

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、下記の各専用ビームラインについて、2025年11月および12月に延長評価及び次期計画審査を行い、それらの結果を2026年2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

延長評価

- QST極限量子ダイナミクスⅠ・Ⅱビームライン (BL11XU, BL14B1)
(設置者：量子科学技術研究開発機構 (QST))

延長評価

- NSRRC ID・BMビームライン (BL12XU, BL12B2)
(設置者：National Synchrotron Radiation Research Center)

利用状況評価・次期計画審査

- 先端蓄電池基盤技術開発ビームライン (BL28XU)
(設置者：京都大学)

詳細は、以下に示す各施設の評価報告書をご覧ください。

QST極限量子ダイナミクスⅠ・Ⅱビームライン (BL11XU・BL14B1) 延長評価報告書

2025年11月20日に開催された第44回専用施設審査委員会にて、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 (QST) が設置した極限量子ダイナミクスⅠビームライン (BL11XU) 及び極限量子ダイナミクスⅡビームライン (BL14B1) の延長計画に対する審査を行った。これらビームラインは、QSTの専用ビームラインという特性に対応して、荷電粒子、放射性同位元素 (RI)、中性子、放射光など様々な量子ビームの発生・制御やこれらを用いた高精度な加工や観察などに係る最先端の技術開発を行うこ

とを目的として設置された。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、本施設を構成するBL11XUにおける最先端の放射光メスバウアー分光装置と共鳴非弾性散乱装置を活かした研究実績、BL14B1における水素利用先進材料を始めとした物質研究・材料開発の成果を評価し、延長計画も妥当であることから、これらビームラインの設置と運用をSPring-8-IIの運用開始まで延長することについて妥当であると判断された。

以下、項目ごとの評価結果の詳細を記載する。

1. 「装置の構成と性能」に対する評価

BL11XU (QST極限量子ダイナミクスIビームライン) は標準型アンジュレータを光源とし、6~70 keV の広範囲の単色エネルギーの高輝度硬 X 線が利用できる。「先端的放射光利用技術開発拠点」という位置付けで、磁性スピントロニクスや量子センサーなどの量子マテリアル研究に重点を置き、NanoTerasu の稼働やSPring-8-II を意識した高度化がなされてきた。各実験ハッチの装置群は、先進的放射光メスバウアー分光装置、共鳴非弾性X線散乱装置、表面X線回折計に加え、令和6年度に実験ハッチを最下流に新設してJAEA専用ビームラインのBL22XUに残留していた装置で開発していたブラッグコヒーレントX線回折イメージング (BCDI) 技術の装置が導入された。これで前回の中間評価で指摘されていたJAEA専用ビームラインとの装置の混在状況について、解消に一步前進しており、さらに、まだBL22XUに残されている高速2体分布関数計測装置についても令和7年度末までに移設完了の予定で、これで完全に解消できる見込みが立っている。先進的放射光メスバウアー分光装置で開発された原子一層レベルの超局所磁性探査技術は令和5年度に文部科学省大臣表彰を受賞し、さらに計測深度を100nmに拡張して3次元計測にまで発展させた高度化が進められた。共鳴非弾性X線散乱装置については計測可能な元素を拡張して多様な材料系に対応するとともに、入射ビームの集光系や分光光学系を新たに整備することによって従来は計測が困難であった薄膜・希薄試料や微小試料の分析能力が強化された。半導体の結晶成長過程のリアルタイム観察に活用されている表面X線回折計については、X線回折と電子線回折の同時測定が可能なCTR散乱計測システムが整備され、その測定時間を1測定1秒程度に大幅短縮することによって、結晶表面の結晶成長過程のオペランド計測を実現している。

BL14B1 (QST極限量子ダイナミクスIIビームライン) は偏向電磁石を光源とする、白色 X 線と高エネルギー単色 X 線との両方を利用できるビームラインである。「物質研究・材料開発ビームライン」

