

NEDO 海外レポート

2026.10.30.

1148

1	【電子・情報通信分野】	2026/4/8	公表	
	データセンターの電力消費効率を向上させるチップの新設計（米国）			1
2	【ロボット・AI 技術分野】	2026/5/18	公表	
	AI による科学言語の「理解」を支援する新しい MatterChat モデル（米国）			6
3	【蓄電池・エネルギーシステム分野】	2026/6/2	公表	
	野心的な未来像に向けてバッテリー研究を AI で強化（米国）			11
4	【政策等】	2026/6/9	公表	
	NIST が未知の化学物質を同定する「化学的指紋」のライブラリを拡充（米国）			16
5	【バイオテクノロジー分野】	2026/6/24	公表	
	海面上昇の影響から作物を守る可能性のあるミラクル微生物（英国）			20
6	【ナノテクノロジー・材料分野】	2026/7/14	公表	
	LSU の物理学者らが室温量子材料を初めて開発（米国）			24

※ 各記事への移動は Adobe Acrobat の「しおり」機能をご利用ください

URL : https://www.nedo.go.jp/library/kankobutsu_report_index.html

《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。》

海外レポート問い合わせ 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。

(1148-1)

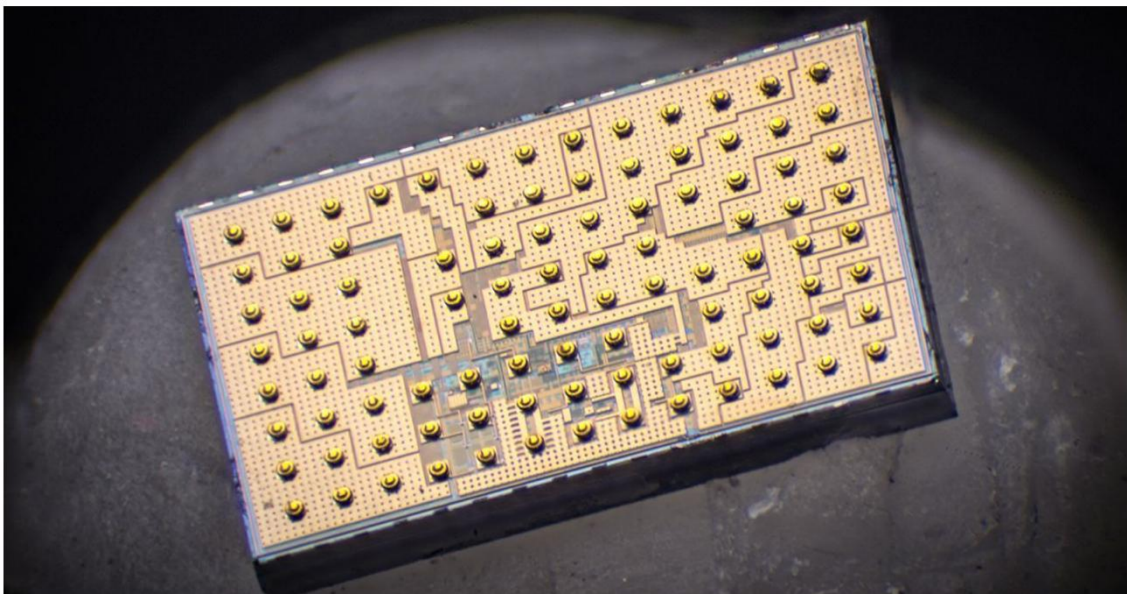
【電子・情報通信分野】

仮訳

データセンターの電力消費効率を向上させるチップの新設計（米国）

2026 年 4 月 8 日

著者：Liezal Labios



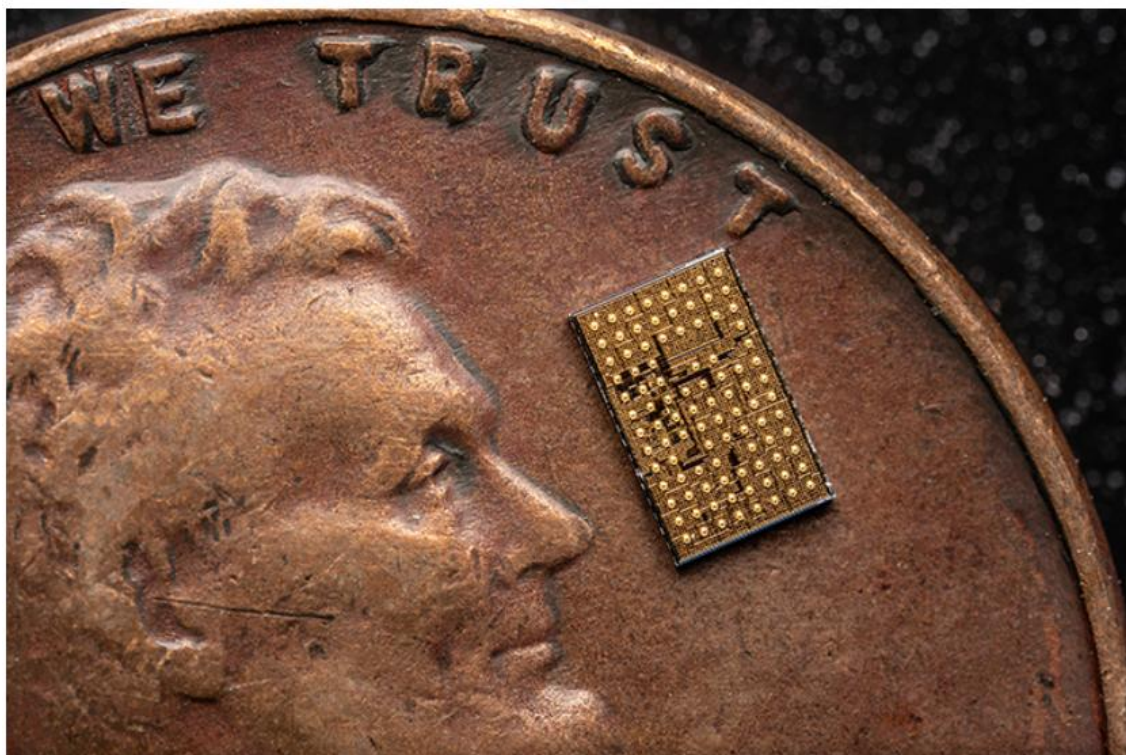
電子機器の高電圧を圧電共振子の使用でより効率的に DC-DC 降圧変換するチップ設計

[全写真提供](#): David Baillot/UC San Diego Jacobs School of Engineering

カリフォルニア大学サンディエゴ校(UCSD)のエンジニアらが、データセンターのエネルギー需要の高まりへの対処のため、グラフィックス・プロセッシング・ユニット (GPU) の電力変換と管理を向上する可能性のある新しいチップ設計を開発した。この新技術は、電子機器における重要なタスク、すなわち高い電圧をコンピューティングハードウェアが必要とする低い電圧に変換する、より効率的な方法を提示する。プロトタイプチップによる研究室での試験では、最新のデータセンターと同様の電圧変換を高い効率で実行した。

[Nature Communications](#)に掲載されたこの新技術は、高度なコンピューティングに向けた、より小型でエネルギー効率の高いシステムの開発を導く可能性がある。

