

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

研究開発課題の事後評価について（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後評価について、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」に関する事後評価

以上

## 研究開発評価の事後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」に関する事後評価について、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)が誕生して7年が経過し、今年度末で第1期中長期目標期間が終了する。

QSTは日本原子力開発機構(以下、原子力機構)の量子ビーム科学部門の一部と核融合エネルギー部門、そして放射線医学総合研究所が統合して発足した国立研究開発法人である。その研究開発の柱の一つを担う量子ビーム科学部門は、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、放射光専用ビームラインなど、多種多様な量子ビーム施設・装置を保有する強みを最大限に活かし、先進的な量子ビーム利用技術により医・理・農・工の幅広い分野で革新的成果や科学技術イノベーションを創出することを目標とした研究開発を実施している。

本委員会では、日本の科学技術力、国際競争力や社会実装のためのイノベーション創出力のレベルアップに資するという観点で、当該部門の発足からその発展の時期となる平成28年4月から令和5年3月までの7年間の研究開発を総括した事後評価を実施した。

評価結果は以下の通りである。

### 2. 事後評価の概要

#### 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
- 量子ビーム生物応用分野
- 次世代放射光施設整備・開発

なお、各領域等におけるロードマップは、以下に示す通り。

	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
量子材料・物質科学領域	C <sub>60</sub> 負イオン源	イオン源実機製作・ビームライン開発		マイクロビーム化等	イメージング等照射・分析技術開発		
	高性能燃料電池膜合成・原子層物質スピン制御技術等			モデル薄膜材料イオン注入法・スピンドーピング技術等	非白金燃料電池性能実証・スピン制御評価等		
	集中管理型Cs水処理システムの開発・性能評価						
	放射光その場観察技術等			超高輝度X線、コヒーレントX線の高度利用技術開発等			
量子光学領域	J-KARENの高安定化、高繰り返し化の要素技術等			超高強度レーザー利用・運用技術の高度化			
	レーザー及びレーザー駆動の量子ビームによる物質制御や計測技術等						
	センシング用小型波長可変中赤外レーザー					生体センシングデバイス	
量子ビーム生物応用分野	<sup>211</sup> At製造技術等		<sup>211</sup> At導入技術等		動物実験による抗腫瘍効果評価		
	突然変異誘発解析技術開発等			変異制御技術開発等			
	RIイメージングによる元素移行定量的解析等				各RIイメージング技術の融合と体系化		
次世代放射光施設整備・開発	次世代放射光施設の整備・開発						

(令和4年度第1回量子ビーム科学研究開発評価委員会(事後評価) 資料2「量子科学技術研究開発機構における量子ビーム科学研究(全体概要)」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。

- 第1期中長期計画の達成状況について
  - 第1期中長期計画の達成だけでなく、様々な分野の本質的な課題を解決すべく、経済・社会的インパクトが高い、革新に至る可能性のある先進的研究を実施し、優れた成果を生み出しているかも含めた観点で評価。
- 第1期中長期計画の達成のための研究開発マネジメントについて
  - 研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているかの観点で評価。
- その他

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 鷺尾 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

平成 28 年 4 月 1 日から令和 5 年 3 月 31 日まで。

### 2-4. 評価結果

#### 2-4-1. 全体について

##### ① 総合評価について(総合所見も含む)

QST が新しい研究開発法人として立ち上がるという激動の中、着実な研究開発が推進され成果をあげていることから、高い研究開発力と優れたマネジメント力が認められる。

得られた成果は当部門の強みを活かしたもので非常に特徴的であり、トップレベルの国際学術誌に論文発表されている。量子ビーム技術をコア技術として、固体量子センシングをはじめとする量子技術分野を切り拓き、この成果をベースに量子機能創製研究センターという国際的な拠点が形成された点は特筆される。また、積極的な外部資金の獲得を行い、科研費件数、獲得額を年々増加させるとともに、大型の競争的研究費も複数獲得し、多くの優れた研究成果の創出につなげていることは高く評価できる。さらに、任期制研究員や学生の増加により、全体的に活性化していることが伺え、若手研究人材の育成という観点でも評価できる。

