

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 : 災害時の応急エリアカバレッジのための無線通信技術の研究開発
- ◆副題 : 高速UAV等を使った応急エリアカバレッジの研究開発
- ◆受託者 : ソフトバンク株式会社
- ◆研究開発期間 : 令和5年度～令和9年度(5年間)
- ◆研究開発予算(契約額) : 令和5年度から令和6年度までの総額3,340百万円(令和6年度1,000百万円)

2. 研究開発の目標

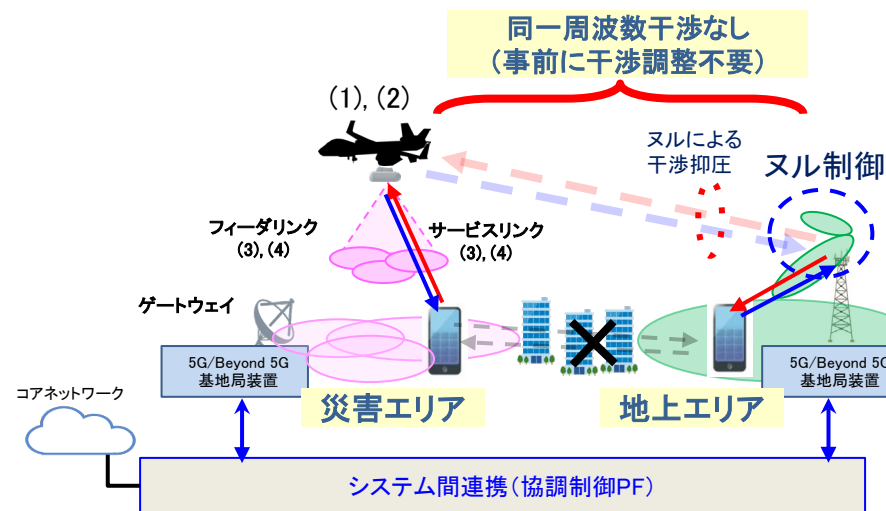
災害時に携帯通信が不通となった広域エリア全体の臨時移動通信インフラの構築及び事前の干渉調整を不要とする臨時移動通信インフラの構築を実現するための研究開発及び実証を世界に先駆けて実施する。

3. 研究開発の成果

研究開発目標

1-a)高速UAV 等搭載無線中継システム及び高速飛行ドップラー変動抑制技術の開発

- (1) 積載重量や供給電力が所定の通信容量を確保できる高速UAV構成
- (2) 所定の通信容量を確保できるUAV無線中継システム構成
- (3) 上空飛行無線中継システムを効率よく設計するための電波伝搬モデル化
- (4) 高速飛行ドップラー周波数変動の推定及びその抑圧制御構成



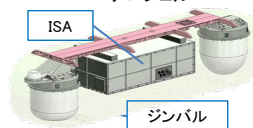
研究開発成果

1-a) 高速UAV等搭載無線中継システム及び高速飛行ドップラー変動抑制技術の開発

- (1) 高速UAV構成
 - ・高速UAVの飛行環境(最大400km/h)及び振動に耐え得る搭載装置設計を実施し、搭載無線中継装置及び搭載アンテナの試作を実施。
 - ・UAVの高度や旋回軌道等を想定し、災害時にサービスエリアを効率よく提供できるUAVの旋回方法、旋回軌道(旋回半径)の検討を実施した。
 - ・高速UAVの飛行環境に耐性(温度、湿度、気圧、衝撃等)を備えるPODの試作を完了した。
 - ・試作PODを高速UAVへ搭載し、USJにて飛行試験を実施。設計が上空環境に耐えることを証明した。
 - ・電波照射の安定化のため、GPS信号によるジンバル制御システムの開発を完了、PODへの搭載を完了した。
- (2) 無線中継システム構成
 - ・基本検討として、FDDを用いたサービスリンク2.1GHz帯(Band1)、フィーダリンク3.3GHz帯の無線中継システムの試作装置開発を完了した。
 - ・TDDIに関しては4.8GHz帯(ローカル5G)を用いて試作装置開発を実施し、試作を完了した。
 - ・高度10000mからのエリア形成を可能とするため、高出力型の無線中継機の開発に着手した。
- (3) 電波伝搬モデル化
 - ・UAV搭載アンテナが高度100m～10,000mで飛行することを想定し、新たな伝搬損失推定式の検討を開始した。
 - ・伝搬損失推定式の検討やフライト試験のため、野外実験で使用する電波免許取得に向けて総務省と調整中。
- (4) ドップラー周波数抑圧制御構成
 - ・ドップラー変動抑制技術を実装した試作装置を開発し、シミュレーション通りの結果になるかセスナを飛ばして確認。結果はほぼシミュレーションの結果と一致した。



