



海外技術情報(2025 年 8 月 28 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

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】			
170-1	アメリカ合衆国・ジョンズ・ホプキンス大学	ナノエンジニアリングによる熱電効果でコンプレッサー不要のスケラブルな冷却技術を実現 (Nano-engineered Thermoelectrics Enable Scalable, Compressor-Free Cooling) ・ ジョンズ・ホプキンス大学応用物理研究所(APL)とサムスン研究所が、新しい固体熱電冷凍技術を可能にする、CHESS(controlled hierarchically engineered superlattice structures)薄膜熱電材料を開発。 ・ エネルギー効率と信頼性に優れた小型の冷却技術に対する世界的な需要が高まる中、CHESS 材料は市販のバルク熱電材料を用いたデバイスの 2 倍の効率で、従来のコンプレッサー式冷凍に代わる拡張性の高い選択肢を提供する。 ・ CHESS 技術は、APL による 10 年にわたる先進的なナノエンジニアリングによる熱電材料とその応用開発研究の成果。当初は国家安全保障用途に開発されたが、義肢の非侵襲性冷却療法にも利用され、2023 年に R&D 100 賞を受賞した。 ・ バルクの熱電材料はミニ冷蔵庫等の小型機器に使用されているが、効率性の限界、ヒートポンプ能力の低さとスケラブルな半導体チップ製造との適応性の欠如により、高性能システムへの広範な利用が阻まれてきた。 ・ 本研究では、標準化された冷凍試験において、従来のバルク熱電材料と CHESS 薄膜材料による冷凍モジュールを比較。詳細な熱モデリング、熱負荷と熱抵抗パラメータの定量化を通じて試験結果を検証し、大量のヒートポンプを伴う実環境下での正確な性能評価を実施した。 ・ その結果、CHESS 材料では、従来の熱電材料と比較して室温(約 25℃)下でほぼ 100%の効率向上を達成。熱電モジュールのデバイスレベルでの効率性は約 75%、完全統合型冷凍システムにおける効率性は約 70%向上と、いずれも最先端のバルク熱電デバイスを大幅に上回る性能向上を示した。 ・ CHESS 材料の製造には、コスト効率やスケラビリティに優れる有機金属化学気相成長法(MOCVD)を利用。冷凍ユニット毎の材料使用量は僅か 0.003 cm³(砂粒程度)。体温等の温度差を利用可能な電力に変換することでもあるため、次世代の触覚システム、コンピューターから宇宙船に至るまで、幅広いアプリケーションに拡張可能なエネルギーハーベスティング技術の可能性を開く。 ・ 冷蔵庫を含む大規模冷凍システムの実証や、冷凍・暖房・換気・空調(HVAC)機器での区画冷却や分散冷却のエネルギー効率を最適化するAIを活用した手法の導入等、引き続き CHESS 材料の改良に取り組み、従来の機械システムに匹敵する効率向上を目指す。 ・ 本研究はサムスン等が支援した。 URL: https://www.jhuapl.edu/news/news-releases/250521-apl-thermoelectrics-enable-compressor-free-cooling	2025/5/21
	関連情報	Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Nano-engineered thin-film thermoelectric materials enable practical solid-state refrigeration URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-59698-y	

