



# 海外技術情報(2025年3月24日号)

イノベーション戦略センター

Technology and Innovation Strategy Center (TSC)

《本誌の一層の充実のため、ご意見、ご要望など下記宛お寄せください。》

E-mail : [q-nkr@ml.nedo.go.jp](mailto:q-nkr@ml.nedo.go.jp)

NEDO は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

情報管理番号	国・機関	分野・タイトル・概要	公開日
【ナノテクノロジー・材料分野】			
166-1	アメリカ合衆国・カリフォルニア大学アーバイン校(UCI)	<p><b>ソフトなバイオ電子センサーインプラント</b> (UC Irvine, Columbia University researchers invent soft, bioelectronic sensor implant)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UCI とコロンビア大学が、柔軟で快適な材料にトランジスタを埋め込んだ、生分解性のセンサーインプラントを開発。</li> <li>硬いシリコンベースの技術に比べ、生体組織に化学的、生物学的、電子的に馴染み易い、補完的な内部イオンゲート型有機電気化学トランジスタで、これをベースとした医療機器は身体の繊細な箇所でも機能し、成長する臓器の構造にも適合する。</li> <li>この数十年間に高度なトランジスタや増幅器が開発され、利用可能な回路設計の膨大なリポジトリが存在するが、それらの多くは生理機能に適合していない。本研究では、生物学的に人間に近い有機ポリマー材料を採用し、生体組織における主要な電荷担体であるイオンと相互作用するように設計した。</li> <li>標準的なバイオエレクトロニクスでは、信号の極性を考慮して相補型トランジスタが様々な材料で構成されてきたが、柔軟性に欠け、扱いにくく、生体への毒性のリスクがあった。今回は非対称的なコンタクトのトランジスタを作製することで、単一の生体適合的な材料で作動可能な相補型トランジスタを実現した。</li> <li>トランジスタは電流の流れを制御するバルブのような役割を担うが、新設計のトランジスタでは、チャンネルの電気化学的ドーピング・脱ドーピングによりこの働きを制御する。</li> <li>より小さな単一のポリマー材料に配列することで、製造プロセスが大幅に簡素化され、大規模な製造が可能となり、神経学的アプリケーション以外のあらゆる生体電位プロセスへと技術を拡張する可能性が期待できる。また、デバイスサイズに関わらず相補性が維持でき、材料を変えることもできるため、様々な状況への適用も可能。</li> <li>さらに、成長過程にある動物に埋め込むことができ、成長に伴う組織構造の変化も耐久できるため、小児科学アプリケーションで特に有用となる。これは、硬いシリコンベースのインプラントでは不可能なこと。</li> <li>この相補型内部イオンゲート有機電気化学トランジスタは、従来はかさばる非生体適合性コンポーネントに依存していたデバイスへのバイオエレクトロニクスのアプリケーションを飛躍的に拡大するもの。</li> <li>本研究は、米国立衛生研究所(NIH)と米国立科学財団(NSF)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.uci.edu/2025/01/14/uc-irvine-columbia-university-researchers-invent-soft-bioelectronic-sensor-implant/">https://news.uci.edu/2025/01/14/uc-irvine-columbia-university-researchers-invent-soft-bioelectronic-sensor-implant/</a></p>	2025/1/14
	関連情報	<p>Nature Communications <a href="#">掲載論文(フルテキスト)</a></p> <p>Spatial control of doping in conducting polymers enables complementary, conformable, implantable internal ion-gated organic electrochemical transistors</p>	

		<a href="https://www.nature.com/articles/s41467-024-55284-w?utm_source=rct_congratemail&amp;utm_medium=email&amp;utm_campaign=oa_20250109&amp;utm_content=10.1038/s41467-024-55284-w">https://www.nature.com/articles/s41467-024-55284-w?utm_source=rct_congratemail&amp;utm_medium=email&amp;utm_campaign=oa_20250109&amp;utm_content=10.1038/s41467-024-55284-w</a>
166-2	カナダ・オタワ大学	<p style="text-align: right;">2025/1/21</p> <p><b>電磁波と量子材料の活用によるワイヤレス通信技術の向上</b> (Harnessing electromagnetic waves and quantum materials to improve wireless communication technologies)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ オタワ大学、ドイツ・パイロイト大学および Iridian Spectral Technologies 社が、グラフェンを利用してテラヘルツ(THz)波をより高い周波数に変換(アップコンバート)する革新的な技術を開発。</li> <li>・ 電磁スペクトルの遠赤外線領域に位置する THz 波は、セキュリティや品質管理アプリケーションで不透明材料を透過する非侵襲的な撮像に使用できることに加え、無線通信での利用が期待されている。</li> <li>・ 電磁波の周波数の変換に利用できる THz 非線形光学は、6G とそれ以降の技術に向けた高速無線通信と信号処理システムの開発に不可欠なもの。新技術は、電磁信号をより高い振動周波数に変換するデバイスの開発への道を開き、ギガヘルツ(GHz)エレクトロニクスと THz フォトニクスのギャップを効果的に補う。</li> <li>・ 本研究では、グラフェンをベースとしたデバイスにおいて THz 非線形性を高める技術を実証し、炭素原子の単層から成る新興の量子材料であるグラフェンの特殊な光学特性を活用する方法を提示。グラフェンはシームレスにデバイスに統合できるため、信号処理や通信の新しいアプリケーションを可能にする。</li> <li>・ THz 光とグラフェンを組み合わせた過去の研究では、光と物質の基本的な相互作用に注目し、単一のパラメータの影響を調査した結果、非線形効果は極めて弱いことを確認している。</li> <li>・ 本研究の実験プラットフォームと新しいデバイスアーキテクチャは、グラフェン以外の幅広い材料を探索し、新しい非線形光学メカニズムを特定する可能性を提供するもの。</li> <li>・ このような研究開発は、THz 周波数変換技術を進展させ、将来の通信システムを推進する効率的なチップ統合型非線形 THz 信号変換器の実現に不可欠となる。</li> <li>・ 本研究には、カナダ・自然科学・工学研究機構(NSERC) Discovery funding program、ドイツ研究振興協会(DFG)や Mitacs Globalink Research Award 等が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.uottawa.ca/about-us/news-all/harnessing-electromagnetic-waves-quantum-materials-improve-wireless-communication">https://www.uottawa.ca/about-us/news-all/harnessing-electromagnetic-waves-quantum-materials-improve-wireless-communication</a></p>
	関連情報	<p>Light: Science &amp; Applications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Strategies to enhance THz harmonic generation combining multilayered, gated, and metamaterial-based architectures</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41377-024-01657-1">https://www.nature.com/articles/s41377-024-01657-1</a></p>

