

Study of Sensitivity to Search for a Charged Lepton Flavor Violating Process

大石, 航

<https://hdl.handle.net/2324/4474936>

出版情報 : 九州大学, 2020, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏名	大石 航			
論文名	Study of Sensitivity to Search for a Charged Lepton Flavor Violating Process (荷電レプトンフレーバー非保存過程探索のための実験感度に関する研究)			
論文調査委員	主査	九州大学	教授	川越 清以
	副査	九州大学	教授	鈴木 博
	副査	九州大学	教授	若狭 智嗣
	副査	九州大学	准教授	東城 順治

論文審査の結果の要旨

荷電レプトンフレーバー非保存 (CLFV) 過程の探索は、素粒子物理学の標準モデルで説明できない未知の物理を探る上で重要な役割を果たす。本論文は、原子核に束縛されたミュオンが電子に変換する過程の発見を目指す COMET 実験 (茨城県東海村の大強度陽子加速器施設 J-PARC で準備中) の Phase II 実験のために行った研究の成果をまとめたものである。

本論文は全 9 章からなる。第 1 章では、レプトンフレーバーの保存則と中性レプトンフレーバーの破れ (ニュートリノ振動) について紹介した上で、これまでに行われてきた CLFV 過程を探索する実験とその背後にある未知の物理について述べている。第 2 章では COMET 実験について、実験の原理と Phase II 実験についての詳細、そして Phase II 実験のための測定器が Phase I 実験で果たす役割について述べている。第 3 章、第 4 章では、COMET Phase II 実験の主要コンポーネントであるストローチューブ飛跡検出器と電磁カロリメータについて詳しく記述している。第 5 章ではテストビームを用いた試作機のテスト実験と、そこで得られた位置分解能・時間分解能・エネルギー分解能について述べている。第 6 章、第 7 章では、COMET Phase II 実験でのミュオン電子変換過程に対する感度を求めるために行った、一次陽子ビームから検出器応答に至るまでの Phase-II 事象シミュレーションと機械学習技術を用いて開発した事象再構成手法について、それぞれ詳述している。第 8 章は本論文の結論を導くところであり、COMET Phase II 実験のアクセプタンスと単一事象感度 (Single Event Sensitivity) を導いた。第 9 章は本論文のまとめの部分である。

以上の結果、大石航氏はこれまで比較的単純な検討しかされていなかった COMET Phase II 実験のアクセプタンスと単一事象感度について、自ら開発したシミュレーションと解析手法によって精密な検討を行い、アクセプタンスについて 0.034、1 年間のデータ取得による単一事象感度 1.4×10^{-17} という信頼できる結果を初めて得た。本研究は、大石氏が中核メンバーとして実験準備を進めている COMET Phase II 実験によって、これまでの実験で得られている制限 (7.0×10^{-13}) を大きく上回る、史上最高感度の荷電レプトンフレーバー非保存過程探索が可能であることを示すものであり、その学術的意義は顕著である。

よって、大石航氏は博士 (理学) の学位を受ける資格があるものと認める。