

経過報告

田中 隆己

2011年11月4日

1 不変質量のシミュレーション

シミュレーションの検証として、福田さんの D 論 ($^{11}\text{Be} \rightarrow ^{10}\text{Be} + n$) の再現を目指して計算を進めている。

1.1 分解能

geant4 と自分で書いた erel や dt を考慮した実験値のリコンストラクタを用いてシミュレーションを行った。Erel \leq 1MeV の領域と Erel \leq 5MeV の領域で分けて示す。

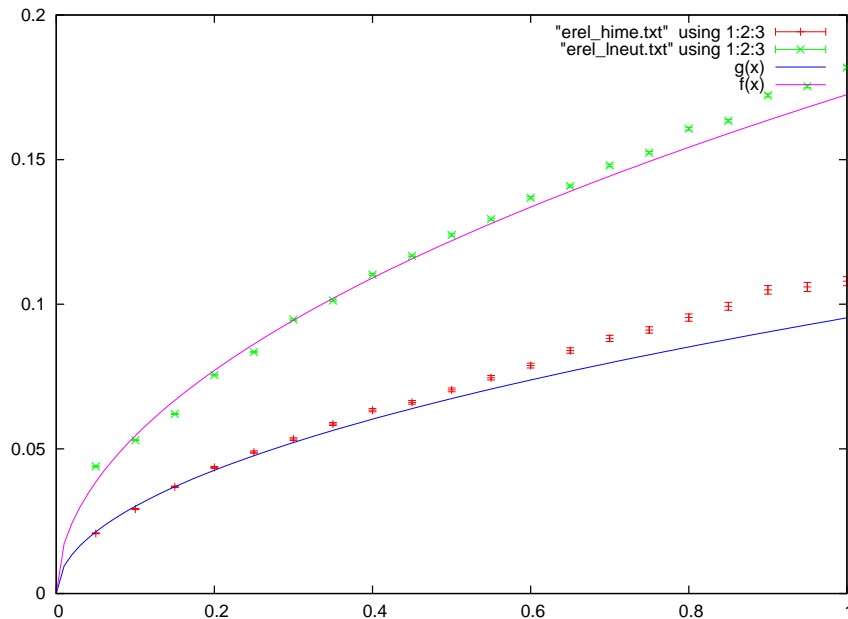


図 1.1 Erel \leq 1MeV のときの LNEUT の分解能。分解能が良い方は HIME を表しており、この章としてはおまけである。fit 結果は $\sigma = 0.172\sqrt{E_{rel}}$ となった。ただし、ここでは 0.2MeV から 0.6MeV の範囲でのみ fit を行っている。ちなみに HIME の方は 0.05MeV から 0.2MeV の範囲で fit をおこなっており、 $\sigma = 0.095\sqrt{E_{rel}}$ となっている。粒子やエネルギーが違うので直接の比較は意味が無いが、LNEUT+RIPS と HIME+RIBF の分解能はおおよそ 2 倍弱違う

以上から、分解能に関しては現在のシミュレーションで 5% 程度の誤差に抑えられていると言える。

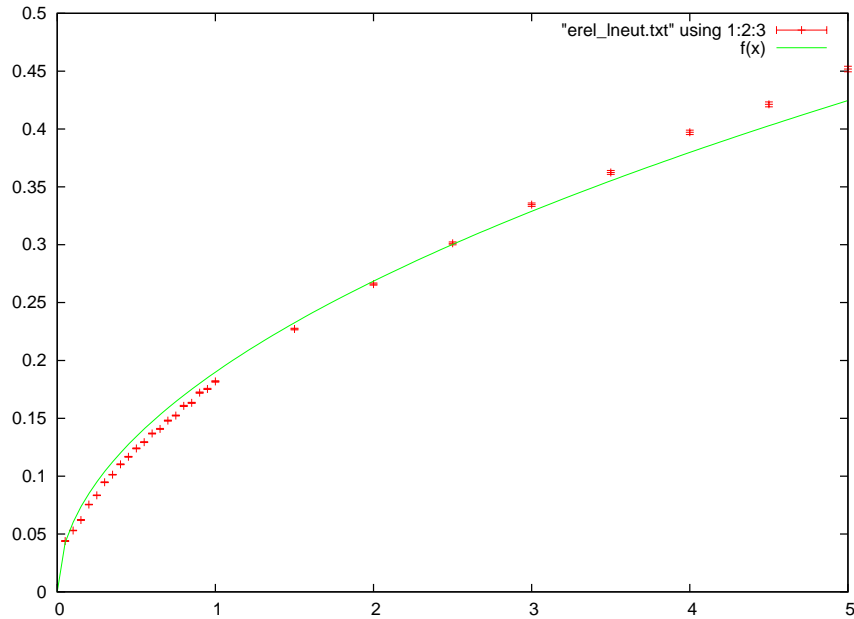


図 1.2 $E_{rel} \leq 5 \text{ MeV}$ のときの LNEUT の分解能。ここでは 1MeV から 5MeV の間で fit をおこない、 $\sigma = 0.190\sqrt{E_{rel}}$ となった。福田さんの計算では $\sigma = 0.187\sqrt{E_{rel}}$ となっており、良い一致が得られた。

