

令和5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 基幹・衛星移動通信課

評価年月：令和5年8月

1 政策（研究開発名称）

低軌道衛星と地上端末直接通信における周波数共用を可能とするナローマルチビーム形成技術の研究開発

2 達成目標等

（1）達成目標

低軌道に多数の衛星を打ち上げ一体的に運用する「衛星コンステレーション」を活用した衛星通信は、離島、海上、山間部等を効率的にカバーし、自然災害をはじめとする非常時等に備えたネットワークの冗長性を確保する手段として広く世界で利用が進んでおり、更なる高度化も図られている。特に、地上系ネットワークと同じ周波数帯を使用したスマートフォン等の地上端末と衛星との直接通信は、全土をカバーするブロードバンド・インフラを実現するとともに、一般に普及している既存端末を用いて災害時も使用できる通信手段の提供を可能とするものとして実現が期待されているところである。

このように、衛星コンステレーションの利用は今後一層拡大していくことが想定される一方で、衛星コンステレーションを活用した衛星通信は、衛星の数やカバーエリアの大きさから、地上・宇宙の各無線システムに与える影響も大きく、低軌道衛星と地上端末との直接通信の実現には、干渉を抑制して周波数を効率的に利用していくことが課題となっている。

このため、本研究開発では、アンテナ素子を搭載した複数の超小型衛星をクラスタ化して構成する大口径のフェーズドアレイアンテナ（注）により任意の方向や範囲に対して複数の電波の送受を可能とすることで、地上系と衛星系のネットワークで周波数共用を可能とする技術を確立し、低軌道衛星と地上端末の直接通信の実現に寄与するとともに、周波数の有効利用の一層の向上に資することを目標とする。

注 複数の空中線、位相器、増幅器等を用いて一又は複数の指向性を持つビームパターンを形成し、制御する技術を有するアンテナ

（2）事後評価の予定時期

令和9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6年度～令和8年度（3か年）

・想定している実施主体

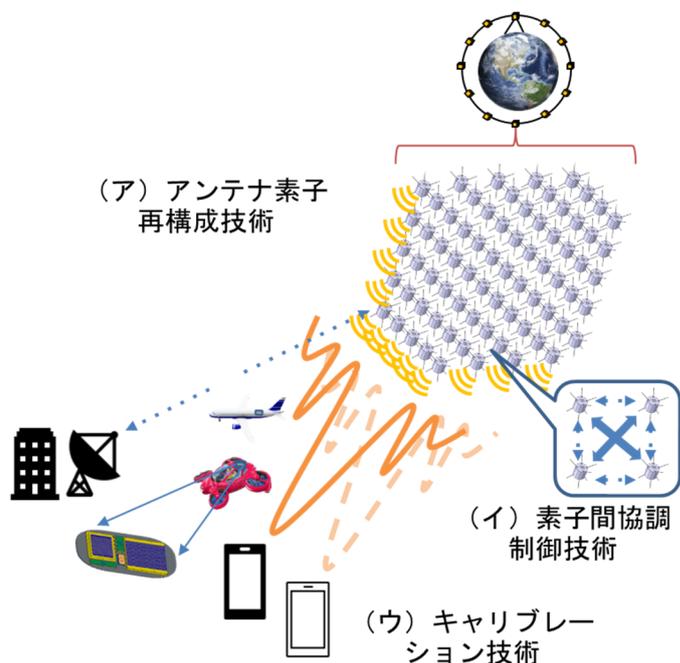
民間企業、大学、国立研究開発法人等

・概要

低軌道衛星と地上端末の直接通信において、アンテナ素子を搭載した複数の超小型衛星をクラス

タ化することで構成される大口径フェーズドアレイアンテナにより任意の方向や範囲に対して複数の電波の送受を可能とすることで、地上系と衛星系のネットワークで周波数共用を可能とする技術を確認するため、以下の技術課題に取り組む。

・ 研究開発概要図



技術の種類	技術の概要
(ア) アンテナ素子再構成技術	複数の低軌道衛星に搭載されたアンテナ素子の位置を制御してフェーズドアレイアンテナを構成し、地上系ネットワークとの干渉を抑制して地上系と衛星系で周波数の共用を可能とするアンテナ素子再構成技術を確認する。
(イ) 素子間協調制御技術	複数のアンテナ素子の振幅・位相等を協調して制御し、全体として一つのフェーズドアレイアンテナとして動作させ、任意の方向や範囲に対して複数の電波の送受（ナローマルチビーム）を可能とする素子間協調制御技術を確認する。
(ウ) キャリブレーション技術	各アンテナ素子から振幅・位相等に関する情報を収集して誤差を補正し、フェーズドアレイアンテナを構成するアンテナ素子全体を同期させるキャリブレーション技術を確認する。

・スケジュール

技術の種類	令和6年度	令和7年度	令和8年度
(ア) アンテナ素子再構成技術	全体システム基本設計 →	アンテナ素子モジュール開発 →	全体システム統合検証 →
(イ) 素子間協調制御技術	アンテナ素子基本設計 →	アンテナ素子開発 →	アンテナパターン検証 →
(ウ) キャリブレーション技術	キャリブレーションシステム基本設計 →	キャリブレーションモジュール開発 →	キャリブレーションシステム検証 →

