

平成 31 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：令和元年 8 月

1 政策（研究開発名称）

多言語翻訳の高度化に関する研究開発

2 達成目標等

（1）達成目標

国立研究開発法人情報通信研究機構が開発した AI による多言語翻訳技術の更なる高度化により、2025 年度までに、文脈に応じた語彙の統一、周囲の状況や文化的背景等を考慮して話者の意図を補完した翻訳、議論にも利用可能な翻訳等を可能とする要素技術を確立し、高精度かつ低遅延な実用レベルの同時通訳を、入力された発話から意味的まとまりを検出する技術等の確立によって実現することにより、世界の「言葉の壁」をなくし、グローバルで自由な交流や外国人との共生社会の実現に寄与する。

（2）事後評価の予定時期

令和 7 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 2 年度～令和 6 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、独立行政法人等

・概 要

総務省では、世界の「言葉の壁」をなくし、グローバルで自由な交流の実現に向けて、平成 26 年 4 月に「グローバルコミュニケーション計画」を策定し、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）が開発した多言語翻訳技術の研究開発及び社会実装を推進しており、2019 年度までに 12 言語¹で短文の逐次翻訳技術が実現する見込みである。

逐次翻訳を介して会話する場合、母国語同士による会話に比べ、音声の入力・出力のそれぞれに同等の時間がかかることから、最小でも 2 倍の時間を要する。加えて、話者の意図を正確に翻訳して伝え、母国語同士による日常会話と同様にストレスや違和感なく十分なコミュニケーションを図るためには、文脈に応じて様々な類義語の語彙を統一する技術や、周囲の状況や文化的背景を考慮して話者の意図を補完できる技術、時間効率の劣化がほとんどない同時通訳技術を機械翻訳にて実現することが求められる。

そのため、NICT が開発した AI による多言語翻訳技術の更なる高度化により、2025 年度までに、文脈に応じた語彙の統一、周囲の状況や文化的背景等を考慮して話者の意図を補完した翻訳、議論にも利用可能な翻訳等を可能とする要素技術を確立し、高精度かつ低遅延な実用レベルの同時通訳を実現するため、以下の技術に関する研究開発を実施する。

（1）同時通訳コア技術

- ・訳出される意味的まとまりを入力された発話から検出する技術

¹ 日本語、英語、中国語、韓国語、タイ語、インドネシア語、ベトナム語、ミャンマー語、フランス語、スペイン語、ブラジルポルトガル語、フィリピン語

- ・ 検出された意味的まとまりを参照し、要約と翻訳を最適化する技術
- (2) 同時通訳を高精度化する文脈処理・マルチモーダル²技術
 - ・ 単言語文を聞き手が受け入れやすい等価な表現に置き換えて通訳する技術
 - ・ 語彙統一や省略補完等の文脈処理を織り込み通訳する技術
 - ・ 新語とその対訳を多様な情報源から自動収集し、それを活用して通訳する技術
 - ・ 動的にトピックを認識して追従し通訳する技術
 - ・ シーン認識技術等のマルチモーダル技術を織り込み通訳する技術
- (3) 同時通訳導入に向けた実用化技術
 - ・ 誤翻訳を防ぐため複数話者の音声や背景音などの音源を分離する技術
 - ・ 対話や講演など同時通訳の利用シーンを想定し、使い勝手を工夫したウェアラブル端末の開発
 - ・ 相手が理解できる言語で話者の代理で話すアバターなど通訳情報をより効果的に伝える技術
- (4) 同時通訳のためのコーパスと評価技術
 - ・ 上記の同時通訳に必要な技術を実現するために必要なコーパスの整備及び評価方式

また、講演通訳、ガイド通訳、会議通訳、遠隔協業等、文脈に応じて語彙を統一でき、周囲の状況や文化的背景等を考慮して話者の意図を補完できる同時通訳システムを活用したサービスやアプリケーションが民間により幅広く展開されることを目指す。そのため、通訳会社、通訳学校、コンテンツホルダー、旅行代理店、商社、メーカー等の協力のもとで社会実証に取り組み、本研究開発で開発する技術の性能評価を実環境で実施するとともに、2025年までに同時通訳を実用レベルまで向上させるため、必要なデータの蓄積や計算機の整備を進め、適切なオープン＆クローズ戦略のもと、日本の産学官のAI人材を糾合して推し進める。

・ 研究開発概要図



・ 総事業費(予定)

約 100.0 億円 (うち、令和 2 年度概算要求額 20.0 億円)

² 視覚や聴覚など複数の感覚から得られた情報を組み合わせて処理すること。

（２）研究開発の必要性及び背景

平成 30 年、我が国の年間訪日外国人旅行者数は約 3,119 万人と初めて 3,000 万人を超え、また、在留外国人数は同年 12 月末時点で約 273 万人と過去最高を記録するなど、我が国の訪日・在留外国人は年々増加しており、本年 4 月の出入国管理法改正も背景として今後更に増加が見込まれるなど、外国人との交流の機会もますます増えるとともに、2025 年には大阪・関西万博の開催も控えている。国際会議、ビジネス、行政手続、日常生活、観光等の場面で、多くの日本人と外国人との間でストレスなく十分なコミュニケーションを図るため、AI による多言語翻訳技術の更なる高度化が求められている。

また、「経済財政運営と改革の基本方針 2019」、「統合イノベーション戦略 2019」、「AI 戦略 2019」等、政府の重要戦略において、2025 年大阪・関西万博の開催等に向け、深層学習（ディープラーニング）により高精度と遅延の最小化を両立する実用レベルの同時通訳の実現、周囲の状況や文化的背景も考慮し、話者の意図を補足しながら利用可能（議論レベル）な翻訳技術の実現を目指すことが政策課題として定められており、外国人との共生社会の実現に向けた本研究開発を直ちに取り組む必要がある。

