



海外技術情報(2025年7月9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】			
169-1	アメリカ合衆国・ハーバード大学	メタ表面の強化 (Doubling down on metasurfaces) <ul style="list-style-type: none">・ハーバード大学が、酸化チタン(TiO₂)のナノ構造を積層したメタ表面を開発。・メタ表面の技術を利用したメタレンズは、既存の半導体製造技術を用いて製造でき、従来のかさばる光学部品に代わる強力な選択肢として、イメージングシステム、拡張現実(AR)、分光法や通信に至るまで、コンパクトで軽量かつ多機能なアプリケーションを可能にする。・同大学では、約10年前に世界で初めて可視光領域で機能するTiO₂メタ表面を開発。その後Metalenz社を立ち上げ、内視鏡、義眼や望遠鏡レンズ等の様々なアプリケーションを実証。ただし、この単層ナノ構造設計では、偏光の操作に特定の要件が課される等の制限があった。・二層のメタ表面の理論的な可能性は検証されていたが、問題はその製造方法。本研究では、2つのメタ表面が強固に結合する一方で、化学的な影響を相互に及ぼさない、自立型の堅牢な構造を作製するプロセスを開発した。このような多層パターンングはシリコン半導体の世界では一般的だが、光学やメタ光学の分野では十分に研究されていなかった。・TiO₂ナノ構造を二層に重ねた新デバイスは、波長、位相、偏光といった光のあらゆる側面について、前例のない方法での制御を可能にし、光の構造化におけるメタ表面の新手法の可能性を提供するもの。・例えば、片側から1つの画像を投影し、反対側からは全く異なる画像を投影するシステムのような、新しい種類の多機能光学デバイスの実現が期待できる。さらなる多層化により、可視光から近赤外光までの領域での高効率で極めて広帯域な動作の実現等、より高度な光ベースの機能の可能性が開かれる。・本研究は、米国海軍研究室(ONR)、米国空軍科学研究局(AFOSR)や米国立科学財団(NSF)等が支援した。 <p>URL: https://seas.harvard.edu/news/2025/04/doubling-down-metasurfaces</p>	2025/4/1
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Free-standing bilayer metasurfaces in the visible</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-58205-7</p>	

169-2	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>自動実験の実現に向けた機械学習による成膜 (Moving to Autonomous Experimentation: Growing Thin Films with Machine Learning)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PNNL が、薄膜の成長過程で人間には感知できない微妙な変化を特定する機械学習(ML)プログラム、「RHAAPsody」を開発。 ・ 薄膜成長データに現れる変化を専門家よりも速く特定することができる新 ML 技術は、人間の介入無しでデータに基づいて判断する、機器を用いた自動実験の開発に向けた重要な一歩となる。 ・ 携帯電話から太陽電池、量子コンピューターに至るまで、薄膜は最新・新興技術に不可欠なもの。数時間にも及ぶ成膜プロセス中にできる限り早期に欠陥が検出できれば、成長中の薄膜を修正し、時間と費用を節約できる可能性がある。不可視である成長中の膜の構造の可視化には、1 秒毎に捕獲した電子線回折画像を収集する。 ・ これらの画像には、膜の結晶構造や表面地形の特徴に応じた縞模様や斑点等のパターンが映し出され、従来では人間がそれらのパターンを観察し、理想的な滑らかな表面や粗い表面等の構造へと膜が形成していく過程を追跡している。 ・ RHAAPsody は、ML アルゴリズムが機器の測定値を活用し易いデータ形式に変換して 1 秒毎にデータを比較し、変化の起こり始めるポイントを特定してにフラグを立てる。グラフィックベースの追加分析を通じて膜の構造を可視化し、膜の成長プロセス自体への理解を深めることができる。 ・ 成膜の専門家による酸化チタン(TiO₂)の堆積データの観察と画像上の変化の特定後、RHAAPsody は同一のデータで専門家と同様に変化点を検出しただけでなく、約 1 分早くフラグ付けすることができた。 ・ 完全に自律的な薄膜成長システムの構築を最終的な目標とし、次の段階では誤った膜構造の形成開始を検知し、成膜条件を調整して問題に対処できるようにする。新 ML 技術、コンピューターハードウェアと研究チームが開発したソフトウェアによる連携システムに、将来の自動実験の重要な要素となる新たな予測制御アルゴリズムを組み込む。 ・ 本研究は、PNNL の Laboratory Directed Research and Development (LDRD) Program の下、AT SCALE Initiative が支援した。 <p>URL: https://www.pnnl.gov/news-media/moving-autonomous-experimentation-growing-thin-films-machine-learning</p>
	関連情報	<p>Journal of Vacuum Science & Technology A 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Machine-learning-enabled on-the-fly analysis of RHEED patterns during thin film deposition by molecular beam epitaxy</p> <p>URL: https://pubs.aip.org/avs/jva/article/43/3/032702/3341018/Machine-learning-enabled-on-the-fly-analysis-of</p>

