

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:チベット空気シャワーアレイによる 10TeV 宇宙線強度の恒星時日周
変動の観測

英文: Sidereal daily variation of ~10TeV galactic cosmic ray intensity
observed by the Tibet air shower array

研究代表者 宗像一起 (信州大理)

参加研究者 加藤千尋、木原 渉、高柚季乃 (信州大理)、瀧田正人、佐古崇志 (宇宙
線研)、鷲見治一 (九州大)

Zhang et al. (2015, 2016) で考慮されていない宇宙線粒子組成、組成ごとのエネルギースペクトラム、一次宇宙線に対する空気シャワーアレイの応答性能等をすべて考慮した宇宙線粒子軌道計算を行い、Tibet空気シャワー実験による観測結果との定量的な比較を行った。太陽圏磁場モデルにはWashimi等によるMHDシミュレーション結果 (Washimi et al., ApJ, 809, 2015) を用いた。

先ず Zhang et al. (2015, 2016) と同様の方法による 5.3 TeV の陽子のみの軌道計算による観測結果とのベストフィットは、Zhang et al. の結果と同様に 1 次異方性を主成分とする銀河異方性を与えるものの、 $\chi^2/\text{自由度}$ が 2544/1292=2.0 であり統計的に上手くフィット出来ていないことが判った。次に、宇宙線粒子組成、組成ごとのエネルギースペクトラムを考慮した計算結果と観測結果とのベストフィットを行ったが、 $\chi^2/\text{自由度}$ は 2434/1292=1.9 とほとんど改善しないことが判った。この原因は 1 次と 2 次の大規模異方性のみを仮定したモデルにあり、観測結果を再現するにはより高次の異方性まで考慮する必要があることが判った。

そこで、銀河異方性を 6 次までのルジャンドル球関数で級数展開し、合計 48 個の展開係数をフリーパラメータとして求めた。その結果、 $\chi^2/\text{自由度}$ は 1874/2008=0.93 に改善し、統計的に妥当なベストフィット結果を得るためには高次の異方性の寄与を考慮する必要があることが判った。一方で、展開係数から求めた異方性の振幅は次数とともに急激に減少し、高次異方性の位相は太陽活動周期で変化する MHD モデルごとに大きく異なる。これに対して 3 次以下の大規模異方性にはそのような変化は見られない。したがって、約 10 年間の平均値である Tibet 空気シャワー実験による観測結果を正しく再現するためには、こうした時間変動を考慮する必要があることが判った。

これらの点を踏まえ、太陽活動周期で変動する MHD シミュレーション結果の用意を現在進めている。また Zhang et al. が使用した MHD シミュレーション結果 (Pogorelov et al.) も入手し、それに基づくベストフィットを行うための準備も進めている。

学会発表等：

- ・ Amenomori et al., Modeling of the anisotropy of galactic cosmic rays in an MHD-simulated heliosphere, Proc. of 36th International Cosmic Ray Conference (Madison), July 31st, 2019 (poster presentation).
- ・ 佐古崇志ほか、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)、日本物理学会第75回年次大会 (Web 発表)。

整理番号 E26