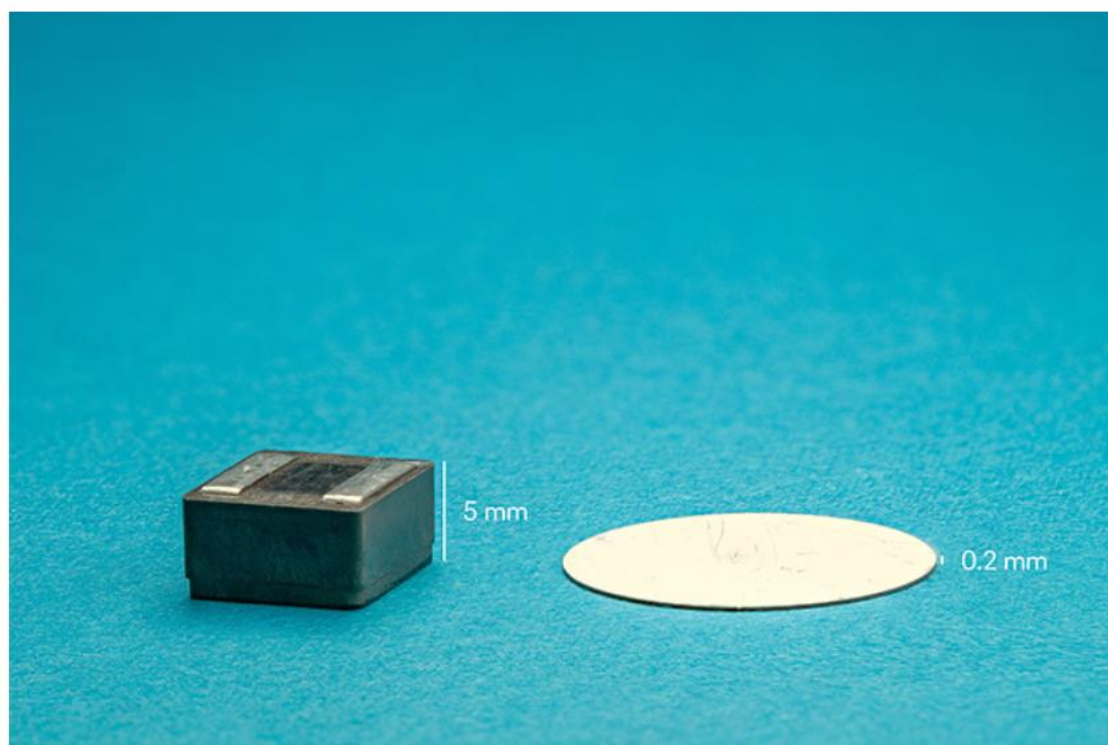
新チップ設計は、ほぼすべての電子機器に搭載されている、DC-DC 降圧コンバーターと呼ばれる回路部品の性能を向上させる新たなアプローチを提供する。降圧コンバーターは、高入力電圧を回路内の各部品が安全に動作するために必要な低電圧に変換する、電源とデリケートな回路間の保護的な橋渡し役として機能する。例えば、データセンターでは電力が 48V で供給されることが多いが、GPU のプロセッサでは大幅に低い 1~5V の電圧を必要としている。



新しい DC-DC 降圧変換チップと 1 セント硬貨との比較

しかし、このような電圧レベルの、しかも限られたスペース内での効率的な変換は、コンピューティング需要の増大に連れてますます困難となっている。

例えば、従来の降圧コンバーターは、入力電圧と出力電圧の差が大きい場合、効率が低下し、十分な電流を供給することが困難となる。ほとんどの降圧コンバーターはインダクタなどの磁気部品に依存しており、これらは効果的ではあるものの物理的な性能限界に近づいており、さらなる小型化が困難となっている。「インダクティブコンバーターの設計技術は非常に進歩しており、将来のニーズを満たすための改良の余地はほとんど残されていません」と、UCSD 工学部電気・コンピューター工学科の教授であり、本研究の上級著者である Patrick Mercier 氏は説明する。

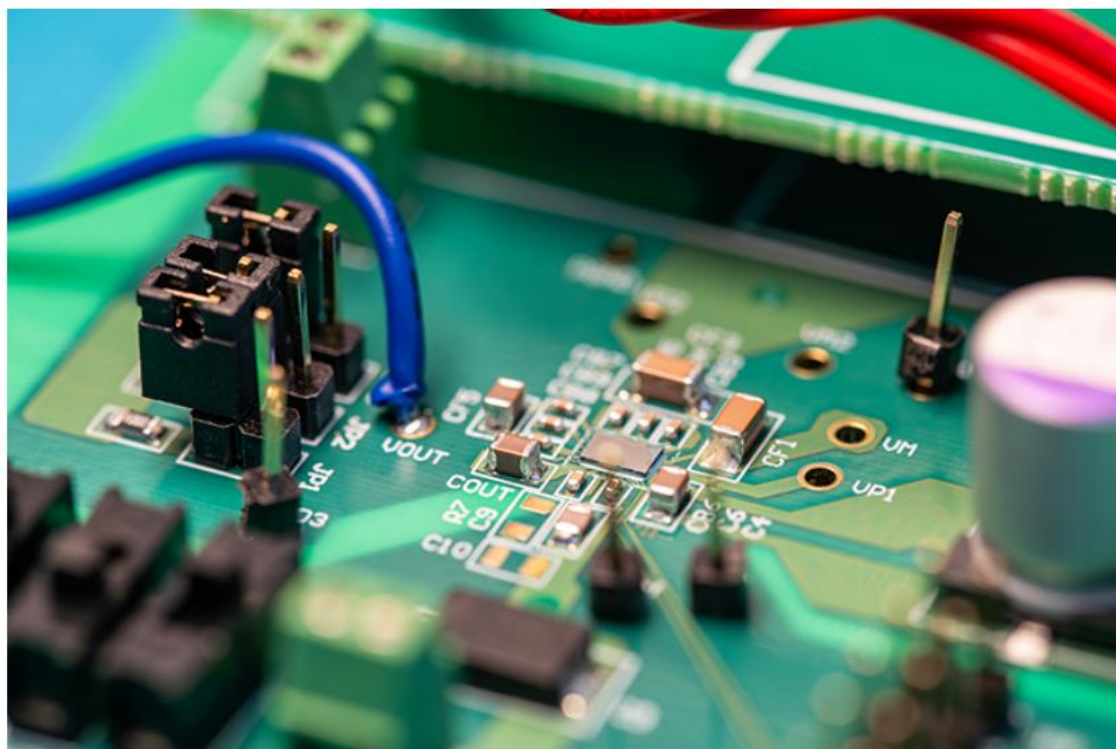


新チップが DC-DC 降圧変換に使用する圧電共振子(白色のディスク)。左側は従来の降圧コンバーターで一般的に使用されるインダクタ。

この課題に取り組むため、Mercier 教授と、本研究の筆頭著者である電気・コンピューター工学博士課程学生の Jae-Young Ko 氏を含む研究グループのメンバーは、有望な代替技術として、機械的振動によってエネルギーを蓄積・伝達する小型デバイスである圧電共振子を調査した。圧電素子を用いたコンバーターは、より小型でエネルギー密度が高く、効率も向上し、量産も容易になる可能性がある。「圧電素子には大きな成長の余地があり、これまでのどのコンバーターよりも優れた性能を発揮する可能性を秘めています」と Mercier 教授は説明する。

ただし、圧電素子を用いた初期のコンバーターでは、大きな電圧差を扱う場合の効率の維持と十分な電力の供給が困難であった。

今回の研究では、圧電共振子と市販の小型コンデンサを効果的に配置した、改良型の降圧コンバーターを開発した。この新たな回路設計により、より大きな電圧変換を、より効率的に処理できるようになった。新設計をプロトタイプチップに実装し、試験を実施した結果、データセンターで一般的に必要とされる 48V から 4.8V への降圧で最大効率 96.2%を達成した。また、このチップは、従来の圧電素子を用いた設計に比べて約 4 倍の出力電流を供給した。



新しい DC-DC 降圧変換チップの試験に使用される、コンデンサに囲まれたプリント基板(中央)。圧電共振子は基板の下に取り付けられ、チップと電氣的に接続されている。

