

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19740161

研究課題名（和文） 光子偏極度測定による新物理探索

研究課題名（英文） Search for New Physics via measurement of photon polarization

研究代表者

後田 裕 (USHIRODA YUTAKA)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授

研究者番号：10342601

研究分野：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

科研費の分科・細目：物理学、素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：B Physics, Belle, Belle II, FCNC, New Physics Search, LRSM, KEKB, SuperKEKB

1. 研究計画の概要

高エネルギー加速器研究機構の基幹計画である Belle 実験は、クォーク・フレーバーの研究をするための世界最大のデータ取得している。本研究は、そのデータを解析し、標準理論を超える新物理の探索を高い感度で進めることを主目的とする。B 中間子の輻射崩壊からの光子の偏極度を、

(1) 様々な $B \rightarrow X_S \gamma$ 崩壊の間接的 CP 非対称度 (S_{CP})

(2) 光子の conversion ($\gamma \rightarrow e^+e^-$) の際の電子陽電子対の張る面の傾き

の二つの物理量を測定することで決定する。そして、それが標準理論の予想（ほぼ完全に偏極）からどれだけずれているかを議論する。ずれの大きさが有意であれば、新物理の手掛かりを得、ずれの大きさが有意でない場合でも、新物理（特に Left-Right symmetric model など）のパラメータに制約を加えることが可能である。

2. 研究の進捗状況

B 中間子の輻射崩壊により発せられる光子の偏極度を測定することにより新物理を探索するためには、B 中間子から荷電共役固有状態にある粒子と光子に崩壊する「中性モード」の信号事象を確立することがまず必要である。通常、中性モードよりも分岐比の高い、対応する「荷電モード」の信号事象が先に発見され、それは中性モード発見の目安を与えるだけでなく、制御サンプルとして解析のために有効に利用される。

本研究開始前に、 $b \rightarrow s \gamma$ 遷移である $B^0 \rightarrow K^*(\rightarrow K_S \pi^0) \gamma$, $B^0 \rightarrow K_S \pi^0 \gamma$ の信号が発見・確立され、本研究代表者らにより S_{CP} の測定がな

されていた。本研究の開始により、更に崩壊分岐比が小さく、かつ背景事象も多い $B^0 \rightarrow K_S \rho \gamma$ の信号を発見・確立し、 S_{CP} の測定に世界で初めて成功した。また、 $B^0 \rightarrow K_S \eta' \gamma$ の信号は未だ発見できていないが、対応する荷電モード $B^+ \rightarrow K^+ \eta' \gamma$ の信号の発見に成功しており、 $B^0 \rightarrow K_S \eta' \gamma$ の発見も時間の問題であると期待されている。似た例として、 $B^0 \rightarrow K_S \phi \gamma$ は、本研究開始前には荷電モード $B^+ \rightarrow K^+ \phi \gamma$ の信号だけ発見されており、中性モードは発見されていなかったが、信号を探索したところ、中性モードの信号を世界で初めて発見することに成功した。また、桁違いに崩壊分岐比が小さい $b \rightarrow d \gamma$ 遷移のうち、 $B \rightarrow \rho^0 \gamma$ の信号を発見・確立し、 S_{CP} の測定に世界で初めて成功した。これらの測定のために必要となる、信号事象再構成、背景事象抑制、信号・背景事象のモデリング、崩壊点位置再構成と時間情報の解析などの技術は、高いレベルで確立されたと言える。

一方で、光子の conversion を用いて、電子対の張る面の傾きから光子の偏極を測定する方法については、生成した電子対の間の角度が小さく、面決定精度が上がらず、当初期待したほどの測定の感度が得られないことが分かった。もともと conversion の確率が低いこともあり、こちらの手法により有意義な物理情報を得るのは容易ではないという結論に達した。

3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している

(理由)

Conversion を用いた解析は、残念ながら当初考えていたほどの感度が得られないために

保留されているが、一方で、 S_{CP} の測定は、当初想定していた $b \rightarrow s\gamma$ にとどまらず、 $b \rightarrow d\gamma$ にまで及んでいる。よって、全般的には概ね順調だと言える。

4. 今後の研究の推進方策

今後も、 S_{CP} の測定に主眼を置き、B中間子の輻射崩壊からの光子の偏極度測定を推進する。なるべく多くの結果を導き出し、国際会議等で報告し、理論家たちと議論し、理解を深める。また、次世代Bファクトリーに向けて有意義な議論ができるよう、将来の可能性を高めるために今できる努力を行う。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① 後田 裕 他 Belle Collaboration,
” Time-Dependent CP-Violating Asymmetry in $B^0 \rightarrow \rho^0 \gamma$ Decays”、
Phys. Rev. Lett. 100、頁 021602-1 から
021602-5、2008年、査読有
- ② J. Li 他 Belle Collaboration,
” Measurement of the Time-dependent CP Asymmetries in $B^0 \rightarrow K^0_S \rho^0 \gamma$ Decays”、
Phys. Rev. Lett. 101、頁
251601-1 から 251601-6、2008年、査
読有
- ③ R. Wedd 他 Belle Collaboration,
” Evidence for $B \rightarrow K \eta' \gamma$ Decays
at Belle”、KEK preprint (submitted to
PRD(RC); arXiv:0810.0804)、2009-15、
査読無 (査読論文査読中)

[学会発表] (計20件)

- ① 後田 裕、B中間子の輻射崩壊における
CP非対称度の測定、日本物理学会 第6
2回年次大会、2007年9月24日、北
海道大学札幌キャンパス
- ② 後田 裕、” Future e^+e^- flavor
factories: detector challenges and
physics expectations”、Flavor Physics
and CP Violation 2008、2008年5月
9日、台湾・台北
- ③ 後田 裕、” Status and Prospects of
sKEKB”、Flavour as a Window to New
Physics at the LHC、2008年5月30
日、CERN, Switzerland
- ④ 後田 裕、” B Physics world”、XI ICFA
School on Instrumentation in Elementary
Particle Physics、2010年1月11日、
Bariloche, Argentina