

官民地域パートナーシップによる
次世代放射光施設の推進
中間評価報告書

2 0 2 2 年 6 月 1 4 日

科学技術・学術審議会
量子科学技術委員会
量子ビーム利用推進小委員会

1 はじめに

最先端の科学技術は、新材料や触媒、医療・創薬等の開発において、物質の機能や化学反応の過程を適確に理解するため、物質表面の電子状態を詳細に解析するニーズが高まっている。世界の研究潮流は、物質の「構造解析」に加えて、物質の「機能理解」へと向かっており、物質表面の電子状態変化を時間的に追える、高輝度の軟 X 線利用環境の整備が重要となっている。加速器技術等の進展も相俟って、電子エネルギーが比較的低い領域でも高輝度の放射光を発生させることが技術的に可能になったことから、諸外国では 2000 年代に整備が進められ、2010 年代に入ってから、米国、台湾、スウェーデン、ブラジルにおいて、更に高性能の軟 X 線向け高輝度放射光源が稼働を開始している。このため、材料科学、触媒化学、生命科学など我が国の多岐にわたる研究開発分野の研究力、競争力に大きな影響を与え得る、軟 X 線に強みを持つ高輝度 3GeV 級放射光源（以下「次世代放射光施設」という。）の早期整備が我が国において必要である、との高い期待が学術、産業等の各界から寄せられているところである。

こうした背景を踏まえ、次世代放射光施設については、2018 年 8 月に科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 量子科学技術委員会の下に設置された量子ビーム利用推進小委員会（以下「小委員会」という。）において事前評価が行われ、「本事業を積極的に推進するべきである」との結論が得られている。この結果を踏まえ、令和元年度から国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）と、地域パートナーである一般財団法人光科学イノベーションセンター（以下「PhoSIC」という。）を代表とする宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学、一般社団法人東北経済連合会の 5 者による官民地域パートナーシップによって本事業が進められている。

科学技術・学術審議会の事前評価においては、プロジェクトが開始されてから一定期間が経過した後、事前評価における指摘事項の反映状況等について、中間評価を行うべきであるとされている。また、本事業の事前評価の際には、「新たな軟 X 線向け高輝度 3GeV 級放射光源の整備等について」（2018 年 1 月 18 日小委員会）および「次世代放射光施設（軟 X 線向け高輝度 3GeV 級放射光源）官民地域パートナーシップ具体化のためのパートナー選定に係る調査検討結果（報告）」（2018 年 6 月 28 日小委員会）（以下「報告書等」という。）にて指摘された留意事項等について、適切に対応する必要があるとされている。

以上を踏まえ、事前評価実施後 3 年が経過していることから、本事業の中間評価を実施することとした。このため、小委員会において計 4 回の審議検討及び現地調査を行い、計画の進捗状況や事前評価における指摘事項への対応状況を確認するとともに、これらの状況を踏まえ、今後のプロジェクト推進の在り方等を示していくという観点から評価を行った。

国の整備・運用主体である QST 及び、地域パートナーである PhoSIC を代表とする宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学、一般社団法人東北経済連合会の 5 者は、本中間評価の結果を今後の事業の推進に適切に反映し、次世代放射光施設の整備および運用を着実に進めていくことが期待される。

2 次世代放射光施設の概要

(主な経緯)

- 2018年1月 小委員会において「新たな軟X線向け高輝度3 GeV級放射光源の整備等について(報告)」をとりまとめ。
- 2018年同月 上記とりまとめを踏まえ、2018年1月から3月の間、官民地域パートナーシップの地域及び産業界のパートナーについて募集を実施。
- 2018年6月 小委員会において「次世代放射光施設(軟X線向け高輝度3GeV級放射光源)官民地域パートナーシップ具体化のためのパートナー選定に係る調査検討結果(報告)」をとりまとめ。パートナーとして、PhoSIC(代表機関)、宮城県、仙台市、東北大学、東北経済連合会の5者に決定するとともに、立地場所が東北大学青葉山新キャンパスに決定。
- 2018年8月 小委員会による事前評価を実施。
- 2019年4月 次世代放射光施設(基本建屋、加速器)の建設に着手。
- 2022年6月 小委員会による中間評価を実施。

(目的)

我が国の研究力強化と生産性向上に貢献する次世代放射光施設について、官民地域パートナーシップによる役割分担に基づき、整備・運用を着実に進める。

(予算)

整備費用の概算総額：約380億円

- ・国の分担：約200億円
- ・パートナーの分担：約180億円

3 中間評価項目への対応状況の確認・評価

本事業の中間評価として、事前評価における指摘事項及び報告書等にて指摘された留意事項等を踏まえ、小委員会において中間評価項目を設定し、それらの進捗状況・対応状況を確認した。