このハイブリッド回路設計には、複数の電流経路の確保、エネルギー損失の削減や共振子への負荷の軽減といったいくつかの利点がある。このため、サイズの微増のみで効率と電力供給能力の両方を向上させることができる。

この技術はまだ初期段階ではあるが、現在の電力変換器の限界の克服に向けた重要な一歩であると研究者らは言う。今後の研究では、材料、回路設計とパッケージングの改良に重点を置く予定である。圧電共振子は物理的に振動するため、従来の方法で回路基板に半田付けすることができず、電子システムへの組み込みには異なる戦略が必要になると、Mercier 教授は説明する。

「圧電素子を用いた変換器は、既存の電力変換器技術を完全に置き換えるには至っていません」と Mercier 教授は付け加える。「しかし、これらは改善の方向性を示しています。この技術をデータセンターのアプリケーションに実用化するには、材料、回路やパッケージング等の複数の分野で改良を続ける必要があります」。

本研究の論文：[“A Hybrid Piezoelectric Resonator-based DC-DC Converter”](#)

本プロジェクトは、米国立科学財団(NSF)が資金を提供する Industry-University Cooperative Research Center(IUCRC)の Power Management Integration Center(PMIC)(助成番号 2052809)の支援を受けて実施された。

訳：NEDO（担当 イノベーション戦略センター）

出典：本資料は、カリフォルニア大学サンディエゴ校(UCSD)の記事 “New Chip Design Could Boost Efficiency of Power Management in Data Centers ” (<https://today.ucsd.edu/story/new-chip-design-could-boost-efficiency-of-power-management-in-data-centers>)を翻訳したものである。
(Reprinted with permission of UCSD)

(1148-2)

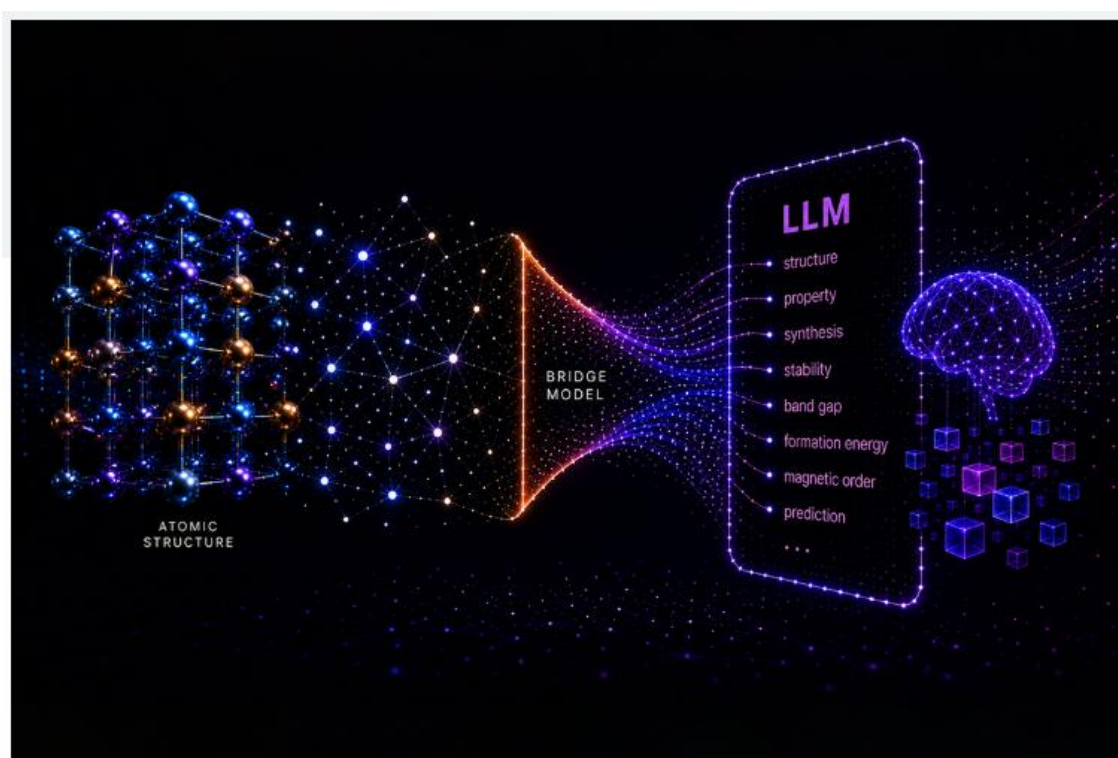
【ロボット・AI 技術分野】

仮訳

AI による科学言語の「理解」を支援する新しい MatterChat モデル (米国)

By Linda Vu

2026 年 5 月 18 日



MatterChat は、原子間の複雑な 3D の力をテキストベースの AI が理解できるように支援する特殊な架け橋として機能し、新しい材料の発見のための強力なツールへと AI を進化させる。

(Credit: Yingheng Tang/Zhi Jackie Yao/Berkeley Lab)

ローレンスバークレー研究所が、特殊な物理モデルと対話的な大規模言語モデル(LLMs)を橋渡しする、汎用的な AI「ブリッジモデル」の MatterChat を開発した。これは、複雑な科学データを大規模言語モデル(LLMs)に統合するパワフルな新しい青写真を提供するもので、原子構造の言語の理解を通じた材料発見の加速に使用される。

メール作成からコンピューターコードの生成まで、日常生活に広く普及している人工知能(AI)の多くは、テキストという一つの領域を極めることに成功している。しかし、結晶中の原子の複雑な格子構造といった物理世界の高解像度三次元データに依存する物理学分野は大きな盲点となっている。科学における AI 活用の可能性を実現するには、こうしたデータ駆動型のテキストモデルが、物理ベースのモデルとシームレスに「対話」できるようにする必要がある。

ローレンスバークレー国立研究所（バークレー研究所）が開発した新しい AI フレームワークの MatterChat は、特殊な「ブリッジ」を作ることでこの問題を解決する。MatterChat は、大規模言語モデル(LLMs)の対話能力と、原子間の複雑な物理力である「原子間ポテンシャル」をモデル化する物理ベースの AI を結びつける。MatterChat はすでに、材料特性の予測において GPT-4 のような汎用 AI ツールの能力を大幅に超えており、これが確かな知見を提供し、新規材料の合成手順を段階的に生成する強力な研究パートナーとして機能することで、科学的発見を加速できると研究チームは期待している。

この研究成果をまとめた論文は、[*Nature Machine Intelligence*](#) 誌に掲載されている。

「従来のシミュレーションは、材料科学に必要な物理的厳密性を提供できるものの、計算コストが高すぎてハイスループットスクリーニングには適していません。一方、LLMs は迅速な知識合成に優れてはいるものの、原子座標から直接材料を読み取る『構造的なビジョン』が本質的に欠けています」と、バークレー研究所応用数学・計算研究部門(AMCR)の博士研究員であり、この論文の筆頭著者である Yingheng Tang 氏は言う。「MatterChat は、このジレンマを解決するために開発されました。LLMs に構造的な『ビジョン』を与えることで、複雑な現実世界の材料課題を解決するための、LLMs の潜在能力を最大限に引き出すことができるのです」。

言語モデルを活用して材料科学における複雑な課題を解決

MatterChat の開発にあたり、バークレー研究所のチームは、視覚的質問応答(VQA)やテキストから画像への変換(T2I)といった技術から着想を得た。これらのタスクでは、AI は高度なテキスト概念を視覚的な画像に変換したり、その逆を行ったりする必要がある。これには、根本的に異なる 2 つのデータ形式を「橋渡し」するツールの開発が必要となる。

研究者らは、このコンセプトを物理科学に応用した。MatterChat により、LLMs の一般的な知識と、科学的な原子間ポテンシャルに含まれる原子スケールの世界に関する深い理解を効果的に結びつける「橋渡しモデル」を構築した。

