



NEDO 海外レポート

2026.3.24.

1146

1	【バイオテクノロジー分野】	2025/10/30 公表	
	カンザス州の植物の土壌微生物の「レガシー効果」(米国)		1
2	【環境・省資源分野】	2025/11/13 公表	
	化学物質製造の効率を向上させる原子の知見(米国)		5
3	【電子・情報通信分野】	2025/12/11 公表	
	未来の大規模な量子コンピューターを実現する微細なデバイス(米国)		7
4	【環境・省資源分野】	2026/1/26 公表	
	暫定から安定へ:二酸化炭素ベースの新しいエネルギー材料のレシピを発見(米国)		11

※ 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

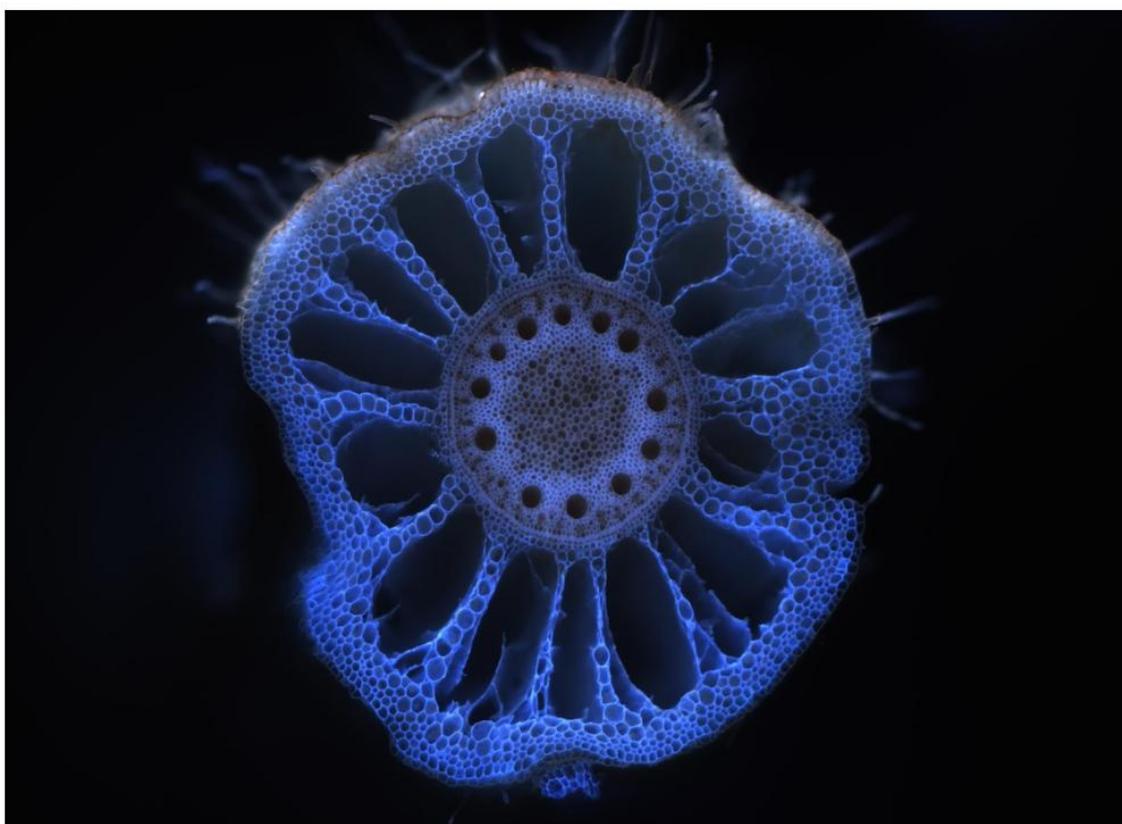
《本誌の一層の充実のため、ご意見、ご要望など下記宛お寄せください。》
海外レポート問い合わせ E-mail : q-nkr@ml.nedo.go.jp
NEDO は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

