

参加: 河合秀幸、伊藤博士、小林篤志 (千葉大)、土川、石川、村松、木戸、宮部

時刻: 10:40-12:30

発表の流れ:

1. FOREST AC 開発について
2. AC のアイデア
3. ELPHビームテスト結果
4. まとめ

1. FOREST AC 開発について

FOREST に AC つまり荷電粒子識別を入れたらいいな~っていうモチベーションだけれども、AC を入れる必要がないとお金が取れない。物理のモチベーションとしては主に π 崩壊からの $N^*(1670)$ を測定し、これが韓 10 重項の N_5^0 ではないかと考えられているエキゾチックハドロン探索である。他に $f_0(500)$ の探索ができるのではないかと考えたが、別に H_2 もしくは D_2 ターゲットを使用すれば粒子識別する必要がない。あればいいけど、必要性のアイデアがなかなか出ないというのが現状だ。

FOREST AC に課せられている要請は (1) 大面積、(2) 狭い空間、(3) 低密度、(4) 無地場での $PID(\pi/p)$ @ 300 – 1600 MeV/c である。図1. に FOREST 検出器の概要と AC の設置予定配置を示す。ビーム方向から最大頂角 30° の角度までを π/p 識別する。周りにはガンマ線検出器 (CsI) が覆っていて PMT を配置する空間がない。そのため、一般的な AC の設計では導入することができない。

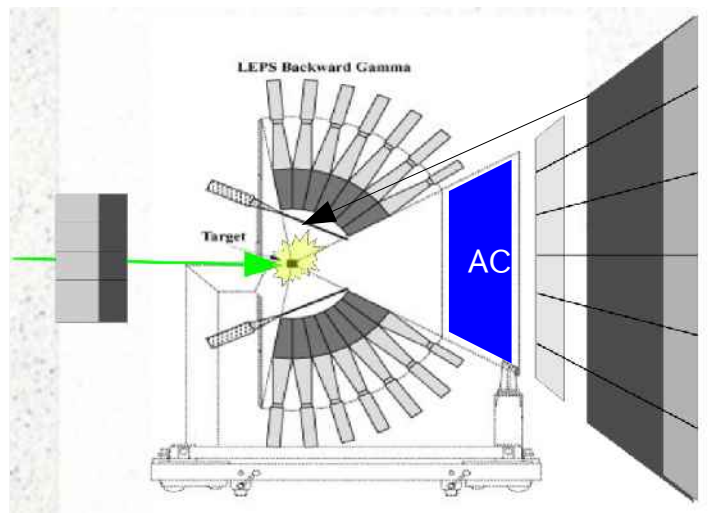


図 1. FOREST 検出器概要と AC 導入予定空間

識別する粒子は π と p で磁場が無いので、ただ単に光ったかどうかでは速度 β しか判断することができない。下流の CsI で高速の π ならば突っ切って、 p ならばシャワーを起こすなどして PID の精度が向上する。そう、無磁場での PID は困難なのだ。300 – 1600 MeV/c の π/p 識別するためにはエアロゲルの屈折率は約 1.15 が必要である。

2. AC のアイデア

(1)WLS ファイバー光量閾値型

- 有感領域にエアロジェルをおき、反射させて有感領域外においた WLS ファイバーにチェレンコフ光を導く
- チャンネル数のオーダーは 20 程度
- 必要なエアロジェルの厚さが大きくなり 70 cm 程度

(2)直接マウントの MPPC 読み出し反応個数閾値型 (RICH もどき)

- エアロジェルの背後に MPPC を直接接続する十分な設置密度を確保できればもっとも確実な方法
- 必要なチャンネル数は 2,000 - 10,000 程度

(3)WLS ファイバー反応個数閾値型

- エアロジェルチェレンコフの下流に WLS ファイバーをおき、エアロジェルで発生したチェレンコフ光を WLS ファイバーで可視光に変換
- 1)との大きな違いは WLS ファイバーに粒子が直撃するか 否か WLS ファイバーで発生したチェレンコフ光のノイズが大きいので 厳しい
- 必要なチャンネル数は 100-200 程度

性能的にはもちろん方法(2)が最適だが、現実問題を考えるとあまり良い解がない。今後も開発を続ける。その上で重要なポイントは下記の(3)であり対象とする物理過程から制限を与えた方がよい。

コメントや宿題

1. 陽子標的や重陽子標的に対して全ての終状態粒子を検出する場合には、運動学から π , p の分離は十分可能である。エアロジェルによる PID は終状態粒子を全て検出することができない原子核標的に対して威力を発揮する。

2. WLS は吸収+再発光で 50% の効率 内訳はクラッド領域で 10% のロス 吸収されても発光しない過程で 40% のロス全反射条件を満たして伝播される光の割合で一桁落ち

3. エアロジェルチェレンコフ検出器に対する厚さ (放射長単位) はどこまで 許されるか?

>>おそらく 0.1 Rad. Length と言われたけど...

aerogel の放射長は $X_0=27.25\text{g/cm}^2$ と密度 $\rho=1+\alpha n$ から計算できる。

$n=1.15$ で DMF 製作法なら $\alpha\sim 0.3$ なので $\rho\sim 0.5\text{g/cm}^3$, つまり放射長は $X=X_0/\rho=54.5\text{cm}$ です。

エアロゲル $n=1.15, d=2\text{cm}$ は放射長 0.037 rad. length 相当です。

4. SPIDER の代わりにトラックャーを用意すればエアロジェルチェレンコフ検出器 は厚くできるか?

>>実験の継続性から考えて SPIDER は少なくとも当面は継続的に使用する。

5. 何か抜本的なアイデアはないか?

二種類の屈折率のエアロジェルを使って π , K , p の弁別ができる

FOREST のように運動量が測定できなくても同じことができるか、可能であればストレンジネス物理に広がるので非常に魅力的である。

6. 基本的に電磁カロリメータ Csl は 300 mm の厚さである

どの程度の運動量の陽子、 K , π から突き抜けるかはこれから計算できる

Csl 中のエネルギー損失は光速に対する比 β の関数として

$$dE/dx = 0.5034 \text{ MeV/mm} \times \beta^{(-1.5570)}$$

で良く表される。これを 300 mm の距離積分したエネルギーが突き抜け始める運動エネルギー