これまで、材料科学の問題解決に LLMs を用いる研究者は、生のデータファイルを単なるテキスト文字列として入力する必要があった。これは、部品リストのみを基に複雑な 3D エンジンを AI に理解させようとするようなものである。LLM は部品名を読み取ることはできるが、原子が空間内でどのように配置されているかを「見る」ことができない。MatterChat は、数百万もの結晶構造で事前学習された特殊な AI ブリッジモデルと LLM を訓練し、LLM による現実的世界の表現と原子間ポテンシャルによるそれとを整合させてこの問題を解決する。

このブリッジモデルは、物理的な知見を LLM が実際に理解できる形式に変換することができる。LLM にこうした「科学的な視点」、つまり AI 用語でいうところの科学的な「帰納的バイアス」を付与することで、バークレー研究所のチームは、熱安定性の予測や電子バンドギャップの解析といった複雑な材料課題に対して、根拠に基づいた科学的知見を提供できる強力な研究ツールへと LLM を変貌させた。

「原子は物理的な空間に存在するものと私たちは考えますが、機械学習の観点から見ると、原子は高次元ユークリッド空間における非常に複雑な構造の多様体に存在するベクトルに過ぎません。そしてもちろん、原子に関する私たちの考えを表現するために用いる文章や段落についても同じことが言えます」と、論文の共著者でありバークレー研究所 Scientific Data Division (SDD) AI Initiative Research Lead の Michael Mahoney 氏は説明する。「このブリッジモデルは、これらの 2 つの構造が互いに『対話』できるようにするものです」。

この一般的なアプローチの概念実証として、研究チームは [Materials Project](#) から収集した約 14 万 3000 個の安定した原子構造と、それに対応する物理的特性を一組にしたデータセットを用いてこのブリッジモデルを訓練した。この訓練データは Materials Project の API を用いて自動的に構築され、マイクロエレクトロニクス設計に不可欠な形成エネルギーやバンドギャップ等の特性で意図的に強化されており、MatterChat が材料の原子構造と機能的性能を結びつける複雑なパターンを学習できるようにする。

汎用的な LLMs から他の専門的な科学 AI 手法に及ぶ、様々な AI システムとの性能評価で MatterChat を検証した結果、MatterChat は幅広いタスクにおいて競合システムを超える性能を示した。このブリッジモデルは、材料の種類分類においてより高い精

度を発揮し、数値特性の予測精度も優れていた。例えば、高容量エネルギー貯蔵から次世代コンピューターチップに至るまで、新しいエレクトロニクス設計に不可欠な特性である材料のバンドギャップの予測において、**MatterChat**は卓越した性能を示した。

「大規模な AI モデルをゼロから構築する必要がないため、私たちの設計は非常に効率的です」と、論文共著者であり、バークレー研究所 AMCR の研究員である Zhi (Jackie) Yao 氏は言う。「私たちは、材料物理学向けの構造エンコーダーとオープンソースの LLM の、パワフルで事前学習済みの 2 つのモデルをそのまま利用しています。実際に学習させているのは、これらのモデルをつなぐこの軽量の『ブリッジモデル』のみです。これは、自動車工場全体を建設することと、世界最高水準のエンジンと世界最高水準のナビゲーションシステムとを接続するスマートアダプターを設計することとの違いに相当します。このアプローチは計算効率が高いだけでなく、システムをモジュール化するため、将来的にコンポーネントを容易にアップグレードしたり、ブリッジモデルを他の科学分野に適応させたりすることができます」。

重要な点は、このモジュール設計が、バークレー研究所や米国エネルギー省(DOE)のような機関が、急成長する AI 分野においていかにして非常に価値の高いニッチ市場を切り開いているかを明示していることである。シリコンバレーの巨大テクノロジー企業と競合してより大規模な言語モデルをゼロから構築するのではなく、商用 AI をハードコア・サイエンスに役立てるための特殊な橋渡しに焦点を当てている。

MatterChatの基盤となるブリッジモデルのアプローチは将来的な互換性を備えているため、これらの並行するイノベーションの流れを最大限に活用できる最適な位置にある。Mahoney 氏が指摘したように、「産業界は今後も優れた LLMs を開発し続け、各分野の科学者や組織は新たなデータを生成し続けると予想します。科学的機械学習の重要な点は、単に今日のデータで問題を解決することではなく、科学分野であろうと LLMs であろうと、桁違いに大量のデータに対応できる汎用的な手法を開発することです」。

Yao 氏によると、バークレー研究所の Laboratory Directed Research & Development (LDRD)プログラムの資金援助を受けて開発・改良された **MatterChat** プロジェクトは、今後その機能を拡大していく予定であるという。フェルミ国立加速器研究所との共同研究において、**MatterChat** は既に米国エネルギー省の [Genesis Mission](#) プロジェクトの Accelerating eXtreme Environment Specs-to-Silicon (AXESS)に貢献している。AXESS は、高度な 3D 集積回路(チップレット)と AI 駆動型データ分析を用いて次世代

の高速・耐放射線検出器の開発を加速し、素粒子物理実験での活用を目指している。

MatterChat の成功には、LDRD のサポートに加え、バークレー研究所の国立エネルギー研究科学計算センター(NERSC)のスーパーコンピューティングリソースも貢献している。「NERSC には大変感謝しています。[AI for Science プログラム](#)を通じて *Perlmutter* スーパーコンピューターを利用できなければ、この研究は実現しなかったでしょう」と Tang 氏は言う。当時 NERSC のポストドク研究員で本研究論文の主要共著者の Wenbin Xu 氏、また、バークレー研究所の SDD のリサーチ・サイエンティストである本研究論文共著者の Benjamin Erichson 氏も、AI for Science における AMCR-SDD の連携の利点を強調している。

訳：NEDO（担当 イノベーション戦略センター）

出典：本資料は、ローレンスバークレー国立研究所(LBNL)の記事“New MatterChat Model Helps AI to ‘See’ the Language of Science”

(<https://newscenter.lbl.gov/2026/05/18/new-matterchat-model-helps-ai-to-see-the-language-of-science/>) を翻訳したものである。

【蓄電池・エネルギーシステム分野】

仮訳

野心的な未来像に向けてバッテリー研究を AI で強化（米国）

大規模言語モデルの莫大な可能性を活用

著者: Michael Matz

2026 年 6 月 2 日

アルゴンヌ国立研究所の研究者らが、バッテリー研究における大規模言語モデル活用に向けた包括的な技術ロードマップを策定

米国のエネルギーシステムの安全性と費用対効果を向上させる上で、[バッテリー](#)が中心的な役割を果たすと科学者らは考えている。しかし、その実現には、高性能なバッテリー材料の設計や、その劣化メカニズムの解明等の数多くの技術的課題を解決する必要がある。これは容易なことではない。

[人工知能\(AI\)](#)は、こうした課題の克服に役立つのだろうか？ 米国エネルギー省(DOE)傘下のアルゴンヌ国立研究所(ANL)の研究チームは、[大規模言語モデル\(LLMs\)](#)と呼ばれる AI ツールの活用を通じてバッテリー技術の飛躍的進展を加速させるための、野心的な技術ロードマップを策定した。

ANL では、AI の力で米国の科学とイノベーションを変革し、国家の技術的リーダーシップと国際競争力を強化しようとする歴史的な国家プロジェクトである **Genesis Mission** の一環として、研究活動における AI の推進を実施している。

「ANL には、バッテリー研究の第一人者とデータサイエンティストが同じ屋根の下で活動するという、たぐいまれな環境があります」と、ANL の特別荣誉研究員であり、バッテリー技術開発グループを率いる Khalil Amine 氏は言う。「彼らは、協力してバッテリー分野における LLM の新たな活用事例に関する包括的な[レビュー](#)を実施しました。そこでは、バッテリー研究に革命をもたらす LLMs の大きな可能性を活かすための、短期・長期的な目標が提示されています」。