という位置付けで、環境・エネルギー材料研究としての水素材料研究に注力し、令和5年度後期からのJST「革新的GX創出事業 (GteX)」の受託に繋げた。この研究環境として、高圧水素雰囲気下でのその場観察の自動化・効率化、放射光物性研究棟に水素材料分析の実験室装置の導入・整備を進め、本分野の研究推進力の増強が行われた。また、量子医学・医療研究への寄与として、高線量の白色X線を活用した放射線治療研究のための白色X線を活用した動物照射実験の環境を整備し、令和6年度後期から実験を開始したことも評価できる。

以上の成果は当初の計画を十分に達成していると評価できる。

2. 「施設運用及び利用体制」に対する評価

QSTの第2期中長期計画や組織改編の中で推進すべき4つの研究分野が設定され、そのうち関西研播磨地区が担うことになった「量子ビーム科学研究分野」および「量子技術イノベーション研究分野」のミッションに合わせて4つの研究グループからなる組織の編成の見直し・更新がなされた。さらに、従来の高圧・応力科学研究についてその重点を水素材料研究に移すため、新たに水素材料科学研究グループを設置している。また、プロジェクト制を導入し、QSTのNanoTerasuセンター、高崎量子技術基盤研究所と連携して硬・軟X線分光計測技術の横断的活用を推進する新規プロジェクトも立ち上げられた。

また、マテリアル先端リサーチインフラ (ARIM) 事業 (令和3年度~令和12年度) や、革新的GX技術創出事業 (GteX) (令和5年度~令和9年度) といった国の大規模プロジェクトに積極的に参画し、外部競争的資金を活用した研究開発や装置高度化を推進している。ARIM事業では、データ共用に必要なデータ構造化の整備を実施し、データ利用しやすい形での変換・蓄積の整備を行っている。この活動は令和4年度に事業内でS評価を受けている。

利用研究課題の選定では、申請書に「QSTの研究開発としての妥当性」の記載を義務付け、審査委員を6名から8名に増員し、多角的な視点で評価できる体制を整えた。安全確保では、令和6年度から

BL14B1で開始された動物実験に関する管理体制の整備が行われた。QST内の関連規定の改正や制定を行うとともに、QST内の関連部署およびJASRI安全管理室、技術支援チームと連携した安全体制が構築され、実験環境の整備（BL14B1実験ハッチ1を動物実験室として整備、SPring-8実験動物維持施設の利用）が行われた。

以上の結果、運転状況は両ビームラインともビームタイム充足率が概ね90%超を維持し、外部共用日数はBL11XUで約50%、BL14B1で40%台を達成しており、問題ない利用体制を実現できていると評価できる。

3. 「利用成果」に対する評価

BL11XUでは、主に先端的な放射光利用技術開発を主軸とし、量子マテリアル研究に重点を置いた研究成果が示されている。先進的放射光メスbauer分光装置では超局所磁性探査技術を活用し、次世代スピントロニクス材料研究が推進された。特に、高崎量子技術基盤研究所との連携により、高速メモリ候補材料であるフェリ磁性ホイスラー合金系薄膜の磁性薄膜（厚み約30nm）の微視的品質の非破壊評価を斜入射内部転換電子メスbauer分光を用いて実現した。これにより組成最適化に成功し、論文発表だけでなく国際特許出願という成果につながった。共鳴非弾性X線散乱分光装置では、硬X線を活用した5d遷移金属の分光により、Re酸化物で動的Jahn-Teller効果という特異な量子状態を発見し、Nature Communications誌に掲載された。また、このような量子マテリアル研究だけでなく、環境エネルギー材料研究においても同装置を用いたオペランドXAS測定による燃料電池用の実用白金微粒子触媒の酸素還元反応評価という成果が創出されている。表面X線回折計では測定時間の大幅短縮化が実現されてオペランド計測が可能となったCTR散乱計測システムにより窒化ガリウム結晶成長時の固液界面の直接観察に成功し、GaN表面上の液体Gaの秩序構造を実験的に初めて証明するという成果が示されている。最下流に新設された実験ハッチに導入されたブラッグコヒーレントX線回折イメージング装置では、強誘電体セラミクス材料BaTiO₃の結晶粒子

