

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 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）

多様なユースケースに対応するためのKa帯衛星の制御に関する研究開発

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、大学及び国立研究開発法人

・総事業費

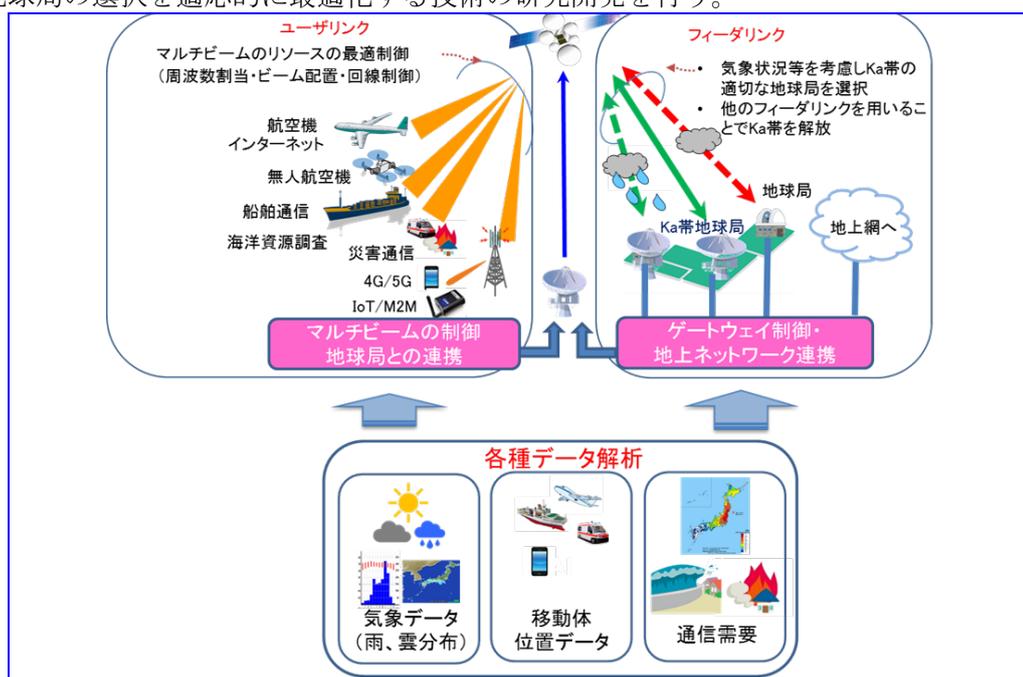
6,305百万円

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
1,227百万円	1,610百万円	1,455百万円	1,251百万円	762百万円	6,305百万円

当時、事前評価が必要であることの確認が不十分だったため当該評価は実施していない。現在は、評価対象事業に係るそうした確認不足等を防止するための周知徹底や複数課室による重層的な確認等の措置が講じられている。

・概要

フレキシビリティ化を実現し、衛星通信に対する多様なニーズに対応するため、各ユーザ側が用いている衛星端末システムとフレキシブルなHTS（High Throughput Satellite）衛星及びゲートウェイ地球局等の地上系システムからなる衛星通信システムが円滑に接続するとともに、ユーザ側のニーズや天候状況、及びそれらの変動を総合的に考慮して、各ビーム及び各ユーザ端末への帯域割当や、各ビームの形状・位置の変更によるエリアの制御、フィーダリンク及びゲートウェイ地球局の選択を適応的に最適化する技術の研究開発を行う。



