



# 海外技術情報(2024年3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](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】			
156-1	アメリカ合衆国・デューク大学	<p><b>過酷な環境を耐える数百種類の新しいセラミクスを発見する計算的手法</b> (Computational Method Discovers Hundreds of New Ceramics for Extreme Environments)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ デューク大学率いる研究チームが、遷移金属炭窒化物またはホウ化物による、高熱・高温耐久性の新しい種類のセラミクス材料を迅速に特定するコンピューティング技術、Disordered Enthalpy-Entropy Descriptor (DEED)を開発。</li><li>・ 最初の実証にて 900 種類の高性能材料の合成の可能性を予測し、そのうち 17 種類の試験・製造に成功。鋼鉄よりも硬く、化学的な腐食環境下でも安定した材料による、数千度超の高温下でも機能するデバイスの開発や、新しい耐摩耗・耐腐食コーティング、熱電、電池、触媒、耐放射能デバイス基礎を築く可能性がある。</li><li>・ デューク大学が維持・管理する Duke Automatic-FLOW for Materials Database (AFLOW) は、材料最適化に向けた多くのオンラインツールにつながる材料特性データの巨大な貯蔵庫。この豊富な情報を用いることで、複雑な原子動力学のシミュレーションや研究室での材料作製を不要にし、アルゴリズムによる未知の混合物の特性の正確な予測が可能となる。</li><li>・ 同大学では過去数年間に原子が無秩序に混合した構造で安定性を高めることのできる「高エントロピー」材料の予測能力の開発に取り組み、よりシンプルで特殊なケースである高エントロピーカーバイドを 2018 年に発見している。</li><li>・ エンタルピーとエントロピーは、どちらも最終製品に吸収されるエネルギーと熱の量の尺度であり、これらを迅速に定量化するには、製作可能な何十万種類もの元素の組み合わせを含んだエネルギーを計算する必要がある。</li><li>・ DEED は無秩序で安定したセラミクスの新組成の予測の他に、それらの固有の特性の特定に向けた分析支援にも役立てられる。様々なアプリケーションに最適なセラミクスの特定には、これらの計算に改良を加え、物理的な試験の実施が必要。</li><li>・ DEED は特に熱間圧接(構成要素の粉末を 4000Fの高温・真空下で加熱しながら数時間加圧)による製造方法に適する。最終の放電プラズマ焼結法は 研究室では一般的な材料科学分野の新興技術。完成したセラミクスは、濃い灰色から黒色の金属質の外観だが従来セラミクスと同様に硬く砕け易く、ステンレス鋼のような合金の密度・質感をもつ。</li><li>・ DEED の利用を通じ、様々なアプリケーション用の新セラミクス材料の合成・特性試験の普及が期待できる。本研究は、米国国防総省(DOD) Multidisciplinary University Research Initiative(MURI)コンペおよび High Performance Computing Modernization Program(HPC-Frontier)が支援した。</li></ul> <p>URL: <a href="https://pratt.duke.edu/news/deed-ceramics/">https://pratt.duke.edu/news/deed-ceramics/</a></p>	2024/1/3

	関連情報	<p>Nature 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Disordered enthalpy-entropy descriptor for high-entropy ceramics discovery</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41586-023-06786-y">https://www.nature.com/articles/s41586-023-06786-y</a></p>
156-2	アメリカ合衆国・カリフォルニア大学アーバイン校(UCI)	<p style="text-align: right;">2024/1/4</p> <p><b>敵を欺き信号を送るオオマルモンダゴに着想した技術</b> (UC Irvine engineers invent octopus-inspired technology that can deceive and signal)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ UCI が、オオマルモンダゴの生態に着想した誘電エラストマーアクチュエーター(DEA)を開発。</li> <li>・ 西太平洋とインド洋に生息するオオマルモンダゴは、神経毒を使って獲物を捕らえ、茶色の身体のリング状の模様を青く発光させて敵を威嚇し追い払う。瞬時の筋肉収縮で皮膚の表面色や身体形状を変化させることで、擬装したり情報を伝達したりする。</li> <li>・ 本研究では、オオマルモンダゴによるその皮膚の模様を迅速に切り替える機能に着目。その身体の模様に類似した、青いリングで縁取った茶色の薄膜とアクリル誘電エラストマーメンブレンを、上部と底部のプロトン伝導透明電極で挟んだ構造の DEA を作製した。</li> <li>・ 誘電エラストマーメンブレンの材料には、ベンゼン環が直線状に縮合した有機化合物のアセンを採用。アセンは、合成が容易で電気特性の調整や光学特性の制御が可能といった有利な特性を多く備えている。