170-2	スウェーデン王国・リンショーピング大学	2025/5/21 調整可能で平らなオプティクスの実現へ大きく前進 (Major step for flat and adjustable optics) ・ リンショーピング大学が、平面上にナノ構造を巧みに配置することで、導電性ポリマーによる光学メタ表面の性能の大幅な向上に成功。 ・ 現在、光の制御に用いられている曲面レンズは、ガラス製の凹凸の面で光を様々な方法で屈折させる。このような曲面レンズは、宇宙望遠鏡やレーダーシステム等のハイテク機器から、カメラレンズや眼鏡等の日用品まで、あらゆるものに使用されているが、ガラス製のレンズは場所を取り、機能を損なわずに小型化することが難しい。 ・ 一方、平面レンズを用いることで、非常に小型の光学系を作製し、新たな応用分野を見出せる可能性がある。これらのレンズはメタレンズと呼ばれる光学メタ表面の一例であり、大きな可能性を秘めた研究分野として急速に成長しているが、現状では技術に限界がある。 ・ メタ表面は、平らな表面に光の波長よりも小さなナノ構造をパターン状に配列したもので、これらのナノ構造が光の受信器(またはアンテナ)として機能し、特定の方法で光の捕獲と自由な制御を可能にする。 ・ 現在の光学メタ表面には、金や二酸化チタンが使用されているが、主要な課題はメタ表面の製造後の機能調整が不可能であること。メタ表面機能のオン/オフの切り替えや、メタレンズの焦点の動的な変更等が求められている。 ・ 同大学では、導電性プラスチック(導電性ポリマー)が光学的に金属として機能し、メタ表面を構成するナノアンテナの材料として使用可能であることを 2019 年に実証し、このような課題の解決方法を提示。ポリマーの酸化・還元能により、ナノアンテナのオン/オフ制御が可能となったが、ポリマー製のメタ表面の性能には限界があり、従来の材料によるメタ表面に劣っている。 ・ 本研究では、各ナノアンテナ間の距離を精確に制御することで、光の相互作用を増幅する集団格子共鳴(CLR)を引き出し、導電性ポリマー製のメタ表面の性能を最大で 10 倍向上させた。ただし、同材料による制御可能なナノアンテナは赤外光でのみ有効。次には可視光領域でも機能できる材料を開発する。 ・ 本研究には、欧州研究会議(ERC)、クヌート・アンド・アリス・ウォーレンバーク財団(KAW)、スウェーデン研究評議会(VR)およびリンショーピング大学のスウェーデン政府による新機能材料への戦略的投資(AFM)が資金を提供した。 URL: https://liu.se/en/news-item/major-step-for-flat-and-adjustable-optics
	関連情報	Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Switchable narrow nonlocal conducting polymer plasmonics URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-59764-5

170-3	アメリカ合衆国・ノースカロライナ州立大学 (NC State)	2025/5/29 宇宙や防衛用途の超高温セラミック製造を革新するレーザー技術 (Laser Technique Revolutionizes Ultra-High Temperature Ceramic Manufacturing for Space, Defense Applications) ・ NC State が、レーザーを用いて超高温セラミックスの炭化ハフニウム(HfC)をワンステップで製造する新技術を開発。 ・ 原子力発電技術から宇宙船、ジェット機の排気システムに至るまで、幅広いアプリケーションの可能性が期待できる。セラミックコーティング処理に加え、3D プリンティングによる複雑な 3D 構造体の製造に利用でき、新しいデバイスや技術の設計における汎用性を高める。 ・ 焼結とは、粉末または液体の原材料をセラミック材料に変換するプロセス。従来、HfC の焼結には原材料を最低でも 2,200°Cに達する炉に入れる必要があり、時間とエネルギーを大量に消費する。本研究では、新レーザー焼結技術による HfC の高速のワンステップ製造を実証した。 ・ 新レーザー焼結技術では、真空チャンバーやアルゴンガスを充填したチャンバー等の不活性環境下で、液体ポリマー前駆体の表面に 120W のレーザーを照射することで液体を焼結し、固体セラミックに変換する。 ・ また、炭素繊維強化炭素複合材(C/C)に高品質の HfC コーティングを形成できることも実証。C/C 構造への強力な接着力と均一な被覆率に加え、熱保護層および耐酸化層としての利用の可能性を提示。C/C 構造は、極超音速用途に加え、ロケットノズルや翼前縁等の航空宇宙用熱保護システムにも使用されていることから、同新技術の有用性は高い。 ・ 従来技術では数時間から数日がかかっていた超高温セラミック構造作製とコーティング処理が、新レーザー焼結技術では数秒から数分に短縮される。また、より高速で局所的なプロセスであるため、消費エネルギーが大幅に削減される。 ・ さらに、従来技術では前駆体の 20~40%のみがセラミックに変換されるが、新レーザー焼結法では前駆体質量の最低でも 50%を変換。不活性環境は必要だが、真空チャンバーと 3D プリンターは大型の炉よりも移送が比較的容易。 ・ 新レーザー焼結技術の実用化に向けて官民のパートナーと協力する。本研究は、ノースカロライナ大学シャーロット校の Center for Additive Manufacture of Advanced Ceramics(CAMAC)が支援した。 URL: https://news.ncsu.edu/2025/05/laser-extreme-ceramics/
	関連情報	Journal of the American Ceramic Society 掲載論文(フルテキスト) Synthesis of hafnium carbide (HfC) via one-step selective laser reaction pyrolysis from liquid polymer precursor URL: https://ceramics.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jace.20650

