

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: スーパーカミオカンデによる 10TeV 宇宙線強度の恒星時日周変動の観測

英文: Sidereal daily variation of $\sim 10\text{TeV}$ galactic cosmic ray intensity observed by the Super Kamiokande

研究代表者 宗像一起

参加研究者 加藤千尋、瀧田正人、佐古 崇志、鷺見 治一、木原 渉、高 柚季乃

研究成果概要

チベット空気シャワー実験で観測された、平均5 TV (5×10^{12} V) の宇宙線強度に見られる銀河異方性の起源を探るためには、先ず宇宙線が太陽圏内を伝播中に被るモジュレーション効果を理解し、それを除くことが必要である。そのため、地球から打出された反粒子のモデル太陽圏磁場中での軌道を計算し、観測された異方性を最もよく再現する太陽圏外での銀河異方性を調べた。モデル太陽圏磁場には、Washimi等によるものと Pogolerov等によるものの二通りを用いた。

Zhang等は、Pogolerov等によるモデル太陽圏磁場中で4 TVの単色宇宙線の軌道を計算し、異方性の太陽圏モジュレーションとチベット空気シャワー実験結果を最も良く再現する銀河異方性を報告している (Zhang+, ApJ, 2020)。しかしながら、ベストフィットのnormalized χ^2 は4.5 (自由度は約1000) とフィットネスは極めて悪い。そこで我々は、モンテカルロ・シミュレーションに基づき、チベット空気シャワー実験で観測される宇宙線のエネルギースペクトラムと原子核組成を考慮したベストフィット解析を行った。その結果の一例を下図に示す。

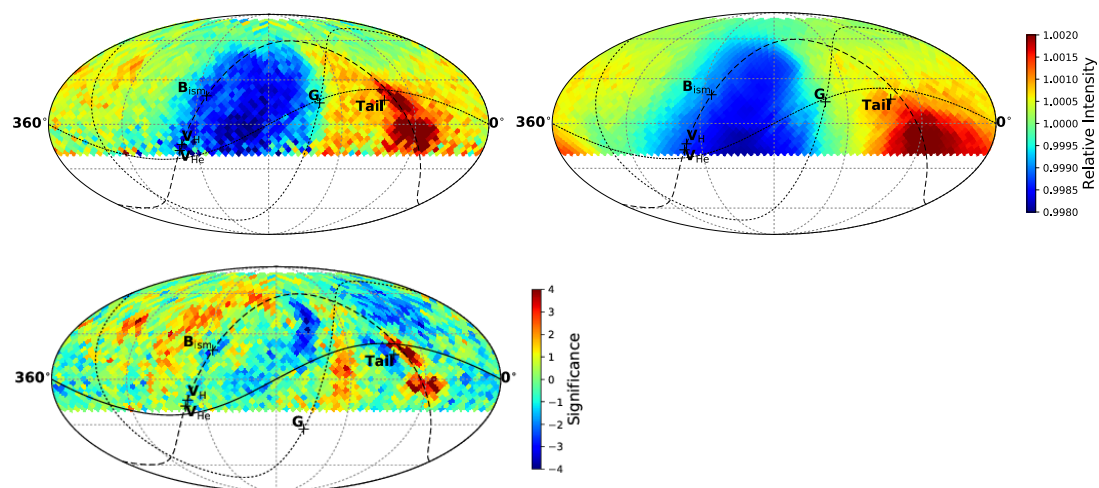


図 本研究で得られたベストフィット結果の一例。宇宙線強度と残差の分布を赤経・赤緯空間のカラーマップで示したもの。左上 (観測結果)、右上 (ベストフィット結果)、左下 (残差の significance)。描かれている曲線は、実線が黄道面、破線が銀河磁場 (B) と恒星間風を含む hydrogen deflection plane を示している。

この図の結果のnormalized χ^2 は1.52（自由度は2052）であり、単色宇宙線の場合より改善はしているものの、依然としてフィットネスは極めて悪い。

左下の残差マップを見ると、**heliotail** の方向近くに強度超過が見られ、それが χ^2 を悪くしている一因である。これらの強度超過は **Milagro hot spots (region A, B)**と知られているが、我々はそれらが太陽圏モジュレーションによって **hydrogen deflection plane** に沿って現れる強度超過であるとした (Amenomori+ *Astrophys. Space Sci. Trans.*, 2010)。したがって、フィットネスが不十分な原因は、モデル太陽圏磁場がこうしたモジュレーションを再現出来ていないことにあると考えられる。

今後、現在のモデル太陽圏磁場にもとづく解析が、観測された宇宙線異方性に見られる太陽圏モジュレーションを再現しない原因を探る予定である。