



# 海外技術情報(2022年9月22日号)

技術戦略研究センター

Technology 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】			
141-1	アメリカ合衆国・ペンシルベニア大学	<p><b>形状を変えて歯を磨きフロスするマイクロロボット</b> (Shapeshifting microrobots can brush and floss teeth)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ペンシルベニア大学が、虫歯菌や歯垢を除去する、酸化鉄ナノ粒子を使ったマイクロロボット技術を開発。</li> <li>マイクロロボットは磁氣的・触媒的特性を備え、磁場の制御によりそれらの構成と動作を変化させ、触媒による殺菌作用で口腔内を清潔に保つ。歯磨き、フロス、すすぎ等の、手動によるマルチステップの口腔ケアプロセスを、ハンドフリーの自動ロボティックシステムが担えるようになる。</li> <li>マイクロロボットはあらゆる歯並びに適応し、広範囲の歯の表面から歯垢を取り除く毛状構造と、歯間を通るフロスのような長いひも状の構造を自動的に切り替え、ナノ粒子の触媒反応で生成される抗菌剤で有毒な口腔内細菌をオンサイトで除去する。</li> <li>歯ブラシのデザインは数千年間ほぼ変わっておらず、電気モーターを利用した電動歯ブラシであってもコンセプトは同様。マイクロロボットシステムによる破壊的技術の創出を狙う試み。</li> <li>過酸化水素を活性化させ、虫歯菌を殺菌して歯垢によるバイオフィルムを分解する、フリーラジカルを生成する酸化鉄ナノ粒子の触媒活性研究と、磁場制御式マイクロロボットの構成要素としての酸化鉄ナノ粒子の研究を統合し、ナノ粒子の自己集合と動作制御をプログラムできるシステムを開発した。</li> <li>マイクロロボットの動作を最適化し、3D プリント作製した歯型モデルを使用して歯の表面、歯間表面、歯肉線縁の複雑な形状への適応性を調整。最終的に実際の人間の歯で試験を実施した。</li> <li>その結果、マイクロロボットシステムがバイオフィルムを効果的に除去したことと、毛状構造が歯茎組織(動物モデル)を損傷しないことを確認。酸化鉄ナノ粒子は、米国食品医薬品局(FDA)が他用途に認可済み。</li> <li>磁場の調整でマイクロロボットの動作と毛状構造の硬さ・長さも制御可能。バイオフィルムを除去する硬さと同時に、歯茎を傷つけない柔軟性を毛状構造の先端に付与できる。使用者の口腔形状に合わせた、臨床・個人用途にカスタマイズ可能なシステムとして期待できる。</li> <li>歯科医での利用に向けてマイクロロボットの動作をさらに最適化し、マウスピースのようなデバイスによるマイクロロボットの供給方法等について検討する。</li> <li>本研究は、米国立歯科・頭蓋顔面研究所(NIDCR)、Procter &amp; Gamble および大韓民国・成均館大学が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://penntoday.upenn.edu/news/penn-dental-engineering-shapeshifting-microrobots-can-brush-and-floss-teeth">https://penntoday.upenn.edu/news/penn-dental-engineering-shapeshifting-microrobots-can-brush-and-floss-teeth</a></p>	2022/7/5
	関連情報	<p>ACS Nano 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Surface Topography-Adaptive Robotic Superstructures for Biofilm Removal and Pathogen Detection on Human Teeth</p> <p>URL: <a href="https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.2c01950">https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.2c01950</a></p>	