170-4	スイス連邦工科大学チューリッヒ校 (ETH)(チューリッヒ工科大学)	2025/6/2 近赤外光を可視化する超薄膜レンズ (Ultra-thin lenses that make infrared light visible) ・ ETH が、入射光の波長を半分にすることで赤外線を可視光に変換する、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)を使用した非線形メタレンズを開発。 ・ この数十年における光学分野の進展の著しさは、従来の大型カメラが今日のコンパクトなスマートフォンカメラへと進化したことに象徴される。ただし、光を屈折させてカメラセンサー上に鮮明な画像を捉えるには、厚いレンズが不可欠であるため、高性能なスマートフォンカメラであってもレンズを積み重ねる必要があり、スマートフォンの最も厚い部分を占める場合が多い。 ・ メタレンズは、このような従来レンズ設計の制約の克服のために開発されたもの。平坦で従来レンズと同様に機能し、人間の毛髪の 1/40 の薄さであることに加え、ガラスを使用しないため軽量。光の方向を変える僅か 100nm の幅・高さのメタ表面構造を用いることで、レンズサイズを大幅に縮小し、コンパクト化する。 ・ メタレンズに特殊な材料を使用することで、例えば、赤外線が高品質の結晶材料を通過して波長が半分の光を生成するグリーンレーザーペンのような非線形光学的な特性が得られる。LiNbO₃ はこのような効果を生み出す材料の一つで、電子機器と光ファイバーを介する部品に使用されている。 ・ 本研究では、化学合成と精密ナノエンジニアリングを組み合わせた新プロセスにより、LiNbO₃ 結晶の前駆体を含む溶液を液体状態のままナノインプリントし、600°Cに加熱することで非線形光学的メタレンズを作製。プラスチック製インパースモールドは複数回使用できるため、大量生産にも適する。また、他の LiNbO₃ 小型光学デバイスよりも大幅にコスト効率が高く、より迅速に製造できる。 ・ 新メタレンズは、通常の光集光レンズとして機能するだけでなく、レーザー光の波長を同時に変化させることも可能。波長 800nm の赤外光をメタレンズに通すと、その反対側から波長 400nm の可視光線を特定の点に向けて放出する。同効果は特定のレーザー波長に限定されず、幅広いアプリケーションに利用できる。 ・ メタレンズや類似のホログラム生成ナノ構造は、紙幣や証券の偽造防止や美術品の真贋判定のセキュリティ機能として活用できる可能性がある。これらの構造は可視光では観察できないほど微細だが、非線形材料特性により信頼性の高い認証が可能となる。 ・ 本研究には SNFS Consolidator Grant が資金を提供した。 URL: https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2025/06/ultra-thin-lenses-that-make-infrared-light-visible.html
	関連情報	Advanced Materials 掲載論文(フルテキスト) Scalable Lithium Niobate Nanoimprinting for Nonlinear Metalenses URL: https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202418957

170-5	アメリカ合衆国・バージニア工科大学 (Virginia Tech)	2025/6/2 リサイクル可能な自己修復するエレクトロニクス (Virginia Tech researchers develop recyclable, healable electronics) ・ Virginia Tech が、電子機器の分解と再利用を容易にする、リサイクル可能な新材料を開発。 ・ 新材料は、再成形とリサイクルが可能な動的ポリマーであるビトリマーと、電流を運ぶ役割を担う液体金属の液滴とを組み合わせたもの。同材料で作製した電子回路は、リサイクル、再構成が可能で導電性を有し、単一の材料での両立が稀である、自己修復性と従来の回路基板用プラスチックと同等の強度と耐久性を備える。これは、他のリサイクル可能なフレキシブルな電子機器のものとは根本的に異なるアプローチ。 ・ 従来の回路基板はリサイクルが非常に困難な永久熱硬化性樹脂で作られており、リサイクル時にエネルギーを大量に消費する複数の解体工程が必要で、この過程では数十億ドル相当の貴重な金属部品が失われている。 ・ 新材料は、損傷した場合でも熱を加えることで修復または再成形が可能で、電気性能が損なわれない。ビトリマー回路基板は、使用後のアルカリ加水分解による処理により、液体金属や LED 等の主要部品を回収できる。今後の研究目標は、導電性複合材料の全部品を閉ループプロセスで完全に再利用すること。 ・ 携帯電話、タブレットやノートパソコン等の、非常に多くの電子廃棄物 (e-waste) が排出されている。国連による 2024 年の報告書では、世界の電子廃棄物の量は過去 12 年間で 340 億 kg から 620 億 kg (トラック 155 万台分) へとほぼ倍増し、2030 年には 820 億 kg に達すると推定されている。そのうち、リサイクルが可能な量は全体の約 20% の僅か 138 億 kg のみとされ、この状態の継続が予測されている。 ・ 本研究は、Institute for Critical Technology and Applied Science を通じ、Virginia Tech と米国立科学財団(NSF)が支援した。 URL: https://news.vt.edu/articles/2025/05/eng-me-bartlett-worch-recyclable-circuits.html
	関連情報	Advanced Materials 掲載論文(フルテキスト) Liquid Metal-Vitrimer Conductive Composite for Recyclable and Resilient Electronics URL: https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202501341

