

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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
- ◆受託者 スカパーJSAT (株)、日本電信電話 (株)、(株)NTTドコモ、パナソニック (株)
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和6年度 (4年間)
- ◆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)

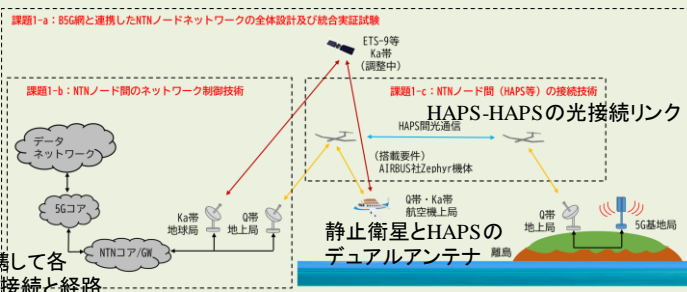
2. 研究開発の目標

- ・航空機搭載用の静止衛星 (Ka帯)とHAPS (Q帯)のマルチバンドアンテナシステム、HAPS間光通信システム、HAPSやGEOなどの各NTNノードと地上5G網を連携接続制御するための技術要素項目について開発を行い、NTNノード間のネットワーク化技術手法を確立する。
- ・上記の開発技術要素項目の効果的な検証と実証のため、従来のGEOにHAPSを追加した航空機IFC (In-Flight Connectivity) サービスのユースケース実証、MEC (Multi-access Edge Computing) を搭載のHAPSを用いた洋上の小型船舶航行安全システム実証、HAPS間光通信システムによる超カバレッジ拡張ユースケース実証の3種のNTNの典型的なアプリケーションを開発し、統合実証試験を実施する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1: NTNノードのネットワーク化技術

様々な特徴を持つNTNを構成するノードをネットワーク化し、地上5G網と連携して制御する技術



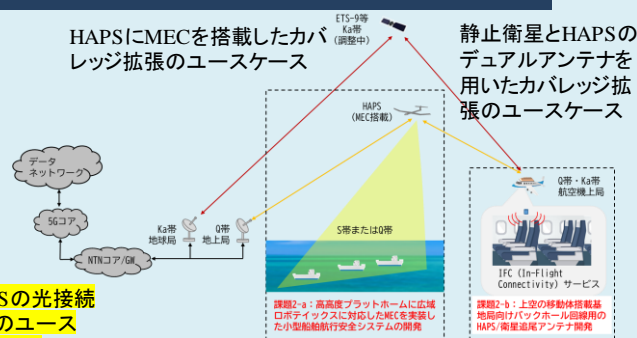
研究開発項目1成果: NTNノードのネットワーク化技術

研究開発初年度として、各課題の開発仕様の明確化が重要。

- NTNノードの特徴や制約条件の下、NTNIによる地上5G網と連携した全体のネットワーク構成とそのユースケース検討を行い、**伝送・接続制御や経路制御などに必要な項目や機能を整理**。
- 想定した全体のネットワーク構成の中で、**シミュレータ開発によりその制御の評価を行う項目と範囲、研究開発の最終年度に実施する統合実証試験において実施する項目と範囲など**、各課題の基本仕様についてすり合わせを実施。
- 統合実証試験についての目的や目標仕様から、具体的なシステム構成を想定し、**各課題の開発仕様や課題間のインターフェースについて構成案を検討**。(課題1-a: 統合実証試験時に使用するNTNコア、課題1-c: HAPS搭載用光通信端末、課題2-b: 航空機搭載用の静止衛星<Ka帯>とHAPS<Q帯>のマルチバンドアンテナシステム)

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

上空の航空機や海上の船舶など地上5G網のカバレッジを拡張するためのユースケース開発とその実証試験



研究開発項目1のHAPS-HAPSの光接続リンクを用いたカバレッジ拡張のユースケースについても開発と実証を行う

研究開発項目2成果: カバレッジ拡張ユースケースシステムの開発と実証

地上携帯網のNTNIによるカバレッジの拡張の有望なユースケースとして、光ファイバを物理的に敷設できない、上空や海上のユースケースを開発することが重要。

- 海上のユースケースとして、HAPSによる小型船舶向けの航行安全システムを開発し、さらにHAPSにMECを搭載することで、5G網と連携してエリア内のエンド-エンドの応答速度向上や収容船舶数の増加などの効果を見込むべく**基本設計を開始**。
- 上空のユースケースとして、航空機に搭載する静止衛星<Ka帯>とHAPS<Q帯>のマルチバンドアンテナシステムを用いたIFCサービス用のバックホールシステムを開発し、異なるNTNを跨いだシームレスな接続環境を5G網と連携して実現すべく、アンテナシステムの**基本設計を開始**。
- HAPS地上局からの見通し外通信による上空の低遅延カバレッジの拡張のユースケースとして、研究開発項目1-cのHAPS間光通信システムを用いた離島向けバックホールシステムの**基本設計を開始**。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
2 (2)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	0 (0)

※ 成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- 代表研究者 スカパーJSAT社の実施内容は以下の通り
 - 「Beyond 5G研究開発促進事業」の新規委託研究に「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」の提案課題が採択についてプレスリリースを発表。
 - 2022年2月開催スタートアップミーティングにて、研究開発課題概要説明及び今後の研究内容について展望を述べた。
- 研究分担社 NTT社とNTTドコモ社、パナソニック社は2021年11月 NTT R&Dフォーラム Road to IOWN 2021に出展。
 パナソニック社は課題2-bとしてデュアルバンドアレイアンテナのスケールモデル1次試作を実施。
 NTT社は無線通信方法及び無線通信システム、無線システム及び無線方法について特許出願を実施。
- NTN、カバレッジ拡張に関し一般口頭発表を実施。概要は以下の通り。
 - 2022年2月24日「混雑度と遅延時間から転送経路を決定するルーティング方法の提案」電子情報通信学会 衛星通信研究会
 - 2022年3月14日「将来の非地上系ネットワーク展開におけるスカパーJSATの取組みと展望」電子情報通信学会 2022年総合大会
 - 2022年3月15日「複数のNTNノードの接続およびネットワーク制御技術とそのユースケース開発実証計画」電子情報通信学会 2022年総合大会
 - 2022年3月15日「GEO衛星とHAPSから構成される多層ネットワークにおけるルーティング制御の評価」電子情報通信学会 2022年総合大会
 - 2022年3月15日「Ka/Q 帯デュアルバンド開口共用フェーズドアレイアンテナの開発」電子情報通信学会 2022年総合大会
 - 2022年3月15日「降雨時の輻輳を回避するルーティング手法に関する一検討」電子情報通信学会 2022年総合大会
 - 2022年3月18日「Beyond 5Gに向けたNTNノードのネットワーク化技術とカバレッジ拡張」電子情報通信学会 2022年総合大会

5. 今後の研究開発計画

- 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、詳細設計と試作を実施する。
 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網の連携技術をシミュレータに実装し、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、回線設計等の数値シミュレーション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。