

令和5年2月10日

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
理事長 平野 俊夫 殿

量子ビーム科学研究開発評価委員会
委員長 雨宮 慶幸

研究開発課題の事前評価について（答申）

令和4年7月4日付け文書にて当委員会に諮問のあった下記の研究開発課題の事前評価について、その評価結果を別紙のとおり答申します。

記

- ・研究開発課題「量子ビーム科学研究」に関する事前評価

以上

研究開発評価の事前評価における答申について

「研究開発評価委員会の設置について」(28(細則)第40号)第3条第1項に基づき、令和4年7月4日に諮問を受けた「量子ビーム科学研究開発」に関する事前評価について、以下の通り答申する。

1. はじめに(研究開発評価委員会委員長からのコメント等)

平成28年4月に量子科学技術研究開発機構(以下、QST)が誕生し、7年間の第1期中長期目標期間が経過した。QSTの量子ビーム科学部門は、この期間、イオン照射研究施設、電子・ガンマ線照射施設、高強度レーザー装置、放射光ビームラインなど、多種多様な量子ビーム施設・装置を保有する強みを活かし、幅広い分野で優れた成果を創出してきた。

一方、当該部門が日本国内において中心的な役割を果たすべき量子技術や量子ビーム科学の重要性が近年急激に増しており、当該部門に対する期待がますます高まっていく状況にある。

本委員会では、当該部門における令和5年4月からの7年間における第2期中長期計画に関し、国内外の研究動向を踏まえ、計画の妥当性、実現可能性などの観点から事前評価を実施した。

評価結果は以下の通りである。

2. 事前評価の概要

2-1. 評価の対象

量子ビーム科学研究開発に関する業務

- 全体(総合評価含む)
- 量子材料・物質科学領域
- 量子光学領域
- 3GeV 高輝度放射光施設の整備・共用促進
- 人材育成・確保

なお、各領域等におけるロードマップは、以下に示す通り。

	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	アウトカム
量子材料・物質科学領域研究開発	スピン欠陥位置・濃度制御技術の確立		環境ノイズ耐性量子センサの開発					環境ノイズ耐性量子センサ
	高スピン偏極フェリ磁性合金の開発 Ba ²⁺ クローン結晶制御技術の確立			スピノットクス要素デバイスの実証 ¹³³ Ba ⁺ を用いたゲート操作の確立と高忠実度の実証				スピノットクス要素デバイス
	データ駆動型マテリアル開発技術の確立 先進加工・オペランド解析技術の確立				貴金属フリー電極触媒・金属空気電池の実証 脱レアメタル水素吸蔵合金材料の開発			金属空気電池 水素吸蔵材料
	生体適合チップ・チップ内ミニ臓器の開発 RIイメージングによる栄養動態モデルの構築				全身モデル化チップの開発 作物の栄養素制御技術の開発			創薬・診断デバイス 作物高収量化
量子光学領域研究開発	レーザー駆動量子ビーム源の発生研究 超短パルスレーザーのリモート化・高安定化等の技術開発				量子ビーム源の高エネルギー化・長尺安定化の実証 超短パルスレーザーの高強度化技術の開発			可搬・実験室サイズ量子ビーム源
	非破壊・遠隔検知技術の確立 超高速電子ダイナミクスの可視化技術の開発					非破壊・遠隔検知技術の実証 機能性材料の物質制御の実証		地球環境観測・監視技術 人工光合成の効率化
3GeV高輝度放射光施設の整備・共用促進	NanoTerasu整備	NanoTerasuの利用促進・成果の創出 NanoTerasuの高度化						施設利用の拡大 国際競争力の強化
人材育成・確保	量子技術の研究開発・社会実装を支える人材の継続的な育成・確保 量子機能創製拠点におけるハブ機能の構築・産学官人材の参入・交流の促進							量子技術の研究開発に係る人材

(令和4年度第1回量子ビーム科学研究開発評価委員会(事前評価) 資料2「部門における研究開発の推進方針」資料から。)

