

量子科学技術に関する 研究開発課題の中間評価結果②

令和4年11月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

研究計画・評価分科会委員名簿

◎岸本	喜久雄	国立教育政策研究所フェロー、東京工業大学名誉教授
●高梨	弘毅	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター長、東北大学名誉教授
春日	文子	国立研究開発法人国立環境研究所特任フェロー
濱口	道成※	国立研究開発法人科学技術振興機構顧問、国立研究開発法人日本医療研究開発機構先進的研究開発戦略センター長
明和	政子	京都大学大学院教育学研究科教授
村山	裕三	同志社大学名誉教授
安浦	寛人	九州大学名誉教授、国立情報学研究所副所長学術基盤チームディレクター・特任教授
五十嵐	道子	フリージャーナリスト
出光	一哉	九州大学大学院工学研究院教授
上田	正仁	東京大学大学院理学系研究科教授
上田	良夫	大阪大学大学院工学研究科教授
上村	靖司	長岡技術科学大学工学研究院教授
佐々木	久美子※	株式会社グルーヴノーツ代表取締役会長
高梨	千賀子※	東洋大学経営学部教授
田中	隆章	京セラコミュニケーションシステム株式会社コンサルティング事業本部・理念・教育コンサルティング部・責任者
塚本	恵	J, S. Held, LLC 上席顧問、一般社団法人デジタルソサエティフォーラム代表理事
長谷山	美紀※	北海道大学副学長、大学院情報科学研究院長
林	隆之	政策研究大学院大学教授
原澤	英夫	元国立研究開発法人国立環境研究所理事
水澤	英洋	国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター理事長特任補佐・名誉理事長
宮園	浩平	国立研究開発法人理化学研究所理事／東京大学大学院医学系研究科卓越教授
李家	賢一※	東京大学大学院工学系研究科教授

◎：分科会長、●分科会長代理

※本評価には参加していない。

量子科学技術委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	上田 正仁	東京大学大学院 理学系研究科 教授
主査代理	大森 賢治	自然科学研究機構 分子科学研究所 教授
	岩井 伸一郎	東北大学大学院 理学研究科 教授
	岩本 敏	東京大学先端科学技術研究センター 教授
	川上 恵里加	理化学研究所 浮揚電子量子情報白眉研究チームリーダー
	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長
	根本 香絵	学校法人沖縄科学技術大学院大学学園 量子情報科学・技術ユニット 教授／ 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系 特任教授
	早瀬 潤子	慶應義塾大学 理工学部 教授
※	平野 俊夫	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 理事長
	美濃島 薫	電気通信大学 情報理工学研究科 教授
	向山 敬	大阪大学大学院 基礎工学研究科 教授
	山田 真治	株式会社日立製作所研究開発グループ 技師長
	湯本 潤司	東京大学 特任教授

(令和4年8月現在)

※平野委員は利害関係者のため、この研究開発課題の評価には加わらない。

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4年8月現在

氏名	所属・職名
石坂 香子	東京大学大学院工学系研究科 教授
※内海 涉	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構ビーム科学部門 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	慶応義塾大学理工学部 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)

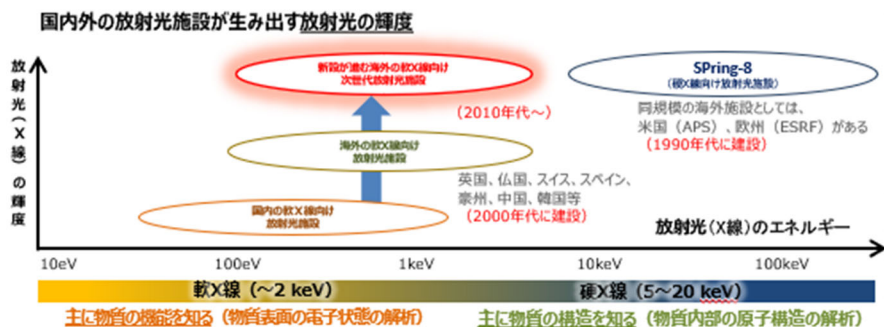
※内海委員及び田中委員は利害関係者のため、この研究開発課題の評価には加わらない。

