令和７年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：国際戦略局 技術政策課 研究推進室、宇宙通信政策課

評価年月：令和７年８月

１　政策（研究開発名称）

グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発[1]

(A) グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発

(B) グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号技術の研究開発

２　研究開発の概要等

（１）研究開発の概要

・実施期間

令和２年度～令和６年度（５か年）

・実施主体

民間企業、大学、国立研究開発法人等

・総事業費

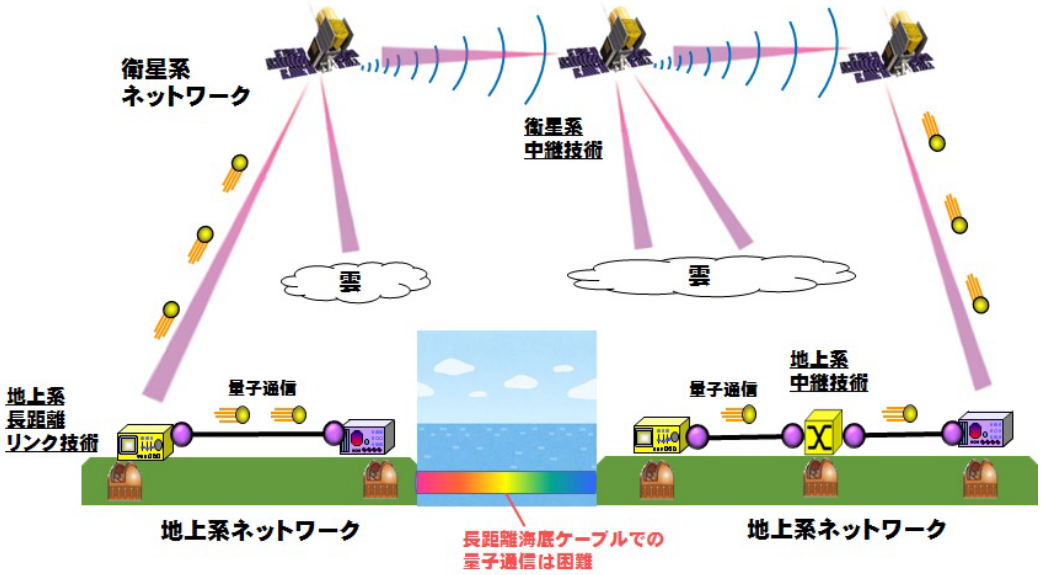
11,897 百万円

令和２年度	令和３年度	令和４年度	令和５年度	令和６年度	総　額
1,409 百万円	2,362 百万円	2,816 百万円	3,394 百万円	1,916 百万円	11,897 百万円

・概　要

量子コンピュータの研究開発の加速により、現在使用されている暗号の危殆化が懸念されており、その対策としてグローバル規模での量子暗号通信ネットワークの確立・普及に向けた研究開発を実施する。地上系については、通信のさらなる長距離化技術（長距離リンク技術及び中継技術）を確立し、200 ㎞圏量子暗号通信網における高可用性及び鍵生成速度 200Kbps を実現する。また、衛星系については、衛星間中継技術の確立に向けた取組及び将来の 1,000km 圏量子暗号通信網の構築・実証のための地上系との統合検証に向けた取組を実施する。

[1] ・事前事業評価は、「グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発」の名称により実施。
・「グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発」（地上系）と「グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号技術の研究開発」（衛星系）の２件の研究開発を実施したもの。