一方、特許の出願数、実施許諾数が、令和2年度以降、若干減少していることから、量子ビームの特徴を活かした先端的研究の成果をもとに社会実装を目指す試みをさらに展開し、成果の最大化を図ることが望まれる。我が国において科学技術力の低下、産業競争力の減衰が顕著になっている昨今、単に政策に則った研究開発ロードマップをなぞっているだけでは不十分とも言える。民間との連携を積極的に推進して、研究成果を社会実装する戦略を十分に練ることが必要である。

##### ② 第1期中長期計画の達成状況について

量子材料・物質科学領域、量子光学領域、量子ビーム生物応用分野の各研究領域・分野における第1期中長期目標期間のロードマップに沿って、計画通り、あるいはそれ以上の研究成果が創出されている。また、平成 30 年から始まった次世代放射光施設整備・開発に関しても、官民地域パートナーシップにより加速器、ビームラインの整備に取り組み、ほぼ計画通り進展させている。

国内外研究機関や産業界との密接な連携のもと、トップダウンで進める体系的な研究と、将来展開の芽となるボトムアップ研究をバランスよく展開し、学術的、経済・社会的インパクトが高い成果を継続的に複数創出した。例えば、NV センターの3量

子ビット形成やイオンビーム加工技術による3D細胞培養基材・細胞シートの実現（量子材料・物質科学領域）、プラズマミラー等の導入による J-KAREN レーザーの性能向上ならびに安定化（量子光学領域）、悪性褐色細胞腫を標的とした治療薬剤の開発と医療応用、放射性核種を用いた植物内動態観察技術の確立（量子ビーム生物応用領域）等であり、総じて高く評価できる。論文総数およびインパクトファクター(IF)が5を超える(IF > 5)の論文数は着実に増加しているが、IF や TOP10% のような指標にとらわれず質や内容の優れた論文発表に注力してほしい。

一方、産業連携による成果として、レーザー打音検査技術の実用化・社会実装の達成、それを用いた完全非破壊手法の開発、イオンビームによる清酒酵母の開発と清酒の販売開始、放射線グラフト重合技術による小規模水道施設での集中型水処理システムや抗ウイルス性の高い「銀」を素材表面に固定した繊維の開発など、成果の実用化・社会実装における課題解決に努めた点は評価できる。

### ③ 第1期中長期計画の達成のための研究開発マネジメントについて

研究開発マネジメントについては、連携融合の促進、研究領域制の導入と成果普及の推進、国の「量子」関連の施策に対応した研究開発体制の整備と人材育成の強化、国の量子機能創製研究の推進に向けた体制強化・構築、等の観点からタイムリーかつ適切に行われた結果、国の「量子機能創製拠点」に指名されており、高い評価に値する。また、施設やプロジェクトのスクラップ&ビルドは欠かせない点であるが、議論の場を設けて実施している様子などが高く評価できる。今後、量子ビーム科学と量子技術のコンセプトを明確にし部門内で共有した上で、各部・センター間のさらなる連携により組織としての一体感を醸成することが成果の最大化に繋がるものと期待している。

一方、成果の最大化には、単により IF の高い論文を創出するだけでなく、産業イノベーションにつなげる民間への橋渡しまで国研としてコミットすることも重要である。産学協創サテライトラボ等、そのための仕組みを構築していることは評価できるが、まだ有効に機能する段階には達しておらず、今後大きな展開が必要と感じる。中長期的には社会実装の成果につなげるマネジメントの手腕が問われるところである。

### ④ その他

- 研究開発が計画どおりにいかないことは常であり、その都度判断を求められることが多いだろう。計画を実施した実績づくりや体裁を整えるような取り組みではなく、思い切って量子ビーム科学分野での個々の研究者のオリジナリティを最大限発揮する方向もあっていいと思う。
- 成果の社会実装を進めるため、経済と科学技術の論理を融合していくことが非

常に重要であり、そういう素養のある人をアドバイザーとして配置したらどうか。今後、ベンチャー企業を育成、輩出するには、人的集中などマネジメントでの工夫も必要である。

