

Belle Group 活動報告

1. 解析の状況

昨年(2012年)の夏の国際会議以降も、9月から10月にかけて Belle の共同実験機関である名古屋大学で行なわれたタウ・ワークショップやシンシナティ大学で行なわれた CKM ワークショップ、および今冬の国際会議などに、種々の新しい物理解析結果を報告した。引き続き全データを使っての Belle の最終結果を中心に、新しいモードの解析結果の発表も行った。その中のいくつかの結果を報告する。

$B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ 崩壊の時間依存 CP 非対称度の測定は、ユニタリー三角形の第二の角 ϕ_2 の測定に重要であり、これまでに Belle および BaBar で測定されてきたが、直接的 CP 非対称度 (A_{CP}) の測定に両者の間で 2σ 以上の違いがあり、議論になっていた。今回、Belle では全データを使った解析結果を発表した。今回の解析では、時間分布と信号を識別するための変数の分布を同時に 6 次元フィットすることにより、より統計精度を上げるように改善された手法を用いた。フィットの結果を図 1 に示す。図 2 に今回の Belle の結果と BaBar および LHCb の結果を示す。Belle の測定が最も精度が良く、BaBar の測定と 1σ 以内で合致することがわかる。これらの測定の世界平均は、 $S_{CP} = -0.56 \pm 0.06$, $A_{CP} = -C_{CP} = 0.29 \pm 0.05$ であり、Belle の測定が早くから示していたように、比較的大きな直接的 CP 非対称度が確立された。この結果と、今回新たに Belle の全データを使って測定した $B^0 \rightarrow \rho^0 \rho^0$ 崩壊の崩壊分岐比の測定結果を加えた、全ての崩壊モードを使って求められた ϕ_2 の世界平均の結果は、 $(88.5 + 4.7/-4.2)$ 度となった。

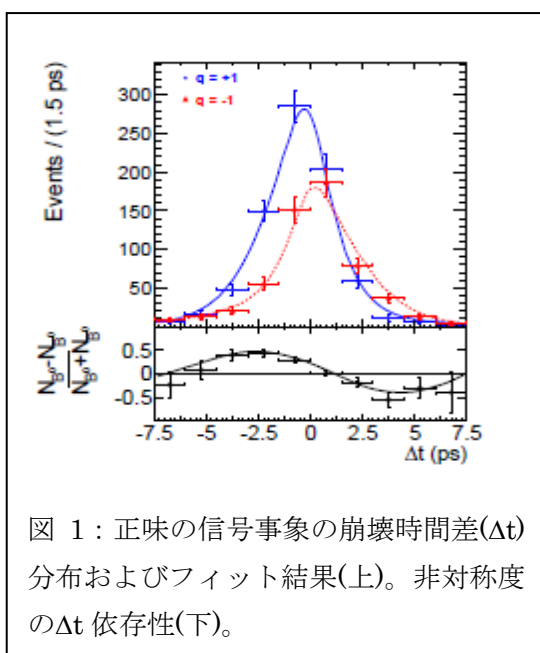


図 1: 正味の信号事象の崩壊時間差(Δt) 分布およびフィット結果(上)。非対称度の Δt 依存性(下)。

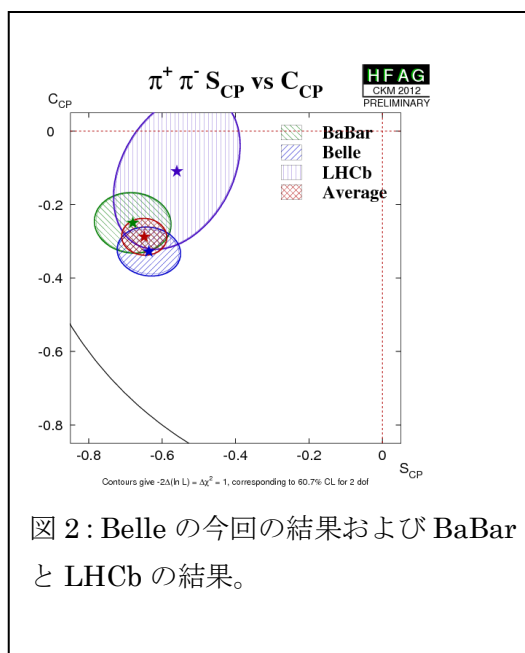


図 2: Belle の今回の結果および BaBar と LHCb の結果。

また、冬の国際会議(Moriond EW)では、B中間子のチャームを含まないバリオン対へのセミレプトニック崩壊モード $B \rightarrow p \bar{p} l \nu$ の信号を初めて観測し、その結果を発表した。B中間子のバリオンを含むセミレプトニック崩壊は、これまでに観測されておらず、チャームを含まない崩壊モードは、さらに $b \rightarrow u$ 遷移のためカビボ・小林・益川行列要素により抑制され、崩壊分岐比が小さくなるので、その信号の検出は困難である。本解析では、もう一方のB中間子を完全に再構成することにより、信号への崩壊の p, \bar{p} および荷電レプトンの運動量から、ニュートリノの不変質量を正確に測定することにより、バックグラウンドを極力抑制し、図3に示すように、信号の不変質量のピークを明確に検出することに成功した。測定された、崩壊分岐比は、 $(5.78 \pm 2.4 \pm 0.86) \times 10^{-6}$ であり、 3.2σ の有意性であった。この結果は、標準理論の期待値と無矛盾ではあるが、この種類の崩壊分岐比が大きくなるという最近の理論的予測を否定する結果となり、バリオン生成のメカニズムの理解を深めるために重要な結果である。