141-2	アメリカ合衆国・ライス大学	<p><b>歪みを検知するスマートスキン実用化の準備完了</b> (Strain-sensing smart skin ready to deploy)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ライス大学が、単層カーボンナノチューブ(SWCNTs)の蛍光発光を利用した、歪みを検出する「スマートスキン」を開発。</li> <li>・ 2012年に開発した「歪みペンキ」をベースに、S4(strain-sensing smart skin)として知られる非接触型光学モニタリングシステムとして開発。高い歪みが不可視の脅威となる橋梁、ビル、船舶や航空機等の大面積に噴射・塗装して利用できる、次世代の非接触型の歪みモニタリング手段を提供する。</li> <li>・ CNTsの蛍光発光特性を利用して圧力による表面の変形を提示する「歪みペンキ」は、近赤外波長でのCNTsの蛍光発光の発見後のナノチューブの物理・化学特性調査に向けた光学機器の開発(2002年)、分光学的歪み効果の確認(2008年)、そして別途のCNTsフィルムによる非接触式光学歪みセンサーの開発(2004年)の統合を経て開発に至った。</li> <li>・ 歪み測定は安全性の検査に含まれ、信頼性の高さが極めて重要。「スマートスキン」は、本格的な歪み測定技術として、歪みマッピング技術で唯一商業化されているデジタル画像相関法(DIC)とも好相性。確立された既存の技術と同様の効果を提供する。</li> <li>・ 「スマートスキン」は、DICのスペックルパターンを含む不透明のプライマーコーティング底部層、透明なポリウレタン中間層、トルエンに浮かぶ個別に有機ポリマーでコーティングしたナノチューブをスプレーして作るセンシング層の3層構造。</li> <li>・ トルエンが蒸発すると、構成部材の形状に合わせて付着するサブミクロンの薄さのセンシング層が残る。保護層を追加塗布することで数年間の作動する。歪み測定システムには、ナノチューブを励起する微小な可視光レーザーと歪みの状態を観察するポータブルな分光器によるリーダーが含まれる。</li> <li>・ 穴や切り込みのある長方形の亚克力棒、歪みパターンの集約のために穴を開けたコンクリートブロックやアルミ板を使用した試験にてDIC、コンピューターシミュレーションとS4を比較した結果、全ての場合においてDICの結果に匹敵または超越する、加圧された被検物の高分解能で正確な歪みマッピングを確認した。</li> <li>・ DICでのデータ取得は容易だが、良好な測定結果獲得にはオペレーターによる高い専門性が必要。S4ではデータ取得がDICと同様に容易な上、歪みマップ作成のための分析が自動的に実行される。現在、産業での利用方法を検討中。</li> <li>・ 本研究は、米国海軍研究室(ONR)および米国立科学財団(NSF)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.rice.edu/news/2022/strain-sensing-smart-skin-ready-deploy">https://news.rice.edu/news/2022/strain-sensing-smart-skin-ready-deploy</a></p>
	関連情報	<p><a href="#">Scientific Reports 掲載論文(フルテキスト)</a></p> <p>Next-generation 2D optical strain mapping with strain-sensing smart skin compared to digital image correlation</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41598-022-15332-1">https://www.nature.com/articles/s41598-022-15332-1</a></p>

141-3	英国・インペリアル・カレッジ・ロンドン(ICL)	<p><b>自己組織化して適応・協働する「生きているような」レーザー</b>  ('Life-like' lasers can self-organise, adapt their structure, and cooperate)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ICL とユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン(UCL)が、条件に合わせて自発的に自己組織化するレーザーデバイスを初めて実証。</li> <li>・ 応答性、適応性、自己修復力や集合挙動等の生体物質の特性を模倣する、スマートなフォトニック材料開発の一助となる。</li> <li>・ 人工的な材料は高度な特性を備えるが、環境に適応できる生体材料の汎用性と機能性の統合は実現されていない。例えば、人間の身体の骨や筋肉は常に構造や組成を再構築することで、変化する体重や活動レベルを維持している。</li> <li>・ 新レーザーデバイスは、高い利得(光増幅能力)の液体に分散したマイクロ粒子で構成され、集めたこれらのマイクロ粒子が外部エネルギーを使ってレーザー光を発する。</li> <li>・ マイクロ粒子に囲まれたヤヌス粒子(片面を光吸収材料でコーティングした粒子)を外部レーザーで加熱し、その強度を変えることで、マイクロ粒子クラスターの発するレーザー光のオンオフが切り替えられ、同時にクラスターのサイズと密度を制御する。</li> <li>・ また、別のヤヌス粒子の加熱により、レーザー光を発するマイクロ粒子クラスターを移動させることもでき、新レーザーシステムの適応性を提示。ヤヌス粒子は協働することも可能で、クラスター形状の変更やレーザー光の強度の向上等、2個のクラスターを合わせた特性を超えるクラスターを作ることもできる。</li> <li>・ 医療、電気通信や工業生産で一般的に使用されているレーザー光に自律的な特性を持たせることで、センシングアプリケーション、非従来型のコンピューティング、新しい光源やディスプレイに向けた強力で自律的、高耐久性の次世代材料やデバイスの開発が期待できる。</li> <li>・ 次は、レーザー光の自律的挙動をより生物に近いものにする方法を探る。最初のアプリケーションとしては、スマートディスプレイの次世代電子インクが可能。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.imperial.ac.uk/news/238152/lifelike-lasers-selforganise-adapt-their-structure/">https://www.imperial.ac.uk/news/238152/lifelike-lasers-selforganise-adapt-their-structure/</a></p>
	関連情報	<p>Nature Physics 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)  Self-organized lasers from reconfigurable colloidal assemblies  URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41567-022-01656-2">https://www.nature.com/articles/s41567-022-01656-2</a></p>

