

## 「撮る」から「解析する」への架け橋 ～3D X 線顕微鏡の撮像技術支援と今後の展望～

○杉山 博則

金沢大学 総合技術部 機器分析部門

### 1.はじめに

2025 年度、金沢大学では ZEISS 社製 3D X 線顕微鏡「VersaXRM615」(図 1) を新規導入した。材料研究や製品開発において内部構造の非破壊観察は必須技術となっているが、従来 CT では高分解能化に伴う試料破壊や小径化が課題であった。本設備は大型試料のまま目的領域をピンポイントかつ高精細に撮像できる利点を持ち、①距離非依存の高解像度撮影 (RaaD)、②AI 技術による高画質・時短処理、③In-situ (その場) 観察機能、という強みを有する。

本報告では、本設備において「高精度に撮像する」ための技術職員による技術研鑽、および専用固定治具の開発を通じた支援事例を紹介する。あわせて、今後の「3D 画像解析運用」に向けた展望を述べ、運用他機関とのノウハウ共有および技術交流を目的とする。



図 1. VersaXRM615 写真

### 2.新規導入にともなう立ち上げと運用基盤の構築

2025 年 9 月の納入に際し、技術職員はメーカーと事前調整を重ね、設置や安全対策を推進した。本体重量約 2 トンにおよぶ大型機器のため、事前の荷重分散板の手配や搬入経路の厳重養生を立ち回った。設置後は 2 週間のメーカー調整作業に同行し基本性能を検証した。

共用化に向け、段階的な案内を展開した。管理体制を周知する「学内説明会」をはじめ、メーカーによる「基本操作説明会」や「In-situ ユニット操作説明会」を企画・実施した。また、2025 年内を「導入試行期間 (無料利用期間)」として設定し、職員の操作習熟と初期ノウハウ蓄積、ルール策定、利用料算出を行った。準備を経て 2026 年 1 月より「設備共同利用推進総合システム」でのオンライン予約・課金運用を開始した。

### 3.撮像技術の醸成と多様な試料への対応

本設備には、試料の衝突防止機構をはじめ、観察目的や設置条件に応じた最適撮像条件 (管電圧・管電流、光源・検出器距離、フィルター選定、露出時間等) や撮像位置の決定をアシストするユーザーフレンドリーな自動調整機能が備わっている。しかし、高倍率撮像や難撮像試料においては、自動ガイダンスのみでは不十分であり、マニュアル操作による緻密なパラメータ選定が不可欠となる。多種多様な学内ニーズに対応するため、技術研鑽と撮像ノウハウの蓄積を進めた。

具体的には、生物・有機物系から工業・環境材料系に至るまで幅広い分野の試料 (淡水・海水エビ、桧

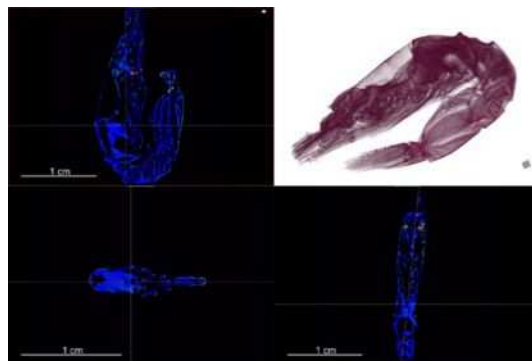


図 2. サクラエビの撮像画像

の実、コーヒー豆、メダカの卵、溶断ヒューズ、大気フィルター等）を対象に撮像条件の最適化を図った。一例として、図2にサクラエビ（乾燥試料）の撮像データを示す。本撮像では、試料の揺れ（ドリフト）を防ぐため、爪楊枝の先端に光硬化樹脂を用いてエビの背部を一点で固定する治具工夫を行った。その結果、外殻の微細構造が明瞭に観察できる高精細データを得ることができた。一方で、事前乾燥によって内部の軟組織が消失・収縮することも確認され、生体・軟組織試料における前処理の重要性に関する有用な知見が得られた。その他の撮像事例の詳細は当日ポスターにて提示する。

#### 4.技術的な支援事例「撮る技術」へのこだわりと自作治具の開発

2026年度より本格的な共用推進を開始し、学内外からの依頼分析や技術支援の事例が着実に増加している。企業支援においては、CFRP材料の内部繊維配向の評価や、樹脂封止された電子基板内のボイド（空孔）の位置・個数特定など、高度なニーズに应运えてきた。一方で、学内研究者からは既存の標準ホルダーでは固定が困難な試料や、ドリフト（位置ズレ）が許されない高倍率撮像、In-situ（引張・圧縮）撮像といった難易度の高い要求が寄せられた。これに対し、マニュアルモードによる厳密な条件出しを行うとともに、試料の形状・状態に合致した専用ホルダー・治具を自作・開発して対応した。

1) 燃料電池触媒用固定治具：高倍率レンズを用いた長時間撮像時の微振動を抑制するため、アクリル板をNCフライス盤で精密加工した専用マウントホルダーを製作。ドリフトによる3D再構成の失敗を防ぎ、高精細データの取得に成功した。

2) 運動靴裏高分子材料用マウントホルダー（図3）：大型・異形試料を切り出さず非破壊観察できるよう、市販容器とシリコンシーラントで専用ホルダーを形成し、ピンポイント撮像を実現した。

3) 海水魚（キンキ）の卵撮像用密閉ホルダーの自作：ゼリー状軟質試料の乾燥・ドリフトを防ぐため、1.5 mL遠心チューブ壁面をルーターで限界まで薄く研磨し、内部にメラミンスポンジを配した構造を考案。X線減衰を抑え安定連続撮像に成功した。

精密加工から身近な資材の活用まで「工夫してきれいに撮る」こだわりが、高品質なデータ取得とユーザー満足度の向上に直結すると考える。

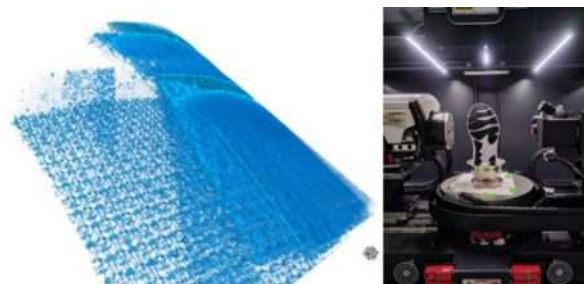


図3. 運動靴の撮像（装置内への設置と3D画像）

#### 5.今後の展望とX線マイクロCT取り扱い技術担当者との情報交換

現在、支援は「高精度な撮像データを確実に取得する」ことに注力し実績を上げているが、ユーザーニーズはスライス画像や3D表示にとどまらず、構造の定量化やモデル化へ拡大しつつある。

今後は「きれいに撮る技術」を土台にスキルを引き上げ、3D解析ソフトによるセグメンテーション（特定相の抽出、領域分離、空隙率計算等）や3Dモデル構築、3Dプリント出力支援など、「撮る」から「解析する」へ支援領域を拡張する計画である。本報告を通じ、運用他機関の技術担当者と前処理・撮像ノウハウのみならず、3D解析ソフトの共用運用体制（ライセンス管理、解析環境整備、講習方法等）に関する情報共有・技術交流を深めたい。

#### 謝辞

本報告を作成するにあたり、設備の利用を許可いただいた金沢大学フロンティア工学系瀧教授、撮像データの使用許可をいただきました機械工学系辻口教授、能登水産センター松原教授に感謝いたします。