

EGS を用いたチェレンコフ光のシミュレーションの検討

角谷 倫之, 田伏 勝義

名古屋大学大学院

Abstract

媒質中で、荷電粒子が光よりも速い速度で運動すると、進行方向に円錐状のチェレンコフ光を放出する。チェレンコフ光は、物理、工学系の分野において広く利用されている。我々は、そのチェレンコフ光を医療において利用できないかと考え、様々なチェレンコフ光を測定する実験を行ってきたが、それらのシミュレーションが EGS を用いて行うことができるのではないかと考えた。

そこで今回は EGS4 と EGS5 を用いてチェレンコフ光のシミュレーションができるかどうか検討する。

チェレンコフ光のシミュレーションを EGS 4 で行うにあたり A.Mishev らの研究を参考に、Subroutine AUSGUB において以下のような計算プログラムを追加する。まず、荷電粒子であるかをチェックし、そうであるならば荷電粒子のエネルギー $E(np)$ から荷電粒子の速度が求められ、そこから以下の式よりチェレンコフ放出角度 θ を求める。

$$\cos \theta = \frac{c/n}{V} = \frac{c}{nV}$$

この時、 V は荷電粒子の速度、 n は通過する物質の屈折率である。

が求められると、以下の Frank と Tamm の理論式より単位距離あたりのチェレンコフ光子数が求められる。

$$\frac{dN}{ds} = 2 \int_0^{\theta} \frac{\sin^2 \theta'}{2} d\theta'$$

ただし、この時、 λ は波長、 d は微細構造定数である。

この値に移動距離 TVSTEP をかけることにより、それぞれの荷電粒子のステップ毎のチェレンコフ光子数を求め、それを進行方向に対して角度 θ で乱数を使用することにより放出させる。この時、距離の減弱は考慮したが、物質により減弱は考慮していない。今回重複してチェレンコフ光子をカウントしないように IARG=0 の時のみチェレンコフ光子を求めるようにした。

EGS5 においては電子の輸送方法が変更され、`estep`, `estep2`, `Characteristic distance` 等で電子における輸送の設定を変更することができ、その変数の変更による影響も検討する予定であり、またステップを EGS4 では TVSTEP を使用したが、これも EGS5 では変更して行う予定である。また簡易的な実験を行い、チェレンコフ光をフィルムを使用して測定し、それを実験値としてシミュレーション結果との比較も行う予定である。