166-3	フィンランド・アールト大学	<p><b>日常的なデバイスに向けたスペクトルセンシング技術の小さなチップによる大きなブレイクスルー</b> (Tiny chip, big breakthrough in spectral sensing for everyday devices)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アールト大学が、チューナブルな光電子インターフェイスと高度なアルゴリズムを組み合わせた、革新的なスペクトルセンサーを開発。</li> <li>・ スペクトルセンシングは、物質の光との相互作用の分析を通じてその物質を識別し、人間には不可視の詳細を明らかにする技術。従来はプリズムや回折格子等の大型の光学素子を用いた、研究室や産業アプリケーションに限定された大型の高価なシステムを要する。</li> <li>・ 本研究では、有機染料、金属、半導体や誘電体等による発光から直接それらの物質を識別するセンサー能力を実証。光に対する電気的な反応によりスペクトルを分化するため、小型デバイスへの統合に最適となる。</li> <li>・ 新センサーは僅か 5 μm 四方(人間の毛髪の断面積の 1/200)のサイズで、約 0.2nm という並外れたピーク波長識別精度で何千種類もの色を区別することができる。</li> <li>・ 複雑な光の特徴を認識するように「訓練」され、研究室で使用される大型のセンサーに匹敵するレベルの精度を実現。様々な光の色に晒される「訓練」により、それらの光の種類について「学習」し、それらの光に固有な電気的な指紋を生成する。これらの指紋を高度なアルゴリズムが解読し、センサーは光との相互作用をベースに物質を正確に識別し、その特性を分析する。</li> <li>・ 新センサーの核となるのは、電圧調整を通じて電気の流れを正確に制御する、綿密に設計された光電子インターフェイス。この卓越したチューナビリティにより、センサーが様々な方法で光と相互作用できるようになり、「多次元の光応答」を生み出すことができる。</li> <li>・ スマートフォンによる疾病診断、偽造薬の検出や食品鮮度の警告等、将来的に家電製品に変革をもたらす可能性のある、コスト効率が高く小型でポータブルなスペクトロメーターの実現に向けた大きな一歩となる。</li> <li>・ 本研究は、フィンランドアカデミー、Academy of Finland Flagship Programme (PREIN)、中国国家自然科学基金委員会(NSFC)、韓国産業通商資源部(MOTIE)や韓国科学技術情報通信部(MSIT)等が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.aalto.fi/en/news/tiny-chip-big-breakthrough-in-spectral-sensing-for-everyday-devices">https://www.aalto.fi/en/news/tiny-chip-big-breakthrough-in-spectral-sensing-for-everyday-devices</a></p>
	関連情報	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト) Miniaturized spectral sensing with a tunable optoelectronic interface URL: <a href="https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ado6886">https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ado6886</a></p>

