

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |  |
|-------------------|--|
| 題目(和文)            | LHC-ATLAS実験の重心系8TeV陽子陽子衝突における3つのレプトンと消失エネルギーを最終状態に含むチャージノー・ニュートラリーノ直接生成事象の探索   |
| Title(English)    | Search for direct production of charginos and neutralinos in final states with three leptons and missing transverse momentum in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector |
| 著者(和文)            | 永井遼  |
| Author(English)   | Ryo Nagai  |
| 出典(和文)            | 学位:博士(理学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第9950号,<br>授与年月日:2015年9月25日,<br>学位の種類:,<br>審査員:陣内 修,久世 正弘,柴田 利明,河合 誠之,伊藤 克司  |
| Citation(English) | Degree:,<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第9950号,<br>Conferred date:2015/9/25,<br>Degree Type:,<br>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 | 永井 遼  |    |
|-------------|-----|-------|-----|---------|-------|----|
|             |     | 氏名    | 職名  |         | 氏名    | 職名 |
| 論文審査<br>審査員 | 主査  | 陣内 修  | 准教授 | 審査員     | 伊藤 克司 | 教授 |
|             | 審査員 | 久世 正弘 | 准教授 |         |       |    |
|             |     | 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高い精度で確認されてきた。2012年のCERNでのヒッグス粒子発見は、標準模型最後の未知粒子が観測されたこととして、標準模型の実験的な完成を意味する。しかし標準模型には幾つかの課題が残されている。例えば、標準模型のエネルギースケールがプランクスケールと $10^{17}$ も異なること、暗黒物質の問題、ミューオンの異常磁気モーメントの予測と実験結果のズレなどが挙げられる。これを解決する物理模型として超対称性(SUSY)がある。SUSYはTeV領域に存在すると予想され、高エネルギー加速器実験がカバーできるエネルギー領域である。これまで、LEP, Tevatron, LHCと加速器を増強しつつ、SUSYの探索が行われてきたが、その兆候は未だ見つかっていない。

こうした中で本研究ではLHC-ATLAS実験において3つのレプトン(e or  $\mu$  or tau)と消失エネルギーに崩壊する電弱相互作用 SUSY 直接生成事象の探索を行った。電弱相互作用をするSUSYはLHCでの生成断面積が小さいが、暗黒物質の証拠として、また、ミューオン異常磁気モーメントに直接作用する。本研究ではタウ粒子を含めた3つのレプトンを検出し、運動学的情報を再構成することで検出感度を最大化する工夫を施した。誤同定確率を利用する、データを用いた誤同定事象評価法を用いることで、背景事象予測誤差を30%程度に抑える探索を実現した。

本論文は ‘Search for direct production of charginos and neutralinos in final states with three leptons and missing transverse momentum in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV 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「Introduction」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、これまでに行われた実験による探索のレビューを与えている。

第2章「LHC-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た。

第3章「Particle Reconstruction」では、各検出器で検出された信号を検出粒子として再構成する仕組み、較正条件、選択条件について、本研究で用いる粒子について丹念に述べている。

第4章「Data and Simulation Samples」では、本研究で用いたシミュレーションサンプルの概要とデータ取得の方法及びそのデータ量について概要を与えている。

第5章「Signal Region Optimisation」では、ターゲットとしている現象について最大感度で観測できるような運動学的選択条件について、各選択条件による各背景事象、信号事象の振る舞いを報告している。

第6章「Background Estimation」では、シミュレーションおよびデータを用いた背景事象評価の方法について概説している。特に、データを用いる背景事象評価法は本研究に特化したものを用いており、その原理的な解説とパフォーマンスについて述べている。

第7章「Uncertainties」では、前章までの評価法による誤差を体系的に評価している。特にデータを用いた背景事象評価法の誤差を精査しており、全体としておよそ30%程度になることが示されている。

第8章「Validation of Background Modeling」では以上の方法を信号領域と近い別の運動学的領域でデータと比較した結果を示しており、基本的に誤差の範囲内で一致することを確認している。

第9章「Results and Interpretation」では本解析で得られた信号領域における観測量を示し、ここから導かれるSUSYの制限について言及している。また、本研究から得られた結果を暗黒物質およびミューオン異常磁気モーメントのズレという観点から考察し、理論的に予言されている範囲にまで制限が伸びてきたことを示した。

第10章で本研究をまとめ、本研究の背景事象評価法が巧く働き、結果として制限領域が拡大したことを示した。付録では、使用したシミュレーションサンプルの概要について述べている。

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、これまでの探索から大幅に改善した方法を用いることで感度を向上したということを報告している。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。