



海外技術情報(2025年2月26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】			
165-1	オーストラリア連邦・マッコーリー大学	ダイヤモンドで原子スケールの精度を達成する新しいレーザー技術 (New laser technique achieves atomic-scale precision on diamonds) <ul style="list-style-type: none">マッコーリー大学が、紫外線(UV)レーザー光を使用したシンプルなプロセスでダイヤモンド表面の構造と特性を精確に高速制御する技術を開発。標準的な空気環境下でダイヤモンド表面に光のパルスを精確に照射することで、2光子プロセスによる局所的な化学反応を引き起こし、その表面の単一原子層の僅か1%を選択的に0.2ミリ秒間で除去する。特に、レーザー処理後のダイヤモンド表面の熱伝導率が、処理前の7倍と著しく向上。これまでにないダイヤモンド表面の構造と特性の制御能力を提供し、半導体材料としてのダイヤモンドの実用化における課題に取り組むための重要な一歩となる。ダイヤモンドの有する高い熱伝導率や絶縁破壊に対する耐久性等は、高出力・高周波電子デバイスに理想的な特性。表面の原子配置の微調整のみでデバイス性能を大幅に向上可能な電子機器、量子デバイス、高度な製造分野でのアプリケーションに変革をもたらすもの。ダイヤモンド表面は量子コンピューターで使用される量子状態の安定化に重要な役割を果たすため、量子技術への大きな影響も期待できる。ダイヤモンド表面を原子レベルの精度で設計する能力は、研究者や産業界にとって不可欠なツールとなる可能性がある。精確、高速でスケラブルなプロセスのため、高度な材料処理が不可欠な産業にとって魅力的な選択肢となる。新技術のさらなる最適化を通じ、電子工学や量子技術等におけるダイヤモンドの可能性を最大限に引き出す方法を探る。本研究には、オーストラリア研究評議会(ARC)と米国空軍科学研究所(AFOSR)が資金を提供した。 URL: https://www.mq.edu.au/faculty-of-science-and-engineering/news/news/new-laser-technique-achieves-atomic-scale-precision-on-diamond-surfaces	2024/12/2
	関連情報	Applied Surface Science 掲載論文(フルテキスト) The effects of sub-monolayer laser etching on the chemical and electrical properties of the (100) diamond surface URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433224025327?via%3Dihub	

165-2	シンガポール国立大学 (NUS)	<p style="text-align: right;">2024/12/6</p> <p>発光・自己修復機能と磁気特性をもつスケーラブルなロボティックファイバー (NUS researchers innovate scalable robotic fibres with light-emitting, self-healing and magnetic properties)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NUS が、発光性、自己修復性と磁気特性を備えた柔軟なファイバーを開発。 ・ 「Scalable Hydrogel-clad Ionotronic Nickel-core Electroluminescent (SHINE)」と呼ばれる新ファイバーは、非常に可視性の高い光を放出し、切断されると自動的に自己修復して元の輝度の 98%超を回復する。さらに、ワイヤレス給電と磁力を使用して物理的に操作することができる。 ・ 複数の有用な機能が 1 つのデバイスに組み込まれた新ファイバーは、発光する柔軟なロボットファイバー、インタラクティブなディスプレイ等のアプリケーションでの利用や、スマートテキスタイルに織り込むことも可能。 ・ 発光ファイバーは、ソフトロボティクス、ウェアラブル電子機器やスマートテキスタイル等の複数分野の既存技術を補う可能性があることで急速に高い関心を集めているが、物理的な脆弱性に加え、複数機能を単一のデバイスに統合することの煩雑さや、エネルギー需要増によって使用が制限されることが多い。 ・ 新ファイバーでは、発光性、自己修復能力と磁気作動を単一のスケーラブルなデバイスに組み合わせることでこれらの課題に対処。市販の発光ファイバーでは損傷後の自己修復や物理的な操作が不可能であるが、新ファイバーはより効率的で耐久性に優れ、高い汎用性を提供する。 ・ ニッケルコア(磁気応答性)、硫化亜鉛ベースのエレクトロルミネッセンス層(発光性)とヒドロゲル電極(透明性)を組み合わせた同軸設計を有し、スケーラブルなイオン誘起ゲル化プロセスを通じ、約 1 年間の屋外保管後も機能を維持する長さ 5.5m のファイバーを作製した。 ・ 新ファイバーは、明るい室内照明条件下での明瞭な視認性の確保に推奨される、300~500cd/m² を大幅に超える 1068cd/m² の記録的な輝度を提供。ヒドロゲル層が環境条件下での化学結合の再形成により自己修復し、ニッケルコアとエレクトロルミネッセンス層が 50°Cでの熱誘起双極子相互作用で構造・機能を回復する。 ・ 今後は磁気作動の精度を向上させ、より熟練したロボティックアプリケーションを支援する予定。新ファイバーのみで作製した発光ファイバーに温度や湿度を検出する感知機能を織り込む可能性も模索中。 ・ 本研究は、シンガポール科学技術研究庁(A★STAR)や NUS スタートアップグラント等が支援した。 <p>URL: https://news.nus.edu.sg/nus-researchers-innovate-scalable-robotic-fibres/</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Self-healing actuatable electroluminescent fibres URL: https://www.nature.com/articles/s41467-024-53955-2</p>
165-3	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;">2024/12/6</p> <p>掴まずにオブジェクトを動かす磁氣的制御による切り紙表面 (Magnetically Controlled Kirigami Surfaces Move Objects: No Grasping Needed)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NC State が、磁場と切り紙の設計原理を組み合わせ、くぼみのある柔軟な表面の動作を遠隔で制御するデバイスを開発。 ・ オブジェクトを掴まずに操作可能にし、壊れやすいもの、ゲルや液体等の持ち上げ・移動に役立てられる。ロボットアーム等のツールが使用不可能な空間での利用の可能性もある。 ・ 壊れやすいものや狭い場所にあるもののような、グリッパーでは持ち上げられないものを移動させる方法と、非磁性のオブジェクトを磁場を使用して遠隔で持ち上げたり動かしたりする方法の 2 つの課題に対処し、磁性のマイクロ粒子が埋め込まれた弾性ポリマーで構成される「メタシート」を作製した。 ・ メタシートの下で磁場を移動させることで、シートを部分的に上方に膨らませたり、下方にへ沈ませたりすることができる。磁場の強さを調整することで、シート表面を波のように動かすことができ、磁場の方向の制御を通じて波の上昇や下降の度合いを調節できる。 ・ メタシートの切り込み設計は、材料自体の基本的な剛性を犠牲にすることなく柔軟性を高めることのできる切り紙の技術を採用。これにより、機械的強度を損失せずに材料の変形を増幅できる。また、メタシートの磁場への反応性は高く、応答時間は 2 ミリ秒という速さ。 ・ 磁場作動と切り紙を組み合わせる方法に関する研究は極めて少ないが、本研究は、ソフトロボティクスから製造アプリケーションの分野でのこれらの組み合わせのアプローチの多大な可能性を提示する。 ・ 同アプローチをスケールダウンし、メタシートによるさらに小さなオブジェクトや極微量の液体の操作を可能にすること、また、ゲームからアクセシビリティデバイスまで、あらゆるものへの応用の可能性のある触覚技術の創出での利用も視野に入れている。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)が支援した。

