

## 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。近年では、X線CT、及びXRDの整備を続けており、一部は利用可能となっている。

2020年度は、世界・日本中に広がったコロナ禍により県境を跨ぐ移動や活動の自粛が強いられる期間が長く続き、ユーザー利用がキャンセルされる事例が多く発生した。そのような状況の下、来所のための移動やBLでの密を避けるためにオンライン会議のソフトウェアを活用し、来所者を最小限にしつつBLにおける実験を共有する等、BLとして工夫を凝らす場面が増加した。従来、施設に来所することが必須であったシンクロトロン光利用分析において、今後の所謂デジタル・トランスフォーメーション(DX)化を意識する機会にもなった。

### 2. 利用状況及び成果

今年度のユーザー利用件数は、計 35 件 (利用日数計 98 日間) であった。その内、XAFS 利用課題 31 件、SAXS 利用課題 4 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。

ユーザー利用では、民間企業と大学研究者との産学連携利用が増加した。コロナ禍による利用キャンセルで年間の利用料収入が前年度よりも減額となったものの、産学官連携利用の日数増により影響は最小限に抑えられた。また、外国人研究者を学術研究員として採用したことで、関連外国人研究者の利用の増加に繋がった。

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 102

報(紀要・報告書等含む)、学術会議等での招待講演 37 件、口頭発表 149 件、ポスター発表 150 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 7 件、修士論文 51 件、学部卒業論文 22 件に九大 BL における実験結果が使用された。

### 3. ビームラインの高度化

今年度の高度化では、ユーザー利用研究の促進を目的として基盤的整備を進めた。紫外・可視光域の分光学的計測法とXAFS(又はSAXS)との同時(又は同期)測定を目的として、紫外・可視分光システム、又、ラマン分光システムを導入した。紫外・可視分光システムは、重水素光源のD-アルファラインを低減したオーシャンインサイト社製の重水素タングステンハロゲン光源(DH-2000-BAL)にBroadcom社製分光器(Qmini2 WIDE-V)を組み合わせ、それぞれを独自に開発した分光試料セルに光ファイバーで接続する方式とした。分光試料セルは、XAFS試料位置に設置可能であり、試料をX線ビームに対して45度傾斜、紫外・可視光軸に対して90度で正対する配置とし、透過法、又は蛍光法XAFSとの同時測定を実現した。ラマン分光システムは、XAFS試料位置近傍に設置するためコンパクトなオールインワン型のEnSpectr社製R532を採用した。光源は、波長532 nm、出力30 mWであり、波数範囲90-4000  $\text{cm}^{-1}$ 、波長分解能4-6  $\text{cm}^{-1}$ でスペクトルを検出可能である。最終レンズから試料位置までの作動距離が約30 mmと短いため、別途レンズを組み合わせで延長する計画である。紫外・可視分光システム、及びラマン分光システムは、いずれも単独での使用も可能である。温度、電流、電圧等の変化がトリガーとなり、時間的、又、空間的に不均一に進行する反応系を対象として複数の計測法を駆使して分析する研究においては、同時に同じ場所を検出することが重要であり、そのような系において活用される

ことが期待される。

#### 4. 利用申請ウェブシステムの導入と改修

九大 BL の利用申請およびその後の採否・利用日決定のプロセスの迅速化かつ省力化を目的としてウェブシステムを 2019 年度に開発し、2020 年度第 1 期の利用申請から導入した。ウェブページ上において、利用申請、技術・課題審査、採否決定、利用日設定等の機能を実装しており、従来のメールベースの申請手続きに比べ迅速性、利便性が大幅に改善された。英語にも対応しており、外国人研究者からの利用実績が増えつつある。一方、不具合や改善点が残っていたことから、2020 年度は、不具合の解消に加え、特に管理面での機能強化を実施した。年間を通じて運用し、並行して改修を適時実施したことにより、システムの完成度は一定水準に到達していると考えている。次年度以降についても、改修を適宜実施ながら運用する計画である。

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