

## 5 九州大学ビームライン (BL06 ; 九州大学)

### 1. はじめに

2009年3月に九州大学ビームライン (九大BL) が完成し、これまでに九州大学シンクロtron光利用研究センター (九大シンクロセンター) 教員によるBL調整、マシンスタディおよびトライアルユースを重ねてきた。本年度は、九大シンクロセンターが実施部局である「放射光分析支援グリーンマテリアル研究拠点形成」が採択され、九大BLのユーザー開放および本格的なグリーンマテリアル研究を開始することとなった。九大シンクロセンター専任の准教授が着任するとともに、センター教員による九大BLを利用した教育研究が本格的に始まった。また、それに伴って九大BLの学内共同利用化に向けた利用規程等諸規則の制定、課題申請および利用手続きを整備した。2012年3月には学内に限定した利用課題公募を行い、課題審査の結果13課題を採択した。これらの課題は2012年度 I 期に実施される予定である。学内利用が開始されたことにより、各分野で個々の研究者や学内共同研究によるグリーンマテリアル先端研究が強力に推進され始めている。

以下にそれらの経過および結果を報告する。

### 2. ビームライン現状

九大BLでは、物質のナノ構造解析装置としてのX線吸収微細構造測定システム (XAFS)、メソ構造解析装置としての小角散乱測定システム (SAXS) を設置している。光源として偏向電磁石からの白色光を2枚のSi(111)結晶により分光し、得られる2.1-23 keVの単色X線を擬似トロイダルミラーにより集光し利用している。集光ミラーは、焦点位置をXAFS試料位置に設計したRhコーティングミラー、およびSAXS検出器位置に設計したPtコーティングミラーの計2枚を設置し

ている。それぞれの集光位置でのX線フラックスは、最大 $10^{10}$  photons/secである。

XAFS測定には、通常の透過法のためのイオンチャンバー以外に転換電子収量法用のセルが利用可能である。

SAXS測定でのカメラ長は、真空パスの長さを調整することにより700-2500 mmまで段階的に変更が可能である。検出器は、300×300 mm (ピクセルサイズ0.1×0.1 mm) のイメージングプレート (リガクRAXIS-IV++) を用いている。また、薄膜、微小試料の高精度な測定位置制御のために6軸の高精度小型自動ステージを整備している。

### 3. 放射光分析支援グリーンマテリアル研究拠点形成

九大シンクロセンターが実施部局である「放射光分析支援グリーンマテリアル研究拠点形成」が平成23年度から4年間のプロジェクトとして採択された。九州大学は、環境や人に優しい材料、環境改善技術を支える材料、環境に優しいエネルギー技術を支える材料などのグリーンマテリアル (グリーン・イノベーションを先導する材料) に関する研究で世界を先導する成果を発信している。本プロジェクトでは、これをさらに組織的・戦略的に展開するために、地球環境・生活環境の浄化のためのプロセス用「グリーンプロセスマテリアル研究」、省エネルギーデバイス用「クリーンエネルギーデバイス研究」、人間に優しくライフ・イノベーションにも貢献できる「エコソフトマテリアル研究」を三本柱としたグリーンマテリアルという新たな概念を提起している。それらに基づき、九大BLの放射光分析は、グリーン・イノベーション創出を先導する研究教育拠点の強化・加速、人材育成の任を受け、さらに共同利用化も目指している。

#### 4. 学内利用の開始

九大 BL の利用課題は、SAGA-LS の稼働時期に合わせて 1 年間で 3 期（4 月から 8 月を第 I 期、8 月から 12 月までを第 II 期、1 月から 3 月までを第 III 期）に分け公募を行なうこととした。利用区分は、大学及び公共研究機関のうち利用情報の開示が前提となる「公共等利用」、それ以外の「一般利用」、九州大学に所属する教員で前述の放射光分析支援グリーンマテリアル研究拠点形成プロジェクトのテーマに合致する課題に対する「グリーンマテリアル利用」を設定している。課題公募の告知は HP を通じて行い、実験責任者が課題申請書を作成しメールで応募するシステムとした。

なお、2011 年度の利用課題の公募は学内に限定しているため、利用課題代表者は全て学内教職員となっている。

#### 5. ビームライン管理・運営体制の強化

九大シンクロセンター（5 研究部門、1 支援室）は、工学、総合理工学、システム情報科学、理学の 4 研究院、先導物質化学、応用力学、生体防御医学の 3 研究所、並びに高等教育開発推進センターから、複担、協力教員として 24 名が参画した理工系オール九州大学体制のセンターとして、環境マテリアル研究、エネルギーマテリアル研究、ソフト・バイオマテリアル研究並びにマテリアル研究のためのシンクロトロン光基盤研究、技術開発研究を推進している。2011 年度から新たに「放射光分析支援グリーンマテリアル研究拠点形成」が採択されたことから、先端研究を一層推進できる環境が整った。そのため、新たに特定有期教員（准教授）2 名が専任教員として着任し、九大シンクロセンターおよび九大 BL の運営体制強化が図られた。また、学内利用が開始され BL 利用実績が格段に上昇したこと、および放射光実験経験のない学内ユーザーの受入れ・実務対応の必要性を考慮し、学内利用開始時よりテクニカルスタッフを 1 名雇用した。これにより、センターのさらなる体制強化はもとより、テクニカルスタッフが常駐することで BL の管理が徹底され限られたマシンタイムを効率的に利用できるようになった。

#### 6. 今後の展望

学内利用が開始され、九大 BL の利用実績（ユーザー数、利用課題数）は確実に上昇している。それに伴い、課題当たりのマシンタイム充足率の問題も生じている。現在の BL エンドステーションのセッティングでは、XAFS および SAXS 装置の切り替えに半日程度の時間が必要であり、効率のよいマシンタイムの日程を組むことが困難になっている。また、XAFS および SAXS 実験に関しても、マシンタイムを効率的に使用する観点から個々の装置の改善が必要となっている。今後は、エンドステーション架台の共通化など、よりマシンタイムを効率的に利用するための改良を予定している。

学内利用が始まり多くの課題が実施されるに伴い、より高度なグリーンマテリアル研究に対応する必要が生じている。それらの要求に応えるため、XAFS 測定に関しては、実使用環境下での測定が可能になる in-situ 測定システム、並びに時分割測定、測定時間の大幅短縮が可能になる QXAFS の導入を予定している。また、リン、硫黄等の軽元素の XAFS 測定を行うための軽元素チェンバーの構築や、試料に微量に含まれる元素の XAFS 測定を行うための蛍光 XAFS 測定システムの利用開始を予定している。

SAXS 測定に関しては、散乱パターンをリアルタイムに計測するシステムの構築を予定しており、経時変化の観測に加えて光学調整時間の短縮も期待している。

以上のように、九大 BL のユーザー利用が本格的に始まった。今後は九州大学ビームラインにおける実験結果を利用して、各ユーザーによる成果公表が学会発表および論文執筆を通して進められていくと確信している。

<sup>1</sup>九州大学シンクロトロン光利用研究センター

<sup>2</sup>九州大学総合理工学研究院

<sup>3</sup>九州大学工学研究院

西堀麻衣子<sup>1,2</sup>・杉山武晴<sup>1</sup>・吉岡聡<sup>1,3</sup>・石岡寿雄<sup>1,2</sup>・

寺岡靖剛<sup>1,2</sup>（センター長）