【バイオテクノロジー分野】

仮訳

カンザス州の植物の土壌微生物による「レガシー効果」の新研究（米国）

2025年10月30日



研究チームは、分子レベルでのレガシー効果の機能をより深く理解するために微生物と植物の両方を対象に遺伝子解析を実施した。写真は研究で使用したトウモロコシの根の断面画像。

ローレンスー [Nature Microbiolog](#) 掲載の新たな研究では、カンザス州全域で採取した土壌を分析し、「レガシー効果」、つまり、長年にわたって特定の場所の特定の気候に応じて進化してきた微生物が、特定の場所の土壌に及ぼす影響についての重要性を明らかにしている。

「土壌に生息する細菌、菌類やその他の生物は、炭素隔離、栄養の移動、そして私たちが特に関心を持つ、植物へのレガシー効果といった重要な事柄に多大な影響を及ぼしている可能性があります」と、カンザス大学(KU)生態学・進化生物学准教授であり、[Kansas Biological Survey and Center for Ecological Research](#)の准科学者でもある、本研究の論文共著者の Maggie Wagner 教授は言う。

「私たちがこのことに興味を持った理由は、祖先の過去について何らかの方法で記憶しているという土壌微生物の生態学的記憶について、研究者たちが長年にわたって報告してきたことです」と Wagner 准教授は言う。「これは本当に興味深いことだと思います。このことは、トウモロコシや小麦等の植物の栽培方法に多くの重要な影響を及ぼしています。降水量そのものも植物の成長に大きく影響しますが、土壌に生息する微生物の記憶も何らかの役割を果たしているのです」。

Wagner 准教授によると、レガシー効果についてはこれまでも報告がされているものの、十分な説明はなされていないという。これをより深く理解することで、最終的には本研究を土台に農家や農業バイオテクノロジー企業に利益をもたらすことができるだろう。

「レガシー効果がどのように働くのか、私たちはまだよく理解していません」と Wagner 准教授は言う。「例えば、どの微生物が遺伝子レベルで関与しているのか、そしてそれがどのように機能するのか、どの細菌遺伝子が影響を受けているのか、また、気候のレガシーが土壌を通じて微生物に、そして最終的には植物にどのように伝わるのかもまだ分かっていないのです」。

研究者らは、カンザス州全域の 6 地点（低地で雨量の多い東部から、標高が高くロッキー山脈の雨陰の影響で乾燥している西部ハイプレーンズまで）から土壌を採取し、レガシー効果の違いの特定を試みた。

「これは、イギリスのノッティンガム大学チームとの共同研究でした」と Wagner 准教授は言う。「私たちは作業を分担しましたが、実験の大部分というか、実際には実験全体を KU で実施し、また、カンザス州の土壌にも焦点を当てました」。

Wagner 准教授とその同僚たちは、KU において、サンプルに含まれる微生物のレガシー効果をより深く理解するために土壌検査を開始した。

「昔ながらの手法を用い、微生物をブラックボックスとして扱いました」と Wagner 准教授は言う。「私たちは、多様な干ばつの記憶を持つ、多様な微生物群集の中で植物を育てた後、それらの植物の成長を測定することで、有益であったものとそうでなかったものを理解したのです」。

研究者らは、5 ヶ月間、多量の水、または極少量の水を与えることで、微生物群集に刺激を与えた。

「何千世代もの進化の後であっても、微生物の干ばつの記憶は依然として検出可能でした」と Wagner 准教授は説明する。「私たちが観察した中で最も興味深い点の一つは、微生物のレガシー効果が、他の地域から農業目的で植えられたが自生ではない植物よりも、その地域に自生する植物においてはるかに高かったことです」。

この仮説を裏付けるには、より多くの植物種を試験する必要があるため、研究者らは1種類の農作物(トウモロコシ)と1種類の在来植物(ガマグラス)について試験を実施した。この結果は、有益な微生物を利用して収量を向上させたい農家にとって重要な知見となる可能性があるとして研究者らは説明する。