		URL: https://research.ncsu.edu/magnetically-controlled-kirigami-surfaces-move-objects-no-grasping-needed/
	関連情報	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Magnetic kirigami dome metasheet with high deformability and stiffness for adaptive dynamic shape-shifting and multimodal manipulation</p> <p>URL: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adr8421</p>
165-4	スイス連邦材料試験研究所 (EMPA)	<p style="text-align: right;">2024/11/14</p> <p>高感度のセラミクス (Sensitive ceramics)</p> <ul style="list-style-type: none"> EMPA、チューリッヒ工科大学(ETH Zurich)と東京大学から成る国際研究チームが、セラミクスを利用した柔軟な生体適合性の圧電抵抗センサーにより、自身の収縮状態を認識するバイオハイブリッドロボットを開発。 今日のロボットシステムは、扱いにくく大型で頑強。本研究では、人間が誤って他の人間に触れた際に自然に離れようとする反射神経をロボットシステムに付与することで、人間と機械による調和的で安全な協働の実現を目的としている。 温度、歪み、圧力や湿度を「感知する」ことのできる、セラミクスをベースとした柔軟なセンサー材料は、医療分野に加えソフトロボット工学の分野での使用の可能性も期待できる。 セラミクスは、高温の焼結プロセスで遊離した粒子が集まってできた無機(non-metallic)の非金属材料。様々な組成が可能で、それにより材料の特性が変化する。本研究では、熱可塑性樹脂にそのマトリクスの弾性を維持しながらセラミック粒子を可能な限り高密度に充填することで、フレキシブルなセンサーを作製した。 同マトリクスの伸縮や環境温度の変動によりセラミック粒子間の距離が変化し、それに伴いセンサーの導電率も変化する。マトリクス全体へのセラミック粒子の充填は不要で、3D プリンティングで柔軟なコンポーネントにセラミックセンサーを「神経」として埋め込むことも可能。 ソフトセラミックセンサーでは測定対象を絞り込む必要があるが、新センサーは圧力または温度にのみ選択的に反応する。これを義手に組み込むことでその指の屈曲を「感知」し、熱い表面に触れたことを認識する。このような「感度」は、ロボットの把持ツールと義手の両方において利点となる。 さらに、人間の皮膚のように接触や温度変化に反応する複数層のプラスチック製の柔軟な「ロボットスキン」も作製。ケンブリッジ大学と共同で AI モデルを開発し、約 4,500 回の測定データによる訓練も実施した。 新しいセラミック材料とソフトポリマーを組み合わせたセンサー特性の最適化により、ソフトセラミックセンサーのさらなる高感度化とスマート化を目指す。それには、これらの 2 つのコンポーネントの相互作用が鍵となる。 <p>URL: https://www.empa.ch/web/s604/soft-robotics-keramik</p>
	関連情報	<p>Advanced Intelligent Systems 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Sensor-Embedded Muscle for Closed-Loop Controllable Actuation in Proprioceptive Biohybrid Robots</p> <p>URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aisy.202400413</p>

