

1. 解析の状況

前回報告(2015年5月)後も引き続き Belle 実験で収集した全データを使って、Belle 実験としての最終結果や新しいプロセス・崩壊モードなどの解析が進められている。2015年夏および秋の国際会議 (EPS-HEP, Lepton-Photon, Hadron など) や学術論文に新しい結果を発表した。その中のいくつかの結果を報告する。

$B^0 \rightarrow D_{CP} h^0$ 崩壊 (D_{CP} は $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ や $K^+ K^-$ などの中性 D 中間子の CP 固有状態への崩壊を表し、 π^0, η, ω を表す) の時間依存の CP 非対称度は、CKM 行列のユニタリー三角形の内角 ϕ_1 の測定に用いられる。これは標準理論における理論の不定性が少なく、精密測定における新物理の探索において標準理論の基準値として重要である。しかし、終状態への崩壊分岐比が小さいため、これまでその CP 非対称性は有意に確認されていなかった。今回、Belle と BaBar で両実験の全てのデータを一緒に使った初めての共同解析を行い、 5σ 以上の有意性で初めてこの崩壊の CP 非対称性を確立することができた (図 1)。測定結果は $\sin 2\phi_1 = 0.66 \pm 0.10 \pm 0.06$ (1 番目と 2 番目は統計誤差と系統誤差) と標準理論の期待値とよく一致しており、将来 Belle II での精度を上げた測定に期待をもたらすものであった。

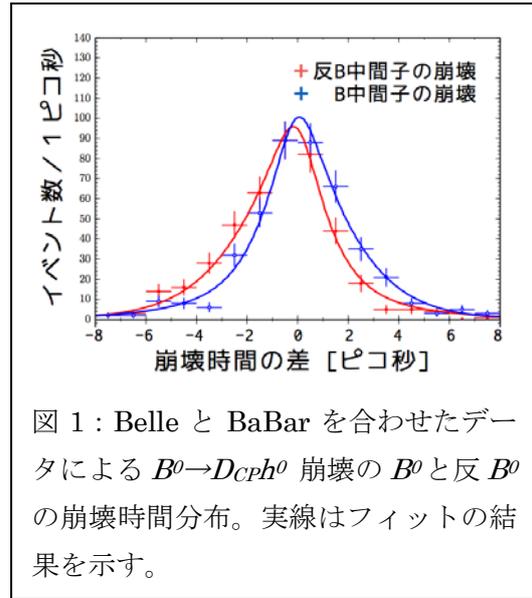


図 1 : Belle と BaBar を合わせたデータによる $B^0 \rightarrow D_{CP} h^0$ 崩壊の B^0 と反 B^0 の崩壊時間分布。実線はフィットの結果を示す。

今回、Belle と BaBar で両実験の全てのデータを一緒に使った初めての共同解析を行い、 5σ 以上の有意性で初めてこの崩壊の CP 非対称性を確立することができた (図 1)。測定結果は $\sin 2\phi_1 = 0.66 \pm 0.10 \pm 0.06$ (1 番目と 2 番目は統計誤差と系統誤差) と標準理論の期待値とよく一致しており、将来 Belle II での精度を上げた測定に期待をもたらすものであった。

$B \rightarrow D \tau \nu$ および $B \rightarrow D^* \tau \nu$ 崩壊は、荷電ヒッグス粒子の探索に感度の高い崩壊であり、これまでの測定結果が標準理論による期待値より大きな値を示しており、BaBar の全データを使った結果が標準理論から 4σ 以上で、 $B \rightarrow D \tau \nu$ と $B \rightarrow D^* \tau \nu$ の崩壊分岐比のパターンが Type-II の Two-Higgs-Doublet モデルと異なっており、Belle の全データを使った高統計の結果が待ち望まれていた。今回 Belle では、全データを使いさらに改善された解析により測定を行った。結果は、BaBar の結果と標準理論の間の値を示し、Belle のデータのみでは、標準理論から有意なずれは見られな

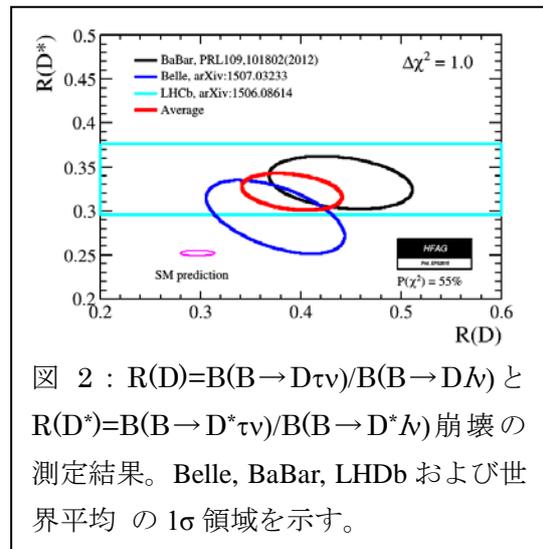


図 2 : $R(D) = B(B \rightarrow D \tau \nu) / B(B \rightarrow D \ell \nu)$ と $R(D^*) = B(B \rightarrow D^* \tau \nu) / B(B \rightarrow D^* \ell \nu)$ 崩壊の測定結果。Belle, BaBar, LHCb および世界平均の 1σ 領域を示す。

