

関西大学システム理工学部機械工学科 伊藤 健教授

セミの羽から抗菌作用を導く

羽の表面突起が菌を壊す

私たちが普段使っている製品の中には、生物の構造や機能、形状を模倣したものがあります。例えば、500系新幹線を見てみましょう。その先端形状は、空気抵抗が小さい形をしているカワセミのくちばしを模倣しています(図1)。また、パンタグラフは、鳥の中でいちばん静かに飛ぶと言われるフクロウの羽を模倣して、騒音を抑えています。このように、生物の構造や機能などを観察・分析し、そこから着想を得て新しい技術開発やモノ作りに活かす科学技術のことを「バイオミメティクス」といいます。

関西大学システム理工学部の伊藤健教授は、セミの羽の構造から着想を得て、抗菌力の高い素材を開発してこられました。

これまでの抗菌素材は、銀、銅、亜鉛など、材料そのものに抗菌性がある物質を素材に練り込むという方法が一般的でした。

「セミの羽の表面に抗菌作用があることを明らかにしたのは、オーストラリアのスウィンバーン工科大学の研究チームです。この研究に興味を持った私は、まず抗菌作用を自分

の目で確かめることにしました」

伊藤先生は、前職の神奈川県立産業技術総合研究所の研究者のときからバイオミメティクスに関心をもち、独自に研究されていました。そして、2015年の関西大学着任を機に、バイオミメティクスを専門分野の一つとして研究を開始されたのです。

クマゼミの羽を電子顕微鏡で観察すると、高さ200ナノメートル(ナノメートルは10億分の1メートル)の超微細な突起が規則正しく並んでいます(図2)。伊藤先生は、この超微細な突起構造が抗菌作用と関係しているのではないかと仮説を立て、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)の協力を得ながら、その実証に取りかかれました。

例えば、蛍光タンパク質を体内に生成した大腸菌をセミの羽の上に置き、その蛍光強度変化を研究されました。約1年間にわたる研究の結果、凹凸があり、疎水性(水と混ざりにくい性質)のある物質の表面に大腸菌は付着しやすく、付着後は短時間で生命機能が失われることを突き止められました。

「大腸菌は鞭毛を回転させて始終動いている。研究成果の発表には、その条件を完全にクリアしていることを明示するようにしなければなりません。」

中小企業との連携で商品化を推進

セミの羽を模した抗菌素材は、付着した菌への抗菌作用が強いだけでなく、付着した細菌を水で洗い流すことにより抗菌効果が復活するという特徴を持っています。そのため、今後は医療機器、台所用品、便器などへの応用が期待されています。例えば、菌の付着による感染が問題視されている内視鏡のカメラやケーブルへのコーティングもその一つです。

バイオミメティクスを用いた抗菌は、従来の金属粒子を使用する抗菌に比べ、人体への影響を抑えることもできます。

「バイオミメティクス研究は、ドイツなどが国を挙げて力を入れているのに比べると、日

ます。突起に近づくとも鞭毛がからんで付着するため動きが乱れて細胞膜が傷つきます。その結果、生命維持に必要なたんぱく質などが漏れ出すのではないかと考えています」

超微細な突起を安価に作る

セミの羽の超微細な突起が大腸菌への抗菌作用をもつことを確認された伊藤先生は、その構造の再現に着手されました。

突起の土台にはシリコンを使うこととし、メチル基と呼ばれる分子集団の配列を調整しながら、セミの羽に似た疎水性を再現しました(図2)。また、突起作りには、樹脂製の「ビーズ」を突起の素にして、「エッチング技術」を用いました。「エッチング技術」は電子回路のプリント基板や半導体の薄膜加工など微細な加工に用いられている技術です。

「電子線を用いて、ナノ単位の突起を作るという技術はすでに開発されています。しかし、電子線を利用する設備は億単位の資金を要するうえ、生産効率が悪いいため、中小企業には不向きだと考えました。」

エッチング装置なら、電子線を用いる装置

本は遅れています。なんとかこの分野を開拓し、実用的な成果に結びつけたいと思っています。抗菌素材の実用化では、突起構造の転写技術に詳しい中小企業との産学連携を積極的に進めたいですね」

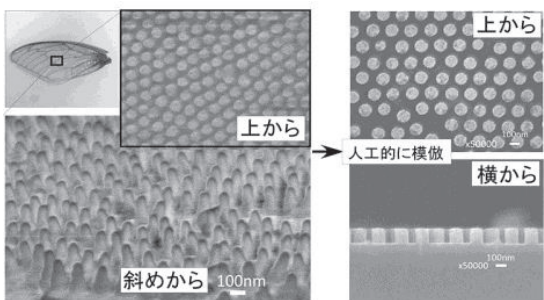
バイオミメティクスは、研究段階では生物学、物理学、化学、実用化段階では工学の知見が必要になります。伊藤先生は、大阪大学や東京大学で生物学と物理学の分野で実績を積み、産学技術総合研究所では中小企業とともに微細加工の技術を磨いてこられました。バイオミメティクスに最適の研究者と言っても過言ではありません。

「学生たちには、常に実用化を見据えること、コストを意識すること、スケジュール管理を身につけることを指導しています」

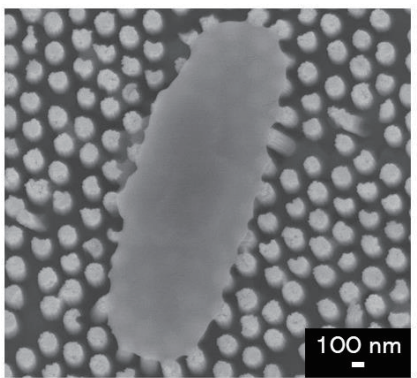
柔軟に、また、アクティブに研究を進めてこられた伊藤先生。その研究室の扉は、企業に向かつて大きく開かれています。



(図1)カワセミのくちばしを模した500系新幹線の先頭形状



(図2)セミの羽の表面構造(左)と伊藤先生がシリコンで再現された突起。



(図3)セミの羽にあるナノ構造を模して開発された人工抗菌素材と、そこに付着した大腸菌。

(略歴)

関西大学 システム理工学部
機械工学科 教授 博士(工学)

1995年、大阪大学理学部宇宙地球科学科を卒業。1997年に東京大学大学院理学系研究科地球惑星物理学専攻を修了し、同年、神奈川県立産業技術総合研究所に就職。その後、2007年に慶應義塾大学理工学研究科総合デザイン工学専攻博士。2015年、関西大学システム理工学部の准教授に着任し、2018年より現職。