

ELPH ビームテスト用 AC 筐体設計

1. はじめに

東北大学電子光物理学研究センター(ELPH)で J-PARC E40 実験のビームタイムに付き添ってビームテストを実施することとなった。日程は教育訓練とセットアップのため 6/14 から ELPH に入る。本番実験は 6/17-18 の 2 日間(計 24 時間分)行われる。サブ実験では FOREST AC の仮設計試験、RICH 検出器の反跳電子除去実験、シンチファイバーの荷電粒子飛跡装置検証試験、WLSF を用いた γ 線検出器検証試験を行う予定だ。5 月から準備して FOREST AC 設計試験のための筐体を製作した。

2. FOREST AC

超前方散乱の荷電粒子について π/K 識別することを目的にする(まだわからないが)。そのため、運動量領域に応じて屈折率を用意する必要がある。FOREST アップグレードではダイポール磁石が導入されビームライン延長線上に設置される。その後 AC と TOF、鉛ガラスで粒子識別する。

図 1 にチャレンコフ放射のための輻射体の屈折率とチェレンコフ条件の運動量しきい値の関係を示す。例えば、1~2 GeV/c の π/K 識別をするためには屈折率は 1.01~1.03 が要求されることが黄枠線内で示されている。またチェレンコフ光の光量は屈折率に依存して増加傾向にあるので、以上の要請では 1.03 を使用すべきである。つまり屈折率 1.03 を使用したしきい値型チェレンコフ検出器は運動量領域 0.6~2.0 GeV/c の π/K 識別が可能である。

チェレンコフ光の光子数は屈折率に依存して、以下で表せられる。

$$N_{ph} = \int \frac{2\pi\alpha L \sin^2 \theta_c(\lambda)}{\lambda^2} d\lambda$$

$$\sim 2\pi\alpha L \left(1 - \frac{1}{n^2\beta^2}\right) \int \frac{1}{\lambda^2} d\lambda$$

屈折率を 1.05 にした場合、識別できる運動領域は 0.4~1.5 GeV/c に減るが、チェレンコフ放射の光子数は約 1.6 倍に増える。

Relation of threshold momentum and refractive index

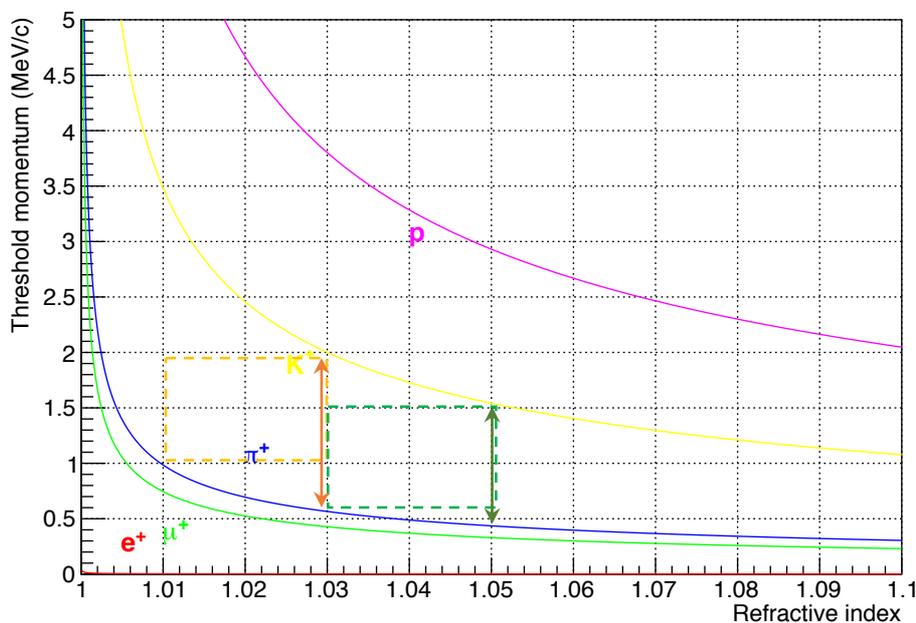


図 1. 屈折率と運動量しきい値の関係

3. AC 筐体仕様と設計

しきい値型 AC には屈折率 1.03 のシリカエアロゲルが使用され、サイズ $95 \times 95 \times 10.5 \text{ mm}^3$ のタイルを重ねることで 0, 10, 20, 30 mm における線形性を検証できる。粒子が通過する箇所はアルミマイラーが計 2 枚のみの物質に留めた。下流には V 型の反射面を設置し、光学的に側面の PMT に入射する使用だ。

側面の面積は $95 \times 95 \text{ mm}^2$ から入射する光を直径 2 インチ(約 5.1 cm)の PMT 2 個で読み出すために本設計では単純にアルミマイラーで内張りした集光部に取り付けている。ELPH ではこの仕様で十分な性能が出るのか検証したい。

材質は木材で反射材としてアルミマイラーを使用した。アルミマイラーには表裏があり、アルミ面を表側にして貼り付けた。というのは、マイラー面を表側にした場合反射率は高いが、マイラー自身でチェレンコフ放射する可能性があるためである。集光部には PMT の取り付け部(アルミ製)を接続し、最後に安定具を取り付けた。製作日数は約 14 日。最大エアロゲル積載容量は $96 \times 96 \times 35 \text{ mm}^3$ である。



図 2. AC 筐体完成品

4. まとめ

5 月下旬から 6 月上旬にかけて約 14 日かけて AC 筐体を設計し製作した。しきい値型 AC なので従来型の設計で良いはず。性能試験は宇宙線で行う予定だが、実験本番まで時間が足りない可能性が高い。PMT は確保してある。シリカエアロゲルは屈折率が 1.034 は 3 枚 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ を SrCounter から確保できるが、1.05 付近は $10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ しかない。

次の仕事は DAQ 作成と他の材料の製作である。