</li> <li>・ 本研究では、調整可能な分光学的特性、簡易なベンチトップ製造や大気・照明下での安定性等の、アセンの中でも優れた特性を有する、環数が 9 個のノナセン様分子を設計。同分子の刺激応答性がコンピューターで予測できることを実証し、コンピューターによる他のカモフラージュ技術の可能性を開いた。</li> <li>・ 研究室での新 DEA の試験の結果、500 回超のアクチュエーション切替え後もほとんど劣化せず、ユーザーの介入なく自己修復を確認した。紫外線、可視光線、近赤外線での優れた機能も実証。オブジェクトの検出不能化や秘密裏での信号送信が可能となる。</li> <li>・ ノナセン様分子（およびその変異体）の光物理的な堅牢性と全般的な加工可能性は、発光ダイオードや太陽電池等の従来のオプトエレクトロニクスシステムにおける、これらの化合物に関する今後の研究の機会を開くもの。</li> <li>・ 本研究には、米国海軍研究室(ONR)、米国国防高等研究計画局(DARPA)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://news.uci.edu/2024/01/04/uc-irvine-engineers-invent-octopus-inspired-technology-that-can-deceive-and-signal/">https://news.uci.edu/2024/01/04/uc-irvine-engineers-invent-octopus-inspired-technology-that-can-deceive-and-signal/</a></p>
	関連情報	<p>Nature Communications(フルテキスト)</p> <p>Octopus-inspired deception and signaling systems from an exceptionally-stable acene variant</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41467-023-40163-7">https://www.nature.com/articles/s41467-023-40163-7</a></p>

156-3	アメリカ合衆国・ブルックヘブン国立研究所 (BNL)	<p><b>DNA のハッキングで次世代の材料を作製</b> (Hacking DNA to Make Next-Gen Materials)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ BNL、コロンビア大学とストーニーブルック大学が、DNA の誘導によるアセンブリー技術(DNA-directed assembly) をベースに、様々な種類の金属・半導体 3D ナノ構造体を作製する技術を開発。</li> <li>・ 導電性、感光性や磁性等の有益な特性を生じさせるような分子配列を「導く」ように DNA 鎖をプログラムすることで、切り替え可能な薄膜や 3D ナノ超伝導体等の機能性材料をこれまでに作製している。</li> <li>・ この技術の研究を次の段階へと進め、DNA 格子中にシリカを成長させてより強靱な構造体の作製に成功し、ワイドバンドギャップ半導体の可能性を開いたが、より効率的に金属や半導体材料を製造する技術の開発が必要とされている。</li> <li>・ 本研究では、DNA 誘導型アセンブリーに気相浸透法(VPI)を取り入れ、気体の金属元素前駆体をシリカ格子に結合させた 3D 金属構造体の作製に成功。VPI は、マイクロエレクトロニクス材料や水素分離膜等に使用されている技術。</li> <li>・ また、液体の前駆体を使用する液相浸透法(LPI)を通じ、他の金属塩をシリカ格子に結合させることで多様な金属構造体も作製。VPI と LPI の両技術を取り入れることでより詳細な制御が可能となり、DNA 格子を保持しながら 3D 無機ナノ構造体を製造する。</li> <li>・ VPI での気体の前駆体が LPI の様々な金属塩と結合し、より複合的な構造体の迅速な作製が可能に。亜鉛、アルミニウム、銅、モリブデン、タンゲステン、インディウム、スズや白金の多様な組み合わせを含む、高度に構造化された 3D ナノ材料の作製を実証。このような VPI・LPI を統合した DNA 誘導型アセンブリー技術を通じ、絶縁材料に酸化亜鉛等の金属酸化物半導体を添加して 3D ナノ構造体に導電性と感光性を付与した。</li> <li>・ 複雑なナノ構造の詳細の解明と、新技術の有効性とシリカ格子への化学物質の浸透具合の確認のため、米国立シンクロトロン光源Ⅱ(NSLS-Ⅱ)での 3D ナノ構造体の特性の調査、電子顕微鏡施設でのこれらの高解像度画像生成、また、NSLS-Ⅱの各ビームラインによるそれらの 3D 原子配列や、構造と化学物質組成の 3D 画像生成を実施した。</li> <li>・ この新技術は微細スケールでの先進的製造におけるブレイクスルーの土台を築くもの。本研究は米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=121640">https://www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=121640</a></p>
	関連情報	<p><b>Sicence Advances 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Three-dimensional nanoscale metal, metal oxide, and semiconductor frameworks through DNA-programmable assembly and templating</p> <p>URL: <a href="https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adl0604">https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adl0604</a></p>

