

経過報告

田中 隆己

2012年6月27日

1 NEBULA 解析

1.1 概要

commissioning における NEBULA の解析を進めて、時間分解能、エネルギー分解能、cross talk について調べた。修論に詳しく載せるので、今回は文章がメインです。

1.2 channel of QDC to MeVee calibration

左右の ch ごとにキャリブレーションを行ったあとに、さらに相乗平均に対して再度キャリブレーションを行った。

実際に実験で使う値は左右それぞれの PMT に入射した光子の数ではなく、左右の PMT に入った光子の数の相乗平均を使うので左右独立にキャリブレーションする必要はないと考えがちだが、 $\log(\text{Ar}/\text{Al})$ を計算するときや、物理的なデバッグをするときに役立つので僕は独立にキャリブレーションしている。

キャリブレーションには pedestal($dE=0\text{MeV}$) と Am-Be(4.44MeV (四捨五入すると 4.43 より 4.44 の方が近い) の gamma 線, $dE=4.2\text{MeV}$), 宇宙線 ($dE=30\text{MeV}$) の三点を用いた。pedestal は gaussian、Am-Be は クライン仁科 +exp を gaussian で fold、宇宙線は landau 分布 +exp を gaussian で fold した関数により fit した。得られた結果の誤差はいずれも 1 パーセント未満程度であった (気がする)。

PMT のゲインが線形と仮定して得られた三点から ch to MeVee への変換係数を求めた。ただし、このとき宇宙線の peak は 30MeV とすると一律にズレが生じたため、宇宙線のエネルギーロスをパラメータとし、全ての detector に対して線形 fit したときのカイ二乗値が一番小さくなる値を求め、この値を用いて線形 fit を改めて行った。カイ二乗値を最小とする値は 29.6 MeVee 程度となり、佐古さんの simulation 結果である 30MeVee とかなり良い一致となった (発光量が大きくなったときの PMT の線形性などは考慮していないので、一致しているからといって手放しに喜んでいいものではない)。

今回は実験前後でキャリブレーションを行ったので、それぞれのデータを使って独立に解析し、実験前後の変化を見た。ただし、簡単のために pedestal は実験前の値を用いている。その結果、NEUT106 が 3.5% と明らかに変動している以外は最大 2.3%、平均は 1% 程度のずれに収まっていた。この変動は efficiency の誤差にはほとんど効かない程度の変動である。変動の主な原因は pedestal の変動と思われるが定量的には調べてない。

1.3 channel of TDC to time calibration

NEBULA の TCal については 1 次関数で fit した。その時の残差は $\pm 50\text{ps}$ 程度であったが、TDC の問題というより TCal のシグナル自体の揺れから来ていると考えられる (詳細はノート)。また、特徴として 300ch 以下、及び 3600ch 以降では数百 ps オーダーでズレ始めた。これより、fit の範囲は (300ch,3600ch) とした。

ちなみに beam plastic の TCal も行った。こっちでは 3 次関数を使った。beamplastic でも初めと終わりの ch の方がズレが大きく、こちらでは (300ch,3800ch) の区間で fit を行った。残差は $\pm 20\text{ps}$ 程度。

1.4 time diff to position calibration

これは実験前に佐古さんが計算した値をとりあえず使っている。基本的に 15cm/ns とすれば二桁はあってるので一発目のキャリブレーション用としては問題ないと考えられる。

1.5 time walk correction (slew はそこまで標準的でないらしい)

NEBULA と SBT の slew 補正を行った。中村さんの助言により、slew は log に比例するというのを試したところ、平方根よりも広い範囲での一致が得られた。具体的には、

$$T = T' - (C_1 \log A + C_2 \log^2 A + C_3 \log^3 A) \quad (1.1)$$

という補正を行った。

SBT に関してはダイナミックレンジが狭いのでよく知られる平方根の係数を用いた。

1.6 時間分解能・エネルギー分解能

詳しくは ppt で。

1.7 p+6Li

${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ の反応で、 ${}^6\text{Li}$ が悪さをしないかという西くんからの質問に真面目に考えてみた。それぞれの mass excess は、

- $\text{H} + {}^6\text{Li} = 7.3 \text{ MeV} + 14.1 \text{ MeV}$
- $\text{n} + {}^6\text{Be} = 8.1 \text{ MeV} + 18.4 \text{ MeV}$
- $\therefore Q = -5.1 \text{ MeV}$

となる。 ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ の Q 値は 2MeV ぐらいなので、NEBULA の resolution では完全にかぶることになる。また、断面積はゼロ度で 20mb/sr 程度はありそうで (${}^6\text{Li}(\bar{p}, \bar{n}){}^6\text{Be}$ の図より)、およそ混ざってる分だけ peak にかぶると思われる。HIME 実験では pure な ${}^7\text{Li}$ を使いたいけどいくらするのか。。

2 HIME 作業の進展

- HIME の遮光作業 (結構コツがいる)

3 論文紹介を準備して思ったこと

RCNP で HIME の実験をやるので、論文紹介では NPOL を中心とする論文を紹介する予定である。

- NPOL は (\bar{n},n) もしくは (\bar{n},p) の反応での反跳角を見ているだけなので、HIME は NPOL と同じように neutron の polalization を測れる。
- $^{12}\text{C}(p,n)^{12}\text{N}(g.s.)(Q=-18\text{MeV})$ は前方で $5\text{mb/sr}(c.m.)$ ぐらいあり、RCNP のように遠方に置いて、ビーム強度が十分な状況においては $\text{Li}(p,n)\text{Be}$ の代わりとして使える。
- 角度分解能の評価において、反跳陽子と反跳中性子 (このシグナルは 3 連 hit である必要はない) の両方を捉えられればより面白い評価が出来る。イベント数が多ければ多いほど、cross talk の研究が充実するので遠方に置いてやる場合でも可能な限りたくさんイベントを取りたい (100 万 event オーダーあっても多すぎるということはない)。
- beam の広がり $300\text{-}400\text{ps}$ と考えていたが、上流で絞れば 150ps 程度は出せるそうである。可能性として、僕等は強度が低くてもよいので 100ps 程度の広がりになるように運動量を絞ってもらい、スタートカウンターを用いなくて時間分解能を評価することも考えられる。ただし、いずれにせよ efficiency を評価するためにスタートカウンターを用いた長時間 run は必要となる。
- 一度ぐらいは RCNP の N0 コースを使った実験に参加しないと効率的に実験が行えないと思われる。しかし今は工事中なのでそれもかなわない。

4 マイコン

自分の弱点である電子回路周りを勉強したく、また、ハードウェアの仕組みを知りたくマイコン (H8/300H 3048F) をいじり始めた。興味がある人には初めの一步の手助けぐらいはできそうです。目標は flashADC を作ることで、外付けの AD コンバータとの通信さえできればあとはそんなに難しくなさそう (H8 には AD コンバータは内臓されていて、遅い波形 (積分時間 1MHz , 周波数 1kHz) の取得なら標準で簡単に出来る)。