当該評価項目について、6つの大項目別に確認・評価した内容を以下に記述する。

(1) 計画の進捗状況

- ・整備・運用において、民間・地域の資金・知恵等も活用し、国やQSTだけでなく、財源負担、人材確保も含め、整備・運用に積極的にかかわる地域及び産業界とともに、官民地域パートナーシップにおける役割分担・責任分担（パートナー各組織を含む）の計画について整備期間中と運用開始後に分けて具体的に説明。
- ・パートナーにおいて、民間企業等からの加入が増加するような取組について具体的に説明。また、計画通り資金調達が進まない場合があれば、そのリスク管理の計画を整備期間中と運用開始後に分けて具体的に説明。
- ・整備状況を踏まえて、可能な限り整備スケジュールの前倒しを検討しているか。前倒しを実施した場合、その具体的な内容を説明。
- ・基本建屋の設計について、将来的な施設の拡張性、利用者の利便性に配慮した点について具体的に説明。その際、QSTが整備する加速器の性能が十分に引き出せるような設計としたのであれば、具体的に説明。
- ・研究準備交流棟の詳細なコンセプト・設計等について、QSTと協議した上での整備状況について具体的に説明。
- ・整備用地について、施設の合理的な配置になっているか具体的に説明。

【進捗状況・対応状況】

- ・小委員会において議論・決定された「官民地域パートナーシップ」における財源負担・人材確保を含む整備の役割分担の考え方にに基づき、加速器についてはQSTが、基本建屋及び用地整備はパートナーが担当。ビームラインについては、初期ビームラインラインナップ10本のうち3本をQSTが、7本をパートナーが担当。運用開始後の役割分担については、加速器、基本建屋、ビームラインそれぞれにおいて、整備主体が運用を担当する方針。
- ・民間企業等のコアリション加入の推進に向けては、パートナー各者が連携のもと、様々な企業・団体に加入に向けた面談等の活動を実施。また、年2回の「コアリション・カンファレンス」開催等のアウトリーチ活動も実施。なお、資金調達に関しては、専門家によるリスク管理のもと、パートナー内で連携協力し進めている。
- ・基本建屋の建設については、一部で新型コロナウイルス感染症拡大の影響があったものの、一部工事の前倒し・期間の短縮等により、工事進捗は99%を達成（2022年4月時点）しており、概ね想定したスケジュールどおりに進行している。また、加速器及びビームラインの整備についても、概ね順調に進行しており、2023年12月にファーストビームを出すスケジュールとなっている。

- ・整備用地については、綿密な現地系調査等を踏まえ、放射線安全管理の観点や効果的・効率的な施設運営を重視し、搬入エリアの設定や電源室・機械室の配置等、合理的な配置を行っている。基本建屋の設計については、適切な加速器配置を踏まえつつ、ライナック棟東側に自由電子レーザー増設エリア、基本建屋東側にはビームライン延長エリアを確保しており、さらにビームライン 28 本までの増設を考慮して受電設備等を設置するなど、将来的な施設の拡張性を鑑みたものになっている。さらに、実験ホールの大部分を放射線被ばくのおそれのない一般区域に設定することにより、利用者は放射線従事者の認定を受けることなく実験が可能となり、ユーザー利便性の向上が見込まれる。
- ・パートナーが整備を担当する研究準備交流棟については、基本建屋の詳細設計の進展に伴いコスト圧縮の必要から、棟単独での建設は行わず、その機能を、基本建屋の一部、東北大学 SRIS 棟や青葉山ユニバース（仮称）等のサイエンスパーク内の他施設の活用、民間施設との連携等で発展的に補う方向で検討を進めている。

【評価】

- ・2年間のコロナ禍にもかかわらず、官民地域パートナーシップによる協力体制に基づき、整備計画全体のスケジュールが予定通り進捗していることが確認できた。建屋が予定通り完成しており、加速器やビームラインの整備もおおむね順調に進捗している。実験ホールの非管理区域化にも大きな前進が認められる。

(2) 開発

- ・諸外国で整備が進められている、軟 X 線向け高輝度放射光施設の整備状況等も踏まえ、我が国の研究力、産業競争力の強化に貢献するような放射光施設となるよう、どのようなビームライン整備計画を検討したか具体的な説明、あるいは該当する報告書を提出。
- ・加速器について、実効性能を発揮できるような現実的な設計であることの具体的な説明。
- ・諸外国と同レベルの先端性と安定性を両立しつつ、コンパクトな 3 GeV 級放射光源が整備されているか。先行している海外の 3 GeV 級放射光施設との比較を含めて具体的に説明。

