



海外技術情報(2024年2月29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

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】			
155-1	アメリカ合衆国・ワシントン州立大学 (WSU)	インプラントのための 3D プリント耐感染性金属 (Infection-resistant, 3D-printed metals developed for implants) <ul style="list-style-type: none">・ WSU とスタンフォード大学が、インプラントでのバクテリアによる感染症への耐性を備え、細胞組織の回復を促進させる金属材料を開発。・ 新材料で 3D プリント作製したインプラントは、実験室での試験でブドウ球菌感染を発生させるバクテリアの 87%を破壊し、現行のインプラントと同等の強度と周囲組織との適合性を有する。・ 股・膝関節置換等の一般的な外科手術における感染管理の向上に貢献する。インプラントでのバクテリアのコロニー形成は、インプラントの不具合や手術結果不良の主要な原因の一つとなっている。薬品による感染管理以外の、材料自体による感染への耐性を持たせることが必要。・ 50 年以上前に開発され、股・膝関節置換手術で利用されている材料であるチタンは感染症への耐性を持たない。抗菌剤による予防処置を行っても、手術の直後や数週間、数ヶ月後の二次感染として致命的な感染が起こり得る。・ 感染が始まりインプラントに薄いバイオフィームが形成されると、医師は抗生物質の投与で対処する。インプラント手術の約 7%では、インプラントを取り出して対象領域を洗浄し、抗生物質を投与してインプラントを交換する再置換術が行われている。・ 3D プリンティング技術を用いて、インプラントに一般的に使用されるチタン合金に耐食性金属のタンタルを 10%、また銅を 3%追加。銅の表面にバクテリアが付着すると、それらの細胞壁がほぼ全壊する。また、タンタルは周囲の骨や組織の細胞の健全な成長と治癒を促進する。・ 同インプラントについて 3 年間の包括的研究を実施し、研究室と動物モデルの双方でその機械特性、生体・抗菌反応を評価した。また、インプラントの金属イオンが近くの組織に移動して毒性を生じることのないよう摩滅についても調査した。・ このようなマルチ機能のデバイスの最大の利点は、感染管理と骨組織の良好な結合の双方に利用できること。今後は組織の結合に影響を与えることなく殺菌率を 99%超まで向上させる。・ また、膝関節置換患者によるハイキング等、実際に負荷のかかる条件下でのインプラントの性能についても確認する。WSU の Office of Commercialization と共同で本技術について特許出願済み。本研究には米国立衛生研究所(NIH)が資金を提供した。 <p>URL: https://news.wsu.edu/press-release/2023/11/20/infection-resistant-3d-printed-metals-developed-for-implants/</p>	2023/11/20
	関連情報	International Journal of Extreme Manufacturing 掲載論文(フルテキスト) Additively manufactured Ti-Ta-Cu alloys for the next-generation load-bearing implants URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2631-7990/ad07e7	

155-2	アメリカ合衆国・ローレンス・バークレー国立研究所(LBNL)	<p style="text-align: right;">2023/11/29</p> <p>Google DeepMind が LBNL のマテリアルプロジェクトに 40 万種類近くの新化合物を追加 (Google DeepMind Adds Nearly 400,000 New Compounds to Berkeley Lab's Materials Project)</p> <ul style="list-style-type: none"> Google の人工知能ラボである Google DeepMind が開発した深層学習ツールの「GNoME (Graph Networks for Materials Exploration)」が、無機材料のオープン・アクセス・レポジトリの「Materials Project」のデータを使用して、40 万種類の新しい化合物を創出。 2011 年に LBNL が創設した Materials Project は、自動車の燃費を向上させる軽量合金や効率的な太陽電池等の次世代技術に有望な材料の開発に役立てられる、最も広く活用されているデータベース。 40 万人以上がユーザー登録する同データベースは、数十万種類の構造・分子に関する数百万にも及ぶ特性を保持し、同データベースを引用する文献が毎日 4 件以上出版されている。GoogleDeepMind による今回の成果は、同データベース開始以来最大の構造-安定性データの追加分となる。 Materials Project が 10 年以上にわたり展開してきたワークフローとデータを使用して GNoME を訓練し、能動学習を通じた GNoME アルゴリズムの向上により新しい材料データを創出。最終的には、Materials Project に追加された次世代技術に有望な 38 万種類を含む、2 千 2 百万種類の結晶構造を作成した。 GNoME による成果を Materials Project のデータと合わせ、A-Lab (AI がロボットに新材料の作製を指導する LBNL 研究所の施設)にて試験を実施。17 日間を超える自律運転を通じ、58 種類の試作のうち 41 種類の新化合物の作製に成功した(1 日当たり 2 種類超の新材料を作製。人間では数ヶ月間の推測と実験でやっと 1 種類)。 新化合物は Materials Project のオンラインデータベースに追加され、研究者による自由なデータ閲覧や A-Lab のようなプロジェクトでの活用が可能に。世界の材料開発を加速させるデータを無料でアクセス可能にし、コンピューターを使ってできることを世界に伝えるという、Materials Project の目的を達成する。 実験を通じて特性を確認した新材料は、炭素捕獲(大気中の CO2 抽出)、光触媒(光による化学反応で汚染物質分解・水素生成)、熱電材料(廃熱を電気に変換)、透明伝導体(太陽電池、タッチスクリーンや LEDs 等に使える)。 本研究には、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)、基礎エネルギー科学局(BES)が資金を提供した。 <p>URL: https://newscenter.lbl.gov/2023/11/29/google-deepmind-new-compounds-materials-project/</p>
	関連情報	<p>Nature 掲載論文(フルテキスト) Scaling deep learning for materials discovery URL: https://www.nature.com/articles/s41586-023-06735-9</p>
	関連情報	<p>Nature 掲載論文(フルテキスト) An autonomous laboratory for the accelerated synthesis of novel materials URL: https://www.nature.com/articles/s41586-023-06734-w</p>