170-6	スイス連邦・ポールシェラー研究所 (PSI)	2025/6/16 電場で磁気テクスチャを誘導 (Steering magnetic textures with electric fields) ・ PSI が、磁気電気材料である酸化亜セレン酸銅(Cu₂OSeO₃)の磁性を、エネルギー効率の高い電場を用いて制御する革新的な方法を実証。 ・ AI やデータセンターのエネルギー需要が高まる中、よりスマートで環境に優しい技術が求められている。電気特性と磁気特性が結びついた特殊な化合物である磁気電気材料の、電場を用いた磁性の制御により、エネルギー効率の極めて高いメモリやコンピューティングデバイス開発の可能性が期待できる。 ・ オリーブグリーン色の結晶の Cu₂OSeO₃ は、低温では原子スピンの特殊な磁気組織に配列し、らせん状や円錐状等の構造を形成する。これらのパターンは基盤の原子格子よりもはるかに大きく、固定されていないため、高度に調整が可能。 ・ 一般的な物質では、原子スピンのねじれと配列によって形成される磁気構造が特定の方向に固定されているが、Cu₂OSeO₃ では適切な電圧の印加を通じてこれらの磁気構造の方向を変えることができる。 ・ 本研究の成果は、電場を用いて材料内の磁気組織の伝播方向を連続的に変化させること(磁気電気偏向)に成功した初の事例となる。このような磁電偏向応答は、エネルギー集約的な磁場を使用せずに磁性を制御する強力なツールを提供する。 ・ PSI の中性子施設である Swiss Spallation Neutron Source SINQ の SANS-I ビームラインを用いて Cu₂OSeO₃ の磁気構造を調査。SINQ は、中性子ビームを使用して固体内の磁気構造の配列と方向をナノスケールでマッピングする設備。特別に設計されたサンプル環境により、高い電場を印加しながら、同時に中性子小角散乱(SANS)を用いて結晶内部の磁化を調査した。 ・ その結果、磁気構造が電場の強度に応じて 3 種類の挙動を示すことを発見。低電場では磁気構造が線形応答で緩やかに偏向し、中電場ではより複雑で非線形的挙動を示し、高電場では磁気組織の伝播方向を 90 度転換した。 ・ これらの各形態は、センシングデバイスやストレージデバイスに組み込むことができる独自の特性を示しており、その可能性の一つとして、印加磁場の強度を変化させることでこれらの形態のオンセットを調整するハイブリッドデバイスが挙げられる。 ・ 本研究は、UK Skymion Project(UKSP) EPSRC Programme Grant およびスイス国立科学財団(SNSF)プロジェクトが支援した。 URL: https://www.psi.ch/de/news/science-features/steering-magnetic-textures-with-electric-fields
	関連情報	Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Deterministic control of nanomagnetic spiral trajectories using an electric field URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-60288-1

