

補助事業番号 2021M-169
補助事業名 2021年度 回転翼高推力化ガイドの実用性 補助事業
補助事業者名 富山大学 工学部 工学科 機械工学コース 流体工学研究室 加瀬篤志

1 研究の概要

回転翼の周囲に設置するだけで推力を向上させることが可能なガイドを提案し、その効果を実験的に確かめ、推力向上のメカニズムを解明するため、推力測定実験と流れの可視化実験を実施する。

2 研究の目的と背景

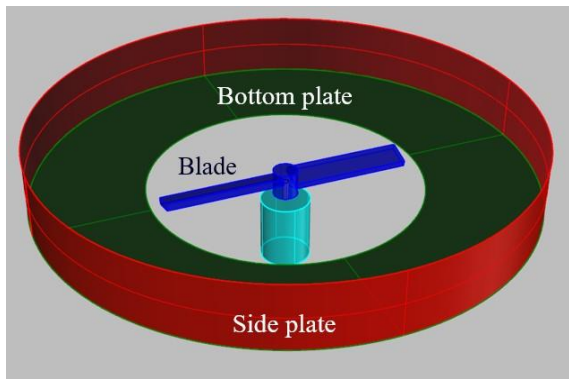
回転翼は推進機関の一つとして広く普及しており、近年では複数の回転翼で飛行するマルチコプター型のドローンの活躍が目覚ましく、今後も市場拡大が見込まれる。特にドローンを活用した物資の空輸や、各種計測用途において高推力化の需要がある。回転翼を高推力化させる既存の手段としては、翼の回転数の増加や翼の最適設計が挙げられるが、前者は消費電力の増加、すなわち稼働時間の低下を招き、後者はそもそも非常に時間と労力を必要とする。それに対し、本提案ガイドは付与するだけで追加の電力消費を伴わず、また形状・構造が簡素であるため設計・製作コストが低いという利点がある。特にドローンでの使用においては、必要に応じて付け外し可能である点も特筆すべき点である。そこで本テーマでは、提案したガイドの推力向上効果を実証し、そのメカニズムを調べ、実用化につなげることを目的とする。

3 研究内容

(1) 推力向上効果の検討 (<http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/labs/me05/>)

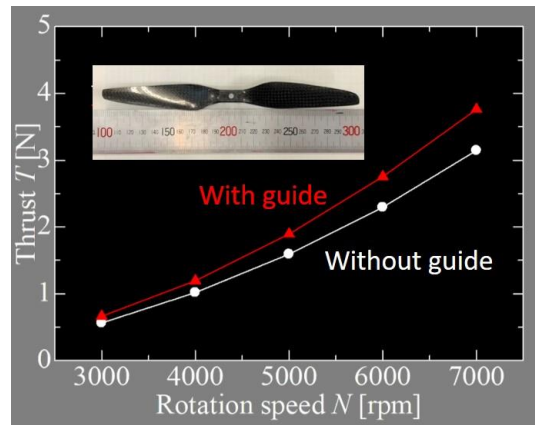
回転翼を囲むように配置したドーナツ状の底板と円筒状の側面板から成るガイドを取り付けることで、推力が容易に増加することを、三分力計を使った静止流体中での推力測定実験により実証した。市販の3種類の翼を使用して、回転数を変えて測定したところ、いずれもガイド付与により推力が増加し、その効果は特に高回転時に顕著であることが示された。

本提案ガイドは構造及び形状が極めて簡素であることから、設計・製作コストがほとんどかからない。しかも既存の回転翼に取り付けるだけで、追加の電力消費を伴わずに高推力化することが可能であり、特に既存のドローンの高推力化用オプションパーツとしての利用が想定される。



高推力化ガイドの模式図

回転翼を囲むように配置したドーナツ状の底板と円筒状の側面板で構成されており、設計・製作コストがあまりかからない。しかも設置するだけで高推力化できるため、追加の電力消費を伴わない。

