

# 生物の飛行と遊泳における 計算バイオミメティクス

昆虫、鳥、魚といった生物は、飛行または遊泳という移動形態が持つ優れた利点を生かすことで、地球全体に生息域を広げ、繁栄してきました<sup>[1]</sup>。これらの飛行または遊泳する生物は、多様で複雑な環境に適応していく中で、翼や鰭を用いた頑健で機動的な移動手段を実現してきました。例えば、ハチやハエは100Hz程度以上の高い周波数で翼を複雑に羽ばたかせることで大きな揚力を生み出し、1cm程度以下の小さな体で、風が吹く中でも飛行し、安定な停空飛行や鋭い方向転換などが可能です。

生物の飛行と遊泳は、自然淘汰による永い時の試練によって、絶え間なく洗練されてきました<sup>[2]</sup>。ゆえに、その形態、機能、そして戦略を、その背後にあるメカニズムの理解に基づき、模倣することによって、自然解の代替としての持続可能な工学解を得ること(バイオミメティクス)が期待されています<sup>[3]</sup>。生物の飛行と遊泳は、感覚、脳神経、筋骨格、そして翼などの運動と周囲の流れといった性質の大きく異なる階層が相互に結合して実現するので<sup>[4]</sup>、各階層に固有のメカニズムとともに、それらが複合あるいは連成するメカニズムが重要であると考えられます。したがって、そのバイオミメティクスにおいて、分野横断的な計算の方法論が用いられることは自然な流れと言えます。

これらを一般化し工学の視点から整理して、バイオミメティクスの問題、すなわち、自然のシステムに由来するメカニズムを理解し、模倣することによって、物理モデル、工学システム、および、技術的デザインを生み出すことに対する計算方法とその求解を、ここでは計算バイオミメティクスと呼びたいと思います。その特徴として、アナリシスとともにシンセシスが重要であり、また、それらが同時並行的であること、そして、マルチフィジクス、マルチスケール、連成現象が本質的であることが挙げられます。また、模倣の計算が課題として挙げられます。

本特集では、このトピックに関して活発に研究されている先生方から各自のご研究を紹介して頂きました。本特集の元となったのは、東京大学の吉村忍先生、千葉大学の劉浩先生とともに、国際会議でのミニシンポジウム<sup>[5,6]</sup>と学術誌での特集<sup>[7]</sup>を企画したことです。これらの企画では、多くの皆様にご参加頂き、活発な討論をさせて頂きました。さらに本特集によって、このトピックに参加される方が1人でも増えれば幸いです。最後になり、まことに恐縮ですが、これらの企画をご一緒させて頂いた吉村忍先生、劉浩先生、そして本特集の記事を執筆して頂いた先生方に心より感謝申し上げます。



石原 大輔

## 参考文献

- [1] A. Azuma, The Biokinetics of Flying and Swimming, AIAA Education Series, 2005.
- [2] A. K. Brodsky, The Evolution of Insect Flight, Oxford Science Publication, 1994.
- [3] H. Liu, T. Nakata, G. Li, D. Kolomenskiy, Biomechanics and biomimetics in flying and swimming, Industrial Biomimetics, pp. 29-80, 2019.
- [4] T. Beatus, I. Cohen, Wing-pitch modulation in maneuvering fruit flies is explained by an interplay between aerodynamics and a torsional spring, Physical Review E, 92, 022712, 2015.
- [5] <https://www.wccm2022.org/minisymposia0405.html>
- [6] <https://congressarchive.cimne.com/cfc2023/proposals/c5956a9f081711edb993000c29ddf0c.pdf>
- [7] [https://www.mdpi.com/journal/biomimetics/special\\_issues/M9110WVU2D](https://www.mdpi.com/journal/biomimetics/special_issues/M9110WVU2D)

いしはら だいすけ

九州工業大学大学院情報工学研究院知的システム工学研究系教授。1998年大阪大学基礎工学部機械工学科卒業、2003年東京大学大学院工学系研究科システム量子工学専攻博士課程修了、博士(工学)。2003年九州工業大学着任、2022年より現職。連成解析に関する研究・教育に従事。