

自己評価報告書

平成 23年 5月 15日現在

機関番号：82118

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2008~2012

課題番号：20244037

研究課題名 (和文) フレーバー物理による TeV 領域の新しい素粒子像の探究

研究課題名 (英文) Search for a new elementary particle picture at the TeV scale through flavor physics

研究代表者

岡田 安弘 (OKADA YASUHIRO)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授

研究者番号：20212334

研究分野：素粒子理論

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：フレーバー物理、素粒子、TeV 領域、Bファクトリー、レプトンフレーバーの破れ、電気双極子モーメント、超対称模型

1. 研究計画の概要

素粒子物理学は LHC 実験によって新たな段階を迎えている。そこではヒッグス粒子をはじめとする新粒子、新現象を直接観測することにより、TeV スケールに拓ける物理の最初の手掛かりを得ることができる。一方、フレーバー物理はこれまで素粒子の世界の枠組みを決める上で重要な役割を果たしてきた。K 中間子の CP の破れの発見、レプトンフレーバーの破れの制限などは、クォークとレプトンの世界の世代構造に関する先駆的な実験事実であり、標準模型の基礎として取り入れられてきた。今後、TeV スケールの物理を解明するにあたりフレーバー物理からの情報は重要な知見を与えてくれることが期待される。この研究では LHC の進展を踏まえつつ、クォークや荷電レプトンのフレーバー物理が TeV 領域の新しい素粒子像を確立する上でどのような役割を果たすかを理論的な研究から明らかにし、さらに Super KEKB などの関連する実験計画の検討に役立てることを目的とする。

具体的には LHC 実験の進展を考慮しつつ、次のような項目について理論研究を進める。

(1) TeV 領域で実現すると期待される標準模型を超える物理模型の候補に関して、可能なフレーバーシグナルを明らかにする。

(2) フレーバー物理に関する観測量がどのような理論的な不定性を持つかを検討し、それを小さくするために必要な計算を行う。

(3) フレーバー物理の側面から標準模型を超える物理模型を調べることが、統一模型の

確立や宇宙論などへ、どのようなインパクトを与えるかを明らかにする。

(4) 実験家と協力して、次世代フレーバー実験計画の物理的な意義を検討する。

2. 研究の進捗状況

(1) TeV 領域の物理模型の候補として挙げられている T パリティを課したリトルヒッグス模型において、クォークやレプトンのフレーバーシグナルの正確な計算を行った。特にタウ粒子のレプトンフレーバーを破る過程に特徴的なシグナルが期待できることを明らかにした。

(2) B 中間子のタウオニック崩壊やセミタウオニック崩壊でどのように新しい物理を探ることができるかについて研究を進めた。セミタウオニック崩壊の分岐比とタウ粒子の偏極の相関が物理模型を区別するために有効であることを示した。また、超対称模型の場合に、これらの過程と LHC 実験における荷電ヒッグス粒子の直接探索と組み合わせることで荷電ヒッグス結合の特徴的な関係を検証できることを明らかにした。

(3) ミュー粒子におけるレプトンフレーバーを破る過程の現象論的な研究を展開した。ミュー粒子・電子転換過程のハドロン物理による理論的な不定性の評価を行った。また、超対称シーソー模型等でレプトンフレーバーを破る過程の分岐比の計算をアップデートした。

(4) 超対称模型においてレプトンの電気双

極子モーメントの計算を遂行し、これまでの研究で不十分であった効果の評価を行った。

(5) 上記以外にも、 $T e V$ 領域で期待される様々な模型に関してコライダー物理やフレーバー物理にどのような標準模型と違ったシグナルが期待されるかについて研究を行い、多くの成果を発表した。

(6) 実験家と協力してBファクトリー物理に関するワークショップを開催し、**Super KEKB** で展開される物理の意義の検討を行った。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

フレーバー物理に関して多くの理論的研究成果を上げることができ、多数の論文や講演で発表することができた。ワークショップや勉強会を開催し、実験家を含めて連携して研究を進めることができた。

4. 今後の研究の推進方策

(1) LHC実験の進展を取り入れて理論研究を進める。LHC実験は順調に推移しており、既にATLAS実験、CMS実験から $T e V$ 領域の新しい物理の探索にとって重要な結果が発表されている。今後2年間は大きな進展が期待されるので、LHCb実験を含めてLHCからの最新の実験結果を考慮に入れてフレーバー物理へのインパクトを明らかにすることに努める。

(2) 関連する実験家との協力を強化する。KEKBではBファクトリー高度化が進んでおり、また同様な計画がイタリアでも承認された。また、J-PARCにおいてはミュー粒子を使った素粒子精密実験が計画されている。本研究課題はこれらの実験の目指す物理と深くかかわっているため、実験家との協力をさらに密にし、プロジェクトの立案、遂行に寄与できるようにする。そのためには、勉強会を定期的に開催し、関連するワークショップなどの機会を活用する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計39件)

① T. Goto, Y. Okada, Y. Yamamoto, “Tau and muon lepton flavor violations in the littlest Higgs model with T-parity,” Physical Review D83 (2011)053011, 査読有

② M. Tanaka, R. Watanabe, “Tau longitudinal polarization in $B \rightarrow D$ tau nu

and its role in the search for charged Higgs boson,” Physical Review D82 (2010) 034027 査読有

③ A. S. Cornell, A. Deandrea, N. Gaur, H. Itoh, M. Klasen, Y. Okada, “Universality test of the charged Higgs boson couplings at the LHC and at B factories,” Physical Review D81 (2010) 115008, 査読有

④ V. Cirigliano, R. Kitano, Y. Okada, P. Tuzon, “On the model discriminating power of $\mu \rightarrow e$ conversion in nuclei,” Physical Review D80 (2009) 013002 査読有

⑤ T. Goto, Y. Okada, Y. Yamamoto, “Ultraviolet divergences of flavor changing amplitudes in the littlest Higgs model with T-parity,” Physics Letters B670 (2009) 378-382, 査読有

[学会発表] (計19件)

① Yasuhiro Okada, “CLFV theory and prospect,” NuFact 10, 2010.10.24, TIFR Mumbai, India

② Junji Hisano, “Electric Dipole Moments and Physics beyond the Standard Model,” Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and JPS, 2009.10.13, Waikola, Hawaii, USA

③ Yasuhiro Okada, “Theoretical Status of LFV and rare tau decays,” BEAUTY 2009, 2009.9.8, Heidelberg, Germany

④ Yasuhiro Okada, “Search for new physics beyond the SM,” KAON 09, 2009.6.12, Tsukuba, Japan

⑤ Yasuhiro Okada, “Exploring SUSY models through quark and lepton flavor physics,” SUSY 2008, 2008.6.18, Seoul, Korea

[図書] (計1件)

① Yasuhiro Okada, World Scientific, “Lepton Dipole Moments,” 2010, p683-p700