



New Energy and Industrial Technology Development Organization

ISSN 1348-5350

国立研究開発法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構

〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310
ミュージアム川崎セントラルタワー
(総合案内 16F)
<https://www.nedo.go.jp>

NEDO 海外レポート

2024.2.13.

1139

1	【バイオテクノロジー分野】 堆肥化しやすいバイオプラスチックの製造（米国）	2023/8/4 公表	1
2	【AI・ロボット技術分野】 高速のAIドローンが世界チャンピオンのドローンレーサーを打ち負かす（スイス）	2023/8/30 公表	7
3	【バイオテクノロジー分野】 迅速なバイオ製造に向けた菌株作製の最短化（米国）	2023/9/19 公表	11
4	【AI・ロボット技術分野】 ロボットへの悪意ある攻撃を停止させる新しいサイバーアルゴリズム（オーストラリア）	2023/10/12 公表	15
5	【バイオテクノロジー分野】 目的のポリマー特性をバイオマスで実現する方法を予測する NREL のツール（米国）	2023/11/2 公表	18

※ 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

堆肥化しやすいバイオプラスチックの製造（米国）

2023年8月4日

Matt Davenport

ミシガン州立大学(MSU)研究チームが、バイオベースのポリマーへのデンプン添加で堆肥化が容易となり、プラスチック廃棄物の転用に役立つことを実証

MSU の [トップクラス](#) の [School of Packaging](#) の研究者らは、石油系プラスチックに代わる有望で持続可能な代替プラスチックの生分解性を高める方法を開発した。

[Rafael Auras 博士](#) が率いるチームが、家庭・産業の両環境で堆肥化できるバイオベースのポリマーブレンドを作製した。この研究成果は、[ACS Sustainable Chemistry&Engineering](#) 誌に掲載されている。

「米国を始め世界には、廃棄物、特にプラスチック廃棄物の大きな課題があります」と MSU の教授であり、Packaging Sustainability の Amcor Endowed Chair である Auras 博士は言う。

米国のプラスチック廃棄物のうち、リサイクルされているのは 10%未満で、それらの大部分がゴミとなって経済的、環境的、さらには健康上の懸念を引き起こしている。

「生分解性で堆肥化できる製品を開発することで、その廃棄物の一部を転用することができます」と Auras 博士は言う。「埋め立て処理の量を減らすことができます」。



ミシガン州立大学教授で Packaging Sustainability の Amcor Endowed Chair である Rafael Auras 博士

もう 1 つの利点は、コンポスト容器に捨てられるプラスチック廃棄物に付着した食品の残りカスを除去する必要がなくなることである。この除去プロセスは、効率的なプラスチックリサイクルの主要な障害となっている。リサイクル施設は日常的に、汚れたプラスチック廃棄物の洗浄に時間と水とエネルギーを費やすか、またはそのまま廃棄するかを選択する必要がある。

「コーヒーカップやトマトソースの付いた電子レンジ用の皿を想像してみてください。それらを濯いだり洗ったりする必要はなく、堆肥にできるのです」と Auras 博士は言う。



MSU が開発した新しい堆肥化可能なバイオベースプラスチックの研究チームには、(左から)ポスドク研究者の Anibal Bher 氏、博士課程の学生 Wanwarang Limsukon 氏と Pooja Mayekar 氏、そして Packaging Sustainability の Amcor Endowed Chair である Rafael Auras 博士が含まれる。

Credit: Matt Davenport/MSU

PLA とデンプンの「スイートスポット」

MSU 研究チームは、ポリ乳酸または PLA として知られているプラスチックを使用したが、これは多くの観点から当然の選択である。PLA は 10 年以上前からパッケージングに使用されており、石油ではなく植物の糖類に由来している。



堆肥化可能なポリマーの堆肥化効果を示すために研究チームの実施した実験について説明するミシガン州立大学の博士課程に在籍する Pooja Mayekar 氏。

Credit: Matt Davenport/MSU

PLA の廃棄物の適切な処理により、その副産物は水、二酸化炭素および乳酸という、天然の物質のみである。

さらに、研究者は PLA が産業用コンポスターで生分解することもわかっている。これらのコンポスターでは、家庭用コンポストよりもバイオプラスチックを分解しやすい高温などの条件を用意することができる。

しかし、PLA を家庭で堆肥化できるようにするというアイデアを、一部の人々は不可能だと考えている。

「選択肢の 1 つとして PLA を家庭で堆肥化できるようにするというアイデアを笑われてしまったことがあります」と、[Auras の研究グループ](#)の博士課程の学生で、本研究論文の筆頭著者である Pooja Mayekar 氏は言う。

