



# 海外技術情報(2026年5月13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】			
177-1	アメリカ合衆国・コーネル大学	<p><b>電子顕微鏡が半導体の「マウスバイト」による欠陥を可視化</b> (Electron microscopy shows 'mouse bite' defects in semiconductors)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーネル大学が、コンピューターチップの性能を低下させる可能性のある原子レベルの欠陥を、高解像度 3D 画像処理手法である電子顕微鏡ピクセル検出器(EMPAD)を用いて検出することに初めて成功。</li> <li>・ コンピューターチップの微細な欠陥は、半導体業界の直面する長年の課題。技術の複雑化が進み、部品が原子レベルにまで微細化している現在はその重要性がさらに高まっている。</li> <li>・ コンピューターチップの中核を成すトランジスタは、電気ゲートによって開閉されるチャンネルに電流が流れる微細なスイッチ。20 世紀半に登場した当時は平面的に配置されていたが、スペースの不足につれて垂直方向へと 3 次元的に積層されるようになっている。</li> <li>・ この 3D 構造は細胞内の分子レベルに近いスケールとなり、現在の高性能チップ 1 個には数十億個のトランジスタが搭載されている。ただし、このような微細化と共に問題の特定と解決が困難となっている。</li> <li>・ EMPAD は、トランジスタを通過した電子の詳細な散乱パターンを収集する計算画像処理手法。スキャン位置ごとのこれらのパターンの変化を比較することで、極めて鮮明な画像を再構築する。ギネス世界記録にも認定されている超高精度で、原子をかつてないほど詳細に捉えた世界最高解像度の画像を実現できる。</li> <li>・ 同手法により、チャンネル内の「マウスバイト(ネズミの噛み跡)」と称される界面粗さの検出に成功。この粗さは、最適化された成長プロセス中に形成される欠陥に起因するもの。同手法の検証には、ナノエレクトロニクス研究拠点の Imec で成長させたサンプル構造を使用した。</li> <li>・ 同画像処理手法によるこの成果は、台湾積体回路製造(TSMC)とASMとの共同研究によるもの。携帯電話からノートパソコン、データセンターに至るまで、現代のコンピューターチップを搭載したほぼ全ての機器に影響を与える可能性がある。</li> <li>・ 十分に解明されていない材料の極めて高度な構造制御を必要とする量子コンピューター等の次世代技術の課題の対処にも、大きな恩恵をもたらす可能性が期待できる。</li> <li>・ 本研究には、TSMC が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://news.cornell.edu/stories/2026/03/electron-microscopy-shows-mouse-bite-defects-semiconductors">https://news.cornell.edu/stories/2026/03/electron-microscopy-shows-mouse-bite-defects-semiconductors</a></p>	2026/3/2
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) 3D atomic-scale metrology of strain relaxation and roughness in Gate-All-Around transistors via electron ptychography</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41467-026-69733-1">https://www.nature.com/articles/s41467-026-69733-1</a></p>	

177-2	アメリカ合衆国・ロッキン国立研究所(NLR)	<p><b>超薄膜材料の電気特性を光で調整</b> (Researchers Use Light To Tune Electronic Properties in Ultrathin Materials)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ NLR が、コロラド大学ボルダー校(CU Boulder)、バージニア大学(UVA)、オークリッジ国立研究所(ORNL)と共同で、単層・ウェハスケールの二硫化モリブデン(MoS<sub>2</sub>)薄膜を電子的にデドープ(電子を除去)して長期の安定性を保持する、スケーラブルな手法を実証。</li> <li>・ 半導体のキャリア密度と導電率を調整する電子ドーピングは、小型、高速でエネルギー高効率電子デバイスへの半導体の統合を可能にする基本的なプロセス。</li> <li>・ しかし、原子レベルの薄さの 2 次元半導体では、多くのアプリケーションで必要となる高解像度と長期安定性の実現が課題。MoS<sub>2</sub> のような遷移金属ジカルコゲニド(TMDCs)等の 2 次元半導体の導電率の調整は実証されているが、商業規模の実用化には至っていない。</li> <li>・ 常温常圧下での MoS<sub>2</sub> 薄膜への可視レーザー光の照射により、同薄膜のフォトルミネッセンス(PL)(2 次元半導体の純度、品質と電子の濃度を示す指標)が劇的に増強される。このことを端緒に、光によるキャリア密度の調整に注目した。</li> <li>・ ケルビンプローブ力顕微鏡(KPFM)により、MoS<sub>2</sub> 薄膜のデドーピングと PL の相関性を特定。同薄膜の光照射領域では、PL の増加と表面電位の低下を観察した。この表面電位の低下は、フェルミ準位の伝導帯から価電子帯への移動に直接関係しており、これがデドーピングのメカニズムを裏付けている。</li> <li>・ 大面積ウェハへのパターンニングを通じてスケーラビリティを実証すると共に、作製可能なパターンの種類においても高い忠実度を確認。小型デバイスに不可欠な、ドーピングとデドーピングの両領域を可変的に組み合わせたパターンの作製が可能となる。</li> <li>・ 光によるデドープサンプルについて、デドープ直後のものと 7 日間経過後のものと比較し、局所的なドーピング密度に変化はほぼ見られず、常温常圧下での新手法の安定性を確認。また、7 日後のサンプルでは、温度・真空ストレス試験にて耐久性を確認した。</li> <li>・ 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部(BES) が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.nlr.gov/news/detail/program/2026/researchers-use-light-to-tune-electronic-properties-in-ultrathin-materials">https://www.nlr.gov/news/detail/program/2026/researchers-use-light-to-tune-electronic-properties-in-ultrathin-materials</a></p>
	関連情報	<p><b>Advanced Materials 掲載論文(フルテキスト)</b> Spatially Precise Light-Activated Dedoping in Wafer-Scale MoS<sub>2</sub> Films URL: <a href="https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202409825">https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202409825</a></p>

