

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：

生物の柔軟構造を規範とした超ロバスト回転翼

研究開発機関名：

千葉大学

研究開発責任者

劉 浩

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

飛行ロボットの回転翼の空力ロバスト性と構造ロバスト性をハードウェア面から向上する飛翔生物の柔軟翼を規範とした柔軟回転翼を研究開発する。これまでの飛行ロボットの剛体翼に対して、衝突や気流変化に応じて受動的に変形する柔軟翼を開発し、外乱に対してロバストな飛行ロボットを実現する。さらに大規模統合力学シミュレーションと風洞実験によって、空力ロバスト性を向上する柔軟回転翼の原理解明・設計・製作・評価を行う。本研究における課題を下記のように設定した。

課題 1. 柔軟回転翼の流体構造連成シミュレーション

課題 1-1. 柔軟翼モデルを用いた流体構造連成による翼剛性分布の設計 (H27/9～H28/3)
柔軟回転翼の流体構造連成シミュレーションを用いて実行し、適切な翼の形状と剛性分布を調べる。

課題 1-2. 変動する風速における柔軟回転翼のシミュレーション (H28/10～H29/11)
変動する風速条件においてシミュレーションを実施し、翼剛性分布の設計を改良する。

課題 2. 柔軟回転翼の製作と性能評価

課題 2-1. 試作による柔軟翼構造と制作方法の確立 (H27/9～H28/3)
柔軟翼の試作を行い、製作可能な材料と形状を明らかにする。

課題 2-2. 飛行試験用の柔軟翼の製作 (H28/4～H28/9)
飛行試験を実施するための第 1 バージョンとなる柔軟翼を製作する。

課題 2-3. 柔軟翼の改良 (H28/10～H29/11)
シミュレーション結果、実験的評価及びフィールド評価の結果をもとに柔軟翼の改良を続ける。

課題 3. 柔軟回転翼の実験的評価

課題 3-1. 空気力計測及び PIV による流れ場可視化 (H28/7～H29/3)
単一の回転翼に対して、様々な風速や変動風速下での空気力と流れ場の可視化を行い、空力ロバスト性を評価する。

課題 3-2. 衝突試験 (H28/10～H28/12)
衝突試験を行って構造ロバスト性を評価し、翼構造の改良にフィードバックする。

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

平成 27 年度には、回転翼の柔軟性がその飛翔特性に及ぼす影響を、力学シミュレーションによって調べた。また予備的な解析として、既存の昆虫羽ばたき飛行の力学モデルを用い、柔軟羽ばたき翼の突風下での空気力学的性能について、力学シミュレーションによって調べた。

さらに柔軟回転翼の外乱応答や騒音特性を試験するための実験装置を構築し、上記のシミュレーションの結果を利用した、異種材料の積層による適切な剛性分布と振動モードを有した柔軟翼の作製方法を検討中である。

2-2 成果

(1) 柔軟回転翼の流体構造連成シミュレータと理論モデルを構築した。これらを用いて、翼の構造を目的に応じて最適化することが可能である。

(2) 流体構造連成解析シミュレータによる生物規範柔軟回転翼の形状や剛性分布などの空力性能を評価した (図 1)。

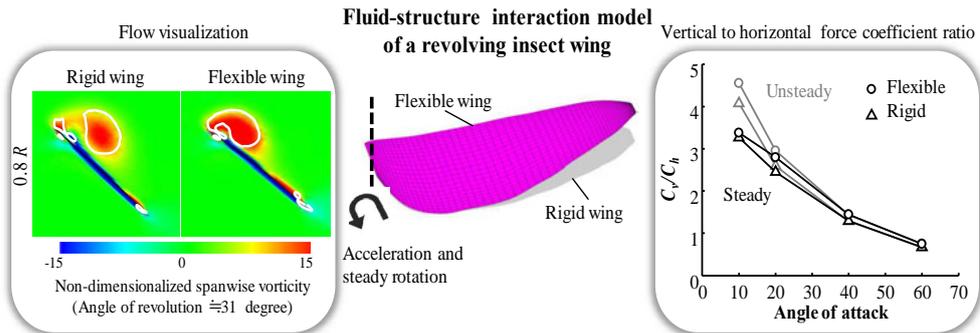


図 1 柔軟回転翼の流体構造連成シミュレータによる生物規範翼の空力性能評価

(3) ドローンのプロペラをベースとした、静音型回転翼の設計および製作手法を確立した。柔軟回転翼の作製方法についても、現在検討中である。

(4) 風洞実験と流れの可視化によるフクロウ翼の空力性能と静音効果の評価及び回転翼への応用を検討した (図 2)。

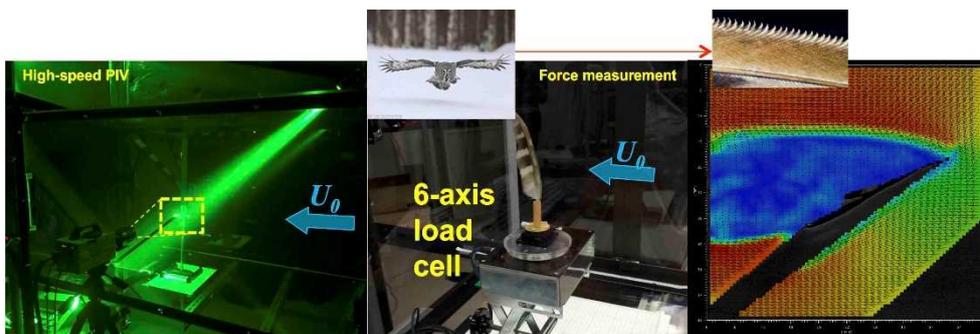


図 2 風洞実験によるフクロウ翼の空力性能の評価

3. アウトリーチ活動報告

特に無し