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

令和4年度予算額 2,199百万円
 (前年度予算額 1,245百万円)
 令和3年度補正予算額 3,990百万円



- 最先端の科学技術は、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、物質の電子状態やその変化を高精度で追える高輝度の軟X線利用環境の整備が重要となっている。このため、**学術・産業ともに高い利用ニーズが見込まれる次世代放射光施設（軟X線向け高輝度3GeV級放射光源）の早期整備が求められている。**
- 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、R5年度からの稼働に向けた整備を着実に進める。**



【経済財政運営と改革の基本方針2021(令和3年6月18日閣議決定)】(抄)

- ・研究DX(研究交流のリモート化や、研究設備・機器への遠隔からの接続、全国の先端共用設備や大型研究施設も活用したデータ駆動型研究の拡大などの研究活動のデジタルトランスフォーメーション。)を推進する
- ・大型研究施設の戦略的推進や官民共同の仕組みで大型研究施設の整備・活用を進める

【成長戦略フォローアップ(令和3年6月18日閣議決定)】(抄)

- ・研究のDXの実現に向け、(中略)全国の先端共用設備や大型研究施設も効果的・効率的に活用し、(中略)研究データを戦略的に収集・共有・活用する取組を強化する
- ・2023年度の次世代放射光施設の稼働に向けて、官民地域パートナーシップに基づき着実に整備を進める

【統合イノベーション戦略2021(令和3年6月18日閣議決定)】(抄)

- ・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従い、2023年度の稼働を目指し着実に整備を推進
- ・全国の先端共用設備や大型研究施設も活用した研究データの戦略的な収集・共有・活用のための取組の強化や、(中略)研究DXを推進

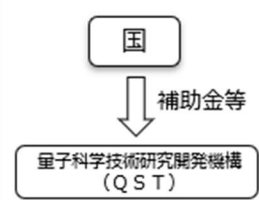
【事業概要】

<官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の整備>

① **施設の整備費 1,384百万円(724百万円)**
 線型加速器や蓄積リングの主要構成要素およびこれらの機器制御システム並びにビームラインの挿入光源や光学系等を整備する。

② **業務実施費 815百万円(521百万円)**
 研究者・技術者等の人件費及び現地拠点の運営維持管理、共通基盤技術開発等を行う。

【事業スキーム】



【整備のスケジュール】

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
加速器 (ライナック及び蓄積リング)	整備着手				フェーストビーム
ビームライン					運用開始
基本建屋 (研究準備交流棟機能を含む)					
整備用地					

■ 国が分担 ■ パートナーが分担

官民地域パートナーシップによる役割分担

- **パートナー**：一般財団法人光科学イノベーションセンター[代表機関]、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
- **整備用地**：東北大学 青葉山新キャンパス内 (下図参照)
- **施設概要**
 - ・電子エネルギー：3 GeV
 - ・蓄積リング長：340 m程度



- **整備費用の概算総額**：約380億円(整備用地の確保・造成の経費を含む)
- ・国の分担：約200億円 ・パートナーの分担：約180億円
- **官民地域の役割分担**

項目	内訳	役割分担
加速器	ライナック、蓄積リング、輸送系、制御・安全	国において整備
ビームライン	当初10本	国及びパートナーが分担
基本建屋 (研究準備交流棟機能を含む)	建物・附帯設備	パートナーにおいて整備
整備用地	土地造成	

1. 研究開発概要・目的

平成 30 年 1 月、科学技術・学術審議会量子ビーム利用推進小委員会において、「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 科学技術・学術審議会量子ビーム利用推進小委員会。以下「最終報告書」という。）を取りまとめた。最終報告書においては、学術・産業ともに高い利用ニーズが見込まれる次世代放射光施設（軟 X 線向け高輝度 3GeV 級放射光源）について、早期整備が求められていること、財源負担も含めて「官民地域パートナーシップ」により整備することに加え、リサーチコンプレックスの形成加速や本格的産学連携の推進等、整備・運用に当たっての基本的考え方やマネジメント方策等に関する見解を示している。