「私たちは、これらの植物の共進化の歴史が関与していると考えています。つまり、ガマグラスは非常に長い期間にわたってこれらの微生物群集と共存してきましたが、トウモロコシはそうではないということです」と Wegner 准教授は言う。「トウモロコシは中央アメリカで栽培化され、この地域に定着しているのは僅か数千年間です」。

さらに、微生物と植物の両方を対象に遺伝子解析を行い、レガシー効果の働きについて分子レベルでのより深い理解を試みた。

「私たちが最も興味を持ったのは、ニコチアミン合成酵素と呼ばれる遺伝子でした」と Wagner 准教授は言う。「この遺伝子は、植物が土壌から鉄分を摂取するのに役立つ分子を生成しますが、一部の種においては、干ばつ耐性にも影響を与えることが報告されています。私たちの解析では、植物は干ばつの条件下でこの遺伝子を発現しましたが、それは乾燥条件を記憶する微生物と共に栽培した場合に限られていました。植物の干ばつへの反応は微生物の記憶に依存しており、これは非常に興味深い点でした」。

ガマグラスは、厳しい条件下でのトウモロコシの生育を向上させる遺伝子の供給源として注目されていると Wagner 准教授は説明する。

「先ほど述べた遺伝子が対象となるかもしれません」と Wegner 准教授は言う。「作物への微生物添加に注力するバイオテクノロジー企業にとって、このことは有益な特性を持つ微生物を探す場所についてのヒントを与えてくれます。農業における微生物の商業化は数十億ドル規模の産業であり、今もなお成長を続けています」。

KUにおける Wagner 准教授の共同研究者は、筆頭著者である現在カリフォルニア大学リバーサイド校の Nichole Ginnan 氏、ペンシルベニア州立大学の Natalie Ford 氏、ノッティンガム大学の Valéria Custódio 氏、David Gopaulchan 氏、Dylan Jones 氏、Darren Wells 氏および Gabriel Castrillo 氏、メキシコ国立自治大学の Isai Salas-González 氏、そしてカーボヴェルデ農業・環境省の Ângela Moreno 氏。

「この研究を価値あるものに行っている理由の一つは、学際的であったことです」と Wagner 准教授は言う。「遺伝子解析、植物生理学、そして微生物学を融合させ、これまででは対処できていなかった疑問に答えを出すことができたのです」。

本研究は、[米国立科学財団\(NSF\)の Division of Integrative Organismal Systems](#) の資金提供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・カンザス大学の記事“New study explores ‘legacy effects’ of soil microbes on plants across Kansas” (<https://news.ku.edu/news/article/new-study-explores-legacy-effects-of-soil-microbes-on-plants-across-kansas>) を翻訳したものである。

(Reprinted with permission of the University of Kansas)