（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 2019（令和元年 6 月 21 日 閣議決定）	第 2 章 Society 5.0 時代にふさわしい仕組みづくり 5. 重要課題への取組 （４）分野別の対応 ① 大規模国際大会等の成功 ラグビーワールドカップ 2019 や 2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会、<u>2025 年大阪・関西万博の開催に向け、（中略）深層学習¹¹⁵による同時通訳を含む自動翻訳システムの開発・普及</u>など、新しい日本の創造に関する取組を地方自治体や民間企業と連携しながら進め、レガシーを創出し、将来の開催国等に示していく。（後略） ¹¹⁵ <u>多層構造の人工神経回路を用いたコンピューターによる学習。</u>
統合イノベーション戦略 2019（令和元年 6 月 21 日 閣議決定）	第 6 章 特に取組を強化すべき主要分野 （１）AI 技術 ② 目標達成に向けた施策・対応策 ○ 上記目標を達成するため、以下を含む施策、対応策を <u>AI 戦略に沿って実施する。【全府省庁】</u>
AI 戦略 2019（令和元年 6 月 11 日 統合イノベーション戦略推進会議決定）	II. 未来への基盤作り：教育改革と研究開発体制の再構築 II-2 研究開発体制の再構築（前略） この中で、各 AI 関連中核センターは、各々の重点領域において、世界的にトップとなる成果を出し続け、国際的な拠点となることが求められる。これまでににおいては、理研 AIP は、理論研究を中心とした革新的な基盤技術の研究開発及びその社会実装までの一体的推進を、<u>NICT は、自然言語処理、多言語翻訳、多言語音声処理、脳の認知モデル構築を中心とした研究開発と蓄積データを含めた利用環境の整備及び社会実装を、産総研 AIRC は、優れた AI 技術の企業等への橋渡し（応用面）を中</u>

心とした社会実装の推進を主に行ってきた。今後においては、理研 AIP は、A I に関する理論研究を中心とした革新的な基盤技術の研究開発で世界トップを狙い、NICT は、大規模データを用いた革新的自然言語処理による対話技術、アジアからの訪日・在留外国人への対応を含めた多言語翻訳・音声処理技術、更に心の通うコミュニケーションの実現を目指した脳の認知モデルの構築と応用において世界トップを狙い、産総研 AIRC は、A I の実世界適用に向けた A I 基盤技術と社会への橋渡しに向けた研究の世界的な中核機関として世界をリードすることを狙う。また、各 A I 関連中核センターはその研究成果を迅速に社会で活用させることを目指す。

(後略)

(別表 1) 中核基盤研究開発

今後の研究開発 重点項目	個別項目	具体的取組内容	達成時期	担当
4-3. 人間共生型 AI	言葉の壁を越える、 翻訳・通訳ができる AI	ストレスなく実利用可能な以下の翻訳技術を段階的に実現 ・特定場面（医療、行政手続き、日常生活や旅行、ビジネス等）で利用可能（会話レベル） ・周囲の状況や文化的背景も考慮し、話者の意図を補足しながら利用可能（議論レベル） ・シビアな交渉場面でも利用可能（交渉レベル）	2020 年度 2025 年度 2030 年度	【総】
	汎用多言語自動翻訳・同時通訳技術	以下の基盤技術開発と音声認識・合成を組合せ、高精度と遅延の最小化を両立する実用レベルの同時通訳の実現 ・対訳が無い又は少ない条件下でも少ない性能劣化で、対話、SNS、論文、新聞などあらゆる分野で日本語のみで受発信可能な汎用多言語多分野自動翻訳 ・一文を超えた情報の取り込みにより、実用可能な反応速度内で高精度化を達成する技術	2025 年度	【総】

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

当該事業の企画・立案にあたっては、「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和元年 8 月）において、本研究開発の必要性、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

本研究開発終了後には、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・政策的位置付けおよび目標、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などの観点から、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	本研究開発の実施に当たっては、国立研究開発法人情報通信研究機構が蓄積した既存の技術・ノウハウを最大限に活用し、メーカー等の技術力を結集して、AI による多言語翻訳技術の更なる高度化及び同時通訳の実現に向けた研究開発を実施する。更に、通訳会社、通訳学校、コンテンツホルダー、旅行代理店、商社、メーカー等、翻訳サービスの提供が見込まれる事業者の協力のもと、研究開発と並

	行して社会実証に取り組み、本研究開発で開発する技術の性能評価を実環境で実施することにより、確実な社会実装を図ることとしている。 また、本研究開発の実施に当たり、外部有識者や他の研究機関との連携、チェックを行うことにより、効率的な開発を進めることとしている。 よって、本研究開発には効率性があると認められる。
有効性	文脈に応じた語彙の統一、周囲の状況や文化的背景等を考慮して話者の意図を補完した翻訳、議論にも利用可能な翻訳等を可能とする要素技術、高精度かつ低遅延な実用レベルの同時通訳技術の確立により、国際会議、ビジネス、行政手続、日常生活、観光等の場面で、多くの日本人が外国人との間でストレスなく十分なコミュニケーションを図ることができるようになることから、グローバルで自由な交流や外国人との共生社会の実現に寄与する。 また、翻訳サービスの提供が見込まれる事業者の協力のもとで、社会実証に取り組み、本研究開発で開発する技術の性能評価を実環境で実施することにより、実態に即した評価が得られ、その評価結果を反映して技術の開発ができることから、研究成果の実用化等へ向けた高い確実性が見込まれる。 よって、本研究開発には有効性があると認められる。
公平性	本研究開発の成果を活用したサービスやアプリケーションが民間により幅広く展開されることを目指すものであり、広く国民の利益になることが見込まれる。 また、研究開発委託先の選定に当たっては、公募を広く行い、応募者の提案について外部専門家・有識者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企画競争方式により、競争性を確保している。 よって、本研究開発には公平性があると認められる。
優先性	平成 30 年、我が国の年間訪日外国人旅行者数は約 3,119 万人と初めて 3,000 万人を超え、また、在留外国人数は同年 12 月末時点で約 273 万人と過去最高を記録するなど、我が国の訪日・在留外国人は年々増加しており、本年 4 月の出入国管理法改正も背景として今後更に増加が見込まれるなど、外国人との交流の機会もますます増えるとともに、2025 年には大阪・関西万博の開催も控えている。国際会議、ビジネス、行政手続、日常生活、観光等の場面で、多くの日本人と外国人との間でストレスなく十分なコミュニケーションを図るため、AI による多言語翻訳技術の更なる高度化が求められている。 また、「経済財政運営と改革の基本方針 2019」、「統合イノベーション戦略 2019」、「AI 戦略 2019」等、政府の重要戦略において、2025 年大阪・関西万博の開催等に向け、深層学習（ディープラーニング）により高精度と遅延の最小化を両立する実用レベルの同時通訳の実現、周囲の状況や文化的背景も考慮し、話者の意図を補足しながら利用可能（議論レベル）な翻訳技術の実現を目指すことが政策課題として定められており、外国人との共生社会の実現に向けた本研究開発に、直ち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ると認められる。

