

2019年1月24日

国立研究開発法人情報通信研究機構  
国立研究開発法人科学技術振興機構  
内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)

## ドローン同士の直接通信でニアミスを自動的に回避する実験に成功 ～目視外飛行における安全な飛行運用に向けて～

### ポイント

- ドローン間の直接通信で、相互のドローン位置を把握しながら飛行制御を行うシステムを開発
- 前方から接近する他のドローンとのニアミスを自動的に回避する実験に成功
- ドローンが互いの位置を直接把握することができるため、目視外での安全運用が可能に

内閣府 総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)タフ・ロボティクス・チャレンジ(プログラム・マネージャー: 田所 諭)の一環として、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT、理事長: 徳田 英幸)は、ドローン(小型無人航空機)を含む複数の飛しょう体が飛行する環境での安全運航実現のために、ドローン間の直接通信により、位置情報を共有するシステム“ドローンマッパー”を用いた飛行制御を行い、合計3機までのドローンが互いに接近してくる他のドローンとのニアミスを自律的に回避する実験にこのたび成功しました。

これまでドローンを目視外で飛行させる場合には、ドローンと操縦者との間の通信を行いながら、あらかじめプログラムされた飛行経路や飛行方法に従って、自動で飛行させる飛行制御が用いられてきました。しかし、これまでの飛行制御方法では、他のドローンや有人航空機等の接近への対応が困難である等の課題がありました。

今回開発した技術では、ドローンマッパーとドローンのフライトコンピュータを初めて連携させることで、操縦者を介さずに、ドローン同士が互いに直接共有される位置情報から周辺のドローンの位置を把握し、ドローン自体が自動で飛行制御(ニアミス回避や群飛行等)することができるようになりました。動作を検証するための試験を実施し、最大3機のドローンがそれぞれの目的地に向かう際、自動で接近を検知し、ニアミス回避した後、予定の飛行経路に戻り、最終目的地まで到達することを確認しました。今回の開発により、ドローン間の直接通信が、目視外飛行環境におけるドローンの飛行制御と安全運用に寄与できる見通しが得られました。



本成果は、以下の事業・研究プロジェクトによって得られました。

内閣府 革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)

<https://www.jst.go.jp/impact/>

プログラム・マネージャー: 田所 諭

研究開発プログラム: タフ・ロボティクス・チャレンジ

研究開発課題: 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

研究開発責任者: 三浦 龍(国立研究開発法人情報通信研究機構)

研究期間: 2015年度～2018年度

本研究開発課題では、電波の伝わりにくい環境下においても切れにくいタフなロボット制御用無線通信技術の研究開発に取り組んでいます。

### <田所 諭 プログラム・マネージャーのコメント>



ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジは、災害の予防・緊急対応・復旧、人命救助、人道貢献のためのロボットに必要な不可欠な、「タフで、へこたれない」さまざまな技術を創り出し、防災における社会的イノベーションとともに、新事業創出による産業的イノベーションを興すことを目的とし、プロジェクト研究開発を推進しています。

飛行ロボット(ドローン)は、災害状況や被害の情報収集に有効であり、本プロジェクトでも九州北部豪雨災害に適用するなど、さまざまな実績に加え、各所で配備も進みつつあります。しかしながら、災害救助や報道のための有人ヘリとの空域の重なりが大きな問題であり、有人機との衝突の危険性が指摘されていました。また、多数の飛行ロボットを群制御することによって、一度に広範囲の情報を収集することも求められています。

本研究は、飛行ロボットや有人機との間で、位置情報を相互に把握することを可能にしたものであり、ニアミス防止して安全性を高め、同時に多数の飛行体を使った災害対応を可能にする実用技術です。このような技術が国際的に標準化され、飛行ロボットの災害現場での運用が更に進むことを期待しています。

## <研究の背景と経緯>

ドローンの普及に伴い、ドローン同士やドローンと有人ヘリコプターとのニアミス等が報告されるようになってきました。ドローンの産業分野での利活用が本格化し、その飛行環境が目視内から目視外に移行するにつれ、ドローンを含む飛しょう体間で位置情報を共有し、安全に距離を保ちながら運用することが望まれています。

これまでドローンを目視外で運用する場合、操縦者との通信を行いながら、あらかじめプログラムされた飛行経路や飛行方法に従って自動で飛行させる飛行制御や、操縦者がドローンに搭載されたカメラ等のセンサによって周辺状況を把握しながら飛行制御する方法が用いられてきました。しかし、あらかじめプログラムされた飛行制御では、予期しない他のドローンや有人航空機等の接近への対応が困難であること、操縦者がドローン搭載センサによって周辺状況を把握しながら飛行制御する場合は、ドローンからの距離が近くなると対応できない等の大きな課題がありました。また、大型の有人航空機では既に実用化されている類似のシステムはありますが、小型のドローンへの適用は制度的に難しいという課題がありました(※1)。

