

## SPring-8 BL08W 評価報告

委員長 塩谷巨弘（高エネルギー加速器研究機構）  
飯田厚夫（高エネルギー加速器研究機構）  
兵頭俊夫（東京大学大学院総合文化研究科）  
村上洋一（東北大学大学院理学研究科）  
Jochen Schneider（HASYLAB, DESY）  
Pekka Suortti（University of Helsinki）

### \$ 1 はじめに

本評価委員会は、平成14年11月7 - 8日の2日間、SPring-8で開催された。本委員会には、予め、

- ・ Beamline Report BL08W（High Energy Inelastic Scattering Beamline),  
Supplement（Selected Reprints）
- ・ SPring-8 Overview

の資料が送付され、全委員から個別意見書が委員長に提出された。現地での委員会には4名の国内委員が出席し、施設側からSPring-8の全体説明、ビームラインの視察、および櫻井吉晴氏（BL08W 担当者）の詳細説明を受け、質疑・応答、意見交換を行い、上記の個別意見書も参考にして以下の評価報告書を取りまとめた。

本委員会に提供された Beamline Report BL08W には、以下の3つの主要な事項が記述されている。即ち、

- 1) BL08Wの主たる Activity はコンプトン散乱による物質の電子構造と磁気構造の研究である。ついで、蛍光 X 線分析法の考古学および鑑識科学への応用である。極く少数であるが、核励起の実験も行われている。
- 2) これらの研究活動を可能にしたハードウエアは、100 - 300 keV 領域の強力な X 線源としての EMPW、単色化のための Asymmetric Johann monochromator(AJM) および Doubly bent monochromator(DBM)、測定器の中核をなす磁気コンプトン散乱分光器および高分解能コンプトン散乱分光器、試料環境を制御する外部磁場発生装置と温度制御装置等である。いずれも、第3世代リングの特徴に適するように新たに設計・製作された。
- 3) 次期5年間の研究戦略を提案した。

これらハードウエア、研究成果、将来計画について、以下に評価結果および意見、勧告を記す。

### \$ 2 ハードウエアについて

- 1) 第3世代大型リングの特色のひとつは、適切な挿入光源を設置することによって100 keV以上のエネルギーの直線および楕円偏光 X 線が十分な強度で得られる点である。ユニークな磁石配列の EMPW の開発・製作は、建設開始時の世界の技術状況ではこれを可能にするほとんど唯一の解であったことを考慮すれば、

SPring-8 に適したものであると判断する。

- 2) AJM および DBM は利用目的にあわせて非常によく設計・製作されている。問題点を指摘するならば、AJM の選択された面指数が高く、したがって intrinsic width が必要以上に狭く強度を犠牲にしている可能性がある点である。適当な手段で内部歪をつくり intrinsic width を広げる試みをする価値があると思われる。
- 3) 磁気コンプトン散乱分光器と試料環境制御については世界でこれほどよく整備されたステーションは存在しない。
- 4) 高分解能コンプトン散乱分光器についても 100 keV 以上で重元素を含む種々の物質の高分解能コンプトンスペクトラムを測定できるのは世界中で他には存在しない。問題点は、現時点では、この分光器の能力を十分に発揮することを保障する位置敏感検出器に適切なものがないという点である。現行の 4 スリット Ge-SSD はアイデアとしては優れているが、この分光器の能力を生かしているとは言い難い。後にも述べるが、現在開発中の 128 素子検出器の完成が焦眉の課題である。またつなぎとして X 線 CCD カメラの利用も進めるべきである。
- 5) 蛍光 X 線分光装置の整備は不十分ではあるが、定性分析の手段としての機能は備えており、SPring-8 計画当初に掲げた「ウランまで K 線で分析」という目的を一応は達しているものと判断する。

### § 3 研究成果について

#### 1) 磁気コンプトン散乱

最近の 2 年間は、量的にも質的にも満足できる成果が出ていると判断する。特に、CMR、GMR 材料、ホイスラー合金の研究は実験と理論を対にした定量的議論を行っており、この手法のメリット生かした scientific に意義のある研究で高く評価できる。