6 政策評価の結果（総合評価）

我が国の訪日・在留外国人は年々増加しており、本年 4 月の出入国管理法改正も背景として今後更に増加が見込まれるなど、外国人との交流の機会もますます増えるとともに、2025 年には大阪・関西万博の開催も控えている。また、「経済財政運営と改革の基本方針 2019」等、政府の重要戦略において、2025 年大阪・関西万博の開催等に向け、深層学習（ディープラーニング）により高精度と遅延の最小化を両立する実用レベルの同時通訳の実現、周囲の状況や文化的背景も考慮し、話者の意図を補足しながら利用可能（議論レベル）な翻訳技術の実現を目指すことが政策課題として定められており、外国人との共生社会の実現に向けた本研究開発を直ちに取り組む必要がある。

そのため、文脈に応じた語彙の統一、周囲の状況や文化的背景等を考慮して話者の意図を補完した翻訳、議論にも利用可能な翻訳等を可能とする要素技術、高精度かつ低遅延な実用レベルの同時通訳技術を確立する。それにより、国際会議、ビジネス、行政手続、日常生活、観光等の場面で、多くの日本人が外国人との間でストレスなく十分なコミュニケーションを図ることを可能とし、グローバルで自由な交流や外国人との共生社会の実現に寄与することができる。

よって、本研究開発には必要性、有効性及び技術の妥当性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2年度予算において、「多言語翻訳の高度化に関する研究開発」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」（令和元年8月）において、外部有識者から「音声翻訳の実現がなされ、実環境への商用展開も進められている現状を鑑みると、使用形態に対するさらなる要望、性能向上に対する期待への充足は重要な課題であると考えられる。とりわけ、現在ではまだ未達成の同時翻訳技術は、技術的にも挑戦的で魅力的な課題であり、当初の音声翻訳がそうであったように、「夢の」技術である。また、予想以上に早く進展した多言語化、多局面での使用は、より頑健な翻訳性能への期待を一層加速している。これらの課題を解決するため、円滑な意思疎通に対し実時間性を意識した研究開発が望まれ、本研究開発の施行が強く要望される。」とのご意見を頂いており、本研究開発の必要性、有効性及び技術の妥当性等が確認された。このような有識者からのご意見を本研究開発の実施内容等の形成に活用した。

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 2019（令和元年6月21日 閣議決定）
<https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/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>
- A I 戦略 2019（令和元年6月11日 統合イノベーション戦略推進会議決定）
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/>
- 外国人材の受入れ・共生のための総合的対応策
（平成30年12月25日 外国人材の受入れ・共生に関する関係閣僚会議決定）
http://www.moj.go.jp/hisho/seisakuhyouka/hisho04_00066.html
- 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

平成 31 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：令和元年 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

2 達成目標等

（1）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¹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²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。

（2）事後評価の予定時期

下記の方針から、令和 8 年度に事後事業評価を行う予定。

地上系の研究開発を、通常のテレコム一般財源予算枠の中で、令和 2 年度予算から要求する（期間：令和 2～6 年度）。一方、衛星系については、令和 2 年度に、通常のテレコム一般財源予算枠の中で、衛星間中継技術の確立及び統合検証に向けて、研究開発の内容を具体化するための基礎調査（文部科学省による輸送手段及び衛星本体開発との調整を含む）を行う。衛星系の具体的な研究開発は、令和 3 年度から行うこととし（期間：令和 3～7 年度（最終年度には、地上系衛星系ネットワークの統合検証を合わせて実施予定））、その財源として、別予算枠を想定する。

3 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）

・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

現在、量子暗号通信の基盤となる技術を確認すべく、地上の 2 地点間通信技術の研究開発（内閣府 SIP 第二期）、及び、衛星通信における量子暗号技術の研究開発（総務省委託研究）に取り組んでいるところである。特に、SIP 第二期では、医療分野や金融分野等、長期にわたって守る必要のあるデータを量子鍵配送³によって安全にやりとりすることに関する実際のユーザニーズを基にした、実用性の高い研究開発を進めており、さらに、通信の長距離化へのニーズも存在してい