技術の種類	技術の概要
地上系長距離リンク技術	QKD 装置の高性能化技術の開発により、量子鍵配送の長距離化・高速化等を実現するとともに、光子検出器の高度化のための開発等により、光子検出効率の向上を目指す。 また、鍵管理サーバ技術の高信頼化や高度分散化技術の開発により、ネットワーク全体での信頼性や安全性、可用性を維持するトラステッドノード技術を確立する。
地上系中継技術	量子暗号通信の長距離化に向けては、ファイバの減衰を踏まえ、全量子的なノード処理によりノードの安全性を向上させる量子中継技術の実現が必要であるため、量子メモリの光リンク技術の確立を目指す。また、量子メモリ以外に重要となる量子中継基盤技術として、量子波長変換、波長多重化、量子メモリと光のインターフェース等に関する基盤技術を確立する。
衛星間中継技術	低軌道のみならず中軌道や静止軌道上の衛星と地上局間で情報理論的に安全な暗号通信を実現可能な衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術を搭載した衛星搭載可能な機器を開発し、静止衛星・地上局間の空間光通信路を模擬した環境（80～100dB の減衰）で安全な暗号鍵が生成できる（10bps 以上）ことを実証する。 また、衛星量子暗号・物理レイヤ暗号の実現に必要となる地上局を開発するとともに、衛星系・地上系統合ネットワーク化技術を開発し、様々な軌道上の衛星と地上局間の量子暗号リンク・物理レイヤ暗号リンクを模擬した環境で、軌道上を移動する衛星から複数の地上局へ情報理論的に安全な暗号鍵を配送する機能、及び地上局から地上系量子暗号通信網への安全な相互接続・統合運用動作をシミュレーションや地上検証等により実証し、数百 km～数千 km といった大陸間スケールでの量子暗号通信網を構築できる機能を検証する。

・スケジュール

技術の種類	令和２年度	令和３年度	令和４年度	令和５年度	令和６年度
地上系長距離リンク技術	→	→	→	→	→
地上系中継技術	→	→	→	→	→
衛星間中継技術 注		→	→	→	

注：当初５年間の研究開発期間を予定していたが３年間に短縮されたものの計画していた装置の開発を着実に実施しており、各年度の目標を達成している。なお、本事業で短縮された２年間で実施する予定であった研究

開発内容については、令和６年７月に公募開始、同年 12 月に採択決定された宇宙戦略基金事業「衛星量子暗号通信技術の開発・実証」に含めて実施する予定である。

（２）達成目標

近年の量子コンピュータ研究の加速化により、実用的な量子コンピュータが実現されることで、現代暗号の安全性が破綻することが懸念されている。量子コンピュータ時代においても国家間や国内重要機関間の機密情報のやりとりを可能とするため、国として、グローバル規模での量子暗号通信ネットワークを確立する必要がある。

そこで、将来的なグローバル量子暗号通信網の構築に向けて、本研究開発では、地上系については、通信のさらなる長距離化技術（長距離リンク技術及び中継技術）を確立し、衛星系については、衛星間中継技術の確立及び地上系との統合検証に向けた取組みを実施する。以上により、極めて堅牢性の高い安全なサイバー空間の実現に寄与する。また、開発成果の国際標準化・市場展開を推進し、我が国の量子暗号通信技術の国際的な競争力を強化する。

○関連する主要な政策

Ｖ．情報通信（ICT 政策）　政策９「情報通信技術の研究開発・標準化の推進」

○政府の基本方針（閣議決定等）、上位計画・全体計画等

名称（年月日）	記載内容（抜粋）
統合イノベーション戦略 2019（令和元年６月 21 日）	第Ⅰ部 ８．未来の競争力の鍵を握る重要分野 ＡＩ、バイオテクノロジー、量子技術は、全ての科学技術イノベーションに影響する最先端の基盤的技術であり、経済社会構造にも大きな影響を与える。これらに関する世界レベルでの研究開発競争が高まっていることを踏まえ、ＡＩ、バイオテクノロジーに関する戦略を策定した。また、今後、量子技術に関する戦略を策定する。 第 II 部 第５章　特に取組を強化すべき主要分野 （３）量子技術 ① イノベーションにおける量子技術の必要性・重要性 ○ 世界的に経済・社会構造のパラダイムシフトの只中にあり、知識集約型の経済・社会への移行に向けてＡＩやデータの活用が極めて重要となる中、量子技術はその鍵となる基盤技術として位置付けられている。 ○ 例えば、量子コンピュータや量子計測・センシング、量子通信・暗号をはじめとする量子技術は、我が国製造業の生産性向上や健康・医療技術の進展、さらには国及び国民の安全・安心の確保など、飛躍的な革新をもたらす技術体系として期待が高まっている。 ○ このため、国として将来の産業・ビジネス構造等を見据えた上で、目指すべき社会像の実現に向け、産業・イノベーションまで念頭に置き、10～20 年の中長期的視点に立った戦略的かつ総合的な取組が必要不可欠である。 ③ 目標達成に向けた施策・対応策 ＜「量子技術イノベーション戦略」の策定・推進＞ ○ これまで個々に行われてきた取組を糾合し、国全体を俯瞰し

