

## 専用ビームラインにおける評価・審査の結果について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部

SPring-8専用施設審査委員会において、以下の各専用ビームラインについて2025年2月及び6月に事後評価及び延長評価を行い、それらの結果を2025年8月開催のSPring-8選定委員会に諮り、承認されましたので報告いたします。

### 記

#### 事後評価

- 兵庫県ビームライン (BL24XU, BL08B2)  
(設置者：兵庫県)

#### 事後評価

- フロンティアソフトマター開発産学連合ビームライン (BL03XU)  
(設置者：フロンティアソフトマター開発ビームライン産学連合体)

#### 延長評価

- JAEA 重元素科学I、IIビームライン (BL22XU, BL23SU)  
(設置者：日本原子力研究開発機構)

詳細は、以下に示す各施設の評価報告書をご覧ください。

兵庫県ビームライン (BL24XU, BL08B2) の  
契約期間満了に伴う専用施設事後評価報告書

兵庫県は、SPring-8創設間もない1998年度よりX線マイクロビームの生成とその応用技術を核としたBL24XU、さらに2005年度より汎用性の高いX線吸収分光、粉末X線回折、単色X線トポグラフィ、イメージングなどの機能を担うBL08B2の運用を開始し、企業ユーザーに専用ビームライン独自の運用体制（フレキシブルなマシンタイム配分、迅速かつ手厚い利用支援）でそのニーズに合わせた放射光利用を提供し、放射光の産業利用に貢献してきた。2015年4月よりBL08B2の第2期計画が、また2017年11月よりBL24XUの第3期計画が開始され、2021年2月に両ビームライン計画に対する統合的な中間評価結果が示された。BL24XUの第3期計画において「放射光を利用したことがない地元中小企業などを支援」等の新たな方針も示されており、中間評価以降もそれに沿って運営を続けてきたが、2025年4月をもってビームラインの運営を終了したい旨の申し出があり、2月に事後評価が実施された。評価の対象はBL08B2の第2期計画およびBL24XUの第3期計画である。結果として、先進的および汎用性も考慮した機器整備や測定手法の開発、論文数・成果専有利用料・勉強会の開催数などの成果指標に対しては十分な成果があったと認められるが、地元中小企業の支援等の観点からは問題の残る結果であったと結論づけられた。

なお、今回の事後評価の対象外であるものの、評価委員会では、ビームライン運営終了後の今後の活動の方向性に対しても意見が出されたので、参考として付記する。

◎BL08B2第2期計画およびBL24XU第3期計画に対する評価

ビームラインの機器や機能には以下のようなものが追加されている。○分光器の液体窒素冷却化と最適位置への移動、○検出器EIGER-1Mの導入、○多波回折明視野X線トポグラフィ法の開発（以上BL24XU）、○試料自動交換ロボットの整備、○検出器PILATUS-1Mの導入、光学系機器自動アライ

メント機能の追加、○金属試料向けの加熱・引張試験・腐食加速等の機器整備（以上BL08B2）。また付随する実験室機器としてのHAXPES-Labの導入の整備もある。このように、先進的な装置だけでなく、産業利用の裾野拡大を意識したものまで幅広く整備され、先端性と汎用性を両立させる取り組みがなされてきた。さらに、実験機器の拡充や高度化も適切に実施されており、ビームラインと実験ステーションの構成と性能については、当初計画を達成できていたと評価された。

代表的な成果として、株式会社コベルコ科研とのリチウム二次電池に関する応用研究、マツダ株式会社と兵庫県立大学との自動車の各部品に関する応用研究の他、兵庫県手延素麺協同組合に協力した素麺の解析などが挙げられている。これらの活動の成果の指標として、2021年の中間評価以降、1) 毎年度20報の論文、2) 毎年度12,000千円の成果専有料、のほかに3) 毎年度12回以上の講演会、勉強会開催が目標とされ、1) は概ね達成、2) 3) は目標を大きく上回る成果があげられている。1) については目標そのものも決して多い数とは言えないが、産業界からの利用者が多い現状を鑑みると妥当な成果と考えられる。2) については目標の1.5～2倍の収入、3) については目標の2倍以上の開催数を数えている。人材育成の観点からは、兵庫県立大学大学院生の実習に利用して放射光人材育成に貢献しているほか、企業の利用者に対する研修会も行われており、成果があげられていると判断される。