技術の種類	技術の概要
衛星通信システムにおける衛星—地上接続技術	衛星通信と地上網との接続における TCP/IP 通信における実効伝送速度（実効スループット）の低下や、最悪の場合通信切断が発生し、エンド to エンドの適切な通信が出来ないという課題に対応するため、各種ニーズに対応した衛星通信システムにおける通信方式に関し、特にサービス品質において重要な、衛星回線と地上網の遅延時間の差や回線速度の差、衛星／地上（5G、IoT（Internet of Things）等）間の通信プロトコルの違いを考慮した QoS（Quality of Service）対策に資する衛星—地上接続方式（衛星システムと地上システムを途切れずに接続するための方式）の検討を行う。
予測技術を活用した衛星通信システムの運用計画作成技術	時々刻々と変化する通信需要及び回線条件、並びに衛星リソースの制御周期を考慮して適切に運用計画を立案しなければ、呼損の発生や、衛星リソースの余剰が発生し、ユーザに適切な通信サービスを提供できない可能性があるため、通信需要や天候などによる回線条件の変化をデータ解析に基づき予測を行い、ユーザリンク、フィーダリンクに関する衛星リソースを適切に割り当てる運用計画方式を検討する。加えて、「衛星のフルデジタル化」を踏まえた運用計画方式を考慮する。
衛星リソース制御技術及び総合評価	各種干渉を考慮した周波数配列の最適化を実現するデジタルチャネライザ及びデジタルビームフォーミング、フィーダリンクのリソース制御のための方式を検討し、リソース制御システムについて詳細設計を行い、その実証のために必要となるハード及びソフトからなるシステムを製作し、単体評価を実施する。 令和元年までの ETS-9（技術試験衛星 9 号機）の開発成果と、上記 2 件及び前記リソース制御システムを連携した、衛星そのもののシステム及び衛星通信のための地上系のシステム、一部の地上網を統合した総合実証環境の構築に資するための、総合評価の方式検討を行う。なお総合評価には、キャリブレーション技術（励振係数の補正技術）の評価も含まれる。

・スケジュール

各年度の成果又は実施内容を簡潔に記載すること。

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
衛星通信システムにおける衛星—地上接続技術	基本設計等		詳細設計	地上総合評価準備	有効性検証
予測技術を活用した衛星通信システムの運用計画作成技術	基本設計等			課題抽出／最適化等	有効性検証
衛星リソース制御技術及び総合評価	基本設計、詳細設計等				有効性検証
	方式検討等		地上総合評価環境の構築・評価		地上総合評価

(2) 達成目標

様々な通信要求に対応し、ビーム毎の周波数割り当てやビーム配置、地球局選択等の最適化を可能とする衛星通信システムの制御のための技術を確立することで、従来の衛星通信システムに比べ周波数利用効率を 2 倍に改善することで、周波数の有効利用に資する。

○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）
宇宙基本計画(平成 27 年 1 月 9 日宇宙開発)	「通信・放送衛星に関する技術革新を進め、最先端の技術を獲得・保有していくことは、我が国の安全保障及び宇宙産業の国際競争力の

