

BL10（中性子源特性試験装置）評価報告

基礎物理・中性子光学分科会

会長 旭 耕一郎 (東京工業大学)

副会長 鈴木 淳市 (総合科学研究所機構)

永井 泰樹 (日本原子力研究開発機構)

清水 裕彦 (名古屋大学)

川端 祐司 (京都大学原子炉実験所)

大井川 宏之 (日本原子力研究開発機構)

1. はじめに

BL10（中性子源特性試験装置）は放射線申請が認可され装置が稼働を開始してから約5年が経過したので、この時点で改めて継続の可否の審議し、継続する場合には今後のさらなる有効活用に向けた助言を行なうことを目的として、中間評価を行うこととなった。評価にあたっては、当該装置グループによって作成、本評価委員会に提出された「中性子実験装置中間評価調書」及び他の関係資料に基づいてあらかじめ各委員が書面審査を行い個別意見書としてまとめた。続いて平成25年11月26日に開催した評価委員会において、装置グループの担当者より装置の現状と課題、利用者支援、成果及び今後の計画について詳細の説明を受け、質疑・応答、意見交換を行った。以下の評価報告書は、これらの審査に基づいて取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

ビームラインおよび主要装置は着実に整備が進められ、その結果ほぼ当初計画通りに整備が完了し、本装置の主目的である中性子源とその構成機器の性能・健全性の検証・監視に十分な機能を果たしている。中性子源の特性評価に必要な装置、ロータリーコリメータ、フィルター交換装置などの整備が効果的に行われ、中性子源性能の定量的検証に貢献した。ロータリーコリメーター導入で10~100 eVまで用途が広がり、波長に応じて最適発散角を得られるようになったのは大きな成果である。装置を構成するハード・ソフトとも順調に整備されている。J-PARCがフルパワー運転に移行する際にもこのような測定が必要であり、またその後も中性子源の性能・健全性の検証・監視が重要であることには変わりない。

加えて、整備された装置は、様々な要素技術開発を可能とする汎用性の高いビーム供給を実現し、検出器開発、特殊環境実験、パルス中性子イメージング法の開発等、各種装置の開発・テストポートとして有効に機能している。

3. 当初計画に対する装置性能の達成度

本装置はJ-PARC中性子源の特性測定を主たる目的として建設された。機器の整備は順調に行なわれ、装置性能として所期の目標をほぼ達成している。J-PARCの稼働開始より測定が進められた結果、中性子源の性能がほぼ設計通りであることが、幅広い中性子エネルギー範囲で強度およびパルス形状の評価から定量的に実証された。中性子源に関する種々の特

性測定はいずれも 20 % 以内の誤差で実行された。まだ J-PARC がフルパワーに達していないため本来の目的が完全に達成された訳ではないが、順調に実績を積み重ねていると言える。なお本装置は、パルス中性子源の特性測定を目的とするものとして、SNS や ISIS にも類似の装置はなく、世界的に見てユニークな位置づけの装置である。また、得られる中性子源特性評価データは世界的に有用性が高い。

4. 利用者支援に関する事項

本装置はその主目的である中性子源特性測定に加えて機器開発・手法開発を行う汎用ビームラインとしての機能を果たしている。特に、「パルス中性子イメージング開発」と「検出器・デバイス開発」の利用がよく行われている。このような、装置グループ以外による一般課題利用が毎期 10 件前後、中性子装置・検出器の開発・テストを中心として実施されている。³He 代替シンチレーション検出器の開発、窒素モニター検出器開発、パルス強磁場実験、パルス中性子イメージング法開発において利用支援が行われ、その成果は他のビームラインへも応用されている。装置側の原因による利用停止期間がゼロであることは特筆に値する。

利用グループの中には中性子ビーム実験に不慣れなグループもあるが、それぞれの課題の内容と関連の深い研究経歴・知識を有するスタッフがこれにあたる、計画段階から共同研究者に近い立場で関わる等、十分な支援が行われるべく努力が払われている。しかしながら、こうした支援は装置担当者の過大な負担の上に成り立っている面があり、このような利用者支援体制の状況は、MLF 全体で検討を行う必要がある。

