

SPring-8 BL13XU 評価報告書

SPring-8 BL13XU 評価委員会
2006年10月30日－31日

SPring-8 BL13XU 評価報告

委員長 坂田 誠 (名古屋大学大学院)
雨宮 慶幸 (東京大学大学院)
川合 眞紀 (東京大学大学院)
原田 仁平 (名古屋大学)
Sunil Sinha
(University of California San Diego)
Jorg Zegenhagen (ESRF)

1. はじめに

本評価委員会は平成 18 年 10 月 30 日、31 日の2日間、SPring-8 で開催された。本委員会には予め、Beamline Report BL13XU (Surface and Interface Structures) 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 Sinha 氏と Zegenhagen 氏らの意見書に基づき取りまとめたものである。

2. ビームライン及び実験装置の技術的状況

* 評価

表面界面構造解析ビームライン BL13XU の光学系は、SPring-8 標準の真空封止型アンジュレータ光源、液体窒素冷却型 Si(111)モノクロメータ、および、水平面内に集光機能のある横振り型の2枚組ミラーから構成されている。ユーザーにより入射X線波長条件が異なるためユーザー切り替えごとに光学系の熱負荷が変化すること、また試料結晶表面・界面からの微弱なX線回折プロファイル信号を通常数百個測定することから、入射X線強度を安定化する特別な工夫を凝らす必要があった。そのため、モノクロメータの第2結晶に定温装置を追加するとともにビーム安定化フィードバック装置を採用している。共同利用装置として、1) 表面構造解析のための大型回折計と3台の超高真空装置、2) 薄膜、溶液中の界面構造解析のための精密4軸回折装置、3) 微小部歪み測定のためのマイクロビーム用2軸回折計、4) 埋もれた界面、溶液表面の逆格子をイメージングプレートで記録できる小型カメラ、5) 薄膜構造解析用の市販回折計、の5台が常設されている。

以上のような多様な装置を使い、ユニークな成果を挙げていることは、大いに評価できる。

* 提言

(1) 光学系などは現状維持を基本にするものの、アップグレードを常に心がけるべきである。屈折レンズを入れることにより3桁の光量を得ることができるとの報告がなされたが、検討に値する。

(2) 現状では5台の装置を配置しているが、ビームラインに配置された人員を考慮すると、運営に無理があると思われる。例えば、主に産業利用に供されている装置(薄膜構造解析用の市販回折計)は、このビームラインに置く必要があるのかを検討すべきである。

(3) このビームラインは試料台に3個の超高真空槽を設置できる所に最大の特徴を有する。この真空槽に関して、これまでの経験を生かした効率のよい第2世代のシステムを考える事を勧める。その際、経験のあるユーザーを取り込んで、新たなシステムを考案し、表面・界面を作製できる環境を十分に整備し、効率よい運営に寄与することを考慮すべきである。超高真空槽は2台程度が適当であろう。

(4) 精密4軸回折計は、目的にあわせたセルが開発されていて、大いに評価できる。さらなる発展を期するために、APD や2次元検出器のような高機能の検出器を備えるべきである。

(5) フラックスの必要な実験に対して、多層膜モノクロメータの導入を検討すべきである。

3. 研究活動

* 評価

良い成果が出てきて、人員構成を考えると良くやっている。

特筆すべき成果として以下の4つを上げることができる。1) 中村らによる金属表面に吸着した水分子の構造解析(重たい金属上の軽元素の2次元構造解明の事例として高く評価される)、2) 有賀グループと坂田による銅表面のインジウムの構造解析(2次元構造相転移がIsing的であることを示す)、3) 坂田らの埋もれた界面の構造研究、4) 田尻らの透過型表面X線回折法の開発、である。表面界面特有の、特殊な装置構成を要したために、データが出始めるまでに時間がかかったが、現状は立ち上げが終わり、成果が出始めた時期である。投稿中あるいは準備中の論文を考慮すると、更に発表論文数は増えると予想される。

* 提言

(1) 最先端の研究に関しては、ポテンシャル・ユーザーをもっと積極的に取り込むべきである。

(2) この分野は、SPring-8 の特徴を最大限に生かせる分野なので、課題選定委員もしくはレビューアーの中に回折・散乱からの観点に加え、表面・界面の観点からの評価ができる人を入れる必要があるだろう。

(3) 回折・散乱の分野と表面・界面の両方の分野の内部スタッフが必要であろう。

(4) 研究活動があまりに多様なので、第2ハッチで時々行われている GISAXS のような研究活動は、他のビームラインで行うことを検討すべきであろう。

4. 共同利用支援体制

* 評価

現状のスタッフの人数を考えると、ここまで非常に良くやって来たと言える。

* 提言

(1) 研究対象が非常に多岐に渡り、かつ複数の装置が設置されているこのビームラインには5人程度のスタッフが必要であろう。先ず主たる設備である表面界面作成装置に対して、試料作成、装置開発、装置維持管理に一人は必要である。回折計の操作、維持管理、高度化のために専門性を備えたスタッフが二人は必要である。上記のスタッフをサポートする技術員二人が必要である。

(2) ポテンシャル・ユーザーを開拓する観点からも、スタッフを充実する必要がある。

(3) 1課題あたりのビームタイムを増やすべきである。

(4) 3つのハッチがあることは効率的な運用にとって有益である。今後、第2実験ハッチ(EH2)のより効率的な運用方法を検討すべきである。

5. 将来の装置開発と研究の方向性

* 評価

もう少し、多様な考えが必要と思われる。

* 提言

まず前提として、ビームラインのアップグレードは常に進めるべきである。

(1) 水のモノレイヤーの研究のように、固体表面上の軽元素の二次元構造の解析では、世界に先駆けた先進的な結果が出始めたところなので、もっと大々的に展開することが重要である。それにより、表面界面分野における SPring-8 の存在感が増すものと期待される。

(2) Real Time 観察などの新しい技術開発を推進するのは結構であるが、(1)とのバランスを考えるべきである。

(3) High-k 材料など、影響力の大きい開発分野に対しても取り組むべきである。そのための人的整備と装置整備を進めるべきである。

(4) 非弾性散乱実験は当該ステーションで行う場合には、他の実験手法の開発、あるいは他のビームラインで実施する可能性などを考慮し、慎重に進めるべきである。

(5) ナノ秒スケールの時間分割実験(単バンチ利用)は、放射光特性を生かした利用ではあるが、妥当な応用実験を十分に検討すべきである。

(6) 元素選択的な実験は、SPring-8 が独占的に役割を果たせる研究分野であるので、大いに発展させて欲しい。

6. まとめ

表面界面特有の、特殊な装置構成を要したために、データが出始めるまでに時間がかかったが、現状は立ち上げが終わり、成果が出始めた時期である。投稿中あるいは準備中の論文を考慮すると、更に発表論文数は増えると予想される。

SPring-8 の特徴を生かした、超高真空槽を用いた研究、X線回折でなければできない界面の研究などは、本ビームラインの基幹的研究として、大いに発展させる必要がある。

人員の増強が実現するなら、将来の分野拡大を図った開発に割り当てるべきである。具体的には、液体表面やソフトマターへの応用は、新しい分野の開拓につながる重要な展開である。現有の人員で今後も運営する場合には、分野を絞るべきである。