

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 周 啓東

論 文 題 目

Study of contributions of diffractive processes to forward neutral particle production
in p-p collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS-LHCf detector

(ATLAS-LHCf 検出器による $\sqrt{s}=13$ TeV 陽子-陽子衝突での
超前方中性粒子生成への回折事象の寄与の研究)

論文審査担当者

主 査

名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授 博士 (理学) 伊藤好孝

委 員

名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授 理学博士 田島宏康

名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士 (理学) 原田正康

名古屋大学大学院理学研究科 准教授 博士 (理学) 戸本誠

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

これまでに 10^{20} eVに達する超高エネルギーの宇宙線が観測されているが、その起源はいまだに謎であり、その解明には宇宙線粒子のエネルギーと化学組成の正確な測定が鍵を握っている。超高エネルギー宇宙線の測定は、大気との核相互作用により形成される二次粒子群「空気シャワー」の観測を通じて間接的に行われ、元の宇宙線のエネルギー、化学組成を正確に決定するためには、大気中での核相互作用の正確な理解が必要となる。これまで、 10^{17} eV相当の超高エネルギー宇宙線の核相互作用の検証が可能な陽子-陽子衝突型加速器CERN Large Hadron Collider (LHC)において、特に宇宙線シャワー生成に重要な超前方粒子生成を測定するLHCf実験が行われて来た。これにより現在用いられている核相互作用モデルでは、十分に測定データを再現できない事が分かってきた。しかしながら、従来のLHCf実験の測定データからだけでは、核相互作用モデルの中のどの素過程に問題があるのか、特定する事が困難であった。

申請者は、LHCf実験の測定を、同じ陽子-陽子衝突点で測定を行なっているATLAS実験の測定と組み合わせることにより、陽子-陽子衝突を回折散乱と非回折散乱に弁別する手法を初めて開拓し、回折散乱を99%のpurityと30~70%の効率で選別できる事を明らかにした。さらにこの手法によりLHCf実験で測定できる回折散乱が、これまで測定例のない低質量回折散乱のデータを与えることを指摘した。

申請者は、これらの実験提案を実現するため、LHCf実験とATLAS実験の連動データ取得のために共通トリガーの開発を行い、2015年6月のLHC 13 TeV陽子-陽子衝突において、LHCf-ATLAS連動データ取得を成功させた。申請者は、得られた測定データを用いて、初めてLHCfとATLASの連動解析を実施し、ATLAS実験の情報を用いて、回折散乱のみに起因するLHCf実験での超前方生成光子スペクトルを初めて明らかにした。この結果をモデルの予測と比較することにより、空気シャワーシミュレーションで広く使われているSIBYLL2.3モデルにおける回折散乱モデルの改良に貢献した。この改良は宇宙線の空気シャワー発達に寄与が大きい非弾性度に影響を与える事を示し、空気シャワー観測における化学組成決定因子であるシャワー最大発達高度に対して、その不定性の4分の1にあたる約 5 g/cm^2 の補正が必要となることを見出した。これは従来の化学組成に関する解釈を、より重元素寄りに変更する結果である。

以上の業績は、超高エネルギー宇宙線の空気シャワー観測の解釈に不可欠な超前方粒子生成において、大きな不定性を持つ回折散乱のみを選択的に測定する手法を開拓した大きな成果であり、申請者は博士(理学)授与に値すると認められる。