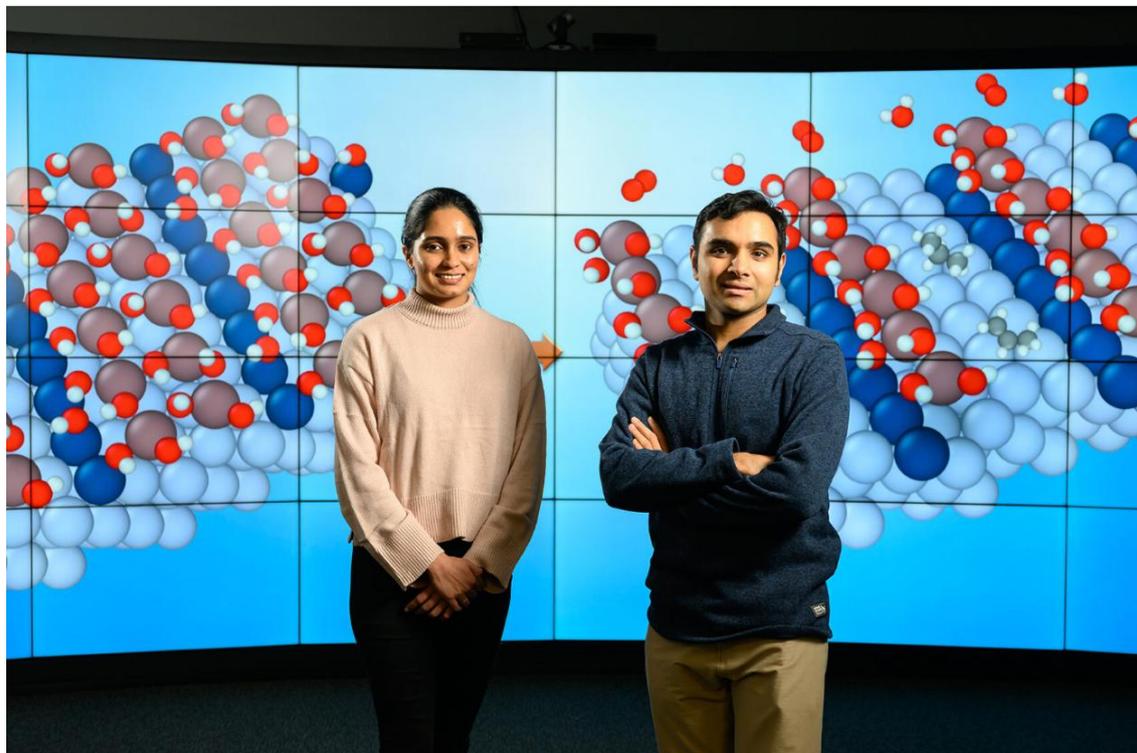
【環境・省エネルギー分野】

仮訳

化学物質製造の効率を向上させる原子の知見（米国）

2025年11月13日

Luke Auburn: Director of Communications, Hajim School of Engineering & Applied Sciences



プロピレンからプロダクツへ: Siddharth Deshpande 助教授と博士課程学生の Snehitha Srirangam 氏は、ロチェスター大学 VISTA コラボラトリーのデータビジュアライゼーションを用いて、触媒がシェールガスをポリプロピレンに変換する際に原子レベルで起こっている現象を明らかにしている。彼らが開発した新しいアルゴリズムは、日用品をより効率的に製造する方法につながる可能性がある。

(写真: ロチェスター大学 / J. Adam Fenster)

プラスチック製の調味料用ボトルから屋外用家具まで、無数にある日用品は最初にプロパンをプロピレンに変換することで製造されている。[2021年にScienceに掲載された研究](#)では、タンデムナノスケール触媒を用いることで、複数のプロセスを単一の反応に統合できることが実証されている。これは、企業による収量向上とコスト削減を可能にするものである。しかし、原子レベルで何が起きているかが不明であったため、主要な他産業プロセスへのこの技術の適用は困難であった。

[ロチェスター大学](#)の研究者らは、ナノスケール触媒がプロパンをプロピレンに変換する際の複雑な化学反応を促進する主要な原子の状態を明示するアルゴリズムを開発した。[アメリカ化学会誌に掲載された論文](#)において、複数の物質の状態によって複雑化するこれらの入り組んだ反応について論じている。

「触媒活性部位で起こっていることには非常に多くの可能性が考えられるため、膨大に存在するそれらの可能性を極めて容易かつ論理的に選別し、最も重要なものに焦点を当てるアルゴリズム的アプローチが必要です」と、[Department of Chemical and Sustainable Engineering](#)の助教授である [Siddharth Deshpande 氏](#)は説明する。「私たちはアルゴリズムを改良し、それを用いてこの非常に複雑な反応を促進する金属相と酸化物相の詳細な分析を実施しました」。

Deshpande 助教授と化学工学の博士課程学生である [Snehitha Srirangam 氏](#)は、分析を実施する中で驚くべき事実を発見した。化学反応における酸化物は、欠陥のある金属部位の周囲に極めて選択的に成長し、このことが触媒の安定性にとって重要であることを特定した。また、酸化物は様々な化学組成下で存在し得るにも関わらず、欠陥のある金属部位の周囲にあるという働きを決して失うことがなかった。