5. 得られた成果に関する事項

J-PARC 中性子源の運転開始から現在に至るまでに、中性子スペクトル、パルス形状、ビーム強度、モデレータ温度への依存性等、中性子源諸特性の測定、計算値との比較・検証を着実に進めてきている。また検出器開発、超強磁場実験、先導的中性子イメージング法開発等、本装置の特徴を生かした開発研究を実施して成果を上げている。

中性子のエネルギー分布とパルス形状及び熱外中性子強度の実測値がシミュレーション結果と比較され、20 % で一致を見たことは重要な成果である。この結果はまた本装置グループによる中性子源設計の信頼度の高さを示すものであり、将来の施設増強や次世代施設の検討が俎上に上がった場合には貴重な基盤となるものである。中性子特性のモデレータ温度依存性について、重要な知見が得られている。これについてはさらに定量的な理解に到ることが望まれる。いずれにせよ、中性子源特性のデータは世界の類似先端施設にとって有用なものであり、意義の高い成果である。

上記の当初目的に加えて、このビームラインが様々な要素技術を涵養する場として機能していることは、高く評価される。検出器開発、窒素モニター検出器開発、パルス強磁場実験、パルス中性子イメージング法開発の成果は、MLF を特徴付ける基盤技術となり、世界で注目される実用技術に発展した。これらの成果は、優れたスタッフ陣の取り組みと利用支援に依るところが大きい。なお、今後運転が定常的になれば、汎用利用の比重は高まると見込まれる。本装置で行われている利用分野は、機器開発・手法開発であるため、単純な論文数の比較では、本装置の本当の重要性は理解できない。例えば「パルス中性子イメージング」研究は、大学における基礎研究が本装置で進展した結果、新しい BL22 の計画へと発展する

こととなった。こうした成果は研究の中間段階へ貢献するものであるため成果として見過ごされる恐れがあるが、このような活動を十分に評価すべきである。

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

本装置の主目的である中性子源特性測定については、今後に予定される 1 MW 運転への対応が基本的に完了しているとの位置づけであるが、現在ある 20 % 程度の計算値からのずれの理解とそれをさらに縮める可能性の検討、中性子源特性把握・健全性監視のための新たな観測量の開発など、今後 5 年間の装置高度化へも期待したい。

一方、今後 1 MW 運転の実現とその後の中性子源運転の定常化が達成されれば、本装置は上記以外の中性子実験装置・手法の開発・テストのための設備としての比重が高まると期待される。実際、ビームラインに余分なものが何もないシンプルな構成をもつ本装置が、開発研究の空間的かつ時間的な自由度を高め、新しい技術を生み出す基盤となる。当初の予想を超える利用法による実験が提案された場合も研究者の斬新なアイデアが十分生かされるよう、より柔軟で制約の少ない利用環境を構築することが望ましい。このような装置は J-PARC/MLF の中でも唯一の存在であり、MLF が世界の中で高い技術を維持しトップを走り続けるためにその役割は極めて重要である。ただし、ユーザー支援のための人員は充份でないので体制充実を図ることが求められる。

7. 総評

BL10 は建設・整備が概ね当初の計画通りに遂行され、J-PARC の稼働開始とともに中性子源の諸特性の測定に成功、現在に至るまでパルス中性子源に関する重要な情報を提供している。今後の中性子源 1 MW 運転への移行時の諸特性把握、及び定常運転中の動作と構成機器の健全性監視のために、引き続き本装置は重要な役割を担う。また、本装置のもうひとつの機能である、中性子実験装置・手法の開発・テストの場としての役割が今後 J-PARC の定常化の進展とともに重要性を増すと期待される。このような装置の存在はユニークであるとともに、今後の先進的中性子科学的研究のために有用である。

以上から、本評価委員会は BL10 における研究開発は今後も継続されることが適当と判断する。今後の当面の課題として、中性子特性装置としてもう一段精度の高い特性把握と現中性子源の問題点の解決を目指す、中性子実験装置・手法の開発のためより使いやすいビームラインを目指す、人員の増強についての検討を行なう、等が挙げられよう。最初の点に関連しては、水銀ターゲットの長寿命化は不可欠と思われる。SNS との共同で開発を進めることも有効と思われる。最後の点に関しては業務委託等の可能性も視野に入れ、MLF 全体の問題として検討するのが望ましい。同時にユーザーと協力体制を構築することも重要である。

以上