155-3	スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL) (ローザンヌ工科大学)	<p>レーザー積層造形の欠陥発生を聴く新技術 (Laser Additive Manufacturing: Listening for Defects as They Happens)</p> <ul style="list-style-type: none"> EPFL、ポールシェラー研究所(PSI)およびスイス連邦材料試験研究所(EMPA)が、レーザー粉末床溶融結合法(LPBF)による積層造形プロセスにおける欠陥の検出技術を開発。 LPBF 技術による製造過程では、予期せぬ欠陥によりプリンティング作製が妨げられることが多く、従来のモニタリング手法では欠陥の見落としや誤認が頻繁に起きている。 新技術は、金属粉末とレーザー光で金属製品を 3D プリント作製する LPBF プロセスの音響モニタリングの有効性を確認し、熱画像や機械学習アルゴリズム等の従来モニタリング手法に対する優位性を強調するもの。 放射光を利用した X 線撮像と弾性波(AE 波)記録を組み合わせた LPBF プロセスのリアルタイムモニタリング手法により、欠陥の検出がより容易に。産業界が効率性・精確さの向上と廃棄物の低減を目指す中、新技術はコストの大幅な節約に加え、製品の信頼性と安全性を強化する。 従来の 3D プリンター金属製造版として、金属製品の製造を再編制する最先端技術の LPBF は、人間の毛髪から一粒の塩の大きさ(15~100 μm)の微細な金属粉末の層をデジタル設計図に沿った特定のパターンにレーザー光で溶融し、材料の無駄を抑えて格子構造等の複雑な部品の製造を可能にする。 粉末金属へのレーザー光の照射によるメルトプール(溶融池)の形成では、熱伝導とキーホールの 2 通りの溶融状態が起こる。不安定なキーホール状態でプールがより深くなると気孔が形成され、最終製品の構造的な欠陥につながる。 新技術の実験装置は、プリンター内に配置した超高感度マイクが溶融状態の変化時に発生する音響信号を正確に把握し、プリント製造時に欠陥の発生を直接特定。導入したフィルタリング技術が、欠陥と音響信号の関連性の理解を促す。統計データからのパターン抽出に優れるが、特定のシナリオに限定される機械学習アルゴリズムとは異なる、時間・空間的精度に秀でた溶融状態の物理特性に関する深い洞察を提供する。 本研究には、スイス連邦工科大学チューリヒ校(ETH)ボードの Strategic Focus Area Advanced Manufacturing (SFA-AM) initiative の SMARTAM project が資金を提供した。 <p>URL: https://actu.epfl.ch/news/laser-additive-manufacturing-listening-for-defec-2/</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Harmonizing sound and light: X-ray imaging unveils acoustic signatures of stochastic inter-regime instabilities during laser melting</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-023-43371-3</p>

