



研究領域名 生物の3D形態を構築するロジック

大阪大学・大学院生命機能研究科・教授

こんどう しげる
近藤 滋

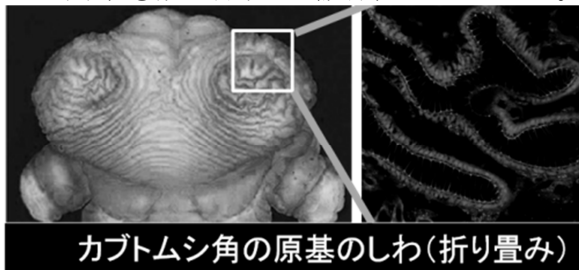
研究課題番号：15H05856 研究者番号：10252503

【本領域の目的】

生物の臓器や器官の機能、あるいは個体の行動は、その形態に依存する。そのため、形ができる原理の解明は生物学の最重要課題の一つである。分子生物学の導入以降、形態形成に重要な遺伝子・分子の多くが特定され、発現パターンも解っている。しかし、遺伝子の発現パターンは、既に存在している場を区別しているものであり、形を生み出すことはない。3Dの形態は、個々の細胞の物理的な変化の集積として、場が3次元的に変形して生み出されるのだが、その因果関係についての情報は極めて少ない。本領域では、生物の形態形成現象の中でも、「3D」を意識しないと理解できない現象を取り上げ、生物の3次元形態がどのようなロジックで作られているかの解明を目指す。

【本領域の内容】

本領域の特徴は、①3Dの形態形成に特化した研究対象、②数理科学との融合、の2つである。

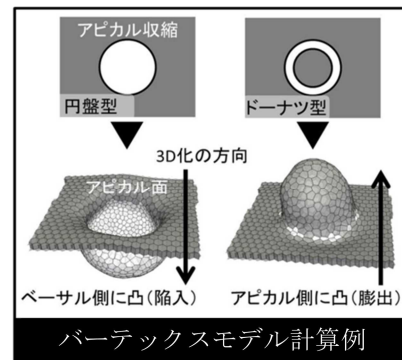


カブトムシ角の原基のしわ(折り畳み)

上図はカブトムシの角の原基では、複雑な折り畳み構造が見えるが、完成形と対応づけることは難しい。そもそも、優美な完成形の構造を折り畳んだ状態で作ること自体が、とてつもなく困難に思える。数学側から見ても、「有限の伸縮しか許されないリアルな世界で任意の複雑な形態をどうすれば平面上の原基に折り畳めるか？」という問題に解答するのは難しい。しかしながらこの空間構造に関する問いに答えられない限り、真の意味で生物の3D形態がどうやってできるかは、解らないのである。逆に、この複雑な3D形態の折り畳み方法がわかれば、任意の形を作れることになる。他にも、魚類の体節の3D変形、ショウジョウバエ後腸のキラルな捻転、インビトロで培養される上皮細胞が見せる3D形態形成、両生類胚の神経管形成時に起きる細胞層の3D変形等を研究対象として扱う。

3Dバーテックスモデル等の適切な計算システムを使えば、細胞シートの一部で発生された力が、場をどのように変形させるかを計算できる。これ

に実験データを組み合わせて、さらに数学的に拡張すれば、ツノゼミのような複雑な3D構造を完全に説明することも夢ではないだろう。



【期待される成果と意義】

非常に複雑なツノゼミのヘルメット構造も、カブトムシの角や昆虫の翅と同様に、細胞シートの折り畳みでできる。したがって、折り畳み構造と3D形態の関係が解明されれば、ほとんどの昆虫、甲殻類の3D形態が形成される仕組みを、ある程度「理解」できるはずである。これは発生生物学における一つのゴールに他ならない。また、細胞シートの折り畳みと3D形態とのあいだの関係が解明されれば、太陽電池パネルの折り畳み法として有名な「三浦折り」の様な、未知の応用につながる可能性もある。

【キーワード】

3次元形態
細胞シート
折り紙の理論

【研究期間と研究経費】

平成27年度～31年度
1,102,300 千円

【ホームページ等】

<http://www.3d-logic.jp/>