



# 海外技術情報(2024年12月27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】			
164-1	アメリカ合衆国・シカゴ大学	<b>量子デバイスに革新をもたらす新しいダイヤモンド接着技術</b> (New diamond bonding technique a breakthrough for quantum devices) <ul style="list-style-type: none"><li>・シカゴ大学とアルゴンヌ国立研究所(ANL)が、量子技術や電子技術に使用される、シリコンをはじめとする様々な材料に、単結晶ダイヤモンド膜を直接結合させる新技術を開発。</li><li>・ダイヤモンドは、電子技術ではその広いバンドギャップ、非常に優れた熱伝導性と誘電強度が、また、量子技術では室温下での優れた量子センシングを可能にする窒素空孔(NV)中心が他に類を見ない特性を提供する。</li><li>・ただし、基板と成長層の材料が同じである必要のあるホモエピタキシャル材料であるため、異種材料のデバイスへの直接的な集積は難しく、それにはダイヤモンドを多量に使用する必要がある。</li><li>・本研究では、プラズマ活性化をベースとした接合技術により、ダイヤモンドとキャリア基板の滑らかな表面、精確な厚さと材料の本来の材料品質を確保することで、極めて平坦な材料表面同士の結合に成功。アニーリング処理で結合が促進・強化され、ダイヤモンド膜が様々なナノファブリケーションプロセスに耐えられるようになる。</li><li>・ダイヤモンドでは、各炭素原子と他の 4 つの炭素原子との電子共有結合が、その硬く耐久性のある内部構造を形成している。今回、ダイヤモンド膜の表面にダングリングボンド(相手のない結合手)を多く作ることで、異種材料に「粘着する」表面を作製した。</li><li>・その結果、接着のための媒介物質を使用することなく、シリコン、熔融シリカ、サファイア、熱酸化膜、ニオブ酸リチウム等の材料にダイヤモンド膜が直接結合。量子ビット研究に一般的に使用される厚さ数百ミクロンのバルクダイヤモンドではなく、高度な量子アプリケーションに適するスピニコヒーレンスを維持しながら、100nm の薄さのダイヤモンド膜を結合させた。</li><li>・同新技術は、1940 年代に開発された大型のトランジスタから、現代のコンピューター等に使用されるパワフルで微細な集積回路への、相補型金属酸化物半導体(CMOS)の進展に準えられる。</li><li>・同技術について特許を取得し、同大学の Polsky Center for Entrepreneurship and Innovation を通じて商業化を進めている。本研究は、Q-NEXT センターの一環として、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC) 国立量子情報科学研究センターが支援した。</li></ul> <p>URL: <a href="https://pme.uchicago.edu/news/new-diamond-bonding-technique-breakthrough-quantum-devices">https://pme.uchicago.edu/news/new-diamond-bonding-technique-breakthrough-quantum-devices</a></p>	2024/10/16
	関連情報	<b>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</b> Direct-bonded diamond membranes for heterogeneous quantum and electronic technologies URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41467-024-53150-3">https://www.nature.com/articles/s41467-024-53150-3</a>	

164-2	アメリカ合衆国・バージニア大学 (UVA)	<p style="text-align: right;">2024/10/21</p> <p><b>タービンエンジンの効率性を向上させる新しいコーティング材料</b> (UVA Researchers Develop New Coatings to Boost Turbine Engine Efficiency)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ UVA が、高温下でのタービンエンジンの運転を可能にするコーティング材料を開発。</li> <li>・ タービンエンジンは航空機の推進力として知られ、定置用タービンには発電等多くの産業用途がある。タービンは燃料を燃焼させてタービンブレードを回転させ、機械的エネルギーを電気に変換する。</li> <li>・ タービンエンジンの効率が向上する、より高温下での運転では、燃焼によって発生する反応ガスがタービンブレードを損傷するため、それらを保護するコーティングの役割が期待されている。効率の向上は燃料消費量、ガス排出量や運用コストの削減につながる。</li> <li>・ 現在タービンエンジンの高温部分に使用されている主要な材料システムは、米国エネルギー省(DOE)の目標の 3,300Fを大幅に下回る、コーティング処理したニッケルベースの超合金と、酸化による劣化や空気・水分との化学反応からセラミック複合材を保護する約 2,200Fまで耐久可能な複数のコーティング層。同材料システムは、2,577Fで溶融するシリコン層により制限されている。</li> <li>・ 本研究では、耐火合金と呼ばれる材料に注目し、強力な保護特性を有する化合物の希土類酸化物による単層のコーティング材料を作製。耐火合金は 1960 年代に広く研究された高耐久性で熱にも強い材料だが、酸化耐性に乏しいため断念された。</li> <li>・ コンピューターシミュレーションと機械学習でイットリウム(Y)、エルビウム(Er)およびイットルビウム(Yb)の希土類酸化物の新しい組み合わせの可能性を調査し、単層コーティングによる強力な優れた保護機能を達成。また、レーザーを使用した耐熱性や強度の測定も実施した。</li> <li>・ 複数の分野共同研究活動による本研究の成果は、タービンエンジン技術の重要な一歩を示すもの。今後はコンピューターシミュレーションを利用してコーティング材料の改良を継続し、最適なコーティング方法の分析や材料の試験を実施する。</li> <li>・ 本研究には、米国エネルギー高等研究計画局(ARPAE)の ULTIMATE プログラムと米国海軍研究室(ONR)が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://engineering.virginia.edu/news-events/news/uva-researchers-develop-new-coatings-boost-turbine-engine-efficiency">https://engineering.virginia.edu/news-events/news/uva-researchers-develop-new-coatings-boost-turbine-engine-efficiency</a></p>
