

論文審査の結果の要旨

氏名 樋口 諒

本学位論文は全 7 章で構成されている。第 1 章は短い序論に相当する。先行研究の解析によって、最高エネルギー宇宙線 (UHECR) の到来方向分布と、スターバースト銀河 (SBG) の分布との相関が報告されている。しかし、そうした解析では我々の銀河の磁場の効果を無視しており、この博士論文では、銀河磁場の効果を取り入れて、UHECR と SBG の相関を調べることを目的である旨が述べられている。第 2 章では、UHECR のこれまでの観測と理論をレビューしている。先行研究では、近傍の SBG を UHECR 源と仮定し、磁場によって曲げられながら地球まで到達する効果を、点源を角度幅 θ のガウス分布状に広げることによって表現した上で、実際の UHECR データを解析している。その結果、UHECR の約 10% が SBG と相関しているという報告を紹介している。第 3 章では、SBG との相関解析手法と、論文提出者が採用する銀河磁場モデル、UHECR の軌道を計算する計算コードパッケージをレビューしている。第 4 章では、上記手法により、疑似観測データを作成し、銀河磁場の効果をデモンストレーションしている。天球面上で、UHECR 分布は、SBG の方向とは大きくずれた場所に広がって分布する様子が紹介されている。この疑似データに対して、先行研究と同様の解析を行うと、SBG 起源宇宙線の割合などのパラメータが誤って評価されることが示された。第 5 章では、銀河磁場を前提とした、新たな相関解析の手法を提案している。UHECR の真の到来方向を推定し、SBG 分布との相関を調べることで、より実際のパラメータに近い結果が得られることが、疑似データ解析によって実証されている。さらに、UHECR の核種不定性を考慮に入れた上で、実際の観測データを解析した。その結果、SBG との確かな相関は確認できなかったが、銀河磁場以外の効果を表すパラメータである、UHECR 源からの拡散角度 θ に下限を得ることに成功した。第 6 章では UHECR 観測の将来観測計画が紹介され、そう

した観測で各 UHECR の核種が良い精度で決められた場合の、相関解析の改善について議論が行われている。第 7 章は短いまとめに充てられている。

UHECR 源を特定すべく、大規模実験によって観測データを蓄積しつつ、様々な解析が行われている現状において、この論文は宇宙線の到来方向から素朴に推定する手法を批判している。銀河磁場は点源をぼやけさせるだけではなく、有意に到来方向を曲げ、天球面上の形状をゆがめる。この効果を相関解析に導入した上で求められたパラメータ、近傍 SBG 起源の UHECR の割合や、拡散角度 θ などへの制限は、重要な結果であると認められる。磁場や UHECR 源のモデルを一つに仮定した上での議論であるため、やや限定的な結果ではあるものの、現状の相関解析に潜む大きな不定性を指摘していることに大きな意義が認められる。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。