

エネルギー分解 CT における散乱 X 線の影響評価

Estimation of the Influence of Scattered X-rays in Energy-Resolved X-ray Computed Tomography

○蔡 典修、神野 郁夫 (京大院工)

○Tien-Hsiu Tsai, Ikuo Kanno (Kyoto Univ.)

E-mail: tsai.tienhsiu.33s@st.kyoto-u.ac.jp

1. 緒言 コンピュータ断層撮影 (computed tomography, CT) における X 線の散乱は画質低下の重要な原因であり^[1]、撮影結果にコントラスト低下、カップリングアーチファクトなど、CT 値への影響をもたらす。コリメータやグリッドを用いて散乱 X 線を遮断することは可能である。しかし一定の画質を得るために必要な撮影線量が高くなり、低線量撮影には向かない。一方、エネルギー分解 CT^[2]の場合、従来の電流 CT と異なり、X 線の強度とエネルギー分布の両方を測定し、擬似単色 X 線や特定のエネルギー範囲の X 線を用いた CT 画像が得られる。そのため、散乱の影響は電流 CT と異なると予想される。その影響を確認し、エネルギー分解 CT 用の散乱補正法を開発するための予備研究として、本研究では GATE (Geant4 Application for Emission Tomography)^[3]を用いて、モンテカルロ・シミュレーションを行った。

2. シミュレーション 頭部撮影を想定し、直径 16 cm、高さ 20 cm のアクリル円柱を被検体としたシミュレーションを行った。アクリル円柱の中央には直径 1 cm、高さ 20 cm の造影剤 (ヨウ素、金) 水溶液領域がある。管電圧 120 kVp で、フィルタなしの場合及び、Al 2mm、Cu 0.2mm フィルタを付加した場合、の硬さが異なる 3 種類のコーンビーム X 線が被検体を通過し、検出器に到達する。検出器に入射した X 線のエネルギー、位置、及び被検体中での散乱回数を記録し、電流 CT 及びエネルギー分解 CT の投影データに変換し、再構成画像を得た。画像から散乱誤差 (散乱によるカップリングアーチファクトの強さ) 及び造影剤のコントラストを計算し、比較を行った。

3. 結果 Fig.1 に示すように、散乱誤差のエネルギー範囲への依存性が確認された。低エネルギーでは散乱誤差が強く、高エネルギーでは、散乱誤差が電流 CT より低くなった。そのため、K 吸収端付近の X 線を用いて高コントラスト画像を観測する場合、金造影剤はヨウ素造影剤より散乱の影響を受けにくい。硬い X 線 (Cu フィルタ付加) での撮影は、電流 CT のカップリングアーチファクトを低減させる

が、低エネルギー (33.5 - 38.5 keV) のエネルギー分解 CT では逆に増強することが分かった。散乱補正モデルの開発では、これらのエネルギー依存性を考慮に入れる必要がある。

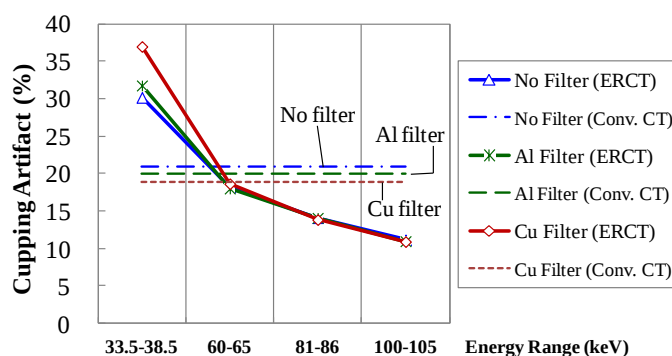


Fig. 1. Magnitude of cupping artifact in reconstructed CT images.
(ERCT: energy-resolved CT; Conv. CT: conventional CT)

[1] G. J. Bootsma, et al., Med. Phys. **42** (2015) 54-68. [2] I. Kanno, et al., Jpn. J. Appl. Phys. **53** (2014) 056601.

[3] S. Jan, et al., Phys. Med. Biol. **56** (2011) 881-901.