155-4	アメリカ合衆国・パシフィックノースウェスト国立研究所(PNNL)	<p>銅の導電性を劇的に向上 (An Electrifying Improvement in Copper Conductivity)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PNNL が、銅にグラフェンを添加した複合ワイヤで、室温下で抵抗温度係数 11%の低減を実証。 ・ 銅ワイヤ等の金属材料の導電性を増加させて電気抵抗を低下させる試みでは、金属材料に他の材料を添加することで、特に高温下での導電性向上や、その商業規模での実現の可能性が探られている。 ・ 本研究では、PNNL の先進的な製造プラットフォームである ShAPE™を利用して 18ppm のグラフェンを銅に添加した複合材で抵抗温度係数が 11%低減することを実証。銅ワイヤの導電性の 11%増加は、EV のモーター効率を 1%上昇させる。 ・ PNNL では、銅-グラフェン複合ワイヤの電子輸送特性を調査する研究を過去に実施しているが、今回の研究では、PNNL の Solid Phase Processing (SPP)で製造した複合ワイヤが、微細なグラフェン片とクラスターを有する均一で気孔のほとんど無い微細構造となり、高温下で機能する導電体では微細なグラフェン片とクラスターの両方の存在が不可欠であることを確認した。 ・ 新銅-グラフェン複合ワイヤは、産業利用で優れた設計柔軟性を提供する。例えば、コイル銅ワイヤは電気モーターや発電機のコアで使用されているが、発熱により導電性が大幅に低下するためモーターの作動温度が限定されている。新複合ワイヤを使用すれば、導電性を失わずに高温下で作動可能となる。 ・ また、家庭や商業施設への送電線に導電性に優れた複合ワイヤを使用すれば、都市の人口密度の増加に伴う電力需要にエネルギーを節約しながら対応できるようになる。 ・ 同銅-グラフェン複合材のカスタマイズについて研究を継続する。また、実験用に 1.5mm の銅-グラフェン複合ワイヤを製造し、強度、疲労、腐食や摩耗耐性等、産業利用で重要となる他の特性について調査を進める。 ・ 本研究は、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)、Advanced Materials and Manufacturing Technologies Office、電力システムの信頼性や電気・熱エネルギーシステムを支援する材料・アプリケーションの改善を求める米国の製造業者を支援する、Conductivity-enhanced Materials for Affordable, Breakthrough Leapfrog Electric and Thermal Applications(CABLE)イニシアティブが支援した。 <p>URL: https://www.pnnl.gov/news-media/electrifying-improvement-copper-conductivity</p>
	関連情報	<p>Materials & Design 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Unprecedented electrical performance of friction-extruded copper-graphene composites</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127523009711</p>

155-5	アメリカ合衆国・イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校	<p>石炭由来の優れたマイクロエレクトロニクス (Better microelectronics from coal)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校、米国立エネルギー技術研究所(NETL)、オークリッジ国立研究所(ORNL)および台湾セミコンダクター・マニュファクチャリング・カンパニー(TSMC)が、石炭を利用した高純度材料の作製技術を開発。 ・ 不純物を含む石炭を、最先端技術の性能を超える微細なエレクトロニクスの製造に適したユニークな原子構造と特性を有する原子数個分の薄さの高純度材料に変換。次世代デバイスでの石炭の重要な役割を提示する。 ・ 新技術では、石炭チャーを「カーボンドット」と呼ばれるナノスケールのカーボンディスクに変換。それらをつなげて 2D トランジスタやメモ리스タに利用できる、原子の薄さのメンブレンを形成する。 ・ より微細、より高速でより効率的なエレクトロニクス開発の最終段階は、原子 1 個～2 個の薄さの材料によるデバイスで、これ以上の微細化は不可能とされる。超薄型半導体が広く研究される一方で、トランジスタやメモリスタのような電子デバイスの構築には原子薄の絶縁体も必要となる。 ・ 不規則な原子構造を有する炭素原子層は、2D デバイスでの優れた絶縁体として機能する。このような炭素層を石炭チャー由来のカーボンドットで形成した。 ・ 石炭由来の炭素層をグラフェンと二硫化モリブデンによる 2D トランジスタのゲート絶縁膜として使用し、より低いエネルギー消費でデバイスの作動速度の 2 倍超の向上を確認。他の原子薄材料と同様にダングリングボンド(原子の未結合手)を持たず、電荷輸送を減速させてトランジスタの切替え速度を変える。 ・ また、この炭素層は多結晶性のため、絶縁体で電流を損失させる経路となってデバイス作動時の電力消費量を増加させる結晶領域間の境目をもたない。 ・ また、メモリスタの 2 本の電極間の絶縁体として利用した場合では、低エネルギー消費で導電性フィラメントを迅速に形成し、低エネルギー・高速作動が可能となる。さらに、炭素層のリングがフィラメントを囲い込み、データ記憶の忠実度と信頼性を向上させるデバイスの作動を確認した。 ・ 本研究には、米国エネルギー省(DOE)の NETL および米国立科学財団(NSF)が資金を提供した。 <p>URL: https://mrl.illinois.edu/61109</p>
	関連情報	<p>Communications Engineering 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Ultrathin quasi-2D amorphous carbon dielectric prepared from solution precursor for nanoelectronics</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s44172-023-00141-9</p>

