

氏 名 Tapas Ranjan Sarangi

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大甲第 991 号

学位授与の日付 平成 18 年 9 月 29 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 Study of CP violation in the process of B -meson decaying to D
and π mesons

論文審査委員	主 査 教授	堺井 義秀
	教授	阿部 和雄
	教授	今里 純
	教授	杉本 章二郎
	助教授	橋本 省二
	助教授	中尾 幹彦

Abstract

Study of time dependence of $B^0 \rightarrow D^{(*)-}\pi^+$ decays leads to the measurement of CP violation and extraction of $\sin(2\phi_1 + \phi_3)$, where ϕ_1 and ϕ_3 are the angles of the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa(CKM) unitarity triangle. We use a fully reconstructed $B \rightarrow D^{(*)}\pi$ event sample in the data sample that contains 386 million $B\bar{B}$ pairs that was collected near the $\Upsilon(4S)$ resonance, with the Belle detector at the KEKB asymmetric energy e^+e^- collider. We obtain the CP violation parameters $S^+(D^*\pi) = 0.050 \pm 0.029(\text{stat}) \pm 0.014(\text{sys})$, $S^-(D^*\pi) = 0.028 \pm 0.028(\text{stat}) \pm 0.014(\text{sys})$, and $S^+(D\pi) = 0.031 \pm 0.030(\text{stat}) \pm 0.013(\text{sys})$, $S^-(D\pi) = 0.068 \pm 0.029(\text{stat}) \pm 0.013(\text{sys})$.

For a better constraint over $\sin(2\phi_1 + \phi_3)$, we combine the results from the fully reconstructed $D^*\pi$ event sample with the results from the partially reconstructed $D^*\pi$ event sample. We restrict the allowed region of $\sin(2\phi_1 + \phi_3)$ to be,

$$|\sin(2\phi_1 + \phi_3)| > 0.44 \text{ (0.13) at 68\%(95\%) CL}$$

from the results for the $D^*\pi$ mode and

$$|\sin(2\phi_1 + \phi_3)| > 0.52 \text{ (0.07) at 68\%(95\%) CL}$$

from the results for the $D\pi$ mode, respectively.

本研究は中性B中間子の $D^{*+}\pi^-$ および $D^+\pi^-$ 崩壊モードのCP非対称性の測定を行い、カビボ・小林・益川クォーク混合(CKM)行列のユニタリー三角形の角度に関する量 $\sin(2\phi_1 + \phi_3)$ を求めようとするものである。標準理論ではCP対称性の破れはCKM行列の複素位相により起こる(小林・益川理論)とされている。B中間子崩壊のCP対称性の破れは、そのメカニズムの解明および標準理論の検証に非常に重要な役割を果たしている。2001年に $B^0 \rightarrow J/\psi K^0$ 等の崩壊でB中間子での最初のCP対称性の破れが発見されて以来、この崩壊モードにより $\sin 2\phi_1$ の値は精度良く ($< 5\%$) 測定されている。しかし、小林・益川理論の正当性の確認、標準理論の検証のためにはユニタリー三角形の他の角度を測定することが必要である。上述のように ϕ_1 は精度よく測定されているので、 $\sin(2\phi_1 + \phi_3)$ の測定により ϕ_3 の値を決定することができる。

本研究の測定は $B^0 \rightarrow J/\psi K^0$ 崩壊のCP非対称性の測定と同じく B^0 と反 B^0 の崩壊時間分布の差によりCP非対称性を測定するもので、その解析手法は基本的に同じである。しかし、期待されるCP非対称性の大きさは0.04程度と非常に小さく統計精度のみならず系統誤差を小さくすることが重要であり新しい解析手法が開発された。特にこの解析では、 $D^{*+}\pi^-$ 崩壊モードはCP非対称測定の信号であるが、もう一方(タグ側)のBの崩壊にも含まれておりその影響を考慮する必要がある。これはシミュレーションにより推定するのは困難なので、高統計の $B^0 \rightarrow D^{*+}l^+\nu$ 崩壊を用いてタグ側の影響をデータより測定し、その結果を入れて $D^{*+}\pi^-$ のデータをフィットする方法が使われている。また、崩壊時間測定のリゾリューション関数とフィット・バイアス等についても詳細な検討がなされており、測定結果および誤差の評価は信頼できるものである。本研究は、同種の測定では最も精度が良く、 2σ 以上の有為性でCP非保存が測定された。

この測定では2つCP非対称性のパラメータ(S^+, S^-)が直接測定されるが、それらは $\sin(2\phi_1 + \phi_3)$ と他の2つの物理量(R, δ)に依存する。従って、この測定のみから $\sin(2\phi_1 + \phi_3)$ を決定することはできないが、 $(2\phi_1 + \phi_3, R)$ 面で許される領域に制約が与えられた。また、 $B^0 \rightarrow D_s^{*+}\pi^-$ の崩壊分岐比を使いSU(3)対称性を仮定して $|\sin(2\phi_1 + \phi_3)|$ の下限値が求められた。これらの制約はまだ十分ではないが、この方法が将来 $\sin(2\phi_1 + \phi_3)$ の測定に有効であることを証明するものとして重要なものである。他にも ϕ_3 を測定する方法があるが、この測定は相補的なものとして標準理論の検証に有用である。

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 D 誌に Belle グループの論文として掲載された(Sarangi氏は筆頭著者の一人である)。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。