“近い将来、多くのバッテリー科学者らが AI の専門家も兼ねるようになり、LLMs が彼らの賢い研究アシスタントとして機能するようになるでしょう。科学者らが論文を読んだり、データを精査したり、実験を行ったりする時間は大幅に短縮されるはずです。そうすると、多くの時間をアイデアの創出や戦略的な研究計画の策定に割けるようになるでしょう”
— Wenhua Zuo ANL 博士研究員

LLM エージェントと自律型実験室

LLMs は、大規模かつ多様なデータセットで学習させることで幅広いタスクを実行することができる、驚くほど多用途な機械学習ツールである。例えば、人間からのプロンプトに応じて、質問への回答、記事の執筆や要約、言語の翻訳等を行うことができる。OpenAI の ChatGPT や Google の Gemini といった LLMs は、産業界のあり方を既に大きく変えている。

学术界、産業界や研究機関での LLMs 利用は拡大しているが、バッテリー研究ではそのポテンシャルがまだ十分に活用されていない。ANL によるレビューでは、LLM 活用のポテンシャルについて論じ、その利用拡大や有効性向上の方法を探っている。

具体的な活用例をいくつか挙げると、LLMs は数百から数百万件に及ぶバッテリー研究論文をテキストマイニングし、重要な知見の抽出、知識の未解明領域の特定、そして新たな研究の方向性の提案を実行することができる。また、バッテリー性能のデータセットを分析して、故障メカニズムやその対策を特定することも可能である。さらには、現場でのバッテリー稼働状況の監視・最適化や、若手バッテリー研究者への個別化されたトレーニングの提供といった役割も担うことも可能である。

ANL のレビューでは、複数の LLM 「エージェント」間の活動を連携させるという展望も示されている。これらの高度な AI システムは、LLMs を活用した情報の分析、意思決定とツールの利用を実行する。バッテリー研究の各専門分野に特化したエージェントが共通の目標達成に向けて連携しながら、多岐にわたる研究タスクを遂行する。

「LLMs は、シミュレーションソフトウェアや材料物性データベースといった既存のバッテリー研究ツールとの統合が可能です」と、本レビューの責任著者であり、ANL の化学者でもある Guiliang Xu 氏は言う。「これにより、科学者らは AI 主導の自律型実験室を構築し、自動化を通じて研究プロセスを加速させることができます」。

自律型実験室は、新しいバッテリー材料の発見に大きな影響を与える可能性がある。従来、この種の研究は試行錯誤によって行われてきた。科学者らは、材料や合成パラメータを一つずつ手作業で試験していたのである。

自律型実験室は、実験の反復サイクルを継続的に実行することで、このプロセスの高速化を可能にする。科学文献の調査や材料物性データベースのスクリーニングを行い、新たに有望なバッテリー化学組成を提案できる。それからロボット装置に指示を出して材料の作製と特性評価を実行させる。そして得られた実験データを分析し、その結果をもとに仮説、手法および実験内容を改良して行く。

その利点は、速度や効率の向上に止まらない。研究活動の自動化は、エラーの低減や実験の再現性向上にも貢献する。

このような AI システムの効果的な導入には、バッテリー研究者らと LLM 専門家らの間での広範な連携が不可欠となる。

「バッテリー研究者らは LLM 専門家らに対して最も重要な研究課題を打ち上げ、一方で LLM 専門家らは、それらの課題に取り組むために最適なモデルや手法についてバッテリー研究者らに助言することができるのです」と Xu 氏は説明する。

知識ベース、データ共有と適応性

ANL のレビューでは、LLMs のポテンシャルを最大限に引き出すために解決すべき技術的課題についても指摘している。既存の LLMs を選定する場合であれ、新たに LLMs を開発する場合であれ、計算効率と特定のバッテリー研究タスクへの適応性を慎重に検討する必要がある。バッテリーの故障予測のような重要なアプリケーションでは、結論に至るまでの推論プロセスを段階的に説明できる LLMs を使用することが重要である。LLM エージェント間の効果的な連携に向けた、プロトコルの策定が必須となる。

LLMs の学習には、高品質な知識ベースが必要となる。これは、既存の公開済み文献や、多様なバッテリー関連のデータセットから構築されることになる。データセット形式の標準化には多大な作業が必要となり、産業界と研究コミュニティの間でのデータセット共有のためのコンソーシアムの設立が求められる。

「従来、研究者らは成功した結果のデータのみを公表していました」と、本レビューの著者の一人であり、DOE 科学局(SC)のユーザー施設である [Argonne Leadership Computing Facility \(ALCF\)](#) の計算機科学者、Huihuo Zheng 氏は言う。「LLMs が最適に機能するためには、実験成績が振るわなかったバッテリー材料等の失敗データでも学習する必要があります。産業界と学術界は、こうしたデータに容易にアクセスできる新しい仕組みを導入する必要があります」。

バッテリー科学者らやデータ科学者らは、LLMs の機能、遂行能力と使いやすさを定期的に評価し、必要に応じて改善を行う必要がある。これには、LLMs のデータ解釈能力の試験や、新たに公開された文献を用いた再学習といった作業が含まれるだろう。

こうした課題が対処された場合、将来のバッテリー研究はどのような姿になっているのだろうか？

「近い将来、多くのバッテリー科学者らが AI の専門家も兼ねるようになり、LLMs が彼らの賢い研究アシスタントとして機能するようになるでしょう」と、本レビューの著者の一人であり、ANL の博士研究員である Wenhua Zuo 氏は言う。「科学者らが論文を読んだり、データを精査したり、実験を行ったりする時間は大幅に短縮されるはずです。そうすると、多くの時間をアイデアの創出や戦略的な研究計画の策定に割けるようになるでしょう」。

本[レビュー](#)は、2025 年 8 月 20 日発行の Joule に掲載されている。

本レビューの作成には、ANL の Tanjin He 氏、Venkatram Vishwanath 氏、Maria Chan 氏、Rick Stevens 氏も貢献した。

本レビューは、Low-cost Earth-abundant Na-ion Storage Consortium を含む Advanced Battery Materials Research Program を通じ、DOE の Transportation Technologies Office が支援した。本レビューには ALCF のリソースが活用され、DOE 科学局(SC)の Advanced Scientific Computing Research Program の支援を受けた研究をベースとしている。

本レビューの作成には、DOE SC の基礎エネルギー科学(BES)が資金を提供する Energy Innovation Hub の Energy Storage Research Alliance が一部資金を提供した。DOE SC のユーザー施設である Center for Nanoscale Materials にて実施された作業についても、BES の支援を受けている。

訳：NEDO（担当 イノベーション戦略センター）

出典：本資料は、アルゴンヌ国立研究所の記事“Turbo-charging battery research with AI: An ambitious vision”（<https://www.anl.gov/article/turbocharging-battery-research-with-ai-an-ambitious-vision>）を翻訳したものである。

【政策等】

仮訳

NIST が未知の物質を同定する「化学的指紋」のライブラリを拡充（米国）

2026 年 6 月 9 日

- ・ 米国立標準技術研究所(NIST) が、その最大規模の化学的指紋ライブラリに数万件もの新たな化合物を追加。登録済み化合物の総数は数十万件にまで増加した。
- ・ 研究者や製造業者は、食品、医薬品、化粧品、環境、体液や法医学的証拠、さらには宇宙の岩石中に存在する未知の化合物の同定に同ライブラリを活用している。
- ・ 夫々の化学的指紋は、物質をイオン化し、荷電した断片に分解してその物質を同定する質量分析計を用いて生成される。



NIST の質量スペクトルデータベースで分析された化学物質の一部が入ったバイアル。
写真提供: T. Mak/NIST

不明な化合物に悩まされる研究者であっても、また、未知の物質に困惑する製造業者であっても、頼ることのできる優れた手段がある。それは、NISTが数十年にわたって維持している、質量スペクトルとして知られる化学的指紋のライブラリである。

