

## BL12（高分解能チヨッパー分光器）中間評価報告書

### 非弾性分科会

主査 中島 健次（日本原子力研究開発機構）  
副査 大山 研司（東北大学）  
委員 脇本 秀一（日本原子力研究開発機構）  
委員 加倉井 和久（日本原子力研究開発機構）  
委員 岩佐 和晃（東北大学）  
委員 梶本 亮一（日本原子力研究開発機構）

### § 1 はじめに

本中間評価報告書で取り上げる「高分解能チヨッパー分光器（HRC）」は、J-PARC/MLFの中性子ビームラインBL12に設置されたチヨッパー型分光器である。本装置は、KENSのINC移設による試験稼働を経て新規の本体が設置され、その後、機器整備を進めながら本格的な利用に移行し今日に至っている。

本中間評価報告書は、平成21年度（2009年）の稼働から5ヶ年が経過したことを受け、「高分解能チヨッパー分光器（HRC）」の現状を総合的に評価する「中間評価委員会」の中性子実験装置部会・非弾性分科会による審議の結果を取り纏めたものである。

本装置の審査分科会では、事務局より提供された関連書類により事前評価を行い、分科会委員内の意見の集約と共有化を図った。その上で、平成26年12月15日に「高分解能チヨッパー分光器（HRC）」の担当者に対するヒアリング審査を伴う非弾性分科会を開催し、審議結果を取り纏めた。ヒアリング審査においては、事前に事務局より提案された6つの評価項目（下記§ 2～7）ごとに、個別に担当者からの報告と質疑応答を実施した。

本中間評価報告書では、6項目に対する分科会の意見を要約し記述している。中性子実験装置部会・非弾性分科会は、本報告書の内容が今後の「高分解能チヨッパー分光器（HRC）」の運営に活かされ、世界をリードする高分解能型チヨッパー型中性子非弾性散乱装置として研究成果の創出がなされることを切に希望するものである。

### § 2 装置の建設・維持および技術開発などに関する事項

装置の利用目的とそれに合わせた明確な設計目標を持ち、基礎的な技術要素から定量的な検討と試験を積み上げて、着実に高性能な実験装置の実現に導いている。特に企業の技術育成をも包含するフェルミチヨッパー及びT0チヨッパーの独自開発は特筆すべき成果で、MLFの他の装置の高性能化にとどまらず日本の中性子技術向上への貢献も極めて大きく、高く評価できる。さらに中性子ブリルアン散乱手法（NBS）の開発と実現は本装置を世界のでもユニークな非弾性中性子散乱装置としている。以上ハードウェアの整備に加えて、ソフトウェアの面でも一通り必要な解析を行える環境を整備しユーザーに提供できている面は評価できるが、今後ユーザーの利便性の観点からMLFの他の装置との共通化にも留意して欲しい。フェルミチヨッパー、コリメータの性能や検出器の数等に一部解決すべき問題は残っているものの、それらに対してもすでに対策を進めており、検出器用He-3ガスの供給不足という外的要因による問題を除けば近い将来解決できるものと期待される。これらの本装置ではKEKと東大物性研が合同で運営しており、それが装置の建設・維持においても予算や人員の分担の面でうまく活かされている。

### § 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）

3つの観測エネルギー・運動量領域の目標を明確に掲げ、段階的にそれぞれの領域に対応した装置性能向上をぶれずに進めている。すでに広いエネルギー領域で $\Delta h\omega/E_i=2.5\%$ が実現しており、かつ、詳細設計書での設計値と定量的によく一致する強度と分解能が得られている。ガイド管導入によりさらなる強度増強にも成功している。特筆すべき性能として、詳細設計書では強調されていなかった小角部の充実とバックグラウンドの低減の努力を行い、HRCでしかできない測定としてNBS実験に成功している。また3本柱の一つであるサブeVの中性子散乱によってCrとSm化合物のデータが得られつつあり、このような高エネルギー散乱実験がHRCで可能であることは確認されているので、今後の1MW運転時の進展に期待できる。これらの状況から、HRCは当初計画性能を達成しており、かつ海外の同様の装置群に比しても抜きん出た性能とユニークさを有していると高く評価できる。

検出器がフル装備ではないために当初計画にくらべ高散乱角度領域の性能が不十分ではない問題に対して、これまでも着実に予算措置を講じて徐々に増強を進めており、一装置としては最大限の努力をしている。その中でNBSの有効性に注目し、小角部をまず充実させる戦略も適切と判断する。一方、高角領域をカバーできていないことにより今後展開すべきサイエンスに支障がないかを検討してほしい。

