

transXend 検出器を用いたエネルギー分解 X 線 CT による実効原子番号評価

Effective atomic number estimation by energy-resolved CT with using transXend detector

濱口 拓, *神野郁夫

京大・工

シミュレーション計算で求めた応答関数を使用し, transXend 検出器を用いて 5 種のプラスチックからなる直径 3cm の被検体のエネルギー分解 X 線 CT 測定を行い, X 線のエネルギーの関数として線減弱係数を求めた. 線減弱係数から実効原子番号を評価し, 実効原子番号 5~8 のプラスチックについて検量線を得た.

キーワード: X 線 CT, エネルギー分解, 線減弱係数, 実効原子番号, transXend 検出器

緒言 X 線を電流測定し, 解析により X 線エネルギー分布を求める transXend 検出器を用いて, エネルギー分解 X 線コンピュータ断層撮影(CT)測定を行っている[1]. transXend 検出器を構成する個々の要素検出器の応答関数を計算で求め, 5 種のプラスチック(ポリプロピレン:PP, ABS 樹脂:ABS, ポリカーボネート:PC, アクリル:PMMA, ポリフッ化ビニリデン:PVDF)から構成される直径 3cm の被検体の CT 測定を行い, 各プラスチックの線減弱係数をエネルギーの関数として求め, 米国標準局の文献値と良い一致を得た[2]. これらの線減弱係数を用いて, 各プラスチックの実効原子番号を求めたので, 方法, 結果を報告する.

実効原子番号 化合物による X 線の減弱を示すために導入された概念であり, 経験式として $Z_{eff} =$

$^{2.94} \sqrt{\sum_i f_i \cdot Z_i^{2.94}}$ が提案されている[3]. ここで, f_i , Z_i はその化

合物を構成する i 番目の元素の電子割合と原子番号である.

H_2O の場合, f_H , Z_H , f_O , Z_O はそれぞれ 0.2, 1, 0.8, 8 であり, Z_{eff} は 7.42 である.

方法 線減弱係数は Z_{eff} の化合物原子が X 線と相互作用する断面積にその原子数密度 N_{eff} を掛けた量として表現でき, 相互作用断面積は米国標準局によりデータ提供されている. 原子番号 1~10 の元素について X 線エネルギー 20~120 keV の相互作用断面積を用意し, 補間法で原子番号 0.01 単位ごとのデータを準備する. 実験で求めた線減弱係数が最もフィットする Z_{eff} , N_{eff} を最小二乗法により決定する.

結果 得られた Z_{eff} を図 1 に示す. すべてのプラスチックの Z_{eff} が理論値より小さい値を示した. これは系統誤差と考え, 点線で検量線を引くと 5 種のプラスチックの Z_{eff} は線上に乗った. 誤差棒が大きい理由は, X 線を直径 1mm にコリメートしたが, 被検体上では直径 2.7mm に拡大していたため, スキャン点があいまいとなったためである.

[1] I. Kanno, et al., J. Nucl. Sci. Technol., **45** (2008) 1165. [2] Y. Maruyama, et al., J. Nucl. Sci. Technol., **55** (2018) 199. [3] W. V. Mayneord, Acta Int. Union Against Canc., **2** (1937) 271.

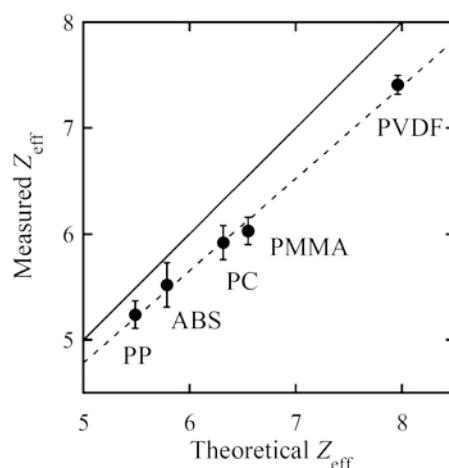


図 1. 5 種のプラスチックの測定 Z_{eff} . 実線は理論値, 点線は測定値の検量線を示す.

Takumi Hamaguchi, * Ikuo Kanno

Kyoto Univ.