エネルギー分解 X 線 CT 測定を用いた金属円筒中の物質識別法の研究

A Study on Identifying Materials in a Metal Cylinder with Energy-resolved X-ray Computed Tomography

京大院工, ○(M1)山田 啓太, 神野郁夫

1. 緒言　現在空港では保安検査のために単純 X 線撮影が用いられている。この方法では物質の形状を取得できるが物質の識別はできない。現在、より良い保安検査のために X 線のエネルギー情報を利用して物質の識別を行うエネルギー分解 CT 装置の開発が行われている。我々は transXend 検出器を用いたエネルギー分解 CT により低原子番号の物質識別を行ってきた [1)]。しかし、周囲に金属などの高減弱物質があるときには、正確な物質識別は困難であった。本研究では金属円筒中に様々なプラスチックが挿入されている場合について従来の方法に補正計算を加えた実効原子番号推定を行ったので報告する。

2. 実験　transXend 検出器は応答の異なる複数の検出器で取得した電流値を用いて計算によって入射 X 線のエネルギー情報を取得する検出器である [2)]。今回は X 線が通過するフィルタを複数用いることで応答に差を付けた平面型検出器で測定した。測定に用いたフィルタは air, Cu 0.1 mm, Cu 0.2 mm, Cu 0.3 mm である。被検体は 8 種類のプラスチック(PP (C_3H_6), PE (C_2H_4), PC ($C_{16}H_{14}O_3$), PMMA ($C_5O_2H_8$), POM (CH_2O), PVDF (C_2H_2F), PTFE (C_2F_4), PVC (C_2H_3Cl))を用いた。測定条件は管電圧 140 kV, 管電流 2.4 mA, 測定時間 5 s とした。

3. 解析　本研究では PE 被検体について実験と計算で取得される各ピクセルの投影データの比 $r(x, y)$を用いて各被検体の投影データを補正する PE 補正を解析過程に加えた。(x, y)は各ピクセルの位置を示す。はじめに PE 補正により各被検体の投影データについて補正計算を行い、エネルギー毎に CT 画像を再構成した。その後、各エネルギーE (keV)での線減弱係数$\mu(E)$、E と原子番号 Z の関数である全反応断面積$\sigma(E,Z)$を用いて$\Sigma\left(\mu(E) - N \times \sigma(E,Z)\right)^2$が最小となる原子数密度 N (cm^{-3})、実効原子番号 Z_{eff} を求めた。

4. 結果・今後の課題　各被検体の実効原子番号推定を行った結果を Fig. 1 に示す。実効原子番号理論値はアメリカ標準技術研究所 [3)] による線減弱係数から求めた。Fig. 1 より PC, PMMA, POM, PVDF は良い精度で求められている。PE, PP は推定結果に改善は見られたが、理論値との差は大きいままである。今後は 1. PE, PP の推定結果が離れてしまった原因の追究 2. 補正に用いる物質の最適化についての検討を行う。

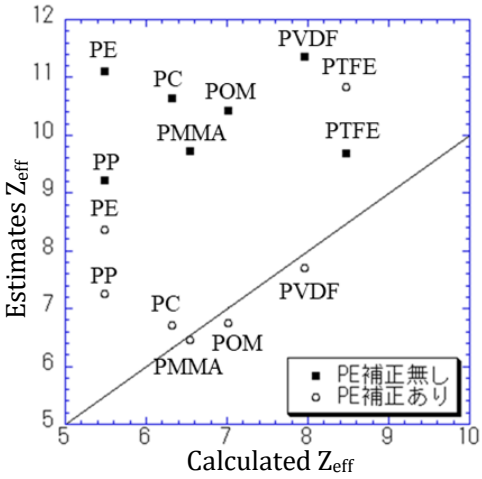

Fig. 1 Results of Z_{eff} estimation.

参考文献

1) T.Hamaguchi, et al. : Jpn. J. of Appl. Phys., **58**, 071001 1-6 (2019).
2) I. Kanno, et al. : J. Nucl. Sci. Technol. , **45**, 1165-1170 (2008).
3) M. J. Berger, et al., XCOM: Photon Cross Section Database (2010).