



Title	Insect Inspired Foldable Wing Design for Flapping Wing Micro Air Vehicles
Author(s)	石黒, 理紗
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/96113">https://hdl.handle.net/11094/96113</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 （ 石 黒 理 紗 ）	
論文題名	Insect Inspired Foldable Wing Design for Flapping Wing Micro Air Vehicles (羽ばたきMAVのための昆虫に着想を得た折り畳み翼デザイン)
論文内容の要旨	
<p>この博士論文は、昆虫のように翼を折りたたみ、羽ばたいて飛ぶことができるMAV (Micro Air Vehicle) のための翼の開発を目指したものである。翼が不要な時に折りたたむことで、MAVのサイズを小さくし可搬性を向上させるとともに、翼を保護し、狭い空間への侵入を可能にする。また、翼を用いない離陸時には、翼を折りたたむことで空気抵抗を減少させることができる。この博士論文では、昆虫の中でも特に翼を小さく折りたたむことができるハサミムシの翼の構造に着目し、その折りたたみ構造を模倣することで、高い折りたたみ率を持つ翼の開発を試みた。</p> <p>本論文は4つの研究で構成されている。第一の研究では、翅脈デザインの変更により翼の剛性が変化した際に、羽ばたきによって生み出される力がどのように変化するかを確認した。第二の研究では、シート状素材と折り紙ヒンジを用いて、折り重ねる折り畳み構造を実現可能な翼の作製技術を確認し、風洞実験によりその性能を確認した。第三の研究では、第二の研究で確立した翼の作製手法をもとに、ハサミムシと同等の折りたたみ率を持つ翼を開発した。さらに形状記憶合金を用いて翼の剛性を向上させることを目指し、羽ばたきによる力を生み出すことに成功した。第四の研究では、ハサミムシの翼の折り畳みが1自由度の折り畳みで再現できることに着目し、1自由度の折り紙構造の折りたたみと展開に必要なトルクの計算を行った。これにより、翼の展開に必要なアクチュエータを推定することができた。</p> <p>これらの研究から、ハサミムシと同等の折り畳み率を持つ翼を開発することができた。これは、過去の研究によって開発された折り畳み可能翼と比べて非常に高い折り畳み率である。これらの研究は、高い折り畳み率を持つ折り畳み可能翼の開発技術を確認したものであり、昆虫のように翼を折り畳み、羽ばたいて飛ぶことができるMAVの開発に繋がると考えられる。</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 石 黒 理 紗 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	原 田 研 介
	副 査	教 授	佐 藤 宏 介
	副 査	教 授	飯 國 洋 二
	副 査	教 授	細 田 耕 (京都大学)

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、昆虫のように翼を折りたたみ、羽ばたいて飛ぶことができるMAV (Micro Air Vehicle) のための翼の開発を目指したものである。翼が不要な時に折りたたむことで、MAVのサイズを小さくし可搬性を向上させるとともに、翼を保護し、狭い空間への侵入を可能にする。また、翼を用いない離陸時には、翼を折りたたむことで空気抵抗を減少させることができる。この博士論文は、昆虫の中でも特に翼を小さく折りたたむことができるハサミムシの翼の構造に着目し、その折りたたみ構造を模倣することで、高い折りたたみ率を持つ翼の開発を試みたものである。

本論文は4つの研究で構成されている。第一の研究では、翅脈デザインの変更により翼の剛性が変化した際に、羽ばたきによって生み出される力がどのように変化するかを確認した。第二の研究では、シート状素材と折り紙ヒンジを用いて、折り重ねる折り畳み構造を実現可能な翼の作製技術確立し、風洞実験によりその性能を確認した。第三の研究では、第二の研究で確立した翼の作製手法をもとに、ハサミムシと同等の折りたたみ率を持つ翼を開発した。さらに形状記憶合金を用いて翼の剛性を向上させることを目指し、羽ばたきによる力を生み出すことに成功した。第四の研究では、ハサミムシの翼の折り畳みが1自由度の折り畳みで再現できることに着目し、1自由度の折り紙構造の折りたたみと展開に必要なトルクの計算を行った。これにより、翼の展開に必要なアクチュエータを推定することができた。

主査、副査で論文の審査をおこなった結果、いくつかの疑問点が挙げられた。それらは主に、①実際のハサミムシの翼展開の方法、②ハサミムシを使った研究のオリジナリティ、③命名の基準、④翼弦方向の翅脈の重要性、⑤出力が低下するポイントがある理由、⑥翼の後縁部の縁取りの影響、⑦目標への到達度合いなどであった。審査の際に出た疑問点に関する議論を中心に、最終審査をおこなった。最終審査では石黒氏は全ての疑問に明確に回答した。これにより、主査、副査全員一致で本論文は博士(工学)として価値があるものと認められた。