【進捗状況・対応状況】

- ・初期ビームラインラインナップについては、「新たな軟 X 線向け高輝度 3GeV 級放射光源の整備等について（報告）」（小委員会、2018 年 1 月）に基づき、QST 及び PhoSIC が共同で設置した「次世代放射光施設ビームライン検討委員会」での議論等を経て、3本の共用ビームライン及び7本のコアリジョンビームラインの諸元・性能等を決定。なお、詳細な報告書等については以下参照。

* 2016 年 7 月 エンドステーション・デザインコンペ ※応募者には、ビームライン構成の提案のみならず、利用時間ニーズの見積もりを内訳も含めて義務づけ。

* 2018 年 8 月 ビームライン構想委員会

(PhoSIC/東北大学：<https://www.qst.go.jp/uploaded/attachment/16924.pdf>)

* 2018年12月 次世代放射光施設ビームライン検討委員会

(QST/PhoSIC : <https://www.qst.go.jp/uploaded/attachment/16923.pdf>)

* 2018年12月～2019年2月 10本のビームラインについて、広く意見募集

(QST/PhoSIC : <https://www.qst.go.jp/uploaded/attachment/16929.pdf>)

- ・ 加速器については、上記報告書に記載された性能に準じ、偏向電磁石の密度を増やし、低エミッタンス化するマルチバンドアクロマット (MBA) ラティス蓄積リングを採用。蓄積リングへの入射器は、SACLA をベースにしたフルエネルギーC バンド線型加速器を採用し、将来の軟X線自由電子レーザーへの拡張性を考慮。開発項目であった電子源についても、蓄積リングへの入射ビーム性能を満たし、高保守性・高輝度性を有することが実証できた。
- ・ ダブルバンドアクロマット (DBA) ラティスを用いた第3世代放射光源では、エミッタンス低減化のためには周長を増やして偏向電磁石の数を増やす選択肢のみであったが、本施設においては、MBA ラティスを採用して偏向電磁石数を増やす一方、加速器機器の密度を高めすぎない設計を行い、349m というコンパクトな周長でエミッタンス 1.1nmrad を実現する。さらに、コンパクト高性能電子銃の開発なども含めて、先行する MAX-IV (スウェーデン) や SIRIUS (ブラジル) 等の諸外国の周長の大きな施設に比べコンパクトで安定性・保守性を最大限重視した設計となっている。そのために水平エミッタンス設計性能値はやや劣るものの、垂直エミッタンス設計性能値の方では、軟X線領域では世界最高レベルであり、光源の総合性能としては同等。

【評価】

- ・ 建設するビームラインの初期計画は妥当であり、加速器の開発についても、小委員会でプロジェクト開始前に設定した開発目標にほぼ沿う形での設計がなされているなど、順調に進捗している。

(3) ビームラインの開発、高度化、運用

- ・ 次世代放射光施設が担うべき研究開発の分野や方向性について、学術・産業界の利用ニーズの調査結果を報告。また、最新の研究動向・技術動向の調査結果を報告。
- ・ 前項の調査結果をどのように各ビームラインの整備計画に反映させたかについて具体的な説明。
- ・ ビームラインの開発・高度化・運用を計画的に行うための国の整備・運用主体の具体的検討内容、ビームラインの開発・高度化・運用を計画的に行うためのパートナーの経営的基盤とマネジメント体制の具体的検討内容、上記の点での国とパートナーの協働体制の検討内容についてそれぞれ、計画の進捗状況も含めて具体的に説明。
- ・ 各ビームラインにおける学術利用と産業利用の利用ニーズの見込みとその根拠について具体的に説明。
- ・ 共用枠の一元的な管理を含め、各ビームラインの需要に応じた、適切な課題申請方法、課題審査方法についての検討内容について具体的に説明。