2-2. 評価の方法

① 評定の付し方と評価基準について

数値等による評定を行わず、その視点を越える上位概念で研究開発について、各委員の所見を述べることにより評価を実施。

評価の視点は以下の通り。

【全体】

- 第2期中長期目標期間における研究開発の推進方針について
 - 国の諸政策との関連性や研究開発成果の社会還元という観点で評価。
- 第2期中長期目標期間における研究開発の計画について
 - 経済・社会的インパクトが高い、革新に至る可能性のある優れた研究成果の創出や、成果の社会実装に向けた産学官連携という観点で評価。
- その他

【量子材料・物質科学領域及び量子光学領域】

- 第2期中長期目標期間における研究開発の方向性、目標等について
 - 国の諸政策との関連性や研究開発成果の社会還元という観点で評価。
- 実施する研究開発課題(新規性、独創性、先導性)と進め方について

- 経済・社会的インパクトが高い、革新に至る可能性のある優れた研究成果の創出や、成果の社会実装に向けた産学官連携という観点で評価。

- その他

【3GeV 高輝度放射光施設の整備・共用促進】

- 3GeV 高輝度放射光施設の整備・高度化等の計画について
 - 施設の利用促進及び成果創出のための整備及び高度化等の観点で評価。
- 3GeV 高輝度放射光施設の利用促進及び成果創出等の計画について
 - 外部機関の利用や外部機関との共同研究の促進という観点で評価。
- その他

【人材育成・確保】

- 第2期中長期目標期間における推進の方針と計画についての自由意見

② 評価に携わった評価委員

(以下、五十音順・敬称略)

	氏名	所属・役職
	あだち しんいち 足立 伸一	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 理事
委員長	あめみや よしゆき 雨宮 慶幸	公益財団法人高輝度光科学研究センター 理事長
	おしま まさはる 尾嶋 正治	国立大学法人東京大学 物性研究所 特任研究員（名誉教授）
	かわしま としゆき 川嶋 利幸	浜松ホトニクス株式会社 中央研究所 産業開発研究センター長
	さじ ひでお 佐治 英郎	国立大学法人京都大学 産学連携本部（特任教授）
	たけうち しげき 竹内 繁樹	国立大学法人京都大学大学院 工学研究科 電子工学専攻 教授 （専攻長）
	たのい けいたろう 田野井 慶太郎	国立大学法人東京大学大学院 農業生命科学研究科 教授
	とうじょう まさひろ 東條 正弘	元 旭化成株式会社 研究・開発本部 化学・プロセス研究所 主席研究員
	みたに せいじ 三谷 誠司	国立研究開発法人物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材 料研究拠点 拠点長
	みどりかわ かつみ 緑川 克美	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長
	よねだ ひとき 米田 仁紀	国立研究開発法人電気通信大学 レーザー新世代研究センター 教授
	わしお まさかず 鷲尾 方一	早稲田大学 理工学術院 先進理工学研究科 教授

2-3. 評価の期間

令和5年4月1日から令和12年3月31日まで。

2-4. 評価結果

2-4-1. 全体について

① 第2期中長期目標期間における研究開発の推進方針について

QSTの研究方針である「量子科学技術によるSDGsの実現」に沿って、量子科学技術プラットフォームの構築に基づく「量子科学技術による産業創造・社会変革を推進する」方針は妥当である。「量子技術イノベーション戦略」、「量子未来社会ビジョン」の下、量子技術の基盤をなす量子ビーム技術(量子ビーム加工、解析技術やレーザー加速、応用技術など)の開発・高度化や、3GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu の整備・運用が進み、これら部門の強みを総合的に活用した量子材料・物質科学や量子光学の研究開発、産官学連携による社会実装が進展することを期待する。