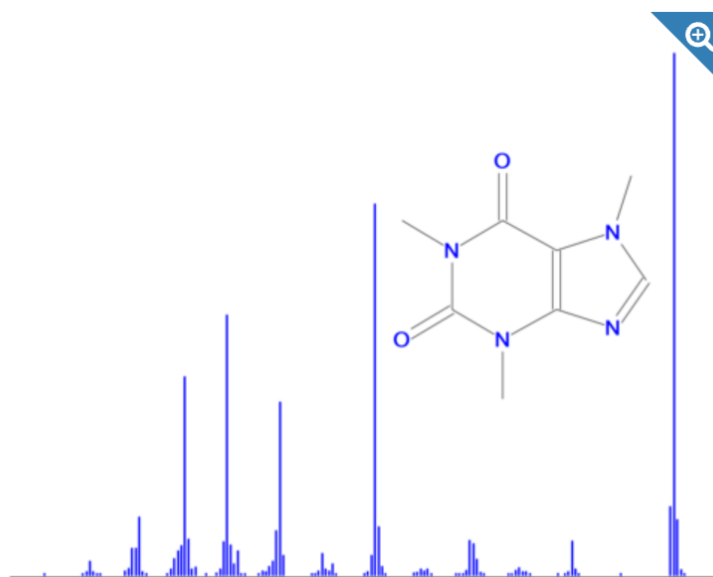
今回、NISTはこのライブラリの最新版を公開した。1988年以来、産業界の専門家や法医学者等が、食品、医薬品、化粧品、環境、さらには宇宙の岩石中に存在する未知の物質を同定するためにこのライブラリを利用している。

正式には [Standard Reference Database 1A](#) と呼ばれるこの拡充されたライブラリには、数十万種類の化合物から測定された質量スペクトルが収録されている。

NISTの研究者らは、化合物をイオン化して荷電した断片に分解し、質量電荷比に基づいてそれらの断片を分類する装置である質量分析計を用いて化学物質の指紋を作成する。これにより、特定の化学物質に固有の質量スペクトルとして知られる棒状のグラフの作成に十分な情報を得ることができる。

研究者らや製造業者らは、質量分析法を用いて未知の物質の棒グラフを作成し、それを NIST ライブラリと照合して一致する物質を同定することができる。

「DNA をデータベースと照合することで個人を同定できるように、化学物質の質量スペクトルを NIST データベースと照合することで、それを同定することができるのです」と、NIST 質量分析データセンターのグループリーダーである Bill Wallace 氏は説明する。



カフェインの化学的指紋を示す棒グラフ。この指紋の作成には、質量分析計を用いてカフェイン分子を荷電した断片へと分解し、それらを質量電荷比に基づいて分類する。各ピークの高さはその断片の相対的な存在量を示す。

一般的に NIST26 と呼ばれるこの NIST 質量スペクトルライブラリは、市販の多くの質量分析計にプリインストールされている。ユーザーは、機器メーカーまたはその他の[独立系販売代理店](#)から最新のライブラリを購入することができる。

NIST の科学者らは、数十年にわたる経験に基づいた包括的なソフトウェアベースの評価プロセスを採用することで、最新のライブラリが NIST の基準を満たすことを保証している。

世界最大級の質量スペクトルデータベースの一つである NIST26 ライブラリは、2 つの主要な構成要素から成り立っている。[Electron Ionization\(EI\)ライブラリ](#)には、容易に気化する化合物の化学的指紋が収録されている。このライブラリには約 35,000 種類の新規化合物が追加され、合計で 382,180 種類を超える。[Tandem ライブラリ](#)は、液体に溶解する非揮発性化合物の同定に使用される。このライブラリには 17,000 種類の新規化合物が追加され、合計で 68,635 種類の物質が登録されている。



未知の化学化合物の同定に科学者らが使用する実験装置の質量分析計に試料を注入する NIST の研究者。

写真提供: D. Anderson/NIST

NIST ライブラリの新バージョンには、以下の化合物が追加されている：

- ・ マイナーカンナビノイド：大麻に含まれる微量化学物質で、鎮痛剤等の医療用途が研究されている。
- ・ ニタゼン：強力なオピオイドの一種で、薬物過剰摂取による死亡例との関連性が高まっている。
- ・ チオフェン：NASA のキュリオシティローバーが発見した環状の硫黄含有有機分子の一種で、火星における古代生命の痕跡である可能性が指摘されている。
- ・ アルキル化多環芳香族炭化水素(PAHs)と呼ばれる複雑な有機化合物：地球近傍小惑星ベンヌの塵から発見された。PAHs は、生命に必要な化学物質の一部を誕生間もない地球にもたらした可能性がある。
- ・ セロトニンとドーパミンの植物由来誘導体である N-(p-クマロイル)セロトニンと N-メチルドーパミンは、抗酸化作用と抗炎症作用を持つことから、治療薬としての可能性が研究されている。
- ・ 環境中に存在する「永久に残る化学物質」と呼ばれる、一連の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(PFAS)。

詳細については、質量分析データセンターの最新ウェブサイト chemdata.nist.gov を参照のこと。

訳：NEDO（担当 イノベーション戦略センター）

出典：本資料は、米国立標準技術研究所(NIST)の記事 “NIST Expands Its Library of ‘Chemical Fingerprints’ to Identify Unknown Substances”

(<https://www.nist.gov/news-events/news/2026/06/nist-expands-its-library-chemical-fingerprints-identify-unknown-substances>) を翻訳したものである。

【バイオテクノロジー分野】

仮訳

海面上昇の影響から作物を守る可能性のあるミラクル微生物（英国）

2026 年 6 月 24 日



中国の共同研究者である Yanfen Zheng 博士が主導した新たな研究により、自然界に存在する土壤細菌が塩分濃度の高い環境下での植物の生存能力を劇的に高めることが明らかにされた。

イースト・アングリア大学(UEA)の研究チームが、農業における最大の脅威の一つである、塩害土壌に対処する隠れた味方を発見した。

中国の共同研究者である Yanfen Zheng 博士が主導した新たな[研究](#)により、自然界に存在する土壤微生物が塩分濃度の高い環境下での植物の生存能力を劇的に高めることが明らかにされた。

この研究成果は、トウモロコシ、トマトやナタネ等の植物による過酷な環境での生存を微生物が助けるといふ、これまでは知られていなかったメカニズムを解明するものである。

この画期的な発見により、本来であれば使用不可能な土壌での作物の生育を可能にし、世界の農業に大きな影響をもたらすことが期待される。

気候変動に強い農業の新たな時代へ

UEA [生物科学部](#)および Norwich Research Park の [Quadram Institute](#) に所属する [Jonathan Todd 教授](#)は、次のように説明する。「農地における塩分の蓄積は、気候変動、灌漑や海面上昇によって引き起こされ、深刻化している大きな問題です。

塩分は植物の成長を阻害し、根に損傷を与え、収穫量全体に甚大な悪影響を及ぼします。このことは、世界の食料供給を脅かしています。

植物が環境ストレスに対処する際、根の周囲に存在する微生物群集である根圏微生物叢に依存していることは知られていましたが、それらの関係が具体的にどのような仕組みで機能しているのか、また、異なる作物や土壌でも同様のことが起きているのかについては、これまでほとんど解明されていませんでした。

私たちは、植物が塩分濃度の高い土壌条件下で有益な微生物を呼び寄せ、それらの微生物が植物内部に変化を引き起こし、植物の物理的な構造や回復力を強化していることを突き止めました。

この自然のプロセスを科学者がうまく活用できれば、気候変動に強い農業の新たな時代の幕開けとなることでしょう」。

研究の手掛かり

研究チームが複数の作物種や土壌タイプにわたって植物の根圏微生物叢を分析した結果、シュードモナス属と呼ばれる自然界に存在する土壌微生物の一種が、塩分ストレス下において植物の根に絶えず引き寄せられることがわかった。