	た「量子技術イノベーション戦略」を 2019 年末までに策定するとともに、これに基づき、国を挙げた量子技術イノベーションに関する総合的かつ戦略的取組を強力に推進する。 （５）安全・安心 ② 目標達成に向けた施策・対応策 ⅱ）育てる 先進的な技術についての基礎研究や挑戦的・革新的な研究開発を推進する制度を充実させ、安全・安心の確保に必要な科学技術を強力に育てていく。 （ア）基盤技術 将来、幅広い領域で活用が期待される基盤技術（例えば、ＡＩ技術及び量子情報処理、量子暗号等を実現する量子技術等）
成長戦略 2019（令和元年６月 21 日閣議決定）	量子に関する主要技術領域におけるファンディング・研究機関の取組の重点化・強化、国際研究開発拠点の推進、人材育成の推進、とされている。
世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画について（令和元年６月 14 日閣議決定）	Ⅴ. 社会基盤の整備 １ 5G を軸とした協業促進によるインフラ再構築 （３）5G 環境等の普及、光ファイバ網の整備 ネットワーク機能向上に向けた 5G の高度化や量子通信技術等の研究開発を強化するとともに、その成果のビジネス支援やオープンイノベーションを促進する環境整備を行い、海外展開を見据えた我が国技術優位性を確保する。
防衛大綱の具体化と産業・科学における宇宙利用の拡大―第五次提言―（令和元年５月 14 日）	２－1. 防衛大綱の具体化 （３）宇宙安全保障の強化（個別プログラム） ⑤ 防衛衛星通信、測位システム ・将来の防衛通信及びその他幅広い分野に必須となる量子暗号を用いた衛星通信の研究開発の加速
デジタル変革時代の ICT グローバル戦略懇談会報告書（令和元年５月）	第５章 オープンイノベーションによるキーテクノロジーの高度化 ５．１ 今後の技術戦略の在り方の全体像 5.1.2 今後の技術戦略の在り方 イ キーテクノロジーのロードマップと時間軸 【各技術分野における主なキーテクノロジー】 D）セキュリティ：量子 ICT、サイバーセキュリティ対策技術 ウ キーテクノロジーの高度化の３つの方向性と具体的なプロジェクト 方向性２）安全安心なデータ主導社会の実現 ⑦ 量子 ICT 盗聴できないことが数学的に保証された、秘匿性の高い通信を地球規模で実現し、通信の安全性が大幅に向上する。光ネットワークを越える大容量・低消費電力の通信を実現する。革新的ネットワークの次の世代のネットワークに向けた普及が始まる。
量子技術イノベーション戦略（令和２年１月 21 日統合イノベーション戦略推進会議）	※上記の「統合イノベーション戦略 2019」にて策定・推進するとされたものを具体化した戦略。総務省が所掌すべき量子暗号通信技術を含むイノベーション戦略について、研究開発戦略を中心に全般的に記述されている。（令和４年４月改訂）
量子未来社会ビジョン（令和４年４月 22 日統合イノベーション戦略推進会議）	※「量子技術イノベーション戦略」に対し、社会変革に向けた戦略（未来ビジョン、目標等）について全般的に記述されている。