166-4	カナダ・トロント大学	<p style="text-align: right;">2025/1/23</p> <p><b>鋼のように強く発泡体のように軽い:機械学習とナノ 3D プリントで画期的な高性能ナノ構造材料を作製</b> (Strong as steel, light as foam: Machine learning and nano-3D printing produce breakthrough high-performance, nano-architected materials)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ トロント大学、マサチューセッツ工科大学(MIT)、ライス大学、ドイツ・カールスルーエ工科大学(KIT)および韓国科学技術院(KAIST)から成る学際的な国際研究チームが、炭素鋼の強度と発泡スチロールの軽さを併せ持つナノ構造材料を機械学習(ML)を利用して設計する技術を開発。</li> <li>・ ナノ構造材料の最適化に初めて ML を適用し、その飛躍的な改善を達成。訓練データから優れた形状を複製したことに加え、有効に働く形状の変更点を学習してまったく新しい格子形状を予測する。</li> <li>・ 並外れた強度、軽量性とカスタマイズ性という相反する特性を組み合わせたナノ材料を作製するこの新アプローチは、自動車から航空宇宙まで幅広い産業に利益をもたらす可能性がある。</li> <li>・ ナノ構造材料は、ナノスケールサイズでの高度な性能形状の組み合わせで「小さくなるほど強くなる」効果を利用し、あらゆる材料で最も高い強度対重量比と剛性対重量比を実現している。</li> <li>・ しかし、標準的な格子形状と幾何学的形状は鋭い交差部と角を有する傾向があるため応力集中の問題につながり、材料の早期の局所的破損や破損が生じ、全体的な可能性が制限される。</li> <li>・ 本研究では、多目的ベイズ最適化(MBO)アルゴリズムを用いてこの課題に対処。ML は非常にデータ集約的であり、有限要素解析による高品質データを使用する場合、大量のデータを生成することが難しい。</li> <li>・ 2 万以上のデータポイントを要する他のアルゴリズムに比して、MBO アルゴリズムで要するのは 400 データポイントのみ。そのため、はるかに小規模ながらも非常に高品質のデータセットで作業できた。</li> <li>・ MBO アルゴリズムは模擬形状を学習し、応力分布の強化とナノ構造設計の強度対重量比を向上させる最適な形状を予測。次に、マイクロ～ナノスケールのオブジェクトの 3D プリント作製が可能な 2 光子重合 3D プリンターでカーボンナノラティスの実験検証用プロトタイプを作製。最適化されたカーボンナノラティスは、既存設計強度の 2 倍超高く、チタンの約 5 倍の 2.03MPa m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> の応力を耐久する。</li> <li>・ 次には、コスト効率の高いマクロスケールのコンポーネントの実現に向けて材料設計のスケールアップのさらなる改善と、高い強度と剛性を維持しながら材料構造をさらに低密度化する新しい設計を模索する。</li> <li>・ 本研究には、カナダ・自然科学・工学研究機構(NSERC)、カナダ・イノベーション財団(CFI)や韓国科学技術情報通信部(MSIT)等が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.engineering.utoronto.ca/strong-as-steel-light-as-foam-machine-learning-and-nano-3d-printing-produce-breakthrough-high-performance-nano-architected-materials/">https://news.engineering.utoronto.ca/strong-as-steel-light-as-foam-machine-learning-and-nano-3d-printing-produce-breakthrough-high-performance-nano-architected-materials/</a></p>
	関連情報	<p>Advanced Materials 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Ultrahigh Specific Strength by Bayesian Optimization of Carbon Nanolattices</p> <p>URL: <a href="https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202410651">https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202410651</a></p>

【電子・情報通信分野】		
166-5	アメリカ合衆国・国立標準技術研究所 (NIST)	<p style="text-align: right;">2025/1/9</p> <p><b>新しい「量子冷蔵庫」は量子コンピューターの黒板の掃除が得意</b> (Novel ‘Quantum Refrigerator’ Is Great at Erasing Quantum Computer’s Chalkboard)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・NIST とスウェーデン・チャルマース工科大学が、量子コンピューターの設計における課題の一つに対処する、量子ビットの冷却技術を開発。</li> <li>・黒板の文字を消して新たに書き込むスペースを用意するように、量子コンピューターでも量子ビットを消してクリーンな作業空間(量子ビットのエラーフリーを維持し、計算が実行できる初期のエネルギーの低い状態)の確保が重要。</li> <li>・しかし、量子ビットは熱や輻射の影響を受けやすく、計算が無効になることがある。計算後の量子ビットの消去には、絶対零度を僅かに上回る温度まで量子ビットを冷却し、それを維持する必要がある。</li> <li>・本研究で使用した超伝導回路による量子ビットには、必要に応じてその特性を調整することが可能という利点があるが、超伝導であっても非常に急速にエラーを生じ、計算が台無しになる可能性がある。</li> <li>・超伝導量子ビットの消去、つまりそれらを低エネルギー状態にリセットする効果的な方法は、それらを数十ミikelビン(mK)まで冷却すること。現在最も優れたリセット方法では、量子ビットの温度を 40～49mK まで下げられるが十分ではない。新技術は量子ビットを 22mK まで冷却し、「黒板」を完全消去して初期エラーが後に問題を引き起こす可能性を低減させる。</li> <li>・別途 2 つの量子ビットを冷却装置の構成部品として利用し、1 つ目の量子ビットがコンピューターの暖かい部分に接続されてエネルギー供給源として機能し、2 つ目の量子ビットが計算量子ビットの不要な余分な熱が流入するヒートシンクとして機能する。</li> <li>・実際の量子コンピューターでは、量子ビット(「黒板」)が過熱すると、冷却装置の 1 つ目の量子ビットがそこからヒートシンクに熱を送り込んで除去し、量子ビットがほぼ基底状態に戻る。</li> <li>・同プロセスは自律的に動作し、量子ビットの計算能力の維持に必要な外部制御や追加リソースは最小限で済む。基底状態に近い状態からの開始により、後に修正が必要なエラーを減らし、それらを発生前に低減する。</li> <li>・本研究は、スウェーデン研究評議会(VR)、クヌート・アンド・アリス・ウォーレンバーグ財団(KAW)、欧州連合(EU) Quantum Flagship project ASPECTS・ERC ESQuAT 等が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.nist.gov/news-events/news/2025/01/novel-quantum-refrigerator-great-erasing-quantum-computers-chalkboard">https://www.nist.gov/news-events/news/2025/01/novel-quantum-refrigerator-great-erasing-quantum-computers-chalkboard</a></p>
	関連情報	<p><b>Nature Physics 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Thermally driven quantum refrigerator autonomously resets a superconducting qubit</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41567-024-02708-5">https://www.nature.com/articles/s41567-024-02708-5</a></p>

