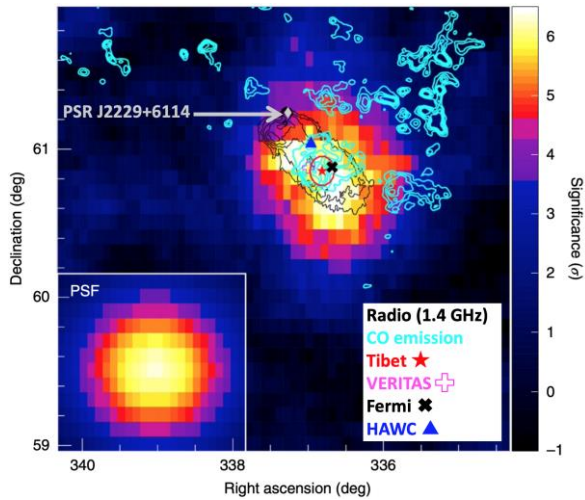


図1 チベット空気シャワー観測装置と地下ミューオン観測装置の連動実験により観測された G106.3+2.7 方向からの 10 TeV 以上のガンマ線線の到来方向分布 (赤道座標)。

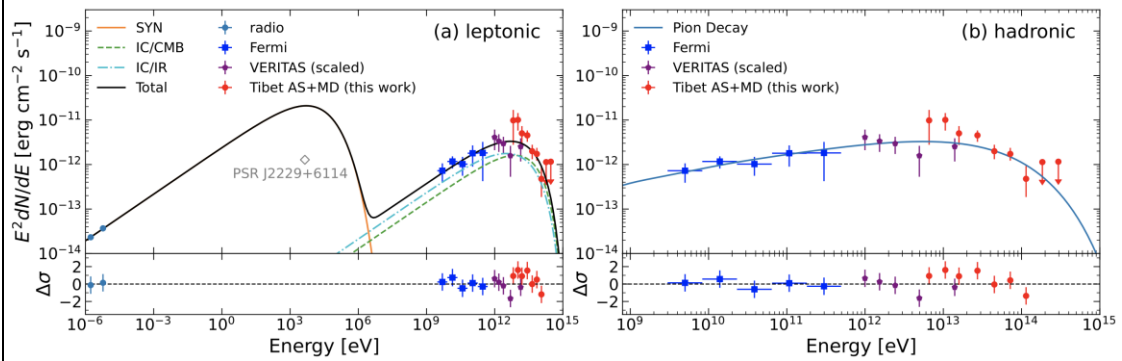


図2 チベット空気シャワー観測装置と地下ミューオン観測装置の連動実験により観測された G106.3+2.7 方向からのガンマ線のエネルギー分布 ((a)は電子起源、(b)は陽子起源)

3. 国内会議発表

R2 年秋の物理学会(オンライン)1 講演、R3 年春の物理学会(オンライン) 1 講演
ISEE 研究会 1 講演

4. 国際会議発表:

“Connecting high-energy astroparticle physics for origins of cosmic rays and future perspectives”で 1 presentation

5. Publications

[1] Potential PeVatron supernova remnant G106.3+2.7 seen in the highest-energy gamma rays, M. Amenomori et al., Nature Astronomy, (2021), <https://doi.org/10.1038/s41550-020-01294-9123>, (2021) 051101.