

氏 名 岩 淵 真 也

学位（専攻分野） 博士（理学）

学 位 記 番 号 総研大甲第 1232 号

学位授与の日付 平成 2 1 年 3 月 2 4 日

学位授与の要件 高エネルギー加速器科学研究科 素粒子原子核専攻  
学位規則第 6 条第 1 項該当

学 位 論 文 題 目 Search for the Rare Decay  $B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$

論文審査委員	主	査	教授	堺井	義秀
			教授	岡田	安弘
			教授	岩崎	博行
			准教授	宇野	彰二
			准教授	中尾	幹彦

## 論文内容の要旨

The angle  $\phi_3$ , one of the phases of Unitarity Triangle from the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) quark-mixing matrix, is still challenging to measure, since the methods for the measurement of  $\phi_3$  basically include the strongly suppressed decay modes.

The measurement of  $2\phi_1+\phi_3$  also requires the measurement of the amplitude ratio of the doubly CKM-suppressed decay to the CKM-favored decay. The branching fractions of the doubly CKM-suppressed decays related to  $2\phi_1+\phi_3$  are not measured well.

$B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$  decay, which is the doubly CKM-suppressed decay and not observed yet, can provide the amplitude ratio.

We report results of a search for  $B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$  decay using a data sample of  $657 \times 10^6$   $B\bar{B}$  pairs collected at the  $\Upsilon(4S)$  resonance with the Belle detector at the KEKB asymmetric energy  $e^+ e^-$  collider. This decay mode has been previously searched only by the CLEO collaboration with 1/200 times smaller data.

We obtain the upper limit of the branching fraction of  $B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$  decay at the 90% confidence level (CL) as

$$B(B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0) < 3.6 \times 10^{-6} \quad (90\% \text{ CL}).$$

We calculate the ratio of suppressed and favored decay amplitudes  $R_{D^{*+}\pi}$ , using the obtained branching fraction.

$$R_{D^{*+}\pi} < 0.051 \quad (90\% \text{ CL}).$$

The result is compatible and only a few times larger than the Standard Model prediction.

本研究は、非対称衝突加速器 KEKB における Belle 実験で6.6億個のB中間子対のデータを用いて  $B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$  崩壊モードの探索を行い、その上限値を得たものである。この崩壊は  $b \rightarrow u$   $d\bar{c}$ -bar 遷移によるものであり、 $B^0 \rightarrow D^{*-} \pi^+$  崩壊 ( $b \rightarrow c$   $du$ -bar 遷移) に比べてカビボ・小林・益川クォーク混合(CKM)行列因子は二重に抑制されている ( $|V_{ub}V_{cd}^*/V_{cb}V_{ud}^*|$ )。  $B^0 \rightarrow D^{*-} \pi^+$  崩壊モードの崩壊時間に依存するCP非対称性の測定は、CKM行列のユニタリー三角形の角度に関する量  $R\sin(2\phi_1+\phi_3)$ を与える。ここでRは、CKM二重抑制崩壊  $B^0 \rightarrow D^{*+} \pi^-$  ( $b \rightarrow u$   $d\bar{c}$ -bar 遷移)と  $B^0 \rightarrow D^{*-} \pi^+$  崩壊の崩壊振幅の絶対値の比であり 0.02程度であると予想されている。 $\phi_1$ の値は精度よく測定されているので、Rの値を測定することが  $R\sin(2\phi_1+\phi_3)$ の測定より  $\phi_3$ を求めるために重要である。 $B^0 \rightarrow D^{*+} \pi^-$  崩壊は  $B^0$ - $B^0$ -bar 混合により 分岐比のずっと大きい  $B^0$ -bar  $\rightarrow D^{*+} \pi^-$  崩壊と混じり合うので、その分岐比を測定することが困難である。そのため、これまでRの値は  $B^0 \rightarrow D_s^{*+} \pi^-$  崩壊の分岐比からSU(3)対称性の仮定を使って推定している。しかし、この方法ではSU(3)対称性の近似に理論的な不定性が15-30%程度あり、将来より精度よく  $\phi_3$ の値を決定することは難しい。それに対して、同じくCKM二重抑制崩壊である  $B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$  崩壊の分岐比からアイソスピン関係を使ってRの値を推定することができる。種々の実験よりアイソスピン関係は精度よく成り立つことが知られているので、 $B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$  崩壊の分岐比の測定は将来に向けて非常に重要な測定であると位置づけられている。 $B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$  崩壊の分岐比は  $6 \times 10^{-7}$ 程度と予想されているが、これまでの実験測定はそれよりも数桁大きな上限値  $1.7 \times 10^{-4}$ を与えるにとどまっている。

$B^+ \rightarrow D^{*+} \pi^0$  崩壊の分岐比が非常に小さいので、本研究の解析ではバックグラウンドを抑制することが重要である。なかでも、クォーク対生成  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ -bar ( $q=u,d,s,c$ )と  $B^0$ -bar  $\rightarrow D^{*+} \rho^-$  崩壊が主なバックグラウンドである。本研究ではモンテカルロシミュレーション等により詳細なチェックおよび信号選定条件の最適化がなされている。信号は、再構成されたB中間子の質量とエネルギー分布をフィットすることにより求めるが、バックグラウンドの分布やフィットの正当性の評価がきちんとなされている。結果は、有意な信号事象は観測されなかったが崩壊分岐比の90%信頼度での上限値  $< 3.6 \times 10^{-6}$ を得た。これは従来の上限値を約1/50に改善し、予想値の約5倍にせまるものである。この結果から、将来さらに大量のデータにより崩壊分岐比の測定が可能でありその精度を予測できるようになったことは重要な意義をもつ。

本論文では、上に述べた物理的意義、データ解析、測定結果を使つての考察評価等が要領よくまとめられている。本論文の結果は Physical Review Letter 誌に 岩渕氏を筆頭著者としてBelleグループの論文として掲載された。以上のことから判断して、本論文の結果は物理的に重要であり学位論文としてふさわしいものとして審査委員全員一致で合格と判定した。