

量子科学技術委員会による量子科学技術に 関する研究開発課題の中間評価結果①

令和 4 年 8 月

量子科学技術委員会

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 シニアチーフエキスパート
	※湯本 潤司	東京大学 特任教授

(令和4年8月現在)

※ 利害関係者のため、当該委員が参画する研究開発課題の評価には加わらない。

光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）の概要

1. 課題実施期間及び評価時期

平成 30 年度～令和 11 年度

中間評価 令和4年度及び令和9年度、事後評価 令和 11 年度を予定

2. 研究開発目的・概要

（研究開発目的）

第5期科学技術基本計画では、人々の豊かさをもたらす「超スマート社会(Society5.0)」を世界に先駆けて実現するとしており、量子科学技術(光・量子技術)は、新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術の一つと位置付けられている。

量子科学技術は近年の技術進展により、超スマート社会実現に向けた社会課題の解決と産業応用を視野に入れた新しい技術体系が発展する兆しがある。また、米欧中を中心に産学官の研究開発投資が拡大しており、我が国も官民投資を拡大し、簡単にコモディティー化できない知識集約度の高い技術体系を構築することが重要である。

（概要）

従来技術の限界を非連続に課題を解決(Quantum leap)し、高度な情報処理や、材料・ものづくり、医療などに貢献する光・量子技術の実現に向けて、高いインパクトを与え得る技術領域(量子情報処理、量子計測・センシング、極短パルスレーザー、次世代レーザー加工)を対象とするロードマップを踏まえた研究開発を推進し、Society5.0 関連技術を横断的に強化する。

具体的には、技術領域ごとにプログラム・ディレクター(PD)を任命し、明確な研究開発目標、マイルストーンの設定と PD によるきめ細かな進捗管理により推進するフラッグシッププロジェクトを中核とし、理論を含む基礎基盤研究、想定ユーザーとの共同研究・産学連携を併せたネットワーク拠点による研究を推進する。

3. 研究開発の必要性等（平成 29 年度実施の事前評価結果概要）

（必要性）

量子科学技術は、近年の技術進展により、産業応用を視野に入れた新しい技術体系が発展する兆しがあり、米欧中で産学官の研究開発投資が拡大している。そのため、我が国においても第5期科学技術基本計画において、量子科学技術を、超スマート社会(Society5.0)における新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術の一つと位置づけ推進が決定された。また、官民研究開発投資研究開発プログラム(PRISM)においても、光・量子技術を含む革新的フィジカル空間基盤技術をターゲット領域とすることが決定されている。以上のことから、本事業は、政策的必要性

が高いと評価できる。

また、本事業で対象とする技術領域は、5～10年で国民の目に見える進展が期待される領域であり、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において、時間軸とともに研究・技術がどう進展し何が実現されうるか等を示すロードマップの検討結果を踏まえて研究開発が実施されるため、科学的・技術的意義のみならず、社会的・経済的意義の有無についても検討がなされており評価できる。

Flagship と連携し、相補的かつ様々な挑戦的課題に取り組む基礎基盤研究を併せて推進することで持続的にサイエンスエクセレンスを創出することとしており、本事業は、科学技術的意義が高いと評価できる。

(有効性)

本事業は量子科学技術委員会で策定されたロードマップを踏まえ、明確な研究開発目標、マイルストーンの設定を行い、PD による進捗管理・指導助言のもと研究開発を実施するものであり、研究開発が効果的に推進されると評価できる。

また、本事業では、理論、基礎物理、材料、物性、デバイス計測、分析化学及び生命科学などの異なる分野、基礎研究や実用化といった異なる技術段階の間での対話、融合及び流動を促進するため、ネットワーク型研究拠点で研究開発を推進することとしており、研究開発成果のみならず、基礎物理からシステム開発まで見通せる人材が育成されることも期待できるため評価できる。

(効率性)

本事業では、フラッグシッププロジェクトを中核に、フラッグシッププロジェクトと連携し相補的かつ様々な挑戦的課題に取り組む基礎基盤研究や、想定ユーザーとの共同研究・産学連携に併せて取り組むネットワーク型研究を推進することとなっている。この研究推進体制により、各研究グループで得られた知見が他の研究グループに好影響を与えたり、必要に応じて反映したりするという相乗効果が期待されるため、効果的・効率的な研究実施体制が敷かれると評価できる。