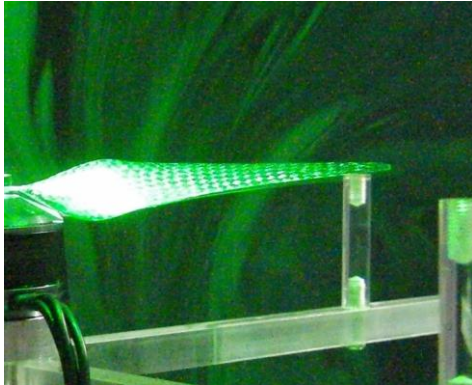


各回転数での推力の測定結果

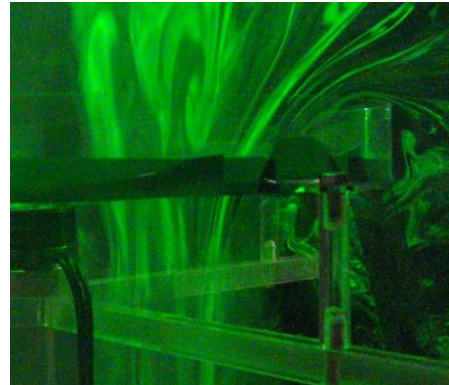
いずれの回転数においてもガイド付与により推力が増大する。回転数が増すほどガイドによる推力増加も大きくなる。

(2) 流れ場の可視化 (<http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/labs/me05/>)

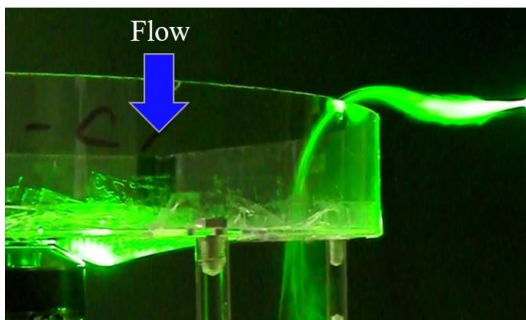
ガイドによる推力向上のメカニズムを解明するため、静止流体中で煙を流して回転翼近傍の一断面の流れをレーザーシートにより高輝度化してカメラで撮影することで可視化した。ガイドが無い状態では翼上流側の全方向から吸い込んでいる様子が確認できるのに対し、ガイドを設置すると特に側面からの流入がガイドに阻害されてガイドを回り込む様子が確認された。このことから、ガイド底板の上流側の面に流れの剥離による低圧な領域が形成され、底板表裏の圧力差が生じることで推力が増大していることが示唆された。また、翼が発生させたダウンウォッシュを自身で吸い込んでしまい十分な推力が得られなくなる現象(ボルテックス・リング・ステート; VRS)がドローンの墜落要因の一つとして知られているが、本提案ガイドは推力向上だけでなく、VRSの抑制効果がある可能性も示唆された。



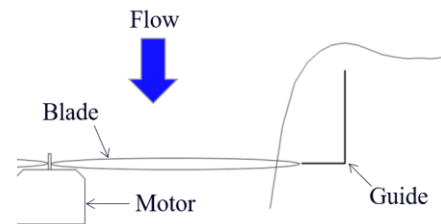
ガイド無しでの翼近傍の流れ場
ガイドを設置していない状態で煙を流して流れ場を可視化した。主流方向は図の上から下である。翼の上流側の全方向から吸い込んでいる様子が確認できる。



ガイド付与時の翼近傍の流れ場
ガイドを設置した状態で煙を流して流れ場を可視化した。主流方向は図の上から下である。側面からの流入がガイドに阻害され、ガイドを回り込む様子が確認できる。



ガイド端部近傍の流線
ガイド底板と側面板で囲まれた空間に流入していかず、流れが剥離している様子が確認できる。



ガイド端部近傍の流線の抽出画像
流線をより見やすくするため、左記の可視化画像から煙の筋の中央を繋いで抽出した。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本提案ガイドが実用化されれば、既存のドローンを手軽に高推力化することが可能となり、物資空輸や各種測定等、様々な局面での利用が想定される。またVRS抑制効果が実証されれば、更なる需要が期待できるため、ドローン市場に多大な影響を与える可能性がある。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

研究者人生初の完全新規立ち上げテーマであり、初の特許出願、初の外部資金獲得という初めて尽くしのテーマである。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特願2020-030285, 特開2021-134696

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

・富山大学学術研究・産学連携本部 研究シーズ

(https://sanren.ctg.u-toyama.ac.jp/seeds_search/search/detail/261)

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 富山大学 工学部 (トヤマダイガク コウガクブ)

住 所： 〒930-8555

富山県富山市五福3190

担 当 者： 講師 加瀬 篤志 (フリガナ) カセ アツシ

担 当 部 署： 流体工学研究室 (フリガナ) リュウタイコウガクケンキュウシツ

E - m a i l : kase@eng.u-toyama.ac.jp

U R L : <http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/labs/me05/>