

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Measurement of time-dependent CP asymmetry parameters in $B^0 \rightarrow \eta' K_s$ decays   |
| Author(s)    | 原, 康二   |
| Citation     | 大阪大学, 2003, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/45118">https://hdl.handle.net/11094/45118</a>   |
| rights       |   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

|            |   |
|------------|---|
| 氏名         | 原 康 二   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士 (理 学)  |
| 学位記番号      | 第 18039 号   |
| 学位授与年月日    | 平成 15 年 6 月 17 日  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>理学研究科物理学専攻  |
| 学位論文名      | Measurement of time-dependent CP asymmetry parameters in $B^0 \rightarrow \eta' K_s$ decays<br>( $B^0 \rightarrow \eta' K_s$ 崩壊における時間に依存する CP 非対称のパラメータの測定) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 山中 卓<br>(副査)<br>教授 高杉 英一 教授 南園 忠則 教授 岸本 忠史<br>教授 久野 良孝   |

### 論 文 内 容 の 要 旨

$B^0 \rightarrow \eta' K_s$  崩壊は、1ループを含んだ、いわゆるペンギンプロセスによる  $b \rightarrow sq\bar{q}$  クォーク遷移で起こるため、素粒子の標準理論を越える新しい物理に感度がある。時間に依存する CP 非対称は、初期状態が  $B^0$  と  $\bar{B}^0$  の間での時刻  $t$  での  $\eta' K_s$  への崩壊率の非対称として

$$\frac{\Gamma(\bar{B}^0(t) \rightarrow \eta' K_s) - \Gamma(B^0(t) \rightarrow \eta' K_s)}{\Gamma(\bar{B}^0(t) \rightarrow \eta' K_s) + \Gamma(B^0(t) \rightarrow \eta' K_s)} = A_{\eta' K_s} \cos(\Delta m_d t) + S_{\eta' K_s} \sin(\Delta m_d t)$$

で表される。ここで  $\Delta m_d$  は中性 B 中間子の二つの質量固有状態の質量差である。標準理論では、数%の理論的不定形で、この崩壊における CP 非対称パラメータは、

$$A_{\eta' K_s} = 0、$$

$$S_{\eta' K_s} = \sin 2\phi_1$$

となる。 $\sin 2\phi_1$  は、Cabibbo・小林・益川行列のパラメータの一つである。この  $\sin 2\phi_1$  は、 $B^0 \rightarrow J/\psi K_s$  等の  $c\bar{c}K^{(*)0}$  崩壊によって 10%以下の精度で測定されている。したがって  $B^0 \rightarrow \eta' K_s$  崩壊における CP 非対称パラメータを測定し、それを  $\sin 2\phi_1$  と比較することにより、標準理論をテストし、それを越える新しい物理の存在を探ることが出来る。

本研究では、KEKB 非対称型加速器において Belle 検出器を用いて収集された、 $85 \times 10^6$  個の B 中間子対に相当する、蓄積ルミノシティ  $78 \text{ fb}^{-1}$  の Y(4S) 共鳴状態データを用いた。再構成された 294 の  $B^0 \rightarrow \eta' K_s$  崩壊候補イベントから、CP 非対称パラメータ  $A_{\eta' K_s}$  と  $S_{\eta' K_s}$  として、

$$A_{\eta' K_s} = 0.30_{-0.31}^{+0.30}(\text{stat})_{-0.04}^{+0.05}(\text{syst})、$$

$$S_{\eta' K_s} = 0.61_{-0.35}^{+0.31}(\text{stat})_{-0.07}^{+0.05}(\text{syst})$$

を得た。これは Belle 実験における以前の結果より精度の良いものであり、他の実験では  $b \rightarrow sq\bar{q}$  崩壊における CP 非対称の測定はまだ発表されていない。

この結果は、標準理論により期待される値と 68%の信頼度で一致する。この結果をもとに、標準理論を越える新しい物理による崩壊振幅の CP 位相とその大きさに、理論モデルによらない制限を与えた。これは、無視できるほどわ

ずかな理論的不定性で、標準理論を越える物理に理論モデルによらない制限を与える、初の  $b \rightarrow sq\bar{q}$  崩壊における CP 非対称パラメータの測定である。

本測定の不定性は、主に統計的誤差によるものである。したがって、近い将来における、Belle 実験での高統計による  $B^0 \rightarrow \eta' K_s$  崩壊における測定は、標準理論を越える新しい物理の探索に非常に重要である。

### 論文審査の結果の要旨

粒子と反粒子の間の対称性の破れ (CP 対称性の破れ) は 1964 年に発見された。現在、この対称性の破れは 3 世代のクォークの間の混合に複素位相が入ることによって引き起こされていると、標準理論では考えられており、K 中間子、B 中間子を用いた実験はそれを支持している。

本論文は、標準理論を超える物理が新たな CP 対称性の破れを作っていないかを実験的に調べたものである。ここでは、b クォークを含む中性 B 中間子の  $B^0 \rightarrow \eta' K_s$  崩壊において、 $B^0$  と  $\overline{B^0}$  崩壊時間の分布の差を測定した。この崩壊は、途中に top クォークなどのループを含む過程を経るので標準理論では抑制されており、かつループの中に超対称粒子が入るとその効果が見えやすいという利点を持つ。

この崩壊の時間分布の非対称性は時間の  $\cos$  に比例する項と  $\sin$  に比例する項で表される。標準理論の場合は  $\cos$  に比例する項はないが、超対称などの新しい物理の効果が入ると、 $\cos$  に比例する項は有限の値を持つ。また、新しい物理の効果があると、 $\sin$  に比例する項の値も  $B^0 \rightarrow \phi K_s$  崩壊などで測られた値からずれる可能性がある。

本論文は、つくばの高エネルギー加速器研究機構の KEKB 電子・陽電子衝突型加速器と、Belle 検出器を用いて収集したデータを解析したものである。以前に発表された結果よりも統計量を約 2 倍に増やすとともに、解析を最適化して感度を向上させ、系統誤差も小さくした新たな結果を出した。この  $\cos$  と  $\sin$  に比例する項の新たな結果は依然、標準理論とは矛盾しないが、超対称などの新しい物理に対してもモデルに依らない大きな制限を加えた。従って、本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値があるものと認める。