

## 令和 5 年度 (2023) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：Knee 領域一次宇宙線組成の研究 英文：Study of the composition of cosmic-rays at the Knee	
研究代表者 横浜国立大学 准教授・片寄祐作 参加研究者 横浜国立大学 名誉教授・柴田楨雄 大学院前期博士課程 2 年・川原一輝 大学院前期博士課程 1 年・碓井 玲 大学院前期博士課程 1 年・松橋 祥 都立産業技術高専 教授・齋藤敏治 中国科学院高能物理研究所 教授・黄晶 中国科学院国家天文台 教授・陈鼎 助理研究員・翟留名 大学院後期博士課程 2 年・奥川創介 大学院前期博士課程 2 年・野口 陸 大学院前期博士課程 1 年・槇島 拓音 助理研究員・張穎 助理研究員・金洪波	
<b>研究成果概要</b> 高エネルギー天体でのイオン加速メカニズムや加速源の分布、また粒子が銀河磁場によって拡散されながら地球まで到達する過程は、地球で観測される原子核の組成や強度スペクトルに反映され、これらの精密測定は宇宙線起源やその天体の物理過程を解く鍵と考えられる。 本共同利用研究課題では、“Knee” と呼ばれる全宇宙線強度スペクトルの折れ曲がりが見られるエネルギー領域の陽子から鉄に至る原子核強度とその変化から、銀河系内の宇宙現象を研究している。 このため、標高約 4300 m に位置するチベット・羊八井高原に設置した空気シャワー観測装置 (Tibet-III)、地下に設置されたミュオン粒子検出器 (MD) と空気シャワーコア検出器 (YAC) を使い、数 TeV から 10PeV 程度までの空気シャワー連続観測を行っている。 2020年度までにMDで測定されるミュオン粒子数を用いた陽子選別手法と数十 TeV から 600TeV 程度までの陽子スペクトル測定手法を開発した[1][2]。 今年度は、2015年から蓄積されている観測データの解析を進め、初期解析結果を国際会議等で報告した[3][4][5] (図 1)。更に、Tibet-III、YAC、MDを連動させた測定データについても解析を進め、初期結果を国際会議で報告した[6]。	
図 1：観測されたミュオン粒子数分布のシミュレーション結果との比較。 $10^{2.6} \leq \Sigma\rho < 10^{2.8}$ の結果で、実線より小さい領域を陽子ライクとした。詳細は文献[3]に記載。	

- [1] D Kurashige, N Hotta, Y Katayose, K Kawata, M Ohnishi, T Saito, T K Sako, M Shibata, M Takita,  
"Sensitivity of the large muon detector with the Tibet air shower array to measure the primary proton spectrum between 40 and 630 TeV", Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2022, Issue 9, (2022), <https://doi.org/10.1093/ptep/ptac119>
- [2] Y. Katayose, "Potential measurement of the primary cosmic-ray proton spectrum between 40 TeV and a few hundred TeV with the Tibet hybrid experiment (Tibet-III + MD)", TEVPA2022, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada (August 8-12 2022)
- [3] Y. Katayose et al., "Measurement of the primary cosmic-ray proton spectrum between 40 TeV and a few hundred TeV with the Tibet hybrid experiment (Tibet-III + MD)", The 38th International Cosmic Ray Conference (Nagoya, Japan) (2023) DOI: <https://doi.org/10.22323/1.444.0301>
- [4] 川原一輝 他 Tibet ASg group, 「Tibet-IIIとMDによる100 TeV周辺陽子スペクトルの観測(2)」
- 日本物理学会 2024年 春季大会 オンライン、2024年3月18日, 18aW3-10
- [5] 片寄祐作, 「Tibet-IIIとMDによる100 TeV領域の陽子スペクトル測定」  
CALETによる銀河宇宙線・ガンマ線観測の現状と展望, 2024年2月29日 (木) 東京大学宇宙線研究所
- [6] J. Huang, "Study of muons from high energy cosmic ray air showers measured with the Tibet hybrid experiment (YAC-II + Tibet-III + MD)", The 38th International Cosmic Ray Conference (Nagoya, Japan) (2023)

配分予算 10万円

東京大学宇宙線研究所で行なった研究打ち合わせのための交通費として主に使用した。

整理番号 F10