HIME に関しては時間分解能の不確か性があるので誤差はもっと大きいと考えている。

1.2 efficiency

分解能の他に、検出効率の評価が重要である。LNEUT について評価した結果を示す。

MeVee	geant4	fukuda-san	ratio
2	8.3	9.1	0.91
4	7.1	7.8	0.91
6	6.2	7.0	0.89
8	5.5	6.3	0.87
10	4.9	5.9	0.83
12	4.3	5.1	0.84

表 1.1 Geant4 で計算した efficiency と福田さんの実験の比較。違いは一定ではなく thr が高くなるほど大きくなっている。

実験との比較をすると、単に断面積の違いだけであれば実験とシミュレーションの比は一定になるはずである。しかし、1割強ずれているだけでなく、efficiency の thr 依存性が微妙に異なることが分かる。これは波高分布がエネルギーの低い方にシフトしていることを表している。

2 RIPS と RIBF

実験を RIPS でやった場合について真面目に見積りを始めた。

まず、ビームについてだが、RIPS の場合は 16O を 135A MeV で用いることになる (18O は 100A MeV 程度までしかエネルギーをあげられない ($K=540\text{MeV}$) ので使うことができない)。このとき LISE++ の計算では 500pnA で 11Li は 7×10^4 ほど出るとしている。他の粒子に付いては十分な生成量があり、いずれもターゲット前で 100A MeV とすることができる。purity は 99% 以上程度あり、十分である。

セッティングを煮詰めたところ、分解能は RIBF でも RIPS でも 200keV (FWHM, at $E_{\text{rel}}=1\text{MeV}$) 程度まで上げることができる。このため分解能は同程度のセッティングとし、イベントレートの違いを評価した。

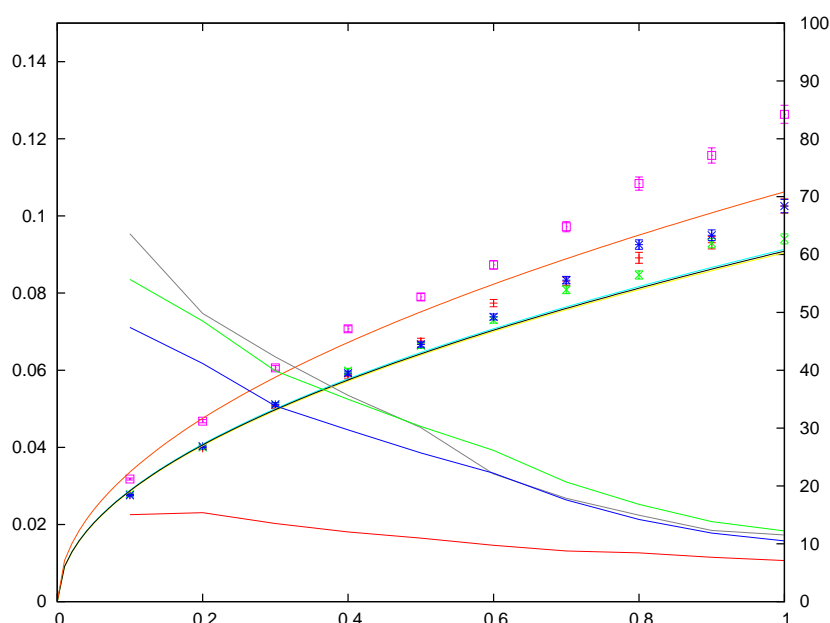


図 2.1 HIME を RIPS と RIBF で用いた場合の違い。分解能が同じになるようにセットアップした。今回の測定では 0.2~0.6MeV が重要であり、その効率率は 3 倍程度の違いがある。

RIBF を用いた場合は中性子の z 方向の分解能がネックとなっている。つまり、HIME の時間分解能が荷電粒子の時間分解能で決まるのなら RIBF を用いた場合の分解能はグッと上がることになる。これより、試しに荷電粒子の時間分解能で決まるとしてシミュレーションしてみる必要がある。また、RIBF を用いた場合は 4 層突き抜けなども拾うことができるので、さらに high resolution の可能性も含めて比較する必要がある。

2.1 HIME の検証実験

上記のように分解能がいまいち未知なので、やはり detector の検証実験をやりたい。そこで RCNP が浮上ってくる。ざっくり計算したところ、大体一日で 5000 イベント程度取得できる。一種類のエネルギーで 1000 イベントとすると 2 日もあれば時間分解能の評価は十分にできると考えられる。RCNP では最大 400MeV の proton が打てるので今後の実験に向けて非常に有用な検証が行えると考えている。