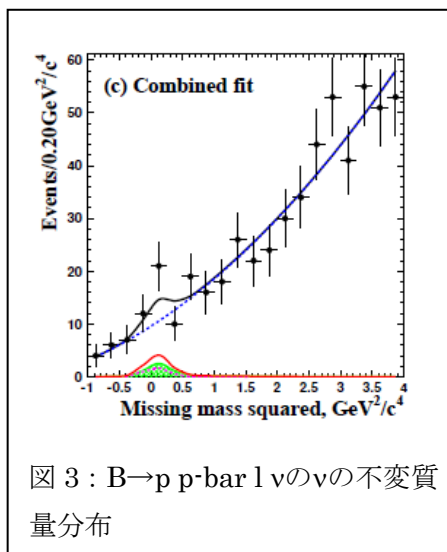


図3： $B \rightarrow p \bar{p} l \nu$ の ν の不変質量分布

2. Belle II の活動状況

各検出器の実機の製作が着実に進行中である。2012年11月と2013年3月にKEKで全体会議を行い、各検出器の進行状況の報告、取り合いの確認等を行った。2013年3月にはBelle PACを開き、国際的な専門家の観点からレビューを行ってもらっていて、報告書は近いうちに公表される。今回は、Belle II 測定器の回転の完了と中央飛跡検出器(CDC)の建設状況を報告する。

- 過去2回にわたって報告してきた Belle II 測定器の回転作業が無事に完了した。約1500tonもある測定器の回転は、慎重に進められ約半年に及び作業ではあったが、加速器から要求されている角度まで回転することができた。
- CDCは、発生する荷電粒子をとらえ、運動量を精密に測定すると同時にエネルギー損失の測定から粒子識別の情報を得ることができるKEKが担当する重要な測定器である。BelleのCDCと同

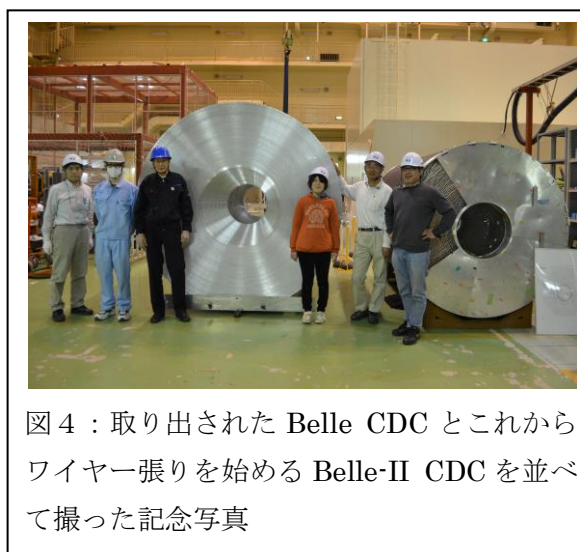


図4：取り出された Belle CDC とこれからワイヤー張りを始める Belle-II CDC を並べて撮った記念写真

様に小さなセルを多数配置したワイヤーチェンバーであるが、バレル粒子識別装置がコンパクトになったおかげで外径が大きくなって、より良い運動量分解能が期待されている。ワイヤー数は約1.7倍になり、総数56,576本（センスワイヤーは14,336本）である。構造体は、外筒にエンドプレート（穴加工済み）が装着された状態で2012年11月22日に納品された。図4は、BelleのCDCとBelle-IIのCDCを並べた状態で記念撮影を行ったものである。今回のCDCが大きくなっていることがよくわかる。納品後、測量やプリストレスなどの工程を経て、12月18日よりワイヤー張りが富士実験棟B4に設置されたクリーンルーム内で開始された。今回はワイヤーを外側から張っているが、多分この種のチェンバーでは初めての試みであると思われる。そうであるが、いくつかの些細なトラブルを克服しながら、現在は順調にワイヤー張りを進めている。約13ヶ月後の来年の1月に完了する予定である。図5は、チェンバーを上から見た写真である。フィードスルーがある部分がすでにワイヤーが張られている（12,637本分）。白いキャンブだけが見える部分がこれからワイヤーを張る部分で、所々にプリストレス用のスプリング等が見られる。図6は、スモールセルチェンバーと読んでいる部分で、5120本のワイヤーが張られる。この部分のプリストレステストも終了しており、4月中にはワイヤー張りを独立に始める予定である。完了後は、個別にテストして、来年1月以降に本体に組み込む予定である。

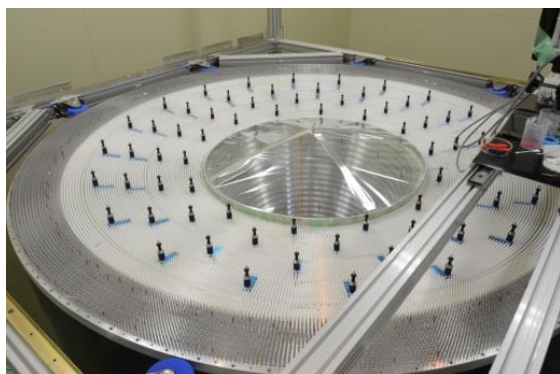


図5 ワイヤー張りが進められている Belle-II CDC を上部から取った写真

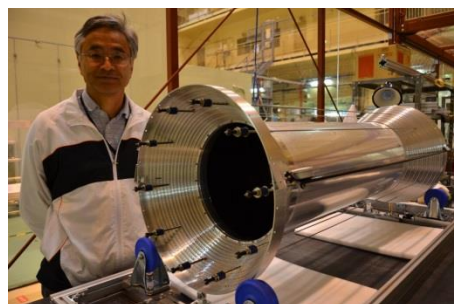


図6 スモールセルチェンバーと呼ばれる独立にワイヤー張り、テストを行っている、本体に組み込むチェンバーの写真。