量子未来産業創出戦略（令和５年４月 14 日統合イノベーション戦略推進会議）	※上記の２戦略に対し、量子技術の実用化・産業化戦略について全般的に記述されている。
量子産業の創出・発展に向けた推進方策（令和６年４月９日量子技術イノベーション会議）	※2030 年目標に向けて上記３戦略を強化し、補完する方策の報告書。量子技術の進展や各国の戦略、国内外の実用化・産業化の状況変化にいち早く対応するため、現在の政府戦略の下、グローバル視点を加えて早急に強化・追加すべき内容が全般的に記述されている。
宇宙基本計画（令和５年６月 13 日閣議決定）	２．目標と将来像 －（２）国土強靭化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現 － ii. 将来像 －（a）次世代通信サービス （略） さらに、衛星光通信技術によって大容量、低遅延、セキュリティが堅牢な情報の伝達を実現していく。また、現代暗号の安全性の破綻が懸念される量子コンピュータ時代において、衛星による量子暗号通信技術により、地上インフラでは実現が困難な、大陸間・国際間の量子暗号通信の実現が期待される。
宇宙基本計画工程表（令和６年度改訂）（令和６年 12 月 24 日宇宙開発戦略本部決定）	（２）国土強靭化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現 ４次世代通信サービス 【量子暗号通信の早期実現に向けた開発・実証支援】 我が国が強みを持つ衛星量子暗号通信技術の社会実装を早期に実現し、将来市場において我が国の技術的優位性を獲得していくため、距離に依らないグローバル規模での量子暗号網構築のための研究開発を進めるとともに、今後の活用等について安全保障分野も含め検討を進め、宇宙実証の実施など、早期実現に向けた取組を積極的に推進していく。 衛星量子暗号通信技術について、宇宙戦略基金を活用し、JAXA による民間企業・大学等への技術開発支援を進める。さらに、早期の衛星実証・活用に向けて、当該技術の利用が想定される安全保障分野などに関わる府省等において調整を進める。

（３）目標の達成状況

地上系については、当初の研究計画・目標に沿って十分な成果が得られており、基本計画書の目標を上回る有効かつ効率的な取組を実施した。特に TF-QKD については、500 ㎞に相当する環境での暗号鍵の生成に世界で初めて成功し、また、可搬性のあるシステムを世界で初めて開発するなどの特筆すべき成果を得られた。また、ITU-T における関連標準化を主導し、200 件を超える寄書を行い、多くの勧告をエディタとして主導して成立させた。

衛星系については、当初５年間の研究開発期間を予定していたが３年間に短縮されたものの計画していた装置の開発を着実に実施しており、各年度の目標を達成している。なお、本事業で短縮された２年間で実施する予定であった研究開発内容については、令和６年７月に公募開始、同年 12 月に採択決定された宇宙戦略基金事業「衛星量子暗号通信技術の開発・実証」に含めて実施する予定である。

技術の種類	目標の達成状況
地上系長距離リンク技術	多重化することで到達目標を超える約 2.3Mbps の鍵配信速度を達成。チップベースの技術に基づく TF-QKD システムの実証を行い、500km に相当する環境で暗号鍵の生成に成功（世界初）した。さらに、可搬性のある TF-QKD システムを開発（世界初）し、フィールド環境で実証。到達目標を大きく上回る帯域８GHz でショット雑音/回路雑音比 10dB という性能を有するホモダイン検出器を実現（世界最高性能）した。情報セキュリティ強化・セキュリティ強化状態での鍵格納の高速化（約 12Mbps）及びネットワーク化による鍵リレー