内の歪み分布や量子センシング材料のNVナノダイヤモンドのナノ粒子内の歪み分の非破壊評価に関する成果が示されている。

BL14B1では、主に物質研究材料開発を主軸とし、水素貯蔵等の環境エネルギー材料開発に重点を置いた研究成果が示されている。その主力となる高温高压プレス装置では放射光を活用した水素吸蔵量増加条件探索が進められ、そのデータを元に新規水素貯蔵材料の開発が進められている。その成果として、AB₃合金系のY_{0.68}Mg_{0.32}Co_{3.00}合金がLaNi₅を上回る水素吸蔵性能を示し、最大2.9質量%まで増大可能であることを明らかにした。また、水素昇圧用合金について、1000気圧以上での吸蔵・放出特性を解明し、関連する特許が3件出願された。エネルギー分散型XAFS装置はJAEAの装置であるが、QSTとJAEAの連携による量子物性や環境・エネルギー材料等の研究が進められている。その1例として、パイクロア型Ru酸化物において特異な多量体形成の量子相を発見するという成果が示されている。超高線量率放射線照射による動物実験ではQST病院や放射線医学研究所と連携して、従来治療時の約1000倍以上の線量率で瞬時的に照射するFLASH照射の研究が開始されている。昨年度（令和6年度）後期に初めて行われた動物実験では、高線量率照射にもかかわらず、脱毛症状はあったものの炎症反応はなく、正常組織への影響が小さいという結果が得られたことが報告されている。

成果として、過去約3年半でBL11XUとBL14B1において原著論文はそれぞれ49報と69報、招待講演は39件、受賞は8件に達した。特に、鉄表面の特異な磁性研究が令和5年度文部科学大臣表彰を受賞した。特許は水素材料開発などで5件出願、3件登録され、BL22XU関連のブラッグコヒーレントX線回折イメージング（BCDI）に基づく特許出願も含め、増加傾向にある。以上の成果は評価できる。

審査委員会では、上記の成果について、両ビームラインともに共用BLで実施されていない特徴的な成果が多く創出されていると評価されていた。これらの成果は、QSTが独自性の高い先端的な計測技術を開発し、量子マテリアル・デバイス開発や環境エネルギー材料開発という戦略的な目標に結び

つけていることが要因であると考えられる。また、BCDIの利用対象について、いかにインパクトの高いターゲットに拡げていくか検討頂きたいという意見があった。また、今後の予定として検討されているJASRIが運用する共用へのビームライン利用供出について適切なバランスで実施頂きたいという指摘もあった。

4. 「延長理由・延長計画」に対する評価

BL11XUでは、これまで取り組んできた方針を発展させて「量子マテリアル研究」および「量子センシング・環境エネルギーデバイス材料研究」というテーマを推進予定であることを示されている。「量子マテリアル研究」では、先進的放射光メスバウアー分光装置による超局所磁性探査、と共鳴非弾性 X 線散乱分光装置（硬 X 線 RIXS）、さらに NanoTerasu の軟 X 線 RIXS 装置やスピン分解型光電子分光など QST が持つ特色のある先端スピン計測技術を結集したスピントロニクスや量子物性研究の統合的展開を提案されている。「量子センシング・環境エネルギーデバイス材料研究」では、ブラッグコヒーレント X 線回折イメージングと表面回折計を連携活用した結晶成長過程のナノ構造解析を通じて、ダイヤモンド NV センターの高品質化等の量子センシング材料開発の加速化や次世代パワー半導体等の環境エネルギーデバイス材料開発への活用の展開を提案されている。