【電子・情報通信分野】		
155-6	アメリカ合衆国・アルゴン国立研究所 (ANL)	<p style="text-align: right;">2023/11/30</p> <p>ダイヤモンドを引き伸ばして優れた量子ビットを作る技術を開発 (Researchers invent new way to stretch diamond for better quantum bits)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ANL、シカゴ大学およびケンブリッジ大学が、ダイヤモンドの薄膜を「引き延ばす」ことで、よりコスト効果的に制御し易い量子ビット(qubits)を作製する技術を開発。 ・ 未来のコンピューティングネットワークでは、ハッキングの実質的な防止等を含む量子ビットのユニークな特性の活用が期待されているが、日常的な技術となる前に解決すべき大きな課題がある。 ・ 課題の一つは量子ネットワークで情報を中継する「ノード」。ノードを構成する量子ビットは熱と振動に非常に敏感であるため、その動作には極めて低温度の冷却が必要。 ・ 量子ビットの動作には、大型で特殊な冷蔵庫と高度な訓練を受けた専門家のチームが必要となるため、5~10km 毎に 1 個の量子ネットワーク構築を要する産業用量子ネットワークでは、インフラや労働力が大規模化する。 ・ 最も期待される量子ビット材料の一つはダイヤモンドによるもので、「IV族元素カラーセンター」と呼ばれている。比較的長時間にわたり量子もつれを維持する能力を有するが、それにはほぼ絶対零度までの冷却が必要。 ・ 本研究では、熱したガラスにダイヤモンドの薄膜を配置すると、ダイヤモンドに比して緩慢なガラスの冷却に伴い、ダイヤモンドの原子構造が僅かに引き延ばされることを発見。 ・ この僅かな量の原子のずれにより、最高 4K(-452F)の温度でのコヒーレンスの維持が可能に。まだ極低温度ではあるが、インフラ・運転コストが大幅に低減できる。また、マイクロ波による量子ビットの制御も可能となり、従前の光の使用によるノイズの問題を解決し、最高で 99%の忠実度を達成した。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) ANL の主導する国立量子情報科学研究センター(Q-NEXT)、米国空軍科学研究局(AFOSR)、欧州研究会議(ERC) Advanced Grant PEDASTAL、欧州連合(EU) Quantum Flagship、米国立科学財団(NSF)、英国工学・物理科学研究会議 (EPSRC)/NQIT、General Sir John Monash Foundation and G-research、Winton Programme and EPSRC DTP および EU Horizon 2020 Marie Skłodowska-Curie Grant が支援した。 <p>URL: https://www.anl.gov/article/researchers-invent-new-way-to-stretch-diamond-for-better-quantum-bits</p>
	関連情報	<p>Physical Review X 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Microwave-Based Quantum Control and Coherence Protection of Tin-Vacancy Spin Qubits in a Strain-Tuned Diamond-Membrane Heterostructure</p> <p>URL: https://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/PhysRevX.13.041037</p>