詳細設計書では偏極解析実験の実用化も目標としているが、ヒアリングで発表者よりしめされたように、BL23(POLANO)が建設される現状ではBL12(HRC)で偏極を導入する強い理由はない。POLANOの進展を考慮しつつ、MLFとして対応方針を検討していただくことが適切であろう。

#### § 4 利用者支援に関する事項

KEKと東大物性研の連携が有効に機能しており、研究者・技術者ともに支援スタッフの数としては海外の装置と比較しても充実した研究環境を提供できる体制になっていると評価できる。一般的な試料環境設備は整備されており、さらに特殊環境設備についてもKEK及び東大物性研の職員が一丸となって整備を進めている。懸念材料としては将来3号炉再稼働後の体制であるが、その際にも十分な支援体制が維持できるよう検討を進めてもらいたい。利用開始が遅かったこと、また、依然、共用のマシンタイムの比重は大きくなないことなどあり、一般課題の成果はまだ多くないようだが、一般利用者が増加していくフェーズに入っている。この充実した体制にもとづいて将来における利用者支援にも備えていると考えられ、さらにMLFの一般利用の一翼を支えていってもらいたい。

#### § 5 得られた成果に関する事項

装置の性能が十分ではない段階から、KEK S型課題に基盤を置いた装置グループが主体となってその時点における装置性能に見合った最新の研究課題を実施して成果につなげており、装置グループの戦術の正しさと努力を評価したい。特に世界的に見てもBL12でしかできない高分解能のNBSで成果が順調にあがっていると評価できる。たとえば粉末強磁性材料でのスピノ波測定は、単結晶を期待できない新規材料の機能発現機構をミクロスコピックな視点で理解する上で画期的な成果と言える。NBS以外の通常の分光実験でも低次元及び量子スピニ系、マルチフェロイック物質等のスピノダイナミクス研究で顕著な成果が得られている。またサブeV領域の高エネルギー磁気励起検証等の挑戦的な課題にも取り組んでおり、評価したい。さらに、サイエンスの成果に加えて、装置開発に係わる成果報告を積極的に原著論文発表していることについても高く評価できることを強調したい。

一方で、数々の先導的な科学的研究の成果がまだ論文数に反映されていないのが残念だ。資料の文献リストにもまだ「unpublished」が多い。HRCの性能にみあった活発な成果発表を期待する。

#### § 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

当初計画に掲げた目標性能の実現は急務である。特に、その実施が厳しい状況にかわりはないが、重要課題である検出器増設の努力を今後も継続し、当初計画した性能の実現に努めていただきたい。一方で、高角側の検出器が外的要因により導入されなかつた場合に備え、当初計画からの変更などの検討を進めておく必要がある。S型課題として設定されている先導的プロジェクト研究はHRCに相応

しいものと言える。これに加え、今後は一般課題による広範なユーザー開拓を進め、HRC での研究拡大を期待する。また § 2 で言及したように、この装置で得られた技術的成果は非常に価値の高いものであり、優れた技術を標準化して J-PARC MLF の他の装置へも適用することで施設全体の能力を底上げするなど、ぜひ国内外の中性子科学分野へ還元していただきたい。

## § 7 施設への要望

上記のように、HRC では優れた技術を多数開発しており、MLF 全体での技術の標準化に同装置を組み込むことを検討していただきたい。また、J-PARC 外の組織である東大物性研との連携で充実した利用者支援、先進的な成果の創出を実現しつつある。現在はこのような組織間の連携に大きな問題はないということであるが、今後もこのような J-PARC 外組織との連携を MLF 施設としてできる範囲で支援する便宜が図られることを期待する。

## § 8 総評

強いリーダシップのもと、しっかりととした体制でぶれない運営を続けている。装置性能も良く評価されていて、He-3 ガスの高騰によって検出器の増設が困難であることなどのやむを得ない事情により一部装置性能は未達成であるものの、当初目標はある程度達成されている。特に、世界的に見ても HRC でしかできない手法が実現され研究成果が順調にあがっている。充実した体制で利用者支援、装置整備も進められている。以上のことから、当分科会は、本装置計画を継続すべき計画と判断する。

今後、特色ある現在の運営体制をさらに充実させて、サイエンスの成果、および装置や周辺機器に関する技術的成果を生み出し、国内外の中性子科学分野に貢献していくことを期待する。

以上