

BL17(偏極中性子反射率計)中間評価報告書

反射率・スピンエコー分科会

主査 鳥飼 直也(三重大学)

副査 瀬戸 秀紀(高エネルギー加速器研究機構)

委員 奥田 浩司(京都大学)

委員 原田 雅史(豊田中央研究所)

委員 日野 正裕(京都大学)

委員 平野 辰巳(日立製作所)

委員 山田 悟史(高エネルギー加速器研究機構)

1. はじめに

BL17(偏極中性子反射率計)は、放射線申請が認可され装置が稼働してから、ハドロン事故などによるビーム停止期間を考慮した、実質的な稼働期間として約5年が経過した。本分科会では、当該装置の中間評価として、今後のさらなる有効的な装置活用の促進に関する議論を行った。評価にあたっては、当該装置グループによって作成され本分科会に提出された「中性子実験装置中間評価調書」及びその他の関係資料に基づき、各委員が書面審査を行い個別意見書をまとめた。さらに、平成29年10月31日に開催した分科会において、装置責任者より、装置の現状と課題、利用者支援、成果および今後の計画について説明を受け、質疑・応答、議論を行った。本報告書は、これらの結果をとりまとめたものである。

2. 装置の建設・維持および技術開発などに関する事項

偏極中性子反射率計(SHARAKU)は、高性能の偏極スーパーミラーとスピンフリップパーを組み合わせることによって、高い偏極比の中性子ビームによるスピン解析を実現している。これにより、原理上は、単原子から数原子程度の薄い磁性薄膜に対しても感度を有する装置に仕上がっており、今後は実測による性能評価の実施が望まれる。

装置の維持に必要なスタッフの数は十分に満たしている上、検出器や集光ミラーなどの技術開発についてもすぐにでも実用可能なスペックの実機開発に成功している点は非常に高く評価できる一方、その資源を有効活用するための体制に不安が残る。例えば、デバイスについては十分な高性能を有しているにもかかわらず、実用化という観点での取り組み

が乏しいため、「デバイス開発のための開発」として見える。本分科会では、当初研究計画時から外部状況が大きく変化した部分もあることから、一度サイエンスや産業利用に装置高度化をいかに結び付けていくのか、特に偏極ビームを活用した方向性を明確にすることを提案する。その上で、それを実現するためのデバイスのスペックを定義し、装置高度化を進める体制を構築することが望ましい。

3. 当初計画に対する装置性能の達成度(世界の類似装置を含めた位置づけを含む)

偏極中性子反射率計として基本性能は世界有数のレベルが得られている。高度化を目指して集光デバイス、試料環境の構築などの要素技術開発も進められており、当初計画はほぼ達成しつつある。当初計画では、スピネコーオプシオンによる斜入射小角散乱法が予定されていたが、BL16(SOFIA)と同様に、BL06(VIN ROSE)との棲み分けに基づいて優先順位を下げた技術開発方針も理解できる。ただし、二次元中性子検出器の実装が遅れており、装置性能を制限してきたことは否めない。検出器は最も基本的な装置要素であり、集光デバイスも二次元検出器との併用で生きてくる。安定動作の目途が立ち次第、早い段階での実装が強く望まれる。世界の類似装置との位置づけを明確にする上で、ラウンドロビンテストなど定量的な性能評価も望まれる。

4. 利用者支援に関する事項

利用者支援にとって重要な、測定と解析のスループットには大きな改善の余地があり、ハイスループットを目的としたハードとソフトの整備が急務である。

海外の利用者からの申請が少なく、また大学からの申請の割合も大きくは増加していない。パワーユーザーと新規ユーザーの開拓は不可欠である。世の中の研究、他の装置、放射光の利用の動向などを把握し、ユーザーからのニーズを運営に反映させることが求められる。企業や大学をめぐり各学会を見渡せる人材が必要で、有望なテーマに対しては課題申請を促す活動をすすめるとよい。コミュニティの連携促進や人材発掘は反射率コミュニティ全体の問題として捉え、まずはBL16とBL17のユーザーミーティングを開催して欲しい。

また、より持続的に成果を増やす上では一般ユーザーへのビームタイムを増やす事が重要であり、装置高度化の優先順位と開発スケジュールを明確にし、より多くのビームタイムを一般課題に提供することが望まれる。

