

令和 6 年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：国際戦略局技術政策課研究推進室

評価年月：令和 6 年 8 月

1 政策（研究開発名称）

量子暗号通信網の早期社会実装に向けた研究開発

2 達成目標等

（1）達成目標

近年の量子コンピュータ¹の研究開発の急速な進展に伴い、現在インターネット等で広く利用されている公開鍵暗号（RSA 暗号、楕円曲線暗号等）アルゴリズムの危殆化が懸念されることから、その対応策として量子の性質を活用した暗号方式である「量子暗号通信²」の早期社会実装が求められている。しかしながら、量子暗号通信の社会実装に向けては、通信距離及び通信速度の抜本的向上による量子暗号通信網の広域化や、ネットワーク高度化技術の確立のほか、運用・認証技術の開発が課題となっている。

そこで、量子暗号通信の 2030 年頃までの社会実装に向けて、本事業では量子暗号通信の早期社会実装を実現するための技術の研究開発を重点的に実施することにより、これらの課題の克服を目指す。

（2）事後評価の予定時期

令和 12 年度に事後事業評価を行う予定。

3 研究開発の概要等

（1）研究開発の概要

・実施期間

令和 7 年度～令和 11 年度（5 か年）

・想定している実施主体

民間企業、大学、国立研究開発法人等

・概 要

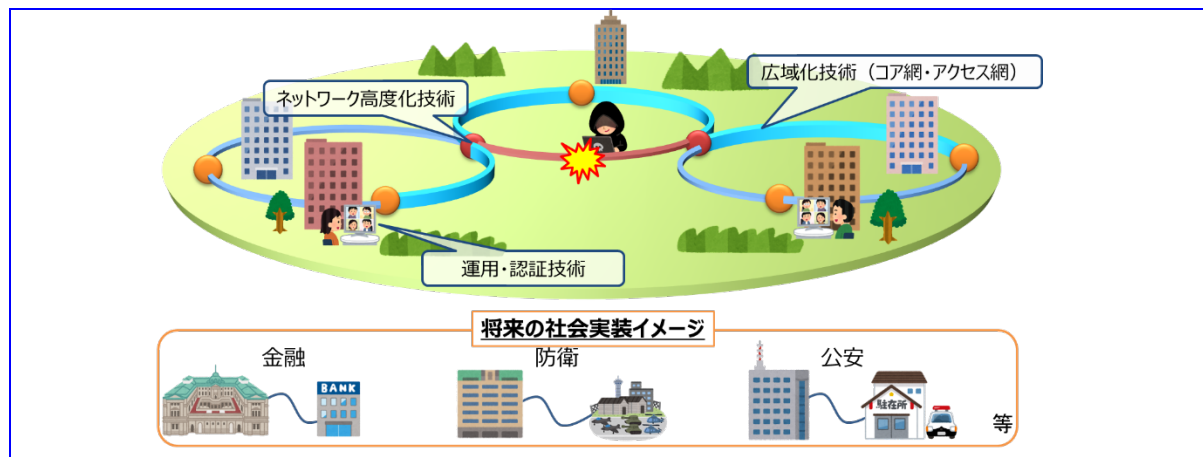
量子暗号通信の 2030 年頃までの社会実装に向けて、量子暗号通信の早期社会実装を実現するための技術の研究開発を重点的に実施する。

・研究開発概要図

- ✓ 急速な量子コンピュータの発展による現代暗号の危殆化に対応するため、我が国が世界トップレベルの技術を有する量子暗号通信について、通信距離及び通信速度の抜本的向上による量子暗号通信網の広域化や、ネットワーク高度化技術の確立のほか、運用・認証技術等の研究開発を実施することで、2030 年頃までに量子暗号通信の社会実装を目指す。

