

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：ロボットコンポーネント

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 7 年 度

研究開発課題名：

ミニサーバイヤーのダクテッド・ロータ化

およびダクテッド・ロータの性能評価

研究開発機関名：

大阪大学

研究開発責任者

米澤 宏一

# 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

ロータの効率を向上し、横風に対する抗力を最小限に抑えるための、小型のダクトをもつダクトヘッド・ロータを、CFD 解析を用いて設計し、風洞実験により実際の性能を評価する。

## 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

#### (1) CFD 解析

本研究において我々のグループで新たに開発を行った可変ピッチ機構を有するロータを用いたマルチロータ機の試作機 (ImPACT・1号機) に用いられているロータと同形状の計算モデルを用いた CFD 解析を行ない計算の妥当性を確認した。さらに長さや断面形状、ブレード翼端隙間の影響に着目し、様々なダクト形状を用いた解析を実施した。

図1に示すように、ダクトを装着可能な可変ピッチ機構つきロータユニットを製作した。ロータ仕様およびロータを支持する支柱等の形状は ImPACT・1号機のものと同様である。このロータユニットを用いて、図1に示す六分力天秤などを用いてホバリング時に作用する荷重とモーメント、およびモータの消費電力の計測を行った。また、CFD 解析により推力や効率向上が見込まれる形状のダクトを製作し計測を実施した。

ダクト形状に関しては、レイノルズ数が  $10^4$  のオーダーで揚抗比が高い Andriukov の翼型 (小池・他 1名、2014) を用いたダクトを試作した。CFD 解析では、このほかに NACA0009 翼型などについても比較した。

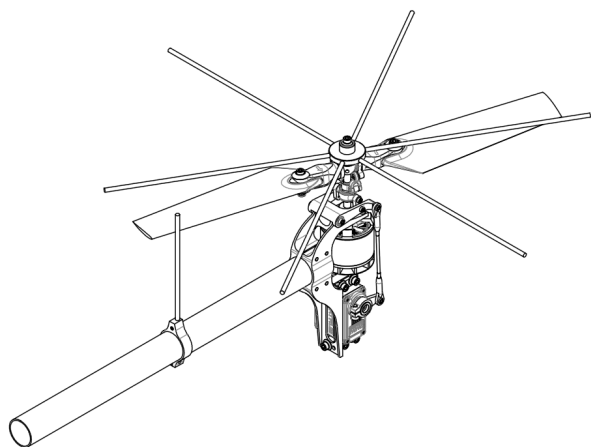


図1 ダクト支持機構を有する可変ピッチ機構付きロータユニット

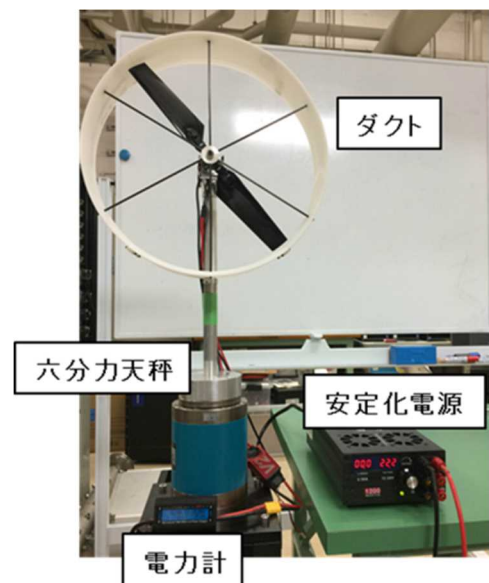


図2 計測装置

## 2-2 成果

図3に実験、CFDにより得られた、推力と Figure of Merit とブレードのピッチ角との関係を示す。ここで Figure of Merit はホバリングに必要な空力仕事を消費パワーで除した効率を表す。ただし、ダクト断面にはAndriukovの翼型を用いており、Figure of Meritの算出にはモータの消費電力を用いた。まず、推力を見るとダクテッド・ロータはオープンロータに比べて推力が小さくなっている。しかし、ダクテッドの Figure of Merit はピッチ角が  $15^{\circ}$  以上で逆転していることがわかる。これらの図からダクテッド・ロータはピッチ角が大きく推力が対状態で運転している場合に効率が高いことがわかる。今後は、ダクト構造の軽量化、さらに高性能なダクトの開発が課題である。

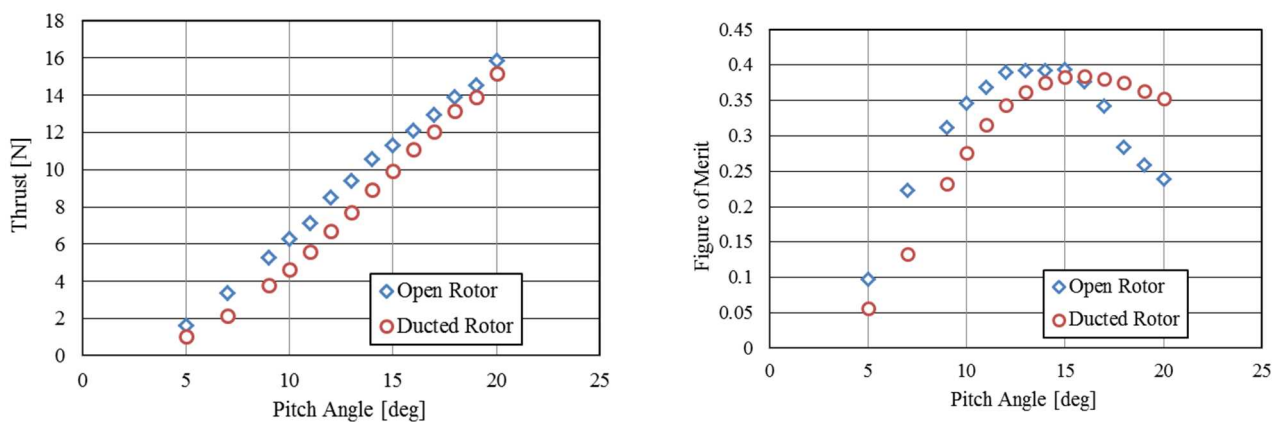


図3 実験及びCFD解析結果

## 2-3 新たな課題など

本研究を進める過程で、マルチロータ機のモータを支持するアーム部に生じる抗力がロータ推力に対して無視できない大きさであることが明らかとなった。また、ダクト支持機構として用いたロッドとロータの空力干渉により騒音が増大することも明らかとなった。前者は機体構造を変更することで推力の増加を期待できることを示唆している。一方、後者は機体の運用上の問題となる可能性もあるため、新たな評価項目として注意深く評価を行いたい。

## 3. アウトリーチ活動報告

なし