戦略本部決定)	強化の双方の観点から重要である。このため、今後の情報通信技術の動向やニーズを把握した上で我が国として開発すべきミッション技術や衛星バス技術等を明確化し、技術試験衛星の打ち上げから国際展開に至るロードマップ、国際競争力に関する目標設定や今後の技術開発の在り方について検討を行い、平成 27 年度中に結論を得る。これを踏まえた新たな技術試験衛星を平成 33 年度（令和 3 年）をめどに打ち上げることを目指す」旨が記載されている。
宇宙基本計画工程表 （令和元年12月13日 宇宙開発戦略本部決定）	「技術試験衛星（9号機）の衛星バス及びミッション機器ともに詳細設計やプロトフライトモデル製作・試験、各種試験等を継続し、2022年度の打上げを目指す。その後、5G・IoT等の地上システムと連携した次世代ハイスループット衛星の実現のための実証実験等を行う。」旨が記載されている。
宇宙基本計画工程表 （令和2年12月15日 宇宙開発戦略本部決定）	産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化において、「衛星開発等を巡る国際競争が激化する中、我が国の競争力強化が急務であり、衛星開発・実証プラットフォームの推進体制を2020年度内に構築。各衛星開発・実証プロジェクト（衛星光通信、衛星量子暗号通信、衛星のフルデジタル化等）を効果的・効率的に推進。」旨の記載されている。また、2020年度末までの取組状況・実績の記載の中に、「技術試験衛星（9号機）の開発では、2023年度の打上げに向けて」という記載があり、打ち上げ年度が2023年度に変更された。
宇宙基本計画工程表 （令和3年12月28日 宇宙開発戦略本部決定）	「産業競争力の強化を目指し、技術試験衛星9号機について、フルデジタル通信ペイロードの搭載を踏まえて詳細設計、維持設計を行い、プロトフライトモデルの製作・試験等を継続し、2023年度の打上げを目指す。その後、5G・IoT等の地上システムと連携した次世代ハイスループット衛星実現のための実証実験を行う。」旨が記載されている。
宇宙基本計画工程表 （令和4年12月23日 宇宙開発戦略本部決定）	「技術試験衛星9号機の開発では、2025年度の打上げに向けて、詳細設計、エンジニアリングモデル・プロトフライトモデルの製作・試験等を実施した。」「5G・IoT等の地上システムと連携する、次世代静止通信衛星の実現に向けて、フルデジタル通信ペイロード、固定ビーム及び可変ビームを搭載した技術試験衛星9号機の維持設計を継続する。」旨が記載されている。
宇宙基本計画工程表 （令和6年12月24日 宇宙開発戦略本部決定）	「フルデジタル通信ペイロード、固定ビーム及び可変ビームを搭載した技術試験衛星9号機を2025年度以降の打上げを目指して、維持設計及びプロトフライトモデルの製作・試験等を継続するとともに、打上げ後の海外展開を含めた実装を着実に進め、当該分野における国際競争力強化を図っていく。」「打上げ時期については、開発状況等を踏まえて今後検討。」との旨が記載されている。
統合イノベーション 戦略2019(令和元年6 月21日閣議決定)	「国際競争力強化を目指したH3ロケットの開発、情報収集衛星の機数増及び機能保証強化、先進光学・レーダ衛星の開発、技術試験衛星の開発等を行う。」旨が記載されている。
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31日）	「衛星及び地球上のネットワークがシームレスに連携した基盤が実現する」旨が記載されている。
宙を拓くタスクフォ ース 報告書（令和元 年6月7日）	「衛星通信技術の高度化等」について記載されている。
宇宙技術戦略(令和6 年度改訂)(令和7年	「大容量で柔軟な通信を提供するためのペイロードの高度化」について、「衛星の打上げ後に軌道上でソフトウェアを書き換えることに

3月25日)	より、機能の変更が可能で通信ニーズの変化に対応が可能なデジタル通信ペイロードの需要が大半となってきたこと、「我が国では、これまでフルデジタル通信ペイロード、固定・可変ビームを開発してきており、これらを搭載した ETS-9 の打上げを目指して取組を進めている。」こと等が記載されている。
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(3) 目標の達成状況

5年間の研究開発を通じて、フレキシブルな衛星通信機器の通信リソース配分を最適化するための制御技術の確立を目的とした各要素技術について、当初の目標どおり達成することができた。

具体的には、課題アの衛星通信システムにおける衛星-地上接続技術は、衛星回線と地上回線の差を考慮した新たな衛星-地上接続方式を開発しシミュレーション及び疑似衛星局・エミュレータによる接続試験により有効性を確認し、目標を達成した。

課題イの予測技術を活用した衛星通信システムの運用計画作成技術は、フレキシビリティを有する衛星リソースを適切に割り当てる衛星リソース割当方式や AI 技術を活用した衛星リソース制御方式の数理モデル、通信需要・回線条件の予測技術、衛星システム制御機能を開発し周波数利用効率を2倍以上改善可能であることをシミュレーションにより確認し、目標を達成した。