事業運営においても、技術領域ごとに PD を任命し、ロードマップを踏まえた明確な研究開発目標等の設定及びきめ細やかな進捗管理、指導助言を行う体制を構築することとしており、効率的な事業運営を行う体制が構築されると評価できる。本事業の目標達成に向けて、適切な PD を任命することが重要である。

ロードマップは様々な社会的課題の解決、超スマート社会の実現を見据えたものとなっており、府省連携で推進することが重要である。

中間評価
実施年度

4. 予算（執行額）の変遷

年度	H30(初年度)	R1	R2	R3	R4	総額
予算額	2,133 百万	2,130 百万	3,078 百万	3,377 百万	3,527 百万	14,245 百万
執行額	2,120 百万	2,126 百万	3,050 百万	—	—	—

5. 課題実施機関・体制

次頁以降参照

光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)

令和4年度予算額 3,650百万円
 (前年度予算額 3,500百万円)



背景・課題

- ✓ 量子技術は、**将来の経済・社会に大きな変革をもたらす源泉・革新技術**。そのため、米国、欧州、中国等を中心に、**諸外国においては「量子技術」を戦略的な重要技術として明確に設定し投資が大幅に拡大**。我が国は、量子技術の発展において諸外国に大きな後れを取り、**将来の国の成長や国民の安全・安心の基盤が脅かされかねない状況**。**量子技術をいち早くイノベーションにつなげることが必要**。
- ✓ 令和2年1月に策定された「**量子技術イノベーション戦略**」に基づき、**研究開発及び人材育成を強力に推進**。

【量子技術イノベーション戦略（令和2年1月21日）】
 文部科学省では、「量子科学技術（光・量子技術）の新たな推進方策」（平成29年8月）を策定し、量子情報処理、量子計測・センシング、次世代レーザーを重点領域として位置付けた。これに基づき、平成30年度より、新たな研究開発プログラム「光・量子飛躍フラッグシッププログラム Q-LEAP」を開始するなど、量子技術に対する重点的な支援を開始している。

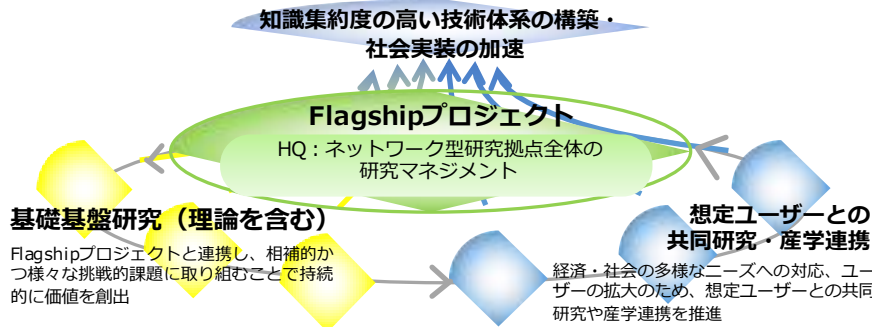
事業概要

【事業の目的】

- ✓ **Q-LEAPは、経済・社会的な重要課題に対し、量子科学技術を駆使して、非連続的な解決（Quantum leap）を目指す研究開発プログラム**

【事業概要・イメージ】

- ✓ 技術領域毎に **PDを任命し、適確なベンチマーク**のもと、実施方針策定、予算配分等、**きめ細かな進捗管理**を実施
- ✓ **Flagshipプロジェクト**は、**HQ**を置き **研究拠点全体の研究開発マネジメント**を行い、事業期間を通じて **TRL6(プロトタイプによる実証)**まで行き、企業（ベンチャー含む）等へ橋渡し
- ✓ **基礎基盤研究**はFlagshipプロジェクトと **相補的かつ挑戦的な研究課題**を選定



【事業スキーム】

- ✓ 事業規模：6～12億円程度／技術領域・年
- ✓ 事業期間(H30～)：**最大10年間**、ステージゲート評価の結果を踏まえ研究開発を変更又は中止



【対象技術領域】

技術領域1 量子情報処理 (主に量子シミュレータ・量子コンピュータ)

