

酸素供給スーツで3時間潜水するサイボーグ昆虫を実現

早稲田大学 2026年06月29日 18時00分

From 共同通信PRワイヤー

世界初、陸上昆虫で水中探査が可能に～浸水した災害現場やインフラ内部での活用に期待～

2026年6月29日

早稲田大学

世界初、陸上昆虫で水中探査が可能に 酸素供給スーツで3時間潜水するサイボーグ昆虫を実現
～浸水した災害現場やインフラ内部での活用に期待～

詳細は早稲田大学Webサイト [リンク](#)をご確認ください。

【表：[リンク](#)】

南洋理工大学シンガポールの佐藤裕崇（さとう ひろたか）教授らの研究グループは、早稲田大学理工学術院 [リンク](#)の梅津 信二郎 [リンク](#)（うめず しんじろう）教授らと共同で、サイボーグ昆虫が水中や低酸素環境で活動するための柔軟な「潜水スーツ」を開発しました。

大雨や洪水の後の災害現場では、がれきの隙間や排水路、半分水没した空間など、人や従来のロボットが入りにくい場所が多数生じます。研究グループは、サイボーグ昆虫が水中や低酸素環境でも活動できる柔軟な「潜水スーツ」を開発しました。このスーツは、酸素を発生させる小型タンク、昆虫の体を覆う柔らかい

防水シェル、呼吸口へ酸素を届けるシリコンチューブから構成されます。実験では、スーツを装着しない昆虫は水中で約2分後に活動を停止しましたが、装着時には最大3時間、水中で移動を続けることができました。本成果は、災害救助や浸水したインフラ点検に向けた、陸上・水中の両方で活動できるサイボーグ昆虫※1の実現につながるものです。

本研究成果は、2026年6月29日に国際学術誌「Nature Communications」に掲載されました。

【画像：[リンク](#)】 クレジット：シンガポール南洋理工大学（NTU Singapore）および早稲田大学。 図は Nature Communications に掲載された研究資料に基づき作成。

（１）これまでの研究で分かっていたこと

サイボーグ昆虫は、生きた昆虫に小型の電子制御装置を取り付け、昆虫自身の筋肉を利用して移動する小型のソフトロボット※2です。人工の小型ロボットでは、モーターなどの駆動装置に多くの電力が必要となるため、動作時間が限られます。一方、サイボーグ昆虫は昆虫本来の優れた運動能力を活用するため、少ない電力で長時間活動でき、狭く複雑な空間にも進入できます。

そのため、災害現場での探索や、配管・トンネルなど人が入りにくい場所の点検への応用が期待され、同研究グループのサイボーグ昆虫は、2025年に発生したミャンマー大地震において、シンガポールのレスキュー隊による現地での搜索活動に活用されました。しかし、サイボーグ昆虫は基本的に陸上での活動を前提としていました。昆虫は体の側面にある気門※3から空気を取り込み、体内の気管を通じてガス交換を行います。そのため、水中に沈むと水から酸素を取り込むことができず、活動を継続することが困難でした。

（２）今回の研究で明らかになったこと

本研究では、サイボーグ昆虫が水中や低酸素環境でも活動できるようにするた

め、昆虫が装着できる小型で柔軟な潜水スーツを開発しました。

この潜水スーツは、主に3つの部品から構成されます。第1に、酸素を発生させる酸素発生タンクです。第2に、昆虫の体の一部を覆い、水の侵入を防ぐ柔軟なシェルです。第3に、発生した酸素を昆虫の呼吸口へ届ける4本のシリコン製酸素供給チューブです。これらを組み合わせることで、水を遮断しながら、昆虫の呼吸に必要な酸素を直接供給する仕組みを実現しました。

酸素発生タンクは、透明な樹脂材料を用いて3Dプリントで作製しました。タンク内部には、二酸化マンガン※4を分散させた多孔材を配置しています。ここに濃度調整した過酸化水素水※5を加えると、二酸化マンガンが触媒として働き、過酸化水素が分解されて酸素が発生します。発生した酸素は、柔軟なシェルとシリコンチューブを通して、昆虫の胸部にある気門へ送られます。

実験には、体が大きく、丈夫で、羽を持たないことからサイボーグ昆虫研究でよく用いられるマダガスカルオオゴキブリを使用しました。スーツを装着しない場合、ゴキブリは水中で約2分後に活動停止しました。一方、潜水スーツを装着した場合には、最大3時間、水中で活動を続けることができました。これにより、従来は陸上での移動が中心だったサイボーグ昆虫を、陸上と水中の両方で活動できる「水陸両用サイボーグ昆虫」へ展開しました。

【画像：[リンク](#)】 クレジット：シンガポール南洋理工大学（NTU Singapore）および早稲田大学。 図は Nature Communications に掲載された研究資料に基づき作成。

（3）研究の波及効果や社会的影響

本成果は、災害救助やインフラ点検におけるサイボーグ昆虫の活動範囲を広げるものです。実際の災害現場では、大雨や洪水によって、がれきの中の通路、排水溝、地下空間、トンネルなどが浸水することがあります。このような場所では、人の立ち入りが危険であり、従来のロボットもサイズ、電力、防水性の制約から十分に移動できない場合があります。

