

氏 名 奥 村 健 一

学位（専攻分野） 博士(理学)

学 位 記 番 号 総研大甲第439号

学位授与の日付 平成12年3月24日

学位授与の要件 数物科学研究科 加速器科学専攻

学位規則第4条第1項該当

学 位 論 文 題 目 Lepton flavor violation in supersymmetric grand  
unified theories

論 文 審 査 委 員 主 査 教 授 小 林 誠  
教 授 平 田 光 司  
教 授 北 澤 良 久  
教 授 鎌 田 進  
助 教 授 岡 田 安 弘  
教 授 政 池 明 (福井工業大学)

## 論文内容の要旨

In this thesis, we present a detailed analysis of  $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$  and  $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$  with polarized muons in supersymmetric grand unified theory (SUSY GUT). In particular, we focus on various P- and T-odd asymmetries which are defined relative to the initial muon polarization. First, we discuss lepton flavor violation (LFV) in SUSY GUT based on the minimal supergravity model. A brief review of the minimal supersymmetric standard model (MSSM) and SUSY GUT is also included. Next, we develop a model-independent framework for analyzing the  $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$  and  $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$  processes with polarized muons. We define various P- and T-odd asymmetries relative to the initial muon polarization. Finally, we present the results of our numerical calculations for these asymmetries in the SU(5) and SO(10) SUSY GUT. As a result of a detailed numerical analysis, we found that the asymmetries and the ratio of two branching fractions are useful to distinguish different models. We show that the P-odd asymmetry of  $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$  becomes +100%--100% in the SO(10) GUT, whereas it becomes 100% in the SU(5) GUT. It is also shown that the T-odd asymmetry of  $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$  can reach 15% in the SU(5) GUT within various EDM constraints for the SUSY CP violating phases, whereas it is small in the SO(10) GUT. The distribution of differential branching ratios and asymmetries of  $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$  process are also useful to distinguish different models.

## 論文の審査結果の要旨

奥村健一君の博士論文の内容は超対称大統一理論におけるレプトンフレーバーに関する保存則の破れの過程に関する理論計算である。

素粒子模型は1970年代以降、強い相互作用、弱い相互作用、電磁相互作用の三つの基本的な力をゲージ対称性という統一的な原理で記述する標準模型を中心に研究がすすめられてきた。現在では標準模型の様々な側面が実験的に検証され、次の課題は標準模型のエネルギースケールよりも高いスケールで成り立つ素粒子模型を探ることと考えられている。とくに、1990年代には CERN の LEP 実験で標準模型のゲージ相互作用に関する精密実験が行なわれたが、その結果標準模型に含まれる三つのゲージ結合定数の値は超対称性と呼ばれる ボース粒子とフェルミ粒子の間の対称性を持った大統一理論の予言と良く合うことが明らかになってきた。そこで超対称大統一理論は標準模型を超える物理の有力候補と考えられている。

この理論の特徴的な予言の一つとして世代別のレプトン数が保存しない過程、例えば  $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 、 $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$ 、原子中の  $\mu^- e^-$  転換などの分岐比が現在の実験の上限値と同じぐらいの大きさに出る可能性のあることがあげられている。最も単純な標準模型では世代別のレプトン数保存の破れは禁止されているので、もしこのような過程が発見されれば標準模型を超える新しい相互作用が存在する明らかな証拠になる。現在では  $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$  の分岐比の実験的上限値は  $10^{-11}$ 、 $\mu^- e^-$  転換に対しては  $10^{-13}$  のレベルまで下がっており、さらに3桁ほど精度を上げる計画が進んでいる。

奥村君の研究の意義は、偏極ミューオンを使って  $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 、 $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$  の過程を測定した場合、崩壊粒子の角分布からレプトンフレーバー非保存の相互作用の詳細に関してどのようなことがわかるかを超対称大統一理論の模型を例にとって明らかにしたことである。具体的には、SU(5)と SO(10)の二種類の大統一理論の模型で時間反転および空間反転に対する非対称性の測定量を理論的に計算し、二つの模型ではこれらの量の関係が違った特徴を持つこと、したがってこれらの非対称性を測定することはいろいろな模型を区別するのに役に立つことを示した。とくに、SU(5)模型では将来測定可能なほどの時間反転非対称性が生じる可能性があることを指摘した。このことは CPT 定理を使うと CP 対称性の破れを意味し、レプトンに関する CP 対称性の破れを探る貴重な情報を与えてくれる点で興味深い。これらの結果は JHF 計画などでの将来さらにこれらの過程の探索を行なうことの意義を明らかにしている点で重要である。

以上の研究は、数物科学研究科加速器科学専攻の博士学位論文として高い水準であり、博士学位論文として十分な内容を持つと判断される。