141-4	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p><b>衛星用のセンサーを 3D プリンティングで作製</b> (Researchers 3D print sensors for satellites)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MIT が、バット光重合 3D プリンティング技術によるプラズマセンサー(逆電位アナライザー: RPAs)の作製を初めて実証。</li> <li>高コストで複雑なクリーンルームで製造される最先端の半導体プラズマセンサーに匹敵する性能を備え、数十ドルのコストと数日間で 3D プリント作製できるため、地球の上層大気では通信・環境モニタリングや、低出力で軽量の安価な人工衛星である CubeSats での利用に理想的。</li> <li>シリコン等の従来センサー材料に比べて高耐久性のガラス-セラミック材料であるヴェイトロライトを使用し、地球低軌道の極端な温度差を耐える複雑な形状の RPAs を作製した。20 世紀初頭に開発されたヴェイトロライトは、アール・デコ建築物の多彩なタイルで使用され、800°Cまでの温度を耐久する(半導体 RPAs のポリマーは 400°Cで溶解)。</li> <li>RPAs は 1959 年の宇宙探査ミッションで初めて採用されたセンサーで、プラズマ(地球高層大気中の超活性化した分子の混合状態)中のイオンエネルギーを検出する。CubeSats のような小型人工衛星に搭載し、天候予測や気候変動のモニタリングに役立つエネルギー測定や化学分析が実施できる。</li> <li>セラミック粉をレーザーの高熱で溶解して形成する 3D プリンティング技術では、材料の粗さが残ったり、脆弱な箇所が発生したりする。本研究では、ポリマーや樹脂材料を対象に数十年前に開発されたバット重合技術を採用。同技術では、僅か 100 ミクロンの薄さの層の滑らかで孔のない複雑なセラミック構造を形成できる。</li> <li>広範囲のプラズマ捕獲・測定や(超高精度半導体デバイスでのみ可能な)高密度・低温度プラズマ測定を含む 4 種類のプロトタイプを設計。核融合エネルギー研究や超音速フライトのアプリケーションも可能。高速プロトタイピングプロセスのため、人工衛星やスペースクラフト設計のイノベーションを引き起こす可能性もある。</li> <li>今後は製造プロセスの向上を図る。積層の薄さやピクセルサイズをさらに低減することで、より精密なハードウェアが作製できる。また、3D プリンティングで完全にセンサーが作製できれば、宇宙でのオンサイト製造も可能に。重量を大幅に低減しながら構造的な強度を保持するような、特定の用途に向けたセンサーの AI の活用による最適化についても検討する。</li> <li>本研究は、MIT、MIT-Tecnologico de Monterrey Nanotechnology プログラム、MIT Portugal プログラムおよびポルトガル科学技術財団(FCT)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.mit.edu/2022/rpa-sensors-satellites-3d-print-0727">https://news.mit.edu/2022/rpa-sensors-satellites-3d-print-0727</a></p>
	関連情報	<p><b>Additive Manufacturing 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Compact Retarding Potential Analyzers Enabled by Glass-Ceramic Vat Polymerization for CubeSat and Laboratory Plasma Diagnostics</p> <p>URL: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214860422004262?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214860422004262?via%3Dihub</a></p>

