394. モンテカルロシミュレーションによる矩形波チャートからの散乱線解析

Analysis of scattered radiation from a squarewave chart by the Monte Carlo simulation.

名古屋大学医療技術短期大学部¹⁾
 安城更生病院放射線技術科²⁾
 エスエス技研(株)³⁾
 岐阜大学工学部電子情報工学科⁴⁾

○津坂 昌利¹⁾, 加藤 秀起³⁾, 澤田 道人²⁾,
 Masatoshi Tsuzaka Hideki Kato Michito Sawada
 藤田 広志⁴⁾, 小山 修司¹⁾, 柘植 達矢²⁾,
 Hiroshi Fujita Syuji Koyama Tatsuya Tsuge
 小田 耕司²⁾
 Kohji Oda

【目的】 X線撮影系における矩形波チャートを用いたMTFの測定において、チャート自身から出る散乱線の影響によってMTFが低下することが指摘されている。この散乱線がMTF測定値へ及ぼす影響について、フィルムを用いた実測とモンテカルロシミュレーションによる解析結果との比較を基に検討した。

【方法】 畑川らが提案した矩形波チャート上に鉛マスクを置く方法と、グレーデル法を用いて散乱線を除去する方法について実測およびシミュレーションを行った。

1) フィルムによる実測 Fig. 1のようにチャート上に1.5mm厚の鉛マスクを置き、スリット幅を変化した場合、および鉛マスクを置かない場合を比較した。マイクロデンシトメータによるスキャンデータは距離法によって作成した特性曲線によって相対X線強度に変換した。

2) モンテカルロシミュレーションによる解析 フィルムによる実測と同一幾何学的条件で、チャートを透過した相対X線強度を求めた。計算では矩形波チャートに入射するX線がチャートの中を透過、散乱する過程を経て、フィルム面に到達する光子フルエンスをそのエネルギー毎にカウントした。入射光子ヒストリー数500万個とし、PC98RL+486GT-66, MS-Fortran 5.1を使用して計算した。

【結果】 フィルムによる実測では、Fig. 2のように鉛マスクの有無によって矩形波レスポンスの変化は少なく、最も狭い4mm幅スリットでもその差は2%程度であった。

Fig. 3は計算過程を示す。図は厚さ1.95mmの矩形波チャート断面を示す。チャート上から入射した光子はチャート内を透過、散乱し、チャート下に置かれたカウンタ(フィルム面に相当)に入射する。このチャート内で生じる相互作用を種類別にカウントすると共に飛跡を色別に表示した。カウンタ入射光子は計算終了後相対照射線量に変換し、一次線、散乱線、L特性X線、全ての和に分けてグラフ表示した。図左は計算中のX線エネルギーを示し、光子数およびチャート内における光電効果、非弾性散乱、および弾性散乱の発生数を表示した。

【結論】 フィルムによる実測値、モンテカルロシミュレーションによる解析結果共に、矩形波チャートによる散乱線の存在が明確になった。計算では散乱線成分は合成樹脂だけでなく、鉛からも出ていることが明確になり、鉛のL特性X線の存在も確認された。しかしこのL特性X線は低エネルギーであり、実際のMTF測定値にはほとんど影響を与えないと考えられる。モンテカルロシミュレーションではチャート内での光子の行動をCRT上で観察でき、光子のチャート内での振舞い、散乱線寄与の状態を視覚的に把握できた。チャート上に鉛マスクを置く方法では、スリット幅を4mmにしても、散乱線を完全に除去できなかった。グレーデル法では、チャートからフィルムを15cm離し、ほとんど散乱線を除去できた。

Fig. 1 フィルム法によるMTF測定の幾何学的配置図。

Fig. 2 フィルム法による矩形波レスポンスの比較

Fig. 3 モンテカルロ法によるグラフィック表示

Fig. 4 鉛マスク(4mm幅)を使用した場合のモンテカルロシミュレーションによる解析結果