った(図 2)。また、ほぼ同時に発表された LHCb の $B \rightarrow D^* \tau \nu$ 崩壊の結果も標準理論より大きな値を示し、3 実験の世界平均は標準理論から 3.7σ のずれを示し、今後のさらに高統計の測定に期待を持たせるものであった。

2. Belle II の活動状況

前回報告以降も各検出器の製作が進み、最終段階を迎えている。K 中間子・ミューオン検出器 (KLM) では、遅れていた読み出し電子回路の導入が進行中であり、バレル粒子識別検出器 (TOP) は、全モジュール (16 台+予備 1 台) の完成が迫ってきている。中央飛跡検出器 (CDC) では、一部の電子回路を使つての宇宙線試験が行われた。2 回の全体会議を通して、今後の検出器全体の組み上げに向けての議論も真剣味が増してきたところである。今回の報告では、エンドキャップ部粒子識別検出器 (ARICH : Aerogel Ring Imaging Cherenkov Counter) の建設状況を取り上げる。

ARICH は前方エンドキャップカロリメータの前面に設置される粒子識別装置である。Belle 検出器においては低運動量領域の $K\pi$ 分離だけに特化した閾値型チェレンコフカウンターが用いられていたが、Belle-II への改造の目玉の 1 つである粒子識別装置の改良として、チェレンコフリングを再構成して全運動量領域での識別を可能にするものである。これを実現するために放射体としてエアロゲル (図 3) を利用し、光子検出として位置敏感型 HAPD (図 4) を使用している。エアロゲルは光子数を増やすためには厚くする必要があるが、厚くすると発光点の違いからチェレンコフリングがぼけてしまう欠点がある。それを克服するために、屈折率の違う 2 層構造にすることによって性能向上を図っている。十分によく一致した屈折率や十分によい透過率をもった必要数のエアロゲルの生産はすでに完了している。



図 3: 製作された透明度のよいエアロゲルの写真

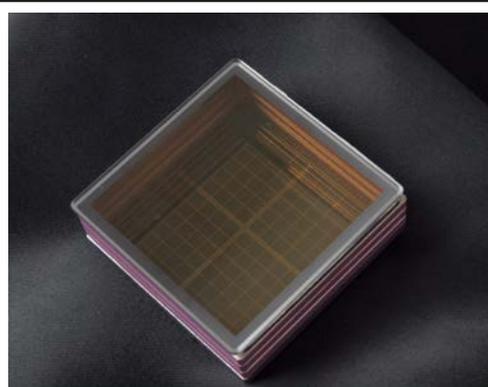


図 4: 位置敏感型 HAPD の写真

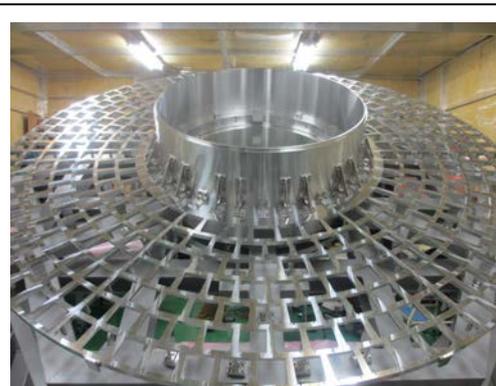


図 5: 筑波実験棟 B4 側室に納品された構造体の写真

浜松ホトニクスによる新開発の HAPD は、1.5 Tesla の高磁場で使用可能で、1 光子を S/N 良く検出可能であり、しかも、チェレンコフリングの径を精度よく測定可能な程度に細分化された読み出しをもつものである。納品された HAPD は、KEK の博士研究員や総研大の学生が中心となって、ヨーゼフ・ステファン研究所 (IJS) や新潟大等の協力を得て、高磁場下での性能試験が継続的に行われてきた。予期していなかった巨大信号の発生という問題があったが、それを抑制するための改良を施すなどの幾多の困難を克服しつつ、必要数の生産に向けて最終段階にきている。IJS などが開発してきた読み出し電子回路も Belle2Link (Belle-II での標準読み出しシステム) を使ったチェックも終了し、まもなく、全モジュールの製作が完了する予定である。エアロゲル、HAPD、電子回路を組み込むためのアルミニウム製の構造体 (図 5) も筑波実験棟の B4 側室に設置されているクリーンルーム内に納品されて、今まさに各部品を組み込もうとしている段階である。