

学位申請論文公開講演会

日時：2023 年 1 月 25 日(水) 10:00~

申請者：都築 識次 (N 研)

場所：物理会議室 (C207)

コロナ感染拡大で急遽オンラインに切り替わる可能性があります。

公聴会への参加を希望される方は主査に事前にご連絡ください。

題目：Search for lepton-flavor-violating tau decays into a lepton and a vector meson at the Belle experiment

(Belle 実験におけるタウ粒子がレプトンフレーバーを破ってレプトンとベクトル中間子に崩壊する事象の探索)

主論文の要旨

素粒子物理学における標準理論は、多くの実験結果を説明できる。一方で、理論と一致しない可能性が高い測定量に対しては、背景にある新しい理論仮説の検証が課題である。例えば、B 中間子の複数の似た崩壊過程でずれの兆候が観測されており、B アノマリーと呼ばれて議論されている。

B アノマリーはレプトンとクォークを含む崩壊事象において見出されたため、それら二つと同時に結合する新粒子レプトクォークが注目されている。申請者はレプトクォークなどの新しい物理モデルの検証を目的とし、レプトンの一つであるタウ粒子が世代(フレーバー)の異なる荷電レプトンとベクトル中間子に崩壊する事象を探索した。標準理論におけるレプトンフレーバーは保存する量とされる。しかし、いくつかの新しい理論によればタウ粒子がレプトンフレーバー保存則を破って崩壊する事象を観測できる可能性がある。

この探索においては、大量のタウ粒子と徹底した背景事象の削減が必要である。そこで、電子・陽電子衝突により B 中間子、タウ粒子などを生成・記録した Belle 実験のデータ(980 fb^{-1})を用いた。本研究で扱う 10 種類のタウ崩壊過程は終状態にニュートリノを含まないため、全ての娘粒子を測定でき、そこから親粒子の質量と欠損エネルギーを計算することで背景事象は大幅に削減される。取得データ、及びモンテカルロシミュレーションで生成した疑似信号事象を基に事象選別条件を決定、信号事象の選別効率を平均 6.0%、背景事象数の期待値はいずれも 1 未満と推定した。事象選別後の事象数は事前推定した背景事象数と矛盾しない結果であったため、タウ崩壊過程が起こる確率について信頼度 90%の上限値を 1.7×10^{-8} から 4.2×10^{-8} の範囲で決定した。

申請者は、以上の探索結果から、タウ粒子がレプトンフレーバーを破る 10 種類の崩壊確率の上限値を先行研究よりも相対値で平均 30%下げ、レプトクォークを含む新物理の理論により強い制限を与えた。また、構築した事象選別条件は背景事象数を 1 未満に抑制しつつ、信号効率を先行研究よりも相対値で平均 46%向上した。