量子科学技術プラットフォームを担う基盤施設として、部門が所掌する TIARA、J-KAREN、SPring-8 専用ビームライン、NanoTerasu の果たす役割も極めて重要であり、その戦略的な整備と活用にも大いに期待する。第1期における研究成果を踏まえ、さらなる研究の深化を目指す領域、新たな研究分野拡大に向けて積極的に挑戦する領域が明確に示されている。また、量子機能創製拠点に産学協創オープンラボを設置し、人材育成プログラムや産業界ニーズを踏まえた連携を推進するという方針も特筆に値する。特に、各研究領域における人材育成が今期の重点課題として掲げられており、大いに期待している。また、グローバル水準の拠点形成を目指し、KPI として企業連携、量子人材育成の定量的目標が示されたのは高く評価できる。

一方、第1期中長期目標期間をどう総括し、第2期中長期計画では何を重点化するのか、新しく採り上げたのはどこか、なぜそう判断したのかなど、全体の戦略、ビジョンがやや不明確な印象を受けた。大型量子ビーム施設を維持して研究を行うやり方は、JST や NEDO のプロジェクト研究とは異なるが、第2期では明確な数値的目標、KPI などに基づくステージゲートを設けて定量的評価を行い、評価結果をフィードバックして効率的に最終目標達成に結び付ける取組に期待したい。また、研究開発のフェーズは課題ごとに異なることから、「基礎から応用・社会実装までを一気通貫」にこだわる必要はないものと思われる。量子技術を取り巻く環境の目まぐるしい変化に対し、推進方針の見直し等も含めて柔軟に対応しながら優れた成果

の創出を期待したい。

② 第2期中長期目標期間における研究開発の計画について

設定された研究開発の計画と展開は妥当であり、各項目が計画通り進展することを期待する。各領域における達成目標とその時間軸が示されていて、いずれにおいても計画がしっかりと立てられている。

量子材料・物質科学の研究開発では、量子コンピュータ、量子計測・センシング等の実現に不可欠な量子機能材料・デバイスの研究開発に加えて、カーボンニュートラル社会等の実現に資する次世代エネルギー材料・デバイス、高機能バイオ材料の開発等を推進する計画であり、経済・社会的インパクトが高い、革新に至る可能性のある優れた研究成果の創出が期待できる。量子コンピュータ、量子インターフェースの研究開発では、具体的なシステム像や量子ビット担体（結晶欠陥、イオンなど）に期待される機能によっても方向性が異なるため、より具体的な計画の検討が望まれる。また、建設予定の「量子機能創製研究センター棟」で世界をリードする高度な量子機能材料・デバイスの研究開発と安定供給を担う拠点機能の充実が図られることが重要である。量子光学の研究開発では、高強度レーザー駆動による量子ビーム源の開発、レーザー加速による超小型加速器の実現、高強度レーザーの国際拠点としての実験室宇宙物理領域等の学術フロンティア研究への貢献、高出力中赤外光源技術による量子メス等の量子技術を横断的に支えるレーザー技術の産業・医療への応用研究等、領域の強みを活かした革新的な研究成果の創出が期待できる。さらに、NanoTerasu の整備と利用促進については、令和5年度に計画されるファーストビーム等の立上げ作業も順調に進展することが見込まれ、令和6年度からの本格共用の開始に向けて計画が着実に進むことを期待する。

研究開発計画における重点課題に対してロードマップと数値目標が示された点は評価するが、これらがどのような前提に基づいて設定されたかが必ずしも明確でない。研究開発のボトルネックやその克服に必要な予算、人員などの資源配分等が示されるとよい。また、多様な量子ビームを複合的に用いた機能材料・デバイス研究を部門の特徴としていることから、これらの研究開発に対する量子ビームの必要性を示すことができれば、QSTの存在意義を強く主張できる。国内外の競合テーマに関する動向調査に基づき、当該研究開発を進めることの意義づけも必要である。

成果の社会実装については、様々な取組みが計画されており高く評価できるが、実施中の研究開発の単なる延長ではなく、ベンチャー化や企業への技術移転を一層深く検討すべきである。産業界へのシステム・装置供与と並行して、成果の目利き役やコーディネーターといった産業界の論理を熟知した人材の育成・確保が必要となろう。将来の社会実装に向けた道筋を見据えたうえで、比較的新しい当該分野