	関連情報	<p>Scripta Materialia 掲載論文(アブストラクトのみ: 全文は有料)</p> <p>Opportunities for novel refractory alloy thermal/environmental barrier coatings using multicomponent rare earth oxides</p> <p>URL: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359646224002410?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359646224002410?via%3Dihub</a></p>
164-3	アメリカ合衆国・ノースウェスタン大学	<p style="text-align: right;">2024/10/30</p> <p><b>結霜を 1 週間 100%防止するスケーラブルで強靱な平坦な表面</b> (Farewell frost! New scalable, robust surface prevents 100% of frost formation on flat areas for a week)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ノースウェスタン大学が、結霜を未然に防ぐ新技術を開発。</li> <li>・ 微細な波状構造と酸化グラフェン(GO)の薄膜によるハイブリッドの表面構造で、表面への結霜を 1 週間以上にわたり(最先端の結霜防止技術の 1,000 倍の期間)100%防止する。さらに、き裂、傷や汚染にも強く、スケーラブルで表面の長寿命化を可能にする。</li> <li>・ 結霜は、産業、住宅と政府の各部門における重要な懸念事項。例えば、テキサス州では 2021 年に 160 時間以上にわたる結霜、着氷と極寒のため電力危機が発生し、1950 億ドルの損害が生じている。</li> <li>・ 極端な環境条件下で長期間耐久し、容易に作製・実施できる防霜技術の開発は重要。本研究では、これらのニーズを踏まえ、微細な波状構造と GO によるハイブリッドの防霜技術を設計。1 回の処理で数週間にわたり結霜を防止し、スケーラブルで耐久性があり、3D プリントで容易に製造できる。</li> <li>・ 2020 年、同大学は葉の表面の波状構造に着目し、材料表面にミリメートルスケールの波状構造を追加することで霜の形成が理論的に最大 80%減少することを確認。実験と計算シミュレーションを通じ、葉表面構造の谷底の葉脈の部分では少量の結露水が蒸発し、山頂部に結霜が多いことを発見した。</li> <li>・ 本研究では、2020 年に作製した波状表面構造中の谷底の平坦な部分に 600 ミクロンの GO を水蒸気吸着処理することで、それらの部分での結霜を 100%削減できることを確認した。</li> <li>・ 同表面の波状構造は、頂上間の距離が 5mm の突起と、600 ミクロンの GO 薄膜が水蒸気吸着処理された谷底の平坦部から構成される。GO が水蒸気を引き寄せて水分子をその構造内に閉じ込め、水蒸気の凍結を防ぐ容器のような役割を担う。</li> <li>・ 自動車のフロントガラス、航空機の翼や冷凍庫等への結霜は、安全な運転を脅かしたり、エネルギー効率を大幅に低下させたりする。新しい防霜技術の開発は、コストのかかる機械的故障、エネルギーの非効率性、重要な作業の安全上の危険を防ぐために不可欠なもの。</li> <li>・ 本研究には、米国立科学財団(NSF)が資金を提供した。</li> </ul>

		URL: <a href="https://news.northwestern.edu/stories/2024/10/farewell-frost/">https://news.northwestern.edu/stories/2024/10/farewell-frost/</a>
	関連情報	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Robust hybrid diffusion control for long-term scalable frost prevention</p> <p>URL: <a href="https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adq8525">https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adq8525</a></p>
164-4	アメリカ合衆国・プリンストンプラズマ物理学研究所 (PPPL)	<p style="text-align: right;">2024/11/5</p> <p><b>ダイヤモンドエレクトロニクスとセンサーの輝く未来を確保</b> (Ensuring a bright future for diamond electronics and sensors)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 米国エネルギー省(DOE)の PPPL、プリンストン大学と豪州・ロイヤルメルボルン工科大学(RMIT)が、人工ダイヤモンドのより低温度での安定した合成技術を推進する研究結果を報告。ダイヤモンドは特殊な結晶格子構造を有し、高電圧の耐久性や伝熱性等、半導体産業に有用な特性を提供する。</li> <li>・ 人工ダイヤモンドの合成には、コンピューターチップが耐えられる以上の高熱を要するため、その品質を損なわずに合成温度を低減する方法が長らく探究されている。シリコンベース製造へのダイヤモンドの導入には、低温度での合成方法が必要となる。</li> <li>・ プラズマを使用した化学気相成長(CVD)によるダイヤモンドの合成プロセスでは、アセチレンがダイヤモンドの合成に寄与するが、同時にその表面に煤を積層させてセンサーやチップ等の性能を制限する。</li> <li>・ これには、アセチレン濃度やダイヤモンド表面付近の水素原子等を要因とした臨界温度が影響することを発見。水素原子は合成を直接促進しないが、水素分子の分解は、メタンのアセチレンへの転換とダイヤモンド表面への水素原子の輸送に不可欠であり、水素原子がより多量に表面付近に存在すれば、低温度下でもより多量にダイヤモンドが形成される。</li> <li>・ また、ダイヤモンド結晶中に空孔(V)と窒素原子(N)が存在するダイヤモンド窒素-空孔中心(NV 中心)を有し、量子力学的挙動を示す量子ダイヤモンドの表面に水素原子の均一な単一層を形成する方法について調査。