



研究領域名 素材によって変わる、『体』の建築工法

京都大学・大学院工学研究科・教授

いのうえ やすひろ
井上 康博

領域番号： 20A306 研究者番号：80442929

【本研究領域の目的】

家を建てる時、建材を何にするかが重要です。なぜなら、建材の物理的性質によって加工方法や組立て方法が選ばれ、それが最終的な家の形も決めるからです。この事情は、生物の形態形成にも当てはまります。体を構築・維持するには、細胞だけでは剛性が足りないため、サポート素材（カルシウム、コラーゲン、キチン等）が利用されます。このとき、細胞は、素材によって工法を選び、「体」を建築します（図1）。本研究領域では、「非細胞素材の加工」という新しいパラダイムを提示することで、形態形成の原理に挑みます。形態形成の本質を「体＝工作物、細胞＝作業員」と捉えることで、数理モデル化と大規模シミュレーションが容易になり、「マクロな形」と「細胞挙動」の関係が一気に明らかになると考えています。また、このパラダイムは「工業」そのものであるため、工業デザイン技術の生物への応用と、生物で得られた知見の産業応用が期待できます。



『棒』『面』の素材を加工、細胞はその作業員

図1 「形態形成＝非細胞素材の加工」と捉える

【本研究領域の内容】

本研究領域では、総括班の支援の下、三つの研究項目を推進します。

研究項目 A01 では、新たな原理の解明につながる可能性の高い実験系を持つ生物系の研究者から構成され、扱う現象は多様ですが、非細胞素材の加工の点から形態形成の原理に迫ります。研究項目 A02 では、体の形作りを素材の加工の点から数理モデル化・シミュレーションし、形態形成の原理に迫ります。研究項目 B01 では、素材や細胞に対する計測・操作技術の開発から領域研究を促進するとともに、生物の形態形成の原理を工学の理論構築や技術開発に応用します。特に、生物の形が作られる原理やプロセスに着目した新しい工学応用を目指します。

【期待される成果と意義】

「非細胞素材の加工」という新しいパラダイムから、形態形成を理解することにより、本研究領域で扱う対象を超えて、発生現象全般の理解が大きく変革されると期待しています。細胞の貢献は、体の一部とな

ることだけでなく、むしろ、サポート素材の加工、組立てを行う作業員として捉えられ、その挙動を分子レベルから理解することができるようになるでしょう。

また、本研究領域の特徴として、形態形成を素材の加工と規定したことで、工学との親和性が高いことが挙げられます。本研究領域では、発見した生物の原理の工学応用を探っていきます。オタマボヤのハウス形成に見られるような、3D構造をコンパクトな平面として製造・保存する原理は、建築や機械の新しい設計・製造技術につながると期待されます。カイメンの細胞作業員の挙動からは、分業体制で働く多数のドローンなどのシステムへ、新しい分散型制御理論の展開が期待できます。

さらに、本研究領域の研究は、幅広い分野間の連携により進みますので、基礎科学から応用までを俯瞰し、多様な観点で課題発見と解決ができる若手研究者の育成にもつながると期待します。

【キーワード】

サポート素材: 形を保つために必要な素材。例えば、柔らかい団子をピラミッドのように積み上げても、自重で崩れてしまいます。串があれば、こんなタワーも作れます（図2）。このとき、形を作っているのは、サポート素材の串です。



図2 形を保っているのはサポート素材

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,147,300千円

【ホームページ等】

<https://www.architect-bio.info>