165-5	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 style="text-align: right;">2024/12/18</p> <p>酸化物ヘテロ界面における電子輸送を解明 (Unraveling Charge Transfer at Oxide Heterointerfaces)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PNNL が、ランタンニッケル酸化物/ランタン鉄酸化物(LNO/LFO)のヘテロ構造を分子線エピタキシーで合成し、イオン結合による比較的安定したシステムから構成される界面での電荷移動の持続性について解明。 ・ 鉄(Fe)からニッケル(Ni)への電荷移動の明確な証拠を提示するとともに、LFO 層の薄さが界面での電荷分布に大きく影響することを確認。このことを利用した材料の挙動の微調整が可能となる。 ・ 異なる材料同士の接触で形成される界面では、各材料単独では見られない独自の挙動を示すことがある。これらの挙動は界面の複雑な相互作用によるものであり、その重要な現象の 1 つはそれらの界面間の電荷移動の方向性。 ・ 材料界面での電荷移動の理解と制御は、高度な電子・エネルギー技術の可能性を最大限に引き出すために不可欠なもの。本研究は、精密な界面エンジニアリングの重要性を強調し、界面電荷移動の方向と大きさを調整することで、輸送特性と電子状態を制御する必要性に加え、従来のイオン結合パラダイム、特に 3d-2p 軌道の混成が強力なシステムの代替案を検討する重要性も強調しており、機能性を高めた材料設計のための新しい洞察を提供する。 ・ 過去 10 年間において、ヘテロ構造の形成による高温超伝導の可能性から LNO ベースの超格子は大きな関心を集めているが、LNO/LFO 超格子とヘテロ構造における電荷移動の方向と大きさについて決定的な結論には至っていない。Fe³⁺種の安定性の高さにより、LNO/LFO ヘテロ構造では電荷移動が発生しない可能性があることが示唆されている。 ・ 理論計算と様々な実験手法の組み合わせにより、LNO/LFO ヘテロ界面での Fe から Ni への電荷移動の明確な証拠を提示。理論モデルでは、LFO から LNO への電子移動と後続する Fe3d バンドの再配置により、LFO 層内に予期せぬ金属基底状態が生成されることを明らかにした。 ・ 界面電荷移動の大きさと LNO/LFO 超格子のシート抵抗との間での直接的な関係性を確立。特に、LFO 層の薄さは界面での電荷の再分配に大きな影響を与え、このことが超格子の面内での輸送特性に影響を与える。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC) 基礎エネルギー科学局(BES) 物質科学・工学課(MSE) Synthesis and Processing Science Program が支援した。 <p>URL: https://www.pnnl.gov/publications/unraveling-charge-transfer-oxide-heterointerfaces</p>
	関連情報	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Interfacial charge transfer and its impact on transport properties of LaNiO₃/LaFeO₃ superlattices</p> <p>URL: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adq6687</p>
165-6	アメリカ合衆国・ローレンスリバモア国立研究所(LLNL)	<p style="text-align: right;">2024/12/23</p> <p>LLNL が次世代極紫外線リソグラフィー研究を先導 (LLNL selected to lead next-gen extreme ultraviolet lithography research)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LLNL が主導する研究パートナーシップにて、Big Aperture Thulium (BAT)レーザーと呼ばれるドライバー システムを中心とした極端紫外線(EUV)リソグラフィーの次なる進展を支える基礎の構築を目指している。 ・ LLNL 研究チームは、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)の Microelectronics Science Research Centers (MSRCs)プロジェクトに選ばれたセンターの一つである、Extreme Lithography & Materials Innovation Center (ELMIC)に参加する。 ・ ELMIC では、新材料・プロセスを将来のマイクロエレクトロニクスシステムに統合するための基礎科学の進展を目指している。DOE は、2022 年に成立した超党派の「CHIPS および科学法」の一環として承認された 3 つの MSRC に 1 億 7,900 万ドルの資金提供を発表している。 ・ ELMIC で LLNL が主導する研究事業は、4 年間で 1,200 万ドルの事業費による、EUV 生成とプラズマベースの粒子源に関する基礎科学の拡大を特に目的としたもの。別の ELMIC 事業では、プラズマベースのナノファブリケーション、2D 材料システムや極限スケールのメモリ等の重要な研究分野に焦点が当てられる。 ・ 本研究事業では、BAT レーザーによる EUV 光源効率を、現在の業界標準である CO₂ レーザーの約 10 倍に向上させる試験を実施する。より小型、強力ですばやく低電力製造が可能でチップの実現に向けた、「EUV を超える」次世代のリソグラフィー システムにつながる可能性が期待できる。 ・ レーザービームの強度と光量を高める利得媒質としてツリウムを添加したイットリウムフッ化リチウムを使用したペタワットクラスの新 BAT レーザー用に開発された技術により、半導体製造用の既存の EUV リソグラフィー光源のエネルギー効率改善の可能性を調査し、高出力、高繰り返し率、約 2 ミクロンでのレー