	を実現した。QKDN のグローバル化に向けて、機密性・信頼性・効率性・スケール性を有する秘匿マルチキャストのアーキテクチャを世界に先駆けて確立し、目標を大幅に上回って達成。具体的には、4 倍の経路冗長性と 4 パーティの秘匿計算機能を 10Mbps 以上の速度で実行する技術を開発した。 また、グローバル QKDN 構築のコア技術となるネットワーク制御・管理技術の開発のため、1 都 3 県を想定した 25×4 ノード、10,000 ユーザ規模を想定した QKDN を仮想環境に構築し、動作検証と総合評価を完了するとともに、集中型 QKDN、分散型 QKDN、衛星 QKD リンク・地上管制局を模擬したドメインの 3 ドメインからなるマルチベンダ間インターワーキング鍵リレー技術を実証。その動作特性を明らかにし、規格化に必要なデータを蓄積し、ITU-T における国際標準化を主導した。
地上系中継技術	独立して動作する 2 個以上の量子メモリ間を 10km 以上の光ファイバで接続し、量子ビットの中継（転送）操作により、到達目標を超える 10 秒に 3 回を達成。性能を 3 桁向上することが可能な量子メモリ内蔵ダイヤモンドフォトニック結晶共振器の作製に成功（世界初）した。通信波長帯（1,301nm 又は 1,550nm 帯）での量子メモリ不要の全光量子中継や波長多重技術等の確立については、高速で高品質な波長多重量子もつれ光源を開発し、10 箇所のノードを 2 点間接続するすべての 45 リンクで同時に、各リンク 1 秒に 100 カウント以上の量子もつれ配信を確認（世界初）。さらに、ダイヤモンド NV 中心と量子もつれ光を量子波長変換技術を用いて結合し、10 秒に約 3 回の頻度でのリンクを確認、光通信帯の波長多重量子もつれ光とダイヤモンド NV 中心とのリンクを観測（世界初）した。
衛星間中継技術	令和 7 年度までの 5 年間で実施予定であった研究開発期間を令和 5 年度までの 3 年間に短縮したことから、目標の達成状況は以下のとおりである。 衛星－地上局間で情報理論的に安全な暗号通信を実現可能な衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術を搭載した衛星搭載可能な機器の開発を行い、総光損失 50dB 程度で 30kbps 級、80～100dB 程度で 10bps～100bps 級の速度で情報理論的に安全な鍵配送できることの実現可能性を確認できたが、実証には至らなかったことから、目標は未達である。 また、衛星量子暗号・物理レイヤ暗号の実現に必要となる地上局の開発については、可搬型光地上局の詳細設計を完了し、衛星の補足追尾機構の製造を完了させたが、地上局の完成には至らず目標は未達である。 シミュレーションとして、衛星を利用した 1,000km に及ぶ広域での量子暗号網を模擬的なネットワークで構成し、衛星系－地上系量子暗号網での鍵リレー及び鍵リレーのリルーティングを可能とし、運用管理できることを検証したことから、目標の原理的な実現可能性の確認に成功した。 なお、短縮された 2 年間で実施する予定であった研究開発内容については、宇宙戦略基金事業「衛星量子暗号通信技術の開発・実証」に含めて実施する予定である。

3　政策効果の把握の手法

研究開発の評価については、基本計画書に記載の政策目標に向けた研究開発期間内での実施事項、状況に加え、論文数や特許出願件数などの間接的な指標を用い、これらを基に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。この観点に基づき、「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和 7 年 6 月）において、目標の達成状況等に関して外部評価を実施し、政策効果の把握に活用した。また、外部発表や特許出願件数も調査し、必要性・有効性等を分析した。

4　政策評価の観点・分析等

○研究開発による特許・論文・研究発表・国際標準の実績からの分析

研究開発による特許・論文・研究発表の実績から、各開発技術に関する特許を出願するなど、成果展開に必要な技術を確実に確立しており、本研究開発の必要性、有効性等が認められた。

主な指標	令和 2 年度	令和 3 年度	令和 4 年度	令和 5 年度	令和 6 年度	合計
査読付き誌上発表論文数	0 件 （0 件）	3 件 （3 件）	6 件 （6 件）	14 件 （14 件）	11 件 （11 件）	34 件 （34 件）
査読付き口頭発表論文数	1 件	0 件	5 件	7 件	19 件	32 件

（印刷物を含む）	（1件）	（0件）	（5件）	（7件）	(19件)	(32件)
その他の誌上発表数	0件 （0件）	1件 （0件）	7件 （0件）	10件 （1件）	5件 （0件）	23件 （1件）
口頭発表数	18件 （2件）	43件 （7件）	57件 (15件)	91件 (27件)	82件 (28件)	291件 (79件)
特許出願数	1件 （0件）	5件 （4件）	20件 (10件)	18件 (11件)	17件 （6件）	61件 (31件)
特許取得数	0件 （0件）	0件 （0件）	0件 （0件）	4件 （2件）	2件 （1件）	6件 （3件）
国際標準提案数	31件 (31件)	68件 (68件)	47件 (47件)	57件 (57件)	29件 (29件)	232件 (232件)
国際標準獲得数	5件 （5件）	2件 （2件）	1件 （1件）	5件 （5件）	7件 （7件）	20件 (20件)
受賞数	1件 （0件）	7件 （0件）	4件 （0件）	9件 （1件）	8件 （1件）	29件 （2件）
報道発表数	2件 （0件）	1件 （0件）	3件 （0件）	2件 （0件）	6件 （0件）	14件 （0件）
報道掲載数	1件 （0件）	18件 （9件）	59件 (39件)	10件 （0件）	9件 （0件）	97件 (48件)