本研究で開発した潜水スーツにより、サイボーグ昆虫は陸上だけでなく、水たまりや浸水空間、低酸素や有毒ガスを含む環境でも活動できるようになりました。

被災地での人命探索、浸水した配管・排水路・トンネルの点検、狭い空間の環境調査などへの応用が期待されます。

また、本研究の考え方は、ゴキブリ以外の陸生昆虫にも応用できる可能性があります。多くの昆虫は、体表の気門から酸素を取り込み、体内の気管を通じて酸素を運ぶ共通した呼吸の仕組みを持っています。そのため、将来的には、他の種類のゴキブリ、バッタ、甲虫などへの展開も考えられます。

（４）課題、今後の展望

今後は、実際の災害現場に近い環境での検証が必要です。たとえば、がれき、泥、水流、狭い隙間、障害物がある環境で、サイボーグ昆虫が安定して移動できるかを確認する必要があります。また、長時間の使用に向けて、潜水スーツの耐久性、防水性、酸素供給の安定性をさらに高めることも重要です。

さらに、実用化に向けては、センサーや無線通信、位置推定、ナビゲーション技術との統合が必要になります。将来的には、災害現場やインフラ点検現場で、サイボーグ昆虫が取得した情報を外部に送信し、人が入れない場所の状況把握に役立てることを目指します。

（５）研究者のコメント

本研究では、昆虫が本来持つ優れた移動能力を活かしながら、その活動領域を水中や低酸素環境へと拡張しました。小さく、軽く、柔らかい装着型システムによって、昆虫の自然な動きを妨げることなく酸素を供給できた点が重要です。サイボーグ昆虫はすでに災害現場での搜索活動に活用されていますが、本技術により、水没した空間や酸欠環境など、これまで到達が難しかった場所での活動も可能になると期待しています。将来的には、災害救助に加え、下水道や配管などのインフラ点検への応用も進めていきます。

（６）用語解説

※1 サイボーグ昆虫

生きた昆虫に小型の電子装置やセンサーなどを取り付け、昆虫自身の筋肉を利用して移動させる技術です。小型ロボットに比べて少ない電力で移動できる利点があります。

※2 ソフトロボット

柔らかい材料や構造を用いて、環境や生物の体に適応しやすいロボットや装置を作る研究分野です。

※3 気門

昆虫の体表にある小さな呼吸口です。空気は気門から体内に入り、気管と呼ばれる管を通じて全身に送られます。

※4 二酸化マンガン

過酸化水素の分解を促進する触媒として使われる物質です。本研究では、酸素発生タンク内で酸素を発生させるために用いられました。

※5 過酸化水素

分解されると水と酸素を生じる化学物質です。本研究では、希釈した過酸化水素を用いて酸素を発生させました。

（７）論文情報

雑誌名：Nature Communications

論文名：Underwater Suit-Wearing Cyborg Insect Capable of Hours-Long Diving and Terra-Aqua Travel

執筆者名（所属機関名）： Zifu FAN*1, Kazuki KAI*1, Kewei SONG*1, Duc Long LE*1, Thu Ha TRAN*1, Mingyu HAO*2, Wei Yang WAN*1, Shinjiro UMEZU*3, Hirotaka SATO*1

*1: School of Mechanical and Aerospace Engineering, Nanyang Technological University; Singapore 637460, Singapore.

*2: School of Electrical and Electronic Engineering, Nanyang Technological University; Singapore 639798, Singapore.

*3: School of Creative Science and Engineering, Waseda University; Tokyo 169-8555, Japan.

掲載日時（日本時間）： 2026年6月29日18時（日本時間）（online first）

掲載URL： [リンク](#)

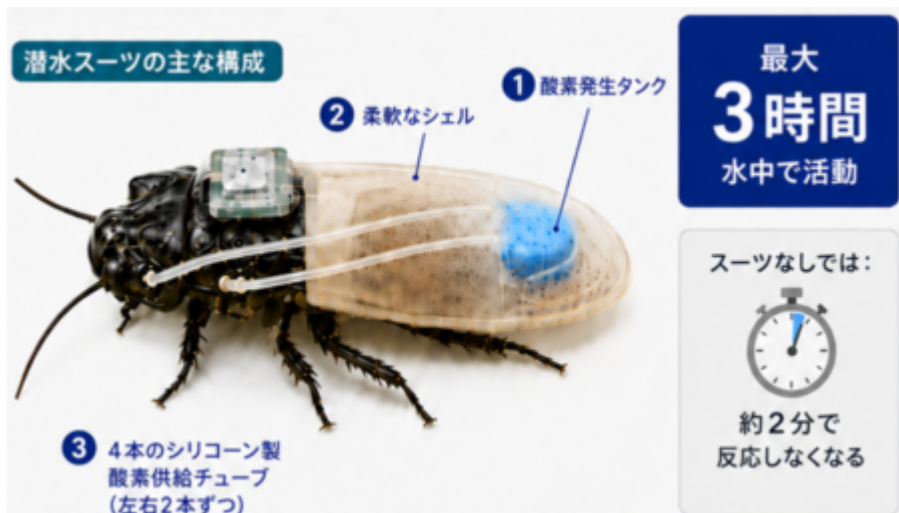
DOI： 10.1038/s41467-026-74235-1

（８）キーワード

サイボーグ昆虫、潜水スーツ、水中移動、災害救助、探索ロボット、酸素供給、ソフトロボット

（９）研究助成（外部資金による助成を受けた研究実施の場合）

本研究および本論文の出版に関し、早稲田大学のスーパー・グローバル・ユニバーシティ事業およびシンガポール教育省（RG82/24）より支援を受けた。



関連情報

<https://kyodonewsprwire.jp/release/202606291685>

本プレスリリースは発表元企業よりご投稿いただいた情報を掲載しております。
お問い合わせにつきましては発表元企業までお願いいたします。