

放射光を用いたクライオ・マイクロ X 線 CT の開発とその応用

Development of Cryo-Micro X-ray CT and its Applications

佐賀 LS¹, 産総研², 西九州大学² ○米山明男¹, 河本正秀¹, 竹谷敏², 安田みどり³

SAGA Light Source¹, AIST², Nishi Kyushu Univ.³, ○Akio Yoneyama¹, Masahide Kawamoto,

Satoshi Takeya², and Midori Yasuda³

E-mail: yoneyama@saga-ls.jp

-80 度以下の低温下において、高い空間分解能かつ非破壊で冷凍食品や氷等を三次元的に観察することを目的として、クライオ・マイクロ X 線 CT システムを九州シンクロトロン光研究センター (SAGA Light Source) のビームライン BL07 に新たに構築した。

本システムは、低温窒素ガス吹付け装置 (クライオ) と、平行ビーム照射型のマイクロ X 線 CT から構成されている (図 1)。X 線源として Ge 分光器 (非表示) で単色化した大強度の放射光を用い、大視野かつ高効率の X 線顕微カメラ (Kenvy 2)[1] を採用することで、計測時間 30 分で最大 2 mm φ のサンプルを 2~3 ミクロンの空間分解能で 3 次的に観察することができる (表 1)。利用可能な放射光 (X 線) のエネルギーは 8~15 keV であり、エネルギーを最適化することにより、軽元素で主に構成された有機材料、食品、及び生体試料から、岩石などを含む天然ガス・ハイドレートまで高精細に計測することができる。低温窒素ガスはサンプル近傍の霜の発生・成長を抑制するために、サンプル直上から吹き付ける方式を採用しており、設定可能なサンプルの範囲は -158~+72 °C で、温度安定性は ±1°C 以下である。

本システムを用いて、茹でたそうめん (茹で時間 2 分) を液体窒素で瞬間凍結して観察した結果を図 2 に示す。計測時間は 30 分、X 線のエネルギーは 10 keV、クライオの設定温度は -100°C である。なお、サンプルは内径 2 mm のポリプロピレン (PP) 製ストローに封入して計測した。

[1] A. Yoneyama, et al., Optical Materials Express 11, 398-411 (2021)

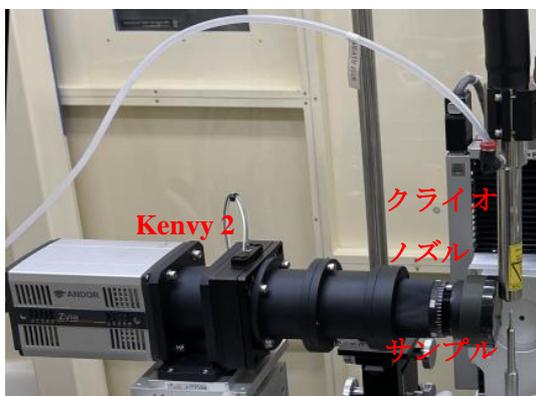


図 1 クライオ・マイクロ CT の写真

表 1 クライオ・マイクロ CT の主な仕様

観察視野	2 mm 角
画素サイズ	1.3 μm 角
画素数	2048 x 2048 画素
CT 計測時間	~30 分 (投影数 1000) (蓄積電流に依存)
設定温度	-180~+120 °C
サンプル温度	-158~+72 °C
温度設定時間	~10 秒

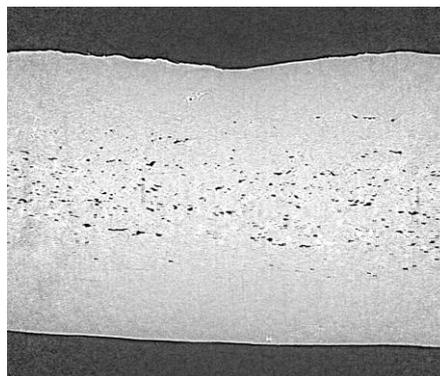
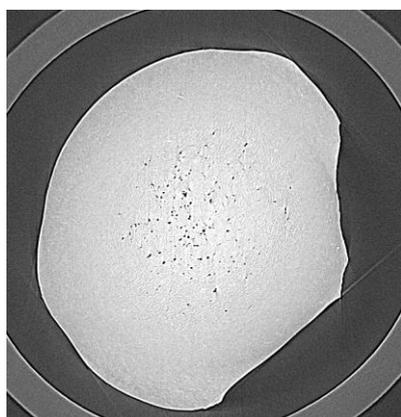


図 2 茹でたそうめんの断面像 (左) と縦断面像 (右) (直径 2 mm)