

GPPU 秋の進捗報告レポート

電子光物理学研究センター

B9SD2021

吉田千尋

研究の進捗状況

SPring8/LEPS2 ソレノイド実験のための粒子識別用エアロジェルチェレンコフカウンターの開発

報告者の研究課題は SPring-8/LEPS2 ソレノイド実験における K 中間子原子核探索である。この実験を遂行するためにこれまで粒子識別用エアロジェルチェレンコフカウンターの開発を行ってきた。

SPring8/LEPS2 ソレノイド実験では前方 30 度から 40 度に飛来する運動量が 1 GeV/c から 2 GeV/c の π 中間子と K 中間子の区別をエアロジェルチェレンコフカウンター (AC) を用いて行う。この検出器は 1 GeV/c 以上の π が通過した時に発生するチェレンコフ光を検出し、2 GeV/c 以下の K 中間子が通過したときにはチェレンコフ光を発生しないような屈折率 1.03 のエアロジェルを用いた閾値型チェレンコフカウンターである。

報告者は昨年度までにプロトタイプのパフォーマンス評価を行ってきた。その結果、プロトタイプに使用していた反射材 Enhanced Specular Reflector (ESR) からシンチレーション光が発生しており、このシンチレーション光により K 中間子を π 中間子と誤認識してしまう確率 (K 中間子誤検出率) が高くなっていることをつきとめた。そこで検出器に使用する反射材を決定するために 2019 年 7 月に電子光物理学研究センターにおいて陽電子ビーム照射実験を行った。ESR とアルミナイズドマイラーを用いた筐体を 3 種類製作し (図 1)、それぞれについて入射位置を変えながら陽電子ビームを照射した。エアロジェルを筐体に入れた場合の出力光量から π 中間子検出効率を、エアロジェルを筐体から除いた場合の出力光量から K 中間子誤検出率を評価した。 π 中間子検出効率が 95% を満たすとき K 中間子誤検出率はそれぞれの筐体で 41% (box1)、12% (box2)、10% (box3) となった。この結果から AC に用いる反射材としてアルミナイズドマイラーを採用することに決定した。実機の形状および反射材の選定が終わったため、今後は実機の大量生産に取り掛かりたいと考えている。それに先立って、実機の最終性能評価を行うために電子光物理学研究センターにおいて陽電子ビーム照射実験を計画しビームタイムの申請を行った。この申請は課題採択委員会での協議の結果採択され、実験は 2019 年 12 月に行う予定となった。この実験では π 中間子検出効率および K 中間子誤検出率のより細かい入射位置依存性や入射角度依存性について評価を行う。現在この実験に向けて実機の製作に取り掛かっているところである。また、その後今年度の実機のソレノイド磁石中へのインストールに向けて治具の設計も並行して行っている。

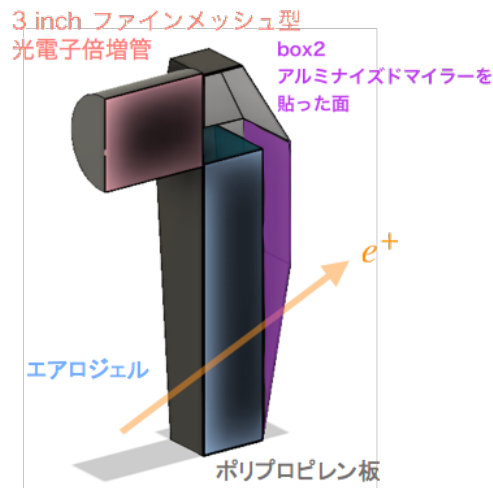


図1 製作した筐体のイメージ図。box1 は筐体の内側全ての面に ESR を貼り付けたもの、box2 は下流の面のみアルミナイズドマイラーに変えたもの、box3 は全ての面にアルミナイズドマイラーを貼り付けたもの。

今後の GPPU 期間における研究の予定

実機の最終性能評価のための陽電子ビーム照射実験を 12 月に予定している。11 月中に陽電子ビーム照射実験に向けた筐体の製作、回路系の構築等を行う。この実験の結果は技術論文に投稿予定である。実験後 AC 実機を製作し、2020 年 1 月中旬にソレノイド磁石内にインストールする。その後コミッショニングのためのデータを取得する。コミッショニング後 2020 年度前半に物理データを取得することを目標としている。物理データの取得には半年程度のビームタイムを見込んでいる。2020 年度から 2021 年度にかけてデータの解析、解析結果の物理的解釈を行い、博士論文にまとめる。

また、現在 GPPU 特別国際研修として、INFN-LNF において行われている SIDDHARTA-2 実験に参加している。この実験の目的は K 中間子重水素原子の X 線精密測定を行い、K 中間子と核子の間に働く相互作用のアイソスピン依存性について調査することである。SIDDHARTA-2 実験は現在 ^4He 標的を用いたコミッショニングを行っており、報告者はシフトを取りながら各検出器およびデータ収集系等について学んでいる。何らかの解析に挑戦したいと考えているが、詳細については現在実験責任者と協議中である。この K 中間子-核子間相互作用は K 中間子原子核の束縛エネルギーや崩壊幅の物理的解釈のために必要不可欠な情報であり、報告者が課題としている研究を遂行するにあたって重要な知見が得られると確信している。