

プロジェクト名(タイトル):

銀河磁場モデルに基づく最高エネルギー宇宙線起源天体の特定

利用者氏名:

○樋口 諒

理研における所属研究室名:

開拓研究本部 長瀧天体ビッグバン研究室

1. 本プロジェクトの研究の背景、目的

宇宙から到来する素粒子を宇宙線と呼ぶ。中でも 19 乗-20 乗電子ボルトを超えるエネルギーを持つ宇宙線が観測されている。これを最高エネルギー宇宙線(UHECR)と呼ぶ。UHECR の起源の観測的証拠は見つかっていない。北半球のテレスコープアレイ実験(TA 実験)・南半球の Auger 実験の両者の観測結果から、UHECR の到来方向分布の異方性が報告されている。これら異方性は UHECR 起源天体の分布と相関すると考えられてきた。観測で得られた異方性の統計解析から起源天体の種族を同定する事が UHECR の起源の解明において重要となる。

一方で宇宙線は起源から地球へ到達するまでの間に磁場の偏向を受ける。宇宙線の偏向の報告と角度は磁場構造と宇宙線の核種に依存する。さらに宇宙線は伝搬中に光子との相互作用でエネルギー損失や二次粒子の生成を経験するため、これらの評価も重要である。そのため、宇宙線の起源の特定には磁場構造と質量組成(宇宙線のエネルギー毎の核種の存在比)をモデルとして仮定し解析を行う必要がある。

本研究では複数のモデルとシミュレーションにより UHECR の起源天体種族の推定を試みる。

2. 具体的な利用内容、計算方法

宇宙線伝搬計算ソフトウェア CRPropa 3.2 ・PriNce によって UHECR の伝搬計算を行い、磁場構造と質量組成のモデル仮定した擬似データセットを生成する。TA 実験・Auger 実験の実際の観測視野を考慮した上で、出力された擬似データセットから宇宙線のエネルギースペクトル・到来方向の異方性・質量組成を予想する(擬似観測)。擬似観測の結果から現在の観測結果を最も適切に説明できる起源天体モデル・磁場モデル・質量組成モデルを探索する。

また、現在観測データに対して行われている異方性解析手法を擬似データセットに適用する事で、起源天体モデル・磁場モデルと質量組成モデルの不定性が実際の解析結果にどの程度の影響を与えうるかを評価する。

3. 今後の計画・展望

シミュレーションによる擬似観測によって銀河磁場の偏向が UHECR の到来方向の異方性・エネルギースペクトルの観測結果に与える影響を評価する。また、近年 Auger 実験により報告されている質量組成の到来方向ごとの異方性についての検証・評価を行う。進展に応じて今後の UHECR 観測事象数の増加・次世代観測を見越した上での解析手法の考察・提言を行う。

4. 利用がなかった場合の理由

今年度は申請・利用開始が遅れたため、本報告提出期限までの期間における計算機利用は計算に必要な環境構築・ソフトウェアのインストールに留まった。