

研究テーマ題目

昆虫の翼の動きと付け根に着目した羽ばたき翼型小型飛行ロボットの高性能化の研究

研究報告者

青野 光（信州大学 繊維学部機械ロボット学科 准教授）

(1) 研究背景と目的

自然災害時の迅速な被害状況の把握は、短時間での人命救助の成功や二次災害の防止を成功するための鍵の一つである。特に、人が立ち入れない危険な場所での迅速な情報収集は重要であり、現在マルチロータ型の回転翼の飛行ロボット(ドローン)を利用した空からの情報収集を実現すべく研究開発が世界的に実施されている。しかしながら、強風や降雨などの厳しい状況や GPS が利用できない場所などの飛行環境では、既存のドローンの利用が困難であるため、そのような環境でも利用可能な飛行ロボットの研究開発に注目が高まっている。

本研究の目的は飛翔昆虫などが活用している機能を工学的に実装することで飛行ロボットの性能を向上させる(高性能化)である。具体的には、昆虫の翼の付け根にあるヒンジによる翼の羽ばたき往復運動の運動エネルギーの再利用メカニズム(研究項目 1)と(昆虫の左右の翼間の距離を近づけることで翼まわりの流れの干渉を促進することにより、発生させる空気力を増加させる clap-and-fling メカニズム(研究項目 2)の二つの生物規範型力学メカニズムを開発中の羽ばたき翼型飛行ロボットに組み込んだ機体での実験と理論解析により、それらの飛行性能への影響を議論し、ロボットの性能向上を示すことである。

研究項目(1)の研究の結果と考察より、ねじりバネを組み込んだ場合、ねじりバネを組み込んでいないものと比較して、動作電圧 3.5V 以下での羽ばたき振幅を低下させるが、揚力-電力比が最大で 39.9%、平均で 16.3%改善され、機構が駆動できる羽ばたき周波数の増加により最大揚力もねじりバネを組み込まない場合と比べ 7.5%改善されることが分かった。

研究項目(2)の結果と考察より、駆動システムの羽ばたき振幅を大きく設計することで動作電圧 3.5V での最大揚力が 20%増加し自重も支えることもできた。その揚力増加のメカニズムの一つとして、羽ばたき振幅を上げたことによる near-clap-and-fling によるものであり、揚力の計測値と定常空気力学の理論値の比較によりその定量的な効果を示した。

本研究では、上述に示した二つの研究項目により羽ばたき翼型飛行ロボットの性能を向上させることができた。現在、これらの知見を基にした更なる機体性能の改善と並行して自律静止飛行を実現するための飛行制御アルゴリズムとそれを実現する機構の開発を進めている。今回助成を頂いた研究項目により我々が目指す最終ゴールに近づくことができた。感謝を申し上げる。