課題ウの衛星リソース制御技術及び総合評価は、フレキシビリティを有する衛星リソースを適切に制御する方式を開発し、各衛星通信サブシステムの実証実験方式を検討し、地上検証・衛星搭載及び性能試験により実証環境の構築を実施し、また、衛星通信システム全体の総合評価として地上総合評価を行い、疑似衛星局を用いたシナリオ評価により周波数利用効率が改善することを機能的に確認し、課題イのシミュレーションと上記の評価結果により、周波数利用効率の目標を平均で2.0倍、最大で6.6倍の改善効果を確認しており、目標を上回って達成した。

これにより、ETS-9 を利用した軌道上実証を実施するために必要な地上系システムを運用・評価できる環境を構築できる目途が得られたため、目標を達成した。

技術の種類	目標の達成状況
課題ア 衛星通信システムにおける衛星-地上接続技術	<ul style="list-style-type: none"> 衛星回線と地上回線の差を考慮した新たな衛星-地上接続方式を開発（NTN スライスや QI マッピングの提案、QoS 制御可能なネットワークスライシング方式の提案等）した。 シミュレーション及び疑似衛星局・エミュレータによる接続試験により有効性を確認した。
課題イ 予測技術を活用した衛星通信システムの運用計画作成技術	<ul style="list-style-type: none"> フレキシビリティを有する衛星リソースを適切に割り当てる衛星リソース割当方式を提案し、これを実装するネットワーク管制装置の運用計画作成機能を開発し、有効性を確認した。 AI 技術を活用した衛星リソース制御方式の数理モデルを構築し、周波数利用効率に与える影響評価を完了した。 通信需要・回線条件の変化をデータ解析に基づき予測する技術を開発し、予測値を運用計画作成機能へと受け渡す気象状況予測サブシステム・移動体需要予測サブシステムを実装・評価し、サブシステムの有効性を確認した。 衛星通信システム制御機能を開発し、運用計画作成機能との接続評価により衛星リソースを適切に割り当てる運用計画方式を確立した。 周波数利用効率を2倍以上改善可能であることをシミュレーションにより確認した。
課題ウ 衛星リソース制御技術及び総合評価	<ul style="list-style-type: none"> フレキシビリティを有する衛星リソースを適切に制御する方式を開発し、H/W 開発による単体評価、接続評価により有効性を確認した。 実証実験方式を検討し、実証環境を構築するために地上設備を整備し、また国際周波数調整を実施し、衛星軌道・周波数の確保を実施した。 衛星通信システム全体の総合評価として、地上総合評価を行い、衛星搭載機器による評価（キャリブレーション技術評価を含む）、及び疑似衛星局を用いたシナリオ評価により、フィーダリンク・ユーザリンクの周波数利用効率が改善することを機能的に確認。課題アの衛星-地上接続方式の成果は疑似衛星局を使用した検証を実施し動作を確認。課題イの成果を取り込んだ NOC~SOC のハードウェア接続評価を実施し、運用計画から衛星中継器制御コマンド生成までの動作を確認した。 課題イのシミュレーション及び上記の評価結果により、周波数利用効率を2倍以上改善可能であることを確認した。

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、達成状況に加え、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、「電波利用料による研究開発等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。

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出願・取得、論文・研究発表の実績から、フレキシブルな衛星通信機器の通信リソース配分を最適化するための制御技術を確立しており、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
査読付き誌上発表論文数	0件（0件）	3件（3件）	2件（2件）
査読付き口頭発表論文数 （印刷物を含む）	2件（2件）	7件（7件）	5件（5件）
その他の誌上発表数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
口頭発表数	18件（1件）	20件（2件）	24件（4件）
特許出願数	5件（0件）	6件（0件）	6件（2件）
特許取得数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
国際標準提案数	0件（0件）	2件（2件）	1件（1件）
国際標準獲得数	0件（0件）	0件（0件）	1件（1件）
受賞数	0件（0件）	1件（1件）	0件（0件）
報道発表数	1件（0件）	1件（0件）	0件（0件）
報道掲載数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）