	<p>ザーの実証を目指す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 半導体業界は、可能な限り多くの集積回路や他機能を1つのチップに詰め込むことで、各世代のマイクロプロセッサの小型化と高性能化の競争に取り組んでいる。EUV リソグラフィーは、EUV 光を使用して数nmの微細回路を高度なチップやプロセッサにエッチングする技術として最先端の位置を占めている。 ・ LLNL では、ダイオード駆動の新しい固体レーザー技術が、EUV リソグラフィーシステムの高出力と全体的な効率向上への有望な道筋を提供することを過去10年において実証している。 <p>URL: https://www.llnl.gov/article/52226/llnl-selected-lead-next-gen-extreme-ultraviolet-lithography-research</p>
<p>関連情報</p>	<p>DOE 科学局(SC) Microelectronics Science Research Centers (MSRCs).</p> <p>Department of Energy Announces \$179 Million for Microelectronics Science Research Centers</p> <p>URL: https://www.energy.gov/science/articles/department-energy-announces-179-million-microelectronics-science-research-centers</p>

【電子・情報通信分野】		2024/12/20
165-7	アメリカ合衆国・ノースウェスタン大学	<p>データ量の膨大なインターネットケーブルでの量子テレポーテーションを初めて実証 (First demonstration of quantum teleportation over busy Internet cables)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ノースウェスタン大学が、インターネットデータを送信する光ファイバーケーブルでの、量子テレポーテーションの実証に初めて成功。 ・ 既存のインターネットケーブルと量子通信を組み合わせるといふ新しい可能性を提示し、高度なセンシングや量子コンピューティングのアプリケーションに必要なインフラの大幅な簡素化を可能にする。 ・ 量子テレポーテーションは、情報を直接送信すること無く、量子もつれ(エンタングルメント)を利用して離れた場所にいるネットワークユーザー間での超高速かつ安全な情報の共有を可能にするもの。 ・ 量子もつれとは、2個の粒子がそれらを隔てる距離に関係なくリンクする技術であり、粒子の物理的な移動によって情報を送信するのではなく、もつれた粒子同士が長距離間で情報を交換する現象。 ・ 古典通信用ケーブルでの量子テレポーテーションの可能性は、これまで確認されていなかった。高速で走行中の大型トラックで混雑したトンネルを通り抜けようとする壊れやすい自転車のように、もつれ状態にある光子は数百万にも及ぶ他の光の粒子中に埋もれてしまう。 ・ 本研究では、光ファイバーケーブル内での光の散乱の様子を詳細に調査し、光子を配置できる混雑の少ない光の波長を発見した。次に、通常のインターネットトラフィックからのノイズを軽減する、特殊なフィルターを追加した。 ・ 30km の光ファイバーケーブルの両端に光子を配置し、量子情報と高速インターネットデータを同時に送信。中間点で量子測定を実施してテレポーテーションプロトコルを実行する一方、受信側では量子情報の品質を測定した。 ・ その結果、大量のインターネットデータの送信中でも量子情報が正常に送信されたことを確認。光ファイバーケーブルでの量子・古典通信の共存の可能性を探る調査は多く実施されているが、本研究の成果は新たなシナリオで量子テレポーテーションを示した最初の例となる。 ・ 次には、距離の延長、2組の光子によるもつれの交換や、実際の光ケーブルでの実験を予定している。 ・ 本研究には、米国エネルギー省(DOE)が資金を提供した。 <p>URL: https://news.northwestern.edu/stories/2024/12/first-demonstration-of-quantum-teleportation-over-busy-internet-cables/?fj=1</p>
	関連情報	<p>Optica 掲載論文(フルテキスト) Quantum teleportation coexisting with classical communications in optical fiber URL: https://opg.optica.org/optica/fulltext.cfm?uri=optica-11-12-1700&id=565936</p>

【ロボット・AI 技術分野】		2024/11/18
165-8	ドイツ連邦共和国・ミュンヘン工科大学 (TUM)	<p>ロボットによるエフォートレスな挙動の実現 (Effortless robot movements)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ TUM が、人間や動物による自然でエネルギー効率的な運動に関する知識を利用し、ロボットの挙動を効率化する数値ツールを開発。 ・ 四足歩行動物は、歩行開始後に徐々に速度を上げて行き、ある時点で自動的に早足で走るようになる。これは、歩き方を変えなければ、エネルギーがより多く必要となるため。この相関作用は 40 年以上も前に発見されたもの。 ・ また、硬い表面を歩行する場合はその筋肉の硬さを調整するといった、内因する適応力は自動的に起こるものだが、人間や複雑なロボットシステムでそれらを特定することは難しい。 ・ 本研究で開発した数値ツールで、それらのような本質的で高効率な運動を計算可能にし、システム中の効率的な動きを特定することに初めて成功。ドイツ航空宇宙センター(DLR)開発の四足ロボット BERT による試験を実施した。 ・ BERT による、極めてエフォートレスな、摩擦が無くエネルギーを必要としない歩行、早足や跳躍等の 6 つの運動パターンを特定。自然な振動パターンを活用することで、効率的な歩行方法の実現が可能という仮説を立証した。 ・ 3 基の BERT モデルの競争により、内因性運動法でプログラムされたモデルは、従来の運動パターンによるモデルよりもはるかに速く、よりダイナミックに跳躍・作動することを確認した。 ・ 適切なタイミングでインパルスを送る、コンピューター制御によるレギュレータを追加し、摩擦を伴う自然なシステムでのこれらの動きを実現。これは、ブランコを漕いでいる際に最も高い位置で後ろから押されることでエネルギーインパルスを受領することに例えられる。ただし、人間の場合は正確なタイミングで押すための計算を必要とせず直感的にこれを行うことができる。 ・ 本研究には、欧州研究機構(ERC) Advanced Grant を通じ、欧州連合(EU)が資金を提供した。 <p>URL: https://www.tum.de/en/news-and-events/all-news/press-releases/details/effortless-robot-movements</p>
	関連情報	<p>PLOS Computational Biology 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Finding the rhythm: Humans exploit nonlinear intrinsic dynamics of compliant systems in periodic interaction tasks</p> <p>URL: https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1011478</p>
	関連情報	<p>2024 European Control Conference(ECC)発表論文</p> <p>Swing-Up of a Weakly Actuated Double Pendulum via Nonlinear Normal Modes</p> <p>URL: https://arxiv.org/pdf/2404.08478</p>
	関連情報	<p>IEEE Robotics and Automation Letters 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Embodying Quasi-Passive Modal Trotting and Pronking in a Sagittal Elastic Quadruped</p> <p>URL: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10054156</p>

