

論文審査の結果の要旨

氏名 佐 古 崇 志

本論文は7章からなる。第一章は序論であり、本研究の背景および動機について述べられている。第2章は空気シャワー、Tibet-III 実験の装置およびトリガー/D A Qについて述べられている。第3章はTibet-III アレイ装置の較正について述べられている。第4章はTibet-III アレイの性能として、データとシミュレーションの比較および月の影によるエネルギーの絶対較正について述べられている。第5章はデータ解析として、イベントの再構成、データの選択、解析方法、系統的誤差について述べられている。第6章で結果として、まず太陽時の宇宙線異方性について、次に恒星時の宇宙線異方性とG A + A Eモデルを使った解釈、さらに今後の展望について述べられている。最後に第7章で結論が述べられている。

Tibet 空気シャワーアレイ実験は1990年から続いている実験であり、数TeV以上での宇宙線異方性観測にお

いては世界最高統計を誇り、この論文ではこのデータをもとに、multi-TeV 領域の宇宙線の太陽時および恒星時における異方性について詳細に解析されている。

太陽時では、太陽活動の影響がない数 TeV において、地球の公転運動に起因する見かけの異方性（Compton-Getting (CG) 異方性）が存在する。主に太陽活動によって生じる太陽圏内の磁場構造に起因すると考えられている。これに対して恒星時で観測された異方性に2つの特徴がある。1つは赤径 $150^\circ \sim 240^\circ$ あたりに広がる宇宙線強度の欠損（loss-cone）であり、もう1つは赤径 $40^\circ \sim 90^\circ$ あたりに広がる宇宙線強度の超過（tail-in）である。

太陽時の異方性は恒星時の異方性（0.1%レベル）よりも小さな振幅（0.04%）をもつものであり、理論的に良く予言されている。データの解析によりCG異方性の振幅と位相を測定して、観測結果が期待値と良く一致していることを示した。このCG異方性を期待通りに観測することは、恒星時での観測の正しさを証明する良い基準となる。さらにCG異方性の振幅から宇宙線エネルギースペクトルの冪指数を算出する方法を提案し、世界で初めてCG異方性

から宇宙線エネルギースペクトルの冪指数を測定した。結果は宇宙線エネルギースペクトルの直接観測による値と一致している。宇宙線エネルギースペクトルの直接観測において 4000TeV 付近に冪指数の変化(knee)が見られるが、将来において高統計・高精度でCG異方性を用いて冪指数の値を求めることができれば、knee が天体物理起源か、または空気シャワー起源かを検証できる可能性がある。

次に、恒星時での宇宙線異方性における loss-cone の深さの時間変化を求めて、変化がみられないという結果を示した。これはミラグロ実験の結果と明らかに矛盾する結果である。

つづいて、恒星時での宇宙線異方性の二次元MAPを測定した。Global Anisotropy and Additional Excess model (GA+AE モデル) でフィットして得たモデルパラメータをもとに観測された宇宙線異方性の解釈を行った。GA成分は、星間空間磁場に沿った二方向からの宇宙線の流れと、それに垂直な一方向からの流れで解釈した。AE成分は、太陽圏尾部方向からの二成分からなる宇宙線の超過であり、簡単なモデルを使ってAE成分の解釈を試みた。本研

究により、世界で初めて $GA + AE$ モデルを用いて恒星時宇宙線異方性のエネルギー依存性を測定した。

今回の観測により得られた物理量は、将来の実験による追証およびより詳細なシミュレーションや理論的考察を促し、太陽圏とその周辺の星間空間に関するより深い理解へとつながるものであると期待される。

なお、本論文は Tibet 実験グループの共同実験であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。