169-3	アメリカ合衆国・リーハイ大学	<p>材料欠陥の発生を予測する新しい機械学習モデル (Novel machine learning model can predict material failure before it happens)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リーハイ大学が、予測困難な材料の異常粒成長(AGG)の早期の兆候を特定する機械学習(ML)技術を開発。 ・金属やセラミック等の材料は結晶粒から構成され、航空機エンジンのような高温による継続的な加熱により原子が移動することで結晶が成長・収縮する。材料構造の将来の進化を予測するという新たな可能性を切り開き、航空宇宙や製造業等の様々な分野で使用される、より強固で高耐久性の金属やセラミックの開発が期待できる。 ・いくつかの結晶粒が隣接する結晶粒に比べて異常に大きくなると、例えば柔軟性を有する材料が脆くなる等、材料の特性を変化させる可能性がある。異常な結晶粒成長を計画的に回避できるような材料の設計が重要となる。 ・特定の合金の製造には無数の金属の組み合わせと濃度が考えられ、それらを個別に試験する必要があるがコストと時間がかかる。AGGの課題は、それが稀な現象であり、異常となる結晶粒が他の結晶粒と全く同じように見えること。 ・本研究では、経時的な結晶粒の変化と相互作用を分析する長短期記憶(LSTM)ネットワークとグラフ畳み込みネットワーク(GCRN)を組み合わせたディープラーニング(DL)モデルを開発。LSTMが物質の特性の評価をモデル化し、GCRNが予測に使用できるデータ間の関係性を構築する。 ・結晶粒が異常となった時点で各シミュレーションを合わせ、そこから遡って特性の変化を調査。これらの特性の一貫した傾向を把握することで、異常となる結晶粒を正確に予測する。 ・観察した事例の86%において、材料寿命の最初の20%以内に特定の結晶粒がAGGとなる可能性の予測に成功。今回は実際の材料のシミュレーションを実施したが、次は実際の材料の画像に新技術を適用し、予測の可能性を検証する。最終的な目標は、広範囲の高温・高応力下で高度に安定し、物理的な特性を維持できる材料を特定できるようにすること。 ・また、複雑なシステムでの前兆の特定もできるため、材料科学分野内外を問わず、材料の相変化、危険な病原体につながる変異等の事象の予測の可能性も考えられる。 ・本研究は、米国立科学財団(NSF)、米国防務研究局(ARO)、米国防務研究所(ARL)の Lightweight High Entropy Alloy Design(LHEAD)プロジェクトおよびリーハイ大学 Presidential NHI Initiative が支援した。 <p>URL: https://engineering.lehigh.edu/news/article/novel-machine-learning-model-can-predict-material-failure-it-happens</p>
	関連情報	<p>npj Computational Materials 掲載論文(フルテキスト) Learning to predict rare events: the case of abnormal grain growth URL: https://www.nature.com/articles/s41524-025-01530-8</p>

169-4	オーストリア・ウィーン工科大学(TU WIEN)	<p>効率的な熱電を実現する新しいハイブリッド材料 (New hybrid materials as efficient thermoelectrics)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ TU WIEN の率いる国際研究チームが、格子振動のコヒーレンス低減と電荷キャリアの移動度の向上を同時に達成する、低コストのハイブリッド熱電材料を開発。 ・ 熱を電気エネルギーに直接変換する熱電材料は、マイクロセンサーや小型電子部品への自律的な電力供給等、「モノのインターネット」において特に注目されている。熱電効率のさらなる向上には、格子振動による熱輸送を抑制し、電子の移動度を高める必要がある。 ・ 優れた熱電材料とは、電気伝導性に優れながら熱伝導性が可能な限り低く抑えられた一見矛盾する特性を有する材料。通常、優れた電気伝導体は熱伝導性にも優れている。 ・ 本研究では、本質的に異なる機械的特性を持ちながら電子特性の類似した2種類の材料を混合。具体的には、鉄、バナジウム、タンタルとアルミニウムの合金粉末(Fe₂V_{0.95}Ta_{0.1}Al_{0.95})をビスマスとアンチモンの粉末(Bi_{0.9}Sb_{0.1})と混合し、高温高圧下で圧縮成形して成形体を作製した。 ・ これら2種類の材料では化学的・機械的特性が異なるため原子レベルで混ざり合うことがないが、BiSb材料がFeVTaAl合金の結晶間のマイクロメートルサイズの界面に優先的に堆積する。 ・ これらの2種類の材料による格子構造において、量子力学的に許容される格子振動が全く異なっているため、熱振動は一方の結晶から他方の結晶へと伝達することができなくなる。 ・ これにより、界面では熱伝達が著しく阻害され、同時に電荷キャリアの移動は電子構造が類似しているため妨げられることなく、界面に沿って著しく加速される。これは、BiSb材料が、内部は絶縁体でありながら表面ではほぼ損失のない電荷輸送を可能にする特殊な量子材料である、トポロジカル絶縁体相を形成するため。 ・ このように熱輸送と電荷輸送を意図的に分離することで、新熱電材料の効率性を100%以上向上。1950年代に開発され、今日でも代表的な熱電材料とされているテルル化ビスマスをベースとした化合物に競合可能な熱電材料の開発の目標へと大きく前進する。 ・ 本研究には、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の未来社会創造事業、Lions Club Wien St. Stephan、ドイツ研究振興協会(DFG)およびOpen Access Funding Programmeを通じTU Vienna University Libraryが資金を提供した。 <p>URL: https://www.tuwien.at/en/tu-wien/news/news-articles/news/neue-hybridmaterialien-als-effiziente-thermoelektrika</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Decoupled charge and heat transport in Fe₂VAl composite thermoelectrics with topological-insulating grain boundary networks</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-57250-6</p>

169-5	アメリカ合衆国・バージニア大学 (UVA)	<p style="text-align: right;">2025/4/9</p> <p>より冷たく速く効果的に: 電子機器の加熱を制止する新方法を発見 (Cooler Faster Better: UVA Engineers Uncover a New Way to Stop Electronics from Overheating)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UVA が、六方晶窒化ホウ素 (hBN) を使用して光線のように熱を移動させ、電子機器の過熱を回避する技術を開発。 ・ スマートフォンからデータセンターまで、あらゆる現代技術には発熱の問題がある。デバイスの動作で発生する熱を十分な速さで冷却できなければ、デバイスの速度・効率性の低下や故障に至ることもある。 ・ 現在、冷却システムは金属製のヒートシンク、ファンや液体冷却に依存しているが、これらの方法は設置スペースを占有し、余分な電力を消費する。 ・ 新技術は、フォノンと呼ばれる低速の熱振動に代わり、驚異的な速度で熱を運ぶことができる特殊な波動の双曲型フォノンポラリトン (HPhP) を用いる。 ・ 通常、電子機器内の熱は池の波紋のように広がり、外側へと拡散するが、そのプロセスでエネルギーを損失する。新技術では熱を密にチャネル化された波動に変換し、線路を走る高速列車のように長距離を効率的に伝搬させる。 ・ hBN の上に設置した微小な金パッドを加熱することで、hBN の独自の特性を励起させ、エネルギーを高速のポラリトン波に変換する。このポラリトン波が金と hBN の界面から熱を瞬時に運び去る。 ・ バッテリー寿命を消耗することなく、より高速に動作するより効率的なスマートフォン、ノートパソコンや EV、また、より少ないエネルギーでより多くの処理を実行する強力な AI やデータセンター、さらに、より高精度で長寿命のインプラントや画像診断装置等、あらゆるものの設計方法を変える可能性がある。 ・ 本研究には、米国立科学財団 (NSF)、米国陸軍研究局 (ARO)、米国海軍研究室 (ONR)、ONR の Multi-University Research Initiative (MURI) on Twist-Optics 等が資金を提供した。 <p>URL: https://engineering.virginia.edu/news-events/news/cooler-faster-better-uva-engineers-uncover-new-way-stop-electronics-overheating</p>
	関連情報	<p>Nature Materials 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Ultrafast evanescent heat transfer across solid interfaces via hyperbolic phonon-polariton modes in hexagonal boron nitride</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41563-025-02154-5</p>

169-6	アメリカ合衆国・ローレンスリバモア国立研究所 (LLNL)	<p>コルゲートチップへの量子ドットの積層で光検出器の性能を向上 (Depositing dots on corrugated chips improves photodetector capabilities)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LLNL が、波形型の表面に量子ドット膜を単一ステップで堆積する技術を開発。量子ドットをベースとした近赤外光検出器の拡張性と性能の向上が期待できる。 ・ 近赤外光検出器は、バイオ医療センシングや防衛・セキュリティ技術に用いられている。その高性能化とコンパクトな集積型画像システムの実現には、単一のチップ上で複数の波長の光を同時に検出できるようにする必要がある。 ・ 半導体材料による微小結晶の量子ドットは、そのサイズの調整で様々な波長の光を吸収させる設計が可能。赤外線領域では、ピラミッドのような微細構造のアレイが光子を吸収する確率を高めることで光検出器の光学性能を向上させることができるが、従来の堆積方法ではこのような非平面形状に沿った均一でき裂のない量子ドット膜のコーティングが難しい。 ・ 本研究では、電界をかけた溶液中で荷電粒子を動かす電気泳動堆積法を採用してこの課題に対処。量子ドットをこのような液体環境に浸すと反対の電荷を持つ電極に向かって移動し、電極に到達して膜を形成する。電界のオン・オフで膜形成プロセスを停止・開始でき、パターン化されたチップの所定の領域に限定して量子ドットを堆積する、選択的なコーティングが可能となる。 ・ 従来、量子ドットは、溶液中でドットに結合して安定化させる分子の長鎖有機リガンドを用いて合成されるが、量子ドットの膜の形成後、これらの長鎖リガンドが絶縁体として働き、電荷輸送を阻害してデバイス性能を制限する。 ・ このような長鎖リガンドを除去する後処理により、量子ドット膜に大きなき裂を生じさせる可能性があり、製造時間の長期化と欠陥発生の可能性が高まる。そのため、導電性がより高く後処理が不要な短鎖リガンドを使用した量子ドット膜を作製した。 ・ 予想通りの光応答を示す、2つのシンプルな光伝導体を作製することで同技術を実証。本研究ではパターン化された基板上での量子ドット膜の作製を実証したが、次には領域毎にサイズの異なる量子ドット膜を形成し、複数の波長の光が検出可能なカスタムセンサーを作製する。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) Laboratory Directed Research and Development project の “Solid State Gamma Ray Detection Using Quantum Dots” の一部として実施された。 <p>URL: https://www.llnl.gov/article/52821/depositing-dots-corrugated-chips-improves-photodetector-capabilities</p>
	関連情報	<p>Nanoscale 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Single-step, conformal, and efficient assembly of ligand-exchanged quantum dots for optoelectronic devices via an electric field</p> <p>URL: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2025/nr/d4nr04620j</p>

169-7	アメリカ合衆国・ペンシルベニア州立大学 (PennState)	<p>安定性を確保して炭素の特殊な形態を実用化に近づける (Stability solution brings unique form of carbon closer to practical application)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PennState を始めとする国際研究チームが、安定したカルビン(炭素原子の一次元の鎖)を低コストで多量に合成する技術を開発。 ・ その薄さにもかかわらず驚異的な強度を有し、次世代エレクトロニクスへの応用が期待されてるカルビンは、その極度な不安定性により曲がったり折れたりしてしまうため、高度な研究に必要な量の製造がほぼ不可能であった。 ・ 一部の電子機器に既に利用されているグラフェン(原子レベルの薄さの二次元炭素材料)と同様に、カルビンの極めて高い強度と電子特性は、将来のエレクトロニクスに高速で効率的な性能を付与し、現在のシリコンベースの技術を超える革命をもたらす可能性を秘めている。 ・ カルビンは半導体ギャップを有するため、電子機器に電力を供給するスイッチであるトランジスタの製造に役立てられる。グラフェンはこのようなエネルギーギャップに欠け、電子が常に通過できるため、トランジスタとして機能させるには添加物や加工が必要。 ・ これまでの高温、高圧、化学反応性の高い環境と厚い多層カーボンナノチューブ(MWCNT)を使用して極微量のカルビンを合成する技術に代わり、新技術では低温で単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を利用する。 ・ まず、出発物質として機能する特殊な前駆体のコール酸塩アンモニウムを用い、大幅な低温でカルビンを合成する。ここでの予期せぬ発見は、コール酸(人体が有機化合物を溶解するために使用するコール酸塩)という一般的な溶媒が、追加の複雑な手順を経ることなくカルビン鎖に変換できるということ。 ・ 次に、カルビンの保護シェルとして、MWCNT の代わりに SWCNT を利用し、脆いカルビンの安定性とユニークな特性を確保する。穏やかなファンデルワールス力により、カルビンの一次元鎖を乱さず、SWCNT の壁への結合を回避する。 ・ 強相関物質でもあるカルビンの特性は、古典物理学の域を超え、次世代コンピューティングやナノテクノロジーへの応用が期待できる。同物質に関する疑問は多く残るが、安定したカルビンの大量合成手法の確立により、その可能性をより深く探求できるようになる。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE)と日本学術振興会(JSPS)が支援した。 <p>URL: https://www.psu.edu/news/materials-research-institute/story/stability-solution-brings-unique-form-carbon-closer-practical</p>
	関連情報	<p>ACS Nano 掲載論文(フルテキスト) Low-Temperature Synthesis of Weakly Confined Carbyne Inside Single-Walled Carbon Nanotubes URL: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.4c17104</p>

