

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6年度(4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3年度 309 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 (11 件)	当該年度 (11 件)
特許出願	国内出願	2	2
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	7	7
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	1	1
	展示会	1	1
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：NTN ノードのネットワーク化技術

研究開発年度初年度の令和3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、何れの課題も基本設計の開始と開発スケジュールの骨子の策定を行い、次年度に繋がる進捗を得ることが出来た。

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検討を行うにあたり、衛星やHAPSなどのNTNプラットフォームのタイプ毎に、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、ならびにパスロスや降雨減衰などの使用する周波数・光の伝搬路特性に関する課題の整理を行った。また、NTNノードのネットワークを用いた通信のユースケースについて課題横断的（研究開発項目1および2）に抽出を行い、その要求条件に応じた地上網とNTNノード間の伝送・接続制御、経路選択・輻輳回避・冗長制御などの制御技術のための要件や課題の整理を課題1-b)と共同にて行った。

NTNのネットワーク構成の検討においては、現状の3GPP等の検討状況の調査を行い、上記想定するNTNノードネットワークの全体構成や制御技術との比較を行った。

また、課題1-b)と共同にて、課題1-b)にて開発・検証するシミュレータにて実装する上記の制御技術に関する要件について検討した。

さらに、統合実証試験の計画のため、課題横断的（研究開発項目1および2）に試験の目的と確認する項目と内容、用意すべき外部設備・機器について課題の洗い出しやスケジュールの確認および、上記のシミュレータとの関連について一旦整理を行い、実証実験の準備を開始した。

1-b) NTN ノード間のネットワーク制御技術

NTNにおけるユースケースおよびネットワーク構成の検討を課題1-a)と共同で実施した。NTNの可用性向上に必要な要件を整理し、次年度のNTNノード評価シミュレータの開発に向けた仕様検討を進めた。また、ネットワーク通信ルート制御技術として、NTN内の通信ルートを各通信リンクの通信容量と遅延時間から決定するルーティング方法を考案し、簡易なシミュレーションによる基礎評価を実施した。さらに、NTNノードと地上5G網の連携技術として、NTNと地上5G網が周波数を共用する場合の干渉回避方法を考案してシミュレーションによる基礎評価を実施した。

1-c) NTN ノード間（HAPS 等）の接続技術

開発・実証するHAPS間光通信システムを構成する光端末装置と光追尾装置について、搭載を想定するAIRBUS社Zephyr機体から生じる搭載要件や制約などについて整理を行った。また、HAPS間光通信を用いた通信のユースケースについての抽出を行い、地上網との機器構成や通信要件の検討などとともに基本設計を開始し、令和4年度に試作し地上試験にて検証する上記装置仕様について検討を行った。併せて開発スケジュールの骨子について策定し、全体開発のスケジュールや課題1-a)の統合実証試験の内容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

研究開発年度初年度の令和3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、何れの課題も基本設計の開始と開発スケジュールの骨子の策定を行い、次年度に繋がる十分な進捗を得ることが出来た。

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

開発・実証する HAPS を用いた小型船舶向けの安全航行支援のため、船舶識別情報と位置情報の収集・提供を行う、小型船舶航行安全システムについて、想定する船舶や沿岸からの距離ならびに通信・機能要件などについて基本要件を整理し、MEC を用いたシステム全体の基本設計を開始するとともに、一部先行が可能なものについては必要な機材の調達とソフトウェアの開発を開始した。併せて開発スケジュールの骨子について策定し、全体開発のスケジュールや課題 1-a) の統合実証試験の内容について齟齬がないことを確認した。また、小型船舶航行安全システム以外の MEC を用いたユースケースについて調査を行い、広域ロボティクスに対応するための追加要件や市場への波及効果などについて整理を行った。

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アンテナシステムについて基本要件を整理し、アンテナ素子部とフィルタ部の設計を行い、基本特性をシミュレーションにより評価を行うなど、基本設計を開始した。併せて開発スケジュールの骨子について策定し、全体開発のスケジュールや課題 1-a) の統合実証試験の内容について齟齬がないことを確認するとともに、利用を想定している静止衛星の Ka バンド帯の ETS-9 のバックアップ策の検討と製造スケジュールを考慮した周波数・帯域などの決定時期などについて調整を行った。

(8) 今後の研究開発計画

研究開発 2 年目の令和 4 年度においては、下記のように研究開発を計画し、各々の課題にて設定した中間目標を達成することを目標としている。

研究開発項目 1：NTN ノードのネットワーク化技術

統合実証試験に必要な機材等の基本設計に対し、詳細設計と試作や室内での一部検証をエミュレータ等にて NTN ノードを代替すること等により実施する。

またネットワーク通信ルート制御技術、高可用ネットワーク構築技術、NTN ノードと地上 5G 網の連携技術を検討し、NTN ノード評価シミュレータで各種性能(スループット、遅延時間など)を評価する。

光通信端末開発については、詳細設計を進め、シミュレーション等による検証を実施し、試作と地上試験により評価を行う。

これとは別に、最終年度の統合実証試験に向けての計画の詳細を詰めて精度を高め、無線局(実験局)の免許申請などの各手配や準備を進める。

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

小型船舶航行安全システムの開発については、システム構築を進め、単体レベルでの試験を実施する。

HAPS/衛星同時追尾アンテナシステムの開発については、静止衛星の Ka 帯、HAPS の Q 帯の 2 バンドの周波数に対して、指向性制御可能なアンテナ素子配置やアンテナ素子の開発、また小型で高効率な高周波回路ブロックの開発などの原理試作を開発し、性能検証を実施する。