

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Search for long-lived gluinos using high-track-multiplicity displaced vertices with the ATLAS detector at $\sqrt{s} = 13$ TeV
著者(和文)	本橋和貴
Author(English)	Kazuki Motohashi
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10583号, 授与年月日:2017年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:陣内 修,柴田 利明,河合 誠之,中村 隆司,久世 正弘
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10583号, Conferred date:2017/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:Osamu Jinnouchi,Toshi-aki Shibata,Nobuyuki Kawai,Takashi Nakamura,Masahiro Kuze
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	本橋 和貴	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	陣内 修	准教授	審査員	中村 隆司	教授
	審査員	久世 正弘	教授			
		柴田 利明	教授			
		河合 誠之	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

素粒子の標準模型はこれまで数多くの実験により高精度で検証されてきた。さらに 2012 年の ATLAS, CMS 両実験によるヒッグス粒子の発見, およびその後のヒッグス粒子に関する様々な測定により標準模型は完成したと言える。しかし, 宇宙観測で確認されている暗黒物質の存在, 階層性問題など, 標準模型では説明できない現象は未だ存在する。これらを解決する物理模型として代表的なものが超対称性 (SUSY) である。ヒッグス粒子質量の測定値から, 単純な SUSY 模型を仮定した場合のスカラー SUSY 粒子の質量は数 TeV から数 PeV の高質量領域に制限され, ゲージノなどのフェルミオン SUSY 粒子は暗黒物質残存量を説明するために $O(100-1000)$ GeV 領域に存在すると予想される。この仮定では, グルイーノ (グルーオンの超対称性パートナー粒子) は LHC での直接探索ができる質量領域に存在する。また崩壊を媒介するスカラー粒子が非常に重いため, グルイーノが準安定粒子となる。

このような研究背景の中, 本論文では LHC-ATLAS 実験において, 準安定グルイーノの崩壊由来の二次崩壊点 (displaced vertex) と安定で検出を逃れるニュートラリーノ由来の横方向消失エネルギーを終状態とするグルイーノ対生成事象の探索を行った。標準の荷電粒子飛跡再構成を行なった後に, そこで用いられなかった検出器ヒット情報のみを用いて再度飛跡再構成を行う re-tracking と呼ばれる手法を用いて, ビーム衝突点から離れた位置で生じる荷電粒子の飛跡の再構成効率を大幅に改善した。また, 暗黒物質残存量から示唆される, グルイーノとニュートラリーノの質量差が 100 GeV 程度と小さいシナリオにも感度を保つため, re-tracking 前の事象選択フィルタを最適化した。

本論文は "Search for long-lived gluinos using high-track-multiplicity displaced vertices with the ATLAS detector at $\sqrt{s} = 13$ TeV" と題し, 全 7 章と付録から構成されている。

第 1 章 「Introduction」では本研究への導入と, 本国際共同実験の中で筆者の貢献部分を示している。

第 2 章 「Theoretical Background and Motivation for Displaced Vertex Search」では, 本研究に至るまでの理論的および実験的背景を示している。

第 3 章 「The LHC and ATLAS Experiment」では, 本研究で用いた加速器および検出器の概要について示し, 構成する検出器要素の特徴, 性能についてまとめている。

第 4 章 「Object Reconstruction」では, 各検出器の信号を検出粒子として再構成する仕組み, 選択条件について解説している。本研究で用いる粒子については特に詳細に述べている。

第 5 章 「Displaced Vertex Analysis」では, まず本研究で用いた実験データ, シミュレーション (MC) データ, 運動学的事象選択条件について述べた後, 背景事象の見積もり方法について解説している。本研究で用いている二次崩壊点検出は MC データによる正確な見積もりが困難であるため, 実データを用いて見積もっている。この解析手法および伴う系統誤差に関して議論している。背景事象数予測 (0.02 ± 0.02) に対して, 信号候補事象数が 0 であることを報告している。

第 6 章 「Interpretation in Supersymmetry」では, 信号領域における観測量・信号事象の事象選別効率と関係する系統誤差を示し, 第 5 章の結果から導かれる SUSY 模型への制限について言及している。本研究では, グルイーノ質量にして 2400 GeV までを棄却した。これは先行研究による 1600 GeV の質量制限を大幅に更新するものである。また, グルイーノ, ニュートラリーノ間の質量差が 100 GeV 程度の小さな領域に対する制限を与えることに初めて成功した。

第 7 章 「Conclusion」では, 本研究の結果の物理的意義についてまとめている。付録では, 検出器と標準模型粒子との間のハドロン相互作用由来の背景事象の見積もりに対する系統誤差について示した。

以上, 本論文では LHC-ATLAS 実験において SUSY を探索することを目標とし, 既存の探索よりも感度を向上して実験を行った。これまでの質量制限を大幅に更新するとともに, 従来の解析では検証できなかった暗黒物質残存量に関係する質量領域を新たに棄却している。本論文は申請者の優れた研究能力と分野への貢献を示すものであり, 博士(理学)として高い価値があるものと認められる。