一方でBL24XU第3期計画における新たな基本方針が設定されており、兵庫県ビームライン運営会議の設置、管理運営の委託先として兵庫県立大学から公益財団法人ひょうご科学技術協会への変更などを通して放射光未経験ユーザーへの利用支援や新分野のユーザー獲得などを志向することが謳われている。とくに県内の中小企業への利用拡大が意識されたと考えるが、素麺の解析などの事例はあるものの、報告からは「十分な成果があげられた」とは言い難い状況と判断された。この点は、目標未達よりもむしろ目標設定そのもの、すなわち対象とする企業群の選定やそれら企業からのニーズ把握そのものに問題があったのではないかと意見が委員会内で出され

た。この他にも、上記のような先進的な実験環境の整備が、中小企業も含めた幅広い潜在利用者のニーズにマッチしていたかについて、疑問が呈された。先端技術開発をアカデミアが主導した建設当初の運営体制は、もう少し早い段階で見直しが必要であったのではないかとの意見が出された。また、今回のビームライン運営終了の主因と考えられる、兵庫県ビームラインの独自の産業利用に向けた運用体制を支えてきた利用支援や技術相談を担う人員が十分に確保できなかった点も残念である。これは、過去の評価委員会でも指摘されていた、正規雇用研究員の確保等による安定的な運用体制が実現できなかったことに起因すると思われるが、できなかった理由について兵庫県から「別途行われる県の本ビームライン運用に関わる事業計画の見直しに対応するため、長期的な雇用の実現は難しかった」とコメントがあった。共用ビームラインとは異なる独自の運用体制で放射光利用を提供できる点は専用ビームラインの強みであるが、その運用体制を放射光施設運用を専門としない団体がいかに維持するかについては専用ビームラインに共通する課題かと思われる。安全確保の取り組みについては、これまでに重篤な事故も無く、過去に問題が指摘された部分については改善されており、適切であったと判定された。

今後兵庫県においては、ビームラインの運営そのものは理化学研究所にその任を移管し、利用者の立場から産業利用を含めた放射光利用の活動を継続されることとあり、本事後評価に至っている。BL08B2の第2期およびBL24XUの第3期の活動については、成果指標とされている論文数、成果専有使用料等の面においては妥当な成果があり、また講習会等を通じた人材育成の面でも十分な成果があったと評価できる。しかし一方で、新たな利用ニーズの掘り起こし、中小企業者・地場産業への貢献等の面では多くの課題の残る結果であったと評価される。

#### ◎活動方針に対するコメント

評価委員会では兵庫県の活動方針に対して委員から多くの意見が出された。中には今後の方針に関するもので、本委員会の責務を超えるものもあったが、参考のためそういった意見も含めて本報告書に記し

ておきたい。

BL24XUは先進的なマイクロビーム利用技術を有することで広く知られていた。今期の報告においても、多波回折明視野X線トポグラフィ法、金属材料のその場測定技術、X線タイコグラフィ法などの技術開発が報告されている。これらを産業応用に資するためには、これらが駆使できる技術力を有する企業の選定、それが有用に活用できる技術課題の探索など非常な労力が必要である。一方で新たな活動方針として未利用者からのニーズの掘り起こしや中小企業・地場産業への貢献などが目標とされており、これらに必要な労力は前記とずいぶん方向性が異なる。前述の通り、人員の確保の問題は、以前の評価委員会からも指摘を受けており、この保有技術と目標との乖離によってこの問題がますます顕著になったと考えられる。

今期の活動報告には、前述の人材育成や、マテリアルインフォーマティクスに関する数多くの講習会など、現在兵庫県が有している先進技術を多くの機関が活用するための地固めの活動が地道に行われていることが記されている。しかしながら上記の乖離を埋めるための量的、質的な人材の確保は容易ではなかったと想像される。今後は、どこか他の機関と共同で役割分担のようなことを考えることも可能性としてあるのではないかと考える。