量子ダイヤモンド表面と水素原子の相互作用により、導電性や他分子との結合の開始点が得られる。</li> <li>・ NV 中心を保持した量子ダイヤモンド表面への水素付加方法として、フォーミングガスアニーリングやコールドプラズマターミネーションについて調査し、両手法とも導電性の水素化ダイヤモンドを生成するが、前者では酸素原子の混入、後者では熱利用の従来方法に比べ品質の劣化のあることを確認した。</li> <li>・ 両手法による NV 中心への水素化の影響を光ルミネセンス分光法で調査した結果、どちらもプロセスの繰り返し後 NV 中心を保持したが、プラズマの方法では NV 中心の約 50%を不可逆的に損失。将来のアプリケーションでバランスを取る必要のある、表面品質と NV 特性の間のトレードオフが明確化された。</li> <li>・ 理想的な NV 中心を持つ高品質の水素化ダイヤモンド表面を確実に製造するための新しい方法を完成させるには、さらに研究を進める必要がある。本研究は、オーストラリア研究評議会(ARC)、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC) 基礎エネルギー科学局(BES)や米国立科学財団(NSF)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.pppl.gov/news/2024/ensuring-bright-future-diamond-electronics-and-sensors">https://www.pppl.gov/news/2024/ensuring-bright-future-diamond-electronics-and-sensors</a></p>
	関連情報	<p>Diamond and Related Materials 掲載論文(全文は有料)</p> <p>Quantum chemistry model of surface reactions and kinetic model of diamond growth: Effects of CH3 radicals and C2H2 molecules at low-temperatures CVD</p> <p>URL: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925963524007908?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925963524007908?via%3Dihub</a></p>
	関連情報	<p>Advanced Materials 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Methods for Color Center Preserving Hydrogen-Termination of Diamond</p> <p>URL: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/admi.202400242">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/admi.202400242</a></p>

164-5	スウェーデン王国・チャルマース工科大学	<p><b>圧電効果を内蔵する高品質のナノ機械共振器</b> (High-quality nanomechanical resonators with built-in piezoelectricity)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ チャルマース工科大学とドイツ・マグデブルグ大学が、高い機械的品質と圧電性を兼ね備えた新しいタイプのナノ機械共振器を開発。</li> <li>・ 打つことで共振周波数で振動し、人間の可聴範囲内で音波を発生させる音叉のように、特定の周波数で振動する機械共振器は何世紀にもわたって様々な用途に使用されている。</li> <li>・ 微細加工技術の進展により、機械共振器のマイクロ・ナノメートルスケールへの微細化が可能になっている。このような微細サイズの共振器は、巨視的なものに比べ大幅に高い周波数で振動し、より高い感度を示し、微小な力や質量変化の検出等の精密実験に役立てられる。また、量子技術での利用の可能性が大きな関心を集めている。</li> <li>・ このようなアプリケーションに共通する要件は、ナノ機械共振器がエネルギーを損失せずに長時間振動を維持すること。この機能は機械的品質係数によって定量化され、この係数が大きいほど感度が高くなり、運動の量子状態が長時間保持できるようになる。これらの特性は、センシングや量子技術のアプリケーションに極めて有用となる。</li> <li>・ 最高性能のナノ機械共振器の材料は、機械的品質に優れた引張歪窒化シリコンだが、導電性、磁性や圧電性を持たないため、ナノ機械共振器の in-situ 制御や他システムとのインタフェースを要するアプリケーションでは障害となる。このため、窒化シリコンの上に機能材料を追加する必要があるが、機械的な品質係数を低下させて共振器の性能を制限する。</li> <li>・ 本研究では、その 1,000 万倍超の品質係数を達成し、長時間維持する圧電材料の引張歪窒化アルミニウムによるナノ機械共振器を実証。機械的運動を電気信号に、またその逆に変換する圧電材料は、センシングアプリケーションでナノ機械共振器の直接読み出し・制御や、機械的自由度と電氣的自由度のインターフェースとしても利用できる。</li> <li>・ 同圧電材料が量子センサーや量子トランスデューサーの強力な新材料プラットフォームとなる可能性が期待できる。今後は品質係数のさらなる向上と、圧電性を量子センシング用途に利用可能なナノ機械共振器の設計に取り組む。</li> <li>・ 本研究は、Wallenberg Centre for Quantum Technology (WACQT) を通じクヌート・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)、QuantERA project CMON-QSENSI、および Chalmers' Area of Advance Nano が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.cision.com/chalmers/r/high-quality-nanomechanical-resonators-with-built-in-piezoelectricity.c4060897">https://news.cision.com/chalmers/r/high-quality-nanomechanical-resonators-with-built-in-piezoelectricity.c4060897</a></p>