- 若手研究者が PI として外部資金をどれだけ獲得しているか、その割合が今後の評価の一指標になるであろう。
- 評価の指標が全方位的になっているように見受けられるが、各領域の特質に応じて、評価においても特徴があつて良いのではないかと思う。例えば、経済・社会的インパクトを全ての領域で測るのは若干無理があるように感じる。
- 評価資料の作成に当たって、研究者の目線が不足している感がある。研究成果の国際ベンチマークや各種統計データの分析結果などの情報の提供は評価に有益である。

## 2-4-2. 量子材料・物質科学領域について

### ① 第1期中長期計画の達成状況について

第1期中長期計画のロードマップに沿って研究計画が着実に遂行され、いずれの研究課題においても堅実な成果創出及び継続的な論文発表が実施されていることから、所期の目標が達成されたと評価できる。特に、高濃度ダイヤモンド NV センター形成技術の確立や世界初のダイヤモンド NV センターの3量子ビット化の実現、窒化ガリウム中のネオジウムイオン単一光子源の形成、電子スピンを自在に操ることができるスピノフォニクス材料の創製と局所磁性探査技術の開発、量子ビーム架橋技術を駆使したフレキシブル3次元細胞培養シートの創製、放射光その場観察技術を活用した軽量安価な次世代水素吸蔵材料の開発など、当初計画を上回る顕著な研究成果が得られたことは、高く評価できる。また、ダイヤモンド NV センターを用いる量子センシングデバイス研究では、論文の多くが Nature、Science を始めとする著名な雑誌に掲載されている点、並びに、QST 独自の技術により創出したダイヤモンド NV センターを国内外に広く提供することにより、世界の「量子計測・センシング」技術分野の伸展を牽引する存在となっている点も高評価の明確な理由となる。次世代水素吸蔵材料の開発は、材料科学と量子ビーム科学がうまく融合した成果であり、本領域のアクティビティを示す格好の事例である。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。

一方、個々の研究課題や成果が組織としての取組というよりは、個々の研究員の興味や努力・資質に依存しているようにも思われる。そのため、論文数 932 報のうち、TOP10%論文が 41 報とやや少ない状況につながっている可能性がある。今後は組織としてのテーマ選定、QST 独自の技術や施設を明確化し、それらを展開する戦略をとることにより、当該分野において質が高くインパクトのある研究成果が

より多く創出されることを期待する。また、特許出願数が 82 件と少ない。研究成果の社会実装を戦略的に実施するためにも、経済的インパクトに繋がる可能性のある研究成果の特許出願とその権利化、及び、民間との一層の連携強化に注力することが望ましい。

## ② 第1期中長期計画の達成のための研究開発マネジメントについて

量子材料・物質科学分野では、量子ビームの特質やQSTの強みを活かしたプロジェクトの設置や編成を弾力的に進めることにより、量子センシング材料、スピントロニクス材料、有機機能性材料、医療・バイオデバイスなど、今後の技術イノベーションに繋がる可能性の高い優れた成果を多数創出したことは評価できる。特に、令和4年度から量子技術の社会実装を強力に推進すべく量子機能創製研究センターを設置した点、さらに、量子戦略における国家拠点のひとつである「量子機能創製拠点」として選定・発足に至った点は特筆すべき実績である。また、東京工業大学の産学協創ラボ設置、クロスアポイントメント制度や客員研究員制度を活用した国内外の著名研究者の参画による体制強化などは、研究ネットワークやコミュニティ形成・拡充の観点から評価できる。研究開発を支える基盤施設として、照射施設や放射光ビームラインの整備を進めている点も素晴らしい。さらに、第2期を担う若手・中堅研究者の人材育成を目的として、競争的外部資金の獲得に向けた部門内支援制度を構築・運用し、JST 創発的研究支援事業、A-STEP 産学共同(育成型)、さきがけ、ACT-X、NEDO 未踏チャレンジ 2050 などの大型競争的研究費の獲得に繋がったことは高く評価できる。