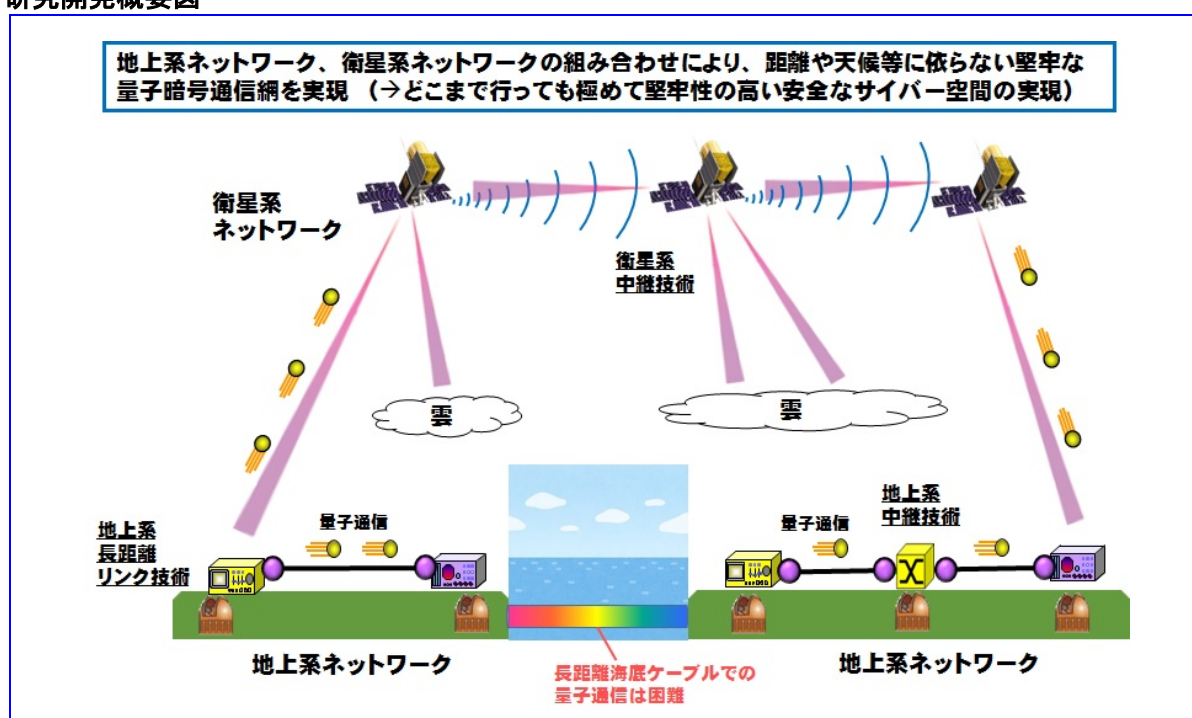
¹ 量子コンピュータ：量子力学の原理を用いた超並列処理によって、既存のコンピュータと比較して、桁違いの計算速度を実現するコンピュータ

² 量子暗号通信：量子力学の原理を用いて原理的に安全性が確保される暗号及び通信の技術

³ 量子鍵配送：光子一個一個に乱数情報をのせて伝送し、2 地点間で同一の鍵を共有する技術

る。しかしながら、地上系では衛星通信のような捕捉追尾等の技術が不要でかつ悪天候にほぼ左右されない反面、単一光子通信⁴の長距離化が課題であり、一方で、衛星系では宇宙区間において通信品質が劣化せず長距離化が容易である反面、高度な衛星捕捉追尾技術が必要でかつ長期の悪天候時に地上局と通信できなくなる恐れがある等の課題がある。従って、高速かつ高信頼で高い可用性を持つ量子暗号通信の実現及び普及には、上記実施中の研究プログラムで開発している地上系及び衛星系の個々の技術及びそれらの高度化に加え、双方を組み合わせたネットワーク化技術が不可欠である。グローバル規模での量子暗号通信ネットワークの実現に向けて、上記実施中のプログラムと密に連携しつつ、国家間や国内重要機関間、また医療・金融分野等での機密情報のやりとりをユースケースとした、以下の技術の確立に向けた研究開発を実施する。具体的には、地上系については、実用性が高く、かつ通信のさらなる長距離化が可能な技術（長距離リンク技術及び中継技術）を確立し、200km 圏量子暗号通信網における、高可用性及び鍵生成スループット 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むけた取組み、及び、将来の 1000km 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みを実施する。なお、各技術は、実施期間を通じて平行して研究開発を行うものである。

・研究開発概要図

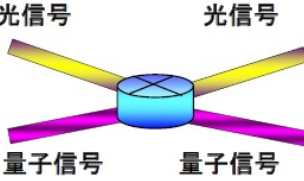
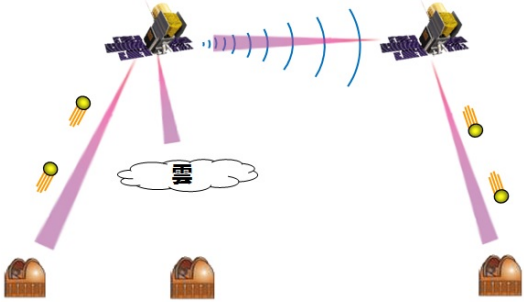


技術の種類	技術の概要
地上系長距離リンク技術	地上系量子暗号通信の長距離化に向け、高効率な光子検出技術や、非量子暗号通信チャネル（例えば、波長多重⁵やマルチコア技術⁶）との並存技術等を駆使し、量子暗号通信の更なる長距離化や信頼性向上等が可能なリンク技術を確立する。 図：量子通信のリンク技術（概略）

⁴ 単一光子通信：光の粒 1 個 1 個を送信および受信(検出)する技術

⁵ 波長多重：異なる波長に異なるデータをのせて送ることで、並列データ伝送を可能とする技術

⁶ マルチコア技術：ファイバ内に複数のコア（光信号の伝送路）をもうけ、ファイバあたりの伝送容量を増やすことができる技術

地上系中継技術	地上系量子暗号通信の更なる長距離化に向け、中継ノードにおける光量子制御技術や、光子の干渉効果を活用した技術、光子対-電子スピン対のもつれ変換等の OEO 中継⁷方式、複数のノード及びリンクによる高度分散化技術等、地上系中継技術を確立する。  図：中継ノード（イメージ） 図：複数のノード及びリンクによる高度分散化技術（イメージ） ・情報を n 個のノードとリンクに分散しネットワーク全体で符号化して伝送 ・n 個のノード/リンクのうち、危険化するの、ある閾値：$(k-1)$ 個までと仮定 ・k 個のノードとリンクから情報を復号
衛星間中継技術	距離や天候等に依らないグローバルな地上系衛星系統合量子暗号通信網を実現すべく、コンステレーション技術⁸等の衛星間中継技術の確立や地上系との統合検証、可用性の高いネットワーク運用等に向けて、基礎調査を実施することによって、衛星系研究開発内容を具体化する。  図：衛星間中継技術（イメージ）