	関連情報	<p><b>Advanced Materials 掲載論文(フルテキスト)</b> Nanomechanical Crystalline AlN Resonators with High Quality Factors for Quantum Optoelectromechanics</p> <p>URL: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202403155">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202403155</a></p>

【電子・情報通信分野】		
164-6	アメリカ合衆国・ピッツバーグ大学	<p style="text-align: right;">2024/10/23</p> <p><b>光コンピューティングにおけるマルチレベルのブレイクスルー</b> (A Multi-Level Breakthrough in Optical Computing)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ピッツバーグ大学、カリフォルニア大学サンタバーバラ校(UCSB)、イタリア・カリアリ大学と東京科学大学が、磁気光学材料の非相反移相効果を利用した光アーキテクチャを開発。</li> <li>・ 光コンピューティングの実現を可能にする、フォトニック・インメモリコンピューティングの新手法を提供する。単一のプラットフォームでの不揮発性、マルチビットストレージ、高速・低エネルギースイッチングや高耐久性の獲得に向け、現行の光メモリの限界への対処方法を実証した。</li> <li>・ 光処理の一般的なアプローチは、急速に変化する光入力ベクトルに固定された光の重みの行列の乗算であるが、従来の手法や材料を使用してこれらの重みをチップ上にエンコードすることが難しい。</li> <li>・ シリコンマイクロリング共振器上に集積されたセリウム置換イットリウム鉄ガーネット(Ce:YIG) から成る光磁気メモリセルを使用することで、セルによる二方向への光の伝搬を可能にした。</li> <li>・ メモリセルに磁場を印加することにより、リング共振器での光の流れる方向(時計回りまたは反時計回り)によって光の速度を制御。従来の非磁性材料では不可能であった制御レベルが可能となる。</li> <li>・ 非相反磁気光学メモリセルは、ナノ秒を下回るプログラミング速度での読み取り/書き込みの無制限の耐久性の実現が可能な効率的な不揮発性ストレージソリューションを提供するもの。</li> <li>・ CMOS(相補型金属酸化物半導体)回路で直接プログラム可能で、今日のコンピューター技術に統合できる、より高速、効率的でスケーラブルな光コンピューティングアーキテクチャの実現を可能にする重要な技術となる。</li> <li>・ 別の効果を用いたスイッチング効率の向上、Ce:YIG 以外の材料を用いた新しい製造技術や、より精密な蒸着技術により、非相反光コンピューティングの可能性のさらなる進展が期待できる。</li> <li>・ 単一のメモリセルから、コンピューティングアプリケーションのためにさらに多くのデータをサポートできる、大規模なメモリアレイへのスケールアップに取り組む。</li> <li>・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.engineering.pitt.edu/a-multi-level-breakthrough-in-optical-computing/">https://news.engineering.pitt.edu/a-multi-level-breakthrough-in-optical-computing/</a></p>
	関連情報	<p><a href="#">Nature Photonics 掲載論文(フルテキスト)</a></p> <p>Integrated non-reciprocal magneto-optics with ultra-high endurance for photonic in-memory computing</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41566-024-01549-1">https://www.nature.com/articles/s41566-024-01549-1</a></p>

164-7	オランダ・デルフト工科大学 (TU Delft)	<p><b>初歩的な量子ネットワークリンクでオランダの都市をつなぐ</b> (A rudimentary quantum network link between Dutch cities)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ TU Delft とオランダ応用科学研究機構(TNO)が設立した研究機関 QuTech の率いる国際研究チームが、ダイヤモンドスピン量子ビットを含む 2 つの量子ネットワークノード間のエンタングルメント(もつれ)の実証に成功。</li> <li>・ 完全に独立した動作ノードを開発し、地下の光インターネットファイバーに統合。最高記録となる 25km での量子プロセッサ間のネットワーク接続を初めて実証した。</li> <li>・ 未来の量子インターネットは、新しいタイプのネットワーク上で量子情報(量子ビット)の共有を可能にするもの。0 または 1、さらに 0 と 1 の重ね合わせの状態も取れる量子ビットは、量子もつれを通じた量子接続の共有で、離れた場所でも瞬時に相互関係を確立する。</li> <li>・ このような量子ビットの機能を利用し、現行のインターネットと共存しながら根本的に新しい通信と演算機能を提供する量子ネットワークの構築が試みられている。例えば、量子ビットは安全な暗号鍵を生成して財務・医療データの安全な共有を可能にし、量子リンクは離れた場所にある量子コンピューター同士を接続してその性能を向上させ、ユーザーのプライバシーを完全に確保したアクセスを実現する。</li> <li>・ QuTech では、数年前に研究室での初のマルチノード量子ネットワークの確立を報告しているが、都市間での量子リンクの実現には、長距離でノードが独立して動作できる柔軟なシステムの設計、接続速度に対する光子損失の影響の軽減と、量子もつれリンク確立の確証といった課題の解決を要していた。</li> <li>・ 光子損失の課題には、ファイバーリンクの接続の極めて正確な安定化を要する、光子効率プロトコルを使用した量子接続の確立により対処。独立して動作するノードを光ファイバーで中間点局を介して接続し、予め定義したもつれ状態をノード間で確実に送ることに成功した。</li> <li>・ 本研究の成果は、未来の量子ネットワークの拡張の課題に対処する重要なマイルストーンとなる。この新しいアーキテクチャと手法は、現在開発中の次世代のスケラブルな量子ビットを含む、他の量子ビットプラットフォームに直接適用できる。</li> <li>・ 本研究には、オランダ科学研究機構(NWO)、スピノザ賞(2019)や EU Horizon 2020 等が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.tudelft.nl/en/2024/tu-delft/a-rudimentary-quantum-network-link-between-dutch-cities">https://www.tudelft.nl/en/2024/tu-delft/a-rudimentary-quantum-network-link-between-dutch-cities</a></p>