177-3	アメリカ合衆国・アルゴンヌ国立研究所(ANL)	<p><b>次世代技術に向けた電子部品のプリンティング作製</b> (Printing electronic parts for next-generation technologies)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ANL とシカゴ大学が、エアロゾルジェットプリンティング技術による、高耐久性で低消費電力のトランジスタの作製を実証。フレキシブルセンサーやスマートウィンドウ等、高信頼性で省エネルギーな電子機器を必要とする新技術の開発に役立つ可能性がある。</li> <li>・ 新プリンティング技術では、ナノ粒子による特殊なインクを微細な霧状にして表面に噴射し、層を重ねて電子部品を形成する。高価な装置や高温が必要な従来の製造方法とは異なり、より低い温度下で動作し、フレキシブルな表面や 3D 表面にも印刷できる。</li> <li>・ 同トランジスタの鍵となる構成要素は二酸化バナジウム(VO<sub>2</sub>)。同材料は電流を流す導線の機能に加え、電流を遮断する絶縁体の機能を有する。このスイッチング特性は、情報を記憶・処理する電子回路やメモリデバイスの製造において不可欠なもの。</li> <li>・ トランジスタ内の電流の制御には、化学反応で VO<sub>2</sub> から電子を付加または除去するレドックスゲートプロセスを利用。一般的な電池よりも低い電圧を印加することで、トランジスタのオン/オフ切り替えができ、材料の損傷やデバイスの寿命を縮める可能性のある他の手法に比べ飛躍的に負荷を低減する。0.4~0.5V の低電圧で動作し、6,000 回超のオン/オフサイクルを耐久。これまでのプリントデバイスに比べ動作時間が大幅に長く、スイッチングの反応も約 1 秒と高速。</li> <li>・ 0.5V の微弱な制御信号の印加で、オフ状態よりも約 50%多く電流が流れることを確認。このように非常に少ないエネルギーによる確実な電流の制御は、低消費電力でフレキシブルな電子機器開発において重要。</li> <li>・ 同トランジスタは、現行の小型シリコンチップよりも大きく、動作速度も劣るが、本研究の成果はプリンティング技術を用いた堅牢で低消費電力のデバイス製造が可能であることを提示する。</li> <li>・ 現在、ロジックアプリケーションに向けた新デバイスの試験に関心のある業界パートナーと連絡を取っている。また、ニューロモーフィックコンピューティングでの利用の可能性についても探究している。</li> <li>・ 本研究は、ANL の Laboratory Directed Research and Development program と米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC) 基礎エネルギー科学部(BES)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://www.anl.gov/article/printing-electronic-parts-for-nextgeneration-technologies">https://www.anl.gov/article/printing-electronic-parts-for-nextgeneration-technologies</a></p>
	関連情報	<p>Advanced Materials Technologies 掲載論文(フルテキスト) Tunable 3D Aerosol Jet Printing of Low-Power Redox-Gated Transistors with Multicomponent Inks URL: <a href="https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/admt.202500648">https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/admt.202500648</a></p>