「それは、通常では微生物が PLA を消費することができないからです。微生物が食料として利用できる程度まで PLA が分解される必要があるのです」。

産業用コンポストの設定で PLA をそのような段階まで移行させることが可能だが、それを迅速に、あるいは完璧に実施できるというわけではない。

「実際、多くの産業用コンポスターは、PLA のようなバイオプラスチックの受け入れには消極的です」と Auras 博士は言う。

MSU 研究チームは、米国農務省と [MSU AgBioResearch](#) の支援を受けた実験で、産業用コンポストの条件下では、微生物が PLA の消化を開始するまでに 20 日間がかかる

ことを確認している。

このタイムラグを解消し、家庭での堆肥化を可能にするため、Auras 博士とその研究チームは、熱可塑性デンプンと呼ばれる炭水化物由来の材料を PLA に添加した。このデンプンは、PLA の分解中にコンポストの微生物が容易に食べられるものとなる。

「デンプンの添加と言っても、PLA マトリックスにデンプンを適当に混ぜ合わせるわけではありません」と Mayekar 氏は言う。

「これは、他の特性を損なうことなく PLA がよりよく分解されるようにデンプンのスイートスポット（最も優れた結果をもたらす領域）を特定する試みでした」。

幸運にも、ポスドク研究者の Anibal Bher 氏が、一般的な PLA フィルムの強度、透明度や他の望ましい特性がどのように保持されているかを観察するために、別の PLA-熱可塑性デンプンブレンドをすでに作製していた。

Bher 氏と Mayekar 氏は、博士課程の学生 Wanwarang Limsukon 氏と協力し、多様な条件下で堆肥化プロセスを実施した場合に、これらのフィルムがどのように分解するかを観察することができた。

「プロセスの最初での加水分解と、その最後での生分解のされ方は材料によって異なります」と Limsukon 氏は言う。「私たちはそれらのすべての経路を調べています」。

MSU 研究チームは、Auras 博士とその研究室のメンバーが、MSU での 19 年の間にほぼゼロから構築したシステムを利用してこれらの実験を行った。また、School of Packaging の自分たちの研究室以外で利用できる実験装置も役立った。

「MSU School of Packaging の Auras 博士との研究は、素晴らしいものです」と Bher 氏は言う。「なぜなら、私たちはいつか実際に使える製品を作りたいと思っているから



MSU の Auras 研究室が生分解実験を行うために作製したバイオリアクターの拡大写真。バイオリアクターは基本的に大きなガラス製の容器で、堆肥化中に発生するガスを測定するためのチューブが付いている。

Credit: Matt Davenport/MSU

です。私たちは、キャンパス周辺の施設を利用して材料を作製し、それらの特性を調べています。MSUはそのためのリソースをたくさん提供してくれます」。

「MSU がパッケージングを学べる最高の大学の一つであることの所以です」と Mayekar 氏は説明する。

考え方を变えること

研究者らは、自分たちの専門知識と手元のリソースを利用し、完全に堆肥化可能なバイオベースのプラスチックパッケージングの作製が可能であることを実証した。しかし、これだけでは商用化の保証には十分ではないと Auras 博士は強調する。



ミシガン州立大学のラファエル・アウラスの研究室にある管理されたこの部屋の中で、研究者は温度、湿度、空気の流れなどのコンポストの条件を調整しながら、バイオリクター内の物質を消化する微生物によって生成される二酸化炭素を測定することができる。

Credit: Matt Davenport/MSU

「私たちが開発した材料は生分解性であるため、ゴミとして捨てられるものだと思うと、この問題は悪化します。」と Auras 博士は言う。「私たちが開発した技術は、

そこには、技術的な課題に加え、社会的、行動に関する課題もある。

「プラスチック廃棄物管理の問題全体を 1 つの方法で解決することはできません」と Mayekar 氏は言う。「私たちが開発したのは、パッケージングにおける 1 つのアプローチです」。

Auras 博士が先に述べた、産業用コンポスターらによるプラスチックに対する懐疑的な見方に加え、生分解性で堆肥化可能な材料は、環境に関わらず比較的迅速に分解されるものだという一般的人々の誤解もある。

これらの材料が迅速に分解されるには、アクティブな堆肥化にあるような特定の条件が必要となる。それ以外の環境中に廃棄される生分解性プラスチックは、単なるゴミのままである。

アクティブな廃棄物管理への導入が前提となっています」。

「私たちは、廃棄物、特にプラスチックの管理方法を意識する必要があります」と Bher 氏は言う。「家庭においても、小規模な堆肥化プロセスの管理方法について考える必要があるのです」。