	関連情報	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト) Metropolitan-scale heralded entanglement of solid-state qubits URL: <a href="https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adp6442">https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adp6442</a></p>

164-8	オーストリア・グラーツ工科大学(TU Graz)	<p><b>宇宙ゴミを追跡して水塊を観測するレーザー計測</b> (Laser Measurements to Track Space Debris and Observe Water Masses)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ TU Graz が、その COVER(気候・地球物理研究に向けた観測技術の統合)プロジェクトにおいて、重力場の計算および宇宙空間にある物体の観測とその軌道予測を持続的に向上させる、人工衛星を利用した重力測定と人工衛星レーザー測距(SLR)方法を組み合わせた技術を開発。</li> <li>・ 米国航空宇宙局(NASA)とドイツ航空宇宙センター(DLR)が共同で実施する GRACE 衛星、後続の GRACE Follow-on や欧州宇宙機関(ESA)の GOCE 衛星による衛星重力ミッションは、地球の重力場の計算の貴重なデータを提供するが、大陸規模の質量を網羅する重力場の長波長の分解が不可能。</li> <li>・ 宇宙ゴミの監視にはレーダー測定が使用されているが、その精度は限られており、また、現行の軌道予測精度は数キロメートル程度であるため、それらの位置の特定がより困難となっている。</li> <li>・ SLR と他の衛星測定法を組み合わせることで、重力場の全波長の正確な分解が可能となり、重力場をより正確に計算できるようになる。これにより、地球上に存在する水塊をより詳細に特定することができると。</li> <li>・ また、測定から得られたデータを使用することで、人工衛星や宇宙ゴミの位置のより正確な予測・特定、SLRによるマッピングと将来の軌道を極めて正確に予測することが可能となり、軌道上の安全性の向上に貢献する。</li> <li>・ 現在、10cm 以上のサイズの宇宙ゴミが約 4 万個、1cm 以上のものは約 100 万個が地球を周回している。それらは時速約 3 万 km でランダムな方向に飛翔しているため、衝突すると衛星を破壊し、宇宙ステーション等の有人宇宙船の人命が危険にさらされる。そのため、すべての物体の軌道を特定し、将来の軌道をできるだけ正確に予測することがますます重要となる。</li> <li>・ 独自のフォースモデルを使用し、衛星や宇宙ゴミの位置を約 100m の精度で特定することで、測量レーザーによる正確な追跡・記録が容易になる。続く接近通過測定により、軌道の動きをさらに正確に把握し、予測精度を向上させる。</li> <li>・ 重力回復オブジェクト指向プログラミングシステム(GROOPS)ソフトウェアに統合し、重力場と軌道の特定や SRL プロセッシング等の包括的なパッケージを GitHub にて無料で提供中。</li> <li>・ 本研究にはドイツ研究振興協会(DFG)が資金を提供した。</li> </ul> <p><a href="https://www.tugraz.at/en/tu-graz/services/news-stories/tu-graz-news/singleview/article/lasermessungen-zur-verfolgung-von-weltraumschrott-und-beobachtung-von-wassermassen">https://www.tugraz.at/en/tu-graz/services/news-stories/tu-graz-news/singleview/article/lasermessungen-zur-verfolgung-von-weltraumschrott-und-beobachtung-von-wassermassen</a> URL: <a href="https://www.tugraz.at/en/tu-graz/services/news-stories/tu-graz-news/singleview/article/lasermessungen-zur-verfolgung-von-weltraumschrott-und-beobachtung-von-wassermassen">https://www.tugraz.at/en/tu-graz/services/news-stories/tu-graz-news/singleview/article/lasermessungen-zur-verfolgung-von-weltraumschrott-und-beobachtung-von-wassermassen</a></p>
	関連情報	<p><b>Journal of Geodesy 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Bridging the gap between GRACE and GRACE Follow-On by combining high/low satellite-to-satellite tracking data and satellite laser ranging</p> <p>URL: <a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s00190-024-01888-5">https://link.springer.com/article/10.1007/s00190-024-01888-5</a></p>

【ロボット・AI 技術分野】		