・総事業費(予定)

約12.0億円 (うち、令和6年度概算要求額 4.0億円)

(2) 研究開発の必要性及び背景

携帯電話は、令和5年3月時点で契約数が約2.1億に達し、そのトラフィックは1年で1.2倍に増加する等、通信インフラとして国民の間で広く利用されており、人口カバー率はおおむね99.9%を達成している。一方で、面積カバー率は最大でも約7割にとどまっており、利用者の利便性向上や安全・安心の観点から非居住地域についても通信環境を整備していくことが求められているところ、離島、海上、山間部等の効率的なカバーや自然災害をはじめとする非常時等に備えたネットワークの冗長性の確保に有用である非地上系ネットワーク (NTN: Non-Terrestrial Network) の推進が重要な課題となっている。

NTN の一種である衛星通信は、地上系ネットワークが整備されていない地域や自然災害等で通信インフラに被害があった地域での重要な通信手段として従前から利用されてきたところであるが、近年、中・低軌道に多数の衛星を打ち上げ一体的に運用する衛星コンステレーションによって高速大容量通信等の高度なサービスを提供することが可能となったことから、我が国を含めて世界で利用が進んでおり、更なる高度化も図られている。特に、地上系ネットワークと同じ周波数帯を使用したスマートフォン等の地上端末による衛星との直接通信は、全土をカバーするブロードバンド・インフラを実現するとともに、一般に普及している既存端末を用いて災害時も使用できる通信手段の提供を可能とするものとして期待されているところである。一方で、衛星コンステレーションを活用した衛星通信は、衛星の数やカバーエリアの大きさから、地上・宇宙の各無線システムに与える影響も大きく、低軌道衛星と地上端末との直接通信の実現には、干渉を抑制して周波数を効率的に利用し、地上系と衛星系のネットワークの周波数共用を可能とする必要がある。

(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）
<p>新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 2023改訂版 (令和5年6月16日 閣議決定)</p>	<p>IV. GX・DX等への投資 5. DX (2) ポスト5G、6Gの実現 また、<u>衛星通信</u>や、HAPS（高高度プラットフォーム）を活用した成層圏からの通信により、従来のネットワークが届かない空、海、離島、山間部等も含めて広範囲の通信を可能とする非地上系ネットワーク（NTN）の早期実装を図るため、研究開発の加速化、実用化、海外展開を促進する。</p> <p>X. 個別分野の取組 1. 宇宙 防災・減災等に貢献するため、<u>官民連携の下、多数の小型合成開口レーダー（SAR）衛星が連携するコンステレーションを2025年までに構築すべく、実証事業の推進や次世代技術等の開発・実証を推進する。</u>また、次期静止気象衛星について着実に整備を進める。さらに、宇宙光通信ネットワーク、衛星量子暗号通信等の次世代技術が2030年頃に社会実装できるよう開発・実証を推進する。</p>
<p>宇宙基本計画 (令和5年6月13日 閣議決定)</p>	<p>4. 宇宙政策に関する具体的アプローチ (2) 国土強靱化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現に向けた具体的アプローチ (a) 次世代通信サービス 【Beyond5G 時代を見据えた次世代通信技術開発・実証支援】 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を見据え世界の開発競争が激化している中、<u>陸・海・空さらには宇宙をシームレスにつなぐために、我が国が非地上系ネットワーク（NTN）を世界に先駆けて開発・実装・利活用を一体的に進めていく。</u>それにより、<u>現在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を目指していく。</u> これらを実現する基盤となる技術について、フルデジタルを始めとしたSDS技術、通信衛星とIoTの連携、Beyond5G/NTN関係の技術、衛星光通信技術等に関連する<u>国産の技術開発・実証、通信衛星バスの小型化・低廉化を強力に推進し、必要な海外展開支援も実施していく。</u>なお、海外展開の際には、<u>衛星通信技術のデュアルユース性を念頭に、官民による市場開拓等、効果的な支援を実施していく。</u> また、<u>非地上系ネットワーク（NTN）は、離島、海上、山間部等の効率的なカバーや自然災害を始めとする非常時等に備えたネットワークの冗長性の確保に有用であることから、前述の関連技術の開発・実証支援を推進するとともに、関連する制度整備を進めるなど、サービスの導入促進のための取組を推進する。</u></p>
<p>国土強靱化基本計画 (令和5年7月28日 閣議決定)</p>	<p>第3章 国土強靱化の推進方針 2 施策分野ごとの国土強靱化の推進方針 (6) 情報通信 ④ 大規模災害時等の非常事態への対処として、電気通信事業者間の連携・協力による緊急通報の事業者間ローミングの実現に向けた検討を進めるとともに、通信サービスが途絶した場合における迅速な応急復旧のための国・地方公共団体・通信事業者等が連携した訓練の実施、高高度プラットフォーム（HAPS）や<u>衛星通信等の非地上系ネットワーク（NTN）を含む多様な通信手段の確保、現実のネットワークの特性等を反映したデジタルモデルを用いたインターネット特有の脆弱性への対策案の検討等を進める。</u>【総務省、その他関係府省庁】</p>
<p>デジタル田園都市国家インフラ整備計画（改訂版） (令和5年4月25日 総務省)</p>	<p>第2章 整備方針・具体的施策等 2-4 非地上系ネットワーク（NTN） (3) 具体的施策 ②衛星通信 ITU（国際電気通信連合）が定めるRR（無線通信規則）に基づく国際周波数調整</p>