【電子・情報通信分野】		
170-7		2025/5/22
	英国・ブリストル大学	6G デリバリーをより強力にする半導体技術のブレイクスルー (Researchers make breakthrough in semiconductor technology set to supercharge 6G delivery) ・ ブリストル大学が、次世代デバイスとして期待される超格子キャスレーテッド電界効果トランジスタ (SLCFETs) について、その優れた性能の要因を特定。 ・ 遠隔診断・手術による医療の進展、バーチャル教室・観光等、今後 10 年以内に人間の様々な体験を変革する技術が広く利用可能になる可能性があるが、これには既存のネットワークよりもはるかに高速に膨大な量のデータを通信・転送する能力が必要となる。 ・ 5G から 6G への移行には、半導体技術、回路、システムやアルゴリズムの抜本的なアップグレードが求められる。例えば、主要な半導体部品である窒化ガリウム (GaN) による無線周波数増幅器には、より高速、より高出力とより高い信頼性が不可欠となる。 ・ 100nm を下回る幅の 1,000 個以上のフィンが電流を駆動する SLCFETs は、GaN 増幅器の性能をかつてないレベルにまで押し上げる新しいアーキテクチャ。75GHz~110GHz に相当する W バンド周波数範囲で最高の性能を提示するが、その理由が未解明であった。 ・ 本研究では、GaN でのラッチ効果がその優れた性能の要因であることを発見し、超精密電気測定と光学顕微鏡でラッチ効果の発生場所を正確に特定。1,000 個以上のフィンを分析した結果、同効果は最も幅の広いフィンにあることを確認した。 ・ また、開発した 3D モデルで観察結果をさらに検証。実用化に向けたラッチ効果の信頼性について調査し、長期間にわたるデバイスの厳格な試験の結果、同効果がデバイスの信頼性や性能に悪影響を与えないことを確認した。 ・ この信頼性を決定する重要な要素は、各フィンの周囲に被覆された誘電体の薄膜層であることがわかったが、最も重要な点はラッチ効果が様々なアプリケーションに活用できること。 ・ 今後はデバイスが供給できる電力密度をさらに高め、より高性能を提供し、より幅広いユーザー層への対応を可能にする。産業界のパートナー企業もこのような次世代デバイスを市場に投入する予定。 ・ 本研究は、Northrop Grumman Mission System University Research Program と英国工学・物理科学研究会議 (EPSRC) が支援した。 URL: https://www.bristol.ac.uk/news/2025/may/semiconductor-breakthrough.html
	関連情報	Nature Electronics 掲載論文(フルテキスト) Gallium nitride multichannel devices with latch-induced sub-60-mV-per-decade subthreshold slopes for radiofrequency applications URL: https://www.nature.com/articles/s41928-025-01391-5

170-8	アメリカ合衆国・ロチェスター大学	2025/5/30 オブジェクトを超高速で測定する1セントよりも小さな新レーザー (New laser smaller than a penny can measure objects at ultrafast rates) ・ロチェスター大学とカリフォルニア大学サンタバーバラ校(UCSB)が、1セント硬貨よりも小さなチップスールのポッケルスレーザーを開発。 ・従来のシリコンフォトニクスとは異なり、ニオブ酸リチウムで作製され、ポッケルス効果と呼ばれる物理現象を利用する。ポッケルス効果は、電場の印加で物質の屈折率を変化させる現象。 ・光計測として知られるレーザー計測技術は、物体や材料の物理的特性の研究に用いられるが、現在の技術ではレーザー波を精密に制御する大型で高価な装置が必要であり、合理的で費用対効果の高いシステムの導入でのボトルネックとなっている。 ・新ポッケルスレーザーは、広範囲の光スペクトルにわたり1秒間に約千京回で極めて正確にその色を変化させることで、高速かつ高精度な計測を可能にするもの。自動運転車のLiDARシステムから重力波検出まで、あらゆるアプリケーションを強化する。 ・自動運転車で既に使用されているLiDARのうち、レーザー周波数の広い調整範囲と高速調整を必要とする、より高度な周波数変調連続波(FMCW)LiDARにも有効。新レーザーを用いて回転ディスク上のLiDARシステムを駆動し、レゴブロックで作ったUとRの文字の識別を実証した。スケールアップにより、高速道路の速度・距離で車両や障害物の検知が可能となる。 ・また、レーザーのノイズの絞り込み、安定化や低減に用いられる一般的な技術であるパウンド・ドレバー・ホール(PDH)レーザー周波数ロッキングでの利用についても実証した。 ・これは極めて高精度に時間を測定する光時計に利用できる非常に重要なプロセスで、固有レーザーや音響光学変調器等、デスクトップコンピューターサイズの複数の機器を必要とするが、新レーザーはこれらすべてを電氣的に調整可能な非常に小さなチップに統合することができる。 ・本研究は、米国国防高等研究計画局(DARPA)のLasers for Universal Microscale Optical Systems(LUMOS)と米国立科学財団(NSF)が支援した。 URL: https://www.rochester.edu/newscenter/chip-scale-laser-ultrafast-optical-metrology-655642/
	関連情報	Light: Science & Applications 掲載論文(フルテキスト) Pockels laser directly driving ultrafast optical metrology URL: https://www.nature.com/articles/s41377-025-01872-4