- ◆ **Flagship プロジェクト (2件：理研、大阪大)**
 - ・ **汎用量子コンピュータ等のプロトタイプを開発**し、クラウドサービスによる提供等
 - ・ 画像診断、材料開発、創薬等に応用可能な **量子AI技術を実現**
- ◆ **基礎基盤研究 (6件：分子研、大阪大<2件>、NII、産総研、慶應大)**
 - ・ 量子シミュレータ、量子ソフトウェア等の研究



技術領域2 量子計測・センシング

- ◆ **Flagship プロジェクト (2件：東工大、QST)**
 - ・ **ダイヤモンドNVセンタを用いて脳磁等の計測システムを開発**し、室温で磁場等の高感度計測
 - ・ 代謝のリアルタイムイメージング等による **量子生命技術を実現**
- ◆ **基礎基盤研究 (7件：東大、東北大、学習院大、電通大<2件>、京大、NIMS)**
 - ・ 量子もつれ光センサ、量子原子磁力計、量子慣性センサ等の研究



技術領域3 次世代レーザー

- ◆ **Flagship プロジェクト (東大)**
 - ・ **①アト(10⁻¹⁸)秒スケールの極短パルスレーザー光源等の開発** 及び
 - ・ **②CPS型レーザー加工にむけた加工学理等を活用したシミュレータの開発**
- ◆ **基礎基盤研究 (4件：大阪大、京大、東北大、QST)**
 - ・ 強相関量子物質のアト秒ダイナミクス解明、先端ビームオペランド計測等の研究



領域4 人材育成プログラムの開発 (4件：NII、東北大、東大、電通大)

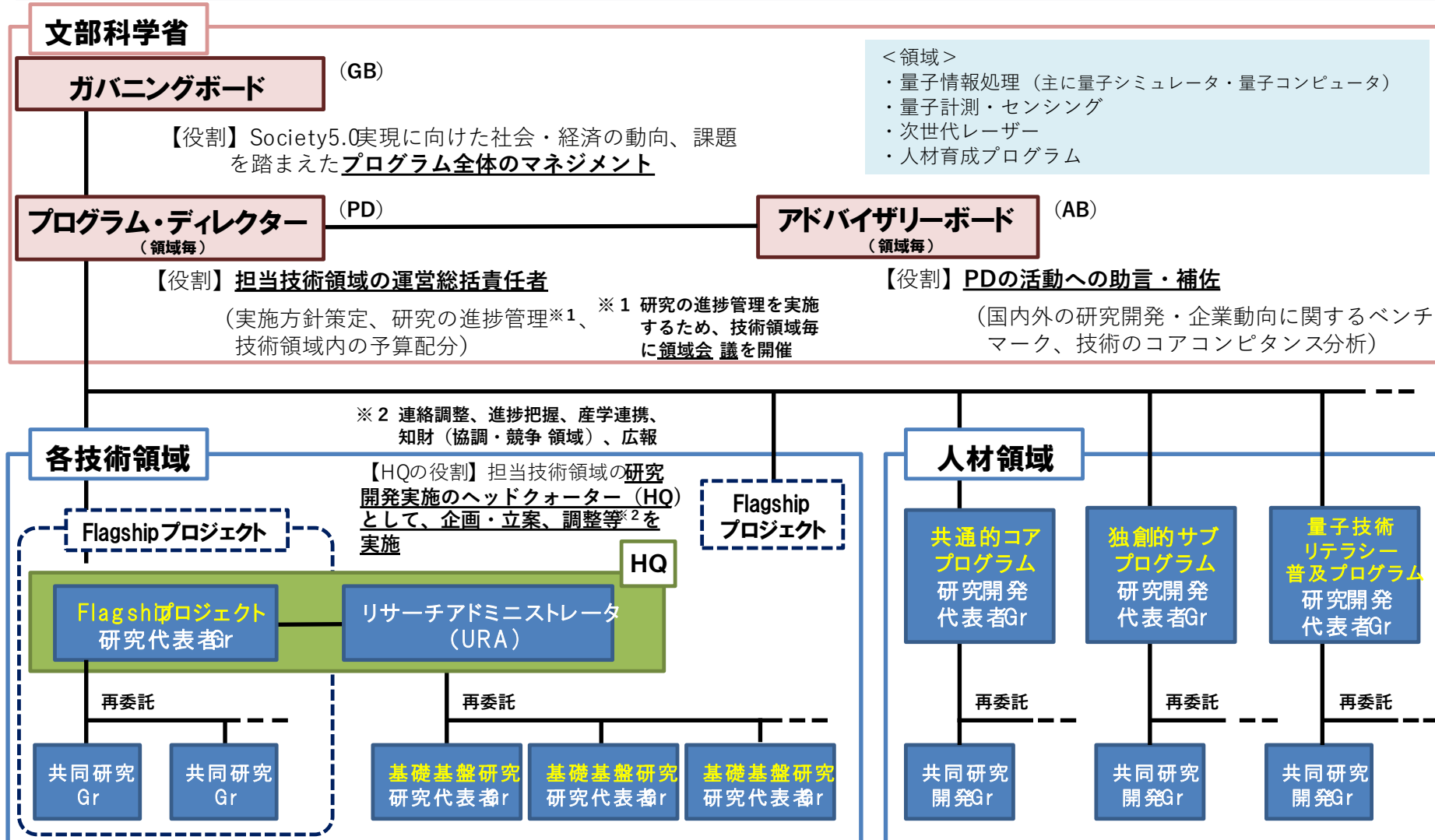
- ・ 我が国の量子技術の次世代を担う人材の育成を強化するため、**量子技術に関する共通的教育プログラムの開発**を実施

