

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 井黒 就平

論 文 題 目

Phenomenology of $b \rightarrow cl\bar{\nu}$ Within the Standard Model and Beyond

($b \rightarrow cl\bar{\nu}$ 過程における素粒子標準模型および新物理模型による現象論)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	戸部 和弘
委 員	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	教 授	博士(理学)	久野 純治
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(理学)	原田 正康
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	特任教授	博士(理学)	戸本 誠
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	市來 淨與

論文審査の結果の要旨

素粒子物理学の標準模型は、予言されたヒッグス粒子の発見や精密測定による検証により、非常に成功した理論であることが明らかになっている。一方で、宇宙の観測などから暗黒物質の存在が明らかになり、それを説明できない標準模型は拡張されなければならず、標準模型を超えたさらなる基本理論の構築が必要となっている。近年、素粒子実験でも幾つかの現象で標準模型の予言とのずれが報告されている。これらのずれが確実ならば標準模型を超える理論の大きな手がかりとなるため、多角的な視点からの検証が重要になる。

b クォークの c クォーク、レプトン (l)、反ニュートリノ ($\bar{\nu}$) への崩壊 ($b \rightarrow cl\bar{\nu}$) によって生成される B 中間子の崩壊過程 ($B \rightarrow D^{(*)}l\bar{\nu}$) において、この過程から決定される小林・益川行列の V_{cb} 成分の値が、他の方法から決めた値と一致しないという問題が知られている。また、この $B \rightarrow D^{(*)}l\bar{\nu}$ 崩壊過程の終状態のレプトン (l) が τ 粒子の時とそれ以外の時の崩壊率の比 ($R(D^{(*)})$) は、実験値が標準模型の予言値とずれていることが報告されている。申請者は、これらの問題を解明するために、この崩壊過程の標準模型における予言値の理論的計算の改良、および標準模型を超える理論における新粒子の寄与に関しての解析を行った。

申請者は、まずこの崩壊過程に関して、 $B \rightarrow D^{(*)}$ 遷移行列の計算の改良を行い、さらに Belle 実験で新しく得られた角度依存性に関する実験データを利用して解析することで、小林・益川行列の V_{cb} 成分を決定した。誤差の範囲内で従来値と一致し、さらにより良い精度の V_{cb} 成分を求めることができた。

また、申請者は上記の改良された $B \rightarrow D^{(*)}$ の遷移行列の計算結果を使って、 $R(D^{(*)})$ を計算した。得られた値は誤差の範囲で従来値と一致しているが、実験値とのずれはより拡大することを示した。

さらに、上記の結果によると $R(D^{(*)})$ の実験値からのずれは標準模型で説明することは難しいことから、このずれを説明できる可能性が指摘されているレプトクォークと呼ばれる新粒子の寄与の影響を解析した。 $B \rightarrow D^{(*)}\tau\bar{\nu}$ 過程の終状態の τ 粒子の偏極や $D^{(*)}$ 粒子の偏極への影響を調べ、特に τ 粒子の偏極の測定が新粒子の寄与を区別するのに有用なことを示した。また Large Hadron Collider (LHC) 実験で導かれる新粒子の性質を終状態に高運動量 τ 粒子と高運動量欠損を含む事象で解析し、高輝度 LHC 実験での検証可能性を明らかにした。

以上、 B 中間子の崩壊過程 $B \rightarrow D^{(*)}l\bar{\nu}$ における申請者の計算の改良では、 V_{cb} の値は他の方法による値とは依然として一致せず、この問題の解決の難しさを改めて示した。また $R(D^{(*)})$ の実験値からのずれもこの改良では解決できないことを示し、現在の知見からは標準模型を超える新物理が必要であることを示唆した。これらは高く評価される。さらに $R(D^{(*)})$ のずれを説明し得る新粒子レプトクォークの検証可能性を示した点も、この問題を多角的に検証しようとするものであり評価される。参考論文は、 $R(D^{(*)})$ のずれを生成する新物理に関する研究であり、価値あるものである。以上の理由により、申請者は博士 (理学) の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。