165-9	アメリカ合衆国・ジョンズ・ホプキンス大学	<p style="text-align: right;">2024/12/9</p> <p>複雑な工学的問題をスパコンよりも速く解決する新しい AI (New AI cracks complex engineering problems faster than supercomputers)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ジョンズ・ホプキンス大学、ヒューストン大学とイェール大学が、複雑なエンジニアリングの問題をスーパーコンピューターよりも迅速に解決する新たな AI フレームワーク、「DIMON (Diffeomorphic Mapping Operator Learning)」を開発。 ・ 様々な分野に多大な影響を及ぼす可能性のある極めて汎用的かつスケーラブルなアプローチで、形状、力や材料が変化する衝突試験や整形外科研究等のような、科学・工学分野のあらゆる問題の複数形状に関する偏微分方程式(PDE)の解の獲得に利用できる。 ・ 工学的な問題の解決における DIMON の適用可能性の実証に加え、実際の患者の心臓の非常に詳細なコンピューターモデルである、1,000 超個の心臓の「デジタルツイン」での試験を実施した。 ・ その結果、様々な心臓の形状における電気信号の伝搬状態を予測し、高い予測精度を達成。心臓のデジタルツインを使うことで、致命的な罹患の可能性の有無を診断し、治療法を提案することができるようになる。 ・ 心臓のスキャンから始まり、PDE による突然心臓死の危険性の予測と最適な治療計画の決定には通常約 1 週間を要するが、DIMON では心臓デジタルツインの予測計算時間を数時間から 30 秒に大幅に短縮。スーパーコンピューターではなくデスクトップコンピューターで実行できるため、日常の臨床ワークフローに取り入れることができる。 ・ 通常、PDE は飛行機の翼や臓器等の複雑な形状を小さな要素で構成されるグリッドやメッシュに分割し、それらの各要素で問題が解かれ、再結合されるが、衝突や変形等でこれらの形状が変化した場合にはグリッドを更新して問題を再計算する必要があるため、演算速度が遅くなり、コストがかかる可能性がある。 ・ DIMON では、形状をグリッドに分割して方程式を何度も解く代わりに、AI が学習したパターンをベースに熱、ストレスや挙動等の要因がどのように動作するかを予測する。これにより、設計の最適化や形状固有のシナリオのモデリング等のタスクが飛躍的に高速化・効率化される。 ・ 本研究は、米国立衛生研究所(NIH)、Leducq Foundation、Heart Rhythm Society Fellowship、米国エネルギー省(DOE)、米国立科学財団(NSF)と米国空軍研究所(AFRL)が支援した。 <p>URL: https://hub.jhu.edu/2024/12/09/trayanova-engineering-artificial-intelligence/</p>
	関連情報	<p>Nature Computational Science 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>A scalable framework for learning the geometry-dependent solution operators of partial differential equations</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s43588-024-00732-2</p>