文部科学省では、最終報告書に基づき、施設の整備・運用に積極的に関わる地域及び産業界のパートナー（以下「パートナー」という。）を募集・審査し、平成 30 年 7 月、一般財団法人光科学イノベーションセンター[代表機関]、宮城県、仙台市、東北大学、一般社団法人東北経済連合会をパートナーとして選定した。これらを踏まえ、我が国の研究力、産業競争力の強化と生産性向上に貢献する次世代放射光施設の整備を推進するため、整備運用の検討を進める国の主体である国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構において加速器等を整備する。

2. 研究開発の必要性等（平成 30 年度実施の事前評価結果概要）

（必要性）

最先端の科学技術は、物質の「構造解析」に加えて、「機能理解」へと向かっており、物質の電子状態やその変化を高精度で追える次世代放射光施設（軟 X 線向け高輝度 3GeV 級放射光源）の早期整備が求められている。諸外国では、既に高性能な軟 X 線向けの放射光施設が稼働を開始しているが、我が国には諸外国と互角に競争するための環境が整っていない状況であり、施設の整備に対し、学術、産業等の各界から高い期待が寄せられている。

次世代放射光施設は、産学の積極利用により、我が国の広範な科学技術分野の研究成果を最大化し、科学技術イノベーションの創出・加速に大きく貢献するものであり、研究力・産業競争力を向上させ、生産性を押し上げる重要な研究基盤として、これを整備する意義は大きい。

以上のことから、次世代放射光施設は、科学的・技術的意義、社会的・経済的意義及び国費を用いた施設整備の意義を有しており、その早期整備を推進する必要があると評価できる。

（有効性）

我が国において初となる高輝度の軟 X 線利用環境が整備されることで、我が国の広範な科学技術イノベーションの創出・加速に大きく貢献し、研究力・産業競争力の強化と生産性の向上が期待される。また、施設を中核として、産・学・官・金が地域に更に集積することで、リサーチコンプレックスの形成加速が期待され、研究開発、人材育成、事業化の好循環を生み出すイノベーション・エコシステムの構築が見込まれる。

次世代放射光施設は、我が国の放射光施設で初めて採用されるマルチバンドアクロマットラティスや、X 線自由電子レーザー施設 SACLA の技術を活用したライナック小型化等の先進

的な技術を取り入れ、高輝度な放射光を出せる「先端性」と運転時にビーム性能を維持できる「安定性」を両立したコンパクトな施設であり、この整備により、我が国の既存の放射光施設の高度化や人材育成にも資する。

以上のことから、次世代放射光施設は、我が国の幅広い科学技術分野の発展に貢献すると評価できる。一方、本事業が実施されなければ、軟 X 線利用環境を利用した最先端の研究開発を海外施設に依存することになり、知財や人材の流出、研究力・産業競争力の低下につながる等の損失が見込まれる。

(効率性)

次世代放射光施設は、財源負担も含めた「官民地域パートナーシップ」により整備することとされており、整備する主要施設について、国とパートナーとで役割分担することとしている。平成 30 年 7 月に文部科学省において選定したパートナーの提案によると、施設の整備に必要な概算総額約 360 億円程度のうち、想定される国の分担は最大約 200 億円程度、コミットメントされたパートナーの分担は最大約 170 億円程度となっており、国の財政状況の厳しい折、時節を捉えた効率的な事業となっている。

次世代放射光施設は、財源負担も含めた「官民地域パートナーシップ」による役割分担により整備を進めることとしており、整備運用を進める国の主体である量子科学技術研究開発機構とパートナーとの間で責任体制が明確になっており、整備・運用の計画等や、費用構造や費用対効果向上方策は妥当であると評価できる。

