

経過報告

田中 隆己

2010/6/03

1 一枚の neutron counter より出てくる proton について

veto と neutron counter がそれぞれ一枚ずつ、veto は $9\text{cm} \times 1\text{cm}$ で縦に 10 段、neutron counter は $3\text{cm} \times 3\text{cm}$ で縦に 30 段、長さはどちらも 36cm として、neutron counter の厚みを変化させて行った。

goodevent とは一個の中性子の入射に対して、veto は鳴らずに、いずれかの neutron counter がスレッシュホールド以上の光を観測したときである。以下では、neutron counter の背面から出てくる proton の個数を数えるが、コインシデンスの条件として、

- そのイベントは goodevent である。
- 出てきたプロトンは一回目の散乱によりできたものに限る。

としている。

図 1.1 は、thr を 6.0MeV としたときの、厚み 8cm までについての goodevent と出てきた proton の数をプロットしたものである。このスケールではカウント数が比例に近い形をしていることが分かる。図 1.2 は厚み 48cm までについてを示した。このスケールで見ると、ある厚みでプロトンのカウントが頭打ちになるのが見える。

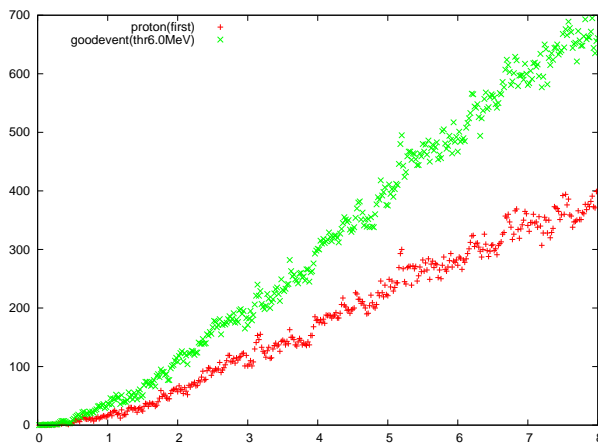


図 1.1 それぞれの event のカウント数 (short scale)
x:厚み,y:count thr:6.0MeV

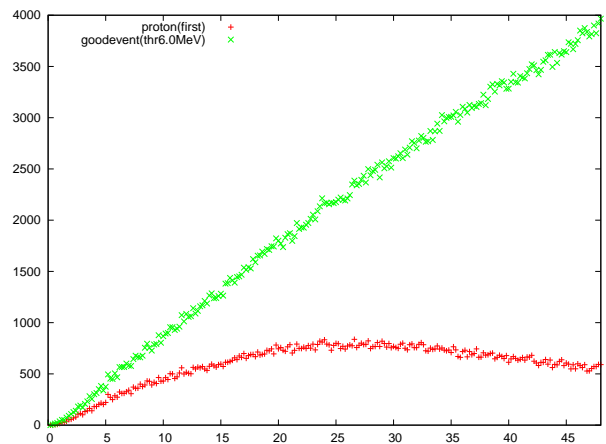


図 1.2 それぞれの event のカウント数 (large scale)
x:厚み,y:count thr:6.0MeV

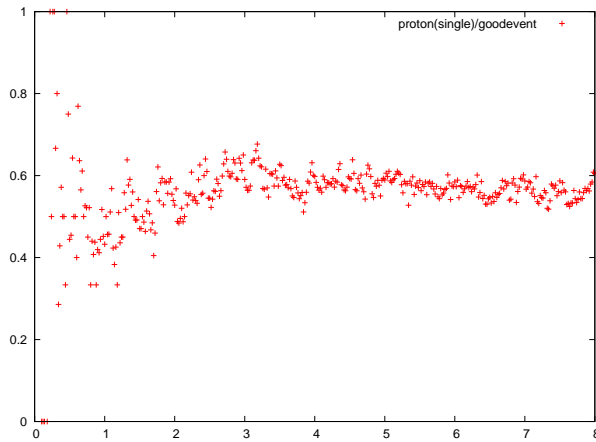


図 1.3 proton と goodevent の比 (short scale)
