

論文審査の結果の要旨

氏名 武 多 昭 道

本論文は10章からなる。第1章は序論であり、本論文の目的が書かれている。 10^{20}eV 以上の極高エネルギー宇宙線は宇宙背景輻射との相互作用によりエネルギーを失い、スペクトルにカットオフ（GZK カットオフ）があると予想されている。これまでの実験で、カットオフが無いという結果とカットオフがあるという矛盾する実験結果が報告されている。カットオフが無ければ、未知の大質量素粒子の存在の可能性など新しい物理があることになり極めて興味深い。本論文は、この問題に決着をつけようというものである。本論文で用いたテレスコープアレー検出器の地表シンチレータ検出器は、GZK カットオフが無いと言っている実験と、同様の検出技術であり直接の比較が可能となる。第2章は極高エネルギー宇宙線物理学についてのべられている。ここで、本論文を考察する上での宇宙線物理学の基礎がまとめられている。第3章から第5章までは測定装置についての説明である。ここでは、論文提出者が中心となっておこなった、地表検出器トリガーDAQ システム及びモニタリングシステム、ミュオン粒子を用いた地表検出器の較正法が詳述されている。測定装置の開発研究・製作における論文提出者の寄与は大きいものであると評価された。第6章は、本論文の基幹をなす章であり、空気シャワーのモデル化に関する説明である。シミュレーション時間を短縮するためのシャワーの間引き法（シニング）の開発、そして、これまでの実験では考慮されていなかった空気シャワーの減衰に対するエネルギー依存性を考慮した新たなシャワーモデルの構築が説明されている。これらは、論文提出者自身によるもので高く評価された。第7章は、この新たな空気シャワーモデルを用いた宇宙線事象の再構成法の説明である。第8章において、これまでに収集された極高エネルギー宇宙線データ解析の結果が示された。結果は $10^{19.7}\text{eV}$ 以上の高エネルギー側で、有為なカットオフが見られている。カットオフがないという仮定は、解析の手法により有為さの幅はあるが、 $3.2\sigma\sim 4.7\sigma$ で棄却された。特筆すべきことは、これまで、カットオフがないということ言っていた実験と同様の手法により棄却したことであり、長年にわたる論争であったカットオフの有無に最終的な決着をつけたことになる。したがって、

この結果は、高く評価される。第9章の議論では、加速源での宇宙線核種が陽子の場合と鉄の場合で予想されるスペクトルを計算し、データと比較している。陽子起源と良く合っていることが示されている。これは、極高エネルギー宇宙線がどこでどのように作られているかという、宇宙線の起源に迫る重要なデータを提供するものである。

なお、本論文は、テレスコープアレー実験グループとしての共同研究の一部であるが、上述しているように、第4章、第5章の測定器の開発研究、そして、本論文の根幹とも言うべき新しいシャワーモデルの構築、データ解析と結果の導出は、論文提出者がおこなったものである。論文提出者の寄与は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