#### 2) 高分解能コンプトン散乱

分光器の利用が可能になって 2 年に満たないため、また検出器が不十分なためと思われるが、発表された論文は 3 編である。しかし、Beamline Report(Table 4. 2) にあるように、分光器が不十分な状態にあっても、興味ある物質についての測定が多数行われており、近い時期にこれらが発表されることになるであろうから、成果を挙げつつあると判断する。

#### 3) 蛍光 X 線分析等

高エネルギー蛍光 X 線分析を定性分析の手段として確立し、考古学および鑑識科学に応用し、実用面に新境地を開いたことは高く評価する。また、核励起については、非常に基礎的な分野で、高エネルギー X 線の利用にひとつとして価値ある試みではないかと考える。

### § 4 将来計画について

- 1) 磁気コンプトン散乱は、中性子散乱その他の方法では得ることのできない電子スピン磁気モーメントの大きさと方向および磁気を担う電子の軌道状態の情報が確実に得られるので、磁性材料の研究にとっては欠くことのできない手法である。その継続は当然の方向であると判断する。また、磁気コンプトン散乱の高分解能化

は非常に意義のある提案である。これによって磁気構造と電子構造の関連をより定量的に議論できるようになる。

- 2) Fermiology のためには運動量密度の 3 次元再構成が必要である。そのためには一つの試料について数十のプロファイルの測定が必要である。かなり長時間のビームタイムを必要とするので、検出器の開発・整備が焦眉の課題である。
- 3) 高圧下でのコンプトン散乱実験は実現すれば非常に有意義な成果が挙げられると思うが、現在のビームサイズを考慮すると、かなり難しい挑戦であろう。
- 4) 試料の温度と磁場制御範囲を拡大することは有意義なことと判断する。
- 5) 超高分解能分光器の開発は、選択するエネルギーによっては非常に難しい計画になる。一方、低エネルギー領域で妥協すると、impulse approximation が成立しなくなり、データの解釈が非常に複雑になる。挿入光源の選択を含めて、目標を十分に絞って、技術的検討を進めるべきである。
- 6) バンド計算プログラムの整備はデータ解析にとっては不可欠である。但し、プログラムの中身の理解なくして利用だけすることは非常に危険である。しかるべき人材を確保すべきであろう。
- 7) 100 keV 以上の単色 X 線を用いる蛍光 X 線分析は本ステーションで継続して行うのが適当である。定性分析から定量分析への発展を考慮してもいい時期にさしかかっているのではないかと推察する。

## \$ 5 まとめ

BL08W は存続・発展させるべきものと判断する。

コンプトン散乱は物質の電子構造と磁気構造に関する、基礎的な情報を提供する研究手段である。この 5 年間の BL08W の activity は世界的に見ても高い評価を与えることができる。一方、蛍光 X 線分析についても SPring-8 の存在価値を高めるのに大いに貢献していると判断する。

今後の課題として、

- 1) 位置敏感検出器の開発に人的・資金的資源を集中すること。
- 2) コンプトン散乱および高エネルギー蛍光 X 線分析ともに、ユーザーの拡大が必要である。世界的にコンプトン散乱プロパーの研究者が少ない。また高エネルギー蛍光 X 線分析は SPring-8 が世界で初めて本格的に取り組んだものなので現時点でユーザーが少ないのは当然である。したがって、有意義なデータを継続して発表することによって、研究課題は共通するものの他の研究手段を使用している研究者をひきつけ、共同研究のチャンスをつくりユーザーの拡大につなげることが大事であろう。
- 3) 研究対象を物質領域（例えば重元素化合物、各種酸化物、低次元物質、磁性多層膜など）およびサイエンスの領域（強相関係の物性など）の両面において拡大することが望ましい。

ビームラインの運営やユーザーフレンドリネスについては特に指摘すべき問題点はなかった。