<令和4年度予算のポイント>

- ① **産学官連携や海外との共同研究等の国際連携を通じた研究開発の加速**
- ② **量子技術を活用して社会課題解決や新産業創出等を担う人材の育成強化**

光・量子飛躍フラッグシッププログラム 運営・実施体制

- 文部科学省にガバニングボード等を設置し、研究開発の進捗管理などプログラム運営を実施。
- PDが予算配分権限等を持ったきめ細やかな進捗管理（SIP型の研究開発マネジメント）をするなど、各領域の研究管理、本格的産学連携、研究プロモーション等を重視した、運営・実施体制を構築。



研究開発課題(研究開発代表者)

■量子情報処理技術領域

年度	区分	研究代表者	所属機関	研究開発課題名
H30	Flagship	中村泰信	理化学研究所	超伝導量子コンピュータの研究開発
R2	Flagship	藤井啓祐	大阪大学	知的量子設計による量子ソフトウェア研究開発と応用
H30	基礎基盤	大森賢治	分子科学研究所	アト秒ナノメートル領域の時空間光制御に基づく冷却原子量子シミュレータの開発と量子計算への応用
H30	基礎基盤	豊田健二	大阪大学	冷却イオンによる多自由度複合量子シミュレーター
H30	基礎基盤	根本香絵	国立情報学研究所	アーキテクチャを中心とした量子ソフトウェアの理論と実践
H30	基礎基盤	藤井啓祐	大阪大学	量子コンピュータのための高速シミュレーション環境構築と量子ソフトウェア研究の展開
H30	基礎基盤	森貴洋	産業技術総合研究所	シリコン量子ビットによる量子計算機向け大規模集積回路の実現
H30	基礎基盤	山本直樹	慶應義塾大学	量子ソフトウェア

■量子計測・センシング技術領域

年度	区分	研究代表者	所属機関	研究開発課題名
H30	Flagship	波多野睦子	東京工業大学	固体量子センサの高度制御による革新的センサシステムの創出
R2	Flagship	馬場嘉信	QST	量子生命技術の創製と医学生命科学の革新
H30	基礎基盤	安東正樹	東京大学	高感度重力勾配センサによる地震早期アラート手法の確立
H30	基礎基盤	枝松圭一	東北大学	光子数識別量子ナノフォトニクスの創成
H30	基礎基盤	柴田康介	学習院大学	2重に量子雑音を圧搾した量子原子磁力計の開発
H30	基礎基盤	清水亮介	電気通信大学	複雑分子系としての光合成機能の解明に向けた多次元量子もつれ分光技術の開発
H30	基礎基盤	竹内繁樹	京都大学	量子もつれ光子対を利用した量子計測デバイスの研究
H30	基礎基盤	寺地徳之	NIMS	量子センシング高感度化への複合欠陥材料科学
H30	基礎基盤	中川賢一	電気通信大学	次世代高性能量子慣性センサーの開発

