

採 択 番 号 01501

研究開発課題名 NTN ノードのネットワーク化技術開発とカバレッジ拡張ユースケースのシステム開発・実証

(1) 研究開発の目的

Beyond 5G 時代における NTN (Non-Terrestrial Network) による地上モバイルネットワークのカバレッジエリアの拡張にあたっては、衛星・HAPS・移動体等の NTN を構成する様々な特徴を持つ NTN ノードと地上携帯網とを多層的かつ柔軟に接続するネットワーク化技術の研究開発が重要となる。

NTN ノードのネットワーク化においては、上述の特徴の他、アプリケーションやコンテンツなどの要求や、地上モバイルネットワークと NTN ノード、あるいは NTN ノード間の接続状態の変化などに応じた個々の接続制御技術、遅延吸収や輻輳回避などの通信経路の最適化制御技術、または信頼性向上や高帯域化のための冗長化制御技術など、柔軟で可用性の高いネットワーク接続制御と、それらを統合した制御基盤技術を開発する必要がある。

併せて、開発した制御技術により実際に地上携帯網と連携・統合して拡張されたモバイルネットワークのカバレッジ内において想定する典型的なユースケースシステムを開発し、NTN ノードのネットワーク化技術ならびにユースケースを実証することを目的とする。

(2) 研究開発期間

令和 3 年度から令和 4 年度 (2 年間)

(3) 受託者

スカパーJSAT 株式会社<代表研究者>
日本電信電話株式会社
株式会社NTTドコモ
パナソニック ホールディングス株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 3 年度から令和 4 年度までの総額 990 百万円 (令和 4 年度 681 百万円)
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 NTN ノードのネットワーク化技術

- 1-a) B5G 網と連携した NTN ノードネットワークの全体設計及び統合実証試験
(スカパーJSAT 株式会社、日本電信電話株式会社、株式会社NTTドコモ、パナソニック ホールディングス株式会社)
- 1-b) NTN ノード間のネットワーク制御技術
(日本電信電話株式会社、株式会社NTTドコモ、スカパーJSAT 株式会社)
- 1-c) NTN ノード間 (HAPS 等) の接続技術
(スカパーJSAT 株式会社、日本電信電話株式会社)

研究開発項目 2 カバレッジ拡張ユースケースシステムの開発と実証

- 2-a) 高高度プラットフォームに広域ロボティクスに対応した MEC を実装した小型船舶航行安全システムの開発
(スカパーJSAT 株式会社、株式会社NTTドコモ)
- 2-b) 上空の移動体搭載基地局向けバックホール回線用の HAPS/衛星追尾アンテナ開発
(パナソニック ホールディングス株式会社、スカパーJSAT 株式会社)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	3	3
	外国出願	6	4
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	22	15
	標準化提案・採択	4	4
	プレスリリース・報道	1	0
	展示会	6	4
	受賞・表彰	1	1

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1： NTN ノードのネットワーク化技術

研究開発年度2年目の令和4年度における研究開発項目1の各課題の実施内容と成果については、下記の通りであり、何れの課題も中間目標を達成することが出来、またステージゲート評価において総合評価Aの評価結果を得た。

1-a) B5G 網と連携した NTN ノードネットワークの全体設計及び統合実証試験

NTN の全体ネットワーク構成について、昨年度より継続して衛星または HAPS 等の NTN プラットホームの基本特性の整理、地上 5G 網との接続方式の整理と通信帯域幅や遅延時間などの通信特性、使用周波数・光の伝搬路特性に関する課題整理を継続し昨年度検討の更新を行ったほか、3GPP 等の検討状況の調査を継続し、取り纏めを行った。また取り纏めた情報をベースに、NTN ノードネットワークの全体構成及び NTN 統合制御機能仕様の検討を行い、基本設計検討を完了した。また外部動向を踏まえた NTN ノードネットワーク実現に向けた段階的展開シナリオを検討したほか、NTN における稼働率の定義や稼働率低下の原因などの検討を課題 1-b) と共同で実施した。

2024 年度に計画している統合実証試験について、昨年度に整理した試験目的、確認項目、課題の洗い出しやスケジュール確認等の整理に基づき、各課題との連携を図り統合に向けたマイルストーンの詳細化、統合実証の試験構成及び試験要件や内容の検討、統合実証に必要な機材等の基本設計の一部の実施や手配準備、懸念事項や留意点など周辺の課題の洗い出しを行い試験計画の詳細化を進めた。また統合実証試験で使用する NTN 統合制御仕様の詳細設計を検討した。