一方、競争的外部資金の獲得は順調に増加しているものの、任期制研究員や博士研究員の雇用数推移は、停滞傾向にある。外部資金により任期制研究員や博士研究員を積極的に雇用し、彼らの研究キャリア形成にも貢献することが望まれる。また、日本の産業競争力の維持・強化に資するべく、予算や人員等のリソースの戦略的投資や更なる産学連携の推進が図られることを期待する。

## ③ その他

- ダイヤモンド NV センターに関する研究展開については、単なる試料提供機関で終わらぬよう、NV センターを用いて QST オリジナルの量子センシング技術・デバイスの創製、さらに実用化に向けた応用研究を進める必要がある。
- 量子ビーム技術を活用した研究開発に取り組む大学や、他の国立研究機関(理研、NIMS、NICT、産総研)など対比し、QST の研究機関としての目的や役割、あるいは、世界的位置付け等を明確にしていく必要がある。
- 学術・技術基盤に近い研究領域であると思う。そのため、「本質的課題の解決」、「革新に至る可能性のある先進的研究」に取り組み、堅実な成果をあげている



ことを評価したい。一方、基盤的領域であるために経済的なインパクトを測るのは難しいとも思われる。

- 「本質的課題の解決」や「革新に至る可能性のある先進的研究」を狙う取り組みと、量的成果の追求は相反するため、論文の数や IF に過度に偏重することなく、研究内容や社会的インパクトに重点を置いた方が良い。知財についても同様である。

### 2-4-3. 量子光学領域について

#### ① 第1期中長期計画の達成状況について

第1期中長期計画のロードマップに沿って研究計画が着実に遂行され、所期の目標が達成されたと評価できる。学術面から技術開発・社会実装に至るまで、いずれの研究課題においても非常に優れた成果が創出されており、レーザー科学の高いポテンシャルと将来における重要性が感じられる。

特に、J-KAREN レーザーにおいて集光強度  $1 \times 10^{22}$  W/cm<sup>2</sup> を達成するとともに、プラズマミラーの導入によりピークパワー×コントラストで世界最高値を達成するなど、高強度化、高品質化、高コントラスト化などの性能向上を着実に進めて国際競争力を保ち続けていることは十分に評価に値する。また、J-KAREN レーザーを軸に多数のインパクトのある優れた研究成果を創出できており、国際的なプレゼンス向上に真摯に努力している姿勢には敬意を表する。加えて、海外との共同リモート実験など、国内外の研究ネットワークの拡充に取り組んでいる点も高く評価されるべきである。さらに、社会課題解決のためのプロジェクトを多数走らせて、医療・産業の発展に向けた社会実装を進めつつ、経済・社会的インパクトある成果を生み出している。例えば、量子メス開発では日立造船や住友重機械工業と共同で装置開発を推進し、またインフラ打音検査技術でもベンチャー企業と連携して社会実装を進め、将来の我が国のインフラ老朽化対策に貢献できる成果を創出しており、高く評価できる。

一方で、J-KAREN の稼働状況がわかりにくいなど、外部の研究者には参入しにくい面があるように思われる。また、高強度レーザーの性能向上は非常に喜ばしいことではあるが、成果のアピールの仕方はさらに検討すべきであろう。世界における高強度レーザーのパラメータ競争に QST がひとつの新たな軸を出すべきではないか。それを自ら示していかないと、単なる技術競争で終わってしまう危険性がある。さらに、QST は Bulanov 氏、Koga 氏など高強度レーザー分野の優れた理論研究者を抱えながら、実験と彼らの理論研究があまり結びついていない印象がある。今後、理論研究と実験研究の連携も期待したい。加えて、量子メス開発の進捗が気にかかる。様々な連携を通じて推進しようとしているのだと思うが、具体的な研究開発の方向性がわかりづらい。年度ごとにマイルストーンを設定してそれを達成