BL14B1 では、水素社会実現に向け、GteX 事業の受託のもと革新的水素貯蔵材料探索の推進を継続する予定であることを示されている。高温高压プレス装置による高压水素雰囲気下でのその場観察技術について、測定可能な圧力領域を従来注目してきた超高压領域から産業ニーズの高い実用高压ガスタンク圧を含む数百～数千気圧の領域に拡張する計画を提案されている。

上記の通り、委員会では2ビームラインについてそれぞれ明確な方針が打ち出されていた。将来のSPring-8-IIへのアップグレードにおける期待として、BL11XUについては、その先進的放射光分光・スピン計測、ナノ構造解析技術はSPring-8-IIでの光源性能向上による更なる高性能化で動的観察への展開

など大幅な成果の発展が期待される。BL14B1においてもGteX事業の継続により革新的水素貯蔵材料分野での着実な成果が期待できるが、SPring-8-IIでのB1偏向電磁石光源の光源強度の減少の懸念があり、B2光源への移転の検討がなされている。しかしながら、両ビームラインともに、SPring-8-IIアップグレードに向けた対策（BL11XU:アンジュレータ光源の更新、BL14B1:B2光源へのビームラインの移転）に必要なQST内の予算獲得が検討中とのことで実行可能性について不透明さが残っている。予算確保が難航した場合の対策として、BL11XUのアンジュレータ光源更新を優先し、BL14B1は現状をそのまま利用する「据え置き案」も検討されている。この「据え置き案」の影響評価として、光源強度が減少した場合でも、高温高压プレス装置による高压水素雰囲気下でのその場XRD観察技術において水素吸蔵・放出の有無を判断するための主要な回折ピークは観測可能であると試算が示されている。そのため、SPring-8-II移行直後にビームライン移転が間に合わない場合でも、初期の研究（特に新規開発する中圧領域での計測）は遂行可能であり、この「据え置き」状態で研究継続している間に予算を確保して本格的な移転に繋げる時間的猶予を確保するという戦略が示されている。

上記の通り、継続運用において必要となるSPring-8-IIアップグレードに伴う設備更新（BL11XU）や移転（BL14B1）のための予算確保が現時点で不透明であるが、本計画で希望されている延長期間での現行設備による研究活動の見通しは十分立てられており、その上でこの延長期間を利用してSPring-8-IIでの計画における予算等の不確定事項を明確化し、具体化する方針を示されている。この延長申請は妥当なものであり、提案された研究計画は十分成果が期待できる。今後、継続的な成果により予算を獲得して次回再契約に備えられることに期待したい。

以 上

Review Results on Contract Extension for NSRRC Beamlines BL12XU and BL12B2

At the 45th Contract Beamline Committee Meeting held on December 9, 2025, a review was conducted on the extension plans for the NSRRC ID Beamline (BL12XU) and BM Beamline (BL12B2) established by the National Synchrotron Radiation Center (NSRRC). The review evaluated the facility status and developments, operation and management, research activities, and the extension reason and plan based on the submitted documents describing the usage status, and the reasons for extension and the future plan. The review concluded that the facility operations during the third contract period, which began in 2020 under a six-year contract, have progressed smoothly overall, and the extension plan was found to be reasonable. Consequently, the proposed contract extension until the start of SPRing-8-II operation has been approved.

The detailed evaluation results are provided below.

1. Facility Status and Developments

The Taiwan Contract Beamlines at SPRing-8 (BL12XU and BL12B2) have been actively used by researchers from Taiwan, Japan, and other countries. Since the Taiwan Photon Source (TPS) commenced user operation in 2016, NSRRC has been taking the direction toward the complementary use of TPS and SPRing-8. TPS is taking over the activities of standard experiments from BL12XU/B2; for example, X-ray absorption spectroscopy (XAS), X-ray diffraction (XRD), and protein crystallography (PX). On the other hand, BL12XU and B2 have shifted their targets to applications in the high energy region where SPRing-8 produces higher flux. The Review Committee highly evaluates those basic plans that NSRRC determined by carefully considering the users' trend and the situations of TPS and SPRing-8.

