

Belle II 実験のための Aerogel-RICH 検出器プロトタイプの性能評価

6409009 多賀井里枝

Belle 実験では電子陽電子衝突型加速器を用いて B 中間子を大量に生成しその崩壊過程などを観測することにより B 中間子系での CP 対称性の破れの観測を行っている。2001 年に $B \rightarrow J/\Psi K_s$ への崩壊過程において CP 対称性の破れが観測されたが、小林・益川理論の詳細な検証と標準理論を超える新しい物理の探索を展望に検出器のアップグレードが計画中である。

K/π 中間子の粒子識別は CP 対称性の破れの観測において重要な課題である。現在 Aerogel Cherenkov Counter(ACC)のバレル部では輻射体の Aerogel から放出されるチェレンコフ光の有無で運動量 $0.5 \sim 3.5 \text{ GeV}/c$ において K/π 識別を行っているが、エンドキャップ部では最大 $2 \text{ GeV}/c$ までの領域で行われている。Belle II 実験に向けてエンドキャップ部での識別能力を上げる為に、輻射体 Aerogel から円錐状に放出されるチェレンコフ光のリングイメージを捉えることにより $0.5 \sim 4 \text{ GeV}/c$ の運動量領域で K/π 識別を行う新型粒子識別装置 Aerogel-RICH(A-RICH)の開発を行う。従来の閾値型の ACC からリングイメージカウンターにすることにより運動量 $4 \text{ GeV}/c$ において 4σ 以上の信頼度で K/π 識別を目指す。

A-RICH 検出器は輻射体に Aerogel、光検出器に Hybrid Avalanche Photo Detector(HAPD)、読み出し回路に ASIC で構成される。HAPD は $4.9 \text{ mm} \times 4.9 \text{ mm}$ の APD ピクセルを 144ch 持つ新型のマルチアノード型光検出器である。HAPD は「十分な有効面積」、「位置分解能」、「単光子検出可能」の条件を満たす検出器として(株)浜松ホトニクスと共同開発している。

本研究では、HAPD の基本性能試験を行った後、読み出し回路として開発している ASIC とともに 2009 年 11 月に A-RICH 検出器の性能試験として運動量 $2 \text{ GeV}/c$ の電子ビームの照射実験を行った。照射実験では、Belle 検出器内に設置することを想定し、HAPD を扇型に配置にしたプロトタイプを製作し、荷電粒子の入射角度に対する検出器の性能を評価するため電子ビームの入射角度を 0° 、 15° 、 30° と変え試験を行った。また、Aerogel の境界に電子ビームが当たった場合等に関する評価をするための試験も行った。リングイメージ、光電子数、チェレンコフ角度分解能、バックグラウンドに関して解析し、実用に向けた検出器の性能評価を行った。その結果リングイメージの観測ができ、A-RICH としての性能向上、また入射角度がついた場合でも A-RICH が目標とする運動量 $4 \text{ GeV}/c$ における K/π 識別能力 4σ 以上の識別能力が得られる事が分かった。

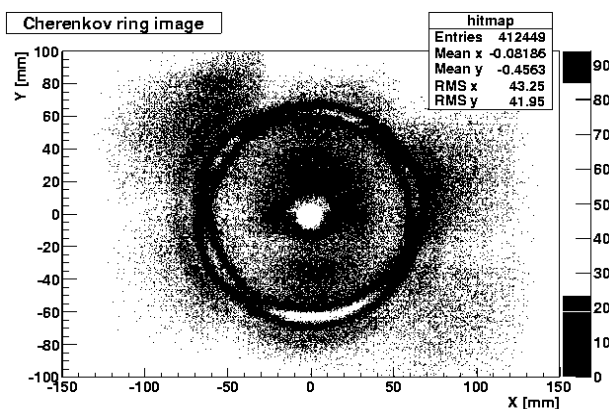


図 1:A-RICH 検出器で得られたリングイメージ

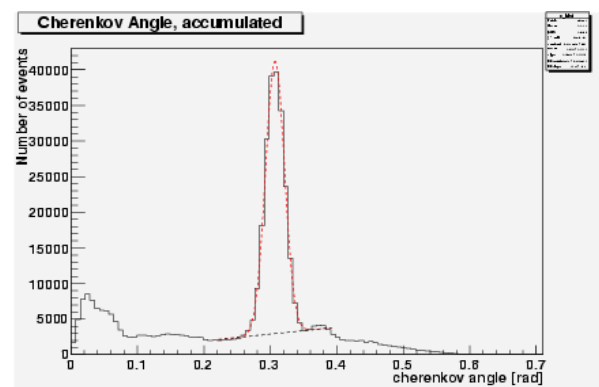


図 2:得られたチェレンコフ角度分布