

5 九州大学ビームライン (BL06)

1. はじめに

前年度の2008年度に、ビームライン光学セクションである「高輝度放射光利用実験装置」、さらに実験ハッチ内測定装置である「X線吸収微細構造測定システム (XAFS)」および「小角X線散乱測定システム (SAXS)」の予算承認を得た。その後、それらの仕様詳細を決定し、2008年度末に建設工事および機器設置を進め、2009年3月に九州大学ビームライン (九大BL) が完成した。その後、2009年度初頭にビームライン完成設備検査を実施し、実験装置の調整作業を進めた。また、九大BLを利用した教育研究、および管理運営を行う拠点として、学内に九州大学シンクロトロン光利用研究センターが設置された。以下にそれらの経過および結果を報告する。

2. ビームライン完成検査

2009年3月に完成したビームライン設備全体について、SAGA-LSによるビームラインへの放射光導入前の竣工検査が2009年4月7日に実施された。その結果を受け、放射線管理事業所主であるSAGA-LSより文部科学省に管理区域変更後検査の申請が行われ、4月24日に原子力安全技術センターによる放射線障害の防止に関する施設検査が実施された。

3. 機器調整

ビームライン設備検査の合格を受け、X線を導入してのビームラインの機器調整を開始した。ビームライ

ンに初めてX線を導入した際のスクリーンモニタ上のビーム像を図1に示す。



図1 スクリーンモニタ上のビーム像

まずビームライン光学機器セクションに設置している4台の4象限スリットの各刃および2結晶モノクロメーターの各結晶の光軸位置調整を行い、ビーム下流側の実験ハッチ内までX線ビームを導入した。この時点でのハッチ内でのX線強度は 1×10^9 photons/sec (ミラー集光なし) であった。また、それら調整機構をPC上から制御するためのソフトウェアを整備した。その後、ハッチ内の実験架台、試料ステージおよびスリット等の調整を進めた。これらの作業と並行して、検出器の制御・データ取得のための配線作業およびソフトウェアの整備とともに、2台の擬似トロイダル型集光ミラーの光軸調整を行った。集光ミラーの利用により、ビームサイズを 1mm^2 程度に集光でき、その結果X線強度が 1×10^{10} photons/secになった。試料位置でのX線強度の光エネルギー依存性を図2に示す。九大BLの基本仕様を表1にまとめる。

表1 九大BLビームライン基本仕様

光源	偏向電磁石	分光器	2結晶分光器
	臨界エネルギー		第一、第二結晶 平板Si (111)
	水平取り込角	エネルギー範囲	2.1 ~ 23 keV
	光子数	集光ミラー	擬似トロイダル型
			第一 Ptコート (SAXS用)
			第二 Rhコート (XAFS用)

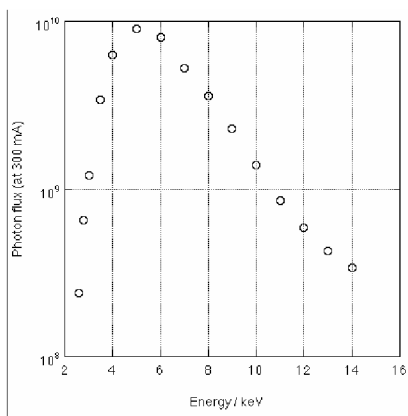


図2 九大BLでのPhoton Fluxの光エネルギー依存性

ビームラインには、XAFS実験のための機器を整備した。通常のイオンチャンバーによる透過法以外に、低濃度、微量元素試料のためにライト検出器およびSiドリフト検出器（SDD）を設置し、蛍光法での測定を可能とした。また、薄膜や微小試料にも対応するための試料位置自動ステージを設置した。これら計測系機器調整の後、標準試料によるビームラインの性能確認試験を実施した。その一例として、金属Cu箔のEXAFS測定結果を図3に示す。高波数領域の 16 \AA^{-1} までクリアな振動を抽出することが出来、調整が良好であることが確認できた。

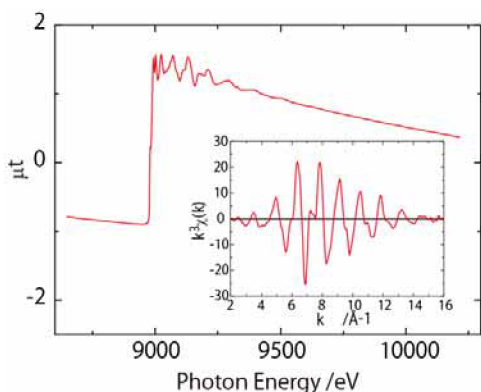


図3 Cu箔のEXAFSスペクトル

さらに、実験ハッチ後方にSAXS測定用の機器を設置した。本装置は、検出器にイメージングプレートを使用しており、カメラ長を0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mから選択して利用することができる。また今後の斜入射法（GI-SAXS）などへの展開を考慮し、薄膜、微小試料に対応した試料自動ステージを設置した。図4に、小角X線ステージで測定したコラーゲン繊維の散乱パ

ターンを示す。小角側の1次より高角度側15次までのピークを検出していることを確認した。

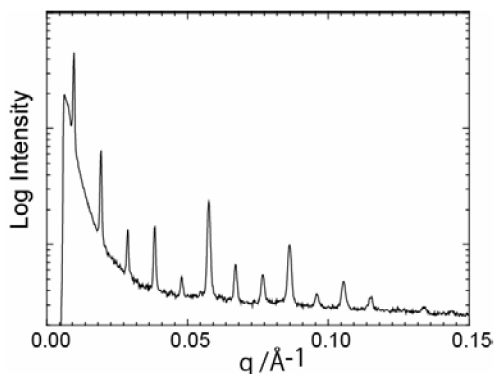


図4 コラーゲン繊維のSAXS プロファイル

4. 九州大学シンクロトロン光利用研究センター

九大BLを利用した物質・材料科学に関する教育研究を推進し、ビームラインの管理運営を行う拠点として、九州大学シンクロトロン光利用研究センターを2009年7月1日に設置した。学内の8研究院、研究所より教員が参加し、九大BLを利用した先端材料研究を行っている。当センター主催により、2009年7月13日にビームライン完成披露式、2010年3月15日に記念シンポジウムを開催した。

5. 今後の展望

触媒、ガスセンサー材等の機能材料について、その場観察XAFS実験の展開を大きな柱として、ガス供給除害設備を2011年度に導入する。また、小角X線散乱分野においては、CMOSフラットパネルセンサの導入により広角X線散乱（WAXS）実験を可能にするとともに、SAXS-WAXS同時測定を検討する。

¹九州大学シンクロトロン光利用研究センター

²九州大学工学研究院

³九州大学総合理工学研究院

吉岡 聡^{1,2}・石岡 寿雄^{1,3}・西堀 麻衣子¹