【進捗状況・対応状況】

- ・初期ビームラインラインナップについては、「新たな軟 X 線向け高輝度 3GeV 級放射光源の整備等について（報告）」（小委員会、2018 年 1 月）に基づき、QST 及び PhoSIC が共同で設置した「次世代放射光施設ビームライン検討委員会」での議論等を経て、3 本の共用ビームライン及び 7 本のコアリジョンビームラインの諸元・性能等を決定。（再掲）
- ・パートナーにおいては、企業面談やフィージビリティスタディ等を通し、ナノ～ミクロンの分解能で得られる元素分布、化学状態、電子状態、凝集・配向状態の 2 次元・3 次元の可視化と、そのデータを活用した情報科学・計算科学による解析に大きなニーズがあることを把握。
- ・施設全体の整備の本格化に伴う調整や運用期に向けた検討を加速させるため、QST、PhoSIC、東北大学の幹部で構成された「次世代放射光施設運営会議」を新たに設置し、課題の審議・調整、情報共有等を機動的に実施できるよう体制を整備した。当該会議はこれまで 3 回開催し、施設に係る政策的及び実務的・技術的な課題について議論を進めてきた。なお、今後は、本施設が「共用促進法」の適用施設となる可能性があることも考慮したうえで、SPring-8、J-PARC 等の事例を踏まえつつ、官民地域パートナーシップという本プロジェクトの特質性も勘案しながら、運用体制についても検討を加速していく予定。
- ・各ビームラインに、建設段階から技術に精通した専門の担当者を配置し、運用後の支援や高度化も見据えた体制の整備に着手している。
- ・次世代放射光施設ビームライン利用ニーズ調査アンケート（2022 年 2 月～3 月実施）において、学術・産業界から多くの回答が寄せられ、10 本のビームラインそれぞれにおいて平均で 1,135 日/年の利用ニーズ（各ビームラインにおける利用可能日数の 5 倍以上）があることが判明した。特にコアリジョンビームラインにおいては産業利用ニーズが高い傾向も明らかとなっており、学術利用と産業利用の利用ニーズを適切に反映したビームラインラインナップとなっていると言える。なお、パートナーにおいては、コアリジョンメンバーへの利用稼働率アンケートも実施しており、こちらでも高い利用ニーズがあることが判明している。
- ・共用ビームラインについては、概ね SPring-8 や J-PARC で実施されている課題申請・審査に基づいた課題選定を行い、利用者へのビームタイムを配分することを想定して検討を進めている。また、コアリジョンビームラインのビームタイムの一部を「共用枠」として利用する協議を進めており、2026 年度以降を目途に、各ビームラインの利用ニーズも踏まえつつ、平均 40%程度のビームタイムを共用枠として一般ユーザーが利用できるようにする方向で検討を行っている。

【評価】

- ・ビームラインの開発については、官民地域パートナーシップの役割分担に沿っておおむね順調に進捗しているといえる。今後、より具体的な運用、高度化についての検討が必要である。

（4）産学連携

- ・次世代放射光施設を中核にしたリサーチコンプレックスの形成に向けた検討、計画の内容について具体的に説明。その際、パートナーの中での役割分担・責任分担についても具体的に説明。
- ・次世代放射光施設がイノベーションプラットフォームとなり、産業界が抱える課題を解決する

等、産業・経済活動の活性化に貢献する仕組みとなっているか具体的に説明。その際、パートナーの中での役割分担・責任分担についても具体的に説明。

- ・次世代放射光施設をプラットフォームとして、民間企業の抱える課題に対し施設の持つ人材、ビームライン等のリソースを横断的に提供して「組織」対「組織」で共同研究を行う体制について構築できているか具体的内容を説明。その際、パートナーの中での役割分担・責任分担についても具体的に説明。
- ・本格的産業連携の実践にあたり、共同研究に携わる研究者等の人件費相当額やこれに付帯する経費も含めた共同研究の契約を結ぶ等、費用負担の適正化の検討状況・内容について具体的に説明。その際、パートナーの中での役割分担・責任分担についても具体的に説明。
- ・民間企業の研究者、技術者等の利用ニーズを踏まえた柔軟かつ多様な支援サービスの提供についての検討状況・内容について具体的に説明。
- ・支援サービスや付帯設備利用など、ビームタイムの利用料とは別に経費が掛かることが見込まれるサービス等について、適正な利用料金を定め、利用者に応分の費用負担を求めることについての検討状況・内容を具体的に説明。
- ・ベンチャー企業に対して、利用料金の低廉化等の優遇措置を設けるなど積極的な利用開拓と支援についての検討状況・内容について具体的に説明。
- ・ベンチャー企業からの株式・新株予約権等の長期保有等も視野に入れて、これらの寄付の拡充等についての検討状況・内容について具体的に説明。