155-7	オーストラリア連邦・シドニー大学	<p style="text-align: right;">2023/12/1</p> <p>地域産業の可能性を開く「レゴブロックのようにフィットする」フォトニックチップ (Photonic chip that 'fits together like Lego' opens door to local industry)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シドニー大学が、電子と光部品を統合した微細なシリコン半導体チップを開発。 ・無線周波数帯域によるより多量の情報処理能力と、フォトニクスとの統合による高度なフィルター制御機能を有し、先進的なレーダー技術、人工衛星システム、ワイヤレスネットワークのアプリケーション、6G・7G通信の展開や、先進的な国内製造の可能性を開く。 ・新チップはシリコンフォトニクスで新興する技術で構築され、5mm幅を下回る半導体への多様なシステムの統合を可能にするもの。「チップレット」を使用した、構成部品の高度なパッケージングを通じ、レゴブロックを組み立てるように新しい材料を統合できる。 ・新チップのフォトニック回路はチューナブルな15GHzの帯域幅、37MHzの波長分解能を有し、マイクロ波フォトニクスと光集積回路研究における重要な進展を示す。 ・新チップの開発には、チップウェハーを製造する国外の半導体ファウンドリと地域の研究インフラ・製造技術の協力体制が不可欠。新チップ技術は、国外のファウンドリの付加価値的な製造プロセスに依存することなく、オーストラリアによる独自のチップ製造技術の開発が可能であることを意味するもの。 ・オーストラリアの国益に基づく重要技術リストに挙げられる品目の多くが半導体に依存。新チップ技術は、地域の半導体エコシステムの発展を目指したニューサウスウェールズ政府後援の Semiconductor Sector Service Bureau(S3B)に整合し、西シドニーのエアロトロポリス空港都市のような地域におけるハイテク、付加価値的な工場の創設を支援する。 ・本研究は、オーストラリア研究会議(ARC)が支援した。 <p>URL: https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2023/12/01/photonic-semiconductor-fits-together-like-lego-opens-door-to-local-industry.html</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Integrated microwave photonic notch filter using a heterogeneously integrated Brillouin and active-silicon photonic circuit</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-023-43404-x</p>
155-8	スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL) (ローザンヌ工科大学)	<p style="text-align: right;">2023/12/8</p> <p>マイクロリングレゾネーターの大きな可能性 (A micro-ring resonator with big potential)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・EPFLが、より短い波長の生成を可能にしながら、半導体レーザーの機能を向上させるチップスケールのレーザー光源を開発。 ・マイクロレゾネーターを含んだ窒化シリコン回路と半導体レーザーを統合したハイブリッドデバイスで、極めて均一で高精度な近赤外と可視域の両種類の光を放出。フォトニクス分野における重要な進展となる。通信、度量衡学や他の高精度アプリケーションでの利用が期待できる。最も有望なアプリケーションの一つは、小型の原子時計の開発。 ・半導体レーザーは、スマートフォンから光ファイバー通信まで、あらゆる場所で使用されているが、コヒーレンス(レーザーの発する光波の位相の均一性)の不足と効率的な可視光が生成できないことで、その可能性が制限されている。 ・費用効率の高いCMOS技術で作製した今回の窒化シリコンチップでは、半導体レーザーの光が微細な導波路を通してマイクロリングレゾネーターに捕捉される。レゾネーターでは、特定の周波数のみを増幅して他を減衰させて放出光のコヒーレンスを向上させる。 ・また、半導体レーザーの放出光の周波数を倍増させ、近赤外領域から可視光領域への変換を可能にする。近赤外波長領域は通信で利用されており、高周波数は原子時計や医療用デバイス等のより短い波長を要する小型で効率的なデバイスの構築に不可欠なもの。 ・レゾネーターで捕捉された光が全光ポーリングと呼ばれるプロセスを経ることで、窒化シリコンでは通常見られない二次的非線形光学効果を引き起こし、より短い波長が発生する。 ・本研究が示すフォトニクスと材料科学に対する深い知見は、デバイスの小型化と軽量化、レーザーのエネルギー消費と製造コストの削減につながる可能性がある。 ・本研究には、欧州研究評議会(ERC) PISSARRO(photonic integrated devices for second-order nonlinear optical processes)が資金を提供した。 <p>URL: https://actu.epfl.ch/news/a-micro-ring-resonator-with-big-potential/</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>A chip-scale second-harmonic source via self-injection-locked all-optical poling</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41377-023-01329-6</p>

【ロボット・AI 技術分野】		
155-9	アメリカ合衆国・フロリダ大学 (UF)	<p style="text-align: right;">2023/11/21</p> <p>UF と NVIDIA による医療用 AI ツールの優良な初期研究結果を報告 (Medical AI tool from UF, NVIDIA gets human thumbs-up in first study)</p> <ul style="list-style-type: none"> UF と NVIDIA が、医師の診断書を生成する大規模言語モデルを開発。AI による革新的な効率性を通じた、ヘルスケア従事者支援の可能性が期待できる。 ChatGPT と同様の働きをする新モデルの GatorTronGPT をベースに、NVIDIA 提供のスーパーコンピューター「HiPerGator」を訓練して診療録を生成。GatorTron™ モデルは Hugging Face (オープンソース AI ウェブサイト) から 43 万回以上ダウンロードされている、臨床研究に特化した唯一のモデル。 自然言語モデルは標準的な著述や会話に適しているが、診療録に関しては患者のプライバシーや専門性の高さといった追加的な課題がある。デジタル診療録は、Google での検索や Wikipedia による共有が不可能。 この課題に対処するため、UF 診療録のうち 820 億件の医療用語を保持しながら 2 百万人分の個人情報削除し、このデータセットを別の 1,950 億ワードのセットと組み合わせて GatorTronGPT モデルを訓練し、GPT-3 (ニューラルネットワークアーキテクチャ) で医療データを分析した。 これにより、医師の書く診断書に極めて近い臨床文書の GatorTronGPT による生成が可能に。医師作成の診断書と AI プログラム生成の診断書について、医師による判別の正解率は僅か 49% とほとんど差異のないことがわかった。 医療用 GPT の活用方法の一つは、煩わしい文書作成作業を AI による診断書の記録・文字化で代替すること。UF は、このソフトウェアの商業化を進めるイノベーションセンターを有している。 本研究には、患者中心アウトカム研究所(PCORI)、米国立がん研究所(NCI)および米国国立老化研究所(NIA)が資金を提供した。 <p>URL: https://ufhealth.org/news/2023/medical-ai-tool-from-uf-nvidia-gets-human-thumbs-up-in-first-study#for-the-media</p>
	関連情報	<p>npj Digital Medicine 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>A study of generative large language model for medical research and healthcare</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41746-023-00958-w</p>