¹ 量子コンピュータ：量子の性質を利用して並列計算を行うコンピュータ。

² 量子暗号通信：量子の性質により盗聴を確実に検知可能とすることで安全に共有された鍵を用いて暗号化を行う暗号通信方式。



技術の種類	技術の概要
広域化技術 (コア網・アクセス網)	✓ コア網での使用を想定し、通信速度の高速化や、従来方式と比較して長距離化が期待できる技術の実フィールドへの導入に向けて、コア網技術の研究開発等を行う。 図：コア網技術 (イメージ) ✓ 量子暗号通信のアクセス網を実現するため、ユーザ拠点への導入を想定した簡易な受信器を使用可能とする技術の開発等、アクセス網技術の研究開発等を行う。 図：アクセス網技術 (イメージ)
ネットワーク 高度化技術	✓ 大規模な量子暗号通信網において、一部区間で盗聴や障害が発生した場合に、中継ノードにおいて自律的に最適な伝搬経路に切り替えること等を可能とするため、国立研究開発法人情報通信研究機構に整備されたテストベッドも活用し、ネットワーク制御技術やノード高度化技術の研究開発等を行う。 図：ネットワーク高度化技術 (イメージ)
運用・認証技術	✓ 実ネットワーク環境における安全な end-to-end の量子暗号通信の実現に向けたデータ通信回線との統合技術や、量子暗号通信を活用した相手認証等、多数の者が接続するネットワーク上で量子暗号通信を運用する際に必要となる運用・認証技術の研究開発等を行う。 図：運用・認証技術 (イメージ)

・スケジュール

技術の種類	令和7年度	令和8年度	令和9年度	令和10年度	令和11年度
広域化技術 (コア網・アクセス網)	広域化技術の基本設計、一次試作	広域化技術の二次試作	広域化技術の個別検証	広域化技術の統合検証	実証環境における、他技術との統合実証
ネットワーク高度化技術	ネットワーク高度化技術の基本設計、一次試作	ネットワーク高度化技術の二次試作	ネットワーク高度化技術の各要素の個別検証	ネットワーク高度化技術の統合検証	実証環境における、他技術との統合実証
運用・認証技術	運用・認証技術の基本設計、一次試作	運用・認証技術の二次試作	運用・認証技術の各要素の個別検証	運用・認証技術の統合検証	実証環境における、他技術との統合実証

・総事業費(予定)

約 115.0 億円（うち、令和7年度概算要求額 20.0 億円）

(2) 研究開発の必要性及び背景

近年、国内外における量子コンピュータに関する研究開発が急速に進展しており、これに伴い、現在広く利用されている暗号アルゴリズム（RSA 暗号、楕円曲線暗号等）の危殆化が懸念されている。こうした状況から、量子コンピュータ時代においても情報の安全なやり取りを可能とする暗号方式として、量子の物理的特性により盗聴を確実に検知可能である「量子暗号通信」の早期社会実装が求められている。

量子暗号通信に関しては、通信速度や伝送距離等の観点から我が国のベンダーが世界トップレベルの技術を有しており、装置の商用化も実現している。しかしながら、社会実装に向けては、通信距離及び通信速度の抜本的向上による量子暗号通信網の広域化や、広域網を中継・制御するネットワーク化技術の確立のほか、データ通信回線との統合や通信相手及び内容の検証のための運用・認証技術の開発が求められている状況にある。

また、世界各国においても、量子暗号通信網の構築・運用に向けた取組が開始されてきている。こうした状況の中、量子暗号通信分野における我が国の優位性を維持し、量子暗号通信を早期に実用化することにより、国際的な産業競争力を確保するためには、我が国においてもこれらの技術について重点的に研究開発を行い、社会実装を加速することが必要である。加えて、サプライチェーンリスクの観点からも、自国において量子暗号通信の技術開発を行うことが必要である。

量子暗号通信の早期社会実装に向けては、1対1の対向するノードを連結させて大規模なネットワークを構築・運用することや、装置の通信距離をさらに延ばすこと等が必要であり、これらの課題を解決するため、本事業では、広域化技術、ネットワーク高度化技術、運用・認証技術の研究開発に取り組み、量子暗号通信の2030年頃までの社会実装を目指す。

なお、本事業が対象とする量子技術は、以下に示す上位計画・全体計画等の政府方針において、国が主導して戦略的に開発すべき基盤技術として扱われており、本事業はこれらの方針に従い実施するものである。

