

1. 解析の状況

前回報告(2017 年 4 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・崩壊モードの解析、新しい解析手法の発が進められている。2017 年度前半の国際会議 (FPCP, EPS-HEP, PANIC, HADRON など)や学術誌に新しい結果を発表した。その中のいくつかについて報告する。

$B \rightarrow \mu \nu$  崩壊はヘリシティ抑制された二体崩壊過程であり、現在注目を集めている  $B \rightarrow D^* \tau \nu$  崩壊と同様に荷電ヒッグス粒子に感度がある。分岐比が非常に小さいためこれまで分岐比の上限しか与えられてこなかったが、今回全データを用いた解析で 0 でない分岐比が得られた。ただし信号の有意度は  $2.4\sigma$  で信号の証拠としては確立していない(図 1)。また値は若干標準模型の予言より大きめだが、誤差の範囲内である。この崩壊過程は Belle II の初期段階で大きく注目されているもののひとつである。

$B \rightarrow K^* \gamma$  崩壊は単独のペンギン崩壊過程の中では最も崩壊分岐比が大きく、これまで精度よく測定されてきたが、今回、分岐比を  $B^0$  と  $B^+$  について比較したところ、初めて  $3.1\sigma$  で有意な違いが測定された。これは B 中間子内の軽いクォークの違いを含む高次補正の効果が見えていることになる。新物理の過程によっては大きな効果もあり得るが、今回の結果はほぼ標準理論の予言通りであった。

X(3872)の性質を調べる新たな試みとして、 $B \rightarrow X(3872)K$  崩壊の K 中間子と反対側の B 中間子を用いたミッシング質量分布から X(3872) の探索を行った。この方法により、これまで分岐比の積でしかわかっていない X(3872)の絶的崩壊分岐比を求めることができる。残念ながら有意な信号は見つからなかったが、絶対崩壊分岐比の新たな上限を設定することができた。また、副産物としてさまざまな B 中間子のチャーモニウムと K 中間子への崩壊の分岐比の精度が向上した(図 2)。

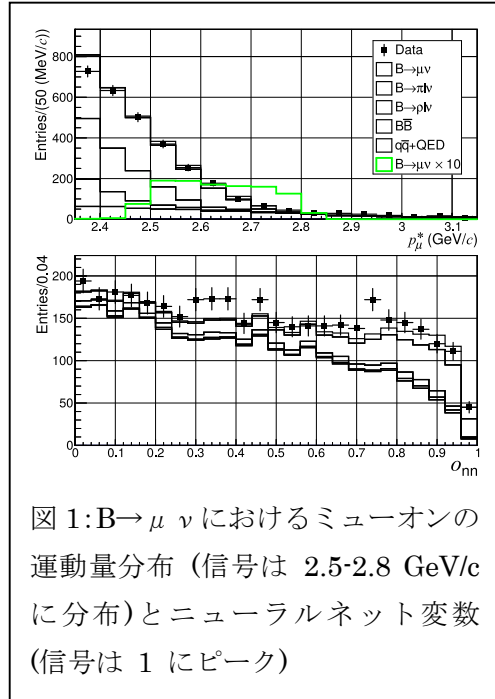


図 1:  $B \rightarrow \mu \nu$  におけるミューオンの運動量分布 (信号は 2.5-2.8 GeV/c に分布)とニューラルネット変数 (信号は 1 にピーク)