x:厚み,y:割合 thr:6.0MeV

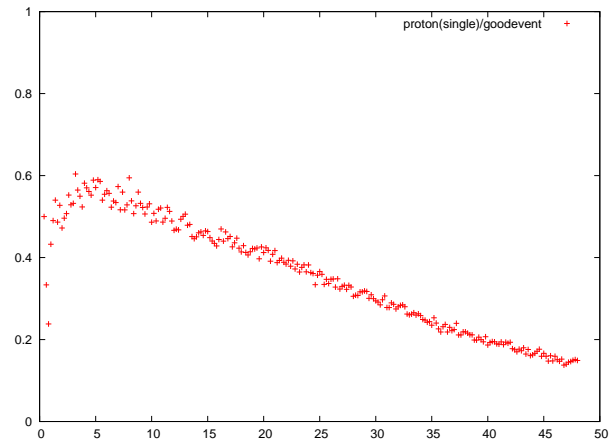


図 1.4 proton と goodevent の比 (large scale)
x:厚み,y:割合 thr:6.0MeV

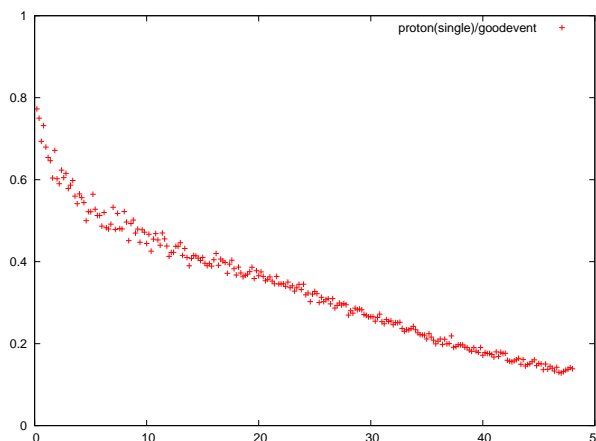


図 1.5 proton と goodevent の比
x:厚み,y:割合 thr:0.5MeV

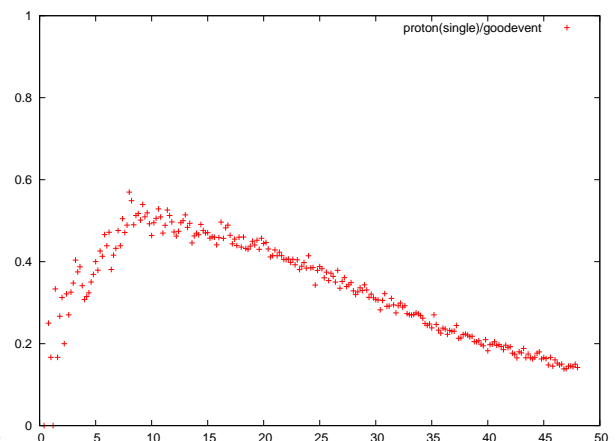


図 1.6 proton と goodevent の比
x:厚み,y:割合 thr:20.0MeV

図 1.3 は厚み 8cm までについて、上記の結果の proton の数と goodevent の数の比を取ったものである。実際の efficiency はこれに goodevent の数をかけたものになるが、検出器全体の efficiency は neutron counter の厚みの和でおおよそ決まってくるので、この proton と goodevent の比が高いところを使うことが、効率を上げることに繋がる。

図 1.3 の結果について、その妥当性をスレッシュホルド依存性を見ることにより確かめる。図 1.5 はスレッシュホルド 0.5MeV、図 1.4 はスレッシュホルド 6.0MeV、図 1.6 はスレッシュホルド 20.0MeV、の場合を表す。

この結果より、スレッシュホルドを上げていくとシンチレーターの厚みが薄いところで proton によるイベントの割合が減っていきことが確かめられ、スペクトルの形は exp の様な形で減衰しているのでシミュレーションの妥当性がある程度確認できた。

この結果について注釈を加えると、スレッシュホルドを変えると goodevent の数が変わるので、違うスレッシュホルド間の結果の値を直接比較することはできない。

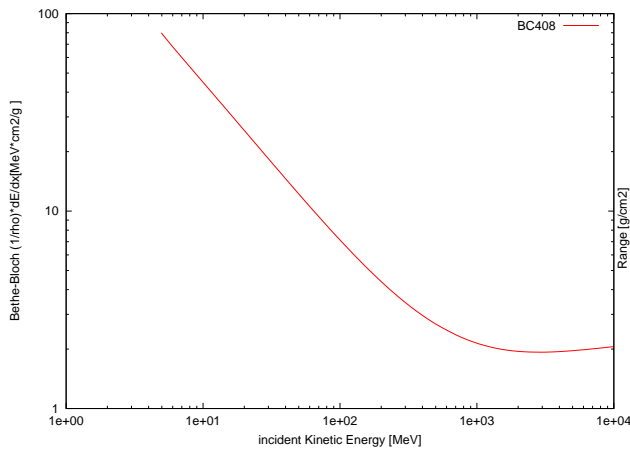


図 1.7 (p,BC408) の単位長さあたりの Energy Loss[MeV*cm2/g]

