

BL14（冷中性子ダブルチョッパー型分光器）中間評価報告書

非弹性分科会

主査 吉沢 英樹（東京大学）

副査 佐藤 卓（東北大学）

委員 伊藤 晋一（高エネルギー加速器研究機構）

委員 岩佐 和晃（東北大学）

委員 金谷 利治（京都大学）

委員 山室 修（東京大学）

§ 1 はじめに

本中間評価報告書で取り上げる「冷中性子ダブルチョッパー型分光器」は、J-PARC/MLFの中性子ビームラインBL14に設置されたダブルチョッパー型中性子非弾性散乱分光器（装置の名称はAMATERAS）である。本装置は、平成17年（2005年）に中性子実験装置部会において建設が承認され、平成18年（2006年）度から建設に着手された。平成20年（2008年）春には、その基幹部が完成し、翌平成21年度（2009年）5月に初中性子ビームが導入され、同年12月に最初のユーザー実験を実施されて、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見て、「冷中性子ダブルチョッパー型分光器(AMATERAS)」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・非弾性分科会における審議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、分科会委員の意見をあらかじめ集約することで分科会委員内での意見の共有化を図った。その上で、平成26年12月19日に「冷中性子ダブルチョッパー型分光器」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、上記の6項目に対応して、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「冷中性子ダブルチョッパー型分光器」の運営に活かされ、世界をリードする冷中性子ダブルチョ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

AMATERASは、パルス中性子源に設置されたディスクチョッパー型分光器としては、世界で初めて建設された分光器の一台である。従って、分光器の設計段階では、その設計方法が確立されていないチョッパー分光器であった。そのため、装置グループは適切な設計指針を立案することから着手し、試行錯誤の末に首尾良く目標性能を達成させ得る設計を完成させた。さらに建設段階においても、本分光器の心臓部である高速チョッパー等を自ら開発するなど、ディスクチョッパー分光の実用化に向けた多くの技術開発事項を克服したことによって非常に成功したプロジェクトであると評価される。複数ディスクチョッパーを駆使して実現するフレキシブルな分解能・エネルギーレンジをもつ分光器を成功裏に建設できた効果は大きく、直近の申請課題数の多さにもそれが顕れている。本分光器の建設は、きわめて高い評価に値するものであり、装置グループメンバーの建設への熱意と努力に対して敬意を表したい。

なお、本分光器の心臓部である高速回転ディスクチョッパーの製作技術の継承が困難を抱えているとのことであるが、施設内での技術継承を検討するなどの対処を進めていただきたい。偏極の問題は、BL23(POLANO)が建設される現状ではBL14(AMATERAS)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。

§ 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）

分光器の性能水準として、世界の同種の分光器に遜色ない世界最高性能のダブルディスクチョッパ一分光器(AMATERAS)を実現した。具体的に類似装置のLET, CNCSなどと比較してみても、性能的には勝っていると判断される。パルス整形による対称化スペクトルや1%エネルギー分解能の実用化、および低バックグラウンド環境は世界を凌駕するレベルである。RRM法の達成等も、おおむね当初の期待通りに達成出来ている。また、ラジアルコリメーターの実用化も進められており、本分光器の装置性能のアドバンテージはより強化されつつある。

一方、予想より低い中性子ビーム強度の問題については、一部にスーパーミラー導管の交換、アライメントのやり直し等、考えられる対策は講じられてきているが完全には解決されておらず、試料位置の中性子強度が原子炉に設置されたIN5を凌駕することが出来ていないことは、非常に残念である。この当初の性能シミュレーションと実現された強度にみられる不一致の原因は評価書の記述のみからでは明らかでないが、他の評価シミュレーションソフト等の利用が可能であれば、再度、性能評価を行い、当初のシミュレーションの妥当性を再検討することも有意義ではないかと思われる。中性子強度の問題は早急な解決が望まれる重要な事項である。早期に解決する事により、パルス中性子源施設の分光器はもとより、原子炉中性子源のILLに稼働している分光器を含める場合においても、このエネルギー領域で世界最高の性能を発揮する分光器となっていただきたい。

最後に、ヘリウム3ガスの価格の高騰による未整備検出器本数があることは、非常に残念である。当然の事であるが、本案件は装置グループの責任ではない。

§ 4 利用者支援に関する事項

装置グループは少ない人員で構成されているが、利用者支援に対しては極めてプロフェッショナルで献身的に行われており、所与の条件下で役割分担等を検討し、グループ員が有機的に連携して一般課題の支援を実施している点は、高く評価される。しかし、装置グループの構成人数が、装置担当4名、業務委託1名であり、J-PARC/MLF施設運営の現状では一般課題の支援と日常の装置の保守管理が、ぎりぎり何とか行える人員規模であると言わざるを得ない。順次、装置グループ人員が拡充され、多様なサイエンスへの支援体制が整ってきつつある状況が報告されたが、依然として装置グループの利用者支援業務に関わる負担が大きい事は否めない。国際的な水準に照らし合わせれば装置担当者4名という数字自体はそれほど極端に小さくはないが、J-PARC/MLFにおいては装置担当者の業務内容が多岐に渡り負荷が極めて高くなっている。今後のJ-PARC/MLFにおける成果創出を考える上で、装置担当者が利用者支援と自身のサイエンスに集中出来る環境を整える事が急務であると考える。この問題は、J-PARC/MLFの多くのビームラインが共通して抱えている課題であり、J-PARCの施設の運営戦略に基づいて各ビームラインの装置スタッフの人手不足・高負荷の解消が早急に図られることを、本評価委員会分科会は強く希望するものである。

