

第3回数理工学コンテスト受賞作品講評

【最優秀賞】

広島大学附属高等学校 トンボ班

3年生 中河 友里さん、濱野 彩音さん、山田 瑞季さん

「トンボの翅にはなぜボロノイ構造が現れるのか」

[講評]

本論文は、トンボの翅（ハネ）に現れる翅脈（シミヤク）のパターンにボロノイ構造が見られる理由を明らかにすることを目指して、翅脈のパターンの特徴を分析したレポートです。

ボロノイ構造を描いた図のことをボロノイ図と言いますが、携帯の基地局の設計、画像のデータ圧縮や有限要素法と呼ばれる数値計算の領域分割など、幅広い分野で応用されているもので、自然界でも動物の勢力圏やハチの巣といったもので観察されます。

さて、本レポートでは、「辺の長さの二乗の和」と「外接円の半径の二乗の平均値」という二つの量を、物質運搬の効率と羽の強度を反映する指標としてそれぞれ新しく定義し分析に用いている点がオリジナルです。結果としては、トンボボロノイは、正六角形充填の強度維持に果たす役割と乱数ボロノイ充填のばらつきの両方を兼ね備えており、1枚の翅（ハネ）の中でも異なる特徴を持つことを示したことが審査委員会において高く評価され、最優秀賞に該当すると判断されました。

最初にトンボボロノイを正六角形及び乱数ボロノイと比較することによって、トンボボロノイは正六角形と乱数ボロノイの中間的な性質を持つことを示し、それに基づき3つの仮説（①トンボボロノイの強度、②トンボボロノイの規則性、③モノサシボロノイとトンボボロノイの比較）を立て、それらの仮説を確かめるために、必要な課題を設定して予想を立てるとともに検証しています。このやり方は、問題解決の方法として大変評価できると思います。自分たちなりの方法を工夫している点や、シミュレーションと観察の比較が為されている点も評価できると思います。羽の根元と先で辺のベクトルの散布図を比較した結果では、個体差が大きかったことから、（根元は強度が高いのでベクトルの向きが揃うのでは？という）予想通りの結果が得られなかったようですが、例えば、強度の指標として定義している「外接円の半径の二乗の平均値」での検討なども必要だったかもしれません。

また、今後の課題として書かれている翅（ハネ）の実際の動きを含めた考察や生物学的考察を是非進めていかれることを期待します。数理的なパターンと物理的な性質及び生物学的な機能との間の関係が発見できたら素晴らしいと思います。