主な指標	令和5年度	令和6年度	合計
査読付き誌上発表論文数	2件（2件）	2件（2件）	9件（9件）
査読付き口頭発表論文数 （印刷物を含む）	4件（4件）	0件（0件）	18件（18件）
その他の誌上発表数	2件（0件）	0件（0件）	2件（0件）
口頭発表数	29件（0件）	28件（2件）	119件（9件）
特許出願数	6件（2件）	5件（3件）	28件（7件）
特許取得数	5件（0件）	5件（0件）	10件（0件）
国際標準提案数	2件（2件）	0件（0件）	5件（5件）
国際標準獲得数	0件（0件）	1件（1件）	2件（2件）
受賞数	3件（2件）	1件（0件）	5件（3件）
報道発表数	3件（1件）	1件（0件）	6件（1件）
報道掲載数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0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:「その他の誌上发表数」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	<p>欧米では、ブロードバンド環境を提供しつつ周波数のひっ迫状況に対応するため、ハイスループット衛星(High Throughput Satellite:HTS)と呼ばれる通信容量の大容量化を狙った衛星通信システムの開発が進んでいる。HTSは広帯域を確保可能なKa帯以上の周波数帯の利用、100ビーム級のマルチビーム構成による高い周波数利用効率、複数ゲートウェイ地球局の利用によって大容量化を実現する。しかしながら、Ka帯においては近年、固定通信や移動通信などの地上回線と衛星回線の双方での利用が進み、周波数のひっ迫により、周波数の効率的な運用や他のシステムとの共用が求められている。</p> <p>限られた周波数の中でこれらを有効に機能させるためには、衛星通信システムとして、5G網やIoT網などへの接続に対応した衛星通信システムであると同時に、ユースケース毎のニーズやその変動、電波伝搬状況などを総合的に考慮して、各ビームの周波数帯域の幅、及び各ユーザ端末への帯域割当、各ビームの形状・位置の制御、フィードリンク及びゲートウェイ地球局の選択などを最適化し、衛星に割り当てられた周波数を有効に利用する必要がある。</p> <p>よって、本研究開発には必要性があったと認められる。</p>
効率性	<p>本研究開発の実施に当たっては、衛星搭載中継器制御技術に関するこれまでの要素技術研究の成果と本研究開発内で開発した評価環境を最大限に活用して効果的に研究開発及び実証等を実施した。また、研究開発成果は宇宙科学技術連合講演会にてオーガナイズドセッションを組み、各課題を総合的に報告し、また展示会等において広く来場者からの意見等をうかがい、さらに標準化などの最新情報を調査しながら研究開発を推進したことにより、投資に対して最大限の効果が得られた。</p> <p>実施期間中には受託各社が関連事項に関し、インタフェース管理文書などを作成するなど進捗状況や課題を調整・共有し、外部の有識者と受託者から構成される運営委員会から、研究の進捗状況や今後の進め方等について助言を受けるなど、効率的な研究開発の実施に向けた情報交換が積極的に行われた。</p> <p>さらに、衛星搭載中継器及び制御技術あるいは衛星回線品質に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する企業、大学、研究者等のノウハウを積極的に活用することにより、各社がそれぞれ得意な分野を担当し、効率的に研究開発がすすめられた。</p> <p>また、経費の執行においては、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、効率的に実施した。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があったと認められる。</p>
有効性	<p>本研究開発によってフレキシブルな衛星通信機器の通信リソース配分を最適化するための制御技術を確立したことにより、衛星通信を活用した多様なユースケースの需要に応えるために必要不可欠となる衛星通信システムの制御技術が実現した。このことから、今後普及が見込まれる地上系のモバイル通信網のエリア外のブロードバンド通信やIoT通信、5G等のモバイル通信と連携した通信サービスなどの多様なユースケースに対応可能なブロードバンド衛星通信システムの普及に寄与することができた。</p> <p>また、フレキシブルなリソース配分を実現する衛星通信システムは非常災害時の地上系通信の補完や緊急通信システムによる利用等の通信需要の急激な増大にも対応可能なシステムであり、非常災害時に際して強靱な衛星通信システムの普及にも寄与することが期待できる。</p> <p>本技術の確立は、今後利用が広がっていく海域や上空、宇宙空間までの三次元の領域におけるブロードバンド環境を実現するため、静止衛星や非静止衛星、高高度プラットフォーム(HAPS)等が連携して複数の軌道により多層化されたマルチオービット通信システムの普及にも寄与することが期待できる。</p>

