

令和3年度研究開発成果概要書

採択番号 21901  
 研究開発課題名 Beyond 5G における衛星-地上統合技術の研究開発  
 副 題 衛星-地上統合技術の情報収集、技術確立及び有効性確認

(1) 研究開発の目的

Beyond 5G における衛星の方向性を見出すため、ESA と日欧共同実験を実施し、SDN/NFV、ネットワークスライシング及びネットワークの統合管理に関する先行技術の情報を効率的に収集し、国内のユースケースを考慮した実証実験を実施することにより国内ニーズに合致した技術を習得する。また、衛星とローカル 5G とのシームレス接続を可能とする研究を行い、SDN/NFV、ネットワークスライシング及び統合的ネットワーク管理技術を確立する。

(2) 研究開発期間

令和2年度から令和6年度（5年間）

(3) 受託者

日本無線株式会社<代表研究者>  
 スカパーJSAT 株式会社  
 国立大学法人東京大学

(4) 研究開発予算（契約額）

令和2年度から令和6年度までの総額 300 百万円（令和3年度 60 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 日欧共同トライアルによる研究開発  
 1-1. ESA テストベッドによる衛星-地上接続実証実験（日本無線株式会社）  
 1-2. 日欧接続によるネットワーク運用性の評価（スカパーJSAT 株式会社）  
  
 研究開発項目 2 ローカル5G バックホールの研究開発（国立大学法人東京大学）

(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	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	20	15
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	2	1
	展示会	0	0
	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：日欧共同トライアルによる研究開発

#### 1-1. ESA テストベッドによる衛星-地上接続実証実験

事前準備として、昨年度実施したローカル 5G と衛星回線を接続した 4K 映像伝送実験にて、4K 伝送するにあたり、モデムの能力不足が課題であることが判明したため、VSAT 局の再選定を行った。具体的には、今年度実施する日欧共同トライアルにおいて使用するユースケース、4K 映像伝送用は高レートモデム (MDM6100)、IoT データ伝送用は狭帯域モデム (MDM3300)、Control Plane 用は狭帯域モデム (MDM3300)、それぞれの回線に適したモデムを選定した。次に、スカパーJSAT の回線設計結果より VSAT 局の構成を検討・構築し、無線局免許 (工事設計認証) を取得した。また、日欧共同トライアルを行うにあたり、欧州と日本で効率的かつ共通認識を図るために、実験計画書 (マスタードキュメント) を作成した。実験計画書の構成は、全体スケジュールおよび系統図とし、日欧関係者より情報収集し完成させた。

4K データ伝送試験、IoT データ伝送試験時、衛星を介した実証実験をする際の GW 局および VSAT 局の構築と運用を行った。

さらに、IoT データ伝送の試験を行うにあたり、まず IoT のユースケースとしてリグでのローカル 5G を想定した。衛星伝送路がバックホールになり、温度・湿度等の IoT が必要だと想定した。次に、温度・湿度等の IoT センサーを調査し、事前確認試験 (Precheck) を行った上で、IoT センサーを選定した。日欧共同トライアルにおいては、日本国内に IoT センサーを設置し、センサーデータを欧州のサーバへ保存し、欧州のサーバへ保存できたことを確認した。また、日本国内でその欧州のサーバからのデータをダウンロードして、温度・湿度のデータが表示できることを確認した。以上の試験結果より、日欧共同トライアルテストベッドを使用しての IoT データ伝送の試験に成功した。実験中、PING 疎通、遅延測定、ジッターおよびスループット測定を実施し、各伝送区間のネットワーク品質を測定し、長距離伝送による IoT データ伝送が可能であることが明らかになったので、試験結果を報告書にまとめ、実験中の課題を抽出した。

