

Improvement of Proton Extinction to Search for a Charged Lepton Flavor Violating Process at J- PARC

野口, 恭平

<https://hdl.handle.net/2324/6787403>

出版情報 : Kyushu University, 2022, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名	野口 恭平					
論 文 名	Improvement of Proton Extinction to Search for a Charged Lepton Flavor Violating Process at J-PARC (J-PARC における荷電レプトンフレーバー非保存過程探索のための陽子エクスティンクションの改善)					
論文調査委員	主 査	九州大学	職名	教授	氏名	東城 順治
	副 査	九州大学	職名	教授	氏名	若狭 智嗣
	副 査	九州大学	職名	准教授	氏名	吉岡 瑞樹

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

素粒子の標準模型は、多くの現象を精度良く記述する一方、ニュートリノ振動、物質優勢宇宙、暗黒物質の存在など、その枠組では記述できない現象も見つかっている。そのため、当該分野では、標準模型を超える物理の探索が精力的に行われている。野口氏は、標準模型で強く禁止される荷電レプトンフレーバー非保存過程のうち、特に、ミューオン-電子転換過程に着目した。その探索実験を茨城県東海村にある J-PARC 加速器で実現するため、パルス状陽子ビームのエクスティンクションと呼ばれる性能を改善する研究に取り組んだ。野口氏は、特殊な加速器調整手法と検出器の独自開発により、ビーム性能の改善に成功し、探索実験が原理的に実現できることを示した。

博士論文では、素粒子標準模型、荷電レプトンフレーバー非保存過程とその歴史的経緯、ミューオン-電子転換過程の探索実験、加速器・ビームの研究、エクスティンクション性能改善の実験と結果、実現可能な探索感度について、詳細に記述されている。本研究では、ミューオン-電子転換過程の探索実験を実現するためのパルス状陽子ビームの要求性能を検討し、その性能改善を探求した。陽子ビームの 1 パルスに含まれる陽子数に対して、パルス間に漏れる陽子数の割合をエクスティンクションと呼ぶ。そのエクスティンクションを改善するため、single bunch kicking 法を加速器運転に用いること提案した。また、エクスティンクションを実験的に測定するため、1 次陽子ビームに対する 2 次パイ中間子ビームを用いた測定手法と検出器を開発した。実際に J-PARC 加速器と検出器を用いて実験を遂行し、データ解析により得られた結果から、エクスティンクションが要求性能を満たすことを示した。

本研究におけるビーム性能の改善の結果、J-PARC 加速器でミューオン-電子転換過程の探索実験が原理的に実現可能であることを示した。探索実験を実現するためには、ビーム性能・検出器・電子回路・データ収集システム・データ解析等、多様かつ重要な要素があるが、原理実証としてはビーム性能が最も重要な要素と考えられている。本研究によりビーム性能の準備は完成し、探索実験を遂行する計画が大幅に前進した。その探索実験では、従来の実験と比較して、桁違いに高いエネルギースケールで標準模型を超える物理を探索する感度を有しており、新発見が期待される。

以上の結果、独創的な加速器調整手法と検出器を開発し、高感度の探索実験で要求されるビーム性能を実証することにより、標準模型を超える物理を発見する可能性を切り拓いた。

よって、本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。