166-6	アメリカ合衆国・シラキユーズ大学	<p style="text-align: right;">2025/1/23</p> <p><b>新しい電磁波吸収体</b>  (New Electromagnetic Absorber Research from Electrical Engineering and Computer Science Professor Younes Ra' di Published in the Nature Communications Journal)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シラキユーズ大学が、従来の手法で設計された電磁波吸収体の数倍も高い帯域幅対厚さ比の吸収層を可能にする、超薄型吸収体設計の新たなコンセプトを提案。</li> <li>・エネルギーハーベスティング、ステルスシステム、通信ネットワーク等の技術の進歩に欠かせない電磁波吸収体は、幅広い周波数範囲の電磁波を効率的に捕捉し、リモートセンサーやモノのインターネット(IoT)システム等の持続可能な自己給電型デバイスの開発を可能にするもの。</li> <li>・エネルギーアプリケーションに加え、ステルス技術でも極めて重要であり、レーダーの視認性を最小限に抑え、航空機や海軍システムのパフォーマンスを向上させる。</li> <li>・また、迷走信号を低減し、電磁干渉を緩和することで通信ネットワークを改善する上で重要な役割を果たしており、相互接続の進む世界において不可欠なものとなっている。</li> <li>・吸収体の性能向上には、より小さなフットプリント内でより優れた機能とより広い帯域幅を備えたモジュールを要し、吸収帯域幅が大幅に高い超薄型吸収層の需要が高まっている。</li> <li>・ただし、金属板で裏打ちした、パッシブ、リニアで時不変の吸収層の帯域幅と厚さの比率には理論上の上限があり、動作周波数範囲や材料の厚さに関わらず、既存の吸収体の性能はこのような上限を大幅に下回っており、そのポテンシャルを十分に活用できていない。</li> <li>・新しいコンセプトに基づいて設計された吸収体は、最上限に近い帯域幅対厚さ比を実現できる。非常に高い帯域幅対厚さ比の吸収体を設計し、実験を通じてその性能を実証した。</li> </ul> <p style="text-align: center;"><a href="https://ecs.syracuse.edu/about/news/new-electromagnetic-absorber-research-from-electrical-engineering-and-computer-science-professor-younes-radi-published-in-the-nature-communications-journal">https://ecs.syracuse.edu/about/news/new-electromagnetic-absorber-research-from-electrical-engineering-and-computer-science-professor-younes-radi-published-in-the-nature-communications-journal</a></p> <p>URL: <a href="https://ecs.syracuse.edu/about/news/new-electromagnetic-absorber-research-from-electrical-engineering-and-computer-science-professor-younes-radi-published-in-the-nature-communications-journal">https://ecs.syracuse.edu/about/news/new-electromagnetic-absorber-research-from-electrical-engineering-and-computer-science-professor-younes-radi-published-in-the-nature-communications-journal</a></p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Passive highly dispersive matching network enabling broadband electromagnetic absorption</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41467-025-56167-4">https://www.nature.com/articles/s41467-025-56167-4</a></p>