【電子・情報通信分野】		
		2022/7/6
141-5	ドイツ連邦共和国・ミュンヘン大学(LMU)	<p><b>量子メモリの記録的なエンタングルメントを達成</b> (Quantum physics: record entanglement of quantum memories)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ LMU とザールランド大学が、33 km の光ファイバーケーブルでの原子 2 個による量子メモリのエンタングルメント(もつれ状態)の創出に成功。</li> <li>・ 放出された光子の波長を従来の電気通信で使用される波長帯に変換することで、光子の損失を大幅に低減しながら長距離の光ファイバーケーブルで量子メモリのもつれ状態を実現した。</li> <li>・ 量子ネットワークは、一般的に原子、イオンや結晶欠陥等の量子メモリの個々のノード(中継点)で構成され、各ノードで量子状態の受信、記憶、送信が可能。ノード間の仲介は、空気中または光ファイバーでの光子の交換で実行される。</li> <li>・ 光捕捉した 2 個のルビジウム原子を用い、LMU キャンパス内の 2 ヶ所の研究室を 700m(スプールにファイバーを追加して 33km に延長)の光ファイバーケーブルでつないで実験を実施した。</li> <li>・ レーザーパルスで励起された原子は、光子を放出して基底状態に戻るが、原子のスピンは角運動量を保持し、放出した光子の分極ともつれ状態を創出する。</li> <li>・ 量子メモリが放出する可視光・近赤外波長領域の光は数 km で消失してしまうため、2 台の周波数変換器を利用して元の 780nm の波長を(光伝送で損失の最も少ない約 1,550nm の通信波長帯に近い)1,517nm に増幅した。また、量子もつれの要件である、光子に記憶した情報の品質を高度に保持した。</li> <li>・ 最も長距離の電気通信ファイバーにおける量子もつれの達成であり、大規模な量子ネットワークの構築や安全な量子通信プロトコルでの利用が期待できる、既存の光ファイバーインフラを利用した量子インターネットの実現に向けた重要な一歩となる。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.lmu.de/en/newsroom/news-overview/news/quantum-physics-record-entanglement-of-quantum-memories.html">https://www.lmu.de/en/newsroom/news-overview/news/quantum-physics-record-entanglement-of-quantum-memories.html</a></p>
	関連情報	<p>Nature 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Entangling single atoms over 33?km telecom fibre</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41586-022-04764-4">https://www.nature.com/articles/s41586-022-04764-4</a></p>

141-6	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p><b>AIに省エネ・高速の演算能力を提供する新しいハードウェア</b> (New hardware offers faster computation for artificial intelligence, with much less energy)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MIT が、アナログ深層学習(DL)アプリケーションに向けたプログラマブル抵抗器を開発し、その効果的な働きを実証。</li> <li>機械学習の能力強化に向けて複雑化するニューラルネットワーク(NN)モデルの訓練にかかる時間、エネルギー、コストは急増している。アナログ DL と呼ばれる新しい AI 分野は、より少ないエネルギーでの高速演算を可能にするもの。</li> <li>アナログ DL では、メモリでの演算実行と並列処理により、デジタルよりもエネルギー効率に優れる。マトリクスサイズを拡張することで同時演算が可能となり、新しいタスクに追加的な時間がかからない。</li> <li>リンケイ酸ガラス(PSG)を利用するため、抵抗器のエネルギー効率を飛躍的に向上させ、既存のシリコン製造技術によるナノスケールでのデバイス製造が可能に。商用コンピューティングハードウェアへの統合の可能性が期待でき、NN の訓練速度を大幅に向上させながらそのコストとエネルギーを低減するため、自動運転車や医療画像解析等用の DL モデルの開発を促進する。</li> <li>プログラマブル抵抗器は、デジタルプロセッサではコア要素のトランジスタに相当する、アナログ DL の構成要素。ナノスケール薄の特殊なガラスフィルムデバイスで、デジタル NN のように演算を実行する。アナログの人工「ニューロン」と「シナプス」による NN では、画像認識や自然言語処理等の複雑な AI タスクが遂行できる。</li> <li>同抵抗器は、プロトン伝導して電子を遮断する PSG 製の固体電解質が導電性の増減を調整することで作動する。PSG のナノポア表面がプロトン拡散の経路を提供し、強力な電場を利用してもプロトンを損傷せずにその動きを加速させ、ナノ秒の作動領域を達成。プロトンによる材料損傷も無いため、抵抗器は室温下で数 100 万回サイクルを作動する。</li> <li>リチウムイオン電池等で見られる、インターカレーション反応のメモリデバイスへの応用は広く研究されている。今回実証したプロトンベースメモリデバイスの優れた切替え速度と持続性は、DL アルゴリズムを強化する新しいクラスのメモリデバイスの基礎を築くもの。</li> <li>次には、抵抗器の大量生産に向けた再設計や電圧の制限への対処を予定。本研究は、MIT-IBM Watson AI Lab が一部支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.mit.edu/2022/analog-deep-learning-ai-computing-0728">https://news.mit.edu/2022/analog-deep-learning-ai-computing-0728</a></p>
	関連情報	<p><b>Science 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</b></p> <p>Nanosecond protonic programmable resistors for analog deep learning</p> <p>URL: <a href="https://www.science.org/doi/10.1126/science.abp8064">https://www.science.org/doi/10.1126/science.abp8064</a></p>

