

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 川出 健太郎

論 文 題 目

Measurement of neutron production in the very forward rapidity

at LHC $\sqrt{s}=7$ TeV p-p collision

(LHC における 7TeV 陽子衝突データを用いた

超前方中性子生成の測定)

論文審査担当者

主 査

名古屋大学太陽地球環境研究所 教授 博士(理学) 伊藤 好孝

委 員

名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士(理学) 原田 正康

名古屋大学太陽地球環境研究所 教授 理学博士 田島 宏康

名古屋大学太陽地球環境研究所 准教授 理学博士 増田 公明

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

10²⁰ 電子ボルトのエネルギーに達する超高エネルギー宇宙線の存在は、その起源天体や伝搬機構に関して大きな謎をはらんでいる。超高エネルギー宇宙線の測定手段である空気シャワーにおいて、核相互作用による超前方への粒子生成はその理解に本質的に重要であるが、このような高エネルギーでの加速器実験データの不在が、空気シャワーデータの解釈の不定性の原因となっていた。LHC では 10¹⁷ 電子ボルトの宇宙線陽子に相当する陽子陽子衝突が実現し、超前方での粒子測定により従来の空気シャワー観測の不定性が解決されると期待されている。申請者が参加している LHC f 実験は、LHC 衝突点の 0 度方向に小型電磁カロリメーターを設置し、超前方へのガンマ線生成を測定する実験で、これまで超高エネルギー宇宙線の空気シャワーシミュレーションに用いられてきた核相互作用モデルの検証を行ってきた。一方で、空気シャワー形成には、二次粒子生成に使われる衝突エネルギーの割合、「非弾性度」と関係する超前方核子生成も重要な鍵を握っている。LHC f 検出器は、7mm 厚タンングステン板とシンチレーター板を交互に重ねた入射面 2~4cm 四方、縦方向約 20cm と非常にコンパクトな、ガンマ線測定に特化した検出器であり、核子などのハドロンシャワーの精密な測定が可能かどうか明らかではなかった。申請者は、本検出器でのハドロンシャワー再構成手法を開発し、CERN・SPS 加速器での 350GeV 陽子入射実験を用いて性能の実証を行い、テラ電子ボルト (TeV) 領域という非常に大きなエネルギーを持つ入射ハドロン粒子に対して、エネルギー分解能 40%、位置測定精度 1mm 以下と、LHC での非弾性度の測定に十分な性能を有す事、またこのエネルギー領域における核相互作用モデルとして QGSJET-II モデルが適切である事を初めて明らかにした (図 1)。さらに、unfolding 手法によりエネルギー分解能を補正する解析方法を確立し、LHC での 7TeV 陽子陽子衝突データに実際に適用して、超前方中性子生成断面積とエネルギースペクトルの測定も行った。その結果、既存のどの核相互作用モデルも中性子生成断面積は過小で、エネルギースペクトル形状も完全に再現できない事が分かった。

このように、申請者はテラ電子ボルト領域というこれまで最も高いエネルギーを持つハドロン粒子に対して、LHCf 検出器を用いた測定を可能とする新手法を開発し、今後の LHC を用いた超高エネルギー宇宙線の核相互作用モデルの研究に対して大きなインパクトを与えた。

以上の結果により申請者は博士 (理学) の学位を授与される資格があるものと認められる。

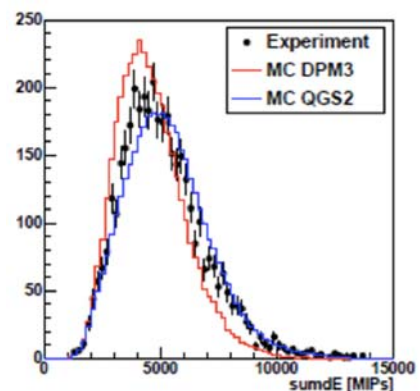


図 1 350GeV 陽子によるエネルギー損失