

EPID 画像コントラスト向上を目的としたシミュレーションコードと EGS5 によるベンチマークテスト

針生将嗣, 明上山温, 齋藤秀敏

首都大学東京大学院

背景・目的

画像誘導放射線治療 (image guided radiation therapy IGRT) とは、2 方向以上の 2 次元照合画像または 3 次元照合画像に基づき治療時の患者位置変位量を 3 次元的に計測・修正し、治療計画で決定した照射位置を可能な限り再現する照射技術のことである。IGRT の一つとして、治療計画時の CT 画像を再構成して得られる 2 次元照合画像 (digitally reconstructed radiography) と、照射直前に治療ビームを照射してリニアックに装備された electronic portal imaging device (EPID) で撮影されたポータル画像を照合する方法がある。このとき、治療患者からのコンプトン散乱光子によって EPID 画像のコントラストは低下し位置照合が困難な場合がある。EPID に入射する散乱光子の寄与をモンテカルロシミュレーションにより推定し、その影響を除去することによってコントラストの改善が期待できる。しかし、汎用的なモンテカルロシミュレーションでは十分な散乱光子データの取得には長い計算時間を要する。このため、我々はコンプトン散乱のみを考慮し散乱光子を効率良くサンプリングできるモンテカルロシミュレーションコード開発と、その結果を利用した画像コントラスト改善に関する研究を行っている。これまでの研究では、開発したシミュレーションコードを用いて EPID 原画像から散乱光子によると推定される画素値を減算することによりコントラストが改善されることを報告した。本報告では、作成したシミュレーションコードの計算アルゴリズムの信頼性を確認するため EGS5 を用いてベンチマークテストを行ったので報告する。

方法

EGS5 によるベンチマークテストのための条件として、ファントム-EPID 間距離 400 mm、EPID サイズ 512 pixel×384 pixel (0.784 mm / pixel) とし、EPID の構造は銅板 1.0 mm、Gd₂O₂S:Tb シンチレータ 0.4 mm、アモルファスシリコンダイオード 1.5 μm に設定した。30 cm×30 cm×30 cm の水ファントムにエネルギー 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6 MeV の光子をペンシルビームとして入射させ、EPID 座標中心から半径 5 mm ほどの同心円状に入射する光子数とそのエネルギースペクトルおよび計算時間を比較した。このとき、EGS5 では PCUT = 10 keV、電子が発生した場合は追跡を中止する設定とした。

結果・結論

図 1 (a)、(b) に入射光子エネルギー 6 MeV のペンシルビームを用いた場合のエネルギースペクトルを比較して示す。各領域における散乱光子のフルエンスおよびエネルギースペクトルは開発コードと EGS5 でよく一致した。このとき、各散乱光子エネルギーにおけるフルエンスの差は平均 0.77 %であった。他の入射光子エネルギーでは平均 0.5 %から 1.5 %以内の差であった。これによって、開発コードの信頼性が EGS5 より確認された。また計算時間は、一次光子数 3×10^7 個の場合 EGS5 で約 270 s、開発コードでは約 220 s となり若干の計算速度の向上がみられた。

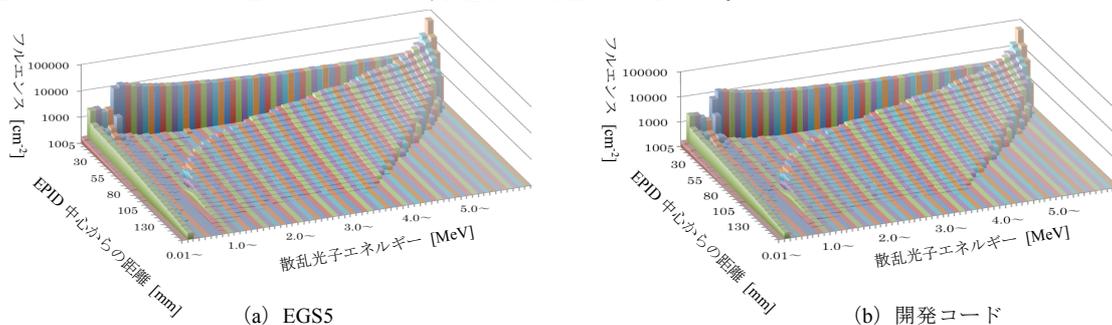


図 1 EPID 中心からの距離による散乱光子エネルギースペクトルの比較 (光子エネルギー 6 MeV)