The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	New physics in pure and semi tauonic B decays
Author(s)	Watanabe, Ryoutaro
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27472
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【34】

氏　　名	渡　邉　諒太郎（わたなべ　りょうたろう）
博士の専攻分野の名称	博　士（理学）
学　位　記　番　号	第　２５８１５　号
学位授与年月日	平成25年３月25日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 理学研究科物理学専攻
学　位　論　文　名	New physics in pure and semi tauonic B decays （タウ粒子を伴うＢ中間子崩壊における新物理）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　大野木　哲也 （副査） 教　授　窪田　高弘　　准教授　山口　　哲　　准教授　青木　正治 助　教　田中　　実

論　文　内　容　の　要　旨

近年、B 中間子のタウ粒子を伴う二種類の崩壊過程（レプトニック崩壊と準レプトニック崩壊）の最終解析結果が報告された。この報告によると、レプトニック崩壊の分岐比が標準模型の予言に近い実験結果を示したのに対して、準レプトニック崩壊の分岐比は標準模型の予言と異なる実験結果を示した。これらの結果は、タウ粒子を伴う B 中間子崩壊に関与していると期待される新物理の構造が、標準模型のそれとは異なる事を示唆している。これらの崩壊過程は測定の難しさにより近年においても精度の良い解析結果がまだ得られていないが、将来のスーパーB ファクトリー実験でその精密測定が期待されている。そのため、今回の実験結果は、この崩壊過程を測定する事で、新物理が発見されるかもしれないという期待を持たせるものである。

この論文では、B 中間子のレプトニック、準レプトニック崩壊について模型によらない一般的なフェルミオンの四点相互作用を用いた解析を行い、これらの崩壊過程の背後にある新物理の構造を特定する手法を調査した。その結果、タウ粒子や特定の終状態（今回の場合は D*中間子）のスピン偏極度を測定すれば、背後にある新物理の構造を特定できる事を示した。また、これらの物理量はまだ測定はされていないものの、将来のスーパーB ファクトリー実験で十分測定できるという事も示した。

さらに、これらの崩壊過程に寄与しうるいくつかの新物理の模型について、現在の実験結果からどの程度制限がつくかを解析した。今回制限を与えた新物理の模型は、2 Higgs Doublet Model(2HDM)、R パリティの破れを伴う最小超対称標準模型(RPVM)、レプトクォーク模型(LQM)の３つである。その結果、FCNC を禁止するセットアップで作る 2HDM は４つのタイプが存在するが、どのタイプでも今回の実験値を再現するパラメータ領域が無いという事を確かめた。また、FCNC を許すセットアップを用いて、FCNC のパラメータに対する制限を示した。その結果、今回の実験値を満たすにはトップクォークの崩壊過程に大きな影響を与えるという事が判明した。RPVM は荷電カレントと中性カレントの間に相関ができるため、今回の場合 $B \to X \nu \nu$ という崩壊過程と相関が出て来る事が分かる。解析の結果、両者の実験結果を満たす RPVM の相互作用パラメータ領域は無いという事を示した。最後に、LQM のある特定の相互作用なら、今回の実験値を再現できるパラメータ領域がある事を示した。この相互作用はテンソル型の四点フェルミ相互作用であるため、標準模型とはかけ離れた構造である事が分かる。

論　文　審　査　の　結　果　の　要　旨

渡邉氏は素粒子であるクォークの世代構造を理解するため，ボトムクォークを含む中間子である B 中間子の準タウレプトニック崩壊の実験と標準模型からの予言とのずれに着目し新しい物理の可能性を探求した。

そこで、ボトムクォークを含むクォークの世代間混合に関する最も一般的な（複数個の）相互作用を模型によらない形で系統的に導入し、各相互作用の係数を実験から決定する有効な方法を提案した。いくつかの測定量のうちタウレプトンと D*中間子の偏極、および運動量分布の三つが異なる相互作用演算子の寄与を区別するのに極めて有効であることを明らかにした。これをもとにこれまで知られているいくつかの興味深い模型について、現在までに恵非れている B ファクトリー実験のデータを用いて、制限を与えた。渡邉氏の解析により Tree レベルで世代混合中性カレントを持たない２ヒッグス模型、R パリティの破れをもつ宰相超対象標準模型は実験データを説明する可能性は低いとこがわかった。また、Tree レベルで世代混合中性カレントをもつ２ヒッグス模型とレプとクォーク模型は実験データと矛盾しないことを示した。

渡邉氏の提案する手法は今後計画されているスーパーB ファクトリー実験において更に有用であり、大きな成果をもたらすことが期待されている。

これらの結果は素粒子物理学に新たな知見をもたらすものである。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。