165-10	アメリカ合衆国・バージニア大学 (UVA)	<p>次世代の宇宙ロケットを後押しする研究 (New UVA Professor's Research May Boost Next-Generation Space Rockets)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 将来の長期宇宙ミッションの鍵となる技術である、電気推進(electric propulsion:EP)スラスタを向上させる方法を探究する UVA が、プラズマビーム内の電子の挙動に関する新たな洞察を提供。 ・ EP スラスタから放出されるプラズマビーム内での電子(高速移動する微小な荷電粒子)の挙動とエネルギーは、プルーム(高温ガス噴流)のマクロ的なダイナミクスを決定する上で重要な役割を担う。これらの微視的な相互作用を研究することで、放出されるプラズマプルームと宇宙船との相互作用のより深い理解を目指す。 ・ 何年も続く可能性のあるミッションでは、EP スラスタは長期間にわたり円滑に継続して動作する必要がある。科学者やエンジニアは、潜在的な損傷を防止するために、プラズマプルームの挙動を深く理解する必要がある。 ・ 電気推進は中性ガス(通常はキセノン)をイオン化し、電界を使用してそれらのイオンを加速させる働きで、高速プラズマビームを形成したイオンが宇宙船を前進させる。化学ロケットに比べ、EP システムは燃料効率が大幅に高く、より少ない燃料でより遠くまで宇宙船を移動させることができる。 ・ EP システムは、多くの場合太陽電池パネルや小型原子炉で駆動されるため、人類を再び月に送り、最終的には宇宙飛行士を火星等に送ることを目指す、NASA のアルテミス計画等の宇宙での長期ミッションに適している。 ・ スラスタから放出されるプルームは、推進システム全体にとって極めて重要なもの。その中の一部の粒子は宇宙船に向かって逆流し、太陽電池パネルや通信アンテナのような宇宙船の重要な部品を損傷する等の予期せぬ問題を引き起こす可能性がある。 ・ 最新のスーパーコンピューターを搭載し、高度な「ノイズフリー」の計算方法であるブラソワシミュレーションにより、EP スラスタのプラズマビーム内の電子の挙動を調査。その結果、電子速度分布がビーム方向ではほぼマクスウェル曲線のような形状を示し、ビームの横方向では「トップハット」プロファイルと表現される形状を示すことを発見。 ・ さらに、電子熱流束(熱エネルギーが EP プラズマビームを移動する方法)が主にビームの方向に沿って発生し、過去のモデルでは完全には捉えられなかった独特のダイナミクスを伴うことを確認した。 <p>URL: https://engineering.virginia.edu/news-events/news/new-uva-professors-research-may-boost-next-generation-space-rockets</p>
	関連情報	<p>Plasma Sources Science and Technology 掲載論文(フルテキスト) Vlasov simulations of electric propulsion beam</p> <p>URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6595/ad98c0</p>

【バイオテクノロジー分野】

2024/12/1

165-11

アメリカ合衆国・デューク大学

優れた光ファイバーケーブルの作製方法をハマグリに問う

(To Build Better Fiber Optic Cables, Ask a Clam)

- ・ デューク大学とスタンフォード大学が、ハートコックルと呼ばれるハート型の二枚貝であるリュウキュウアオイの殻の特殊な光伝達構造について解明。光や信号を損失することなく、湾曲部を含んだ長距離での光の移動を可能にする光ファイバーケーブル設計の手掛かりとなる可能性が期待できる。
- ・ 電子顕微鏡とレーザー顕微鏡、コンピューターシミュレーションを通じ、ハートコックルの殻が束状に配列された髪の毛のように細い繊維から成る半透明の領域から構成され、特定の波長の光が貝の深部まで届いていることを発見した。
- ・ インド太平洋の温暖な赤道付近の海洋に生息するハートコックルは、その組織内に生息する微細藻類と相互共生の関係にあり、藻類が安全に生息・成長できる場所を提供する一方で、藻類が光合成で生成する糖類を得ている。殻を開くことで捕食者の脅威にさらされることなく、藻類の成長に必要な光を半透明の自然な天窓から供給している。
- ・ レーザー走査型顕微鏡で殻の3D形状を調査し、殻の各窓の下にある微小な半透明の小隆起がレンズとして機能することで、太陽光線が集束して藻類の棲む内部に入り込むことを発見した。
- ・ さらに、走査型電子顕微鏡による調査では、殻の大部分がアラゴナイトと呼ばれる炭酸カルシウムの薄層が様々な方向に積み重ねられた構造であることを確認。各窓内では、殻の材料が層状ではなく、密に充填された毛髪のような繊維を形成し、光の入射する方向に配列されている。
- ・ コンピューターシミュレーションの結果、この繊維のサイズ、形状、配列方向は、特に光合成に最適な波長である青色と赤色の領域の光を取り込むことと、貝のDNAに損傷を与える可能性のある紫外線の取り込みを回避することがわかった。
- ・ このように、繊維とレンズは、共生する藻類が可能な限り最高の光環境を得られるよう、不要な光の波長の排除、必要な光の波長の透過と貝の内部へ光を到達させる集光のシステムを構成している。
- ・ また、貝の内部の束状の繊維は極めて微小で密集しているため、光が照射されると、その下にある物体の高解像度画像が反対側に表示されることも発見。この画像投影機能の役割の解明にはさらなる研究を要する。
- ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)が支援した。

URL: <https://today.duke.edu/2024/12/build-better-fiber-optic-cables-ask-clam>

関連情報

Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)

Heart cockle shells transmit sunlight to photosymbiotic algae using bundled fiber optic cables and condensing lenses

URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-53110-x>

165-12	英国・キングス・カレッジ・ロンドン(KCL)	<p>揚げ物店からピットインヘー料理油をディーゼルのような効率的なバイオ燃料に変換 (From chip shop to pit stop – scientists make cooking oil biofuel as efficient as diesel)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ KCL とブラジル・Biorenewables National Laboratory(LNBR)が、使用済みの食用油からバイオ燃料を製造する新技術を開発。 ・ 新技術では、食用油に含まれる脂肪酸を酵素を使ってアルケン(ガソリンやディーゼル油等の燃料の構成要素)に分解し、現行の方法の 1000 倍の効率性でディーゼル燃料に匹敵する効果的なバイオ燃料の製造を可能にする。 ・ バイオ燃料は、植物や動物由来の再生可能な有機物質から製造される、多種多様なエネルギー源。従来の燃焼エンジンでガソリンやディーゼルを直接代替可能なバイオ燃料は、化石燃料の持続可能な代替品とされ、食品廃棄物由来では温室効果ガスを最大で 94%削減する。 ・ ただし、燃焼効率を低下させる酸素分子を多く含有することから、脂肪酸由来のバイオ燃料の生産するエネルギーがディーゼル油によるその 90%に制限される。ディーゼル油に匹敵させるにはより多くの原材料が必要となるため、コストが化石燃料の 2 倍に跳ね上がる。 ・ 本研究では、P450 デカルボキシラーゼと呼ばれる酵素を改変し、食品廃棄物に含まれる脂肪酸を分解して酸素を取り出し、高活性のアルケンを含むより効率的な燃料を製造した。 ・ 同酵素の働きに水を要することがアルケンの収量を低下させるが、改変した酵素を液体塩中で紫外線を照射しながら脂肪酸と混合して反応を活性化させ、アルケンの収量を大幅に高めた。これにより、燃料の生産に必要なエネルギーと原材料の量が低減され、持続可能性が飛躍的に向上する。 ・ さらに、同酵素はバイオ触媒であるため、白金のような従来の触媒は不要。また、反応の促進に紫外線を使用するため、過酸化水素のような有毒な化学物質の利用も回避できる。 ・ 新技術は、他の再生可能材料の利用を拡大させ、航空分野向けのガソリンや灯油を含む様々な燃料の生産を可能にするもの。P450 ファミリー酵素の水の必要性を回避する方法を確立することで、医薬品の効率的な生産等の分野での化学反応の改善での利用が期待できる。 ・ 本研究には、KCL とサンパウロ州研究支援財団(FAPESP)が資金を提供した。 <p>URL: https://www.kcl.ac.uk/news/from-chip-shop-to-pit-stop-scientists-make-cooking-oil-biofuel-as-efficient-as-diesel</p>
	関連情報	<p>Green Chemistry 掲載論文(フルテキスト) Enhancing the reactivity of a P450 decarboxylase with ionic liquids</p> <p>URL: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2025/gc/d4gc05292g</p>

165-13	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 style="text-align: right;">2024/12/16</p> <p>持続可能なタイヤ開発で PNNL とブリヂストンが協力 (More Sustainable Tires in Sight as PNNL and Bridgestone Team Up)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PNNL とブリヂストンは、熱の使用量と CO2 排出量を低減させる PNNL 開発(2018 年)の触媒を使用した、エタノール(ブリヂストンがリサイクルタイヤから供給)をブタジエンにワンステップで変換するプロセスの規模拡大に取り組む。 ・ PNNL の触媒は、他のエタノール-ブタジエン変換触媒に比べ、経時的に性能を損わずに高い選択性と収率性を提供する。エタノールとの混合で、触媒はまずその水素原子を分解してアセトアルデヒド(コーヒーや熟した果物等に含まれる化合物)を生成。さらに反応が進むと原子と結合が再配置され、ブタジエンを形成する。 ・ 従来、ブタジエンは蒸気分解と呼ばれるプロセスの副産物として生成される。製油所では原油(炭化水素分子の長鎖で構成)を加熱し蒸気と混合することでその化学結合を破壊し、より小さな炭化水素を生成する。 ・ それらの炭化水素をさらに精製することで、プラスチック製の食品パッケージング、合成繊維、自動車、トラック、飛行機の燃料やゴムタイヤ等に必要の原料が生成される。 ・ ゴムの需要の増加に伴いブタジエンの世界需要が高まる中、北米では原油ではなくシェールから天然ガスを抽出する方向に移行している。天然ガスの水蒸気分解によるブタジエンの生成量は原油によるそれに比べて少なくなるため、各国が天然ガスの抽出に切り替えればブタジエンの生産量が減少する。 ・ エタノールを使用することで、ブタジエン生産をより持続可能なものにできるが、さらに廃棄物からエタノールを生産する方法も検討する。現在、米国のエタノールの大部分がトウモロコシのデンプンから作られているが、藻類や食品廃棄物等のバイオマスからの生産も可能。また、廃水処理スラッジとして人間の排泄物や産業廃棄物をエタノール原料として使用することも検討する。 ・ ブリヂストンは、オハイオ州アクロンにパイロットプラントを建設する予定。パイロット研究の終了後までには、同触媒プロセスの商業化の準備が整うことを期待している。 ・ 本研究には、米国エネルギー省(DOE) 産業効率・脱炭素化局(IEDO)が 1,000 万ドルの資金を提供した。 <p>URL: https://www.pnnl.gov/news-media/more-sustainable-tires-sight-pnnl-and-bridgestone-team</p>
	関連情報	<p>PNNL ウェブサイト Ethanol to Butadiene in a Single Step</p> <p>URL: https://www.pnnl.gov/news-media/ethanol-butadiene-single-step</p>
165-14	アメリカ合衆国・カリフォルニア大学サンディエゴ校(UCSD)	<p style="text-align: right;">2024/12/19</p> <p>細胞信号伝達の秘密を解き明かす新しいソフトウェア (New Software Unlocks Secrets of Cell Signaling)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UCSD が、生体内の細胞信号伝達ネットワーク(細胞による環境からの様々な信号への反応を可能にしている分子相互作用の複雑なシステム)をシミュレートするソフトウェアパッケージ、SMART(Spatial Modeling Algorithms for Reactions and Transport)を開発。 ・ 細胞信号伝達ネットワークには多くの異なる段階が含まれており、細胞および細胞内成分の複雑な 3 次元形状に著しく影響されるため、既存のツールによるシミュレートが難しい。 ・ SMART はこの問題への解決策を提供し、システム生物学、薬理学、生物医学工学等、生命科学の多様な分野での研究の加速に役立てられる。 ・ 接着信号への反応による細胞信号伝達から、ニューロンと心筋細胞の細胞内領域におけるカルシウム放出イベント、単一ミトコンドリアの詳細な表現内での ATP の生成まで、生物システムの様々な規模での SMART の試験に成功。 ・ SMART は、細胞信号伝達ネットワークをモデル化するための柔軟、精確で効率的なツールを提供し、細胞の挙動に関する理解を深め、人間の疾病に対する新しい治療法の開発を推進する、より詳細なシミュレーションの可能性を開く。 ・ 本研究には、米国立科学財団(NSF)、ウー・ツァイ・ヒューマン・パフォーマンス・アライアンス、米国空軍科学研究所(AFOSR)、ハートウェル財団、カヴリ財団、欧州研究会議(ERC)、ノルウェー研究会議(RCN)、Jebsen Center for Brain Fluid Research およびフルブライト財団が資金を提供した。 <p>URL: https://today.ucsd.edu/story/new-software-unlocks-secrets-of-cell-signaling</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Spatial modeling algorithms for reactions and transport in biological cells</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s43588-024-00745-x#Sec9</p>