【進捗状況・対応状況】

- ・宮城県及び仙台市においては、次世代放射光施設を中核としたリサーチコンプレックスの形成に向けた事業をそれぞれ実施。東北大学においては、次世代放射光施設の隣接敷地において、サイエンスパーク構想に向けた研究開発・イノベーションの場としての施設集積を進めている。サイエンスパーク内には、SRIS 棟や青葉山ユニバース（仮称）等、研究準備交流機能の分担のみならず、持続的にイノベーションを創出するエコシステムの拠点となるような施設の整備を予定している。
- ・企業が抱える課題を解決するため、大学・国研などからトップクラスの研究者が結集するとともに、分析会社や地域・自治体の力も借りた多彩な産学が集うことで、次世代放射光施設を利用したイノベーションエコシステムを構築。
- ・利用経験がない・放射光に関する知識が少ない企業に対し、ワンストップコンシェルジュサービスとして、利用手続きや各ビームラインの利活用に関する事前相談を実施するとともに、専門的な研究の相談については東北大学をはじめとした学術パートナーや分析会社とのマッチングを受けることで、先端的な専門知識を有した学術とのコラボレーションができ効果的な研究開発の実施につながる、いわゆるコアリション・コンセプトを実践していく予定としている。なお、2021年度より会員企業で構成するマシンタイム運用委員会を設置し、運用におけるユーザーニーズの把握を行っていく予定。
- ・企業と学術とのマッチングの結果、必要な場合には共同研究契約を結び更なる研究開発が実施できるような制度を整備。さらに、東北大学では共同研究と放射光の加入金をセットにした新たな共同研究の仕組みを創設。

- ・東北経済連合会では、資金力が乏しい中堅・中小企業向けに 50 万円の出資で次世代放射光施設を利用できる制度を整備。現在 60 社以上が参画しており、参画企業による共同でのビームタイム運用の仕組み作りを実施。
- ・ベンチャー企業からの寄付については未検討。

【評価】

- ・産学連携の検討は順調に進んでいるが、運用期における具体性が今後問われることになるため、さらなる検討が必要である。

(5) 人材育成

- ・大学及び大学院教育を含む若手人材育成についての取組について、整備期間中の状況や、運用開始後の計画について具体的に説明。

【進捗状況・対応状況】

- ・QST においては、整備期間中は、着実に整備を推進するため、経験者の割合が多くならざるを得ないが、運用開始後は、若手人材の新規雇用に重点をおいた人事戦略を検討。また、QST の人事制度を活用して、ビームライン利用を予定している大学研究室からの大学院生を受け入れることも検討。
- ・パートナーにおいては、技術者として段階的に高等専門学校卒業者（新卒）を採用予定。東北地域の高等専門学校を対象とした説明会活動も実施。

【評価】

- ・人材育成の検討は始まったところであり、中長期的な取組みが必要である。

(6) 国内外の連携

- ・国内の既存の放射光施設との連携と諸外国の放射光施設との連携について、整備期間中の取組状況や、運用開始後の計画について具体的に説明。
- ・運用・利用技術に関するオールジャパンでの協力体制について、整備期間中の取組状況や、運用開始後の計画を具体的に説明。

【進捗状況・対応状況】

- ・QST においては、加速器・ビームライン・放射線安全の設計・整備及び利用技術等において、SPring-8（理研・JASRI）及び KEK とクロスアポイントメントなどの人員派遣を含む種々の連携協力協定等を締結し、連携しながら整備を推進。加速器の設計・製作に関しては、SPring-8・SACLA で得られた最先端の知見・技術を活用。共用ビームラインに関しては、設計段階から SPring-8 等から多

くの助言を得るとともに、その制御システムは、SPring-8 で新規開発中のシステムをベースとしたものを本施設で導入予定。放射線安全に関しては、KEK や東北大学と連携

- ・パートナーにおいては、ビームラインの設計・整備及び運用・利用技術等において、東北大学、理研、JASRI、東京大学等と人員派遣も含めた連携・協力を実施。
- ・運用開始後も、QST、パートナーそれぞれにおいて、上記機関との密接な関係（人員派遣含む）を維持し、必要に応じて新たな枠組み・協定締結等を行うことを検討。
- ・パートナーにおいては、2020 年にコアリションビームラインの実施計画に関する国際審査を実施、諸外国の主要な放射光施設責任者が審査に参加。
- ・東北大学が中心となり、国内外の主要な放射光施設責任者が参加する「世界主要放射光施設サミット」を 2019 年、2020 年、2021 年に開催。同サミットの決議（2019 年）を踏まえ、諸外国放射光施設と東北大学間で MoU 締結を進めている。

【評価】

- ・建設期における国内外の連携はおおむね順調に進捗しているといえる。運用期に向けては中長期的な取組みの検討が不可欠である。

4 今後の重点的な課題及び推進方策

前項を踏まえ、着実な整備完了・運用開始に向けて達成すべき事項、及び研究成果の最大化、産学官の利用促進等に向けて中長期的に取り組むべき事項について、以下に記述する。これらの項目については、今後進捗状況・対応状況を改めて確認・評価していくこととする。