・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	量子暗号装置の基本設計、一次試作 →	量子暗号装置の詳細設計、二次試作、検証 →	都市内規模ネットワーク向け実装、実証 →	都市間規模ネットワーク向け実装、実証 →	大規模な実環境ネットワークでの総合実験 →
地上系中継技術	量子中継技術の方式理論検討、シミュレーション →	量子中継器の基本設計、一次試作 →	量子中継器の詳細設計、二次試作、検証 →	室内ネットワーク実証実験 →	フィールド実装、ネットワーク総合実験 →
衛星間中継技術	研究開発内容の具体化のための基礎調査 →				

・総事業費(予定)

約 80.0 億円（内、令和2年度概算要求額 15.3 億円）

（2）研究開発の必要性及び背景

⁷ OEO 中継：光を一旦、電気に変換し、電氣的処理を行った後に、再度、光に戻して転送する方式

⁸ コンステレーション技術：多数個の衛星を衛星間通信により協調動作させるための技術

国家間や国内重要機関間の機密情報のやりとり及び長期にわたる秘密の確保は、安全保障上、非常に重要な課題である。計算量的安全性に基づく現代暗号技術である RSA 暗号⁹は量子コンピュータの実用化と共に解読が可能になると考えられており、量子コンピュータ研究の進展に伴って新しい暗号技術の実用化が急がれている。量子暗号通信は物理現象を基にした暗号技術であり、情報理論的安全性が証明されている唯一の手法であり、これまでに、100km 程度の距離における実証実験などが進められている。

地上系では衛星通信のような捕捉追尾等の技術が不要でかつ悪天候にほぼ左右されない。しかしながら、100km を大幅に超えるような長距離において、100km 毎に数珠つなぎにする既存手法は非効率かつコストがかかり、地上系のリンク技術及び中継技術の高度化によって、量子暗号通信の長距離化を図る必要がある。基礎研究フェーズでは、100km を超える伝送距離を達成するための技術が提案されているものの、実用性の高い量子暗号装置の開発には至っていない。一方、総務省委託研究において、衛星と地上局間の 1 対 1 の量子暗号通信に関する要素技術の確立に向けた研究開発も実施されている。衛星系では宇宙空間において通信品質が劣化せず長距離化が容易である。しかしながら、高度な衛星捕捉追尾技術が必要でかつ長期の悪天候時に衛星と地上間で通信できなくなる恐れがある。従って、高速かつ高信頼で高い可用性を持つ量子暗号通信を実用化するには、通信品質が劣化しない宇宙空間を有効活用し、地上系及び衛星系の統合によるネットワーク化を実現することが必要であり、そのための基盤技術の確立することが課題である。本研究開発は、距離や天候等によらず、日本全土をカバーし、かつ大陸間の通信も可能とするグローバルな量子暗号通信が可能なネットワーク構築のための基盤技術の確立を目的としたものであり、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。

本研究開発のユースケースとしては、企業・国家等重要インフラ回線といった国のハイエンド用途に加え、医療情報（医療検査データやゲノムデータ等）や金融情報（株式等）の重要個人情報を扱うような民生のハイエンド用途において、量子鍵配送技術を用いた鍵の共有によって、データを安全にやりとりし、かつ超長期間（例：10 年超）守ることを可能とする基盤技術として広く利用されることが期待される。そのようなケースでは、耐量子・公開鍵暗号のような計算理論的安全性を実現する方式だと、“Store now, read later attack”（今はデータを盗聴して保存しておき、将来高度な計算機で過去に遡って全データを解読）や、予期せぬ災害や障害等（重要データの消失）が脅威となる。安全な流通だけでなくデータそのものを長期間守る必要があるといった高秘匿化を実現するという点において、情報理論的安全性に基づく量子暗号技術は、解読できないことを証明できる現在唯一の暗号通信方式である。

本研究開発分野は、欧米各国においても、国家プロジェクトとして大規模かつ戦略的な研究開発が行われるなど、国家イニシアティブを強化しており、国連の専門機関である国際電気通信連合（ITU）等においても、し烈な国際標準化競争が展開されているところである。日本でも、国全体を俯瞰した戦略策定及び研究開発が必要な時期である。我が国は、量子暗号通信技術の長年にわたる研究の蓄積により、基礎理論（量子鍵配送）や基盤技術（光波制御技術）等に優位性を有するため、研究協力に対する米欧からの関心は高い。とりわけ、量子暗号装置（海外製に比べ 10 倍高速、2 倍長距離）、テストベッド運用実績、キラーアプリ（分散ストレージ等）、技術統合などにおいて、世界をリードしており、また、衛星を用いた量子暗号通信においても世界最小となる超小型衛星を開発し、予備実験を実施している。将来のグローバル量子暗号通信網の実現に向けて、我が国の強み・競争力の確保と国際的な連携・協調とを組み合わせた戦略的な取組が必要であり、諸外国との国際連携を強化していく必要がある。

また、グローバル量子暗号通信ネットワークの実用化には 10 年以上かかると想定されるため、民間企業は取り組みにくく、国が主導する必要がある。さらに、民間企業は量子暗号装置の開発はできるが、グローバルネットワークを構築して機密情報をやりとりする拠点間へ導入していくには、国がアーリーアダプターとして主導する必要がある。また、通信技術の安全性確保という観点から、グローバルな地上系/衛星系統合量子暗号通信網の構築に向けた取組みを、総務省が主導して早期に実現する必要がある。

