

Z_{eff} イメージング法による生体試料観察の試み Feasibility observations of biomedical samples using Z_{eff} imaging

米山明男^{1*}, 馬場理香¹, 兵藤一行², 武田徹³

¹ (株) 日立製作所研究開発グループ, 〒185-8601 国分寺市東恋ヶ窪 1-280

² 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

³ 北里大学医療衛生学部, 〒252-0373 相模原市南区北里 1-15-1

Akio Yoneyama^{1*}, Rika Baba¹, Kazuyuki Hyodo², and Tohoru Takeda³

¹ Hitachi Ltd., 2-280 Higashi-koigakubo, Kokubunji 185-8601, Japan

² Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

³ Kitasato University, 1-15-1 Kitasato, Minami-ku, Sagamihara 252-0373, Japan

1 はじめに

Z_{eff} イメージング法は、被写体を透過する際に生じた X 線の強度変化と位相シフトから、元素に関する情報を取得する方法である。被写体が単一の元素で構成されている場合は原子番号を、化合物や混合物の場合は平均的な原子番号（実効原子番号、 Z_{eff} : Effective atomic number）を可視化することができる。これまでに X 線干渉法を用いて測定した吸収と位相シフトの比から Z_{eff} 値を求める方法を開発し、各種金属膜を対象とした試用観察において、誤差 5%以下で理論値と一致した Z_{eff} 像の取得に成功している[1]。また、錆びた鉄膜の測定では、酸化度の可視化にも成功している。以下、本法を用いて生体試料の観察を試みた結果について報告する。

2 原理

X 線が被写体を透過する際に生じた強度変化と位相シフトの比 r は各元素に対して固有の値を持つ。このため、吸収と位相像の各画素における比から元素に関する像 (Z_{eff} 像) を得ることができる。図 1 はエネルギー 17.8 keV の X 線について、 Z_{eff} と r の関係を計算した結果である。吸収端より低いエネルギー領域において、 r から Z_{eff} を近似式等により一意に算出可能なことがわかる。

3 試用観察の結果

試用観察は PF BL-14C (垂直ウィグラー) に常設されている結晶分離型 X 線干渉計を採用した位相イメージングシステム [2]を用いて行った。図 2 にエネルギー 17.8 keV の X 線を用いて、牛の筋組織を観察した結果を示す。(a)が位相、(b)が吸収、(c)が Z_{eff} コントラスト像である。 Z_{eff} 値は(a)と(b)の各画素における値から、文献[1]に記載された近似式により算出している。背景の水の値も含め何れの値も、各組織の組成から計算で得られる理論値とほぼ一致している。

4 まとめ

本測定によって得られた Z_{eff} 値は構成元素から算出された Z_{eff} 値とほぼ一致した。従って、本法は生体試料に対しても有効であり、生体臓器の Z_{eff} 像の観察にも適用可能なことがわかった。

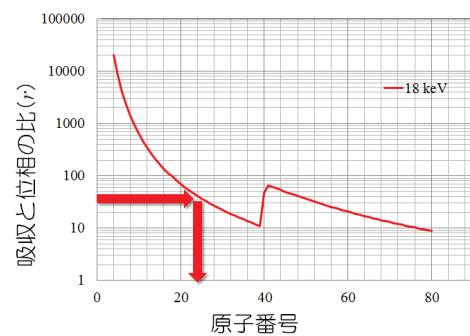
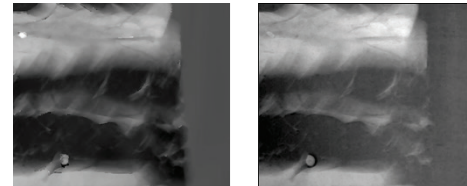
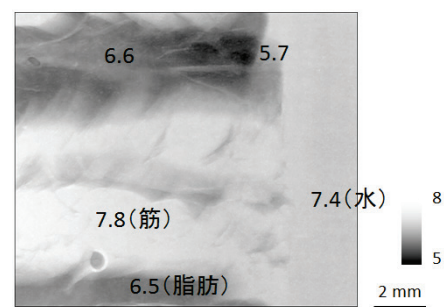


図 1 : 原子番号 Z と比 r の関係



(a)位相像

(b)吸収像



(c) Z_{eff} コントラスト像

図 2 : 生体試料の観察結果

参考文献

- [1] A. Yoneyama *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **103**, 204108 (2013).
[2] A. Yoneyama, *et al.*, *Nucl. Instrum. Meth*, **A523**, 217 (2004).

*akio.yoneyama.bu@hitachi.com