

学位申請論文公開講演会

日時：2026年2月6日(金) 9:00~

申請者：麻田 晴香 (N 研)

場所：物理会議室 (C207) および zoom によるハイブリッド

接続先の問い合わせ先：戸本誠 makoto.tomoto@kek.jp (_@_→@)

題目：Measurement of the top-quark mass using events with J/ψ mesons decaying into a muon pair in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector (重心系エネルギー13 TeV の陽子陽子衝突における μ 粒子対に崩壊する J/ψ 中間子を含む事象を用いたトップクォーク質量測定)

主論文の要旨

素粒子物理学における標準模型は素粒子とそれに働く 3 つの相互作用を記述し、多くの観測事実を説明する一方、不完全な部分もある。その一例がヒッグスポテンシャルの構造の理解である。ヒッグスポテンシャルの高エネルギー領域での振る舞いは、輻射補正により特にトップクォークの質量に依存する。現時点での標準模型の計算では電弱真空は準安定であるため、トップクォーク質量の精密測定は、標準模型の検証ひいては真空を安定させる新しい理論についての示唆を与えると期待できる。

本研究では、CERN の Large Hadron Collider (LHC) の ATLAS 実験が 2015 年から 2018 年に取得した積分ルミノシティ 140 fb^{-1} 、重心系エネルギー13 TeVの陽子陽子衝突データを用い、トップクォーク質量を測定した。特に、トップクォークの崩壊によって生じた W ボソンはレプトン対に、ボトムクォークは b ハドロンから J/ψ 中間子にハドロン化した後に μ 粒子に崩壊する事象に着目し、この過程の終状態に存在する 3 個の荷電レプトン系の不変質量がトップクォーク質量に依存することを利用した。再構成したジェットのエネルギーを直接的には質量測定に使用しないことで、従来手法で支配的であったジェット再構成由来の系統誤差を、他の崩壊過程を使用したどの測定よりも小さい約0.08 GeVまで抑制した。また、信号事象の崩壊分岐比が0.1%以下と小さいにも関わらず、事象選別を最適化することで、統計誤差をこれまでの LHC での質量測定結果と同程度の0.80 GeVに抑えた。一方で、トップクォーク崩壊過程における、強い相互作用に基づくモデル計算に起因する不確かさが支配的になることを明らかにし、これを統計誤差と同程度になるよう抑制した。

以上より、本研究では、トップクォーク質量は $172.17 \pm 1.56 \text{ GeV}$ であると測定した。この中心値はこれまで LHC で行われた測定の結果と無矛盾である。さらに、高輝度 LHC 実験で取得予定の $3,000 \text{ fb}^{-1}$ のデータに対しこの測定手法を適用すると、統計誤差は0.17 GeVまで削減されることを示し、大統計データに基づく各種手法によるトップクォーク質量測定の統合において、支配的な系統誤差が他とは異なる本研究の測定手法が、精度向上に寄与し得ることを明らかにした。