Deshpande 助教授によると、この知見と彼らのアルゴリズムのアプローチを活用することで、塗料から燃料電池にいたる製品に用いられるメタノール合成等の化学反応の原子構造が理解できるようになるという。最終的には、企業によるプロピレン等の工業材料のより効率的な生産方法の戦略的な模索と、長年続いてきた試行錯誤的な手法への依存の低減に役立つと Deshpande 助教授は考えている。

「私たちのアプローチは非常に汎用性が高く、何十年もの間不明であったこれらのプロセスの多くを解明する扉を開く可能性があります」と Deshpande 助教授は言う。

「これらの産業プロセスは有効で大量の化学物質を生産していますが、その働きの正確な解明にはまだ学ぶべきことが多くあるのです」。

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・ロチェスター大学の記事 “Atomic insights could boost chemical manufacturing efficiency (<https://www.rochester.edu/newscenter/atomic-insights-boost-chemical-manufacturing-efficiency-680462/>) を翻訳したものである。
(Reprinted with permission of the University of Rochester)

【電子・情報通信分野】

仮訳

未来の大規模な量子コンピューターを実現する微細なデバイス (米国)

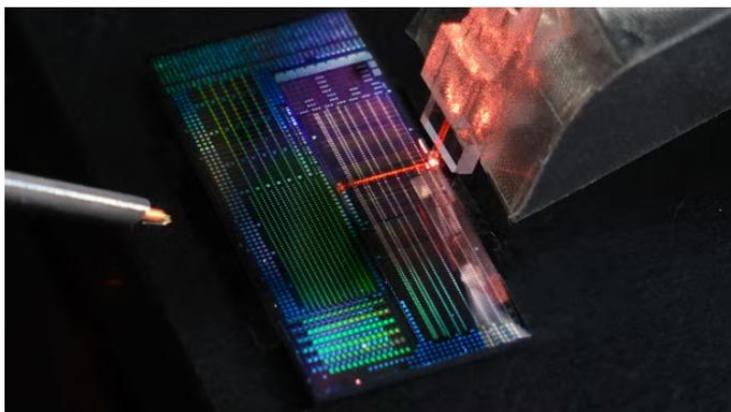
2025年12月11日

著者: [Charles Ferrer](#)

量子コンピューティングに大きな進展をもたらす、人間の毛髪の直径の約100分の1という微細なデバイスが新たに開発された。

[Nature Communications](#)

に掲載されたこの画期的な光位相変調器は、量子情報の基本単位である数千、あるいは数百万もの量子ビットの操作に必要なレーザーの効率的な制御を可能にし、はるかに大規模な量子コンピューターの実現に貢献する可能性がある。



光ファイバーアレイからのレーザー光を受ける本研究で開発されたオプティカルチップ(画像提供: Jake Freedman)

この新デバイスの重要な点は、特別に設計された複雑な製造方法ではなく、コンピューター、携帯電話、自動車や家電製品、トースターをも含む、電気で動くあらゆる製品で既に使用されているプロセッサを作るものと同様のスケーラブルな製造技術を用いて開発されたことである。

この研究を率いる [Department of Electrical, Computer & Energy Engineering](#) の博士課程に在籍する Jake Freedman 氏、Quantum Engineering の Karl Gustafson Endowed Chair である Matt Eichenfield 教授、本論文の共同筆頭著者の Nils Otterstrom 氏を含むサンディア国立研究所(SNL)の共同研究者らが開発したこの新デバイスは、小型で高性能であることに加え、実用的かつ低コストでの量産が可能である。

この新デバイスは、毎秒数十億回振動するマイクロ波周波数の振動を用い、驚異的な精度でレーザー光を操作する。

この超高速振動により、レーザービームの位相を直接制御することができ、同チップによる高安定かつ高効率の新たなレーザー周波数の生成を可能にする。これらのことはすべて、量子コンピューティング、量子センシングおよび量子ネットワーク技術の構築に不可欠なものである。