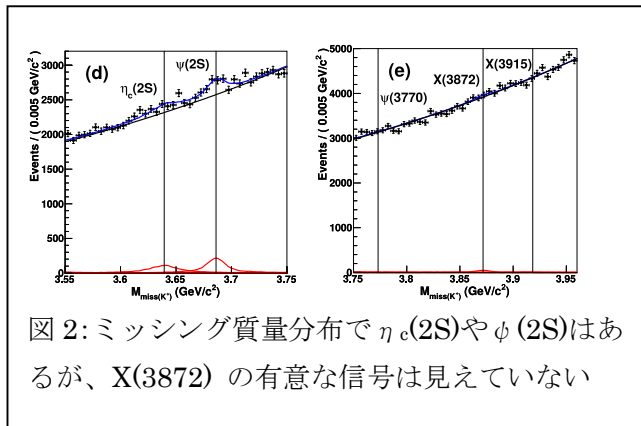


図 2: ミッシング質量分布で  $\eta_c(2S)$  や  $\psi(2S)$  はあるが、X(3872) の有意な信号は見えていない

## 2. Belle II の活動状況

前回報告以降にも Belle II 検出器建設が順調に進められてきている。これまで独立に建設を進めてきた Belle II 検出器を試験運転が終わった SuperKEKB 加速器の衝突点へ移動するロールイン作業が 2017 年 4 月 11 日に行われた。筑波実験棟 B4 を十数メートル移動するだけではあるが、実験開始までもなくであるあると感じさせる Belle II グループにとっては大きなマイルストーンであった。1500 トンもある巨大な測定器を油圧ジャッキでゆっくりと移動させ、予定した時間内に規定の位置まで無事に移動することができた。この模様は、広報関係者、動画配信会社と共同でインターネットを通してライブ配信するという新しい試みも行い、予想以上の反響が得られた。図 3 の写真は、ロールイン直後に撮影されたものである。

ロールイン後は、加速器の最終収束電磁石 (QCS) を規定の位置まで挿入して、Belle ソレノイドと同時に励磁する最初の試験と磁場測定が行われた。QCS は多く超電導電磁石を 1 つのクライオスタット内に収めた非常に複雑な装置で多大な努力でやっと完成にこぎつけたものであり、この同時励磁試験を無事に終えたことも大きなマイルストーンであった。

Belle 側は、中央飛跡検出器 (CDC) を組み込んだ最初の励磁であったので、それまでに組み込まれていた 4 つのサブ検出器と合わせて、宇宙線データの収集を行った。図 4 に得られた宇宙線イベントの例を示す。CDC で得られた飛跡に対応する場所に他の検出器 (バレル粒子識別検出器 (TOP)、CsI カロリメーター (ECL)、KL ミューオン検出器 (KLM)) の信号を確認することができ、Belle-II 全体のデータ収集システムが複数のサブ検出器を網羅し

て、動作することが可能であることがわかった大きなマイルストーンとなった。これからは、ビーム運転に向けて高速でのデータ収集の確立や各サブ検出器の較正や性能評価を行って



図 3 : ロールイン後の記念写真

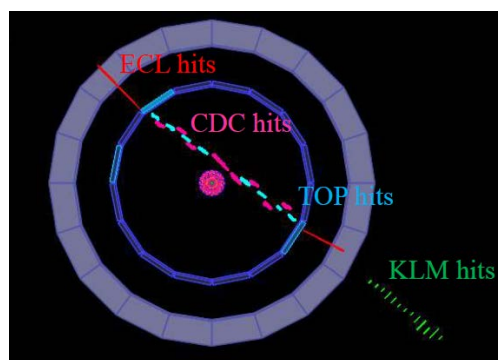


図 4 : 4 つのサブ検出器で捕らえられた宇宙線イベント



図 5 : エアロゲル部と光センサー (HAPD) 部の合体直前の ARICH

いかなければならない。

2017年夏の磁場測定後は、製作に時間がかかって残された前方の粒子識別装置 (ARICH) の組み込みを行った。ARICH は、チェレンコフ光の輻射体であるエアロゲル部とその光を捕らえる HAPD 部 (前置電子回路を含む) を B4 側室で別々に組み立て作業を行ってきた。それらを Belle 構造体への組み込み直前に側室から出して、初めて合体作業を行った (図 5)。合体後は、配線、配管の作業とともに検出器としての動作試験を行った後、待機していた前方 CsI カロリメータとともに、無事に Belle 構造体に組み込まれた。これで外側のすべてのサブ検出器が一体となる大きなマイルストーンが達成された。

CDC の内側に設置予定の崩壊点検出器は、2018 年に予定している Phase-2 の加速器運転でのビーム起因バックグラウンドの様子を見極めてから組み込むことを予定している。そこで、それに代わってビームバックグラウンドを測定するための各種センサーや崩壊点検出器の一部を含んだ BEAST Phase 2 なる検出器群の組み込みも行った。組み込み後の多くの配線、配管作業も終了した。先に導入されていた液体 CO<sub>2</sub> 冷却試験も無事に終了し、2017 年 12 月までにサブ検出器単体での動作試験まで行った。これも、Belle II 検出器全体の完成に向けての見通しが立つ大きなマイルストーンであった。今後は、ビーム運転に向けて、他の検出器と合わせての総合試験を行う予定である。