	<p>さらに「NTNを含む複数の通信システム間の相互接続に関する APT 新報告」には、本研究開発の成果である地上基地局と衛星ネットワーク間の接続技術の開発やデジタルビームフォーミング (DBF) やソフトウェア定義無線 (SDR) による通信最適化技術が反映された。これら成果の活用により、アジア太平洋地域におけるデジタルデバイドの解消や、災害時発生時の迅速な情報伝達と救援活動の向上、さらにはスマート農業化による作業の効率化と生産性向上に利用できるものと期待される。また、本報告書を契機として、ITU-R や 3GPP などの標準化団体での衛星・地上ネットワーク統合に関する議論の活発化や、2027 年に開催予定の世界無線通信会議 (WRC-27) へ有意な影響を与えることが期待される。特に本研究開発成果を含む上記の APT 新報告の完成を契機として、APT/AWG においては Ka 帯を含む衛星通信及び非地上系ネットワーク (NTN) の活用の議題が多数開始され、議論が活発化した。</p> <p>また、過年度開発済みの ETS-9 の固定・可変ビーム、及び本研究開発の成果の一部が反映された固定・可変ビームのリソース制御を行う固定・可変 SOC/NOC、フルデジタル通信パイロード (FDP) のリソース制御を行う DPRM について、軌道上実証に向けた開発・評価 (地上総合評価を含む地上実証) を進めることにより、我が国の宇宙産業の国際競争力強化、及び研究開発成果の実用化に向けた道筋を形成した。実用通信衛星の提案活動を継続・推進するにあたり、ETS-9 のこれまでの地上実証における開発・評価成果に加えて、軌道上実証の実績が重要であるため、FDP と固定ビームの組み合わせによる軌道上実証及び運用実績を獲得し、我が国として通信事業者 (オペレータ) 等に十分に訴求可能な提案活動を進め、実用通信衛星の受注展開に寄与することが期待される。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があったと認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発の成果を基に衛星 5G/Beyond5G 連携技術やユースケースの実証に活用されることで、離島、海上、山間部のような地上系システムでカバーできない地域での利用が進み、また、自然災害をはじめとする非常時等に備えた地上系ネットワークの冗長性の確保にも有効であるので広く国民の利益になるものである。</p> <p>また、本研究開発は NTN の国際標準化に貢献しており、周波数資源の利用効率の向上とともに、次世代の通信インフラの普及促進に大きく寄与するものであることから、広く無線局免許人や無線通信の利用者の利益となる。</p> <p>また、本研究開発の実施に当たっては、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・選定した。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があったと認められる。</p>
優先性	<p>2030 年代に実現を目指している次世代の通信技術である Beyond 5G は開発競争が年々激化している。Beyond 5G は従来からの陸・海・空に加え宇宙を含めた領域をシームレスにつなぐ環境が想定されており、我が国が開発競争に遅れることなく非地上系ネットワーク (NTN) について、世界に先駆けて開発・実装・利活用を一体的に進めていく必要がある。</p> <p>本研究開発の成果は、ネットワークが整備されていない遠隔地に加え、ドローンや空飛ぶ車等の飛行体への通信サービスの提供など多様な通信サービスの実現や、地政学リスクや災害リスクに備えた強靱なネットワークの実現に資するものであり、次世代通信インフラの構築に向けた取り組みの一環として優先的に取り組む必要がある。加えて現在 Ka 帯は固定通信や移動通信などの地上回線と衛星回線の双方での利用が進んでいることから、周波数の効率的な運用や他のシステムとの共用を優先的に進めていく必要がある。</p> <p>また、静止軌道における衛星の調達においては、衛星通信需要が多様化していることや、需要の変化の不確実性が増大していることから、衛星の打上げ後に軌道上でソフトウェアを書き換えることにより、機能の変更が可能で通信ニーズの変化に対応が可能なデジタル通信パイロードの需要が大半となってきた。このため我が国では、これまでフルデジタル通信パイロード、固定・可変ビームを開発してきており、これらを搭載した ETS-9 の打上げを目指して取組みを進めているところである。この技術は、安全保障を含めた通信の抗たん性強化にも資するものであり、将来、通信衛星市場において競争力の一端を担うことが想定されることから、これらに係る研究開発を着実に進めることは重要である。</p> <p>本研究開発は衛星のデジタル化・フレキシブル化に対応するための制御の高度化を実現する地上システム技術の研究開発を担うものであり、ETS-9 打上げ後の海外展開を含めた実装を着実に進め、当該分野における国際競争力強化に欠かせない取り組みである。</p> <p>よって、本研究開発には、優先性があったと認められる。</p>