なお、本研究開発が対象とする量子暗号通信技術は、以下に示す上位計画・全体計画等の政府方

⁹ RSA 暗号：2 つの十分な大きさを持つ素数同士の積を素因数分解することが非常に困難であることを利用して設計された暗号方式

針において、「特に取組を強化すべき主要分野」（「統合イノベーション戦略 2019」）として国が主導して開発すべきとされた基盤技術として扱われており、本研究開発はこれらの方針に従い実施するものである。また、本研究開発においては、下記のような政府としての戦略を具体化する必要がある。

（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）
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 A I、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、A I、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 A I 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、A I 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）
量子技術イノベーション戦略 中間報告（令和元年 7 月）	※上記の「統合イノベーション戦略 2019」にて策定・推進するとされている「量子技術イノベーション戦略」であり、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、全般的に記述されている。
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。
宇宙基本計画の工程表改訂に向けた重点事項（令和元年 6 月 4 日）	2. 重点事項の概要 情報収集衛星の機数増、早期警戒機能の強化、ホステッド・ペイロードを含む宇宙システムの機能保証の強化、量子暗号通信技術の研究開発の強化等に取り組むことが重要である。 4. 重点的に検討すべき事項（詳細） I 宇宙安全保障の強化 [I -6] 宇宙システム全体の機能保証強化（工程表 24） 量子暗号技術等を活用した通信の強化、スペースデブリの除去技術、小型コンステレーションの活用等の宇宙システムのミッションアシュアランス（機能保証）に資する技術開発や衛星運用の動向を踏まえ、機能保障上の重要性に応じ関係省庁間の連携に資する取組を推進する。
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。
--	--

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」（令和元年8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

本研究開発終了後には、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・政策的位置付けおよび目標、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などの観点から、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。 また、本研究開発は、統合イノベーション戦略本部における今後の重点分野として策定された「量子技術イノベーション戦略（中間整理）」においても重点技術課題として整理されている。
効率性	量子暗号通信技術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要素技術研究の成果と既存の評価環境を最大限に活用して効果的に研究開発・実証等を行う予定であり、また、「量子 ICT フォーラム」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、本研究開発には効率性があると認められる。
有効性	地上系長距離リンク技術、地上系中継技術及び衛星間中継技術を確立することによって、距離や天候等によらず、日本全土をカバーし、かつ大陸間の通信も可能とするグローバルな量子暗号通信網構築の目途が立ち、国家間や国内重要機関間の機密情報のやりとりの安全性確保に有効に対処するものであり、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ことができる。 よって、本研究開発には有効性があると認められる。
公平性	本研究開発の成果は、金融分野や医療分野など民生分野における要保護情報の安全なやりとりを可能とする基盤技術として広く活用されることが期待されることから、利便性の向上に繋がるなど、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、本研究開発には公平性があると認められる。
優先性	実用的な量子コンピュータ実現（米国 NIST による想定）により、現代暗号の安全性が破綻するので、国家間及び国内重要機関間の機密情報をやりとりする通信では、量子暗号の早期実現が極めて重要である。また、本研究開発分野では、主要各国が国家イニシアティブを強化しており、日本でも国

全体を俯瞰した戦略策定が必要な時期であり、ITU SG13において、2019年6月に、ITU-T初となる量子鍵配送関連の勧告を日本主導で成立させた。日本は、量子暗号装置、テストベッド運用実績、キラーアプリ(分散ストレージ等)、技術統合などにおいて、世界をリードしている。堅牢性の高い安全なサイバー空間を早期実現するため、本研究開発で、グローバルな地上系/衛星系統合量子暗号通信網構築のための基盤技術を確立し、我が国が世界において優位性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、本研究開発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）

本研究開発によって確立される技術は、現代暗号の安全性の破綻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が可能なグローバルな基盤構築に貢献するものである。

地上系長距離リンク技術、地上系中継技術及び衛星系中継技術を確立することによって、距離や天候等によらず、日本全土をカバーし、かつ大陸間の通信も可能とするグローバルな量子暗号通信網構築の目途が立ち、機密情報のやりとりの安全性確保に有効に対処するものであり、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ことができる。

よって、本研究開発には必要性、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2年度予算において、「グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発」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」（令和元年8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、ユーザニーズやSIP第二期との連携の明記、要素技術の追加、地上系長距離リンク技術の計画前倒し等のご意見を頂いており、「我が国の安全保障のみならず、国民生活に関わるプライバシーや金融システムの安全性を最高レベルで守るための喫緊の研究開発課題である。総務省が所掌すべき研究開発の最重要案件の1つであると考える。」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

○統合イノベーション戦略2019（令和元年6月21日）

<https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/index.html>

○成長戦略2019（令和元年6月21日閣議決定）

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/>

○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）

<https://cio.go.jp/node/2413>

○宇宙基本計画の工程表改訂に向けた重点事項（令和元年6月4日）

<https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan3/jyten.pdf>

○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）

https://jimin.jp-east-2.storage.api.nifcloud.com/pdf/news/policy/139795_1.pdf?_ga=2.34150690.2077056219.1562548970-538641691.1562204842

○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）

http://www.soumu.go.jp/main_content/000624358.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 ＜一般＞

http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictR-D/091027_1.html

平成 31 年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局電波部電波政策課、基幹・衛星移動通信課基幹通信室