1-b) NTN ノード間のネットワーク制御技術

昨年度に考案した、各通信リンクの通信容量と遅延時間から最適ルートを決める NTN 用通信ルート制御技術について、5G ベースのネットワークシミュレーションにより評価を行った。また、非再生中継をベースとした NTN において、各通信リンクの通信容量と遅延時間、中継回数から最適ルートを決める NTN 用通信ルート制御技術を考案し、5G ベースのネットワークシミュレーションにより評価した。

NTN における様々なユースケースの実現を目指し、UE の要求 QoS（ユースケース毎の、UE におけるスループットやレイテンシなどの要求値）を満たすための、要求 QoS に基づく UE と 5GC 間ルート設定制御技術を考案し、簡易シミュレーションにより評価を行った。また、UE の要求 QoS に基づき、UE のハンドオーバーの優先度付けを行うことで、UE が受けるサービスの持続性を高めることが可能なハンドオーバー制御技術を考案した。

NTN ノードと地上 5G 網の連携技術として、地上基地局の配置や 3D 領域での UE 配置など様々な環境を想定し、干渉回避技術の評価を行った。また、降雨減衰補償を考慮した HAPS NW における可用性の評価を行った。

NTN における稼働率の定義や稼働率低下の原因などの検討を課題 1-a) と共同で実施した。

1-c) NTN ノード間 (HAPS 等) の接続技術

昨年度に要件定義した HAPS 間光通信システムの複数のシステム構成案について、重量・消費電力・回線速度の観点でトレードオフ評価を行い、将来の回線速度改善に向けて回線マージンが最大となるシステム構成を開発対象として選定した。また、システムの一部を構成する光端末装置と光追尾装置について、数値シミュレーションによる設計の詳細化と、プロトタイプを試作を行った。試作したプロトタイプは、地上の研究室環境にて性能を確認・評価した。併せて課題 1-a) の統合実証試験に向けた課題・実施計画について齟齬がないことを確認した。

研究開発項目 2：カバレッジ拡張ユースケースシステムの開発と実証

研究開発年度 2 年目の令和 4 年度における研究開発項目 2 の各課題の実施内容と成果については、下記の通りであり、何れの課題も中間目標を達成することが出来、またステージゲート評価において総合評価 A の評価結果を得た。

2-a) 高高度プラットフォームに広域ロボティクスに対応した MEC を実装した小型船舶航行安全システムの開発

昨年度に整理した基本要件を元に、小型船舶航行安全システムの 3 つのシステム開発を開始。開発は予定よりも早く進捗し、3 つのサブシステムのインターフェイス疎通試験 (来年度実施予定) まで完了した。併せて、来年度のサブシステムの結合試験の一部の試験内容の調整に着手した。

また、昨年度の MEC 活用の陸、海、空でのニーズ調査の結果を元に、当面注力する「海洋用途」のさらなるニーズ調査や市場への波及効果の追加補足調査を実施した。

2-b) 上空の移動体搭載基地局向けバックホール回線用の HAPS/衛星追尾アンテナ開発

開発・実証する航空機搭載を想定した、HAPS の Q バンド帯と静止衛星の Ka バンド帯のデュアルバンドアンテナシステムについて、複数のバンドに対応するフェーズドアレイをコンパクトに実現する開口共用アレイ配置、および異種の周波数共用アンテナを混合配置したアレイアンテナ構成を開発。8x8 スケールモデル原型試作の一環として、2 層構成の一次試作基板、4 層構成の二次試作基板を設計・製造し、シミュレーション解析を実施。デュアルバンド対応のビーム制御構成を開発し、8x8 アレイアンテナと一体化した原理試作基板を開発し、基本性能の整理を行った。課題 1-a) の統合実証試験での Ka バンド帯の静止衛星について、ETS-9 またはバックアップ策含め、利用可能性の調査調整を行った。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- 全体としては、NTN 実現に向けて、体制、内容、優先順位を適切に見直したうえ、継続的に検討を実施予定。
- 課題 1-a (B5G 網と連携した NTN ノードネットワークの全体設計及び統合実証試験)、課題 1-b (NTN ノード間のネットワーク制御技術)、自社にて継続する方向で検討中。
- 課題 2-a (高高度プラットフォームに広域ロボティクスに対応した MEC を実装した小型船舶航行安全システムの開発) については、早期の事業化に向け、自社又は今後の研究開発にて継続すべく検討中。
- 課題 1-c (NTN ノード間 (HAPS 等) の接続技術)、課題 2-b (上空の移動体搭載基地局向けバックホール回線用の HAPS/衛星追尾アンテナ開発) について、現時点では、自社での開発継続は困難と判断しているが、新たな研究開発の制度において、目標、内容、体制等を見直し、継続・発展の可能性について、更なる検討を進める予定。