5 政策評価の結果 (総合評価)

周波数のひっ迫状況に対応するため、ハイスループット衛星と呼ばれる通信容量の大容量化を狙った衛星通信システムの実現への期待が高まっている中、Ka 帯においては近年、固定通信や移動通信などの地上回線と衛星回線の双方での利用が進み、周波数の効率的な運用や他のシステムとの共用が求められている。本研究開発により、衛星通信システムの周波数の効率的な利用並びに Ka 帯の高い周波数への移行を促進する通信手段の一つとして衛星通信システムが活用されることに寄与すること

ができ、本研究開発には必要性があったと認められる。

本研究開発により、上空や海域、宇宙における活動領域におけるブロードバンド環境や地上のエリア外の通信ニーズ、大規模災害時における通信ニーズなどに応えるブロードバンド衛星通信システムの普及に寄与することができ、目標を達成できた。

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。

<今後の課題及び取り組みの方向性>

本研究開発成果の軌道上実証により、衛星通信システムによる多様なユースケースの普及促進や本技術の運用実績の獲得による受注展開への寄与が期待されることから、今後は、ETS-9 による軌道上実証を目指して取り組みを進めていく。

6 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7年6月20日）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、外部有識者から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。

- ・ ETS-9 を利用した軌道上実証実験による総合評価を行うことを念頭において、打上げ前の地上総合評価により、衛星 5G 連携、変化する通信需要／回線条件に対応した AI を活用した予測による時間軸上で適切な割り当てなど、フレキシビリティ機能を有する HTS のリソースの最適な制御技術を確立しており、到達目標は十分に達成されたと思われる。
- ・ 予測技術を活用した運用計画作成技術では、AI による需要・回線条件予測サブシステムと運用計画立案技術を確立し、周波数利用効率の改善（平均 2 倍以上）を実証した。さらに、衛星リソース制御技術の開発と地上総合評価も完了しており、各サブシステムの地上検証や衛星システムへの組み込みも順調に進んでいる。これらの成果は、次世代衛星通信の実現に向けた重要な進展である。

7 評価に使用した資料等

- 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31日）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000624358.pdf
- 宙を拓くタスクフォース 報告書（令和元年6月7日）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000624305.pdf
- 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 閣議決定）
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>
- 統合イノベーション戦略 2023（令和5年6月9日 閣議決定）
https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2023_honbun.pdf
- 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
- 電波資源拡大のための研究開発の適正な実施のための評価体制
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/index.htm>
- 宇宙技術戦略（令和6年度改訂）（令和7年3月25日 内閣府宇宙開発戦略推進事務局）
https://www8.cao.go.jp/space/gijutu/honbun_20250325.pdf