

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	ATLAS実験におけるレプトンフレーバー非保存崩壊 $3\mu$ の探索
Title(English)	Search for lepton-flavor-violating decay $3\mu$ at the ATLAS experiment
著者(和文)	小林大
Author(English)	Dai Kobayashi
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10396号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:久世 正弘,陣内 修,柴田 利明,中村 隆司,宗宮 健太郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10396号, Conferred date:2017/3/26, 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	小林 大		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	久世 正弘	教授	審査員	宗宮 健太郎	准教授
	審査員	陣内 修	准教授			
		柴田 利明	教授			
		中村 隆司	教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

素粒子標準模型はこれまでの実験結果をよく再現していることから、この宇宙における物理法則をよく記述出来ていると考えられている。一方で、暗黒物質の存在などは説明されていないため、標準模型を越えた未知の物理法則が存在することも示唆されている。標準模型ではレプトンのフレーバーは反応の前後で保存されており、 $\tau$ 粒子が3つのミューオンに崩壊するような事象 ( $\tau \rightarrow 3\mu$ ) は観測出来ないものとされる。しかし標準模型を越えた物理の予測の中には、この崩壊が観測可能なレベルで起こると予想するものが存在する。そのためこの事象を探索することで、標準模型を越えた物理の証拠を探ることが可能である。欧州原子核研究機構 (CERN) の大型ハドロン加速器 (LHC) を用いた陽子陽子衝突では、W ボソンや B, D (Heavy Flavored, HF) メソンの崩壊により、大量のタウレプトンが生成される。ATLAS 実験ではその衝突点を中心に、ほぼ全立体角を覆うような検出器を用いて、崩壊後の粒子及び消失エネルギーを測定することができる。そのため ATLAS 実験では W 由来と HF 由来の  $\tau$  粒子を用いた探索が可能である。W 由来の事象は、 $\tau$  粒子の運動量が大きく逆方向にニュートリノによる消失エネルギーがあるなどの特徴があるが、一方で HF 由来の信号はそうした特徴がない代わりに、衝突点と  $\tau$  粒子の崩壊点が大きく離れているという特徴がある。そのためこの2つの解析は独立して考慮する必要があり、まず 2012 年のデータを用いて、ATLAS 実験での大きな特色でもある W 由来の信号のみを標的として解析を行った。結果として信号事象は観測されなかったため、その崩壊分岐比に対して  $3.76 \times 10^{-7}$  という上限を設けた。これは ATLAS 実験では初めての結果であると同時に、データ収集時の効率の改善など感度改善の可能性を見出す意味でも重要なものであった。2015 年からは更に重心系エネルギーを上昇させてデータを収集しており、効率改善などを行うことで感度が向上することが期待される。W 由来の解析では、2018 年までに収集される予定であるデータを用いることで、 $4.1 \times 10^{-8}$  程度まで感度が向上するという展望を示した。また、この期間には HF 由来の解析も行うことを計画しており、その手法を考案して 2016 年のデータを用いた解析を行った結果、同じく 2018 年までの全データを用いれば  $5.6 \times 10^{-7}$  程度の感度に達すると見積もった。これらの手法は、データ量の増加に伴い更に最適化する余地があると考えられる上に、両者の結果を統合することでより強い感度を持つことが期待される。

本論文は 4 部構成となっており、それぞれ物理的及び実験的な導入、2012 年のデータの解析の手法と結果、Run2 (2015-2018) 年のデータを用いた場合の感度の見積もり、結論を記述している。第 1 部は以下の 3 章での構成となっている。第 1 章は素粒子標準模型とフレーバーの物理に関する導入を行い、第 2 章では LHC 及び ATLAS 検出器の説明を行う。第 3 章ではそれぞれの信号事象の特徴と解析の方針について述べる。第 2 部は第 4 章から第 8 章の 5 章で構成され、2012 年のデータとシミュレーションのサンプル、解析における事象選別、背景事象と  $\tau$  粒子の生成数の推定手法、効率の評価方法、解析結果についてそれぞれ記述している。第三部では 2016 年のデータとシミュレーションについて第 9 章で述べた後、W 由来と HF 由来のそれぞれの感度の予想に対して第 10 章、第 11 章で示している。第 4 部では結果と展望についてのまとめを第 12 章に示している。

以上、本論文は高エネルギー・高輝度陽子陽子衝突実験において大量に生成されるタウ粒子に着目し、標準模型を超える物理の探索のために新たなデータ収集および解析方法を開発して ATLAS 実験で初の結果を出したものであり、将来の LHC における実験での方向性を与えている。本論文は申請者の優れた研究能力を示すとともに、この分野の研究に大きく貢献するものであり、博士 (理学) の学位論文として価値あるものと認められる。