

学位申請論文公開講演会

日時：2023年2月24日(金) 9:00~

申請者：脇田 萌 (N研)

場所：物理会議室 (C207) およびオンライン

接続先の問い合わせ先：戸本誠 makoto_@_hepl.phys.nagoya-u.ac.jp (@は@に置き換える)

題目：ATLAS 検出器での重心系エネルギー13 TeV 陽子・陽子衝突データにおける
ビーム衝突点から離れた崩壊点と複数のジェットを利用した長寿命な超対称性粒子探索

主論文の要旨

宇宙を構成する最小単位を素粒子と呼び、物質を構成するフェルミオンと力を媒介するゲージボゾンに分類される。これらは標準理論で特性がよく記述される一方で、観測されたヒッグス粒子の質量 125 GeV を自然に導出できない、暗黒物質の候補が存在しないなど標準理論だけでは説明できない観測事実が存在する。

超対称性理論はこれらの問題を解決する最も有力な理論の一つであり、電弱相互作用と強い相互作用を統一する力の統一を可能にする鍵としても期待されている。しかし、超対称性理論で予言される超対称性粒子は、上記の問題を解決し力の統一も可能とするモデルで期待される $O(1)$ TeV の質量領域まで探索されたが発見されていない。そこで私は、今までの多くの探索で想定してきた R-parity 保存を破る超対称性モデルに着目して、ATLAS 検出器で取得した重心系エネルギー13 TeV の陽子・陽子衝突データ 139 fb^{-1} を使用して探索を行った。この R-parity 保存を破るモデルでは、暗黒物質問題の解決は他に譲るが、ヒッグス粒子の質量問題と力の統一は可能である。

このモデルでは、超対称性粒子が標準理論粒子のみに崩壊し、その結合定数が小さいほど最も軽い超対称性粒子の寿命は長くなる。本探索では、最も軽い超対称性粒子の寿命が $0.01 - 10 \text{ ns}$ と長寿命であり、陽子ビーム衝突点から離れた位置で3つの軽いフレーバーのクォークに崩壊するモデルに着目した。超対称性粒子の崩壊点と、崩壊後のクォークによって生じるジェットを利用して、最も軽い超対称性粒子が陽子・陽子衝突から直接対生成されるモデルと、重い超対称性粒子の崩壊によって生じるモデルのそれぞれに焦点を当てた事象選別条件を確立した。さらに、シミュレーションで見積もることの出来ない背景事象を、崩壊点の作られる確率と事象に含まれるジェットの数の相関から見積もる手法を確立した。観測された事象数の予測した背景事象数からの有意な超過は見られなかったが、最も軽い超対称性粒子の寿命が 0.1 ns のとき最大 1.58 TeV までの質量領域を 95%信頼区間で棄却した。

本結果により、R-parity 非保存で超対称性粒子が長寿命となるモデルに対して、 $O(1)$ TeV の質量領域までの実験的制限を新たに与えた。