

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 MORVAJ Ljiljana

論 文 題 目

Search for Minimal Universal Extra Dimensions in the final state involving muons, jets and missing transverse energy in $\sqrt{s} = 8\text{TeV}$ pp collisions with the ATLAS detector

(ATLAS 測定器による終状態にミューオン、ジェット、横方向損失エネルギーを含む余剰次元粒子の探索)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	准教授 博士(理学)	戸 本 誠
委 員	名古屋大学現象解析研究センター	教 授 博士(理学)	飯 嶋 徹
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授 博士(理学)	久 野 純 治
委 員	名古屋大学太陽地球環境研究所	教 授 博士(理学)	伊 藤 好 孝
委 員	名古屋大学現象解析研究センター	准教授 博士(理学)	北 口 雅 暁

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

宇宙組成の 25%程を占めるとされる暗黒物質(ダークマター)の発見は、素粒子・宇宙物理学の最重要課題のひとつである。素粒子標準模型には暗黒物質の候補となる素粒子がなく、標準模型を超える理論が予言する新粒子の存在が期待されている。特に、余剰次元理論は、電磁気力、弱い力、強い力、重力の 4 種類の力の統一を可能にし、暗黒物質の候補となる新粒子を予言するなど、標準模型が抱える問題の多くを解決する可能性のある理論である。

余剰次元理論の 1 つのモデルである minimal Universal Extra Dimension (mUED) モデルでは、1TeV 程度の質量を持つ多数のカルザ・クライン粒子 (KK 粒子) が存在することを予言する。その中の最も軽い KK 粒子 (LKP) は安定で崩壊しないため、暗黒物質の候補となる。このような KK 粒子が存在すれば、重心系エネルギー 8TeV の陽子・陽子衝突型 LHC 加速器によって生成させることが期待できる。LHC の陽子衝突によって生成した重い KK 粒子は、レプトンやクォークを放出しながらより軽い KK 粒子へと連鎖的な崩壊をする。最終的には、荷電レプトンによる飛跡、クォークによるジェット、LKP による欠損エネルギーが検出器で観測される。KK 粒子同士の質量差が小さいため、崩壊によって放出されるレプトンやクォークの運動量が低いことが mUED モデルの特徴的な信号である。

申請者は、2012 年に LHC アトラス実験が取得した積分ルミノシティ 20.1fb^{-1} の陽子陽子衝突データの中から、2 つの μ 粒子、複数のクォークジェット、大きな欠損エネルギーを終状態にもつ事象に着目して、mUED モデルによる KK 粒子の探索を行った。申請者は、KK 粒子の質量差が小さい場合の mUED モデルに対して探索感度を向上させるため、6GeV から 25GeV までの低運動量 μ 粒子に対する選別能力を上げた。 μ 粒子とクォークジェットの運動量や数、欠損エネルギーなどの測定量を用いた事象選別条件を最適化し、探索感度が高くなる事象選別条件を考案した。さらには、実験データとシミュレーションを駆使して、不定性の少ない背景事象数の導出を行った。

以上の解析の結果、全ての事象選別条件を満たしたイベント数は 6 事象であった。これは、標準模型が予想する背景事象数 6.02 ± 2.61 事象と無矛盾であり、現時点の LHC 加速器の陽子陽子衝突事象数の中では KK 粒子による事象は確認されなかった。この測定結果から、mUED モデルの適用限界のエネルギースケール (Λ) と余剰次元の大きさ (R) に対して制限を与え、暗黒物質の観点から興味ある理論パラメータである $\Lambda R = 5$ の時に、95% の統計的信頼度のもとで 940GeV 以下の質量をもつ LKP の存在を棄却した。

本研究は、低運動量 μ 粒子を選別する能力を向上させ、KK 粒子同士の質量差が小さい mUED モデルが予言する暗黒物質の候補となる LKP を世界最高感度で探索したものであり、高く評価できる。また、mUED モデルだけでなく今後の LHC 実験における未知粒子探索に対する新しい解析手法を提供した点においても、本研究は高く評価できる。さらに、25GeV 以上の高運動量レプトンを終状態に含む事象を用いた別の KK 粒子探索との統合結果を導出し、mUED モデルに対して実験によるより強い制限を与えたことは、三千人規模の国際共同実験において、信頼度の高い探索結果を導出した申請者の高い研究能力と貢献度を示すものとして評価できる。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。