3. 予算（執行額）の変遷

年度	H30(初年度)	R1	R2	R3	総額
予算額	234 百万	4,351 百万	2,682 百万	5,148 百万	12,415 百万
執行額	229 百万	4,283 百万	2,682 百万	5,116 百万	12,310 百万

中間評価票

(令和4年6月現在)

1. 課題名 官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設 (NanoTerasu) の推進

2. 上位施策 (研究開発計画又はその他の戦略・計画) との関係

施策目標：オープンサイエンスとデータ駆動型研究開発等の推進

大目標 (概要)：

研究の飛躍的な発展と世界に先駆けたイノベーションの創出、研究の効率化による生産性の向上を実現するため、情報科学技術の強化や研究のリモート化・スマート化を含めた大型研究施設などの整備・共用化の推進、次世代情報インフラの整備・運用を通じて、オープンサイエンスとデータ駆動型研究等を促進し、我が国の強みを活かす形で、世界の潮流である研究のデジタルトランスフォーメーション (研究 DX) を推進する。

中目標 (概要)：

研究 DX を支える大型研究施設 (Spring-8、SACLA、J-PARC、次世代放射光施設 (NanoTerasu)) や全国の研究施設・設備・機器の整備・共用を推進し、研究成果の一層の創出・質的向上を図る。

重点的に推進すべき研究開発の取組 (概要)：

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 (NanoTerasu) 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、整備を着実に進める。

本課題が関係する アウトプット指標	過去3年程度の状況		
	令和元年度	令和2年度	令和3年度
加速器の開発・整備 (単位：%) ・ 加速器ハーフセル試作：25 ・ 加速器の設計：25 ・ 加速器の機器製作：25 ・ 加速器の据付調整：25 (令和5年度活動見込を100とした場合)	50	62	75
ビームラインの開発・整備 (単位：%) ・ ビームラインの技術検討：25 ・ ビームラインの設計：25 ・ ビームラインの機器製作：25 ・ ビームラインの据付調整：25 (令和5年度活動見込を100とした場合)	25	50	62

3. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

【計画の進捗状況】

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順調に進捗している。実験ホールの放射線非管理区域化にも大きな前進が認められる。

【開発】

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。

【ビームラインの開発、高度化、運用】

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順調に進捗している。ただし、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。

【産学連携】

産学連携の検討は進んでいるが、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。

【人材育成】

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。

【国内外の連携】

建設期における国内外の連携は進んでいるが、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。

(2) 各観点の再評価

<必要性>

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、物質の電子状態変化を追える、高輝度の軟 X 線利用環境の整備が重要となっている。諸外国においても、2000年代以降、相次いで高性能の軟 X 線向け高輝度放射光源が稼働を開始している。我が国においても同様の施設に対する学術、産業等の各界から高い期待が寄せられていたことから、次世代放射光施設の整備が始まったところである。

次世代放射光施設は、産学の積極利用により、我が国の広範な科学技術分野の研究成果

を最大化し、科学技術・イノベーションの創出・加速に大きく貢献するものであり、研究力・産業競争力を向上させ、生産性を押し上げる重要な研究基盤として、これを整備する意義は依然として大きい。

以上のことから、次世代放射光施設は、科学的・技術的意義、社会的・経済的意義及び国費を用いた施設整備の意義を有しており、その早期整備を推進する必要がある。

評価項目

- ・施設整備の科学的・技術的意義（今後の発展性）
- ・施設整備の社会的・経済的意義（産業・経済活動の活性化）
- ・国費を用いた施設整備の意義
（国や社会のニーズへの適合性、国の関与の必要性、緊急性）

評価基準

- ・幅広い分野の科学的・社会的課題の解決に貢献し、我が国の研究力、産業競争力の強化や生産性の向上に資するか

<有効性>

我が国において初となる高輝度の軟X線利用環境が整備されることで、我が国の広範な科学技術・イノベーションの創出・加速に大きく貢献し、研究力・産業競争力の強化と生産性の向上が期待される。また、施設を中核として、産・学・官・金が地域に更に集積することで、リサーチコンプレックスの形成加速が期待され、研究開発、人材育成、事業化の好循環を生み出すイノベーション・エコシステムの構築が見込まれる。

