

4 九州大学硬X線ビームライン (BL06 ; 九州大学)

1. はじめに

九州大学ビームライン (九大BL) は、X線吸収微細構造(XAFS)測定システム、及び小角X線散乱(SAXS)測定システムをエンドステーションに備え、学内・外に利用を開放している共同利用設備である。九州大学シンクロtron光利用研究センターが九大BLを所管しており、概算要求による機能強化経費(機能強化経費促進分) 戦略③(イノベーション創出と牽引)において「ゼロエネルギー社会への変革を先導する放射光連携グリーンマテリアル教育研究」(平成28-33年度、代表 副島雄児 教授)を獲得し、九大BLの維持・高度化、専任人員の雇用、及び利用研究を推進している。また、九大BLの利用料収入により、運営費の一部自立化を進めている。平成25年度から開始した文部科学省光・量子融合連携研究開発プログラム「量子ビーム連携によるソフトマテリアルのグリーンイノベーション」(代表 高原淳 教授)を継続して推進した。シンクロtron光シンポジウム(後述)を開催し、九大BL及びシンクロtron光利用研究分野での産学官の交流及び連携を促進した。

2. 九大BL (BL06) の状況

XAFSにおいては、透過法・転換電子収量法・部分蛍光収量法、及びエネルギー掃引としてstep・quickスキャンが引き続き利用可能である。*in-situ*実験で利用可能なガスは、 H_2 (又は D_2)、 O_2 、 CO 、 CH_4 、 SO_x 、 NO_x 、 H_2S である。SAXSでは、2次元検出器にイメージングプレート(R-Axis IV++、リガク)が利用可能であり、カメラ長は、0.2-2.6 mの範囲で段階的に変更できる。また、試料直後(カメラパス前面)に設置したフラットパネルセンサにより、広角散乱(WAXS)の測定が可能であり、SAXS-WAXS同時測定も利用可能である。

3. 平成 28 年度の高度化

九大BLの新しい利用展開を目的として、X線2次元カメラ(C12849-101U、浜ホト)を用いたX線イメージングシステムを新たに構築した。X線カメラの性能は、ピクセルサイズ: $6.5 \mu m$ 、ピクセル数: $2048(H) \times 2048(V)$ 、読み出し速度は最大 30 fps (USB接続)である。X線透過像撮影に加えて、高精度回転

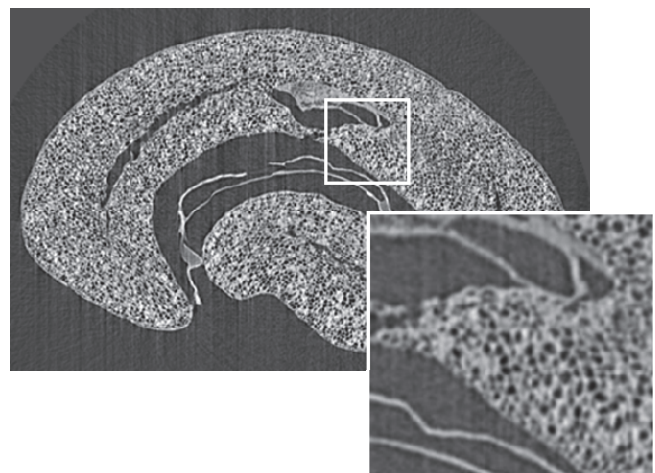
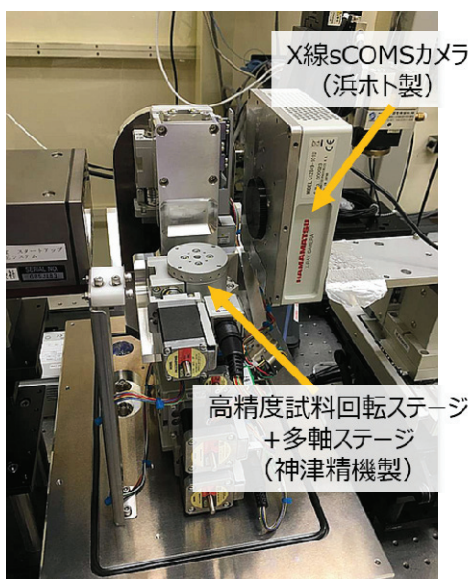