量子コンピューターが精密な光周波数制御に依存する理由

量子コンピューティングにおける先進的なアプローチには、個々の原子に情報を記憶するトラップイオンシステムとトラップ中性原子システムがある。

これらの量子ビットの操作は、精密なレーザービームを用いて個々の原子に「話かけ」をし、計算実行の指示を与える。

各レーザーの周波数は、10億分の1パーセント以内、あるいはさらに高い精度で調整する必要がある。

「周波数が非常に正確に異なるレーザーのコピーの新たな作成は、原子やイオンをベースにした量子コンピューターを扱う上で最も重要なツールの一つです」と **Freedman** 氏は説明する。「しかし、これをより大きな規模で行うには、新たな周波数を効率的に生成する技術が必要です」。

現在、こうした周波数のシフトは、大量のマイクロ波電力を消費する大型の卓上装置を用いて行われている。

現在の装置は、研究室での小規模な実験や量子ビット数の少ない量子コンピューターには適しているが、将来の量子コンピューターに必要な数万、数十万もの光チャネルの規模には合わせるできない。

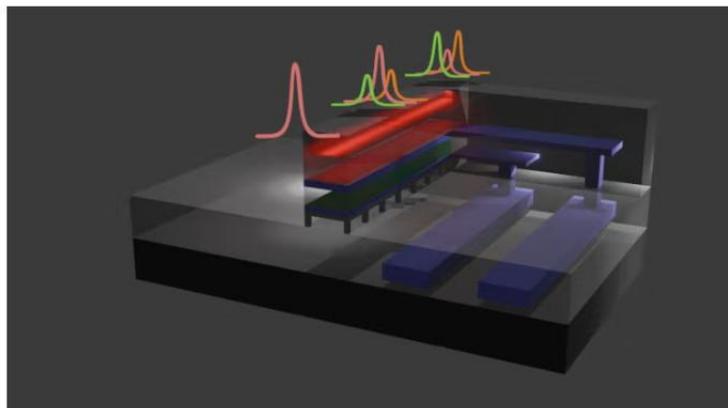
「光学テーブルがぎっしり詰まった倉庫で、10万個もの大型の電気光学変調器を使って量子コンピューターを構築するようなことは考えられません」と **Eichenfield** 教授は言う。「手作業による組み立てが不要で長い光路を持たせられる、よりスケラブルな製造方法が必要です。ついでにこれらのすべてを数個の微細なマイクロチップに収め、発熱量を100分の1に抑えることができれば、実現の可能性はるかに高まります」。

新デバイスは、市販の多くの変調器の約 80 分の 1 のマイクロ波電力消費で、効率的な位相変調を通じて新たな光周波数を生成することができる。

電力消費量の削減により発熱が低減され、1 つのチップ上でも多くのチャンネルを近接して配置することが可能となる。

これらのことは、量子計算を実行するための原子による複雑な動作を制御する、パワフルでスケラブルなシステムへとチップを転換する。

世界で最もスケラブルな製造技術を用いて作製



本研究の最も重要な点の一つは、高度なマイクロエレクトロニクスを製造する施設と同じ

「ファブ」、つまりファウンドリーで新デバイスが製造されたことである。

量子コンピューティングに不可欠な光導波路、圧電アクチュエータと金属経路層を含む新デバイスの 3D 画像
(画像提供: Jake Freedman)

「CMOS 製造技術は、人類がこれまでに発明した中で最もスケラブルな技術です」と Eichenfield 教授氏は言う。

「携帯電話やコンピューターに搭載されているマイクロチップには、数十億個もの同じトランジスタが搭載されています。CMOS 製造技術を用いることで、将来的には数千、あるいは数百万もの同一の光子デバイスが製造できるようになります。まさにこれが量子コンピューティングに必要なものなのです」。

