経過報告

田中 隆己

2010 年 11 月 18 日

1 前回のミーティング以降でやったこと

- 実験室を片付けた。
- 機械工作の講習を受け、ボール盤、コンター、糸のこが使える用になった。
- マウント用部品を購入した (アルミチャンネルは発送待ち)。
- マイラーを巻いている途中。

2 直近でやること

- お台場で開かれる、サイエンス・アゴラのお手伝いをする。
- マイラー、遮光シートを巻、マウントを加工・完成させる。
- 24 日に PMT が発送されるはずなので、まずは宇宙線を測定し、アテネーションを測る。
- コロキウムの題を考える。

3 シンチレータ内での光の減衰と時間分布

smallNEUT ではシンチレータが細いので減衰長よりも表面での反射の効果の方が顕著に現れると考えられる。つまり、位置 vs 発光量のグラフを単純に exp でフィットすると、シンチレータが細くなるごとに減衰長が短くなるはずである。これを、簡単な描像で解析的に捉えたいので、少し計算してみた。

表面での反射率は R とし、減衰長は λ とした。反射はシンチレータの表面で理想的に確率 R で反射するとした。また、周波数による依存は無視している。

図は書きづらいので省略。シンチレータの反射を考えるのがややっこしいが、シンチレータを仮想的に反射面の反対側に無限に置くことにより、計算が簡単になる。

光を検出する側の面に対して平行な面を xy 面とし、発光した点から xy 面までの距離を z(parameter) と置く。$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ と置き、θ は z 軸からの角度、ϕ は z 軸周りの角度とする。角度と変数の関係は

$$\cos\theta = z/r \tag{3.1}$$
$$\sin\theta = \sqrt{x^2 + y^2}/r \tag{3.2}$$
$$\cos\phi = x/\sqrt{x^2 + y^2} \tag{3.3}$$
$$\sin\phi = y/\sqrt{x^2 + y^2} \tag{3.4}$$

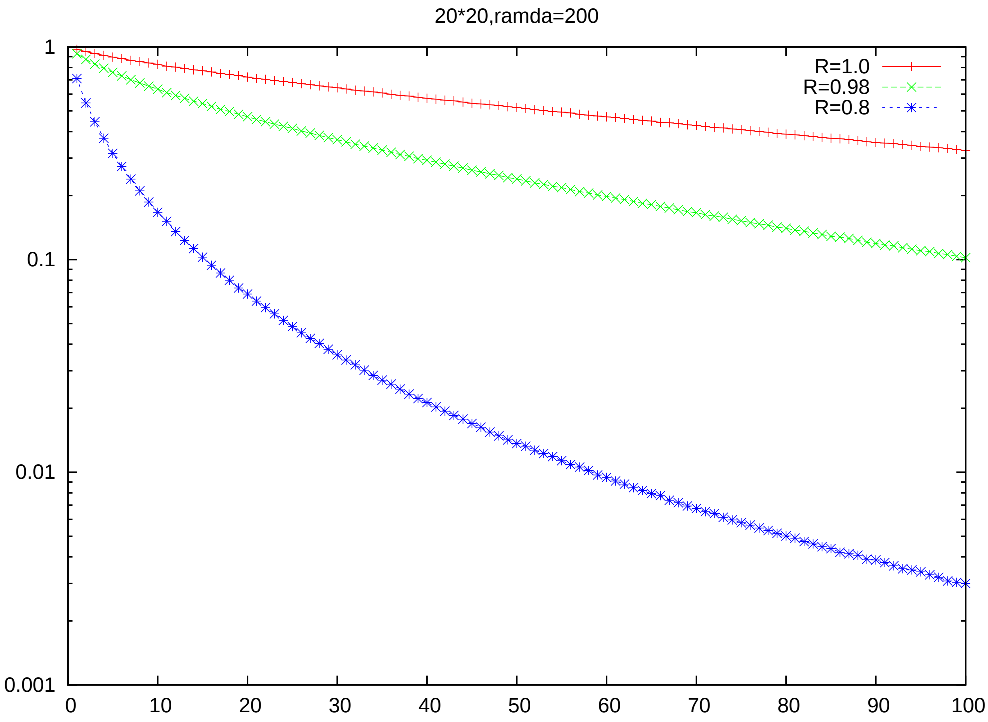

図 3.1　atenuation

となる。

これより、反射と吸収による減衰は

反射：$R^{([|x|]+[|y|])}$

吸収：exp(-r/λ)

とかける (一辺の長さは 1 とした)。これを θ と ϕ で積分すれば、

$$Atenuation = \frac{1}{2\pi}\iint R^{([|x|]+[|y|])}\exp\left(-\frac{r}{\lambda}\right)\sin\theta d\theta d\phi \tag{3.5}$$

となる。規格化は、減衰がないときに 1 になるようにした。atenuation の積分の中身を θ と ϕ だけに書き直すと、

$$Atenuation = \frac{1}{2\pi}\iint R^{([|z\tan\theta\cos\phi|]+[|z\tan\theta\sin\phi|])}\exp\left(-\frac{z}{\lambda\cos\theta}\right)\sin\theta d\theta d\phi \tag{3.6}$$

となる。

ひとまずモンテカルロ積分をしたので、その結果を図 3.1 に示す。これから分かるように、反射の項が効いてくると、exp から外れて行くことがわかる。

時間の分布は、$t = r/v$ という関係があるので、横軸を r でとれば時間分布となる。atenuation の積分について ϕ 方向だけ積分すれば r ないし θ の関数になる。まず、atenuation の積分の中身を r と ϕ だけに書き直

すと、

$$Atenuation = \frac{1}{2\pi} \iint R^{([|r \sin\theta \cos\phi|]+[|r \sin\theta \sin\phi|])} \exp\left(-\frac{r}{\lambda}\right) \sin\theta d\theta d\phi \tag{3.7}$$

$$\sin\theta = \sqrt{1 - \frac{z^2}{r^2}} \tag{3.8}$$

となる。これを ϕ について積分すれば時間方向の分布が得られる。

これはまだ計算していない。

この考察と実験を比較してよい一致が得られるとうれしい。