【バイオテクノロジー分野】

2023/11/28

155-10

アメリカ合衆国・国立再生可能エネルギー研究所 (NREL)

排水処理を改善するリンを豊富に含む新発見の微細藻類株

(Newly Identified Algal Strains Rich in Phosphorous Could Improve Wastewater Treatment)

- ・ NREL が、太陽エネルギーを利用して排水からリンを除去し、その細胞内にポリリン酸塩として蓄積する藻類株を特定。
- ・ NREL、Gross-Wen Technologies とシカゴ大都市圏のメトロポリタン水再生地区は、米国エネルギー省 (DOE) の Technology Commercialization Fund(TCF) グラントの下、同 RAB システムのさらなる開発を実施している。
- ・ Gross-Wen Technologies による回転式藻類バイオフィーム(RAB)システムでは、縦型の回転式ベルトに藻類群落バイオフィームとして付着し、ベルトが廃水に浸ると藻類群落がリンや汚染物質を吸収し、廃水から上がると CO2 と太陽光を吸収する。藻類群落が吸収して増量したバイオマスをベルトから取り出し、乾燥して肥料として、またはバイオ燃料やバイオ製品の原料として利用できる。
- ・ 廃水中のリンの回収と再利用でリンサイクルのループを閉じ、限られたリン資源の需要を補完する。また、廃水処理システムでのリン回収の強化に加え、有毒・高価値の金属の回収に役立てられる可能性がある。
- ・ 本研究では、RAB システムの藻類株によるリンの吸収特性を調査し、システム中で最も吸収能力の高い藻類株を特定・分離した。RAB 性能の向上や肥料・バイオ燃料の原料としてのリン資源確保のための知見を提供する。
- ・ 栄養必要量以上のリンを吸収する、藻類の興味深い特性である「糞尿摂取」と呼ばれるプロセスは、廃水処理と栄養素の再利用に藻類を使用する RAB システムにとって有利な点の一つ。
- ・ アイオワ州とイリノイ州で稼働する 8 機の RAB システムから回収したバイオフィームのサンプルより、約 770 種類の藻類株を分離。顕微鏡を用いて 101 種類まで絞り込み、DNA シークエンシングで特定。高度なスクリーニング技術で各株のリン含有量を確定した。
- ・ その結果、乾燥重量(CDW)で 5.1%のリン含有のベースライン RAB システムの藻類群落に比べ、7 種類の藻類株で最低でも 50%多いリン含有を確認。リンの最高濃度蓄積株は 14.0%の Craticula molestiformis TCF-8d。実際の RAB システムでの耐久性の試験では、Chlamydomonas pulvinata が改良システムで 70% のリン除去率を達成した。
- ・ 本研究には、DOE の NREL、バイオエネルギー技術局(BETO)、Technology Commercialization Office および科学局(SC)が資金を提供した。

URL: <https://www.nrel.gov/news/program/2023/newly-identified-algal-strains-rich-in-phosphorous-could-improve-wastewater-treatment.html>

関連情報

Frontiers in Microbiology 掲載論文(フルテキスト)

Isolation of phosphorus-hyperaccumulating microalgae from revolving algal biofilm (RAB) wastewater treatment systems

URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2023.1219318/full>

155-11	アメリカ合衆国・ノースカロライナ州立大学 (NC State)	<p style="text-align: right;">2023/12/11</p> <p>海洋由来のバイオポリマーを組み合わせて合成プラスチックフィルムを代替 (Researchers Combine Biopolymers Derived From the Ocean to Replace Synthetic Plastic Films)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NC State が、アガロース(寒天の主要な多糖成分)とキトサン(キチンから採れるアミノ基を含む多糖類)による天然のバイオポリマーの品質を向上させる技術を開発。 ・ 高機能なフィルムを作ることのできる合成ポリマーを天然のポリマーで代替するためには、合成ポリマーの有する優れた特性を持続可能な生分解性ポリマーに付与することが必要となる。 ・ 同大学では、アガロースとキトサンの混合により、特性の向上したポリマーを過去に開発しているが、乾燥後にフィルムがひび割れ、強度に欠けていた。 ・ 本研究では、アガロースによるフィルムをキトサン由来の柔らかな樹状コロイドで強化することでこの問題に対処。キトサンのマクロ・ナノスケールの微小繊維が階層的に分岐してアガロースフィルムに強度と安定性を付与する。 ・ アガロースとキトサンの好相性により優れた機械的特性が得られることから、アガロースのマトリクス強化にキトサンの樹状粒子を使用。また、キトサン粒子はアガロースとは逆の電荷を持ち、両材料の混合により電荷が中和されて最終製品では耐水性が向上する。 ・ 新バイオポリマーは、アガロースのみのフィルムの約 4 倍の強度で、大腸菌への耐性も提示。同ポリマーのフィルムは、土壌中で一ヶ月後に大幅に劣化。天然材料であるため、経時的にバクテリアが集落を形成して生分解される(一般的なプラスチックフィルムでは一ヶ月後も劣化なし)。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)が支援した。 <p>URL: https://news.ncsu.edu/2023/12/natural-alternative-to-synthetic-films/</p>
	関連情報	<p>Cell Reports Physical Science 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Hierarchically reinforced biopolymer composite films as multifunctional plastics substitute</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666386423005775?via%3Dihub</p>
155-12	アメリカ合衆国・コーネル大学	<p style="text-align: right;">2023/12/18</p> <p>希土類元素の処理に多大に影響する微小なバクテリア群 (Little bacterium may make big impact on rare-earth processing)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コーネル大学が、ビブリオ・ナトリジェンス(<i>Vibrio natriegens</i>)の遺伝子操作により、希土類元素の抽出・バイオ吸着機能の強化を実証。 ・ バクテリアによるバイオ吸着で、高価値な元素の持続可能な抽出を実現するもの。現行の溶液による希土類元素の熱化学的な抽出・分離では、高温や強力な化学物質を使用。環境への負荷や炭素フットプリントの問題の懸念がある。 ・ 本研究では、MP6 と呼ばれるプラスミドでビブリオ・ナトリジェンスのゲノムを編集。MP6 は、ゲノムにエラーを導入し、希土類元素のバイオ吸着機能の増大した突然変異種をスクリーニングする。 ・ ビブリオ・ナトリジェンスを始めとする様々なバクテリアツールは、希土類元素と鉱物処理技術を米国に安全に取り戻させる手段を提供する。このような生物学的な処理方法は、例えばネバダ州との国境の先端付近に位置するカリフォルニア州の Mountain Pass 希土類元素鉱山において、強力な国内生産性を回復させる可能性がある。 ・ コンピューター、電池、クリーンエネルギー技術に使用される希土類元素は、現代社会で重要な役割を担っている。ホワイハウスによる 2021 年初頭のアセスメントでは、外国の元素供給源や敵対国での元素処理への米国の過度の依存が指摘されており、国家と経済安全保障への脅威を引き起こしている。 ・ 本研究は、Cornell Presidential Life Sciences Graduate Fellowship、Cornell Energy Systems Institute、Cornell Engineering Learning Initiative、Burroughs Welcome Fund、Cornell Atkinson Center for Sustainability からの Academic Venture Fund award、Cornell 2030 Project Fast Grant、Mary Fernando Conrad'83 と Tony Conrad からの寄付によって支援された。 <p>URL: https://news.cornell.edu/stories/2023/12/little-bacterium-may-make-big-impact-rare-earth-processing</p>
	関連情報	<p>ACS Synthetic Biology 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Multiple Rounds of In Vivo Random Mutagenesis and Selection in <i>Vibrio natriegens</i> Result in Substantial Increases in REE Binding Capacity</p> <p>URL: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssynbio.3c00484#</p>