【ロボット・AI 技術分野】		2025/1/6
166-7	シンガポール・南洋(ナンヤン)理工大学(NTU)	<p><b>サイボーグ昆虫群を制御する高度な技術</b> (Advanced technology to control cyborg insect swarms)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ NTU、大阪大学と広島大学から成る研究チームが、移動の困難な地形でのサイボーグ昆虫群の動作を可能にする、高度な群制御アルゴリズムとコンピュータープログラムを開発。</li> <li>・ 2008 年に 1 機のサイボーグ昆虫の制御を実証しているが、被災者の居場所の分散や時間に制限のある捜索救助活動には不十分である。2021 年と 2024 年には、捜索救助活動でのサイボーグ昆虫の利用の可能性を実証している。</li> <li>・ 本研究では、1 機のサイボーグ昆虫がグループリーダーとして機能し、他の 19 機を導く、リーダー・フォロワーダイナミックを利用した新しいスワームシステムを実証。サイボーグ昆虫がより自由に動けるようにすることで、障害物にはまり込むリスクを回避し、他のサイボーグ昆虫の支援もできるようになる。</li> <li>・ サイボーグ昆虫にはマダガスカルゴキブリを選択し、その背に軽量の回路基板、センサーと充電式バッテリーから成るバックパックを搭載。これが自律的なナビゲーションシステムを形成してサイボーグ昆虫の動きを支援する。</li> <li>・ モーター使用の従来ロボットに比べ消費電力は大幅に低い。バックパック回路からの微少な電気刺激が加わることで、特定の方向への移動を促す。</li> <li>・ 群制御アルゴリズムが最初にリーダーを任命してから目的地を通知し、リーダーのバックパック回路がグループ内の他のサイボーグ昆虫の回路と連携してスワームを誘導する。このような「ツァーリーダー」的なアプローチがスワームのダイナミックな適応を可能にし、互いに助け合うことで障害物を克服し、仲間が動けなくなった場合には挙動を調整する。</li> <li>・ 新アルゴリズムの実験では、以前のアプローチに比べ昆虫の動きを促進する必要性が約 50%低減し、より独立して障害物に対処し、立ち往生等の問題を解決した。</li> <li>・ 本研究の成果は、現実世界の課題に対処するバイオハイブリッドシステムの実用可能性と世界的な学際的研究協力の重要性を強調するもの。今後は、大型オブジェクトの共同輸送等の協調的な群行動を可能にするアルゴリズムの開発を目指す。また、屋外環境で実験を行い、より複雑で現実的なシナリオでのアルゴリズムの有効性を検証する予定。</li> <li>・ 本研究には、科学技術振興機構(JST)のムーンショット型研究開発プログラムが資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.ntu.edu.sg/news/detail/advanced-technology-to-control-cyborg-insect-swarms">https://www.ntu.edu.sg/news/detail/advanced-technology-to-control-cyborg-insect-swarms</a></p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Swarm navigation of cyborg-insects in unknown obstructed soft terrain</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41467-024-55197-8#Sec6">https://www.nature.com/articles/s41467-024-55197-8#Sec6</a></p>

166-8	ドイツ連邦 共和国・マ ックスプランク 協会 (MPG)	<p><b>これまでにない触感を実現する電気油圧式ウェアラブルデバイス</b> (Electrohydraulic Wearable Devices Create Unprecedented Haptic Sensations)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ マックス・プランク知能システム研究所(MPI-IS)が、現在の消費者向けデバイスよりも表現力豊かで心地良い触感覚を提供する、コンパクトな皮膚電気油圧式(CUTE: cutaneous electrohydraulic)ウェアラブルデバイスを開発。</li> <li>・ 人間の皮膚は、軽く握る、コツコツと叩く、また心臓の鼓動等の様々な感覚を感じ取ることができる。一方、スマートフォンやゲームコントローラー等の発する急速な振動はそれらの感覚とは異なるもので、すぐに煩わしくなることもある。</li> <li>・ 電気駆動の CUTE ウェアラブルデバイスは、皮膚への圧迫、ゆっくりとした穏やかなタッチ、低周波数から高周波数までの広範囲の周波数での振動等、驚くほど多様な触感覚を生成できる。静音、安全でエネルギー効率が高く、動作中も熱くならず、ユーザーにこれまでにない触感覚の制御機能を提供する。</li> <li>・ 電気油圧式アクチュエーター(HASEL:hydraulically amplified self-healing electrostatic actuator)を設計し、ユーザーの触感覚を伝える独自の機能を備えたウェアラブルデバイスを作製した。</li> <li>・ デバイスの中心にあるこのソフトアクチュエーターが、加えられた電圧に比例して拡張する。これにより、デバイスによる皮膚との接触と切断を制御する。経時的に電圧を変えることで、触覚フィードバックを自由にカスタマイズし、希望に応じた複数の種類の触感覚を提供する。</li> <li>・ CUTE デバイスの将来的なアプリケーションは、ガイダンス用のウェアラブルアシスタント技術、触感覚の生成による AR や VR の強化や、聴視覚的に困難なシナリオでのオーディオやビジュアルフィードバックの補完等。</li> <li>・ CUTE デバイスの生成する触感覚は、肌を撫でたりくすぐったり、心臓の鼓動を感じたり、さらにはエンジンのオン/オフ等、心を落ち着かせるものから刺激的なものまで多岐にわたる。</li> <li>・ ユーザーは、CUTE デバイスによるそれらの触感覚のほぼ全てを心地よく感じ、今日の消費者向けデバイスで生成されるような連続した高周波振動を不快とした。さらに、様々な皮膚信号をほぼ完璧な精度で識別することもできた。</li> <li>・ 今後は身体より広い領域への適用を可能にし、より複雑な感覚の創出や、これまでは生成が困難であった人間による触覚キューの知覚の研究の可能性を探る。</li> <li>・ 本研究はマックスプランク協会が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://is.mpg.de/news/electrohydraulic-wearable-devices-create-unprecedented-haptic-sensations">https://is.mpg.de/news/electrohydraulic-wearable-devices-create-unprecedented-haptic-sensations</a></p>
	関連情報	<p><b>Advanced Science 掲載論文(フルテキスト)</b> Cutaneous Electrohydraulic (CUTE) Wearable Devices for Pleasant Broad-Bandwidth Haptic Cues</p> <p>URL: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adv.202402461">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adv.202402461</a></p>