■次世代レーザー技術領域

年度	区分	研究代表者	所属機関	研究開発課題名
H30	Flagship	石川顕一	東京大学	光量子科学によるものづくりCPS化拠点
		山内薫	東京大学	次世代アト秒レーザー光源と先端計測技術の開発
H30	基礎基盤	佐野智一	大阪大学	超短パルスレーザー加工時の原子スケール損傷機構の解明に基づく材料強靱化指導原理の構築
H30	基礎基盤	橋田昌樹	京都大学	先端ビームによる微細構造物形成過程解明のためのオペランド計測
H30	基礎基盤	岩井伸一郎	東北大学	強相関量子物質におけるアト秒光機能の開拓
H30	基礎基盤	羽島良一	QST	自由電子レーザーで駆動する高繰り返しアト秒光源のための基礎基盤技術の研究

■人材育成プログラ領域

年度	区分	研究代表者	所属機関	研究開発課題名
R2	共通コア	根本香絵	国立情報学研究所	量子技術高等教育拠点標準プログラムの開発
R2	独創サブ	野口篤史	東京大学	量子技術教育のためのオンラインコース・マースクール開発プログラム
R2	独創サブ	大関真之	東北大学	実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成
R3	独創サブ	岸本哲夫	電気通信大学	多様な専門分野で活躍する量子ベース思考型人材育成のための体験型プログラムの開発
R4	リテラシー	崔熙元	Jellywar株式会社	Quantum Transformationイノベーター人材育成の事業化の研究

中間評価票（案）

（令和 4 年 8 月現在）

1. 課題名 光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）

2. 関係する分野別研究開発プラン等名と上位施策との関係

施策目標：未来社会を見据えた先端基盤技術の強化

大目標（概要）：

我が国の未来社会における経済成長とイノベーションの創出、ひいては Society5.0 の実現に向けて、幅広い分野での活用の可能性を秘める先端計測、光・量子技術、ナノテクノロジー・材料科学技術等の共通基盤技術の研究開発等を推進する。

中目標（概要）：

内外の動向や我が国の強みを踏まえつつ、中長期的な視野から、21 世紀のあらゆる分野の科学技術の進展と我が国の競争力強化の根源となり得る量子科学技術の研究開発及び成果創出を推進する。

重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：

経済・社会的な重要課題に対し、量子科学技術（光・量子技術）を駆使して、非連続的な解決を目指す研究開発の推進

その他上位施策に基づく場合は当該上位施策名：

- ・量子未来社会ビジョン（令和 4 年 4 月統合イノベーション戦略推進会議決定）
- ・量子技術イノベーション戦略（令和 2 年 1 月統合イノベーション戦略推進会議決定）

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	令和 2 年	令和 3 年
本事業による研究成果の論文掲載数 （累計）	324	721 （+397）	1,188 （+467）
本事業による研究成果の創出状況（研究成果の学会等発表・論文等掲載数（累計））	16,159	17,439 （+1,280）	19,198 （+1,759）

（）内は前年度からの増加数

本課題が関係する アウトカム指標	過去 3 年程度の状況		
	令和元年	令和 2 年	令和 3 年
本事業による研究成果の論文掲載数に占める TOP10%論文割合 参考：本事業の各技術領域に係る、我が国における TOP10%論文割合の過去 5 年間平均：25%（令和 2 年度）、26%（令和 3 年度）	—	35%	31%

3. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

① 課題の概要

光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）は、事業期間を通じてTRL6（プロトタイプによる実証）まで研究開発を行い、企業（ベンチャー含む）等への橋渡しを目指す「Flagship プロジェクト」と、Flagship プロジェクトと連携し、相補的・相乗的かつ挑戦的な研究課題に取り組む「基礎基盤研究」により、量子情報処理（主に量子シミュレータ、量子コンピュータ）、量子計測・センシング、次世代レーザーの3つの技術領域において研究開発を推進する研究開発課題として平成30年度に開始された。また、令和2年度には、令和2年1月に策定された「量子技術イノベーション戦略」（統合イノベーション戦略推進会議決定）を踏まえ、「量子AI技術」、「量子生命技術」に関するFlagship プロジェクト及び人材育成プログラム領域を新規に立ち上げ、研究開発を推進している。