【ロボット・AI 技術分野】		2022/7/13
141-7	アメリカ合衆国・バージニア工科大学 (Virginia Tech)	<p><b>タコのような機能を人間の手に付与する水中グローブ</b> (Underwater glove puts octopus' abilities on the hand of humans)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Virginia Tech、アイオワ州立大学およびネブラスカ-リンカーン大学が、水中で物体をしっかりと把持できるようにする、タコの吸盤に着想した吸着グローブ、「Octa-glove」を開発。</li> <li>・ 水中環境下において、人間はタンクを使用して呼吸し、ネオプレン製スーツの着用で身体を保護・保温し、ゴーグルの着用でクリアな視界を獲得するが、身をくねらせる魚等のような物体を素手で掴むことは難しい。</li> <li>・ 地球上で最もユニークな生物の1つであるタコは、筋肉と神経系で制御される吸盤に覆われた8本の長い腕を備える。水中で物体を扱う吸着力のチューナビリティ、センシング・制御能力を統合し、プランジャーの先端のような形状の個々の吸盤で強力な吸着能力を発揮する。</li> <li>・ 吸盤の外側の広い縁が物体に密着し、縁の裏側の筋肉の収縮と弛緩による加圧と圧力のリリースにより、水中であらゆる物体をしっかりと把持する。化学的・機械的なセンサーから得た情報を処理して2,000個を超える吸盤を制御し、多くの吸盤が関与する場合には最強の吸着力を創出する。</li> <li>・ 「Octa-glove」は、軽い圧力で物体の平面・曲面に確実に密着するタコの吸盤と同じような機能を提供する、アクチュエーションメンブレンで覆われたゴム製の柔軟な突起を持つ。</li> <li>・ 物体を検出して吸着機能を引き起こす仕組みには、マイクロ LIDAR 光学近接センサーアレイを利用。吸盤と LIDAR をマイクロコントローラーで接続して物体の検出と吸盤の働きを連動させ、多様な形状やサイズを物体をエフォートレスにピックアップするタコの神経・筋肉系を模倣した。</li> <li>・ グローブの装着試験では、デリケートで軽量の物体にはセンサー1個を使用して金属の玩具や超柔軟なヒドロゲルの球体を容易に把持できた。センサーネットワークの再構築で全センサーを使用すると、ボール等の大きな物体を把持し、硬柔両方からなる材料製の平坦・球状物体等では、手を閉じて物体を把持せずに持ち上げることができた。</li> <li>・ 水中グリップ用のソフトロボティクス分野、ユーザー支援技術やヘルスケア、濡れた物体の組立てや取り扱い等の製造技術でのアプリケーションを想定。</li> <li>・ 本研究は、Designing Materials to Revolutionize and Engineer our Future プログラムを通じて米国立科学財団(NSF)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://vtx.vt.edu/articles/2022/07/eng-bartlett-octaglove.html">https://vtx.vt.edu/articles/2022/07/eng-bartlett-octaglove.html</a></p>
	関連情報	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト) Octopus-inspired adhesive skins for intelligent and rapidly switchable underwater adhesion URL: <a href="https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abq1905">https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abq1905</a></p>

