

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.

π/K 中間子の粒子識別は CP 対称性破れの観測において重要な課題である. 現在 Aerogel Cherenkov Counter(ACC)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 $1\text{GeV}/c$ 以上の π/K 識別を行っている. しかし, Belle 検出器側面では $2\text{GeV}/c$ を超える高運動量域の粒子識別が不可能である. そこで, 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, π/K 識別を行う新型粒子識別装置 Aerogel-RICH(A-RICH)の開発を行っている. 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 π/K 識別を行う.

A-RICH は輻射体に Aerogel, チェレンコフ光を捉えるための光検出器, ASIC を用いた読み出し回路で構成される. 光検出器への要求として, 「十分な有効面積」, 「位置分解能」, 「単光子検出可能」が挙げられ, それを満たす検出器として Hybrid Avalanche Photo Diode(HAPD)を数年前から浜松ホトニクス社と共同開発している. 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の光検出器である.

本研究ではまず, A-RICH 照射実験で使用する HAPD 全サンプルの性能試験を行った. 単光子レベルの LED を HAPD に照射し, 仕様通りの $10^4 \sim 10^5$ のゲインで単光子検出可能であることがわかり, 照射実験への実用性を確認した. そして HAPD と ASIC の統合試験として A-RICH のプロトタイプを製作し, 2008 年 3 月, 6 月に運動量 $2\text{GeV}/c$ の電子ビームによる照射実験を行った. 照射実験では Belle 検出器内設置を想定した配置や電子ビーム入射角度に対する評価, 様々な屈折率の Aerogel を使用した場合と実用に向けた検出器の評価を行った. その結果リングイメージの観測に成功し, 入射粒子ごとのチェレンコフ光の検出数, チェレンコフ光の角度分解能の評価から目標とする運動量 $4\text{GeV}/c$ における π/K 識別 4σ の識別能力が得られた.

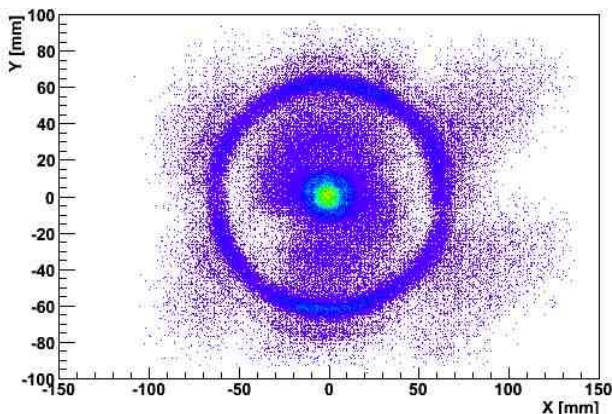


図 1 : A-RICH で得られたリングイメージ

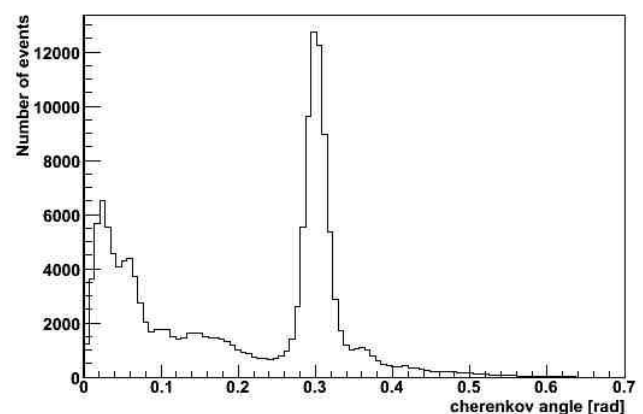


図 2 : チェレンコフ光角度分布