本事業では、事業全体のマネジメントとして、外部有識者により構成されるガバナングボード（GB）を文部科学省に設置し、進捗状況の確認や予算配分の決定等を行っている。また、各領域には、GBの承認を経て、実施方針の作成・変更や領域内の予算配分等の権限を持つプログラムディレクター（PD）を配置し、PDを運営責任者として各領域のマネジメントを行っている。さらに、PDへの助言、補佐を行うため、外部有識者等により構成されるアドバイザーボード（AB）を領域毎に設置している。

② 課題の進捗状況

本事業の3つの技術領域における研究開発については、事業期間の5年目冒頭と8年目冒頭にステージゲート評価を実施することとしている。特に5年目では、PDが設定したマイルストーンに対する達成状況の観点から、研究開発の継続や変更、中止について厳格な評価を実施することとしている。

このため、令和4年5月に事業期間の5年目を迎える課題（平成30年度に開始した課題）についてステージゲート評価を実施し、GBにおいて令和4年6月に評価結果を下記のとおり取りまとめた。

技術領域名	評価対象 課題数	S 評価 (件数/割合)	A 評価 (件数/割合)	B 評価 (件数・割合)	C 評価 (件数・割合)
量子情報処理	7件	3件	4件	0件	0件
量子計測・センシング	8件	2件	2件	3件	1件
次世代レーザー	6件	1件	5件	0件	0件
全体	21件	6件 (29%)	11件 (52%)	3件 (14%)	1件 (5%)

※割合は評価対象課題数に占める各評価結果の課題数の割合

(評定について)

S 評価…評価項目を満たしており、特に優れたところが認められる。

A 評価…評価項目を満たしており、課題の継続実施が妥当である。

B 評価…評価項目をほぼ満たしているが、課題を継続実施する場合には、改善・見直しを要する。

C 評価…評価項目を満たしておらず、課題の継続実施は妥当ではない。

評価結果に示されているとおり、評価対象課題全体の約 81%が PD の評価項目を満たす A 評価以上となっている。また、B 評価の課題等については、本結果を踏まえて、研究開発実施者と PD 等との面談を別途設定し、評価結果のフィードバックを丁寧に行い、今後の実施内容について改善・見直しを図っている。

また、「2. 関係する施策等名と上位施策との関係」のアウトカム指標において示されているように、我が国の光・量子技術分野におけるインパクトの高い論文の多くが本事業により創出されていることや、研究成果の創出状況等のアウトプット指標も着実に増加していることが確認できる。

さらに、人材育成プログラム領域については、主に大学生・大学院生を対象とした標準カリキュラムの作成を目指す共通のコアプログラムにおいて、開発したカリキュラムを用いた集中講義の試行的実施等に着手したほか、独創的サブプログラムにおいても、約 250 名の受講者へのオンラインサマースクール実施やリアルタイム動画配信を通じた実践的講座によるアプリケーション開発など、顕著な成果を上げるとともに人材の裾野拡大に貢献している。

以上のことから、本事業の進捗状況は順調であると評価できる。

(2) 各観点の再評価

<必要性>

評価項目	評価基準		評価項目・評価基準の適用時期
科学的・技術的意義 (革新性、発展性等)	定性的	本事業の研究開発内容は、超スマート社会 (Society5.0) 関連技術を強化するための研究となっているか	前・中
社会的・経済的意義 (産業活動の高度化)			
国費を用いた研究開発としての意義 (国や社会ニーズへの適合性)			

(評価)

量子技術については、令和 2 年 1 月に策定された量子技術イノベーション戦略において、我が国の経済・社会等を飛躍的・非連続的に発展 (Quantum Leap) させる鍵となる革新技術 (コア技術) と位置付けられており、社会実装に向けて、国として計画的かつ戦略的な取組を推進することが重要とされている。本事業は、同戦略において主要技術領域に位置付けられる「量子コンピュータ・量子シミュレーション」及び「量子計測・センシング」、量子融合イノベーション領域である「量子 AI 技術」及び「量子生命技術」等の研究開発や人材の育成・確保の推進を担う我が国の中核的な事業の 1 つとなっている。