次世代放射光施設は、我が国の放射光施設で初めて採用されるマルチバンドアクロマトグラフィスや、X線自由電子レーザー施設 SACLA の技術を活用したライナック小型化等の先進的な技術を取り入れ、高輝度な放射光を出せる「先端性」と運転時にビーム性能を維持できる「安定性」を両立したコンパクトな施設であり、この整備により、我が国の既存の放射光施設の高度化や人材育成にも資する。

以上のことから、次世代放射光施設は、我が国の幅広い科学技術分野の発展に貢献すると評価できる。一方、本事業が実施されなければ、軟X線利用環境を利用した最先端の研究開発を海外施設に依存することになり、知財や人材の流出、研究力・産業競争力の低下につながる等の損失が見込まれる。

評価項目：

- ・本事業が我が国の幅広い科学技術分野の発展に貢献するか
- ・本事業が実施されなかった場合の損失

評価基準：

- ・我が国の多岐にわたる分野の研究開発について、研究力・産業競争力の強化に貢献するか
- ・施設を中核としたリサーチコンプレックスの形成が加速されるか

- ・ 研究開発、人材育成、事業化の好循環を生み出すイノベーション・エコシステムが構築されるか
- ・ 施設の整備・運用により、我が国の幅広い科学技術分野における人材育成に寄与するか
- ・ 施設が整備されなかった場合、どの程度の損失が生じるか

<効率性>

次世代放射光施設は、財源負担も含めた「官民地域パートナーシップ」により整備することとされており、整備する主要施設について、国とパートナーとで役割分担することとしている。整備費用の概算総額は約 380 億円であり、このうち国の分担は約 200 億円、パートナーの分担は約 180 億円であり、国の財政状況の厳しい折、時節を捉えた効率的な事業となっている。

整備期については、上述の通り、財源負担も含めた「官民地域パートナーシップ」による役割分担により整備を進めることとしており、国の主体である量子科学技術研究開発機構とパートナーとの間で責任体制が明確になっており、整備計画等や、費用構造や費用対効果向上方策は妥当であると評価できる。

一方で運用期については、大枠においては整備期における分担が継続される見込みであるが、人材確保を含めた運営体制や利用制度設計等について、検討を加速させる必要がある。

評価項目：

- ・ 責任体制の明確さ
- ・ 計画・体制・手法の妥当性
- ・ 費用構造や費用対効果向上方策の妥当性

評価基準：

- ・ 財源負担を含む目標達成に向けた適切な役割分担がなされているか
- ・ 目標達成に向けた適切な事業計画・体制・手法がとられているか

(3) 科学技術基本計画又は科学技術・イノベーション基本計画等への貢献状況

本事業については、第6期科学技術・イノベーション基本計画において、「官民共同の仕組みで建設が進められている次世代放射光施設の着実な整備や活用を推進する」と記載されており、「研究 DX を支えるインフラ整備と高付加価値な研究の加速」への貢献に資するものである。

(4) 今後の研究開発の方向性

本課題は「継続」、「中止」、「方向転換」する（いずれかに丸をつける）。

理由：

本事業の必要性・有効性・効率性はいずれも妥当であり、現在施設の整備が概ね当初予定通り進行していることも踏まえ、引き続き着実に整備を進めていくべきであると評価できる。

さらに、運用開始に向けた人材確保を含む体制整備・利用制度の構築等に速やかに取り組むとともに、中長期的な視点を持ち、研究成果の最大化、産学官の利用促進、人材育成等に向けて、量子科学技術研究開発機構及びパートナーが連携しつつ、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。

（5）その他

本事業の推進に当たり、量子科学技術研究開発機構及びパートナーは、「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」（2022年6月14日 科学技術・学術審議会量子ビーム利用推進小委員会）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。

なお、次回の評価については、施設の整備完了・運用開始後の適切な時期に実施する。