

プロトタイプ製作のための前実験

田中 隆己

2010年10月7日

1 前実験の経緯

short-neut(仮)についてシュミレーションしたところ、断面が $20*40$ [mm](正面が40)のシンチレータを使い、時間分解能が100ps出れば、検出器を中性子源から10m後方に置いたときに1MeV/250MeV以下のエネルギー分解能が得られるという結果になった。(その後相対エネルギーを計算したが、それは前の章で)

そこで問題となったのは、時間分解能がどこまで出るかということである。シンチレータが薄いことによるattenuation lengthの減少や、シンチレータとPMTの特性による影響がはっきりと分からないため、まず第一に時間分解能の測定したいと考えている。(過去の田中さんのBC-408の測定とシンチレータについての論文等から推測するに、150psぐらいまではちゃんとやればいけるはずである。)

なお、今回購入したものはプロトタイプでそのまま使う(PMTのみとかでも)可能性が高いので、それを視野に入れて購入を検討する。

2 実験項目

- 時間分解能の測定
 - 絶対値
 - エネルギー(光量)依存性
 - 位置依存性
 - 荷電粒子の経路依存性
- attenuation lengthの測定
- etc...

3 仕様

以下に、購入を検討しているものの仕様、及び製作するものの外観や寸法を示す。

3.1 外観

今回は一本単位なので図3.1のような感じである。



図 3.1 検出器の外観

3.2 シンチレータの仕様

寸法:20*40*1000

種類:

- 1.BC-408(attenuation length が長い)
- 2.BC-404(時間特性が若干良い)
- 3.BC-420(時間特性がかなり良いが 50cm 程度が限界)

	BC-408	BC-404	BC-420
Light Output(%Anthracene)	64	68	64
Rise Time[ns]	0.9	0.7	0.5
Cecay Time[ns]	2.1	1.8	1.5
Pulse Width[ns](FWHM)	2.5	2.2	1.3
Wavelength of Max. Emission[nm]	425	408	391
Bulk Light Attenuation Length[cm]	380	160	110
価格 (20*40*1000[mm])[万円]	3.6	5.8	***
納期 [month]	0.5	2	***

3.3 PMT の仕様

- 1.H6533(カタログに載っているものでは時間特性が一番よい)
- 2.H7415(時間特性が比較的良好で、サイズがちょうどよい)
- 3.H7195(リファレンス (実験室のを流用?))

	H6533	H7415	H7185
外形 (PMT 管径)[mm]	31.0(26.0)	33.0(28.5)	60.0(53.0)
光電面径 [mm]	20	25	46
波長範囲 [nm]	300~650	←	←
最大定格 (標準) 電圧 [-V]	2500(2250)	2000(1500)	2700(2000)
ゲイン	5.7×10^6	5.0×10^6	3.0×10^6
上昇時間 [ns]	0.7	1.7	2.7
走行時間 [ns]	10	16	40
T.T.S.[ns]	0.16	0.5	1.1
価格 [万円]	25+1* ¹	7.5+1	11
納期 [month]			

3.4 PMT の細かい変更点

オプションとして 50 オーム内蔵させることができるが、インピーダンス整合を取らなくても、シグナルは数百 psec 程度の周期の反射波の和になるので、測定としては問題ないと考えられる。浜フォトの岡田さんの話では、50 オーム入れると長いケーブルを使ったときにシグナルがなまるのを防げるといっていたが、これはおかしいように思う。

この大きさの PMT はメスの端子がついていなく、ケーブルが直に出ている。このケーブルの長さだが、後にプロトタイプで使うことも考え、適当な長さに伸ばしてもらうことにする。

4 購入物のまとめ

今回は標準的なところで詳細に測定することにする。また、個体差を考慮して二セット買うことにする？
よって、以下のような見積りになる。

- BC-408(20*40*1000[mm]) 38,000 円 * 2? = 76,000 円?
- H7415+ 端子加工 + ケーブル延長 75,000+10,000 円 +1000 円? * 4? = 344,000 円 (ここから一割引)
- BC-630(optical grease) 24,000 円?
- アルミナイズドマイラー (1000*1000[mm]?) 5,000 円?

計 500,000 円??

ミーティングで再考したい項目は、

- シンチレータと PMT の本数 (このサイズでそのままプロトタイプに移行するならいっぱい買っても問題ないが)
- シンチレータの長さ (実際の検出器で 1m は小さいかな...)
- ケーブルの長さ

*1 端子 (SHV、BNC) がついていないため、浜フォトに付けてもらう場合

5 今後

5.1 時間分解能の向上

- 時間分解能を改善するために、シンチレータの表面の状態のちがいを試したいと考えている。(アルミナイズドマイラーより Al の薄膜の方が良い by 拾い物)
- また希望的観測としては、proton が多数のシンチレータを通過することにより、時間測定が多数回行え、その分時間分解能が改善できるということがある。
- 時間分解能は BC-420 などのように高速なものを使い、長さを短くすれば 100ps は切れるという感じがある。そこで、より時間分解能を上げるには、短い検出器をたくさん使うという方向に進むことが考えられる。

5.2 プロトタイプ

時間分解能が十分にできるようになれば、小型のプロトタイプを製作し、実際に proton を入射して、複数のシンチレータを通過したときの解析などが本当に正しく行えるのか、飛跡を再構成できるかなどを確認したいと思う。

5.3 シュミレーション

今回はシュミレーションを DEMONS でおこなったが、ジオメトリーに制約があり、誤魔化しながらシュミレーションをしたので、GEANT4 に移行して、正確なシュミレーションを行いたい。

5.4 マウント

シンチレータを縦に置くときに、どのようにして荷重を支えるのが良いか検討したい。軽ければ、PMT 自体で支えるつもりである。また、横向きのは PMT の自重をどう支えるかも検討する。

5.5 結局買うもの

正方形の場合と長方形の場合でどのくらい変わるかということと、正方形の場合で細くして行ったときに発光量や時間分解能がどうなるかを測定することにしたので、以下のものを買うことにした。

- BC-408(20*40*1000[mm]) 36,000 円 * 2 = 72,000 円
- BC-408(20*20*1000[mm]) 28,000 円 * 1 = 28,000 円
- BC-408(10*10*1000[mm]) 20,000 円 * 1 = 20,000 円
- BC-408(5* 5*1000[mm]) 22,000 円 * 1 = 22,000 円
- H7415+ 端子加工 + ケーブル延長 75,000+10,000 円 * 4 = 340,000 円 (ここから一割引)
- R4124+E849-68+ 端子加工 + ケーブル延長 65,000+10,000 円 * 2 = 150,000 円 (ここから一割引)
- BC-630(optical grease) チューブ入 30,000 円
- アルミナイズドマイラー (1000*1000[mm]) 必要量もらえる

- 計 662,000 円 + 税