

## 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、パナソニックホールディングス (株)
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和4年度 (2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4年度681百万円)

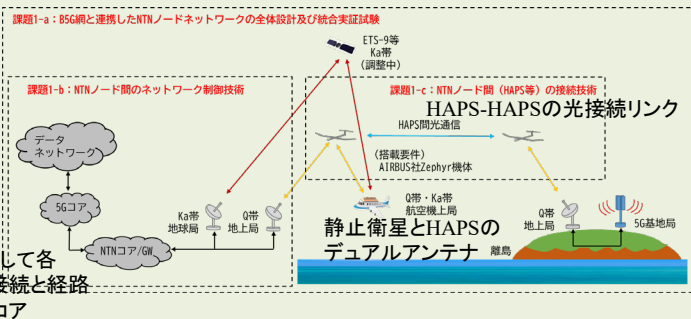
## 2. 研究開発の目標

- ・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



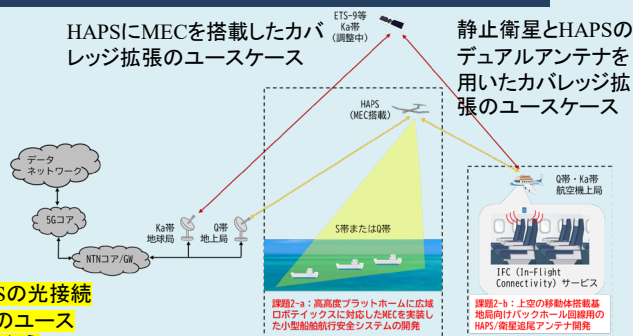
### 研究開発項目1成果: NTNノードのネットワーク化技術

各課題の開発仕様の明確化を実施完了し、詳細設計に順次移行して **中間目標を達成し、ステージゲート評価Aを得た。**

- NTNノードの特徴や制約条件の下、NTN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を完了。
- 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確認完了。**
- **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基本検討を完了。**
- 世界に先駆けた多層的ネットワーク構造のNTN実現に向け、スループットやレイテンシなど性質が異なるネットワークを連携する際のシステム容量最大化やUEのQoS保証を考慮した **トラフィックルーティング技術を検討し、シミュレーションで有効性を評価した。** また、周波数リソースの有効利用を目指し、 **HAPS-地上NW間干渉回避技術を検討し、シミュレーションで有効性を評価した。**

### 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

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NTN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についてそれぞれの基本設計を完了し、統合実証試験時の基本構成について確認して詳細設計に順次移行し、 **中間目標を達成して、ステージゲート評価Aを得た。**

- 海上のユースケースとして、HAPSとHAPSに搭載したMECによる5G網と連携した **小型船舶向けの航行安全システムの基本設計を完了し、プログラミング中。**
- 上空のユースケースとして、航空機IFCサービス用の静止衛星<Ka帯>とHAPS<Q帯>のマルチバンドアンテナシステムによる異なるNTNを跨いだシームレスなバックホール接続システムの **基本設計を完了。**
- 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完了**

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
3 (3)	6 (4)	0 (0)	22 (15)	4 (4)	1 (0)	6 (4)	1 (1)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

1. 代表研究者 スカパーJSAT社の実施内容は以下の通り
  - ・ NTN及びHAPSの事業化を目指した株式会社Space Compassの設立(2022年7月)
  - ・ NTN標準化に向けての3GPP及び衛星業界グループSSIGへ入力及びHPASアライアンスとの連携強化
2. 研究分担社
  - ・ NTT社 NTN用ルーティング制御などに関する特許出願、NTT R&Dフォーラム Road to IOWN 2022出展
  - ・ NTTドコモ社 NTN:非地上ネットワーク技術 HAPSシミュレータ(ドコモオープンハウス2023 でデモ)
  - ・ パナソニック社 特許出願 装置の大型化を抑制し、かつ、アンテナ特性の劣化を抑制する、マルチバンド対応のアンテナ装置
3. NTN、カバレッジ拡張に関し研究発表を実施。主な発表を以下に示す。
  - ・ 2022年4月8日「ドコモのHAPSやNTNへの取組みと今後の展望 ~5G evolution & 6Gにおける超カバレッジ拡張とユースケース~」SSKセミナー
  - ・ 2022年9月6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II」電子情報通信学会 ソサイエティ大会
  - ・ 2022年9月6日「非地上系ネットワークの統合制御システム開発」電子情報通信学会 ソサイエティ大会
  - ・ 2022年9月6日「HAPSと地上ネットワークの周波数共用に向けた3Dセル制御技術による2GHz帯の干渉回避評価」電子情報通信学会 ソサイエティ大会
  - ・ 2022年10月18日「Traffic-control Method of Non-terrestrial Network for Actualizing Concept of IOWN Space Integrated Computing Network」国際会議 39th ICSSC.
  - ・ 2022年11月17日「5G Evolution & 6Gにおける超カバレッジ拡張:地上と非地上のネットワークを統合した多層的ネットワーク」電子情報通信学会 RCS研究会
  - ・ 2022年11月29日「End-to-end route management scheme based on QoS of user equipment」国際会議 ICETC 2022
  - ・ 2022年12月1日「Study of traffic-control method to improve the availability of each user equipment during rainfall」国際会議 ICETC 2022
  - ・ 2023年3月9日「NTN時代の新技術とビジネスの展望-多数のNTNノードによる多層的超カバレッジネットワーク」電子情報通信学会 総合大会

5. 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で、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。