注1：各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。（括弧）内は、その内海外分のみを再掲。

注2：「査読付き誌上発表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読（peer-review（論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの））のある出版物に掲載された論文等(Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む）を計上する。

注3：「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集(電子媒体含む)に掲載された論文等(ICC、ECOC、OFC など、Conference、Workshop、Symposium 等での proceedings に掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。）を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された論文等（電子情報通信学会技術研究報告など）は、「口頭発表数」に分類する。

注4：「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等（査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む）を計上する。

注5：PCT（特許協力条約）国際出願については出願を行った時点で、海外分1件として記入。(何カ国への出願でも1件として計上)。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しない。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しない。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	量子コンピュータの実用化とともに、現在使用されている暗号は解読が可能になると考えられているが、物理現象をもとにした量子暗号通信技術は情報理論的安全性が証明されている唯一の手法であるため、量子暗号通信の要素技術の研究開発が進められている。しかしながら、地上系では長距離の暗号通信を効率的に実現する装置の開発には至っておらず、非地上系については悪天候等の影響が不可避である等の課題がある。このため、実用化に向けた研究開発が必要であった。 また、本研究開発分野は欧米各国や中国等でも国家的なプロジェクトとして研究開発が行われるなど開発競争が激化しているが、「統合イノベーション戦略 2019」に基づき策定された「量子技術イノベーション戦略」において、「我が国としても、国及び国民の安全・安心の確保、産業競争力の強化等の観点から、重要デジタル情報を安全に保管する手段として、機密性・完全性等を有し、かつ市場化を見据えて国際競争力の高い、量子通信・暗号に関する研究開発や、その事業化・標準化等に、国をあげて取り組むことが極めて重要である」とされている。 よって、本研究開発には必要性があったと認められる。
効率性	量子暗号通信技術に関する国内でのメインプレイヤーが受託者に揃った本事業では、専門的知識や

	研究開発遂行の能力を有する企業や研究者のノウハウを有効的に活用し、研究開発を実施した。また、これまでの研究開発の成果や他事業である NICT の量子暗号通信テストベッドである東京 QKD ネットワークを活用し、研究開発・技術実証を行った。実施期間中は、外部の有識者で構成される運営委員会において研究開発の進捗や成果等に関する助言を受けるほか、継続評価において研究計画や実施状況等について評価等を受けるなど、効率的な実施のため、外部有識者からの知見を有効的に活用した。 また、委託費の執行に当たっても、総務省担当職員による経費の執行に係る経理検査を行い、予算の効率的な執行に努めた。加えて、専門的知見を有する監査法人による経理検査を通して、委託費の執行の適正性・効率性を確保している。 よって、本研究開発には効率性があったと認められる。
有効性	本研究開発における QKD 装置の高性能化により、長距離化や可搬性等について世界で初めてとなる技術を実現した。また、NICT の量子暗号通信テストベッド（東京 QKD ネットワーク）を活用し、潜在顧客である事業者とのユーザ参加型のトライアルやデモを実施し、フィードバックを得るとともに、量子暗号通信の理解を得た。研究開発成果については、ITU-T において 20 件の勧告をエディタとして主導し成立させ、IOWN Global Forum でも提案内容が標準に採用された。さらに、NICT 若手チャレンジラボ Quantum Camp などの人材育成イベントを開催し、人材育成に貢献した。 よって、本研究開発には有効性があったと認められる。
公平性	本研究開発は、防衛や金融・医療などの機微情報を扱う機関における安全な情報通信を実現するために必要な技術の研究開発であり、開発成果が広く活用されることにより、広く国民の利益になるものである。 また、受託者の選定に当たっては、広く公募を行い、応募のあった研究提案について外部有識者・外部専門家による評価において最も優れた提案を採択することにより、競争性・公平性を担保した。 よって、本研究開発には公平性があったと認められる。
優先性	世界各国で量子コンピュータの実用に向けた投資を進めるなど、研究開発は加速化しており、安全保障等に係る機微情報の通信に関しては、量子暗号通信の早期の実現が極めて重要である。 また、本研究開発分野は 2019 年 6 月に日本主導で ITU-T の量子暗号通信関連の勧告を成立させているなど、他国に対して優位性のある分野であるが、量子暗号通信の実現に係る他国での取組も強化されているため、世界における優位性を確保し続けるためにも、優先的に取り組む必要がある。 よって、本研究開発には、優先性があったと認められる。