166-9	アメリカ合衆国・コーネル大学	<p><b>「内蔵エネルギー」で泳ぐクラゲ型のモジュラーワームロボット</b>  ('Embodied energy' powers modular worm, jellyfish robots)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーネル大学が、本体に電源を組み込んだ「内蔵エネルギー」で重量とコストを削減した、クラゲ型のソフトなワームロボットを開発。</li> <li>・ 「ロボットの血液」とも表現される循環式油圧流体を利用してエネルギーを貯蔵・給電する、同大学が2019年に開発したライオンフィッシュ(ミノカサゴ)型のソフトロボットをベースとする。</li> <li>・ 新クラゲ型ロボットは重量に対して大幅に大きな容量を備え、ライオンフィッシュ型ロボットよりも長時間作動する。水中では浮力で支えられるため骨格や剛性も不要。</li> <li>・ ロボットの本体は相互に接続した一連のポッドで構成され、各ポッドにはモーター、腱アクチュエーターと陰極液に浸された陽極液を含んだポーチによるレドックスフロー電池(RFB)が含まれる。</li> <li>・ RFB に取り付けられた腱が引っ張られることでベル型の各ポッドの形状の変化によりロボットが上方向へ、その形状が緩むと下方向へ推進する。</li> <li>・ シリコンとウレタン共重合体を使用したロボット本体の 3D プリント作製時に乾式接着法を採用し、RFBの陽極液と陰極液を分離するナフィオンセパレーターを自動的に取り付けした。</li> <li>・ RFB の電極へのデンドライト(充放電を妨げる可能性のある樹状突起)の蓄積の回避や、RFB のヨウ素への臭素の追加によるイオン輸送の強化を図った。これらの改善により、電池容量と電力密度が向上し、稼働寿命約 90 分の高速で機敏なワームロボットを実現した。</li> <li>・ 挙動モードの試験では、各ポッドが収縮して前進することで、ロボットが地面に沿ってゆっくりと移動。また、2 アンカークローリングと呼ばれる技術により、垂直のパイプを芋虫のように上下に移動することもできた。</li> <li>・ 1 回の充電で 105m の距離の移動には 35 時間がかかるが、他の油圧駆動ロボットに比べれば高速。パイプ等の長く狭い通路の探索や修理に特に適する。クラゲ型のソフトロボットでは、海流に運ばれ水面へ上昇し、通信を送受信後に再び水中へ沈むことができるため、海洋探査に最適な低コストツールとなる。</li> <li>・ 本研究は、米国海軍研究室(ONR)と米国エネルギー省(DOE) 基礎エネルギー科学プログラムが支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.cornell.edu/stories/2025/01/embodied-energy-powers-modular-worm-jellyfish-robots">https://news.cornell.edu/stories/2025/01/embodied-energy-powers-modular-worm-jellyfish-robots</a></p>
	関連情報	<p><b>Advanced Materials 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Soft, Modular Power for Composing Robots with Embodied Energy</p> <p>URL: <a href="https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202414872">https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202414872</a></p>

【バイオテクノロジー分野】		
166-10	スイス連邦材料試験研究所 (EMPA)	<p style="text-align: right;">2025/1/9</p> <p><b>電氣的な真菌</b> (Electric fungi)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EMPA が、2 種類の菌類を使用して 3D プリントで作製した、生分解性の微生物燃料電池(MFC)を開発。</li> <li>植物よりも動物に近い菌類には、食用キノコからカビ、単細胞生物から大型の有機体や、病原体から薬を生産するスーパーヒーローまで、様々な種類が存在する。</li> <li>生きた細胞は、例えば温度センサーを数日間稼働させるのに十分な電力を供給できる。このようなセンサーは農業や環境分野で利用されているが、MFC の大きな利点は完全な無毒性と生分解性。</li> <li>すべての生物と同様に、微生物は栄養素をエネルギーに変換する。MFC では、この代謝を利用することでエネルギーの一部を電気として捉える。これまでは主に細菌が利用されてきたが、本研究では初めて 2 種類の菌類を組み合わせた。</li> <li>菌類を使用した新 MFC は、負極(アノード)には代謝によって電子を放出する酵母菌、正極(カソード)には特殊な酵素を生成し電子を捕らえて細胞外に導出する白色腐朽菌を使用。これらの 2 種類の菌類の代謝が互いに補完し合う。</li> <li>これらの菌類をプリント用インクに混ぜ込み、これらの菌類が可能な限り容易に栄養素を取り込めるような MFC のコンポーネントを 3D プリントで作製。菌類が順調に成長できる材料の特定や、生きた菌類を維持しながらインクを吐出させる方法、導電性・生分解性の獲得の課題に対処した。</li> <li>菌類が栄養素としても利用でき、電池使用後の分解を可能にするセルロースベースのインクを設計。菌類の好む栄養素の単糖も追加。3D プリント作製後は乾燥状態で保存し、水と栄養素を加えるだけでオンサイトで MFC を起動できる。</li> <li>特に材料科学の分野では、菌類は十分な研究・活用が進んでいない。今後は、菌類を使ったより強力で長寿命の MFC の実現を目指す。また、電力供給に適した他の種類の菌類についても調査する予定。</li> <li>本研究には、Gebert Ruf Stiftung Microbials Initiative が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.empa.ch/web/s604/fungal-biobattery">https://www.empa.ch/web/s604/fungal-biobattery</a></p>
	関連情報	<p>ACS Sustainable Chemistry &amp; Engineering 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>3D Printed Cellulose-Based Fungal Battery</p> <p>URL: <a href="https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.4c05494#">https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.4c05494#</a></p>