図1 X線イメージング(2D/3D)のセットアップ(左)、コーヒー豆(焙煎後)の再構成した断層画像(右)

試料ステージ（神津精機製）と組み合わせた連続撮影システムを構築した。典型的な測定条件では、試料回転角度 180° を 0.1° 毎に透過像が同期撮影される。一連の透過像データから CT 画像再構成による断層画像の取得を実現した。CT 画像再構成では、上杉健太郎博士（JASRI）の再構成計算プログラムを使用した。図1に装置のセットアップ（左）、及び焙煎後のコーヒー豆を試料として得られた断層画像（右）を示す。カメラのピクセルサイズに準じた空間分解能を達成している。今後、ユーザー利用に供するとともに、X線エネルギー掃引と組み合わせた元素分布、化学状態の可視化を実現する計画である。また、拡大光学系と組み合わせた空間分解能の向上を計画している。

4. 利用状況及び成果

平成28年度は、SAGA-LSの稼働期間に合わせて利用課題を年3回公募する方式で九大BLの運用を行った。ユーザー利用件数は、年間計42件（利用日数計95日間）であり、その内、XAFS利用課題36件、SAXS利用課題6件であった。ユーザー利用以外の時間は、新規ユーザー及び関連研究グループによる新規研究利用への準備・高度化として利用された。

九大BLにおける実験結果を基にした研究成果は、これまでの累計として、学術雑誌等における論文46報（紀要・報告書等含む）、学術会議等での招待講演21件、口頭発表86件、ポスター発表99件に上り、7名の学会賞等の受賞となった。教育研究の成果として、博士論文3件、修士論文29件、学部卒業論文14件に九大BLにおける実験結果が使用された。

5. シンクロトロン光シンポジウム

九州大学は、平成28年10月に新たな部局としてエネルギー研究教育機構を創設した。学内の理工系部局に加えて当該センターも参画する組織として、学際融合、そしてエネルギー研究教育におけるワンストップ・ソリューションの創出を目指している。本機構の活動の一環として、九州大学エネルギーウィーク2017においてシンクロトロン光シンポジウムを開催（平成29年2月2日）した。浦項科学技術大学（韓国）の Moonhor Ree 教授による記念講演をはじめ、九大及び各機関からの研究紹介、九大BL及び各ビームラインの見学会（図2）を行い、各機関からの多大なる協力を頂き、参加者数81名を集めるシンポジウムとなった。（図3集合写真）

九州大学シンクロトロン光利用研究センター
 杉山武晴・吉岡聡・石岡寿雄・
 高原淳・原田明・永長久寛・
 副島雄児（センター長）

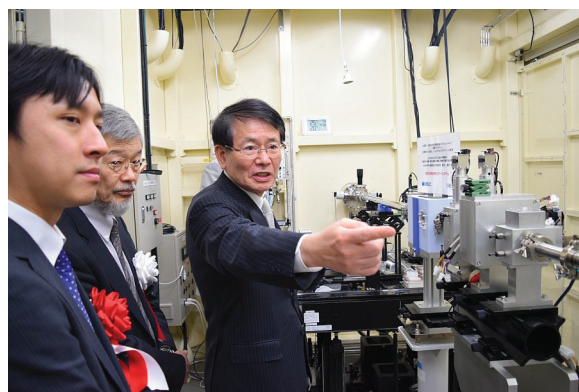


図2 九大BLの見学（左）橋本一郎氏（文科省量研室）、（中）若山正人 副学長（九大）、（右）久保千春 総長（九大）



図3 シンクロトロン光シンポジウム集合写真（平成29年2月2日SAGA-LSにて）