164-9	フィンランド・タンペレ大学	<p style="text-align: right;">2024/10/24</p> <p><b>極限条件下でのセンサー技術を実現する世界初の非電子タッチパッド</b>  (The world's first non-electric touchpad takes sensor technology to extreme conditions)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・タンペレ大学が、接触した力、面積と位置を電気を使わずに感知するセンサー技術を利用した、ソフトタッチパッドを初めて開発。</li> <li>・従来のタッチパッドでは電子センサーが必要だが、新センサー技術では埋め込まれたマイクロ空気圧チャンネルを利用してそれらを感知・検出する。強力な磁場の発生する MRI 装置等の電子デバイスが利用できない環境や、ソフトロボットやリハビリ支援等での使用が期待できる。</li> <li>・柔軟なシリコンで製で、それぞれの幅が僅か数百マイクロメートルの 32 本のチャンネルを備え、接触した力、面積と位置を検出するだけでなく、デバイスの表面に手書きで書かれた文字の認識に十分な精度を有し、複数の同時接触を区別することもできる。</li> <li>・例えば、MRI スキャン中にがん腫瘍が見つかった際には、空気圧ロボットがその場で生検を実施する。新センサー技術は、MRI 画像が生成したデータと共にロボットを誘導する。</li> <li>・強力な放射線や、微小な電気スパークが深刻な危険を引き起こすような状況でも使用できる。シリコンの柔軟性により、従来のハードエレクトロニクスが使用できない、ソフトロボットのようなアプリケーションへのセンサーの組み込みが可能となる。</li> <li>・このような柔軟で非電氣的なデバイスに、センサーが収集したデータを追加することで、将来的にはデバイスの表面全体に触れる位置、力、面積のマッピングが可能となる。例えば、生産ライン上で現行の義手を置き換えるために使用することができる。</li> <li>・柔軟なロボットハンドは、安全、軽量で製造コストも安価になる可能性がある。ロボットハンドにタッチセンサーが導入されることで、より繊細な把持も実現可能に。柔軟な材料によるウェアラブルデバイスは、例えば動作支援のようなりハビリにも使用できる。</li> <li>・本研究は、フィンランド研究評議会、Emil Aaltonen Foundation や Nokia Foundation 等が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.tuni.fi/en/news/worlds-first-non-electric-touchpad-takes-sensor-technology-extreme-conditions">https://www.tuni.fi/en/news/worlds-first-non-electric-touchpad-takes-sensor-technology-extreme-conditions</a></p>
	関連情報	<p><a href="#">Advanced Intelligent Systems 掲載論文(フルテキスト)</a>  Soft Micropneumatic Touchpad  URL: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aisy.202400381">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aisy.202400381</a></p>

【バイオテクノロジー分野】		
164-10	英国・プリマス大学	<p style="text-align: right;">2024/11/5</p> <p><b>バイオベース繊維は従来のプラスチックに比べ環境への脅威となる可能性が高い</b> (Bio-based fibres could pose greater threat to the environment than conventional plastics)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プリマス大学が、プラスチックの代替として期待されているバイオベースの材料による、生物種や生態系への潜在的な影響に関する研究結果について報告。それらの製品化の前の徹底的な試験の必要性を提案する。</li> <li>・ バイオベースの材料は、プラスチックを代替する環境に優しい材料として衣類、ウェットティッシュや生理用品での利用が進められている。しかし、この材料のマイクロ繊維が、洗濯や肥料として下水汚泥の使用、または繊維製品の消費を通じて環境中に排出されている。</li> <li>・ 世界中で大量のバイオベースの製品が生産され、販売されているにもかかわらず、生物種や生態系への潜在的な影響を評価する研究はほとんど実施されていない。本研究の最初の実験では、従来のポリエステル繊維と 2 種類のバイオベース繊維(ビスコースとリヨセル)が、世界中の土壌の健康に不可欠な生物種であるミミズに与える影響を調査した。</li> <li>・ その結果、高濃度の繊維に曝露されたミミズの 30%が 72 時間後に死滅したのに対し、バイオベースの繊維に曝露されたミミズは、リヨセルの場合は最大 60%、ビスコースの場合は 80%と、はるかに高い死亡率を示したことを確認した。</li> <li>・ 環境中での濃度の繊維を使用した次の実験では、ビスコース繊維を含む土壌に生息するミミズは、ポリエステル繊維に曝露されたミミズと比較して繁殖率が低く、リヨセル繊維を含んだ土壌のミミズは、他の種類の繊維に曝露された場合と比較して成長が低下し、土壌内に潜り込む率が高いことがわかった。</li> <li>・ 本研究結果は、マイクロプラスチック汚染の脅威の軽減に向けた世界的な取り組みの複雑性と、プラスチックの代替として提唱される新材料の上市前の試験実施の重要性を浮き彫りにしている。</li> <li>・ 2022 年に世界で生産された生分解性繊維の量は 32 万トンを超え、かなりの量が環境中に排出されていることが示されたが、それらによる生態系への影響の科学的な証拠が欠如している。バイオベース材料がさらに普及する前に、それらの証拠を収集することが重要である。</li> <li>・ 本研究の実験は、プリマス大学とパース大学の主導する BIO-PLASTIC-RISK:生分解性バイオプラスチック-環境リスクの評価プロジェクトの一環として実施され、自然環境研究評議会(NERC)より 260 万ポンドの資金を受領している。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.plymouth.ac.uk/news/bio-based-fibres-could-pose-greater-threat-to-the-environment-than-conventional-plastics">https://www.plymouth.ac.uk/news/bio-based-fibres-could-pose-greater-threat-to-the-environment-than-conventional-plastics</a></p>