166-11	アメリカ合衆国・バッファロー大学	<p><b>永久に残る化学物質とその有害な副産物を食べるバクテリア</b> (Bacteria found to eat forever chemicals – and even some of their toxic byproducts)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ バッファロー大学、ポルトガル・カトリック大学、ピッツバーグ大学と Waters Corp.が、少なくとも3種類のPFAS(パーフルオロアルキルおよびポリフルオロアルキル化合物)と、それらの結合を破壊するプロセスで生成される有毒な副産物の一部を分解して変換する菌株を特定。</li> <li>・ PFAS は、1950年代からテフロン加工のフライパンから消火材まで、あらゆるものに広く使用されている化学物質のグループ。PFOS(ペルフルオロオクタンスルホン酸)はPFASの中でも最も頻りに検出され、残留する種類の1つで、昨年米国環境保護庁(EPA)が有害物質に指定している。</li> <li>・ 本研究では、ポルトガルの汚染された工業地帯の土壌から分離された <i>Labrys portucalensis F11</i>(F11)が、100日間の曝露期間後にPFOSの90%以上を代謝できることを発見した。F11は、医薬品汚染物質からフッ素を除去する能力が過去に実証されているが、PFASでの試験は実施されることがなかった。。</li> <li>・ F11菌株はまた、5:3フルオロテロマーカルボン酸の58%、6:2フルオロテロマースルホン酸の21%と、2種類のPFASのかなりの部分を分解。PFASの炭素原子とフッ素原子の結合は非常に強力であるため、ほとんどの微生物はそれをエネルギー源として利用することができない。</li> <li>・ PFAS分解菌に関する従来の多くの研究とは異なり、本研究ではより短い鎖の代謝産物も考慮に入れた。F11はこれらの代謝産物からフッ素を除去したり、微量で検出できないレベルまで分解したりすることもある。</li> <li>・ 1ℓあたり10,000 μgのPFASのみを含む密閉フラスコにF11を配置し、100~194日間の培養後にF11が一部のPFASを分解したことを確認。検出されたフッ化イオン濃度の高さは、F11が炭素原子を代謝できるようにPFASのフッ素原子を切り離していることを提示する。</li> <li>・ ただし、供給されたPFASの大部分の分解には100日間を要し、消費できる他の炭素源がなかったことが注意点。競合するエネルギー選択肢があり、成長率を上げる可能性がある場合でも、F11がPFASをより速く消費するように促す方法を研究する予定。</li> <li>・ 本研究は、米国立衛生研究所(NIH)の一部門である米国立環境健康科学研究所(NIEHS)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.buffalo.edu/news/releases/2025/01/bacteria-found-to-eat-forever-chemicals.html">https://www.buffalo.edu/news/releases/2025/01/bacteria-found-to-eat-forever-chemicals.html</a></p>
	関連情報	<p>Science of The Total Environment 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>PFAS biodegradation by <i>Labrys portucalensis</i> F11: Evidence of chain shortening and identification of metabolites of PFOS, 6:2 FTS, and 5:3 FTCA</p> <p>URL: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969724085061?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969724085061?via%3Dihub</a></p>