(1) 着実な整備完了・運用開始に向けて達成すべき事項

① 安定的な事業運用を可能とする予算の確保

整備完了に向けて官民地域パートナーシップの役割分担に従い、QST・パートナーそれぞれにおいて、必要な予算を着実に措置していく必要がある。

QSTは、厳しい財政状況を鑑みつつ、運用期に必要な予算の精査を進めていく必要がある。

パートナーは、まずは整備期間中のコアリジョン加入目標を達成すべく、パートナー内における協力・連携を深めるとともに、より多くの企業へのアプローチを引き続き実施していく必要がある。

さらに、運用期におけるQST・パートナーの役割分担の詳細についても議論を進める必要がある。

(今後の重点的な課題)

- 着実な予算の確保、運用期に必要な予算の精査（効果的な運営予算の検討が必要）（QST）
- 施設の利用ニーズを抱える企業のさらなる掘り起こし（パートナー）
- 運用期における資金調達のリスク管理の計画の検討（パートナー）
- 運用期におけるQSTとパートナーの役割分担の検討（QST、パートナー）

② 運用開始時の運営体制・利用制度の構築・整備

基本建屋の整備に概ね目途がついたため、今後は特に加速器及びビームラインについて、スケジュールどおり着実に整備する必要がある。

10本のビームラインの据付、ファーストビーム発生成功等の施設の整備完了後は、円滑にユーザーの利用を開始できるよう、人材確保・人材配置や利用制度等をはじめとした運用期の運営体制の在り方について、ユーザーニーズを踏まえつつ、次世代放射光施設運営会議が中心となり速やかに検討を進める必要がある。

(今後の重点的な課題)

- 着実な加速器・ビームラインの整備完了・設計性能の達成、質の高いビームの早期安定供給（QST、パートナー）
- 運用期の具体的な施設人材配置・雇用形態の検討及び人材の確保（若手人材確保のためのリクルート方策、連携協定等によるクロスアポイントや客員制度の活用含む）（QST、パートナー）
- 共用（コアリジョンビームラインにおける共用ビームタイムを含む）の詳細制度設計（特に利用者の立場に立った制度設計）（QST）

- コアリションビームラインにおけるコアリションビームタイムと共用ビームタイムの一体的な運用方法の検討（QST、パートナー）
- 「研究設備・機器の共用推進に向けたガイドライン」（2022年3月）や SPring-8 における検討状況等を踏まえた各種利用料金制度の検討（QST）
- コアリションの詳細制度設計（具体的な支援体制を含む）（パートナー）
- ユーザーの需要予測に基づく測定準備等のための研究環境の確保と整備（研究準備交流機能の詳細検討含む）（QST、パートナー）

（2）研究成果の最大化、産学官の利用促進等に向けて中長期的に取り組むべき事項

① 研究成果の最大化に向けて

運用開始後、施設を安全・安定的かつ効果的・効率的に運用しつつ、継続的に革新的な成果を創出するための検討を開始する必要がある。

（今後の重点的な課題）

- 施設の安全・安定的かつ効果的・効率的な運用（QST、パートナー）
- 施設の対外発信（国内外）の推進、海外利用者開拓などの国際化の推進（QST、パートナー）
- 高輝度軟 X 線利用研究の推進及び当該成果の発信（試験的運用時を含む）（QST、パートナー）
- ユーザーコミュニティとの対話の場の設定（新規コミュニティの開拓を含む）、ユーザーのすそ野拡大（新分野応用を含む）、革新的な成果創出に向けた方策・戦略の具体化（QST、パートナー）
- 将来を見据えた測定装置開発など学術研究への対応（QST、パートナー）

② 施設の高度化に向けて

初期ビームラインラインナップ（共用ビームライン3本、コアリションビームライン7本の計10本）に加え、さらなるビームラインの増設や高度化、研究データの蓄積や迅速な解析・オープンデータ化等を可能とするデータセンターの設置やビームラインの自動化・遠隔化等に資する研究 DX 対応等、施設のポテンシャルを最大限生かした高度化・拡充計画について、中長期的な視点を持ちつつ検討を開始する必要がある。

（今後の重点的な課題）

- ユーザーニーズを踏まえたビームラインの高度化・増設計画の策定（資金調達方法や開発人材確保を含む）（ビームタイム利用実績（コアリションビームラインにおける共用ビームタイムを含む）等も考慮）（QST、パートナー）
- データセンター、ビームラインの自動化・遠隔化等を含む、新たなサイエンスの潮流である研究 DX への対応（QST、パートナー）
- 先端性を維持するための高度技術の開発・導入に関する大学等との連携体制の構築（QST、パートナー）