また、量子産業の国際競争の激化、コロナ禍を契機とする DX、Society5.0 の急速な進展、カーボンニュートラル社会に向けた取組の本格化等、量子技術を取り巻く環境が変化し、社会経済に対する量子技術に期待される役割が増大していることを踏まえ、令和4年4月に「量子未来社会ビジョン」（統合イノベーション戦略推進会議決定）が策定された。本ビジョンでは、生産性革命など我が国の産業の成長機会の創出やカーボンニュートラル等の社会課題解決のために量子技術を活用し、未来社会を見据えて社会全体のトランスフォーメーションを実現していくための取組を推進することとされている。このため、本事業において、TRL6（プロトタイプによる実証）まで研究開発を行い、企業（ベンチャー含む）等への橋渡しを目指す Flagship プロジェクト等の必要性は極めて大きい。

さらに、「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画」（令和4年6月閣議決定）においても、量子技術は我が国の国益に直結する科学技術分野の1つに位置付けられ、量子未来社会ビジョンに基づき、計画的に取組を進めることとされている。

これらのことから、本事業を引き続き推進する必要性は極めて高いと評価できる。

今後は、研究開発の中核を担う本事業に対する昨今の重要性の高まりを踏まえ、量子技術の社会実装を通じた我が国の経済成長や社会課題解決を実現するため、本事業における研究開発の取組を一層加速・強化する必要がある。

<有効性>

評価項目	評価基準		評価項目・評価基準の適用時期
研究開発の質の向上への貢献	定性的	本事業の研究開発の推進方法は、超スマート社会（Society5.0）関連技術の強化に有効に貢献するか	前・中
人材の養成		本事業の研究を進めることで、今後の光・量子技術分野を担う人材は育成されるか	

（評価）

本事業は、事業全体のマネジメントを行う GB、各領域のマネジメントを行う PD、PD への助言、補佐を行う AB により実施体制・運営体制を構築している。PD、AB においては、年に2回、領域会議を開催し、個別の研究開発課題の進捗状況の確認や実施内容等への指示・助言を行っている。また、PD から GB への進捗報告を年に1回程度実施し、技術領域を超えた連携の指示等、事業全体を俯瞰する GB から各領域へのフィードバックを行うなど、重層的な事業マネジメント体制を構築している。このようにきめ細やかかつ定期的に進捗をレビューすることで、急速に進展する技術開発動向等の変化も踏まえた対応を行っている。

各技術領域においては、PD が明確な研究開発目標とマイルストーンを定め、上述の領域会議等を通じたきめ細やかな進捗管理等を行っている。加えて、事業期間の5年目冒頭と8年目の冒頭にステージゲート評価を実施し、研究開発目標やマイルストーン達成に向けて研究開発の継続や変更、中止について厳格な評価を実施することとしている。令和4年

6月に取りまとめた評価結果においては、評価対象課題全体の約81%がPDの評価項目を満たすA評価以上となっている。また、B評価の課題等については、本結果を踏まえて、研究開発実施者とPD等との面談を別途設定し、評価結果のフィードバックを丁寧に行い、今後の実施内容について改善・見直しを図っている。

研究開発等の実施にあたっては、Flagshipプロジェクトに、各研究開発グループの進捗把握、産学連携の調整等の研究開発マネジメントを行うヘッドクォーター（HQ）を配置している。特に、HQを中心に知的財産の取扱いや契約関係の調整を行うことで、企業との共同研究が円滑に進む環境が構築され、幅広い企業との共同研究が進んでいる。こうした産学連携体制の構築は、本事業に参画する企業関係者と若手研究者・学生等の交流の場としても機能するとともに、企業研究者の受入れ、企業との共同イベント開催、共同研究先の企業への学生の就職など、産学の人材育成のエコシステム形成に向けた好事例も創出され始めたところである。

令和2年度には、新たに人材育成プログラム領域を立ち上げ、幅広い量子技術を体系的に学習できる共通的なコアプログラムと教育機関毎の特色や独自性を生かした独創的なサブプログラムの開発を進めている。共通コアプログラムにおいては、主に大学生・大学院生を対象とした標準カリキュラムの作成を目指しており、開発したカリキュラムを用いた集中講義の試行的実施等に着手している。独創的サブプログラムにおいては、約250名の受講者へのオンラインサマースクール実施やリアルタイム動画配信を通じた実践的講座によるアプリケーション開発など、顕著な成果を上げるとともに人材の裾野拡大に貢献している。