ならではの仕組み、マネジメント戦略をきちんと整理して臨むことが肝要である。このような社会実装の展開により、QX(Quantum Transformation)に対する理解がステークホルダーに広く浸透するものと期待される。

③ その他

- 戦略的基礎研究、萌芽的研究を大切に育てつつ、産業界との適切な連携による応用研究をバランスよく進めるため、強いリーダーシップを期待する。
- 複数のパートナー機関の関与は、NanoTerasu の運用を困難にすると予想されるが、国の主体である QST の強いリーダーシップにより NanoTerasu の強みに変わることを期待したい。
- 国の研究機関として大型装置の整備・高度化に重きをおくことは国際競争力の維持向上からも重要である。次期の評価においては、基盤施設の整備、高度化に関する情報を積極的に提供していただきたい。
- 「超低消費電力 1/1000」、「忠実度 99.9%」等の数値目標とともに、その価値の説明があると評価しやすい。
- 「量子科学技術による SDGs の実現」に違和感を感じる。SDGs は、環境やエネルギーだけでなく、貧困や人種差別等の幅広い社会課題に対するもので、量子科学技術だけで、あるいは第2期最終の 2030 年までに解決できるものではない。「SDGs の実現」より適切な表現としては「SDGs の取組み」などが挙げられよう。
- 第1期中長期目標期間に対する事後評価では、産学連携や社会還元という点よりも、学術的論文の成果に重点が置かれていた印象がある。第2期についても、評価の指標を部門として明確にしておくことが必要と思われる。

2-4-2. 量子材料・物質科学領域について

① 第2期中長期目標期間における研究開発の方向性、目標等について

量子材料・物質科学領域の特徴・強みである量子ビーム制御・加工・計測技術等を複合的・相補的に活用し、Society5.0 の具現化に向けた先進的量子技術基盤の創出・高度化を総合的に推進する基本方針は、政府が策定した量子科学技術による SDGs の実現に向けての両輪である「量子技術イノベーション戦略」と「量子未来ビジョン」に合致した目標・方向性であり、研究開発の推進方針は妥当である。具体的には、計算量と秘匿性に優れる QX 技術の確立に資する環境ノイズ耐性量子センサーやスピントロニクスメモリ等の創製、カーボンニュートラル社会の実現に資する超高効率な自然エネルギー発電・蓄電システムの創出、健康長寿社会の形成に資する薬剤評価システムの構築や複合 RI 剤の開発等、挑戦的で高い目標を掲げていると評価できる。掲げた目標・課題設定は放射光施設やレーザー施設を最

大限に活用するものであり、QST として取り組む研究として相応しい。特に、量子機能創製拠点の施設整備、産学協創オープンラボの設置、テストベッドの整備・共用、さらに産業界への技術指導等の組織的な研究支援体制の構築を図り、産学協創の積極的展開による量子技術の社会実装の推進という方針は、まさに国立研究機関ならではの重要な取り組みであり高く評価するとともに、中長期目標期間での整備と充実化を強く期待する。ロードマップには第2期中長期目標期間以降(令和12年以降)の展開や最終的な出口なども明示され、将来展開が理解しやすい。計画が順調に進み、我が国の科学技術・学術の発展、社会課題の解決、及び、産業振興に貢献する成果が創出されることを期待する。

一方、激化する国際競争や熾烈な技術覇権を勝ち抜くためには、今後の量子技術を取り巻く環境変化に対応すべく、機動的かつ弾力的な推進方針の見直し等を不断に行う必要がある。特に量子コンピュータについては、多額の集中的投資によって、イオントラップや光子など各方式に対する研究開発が世界中で行われる中、国立研究機関として打ち立てるべき目標と戦略、推進する研究開発の位置づけと役割について、さらなる検討を望みたい。

また、ロードマップにおける目標値が、「システムの構築」、「高性能な材料」、「効果の高い薬剤」など、定性的な表現に留まっており、中間評価や事後評価における目標達成度の評価基準がやや曖昧である。可能な限り定量的な目標を掲げて研究開発を推進してほしい。