(3) 政策的位置付け

○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）
経済財政運営と改革の基本方針 2024 (令和6年6月21)	第2章 新しい資本主義の加速 2. 投資の拡大と経済社会改革の実行 (4) 官民連携を通じた科学技術・イノベーションの推進

日)	我が国の経済成長の原動力たる科学技術・イノベーション力を強化し、熾烈な国際競争を勝ち抜くため、官民が連携して大胆な投資を行うとともに、標準の戦略的活用を図るなど、研究開発成果の社会実装を加速する。このため、新たな産業の芽となるフュージョンエネルギーや量子、経済社会を支える基盤的な技術・分野であるAI、バイオ、マテリアル、半導体、Beyond 5G(6G)、健康・医療等について、分野を跨いだ技術の融合による研究開発、産業化、人材育成を俯瞰的な視点で強力に推進するとともに、グローバルな視点での連携を強化し、市場創出等に向けた国際標準化などの国際的なルールメイキングの主導・参画や、G7を始めとした同志国やASEAN・インドを含むグローバル・サウスとの国際共同研究、人材交流等を推進する。また、令和の時代の科学技術創造立国の実現に向けた長期的ビジョンを持った国家戦略として、次期科学技術・イノベーション基本計画に係る検討を年内に開始する。
新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 2024 改訂版（令和6年6月21日）	V. 投資の推進 6. 官民連携による科学技術・イノベーションの推進 (1) 量子技術 量子コンピュータや量子暗号、量子センサ等のテストベッド利用環境の充実を加速・強化する。さらに、我が国が不可欠なグローバルサプライチェーンの構築に向けた研究開発、研究・専門人材の育成、国際標準化活動の推進、グローバル展開・連携機会の創出、ユースケースの創出・実証に取り組む。
統合イノベーション戦略2024(令和6年6月4日)	2. 3つの強化方策 (1) 重要技術に関する統合的な戦略 - フュージョンエネルギーや量子技術は新たな産業の芽となる技術であり、また、AI、バイオ、マテリアル、半導体、Beyond 5G(6G)等は我が国の経済・社会を支える基盤的な技術であるとともに、我が国の経済成長における重要性も高まっている。これらの重要技術について、分野をまたいだ技術の融合による研究開発や産業化の促進、人材育成などを俯瞰的な視点で強力に推進していく。 3. 着実に推進する3つの基軸 (1) 先端科学技術の戦略的な推進 ①重要分野の戦略的な推進（量子技術） - 量子技術の著しい進展を背景として、各国で国家戦略の策定や国際連携が活発化するなど、我が国を取り巻く状況が大きく変化している。国内外における実用化・産業化に向けた状況変化にいち早く対応していくため、これまでに策定した「量子技術イノベーション戦略（2020年1月21日統合イノベーション戦略推進会議決定）」、「量子未来社会ビジョン（2022年4月22日統合イノベーション戦略推進会議決定）」、「量子未来産業創出戦略（2023年4月14日統合イノベーション戦略推進会議決定）」を強化し、補完すべき内容を量子技術イノベーション会議が「量子産業の創出・発展に向けた推進方策」としてまとめ、2024年4月に統合イノベーション戦略推進会議に報告した。 - これらの戦略や方策に基づき、量子技術に関する基礎研究や応用研究に着実に取り組むとともに、量子技術と基盤技術（AI技術や古典計算基盤等）の融合を推進する。さらに、グローバルサプライチェーンの構築・強靱化、国際標準化活動の推進、量子計