評価年月：令和元年 8 月

1 政策（研究開発名称）

仮想空間における電波模擬システム技術の高度化

2 達成目標等

（1）達成目標

新たな無線システムの導入に当たっては、既存無線システムに電波干渉が生じることがないように、実試験やシミュレーションにより共用検討を実施した上で技術基準を定める必要がある。しかしながら、実試験を行うためには、実機の試作や免許取得などの手続きに時間・費用を要することに加えて、実試験による検討では特定の環境における評価しか行えず、試験結果の信頼性に限界がある。今後、Beyond 5Gや自動走行、ドローン自律運転等の利用が想定される中、実試験での検討に要する期間や費用の圧縮や、実環境では困難な大規模検証を実施するために、仮想空間上での電波模擬システム（電波エミュレータ）の構築が求められている。

そこで、仮想空間における高精度電波模擬システムの実現に向けて、無線システムの周波数帯・通信方式等を大規模かつ高精度で模擬可能な電波模擬システム技術を確立するための研究開発及び総合的な技術試験を行い、周波数の有効利用を促進する。

（2）事後評価の予定時期

令和6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2年度～令和5年度（4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、独立行政法人等

・概要

Beyond 5Gや自動走行、ドローン自律運転の普及・展開に向けて、多様な無線システムを大規模かつ高精度に模擬可能な電波模擬システムの実現に必要な以下の①～④に係る技術を確立するための研究開発等を行う。

① 電波伝搬・干渉モデル化技術

- ・歩行者・自動車等の移動体の動きも考慮して、仮想空間上で電波発射を高精度に模擬可能とする電波伝搬モデルの構築
- ・他の無線システムからの電波干渉による影響を実測・評価し、仮想空間上で干渉評価を可能とするモデルの構築

② 空間モデル化技術

- ・都市／山間・屋内外・天候等において技術試験を行い、電波伝搬特性を取得し、各環境・天候モデルの構築
- ・構造物の形状・材質等について技術試験を行い、電波伝搬特性を取得し、構造物の形状・材質モデルの構築

③ 電波模擬技術

- ・無線システムの電波発射等の挙動を仮想空間上で模擬可能な仮想無線システムの開発

- ・仮想空間上の電波模擬のためのシナリオを受け取り、実装を行う電波模擬シナリオ実装技術の開発
- ・開発したシステムと実際の無線システムの電波発射再現性の評価・検証
- ④ 電波伝搬検証基盤技術
 - ・仮想空間上で高精度かつ大規模な電波伝搬・干渉影響評価を実現するために必要な検証基盤の開発
 - ・検証基盤内の計算機リソースを適切に組み合わせて、高速・高精度に計算可能な並列・分散計算技術の開発
 - ・電波伝搬・干渉モデル及び空間モデルや電波模擬技術を活用し、仮想空間上で任意の配置（多数同時接続を含む）で無線システムが存在する環境を模擬し、シナリオの実行を行うためのインタフェース技術の開発

電波模擬システムの実現により、既存無線システムとの共用検討や実環境では困難な大規模な技術検証に活用することができ、新たな無線システムの早期実用化・展開に貢献するとともに、周波数利用効率の向上を図る。

・研究開発概要図



実試験より迅速に既存無線システムとの共用検討や大規模検証を実現

・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
電波伝搬・干渉モデル化技術	屋内	屋外・街区	屋外・広域	総合実証
空間モデル化技術	屋内	屋外・街区	屋外・広域	
電波模擬技術	単一実システム検討	単一実システム実装	複数実システム拡張	
	実物理パラメータ抽出 (アンテナ、デバイス、材料他)		実無線システムとの評価・検証	
電波伝搬検証基盤技術	屋内レベル対応	屋外・街区レベル対応	屋外・広域レベル対応	

・総事業費(予定)

約69億円（うち、令和2年度概算要求額 17.0億円）

（２）研究開発の必要性及び背景

「超高速」、「多数接続」、「低遅延」といった特徴を持つ無線通信を可能とする第5世代移動通信システム（5G）は、2020年代に普及していくことが想定されるが、無線通信は概ね10年で世代交代が行われていることを踏まえ、2030年代の新たな無線通信である「Beyond 5G」に関する検討が進められている。このBeyond 5Gでは、より大容量化が可能なテラヘルツ波を利用した新たな無線システムも想定されている。新たな無線システムの導入に当たっては、既存無線システムに電波干渉が生じることがないように、実試験やシミュレーションにより共用検討を実施した上で技術基準を定めることになるが、実試験を行うためには、実機の試作や免許取得などの手続きに膨大な時間・費用を要する。

また、既存無線局についても、我が国の無線局数はここ数十年、一貫して増加傾向にあり、今後は、コネクテッドカーといった自動走行システム、輸送システムの自動化に資する自律運転型ドローン、膨大な数のセンサーネットワークを利用したスマート工場等の普及に伴うさらなる無線局数の増加が想定される。これらの膨大な数の無線局が、実環境において、問題なく動作するか確認するため、現在は実機による実試験が行われているが、実試験による検討では特定の環境における評価しか行えず、試験結果の信頼性に限界がある。そのため、無線局のアンテナや新しいアプリケーション・サービス等を提供する際、システムリソースの配置と制御方式を最適化するための設計を行い、評価・検証することは困難である。

以上の問題点から、実試験での検討に要する期間や費用の圧縮や、実環境では困難な大規模検証を実施するために、仮想空間上での電波模擬システムの構築が求められている。この電波模擬システムを用いることにより、上記課題の解決に資するだけでなく、災害時、事故時等の環境変化を高精度にシミュレートし、システムやサービスの挙動を可視化し、評価・検証することも可能になる。

これにより、新たな無線システムの研究開発プロセスの加速化・コスト削減及び、自動走行・ドローン自律運転等の無線システムの導入・普及の加速化を図り、我が国の新産業の創出及び国際競争力強化を図る。