② 実施する研究開発課題(新規性、独創性、先導性)と進め方について

本領域が策定した量子機能材料(量子センサー、スピノフォニクス)、エネルギー・環境材料、及び、高機能バイオ材料の創製に関する研究開発課題は、QST が有する独自技術の戦略的融合・活用により行われるものであり、いずれも経済・社会的インパクトが高く、革新に至る可能性のある優れた研究成果の創出が期待できるものと評価できる。特に、トリリオンセンサーネットワークや量子コンピュータ実現に対する社会的要望は極めて高いことから、それに資する量子センシング技術開発やスピノフォニクス技術開発等の研究開発課題に注力していただきたい。また、スピノフォニクスによる光駆動メモリ開発は、次世代放射光活用の格好の事例(モデルケース)となるものと予測される。今後、放射光と中性子の複合量子ビーム利用により、QST だけに留まらず、国内外の量子ビーム施設を横断的に活用した研究分野へと発展されることを期待する。

量子機能創製拠点の取組として実施する、世界をリードする高度な量子機能材料・デバイス開発とその安定供給を推進するための量子機能創製研究センター棟の建設・設備整備、産業界等との連携機能強化や量子人材の育成を推進するための産学協創オープンラボの設置は、科学技術・学術の深化、産業のイノベーション

創出、量子コミュニティの形成、社会実装の加速等の観点から、大いに期待できるものと評価される。特に、量子ネイティブの育成・確保といった量子人材戦略の観点から、企業・大学等からの広範な学生・研究者の受け入れ体制の充実・強化を図ることにより、量子マテリアルの国際的な協創拠点になり得るものと予期される。

一方、当該分野における既存/競合技術との対比や競合相手の動向調査に関する記述がないため、策定した研究開発課題の新規性/独創性/先導性(社会実装を目指すならば加えて有用性)の位置づけが、やや不明瞭である。種々のデバイス提案においても、到達点が具体的に示されておらず、目標点への到達を判断するためにも性能のカギとなる条件の具体化が有効となる。特に、量子デバイスは社会実装までを見据えた研究計画が必要であり、第2期中長期目標期間においては、デバイス開発に留まらず、応用への適合性、コスト、社会への伸展性という観点を考慮した戦略の策定も重要になる。早期の社会実装実現には、他の機関(例えば産総研)や企業との連携(役割分担や技術移転)に関する課題をある程度明確にする必要がある。また、化学工学を活用したインテグレーション技術の創出など、他分野との融合を図ることも有用と考える。さらに、研究成果の効率的な発出、新規ユーザー開拓や量子技術の普及・啓蒙活動、技術移転や製品化を含めた産官学連携活動等には知的財産戦略も必須となるため、産官学連携をコーディネートする部門の強化も必要であろう。

③ その他

- 量子技術は経済安全保障上も極めて重要な技術であり、また、高度な技術の自国保有や量子人材の育成も重要であることから、その点を意識した取り組みが実施されること期待する。
- 策定した研究開発目標をより効率的に完遂するためには、連携機関間のコミュニケーション、情報交換等が極めて重要なため、組織的な連携マネジメント推進が必要と考える。
- 社会実装を進めるには、何をいつまでにどこまで達成するか具体的な目標を設定すべきであり、これにより産学官連携の具体的な体制と計画が明確になる。
- それぞれの課題解決や量子材料分野の更なる発展と深化には、他分野や世界最先端の技術を持つ他機関との協調・連携が必須であるため、国内外で広範なネットワークを構築できるような組織マネジメントを期待する。
- QST は、既に電極や電解質等の水素製造に係る要素技術を有していることから、エネルギー材料研究、特に水素製造に関する研究開発の積極的な推進を期待する。

2-4-3. 量子光学領域について

① 第2期中長期目標期間における研究開発の方向性、目標等について

第1期はレーザー基盤技術の開発が中心であったのに対して、第2期では様々な社会的課題の解決に向けたレーザー駆動量子ビームや先端的レーザー技術の開発方針がより明確に示され、医療・産業のイノベーションにより社会課題の解決に貢献すべく高い目標を掲げた計画として策定されている。また、光源開発と応用研究、それぞれにおける研究課題に対して、具体的な目標数値とタイムテーブルが示されている。本計画を完遂することで、新しい量子ビーム源開発と極端パルスレーザーを用いた応用研究を中心とした量子光学領域の技術イノベーションが実現されるものと予想される。本計画に沿って研究開発が進捗することを期待する。