156-4	アメリカ合衆国 ・カリフォルニア大学校 アーバイン校(UCI)	<p style="text-align: right;">2024/1/31</p> <p><b>量子材料研究のブレイクスルー</b> (UC Irvine scientists make breakthrough in quantum materials research)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ UCI とロスアラモス国立研究所(LANL)が、ガラス等の日常的な材料を量子コンピューターの導電性材料に変換する方法を発見。</li> <li>・ 原子レベルで加える最適な歪みがこの材料転換の鍵となる。「ベンディング・ステーション」と呼ばれる特別な器具を作製し、ペンタテルル化ハフニウム(HfTe5)のサンプルで材料変換を実証した。</li> <li>・ 高品質の HfTe5 サンプルの原子構造に歪みを加えると、微弱なトポジカル絶縁位相から強力な絶縁位相への変移が起こり、サンプルの抵抗率の 190,500%の向上と、極低温度での電子輸送を超えるトポロジー表面準位の優位性を確認した。</li> <li>・ 加える歪みを制御することで、原子構造の変化の切り替えも可能なため、将来的には量子コンピューターのオン・オフスイッチとしての利用も期待できる。</li> <li>・ 本研究の成果は、ファンデルワールス材料やヘテロ構造におけるトポロジー位相研究へのこの材料変換手法の一般化の可能性とともに、HfTe5 がトポジカル特性を作り出す材料として適当であることを実証するもの。</li> <li>・ 量子デバイスの開発に有望な本技術は、他の量子材料の実験にも適用できる。現在、量子コンピューターは、IBM や Google、Rigetti 等の企業のオフィスに導入されているが、それらに加え、他の企業が日常的に利用できる効果的な量子コンピューターを探求している。</li> <li>・ 本研究には、米国立科学財団(NSF)グラントの UCI-MRSEC と LANL Directed Research and Development Development Directed Research program funds が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.uci.edu/2024/01/31/uc-irvine-scientists-make-breakthrough-in-quantum-materials-research/">https://news.uci.edu/2024/01/31/uc-irvine-scientists-make-breakthrough-in-quantum-materials-research/</a></p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Controllable strain-driven topological phase transition and dominant surface-state transport in HfTe5</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41467-023-44547-7">https://www.nature.com/articles/s41467-023-44547-7</a></p>

【ロボット・AI 技術分野】		
156-5	アメリカ合衆国 ・国立標準 技術研究所 (NIST)	<p style="text-align: right;">2024/1/4</p> <p><b>AI システムの挙動を操作するサイバー攻撃を特定</b> (NIST Identifies Types of Cyberattacks That Manipulate Behavior of AI Systems)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ NIST が、敵対的攻撃(adversary attacks)に対する AI や機械学習(ML)の脆弱性を特定し、その対処・軽減方法を提案する報告書を発表。</li> <li>・ 産学官の協力による研究成果で、AI 開発者やユーザーによる敵対的攻撃への対処の支援と敵対攻撃軽減のアプローチを提供する。NIST による信頼できる AI 開発支援の一環として、NIST の AI リスク管理フレームワークの運用を促進するもの。</li> <li>・ あらゆる種類の AI システムへの敵対攻撃のテクニックと方法論の全体像を提供し、文献で報告されている現行の攻撃軽減戦略についても言及。現行の防御方法ではリスクの完全な軽減効果が確認されていないため、コミュニティからのより効果的な防御策の発案を奨励している。</li> <li>・ 現代社会に浸透する AI システムは、自動運転、医師の診断支援、オンラインチャットボットとして顧客とのやり取りまで様々な分野で利用されている。これらのタスクを学習するために、膨大な量のデータを使用して AI を訓練する。</li> <li>・ 例えば、自動運転では高速道路や道路標識の画像データで、また、大規模言語モデル(LLM) ベースのチャットボットにはオンライン会話のデータを学習させる。これらのデータは、特定の状況における AI による対応の予測に役立つ。</li> <li>・ ただし、データソースにはウェブサイトや一般人とのやり取りが含まれ、データの信頼性が大きな課題の一つとなる。AI の訓練中・訓練後に悪意のある攻撃者がデータを破壊することで、チャットボットが悪口や人種差別的な言葉による応答を学習してしまう。