

補助事業番号 2017M-147

補助事業名 平成29年度 次世代VTOL型ドローンの高性能機体設計に関する研究補助事業

補助事業者名 神戸大学大学院システム情報学研究科 浦久保 孝光

## 1 研究の概要

本研究では、補助事業者らが開発したVTOL型ドローンの実用化に向けて、開発機体の飛行特性を解析するとともに機体改良を行います。飛行実験によって飛行データを取得し、そのデータから飛行特性を抽出します。また、この結果を数値流体力学計算結果と比較し妥当性を検証します。さらに、これらの結果を考慮して機体を改良し、その飛行性能を向上させます。

## 2 研究の目的と背景

配送・輸送へのドローン応用を考えると、より長距離をより速く飛行できることが求められます。マルチコプタのような垂直離着陸性能を保ちながら、飛行機のような長距離高速飛行性能を実現するため、回転翼機モードと固定翼機モードを切り替え可能なVTOL型ドローンの研究開発が世界中で進んでいます。私たちは、2015年にロータの一部をティルトすることで飛行モードを切り替え可能なVTOL型ドローンの試作機を開発し、その飛行に成功しています。

本研究では、この機体の飛行性能を実用レベルまで引き上げるため、開発機体の飛行特性を飛行実験データや数値流体力学計算をもとに解析し、機体改良を行うことを目的としています。

## 3 研究内容と結果

次世代VTOL型ドローンの開発

### ● 飛行特性の解析

開発した図1の機体を用いて低速から高速までの様々な飛行条件での飛行実験を行いました(図2)。この飛行実験時の飛行データから、開発機体が周りの空気から受ける力について解析および考察を行いました。ただし、飛行実験では機体の挙動が不安定になりがちな飛行状態のデータは取得できません。また、飛行データにはノイズもあり、得られた解析結果に対する検証も必要です。そこで、開発機体に対する数値流体力学計算(図3)を行い、解析結果の妥当性を検証するとともに、図4などの幅広い飛行状態に対する飛行特性を確認しました。



図1 VTOL型ドローン



図2 飛行試験の様子(固定翼機モード)

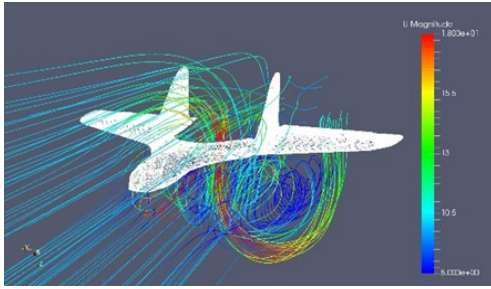


図3 数値流体力学計算(回転翼機モード)

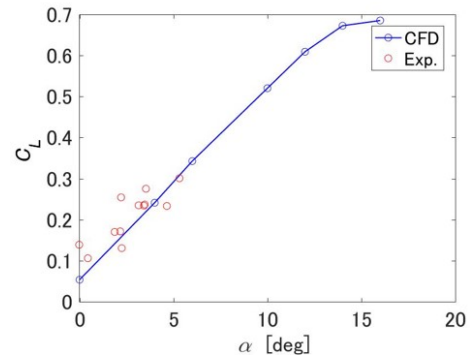


図4 固定翼機モードでの揚力傾斜

● 飛行性能向上のための機体改良

上述の解析結果などにより、開発機体に対して、メインロータの効率や大きな空気抵抗を受ける部分について検討しました。ロータのモータやプロペラの組み合わせの変更、機体形状の見直しなどを行い、飛行効率が改善し、飛行時間は改良前に比べて約2倍となりました。また、解析結果や実験結果より、開発機体が回転翼機モードでホバリング(定点滞空)飛行を行っているときの耐風性能について調べました。姿勢制御用ミニファンの改良や制御方法の見直しによって、機体前方から風を受けるように機体姿勢を取れば、5m/s以上の強風でもホバリング可能であることが確認されました(図5および図6)。



図5 強風下でのホバリング飛行の様子

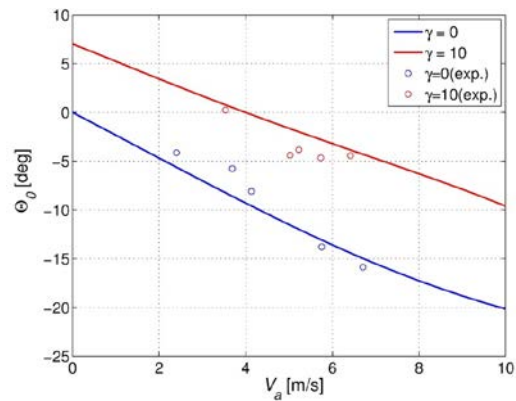


図6 ホバリング中の対気速度とピッチ角の関係

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

長距離高速飛行性能と垂直離着陸性能を併せ持つVTOL型ドローンが実現されれば、多くの場面で人々の暮らしを支える飛行ロボットとなる可能性があります。通常時においては、山間部や離島など遠隔地への配送や輸送において活用が期待されています。とくに、このような遠隔地の場合には、自動車による従来配送に比べて、コストや環境負荷の低減の観点でメリットが大きいと考えられます。また、その長距離飛行性能によって、広範囲の情報収集なども可能になります。

また、大規模災害時の情報収集や緊急支援物資の輸送への活用もその効果が大きいと考えられます。巨大地震などの際には、山間部を中心に多くの孤立集落が発生すると言われており、有人機での対応には限界があります。このような大規模災害時には、点在する被災地に対して、被災地間を高速移動しつつ、被災地周辺ではホバリングによる詳細な情報収集が可能です。また、状況が不明な被災地においても、わずかな着陸スペースを見つけられればVTOL型ドローンは着陸可能であり、緊急支援物資を届けることができます。これにより、人々の暮らしの安心と安全を支えることができます。

このように高い飛行性能を持つVTOL型ドローンが実現されれば、次世代の情報収集および輸送ネットワークを構築することができると考えられます。高性能VTOL型ドローンは、よりスマートで安全な社会の実現に貢献できると期待されます。

## 5 本研究にかかわる発表論文

以下の3件の学会発表(予定含む)を行っています。

1. 河野, 浦久保, 佐部, 村越, 平井 : ティルトロータUAVに加わる空気力に関する考察, 第55回飛行機シンポジウム講演集, 3E16(JSASS-2017-5236), 2017
2. 吉村, 浦久保, 三輪, 佐部, 村越, 平井 : ティルトロータ型UAVにおける低速飛行特性の実験的検証, 第62回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, 225-6, 2018
3. 弓場, 河野, 浦久保, 三輪 : ティルトロータ型UAVにおける低速飛行特性の解析, ロボティクス・メカトロニクス講演会2019論文集(掲載予定), 2019