141-8	アメリカ合衆国・ カーネギーメ ロン大学	<p><b>人間の挙動を観察して家事を学習するロボット</b> (Robots Learn Household Tasks by Watching Humans)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カーネギーメロン大学が、人間による日常的なタスクの実行ビデオを見ることで、ロボットにそれらを直接学習・実行させる、新しいロボット学習方法の WHIRL (In-the-Wild Human Imitating Robot Learning) を開発。</li> <li>・ワンショット模倣学習の効果的なアルゴリズムである WHIRL では、人間が家庭で行う様々なタスクをロボットが観察し、学習した情報を新しいタスクに一般化する。最初の数回は失敗しても、成功例を積み重ねて迅速に学習を進め、タスクを完了できるようになる。</li> <li>・市販のロボットにカメラと WHIRL を搭載した試験では、電化製品、キャビネットのドアや引き出しの開閉から、鍋の蓋閉じ、椅子の押し入れやゴミ箱からのゴミ袋の取り出しまで 20 種類以上のタスクの学習に成功。ロボットは人間によるタスクの実行を一度だけ観察し、練習と学習を通じてタスクを実行できた。</li> <li>・本研究の成果は、プログラムや訓練を待たずに家庭にロボットを導入する手段を提示するもの。WHIRL の開発には、3D での挙動の理解・モデル化を可能にしたコンピュータービジョンの進展が貢献。人間の挙動の理解においてこれらのモデルを利用し、WHIRL の訓練を進めた。</li> <li>・ロボットにタスクを学習させる現行の模倣学習では、人間がマニュアルでロボットを複数回繰り返し操作してタスク完了方法を教示する。また、強化学習では、ロボットは数万件のサンプルをシミュレーションで学習し、その内容を実環境に適用する。これらの学習モデルは、管理の行き届いた環境下でロボットにシングルタスクのみを教える場合には極めて有効だが、スケールアップと実用が難しい。</li> <li>・WHIRL では、人間によるタスク実行のあらゆるビデオからロボットが学習でき、スケールアップが容易でタスク数の制限もなく、実際的な家庭環境での作動が可能。現在、Youtube や Flickr のビデオ観察での訓練を可能にする WHIRL の別バージョンを開発している。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.scs.cmu.edu/news/2022/whirl-robots">https://www.scs.cmu.edu/news/2022/whirl-robots</a></p>
	関連情報	<p>Robotics: Science and Systems 発表論文(アブストラクトのみ) Human-to-Robot Imitation in the Wild</p> <p>URL: <a href="https://roboticsconference.org/program/papers/026/">https://roboticsconference.org/program/papers/026/</a></p>

【バイオテクノロジー分野】		2022/7/20
141-9	ドイツ連邦共和国・ゲーテ大学フランクフルト・アム・マイン(フランクフルト大学)	<p><b>バクテリアで水素や CO2 を貯蔵する電子のハイウェイを発見</b>  (Research on bacteria: Electron highway for hydrogen and carbon dioxide storage discovered)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ フランクフルト大学、マールブルク大学およびスイス・パーゼル大学が、深海等に生息する嫌気性の <i>Thermoanaerobacter kivui</i> の酵素である水素依存性二酸化炭素リダクターゼ(HDCR)について、その構造を原子レベルで初めて解明。</li> <li>・ 2013 年にフランクフルト大学が発見した HDCR は、水素と CO2 を直接利用して(水素が CO2 に電子を送り)ギ酸を生産する。ギ酸を生産する他の酵素では、電子の移動は電子移動物質を介して間接的に行われる。</li> <li>・ HDCR は、水素の分割、ギ酸の生産、鉄-硫黄を含む 2 つの小モジュールの 4 つのタンパク質モジュールより構成され、2 つの小モジュールが各モジュール間の電子移動に関与している。</li> <li>・ 2016 年には HDCR が長いフィラメントを形成することを発見。フィラメント形成は酵素の活性を著しく促進することから、同構造の重要性を認識した。</li> <li>・ 本研究では、クライオ電子顕微鏡法による解析を通じて、原子レベルの分解能で HDCR の構造を解明。研究室での実験条件下にて、酵素が形成する長いフィラメントの詳細を可視化した。</li> <li>・ その結果、フィラメントは 2 つの HDCR サブユニットから構成され、それらのサブユニットは電子伝送の役割を担う数千個もの鉄原子を持つナノワイヤを形成するように配置されていることを確認。これまでに発見されたナノワイヤで唯一酵素を備えているもので、ナノワイヤ上にはヒドロゲナーゼモジュールとギ酸のデヒドロゲナーゼモジュールが配置される。</li> <li>・ 酵素モノマーは細菌の細胞内でもフィラメント構造に自己組織化し、数百本のフィラメントが束になって環状の超構造を形成することを確認。「有機的な液体水素キャリア」として水素と CO2 からギ酸を生産する HDCR の、化学触媒や他の酵素を大幅に超える効率性を裏付ける。</li> <li>・ ナノワイヤによる電子の貯蔵、フィラメント形成による酵素活性の強力な促進や、フィラメント束の内膜への固定状態等、HDCR のさらなる解明について研究を進める。バイオロジカルな水素貯蔵手段実現への一歩であり、大気中の CO2 の捕獲に利用できる合成ナノワイヤの製造等、HDCR の可能性を期待。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://aktuelles.uni-frankfurt.de/englisch/research-on-bacteria-electron-highway-for-hydrogen-and-carbon-dioxide-storage-discovered/">https://aktuelles.uni-frankfurt.de/englisch/research-on-bacteria-electron-highway-for-hydrogen-and-carbon-dioxide-storage-discovered/</a></p>
	関連情報	<p>Nature 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)  Membrane-anchored HDCR nanowires drive hydrogen-powered CO2 fixation  URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41586-022-04971-z">https://www.nature.com/articles/s41586-022-04971-z</a></p>