166-12	アメリカ合衆国・ワシントン州立大学 (WSU)	<p style="text-align: right;">2025/1/27</p> <p><b>リグニンジェット燃料で水素を貯蔵する方法を発見</b> (Researchers discover way to store hydrogen using lignin jet fuel)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ WSU、パシフィックノースウェスト国立研究所(PNNL)、ニュー・ヘブレン大学とカナダ天然資源省(NRcan)が、リグニンベースのジェット燃料を使用して水素を貯蔵・放出する技術を開発。</li> <li>・ 最も軽い元素の低密度と爆発性のため、水素の貯蔵・輸送は技術的に困難であり、非効率的で高コスト。本研究の成果は、扱いやすく持続可能な航空燃料での効率的・高密度の水素貯蔵を可能にし、貯蔵・輸送用の加圧タンクを不要にするもの。</li> <li>・ 本研究では、独自に開発したリグニンベースのジェット燃料が、安定した液体の状態の水素を化学的に結合できることを実証。燃料や輸送での多くのアプリケーションをはじめ、最終的には高エネルギーでゼロ排出の燃料源としての水素の利用可能性が期待できる。</li> <li>・ 同大学では、2024年にリグニンベースの農業廃棄物からジェット燃料を生成する新しい連続プロセスを実証している。持続可能な方法で生産されたこの燃料が、従来燃料に含まれる汚染原因化合物である芳香族化合物を不要にしながら、エンジンの性能と効率を向上させることを実験結果が提示。</li> <li>・ 本研究成果は、既存インフラとの互換性と、スケーラブルな生産の経済的実現可能性の有望な機会を提供するもの。持続可能な航空燃料と水素技術の両方の効率性、安全性と環境的利点を高める相乗効果のあるシステムの構築に役立つ可能性がある。</li> <li>・ 次には、ニュー・ヘブレン大学との協力で反応を強化・完成させ、より効率的で費用対効果を向上させるAI駆動型の触媒の設計を目指す。</li> <li>・ 本研究には、米国エネルギー省(DOE) エネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)と水素燃料電池技術室(HFTO)が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.wsu.edu/news/2025/01/27/researchers-discover-new-way-to-store-hydrogen-using-lignin-jet-fuel/">https://news.wsu.edu/news/2025/01/27/researchers-discover-new-way-to-store-hydrogen-using-lignin-jet-fuel/</a></p>
	関連情報	<p>International Journal of Hydrogen Energy 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>In-situ dehydrogenation of lignin-based jet fuel: A novel and sustainable liquid organic hydrogen carrier</p> <p>URL: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924052807?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924052807?via%3Dihub</a></p>

<p>166-13</p>	<p>アメリカ合衆国・SLAC 国立加速器研究所</p>	<p><b>触媒の進展を促進する先駆的な新ツール</b> (Pioneering new tool will spur advances in catalysis)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ SLAC 国立加速器研究所のスタンフォード・シンクロトン放射光施設(SSRL)とカリフォルニア大学デービス校(UC Davis)が、現行の技術に比べ飛躍的に短時間で、単一原子触媒の化学反応の起こる部位(活性部位)の構造に関するより定量的な詳細を提供するソフトウェアツールの「MS(Multi-site)-QuantEXAFS」を開発。</li> <li>・ 触媒は、パン作りでの酵母や原料をより効率的かつ持続的に燃料に変換する人工触媒のように、より少ないエネルギーで出発原料を製品や燃料に変換する縁の下での力持ちとして日常生活を支えている。</li> <li>・ 新興の単一原子触媒が有望視されているが、その活性部位の構造が、化学反応速度を加速する触媒の能力(活性)に及ぼす影響を解明する新しい方法が必要とされている。</li> <li>・ 通常、触媒は不活性な担体を使用してナノメートルサイズの金属原子のクラスター(金属ナノ粒子)を安定させる。触媒作用中は表面の原子のみが活性部位として機能し、ナノ粒子の内部の原子は使用されない。個々の金属原子が担体上に分散されている単一原子触媒では、各金属原子の利用率の最大化が図れる。</li> <li>・ 酸化マグネシウム担体上に安定化された単一白金原子を使用し、拡張 X 線吸収微細構造(EXAFS)分光法で活性部位の原子周辺の平均環境(隣接原子の数や距離等)を解明した。</li> <li>・ 従来、EXAFS データにより、候補となる数十～数百の構造を評価して最適なものを選択するが、密度汎関数理論(DFT)を組み合わせることでこの分析プロセスを自動化した。ソフトウェア初版の QuantEXAFS では、1 種類の原子(この場合は白金原子)の構造を特定した。</li> <li>・ ただし、実際の触媒には単一原子とナノ粒子の両方が含まれるため、QuantEXAFS をベースにコードの機能を拡張し、単一原子とナノ粒子の割合を特定してより具体的な構造の情報の獲得を可能にする、MS(Multi-site)-QuantEXAFS を作製した。</li> <li>・ MS-QuantEXAFS は、活性部位の特定に役立つだけでなく、特定の部位の割合を定量化し、データ分析プロセス全体を自動化する。手動では通常数日～数か月かかるプロセスが、ローカルコンピューターで一晩で実行可能となる。</li> <li>・ 科学コミュニティや次世代の学生向けのトレーニングクラスに同ソフトウェアを提供する予定。本研究は米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www6.slac.stanford.edu/news/2025-01-08-pioneering-new-tool-will-spur-advances-catalysis">https://www6.slac.stanford.edu/news/2025-01-08-pioneering-new-tool-will-spur-advances-catalysis</a></p>
	<p>関連情報</p>	<p><b>Chemistry-Methods 掲載論文(フルテキスト)</b> Quantifying the Site Heterogeneities of Non-Uniform Catalysts Using QuantEXAFS URL: <a href="https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cmtd.202400020">https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cmtd.202400020</a></p>

**おことわり**

本「海外技術情報」は、NEDO としての公式見解を示すものではありません。

記載されている内容については情報の正確さについては万全を期しておりますが、内容に誤りのある可能性もあります。NEDO は利用者が本情報を用いて行う一切の行為について、何ら責任を負うものではありません。

本技術情報資料の内容の全部又は一部については、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為として、適宜の方法により出所を明示することにより、引用・転載複製を行うことができます。ただし、NEDO 以外の出典元が明記されている場合は、それぞれの著作権者が定める条件に従ってご利用下さい。