

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 猪狩 貴史

論 文 題 目 ミュー粒子異常磁気モーメントを説明する

$L_\mu - L_\tau$ ゲージ模型の現象論

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)	戸部 和弘
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	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士 (理学)	清水 裕彦
委 員	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	名古屋大学基礎理論研究センター	准教授	博士 (理学)	野中 千穂

論文審査の結果の要旨

素粒子の標準模型は素粒子やその相互作用を記述する基本理論であり、輻射補正まで含め、電弱精密測定の結果などほとんど全ての既知の素粒子現象を説明している。

しかし、ミュー粒子の異常磁気モーメント(ミュー粒子 $g-2$)については、標準模型の予言値が測定値から有意にずれていること(アノマリー)が知られている。このアノマリーは標準模型を超える理論探索の大きなヒントである。ミュー粒子 $g-2$ アノマリーの大きさは、標準模型の W 粒子や Z 粒子による量子効果と同程度であり、ミュー粒子と弱く結合する新粒子による量子効果で説明しようとするると新粒子の質量は W 粒子や Z 粒子と同程度以下(数 100 GeV 程度以下)と期待される。そのような新粒子は現在や近い将来行われる実験で発見される可能性があり、今、その詳細な現象論的解析を行うことは非常に重要である。

申請者は、ミュー粒子 $g-2$ アノマリーを説明する素粒子理論として $L_\mu - L_\tau$ ゲージ模型を考察した。この模型は新たな物質粒子を導入することなく無矛盾な新 $U(1)$ ゲージ対称性を含み、標準模型の最小な拡張の一つである。新 $U(1)$ ゲージ対称性に付随するゲージ粒子(Z' 粒子と呼ぶ)はミュー粒子とタウ粒子及びそれらのニュートリノとのみ相互作用するので、電子やハドロンを使った既存の実験ではほとんど制限できない。一方でこの模型は Z' 粒子が相互作用するミュー粒子の $g-2$ アノマリーを説明できるという特徴がある。

申請者は、 Z' 粒子によるミュー粒子 $g-2$ への寄与を計算し、電弱精密測定と無矛盾にアノマリーを説明できるパラメータ領域を明らかにした。特に、新 $U(1)$ ゲージ相互作用の強さが弱い相互作用と同程度の時は、 Z' 粒子の質量が 100 GeV ほどに予言されることを定量的に示した。さらに、この Z' 粒子の Large Hadron Collider (LHC) 実験での発見可能性を詳細な数値シミュレーションによって研究した。その結果、LHC 実験がこれまで公表したデータを用いて、アノマリーを説明できるパラメータ領域の一部がすでに制限されていることを初めて明らかにした。また、より感度の高い解析方法を提案し、今後さらに広い領域が探索可能なことを明らかにした。また Altmannshofer et al. (2014) が指摘したニュートリノ核反応過程による Z' 模型への強い制限を考慮し、非常に軽い Z' 粒子によってミュー粒子 $g-2$ アノマリーが説明できるパラメータ領域を明らかにした。

これらの結果は、 $L_\mu - L_\tau$ ゲージ模型に対して LHC 実験が与える制限を初めて明らかにしたものであり、高く評価できる。今後の実験解析が進むことで、近い将来、ミュー粒子 $g-2$ アノマリーの起源が解明される可能性を示すものであり、非常に意味のある成果である。以上の理由より、申請者は博士(理学)の学位を与えられるに相応しいと認められる。