

SPring-8 BL37XU 評価報告書

SPring-8 BL37XU 評価委員会
2006年12月19日－20日

SPring-8 BL37XU 評価報告

委員長 飯田 厚夫 (高エネルギー加速器研究機構)
朝倉 清高 (北海道大学)
尾形 潔 (日立製作所)
合志 陽一 (筑波大学)
Jean Susini (ESRF)

1. はじめに

本評価委員会は平成 18 年 12 月 19 日、20 日の 2 日間、SPring-8 で開催された。本委員会には予め、Beamline Report BL37XU(Trace Element Analysis)と SPring-8 Overview 2006 の資料が送付され、全委員から事前に個別意見書が提出された。委員会当日には、4名の国内委員が出席した。施設側からの評価についての概要説明、SPring-8 の全体説明の後、ビームラインの視察を行った。引き続き、ビームライン担当者から装置の概要・研究成果・将来計画の詳細な説明を受け、質疑・応答、意見交換を行った。以下の評価報告書は、国内委員による審議と Susini 氏らの意見書に基づき取りまとめたものである。

微量元素分析 SG は、2002 年、それまで研究活動を行ってきた BL39XU での磁性グループとの相乗り状態を解消するため、本 BL37XU に活動の場を移した。本ビームラインは、SPring-8 標準型の in-vacuum undulator を光源として持ち、2 結晶分光器により 4 keV～37 keV をカバーする branch-A に加えて、75.5 keV の高エネルギー単色光を標準で取り出せる branch-B を整備している点に特徴がある。主な研究活動は X 線マイクロビームによる μ -XRF・ μ -XAFS、希土類 K 線による蛍光 X 線分析であり、また蛍光 X 線ホログラフィ(XFH)の研究も行われている。さらに 2004 年よりは BL10XU における高輝度 XAFS の活動も取り込んでいる。

2. ビームライン及び実験装置の技術的状況

- Commissioning から 4 年の短期間に基本的な X 線顕微鏡装置を整備し、また本ビームラインを特徴付ける高エネルギー X 線利用分析技術を開発したことは評価できる。
- BL 光学系は SPring-8 で開発された標準的なものを採用し、さらに光学調整に工夫を加えた技術を開発することにより、信頼性の高いビームラインを構築している。
- X 線顕微鏡技術は高エネルギー用 ZP (75.5 keV) および、高エネルギー用 KB (~40 keV まで) に特徴がある。なお、実用的応用の見地からはマイクロビームの安定性、コントラストなどの評価(ビームのテール部分の評価)などが望まれる。
- X 線顕微鏡装置は広いユーザーを対象にしている。実際多くの利用研究が行われており、またアンケートでも特に大きな問題点の指摘は見られないので、良く機能していると思われる。
- 蛍光 X 線分析は現時点では定性分析にとどまっているが、定量分析のための解析ソフトウェアや標準試料の整備が望まれる。

- ハッチ内の実験空間が十分広く、多様なニーズに対応できている。一方、この多様性が担当者の負担を大きくしている面も否めない。
- XFH・高感度 XAFS は開発者中心の研究体制にあり、また本方法が基礎的検討の段階にあることを考えれば今後の応用面での発展が期待できる。
- 分析実験では試料回りの環境が特に重要である。
 - 試料のハンドリングにおけるキネマティックマウント方式は優れている。
 - 生物試料のマイクロビーム分析に窒素吹き付け法を採用して、試料冷却に有効性を発揮している。
 - SEM 利用は適当な応用と結びつけば面白い成果が期待できる。

3. 研究活動

- 希土類K線の蛍光X線分析は各元素が高感度で分離されておりその性能は高く評価できる。特にそのマイクロビーム化は本ビームラインを特徴付けている。但し応用分野の開拓、ユーザーのさらなる発展が望まれる。
- マイクロビーム分析は特に高エネルギーX線の利用を積極的に進め、 μ -XRF、 μ -XAFS、 μ -XRD への応用を行っている。ビームライン担当者と有力ユーザーによって成果をあげている。
- 高感度 XAFS は、今後の利用研究の発展が期待できる。XFH は林らのグループが日本では精力的に開発しているもので評価できる。
- 特筆すべき研究成果としては、生体での Hg-Se 相互作用の研究、植物の hyper accumulator に関する一連の研究(特に Cd などの高エネルギーXRF)、希土類K線による応用分析などがあげられる。
- 報文数は他のビームラインと比較して、また立ち上げの4年間という期間を考えれば妥当であろう。
- なお、鑑識科学への応用は、報文化できない SPring-8 の活動に大いに貢献しているのは特筆できる。

4. 共同利用支援体制

- 平均 70%の課題採択率は他のビームラインとほぼ同程度であるが、応用を目的とする本ビームラインではユーザーの一層の拡大を期待したい。
- 担当スタッフが実験技術のサポートに努力を払い、一般ユーザーの高い満足を得ていることが分かる。本ビームラインの主たる研究活動である μ -XRF・ μ -XAFS に対する permanent scientist は実質1名であり、諸外国の第3世代施設の類似のビームラインと比較すると担当者の負担は非常に大きい。世界的に見てもマイクロビーム応用のビームラインは競争の最も激しい分野の一つである。このようなビームラインが海外に対しても競争力を保っていくためには、マイクロビームなどの新技術開発に加えて、ユーザーフレンドリーな測定環境技術開発を行っていく必要があり、この背景を考慮した人員の強化が是非必要である。

5. 将来の装置開発と研究の方向性

- 本ビームラインに期待されているのは、第一に現有マイクロビーム装置における最高の測定感度、精度を定常的に提供することである。次に本レポートにある光学

系・実験装置の継続的グレードアップを期待する。特に 100nm クラスのX線マイクロビームによる μ -XRF、 μ -XAFS の充実は早期に実現する必要がある。さらに sub- μ m X線マイクロビームによる斬新な複合分析装置を開発することにより SPring-8 を代表するビームラインになることを期待する。

- マイクロビーム利用やX線蛍光法を組み合わせた Q-XAFS も時分割測定の見点から興味深いものである。3D XRF は新しいアイデアであり、発展を大いに期待したい。しかし事前のシミュレーションを十分にすべきであろう。
- 様々な分析試料に対応するためには、マイクロビームにおける試料雰囲気在今后も継続的に整備することが期待される。高感度軽元素検出のための真空または He 雰囲気中での測定が可能となる試料環境の準備、また生物試料の照射損傷軽減のための試料冷却方法の検討、材料評価で重要な試料加熱方式の検討も必要となろう。
- 本ビームラインの研究成果を上げるためには、潜在的なユーザーとの出会いをどうやって行くかは重要であり、単なるPR技術だけでなく、戦略を考える必要がある。パワーユーザグループの形成を期待する。ESRF・APS との協力関係も推進すべきである。
- 本ビームラインはマイクロビーム利用研究に一層集中し優位をたもつべきである。X線アンジュレーターを用いた XFEL や高感度蛍光 XAFS などの先端分野の技術開発も施設全体の視点から考慮してほしい。

6. まとめ

- 本ビームラインは高エネルギーX線マイクロビームを特徴としたビームラインである。得られている成果も良好であり、今後の成果も期待できる。今後の整備計画も妥当なものと考えられる。
- しかしながら、現在の人員配置は今後の展開を担っていくには大きく不足しておりこの面での格段の配慮が必要である。
- 先端技術開発の見点とともにユーザニーズに合致したロードマップを作成し研究計画、投資計画に反映させるべきである。