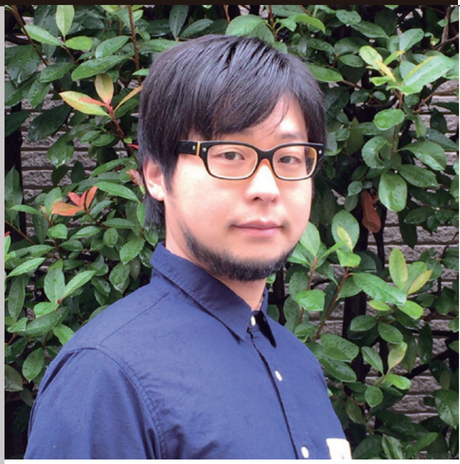
Mathematica 導入事例

生物の「かたち」の定量解析への活用

九州大学大学院 理学研究院
生物科学部門
野下 浩司 助教



多種多様なデータフォーマットをサポートしており
多様な解析に使える豊富な関数と
統一されたインターフェース・解析環境により
2 次元、3 次元での可視化も
シームレスにおこなえる点が魅力です。

業務 と ご研究の内容について、お教えください

さまざまな生物や生物が作る構造物の定量的な解析に取り組んでいます。形態進化を究極要因と至近要因の両面から定量的に理解したいと考えています。

主な研究内容は
1.「かたち」の解析の基盤となる理論・技術の開発と実装
2. 貝類殻形態の自然史への数理生物学的研究
3. 植物の構造と機能性のフェノタイピング
です。

例えば、「かたち」のある側面は、平行移動、回転に対する不変量である形態（form）や平行移動、回転、拡縮に対する不変量である形状（shape）として記述できます（図 1，Noshita 2021 CC-BY 4.0)。
こうした性質やそれ以外の「かたち」の側面を定量的に解析するためのモデルの開発や計測手法の提案を進めています。

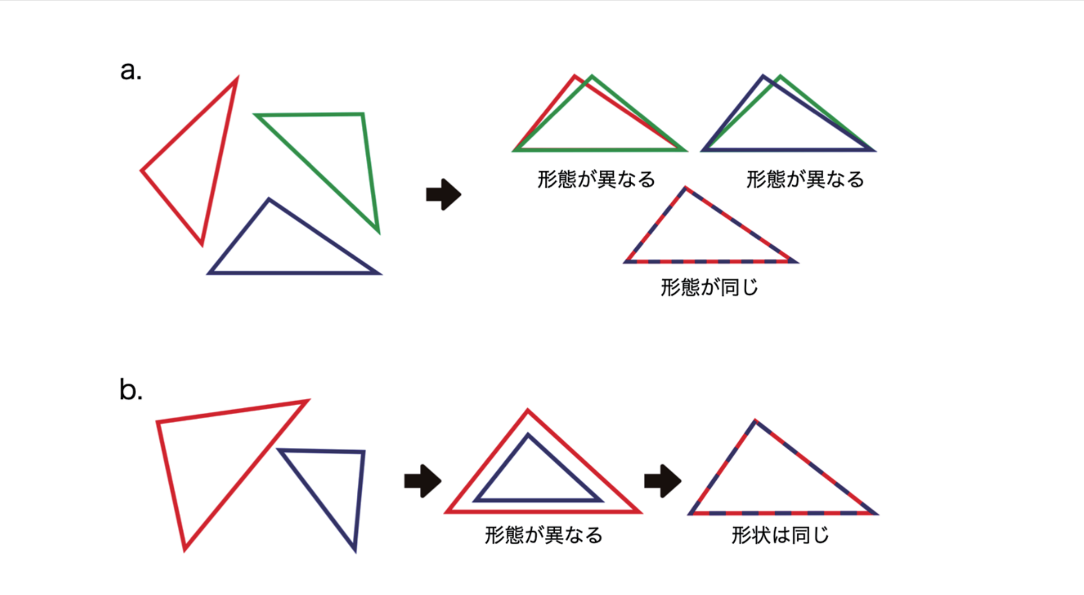


図 1: 幾何学的不変量としての「かたち」ある側面。
a. 形態（form）は平行移動と回転に対する不変量として定義される。
b. 形状（shape）は平行移動と回転に加え拡縮に対する不変量として定義される。