③ イノベーションコミュニティの形成、リサーチコンプレックスの構築に向けて

諸外国では、放射光施設をはじめとした最先端大型研究施設がハブとなり、大学・研究機関・企業等が集積し、そこから生み出される研究成果を活用したベンチャー企業が多く設立されるなど、イノベーション創出を加速させるリサーチコンプレックスが形成されている。

東北大学においては、本施設を中核とした「サイエンスパーク」の整備が進んでいるところ、引き続き、産学官金・地域が連携したイノベーションコミュニティの形成を加速させ、異分野融合、イノベーション創出、社会課題解決への貢献等を推進していく必要がある。

(今後の重点的な課題)

- 東北大学が進めるサイエンスパーク構想における次世代放射光施設の位置付けの明確化 (QST、パートナー)
- カーボンニュートラルなどの社会課題解決に向けた他施設あるいは大学等との連携の推進 (QST、パートナー)

④ 人材育成

現在、QST、パートナーともに運用開始に向けて必要となる施設人材の確保を最優先で行っているところであるが、今後、ビームラインの増設・高度化を含む更なる施設の高度化・拡充や、研究 DX 対応を含むユーザー利便性の向上に資する研究支援体制の強化等を行っていくためには、人員の増員や若手を含む人材育成が不可欠である。SPring-8 等の国内の他量子ビーム施設とも連携しつつ、若手人材を含む中長期的な施設人材の確保・育成方策の検討を開始する必要がある。

(今後の重点的な課題)

- 東北大学や他大学等との連携による若手人材育成 (新たな育成プログラムの検討・策定・推進などを含む) (QST、パートナー)
- 大学・大学院教育への貢献 (QST、パートナー)
- 施設間連携によるビームラインサイエンティスト育成や人材流動 (QST、パートナー)
- 産学連携を加速する人材確保 (QST、パートナー)

⑤ 国内他施設との連携、国際連携

本施設は、我が国を代表する高輝度放射光施設として、SPring-8 をはじめとする国内の他施設と連携し、オールジャパン体制で我が国の放射光科学全体の発展に貢献するとともに、世界主要放射光施設サミットの開催や協定等の締結、国際共同研究等を含む、諸外国の放射光施設との連携・協力を進めることが期待される。

さらに、これら国内外施設の整備・運営状況を踏まえつつ、変動する国際情勢のなかで、本施設に求められる役割・位置付けや発展の方向性について、国際的な戦略性を持ったうえで逐次検討・精査を継続していくための検討を開始することが肝要である。

(今後の重点的な課題)

- 施設間連携による横断的利用、技術開発 (QST、パートナー)

- 施設間の人材交流、人材育成（QST、パートナー）
- 施設間連携による放射光利用研究の標準化（装置技術、試料条件、データ形式等）（QST、パートナー）
- 我が国を代表する高輝度放射光施設として、国内の他施設に対する知見等の積極的な展開、放射光科学全体の発展への貢献（QST、パートナー）
- 諸外国の放射光施設との協力・連携の強化（QST、パートナー）
- 国内外施設の整備・運営状況、国際情勢等を踏まえた本施設の位置付け・発展の方向性の明確化（QST、パートナー）

5 おわりに

2000年代以降、諸外国・地域で相次いで整備が開始された高輝度 3GeV 級放射光施設は、2010年代に入り、更なる低エミッタンス化を目指して、米国 (NSLS-II)、台湾 (TPS)、スウェーデン (MAX-IV)、ブラジル (SIRIUS) といった施設が稼働し始めた。さらにここ数年内で、中国、韓国、タイ等においても相次いで同様の施設の新たな整備計画の発表がなされている。

また、軟 X 線領域を得意とする高輝度 3GeV 級放射光施設に加え、硬 X 線領域を得意とする 6~8GeV 級放射光施設についても、MBA ラティスの採用等による低エミッタンス化・高輝度化の動きが出始めており、仏国 (ESRF アップグレード)、米国 (APS アップグレード)、中国等においてこうした動きが加速している。