170-9	アメリカ合衆国・コロラド大学ボルダー校(CU Boulder)	2025/6/11 原子を使って加速度を 3 次元で測定する新しい量子ナビゲーションデバイス (New quantum navigation device uses atoms to measure acceleration in 3D) ・ CU Boulder と JILA(CU と米国立標準技術研究所(NIST)の共同研究所)が、極低温に冷却した原子雲を用いて加速度を 3 次元で同時に測定する、新しい種類の原子干渉計を開発。 ・ 人間の毛髪ほどの細さのレーザー 6 本を用いて、数万個のルビジウム原子雲を所定の位置に固定し、AIを利用して事前にこれらのレーザーを複雑なパターンで操作することで、微小な加速度に反応する原子の挙動を測定する。 ・ 干渉計は、光ファイバーによる情報伝送から重力波の探査まで様々な用途に使用されている。レーザー干渉法では、レーザー光が 2 つのビームに分割され、それらのビームの再結合時の干渉度合をベースに測定が行われる。 ・ 本研究では、光の代わりに原子を用いた同様の測定技術を実証。新原子干渉計はエアホッケーテーブルの大きさのベンチに収まるサイズで、最初にルビジウム原子の集合体を絶対零度の僅か数十億分の 1 度高い温度まで冷却する。 ・ この極低温領域では、原子がボーズ・アインシュタイン凝縮体(BEC)と呼ばれる量子物質状態を形成する(BEC は、当時 CU Boulder の物理学者であったカール・ウィーマン氏と JILA のエリック・コーネル氏が 2001 年に初めて実証し、ノーベル賞を受賞している)。 ・ 次に、レーザー光を用いて原子を分裂させるが、原子の集団を分離させるのではなく、個々の原子が重ね合わせと呼ばれる量子状態に置かれる。分裂した原子は、個別に 2 つの経路をたどりながら離れて行く。 ・ これらの原子が再び結合すると、2 本のレーザービームの結合時よりも複雑で独特のパターンを形成する。ガラスに付いた指紋のようなこの結果をデコードし、原子が経験した加速度を抽出する。コンパクトなサイズのデバイスであるため、将来的には現場で運用することも可能。 ・ 現在は地球の重力の数千分の 1 の加速度の測定に限られるが、技術改良を続け、今後数年間で量子装置の性能を何倍にも向上させる予定。 ・ 本研究は、米国航空宇宙局(NASA)が支援した。 URL: https://www.colorado.edu/today/2025/06/11/new-quantum-navigation-device-uses-atoms-measure-acceleration-3d
	関連情報	Science Advances 掲載論文(フルテキスト) Vector atom accelerometry in an optical lattice URL: https://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.adt7480

【バイオテクノロジー分野】		
170-10	アメリカ合衆国・ニューヨーク州立大学ビンガムトン校	2025/6/9 プロバイオティクスを利用した溶解する電池 (Binghamton University researchers make dissolvable battery using probiotics) ・ ニューヨーク州立大学ビンガムトン校が、プロバイオティクスを利用した生分解性バイオ電池を開発。 ・ 同大学では、使い捨ての「ペーパーエレクトロニクス」を過去 20 年にわたり研究している。このような過渡的（または生体吸収性）の電子機器は、生体医学や環境分野で利用できるが、生体に安全な方法で分解される必要がある。リチウムイオン電池等のほとんどの電源には有毒物質が含まれるため、ペーパーエレクトロニクスの主要な課題は電源となる電池。 ・ 同大学では、過去に生分解性の微生物電池を開発した際に、バイオセーフティー（微生物の危険度を判断する指標）レベル 1 の安全な電気生産微生物を利用したが、使用後の環境への廃棄に関する懸念があった。 ・ 本研究では、この知見を新しいアイデアに応用し、15 種類のプロバイオティクス（摂取により健康効果をもたらしながら環境や人体には無害な生きた微生物）をブレンドした既製品を使用してその能力を実証した。 ・ 安全で生体適合性のプロバイオティクスの発電能力を強化するため、微生物に適するような電極表面をポリマーとナノ粒子を用いて設計することでプロバイオティクスの電気触媒作用を改善し、その活性の向上を試みた。 ・ 多孔質で目の粗い電極表面が、微生物の付着・増殖に最適な条件を提供し、微生物の発電能力を改善。溶解性の紙を pH 感度の低いポリマーでコーティング（汚染地域や人間の消化器系のような酸性環境でのみ機能）することで、電圧出力と電池の動作時間を向上させた。 ・ 得られる電力は僅かだが、今後の研究の基礎を担う概念実証となる。より多くの電気遺伝子を備えたプロバイオティクスの特定や、相乗効果による発電量の向上度合の調査が必要。また、バイオ電池の直列または並列接続による発電量の向上も目指す。 ・ 本研究には、米国立科学財団(NSF)が資金を提供した。 URL: https://www.binghamton.edu/news/story/5482/binghamton-university-researchers-make-dissolvable-battery-using-probiotics
	関連情報	Small 掲載論文(フルテキスト) Dissolvable Probiotic-Powered Biobatteries: A Safe and Biocompatible Energy Solution for Transient Applications URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sml.202502633