	関連情報	<p><a href="#">Environmental Science &amp; Technology 掲載論文(フルテキスト)</a></p> <p>Are Biobased Microfibers Less Harmful than Conventional Plastic Microfibers: Evidence from Earthworms</p> <p>URL: <a href="https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.4c05856#">https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.4c05856#</a></p>

164-11	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;">2024/11/7</p> <p><b>バイオ燃料やバイオ製品の開発を飛躍的に向上させる植物の遺伝子操作技術</b> (New Plant Engineering Method Promises to Dramatically Improve Biofuel and Bioproduct Development)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ LBNL が、アグロバクテリウム・ツメフェイスエン(Agrobacterium tumefaciens)を介した形質転換(AMT)プロセスの効率性を大幅に向上させる技術を開発。</li> <li>・ 現行の AMT プロセスのアプローチは時間や資源を要し高コストで、化石燃料由来以外のバイオベース燃料・材料開発の効率的な推進の大きなボトルネックとなっている。植物の形質転換プロセスを迅速化し、一度でより多くの結果を得ることができれば時間とコストの節約につながり、バイオ燃料やバイオ製品の製造能力を向上させることができる。</li> <li>・ 野生のアグロバクテリウムは、経済的に重要とされる作物を含む顕花植物に有害な腫瘍を引き起こすものだが、寄主植物に自らの DNA を挿入する能力を有する。この複雑なシステムは、植物ゲノムに DNA を組み込めるようにするために 1980 年代に採用され、目的の DNA を保持して植物細胞へと移行させるバイナリーベクターと呼ばれる小さな環状プラスミドに簡素化されている。</li> <li>・ AMT プロセスは、この 10 年間で植物や菌類によるバイオテクノロジーにおいて広く使用される強力なツールとなっているが、バイナリーベクターの構造にはほとんど関心が払われていない。</li> <li>・ バイナリーベクターの骨格配列には、プラスミドの自己複製に不可欠である DNA の複製起点の領域が含まれ、この領域はプラスミドの複製数(1~数百個)も制御するが、この複製数が多いほど形質転換効率が高くなる可能性が示されていた。</li> <li>・ そのため、複製数の増加するプラスミドを作製し、その制御の可能性を探る試験を実施。AMT に使用される 4 種類の複製起点を調べ、ランダム変異体を操作し、複製数の多い個体の選択を可能にする指向性進化アッセイを使用した。</li> <li>・ その結果、複製数の増加により形質転換効率の向上が可能であることを確認。複製起点にシンプルな点突然変異を加えるだけで、形質転換効率を最大 100%、菌類では最大 400%向上させることができた。このことはまた、植物における CRISPR ゲノム編集での Cas9 試薬の効率的な送達にも重要となる。</li> <li>・ 今後は、アグロバクテリウムによる菌類の形質転換の可能性を探る。製薬会社や菌類でバイオ材料を作製する企業まで、様々な産業に極めて有用な多くの菌類の形質転換の骨格を獲得した。</li> <li>・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) 科学局(OS)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://newscenter.lbl.gov/2024/11/07/new-plant-engineering-method-promises-to-dramatically-improve-biofuel-and-bioproduct-development/">https://newscenter.lbl.gov/2024/11/07/new-plant-engineering-method-promises-to-dramatically-improve-biofuel-and-bioproduct-development/</a></p>
	関連情報	<p>Nature Biotechnology 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Binary vector copy number engineering improves Agrobacterium-mediated transformation</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41587-024-02462-2">https://www.nature.com/articles/s41587-024-02462-2</a></p>

【環境・省資源分野】		
164-12	アメリカ合衆国・マサチューセッツ大学アマースト校	<p style="text-align: right;">2024/11/6</p> <p><b>PFAS の新しい検出方法</b> (New PFAS Testing Method Created at UMass Amherst)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ マサチューセッツ大学アマースト校が、水に含まれる 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)の新しい検出方法を開発。</li> <li>・ 既存の方法よりも簡単で、費用対効果が高く、迅速で一般的に利用しやすい検査装置開発における重要な一歩となる。</li> <li>・ 「永久に残る化学物質」と呼ばれる PFAS は分解されにくい環境中に残留し、肝臓や心臓の損傷、乳幼児や子供の発達障害等の様々な健康被害との関連性が懸念されている。</li> <li>・ 米国環境保護庁(EPA) は、本年初頭に飲料水中の PFAS 濃度を 4ppt(水の中の分子 1 兆個の中で僅か 4 個の分子が PFAS であるということ)とする国家安全基準を発表している。</li> <li>・ 現在最高水準の PFAS 検査方法は、液体クロマトグラフィーと質量分析法を組み合わせたものだが、数百万ドルの高額な装置と複雑な抽出工程を必要とする。また、これらの機器の感度は PFAS の頑強な残留により経時的に低下する可能性がある。