	算資源や量子暗号通信等の利用環境の整備を進め、バイオ、マテリアル等の多様な分野における実用的なユースケースの創出・実証、スタートアップや新事業等の創出を支援する。 別添 Society 5.0 の実現に向けた科学技術・イノベーション政策 Society 5.0 の実現に向けた科学技術・イノベーション政策 4. 官民連携による分野別戦略の推進 (3) 量子技術 今後の取組方針 ＜量子セキュリティ・ネットワーク＞ ・量子暗号通信の早期社会実装に向けて、研究開発や実証を推進。
第6期科学技術・イノベーション基本計画 (令和3年3月26日)	第2章 Society 5.0 の実現に向けた科学技術・イノベーション政策 1. 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革 (1) サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出 (c) 具体的な取組 ④ デジタル社会に対応した次世代インフラやデータ・AI利活用技術の整備・研究開発 国土全体に網の目のように張り巡らされた、省電力、高信頼、低遅延などの面でデータやAIの活用に適した次世代社会インフラを実現する。このため、5G/光ファイバの整備を進め、5Gについては、2023年度末には98%の地域をカバーし、光ファイバについては、2021年度末には未整備世帯数が約17万世帯に減少すると見込まれる。さらに、宇宙システム（測位・通信・観測等）、地理空間（G空間）情報、SINET、HPC（High-Performance Computing）を含む次世代コンピューティング技術のソフト・ハード面での開発・整備、量子技術、半導体、ポスト5GやBeyond 5Gの研究開発に取り組む。 2. 官民連携による分野別戦略の推進 ③ 量子技術 量子技術は、我が国及び世界の社会、経済、産業、安全保障に大きな変革をもたらす可能性を秘めた革新的な技術である。近年、欧米や中国をはじめとする諸外国では、各国が巨額の投資と大型の研究開発に取り組むなど、将来の覇権をかけた国家間・企業間競争が激化しており、我が国においても量子技術の研究開発や社会実装に向けた戦略的な取組が求められている。 このため、第6期基本計画期間中は、「量子技術イノベーション戦略」に基づき、量子コンピュータ、量子計測・センシング、量子通信・暗号等をはじめとする主要技術に関する研究開発の抜本的強化、量子技術イノベーション拠点の形成、国際協力の促進、戦略的な知的財産マネジメントと国際標準化、優秀な人材の育成に加え、既存技術と組み合わせることによる短中期での実用化も含めた、量子技術の産業・社会での利活用の促進等、基礎基盤的な研究開発から社会実装に至る幅広い取組を、我が国の産学官の総力を結集して強力に推進する。
量子未来産業創出戦略 (令和5年4月14日)	6. 取組の方向性 (3) 量子セキュリティ・ネットワーク ② 量子セキュリティ・ネットワークの利用環境整備と利用実証の拡大 ○ 量子暗号通信の広域テストベッドの充実・強化 ✓ 総務省・国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）が整備する量子暗号通信の広域テストベッド（QKD ネットワーク）は、幅広いユーザが量子暗号通信の用途で利用できる貴

	重なプラットフォームとなっている。 ✓ 今後も様々な利用実証拡大を図っていくため、衛星等の宇宙アセットまでを含む都市間の量子暗号通信ネットワークを構築するとともに、都市間から全国規模に拡大していく。 ✓ この際には、量子・古典をベストミックスさせたユースケースづくりに貢献していくことにも留意して、テストベッドを構築・高度化していく。
デジタル社会の実現に向けた重点計画（令和6年6月21日）	第1 目指す姿、理念・原則、重点的な取組 5. 重点課題に対応するための重点的な取組 (8) 最先端技術における取組 (略) 量子技術に関しては、著しい技術進展を背景として、各国で国家戦略の策定や国際連携が活発化するなど、我が国を取り巻く状況が大きく変化している。国内外における実用化・産業化に向けた状況変化にいち早く対応していくため、これまでに策定した「量子技術イノベーション戦略」「量子未来社会ビジョン」「量子未来産業創出戦略」を強化し、補完すべき内容を量子技術イノベーション会議が「量子産業の創出・発展に向けた推進方策」としてまとめ、2024 年4月に統合イノベーション戦略推進会議に報告した。これらの戦略や方策に基づき、量子技術に関する基礎研究や応用研究に着実に取り組むとともに、量子技術と基盤技術（AI 技術や古典計算基盤等）の融合を推進する。更に、次世代の大規模量子コンピュータに向けた技術開発や、グローバルサプライチェーンの構築・強靱化、国際標準化活動の推進、量子計算資源や量子暗号通信等の利用環境の整備を進め、バイオ、マテリアル等の多様な分野における実用的なユースケースの創出・実証、スタートアップや新事業等の創出を支援する。さらに、量子技術の早期産業化に向け、産業技術総合研究所に昨年設置した「量子・AI 融合技術ビジネス開発グローバル研究センター（G-QuAT）」の設備を活用した量子コンピュータ産業エコシステムの構築、情報通信研究機構における広域テストベッドを活用した社会実装を図る。
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）	III. 量子技術を取り巻く現状認識 (3) 量子分野における著しい技術進展 (量子セキュリティ／量子ネットワーク) ✓ 量子コンピュータの実現による、現在インターネット上で広く利用されている公開鍵暗号アルゴリズム（RSA 暗号、楕円曲線暗号等）の危殆化の懸念が指摘されており、量子コンピュータ時代にも安全に利用できる暗号技術が求められている。標準化技術研究所（NIST；米国）では、耐量子計算機暗号（PQC）の国際標準化作業が進められており、2025 年に最初の国際標準化が完了する予定である。 ✓ 量子暗号通信は、量子の物理的特性により盗聴を確実に検知することが可能な暗号システムであり、政府系・金融系ユーザを中心に機微情報を扱う分野への導入が期待されている。 ✓ 我が国企業は、量子の特性を用いて暗号鍵の配信を行う量子鍵配送（QKD）装置について暗号鍵生成速度や伝送距離等の観点から世界トップレベルの技術を有しており、商用化も実現しているが、各国も量子暗号通信に関する研究開発に積極的に取り組むとともに、地上系と衛星系を組み合わせたテストベッドを構築し、商用化を見据えた実証実験を行う等国際競争が激化している状況にある。我が国が量子暗号通信の分野で、引き続き世界のトッ