また、第2期において、高崎研東海地区からの移籍で木津地区の研究員を増強し、「光量子科学研究部(仮称)」と「量子応用光学研究部(仮称)」の2部体制として異なる方向性の研究開発を推進する計画は妥当である。この際、2部体制間の適切な情報交換が行えるようなマネジメントが重要である。「光量子科学研究部(仮称)」における、実験室宇宙物理に関する課題設定は非常に基礎的であるが、基礎科学としての重要性が明確である。もう一つの課題である新しい量子ビーム源開発(量子ビームフロンティア)は、安全安心のための透視技術や宇宙デブリ対策といった極めて重要な社会課題の解決につながるものであり高い評価に値する。「量子応用光学研究部(仮称)」においても、最先端レーザー技術を駆使した研究開発方針を策定しており、先端的レーザー技術をベースとした産学連携・社会実装を指向した応用研究の展開、という方向性を評価したい。

一方で、レーザー技術面において7年後に国際競争力をどのように維持していくかについての戦略がやや不明瞭である。J-KAREN という特徴的なレーザーを有した上で超短パルスレーザーへの展開を図っているように見えるが、他機関との違いをどこに出そうとしているのか明確になっていない。特に中国、欧州などでハイパワーの超短パルスレーザーが稼働、もしくは今後稼働する状況において、この中長期目標期間内で優位性を保てる目標、戦略を立てておくことが肝要である。また、ロードマップには原理実証的な目標が多く、社会実装の実現という目標が見えてこない。基礎研究を中心に据えるならば、学術的目標をより明確にすべきであろう。実用化を目指すのであれば、産業界との連携が非常に重要であり、その仕組みと道筋を良く検討する必要がある。

② 実施する研究開発課題(新規性、独創性、先導性)と進め方について

研究開発課題は、レーザー駆動による新しい量子ビーム源の開発と超短パルスレーザー応用という異なる2つのカテゴリでよく整理されている。先導性が高く、重要かつ挑戦的な課題があげられており、学術と産業のイノベーション創出の両面から、大いに期待できるものと評価される。量子ビーム源開発については、日本学

術会議の大型パワーレーザー施設に関する提言にも応えられる最先端レーザー光源、コンパクト加速器の実現に向けた研究開発課題が盛り込まれており、また応用研究については Q-LEAP や量子未来社会ビジョンに応える超短パルスレーザーや量子メス、超高速ダイナミクス解明などが幅広く盛り込まれており、新奇性、独創性、社会へのインパクトの点でも高く評価できる。外部連携についても、阪大、理研、海外研究機関との連携が強く意識されており、適切なマネジメントが期待できる。基礎研究と実用開発をバランスよく推進することが、研究開発マネジメントに求められる。

J-KAREN の高度化、10PW 化へのビジョンが参考資料にとどまり、具体的に計画に入れられなかったのは残念である。しかし、超高強度レーザーの国際的拠点という立場を確立するためには、10PW レーザーの実現は必ず目指さなければならない。大学や民間を巻き込み、具体的な設計研究および基盤技術開発に取り組むことが重要である。コヒーレント加算に関してはすでに多くの研究機関で挑戦されているが、CW レーザーでは技術的に確立されてきているものの、パルスレーザーではまだまだ困難が生じている。現在の技術レベルに基づき、将来必要とされる開発要素をより明確にしておく必要がある。

小型で効率のよい量子ビーム源は、医療や産業において革新をもたらす可能性があり、その実現は QST の最重要課題のひとつと思われる。例えば、高強度レーザーによる医療応用を目指したレーザー駆動イオン入射器の実証技術開発、高平均出力軟 X 線レーザー光源開発や超微細加工技術開発は、成功すればインパクトの高い研究成果につながると考えられ、是非とも成功させてほしい。レーザー駆動中性子源開発は、小型～中型の中性子源の産業利用上、極めて重要な課題解決につながる取り組みであり、次期中長期計画に盛り込んだことは評価したい。関西研らしいインパクトのある成果の創出を期待したい。

