

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 大橋 健

論 文 題 目

Effects of diffractive dissociation on ultra-high energy cosmic rays and
measurements of diffractive dissociation using ATLAS and LHCf detectors

(回折的破碎反応の超高エネルギー宇宙線への影響と
ATLAS 及び LHCf 検出器による測定)

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) 堀井泰之

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

10²⁰ 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明らかではない。その解明には、空気シャワーを用いた観測による超高エネルギー宇宙線の化学組成の正確な推定が必須である。空気シャワーの観測では、宇宙線と大気とのハドロン相互作用により生成される二次粒子数が最大となる高度、**Xmax**の測定が有力な手法であるが、大気中での超高エネルギー宇宙線のハドロン相互作用モデルの不定性が問題となっている。特に回折散乱については、予言能力の乏しい現象論的モデルしか存在せず、測定によるデータも不十分であり、その不定性の**Xmax**測定への影響も十分に考察されてこなかった。

申請者は、空気シャワー観測における回折散乱の影響を初めて系統的、網羅的に調べ、その不定性が**Xmax**測定に及ぼす影響を明らかにした。申請者は、回折散乱を4種類に分類した上で、EPOS-LHC、QGSJET-04など複数の宇宙線ハドロン相互作用モデルにおける違いを詳細に調べ、**Xmax**測定に与える系統誤差を解析した。この目的のため、計算量が膨大な空気シャワーシミュレーションについて、1次元シミュレーション手法を導入して計算を高速化した。さらに、衝突型加速器ラージハドロンコライダー（LHC）でのALICE及びCMS実験で行われた回折散乱測定とその不定性を吟味し、これに対応する空気シャワー観測での**Xmax**測定の系統誤差として、**+4.0, -5.5 g/cm²**を得た。結果として、回折散乱の持ついくつかの不定性の中で、非弾性散乱に占める回折散乱の割合の不定性が、**Xmax**測定の系統誤差に最も大きな影響を及ぼすことを明らかにした。その大きさは観測機器起因など他の系統誤差と同程度であり、回折散乱の持つ不定性が支配的ではないものの、無視できない一成分であることを示した。

さらに、LHC加速器の共通の陽子-陽子衝突点で測定を行なっているATLAS検出器とLHCf検出器を組み合わせた連動実験データを解析し、従来は測定が困難だった低質量回折散乱からの超前方ガンマ線エネルギー分布の導出を行ない、この手法を用いて回折散乱の不定性を改善する新たな実験データを与えうることを示した。

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不定性の大きな要因となる回折散乱の影響について、衝突型加速器実験の測定結果を含めた系統的で網羅的な初めての検討結果であり、**Xmax** 測定の系統誤差に対する定量的な予測を与えた点で重要な成果である。また、ATLAS-LHCf 連動実験の議論を通じて、将来の衝突型加速器での回折散乱研究の指針を与える重要な貢献である。

以上のことから、申請者は博士（理学）授与に値すると認められる。