

氏 名 北 野 龍一郎

学位 (専攻分野) 博士(理学)

学 位 記 番 号 総研大甲第580号

学位授与の日付 平成14年3月22日

学位授与の要件 数物科学研究科 素粒子原子核専攻

学位規則第4条第1項該当

学 位 論 文 題 目 Lepton Flavor Violation and Physics Beyond

the Standard Model

論 文 審 査 委 員	主 査 教授	小林 誠
	教授	北澤 良久
	教授	岡田 安弘
	助教授	石槁 延幸
	助教授	萩原 薫
	助教授	吉村 浩司 (高エネルギー加速器研究機構)

## 論文内容の要旨

We studied lepton flavor violation in physics beyond the standard model. Especially in the Randall-Sundrum type extra-dimension scenario, we showed that the  $\mu \rightarrow e\gamma$  decay branching ratio becomes large. The loop diagrams mediated by Kaluza-Klein modes of the bulk neutrinos, which are introduced so as to generate tiny neutrino masses, are large and we obtained a severe constraint on the mass of the lowest Kaluza-Klein mode i.e.  $m_{KK} \geq 25\text{TeV}$ . For the  $\tau$  lepton physics, we analyzed P and CP violation of  $\tau$  decays in model independent way. We calculated the differential cross sections of the processes in which one of the pair created  $\tau$  particles at an  $e^+e^-$  collider decays into lepton flavor violating final states e.g.  $\tau \rightarrow \mu\gamma$ ,  $\tau \rightarrow 3\mu$ ,  $\tau \rightarrow \mu ee$ . Using the correlations between angular distributions of both sides of  $\tau$  decays, we can obtain information on parity and CP violations of lepton flavor non-conserving interactions. We also studied the muon-electron conversion process in nuclei. With values in this thesis, we can calculate the  $\mu-e$  conversion rate in any models for each nucleus. We find that the conversion branching ratio has a tendency that it is larger in the nuclei with moderate atomic number than that in light or heavy nuclei.

## 論文の審査結果の要旨

北野龍一郎君の博士論文の内容はレプトンフレーバーを破る過程により素粒子標準模型を超える物理の探索をいかに行なうことができるかに関する理論的研究である。

現在の素粒子物理学は強い相互作用、弱い相互作用、電磁相互作用の三つの基本的相互作用をゲージ理論という同じ枠組で構成する標準模型に基づいて理解されている。しかし、様々な理由から標準模型は完全なものではなく、高いエネルギー領域で成立するより基本的な理論が存在するものと考えられ、それを探ることが重要な課題になっている。

素粒子標準模型ではレプトン数は各世代ごとに保存するので、荷電レプトンに関する過程でレプトンフレーバーの破れを調べることは素粒子標準模型を超える物理を探る有力な手段の一つである。また、最近実験的に確立したニュートリノ振動はレプトンにフレーバーの破れが存在することを示しているが、ニュートリノに質量を導入する標準的な機構であるシーソー機構の模型やディラック型の模型でも荷電レプトンの崩壊過程における世代別レプトン数の保存の破れは非常に小さいことが知られている。したがってミュオン粒子の陽電子と光子への二体崩壊、タウ粒子のミュオン粒子と光子への二体崩壊などのレプトンフレーバーを破る過程が観測されれば、標準的なニュートリノ質量生成機構を含めた素粒子標準模型の枠組を超える物理の存在の明らかな証拠になる。たとえば、有力な候補の一つである超対称模型では大きなレプトンフレーバーの破れが観測される可能性が指摘されている。

北野君の研究はレプトンフレーバーを破る過程の物理的意義を模型の構築と現象論の立場の両面から追求したものである。その内容は三つの部分から成り、第一に、余分な次元を持つ模型で提案されたニュートリノ質量生成機構でレプトンフレーバーを破る過程を調べ四次元理論とは異なってこの過程が大きくなることを示した。第二に、タウ粒子対生成においてレプトンフレーバーの破れを探索する場合スピン相関によりレプトンフレーバーを破る相互作用の時間反転 および空間反転に対する性質が調べられることを明らかにした。第三に、ミュオン原子中のミュオン粒子電子転換の確率を様々な原子核に関して最も一般的に計算し、原子番号によってこの過程の反応確率がどのように変わるかを明らかにした。最初の研究結果は余分な次元を持つ模型の構築に強い制限を与える。第二の内容は B ファクトリー実験でタウ粒子のレプトンフレーバーを破る過程を調べる上で有用である。最後の研究は、現在すすめられている JHF におけるミュオン粒子電子転換実験計画にたいして、どのような標的核を選ぶべきか、いろいろな標的核で実験を行なうことによって様々な模型をどのように区別することができるかについて重要な示唆を含む結果である。

以上の研究は、数物科学研究科素粒子原子核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。