一方で、比較的早期に社会実装の可否を判断すべき課題(重点推進化、もしくは打ち切り)と、研究開発期間が長期に渡るが国の機関として続けていくべき課題をある程度明確にした方が良い。高強度レーザーを含め、社会実装においては学術研究とは異なる地道な技術開発も必要とされることが多い。また、いくつかの研究開発課題(例えば 100 MeV 産業用電子加速器開発等)については、産業界の論理と整合しない可能性があり、社会実装が非常に難しいと想像される。広い視点で開発項目を再度検討していただきたい。本計画にあげる技術的課題の多くが、レーザー自体の高性能化、高制御化を必要とすると考えられるが、それらの解決には、自身が相当の基盤技術を有するか、他の機関と共同で研究開発を実施しないと難しい。特に、社会実装を指向するテーマの場合には、信頼性の部分で企業からの技術導入が不可避であると想像されるが、国内でその相手先となるような企業は少ない。その点をどのように打開していくのかについても、検討する時期であろう。

③ その他

- 世界的競争が激しい高強度レーザー開発やアト秒科学研究において、本領域は世界の最先端の一角を担うことが期待されている。その期待に応えるために何をすべきか、どこに集中投資すべきかを検討する必要がある。また、当該分野を担う世界的リーダーの育成も不可欠である。最先端レーザー技術を基盤とした光源開発と応用研究において世界トップレベルの水準を維持し続けることを期待する。
- 現在の J-KAREN はコントラスト改善などで競争力を示している一方、先行きが不透明なところがあったが、次期超高強度レーザー10PW の計画と目標が明示されたことで、目指すべきものが明確になった。この規模の施設の実現は大学では難しいと思われるので、阪大と連携しながらも、関西研が主導的立場になるべきである。臆することなく関西研独自の取り組みをオールジャパンで推進していただきたい。
- レーザー粒子加速器やレーザー加工の技術開発や社会実装への展開が国プロ頼みとなっているように見受けられる。競争が激化している産業に早期に貢献するには、よりスピードアップして具体的な事業化を推進すべきである。民間企業との協働やスタートアップ活用などの検討を望みたい。
- 研究計画が最先端レーザーありきで、そこから生み出せる技術を選定して計画を立てているように見受けられる。社会からの要請に沿う、社会インフラに係る技術に向けた研究開発を進める方が、将来の社会実装につながるものと思われる。

2-4-4. 3GeV 高輝度放射光施設の整備・共用促進について

① 3GeV 高輝度放射光施設の整備・高度化等の計画について

これまでの施設整備の総仕上げとなる第2期では、加速器、ビームライン機器等の基盤設備の整備に加えて、利用実験のためのエンドステーションや測定装置の設置、計測自動化やインフォマティクスなど測定技術の高度化等が計画されている。施設建設、コミッションング、本格運用、共用促進を確実に進められることが見て取れる計画になっており、高く評価できる。

一方、今後どのようなサイエンスを行う共用ビームラインを建設すべきか、QSTの他領域との連携研究を推進する専用ビームラインを建設すべきかなど、今後のビームライン増設・整備について、早期に議論を行う必要がある。また、施設整備完了後の令和6年度からの施設運用、共用開始において発生する可能性のある様々な問題を想定し、十分な対応策を準備する必要がある。さらに、電気代高騰など外部条件の変化に対して、公約と見做されている年間6,000時間の加速器運転をどう実現するか、予め検討し、安定的なビームを長時間供給できるように万全を

期してほしい。

② 3GeV 高輝度放射光施設の利用促進及び成果創出等の計画について

量子マテリアルやスピントロニクスといった技術革新が早期に望まれる研究分野を始めとして、学術の発展および産業競争力の強化に貢献する研究開発が計画されている。研究開発を推進する体制の整備もしっかりと検討されており、申し分ない。