141-10	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p><b>マイクロプラスチックの一部をシルクで代替</b> (Silk offers an alternative to some microplastics)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ MIT と BASF が、マイクロプラスチックの代替が期待できる、シルクプロテインをベースとした生分解性のコーティング材料を開発。シルクは無毒で体内で自然に分解されるため、食品や医療用途での安全性が認識されている。</li> <li>・ プラスチックの微小粒子であるマイクロプラスチックは、大気、水や土壌に含まれ、深刻な汚染の脅威となり、動物や人々の血流からも検出されている。</li> <li>・ 農薬、塗料、化粧品や洗剤等の様々な製品にも添加され、欧州化学品庁(ECHA)では欧州連合(EU)のみで年間5万トンに達すると推定。EUではこのような非生分解性マイクロプラスチックの2025年までの排除を宣言しており、適切な代替品を探索している。</li> <li>・ 工業製品で広く利用されているマイクロプラスチックは、特定の有効成分を空気や湿気による劣化から保護し、それらを一定期間徐々に放出して周囲への悪影響を最小限に抑える役割を担う。</li> <li>・ 例えば、ビタミンや殺虫剤等に使用されるマイクロカプセルの原料には、環境に長期間残留するプラスチックが利用される。このようなマイクロプラスチックは環境中のプラスチックの約10~15%を占めるとされるが、今回開発の生分解性代替品がこの課題を比較的容易に解決できる可能性がある。</li> <li>・ 新材料には入手し易く廉価な低級のシルクプロテインや、使用済み・廃棄シルクの織物も利用できる。スケラブル、簡易で調整可能な水ベースのプロセスで製造する新材料は、従来型の製造機器に使用できるため、既存の工場を活用したシンプルな「ドロップイン」のソリューションも可能となる。</li> <li>・ 既存の標準的なスプレーベースの製造装置で新材料を使用し、一般的な水溶性のマイクロカプセル化除草剤製品の作製を実証。市販品よりも効果的で、植物に与えるダメージが少ないことを確認した。</li> <li>・ 既存機器との適合性の鍵は、新材料の調整可能性。シルクの高分子鎖配列を精密に調整して界面活性剤を添加することで、乾燥・硬化後のコーティング材料の特性を微調整できる。疎水性、撥水性、その中間の特性や、代替する材料の特性に合わせた製造も可能。</li> <li>・ 本研究は、Northeast Research Alliance (NORA)を通じて BASF が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.mit.edu/2022/silk-alternative-microplastics-0720">https://news.mit.edu/2022/silk-alternative-microplastics-0720</a></p>
	関連情報	<p><b>Small 掲載論文(フルテキスト)</b> Microencapsulation of High-Content Actives Using Biodegradable Silk Materials</p> <p>URL: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sml.202201487">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sml.202201487</a></p>

【蓄電池・エネルギーシステム分野】

2022/7/28

141-  
11

スイス連邦材料試験研究所(EMPA)

**水で作動する紙バッテリー**

(A paper battery with water switch)

- ・ EMPA が、水で作動する使い捨ての紙電池を開発。
- ・ 物品追跡用スマートラベル、環境センサーや医療診断装置等の使い捨て低消費電力電子機器に電力を供給し、環境への影響を最小限に抑える。
- ・ 同紙電池は、生分解性金属の亜鉛粒子によるアノード、グラファイトフレークとカーボンブラックによるカソード、両電極を隔てる紙製セパレーターと水系電解質を使用した、金属-空気電気化学セル(サイズ 1 cm<sup>2</sup>)をベースとする。
- ・ 紙の生分解性、持続可能性や低コストに加え、その自然な吸湿性を活用。アノードとカソードの両材料は 3D プリンティング技術に適し、ステンシル印刷により様々な形状やサイズの紙電池を作製できる。
- ・ 少量の水が加わると、紙に含まれる塩化ナトリウムが溶解して荷電イオンを放出し、電解質にイオン伝導性を付与。紙全体にイオンが拡散して電池の作動を促す。亜鉛アノードの酸化とカソードでの酸化還元反応を通じて放電する。
- ・ 同紙電池を使った低電力の電子機器の作動実証では、2 個のセルで 1 個の紙電池を作製して電圧を増加させ、液晶ディスプレイ付きのアラーム時計に電力を供給した。
- ・ セル 1 個は水 2 滴で 20 秒以内に作動を開始し、デバイスへの接続のない場合は 1.2V の安定した電圧を達成(標準的な AA アルカリ電池の電圧は 1.5V)。1 時間後に紙が乾燥して性能が著しく低下したが、さらに水 2 滴を追加すると 0.5V の安定した作動電圧を 1 時間超にわたり維持できた。
- ・ 金属-空気電池の多くは、電池の使用に伴って金属箔が徐々に消耗する。金属箔の制御は難しく、使い切ることができずに材料が無駄になることがある。新紙電池では亜鉛を多く利用すれことでより長時間作動でき、特定の用途に合わせて亜鉛量を調整した電池作製が可能となる。
- ・ 高湿度環境下の環境センシングアプリケーションでは紙の乾燥は問題にならないが、紙電池の乾燥にかかる時間について今後の設計にて対処する予定。EMPA では、効率低下無く数千回の充放電サイクルの紙ベースの生分解性キャパシタを昨年開発している。

