

プログラム名： タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名： 田所諭

プロジェクト名：ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実施状況報告書(成果)

平成29年度

研究開発課題名：

タフ・ロボティクスのためのタフ・ワイヤレス技術の研究開発

研究開発機関名：

国立研究開発法人情報通信研究機構

研究開発責任者

三浦 龍

## I 当該年度における計画と成果

### 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

建物内等遮蔽の多い環境で活動する複数のロボットとオペレータとの間に途切れにくいタフな無線通信リンクを維持するための技術およびドローン間の位置情報共有技術を開発する。開発目標とする要素技術および内容は以下の通り。

- (ア) 遅延時間保証型マルチホップ通信技術の構成検討および開発実装
- (イ) 周波数冗長型ダイバシティ通信制御技術の構成検討
- (ウ) 空間冗長型動的ルーティング制御技術の構成検討
- (エ) 生体情報を利用したサイバーセキュリティ技術の構成検討および開発実装
- (オ) ドローン間の位置情報共有技術

### 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

#### 2-1 進捗状況

開発目標とした要素技術および内容毎に述べる。

- (ア) 遅延時間保証型マルチホップ通信技術の構成検討および開発実装  
伝送遅延時間が予め設定した値内に収まるマルチホップ通信機のプロトタイプの開発実装を達成。
- (イ) 周波数冗長型ダイバシティ通信制御技術の構成検討  
複数周波数による通信経路の冗長化について、169MHz 帯を用いたバックアップ通信機能を実装。
- (ウ) 空間冗長型動的ルーティング制御技術の構成検討  
通信経路が複数個あった場合にルーティング優先順位を設定するアルゴリズムについて、最もホップ数が多くなる経路を自動的に選択する方式を試験的に実装。さらに、飛行ロボット（ドローン等）の制御通信／テレメトリ通信のみではなく、センサ機器等の汎用機器を接続し IP ベースでセンサ情報等を伝送できる仕組みを追加実装した。
- (エ) 生体情報を利用したサイバーセキュリティ技術の構成検討および開発実装  
指紋情報を利用して通信路を暗号化するセキュリティシステムをマルチホップ通信機内に実装するファームウェアの開発を達成。しかしながらドローン等に適用する認証技術については、生体情報を利用した認証技術の他、真性乱数によるワンタイムパッド暗号を用いた認証技術などの複数の技術が提案されてきており、現段階で生体情報を利用した認証技術がドローン制御向けに最適であるとは言えない状況となりつつあり、今後の動向を注視することとし、平成 29 年度実施分をもって一時中断とした。
- (オ) ドローン間の位置情報共有技術  
NICT が保有する「端末間通信技術」を用いてドローンの位置情報等を相互に共有する装置を開発。電波伝搬特性データと通信成功率の測定および評価を行った。

## 2-2 成果

提案するワイヤレスシステム機能のうち、920MHz帯を活用し、遅延時間保証型マルチホップ通信機能、空間冗長型動的ルーティング制御機能、および169MHz帯と組み合わせた周波数冗長機能を備えたプロトタイプの開発実装を完了した。ドローン間の位置情報共有技術については、基本的な位置情報共有機能を備えた装置の開発実装を完了した。

プロトタイプを搭載したドローンを飛行させるフィールドでの評価実験により、操縦者から見通し外にあるドローンをマルチホップ経由にて飛行制御および監視することに成功した（図1）。

また、ドローン間の位置情報共有技術についてもプロトタイプを搭載したドローンによるフィールドでの評価実験を行い、2つのドローンの位置をタブレット端末のディスプレイ上にリアルタイムで表示することに成功した（図2）。