軟 X 線及びテンダー X 線領域において SPring-8 の 100 倍の輝度を有する NanoTerasu の強みを活かしたビームラインの建設・整備により、幅広い分野において最先端研究の推進が可能となり、外部機関の活発な利用や共同研究、成果創出が期待される。現時点では東北大との協調がメインとなっているが、今後、その他の大学や研究機関の研究者を巻き込む方策が望まれる。本施設の運営主体である QST は、外部ユーザーの利用を期待するだけでなく、内部スタッフが主体的な利用者となり、先端的で魅力的な利用成果を外部に見せて行くことが非常に重要である。第2期の早い時期に、QST スタッフと外部利用者による研究が活性化するような仕掛けの検討が急務ではないか。

一方、共用開始に向けて、利用課題申請の審査体制を早急に確立させることが重要である。シンボリックな施設が立ち上がると、目立つ研究成果が要求されることになるが、新しい装置の開発を行いながらビームラインを整備することも重要である。新しい装置開発においては、通常の利用課題審査に基づくビームタイム配分だけでは厳しいため、フレキシブルな運用を視野に入れ、試験使用枠や外部研究者との装置開発プログラムの導入を検討すべきであろう。

③ その他

- QST が強いリーダーシップを発揮し、NanoTerasu 全体に対して最終的な責任を負うことを意識しながら主体的に施設運営を行うことを期待している。
- 様々な課題に直面するであろうが、当該部門が中核となり、他機関とのネットワークも活用しながら産学官の総合力で壁を乗り越え、計画を推進していただきたい。
- NanoTerasu 利用者の新たなコミュニティが自然発生的にでき、それが機能することが好ましいが、時間がかかる懸念があるので、QST がユーザーコミュニティの形成に向けて触媒的な役割を果たす必要がある。
- 今後は軟 X 線コミュニティ(特に VSX 利用者懇談会など)との連携を強化することが必要と考える。
- 世界では 10 数台の 3GeV 光源が稼働しているため、産業利用だけでは納税者の理解は得られない。NanoTerasu ならではの新規性・独自性ある学術的成

果が強く求められる。

- 放射線管理区域外のビームラインメリットを活かした研究プラットフォームやお試し計測などの仕組みをぜひ検討してほしい。

2-4-5. 人材育成・確保

- 研究者の人材育成は、QST だけでなく我が国の量子技術の研究開発にとっても重要な課題である。産学官研究者、部門内若手・中堅研究者、大学院学生のそれぞれに対し、課題を分析して対応策を立てるとともに、「量子人材 100 名以上」という数値目標の下、積極的に人材育成・確保に取り組もうとしていることは評価できる。
- 量子人材の定義や 100 人という数値目標の意味が定かではないが、当該分野の発展には人材育成が不可欠であることは疑いない。第 1 期において、部門の若手研究員や学生の増加が研究開発の活性化に寄与したと感じられたので、さらなる人材育成の推進が望まれる。
- 大学院生を含む若手研究者の減少は、当該分野にとどまらずどの分野でも問題となっている。部門で計画されている様々な対応策は有効と考えられるものの、なかなか成果には繋がっていない他機関の例もあることから、これらの継続的な実施と並行してより有効な手段を模索していくことが望まれる。
- 学生受入の仕組みがさらに整備され、うまく機能するようになれば、研究開発や人材育成・確保への効果が非常に大きい。指導を受けた多くの大学院生が巣立っていけば QST の存在感も高まる。一方で、学生受入にはコストがかかるので適切なマネジメントが必要である。
- 人材確保の具体案を探るに当たり、JAEA や AIST 等、他法人との連携協力は重要となろう。
- ダイバーシティ、特に女性研究者、外国人研究者の増加については、国内の大学、企業において緊急かつ重要な課題と捉えられている。国立研究開発法人も研究者の重要なキャリアパスであることを踏まえると、採用者数あるいは応募者数に対し、可能な限り数値目標の設定が望まれる。

以上