

クーロン多重散乱分布の比較： 数値計算、モリエール、モンテカルロ

桶井一秀[†]、中塚隆郎[‡]、高橋尚也[†]

[†] 岡山大学

[‡] 岡山商科大学

EGS4, Geant3 など、高エネルギー荷電粒子を扱う、従来のモンテカルロコードでは、モリエール理論に基づいてクーロン多重散乱がサンプリングされる。しかし、モリエール分布は、物質の厚みが薄すぎても厚すぎても適用ができなくなる。すなわち、“多重散乱”といえないほど散乱回数が少ない場合や、小角近似が成り立たないほど散乱角度が大きくなったり、荷電粒子の電離損失が無視できないほどの長いステップサイズでは、誤差が大きくなる。

我々はこれまで、電離損失を考慮した場合の解析解や、モンテカルロサンプリングの方法など、主に、物質が厚い場合に重要となる内容の報告をしてきた。今回は、数値積分によるクーロン多重散乱分布の厳密解を求めることにより、物質が薄い場合の、モリエール分布や断面積分割法によるモンテカルロサンプリングの精度を検討した。

例えば、モリエール理論の適用限界といわれている、散乱回数の期待値 n が 20 程度の場合で、モリエール分布の誤差が最大 5%程度、断面積分割法の誤差が最大 2%程度、 n が 100 程度の場合でも、モリエール分布、断面積分割法の誤差が、それぞれ最大 2%および 1%程度であることがわかった。

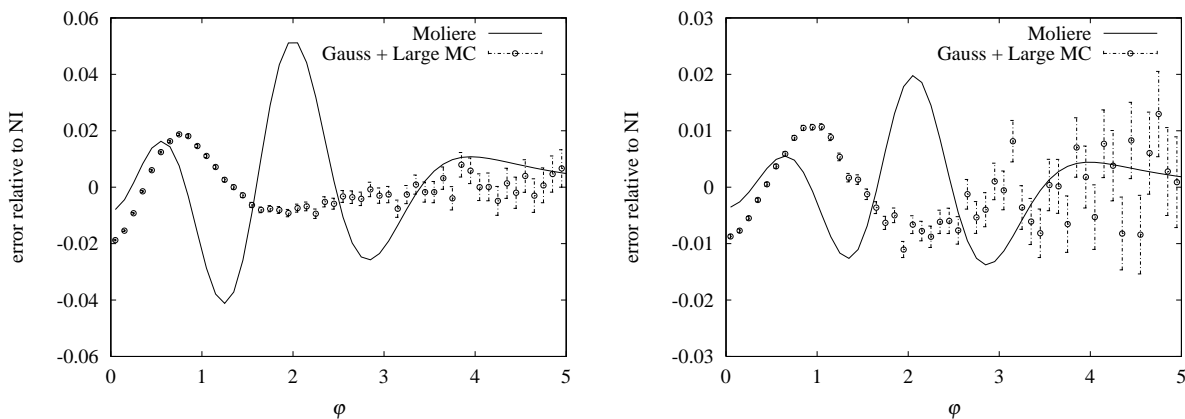


図 1: 数値計算による角度分布 (投影分布) に対する、モリエール分布 (実線)、断面積分割法によるモンテカルロサンプリング (白丸) の誤差。左: $n = 20$ の場合、右: $n = 100$ の場合