BL24XUの活動開始以来、兵庫県は非常に高い放射光活用技術を開発し、活用して来られた。今後もそのような技術が活かされる形での活動の継続を期待するものである。

以上

#### フロンティアソフトマター開発産学連合ビームライン (BL03XU) の運営終了に伴う事後評価報告書

フロンティアソフトマター開発産学連合ビームライン (BL03XU) (以下、本ビームライン) は、学術と企業の研究者がSPring-8の高度な光源性能を駆使してソフトマター (高分子材料) 新素材の「ものづくり」を進めるという理念により、2008年に発足したソフトマター製造企業と大学の対からなる

研究グループで構成されるフロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体により建設され2010年から本格的に運用が開始された。同産学連合体は基本的に、先端放射光計測技術を用いたソフトマター分野の「ものづくり」の共通課題解決に、企業が大学と1対1のペアの研究グループ単位で活動する産学連携体制で取り組むことを目的とした共同体であり、企業単独で運営している専用ビームラインと比較すると学術寄りの部分を担っている特色がある。

19研究グループで構成される体制でスタートした第一期（2009年9月～2019年9月）の後、第二期（2019年9月～2025年3月）では15研究グループの体制で運用された。この第二期は本来2025年9月までであったが、期中の2025年3月までで専用施設としてのビームラインの利用を終了する旨申し出があった。これに基づき2025年6月30日に第二期の事後評価を行った。

第一期で掲げられ、遂行された研究目標の高分子材料の動的、極小・局所領域の構造と物性の相関解析、変形機構・整形加工過程の解明について、第二期ではその更なる成果拡大のためにこれら研究活動における計測のハイスループット化、データ活用促進が目標として掲げられた。その結果として、各種実験の調整作業の効率化・自動化が実現され、ビームタイムの有効活用化、省力化が達成された。これにより、データ取得の大幅なハイスループット化は図られたが、データ解析のハイスループット化やビッグデータへの対応等のデータ活用促進には遅れが見られた。そのため、データ取得のハイスループット化の恩恵を論文等の成果拡大に有効に活かすきれていないと思われる。しかしながら、「学」が牽引する先端的な計測技術開発を「産」が提示するソフトマターの多様な「ものづくり」の課題に結びつけ、幅広い応用成果を創出したことは、特定の材料分野に目的を特化して産学連携体制で活用するという世界に類を見ない形態で運用された本ビームラインであればこそ成し得た成果であると言える。このような産業応用への大型研究施設の活用形態のモデルケースを示せたことは高く評価できる。

以下、項目ごとの評価結果の詳細を記載する。

1. 「BLとステーションの構成と性能」に対する評価  
本ビームラインは薄膜解析用の斜入射小角・広角X線散乱 (GISAXS/WAXS) 装置、X線反射率 (XRR) 測定装置を整備した第1実験ハッチと、幅広いqレンジに対応でき大型の高分子製造装置も試料部分に設置できるWAXS、SAXS装置を整備した第2実験ハッチにより構成されている。第二期では第1実験ハッチのGISAXS/WAXS、XRRの利用が減少したことを受け、ハイスループット化の一環として、ハッチ切り替えに要するビームライン調整時間の削減のため、XRRは閉鎖、GISAXS/WAXSは第2ハッチでの実施に統合し、第1ハッチは利用ニーズが高まった超小角X線散乱 (USAXS) の実験環境整備で要求される入射側スリット系のスリット間距離を確保するために利用された。第2ハッチのSAXS装置ではカメラ長変更の自動化、試料周りレイアウト、マイクロビーム光学系調整の省力化が実現され、結果として実験レイアウト変更・調整に要する時間の約300時間程度削減というハイスループット化に成功している。このような分析ニーズの変化に合わせて最適化した効率的な実験実施環境を柔軟に構築できたのは、測定技術ではなく分析対象とする材料分野に特化した専用ビームラインというコンセプトが効果的であったと評価できる。また、実験手法としては各種散乱実験に加えてCTやXPCS計測が整備され、ダイナミクスを含めたソフトマターの構造、物性研究を推進可能な実験環境が整えられた。