#### 1-2. 日欧接続によるネットワーク運用性の評価

欧州テストベッドと光ファイバ網 (JGN) を介した日本国内 Ku バンド衛星折り返し環境での試験について、下記を実施した。

- ① Control Plane (以下、C-Plane) 機能配置箇所等ネットワーク構成について欧州側との協議および提案
- ② 実験手順書の作成および欧州側と協議による手順効率化
- ③ Ku バンド衛星区間の提供及びその設定 (IoT ユースケース、4K 映像伝送ユースケース)
- ④ 実験構成の構築において問題点抽出および問題点解消のため日本側研究分担者や欧州側と調整
- ⑤ 日欧トライアル構成における 4K 映像伝送ユースケースの検証試験
- ⑥ 日欧トライアル構成におけるネットワーク運用性の評価試験

試験においては、User Plane (以下、U-Plane) について、遅延量、スループットなどの測定を実施し、4K 映像伝送ユースケースについては、日本国内に設置したカメラにて撮影中のリアルタイム映像を欧州側のサーバに伝送し、動画ファイルとして保管および再生を行った。試験結果として、衛星連携のもと日欧間接続によるネットワーク運用性測定および 4K 映像伝送に成功した。エンドツーエンドの通信・映像品質については 5G の U-Plane に関わる処理だけでなく、衛星区間や拠点間地上網など様々な通信回線品質に依存することが明確になった。

さらに、C-Plane に関する測定について、C-Plane 機能群を日本国内もしくは欧州側のノードに配置する等、様々な組み合わせを提案し、5G System のプロシーチャの一部の Registration 手順、Session Establishment 手順等の所要時間の測定を実施した。また、DNN 単位で異なるルーティングを設定し、4K 伝送およびネットワーク運用性の評価項目の測定を実施した。試験結果として、コンフィグレーション毎の 5G 手順所要時間の差や、DNN

設定により複数ルートにトラフィックを流した際の挙動が明確になった。

上記の日欧トライアル構成試験の実現にあたっては、問題点の抽出および問題点解消のため 日本側研究分担者や欧州との調整を実施した。また、試験手順については欧州側との協議により、測定項目の多くを日本側作業のみで実施できるようにする等、試験効率化を最大限に図った。

#### 研究開発項目 2：ローカル 5G バックホールの研究開発

昨年度に引き続き、ローカル 5G を活用した衛星回線をローカル 5G のバックホールとするシステムにおける課題について解決法を検討した。検討結果をもとにソフトウェア無線技術を使用した 5G 基地局を作成すると共に、衛星接続フィールド実験及びユースケース実証実験に向けた検証と実験局免許を含む環境構築を実施し、衛星回線をバックホールとするローカル 5G システムの構築に必要な要素を揃えた。

さらに各機関と協力し、研究開発項目 1 で実施する日欧共同トライアル環境の構築を進めた。JGN を介して接続される日欧テストベッドに、構築したローカル 5G システムを接続し、実証実験が可能なることを確認した。

### (8) 今後の研究開発計画

#### 研究開発項目 1 日欧共同トライアルによる研究開発

令和 4 年度は、フェーズ 2 (令和 4 年度～令和 6 年度) の最終目標である、国内衛星を用いたユースケースの実証実験に向けてシステム設計を実施する。

また、フェーズ 1 (令和 2 年度～令和 3 年度) に構築したネットワーク構成を用いて、令和 3 年度に抽出した課題に対応し改善を行う。

さらに、研究開発項目 2 で開発中のローカル 5G と国内 Ku バンド衛星 (Superbird-C2 等) を用いて衛星接続試験を実施する。

#### 研究開発項目 2：ローカル 5G バックホールの研究開発

引き続き実衛星回線、ローカル 5G コア、ソフトウェア基地局を使用したシステム開発と実証を行う。さらに、ユースケースとして民間衛星と民間基地局を活用した“衛星通信の民主化”を想定し、システム構成方法の研究を進めると共に民主化の実現に向けた課題を抽出する。

また、研究開発項目 1 の衛星と 5G の連携運用の実証実験国内衛星を用いたユースケース実証実験 (フェーズ 2) の実施に向け、上記システムで得られた成果を適宜提供すると共に、各機関と連携して実証実験準備を進める。