169-8	アメリカ合衆国・ワシントン州立大学 (WSU)	<p>3D プリンティング技術で「スマートなウェアラブル」の快適さと耐久性を向上 (3D printing technology improves comfort, durability of 'smart wearables')</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ WSU が、環境に優しいダイレクト・インク・ライティング(DIW)3D プリンティング技術による、快適さと耐久性を向上させたスマートファブリックの作製技術を開発。 ・ スマートファブリック技術は、スマートウォッチ等のデバイスと同等の機能を持つ衣料品としての可能性を秘め、医療、救急隊員、軍隊等やアスリートに向けたアプリケーションが期待されている。 ・ 同分野におけるこれまでの研究の大部分は、布地に技術的な機能を組み込むことに焦点を当てており、その感触やフィット感、日常的な使用や洗濯等のメンテナンスでの耐久性に対する配慮に欠けている。 ・ スマートファブリックの材料や技術では、一般的に非常に硬い布地が作製されている。例えばセンシング用の 3D プリント材料を使った T シャツには、身体にフィットし、しなやかで柔らかな感触が求められる。硬い布地は着心地が悪く、センシング機能も低下する。 ・ 初期のスマートウェアラブルデバイスは、導電性の糸やセンサー等の機能部品の布地への接着、織り込みや縫い付けにより作製されていた。プリンティングによる新手法は有望視されているが、快適さやメンテナンスの課題がある。 ・ 本研究では、カーボンナノチューブを含む生分解性のポリブチレンサクシネート(PBS)の溶液を DIW で 3D プリントした 2 種類の布地について、優れた導電性、機械的強度、ゲージ率に加え、繰り返される応力下での安定性を提示し、また同溶液が繊維に浸透して結合することで洗いやすさと耐摩耗性が得られることを確認した。また、生分解性で無毒性の溶剤であるシレンを加工に使用。これは、一般的に使用されている有毒性の溶剤よりも環境に優しいもの。 ・ プリントされた布地について、引張強度、導電性、モーションセンサーとしての機能等の特性を試験した結果、洗濯と乾燥を 20 回繰り返した後も布地が良好な性能を維持し、200 回の摩耗試験と 500 回の引張サイクル試験後も表面に傷やひび割れが生じないことを確認した。 ・ 最新の 3D プリンティング技術の研究では、布地の情報感知とモニタリング機能が焦点となっている。機能的なスマートウェアラブルの開発には、電源とデータ伝送技術も必要となる。本研究の成果は、スマートシステム全体の一部にすぎない。 ・ 本研究には米国立科学財団(NSF)が資金を提供した。 <p>URL: https://news.wsu.edu/press-release/2025/05/13/3%e2%80%91printing-technology-improves-comfort-durability-of-smart-wearables/</p>
	関連情報	<p>ACS Omega 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Flexible and Durable Direct Ink Writing 3D-Printed Conductive Fabrics for Smart Wearables</p> <p>URL: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.4c11367</p>

169-9	スウェーデン王国・チャルマース工科大学	<p>スーパーレーザーの可能性を開く帯域幅 10 倍の増幅器 (Amplifier with tenfold bandwidth opens up for super lasers)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ チャルマース工科大学が、既存の光ファイバーシステムの、1 秒あたり 10 倍のデータ伝送を可能にする、小型チップに搭載可能な光増幅器を開発。 ・ AI 技術の進展、ストリーミングサービスや新たなスマートデバイスの普及等により、2030 年までにはデータ通信量の倍増が予測されており、膨大な量の情報を処理できる通信システムへの需要が高まっている。 ・ インターネット、電気通信、その他のデータ集約型サービスに採用されている現行の光通信システムでは、光ファイバー内を高速で移動するレーザーパルスによってデータが伝送されている。 ・ 情報の品質を維持し、ノイズを低く抑えるには光増幅器が不可欠。光通信システムのデータ伝送容量は、増幅器の帯域幅、つまり処理可能な光の波長範囲によって大きく左右されるが、現在光通信システムに使用されている光増幅器の帯域幅は約 30nm。新光増幅器は窒化シリコン製で 300nm の帯域幅を有し、微細な螺旋型の導波路を備え、最小限の損失で効率的に光を伝搬する。 ・ 本研究の主要な革新点は、他のどのタイプの光増幅器よりも効果的にノイズを低減しながら、帯域幅を 10 倍に拡大すること。これにより、宇宙通信に使用されるような非常に微弱な信号を増幅することが可能になる。さらに、僅か数センチメートルサイズのチップに搭載できるほどの微細化にも成功した。 ・ 複数の光増幅器をチップ上に集積し、必要に応じて容易にスケールアップできることを実証。光増幅器はあらゆるレーザーにとって重要な部品であるため、広範囲の波長を高速に変化させられるレーザーシステムの開発にも有用となる。 ・ 僅かな調整を加えれば可視光と赤外光の増幅も可能となり、医療診断、分析、治療用のレーザーシステムにも利用できるようになる。広い帯域幅により、細胞や臓器のより精確な分析や画像化が可能になり、疾病の早期発見を容易にする。 ・ また、幅広い波長での動作に加え、コスト効率、コンパクトさとエネルギー効率にも優れ、レーザーシステムの小型化と低価格化にも貢献。新光増幅器をベースとした単一レーザーシステムは、ホログラフィー、分光法や顕微鏡検査等の複数の分野での活用が期待できる。 ・ 本研究には、スウェーデン研究評議会(VR)、クヌート・アンド・アリス・ウォーレンバーグ財団(KAW)および Chinese Fundamental Research Funds for the Central Universities が資金を提供した。 <p>URL: https://www.chalmers.se/en/current/news/mc2-amplifier-with-tenfold-bandwidth-opens-up-for-super-lasers/</p>