The BL12XU mainline is used chiefly for inelastic X-ray scattering (IXS) experiments. The IXS instrument is also applicable to X-ray absorption

spectroscopy in high energy-resolution fluorescence detection mode (HERFD-XAS). The BL12XU sideline is dedicated to hard X-ray photoemission spectroscopy (HAXPES). Those techniques have been widely applied to researches in the field of materials science.

BL12B2 provides research opportunities with standard methods such as XAS and powder XRD. Since the commencement of the TPS operation, NSRRC has focused more on the in-situ/operando XAS and XRD experiments.

After interim evaluation held on December, 2022, the upgrades to the following measurement instruments have been progressing at BL12XU and BL12B2, respectively.

BL12XU

- (1) Monochromator modification (Si111/220 double crystals + double multilayers)
- (2) Spectrometer modification integrating multiple Bragg and Laue analyzers
- (3) Detector replacement: CdTe 0.5M pixel detector for IXS

BL12B2

- (4) Mirror replacement
- (5) CdTe 4M pixel photon counting detector for XRD
- (6) 13 or 7 element Si drift detector

(2) and (4) are already completed and the other upgrades are also progressing smoothly. The Review Committee recognized that the upgrades would accelerate the high-energy and in-situ/operando activities.

2. Operation and Management

The facility is managed by the NSRRC Taiwan Beamline Office at SPRing-8 with an onsite scientific/technical team, which consists of 5 NSRRC staff members, 2 members from external companies and 1 PhD student. The office is in charge of the beamline

operation including maintenance, user support, and R&D for the beamline upgrade. NSRRC is also responsible for the proposal selection and safety management in close cooperation with JASRI. The Review Committee appreciates that the current system for the operation and management works well on the whole.

NSRRC has promoted the complementary use of TPS beamlines and BL12XU/B2. The standard experiments have been mostly transferred to TPS, which is more convenient for Taiwanese researchers to use. The main targets of BL12XU/B2 are directed to high-energy and in-situ/operand experiments now. The Review Committee acknowledges that the NSRRC's policy works successfully. For example, the promotion of in-situ/operando studies on catalysis and batteries at BL12B2 has led to high-profile publications.

The Review Committee also appreciates NSRRC determined to provide beamtime (less than 20%) for public users approved by JASRI, which expects to produce more achievements from NSRRC beamlines.

3. Research Activities

As mentioned above, NSRRC has promoted the complementary use of TPS and BL12XU/B2. The standard experiments have been mostly shifted to TPS, and adopted a policy at BL12XU/B2 that encourages high-energy and in-situ/operand experiments. This works very well to produce highly cited results in the fields of energy materials and catalytic chemistry. Number of publications in 2024 is 21 for BL12XU and 39 for BL12B2, which is satisfactory level compared to other contract beamlines. Furthermore, while 2025 data is still being compiled, it appears likely to exceed the 2024 level. The committee also highly values the high proportion of papers published in high-impact journals.

4. Extension Reason and Plan

The reason for extending the contract until the beamline upgrade for SPring-8-II is reasonable. This is because the plan has been sufficiently designed with

consideration for continuity beyond SPring 8 II. The committee highly evaluated two clear changes utilizing higher energy X-rays and the coherence, which are key features of SPring 8 II.

Conclusion

The committee highly commend the continuous advancement of beamline capabilities since their installation, achieving results with the versatile equipment at BL12B2 while conducting distinctive research activities at BL12XU. The operation and utilization, designed for complementary use with TPS, also deserves high praise.

The committee also expects the planned advancement of beamlines for SPring-8-II to proceed as scheduled.