</li> <li>・ 新検出方法は、通常では DNA の配列決定に使用されるナノポアと呼ばれる小さなデバイスに、シクロデキストリン分子を加えることで機能する。シクロデキストリンと PFAS によるホスト-ゲスト相互作用は実証されているものだが、検出用にナノポアを組み合わせるのは今回が初めて。</li> <li>・ HP-<math>\gamma</math>-シクロデキストリンと呼ばれる分子の 1 つを <math>\alpha</math>-ヘモリシンのナノポアのアダプターとして使用し、PFAS 検出デバイスを作製。小型で安価なデバイスによる多種の PFAS の同定と、400ppt の低レベルでの PFAS 検出も可能であることを実証した。</li> <li>・ 質量分析法に比較すると検出可能な PFAS の種類・感度のレベルには達していないが、新デバイスの高いポテンシャルに期待。数百万ドルから数千ドルへのデバイスコストの低減と、より高い検出能力、入手・利用のし易さを達成するため実地試験を予定。水質のスクリーニングツールとしての利用も検討中。</li> <li>・ 本研究には、米国立アレルギー感染症研究所(NIAID)、米国立一般医学研究所(NIGMS)および米国立科学財団(NSF)が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.umass.edu/news/article/new-pfas-testing-method-created-umass-amherst">https://www.umass.edu/news/article/new-pfas-testing-method-created-umass-amherst</a></p>
	関連情報	<p><b>Science Advances 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Single-molecule profiling of per- and polyfluoroalkyl substances by cyclodextrin mediated host-guest interactions within a biological nanopore</p> <p>URL: <a href="https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adp8134">https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adp8134</a></p>

164-13	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><b>半導体産業の成長に先駆けて汚染を防止する新しい PFAS 除去プロセス</b> (New PFAS removal process aims to stamp out pollution ahead of semiconductor industry growth)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校が、水に含まれる 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)をシングルプロセスで捕獲、集約して除去する、電気吸着と酸化還元電気透析を組み合わせたデバイスを開発。</li> <li>・同大学の過去の研究では、水に含まれる短鎖と長鎖の PFAS 分子が電気吸着によって除去できることが示されたが、サイズがより小さく、化学的性質の異なる超短鎖分子には無効であった。</li> <li>・本研究の課題は、超短鎖 PFAS を捕獲し、長鎖 PFAS 用の電気吸着プロセスと連動して電気化学的酸化を通じて PFAS を破壊できる、効率的で効果的な電気透析システムの単一装置での実現。</li> <li>・そのため、淡水化濾過技術である酸化還元電気透析と電気吸着を単一デバイスに組み合わせ、多様なサイズの PFAS の捕獲の課題に対処。超短鎖 PFAS 分子が水中の塩イオンのような挙動をすることから、酸化還元電気透析を採用した。</li> <li>・様々な非 PFAS 汚染物質を除去する極めて効率的な電気透析デバイスを実証済みであったが、このプロセスには高価で PFAS 分子で汚染されやすいイオン交換膜が必要。そのため、過去に開発したレドックスポリマーとナノ濾過膜を組み合わせたエネルギー効率の高い淡水化技術をベースに、PFAS で汚染されることなく電界駆動で PFAS を除去できる安価なナノ濾過膜を導入した。</li> <li>・様々なデバイス構成を試みた結果、超短鎖 PFAS 分子を除去し、PFAS で汚染された水を脱塩し、同時に炭素電極で残りの短鎖分子と長鎖分子を除去するシステムを構築した。</li> <li>・同プロセスは全ての PFAS 分子を集約させるため、捕獲された PFAS の除去を容易にする。最後は酸化還元電気透析による電気化学的酸化プロセスにより、捕捉された PFAS をフッ化物イオンに変換することで除去する。</li> <li>・同プロセスのスケールアップによる実用化を通じ、廃水アプリケーションに対処するだけでなく、工場廃水現場へのシステムの組み込みの可能性が期待できる。本研究は、米国政府、廃水処理施設および半導体産業が関心を寄せる、非常に時宜を得たもの。半導体の生産量の増加が見込まれる中、持続可能な生産のための PFAS 低減は今後の大きな課題となる。</li> <li>・本研究は、米国立科学財団(NSF) ERASE-PFAS プログラムが支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.illinois.edu/view/6367/1396654060?utm_medium=web&amp;utm_campaign=yksphyseng&amp;utm_source=nb">https://news.illinois.edu/view/6367/1396654060?utm_medium=web&amp;utm_campaign=yksphyseng&amp;utm_source=nb</a></p>
	関連情報	<p><b>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Integrating redox-electrodialysis and electrosorption for the removal of ultra-short- to long-chain PFAS</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41467-024-52630-w">https://www.nature.com/articles/s41467-024-52630-w</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。