	関連情報	<p>Nature 掲載論文(フルテキスト) Ultra-broadband optical amplification using nonlinear integrated waveguides URL: https://www.nature.com/articles/s41586-025-08824-3</p>

169-10	アメリカ合衆国・ロチェスター大学	<p>実験的な量子通信ネットワークを開発 (University of Rochester and RIT develop experimental quantum communications network)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ロチェスター大学とロチェスター工科大学(RIT)が、オプティクス、量子情報とフォトニクスの専門知識を融合し、量子ネットワークの実現を可能にするフォトニック集積回路技術を開発。 ・ 実験的な量子通信ネットワークとそれぞれの大学のキャンパスを 2 本の光ファイバーケーブルで結ぶ Rochester Quantum Network(RoQNET)の約 18km の距離で、2 個の光子(光子)による室温下での情報送信を実証した。 ・ 情報の複製や傍受を不可能にする量子通信ネットワークは、情報伝送のセキュリティを大幅に向上させる可能性を秘めている。量子通信には原子、超伝導体やダイヤモンド等の材料の欠陥を用いて物理的に生成できる量子ビットが用いられるが、既存の光ファイバー通信回線で理論的には伝送可能で、長距離量子通信に最適な量子ビットは光子とされている。 ・ 将来的には、量子コンピューティングや量子センシングといった特定の用途においてそれぞれ独自の利点を有する量子ドットやトラップイオンのような量子ビット源による多種類の量子ビットが利用される可能性が高い。 ・ 実験的な量子ネットワークの開発例は他にもあるが、RoQNET では量子光生成のためのフォトニック量子集積回路と固体ベースの量子メモリノードを使用する点において前例がない。 ・ 光速で移動し、幅広い波長範囲を有する光子は、様々な種類の量子ビットとの通信を可能にするもの。RoQNET は分散量子エンタングルメントのテストベッドとなる。光ファイバー回線の量子通信利用に不可欠となっている、大型で高価な超伝導ナノワイヤー単一光子検出器(SNSPD)を不要にすることを目指す。 ・ 最終的には、RoQNET をニューヨーク州内のブルックヘブン国立研究所(BNL)、ストーニーブルック大学、米国防空軍研究所(AFRL)、ニューヨーク大学といった他の研究施設との接続を予定している。 ・ 本研究の成果は、ネットワークでの様々な種類の量子ビットによる量子通信の実現に焦点を当てた、通信の保護、分散コンピューティングやイメージングへの新たなアプローチを可能にする量子ネットワークの構築に向けた画期的な一歩となるもの。 ・ 本研究は AFRL が支援した。 <p>URL: https://www.rochester.edu/newscenter/experimental-communications-rochester-quantum-network-roqnet-651182/</p>
	関連情報	<p>Optica Quantum 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Heralded telecom single photons from a visible?telecom pair source on a hybrid PPKTP?PIC platform</p> <p>URL: https://opg.optica.org/opticaq/fulltext.cfm?uri=opticaq-3-2-211&id=570445</p>

【ロボット・AI 技術分野】		
169-11	アメリカ合衆国・コーネル大学	<p style="text-align: right;">2025/4/22</p> <p>人間の行動を見て学習して真似をするロボット (Robot see, robot do: System learns after watching how-tos)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コーネル大学が、人工知能(AI)による新しいロボットフレームワーク「RHyME (Retrieval for Hybrid Imitation under Mismatched Execution)」を開発。 ・ ロボットがハウツービデオを見るだけでタスクを学習できるようにし、ロボットの訓練に要する時間、労力と費用を大幅に削減することで、ロボットシステムの開発と導入の加速が期待できる。 ・ ロボットに基本的なタスクを遂行させるには、正確で段階的な指示が必要であり、工具を落としたりネジを紛失したりする等の想定外の事態が発生した場合に学習を中断する傾向がある。ロボットを扱う上での課題の一つは、ロボットによる様々なタスクの遂行時に膨大なデータを収集しなければならないこと。 ・ 家庭用ロボットアシスタントは、物理的な世界とその無数の不測の事態に対処する能力の不足により、近い将来での実用化は不可能。同大学では、実験室環境で人間が様々なタスクを実演するハウツービデオを用いてロボットを訓練している。 ・ このアプローチは「模倣学習」と呼ばれる機械学習(ML)の一分野。ロボットが一連のタスクをより速く学習し、現実世界の環境に適応できるようにするもの。言語を翻訳するように、特定のタスクを人間からロボットへと移行させる。 ・ ただし、人間の動きはロボットが追跡・模倣するには滑らかすぎるため、ビデオによるロボットの訓練には大量のビデオを要する。さらに、ナプキンを拾う、皿を重ねるといった挙動をゆっくりと完璧に実行する必要がある。これは、ビデオとロボットの動作の不一致が、ロボットによる学習の失敗の原因となるため。 ・ ロボットの挙動と適応性を高めるスケーラブルなアプローチの RHyME は、ロボットシステムが自身の記憶力を活用し、一度見ただけのタスクを実行する際に、過去に見たビデオを参照して点と点を繋げるように強化する。例えば、RHyME を搭載したロボットに人間がカウンターからマグカップを取って近くのシンクに置くビデオを見せると、ロボットは過去のビデオをくまなく調べ、カップを掴む、食器を下ろすといった類似の動作からヒントを得る。 ・ RHyME は、ロボットによる複数ステップのシーケンスの学習の訓練に必要なロボットデータの量を大幅に削減する。僅か 30 分のロボットデータで同システムを用いて訓練されたロボットは、従来の方法と比較してタスクの成功率が 50%以上向上した。 ・ 本研究は、Google、OpenAI、米国海軍研究室(ONR)および米国立科学財団(NSF)が支援した。 <p>URL: https://news.cornell.edu/stories/2025/04/robot-see-robot-do-system-learns-after-watching-how-tos</p>
	関連情報	<p>arXiv.org (コーネル大学図書館) 公開論文(フルテキスト) One-Shot Imitation under Mismatched Execution URL: https://arxiv.org/pdf/2409.06615</p>

169-12	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>AI モデルの訓練の不確定性の不安を解消 (It's Time to Get Comfortable with Uncertainty in AI Model Training)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PNNL が、AI モデルによる予測の信頼性を判定する、新しい不確実性定量化手法を開発。 ・ 材料開発では、材料特性の予測に実験・理論の両種のデータで訓練された様々な AI モデルが用いられている。これにより、実験的な試行錯誤にかかる時間やコストを大幅に低減することができる。 ・ AI モデルの予測の信頼性は、研究開発への投資に直結する問題。AI 予測の活用が期待されているが、現状ではその速さと精度はトレードオフの関係にあり、AI は依然としてブラックボックスと見なされている。 ・ 新手法では、ニューラルネットワークポテンシャル(NNP)による AI モデルの学習度合いを判定し、能動学習と呼ばれるプロセスを通じて、学習範囲外の予測である場合や、改善に向けてさらに学習が必要な箇所を特定する。 ・ 一部の不確実性モデルは、予測の誤差が大きな場合でも過信する傾向にあるが、これはほとんどのディープニューラルネットワークで一般的なこと。新手法を用いて学習したモデルは、こうした過信を軽減する指標を提供する。 ・ 本研究では、原子論的材料化学における最も先進的な基礎モデルの一つである MACE を用いて新手法を評価。特定の物質群のエネルギーの予測における同モデルによる学習の度合を計算した。 ・ これらの計算は、スーパーコンピュータ上で実行される時間とエネルギーをより多く消費する手法を、AI モデルがどの程度正確に近似できるかを理解する上で重要。この結果、正確な答えであるとの確信を持って計算できるシミュレーションが示された。 ・ このような信頼性と予測への確信は、AI ワークフローの日常的な実験室での作業への導入と、AI が信頼できるアシスタントとなる自律型の実験室の構築の実現に不可欠なもの。 ・ 新手法は、Scalable Neural network Atomic Potentials (SNAP)と呼ばれる大規模なリポジトリの一部として GitHub にて公開されている。 ・ 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部(BES)が資金を提供する、TEC4(Transferring exascale computational chemistry to cloud computing environment and emerging hardware technologies)プロジェクトが支援した。 <p>URL: https://www.pnnl.gov/news-media/its-time-get-comfortable-uncertainty-ai-model-training</p>
	関連情報	<p>npj Computational Materials 掲載論文(フルテキスト) Uncertainty quantification for neural network potential foundation models URL: https://www.nature.com/articles/s41524-025-01572-y</p>

【バイオテクノロジー分野】		
169-13	アメリカ合衆国・ワシントン州立大学 (WSU)	<p style="text-align: right;">2025/5/6</p> <p>トウモロコシの廃棄物をバイオ燃料用の低コスト糖に変換 (Scientists discover a new way to convert corn waste into low-cost sugar for biofuel)</p> <ul style="list-style-type: none"> WSU、米国立再生可能エネルギー研究所(NREL)や米国農務省(USDA)林産研究所(FPL)等から成る研究チームが、トウモロコシの茎葉等の農業廃棄物から糖を生産する新しいプロセスを開発。持続可能なバイオ燃料の実現に向けた新たな可能性を開く。 豊富で安価なバイオマスは、エネルギー源や貴重な化学品として大きな可能性を秘めているが、主要な課題はセルロースやリグニンのように複雑な構造を持つ分子を分解することの困難さや処理コストの高さ。