していくことで、早期の実現を目指して欲しい。

## ② 第1期中長期計画の達成のための研究開発マネジメントについて

量子光学領域は、超高強度レーザー技術、レーザーイオン加速技術、レーザー利用超高速計測・制御技術がバランスよく研究展開されており、さらに社会実装としてレーザー打音技術開発が進められていて、量子ビーム研究のあるべき姿を示す領域であると評価できる。特に、国内の研究機関との連携、国際的な連携による共同研究を進めることにより、超高強度レーザー研究施設としてのプレゼンスの向上に努めている点、先端研究設備プラットフォームプログラムを活用し推進することで J-KAREN の DX 化を推進し、さらに国内外とのネットワークを強化して J-KAREN の一層の活用を計っている点は高く評価できる。さらに、外部資金獲得、人材育成、所員モチベーションの向上などの観点から多数の施策を進めており、適切なマネジメントが行われていると判断される。

一方で、7年前の第1期計画で示された目標値、KPI がどこまで達成できたか、について、定量的な総括がやや欠けている。これについては、追加修正である程度は補われているものの、次期に向けて定量的な目標値を設定すべきと考える。また、論文数 330 報のうち TOP10%論文が 10 報だけであり、成果のアピールに一層注力してほしい。さらに、全体として成果はあがっているが、中心となるべき J-KAREN のアウトプットが少ない印象がある。量子メスの実現は QST 発足時からの大きな目標であり、その研究開発の結果として 4 MeV/u の炭素イオン発生等の成果が得られてはいるが、当初の計画からは進展が十分であるとは言えない。学術的な成果はもちろん重要であるが、J-KAREN の位置づけを含め、フラッグシップをどこに据えるのか、明確にする必要があるのではないかと考える。維持・運転コストが高い施設でもあり、その存在意義を如何にアピールしていくかを戦略的に考えるべき時期に来ていると思われる。

## ③ その他

- 優れた成果をあげているが、一方で分野外の素人には革新性が伝わりにくい領域でもある。そのため、優れた論文成果であっても、発表するジャーナルが特定分野雑誌(結果として IF は必ずしも高くなく、広く波及効果を及ぼすものではない雑誌)に偏る傾向があると思われ、対外的なインパクトや成果普及の面では損をしている印象を受ける。
- 高強度レーザーの開発が諸外国で進められており、QST の役割は今後も一層増大するよう感じられた。そのような国際状況において、今後 J-KAREN をどのように位置づけ、どのように産学連携を進め、どのような応用や目的で優位性を確保していくのかを明確にして、戦略的に研究開発を進めていく必要がある

る。

- 今後、当該分野で世界的なリーダーとして認知されるような研究者を育成していくことが肝要である。

#### 2-4-4. 量子ビーム生物応用分野について

##### ① 第1期中長期計画の達成状況について

RI 医療応用、農業生命、放射線生体応答の3つを研究の柱とし、社会実装に向けて、量子ビームと生物との相互作用の解明のための基礎的、応用的研究を遂行し、他法人には無い独自性・存在感を示しつつ学術的、経済・社会的インパクトが高い優れた研究成果を着実にあげている。RI 医療応用においては、高い治療効果が期待できる  $\alpha$  線放出核種アスタチン-211 (At-211) を用いる治療薬の開発を目指して、高線量の At-211 の製造技術を開発するとともに、悪性褐色細胞腫を標的とした At-211-MABG を開発、その有効性を実証し、第1期の7年間で臨床治験の開始までに到達したことは高く評価できる。RI、特に  $\alpha$  線放出核種を用いた薬剤開発とその臨床応用においては実施施設には厳しい条件を満たす必要があることから、これらは QST の独自性の高い成果として位置づけられる。RI イメージング技術の開発では、PET やコンプトンカメラの多様なイメージング技術を活用して植物 RI イメージング法を開発し、その利活用により植物体内での炭素、セシウム、ヒ素、生体内窒素ガスの動態の解析に成功した。これは世界でもこのチームでなくてはできない、という測定系の特徴を最大限に活用したものであり、評価できる。また、植物 RI イメージング法を活用して、根から土壌への分泌物を可視化する根圏イメージング、干ばつ状況に応じて栄養を送る根を素早く切り替えるという根の応答状態の解析に成功したことは、栽培技術の社会実装、持続的な農業や地球環境保護などに貢献する知見として高く評価できる。量子ビーム変異誘発技術開発においては、量子ビームを照射した植物の変異した1細胞に由来する DNA に生じた突然変異を直接網羅的に解析する技術等を開発した。また、世界をリードする突然変異育種技術により花卉類や清酒酵母で成果をあげるなど、順調に研究が進展している。こうした社会実装を地道に積み重ねつつ、また基礎研究も着実に進展させることを同時に達成できており、変異誘発チームとしての特徴づけができていと高く評価できる。これらの研究はそれぞれ優れた特徴ある成果を創出しており、イノベーション創出への期待も高く、更なる精力的な研究の推進が望まれる。また、PRISM の獲得、ムーンショット、CREST、ACT-X 等への参画など、外部資金の獲得に努めていることも高く評価できる。

