174

撮影室内の散乱線分布 —決定論的モンテカルロ計算—

Distribution of Scattered Radiation in X-ray Room: Deterministic Monte Carlo Calculation

おると会 浜脇整形外科病院 ○丸石博文 (Maruishi Hirofumi)
 広島県立保健福祉短期大学 砂屋敦忠 (Sunayashiki Tadashi)

【目的】 撮影室内の散乱線分布を知ることが術者のx線防護に関して重要であるが、この分布の測定は煩雑であり難しい。そこでシミュレーションによる計算方法を開発したのでその方法と計算結果について報告する。

【方法】 通常のモンテカルロ計算は被写体内の線量分布などのようにx線が集中するようなモデルに向いており、散乱線の室内分布のようにx線が広い範囲に分散するようなモデルでは計算効率が悪く現実的には計算できない。そこでモンテカルロ計算で光子を追跡し、散乱をするたびにその散乱点の座標から目的の計算点の座標までの距離、ファントム内のパス、このときの散乱角を求めることによって計算点に向かう散乱線エネルギーとそのフルエンスを決定論的に求めることができる。この方法ではファントムのどこで散乱してもその散乱点からの線量付与は確率として一回ごとに加算されるため無駄な光子の追跡がなくなる。したがって計算結果の集束が速いという特徴を持ち、またモンテカルロ計算の弱点である確率的に小さい事象の計算が可能となる。つまりモンテカルロ計算では、相互作用の起こる座標とその相互作用の型をサンプリングするのみで、そこから先の線量計算点までの確率は決定論的に計算する。

Fig. 1

【結果】 腰椎正面のモデルで銅フィルタ0.2mmを多重絞りの後に付けたときの1mAs当りの散乱線分布の計算をFig. 1に示す。なお単位は μGy で図中の数字は10の指数 (例えば-1は $10^{-1}\mu\text{Gy}$) である。x線照射野に垂直な面と、平行な面についてファントムの中心を通る断面で計算した。入射光子の数は約50万個で、80486, 50MHzのノートパソコンで約3時間程度かかる。現実的には10万個程度の光子で充分美しい分布となる。Fig. 2は腰椎側面のモデルである。Fig. 3はファントムの近辺を細かく計算したものである。この計算法では単に計算点の座標を変えるだけでこのようにファントムの内外を連続的に計算できるという特徴もある。

Fig. 2

【考察・まとめ】 確率論的計算法であるモンテカルロ計算は通常の放射線場を計算するには大変優れた方法であるが、確率の小さい条件の計算には大変効率が悪い。逆に決定論的計算法は起こる確率の大小に関係なく精度よく計算できるが、通常の放射線場を計算するには多重積分となり計算が大変複雑となり遅くなる。

この二つの長所を取り入れた今回の方法はアルゴリズムが簡単で、計算時間が速い。この速いと言うことを言い替えると無駄な計算量が少なく計算結果の集束が速いということになる。また通常のモンテカルロ計算の計算値とは目的の座標にある体積とか面積の中における量を計算し、その中の平均値を計算しているのに対して、この方法は純粋にその座標のポイントとしての量を計算できる。このような特徴を持つこの方法は今まで行われてきた計算を高速化したり、また今まで計算が難しかったものに対しても解決策を与えるものである。

Fig. 3