

## 蝶の翅上に形成される三次元渦構造の発達過程とそれが生み出す揚力／推進力特性の関連機構の解明

九州工業大学 潤脇正樹

近年、世界各地で自然災害が頻発し、倒壊した建物などからの被災者の発見・救助は困難を極めるだけでなく、原子力発電所など人間の侵入が容易ではない場所での大事故を引き起こすこともある。そのため、世界中で災害救助支援ロボットが開発されているもののその使用範囲は限定され、例えば、汚染水に浸された場所ではその技術を発揮できないケースもある。その一方で、2001年のアメリカ同時多発テロ以降、欧米では、不審者の監視システム技術（テロ対策）の開発が盛んに行われ、特に、環境に調和した昆虫を模倣した飛翔ロボットの開発への注目が高まっている。これらの背景の元、安全・安心の社会の実現のための小型飛翔ロボット（Micro-Air-Vehicle (MAV)）の開発が欧米を中心に盛んに行われてきた。しかしながら、その多くは、羽根が回転するローター型のロボットであり、その構造は部品点数も多く、複雑になるだけでなく、その飛翔形態は昆虫とは全く異なるため、欧米の目指す環境に調和した監視システムへは不向きである。そのため、これらのロボットの実用化は足踏み状態にある。

これまでに、蝶の飛翔メカニズムを流体力学的にアプローチし、その研究成果を基盤として、尾翼を有することなく2枚の翅の羽ばたき運動だけで自律飛翔するロボットの開発に世界で初めて成功し、国際特許を取得するまでに至った。この飛翔ロボットは、総重量1.9gと超軽量であり、蝶のようにヒラヒラと舞うように飛翔するだけでなく、直進、旋回および上昇飛翔が可能である。今後、実用化を目指す上で、さらに複雑な飛翔の実現とカメラやセンサを搭載するための高揚力発生の実現が重要となる。そのためには、「何故、蝶は飛翔できるのか？」をさらに明らかにすることで、羽ばたき飛翔に必要な要素を見つける必要がある。特に、翅まわりに生成される流れ（渦）が飛翔に必要な揚力および推進力にどのような影響を与えているかを詳細に明らかにする必要がある。これまでの研究では、主に、蝶の翅（はね）の動きや離陸飛翔する蝶の翅まわりの流れの様子を明らかにし、しなやかに変形する翅の羽ばたき運動とそれにより翅上に作り出される渦輪を明らかにしてきた。

本研究では、飛翔する蝶の翅上に形成される流れ（渦）の三次元構造とその挙動を明確にするだけでなく、渦の要素（回転・せん断）を正確に捉え、また、渦同士の干渉・合体・分裂までの過程を定量的（数値的）に明らかにし、これらが蝶が生み出す揚力および推進力に与える影響およびこれらの関連性を明らかにする。すなわち、蝶の翅がどのような動きの時に、どのような流れ場を形成し、どれほどの揚力および推進力を生み出すのかを明らかにする。これらの結果を基盤として、離陸、急旋回、ホバリングなどの複雑な飛翔、また、センサやカメラを搭載するための高揚力／推進力を生み出す羽ばたき飛翔ロボットの翅の設計指針およびその運動機構の最適化を目指すことが本研究の目的である。