5. 得られた成果に関する事項

単原子層・界面磁気構造に要求される感度、S/N 比を達成する偏極中性子反射率計としての十分な装置性能を有することが示された。東日本大震災など多くのトラブルにもかかわらず、装置性能の着実な達成の成果が出ているものと評価される。一方で、ビームラインを利用した論文化率の観点では、他の類似ビームラインと中間評価の時点で比較してほぼ同等であるが、全般的に高くはなく、一般ユーザーからの成果がやや少ない傾向にある。課題申請時に期待されていたビーム強度に対して測定時の運転出力が制限された影響などあるものの、装置性能の実証がほぼ達成された現時点で、一般ユーザーが成果を出しやすくするための論文化加速の戦略が必要とされる。立ち上げ期には進捗した測定法の feasibility を示す必要があるが、それがほぼ達成された現時点では、今後急増が期待される一般ユーザーによる成果(論文化)加速の観点で、標準的な使用法での効率的な測定(集光、二次元検出器のデフォルト利用)などによる実効ユーザービームタイムの増加が欠かせない。さらに本装置を生かした成果を目指す方向についても、磁気散漫散乱や斜入射小角中性子散乱(GISANS)など、測定に大きなフラックス(ビームタイム)が必要な課題については、He-3 偏極フィルター、集光デバイスや二次元検出器などの整備状況など、進行しつつある成果状況とリンクした戦略的な課題募集を行うこともビームライン成果の最大化という観点では検討課題であろう。

6. 今後の装置運営・管理・高度化および学術研究テーマに関する事項

当該装置の今後としては、展開していく学術的・産業的テーマに沿った開発目標と意義を明確に定め、スケジュールされた装置の高度化・運営・管理を戦略的にマネジメントしていくことを提言する。以下、留意すべきことを記載する。

- ・当該装置の最大の特徴である偏極中性子反射率が活用されるテーマを主要な柱とする。
例えば、磁性体による参照層を利用したマルチコントラスト解析、動的核偏極(DNP)など、偏極中性子反射率でしかできないことを検討することが望ましい。
- ・デバイス開発グループ・重水素化グループ・ユーザー・海外装置関係者との連携を推進することは有益である。
- ・集光デバイスの利用、ユーザーからの課題実施には、二次元検出器が不可欠となる。ユーザー・装置グループの双方で協議、装置運営を実施し、十分なコミッションングを経た二次元検出器の利用を実現する。
- ・装置や技術開発の目標と実際の利用側のニーズとのミスマッチが見受けられる。学術的／産業的テーマ・技術・ニーズ動向の把握と年次での研究計画の見直しが要望される。
- ・装置グループは、装置側の開発とユーザーからのニーズを取りまとめ、装置運営に反映

させていくことが求められる。詳細なベンチマークによる立ち位置の明確化, 幅広い情報収集活動が必要で, 人材育成や交流, アウトソーシングなどの検討が望まれる。例えば, BL16&BL17 の合同ユーザーミーティングを開催し, 反射率計コミュニティの連携促進や, 人材発掘のきっかけにしてほしい。

7. その他の事項

大型放射光施設 (SPring-8) のように課題に対して論文化の義務付け, あるいは高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設 (PF) のように課題に対して論文未提出に関する次期申請時の課題減点制度などは参考になるが, これらの制度は試料を持ち込めば確実にデータを持ち帰れる使い勝手が前提であり, 共用ビームラインでの運営方針の問題として MLF での今後の検討課題であろう。

8. 総評

偏極中性子反射率計 (SHARAKU) は, 高性能の偏極スーパーミラーとスピントリッパーの組合せによって作り出す高い偏極比の中性子ビームを用いたスピン解析の実現により, 当初計画に上げられた単原子から数原子程度の薄い磁性薄膜, 界面層内の三次元磁気構造の解析の基本装置性能をほぼ達成していることは評価される。しかし, 利用者支援にとって重要な, 測定と解析のスループットに大きな改善の余地があり, ハイスループットのためのハードとソフトの開発が急務である。今後のさらなる成果の創出のためには, 開発中の二次元検出器および集光デバイスの早期の実装と, 利用側のニーズ動向を把握した上での戦略的な装置の高度化, 運営, 管理のマネージメントが必要である。以上のことから, BL17 偏極中性子反射率計 SHARAKU は, 継続して運営・管理され, 研究開発および利用を進めていくことが適当と判断する。