

平面検出器を用いたエネルギー分解コンピュータ断層撮影による実効原子番号測定

Effective atomic number measurement with energy-resolved computed tomography using a flat panel detector

京大院工¹, 京大院医², 京大院人健³ 伊良皆 拓^{1,2}, 中村 光宏^{2,3}, 溝脇 尚志², 神野 郁夫¹

Engineering¹, Medicine², Human Health³, Kyoto Univ.

○Hiraku Iramina^{1,2}, Mitsuhiro Nakamura^{2,3}, Takashi Mizowaki², Ikuo Kanno¹

E-mail: iramina@kuhp.kyoto-u.ac.jp

1. 緒言 当研究室では X 線を電流測定し予め求めた応答関数(RF)を用いて X 線のエネルギー分布をアンフォールディングする transXend 検出器でエネルギー分解コンピュータ断層撮影(ERCT)を行い、得られた線減弱係数から実効原子番号(Z_{eff})測定を実施してきた[1]。これまでの Z_{eff} 測定は一次元検出器を用いて行われた。本研究の目的は、平面検出器(FPD)を用いた二次元 transXend 検出器による ERCT を用いて人体組織等価物質の Z_{eff} 測定を行うことである。

2. 方法 FPD(GOS シンチレータによる間接変換方式, 有効面積 49.3×49.2 mm²)による二次元 transXend 検出器を実現するために、我々はストライプ吸収体を開発した[2]。4 種類の材質カテゴリにグループ分けされる 11 種類の人体組織等価物質(直径 28 mm の円柱)を、120 kVp, 2.3 mA, 1.0 s の X 線管条件下で撮像した。 Z_{eff} はアンフォールディングによって得られた 35.0-36.0, 65.0-66.0 keV の擬似単色 X 線の線減弱係数の比から求めた。これまでは RF を実験的に求めていたが、本研究では各測定物質の RF を減弱の式による数値計算から求めた。解析においては RF を二通り用いた: 測定物質と同じ物質の RF(Self-RF シナリオ), 測定物質と同じカテゴリに含まれる異なる物質の RF(Cross-RF シナリオ)。Cross-RF シナリオの目的は、各カテゴリを代表する物質を決定することである。

3. 結果 Self-RF シナリオの結果を図 1 に示す。これより、各物質の Z_{eff} は系統的に過小評価されて測定されたことがわかる。理論値との相対誤差の中央値は-6.92% (範囲: -7.89% - -4.60%)であった。測定した Z_{eff} を等価物質 Breast の理論値に対して規格化したところ、相対誤差は-0.75% (範囲: -1.79% - +1.73%)となった。Cross-RF シナリオの結果を図 2 に示す。2 つの材質カテゴリ(LUNG 及び SOFT BONE)にて、カテゴリを代表する物質が示された(LN300 及び Bone mineral, Inner bone)。

4. まとめ 数値計算によって求めた RF による二次元 transXend 検出器を用いて、 Z_{eff} 測定を行った。Self-RF シナリオで得られた規格化した Z_{eff} は、理論値と±1.8%以内で一致した。

[1] Yamashita Y, et al. J Nucl Sci Technol 2014; **51**: 1256-1263.

[2] Kanno I, et al. J Nucl Sci Technol 2017; **54**: 22-29.

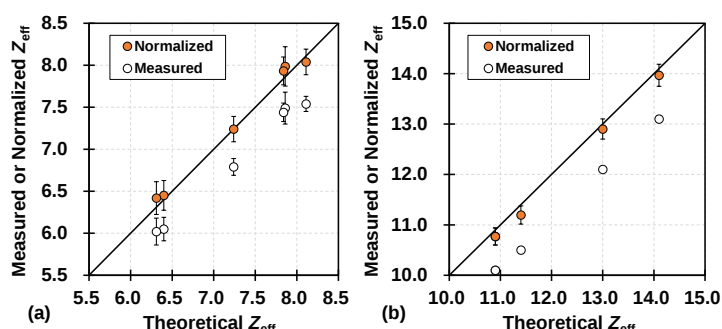


Fig.1. Self-RF scenario: measured (○) and normalized effective atomic number (Z_{eff}) of (a) low and (b) high atomic number material (●).

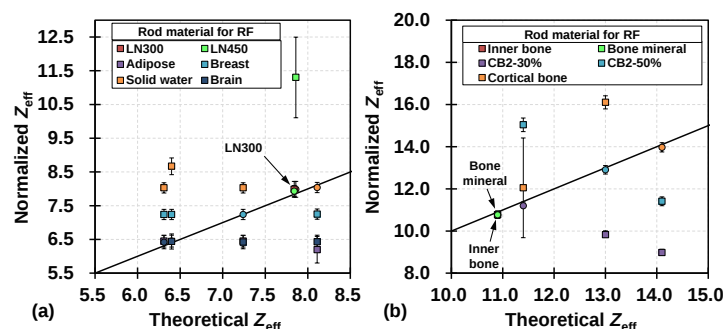


Fig.2 Cross-RF scenario: normalized (■) effective atomic number (Z_{eff}) of (a) low and (b) high atomic number material. ●:Self-RF scenario.