「プラスチック自体を悪者として非難するのは実に簡単ですが、それらの管理の考え方を変える必要があると思います」と Mayekar 氏は言う。

MSU 研究チームは、本研究を通じ、この問題に関して人々の教育と意識の向上を支援したいと考えている。そして、人々の心構えを変えることができると信じるに足る理由を持ち合わせている。家庭での PLA 堆肥化のアイデアを、もう誰も笑うことはできないのだ。

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、ミシガン州立大学(MSU)の記事“Making bioplastics that are easier to compost”（<https://msutoday.msu.edu/news/2023/making-bioplastics-easier-to-compost>）を翻訳したものである。

(Reprinted with permission of Michigan State University (MSU))

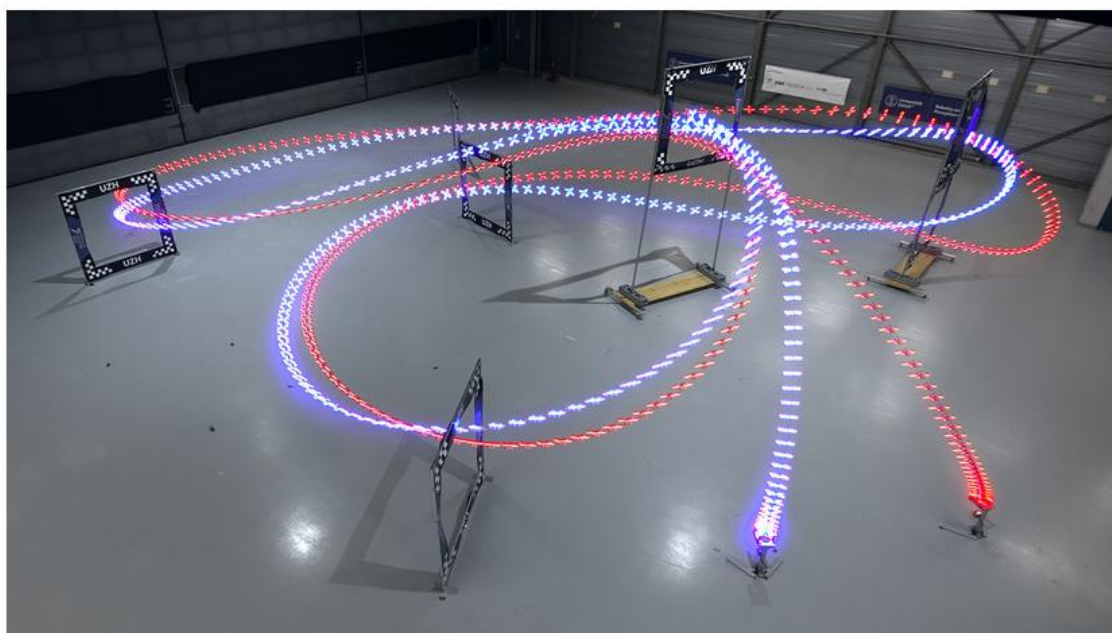
【AI・ロボット技術分野】

仮訳

高速の AI ドローンが 世界チャンピオンのドローンレーサーを打ち負かす(スイス)

2023 年 8 月 30 日

人工知能 (AI) のマイルストーンとして、UZH の研究者によって設計された AI システム「Swift」が、ドローンレースで世界チャンピオンを打ち破った— 数年前には達成不可能と思われた結果である。AI が操縦するドローンは、シミュレート環境で訓練された。現実世界のアプリケーションには、環境監視や災害対応が含まれる。



AI で訓練された自律飛行ドローン(青色の経路)は、人間のパイロットのベストタイムを 0.5 秒上回り、ラップ全体で最速を記録した (画像:UZH/Leonard Bauersfeld)

IBM の Deep Blue が 1996 年にチェスで Gary Kasparov 氏に勝利したことや、Google の AlphaGo が 2016 年に囲碁でトップチャンピオンの Lee Sedol 氏を破ったことを覚えているだろうか。機械が人間のチャンピオンを打ち負かしたこれらの大会は、AI の歴史における重要なマイルストーンである。チューリッヒ大学(UZH)とインテルの研究者グループは、ドローンレースというフィジカルスポーツで人間のチャンピオンに勝つことのできる初の自律飛行システムにより、新たなマイルストーンを打ち立てた。

Swift と呼ばれるこの AI システムは、一人称視点 (FPV) ドローンレースの三人の世界
的なチャンピオンとの複数のレースで勝利した。このレースでは、ドローンに搭載し
たカメラに接続されたヘッドセットをパイロットが装着し、ドローンを時速 100 km 以
上で遠隔操作して飛行させる。

