

領域番号	3705	領域略称名	3D形態ロジック
研究領域名	生物の3D形態を構築するロジック		
研究期間	平成27年度～平成31年度		
領域代表者名 (所属等)	近藤 滋(大阪大学・生命機能研究科・教授)		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>本申請領域では、生物の3D形態形成の原理を解明することを目指す。</p> <p>生物の臓器や器官の機能は、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。近年の分子発生学の進歩により、形態形成に重要な遺伝子・分子の特定と、それらの発現する時期・部位はすでにわかっている。しかし、遺伝子の発現パターン自体は、既に存在している場を区分けしているだけで、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。これまでの、3D形態にかかわる問題が扱われなかった原因は、3D構造を扱う計算手法や3D形態の計測技術などが未熟であったことである。しかし、近年の技術的な進歩は、この難点の多くを克服した。例えば、適切な物理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構造を説明することも夢ではない。</p> <p>3D形態形成の原理が解明できれば、基礎的科学における意義以外にも、応用面での期待も持てる。幹細胞から臓器を再生する場合にも、臓器の「構造・形態」を再現することは必須であり、そのためには、形のロジックを知る必要がある。従って、本研究の社会的意義も極めて大きい。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>3D形態を作る2つの要素である①細胞集団の回転、②細胞シートの折り畳み、に的を絞り、研究を進めている。</p> <p>芳賀はインビトロ培養系で、細胞集団が回転しつつ変形する現象を解析しており、足場の性質を変えることで、様々な形態を生み出せることを発見した。また、回転方向が逆転することがあり、それが、秋山の数理モデルと合致することを見出している。武田はゼブラフィッシュの体節形成において、移動する細胞の詳細な解析を行い、移動の原因を分子的に突き止めつつある。また、回転自体は細胞分裂を伴わない変形に必要であることを解ってきている。松野は、ショウジョウバエ後腸の回転が、円柱上皮細胞のひねりによって引き起こされることを、実験と理論の両方で証明した。</p> <p>細胞シート変形に関しては、上野がシートの折り畳みを生み出す力に特化した研究を、大澤が細胞シート変形の方法と深さを決める分子メカニズム、近藤が折り畳みパターンと3D形態との関係について研究を進めている。上野らの研究は、カルシウム発火の波とシートの変形との関係を明らかにしている。また、近藤・大澤の研究は、細胞分裂の異方性と折り畳みパターンの関係を明らかにし、それを演繹することで、さらに複雑な3D形態形成の仕組みにチャレンジしている。秋山(数理モデル) 井上(物理シミュレーション) 松本(力の測定) はほぼすべてのグループと協力し、研究を進める原動力となっている。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる)</p>
	<p>本研究領域は、3D 形態を作る原理の解明に向けて実験系、理論系、技術系の研究者が融合研究を行うことで、この謎の解明に取り組んでいる。力による変形、折り畳み、回転にフォーカスして取り組むという研究領域の設定目標は明確であり、領域代表者の 2D での成果も踏まえており、今後進展すべき時機を得た課題である。</p> <p>実験系と理論系との連携が積極的になされており、特に、カブトムシやツノゼミのツノの折り畳み構造と 3D 形態の関係は興味深い。既に 3D 構築における 2D 上の“しわ”の存在意義について実験、理論の両側面からの検証が進んでおり、独創性の高い研究領域が形成されつつあると評価できる。</p> <p>一方、論文など具体的な成果はまだ進展途上であり、今後、計画研究組織同士、もしくは計画研究と公募研究をまたがる研究成果を積極的に発信する取り組みが必要である。</p> <p>今後更に研究が加速し、複雑な 3D 形態を形成する数理モデルの構築と 3D 形態形成のロジックを解明することで、形態形成分野での世界的なイニシアチブ獲得を期待したい。</p>