一方、研究系人員数が経年的に減少傾向にあることは懸念される。論文数に関しては毎年大きな変化はないが、IF > 5 の論文数が令和3年度に大きく増加していることから、高い質の研究活動が展開されてきているといえる。今後もインパクトの

ある論文をより多く発出することを期待したい。また、令和元年度までは伸長傾向にあった知財数が当該年度をピークに以後低下していることから、本分野の特徴を活かした先端研究成果を基に社会実装を目指す研究開発を更に展開し、成果の最大化をより推進することが望まれる。

## ② 第1期中長期計画の達成のための研究開発マネジメントについて

主要事業目標を設定し、その目標達成に向けて着実に成果をあげ、当初計画は全て達成見込みとしていることは、しっかりと研究開発マネジメントが行われている証左である。QST 量子医科学研究所、農研機構、大学、民間企業等との連携も含めて適切なマネジメントが図られており、これにより優れた特徴ある先進的研究の成果が多数創出されている。また、分野総括者と研究部長がプロジェクトリーダーや若手研究者等と対面会議や Web 会議を重ね、本分野の現状認識と将来展望を明確にしており、研究開発マネジメントの体制としては適切である。若手研究者の科研費や外部資金獲得支援のため、課題の計画構想時点から分野総括・部長のヒアリングなどを実施して、申請書のブラッシュアップを図っていることは研究費獲得だけでなく、若手研究者の育成の観点からも高い評価に値する。さらに特筆すべき点として、植物 RI イメージング研究プラットフォーム形成や短寿命 RI 供給プラットフォーム参画、標的アイソトープ治療線量評価研究会設立など、当該分野の学術全体への功績が大きい活動を担っている点である。こうした活動は、今後の人材獲得から研究活動の高度化まで、基盤となる役割を持ち大変有益である。また、社会的にインパクトの高い成果には、分野や組織を超えた連携が欠かせない。量医研や福島県立医大との連携にて達成した新しいがん治療薬の開発は、組織として連携が生み出される基盤が備わっていたこと、連携を計画し実行するマネジメント体制があったことを証明することにもなっており、大変に好ましい結果であると考えられる。こうした基盤は優れた成果が生み出される土壌といえる。この文化を大切に育てていただきたいと切に願う。今後もそれぞれの分野ならではの技術をアップデートして、他ではできない実験系によるオリジナリティの高い研究を推進するようなマネジメントを期待したい。

一方、本分野では研究系人材のほとんどが定年制職員であり、この状態が続くと若手研究員の確保・育成が難しくなる可能性があるため、計画的な対応が望まれる。また、量子ビームを利活用できる特異性を活かして、国内外の他機関でアイデアはあるが実験ができない、理論的な研究の裏付けとなるリアルな実験データがないという研究者を取り込み、裾野を広げることも重要と思われる。

## ③ その他

- 原研、原子力機構の時代から、他ではなかなか手が出せない非常に特徴的な

研究を展開している。その一方で、これらの研究シーズをもっと国内の大学・企業に伝え、より広範囲に展開して、様々なニーズに応える応用研究を生み出していくことを期待したい。

