

湯川フェロー研究成果報告書

氏名：野村 大輔

研究年度：平成 26 年度（2014 年度）

研究課題名：精密物理およびフレーバー物理から探る、標準模型を越える物理

研究実績の概要：

素粒子の標準模型は実験的に非常に成功した理論であるが、実験で値を決めるしかないフリーパラメータが 19 個もあつたり、重力を特徴づけるエネルギースケールと電弱力を特徴づけるエネルギースケールとの非常に大きな階層性を説明できなかつたりするなどの理由で、それ自体は最終的な理論ではなく、背後にもっと基礎的な理論が存在すると考えられている。スイス-フランス国境の CERN 研究所にある LHC 加速器では標準模型を越える理論の手がかりを探るべく実験が行われているが、今のところ、そのような理論の確実な手がかりは得られていない。このような状況において、加速器実験以外の実験で標準模型を越える理論の手がかりが得られるかどうか調べてみることは、加速器実験とは相補的な知見を得られる可能性があるため、意義があると思われる。

そのような試みの一つとして、私は、中村佳祐氏（東北大学大学院生）とともに next-to-minimal supersymmetric standard model (NMSSM) と呼ばれる模型に重い右巻きニュートリノを加えた模型 (NMSSM+ ν_R 模型) で $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊がどの程度起こるかを考察した。この過程は標準模型においては近い将来の実験では観測できないほど小さな頻度でしか起こらないことが知られている。ところが NMSSM+ ν_R 模型などの超対称標準模型では、超対称粒子が TeV スケール程度に存在すると期待され、かつ、超対称性を「ソフト」に破る項がフレーバー数の破れのもととなるなどの理由で、近い将来の実験で観測可能な頻度で $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊が起こる可能性がある。このことは MSSM+ ν_R 模型では以前から知られていたが、我々は論文 [1] において、NMSSM+ ν_R 模型においても、超対称粒子が 4 TeV 程度の質量をもつ場合でも、 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊が近い将来の実験で観測できる可能性があることを指摘した。

また、同様の試みとして、ミューオンの異常磁気能率 (μ on $g-2$) を調べることによって、間接的に新粒子の影響を探る試みも広く世界中で議論されている。私は 15 年ほど前から、 μ on $g-2$ に対する標準模型の予言値を計算するプロジェクトを、萩原薫氏 (KEK/総研大)、A. D. Martin 氏 (英国 Durham 大学)、T. Teubner 氏 (英国 Liverpool 大学) らとともに進めてきた。我々の研究によると、現在のところ、 μ on $g-2$ に対する標準模型の予言値は実験値から 3 標準偏差以上離れており (同様の結果はほかのグループからも報告されている)、これが標準模型を越える物理からの寄与であると解釈する試みが世界中で議論されている。今年度も各所からの依頼により、 μ on $g-2$ に対する標準模型からの予言値についての現状および近い将来の見通しについて講演を行った (講演リストの [2-7])。また、J-PARC では μ on $g-2$ を測る実験が E34 実験として準備中であるが、私は E34 実験グループからの依頼により、この実験の Technical Design Report (TDR) の一部を執筆した。この TDR は、最終調整を経て、2015 年 5 月頃に arXiv で公開される予定である。

当該年度の発表論文リスト：

雑誌に投稿中のプレプリント

1. “Charged Lepton Flavor Violation in the Semi-Constrained NMSSM with Right-Handed Neutrinos”
Keisuke Nakamura and Daisuke Nomura,
arXiv:1501.05058 [hep-ph]
Submitted to Phys. Lett. **B**.

研究会、学会、セミナー等での講演（招待講演など、先方からの依頼によるものには * をつけた）

1. 野村大輔: “GUT and weak threshold corrections in SUSY SU(5) models revisited”
日本物理学会 第 70 回年次大会
早稲田大学、2015 年 3 月 21–24 日.
- 2.* 野村大輔 「Status of Standard Model prediction for muon $g - 2$ 」
研究会 「CP violation in elementary particles and composite systems」
大阪大学核物理研究センター、2014 年 11 月 10–11 日.
- 3.* “Theoretical updates on muon $g - 2$ ”
at “The 9th collaboration meeting on muon $g - 2$ /EDM experiments at J-PARC”
KAIST, South Korea, 2014 年 11 月 6–8 日.
- 4.* “ $g - 2$: Theory”
at “Belle II Theory Interface Platform (B2TiP) meeting”
KEK つくばキャンパス、2014 年 10 月 30, 31 日.
- 5.* 野村大輔: 「ミュオンの基礎物理の現状と展望」
研究会 「J-PARC MUSE におけるミュオン科学の新展開—ミュオンの基本課題—」
KEK 東海キャンパス、2014 年 7 月 30 日.
- 6.* “Theoretical status of muon $g - 2$ in SM and BSM”
at “The 8th collaboration meeting on muon $g - 2$ /EDM experiments at J-PARC”
KEK, 2014 年 7 月 17–19 日.
- 7.* “Theory of Muon $g - 2$ ”, 京都大学素粒子論研究室、2014 年 5 月 21 日.

次の所属機関：引き続き京都大学基礎物理学研究所

「湯川フェロー」に対する感想・要望：

若手研究者を取り巻く状況が厳しさを増す中、支援して下さる方には感謝の言葉よりほかにありません。厳しいポストク生活を乗り越える上で、物心両面でのご支援は大きな励みになります。財団関係者の皆様にはこの場をお借りして深くお礼申し上げます次第です。今後とも、湯川フェローの名に恥じない立派な研究者になるよう、また、そうすることによって湯川フェローの名を高められるよう、努力するつもりです。