AI 訓練データセットはあまりにも膨大で人間が適切に監視・選別することができなため、AI を誤認から保護する確実な方法はまだ存在しない。</li> <li>・ 本報告書では、回避、ポイズニング、プライバシー、悪用の 4 種類の敵対攻撃を設定し、攻撃者の目標、目的、能力、知識といった複数の基準で分類。これらの敵対攻撃の多くは最低限の AI の知識や攻撃能力での実行が可能。例えばポイズニング攻撃は、訓練セット全体のうちの僅か数十個の訓練サンプルの制御で実行される。</li> <li>・ 敵対攻撃に対する現行の防御方法には限界があることを、AI 開発者・組織が認識することが重要。AI は著しい進歩を遂げているが、AI アルゴリズムの安全性確保には未解決の問題があり、攻撃に対して脆弱なため、悲惨な結果を招く大きな失敗を引き起こす可能性がある。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.nist.gov/news-events/news/2024/01/nist-identifies-types-cyberattacks-manipulate-behavior-ai-systems">https://www.nist.gov/news-events/news/2024/01/nist-identifies-types-cyberattacks-manipulate-behavior-ai-systems</a></p>
	関連情報	<p>NIST Information Technology Laboratory Computer Security Resource Center 発表論文(フルテキスト) Adversarial Machine Learning: A Taxonomy and Terminology of Attacks and Mitigations URL: <a href="https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-2e2023.pdf">https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-2e2023.pdf</a></p>

156-6	アメリカ合衆国・オークリッジ国立研究所 (ORNL)	<p><b>世界最強のコンピューティングシステムで GNNs のスケーラビリティを実証</b> (Researchers at ORNL demonstrate scalability of GNNs on world's most powerful computing systems)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ORNL とバークレー国立研究所(LBNL)が、米国最強のスーパーコンピューターでの、グラフ・ニューラル・ネットワーク(GNNs)のスケールアップを実証。今日のデータ中心的な科学的課題への対処における重要な進展となる。</li> <li>最も複雑な科学的課題の解決には、数百万もの変数の間のリンクを追跡する必要があり、科学データセットが膨大になるほどこれらのリンクも複雑化する。ペタバイトやエクサバイトのデータが生成される実験では、創薬、材料開発やサイバーセキュリティ等のプロセスのリンクを追跡することが極めて困難。</li> <li>GNNs を利用することで、これらのリンクをマッピングし、その関係性を解明することができるようになり、問題の解決や科学的な発見が加速される。本研究では、「HydraGNN」と呼ばれる ORNL の GNN アーキテクチャについて、ORNL の「サミット」および「フロンティア」、また、LBNL の「パールマター」の各スーパーコンピューターでのスケールアップを実証した。</li> <li>材料特性を高速・精確に予測する HydraGNN は、固体材料の格子構造をグラフとして抽象化することで原子情報を利用し、原子はノードで、金属結合はエッジでそれぞれ表される。これには材料の構造の情報が取り込まれているため、従来のニューラル・ネットワークに必要な、演算に高いコストがかかるデータの事前処理が不要となる。</li> <li>HydraGNN は期待の代理モデルであり、膨大な量の第一原理データで訓練されれば現在最先端の物理ベースのモデルに必要な計算時間の数分の1で材料特性を高速・精確に予測できるようになる。</li> <li>本研究は、科学研究と国家安全保障において、安全で信頼性が高く、エネルギー高効率の AI の確保を目的とした ORNL の AI イニシアティブの一部。機械学習アルゴリズムの利用による低 SN 比信号からの情報抽出の実証、僅かな訓練データでモデリングとシミュレーションを高速化するアルゴリズムの開発、また、てんかん発作を検出する新たな生体模倣ニューロモルフィックデバイス設計等、学際的な研究チームによる実証を支援している。</li> <li>本研究は、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)、ORNL の Laboratory Directed Research and Development (LDRD) Program の一部の AI イニシアティブ、また、Advanced Scientific Computing Research (ASCR) が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.ornl.gov/news/researchers-ornl-demonstrate-scalability-gnns-worlds-most-powerful-computing-systems">https://www.ornl.gov/news/researchers-ornl-demonstrate-scalability-gnns-worlds-most-powerful-computing-systems</a></p>