５　政策評価の結果（総合評価）

近年、国際的な競争の激化に伴い、量子コンピュータに関する研究開発が加速しており、攻撃者は実用的な量子コンピュータの実現を見越して、既に暗号通信の盗聴・保存（Harvest now, decrypt later 攻撃）を始めていると考えられており、対策が急務となっている。

量子暗号通信は、観察されると量子状態が決定するという量子力学の原理を利用することで、盗聴を確実に検知することができ、量子コンピュータを含め絶対に解読できないことが証明されているワンタイムパッド（共通鍵暗号）を量子暗号通信で送ることにより、情報理論的安全性を確保でき、国家間や国内の重要機関間における機微情報のやりとりが可能となる。

本事業では、地上系長距離リンク技術、地上系中継技術、衛星間中継技術の研究開発を実施し、当初の研究計画・目標に沿って光子検出器から各種の通信方式、さらにネットワークの運用にわたる広範な課題に取り組み、有意義な成果を達成した。特に地上系の成果は、長距離化や可搬化等において世界初となる技術を実現するなど目標を上回るものであった。また、NICT の量子暗号通信テストベッドである東京 QKD ネットワークを適切に活用した実証試験や、過年度の評価結果を踏まえた潜在ユーザとの共同トライアルなどの取組を実施した。さらに、ITU-T 等における関連標準化を主導し、多くの勧告を成立させるなど標準化活動にも積極的に取り組み、我が国の技術的優位性を確保した。

よって、本研究開発には有効性、効率性等があると認められた。

＜今後の課題及び取組の方向性＞

地上系については、ITU-T 等における本研究成果の国際標準仕様の確立に向けて進めていく。同時に、QKD の国際市場展開の重要な要件となる QKD 装置の評価・認証制度の整備については、セキュリ

ティ要件仕様書（プロテクションプロファイル）や関連文書群を整備し、認証制度の設計・実装を進めていく。また、早期社会実装に必要な機能の研究開発を実証するため、後継施策である「量子暗号通信網の早期社会実装に向けた研究開発」を実施する。衛星系については、これまでの成果を継承し、量子鍵配送及び物理レイヤ暗号による鍵共有機能を有する衛星の開発を実施するとともに、暗号通信網の実用性・利便性を向上させるため、衛星地上局間の量子鍵配送において衛星と光通信リンクを形成可能とする地上局を開発するなどの研究開発を推進する。

６　学識経験を有する者の知見の活用

「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和７年６月）において、目標の達成状況や得られた成果等について、研究開発の目的・政策的位置付け及び目標、研究開発マネジメント、研究開発成果の目標達成状況、研究開発成果の社会展開のための活動実績並びに研究開発成果の社会展開のための計画などの観点から、外部有識者・外部専門家による評価を実施し、以下の御意見等を頂いたため、本研究開発の評価に活用した。

・本研究開発は、当初の研究計画・、目標に沿って十分な成果が得られており、基本計画書の目標を上回る有効かつ効率的な研究開発取組を実施したと評価できるである。この研究成果を基にした今後の開発、社会実装についても期待が持てる。（地上系）
・今後、国策として、量子暗号通信について世界をリードするため、他国が急速に追従してくる中でもサプライチェーンリスクをクリアした本研究開発としてこの流れを保ち、維持できるよう継続されることが望ましい。（地上系）
・３年間で計画されていた装置の開発を着実に実施しており、各年度の目標を達成している。これまでの成果を継承した研究開発を推進し、我が国の国際競争力の向上に資することを期待する。（衛星系）

７　評価に使用した資料等

○経済財政運営と改革の基本方針 2019（令和元年６月 21 日閣議決定）
https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2019/decision0621.html

○統合イノベーション戦略 2019（令和元年６月 21 日閣議決定）
https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/index.html

○宇宙基本計画（令和５年６月 13 日閣議決定）
https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy05/honbun_fy05.pdf

○宇宙基本計画工程表（令和６年度改訂）（令和６年 12 月 24 日 宇宙開発戦略本部決定）
https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy06/kaitei_fy0612.pdf

○情報通信技術の情報通信技術の研究開発の評価について
http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictR-D/091027_1.html