

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Search for new phenomena in top-antitop quarks final states with additional heavy-flavour jets with the ATLAS detector
著者(和文)	山口大貴
Author(English)	Daiki Yamaguchi
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10717号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:陣内 修,久世 正弘,柴田 利明,河合 誠之,中村 隆司
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10717号, Conferred date:2018/3/26, 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	山口 大貴	
		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素粒子実験結果を精度良く説明する。一方で、標準模型には宇宙の暗黒物質の存在や、階層性問題といった根源的な問題が存在する。それらの問題を説明できる、標準模型を超えた物理模型が数多く提唱されており、中でも複合ヒッグス模型や余剰次元模型の RS モデルでは新たな粒子、ベクターライククォーク (VLQ) の存在を予言する。また、余剰次元模型の UED モデルでは、4 つのトップクォークを終状態にもつ物理過程を予言する。このような物理模型が予言する事象を発見することができれば、標準模型で説明できない現象の謎を解明する大きな手がかりとなる。

本論文では、世界最高エネルギーの陽子陽子衝突を用いた LHC-ATLAS 実験において VLQ 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 fb⁻¹ のデータを用いて探索した。6 本以上のジェット、4 本以上の b-ジェットを要求するなど、LHC 実験の中でも特異な領域を探索する、極めて挑戦的な解析である。VLQ の崩壊先であるトップクォークとヒッグス粒子、そして一つのレプトンを含む終状態において、標準模型からの逸脱を検証した。4 つのトップクォーク生成事象に関しても同様な終状態になるため同時に解析した。背景事象を効率よく削減するために、高運動量を持つヒッグス粒子とトップクォークの識別法を新たに開発し、VLQ 信号への探索感度を最適化した。

本論文は "Search for new phenomena in top-antitop quarks final states with additional heavy flavor jets with the ATLAS detector" と題し、全 13 章と付録から構成されている。

第 1 章では、VLQ などの標準模型を超える物理が必要となる理論的背景を示している。

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

第 3 章では、検出した衝突事象の再構成方法と、選択条件、および本実験の能力を示している。特に、本研究で鍵となるジェット事象の再構成方について詳細に解説している。

第 4 章では、本研究で扱ったデータの取得条件と、事象シミュレーションの生成方法を示している。

第 5 章では、本研究の探索対象となる信号事象と解析で考慮する背景事象のモデルについて示している。

第 6 章では、本研究で開発したヒッグス粒子とトップ・クォークの識別法や、それらを用いた事象分類法の最適化について示した。ヒッグス粒子、トップ・クォークに対して 55%, 80% の検出効率を達成した。

第 7 章では、データの制御領域・探索領域の扱い、背景事象見積もり精度の検証方法など、本探索の解析手法の流れについて述べている。

第 8 章では、本解析で考慮した系統誤差についてまとめ、各項目について解説している。

第 9 章では、本研究のデータ解析で用いた統計手法について分かりやすい例を示しながら解説している。

第 10 章では、本研究の解析結果を示している。最終的に、標準模型の予想からの有意な逸脱は観測されず、VLQ 由来の信号事象を発見することはできなかった。そこで信号事象のモデルに対して制限をかけた。2016 年の先行研究に対して、VLQ の質量制限が 180 GeV 程度大きく更新され、最大感度の模型のもと、VLQ 質量にして 1.4 TeV 以下を棄却する結果を得た。

第 11 章では、本解析で測定されたデータと標準模型との不一致について考察している。

第 12 章では、将来の LHC 実験を想定した際の、探索感度と探索方法の改善策を述べている。

第 13 章では、本論文の結論として探索結果の物理的意義についてまとめている。

付録では本文で示していない詳細な解析結果などを載せている。

以上、本論文では LHC-ATLAS 実験において VLQ を発見することを目標とし、実験と解析を行った。従来の探索よりも感度を大きく向上し、主な標的である VLQ 信号事象に対して、世界で初めて質量 1.4 TeV の制限をかけた。また 4 つのトップクォーク生成事象を予言する模型に対しても探索感度を大きく更新し制限を更新した。

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。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。