<p>165-15</p>	<p>アメリカ合衆国・スタンフォード大学</p>	<p>CO2 を削減して空気の成分から重要な肥料を作る新デバイス (New device produces critical fertilizer ingredient from thin air, cutting carbon emissions)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スタンフォード大学とサウジアラビア王国・ファハド国王石油鉱物大学が、持続可能な革新的アンモニア合成技術を開発。 ・空気中の窒素、風力エネルギーと、マグネタイト(磁鉄鉱)とナフィオンポリマーから成る触媒メッシュを使用し、クリーンで安価なアンモニアをオンサイト合成するプロトタイプデバイスを作製。 ・同技術完成時には、世界のエネルギーの 2%を消費し、天然ガスへの依存により年間の CO2 排出量の 1%を占める、高圧力・高温下窒素と水素による従来のアンモニア合成技術を代替する可能性が期待できる。 ・同デバイスの設計において、湿度、風速、塩分濃度、酸性度等の様々な環境要因がアンモニア生産に及ぼす影響に加え、水滴の大きさ、溶液濃度、水に溶けない物質と水の接触によるプロセスへの影響を調査した。 ・さらに、アンモニア生成に理想的な条件を決定し、これらの触媒物質が水滴とどのように相互作用するかを理解するために、酸化鉄、酸性ポリマーとフッ素、硫黄の最適な配合の試験を実施した。 ・触媒でコーティングしたメッシュに空気を通すことで、温室で水耕栽培肥料として使用できるほどの高濃度のアンモニアを生成。従来の方法とは異なり、新技術は室温・標準大気圧で動作し、メッシュへの外部電源の接続が不要。 ・分散型で環境に優しい農業へのアプローチに向けた大きな一歩となる。同デバイスを灌漑システムに統合し、農家は空気からの肥料を直接生成し、メーカーからの購入・輸送が不要となる。 ・研究室での実験では、噴霧システムを通じた水のリサイクルによるさらなる可能性を提示し、温室で栽培された植物に肥料を与えるのに十分なアンモニア濃度を僅か 2 時間で達成。微細孔のある石材製のフィルターを組み込むことで、同アプローチはより広範な農業用途の支援に十分なアンモニアを生成できる可能性がある。 ・商業化には 2~3 年がかかるが、その間、より大きなメッシュシステムを使用してより多量のアンモニアを生産する予定。アンモニアは肥料の他に、その高いエネルギー密度により、クリーンなエネルギーキャリアとして水素ガスよりも効率的に再生可能エネルギーを貯蔵・輸送できる。 ・本研究には、米国空軍科学研究所(AFOSR)およびファハド国王石油鉱物大学が資金を提供した。 <p>URL: https://news.stanford.edu/stories/2024/12/new-device-produces-critical-fertilizer-ingredient-from-thin-air</p>
	<p>関連情報</p>	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト) Onsite ammonia synthesis from water vapor and nitrogen in the air URL: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ads4443</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。