（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13「電波利用料財源による電波監視等の実施」

○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）
成長戦略フォローアップ（令和元年6月21日）	I. 1. ii) ② イ) ネットワークの更なる強化と高度化の推進 今後の電波利用ニーズの拡大への対応として、Beyond 5Gの要素技術やその円滑かつ迅速な導入に必要となる実世界の電波伝搬を模擬的に再現する試験環境、HAPS（High-Altitude Platform Station）を用いた通信システム等に関する研究開発を推進するとともに、既存システムとのダイナミックな周波数共用を可能とするシステムの構築を来年度末までに行う。
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（令和元年6月14日）	第一部 V. 1（3） 5G環境等の普及、光ファイバ網の整備 今後の電波利用ニーズの拡大への対応として5Gの普及・高度化に向け、5G基地局の小型化や高エネルギー効率化、高信頼化やその円滑かつ迅速な導入に必要となる実世界の電波伝搬を模擬的に再現する試験環境等に関する研究開発を推進するとともに、既存システムとのダイナミックな周波数共用を可能とするシステムの構築を令和2年度末までに行う。あわせて、5Gのサービスを支える基地局や光ファイバなどの情報通信インフラの整備を進めるとともに、5Gによる地域課題解決に向けた開発実証を推進していく。

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

本研究開発等の企画・立案に当たっては、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和元年7月18日）において、研究開発等の必要性、有効性、技術、実施体制及び予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行った。

(2) 事後事業評価時における把握手法

本研究開発終了後には、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」において、目標の達成状況や得られた成果等、実施体制の妥当性及び経済的効率性、実用化等の目途等について外部評価を実施し、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	本研究開発等を推進するに当たっては、電波伝搬に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する民間企業、大学、国立研究開発法人、独立行政法人等のノウハウや既存のデータを積極的に活用することにより、効率的に研究開発等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。 また、早期に研究開発成果の社会展開を図るため、研究開発実施期間中から産学官からなるユーザフォーラム等の関係機関と密接に連携し、実用化を見据えた検討を行うこととしている。 さらに、予算要求段階、公募実施の前段階、提案された研究開発提案を採択する段階、研究開発等の実施段階及び研究開発の終了後における、実施内容、実施体制及び予算額等について、外部専門家・外部有識者から構成される評価会において評価を行い、効率的に実施することとしている。 よって、本研究開発には効率性があると認められる。
有効性	無線システムの周波数帯・通信方式等を大規模かつ高精度で模擬可能な電波模擬システムの実現することにより、新たな無線システムの研究開発プロセスの加速化・コスト削減及び、自動走行・ドローン自律運転等の無線システムの導入・普及の加速化を通じた我が国の新産業の創出及び国際競争力強化が見込まれる。 よって、本研究開発には有効性があると認められる。
公平性	本研究開発等は、幅広い周波数帯について、無線システムの周波数帯・通信方式等を大規模かつ高精度で模擬可能な電波模擬システムの実現するものであるから、広く無線局免許人や無線通信の利用者の受益となる。 また、本研究開発等は、開示する基本計画に基づき広く提案公募を行い、提案者と利害関係を有しない複数の有識者により審査・選定する予定である。 よって、本研究開発には公平性があると認められる。
優先性	無線局数の増加が見込まれる中、無線システム間の高度な周波数共用などの周波数の稠密利用の検討は喫緊の課題であり、また、我が国の無線産業がグローバル市場への参画を継続するためには、共通的な検証・評価が可能な電波模擬システムを構築し、新たな無線システムの研究開発や技術試験を効率的かつ迅速に実施できるようにする必要である。 特に、今後、Beyond 5Gシステムの導入に向けて、各国がその主導権を獲得するために様々な技術検証に積極的に取り組むことが予想されるところ、成長戦略フォローアップ（令和元年6月21日閣議決定）においても、「Beyond 5Gの要素技術やその円滑かつ迅速な導入に必要となる実世界の電波伝搬を模擬的に再現する試験環境に関する研究開発を推進する」こととされており、我が国がBeyond 5Gシステムの開発や国際標準化に乗り遅れないためにも、本研究開発等を実施する必要がある。また、今後普及が予想される自動運転やドローン自律走行等についても、実環境では実施できない大規模・複雑な異種・同種システム間の干渉評価を行えるような技術基盤を早期に構築する必要がある。 よって、本研究開発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）

新たな無線システムの導入にあたっては、既存無線システムに電波干渉が生じることがないように、実試験やシミュレーションにより共用検討を実施した上で技術基準を定める必要がある。また、実試験を行うためには、実機の試作や免許取得などの手続きに時間・費用を要することに加えて、実試験による検討では特定の環境における評価しか行えず、試験結果の信頼性に限界がある

本研究開発等により、新たな無線システムの研究開発プロセスの加速化・コスト削減及び、自動走行・ドローン自律運転等の無線システムの導入・普及の加速化を通じた我が国の新産業の創出及び国際競争力強化が見込まれる。

よって、本研究開発等には必要性、有効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2年度予算において、「仮想空間における電波模擬システム技術の高度化」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

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和元年7月18日）において、本研究開発等の必要性、有効性、技術、実施体制及び予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、「電波伝搬特性の多様性だけでなく、伝送信号も包含した、汎用的かつ高精度な電波システム評価エミュレータの研究開発は、周波数共用の根拠となる評価の導出が現在より短くでき、かつ共用条件がより現実的なものになることが期待できるという点で、極めて重要である。」、「本研究開発は、電波エミュレータを開発し、無線システムの共用検討の効率的実現を目指すものであり必要性は高い。また、周波数利用の効率化に向けて国が早急に実施するに相応しい。」等の御意見を頂いており、本研究開発等を実施する必要性、効率性及び有効性等が確認された。このような有識者からの御意見を本評価書の作成に当たって活用した。

9 評価に使用した資料等

○成長戦略フォローアップ（令和元年6月21日閣議決定）

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/fu2019.pdf>

○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（令和元年6月14日閣議決定）

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190614/siryoul.pdf>

○電波利用料による研究開発等の評価に関する会合 ＜電波利用料＞

<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/index.htm>