一方、「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」が2018年6月15日に取りまとめた「空の産業革命に向けたロードマップ2018～小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備～」では、目視外飛行環境でのドローンの利活用の本格化に向けて必要な技術開発の一つとして、遠隔からの機体識別と飛行位置把握が挙げられています。これらのことから、NICTでは、920MHz帯を用いた機体間通信による位置情報共有システム“ドローンマッパー”(※2)を研究開発してきました。昨年3月には、NEDOのDRESSプロジェクト(※3)の一環として、このシステムを将来のドローンの運航管理に応用することを目指した実験(※4)を行い、複数ドローン間だけでなく、ドローンと有人ヘリコプターの機体間及びそれらの飛しょう体と地上局の間において、途中で障害物等がなければ約9kmの距離を隔てて1秒ごとに相互の飛行位置及び各機体の識別番号の把握が可能であることを確認しています。

これまでの研究開発や実証実験のほとんどは、操縦者の手元にある地上局をいったん経由して飛行制御するものであり、ドローン同士が直接通信した情報に基づき飛行制御するものではなかったため、異なる操縦者が運用するドローンの位置を把握できず、ニアミス回避に利用できないという問題点がありました。

## <研究の成果>

このたび、ドローン同士の機体間通信により、位置情報や識別番号を共有するだけでなく、その位置情報をドローンの飛行制御に活用するための飛行制御装置を試作し、これを空中でのニアミス回避に応用するための実証実験を実施しました。

本研究では、ドローンマッパー装置とドローンのフライトコンピュータを連携させるために、飛行制御装置を開発しました。この飛行制御装置は、ドローンマッパーによって共有される周辺のドローンの位置情報に基づき、接近を検知します。そして、その周辺の接近ドローンの飛行方向等により、自らのドローンの飛行速度や飛行方向を制御するコマンドをドローンのフライトコンピュータに出力し、ドローンはそのコマンドに従い飛行します。このシステムでは、ドローン同士が互いに直接共有する互いの位置情報に基づいて飛行制御するため、操縦者を介さずに、ドローン自体が自動で相手機との接近を回避したり追従したりする飛行が可能となります(図1参照)。

開発したシステムの性能を評価するため、2018年12月17日及び18日に埼玉県秩父市のグラウンドにて、異なる操縦者が運用する複数のドローンに、ドローンマッパーと飛行制御装置を搭載し、実証実験を実施しました。本試験では、初めて実際の飛行環境において、ドローン間の直接通信により、互いの位置情報から接近を検知し、約40m程度に接近した段階で、自動でニアミス回避行動を取り、安全距離を保ったまま目的地まで到達できることを確認しました。図2は1機対1機対1機(合計3機)、図3は1機対3機(3機は従来技術によって地上局経由の飛行制御で編隊飛行)の自動ニアミス回避飛行時の写真です。図4は1機対1機(合計2機)の自動ニアミス回避飛行時の飛行軌跡(ドローンマッパーが取得した位置情報に基づく軌跡)です。

本技術は、国が目指している「空の産業革命に向けたロードマップ2018」における目視外での安全なドローン運航(レベル3、レベル4)にも寄与できるものと期待されます。

## <今後の課題と展望>

今回の実験は安全確認のため毎秒 1 m という非常にゆっくりとした飛行速度で実施しましたが、次のステップとして、飛行速度を更に増した状況での性能検証を行うとともに、他の機関との連携も視野に、同時飛行台数の増加や様々な飛行シナリオにおける評価についても動作検証する予定です。また、ドローン同士だけではなく、ドローンと有人ヘリコプター等との接近検知及び飛行制御を行い、その性能を明らかにしていく予定です。

## <用語解説>

※1 大型の有人航空機では空中衝突防止装置(TCAS)というシステムが国際的にルール化され、空中衝突防止に役立っているが、これをドローンに適用した場合、膨大な数の飛行が想定されるため、周波数が混雑して有人航空機の衝突防止に支障をきたすリスクや識別符号の数が不足する恐れなどの問題が指摘されており、国際的な合意を得る手続きが必要となる。