Otterstrom 氏によると、これまでは高価で消費電力が多かった変調器デバイスを、より効率化・小型化できたという。

「私たちは、真空管からの脱却に成功した『トランジスタ革命』を光学の分野で実現するような、スケラブルな光集積技術を推し進めているのです」と Otterstrom 氏は言う。

研究チームは現在、周波数生成、フィルタリングとパルスカービングを同一チップ上に全て統合した集積光子回路を開発しており、完全に実用的なチップの実現へと前進

している。

今後は量子コンピューティング企業と協力し、これらのチップを最先端のトラップイオンやトラップ原子量子コンピューターで試験を実施する予定である。

「この新デバイスは、パズルの最後のピースの一つです」と Freedman 氏は言う。「私たちは、非常に多くの量子ビットを制御できる、真にスケーラブルなフォトニックブラットフォームの実現に近づいているのです」。

本研究は、米国エネルギー省(DOE)の National Quantum Initiative Science Research Center、[Quantum System Accelerator](#) プログラムを通じて支援された。

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・コロラド大学ボルダー校の記事 “Tiny new device could enable giant future quantum computers” (<https://www.colorado.edu/ecee/tiny-new-device-could-enable-giant-future-quantum-computers>) を翻訳したものである。

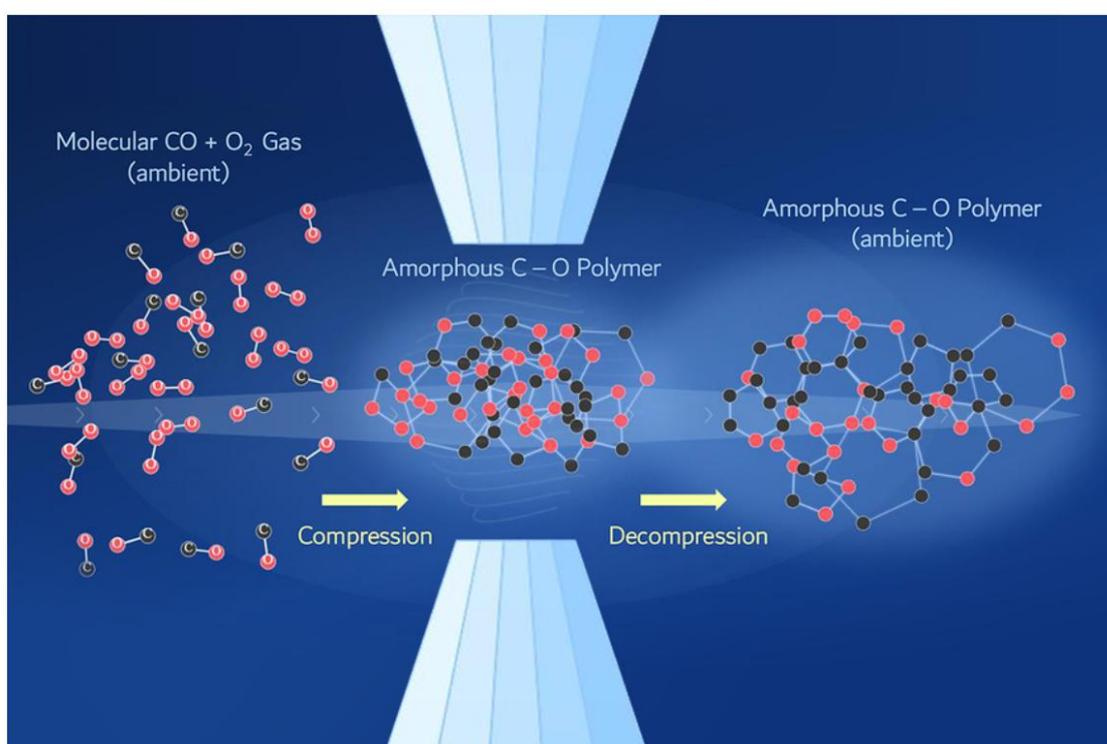
(Reprinted with permission of the University of Colorado Boulder)

