

論文審査の結果の要旨

氏名 東 裕 也

本論文は10章からなる。第1章のイントロダクションでは素粒子の標準理論を超えた物理の展望の記述を通して、本研究の背景が述べられている。第2章では本研究を行った LHC 加速器と ATLAS 測定器について記述されている。第3章では本研究の対象である長寿命の荷電粒子から予想される一般的な考察が書かれている。第4章は本研究を行う際に必要な事象再構成方法と計算機シミュレーションに関して述べられている。第5章では本研究で探索する荷電粒子について予想される内部検出器中で飛跡が途中で消えるような特徴的な事象を探すための条件が記述されている。第6章では第5章で記述した条件で残ってくる標準過程からのバックグラウンド事象について考察されている。第7章では、第5章で記述した信号についてどの程度の系統誤差があるかを評価している。第8章では今までの検討をふまえて長寿命の荷電粒子の信号とバックグラウンドを最終的にどのように区別したかが記述されている。第9章は長寿命の荷電粒子を探索した結果が記述されており、この結果が超対称性モデルに与える制限についての検討結果が記載されている。第10章は本論文のまとめである。

素粒子の標準モデルは非常に成功しているものの理論的には十分満足いくモデルではない。標準モデルでは特に15桁以上も違う2つのエネルギースケールが存在する階層性問題を説明できない。これを説明する一つの可能性として、超対称性モデルが提唱されている。このモデルは魅力的であるものの現実の世界では我々の知る粒子の超対称性のパートナーの粒子が見つかっておらず、何らかのかたちで超対称性が破れているはずである。この超対称性の破れのモデルの1つが本研究の対象となったアノーマリー・ミーディエーター超対称性の破れのシナリオである。このモデルによれば、超対称性の荷電粒子 (Chargino) は一番軽い超対称性粒子より少し重くなり、その結果検出器でその飛跡が観測できる程度の長寿命となることが考えられる。本研究はこのような長寿命の荷電粒子を探索し、超対称性の研究を実験的に行うものである。本

研究は 2010 年本格的に実験が開始された LHC の ATLAS 実験のデータをもち
いて、はじめて本格的に可能となった超対称性の研究を行うものである。

このため、論文提出者は 2011 年 ATLAS 実験装置で観測・記録された LHC
の 3.5TeV どうしの陽子・陽子衝突の 4.7fb^{-1} データを解析して、他の粒子から
離れた高横運動量を持つ（超対称性）荷電粒子が中心部分の飛跡検出器の途中
で崩壊して別な（超対称性）中性粒子と低エネルギー粒子に崩壊している証拠
を探索した。具体的には、高横運動量を持つ荷電粒子が飛跡検出器の途中で消
えたと考えられる事象を探索した。

解析の結果、データの分布は標準理論で考えられるバックグラウンドの予言
値とよく合い、超対称性モデルで予言された荷電粒子については発見されず、
アノーマリー・ミーディエーテッド超対称性の破れのシナリオのパラメータに
新たな制限をつけることになった。超対称性という新たな物理への突破口は発
見できなかったものの、素粒子の標準モデルを超えた物理の可能性として非常
に多くの研究がなされている超対称性モデルの 1 つに制限をつけた意義はたい
へん大きい。

なお、本論文の研究内容は ATLAS 共同実験の観測結果に基づく結果であるが、
超対称性モデルに基づく荷電粒子の探索に関する研究は論文提出者が主体とな
って遂行したもので、論文提出者の寄与が十分大きいと判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。