※2 ドローンマッパー

ドローンやロボットとの機体間通信により、GPS 等によって得られる各機体の位置・高度及び識別番号などを直接共有し、地上のタブレット画面の地図上にそれらの情報と移動軌跡をリアルタイムに表示できるシステム。その基本技術は、本プログラム(ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジ)の下で 2016 年度に NICT と産総研のグループによって開発された。各情報は 1 秒ごとに更新され、開発したプロトタイプでは免許取得が不要な 920MHz 帯(送信出力 20mW)を用い、電波が互いに届く範囲内で約 30 台～50 台程度の端末を収容できる。

※3 NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)が推進する「ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト」の略称(<https://nedo-dress.jp/>)。

※4 2018 年 3 月 20 日報道発表資料「世界初、ドローンと有人ヘリの機体間で位置情報共有のための通信実験を実施」を参照  
<http://www.nict.go.jp/press/2018/03/20-1.html>

## <参考図>

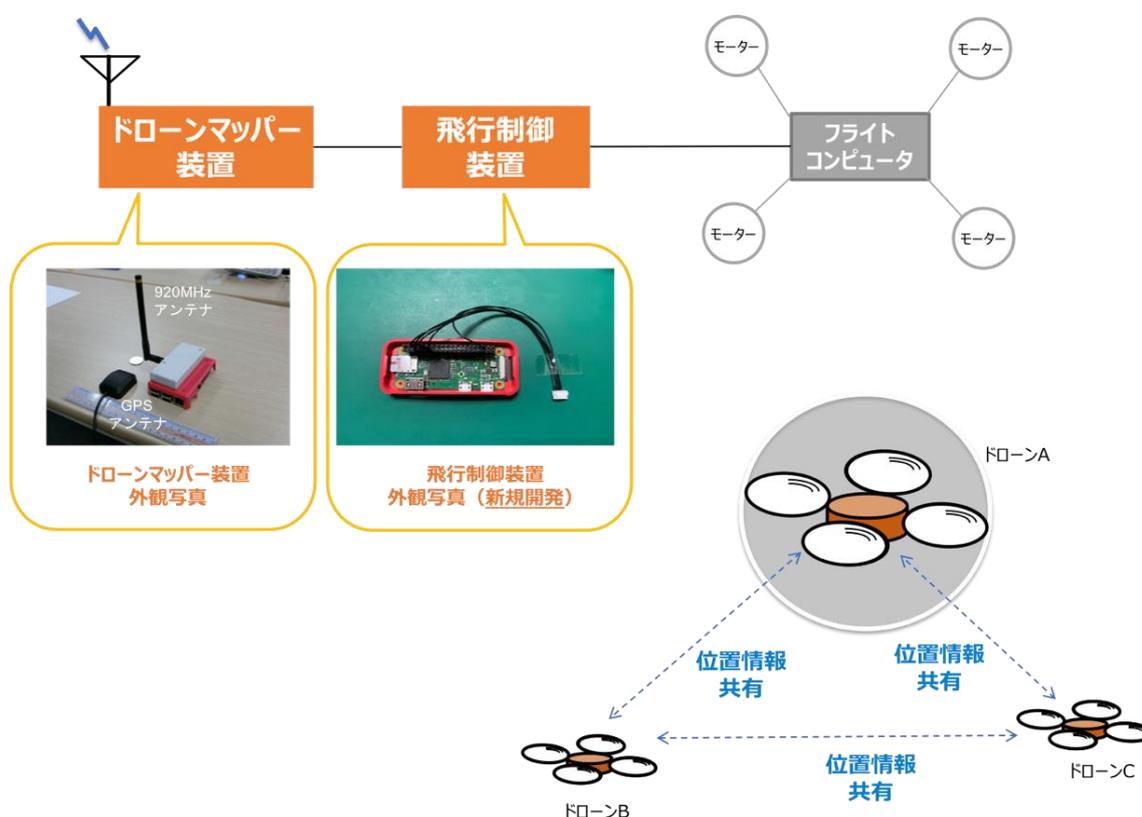


図 1 ドローンマッパーと飛行制御装置を接続したドローンの構成図



図2 飛行制御試験時の様子(3機のドローンによるニアミス回避飛行の場合)  
(2018年12月18日、埼玉県秩父市)