【環境・省資源分野】		
155-13	アメリカ合衆国・オークリッジ国立研究所 (ORNL)	<p style="text-align: right;">2023/12/1</p> <p>水性アミノ酸による直接炭素捕獲の可能性 (Researchers decode aqueous amino acid's potential for direct air capture of CO2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ORNL が、大気から直接 CO2 を分離・回収する直接空気回収技術(DAC)の理解をさらに深める研究結果を報告。 ・ DAC プロセスは、大気中の CO2 濃度を低減させるネガティブエミッションの達成目標の開発の初期段階にある。本研究では、吸着機能をもつことで知られるアミノ酸である水性のグリシンを用いた CO2 分離プロセスに焦点を当てた。 ・ これまであまり研究されてこなかった、CO2 捕獲の速度に関わる溶液中の水分子と化学物質による動的現象を調査。非平衡溶媒効果として知られるこの動的相互作用の理解は、反応の起こり方とその速度に関する全体像の把握に不可欠なもの。 ・ 自由エネルギー障壁のみによる CO2 の吸着速度の調査は、全体像の把握を困難にする過度の単純化であり、反応の起こる速度に影響する要因の反応速度論を正確に理解できないことを確認した。 ・ そのため、反応の経路に沿った水の挙動の影響を考慮した、より完全なアプローチを採用。その結果、グリシンが CO2 と相互に作用する第一段階の速度は、プロトンを放出して吸着した CO2 を維持する混合状態を形成する第二段階よりも約 800 倍遅いことを発見。CO2 の吸着・分離の効率性向上の可能性を提供する。 ・ 本研究で使用した ab initio 分子動力学シミュレーションは、化学反応の短時間、長さのスケールや高い演算コストにより制限されるため、今後の研究では正確なシミュレーションを提供する機械学習を導入し、深層ニューラルネットワークをベースとした原子間相互作用のポテンシャルの開発を試みる。 ・ これにより、DAC における温度、圧力や粘性等の微視的な要因の影響や、それらの要因と分子の関連性の理解を促進する、演算コストを大幅に低減した大規模で極めて正確な分子シミュレーションの実施が可能となる。 ・ 本研究の成果は、DAC の複雑な仕組みを明らかにし、水性アミノ酸による大気中の CO2 除去における動力学、熱力学、分子相互作用の担う重要な役割を強調する。 ・ これらのメカニズムのより正確な理解が進めば、大規模な DAC 技術展開の実現の可能性が高まる。世界では、様々な DAC プロジェクトが研究、試験、開発の多岐にわたる段階にある。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)が支援した。 <p>URL: https://www.ornl.gov/news/researchers-decode-aqueous-amino-acids-potential-direct-air-capture-co2</p>
	関連情報	<p>Cell Reports Physical Science 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>An ab initio free energy study of the reaction mechanism and rate-limiting steps of CO2 capture by aqueous glycine</p> <p>URL: https://www.cell.com/cell-reports-physical-science/fulltext/S2666-3864(23)00465-4</p>

【新エネルギー分野(燃料電池・水素)】		
2023/12/12		
155-14	アメリカ合衆国・ローレンスリバモア国立研究所 (LLNL)	<p>セミトラック用の水素貯蔵技術を実証 (Hydrogen storage demonstrated for semi trucks)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LLNL とサンフランシスコを拠点とするスタートアップの Verne 社が、大型車両(HDV)の規模に最適な極低温圧縮水素貯蔵(CcH2)システムを実証。 ・ クラス 8 の長距離トラックレイヤーのような HDV の駆動には、高エネルギー密度の貯蔵システムを要し、最先端の電池でも十分なエネルギーの供給が難しい。水素は脱炭素が困難なこれらの部門の燃料源として期待されている。 ・ 既存の水素貯蔵技術では、圧縮水素貯蔵システムのエネルギー密度が制限され、ディーゼル燃料に匹敵する性能が得られない。コンパクトな貯蔵システムで最大の水素密度を可能にする CcH2 システムは、液体、700bar・350bar の圧縮水素のような他の水素プラットフォームに対し、エネルギー密度をそれぞれ 27%、77%、165%高めた水素貯蔵機能を提供する。 ・ LLNL の Cryogenic Hydrogen Fueling Facility では、過去 2 年間にわたり Verne 社の資金提供により同社の水素貯蔵システムの評価と試験を実施し、HDV の高密度水素貯蔵技術の進展を実証している。 ・ 先般、シングルタンクのシステムの試験を実施し、29kg 超の極低温圧縮水素貯蔵技術を実証。このベンチマークは、従前のシングル CcH2 貯蔵システムの 3 倍であり、1MW 時のバッテリーシステムとほぼ同等だが、貯蔵ユニットがより軽量でコンパクトとなり、クラス8のトラックのディーゼルタンク部に設置が可能。また、大容量を扱うためのコンポーネントと機能性も向上している。 ・ Verne 社は、2021 年に Breakthrough Energy (BE) の初期フェロープロジェクトの一つとして選ばれ、このプログラムの資金と支援を受けて今回の実証に向けたエンジニアリングと試験を実施。BE は、イノベーションから商業化への加速に向けた初期段階の気候変動に関するアイデアに資金と支援を提供するプログラム。Amazon は、その Climate Pledge Fund を通じた Verne 社の初期投資家。 ・ 2050 年までに米国の温暖化ガス(GHG)排出量の 510 億トンゼロトンに削減するには、輸送、製造、電力、建築および農業部門でのエネルギー高効率の技術の大規模かつ迅速な展開が必須となる。 ・ 米国の GHG 総排出量で最も大きな部分を占めているのが輸送部門であり、化石燃料を使用する HDV がそのうちの 23%を占める。世界規模では、トラック、船舶、航空機が GHG 総排出量の 10%を占めている。 <p>URL: https://www.llnl.gov/article/50691/hydrogen-storage-demonstrated-semi-trucks</p>
	関連情報	<p>Verne 社 ウェブサイト</p> <p>Verne: Hydrogen optimized for heavy transport</p> <p>URL: https://www.verneh2.com/</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。