中間評価調書ではアクセサリーの充実が課題とされてはいるものの、装置グループにより、バックグラウンド対策や、装置附属機器・試料周辺機器等の整備が系統的に進められており、装置性能を着実に向上させている。また、ユーザー持ち込み冷凍機の柔軟な受入とその分光器への適合支援を積極的に行っていることも、高く評価される。本分光器の運用開始以来、相当数の実験課題を実施できていることは、装置グループの上記のような努力の賜物であることを、本分科会として改めて此處に言及しておく。

§ 5 得られた成果に関する事項

評価時点で、未だ線源出力が1MWに達していないこと、また、評価期間内に発生した大震災やハドロン事故により満足なビームタイムが確保されていないことを考慮に入れた上で、分科会としては、多様な分野の研究を推進して実績が上がってきており、一般課題の研究成果も高いレベルを維持していると、判断する。評価調書によれば、広範囲の研究分野で、ディスクチョッパ一分光器こそその特色

が活かされつつあり、ヘビーユーザーが多いハードマター研究分野はもとより、液体・非晶質系の研究分野においてもグループ独自の研究成果が得られており、さらに生命科学分野まで包含しあはじめていることは、特筆されるべきである。

測定手法に関しては、ダブルディスクチヨッパー分光器及びマルチEi法という中性子科学に発展をもたらす技術を完成させたことが評価されて中性子科学会技術賞の受賞につながっている。解析技術面でも、本装置の特長を活かすためのモード緩和関数の導入による準弾性散乱データの解析法の応用や、 $G(r, t)$ 関数の実験的導出による応用研究などには、今後の独創的な研究成果の創出が大いに期待される。

§ 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

早急な中性子強度問題の解決、並びに検出器の計画通りの設置は、本分光器の装置性能の優位性を維持しつつ、本分光器を用いて世界をリードする研究を開拓する上で不可欠である。また、本分光器のエネルギー領域に良く適合する重要な研究分野の一つであるf電子系等の研究分野は、我が国が世界をリードしている研究分野であり、研究者人口も多い。この研究分野の実験が本分光器において円滑に実施される事が可能となるために、極低温・強磁場等の試料環境の整備を急ぐべきであろう。また、先述のディスクチヨッパーの製作技術継承がスムーズに進むことを期待したい。

装置グループ内では、今後の装置運営・管理・高度化について、よく考えられており、5年後を見据えた将来の高度化戦略も適切であると判断する。しかし、装置担当者の負担軽減により、装置グループの構成員がより自身の研究に専念できる環境が望まれる。また、多様な科学分野に利用が期待される分光器であるが故に、例えば、今後5年に限ってみても、装置グループとしての研究成果を、どの分野で創出するのか、装置グループの研究戦略を明確に打ち出すことを検討していただきたい。

また、AMATERASから世界を牽引し新たなサイエンスの流れを作るようなハイレベルの研究成果を創出していくことが強く望まれている。そのためには、外部研究者との連携に関しても、AMATERASの装置グループによる組織的な取り組みが有効ではないだろうか。例えば、世界の研究（場合によっては産業利用）の動向を見極め、その中でAMATERASに適した研究課題を発掘し、成果創出に最も近い日本（場合によっては海外）の研究者を見つけ出し、その研究課題のAMATERASにおける実施を実現する努力（発見、コンタクト、説得、支援）が必要であろう。トップサイエンスの中に中性子の必要性を見い出し発掘する作業は、装置グループを構成し個別の分光器の特性を熟知する中性子の専門家である「装置グループ員」の重要な役目である。装置と技術を磨くことは大切であるが、それだけではなくJ-PARC/MLFからの中性子による世界を牽引するような成果創出には、つながらない。これはAMATERASの装置グループだけの問題ではなく、J-PARC/MLFからの研究成果の創出のための重要な観点であると考えられる。

§ 7 施設への要望

本分光器は、多様な研究分野での利用が期待されている。そのため本分光器単独で研究成果を創出するよりは、生物分野ではDNAと連携して運営することにより、また強相関電子系などのハードマタ一分野では四季と連携して研究を遂行することにより、幅広い研究分野において研究成果が創出されるように、施設全体として運営上の工夫を、お願いしたい。その上で、本分光器の新しい特性を最大限活用した、これまでとは質的に異なる新しいサイエンスが装置グループから発信されるように、J-PARC/MLFにおける運営方針レベルでの指導と援助が適切になされることを期待する。また、国際ワークショップ等を通して世界の知識を総合してAMATERASの設計を完成させた良き先行事例に倣い、本分光器の次期計画を立案する過程でも、ESSでの新しい分光器の提案を参考に今後の新らたな発展を考察し、世界最先端の分光器を維持・実現し続けられるような運営を期待したい。また、研究会の開催による情報交換の場の提供の継続も有意義であり、施設全体として効率的に行われることを希望する。

最後に、若手研究者の育成への取り組みとしても、施設としてJAEA特研生制度や連携大学院の活用を考えられれば一層の発展が見込まれると期待される。

§ 8 総評

分科会で報告された本装置の状況からは、本装置が装置グループ員の献身的な連携と努力により開発・建設され、運営されてきている事は明らかである。中間評価として、BL14 (AMATERAS) は、今後も着実に研究に共用され、適切な高度化が行われていくべきであると判断する。J-PARCの出力の上昇と、たゆまぬ高度化により、今後、本分光器から世界をリードする研究成果が創出されていくことに大きく期待する。

以上