	<p>を通じ、他国との調和を図りつつ、我が国の衛星通信網の周波数の確保に取り組みとともに、携帯電話との直接通信等の新たなサービスについて、他システムとの周波数共用や国際的な動向を踏まえつつ、その円滑な導入のために必要な制度整備を進める。</p> <p>また、<u>将来の我が国独自の通信衛星コンステレーションの構築に向け、宇宙安全保障構想や宇宙基本計画など政府全体の方針を踏まえ、今後展開が見込まれるサービスコンセプト及びそれを支えるための通信技術について調査・検討を行い、それらに基づき、構築に向けた事業を計画する民間の取組への支援の検討を進める。</u></p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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5年7月20日）において、研究開発の必要性、有効性、研究開発期間の妥当性、技術課題・達成目標の明確性、予算額の妥当性、総合的にみた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	<p>本研究開発は、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としており、効率的に研究開発を推進することが期待されるため、投資に対して最大の効果が見込まれる。また、研究開発実施の各段階において、外部専門家・外部有識者から構成される評価会において外部評価を行い、事業の改善を図っていくこととしている。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があると認められる。</p>
有効性	<p>低軌道衛星と地上端末直接通信における周波数共用を可能とするナローマルチビーム形成技術を確立することによって、地上系と衛星系の効率的な周波数利用が可能となり、全土をカバーできるブロードバンド・インフラの実現や、一般に普及している既存端末を用いて災害時も使用できる通信手段の実現等に寄与する。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があると認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発の成果は、衛星通信の利用を容易とし、利用者の利便性向上や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つながる等、広く国民の利益になることが見込まれる。</p> <p>また、本研究開発の実施に当たっては、技術課題や到達目標を示した基本計画に基づき広く提案公募を行い、外部専門家・外部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こととしている。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があると認められる。</p>
優先性	<p>衛星通信等の非地上系ネットワーク（NTN）は、宇宙基本計画において、離島、海上、山間部等の効率的なカバーや自然災害を始めとする非常時等に備えたネットワークの冗長性の確保に有用であり、関連技術の開発・実証支援を推進するとされる等、各政府戦略において重要課題として掲げられている。</p> <p>また、米国、欧州、中国等が衛星コンステレーションの構築を進める中で、我が国がグローバルな通信市場において競争力を確保するためには我が国独自の技術を確立し、その普及を図ることが必</p>

要不可欠であることから、研究開発を速やかに進める必要がある。
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）

本研究開発は、地上系と衛星系のネットワークで周波数共用を可能とする技術を確立し、低軌道衛星と地上端末の直接通信の実現に寄与するとともに、周波数の有効利用の一層の向上に資することを目標とするものであり、その推進は各政府戦略においても重要課題として掲げられている。また、本研究開発の成果は、衛星通信の利用を容易とし、利用者の利便性向上や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つながる等、広く国民の利益になることが見込まれる。

加えて、米国、欧州、中国等が衛星コンステレーションの構築を進める中で、我が国がグローバルな通信市場において競争力を確保するためには我が国独自の技術を確立し、その普及を図ることが必要不可欠であることから、研究開発を速やかに進める必要がある。

よって、本研究開発には必要性、効率性、有効性、公平性及び優先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6年度予算において、「低軌道衛星と地上端末直接通信における周波数共用を可能とするナローマルチビーム形成技術の研究開発」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

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和5年7月20日）において、研究開発の必要性、研究開発期間の妥当性、技術課題・達成目標の明確性、予算額の妥当性、総合的にみた研究開発の有益性等の観点から外部評価を受け、「NTNにおいて、セル半径の縮小と容量拡大は解決すべき重要課題であり、複数衛星アンテナのクラスタ化を用いた大口径フェーズドアレイアンテナシステムにより実現を目指す本研究開発は、重要かつ早急に取り組むべきチャレンジングな提案である」、「衛星通信において既存の携帯電話による直接通信サービスへの期待が高まっており、研究開発の必要性は高く、総合的に見て本研究開発は有益である」等の評価を得た。これにより、本研究開発の必要性等を確認するとともに、同評価結果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

- 新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画2023改訂版（令和5年6月16日 閣議決定）
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/pdf/ap2023.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
- 国土強靱化基本計画（令和5年7月28日 閣議決定）
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kk-honbun-r057028.pdf
- デジタル田園都市国家インフラ整備計画（改訂版）（令和5年4月25日 総務省）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000877891.pdf
- 電波利用料による研究開発等の評価に関する会合
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/index.htm>