177-4	アメリカ合衆国・ハーバード大学	<p><b>光の「キラリティー」のダイナミックな捻じれ</b> (A Dynamic Twist of Light's 'Handedness')</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ハーバード大学が、光学的キラリティーのダイナミックな調整を可能にする、捻じれて重なり合う 2 層のフォトニック結晶(窒化ケイ素膜)と MEMS を組み合わせたチップスケールのデバイスを開発。</li> <li>・ 捻じれた 2 層グラフェンの発見で広く知れ渡ったツイストロニクスを応用することで、フォトニック結晶工学を新たな領域へと押し進める。キラリティーは、薬学、化学、生物学や物理学やフォトニクスに至るまで、多様な科学分野において極めて重要なもの。</li> <li>・ ピンの頭に収まるナノ加工材料のフォトニック結晶は、ナノスケール波長での光の操作に用いられ、今日のコンピューティング、センシングや高速通信での多くの光学素子において重要な役割を担っている。</li> <li>・ 本研究では、捻じれた 2 層フォトニック結晶が光のキラリティーを制御する強力なプラットフォームであることを提示。捻じれた 2 層のフォトニック結晶の複合構造がキラルの形状を作り、キラル光(光が伝搬する際に特定の方向に螺旋を描く現象)の「読み取り」を可能にする。</li> <li>・ 光学におけるキラリティーは、キラル材料・構造やキラル光に現れる。キラル光は、時計回りに回転して右円偏光を、反時計回りに回転して左円偏光を示す。キラル光はキラル構造のプロープに用いられるが、静的で検出可能な偏光範囲の限られる波長板や直線偏光子といった従来の偏光光学系が使用されている。</li> <li>・ 新デバイスでは、様々な種類のキラル光に対する応答のダイナミックな調整が可能。MEMS デバイスで捻じれ角と層間距離を連続的に変化させることで、様々なキラル光モードの読み取り能力の調整を実証した。</li> <li>・ 本研究の成果は概念実証段階であるが、チップ上での光の制御を可能にし、様々な波長で多様なキラル分子を検出するようにデバイスを調整するキラルセンシングや、光通信用のダイナミックな空間光変調器等、将来の応用への道を開く可能性がある。</li> <li>・ 本研究には、米陸軍契約司令部 アバディーン性能試験場、米国空軍科学研究所(AFOSR)、ナノテクノロジー調整事務局(NNCO)、米国陸軍省 陸軍研究局(ARO)、米国立科学財団(NSF)およびハーバード大学物理学科が資金を提供した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://seas.harvard.edu/news/dynamic-twist-lights-handedness">https://seas.harvard.edu/news/dynamic-twist-lights-handedness</a></p>
	関連情報	<p><b>Optica 掲載論文(フルテキスト)</b></p> <p>Dynamic control of intrinsic optical chirality via MEMS-integrated photonic crystals</p> <p>URL: <a href="https://opg.optica.org/optica/fulltext.cfm?uri=optica-13-3-449">https://opg.optica.org/optica/fulltext.cfm?uri=optica-13-3-449</a></p>

177-5	アメリカ合衆国・ローレンスバークレー国立研究所 (LBL)	<p><b>設計と学習で進展する熱力学的コンピューティング</b> (Thermodynamic Computing Advances with Design and Training)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ LBNL と米国立エネルギー研究科学計算センター (NERSC) が、機械学習(ML)の電力消費量を大幅に削減するニューラルネットワーク(NN)を模倣する、熱力学コンピューターの設計と学習のフレームワークを提案。</li> <li>・ 導電性材料中の電荷キャリア(主に電子)の振動である熱雑音の排除・抑制を目指す古典・量子の両コンピューターとは反対に、熱力学コンピューターではその振動を動力源として利用する。</li> <li>・ これにより、計算に要する電力量の大幅な削減に加え、多くの量子コンピューターでは不可能な室温下での動作が可能となる。熱力学コンピューターは、ムーアの法則を超えるマイクロエレクトロニクスと、低消費電力でエネルギー高効率のコンピューティングの好例となる。</li> <li>・ 熱力学コンピューターの主要な課題は、計算実行可能な熱力学的平衡状態への遷移にかかる時間が予測不可能であること、また、汎用計算での活用のために非線形計算も解けるようになる必要があること。</li> <li>・ これらの課題に対処するため、本研究ではデジタルシミュレーションを用いて、平衡状態にない熱力学コンピューターでも NN が実行するような非線形計算が可能であることを実証した。</li> <li>・ 非線形熱力学回路の採用により、特定のタイミングでの非線形計算の実行の学習を可能にした。また、NN が処理できるものと同様な複雑な非線形問題にまで熱力学アルゴリズムの範囲を拡張。これまでは ML の能力範囲外であったワークロードに適したツールとなる可能性がある。</li> <li>・ さらに、熱力学コンピューターモデルの学習のための大規模な遺伝的アルゴリズムの計算フレームワークを構築。NERSC のスーパーコンピューターの Perlmutter で 96 個の GPU を並列利用し、熱力学コンピューターのシミュレーションを 1 兆回以上実行した。デジタルネットワークのトレーニング方法に比べコストはかかるが、構築・学習後は極めて少ない電力で動作するコンピューターを実現する。</li> <li>・ 現在、ハードウェアとソフトウェアの両方を実現するためのパートナーを探している。既存のアルゴリズムは平衡システムを対象としているため、新規のアルゴリズムの開発も必要となる。</li> <li>・ 本研究は、米国内務省(DOE) 科学局(SC) 基礎エネルギー科学部(BES)が支援した。</li> </ul> <p>URL: <a href="https://newscenter.lbl.gov/2026/03/05/thermodynamic-computing-advances-with-design-and-training/">https://newscenter.lbl.gov/2026/03/05/thermodynamic-computing-advances-with-design-and-training/</a></p>
	関連情報	<p><b>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</b> Nonlinear thermodynamic computing out of equilibrium</p> <p>URL: <a href="https://www.nature.com/articles/s41467-025-67958-0">https://www.nature.com/articles/s41467-025-67958-0</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。