

新任教員紹介

工学部・講師・新井啓之

略歴

1998.3 東海大学工学部航空宇宙学科 卒業
2000.3 東海大学大学院工学研究科航空宇宙学専攻 卒業
2003.3 東海大学大学院工学研究科航空宇宙学専攻 満期退学
2003.4-2004.3 東海大学総合情報センター非常勤助手
2004.4-2022.3 東海大学理系教育センター非常勤講師
2017.4-2019.3 東海大学工学部航空宇宙学科航空宇宙学専攻 臨時職員
2020.4-2022.3 東海大学工学部航空宇宙学科航空宇宙学専攻 臨時職員
2023.4 現職



担当科目

プログラミング, 情報処理実習, 航空宇宙学実験 1・2, ドローン操縦実習

研究活動内容

1. はじめに

航空工学分野を中心に流体力学や飛行力学に関する研究テーマや, 近年, 高効率な単結晶シリコンセル, ブラシレスモータやリチウムポリマー電池の活用により実現可能となった長時間飛行が可能なソーラー無人飛行機開発に関するテーマを手掛けている.

2. プロペラ表面の流れ測定¹⁾

2.1 概要

プロペラ駆動による推進は, 低速での推進機構としては極めて効率がよく, Reynolds 数が 10^4 から 10^6 前半の領域においては, 推進機構の主体として活躍している.

ブレードの設計に於いて, ブレード表面での流れ, 及びプロペラ後流, すなわち縮流, 翼端渦, 渦層の移動がその性能を決定する上で極めて重要である. 本実験では, 低レイノルズ数領域に適した断面翼型を有するプロペラブレードに対して, 回転中のブレード周りの流れに関する計測として, ブレード表面の圧力測定, タフトによるブレード表面の流向調査を行った.

低レイノルズ数領域下でのブレード形状は Adkins-Liebeck による最適形状設計法を使用し, Reynolds 数 10^5 の条件でブレード形状を決定し Fig.1 のブレードを製作した.

東海大学工学部航空宇宙学科の低速風洞試験設備を使用

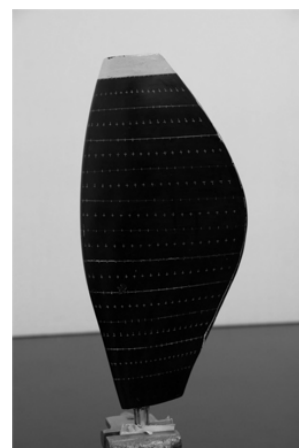


Fig. 1 Propeller blade for low Reynolds flow.

し, 6 分力天秤に駆動系一式を取り付け, 推力を, プロペラと AC モータの間に設置したトルクメータを用いてトルクを測定した.

また, プロペラ表面に等間隔に空けた圧力測定孔 (1 ブレードあたり 319 孔) を通してプロペラ駆動中の表面圧力分布の測定も行った. プロペラ回転下で測定された圧力は遠心力の影響を受けるため, 測定後に遠心力による圧力寄与分を差し引いている.

2.2 圧力測定

Fig. 2 より, ブレード端ほど翼弦方向に沿った圧力変化は大きいことが分かる. また, ブレード端の後縁付近では, 局所的に等高線の粗密が変化している箇所が見られ, 流れの剥離と再付着が小規模で発生するショートバブル²⁾ の

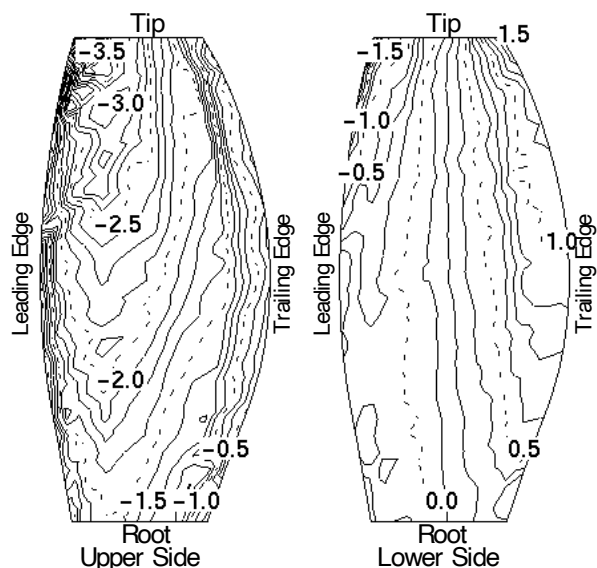


Fig. 2 Pressure distribution by direct measurement.