先端蓄電池基盤技術開発ビームライン (BL28XU) 利用状況等評価及び次期計画審査報告書

先端蓄電池基盤技術開発ビームライン (BL28XU) は、国立大学法人京都大学によって設置・運用されている専用ビームラインである。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業 (RISING、RISING2、RISING3) のもとで2009年度から設置され、革新型蓄電池の開発に向けた研究が行われてきた。RISING3が2025年度をもって終了し、2026年度からの後継プロジェクトの開始に先だって5年間の再契約の申請があった。京都大学から提出された利用状況等報告書、次期計画書および口頭によるプレゼンテーションにもとづき、利用状況等および次期計画の研究概要について2025年12月9日の第45回専用施設審査委員会で評価・審査を行った。その結果、革新型蓄電池の実用化への貢献が期待されることなどから、再契約は妥当であると判断された。以下に、項目毎の評価結果の概要を記載する。

1. 利用状況等に対する評価

BL28XUには、真空封止型テーパードアンジュ

レータとチャンネルカット結晶分光器を組み合わせたquick XAFS装置や共焦点XRD装置など、電池材料の評価のニーズに沿った装置群が整備されている。オペランド測定への対応、測定のオートメーション化、コンビナトリアル合成によるハイスループット評価基盤の構築など、より効果的で効率的な分析に向けた取組みも高く評価できるものである。DAFSの高度化など未実施の計画はあったものの、開発ターゲットの変更に対応して計画の見直しが適宜行われており、全体としては適切な装置の整備と運用がなされている。

施設運用については、RISING3内部に加えて外部の研究課題も受入れ、企業の利用も広がっている点が高く評価された。しかし、利用体制についてはいくつかの問題が指摘された。例えば、課題審査の体制とプロセスは明確に示されたものの、量子ビーム分析アライアンスの実態など、説明が不十分な部分があった。外部利用も含めて京都大学だけで全ての利用課題を決定する閉じた運用については、先の中間評価でも懸念が示されていた。特に成果公開を前提とする課題の選定に関しては、透明性の確保と十分な説明が必要である。また、ビームラインサイエンティストの数など、現場の人員体制が十分であるかどうか、検討がなされるべきである。

利用成果については、国家的に重要なプロジェクトに貢献し、プロジェクト全体では大きな成果が得られていることが認められた。しかし、ビームラインの利用成果に関しては多少の問題があると評価された。成果公開利用を基本とする運用にしては論文や受賞など、外部からも認められる形で十分な成果が発表されていない。論文になりにくい利用結果については、プロジェクトの成果に対する貢献度をより明確に示すなど、成果をアピールする努力が強く望まれる。

2. 次期計画の研究概要に対する評価

次期計画は、国家的なプロジェクトである革新的蓄電池の開発への貢献が大いに期待されるものである。現段階でプロジェクトの採択が決まっているわけではないため、述べるのが難しい部分があることは理解できるが、予算も含めた整備・運用計画の

詳細については説明が十分とはいえないものであった。また、将来的には革新的蓄電池の社会実装が求められているはずであるが、そこに向けた計画についても明確に示されなかった。運用および利用体制の計画に関しては、現場の人員体制への懸念があるものの、中間評価の際に指摘された戦略的利用の推進については改善が期待できるものである。これまでは成果公開を基本としたオープンな利用を前提としながらも、熾烈な開発競争の中で戦略的な研究遂行が求められる状況であった。次期計画では成果専有利用の活用が検討されており、より戦略的な利用が期待できる。

上記のように次期計画には改善の余地があるものの、蓄電池開発の国家的プロジェクトで中心的な役割を果たしている京都大学がBL28XUを専用ビームラインとして維持し、プロジェクトに貢献する意義は大きい。プロジェクト全体としては今後も大きな成果が期待され、次期計画は承認された。ただし、ビームラインからの利用成果の創出は、依然として大きな課題として残されている。次期計画ではどのような形で成果を出していくかNEDOや施設とも協議し、国民やステークホルダーが納得できる形で成果をアピールすることが求められる。

以 上