その大きな可能性を引き出すには、複雑なポリマーをより効率的に分解して手頃な価格の糖を生産する新たな前処理技術の開発が不可欠となる。 安価な糖は、再生可能なバイオマスから燃料や有用製品を製造する新技術の商業的な成功の鍵となるもの。本研究では、リグニンとセルロースを豊富に含んだ農作物の残渣であるセルロース系バイオマスを、コスト競争力のある方法で効率的に糖に変換する方法を模索した。 新プロセスでは、トウモロコシの茎葉を水酸化カリウムと亜硫酸アンモニウムを用いてマイルドな温度下で前処理することで、酵素によるセルロース系ポリマーの糖への分解を促進する。糖の発酵によりバイオ燃料やバイオ製品に転換し、化学物質の回収が不要。 副産物の利用や販売を通じて生産コストを相殺することで、1 ポンドあたり 28 セントという低価格で得られた糖を販売でき、安価な輸入糖と競合できることを確認。特許申請済みの新プロセスは、廃棄物を排出せずにバイオリファイナリー向けの高品質な発酵性糖と、土壌に養分を補給できる肥料を生産する。次の段階ではパイロット規模での展開を目指す。 本研究には、米国エネルギー省(DOE) バイオエネルギー技術局(BETO)が資金を提供した。 <p>URL: https://news.wsu.edu/press-release/2025/05/06/scientists-discover-a-new-way-to-convert-corn-waste-into-low-cost-sugar-for-biofuel/</p>
	関連情報	<p>Bioresource Technology 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>A chemical-recovery-free ammonium sulfite-based alkali pretreatment of corn stover for low-cost sugar production via fertilizer use of waste liquor</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852425003682?via%3Dihub</p>

169-14	英国・ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン (UCL)	<p>「便ジニアリング」で牛糞を世界で最も多く利用されている材料に変換 (Feat of 'dung-gineering' turns cow manure into one of world's most used materials)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UCL とエディンバラ・ネピア大学が、牛糞から微細なセルロース繊維を抽出し、製造グレードのセルロースに変換するプロセスを開発。 ・ セルロースは世界で最も広く使用されている製造材料の一つ。植物の細胞壁に存在し、19 世紀半ばに写真フィルムの原料のセルロイド等の合成材料の製造に初めて利用された。今日では紙製品、繊維、食品や医薬品等のあらゆるものに使用されている。 ・ 2019 年の調査において、動物の排泄物量が 2003 年から 2030 年の間に 40%増加し、少なくとも 50 億トンに達すると推定されている。多くの農場では、肥料として合法的に使用できる量以上の堆肥を生産している。 ・ 牛糞等の酪農場からの廃棄物は、特に水路汚染、分解時の温室効果ガスの大気中への放出や病原体の拡散等、環境と人類にとって脅威となっている。また、それらの適切な処分も農家にとって負担になることが多い。 ・ 新プロセスは、資源を可能な限り再利用・転用することで廃棄物と汚染を最小限に抑える循環型経済の好例となる。同プロセスを導入することで、製造業者、酪農家や環境のそれぞれにメリットがもたらされる。 ・ UCL の Mohan Edirisinghe 教授の率いる研究チームは、圧力と回転力を同時に利用して高分子の液体噴出から繊維、ビーズ、リボンやフィルム等を製造する加圧紡糸法を 2013 年に発明し、数々の賞を獲得している。ただし、牛糞に含まれるセルロースの断片を穏やかな化学反応と均質化で抽出し、液体に変換することは比較的容易であったが、加圧紡糸法で断片を繊維にすることができなかった。 ・ 本研究では、ノズルの付いた水平軸回転の容器を用い、静水または流水に液体を噴射することでセルロース繊維を形成可能であることを発見。液体の粘度を変えることで、メッシュ、フィルム、リボン等、多様な製造用途に向けた形態を作製することができた。 ・ 新プロセスの機能の解明が今後の課題。既存の加圧紡糸技術を用いることで、比較的容易にスケールアップもできる。エネルギー効率に優れ、電界紡糸等の他の繊維生産技術に必要な高電圧も不要。既存の加圧紡糸機器との統合も比較的容易だが、大きな課題は原料である牛糞の調達と輸送のロジスティクス。現在、酪農家と協力し、この技術を活用して規模拡大を図る機会を模索している。 ・ 本研究は、英国研究技術革新機構(UKRI)のグラントにより実施された。 <p>URL: https://www.ucl.ac.uk/news/2025/may/feat-dung-gineering-turns-cow-manure-one-worlds-most-used-materials</p>
	関連情報	<p>Journal of Cleaner Production 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Harnessing cow manure waste for nanocellulose extraction and sustainable small-structure manufacturing</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652625008807?via%3Dihub</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。