

## 学位申請論文公開講演会

日時：2024年1月26日(金) 15:00~

申請者：児島 一輝 (N研)

場所：A421 講義室

題目：Search for lepton flavor universality violation in  $\bar{B} \rightarrow D^* \tau^- \bar{\nu}_\tau$  decays using hadronic  $B$  tagging at the Belle II experiment

(Belle II 実験におけるハドロニックタグ手法を用いた  $\bar{B} \rightarrow D^* \tau^- \bar{\nu}_\tau$  崩壊でのレプトンフレーバー普遍性の破れの探索)

### 主論文の要旨

素粒子標準模型は、これまでに測定された多くの実験結果を説明できるが、宇宙における物質・反物質の非対称性や暗黒物質の存在、ニュートリノ質量などは説明できない。これらの事実は現在の標準模型の枠組みを超えた新しい物理理論の存在を示唆している。

素粒子標準模型では、レプトンとゲージ粒子の相互作用における結合定数がレプトンのフレーバー  $e$ ,  $\mu$ ,  $\tau$  によらず共通であるというレプトンフレーバー普遍性が公理とされている。しかし、 $B$ 中間子のセミレプトニック崩壊では、その崩壊分岐比の比である

$$R(D^{(*)}) = \frac{\mathcal{B}(\bar{B} \rightarrow D^{(*)} \tau \bar{\nu}_\tau)}{\mathcal{B}(\bar{B} \rightarrow D^{(*)} \ell \bar{\nu}_\ell)}, (\ell = e, \mu)$$

の測定において、過去の実験の世界平均結果が  $3.2\sigma$  の有意度で理論値からの超過を示し、これがレプトクォークなど新しい物理理論の兆候であることが示唆されている。

本研究では高エネルギー加速器研究機構 (KEK) で進行中の Belle II 実験において、2021 年までに新たに取得した  $189 \text{ fb}^{-1}$  のデータを用いた  $R(D^*)$  の測定を行い、レプトンフレーバー普遍性の破れを探索した。申請者は、本研究のデータ解析において、解析フレームワークの構築を主導し、事象選別条件の最適化と信号抽出手法の開発、データによる背景事象の推定や系統誤差の評価方法を確立した。主要な背景事象に対しては、それらが支配的な領域の実データによる評価により、シミュレーションのデータとの良い一致を確認し、信頼性の高い  $R(D^*)$  の測定を実現した。また新たな多変量解析を使用した  $B$  中間子タグ手法の導入や、事象選別条件の最適化による信号再構成効率の改善により、 $189 \text{ fb}^{-1}$  にスケールした比較で、先行の Belle 実験に比べて約 40% の統計誤差の改善を実現した。

その結果、 $R(D^*) = 0.262 \pm_{0.039}^{0.041} (\text{stat.}) \pm_{0.032}^{0.035} (\text{syst.})$  を得た。これは素粒子標準模型の予想である  $R(D^*) = 0.254 \pm 0.005$  と無矛盾な値であり、レプトンフレーバー普遍性の有意な破れは観測されなかった。また、これまでの測定結果とも誤差の範囲で無矛盾である。本測定結果により、 $R(D^*)$  の世界平均値の標準模型予想値からの乖離は  $3.2\sigma$  から  $3.3\sigma$  にわずかに変化し、依然として実験値の超過を示すこととなった。