	プランナーであり続けられるかどうか、これからの数年間に懸かっている。 VI. 強化すべき具体的な取組 (2) 我が国の技術開発の推進に向けた取組 ○量子セキュリティ・ネットワーク ＜社会実装に向けた取組強化＞ ✓ 量子コンピュータに関する国際的な開発競争が激化する中、サイバー空間の安全確保のため、量子コンピュータでも解読されない暗号技術の導入が喫緊の課題となっている。 ✓ 早期実用化が期待されている量子暗号通信技術については、更なる低コスト化（暗号鍵とデータ伝送を一体化する波長多重技術、伝送距離の長距離化や汎用的な部品で構成可能な QKD 技術の確立等）や小型化を実現する技術、衛星に搭載可能な QKD 装置等の研究開発を重点的に推進するとともに、通信事業者やクラウド事業者等と連携した上で、研究開発の成果を反映したアジャイルベースの実証実験を実施し、サービスの具体的な絵姿、ビジネスモデル等の検討を進め、2030 年度までに量子暗号通信の社会実装を実現する。 ✓ また、2024 年 3 月に拡張整備が完了する量子暗号テストベッドについて、政府系・金融系ユーザと連携しながら徹底的な利活用を行い、社会実装に向けた課題の明確化やアーリーアダプタへの利用促進等を進める。
--	---

4 政策効果の把握の手法

(1) 事前事業評価時における把握手法

本政策の企画・立案に当たっては、「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和 6 年 7 月）において、本政策の必要性、有効性及び技術の妥当性等について外部評価を行い、政策効果の把握を実施した。

(2) 事後事業評価時における把握手法

本事業終了後には、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、研究開発目標の達成状況、研究開発成果の社会展開のための活動実績及び研究開発成果の社会展開のための計画等の観点から、外部評価を実施し、政策効果の把握を行う。

5 政策評価の観点及び分析

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	上記、3（2）研究開発の必要性及び背景に記載のとおり。
効率性	量子暗号通信に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する企業、研究者等のノウハウを積極的に活用することにより、効率的に研究開発を推進することができるため、投資に対して最大の効果が見込める。さらに、量子暗号通信技術等に関するこれまでの研究開発の成果と既存の環境を最大限に活用して効率的に研究開発・実証等を行う予定であり、また、「量子フォーラム」や「量子技術による新産業創出協議会」等を通じて、基礎・応用・実用化研究、事業展開に資する活動を産学官連携で包括的に推進することとしており、投資に対して最大の効果が見込める。また、実施内容、実施体制及び予算額等については外部評価を行い、効率的に実施することとしている。 よって、本事業には効率性があると認められる。