170-11	アメリカ合衆国・ローレンスバークレー国立研究所(LBNL)	2025/6/17 微生物を使って尿から高価値な物質を作る新プロセス (New Process Uses Microbes to Create Valuable Materials from Urine) ・ LBNL、カリフォルニア大学アーバイン校(UC Irvine)およびイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校(UIUC)が、遺伝子組み換え酵母を用いて尿素から直接ハイドロキシアパタイト(HAp)を生成する技術(特許取得済)を開発。 ・ HAp は、人間や動物が骨や歯の構築のために生成するカルシウムとリンを主成分とする無機物。市販のものは外科手術や歯科治療で骨や歯の損傷の修復に使用されており、その軽量性と優れた強度・靱性から建築材料として、また一部のプラスチックを代替する材料とされている。 ・ 新技術は、HAp のコスト効率的な生産経路を提供し、廃水処理コスト削減の実用的なメカニズムやエネルギー効率の高い肥料生産方法、さらに回収した廃棄物から有用な材料を生み出す酵母ベースの技術開発の可能性を開くもの。 ・ 微生物を用いた機能性生体材料作製方法を模索していた際に、ビール醸造やパン製造に用いられる酵母の近縁種のサッカロマイセス・ブラウディ(<i>S. boulardii</i>)が、HAp を合成して骨を形成する特殊な動物細胞の骨芽細胞に類似した活動を自然に行っていることを発見した。 ・ 本研究では、体外での培養が極めて困難でコストのかかる骨芽細胞に着想し、遺伝子組み換えした <i>S. boulardii</i> を用いて尿素から HAp を直接合成する「骨酵母(osteoyeast)」プラットフォームを作製。より安価な HAp 生産を可能にしながら、処理施設で多額の費用が費やされる尿の中和の課題にも対処する。 ・ 尿をミネラル源として回収するバイオ技術の新興が見られるが、尿に含まれるアンモニアやリン酸のコストは極めて低く、大規模なインフラへの新規投資に対する経済的インセンティブが制限されている。 ・ サンフランシスコ規模の都市にサービスを提供する分散型 HAp 生産システムをシミュレートする技術経済分析を実施。骨酵母の培養と廃水からの尿の分離にかかる費用を考慮し、米国市場で 50 ドル～200 ドルで販売可能となる商用品質の HAp 1kg の製造費用を約 19 ドルと設定。廃水の安全化に必要な化学物質の投入量を削減しながら、年間約 140 万ドルの利益を生み出す可能性がある。 ・ 骨酵母プラットフォームについてライセンス供与が可能。現在は他のバイオベース材料の合成や特定の元素を捕捉・貯蔵して環境に優しいバイオマイニングを可能にする新株の開発に取り組んでいる。 ・ 本研究には、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)と米国国防高等研究計画局(DARPA)が資金を提供した。 URL: https://newscenter.lbl.gov/2025/06/17/new-process-uses-microbes-to-create-valuable-materials-from-urine/
	関連情報	Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Cost-effective urine recycling enabled by a synthetic osteoyeast platform for production of hydroxyapatite URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-59416-8#Abs1

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出来ます。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。