

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	ATLAS検出器を用いたヒッグスを介し崩壊するチャージノー・ニュートラリーノ対の直接生成事象探索
Title(English)	Search for direct production of charginos and neutralinos decaying via Higgs boson with the ATLAS detector
著者(和文)	留目和輝
Author(English)	Kazuki Todome
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10929号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:陣内 修,久世 正弘,河合 誠之,中村 隆司,山口 昌英
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10929号, Conferred date:2018/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
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		留目 和輝	
		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	山口昌英	教授
	審査員	久世正弘	教授			
		河合誠之	教授			
		中村隆司	教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

素粒子標準模型はエネルギーフロンティア実験による数多くの検証により、高精度でその正しさが検証されてきた。さらに 2012 年にヒッグス粒子が発見され、素粒子標準模型は完成したと考えられている。一方で標準模型は、宇宙観測で確認されている暗黒物質の存在、ヒッグス粒子質量にまつわる階層性問題など、根源的な部分で大きな問題を抱えている。超対称性 (SUSY) 模型はこれらの諸問題を解決する最有力候補である。世界最高エネルギーの陽子・陽子衝突を用いた LHC-ATLAS 実験では、2010 年の運転開始時から SUSY 粒子探索を行ってきた。これまでは、強い相互作用により高い生成断面積をもつ SUSY 粒子の探索を中心にして進められてきたが、未だ兆候が得られていない。実験のデータ量が増加するにつれて、生成断面積が小さい電弱相互作用によるゲージノ直接生成の探索に新たな注目が集まっている。

本論文では、LHC-ATLAS 実験においてゲージノ (荷電型 Chargino, 中性型 Neutralino) が対生成される事象を、2015-2016 年に取得された重心系エネルギー 13 TeV、積分ルミノシティ  $36.1 \text{ fb}^{-1}$  のデータを用いて探索した。本研究では、Chargino が W ボソンと最軽量超対称性粒子 (LSP) に、Neutralino がヒッグスボソン (h) と LSP に崩壊し、さらに、W ボソンがレプトンに崩壊、h が 2 光子に崩壊するモードに特化した解析を行った。本解析の特徴である h の 2 光子崩壊により、125 GeV のヒッグス質量付近に鋭いピークを作ることから、信号事象と背景事象の効率よい識別が可能である。また、見積りもりの不定性が大きな強い相互作用起源のものを、事象の終状態として要求しないため、解析の系統誤差を低く抑えることができる。

本論文では、信号事象の特徴を捉えた識別変数を導入し、主要な背景事象である top クォーク対+ヒッグス生成事象を従来の 10% に抑えることに成功した。また、統計数を維持しつつ信号感度を向上させるため、信号領域を広く設定しそれを細分化した。これにより細分化前に比べて最大で 3 倍の感度向上を実現した。

本論文は "Search for direct production of charginos and neutralinos decaying via Higgs boson with the ATLAS detector" と題し、全 10 章と付録から構成されている。

第 1 章では、標準模型と SUSY 模型に関する理論的な背景と、これまでの実験的観測事実を示している。

第 2 章では、本論文で用いる LHC 加速器と ATLAS 検出器について述べている。

第 3 章では、本解析で用いるシミュレーションとデータに関してまとめている。

第 4 章では、検出した衝突事象に含まれるオブジェクトの再構成方法と選択条件について述べている。

第 5 章では、解析手法全体を俯瞰するとともに、個別の事象選別条件について説明している。

第 6 章では、信号事象数と背景事象数について推定手法を確立している。一部の背景事象については、データを用いた評価方法を採用することで、系統誤差を抑えた。

第 7 章では、信号感度が向上するように、信号領域の細分化を行い、感度向上を実現している。

第 8 章では、系統誤差についてまとめ、本実験の統計量で期待される棄却上限を求めている。また重心系エネルギー 8 TeV における先行研究との比較を行った。

第 9 章では、観測結果についてまとめている。2 つの信号領域 (SRa, SRd) において背景事象の推定が  $0.36 \pm 0.22$ ,  $5.34 \pm 0.95$  事象に対して、それぞれ 2, 9 事象が観測された。これは標準模型から  $1.9\sigma$ ,  $1.4\sigma$  の逸脱に相当する。これらの結果を元に統計評価を行い、電弱生成 SUSY 模型の将来性について考察した。

第 10 章では、本論文をまとめている。

以上、本論文では chargino-neutralino 対生成を対象にした SUSY 粒子探索を、13 TeV の LHC-ATLAS 実験データを用いて初めて行い、その結果をまとめた。標準模型を用いた推定に対して、観測事象に逸脱が見られたため、新物理由来の事象である可能性について議論した。

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。