以上のような取組・成果とともに、「2. 関係する施策等名と上位施策との関係」のアウトカム指標のとおり、我が国の光・量子技術分野におけるインパクトの高い論文の多くが本事業により創出されていること等からも、本事業を通じた研究開発の質の向上への貢献の有効性は高いと評価できる。また、Flagshipプロジェクトの推進を通じた産学連携での人材育成の推進や人材育成プログラム領域の開始など事業全体で人材の養成について有効な取組を展開していると評価できる。

今後も、量子未来社会ビジョン等の政策的要請も踏まえ、引き続きPD等による事業運営体制に基づき、社会実装に向けた研究開発や人材育成を強力に推進することが望ましい。

研究開発の推進に関しては、Flagshipプロジェクトが目指すTRL6（プロトタイプによる実証）達成と企業（ベンチャー含む）等への橋渡し、その先の社会実装までを見据え、研究開発成果を活用した事業化支援、産業界への技術支援・共同研究・人材交流の更なる促進等のための機能を強化することが必要である。

人材育成に関しては、上述の産学連携体制を通じた取組や令和4年度に終了する人材育成課題の後継事業も含め、取組を充実・強化すべきである。特に、学生や若手研究者向けに最先端の量子技術の利用環境を提供し、柔軟なアイデア等を事業化に結び付けるための体験型プログラムの実施や、これまで本事業が主な育成対象としてきた量子情報科学分野の大学生・大学院生に留まらず、材料、創薬・医療、金融といった幅広い分野の人材や、若年層も対象とした教育プログラムの提供・情報発信・アウトリーチ活動にも取り組むことが必要である。

<効率性>

評価項目	評価基準		評価項目・評価基準の適用時期
計画・実施体制の妥当性	定性的	・ 目標達成に向けて適切な実施体制・運営体制が組み込まれているか	前・中
目標・達成管理の向上 方策の妥当性			

(評価)

本事業では、プログラム全体のマネジメントを行う GB、各領域のマネジメントを行う PD、PD への助言、補佐を行う AB により実施体制・運営体制を構築し、それぞれの明確な役割分担の下、効果的かつ効率的な事業マネジメント体制を構築している。特に、PD に各領域の実施方針の作成・変更や領域内の予算配分等の権限を集中することで、PD によるマネジメントを効率的に行いつつも、AB や GB 等からの定期的なレビューにより、国際動向等を踏まえた研究開発目標やマイルストーン等の適正化を効果的に行っている。

また、Flagship プロジェクトにおいては、研究開発マネジメントを担う HQ を配置し、研究者が行う研究開発以外の業務を必要最小限にとどめることで、社会実装に向けた研究開発に専念できる環境を構築している。さらに、HQ を窓口として、Flagship プロジェクトと相補的・相乗的かつ挑戦的な研究課題に取り組む基礎基盤研究が連携し、領域全体で一体的に事業推進を行うことで効率化を図っている。

以上より、目標達成に向けて適切な実施体制・運営体制が組み込まれていると評価でき、今後も引き続き本運営体制・実施体制で事業推進を行うことが望ましい。

(3) 科学技術・イノベーション基本計画等の上位施策への貢献状況

本事業は、量子技術イノベーション戦略における主要技術領域・融合技術領域の研究開発の中核的な役割を担う事業であり、同戦略のロードマップの実現に大きく貢献している。また、量子未来社会ビジョンが目指す未来社会像の実現に向けて、本事業の研究成果を展開することにより、最先端の量子技術の利活用促進、新産業／スタートアップ企業の創出に貢献していくことが求められる。

(4) 事前評価結果時の指摘事項とその対応状況

<指摘事項>

特になし

(5) 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：上記で示したとおり、進捗状況は順調であり、「必要性」、「有効性」、「効率性」のいずれも認められることから、本事業は「継続」すべきと評価できる。その際、量子未来社会ビジョン等の政策的要請等も踏まえ、研究開発の加速・強化、事業化支援・産学連携の強化、人材育成の充実・強化等により一層取り組む必要がある。

<本課題の改善に向けた指摘事項>

本事業は10年という長期にわたる事業であることから、国内外での研究開発が想定以上に進展することや事業開始当初には予見困難な課題が発生することも想定される。このため、研究開発目標やマイルストーンの変更・追加も含め事業開始後の状況変化に応じて柔軟に実施内容の変更を検討することが重要である。

(6) その他

特になし。