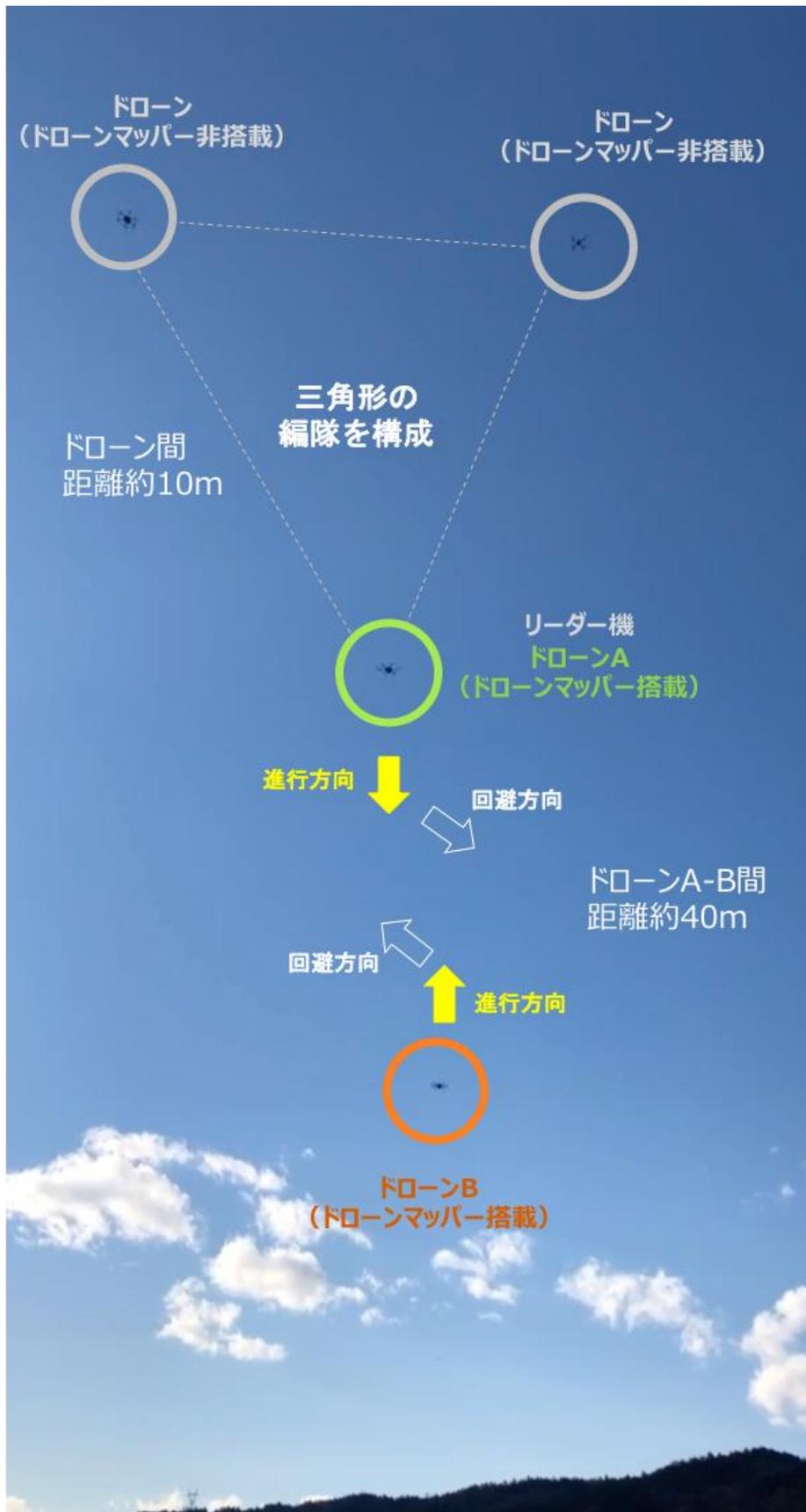


図3 3機の編隊飛行をするドローン(リーダー機のみドローンマッパーと飛行制御装置搭載)と対向する1機のドローンが互いに衝突回避する様子(2018年12月18日、埼玉県秩父市)