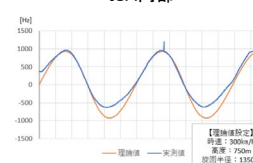
エアロシェル



無線中継システム



ISA内部



ドップラーシフト(理論値と実測値比較)

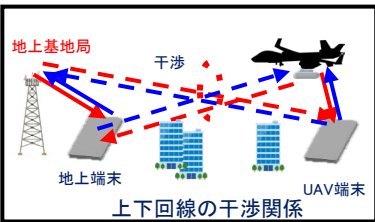
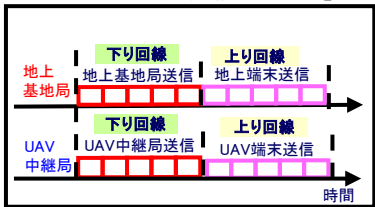
3. 研究開発の成果

研究開発目標

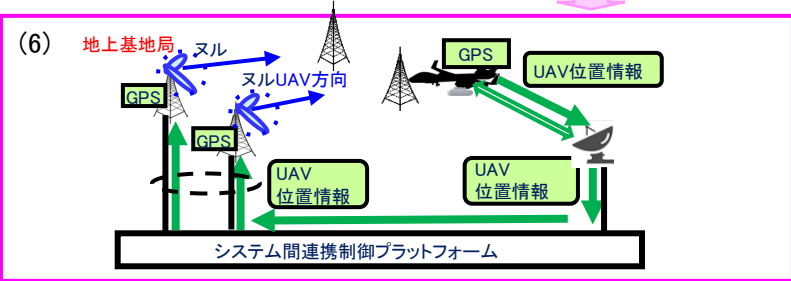
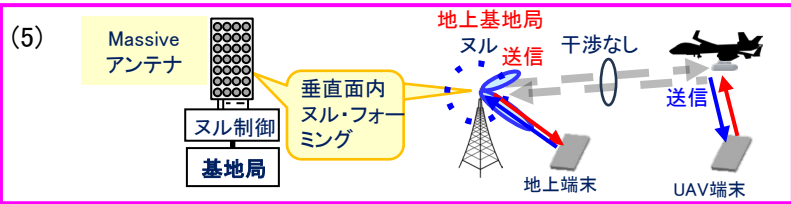
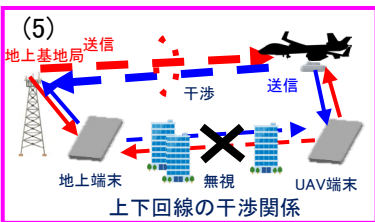
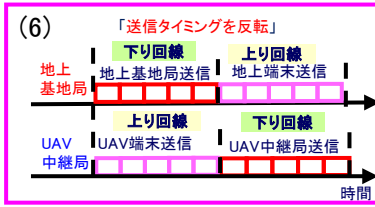
1-b)上空の高速UAV 等搭載無線中継装置により通信回線を迅速に確保するためのシステム間連携技術

