

バイオミメティクスのセカイ —自然界からの技術伝承—

The world of Biomimetics
—Technology inheritance from the nature—

特集担当主査：中村智昭

特集企画担当：小栗光、瓦井智貴、熊野直子、千石理紗、田坂智美、橋本青依、
マエムラユウオリバー、馬島かなえ、増田貴之、松本駿輝、箕輪知佳

ABSTRACT

The May issue of JSCE Magazine, “Civil Engineering” features “Biomimetics”—the practice of mimicking the structures, functions, or entire ecosystem systems of living organisms, drawing inspiration from them to develop new technologies and innovations. Amid declining interest in civil engineering and engineering fields among younger generations, this feature reveals the beauty and rationality inherent in the efficient structures born through biological evolution, while offering a renewed understanding of mechanics. In the lead interview, Mr. Shimomura, one of Japan's leading biomimetics experts, urges engineers to ask not only “Can we do it?” but also “Should we do it?” as he pursues sustainable growth and responsibility for future generations.

This article traces biomimetics expansion in Japan and globally: (First Generation) Morphological Mimicry (e.g., structural color in Morpho butterflies, anti-reflective surfaces inspired by moth eyes) – achieved through nano/microfabrication technologies spanning materials, optics, and textiles; (Second Generation) Dynamic Function Mimicry: water repellency, anti-soiling, self-healing surfaces, etc.; (Third Generation) Ecomimetics: methods applying ecosystem networks, interactions, and circular processes to engineering.

Through this special feature, we hope to provide current and future civil engineers with an opportunity to consider: “What can we do now to achieve a circular society?”

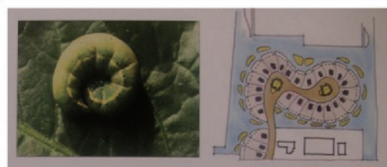
特集の背景と狙い

「学ぶ」という言葉の語源は、古語の「まねぶ」に由来し、「真似る（模倣する）」という意味を持つ。本特集のテーマである「バイオミメティクス（英：Biomimetics）」は、日本語で「生物模倣」と訳され、生物の構造や機能、または生態系システムそのものを模倣し、それらから着想を得て、新しい技術・開発に生かす「bio（生物）」と「mimetic（模倣的）」を掛け合わせた言葉である。

「まねぶ」という言葉の語源は、古語の「まねぶ」に由来し、「真似る（模倣する）」という意味を持つ。本特集のテーマである「バイオミメティクス（英：Biomimetics）」は、日本語で「生物模倣」と訳され、生物の構造や機能、または生態系システムそのものを模倣し、それらから着想を得て、新しい技術・開発に生かす「bio（生物）」と「mimetic（模倣的）」を掛け合わせた言葉である。

この視点から現代の土木を改めて見つめると、近年、土木分野では若者の「土木離れ」・「工学離れ」が指摘されており、この状態が続けば

まねぶ



真似る



まなぶ

図1 まねぶ(真似る)からはじまる学び

「科学立国日本」としての国際競争力低下が懸念されている。その一要因に、「構造」「力学」といった専門分野の難しさ・とっつきにくさがあるのではないだろうか。この状況を受け、構造に着目した特集テーマを選定するにあたり『用・強・美』ではなく、部門を横断し、自然界から

学び・活用する『バイオミメティクス』をテーマとした。本特集において生物の進化の過程で生まれた合理的構造に秘められた美しさに触れ、力学を学び理解することの重要性を再認識するキッカケとなればと願う。

わが国におけるバイオミメティクス研究の第一人者である下村政嗣氏は巻頭インタビューで私たち土木・建設技術者に向け、「これからの技術者に求められることは、単に『やれるかやれないか』だけでなく、『やっていいか悪いか』を考慮することである」と警鐘を鳴らしている。持続可能な成長が求められる中、私たちは次の世代に何を残せるのか。何を伝えることができるのか。

巻頭インタビュー後の平坂氏の記事にもあるように、バイオミメティクスは近年、次の三つの段階を経てその領域を拡張してきた。第一世代は、モルフオ蝶の構造色や蛾の眼の無反射構造などに代表される「形態模倣」である。ナノ・マイクロ加工技術の進展により、生物表面の構造を人工的に再現する製品は、材料、光学、繊維など多くの分野で実用化

が進んだ。第二世代は、生物が環境の変化に応じて機能を維持する「動的機能」を模倣する領域であり、近年では撥液・防汚・自己修復などの動的表面技術が注目されている。そして第三世代は、生態系全体のネットワークや相互作用、循環の仕組みを工学へ応用する「エコミメティクス(Ecomimetics・生態系模倣)」の段階へ移行しようとしている。

特集の構成

本特集では、各世代のバイオミメティクス技術を網羅的に紹介する。

記事の構成として、まず前半の本企画趣旨、インタビュー、海外活用事例紹介を通して「バイオミメティクスとは？」そして、その歴史的経緯と将来の展望について下村政嗣氏が提唱する「バイオミメティクスからエコミメティクスへの転換」や循環型社会に向けた世界的動向について解説する。その後、わが国におけるバイオミメティクス活用事例紹介としてさまざまな社会実装事例とそれを実現するために必要な基礎研究における理

論を専門家からの解説記事と合わせて紹介する。

中盤には、バイオミメティクスに最新のロボット工学を掛け合わせ「昆虫など無セキツイ動物の動作」から着想を得て開発された生物型ロボットの事例や昆虫研究者である柳澤氏のコラムを配置している。ここでは、観察する機会を持つことの大切さや、異分野連携により新しいイノベーションを創造する楽しさを感じてもらいたい。

コラムに続く後半パートでは、新しい材料・構造の開発や異分野融合が導くバイオミメティクスの将来展望を紹介する。

自然界にある不思議に感動することこそがバイオミメティクスへの入口であり、新たな発想へつながる開発の種であると信じている。

本特集を通して、現役そして未来の土木技術者が「循環型社会を目指すために自分たちは今、何ができるか。何をすべきか。」を再考する機会となれば幸いである。

(注1) 生物模倣はバイオミミクリーと呼ばれることもあるが、本特集では国際規格のバイオミメティクスを用いる。