URL: <https://www.empa.ch/web/s604/wasser-aktivierte-batterie>

関連情報

**Scientific Reports 掲載論文(フルテキスト)**

Water activated disposable paper battery

URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-15900-5>

【新エネルギー分野(太陽光発電)】		
141-12	ドイツ連邦共和国・ヘルマン・フォン・ヘルムホルツ協会(HGF)	<p style="text-align: right;">2022/7/11</p> <p><b>ペロブスカイト-シリコンタンデム型 PV モジュールによる環境への影響はシリコン PV モジュールよりも低い</b> (Environmental impact of perovskite-on-silicon solar PV modules lower than silicon alone)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ヘルムホルツセンターポツダム(GFZ Potsdam)等から成る研究チームが、ペロブスカイト-シリコンタンデム型(PST)PV モジュールに関するライフサイクルアセスメント(LCA)を報告。</li> <li>・ シリコンセルの上にペロブスカイトセルを積層するタンデムシステムでは、発電力を最大化させ、現在は 31%を超えるエネルギー変換効率を達成している。標準的なシリコン技術に比べて発電量が多いため、世界の PV 導入を促進することが期待されている</li> <li>・ PV モジュールの環境への影響の理解は、より持続可能な太陽エネルギーシステムの設計に不可欠であるが、これまでの PST PV モジュールの LCA では研究所や試験施設のデータを利用していた。</li> <li>・ 今回、Oxford PV が提供する、ドイツ国内の大量生産ラインの PST PV モジュールとプロセスデータに基づき、工業製造された PST モジュールについて、地球温暖化ポテンシャル、水の消費量、人間と海洋に対する毒性、金属の使用等を含む、製品開発から出荷までの包括的な LCA を初めて実施。</li> <li>・ 結論として、製品寿命 25 年間において、従来のシリコンヘテロ接合モジュールに比べ、革新的な PST PV モジュールでは環境への影響が 6~18%低いことを確認。LCA で対象とした PST PV モジュールでは、その 22 年間における発電量がシリコンヘテロ接合 PV モジュールによる 25 年間の発電量と同等となる。</li> <li>・ PST PV モジュールの高いエネルギー変換効率は、ペロブスカイト材料やプロセスの追加による環境への影響を補うこと、また、PST PV モジュールの環境性能は、シリコンウェハの製造に消費するエネルギーに大きく影響されることもわかった。</li> <li>・ 家庭、企業、産業の脱炭素化において PV は重要な役割を担うことが期待され、費用対効果と信頼性が高く、持続可能なエネルギーを提供する手段として導入が進んでいる。</li> <li>・ 世界の PV 発電導入容量は 2002 年の 2GW から 2022 年には 1TW (1,000GW) 超に増加しており、各国が気候変動目標とエネルギー安全保障の需要を満たすことを目指す中、今後数十年間において大幅な増加が予想される。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=23891&amp;sprache=en&amp;seitenid=74699">https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=23891&amp;sprache=en&amp;seitenid=74699</a></p>
	関連情報	<p><b>Sustainable Energy &amp; Fuels 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>New insights into the environmental performance of perovskite-on-silicon tandem solar cells — a life cycle assessment of industrially manufactured modules</p> <p>URL: <a href="https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/SE/D2SE00096B">https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/SE/D2SE00096B</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。