【環境・省資源分野】

仮訳

暫定から安定へ：
二酸化炭素ベースの新しいエネルギー材料のレシピを発見(米国)

2026年1月26日



ローレンス・リバモア国立研究所(LLNL)の研究者らは、一酸化炭素と酸素の混合物が減圧後も安定性を保持するポリマーを形成する経路について計算モデルを用いて特定した。

(画像提供: Stanimir Bonev)

物質が圧縮されると、その原子は一般的な条件下では存在しない異例の配列を強いられる。こうした配列は多くの場合一時的なものであり、圧力が解放されると原子は安定した低圧状態に戻る。ダイヤモンドのようなごく限られた物質だけが、室温・大気圧に戻った後も高压構造を維持する。

しかし、この異例の原子配列を常温下で固定することで、幅広いアプリケーションを持つ有用な新材料を創出することができる。特に優れた一例として、推進剤や爆薬に役立てられるエネルギー物質が挙げられる。

ローレンス・リバモア国立研究所 (LLNL) の研究者らが、[Nature Communications Chemistry](#) に掲載された研究において、高压状態から回収できる二酸化炭素(CO₂)相当量ポリマーについて初めて特定している。

「CO₂ の重合体では、高密度の共有結合ネットワークで原子が固定されているため、通常の CO₂ に比べてはるかに多くのエネルギーを蓄えます」と、LLNL の科学者で論文著者の Stanimir Bonev 氏は言う。「このような材料を回収し、安定化できれば、単位質量・体積あたりに大量のエネルギーを貯蔵・放出できる、高エネルギー密度材料としての可能性が期待できます」。

LLNL の研究チームは、量子分子動力学シミュレーションと大規模機械学習(ML)モデルを組み合わせ、ポリマーの形成経路を予測し、高压下と圧力解放時のその挙動を解明した。これらの手法の組み合わせにより、管理された体系的な方法で幅広い圧力・温度条件を探索し、将来の実験に向けた明確な指針を得ることができた。

このブレイクスルーは、CO₂ そのものではなく、一酸化炭素と酸素の混合物の圧縮に焦点を当てたことで実現した。分子混合物から出発することで、より低い圧力下で変化が発生し、より柔軟な反応経路が開かれる。このアプローチは、規則的な結晶構造を持たず、圧力解放時により安定する非晶質固体の形成にも有効である。

「これらの非晶質構造では、圧力解放時に結合ひずみが減少し、常温下での安定性が向上すると考えられます」と Bonev 氏は言う。「このことは、結晶に取って代わられがちで見過ごされてきた非晶質材料が、より高い安定性と有用な特性を提供する可能性を浮き彫りにしています」。

研究者らは、この混合物を用いて 7 ギガパスカル付近の圧力から始まる合成経路を特定した。これは、これまで高分子 CO₂ ベース材料の形成に必要とされていた 100 ギガパスカル超の圧力よりも一桁以上低いものである。

この材料の合成方法を示すシミュレーションに加え、研究者らはそれが機能する理由の物理的な説明をも提供している。鍵は炭素-炭素結合にあり、この結合は混合物中で容易に形成され、圧力の解放後も材料の状態の維持を助ける、独特で安定した構造に貢献する。

研究者らは、本研究の成果が将来の実験的取り組みに向けた具体的な目標と実用的な戦略を提供することを期待している。より広範囲には、このアプローチを炭素、酸素、

窒素、または水素を含む他の軽元素系に適用すれば、回収可能な新しい種類のエネルギー材料や機能性材料につながる可能性がある。

本研究は、LLNL の Laboratory Directed Research and Development Program が支援した。

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・リバモア国立研究所(LLNL)の記事 “From fleeting to stable: scientists uncover recipe for new carbon dioxide-based energetic materials” (<https://www.llnl.gov/article/53936/fleeting-stable-scientists-uncover-recipe-new-carbon-dioxide-based-energetic-materials>) を翻訳したものである。