

九州シンクロトロン光研究センター 県有ビームライン利用報告書

課題番号：2205046F

B L 番号：07

(様式第 5 号)

生体模擬サンプルを用いた高速 X 線 CT 撮影の基礎的な検討(10)

Feasibility study of fast X-ray CT imaging using simulation living-body samples (10)

馬場理香、米山明男
Rika Baba, Akio Yoneyama

(株)日立製作所 研究開発グループ、九州シンクロトロン光研究センター
Research and Development Group, Hitachi Ltd.,
SAGA Light Source

- ※ 1 利用情報の公開が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後 2 年以内に研究成果公開〔論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表〕が必要です（トライアル利用を除く）。
- ※ 2 実験に参加された機関を全てご記載ください。
- ※ 3 共著者には実験参加者をご記載ください（各実験参加機関より 1 人以上）。

1. 概要（注：結論を含めて下さい）

X 線 Computed Tomography(CT)は、被写体の 3 次元的な内部構造を非破壊で計測する方法として、医療分野や産業分野で広く用いられている。本手法は、被検体の X 線吸収係数を画像化するものであり、形状計測に適している。本研究の目的は、マウスの歯の内部構造を観察するための高空間分解能 CT イメージング法を開発することである。放射光と 5 倍拡大の光学レンズ付き顕微鏡カメラを用いることで、 $1.3\mu\text{m}$ ピクセルの断面画像を取得可能な CT 撮影系を構築した。乾燥無菌マウス歯サンプルの撮像の結果、断面画像から歯内部の詳細な構造を部分的に観察することが可能であった。次回、同じサンプルを 10 倍の拡大レンズで再撮影する予定である。

X-ray computed tomography (CT) is widely used to nondestructively measure the three-dimensional internal structure of a subject in the medical and industrial fields. The method images the X-ray absorption coefficient of a subject and is suitable for shape measurement. The purpose of this study is to develop a CT imaging method with high spatial resolution to observe the internal structure of mouse teeth. The cross-sectional images of $1.3\text{-}\mu\text{m}$ pixels can be obtained by using synchrotron radiation and a microscope camera with a 5x magnification lens. The results of imaging of a dried sterile mouse tooth sample showed that the detailed internal tooth structures could be partially observed in the cross-sectional image. The same sample will be re-imaged next time using a 10x magnification lens.

2. 背景と目的

被写体の 3 次元的な内部構造を非破壊で計測するニーズは大きく、医療および工業分野で超音波、磁気、レーザ、赤外線など様々な技術が開発されている。その中で、X 線 Computed Tomography(CT)は高速で高精細な画像を得ることができることから、医療分野で救急対応や治療支援に用いられている。また、工業分野においては、対象の状態を保ったまま内部の異常や劣化を観察できることから、製品の品質管理において重要な役割を担っている。

X 線 CT は X 線が被写体を透過する際に生じた強度の変化を画像化しており、密度に関する情報を得ることができる。密度変化を伴う形状や構造など形態の観察に優れており、特に高空間分解能の計測に適している。今回、マウスの歯の内部構造を観察するためにはミクロン単位の空間分解能を持つ

断面像が必要となり、放射光と顕微カメラを用いる高分解能 CT 撮影の検討を行う。

3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

高空間分解能の断面像を取得するために、X 線源に放射光を用い、検出器に顕微カメラを用いる CT 撮影系を構築した[1]。撮影系の外観を図 1 に示す。放射光はサンプルを透過し、シンチレータ膜で光学像に変換され、光学レンズで拡大され、sCMOS カメラに結像され、読み出される。サンプルを回転テーブルで回転しながら撮影を行い、360° 回転で 3,000 枚の撮影像を取得し、再構成処理により断面像を算出する。今回、5 倍の光学レンズを用いることで、1.3 μm 画素の断面像の取得を可能とした。

乾燥した無菌マウスの歯サンプルを用いて計測を行った結果を図 1 に示す。断面像において、歯内部の詳細構造は部分的に観察可能であったが、全体の観察は困難であった。

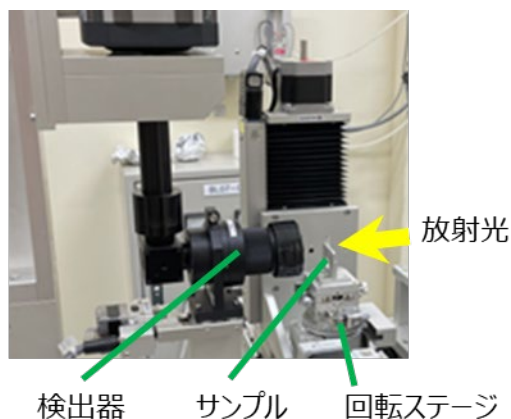


図 1 撮影系の外観

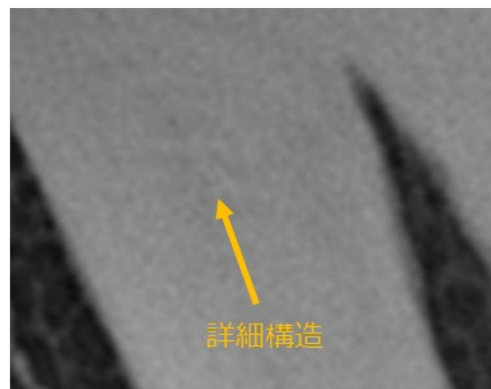


図 2 断面像

5. 今後の課題

詳細構造が部分的に観察できていることから、断面像の空間分解能が 1.3 μm では不足していると考えられる。次回、拡大率 10 倍の光学レンズを用い、0.65 μm 画素の断面像を取得可能な撮影系で再撮影を試みる予定である。

6. 参考文献

[1] "Advanced X-ray imaging at beamline 07 of the SAGA Light Source" A. Yoneyama, S. Takeya, Thet Thet Lwin, D. Takamatsu, R. Baba, K. Konishi, R. Fujita, K. Kobayashi, A. Shima, M. Kawamoto, H. Setoyama, K. Ishijia, and Y Seno, Journal of Synchrotron Radiation 28, 1966-1977 (2021).

7. 論文発表・特許（注：本課題に関連するこれまでの代表的な成果）

Yoneyama A, Baba R, Hyodo K, Takeda T, Nakano H, et. al. AIP Conference Proceedings, 1696 (1), 020007 (2016).

8. キーワード（注：試料及び実験方法を特定する用語を 2～3）

顕微 CT、マウス歯

9. 研究成果公開について（注：※2に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消してください。また、論文（査読付）発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入してください。提出期限は利用年度終了後 2 年以内です。例えば 2018 年度実施課題であれば、2020 年度末（2021 年 3 月 31 日）となります。）

長期タイプ課題は、ご利用の最終期の利用報告書にご記入ください。

① 論文（査読付）発表の報告

（報告時期：

2025 年 3 月）