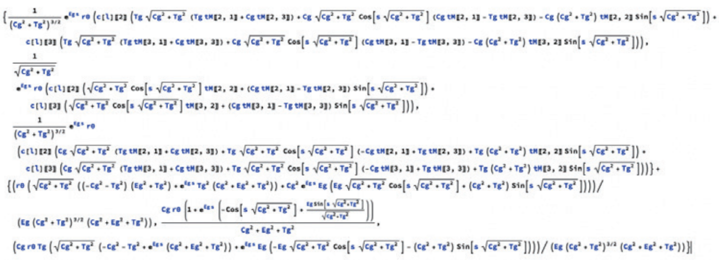
WOLFRAM
COMPUTATION MEETS KNOWLEDGE

HULINKS

Wolfram 製品をどのような場面で使用されていますか？

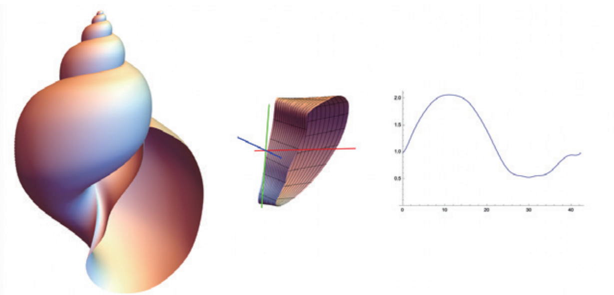
形態や形状を記述する数理モデルの解析や数式処理、可視化に Mathematica を用いています。
例えば、貝類の殻形態の数理モデルの解析からあるモデルが別のモデルの特殊な場合であることを示したり（図 2）、結果を可視化したり（図 3）といったことに活用しています。

数式処理により汎用性を保ったまま解析を進め、具体的なパラメータの値により実際にどのような「かたち」や成長パタンを示すのかを確認することができ便利です。微分方程式や接空間の基底を操作するようなケースでは特に威力を発揮します。



◀図2:
軟体動物殻形態を記述する成長管モデル（Okamoto 1998 Palaeontology）から、成長パタンを記述する成長ベクトルモデル（Hammar and Bucher 2005 Lethaia）への変換式。2つの異なる理論モデルの対応関係を示すことで、CT などから得られる実際のデータからの成長パタンの定量化が可能になる。

図 3:▶
巻貝の殻形態と成長パタンの理論モデルに基づく可視化。



Wolfram 製品を使い始めたきっかけは？

卒業研究に取り組んでいた頃（2009 年前後）に Mathematica を使い始めました。
当時は巻貝の殻のかたちを表現する理論形態モデルの 3 次元的な可視化、物理シミュレーション、博物館標本からの計測データに基づいたパラメータ推定への活用がメインでした。
パラメトリックな 3 次元空間中の曲面としてモデル化される巻貝の殻のかたちの解析や可視化を簡便に行える点が強みです。

Wolfram 製品の魅力とは？

多種多様なデータフォーマットをサポートしており、2 次元、3 次元での可視化もシームレスにおこなえる点が魅力です。これらは様々な「かたち」を解析する上でとても助かります。
というのも「かたち」のデータとして利用されるものは単純な 2 次元の RGB 画像だけではありません。
CT や MRI のデータであれば 3 次元のボクセルデータ、3D スキャンなどではポリゴンや点群データになります。
またマルチスペクトル画像やハイパースペクトル画像ではより多くのチャネルが必要で、色深度も 8bit だけでなく 16bit や 32bit ということもあります。
こうした多様な解析を豊富な関数と統一されたインターフェース・解析環境により実施できます。

今後の展望 / 製品機能への要望をおきかせください

ノートブック環境の強化とバージョン管理システムとの親和性の向上を期待します。
データの解析にはパスの自動補完やファイルのブラウズ、見出しの目次化などがあると便利なので、こうした機能が導入されると嬉しいです。
また Paclet やパッケージ開発のベストプラクティスなどの情報が充実すると様々なツール開発にもっと取り組みやすくなると期待しています。

●本事例作成に関し、野下先生のご協力に感謝いたします。（インタビュー：2023 年 7 月）　※所属・役職は取材当時のものです。

株式会社ヒューリンクス

〒103-0015
東京都中央区日本橋箱崎町 1-2　THE SHORE 日本橋茅場町 6 F
https://www.hulinks.co.jp/