本実験では、編隊飛行は地上局経由の飛行制御により実施。  
今後、ドローンマッパー経由の編隊飛行制御を実施予定

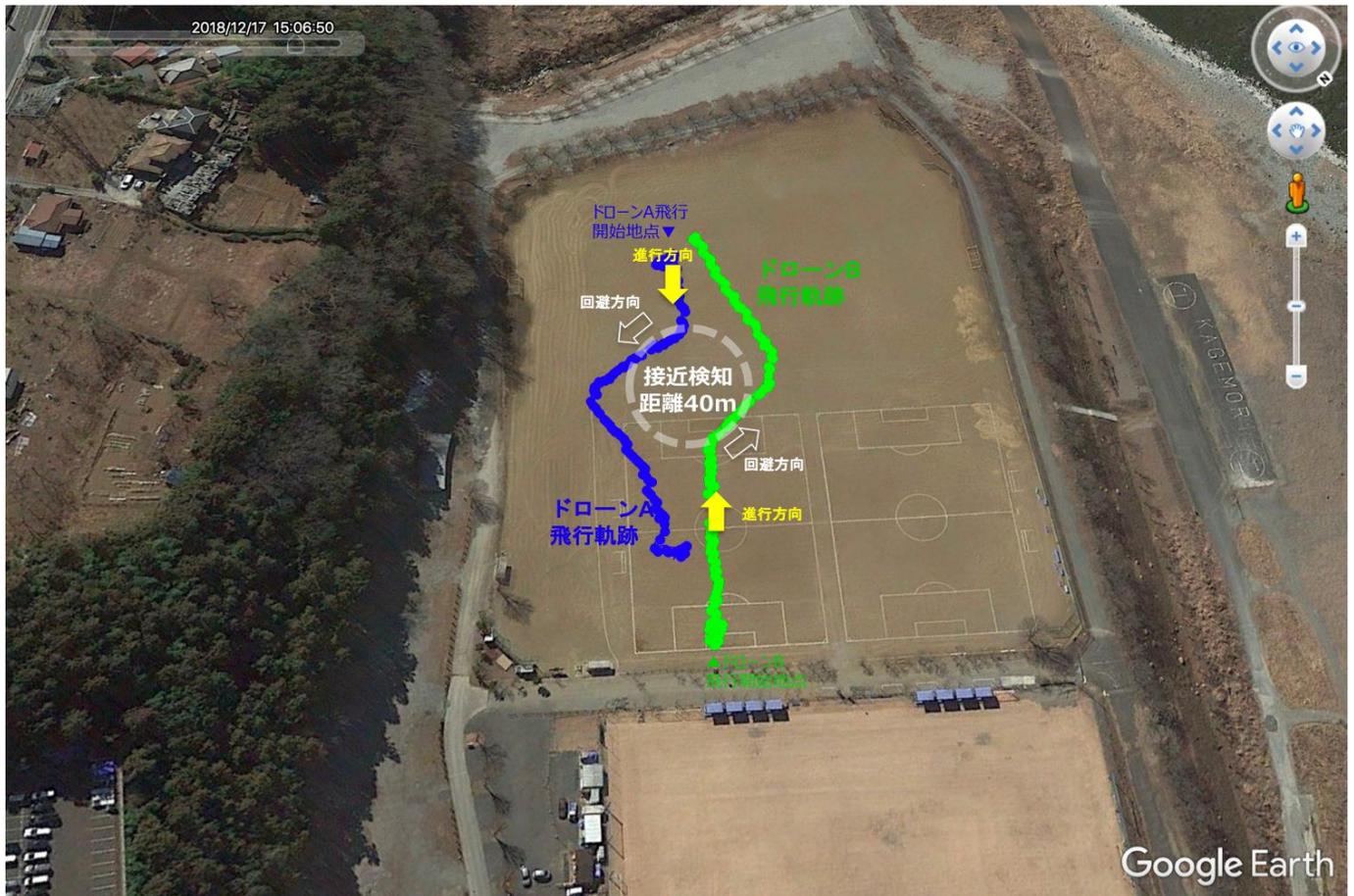


図4 1対1の回避飛行の軌跡(ドローンマッパーで取得済みの位置情報)

## <お問い合わせ先>

### < 本件に関する問い合わせ先 >

国立研究開発法人情報通信研究機構  
 ワイヤレスネットワーク総合研究センター  
 ワイヤレスシステム研究室  
 小野 文枝  
 Tel: 046-847-5094  
 E-mail: fumie@nict.go.jp

### < ImPACT の事業に関すること >

内閣府 革新的研究開発推進プログラム担当室  
 Tel: 03-6257-1339

### < ImPACT プログラム内容及び PM に関すること >

国立研究開発法人科学技術振興機構  
 革新的研究開発推進室  
 Tel: 03-6380-9012 Fax: 03-6380-8263  
 E-mail: impact@jst.go.jp

### < 広報 >

国立研究開発法人情報通信研究機構  
 広報部 報道室  
 Tel: 042-327-6923 Fax: 042-327-7587  
 E-mail: publicity@nict.go.jp

国立研究開発法人科学技術振興機構  
 広報課  
 Tel: 03-5214-8404 Fax: 03-5214-8432  
 E-mail: jstkoho@jst.go.jp