- 成果の書きぶりには注意を要する。過大な書きぶりで他の研究者の信頼を失うことは避けるべきである。例示すると「持続的な農業や地球環境の保護等に大きく貢献」は過大との印象を受ける。そこまで書かずとも成果の素晴らしさを伝える方法があろう。社会貢献の度合いについては、「この成果がなければ社会問題である〇〇は解決していないはずだ」という考え方で判断する手もあり、今後留意していただきたい。

#### 2-4-4. 次世代放射光施設整備・開発について

##### ① 第1期中長期計画の達成状況について

コロナ禍等、数々の想定外のトラブルや困難を乗り越え、先進的取組みも駆使しながら、当初の計画通りに建屋、加速器、ビームライン等の整備が順調に進んでいることは特筆に値する。関係者の尽力により令和5年12月のファーストビーム、令和6年度からの運用開始、同年度末からの本格共用がほぼ確実な現状にある。

また、QST が整備する3本の共用ビームラインの設計と建設も順調に進められている。LED 照明の放射線損傷の原因を特定することにより、高効率で高い信頼性を備えた市販の LED 照明を使用することを可能にしたことは、NanoTerasu における省エネ化の実現にとどまらず、SPring-8 や世界中の同様施設の省電力化に貢献する成果であり、素晴らしい。

今後、NanoTerasu は学术界から産業界まで広範囲の分野で研究開発に大きく寄与していくと期待され、最高レベルの評価が相応しい。

##### ② 第1期中長期計画の達成のための研究開発マネジメントについて

官民地域パートナーシップに基づく連携協力による施設整備には克服すべき問題は多々あると思うが、国の主体として、パートナー機関に積極的に関わり、密な情報共有を行うことが肝要である。必要な取組みを実施するため、特定年俸制の導入による任期の定めのない雇用を11名から21名に増員するなど、人材確保に関する工夫がなされており、力強いマネジメントが発揮されている。

高精度な遮蔽計算を基に従来の既存施設とは異なる思想の人的安全と FPGA を採用したインターロックシステム等の全体設計を行うとともに、放射線安全性検討委員会を設置し有識者の意見を聞きながら原子力規制庁とこまめな調整を行うことによって、国内初の実験ホールの非管理区域化が承認されたことは高く評価できる。このような運用方針は、国内施設に極めてポジティブな波及効果があるものと期待される。

また、NanoTerasu の強みである軟 X 線の輝度が二桁高くなるという特徴を最大限に生かした研究成果の速やかな創出が求められることから、QST が整備中の共用ビームライン3本の整備については、潜在ユーザーを積極的に巻き込みつつ取り組むことが肝要である。一方、部門の各研究領域・分野(量子材料・物質科学領域、量子光学領域、量子ビーム生物応用分野)の研究内容と新ビームライン利用との関連が明確でなく、連携が少ないことが懸念される。3本のビームライン以外に3領域・分野と連携が取れる研究内容を推進する QST ビームラインについても、次期計画において検討してほしい。

共用体制については、国の主体としての QST に対して、今後、登録機関が設置され、パートナー機関との間で運営上の役割分担が課題になると思われるが、関係者間で知恵を出し合い、利用者にとって使いやすい形での運営を目指していただきたい。利用制度の設定においては、JASRI や CROSS の前例を参考にしつつ、それに従うだけでなく、施設の特徴を活かした制度設計を期待している。共用課題については、Nature、Science といったトップジャーナルに掲載可能性の高いテーマをピアレビューにより選抜し、運営初期のアピールにつなげた SACLA の例もある。NanoTerasu における戦略策定への活用を期待したい。

### ③ その他

- 令和4年 11 月の QST 国際シンポジウムを成功裏に開催するなど、NanoTerasu の PR 活動は着実に進捗している。引き続き、施設の知名度を高める広報、見学等の各種取組みを積極的に進める必要がある。
- エネルギー危機による電気代等の高騰をどう乗り切って、運転時間 6,000 時間(放射光利用 5,000 時間)を達成するかが今後の大きな課題になると思われる。国の主体としてしっかり対応する必要がある。
- 初期に整備するビームライン 10 本の3割に相当する共用分3本で、どのように施設運用のスタートダッシュをかけるか、ユーザーファシリティの視点で慎重な検討が必要である。

以上