- (5) 地上基地局と上空無線中継局間干渉抑圧構成 (干渉抑圧構成)
- (6) システム間連携制御

「通常のTDDの送受信フレーム」



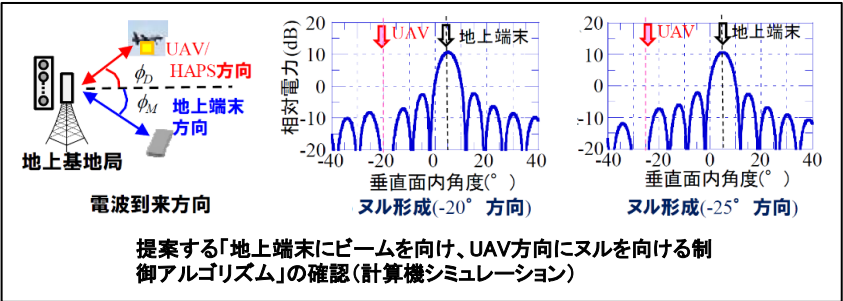
「提案するTDDの送受信フレーム」



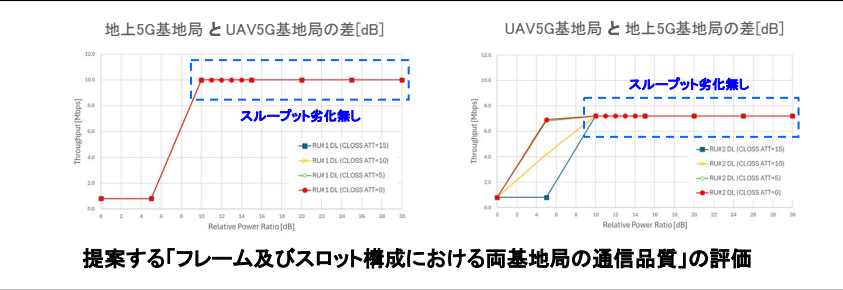
研究開発成果

1-b)上空の高速UAV 等搭載無線中継装置により通信回線を迅速に確保するためのシステム間連携技術

- (5) 地上基地局と上空無線中継局間干渉抑圧構成 (干渉抑圧構成)
TDDフレームの反転を実施することで発生する地上基地局と高速UAV間の干渉を抑制するために、ヌル・フォーミングを活用する。
計算機シミュレーションにより、ヌル形成の基礎的な確認とUAVが飛行する状況下におけるヌル・フォーミングの干渉抑制効果を検証し、本手法が有効であること確認した。電波暗室における評価を実施し、効果検証を実施。地上基地局とUAV基地局の同一周波数環境下において、ヌル形成によるUAV方向への干渉抑圧の効果を実証した。



- (6) システム間連携制御
TDDの送受信スロットをシステム間で反転させることにより、干渉関係を変化させ、上り通信時・下り通信時共に基地局側(地上基地局と高速UAV間)で干渉が発生する関係とする。
概念的な構想から、実用を考慮した規格上の5G TDDフレームを選定し、TDDのフレーム反転するようにフレーム並びにスロット構成を検討し、その効果検証を実施。検証結果から、本手法の有効性と同一周波数を共用するシステム全体のスループット向上に寄与することを実証した。



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
4 (2)	0 (0)	0 (0)	10 (7)	0 (0)	1 (0)	1 (1)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

5. 今後の研究開発計画

研究開発項目1-a) 高速UAV等搭載無線中継システム開発及びシステムを構築する要素技術の開発

2025年度は、ジンバルによるフットプリントの安定性評価、衛星回線によるPODの遠隔操作。また、同一周波数干渉を回避するGW間干渉抑圧技術の設計及び計算機シミュレーションによる評価、並びに評価用試作装置の開発を実施することで、通信容量増大の為の開発を行う。
2026年度は、複数セル対応のサービスリンク機能を有する高速UAV等搭載無線中継装置開発を行い、通信の大容量化を実施する。
2027年度は、前年までの研究成果を踏まえ、災害対策用モバイル通信システムのプロトタイプを開発する。

研究開発項目1-b) 上空の高速UAV等搭載無線中継装置により通信回線を迅速に確保するためのシステム間連携技術

2025年度は、高速UAVの複数セル化に対応したシステム間連携干渉抑圧技術を検討し、計算機シミュレーションによる評価及び評価用試作装置の開発を実施する
2026年度は、複数セル対応サービスリンク機能を有する高速UAV等搭載無線中継システムを用いたシステム間連携干渉抑圧技術の実証実験を実施。
2027年度は、前年までの研究成果を踏まえ、災害対策用モバイル通信システムのプロトタイプを開発する。