

採択番号 07601
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
研究開発項目 1 高速 UAV 等を使った応急エリアカバレッジの研究開発
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

(1) 研究開発の目的

大規模災害等の被災地で携帯通信が不通となったエリア全体に臨時の移動通信インフラを「迅速に提供」することを目指す。

①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

②携帯通信が不通となったエリアでの迅速な臨時移動通信インフラの構築

①に関しては、大規模災害時の移動通信を迅速に復旧させる方法として、被災した地上基地局の代わりに、例えば航空機のような飛行体に無線中継局を搭載し、被災地の上空から電波を送信し、被災地に地上基地局と同様の通信サービスを提供することが有効と考える。

②に関しては、上空無線中継局と通信を行っている地上基地局との間で同一周波数干渉が大きな課題となる。そこで、事前の干渉調整を不要とするために地上基地局と上空無線中継局が連携して、相互に同一周波数干渉を抑圧（キャンセル）する周波数共用技術が極めて有効と考える。

本研究開発では、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およ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。

(2) 研究開発期間

令和 5 年度から令和 9 年度（5 年間）

(3) 受託者

ソフトバンク株式会社〈代表研究者〉

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 5 年度 2,340 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 高速 UAV 等を使った応急エリアカバレッジの研究開発

研究開発項目 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（ソフトバンク株式会社）

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（ソフトバンク株式会社）

(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	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	3	3
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	1	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-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研究開発

下記の 4 項目について、研究開発目標を設定

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の設計を実施し、搭載無線中継装置及び搭載アンテナの試作を実施した。
- 旋回時の傾斜（最大 15 度）を補正するパッシブ型のアンテナ架台を試作開発した。
- UAV の高度、旋回軌道等を想定し、臨時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。また、特許を出願している。
- UAV を使った通信以外の機能として、災害の規模等に応じた対処方法をまとめた。
- 高速 UAV の強みを活かした災害用システムとして、航空計測用オプリークカメラで被災地の状況を解析しリアルタイムに被災状況を把握するシステムを試作完了した。

②無線中継機システム構成

- 初年度は基本検討として、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実施した。
- TDD 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た。
- サービスリンクの回転抑圧のため、三次元シンバルの試作装置開発を実施した。

③電波伝搬モデル化

- UAV 搭載アンテナが高度 100m~10,000m における新たな伝搬損失推定式の検討を開始。野外実験で使用する電波免許の取得予定となる。

④ドップラー周波数抑圧制御構成

- サービスリンク周波数(1.5GHz~4GHz)に関しては、高速 UAV の飛行環境（周回時 200km/h）では問題ないことを解析及び計算機シミュレーションにより確認した。フィーダリンクに関しては基本“見通し伝搬”となることからドップラー周波数は通常の“周波数オフセット機能”で対応できることを解析及び計算機シミュレーションにより確認した。

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の研究開発

下記の 2 項目について、研究開発目標を設定

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)

- 計算機シミュレーションにより、提案する“TDD の送受信フレーム構成”及び基地局アンテナのヌル制御技術により、同一周波数干渉を大きく抑圧でき地上システムと

UAV セル構成により同一周波数を共用できることを確認した。

- 地上端末にビームを向け、UAV 方向にヌルを向ける制御アルゴリズムを提案し、UAV から地上システムに干渉を与えないことを計算機シミュレーションにより確認した。
- 上記成果を学会等で発表した。また、特許を出願している。
- ヌル制御を確認するために 4.8GHz 帯 TDD (ローカル 5G) を用いた試作装置開発を実施した。
- ヌル制御を確認するためのアレイアンテナ及び指向制御装置の試作装置を実施した。

⑥システム間連携制御

- 地上基地局アンテナが高速 UAV 方向にヌルを向ける制御機能の基本として、取得した GPS の位置信号により高速 UAV 方向を特定し、遠隔の地上基地局に転送するソフトウェアの試作開発を実施した。

(8) 今後の研究開発計画

(1) 最終目標の設定

当初計画通り、下記に示すように大規模災害等の被災地で携帯通信が不通となったエリア全体に臨時的移動通信インフラを「迅速に提供」することを目指す。

(1) 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

(2) 携帯通信が不通となったエリアでの迅速な臨時移動通信インフラの構築

特に、全ての地上基地局が不通となることは基本的になく、通信できる地上基地局と不通となる地上基地局が混在するのが一般であり、同一周波数で構築する地上臨時移動通信インフラとの干渉調整が不可欠であり、その調整に多くの時間をついやす。そこで、事前の干渉調整を不要とする地上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。

(2) 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及び高速飛行ドップラー変動抑制技術の開発

2024 年度は 2023 年度の製作を踏まえ、2024 年度前半に飛行実証試験を行い、電波伝搬特性の測定、上空での無線機等構成部品に与える環境条件の実測及び飛行パターンの検証を行う。これらの検証結果を踏まえ、試作装置の改良を継続する。

2025 年度は同一周波数を共用する複数の GW 及び複数 GW 対応の高速 UAV 等搭載無線中継装置の設計、評価用装置の試作を実施し、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及びミリ波帯フィーダリンクのドップラー変動抑制技術を実装した試作装置開発を行い、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

2024 年度は地上基地局と上空の高速 UAV 基地局間の干渉抑圧技術を実装した試作装置を開発し、実証実験を行う。

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。

(3) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画

本研究の標準化については、既存スマートフォンを利用するためデファクトスタンダードを目指すので、原則標準化の必要はない想定ではあるが、仮に標準化が必要となった場合は、3GPP での標準化活動に取り組みを予定する。

UAV 等機体と通信機器間の接続インターフェース等については、本研究開発での成果を踏まえ HAPS アライアンスでの標準化を目指し、国産技術を今後拡大を続ける HAPS の分野でのデファクトスタンダードとするよう活動を行う。

今年度に引き続き、研究成果については講演やプレスリリースを活用し広報活動を行うことで、認知度の向上に励む予定である。

これら活動の成果としての製品化であるが、本年度から製品化および事業化に向けて社内のみならず当社外パートナーと検討を開始している。