このように、特に米国、欧州、中国においては、低エミッタンス化を実現する高輝度放射光施設について、軟 X 線向け (3GeV 級) 及び硬 X 線向け (6~8GeV 級) の双方を整備するトレンドが生まれている。前者については、我が国においては次世代放射光を着実に稼働させ、世界最高水準の性能・安定性を実現していく。後者については、我が国においては SPring-8 (8GeV 級) が稼働開始から 25 年を迎えようとしており、こうした世界のトレンドから遅れをとりつつあるところ、小委員会における中間評価 (注) においても指摘されているように、SPring-8 の政策的位置付けや施設・設備の高性能化等の発展の方向性を検討していくことが急務となっている。

次世代放射光施設の整備を開始した 2019 年当時から、持続可能な開発目標 (SDGs) への貢献、2050 年カーボンニュートラルの達成、新型コロナウイルス感染症をはじめとする強力な病原体による世界的な感染症拡大 (パンデミック) の脅威、複雑化する国際情勢のなかでの経済安全保障への対応など、世界が直面する社会課題は大きく様変わりしている。材料科学、触媒化学、生命科学等、多岐にわたる研究開発分野において、基盤的かつ最先端の計測手法を提供する放射光施設の必要性が変わることはないが、施設が果たすべき役割は、社会からの要請に従い変化を続けていく必要がある。

今回の中間評価は、2019 年の整備開始から 3 年が経過し、2024 年度の運用開始が迫っているタイミングでの評価となった。施設の整備自体は概ね当初予定通り進行しているところ、引き続き着実に整備を推進していくことに加え、運用開始に向けた体制・利用制度の構築、中長期的な施設の発展・成果最大化に資する方策の必要性等について指摘を行った。今後は、QST およびパートナーが連携しつつ、人材確保・育成やユーザー利便性の向上、施設間連携等の視点からも、国内外問わず様々なコミュニティと関わりながら実施していくことを期待する。

今後、国内外の動向を踏まえつつ、適時・適切なフォローアップを行うとともに、当該施設の整備が完了し運用が開始されたタイミングを目途に、本中間評価で示された課題等について進捗状況の評価することが適当である。

なお、本年 6 月 6 日、本施設の愛称が「NanoTerasu (ナノテラス)」に決定した。「ナノスケールの世界を明るく照らす」というその名にふさわしく、将来、本施設が世界に冠たる放射光施設の地位を確立することを強く期待する。

(注) 大型放射光施設 (SPring-8) 及び X 線自由電子レーザー施設 (SACLA) 中間評価報告書 (2019 年 2 月 6 日小委員会)

参考 1

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
量子科学技術委員会 量子ビーム利用推進小委員会
委員名簿

令和 3 年 7 月 6 日現在

(専門委員)

- | | |
|---------|---|
| 石坂 香子 | 東京大学大学院工学系研究科 教授 |
| 内海 渉 | 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構量子ビーム科学部門 次世代放射光施設整備開発センター長 |
| 大竹 淑恵 | 国立研究開発法人理化学研究所光量子工学研究センター中性子ビーム技術開発チーム チームリーダー |
| 岸本 浩通 | 住友ゴム工業株式会社研究開発本部分析センター センター長 |
| ◎ 小杉 信博 | 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 所長 |
| 近藤 寛 | 慶應義塾大学理工学部 教授 |
| 坂田 修身 | 公益財団法人高輝度光科学研究センター放射光利用研究基盤センター 副センター長 |
| 阪部 周二 | 京都大学化学研究所 名誉教授 |
| 佐野 雄二 | 自然科学研究機構分子科学研究所 プログラム・マネージャー |
| 柴山 充弘 | 一般財団法人総合科学研究機構中性子科学センター センター長 |
| 高橋 瑞稀 | 第一三共 RD ノバーレ株式会社 主任研究員 |
| ○ 高原 淳 | 九州大学ネガティブエミッションテクノロジー研究センター 特任教授 |
| 田中 均 | 国立研究開発法人理化学研究所放射光科学研究センター 副センター長 |
| 古川 はづき | お茶の水女子大学基幹研究院自然科学系 教授 |
| 森 初果 | 東京大学物性研究所 所長 |
| 山重 寿夫 | トヨタ自動車株式会社電動化・環境材料技術部材料基盤開発室 主幹 |

(◎：主査、○：主査代理、敬称略、五十音順)

参考 2

量子ビーム利用推進小委員会における審議検討経過

○第 43 回 2022 年 3 月 10 日

- ・「官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進」中間評価の評価項目（案）について

○第 44 回 2022 年 4 月 14 日

- ・「官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進」中間評価について

○第 45 回 2022 年 5 月 13 日

- ・現地視察
- ・「官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進」中間評価について
- ・評価結果（素案）について

○第 46 回 2022 年 6 月 14 日

- ・「官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進」中間評価について
- ・評価結果について