	関連情報	<p><b>ORNL テクニカルレポート</b></p> <p>User Manual – HydraGNN: Distributed PyTorch Implementation of Multi-Headed Graph Convolutional Neural Networks</p> <p>URL: <a href="https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub206055.pdf">https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub206055.pdf</a></p>

【バイオテクノロジー分野】		2024/1/17
156-7	アメリカ合衆国・オークリッジ国立研究所 (ORNL)	<p><b>植物と微生物の関係を巡視する真菌の「バウンサー」</b> (Fungal ‘bouncers’ patrol plant-microbe relationship)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ORNL が、真菌による特化代謝物の生産と、それを引き起こす化合物の関係性を予測する 2 種類のモデリング・フレームワークを開発。</li> <li>・ 真菌が生産する特化代謝物は、例えば、ポプラの木のようなバイオエネルギー植物が過酷な環境条件下で成長し、地下土壌に炭素をより多く貯蔵できるようにする。また、クエン酸等の食品添加物、細菌感染やがんの治療薬、殺虫剤や除草剤の製造にも使用されている。</li> <li>・ 真菌でこのような特化代謝物を作る生合成遺伝子クラスター(BGCs)は、外部の化合物や環境条件に促されて発現する。ORNL では、特化代謝物の蓄積量の向上のために、データ駆動型のアプローチによって、真菌の代謝物の生産を最も効率的に刺激する化合物を予測した。</li> <li>・ その結果を <i>Aspergillus fumigatus</i>(アスペルギルス・フミガタス)の培養菌と質量分析法および公開データセットとの比較を通じて評価し、特化代謝物の特定・抽出と、特性を決定する従来の煩雑なプロセスの速度を大幅に向上させた。</li> <li>・ 新フレームワークでは、微生物間、または微生物と植物間の相互作用のようなプロセスの複雑な関係性を分析する機械学習アプローチであるグラフ理論を活用。これにより、真菌の特定の代謝物生産を引き起こす化学的な信号の特定や、分析対象として重要となる真菌種の選定も可能となる。</li> <li>・ 本研究は、ORNL の植物-微生物インターフェイスの科学的フォーカスエリア(SFA)の一環として、根圏(植物の根環境)における植物と微生物の相互に有益な関係をよりよく理解することを目的としている。この情報は、バイオエネルギー、環境修復、土壌炭素貯蔵に関連する課題への対処に活用できる。</li> <li>・ 同 SFA では、バイオエネルギー生産に向けて ORNL が研究する重要なバイオマス作物のポプラに焦点を当てている。ポプラの根圏に見られる、炭素循環に重要な微生物の <i>A.fumigatus</i> のような菌類は、ナイトクラブのバウンサーが入場客を制限するように、根圏に近づくことのできる微生物を選別する。</li> <li>・ 本研究には、ORNL の SFA の一環として、Genomic System Sciences Program、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)および 生物・環境研究局(BER)が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.ornl.gov/news/fungal-bouncers-patrol-plant-microbe-relationship">https://www.ornl.gov/news/fungal-bouncers-patrol-plant-microbe-relationship</a></p>
	関連情報	<p><b>米国科学アカデミー紀要(PNAS) Nexus 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>A glimpse into the fungal metabolomic abyss: Novel network analysis reveals relationships between exogenous compounds and their outputs</p> <p>URL: <a href="https://academic.oup.com/pnasnexus/article/2/10/pgad322/7286277?login=false">https://academic.oup.com/pnasnexus/article/2/10/pgad322/7286277?login=false</a></p>
	関連情報	<p><b>mSystems 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Lipo-Chitooligosaccharides Induce Specialized Fungal Metabolite Profiles That Modulate Bacterial Growth</p> <p>URL: <a href="https://journals.asm.org/doi/10.1128/msystems.01052-22">https://journals.asm.org/doi/10.1128/msystems.01052-22</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。