

SPring-8 BL20XU 評価報告書

SPring-8 BL20XU 評価委員会
2006年12月14日－15日

SPring-8 BL20XU 評価報告

委員長 籠島 靖 (兵庫県立大学大学院)
河田 洋 (高エネルギー加速器研究機構)
松原 英一郎 (京都大学)
山内 和人 (大阪大学大学院)
Janos Kirz (Advanced Light Source)

1. はじめに

本評価委員会は平成 18 年 12 月 14 日、15 日の 2 日間、SPring-8 で開催された。本委員会には予め、Beamline Report BL20XU (Medical and Imaging II) 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 Kirz 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

本ビームラインは、高輝度のアンジュレータを光源とし、260m の長伝搬長を有する、世界唯一の共同利用ビームラインであり、極めて高い存在価値を有する。光学素子を極力排除するなどコヒーレントビームを生成するための設計上の工夫が随所に成されており(カプトン窓の採用、即断バルブ・仮想光源ユニット設置等)、マイクロイメージングに特化されている点は特筆に値する。

本ビームラインの心臓部である分光器に関しては、不要な調整の自由度を排し、振動角の標準偏差が電子ビームの鉛直方向の角度発散よりも十分に小さく抑えられている等、マイクロイメージングに十分な性能を発揮するための工夫が成されている。また、冷却型放射シールドを設置するなど、分光器の高性能化に対しても積極的に取り組んでいる。一方、CT 等比較的長い測定時間を必要とする実験が多いことから、今後は温度管理など長時間のビーム安定性の向上が必要である。

画像検出器は多様な仕様が用意され目的に適した選択が可能となっており、イメージングを主目的とするビームラインの条件を満たしている。また、エネルギー分散型検出器によって蛍光分析も可能となっており、十分な付帯設備を有している。

マイクロビーム実験、新規イメージング光学系のデモンストレーション実験等を展開する多目的装置は、実験系選択の自由度が高く、熟達したユーザーには使い勝手の良い装置となっている。しかしながら、この自由度の高さは利用経験の浅いユーザーにとっては必ずしも歓迎されるものではなく、このことが利用研究を主眼とするユーザーの参入・開拓の障害になっているのではないかと危惧される。また、ユーザータイム配分の現状を考えると、実験系再構築に伴うロスタイムは避けられず、マシンタイムの有効利用に配慮した装置整備が望まれる。

今後は、本ビームラインの特長である高コヒーレンスを利用するオプティクスを中心

とした開発研究を目安として全マシンタイムの 1/2 程度の時間を割り当てながら引き続き推進するとともに、位相コントラスト・マイクロイメージングなど特色ある研究手法に特化したユーザーフレンドリーな装置環境を整えることにより、利用研究に基づく研究成果が出やすい環境改善が求められる。さらに、他の関連ビームライン(37XU、47XU、20B2、28B2)とのより密接な連携による利用研究の実施が望まれる。

3. 研究活動

マイクロビーム関連の一連の研究は、我が国の関連分野の牽引役的な成果を上げている。電子ビームリソグラフィー法によるゾーンプレートは、製作メーカーの協力を得て 31nm のビームサイズを実現するなど、ESRF や APS に対抗し得る成果を上げている。また、スパッタースライス法によるゾーンプレートも、製作グループと共同研究体制を構築し、キノフォーム型を実現するなど国際的にユニークな研究として高い評価を受けている。これにより SPring-8 の特長である高いエネルギーのマイクロビームの生成にも成功している。

一連の新規イメージング光学系の実験は、X線領域における新しい試みという観点でオリジナリティーは高い。

位相トモグラフィーの研究は、ヘビーユーザーの参画を得て、装置開発・実材料への応用の両面において、国際的にも高い評価を得ている。ポリマーブレンドの相分離の3次元観察は、視覚的なわかりやすさも相俟って、インパクトのある成果の一つといえる。

投影型のマイクロトモグラフィーは、主要ユーザーによって幾つかの興味深い成果をあげている。中でも、引っ張り試験器を用いて時分割でボイドの変形を観察した研究は金属の破壊過程の可視化を目指す挑戦的な研究である。

中尺の特長を活かした極小角散乱実験と BL40B2 での小角散乱実験とを組み合わせさせた研究は、他では実現できないナノからミクロの幅広いスケールでの材料組織を統一的に理解しようとする応用研究であり、評価に値する。

以上のように幅広い分野において有意義な実験結果が出てはいるが、必ずしも利用研究としての成果に結び付いているとは言えず、多くがデモンストレーションの域を出ていない。すなわち、光学系・装置の開発研究は共同利用実験のための新規分析装置の開発研究と捉えるべきであり、今後は戦略性を持って実材料への応用という視点で発展させるべきである。

4. 共同利用支援体制

コヒーレントビーム生成に特化して設計されたビームラインであることを考えると、X線光学を中心にビームタイムが配分されてきているのは妥当といえる。また、年度が進むにつれてマシンタイムの配分の中心がX線光学からイメージングに移ってきていることは、光学系・装置の開発から徐々にではあるが、利用研究の割合が増えてきていることを示唆しており、共同利用施設として望ましい方向の変化と考えられる。

本ビームラインでは今までは新規性の高い放射光実験を志向してきている。この方向性は中尺ビームラインの特長を活かすものとして妥当な方向性と判断できるが、将来にわたって有効な成果に結び付けるためには、利用研究計画の立案・実行のためのコーディネーション機能の充実を図ることを薦める。

5. 将来の装置開発と研究の方向性

SPring-8 の国際的な存在価値を維持・向上するには、X線光学特にナノビームの生成技術の高度化は第一の優先順位で進めるべきである。ナノビームの高度化は、本ビームラインに留まらず、SPring-8 におけるあらゆる利用実験の高度化に寄与するものである。より多くの成果を出すためには、ナノビームの高度化と並行して、その利用研究を積極的に進めることが重要である。

新規イメージング手法・装置の開発の重要性は高いが、共同利用施設としての使命を果たすには、それらは一般利用への展開を前提としたものであるべきである。その前提の上で、手法・装置開発のためのビームタイムを一定量確保しつつ、ユーザーフレンドリーな装置を早期に整備し、マシンタイムを有効に使うことによって利用研究の成果を効率的に出すことが求められる。そのためにはユーザーコミュニティとの連携を積極的に進めることが非常に重要である。

6. まとめ

(1) 長伝搬長というユニークな特長を有し、高度に整備されたビームラインであって、その存在価値は国際的にも極めて高い。X線光学に関する研究が活発に展開されており、それらの成果も十分に出ている。SPring-8 の国際的競争力を維持するためには、今後も光学系の高度化が不可欠である。

(2) 本ビームラインの特長である高コヒーレンスを利用するオプティクスを中心とした開発研究に目安として全マシンタイムの 1/2 程度を優先的に確保し、引き続き推進すべきである。一方、位相コントラスト・マイクロイメージングなど特色ある研究手法に特化したユーザーフレンドリーな装置環境を整え、利用研究に基づく研究成果が出やすいような環境への改善が求められる。

(3) 本ビームラインでは新規性の高い放射光実験を志向しており、有効な成果に結び付けるためには、将来計画を立案・実行して行くためのコーディネーションの機能の充実を図ることを薦める。また、ユーザーとの連携を積極的に進めることも非常に重要である。

最後に、本ビームラインを“メディカル”と称する意味合いが不明確であり、JASRI としての将来戦略に合わせた名称変更も考えるべきである。