発生が考えられ、等高線が粗になっている部分では、剥離後に死水領域が存在し、また等高線が密になっている部分の直後では再付着していると考えられる。

2.3 タフトによる流れ

ブレード表面にタフトを取り付け回転中のタフトの様子をストロボ撮影した図 d を元に、遠心力によるタフトの曲げを考慮し、表面での流れの向きを評価した。設計値よりも効率が低下する要因として、ショートバブルなど 3 次元の流体現象の発生が確認できた。

3. ソーラー無人飛行機

3.1 機体開発

東海大学とサウジアラビア・キングアブドゥルアズィーズ大学（以下 KAU）との共同研究プロジェクト d では、ソーラー無人飛行機 SunFalcon1（翼幅 3.7m, 全長 3.2m）及び SunFalcon2（翼幅 7.6m, 全長 3.0m）について、概念設計³⁾や詳細設計等の機体設計を担当し、空力、構造、駆動系および発電系など全般に亘る幅広い知見を得た。



Fig.3 Solar UAV “SunFalcon1”.

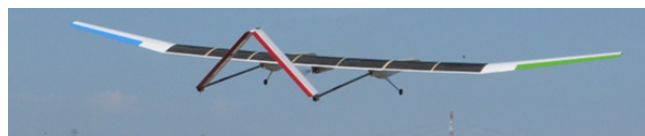


Fig.4 Solar UAV “SunFalcon2”.

また、2017 年度～2019 年度の NEDO プロジェクト「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」でのソーラー無人機開発（主体：スカパーJSAT）では再委託先の JAXA, NICT と共に東海大学の一員として、ソーラー無人飛行機のプロトタイプ設計や基本設計等の機体設計（空力、材料、構造、駆動系および発電系など全般）を担当した。

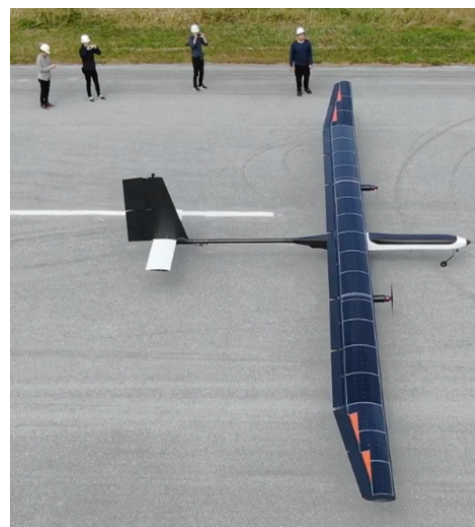


Fig. 5 Solar UAV “SolarPhoenix”.

3.2 エネルギーシミュレーション

ソーラー無人飛行機の開発の元となる概念設計では、機体構造や重量の推算と併せて、エネルギー収支の算定が重要である。直射光・散乱光分離型の日射量モデルを用い、セル温度やフィルムによる反射モデルと、機体の姿勢角変化を組み合わせることにより、発電と消費電力に関するエネルギーシミュレーション⁴⁾を構築した。

参考文献

- 1) 新井啓之 and 平岡克己: 低レイノルズ数流れでのプロペラブレード表面の圧力とタフト測定に基づく流体解析, 航空宇宙学会論文集 Vol. 57, No.662, pp.98-109 (2009).
- 2) 李家賢一: 翼型上に生ずる層流剥離泡, ながれ, Vol. 22, pp.15-22(2003).
- 3) Nobuyuki ARAI and Katsumi HIRAOKA: Conceptual Design of Solar UAV for Long Endurance, 29th International Congress of the Aeronautical Sciences(2014).
- 4) 山下善基, 新井啓之, 佐川耕平 and 木村英樹: 太陽電池を搭載した固定翼無人航空機の姿勢を考慮した発電電力シミュレーション, 2021 年電気学会産業応用部門大会前刷り集(2021).