さらに、新たに実装した169MHz帯バックアップ無線を用いて、920MHz帯と切り替えながらドローンを飛行制御できることを実験により確認した（図3）。

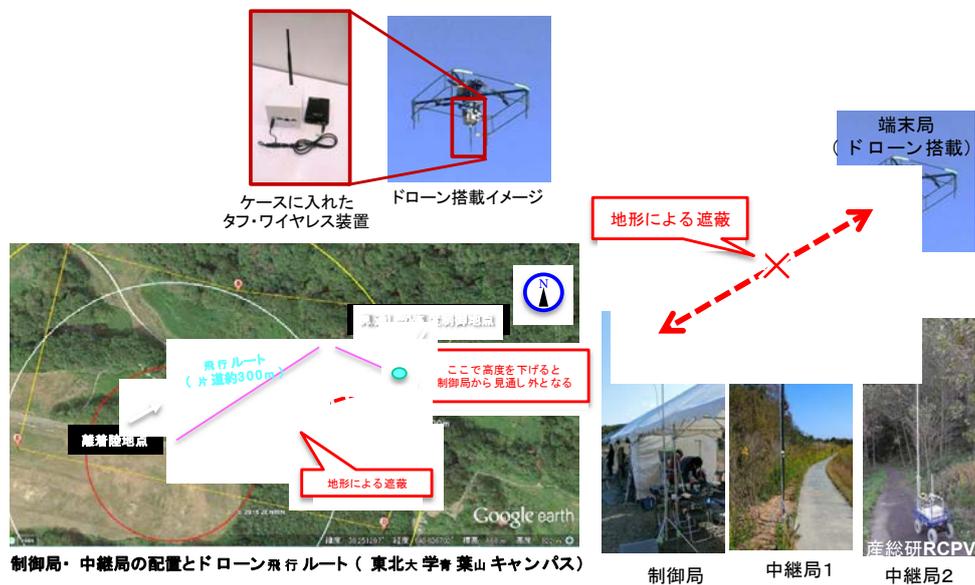


図1 評価実験構成および実験写真



図2 ドローン間の位置情報共有技術試作システム

# 169MHz帯⇔920MHz切り替え実験

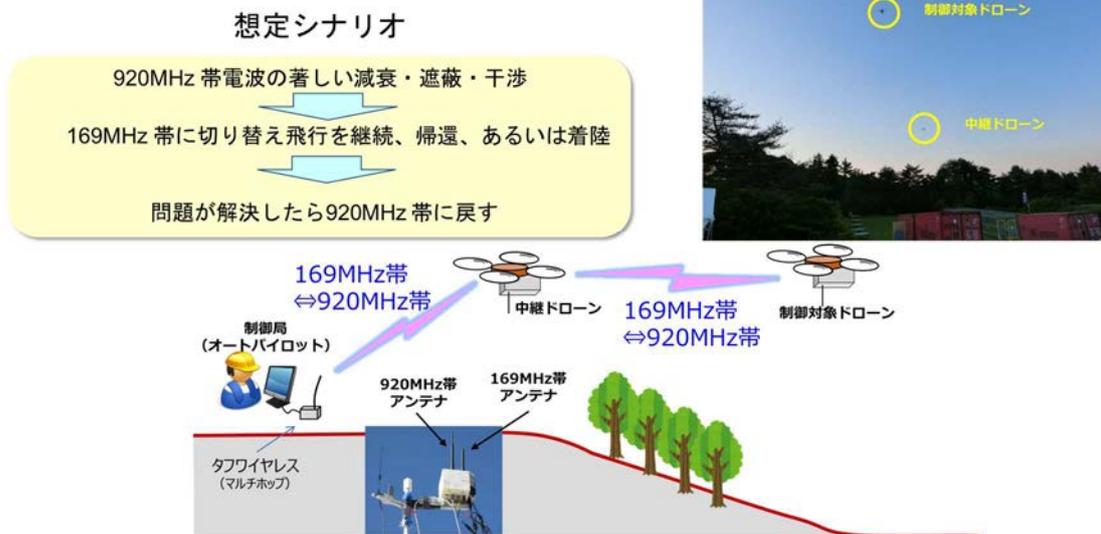


図3. 920MHz-169MHz 切り替え飛行実験

## 2-3 新たな課題など

周波数冗長化機能として実装した 169MHz 帯バックアップ無線の通信品質特性の測定結果に理論値との乖離が見られたため、その原因を特定するべく引き続き評価を進めている。

新たに実装した汎用機器向けインターフェースについても、今後評価試験を行う予定である。

## 3. アウトリーチ活動報告

累計 13 件の展示会展覧を行い、ワイヤレス技術者からの視点だけではなくドローン関係者およびユーザ視点からの好評を得るとともに、実用化に向けた共同研究の打診を複数得ることができた。