このパターンは、トウモロコシ、トマト、ナタネ等、様々な作物で確認されたことから、これは単なる偶然ではなく、ごく自然な生物学的反応であることを示唆している。

遺伝子解析の結果、これらの微生物が過酷な環境下で生育する原因が明らかとなった。

Todd 教授は、「他の微生物と比較すると、シュードモナス属の微生物は、ナトリウム輸送システムやその他のストレス耐性メカニズム等、高塩分濃度下でのそれらの生存を可能にする特殊な遺伝子を持っています」と説明する。

作物への強力な後押し

研究チームがダイズの株にシュードモナス属の菌株を挿入したところ、それらの微生物は植物の根に定着し、塩分ストレス下での植物の成長を著しく改善することを確認した。この結果は、温室での実験と実際の圃場試験の双方で実証されている。

「塩分を含む土壌で育てた未処理の植物と比較して、微生物で処理した植物は、より強固な根系、良好な生育、そして高い収量を示しました」と Todd 教授は言う。

驚くべきメカニズム

「最も驚いたことは、微生物が植物の適応を助けていることの発見でした。

何十年もの間、植物はナトリウム濃度を制御すること、つまり有害な塩分を排除することで塩害を乗り越えていると考えられてきました。しかし、微生物がナトリウムの輸送やイオンバランスに影響を与えているという証拠は見つかりませんでした。

微生物は、植物による直接的な塩分の処理を助けるのではなく、植物を刺激してリグニンと呼ばれる物質をより多く生成させていたのです。

微生物で処理した植物の根ではリグニン含有量が著しく増加し、塩分ストレス下での測定では 30%以上増加した例もありました」。

自然に備わった防御システム

リグニンは、植物の細胞壁に含まれる硬い木質の物質である。それは天然の盾のように機能し、組織を強化して、植物が環境ストレスに耐えられるようにしている。

研究チームは、このプロセスに関与する重要な遺伝子の特定を試みた。これらの遺伝子を人工的に過剰発現させたところ、植物は塩分濃度の高い環境においても生育した。

逆に、リグニンを生成できない植物では、有益な微生物が存在していても、その恩恵を全く受けることができなかった。

Todd 教授は次のように述べる。「この発見が、農業に新たな可能性をもたらすことを期待しています。

シュードモナス属のような自然界に存在する微生物を活用することで、大量の化学物質を投入することなく、塩分を含む土壌でも作物を生育させるための生物学的な処理技術を開発できる可能性があります。

すでに広大な農地が塩害の影響を受けており、さらに多くの農地がその脅威にさらされている中、微生物を利用した解決策は作物の収量を維持し、食料安全保障を確保するための不可欠なツールとなる可能性があります」。

本研究の論文 “[Pseudomonads associated to salt-stressed plants facilitate stress adaption of soybean through enhanced lignin biosynthesis](#)”は、Science Advances に掲載された。

訳：NEDO（担当 イノベーション戦略センター）

出典：本資料は、英国・イースト・アングリア大学の記事 “The miracle microbes that could save crops from impact of rising sea levels”

（<https://www.uea.ac.uk/about/news/article/the-miracle-microbes-that-could-save-crops-from-impact-of-rising-sea-levels>）を翻訳したものである。

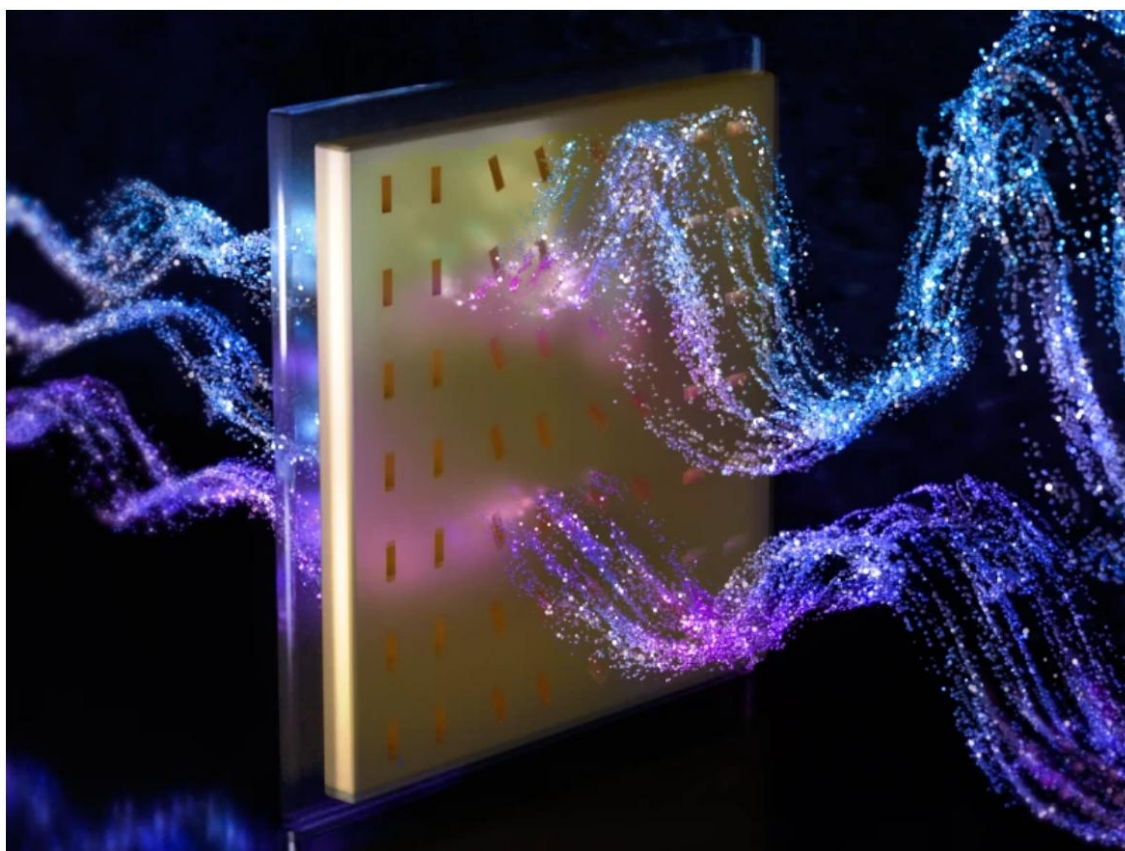
(Reprinted with permission of University of East Anglia)

【ナノテクノロジー・材料分野】

仮訳

LSU の物理学者らが室温量子材料を初めて開発（米国）

2026 年 7 月 14 日



Nature に掲載された新たな研究成果が、日常的な環境下で動作する量子材料開発の青写真を打ち立てる。

-写真提供: LSU Quantum Photonics Group.