## 2. 「施設運用及び利用体制」に対する評価

第一期終了時の利用状況評価では、安全管理や成果管理において一体性や主体性を欠いている点が見られるという指摘がなされていた。まず安全管理については、実験における安全確認、あるいは安全教育の一部が連合体を構成する機関ごとに行われているため、連合体としてこれらの安全管理が十分に行われているかどうか把握されていない、という指摘に対して、第一期から設置されている安全委員会による管理体制が見直され、定期安全点検実施等の活動結果の情報は運営委員会での報告により連合体全体で共有するとともにJASRIの利用推進部、安全衛生委員会とも共有するなど改善が図られていた。ま

た第二期に発生したコロナ禍に対しても適切な安全対策が図られ、ハイスループット化による実験自動化で実現可能になったメールインサービス運用の導入によってビームライン利用を維持するなどの対策がなされた。

次に成果管理については、各グループに任されている部分が多く、各実験課題における成果非専有／専有利用の基準が不透明であり、一体的な取り組みに欠けている、という指摘がされたが、第二期では連合体内に設置された広報委員会により本ビームラインの研究成果の取り扱いの管理、広報・啓蒙活動を行う体制に改善されている。

### 3. 「利用成果」に対する評価

第一期に引き続いて年間約20報の学術論文発表のペースが維持できている（第二期計116報）。しかし、特許に関しては第一期の183件に対し29件と減少している。この原因として、ソフトマターへの放射光SAXS応用が汎用化し、企業の事業における本ビームライン利用の位置付けが特許の基本データ取得目的よりも製品の品質管理・改良のための分析手法へとシフトしたことによるのではないかと報告の中で分析している。また、論文発表のペースの維持は評価されるべきではあるが、第二期で実現した実験のハイスループット化によるデータ取得効率向上を考えると、論文数の更なる拡大が期待される。それが実現していない理由としては、第二期で掲げていたもう一つの目標であるデータ活用促進の遅れによるものと考えられ、この点が惜しまれる。

しかしながら、本ビームラインの最大の特徴である産学連携体制により、「学」によって牽引されたXPCS、異常分散X線小角散乱、超小角X線散乱、SAXS-CTなどの先端計測技術の開発を応用して、モビリティ（タイヤゴム等）、ライフサイエンス、環境、エネルギーといった「ものづくり」の課題解決に向けた多様な産業応用研究成果が創出されたことは評価に値する。

また、このような研究成果だけでなく、ワークショップや講習会など教育を目的とした活動にも連合体として取り組まれており、参画機関の大学から企業への学生の就職に結びつくなど、ソフトマター

分野の人材育成にも貢献している。

### 4. 総合評価

以上のように、産学連携体制でソフトマター分野の材料開発研究に取り組むことに目的を特化したビームラインとして、本分野の多様な研究成果創出したことは評価に値する。今後はビームラインを理化学研究所に返還し、ビームラインを持たない研究共同体として活動を継続されることであるが、ソフトマター材料開発の共通課題に取り組む産学連携連合体として更なる発展を期待したい。今後の連合体の組織改変として、これまで企業・大学が1対1で研究グループを構成していたのに対し、このペアの垣根をなくしてテーマ、解析手法でグループを構成することが可能な体制も検討されていることであるが、これによって、より多様な研究成果が創出されることを期待する。惜しむらくは第二期に実現したハイスループット化をデータ活用促進の遅れによって活かしきれなかったことであるが、データ活用を促進するにはその道の専門家と協力することが重要であると思われるので、今後の活動においてはデータ科学分野の研究者もメンバーに加えることを検討されるのが良いかと考える。

以上

### JAEA 重元素科学I、II ビームライン (BL22XU, BL23SU) 延長評価報告書

2025年6月30日に開催された第43回専用施設審査委員会にて、日本原子力研究開発機構（JAEA）が設置した重元素科学Iビームライン（BL22XU）及び重元素科学IIビームライン（BL23SU）の延長計画に対する審査を行った。審査では、利用状況等報告書、延長理由・延長計画書、及び口頭による報告にもとづき、ビームライン（BL）とステーションの構成と性能、施設運用及び利用体制、利用成果、及び延長理由・延長計画の各項目について評価を行った。その結果、第2期の施設運営が中間評価以降に大きく改善され、延長計画も妥当であることから、2025年10月1日の設置期間満了より5年間の