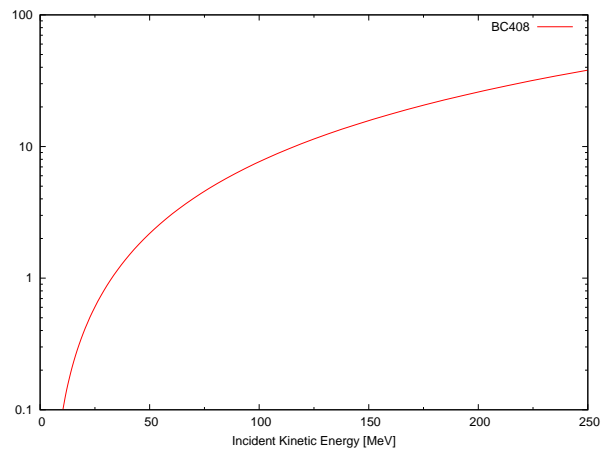


図 1.8 (p,BC408) の飛程 [[g/cm2]

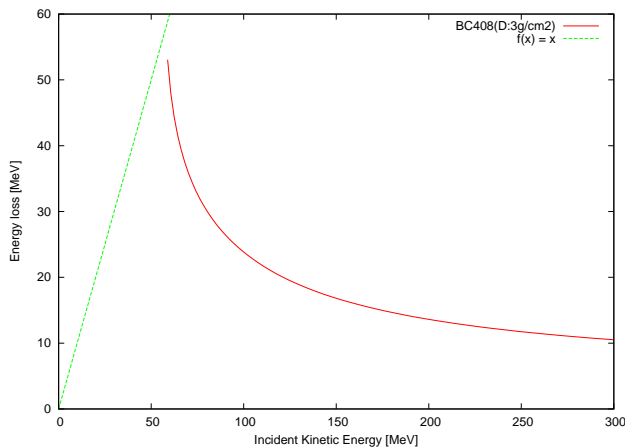


図 1.9 (p,BC408) の厚みを固定 (D=3[g/cm2]) したときの Energy Loss[MeV]

ここで、多少定量的に考えるために、BC408 におけるプロトンのエネルギーロスに関する値を BetheBloch によって求めたものを示す。

BetheBloch による結果を受けて、proton 対 goodevent の結果を定性的に考える。まず、proton 対 goodevent の割合を決めているのは、

- (1) goodevent に対しての各反応 ch の割合
 - (2) proton がシンチレーター内で止まって出てこなくなる
- という二つの要素によって決まってくる。

これが具体的にどう決まるかは、

- 粒子を proton に限定していること → goodevent との比の最大値を決める。(1)
- proton のエネルギーと飛程 → 厚みの増加とカウントの減少の度合いに関係してくる。(2)

- 落とすエネルギーとスレッシュホールド→スレッシュホールドがあると、厚みが薄いときに荷電重粒子に比べて、カウントされなくなる proton の割合が増えてくる。(1)

などの要素が考えられる。

飛程については、100MeV 付近の陽子では飛程が 7cm 程度とそこそこ長く、数センチの範囲でシンチレーターを厚くしていても出てくる proton はあまり減らないと考えられる。

落とすエネルギーについては、陽子の落とすエネルギーは 100MeV では 1cm あたり 7MeV 程度で、厚みを薄くしていくと、proton による goodevent が減ってきて、荷電重粒子によるイベントが割合として増えてくると考えられる。

1.1 結論

結論としては、スレッシュホールドを 6.0MeV とするならば、3cm 程度までシンチレーターを薄くしても efficiency は下がらないので、このときが一番、位置分解能と efficiency の両立がなされていると言える。スレッシュホールドを下げられるならば、それに応じて最大効率が得られる厚みは薄くなり、さらに、goodevent 自体も増えるので、よりよい efficiency と位置分解能が得られる。