高性能コンピューター、超高セキュリティ通信から先進的エネルギーシステムに至るまで、幅広い技術を変革する可能性を秘める量子材料には主要な障壁がある。

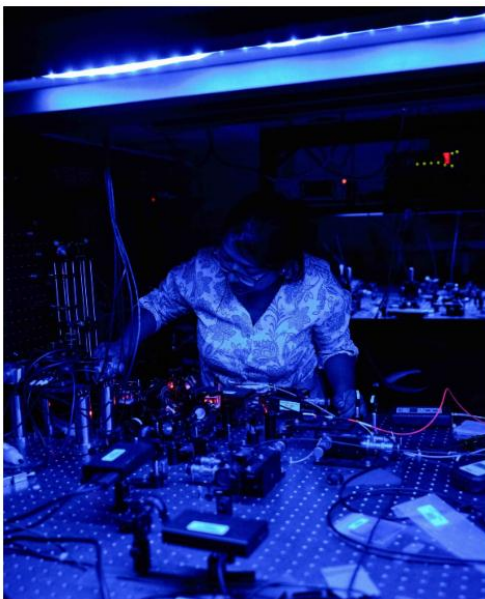
現在知られている量子材料のほぼすべては、絶対零度に近い温度まで冷却されたときにのみ、その驚異的な特性を発揮する。室温下では原子が熱によって絶えず振動し、科学者らの目的とする繊細な量子的挙動を阻害する。これらの振動の抑制には大型の極低温冷凍システムが必要となるため、量子材料は実験室では強力なツールとなるものの、実用化が困難となっている。

ルイジアナ州立大学（LSU）の物理学者らは、科学誌 [Nature](#) に掲載された研究論文で、光の様々な量子状態を識別・輸送できる室温量子材料を初めて開発し、量子材料研究における最大の課題の一つを克服したことを報告している。物理学准教授の Omar S. Magaña-Loaiza 氏が率いる同研究は、全く新しい種類の量子材料を設計するための一般的な原理を創出し、量子コンピューティング、安全な通信、センシング技術、そして先進的エネルギーシステムにおける新たな可能性を切り開くものである。

中国電子科技大学教授で元ポスドク研究員の Chenglong You 氏にとって、最もやりがいを感じた瞬間の一つは、研究チームの型破りなアプローチが理論予測通りにうまく行った時だった。

「このプロジェクトで最も胸が躍ったことは、自然界には存在しない特性を持つ材料を創り出せることがわかったことでした。それがまさに予測通りに機能するのを見た時は、この上なく大きな喜びを感じました」と You 教授は語る。

量子材料をゼロから構築



レーザーを用いた光学系装置を用いることで、研究チームは量子プラズモンメタ結晶の室温下での試験に成功し、量子材料研究における最大障壁の一つである、量子特性の維持のための大型の極低温冷凍装置の必要性の問題を克服した。

-写真提供: Olivia Crowell.

研究チームは、適切な量子特性を持つ天然の材料を探すのではなく、室温量子材料を自ら設計し、創り出した。

ガラスチップに金の薄膜を積層させ、集束イオンビームを用いて金薄膜に数百個の微細なスリットを刻み込んだ。それぞれのスリットは人工原子、すなわちメタ原子として機能する。これらのメタ原子が集まり、人間の髪の毛の幅よりも薄く、自然界には存在しない結晶を形成する。

チップに入射した光は、金の表面を横断してこれらのメタ原子と相互作用する。研究チームは、メタ原子のサイズ、形状と間隔を厳密に制御することで、室温ではこれまで実現できなかった方法で光を操作する材料を開発した。

「プラズモニックメタ結晶におけるメタ原子の分布を制御することで、構造体を通じてさせる量子統計を体系的に決めることができます。つまり、この結晶は、量子状態に対する統計フィルターとして機能するのです」と、先般博士号を取得し、現在 NRC ポスドク研究員として米国国立標準技術研究所(NIST)に所属する Riley B. Dawkins 氏は説明する。

最初のアイデアから最終の実験まで、つまり、理論と材料設計からナノ加工、実験的検証に至るこのプロジェクトのすべての段階は、ルイジアナ州立大学(LSU)の Magaña-Loaiza 量子フォトンクスグループ内で実施された。

しかし、この画期的な成果は、単に新しい材料を創出したことだけではない。その材料によって可能になることである。

量子状態の識別

光の挙動は、それぞれに異なっている。

太陽光、レーザー光や蛍光灯はすべて光子を含んでおり、これらの光子はそれぞれが変動し、相互に作用する。こうした微妙な違いが量子レベルでの光の振る舞いを決定づけるが、それらを識別するには高度な機器、極低温検出器、そして数百万回もの測定が必要であった。

研究チームが開発したメタ結晶は、これを自動的に実行する。光波の色や強度に反応するだけでなく、入射光の微妙な量子的な違いを識別し、それぞれの量子状態を結晶内の異なる経路に沿って誘導する。

さらに、これらの経路は、それぞれの量子状態を定義する固有の特性である統計的性質の変化を最小限に抑えながら、特定の量子状態を材料中に伝播させる

「私たちはこれをロバストな輸送と呼んでいます」と Magaña-Loaiza 准教授は言う。
「これらの量子状態は、情報を運びます。私たちの結晶は、極低温冷却を必要とせず量子状態を識別し、ある地点から別の地点へとしっかりと移動させることができます。これは、実用的な量子技術への扉を開くものです」。

物理学者らは、この集団的な挙動を量子コヒーレンスと呼び、それを維持することは量子情報科学における中心的な課題の一つとなっている。研究者らは、*Nature* に掲載された論文の中で、このメタ結晶を多体システムの量子コヒーレンスに高感度な初の室温量子材料として説明している。

新たな種類の量子材料

この画期的な材料が既存材料とは根本的に異なっているため、研究者らは新しい名称を考案する必要がある、これを量子統計プラズモニックメタ結晶と命名した。

「私にとって、これは単なるプロジェクトではなく、量子技術において全く新しいものを創造するというアイデアに基づいた共同作業でした」と、Magaña-Loaiza 研究室の大学院生の Jannatul Ferdous 氏は言う。「極めて刺激的だったことは、新しい種類の室温量子材料を創出しただけでなく、その振る舞いを理解して制御するための理論の展開でした。このアイデアが実験的に現実のものとなるプロセスを見られたことは、とても素晴らしい体験でした」。

研究者らはまた、このメタ結晶が、半導体の電気伝導性を決定する電子バンド構造に類似した、いわゆる量子統計バンドを自然に形成することを発見した。

メタ原子の配置を設計することで、材料中を変化せずに通過する量子状態や、統計的に変化する量子状態を制御できる。望ましい特性を持つ自然の材料に頼るのではなく、量子状態を予測可能な方法で制御できる材料を意図的に設計できるようになった。

言い換えれば、この研究は、このメタ結晶だけではなく、将来の量子材料を創り出すための設計図を提供するものである。

量子コンピューターからクリーンエネルギーへ

このメタ結晶は室温下で動作するため、そのアプリケーションの可能性の範囲は基礎物理学分野に止まらない。

将来の量子コンピューターでは、大型の極低温冷凍システムに頼ることなく、デリケートな量子情報を伝送するために同じような材料を使用できるようになるかもしれない。同じ原理が、より実用的な量子通信ネットワーク、超高感度センサーや、新興するその他の量子技術をも可能にすることも考えられる。

より少ない損失で材料中に光を通過させられることは、再生可能エネルギーにも恩恵をもたらす可能性がある。

現在の太陽電池では、入射した太陽光の一部が材料内部に閉じ込められ、電気ではなく熱に変換されてしまうため、得られるエネルギー量が減少する。メタ結晶は、より強固な経路に沿って光を導き、損失を抑えながら、材料内部でのより効率的なエネルギーの移動を助けることができるだろう。

Magaña-Loaiza 准教授は、まさにこの点について次に検証する予定である。

研究チームの次のステップでは、メタ結晶を太陽電池に組み込み、太陽光から利用可能な電気への変換量の増加について検証する。これに成功すれば、基礎的な量子物理学に基づくこの発見が、次世代の太陽エネルギー技術を直接的に向上させる可能性を示すものとなるだろう。

本研究は、米国エネルギー省(DOE)基礎エネルギー科学局(BES) 物質科学・工学課(MSE)からの助成金 (DE-SC0021069) を受けて実施された。

訳：NEDO（担当 イノベーション戦略センター）

出典：本資料は、米国・ルイジアナ州立大学(LSU)の記事 “LSU physicists create first room-temperature quantum material”

(<https://www.lsu.edu/science/news/2026/07/rt-quantum-material.php>) を翻訳したものである。

(Reprinted with permission of Luisiana State University)