延長が承認された。

以下、項目毎の評価結果の詳細を記載する。

### 1. BLとステーションの構成と性能

前回の中間評価での指摘に真摯に対応して実験ステーションの構成と性能を大きく改善し、JAEAのミッションに直結した研究に資源を集中したことが高く評価された。特に高評価であったのは、RI実験棟での核燃料物質使用の体制を整え、福島第一原子力発電所からの燃料デブリの分析実験を実現した点である。既に相当なビームタイムを割当てて実験が行われているようであり、社会的にもインパクトのある成果が期待できる。他にもJAEAのミッションに合致した研究開発が重点化項目として設定され、それらに合わせたステーション整備が進められている。また、BL22XUに設置されていた量子科学技術研究開発機構（QST）所有の装置の移設も進み、JAEAの重点化項目に集中できる環境が整いつつある。以上のように多くの点で改善が進んだものの、BL23SUの上流側アンジュレーターの故障が深刻な問題として残っており、早期の解決が望まれる。

### 2. 施設運用及び利用体制

この評価項目についても中間評価での指摘に適切に対応していることが認められ、問題のない運用及び利用体制と判定された。施設運用については、JAEAのミッションにもとづく目標を明確に定め、福島第一原子力発電所廃炉に貢献する研究を集中的に実施するなど、JAEAの特徴を活かした研究活動を重点化していることが高く評価された。利用体制についても評価は高く、4つのチームからなる1グループ体制に研究及び技術系組織が改編され、柔軟かつ集中的に重点課題に取り組むための体制となっている。また、ミッションにもとづく研究活動とその他の研究開発の位置付けを明確化し、それぞれの位置付けに応じて外部資金も取り入れながら運用されており、合理的な体制が構築されている。安全管理についても、RI実験棟で核燃料物質を使用するための体制が整えられ、問題ないと判定された。

### 3. 研究課題、内容、成果

JAEA専用ビームラインでは、福島第一原子力発電所の燃料デブリ分析、アクチノイド基礎科学、環境・エネルギー材料に関する研究が重点化され、RI実験棟を活用した独自性ある成果が挙げられている。特に、燃料デブリに対する世界初の放射光分析は、JAEAならではの成果として高く評価された。前回の中間評価を受けて、組織改変とともに研究課題の選定が進み、研究の方向性がより明確になったことも評価でき、研究チームの役割分担と重点化された研究体制により、成果の質と一貫性が向上した点は注目に値する。一方で、新材料開発など一部の研究テーマでは、JAEAの専用施設で実施する必然性やミッションとの関係をより明確にされることが望まれる。また、BL23SUの装置故障等による制約も研究の展開に一定の影響を与えており、継続的な整備が求められる。総じて、社会的意義と技術的先進性を備えた研究が進展しており、今後も専用施設としての特色をより明確にして、戦略的に成果を発信していくことを期待する。

### 4. 今後の計画

今後の計画では、原子力と再生可能エネルギーの融合、廃炉支援、資源循環などJAEAのミッションに即した研究課題に注力し、RI実験棟を中核とする体制のもとで継続的な利用と成果創出が目指されている。SPring-8-IIへの対応として、装置群の整備方針や実施体制が提示されており、妥当な延長理由と計画であると評価された。外部施設との連携活用や柔軟な研究展開も視野に入れており、長期的なビジョンを持つ計画である点も評価ポイントとなっている。また、組織体制の整備により研究の推進体制が改善されつつあることも確認された。一方で、継続的な装置整備や予算確保、専用ビームラインとしての研究課題の選別と差別化は今後も検討事項として残る。特に、BL23SUの光源修復計画の明確化が求められる。前回の中間評価で指摘を受けて改善された研究計画は、全体として独自性が認められるものであり、戦略的な運営と明確なビジョンのもと、実験ステーションの高度化と成果の継続的創出が期待される。

以上