

2019 (令和元) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：ボリビア・チャカルタヤ山宇宙線観測所における高エネルギー宇宙線異方性の研究

英文：Study of high-energy cosmic-ray anisotropy at the Chacaltaya Cosmic Ray Observatory

研究代表者 佐古崇志(東京大学)

参加研究者 瀧田正人(東京大学)

堀隆志(東京大学)

大西宗博(東京大学)

川田和正(東京大学)

中村佳昭(Institute of high energy physics, China)

宗像一起(信州大学)

研究成果概要

2019 年度はチャカルタヤ山にプラスチックシンチレーション検出器 97 台からなる有効面積 $\sim 18,000 \text{ m}^2$ の ALPAQUITA 空気シャワーアレイを建設する予定であったが、ボリビア大統領選における政治的混乱のために建設作業を予定通りに進めることができず、20 台の設置にとどまった。2020 年度に残りの作業(検出器 77 台の設置および DAQ システムの構築)を行い、データ取得を開始する予定である。

電磁流体力学(MHD)シミュレーションにより導出された太陽圏磁場中で、5TeV 宇宙線陽子の軌道計算を行った。その結果をチベット空気シャワーアレイの 2000-2009 年にわたる宇宙線観測データに適用し、太陽から 900 AU 離れた外部境界における宇宙線異方性の様相と、太陽圏磁場が異方性に与える変調の効果を見た。その結果、外部境界においては、星間磁場に沿った一方向の宇宙線の流れ(unidirectional flow; UDF)が優勢であることがわかった。また、太陽圏磁場による変調が Tail-In 異方性の大部分を生み出している一方で、Loss-Cone 異方性の大部分は外部境界で既に存在している、すなわち銀河磁場の構造により生み出されるものであることがわかった。これは先行研究(Zhang et al., ApJ, 889, 97 (2020))の結果と無矛盾である。

今後の課題として、

- 1) 現在使用している MHD シミュレーションに基づく太陽圏磁場のデータでは、太陽から 900 AU 以遠の領域の磁場構造は推定できない。しかし宇宙線粒子の軌道計算は、太陽圏磁場の影響が無視できる遠方まで行う必要がある。したがって、MHD シミュレーションを改良し、特に太陽圏尾部報告についてはもっと遠方まで磁場データを作らなければならない。
- 2) 異方性の解析には、2000-2009 年にわたって積分した観測データを用いているが、現在使用している MHD シミュレーションによる太陽圏磁場データは solar negative

cycle のある時点でのスナップショットにすぎない。太陽圏磁場データを観測に正しく適用できるようにするためには、2000-2009年の各年での太陽圏磁場のスナップショットを作り、それらの各々について宇宙線粒子の軌道計算を行って結果を平均しなければならない。

3) 現在、宇宙線粒子の軌道計算には mono-energy の陽子を用いているが、観測データに正しく適用できるようにするためには、宇宙線の組成及びスペクトルを軌道計算に反映させなければならない。

2020年度にはこれら 1)-3) の課題に取り組む。

※ 下記の国内外の会議で口頭発表が決まっていたが、新型コロナウイルスの影響により全てキャンセルとなった。

●チベット実験で観測された宇宙線異方性の太陽圏磁場による変調(1)

2020年3月、物理学会(名古屋大学)

●TeV 領域宇宙線異方性の太陽圏磁場による変調

2020年2月27日、ISEE 研究集会(名古屋大学)

●Modeling of the Sidereal Anisotropy of Galactic Cosmic Rays Based on an MHD-simulated Heliosphere

2020年6月28日—7月4日、AOGS2020, South Korea

整理番号 E42