有効性	広域化技術、ネットワーク高度化技術、運用・認証技術を確立することによって、量子暗号通信の導入に向けた技術課題の克服に目処が立ち、量子暗号通信の 2030 年頃までの社会実装の実現に寄与することができる。 よって、本事業には有効性があると認められる。
公平性	本事業の成果は、政府機関における重要通信や、金融分野や医療分野など民生分野における機密情報のやり取りを安全に行うための基盤技術として広く活用されることが期待されるものであることから、安全・安心な生活の確保や利便性の向上に繋がるなど、本事業の成果は、広く国民の利益になることが見込まれる。 また、支出先の選定に当たっては、実施希望者の公募を広く行い、研究提案について外部専門家から構成される評価会において最も優れた提案を採択する方式により、競争性を担保する。 よって、本事業には公平性があると認められる。
優先性	量子コンピュータ開発の急速な進展により、既に従来のコンピュータを上回る計算能力も実証されている状況であるところ、暗号通信の安全性の確保は喫緊の課題である。とりわけ政府機関における重要情報の中には、極めて高い機密性を要するものも存在することから、情報理論的安全性を有する量子暗号通信の早期社会実装が極めて重要である。海外においても、主要各国が量子分野の国家イニシアティブを強化しており、EU においては加盟国間の量子暗号通信ネットワークの構築プロジェクトが進展している。 我が国は、これまでの研究開発の取組により、量子暗号通信分野の要素技術においては世界をリードしていることから、この優位性を生かして量子暗号通信の早期社会実装を実現し、我が国の国際競争力を確保するためにも、優先的にこれに取り組む必要がある。 よって、本事業には優先性があると認められる。

6 政策評価の結果（総合評価）

本事業によって確立される技術は、近年の量子コンピュータ研究の急速な進展に伴う現代暗号の危殆化リスクへの対応として、量子暗号通信の早期社会実装に貢献するものである。

本事業において広域化技術、ネットワーク高度化技術、運用・認証技術を確立することによって、量子暗号通信の導入に向けた技術課題の克服に目処が立ち、量子暗号通信の 2030 年頃までの社会実装の実現に寄与することができる。

よって、本事業には必要性、有効性及び技術の妥当性等があると認められることから、本事業を実施することは妥当である。

7 政策評価の結果の政策への反映方針

評価結果を受けて、令和 7 年度予算において、「量子暗号通信網の早期社会実装に向けた研究開発」として所要の予算要求を検討する。

8 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 6 年 7 月）において、本政策の必要性、有効性及び技術の妥当性等について外部評価を実施し、外部有識者から、「量子暗号通信網の早期社会実装を実現し、現代暗号の危殆化に自国で対応することは、量子暗号通信分野における国際競争力の強化のみならず、我が国の安全保障の観点からも喫緊の課題であり、取り組むべき最重要案件である」と考える。」等のご意見を頂いており、「本事業において量子暗号通信網の広域化、ネットワーク高度化技術、さらに運用・認証技術の研究開発を実施することにより、社会実装の早期実現に寄与できる。技術的難易度が高く、事業性も未知であるため、国費を用いた研究開発を行うことが妥当である。」との評価を得た。このような有識者からのご意見を本評価書の作成に当たって評価に活用した。

9 評価に使用した資料等

- 経済財政運営と改革の基本方針 2024（令和6年6月21日）
<https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2024/decision0621.html>
- 新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 2024 改訂版（令和6年6月21日）
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/index.html
- 統合イノベーション戦略 2024（令和6年6月4日）
<https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/2024.html>
- 第6期科学技術・イノベーション基本計画（令和3年3月26日）
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index6.html>
- 量子未来産業創出戦略（令和5年4月14日）
https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/230414_mirai.pdf
- デジタル社会の実現に向けた重点計画（令和6年6月21日）
<https://www.digital.go.jp/policies/priority-policy-program>
- 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）
https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/240409_q_measures.pdf