物理世界とのインタラクションによる学習

「フィジカルスポーツはボードゲームやビデオゲームよりも予測しにくいいため、AI に
とってより難しいものです。私たちは、ドローンや環境モデルについてすべて理解し
ていません。すると AI は、物理的な世界とのやりとりでそれらを学習する必要がある
のです」と、**UZH** のロボティクス・パーセプション・グループの責任者であり、設立
したばかりのドローンレーシングチームのキャプテンを務める **Davide Scaramuzza** 氏
は言う。

つい最近まで、外部の位置追跡システムを使って軌道を正確に制御しない限り、自律
飛行するドローンは人間の操縦するドローンの 2 倍の時間をかけてレース場を飛行し
ていた。しかし、Swift では、人間のレーサーが使用するようなオンボード・カメラで
収集されたデータにリアルタイムで反応する。カメラの慣性測定ユニットが加速度と
速度を測定し、人工ニューラルネットワーク (NN) がカメラからのデータを使用して空
間でのドローンの位置を特定し、レーストラックを辿ってゲートを検出する。この情
報は深層 NN による制御ユニットに送られ、可能な限り速くゴールインするための最
適なアクションを選択する。

最適化されたシミュレーション環境でのトレーニング

Swift のトレーニングは、強化学習 (reinforcement learning) と呼ばれる一種の機械学
習を使用し、試行錯誤しながら飛行を学習するシミュレーション環境で実施された。
シミュレーションの利用により、システムのクラッシュが頻繁に起こる学習の初期段
階での複数のドローンの破壊を回避できた。「シミュレータでのアクションの結果が現
実世界での結果に可能な限り近くなるように、実際のデータでシミュレータを最適化
する方法を設計しました」と、論文の筆頭著者である **Elia Kaufmann** 氏は言う。この
段階で、ドローンは外部の位置追跡システムが提供する非常に正確な位置情報により
自律的に飛行し、カメラからのデータも記録した。このようにして、ドローンはオン
ボード・センサーからのデータの解釈で発生したエラーを自動修正することを学習し
た。

人間のパイロットの方が変化する条件により良く適応できる

デスクトップ PC では 1 時間未満に相当する飛行時間のシミュレーションを一ヶ月間行った後、Swift の準備が完了した。対戦する人間のライバルは、2019 年の Drone Racing League チャンピオンである Alex Vanover 氏、2019 年の MultiGP Drone Racing チャンピオンである Thomas Bitmatta 氏、そして三度のスイスチャンピオンである Marvin Schaepper 氏である。レースは 5 日から 2022 年 6 月 13 日まで、チューリッヒ近郊のデューベンドルフ空港の格納庫にある専用のトラックで開催された。ドローンは、機体を半回転させてフルスピードで下降するハーフループを行うアクロバット飛行の Split-S などの難しい操縦を含み、25m×25m の広さのトラックの 7 か所の四角いゲートを正しい順番で通過しなければならない。

Swift は最も速いラップを達成し、人間のパイロットのベストラップを 0.5 秒上回った。一方、人間のパイロットは自律飛行ドローンよりも適応性が高いことがわかった。自律飛行ドローンは、例えば部屋の照明が強すぎるなど、訓練された条件とは異なる環境への対応ができなかった。

自律飛行での限界への挑戦は、ドローンレース以上に重要なことであると Scaramuzza 氏は指摘する。「ドローンのバッテリー容量は限られていて、空中に留まるだけでエネルギーの大部分を使用します。そのため、より速く飛行することで、ドローンの有益性が高まるのです」。例えば、森林監視や宇宙探査などのアプリケーションでは、限られた時間内で広い空間を網羅するには高速飛行が重要になる。映画業界では、高速自律飛行ドローンはアクションシーンの撮影に使用できる。また、高速で飛行する能力は、火災が起きている建物の中に送られるレスキュードローンの効果を高める。

文献:

Elia Kaufmann、Leonard Bauersfeld、Antonio Loquercio、MatthiasMuller、Vladlen Koltun、Davide Scaramuzza : Champion-Level Drone Racing using Deep Reinforcement Learning. Nature. 2023 年 8 月 31 日
DOI:10.1038/s41586-023-06419-4



レースは 2022 年 6 月、チューリッヒ近郊のデューベンドルフ空港の飛行機の格納庫に設けられた専用トラックで開催された (写真:Regina Sablotny)

ドローンレースのビデオ

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、チューリッヒ大学(UZH)の記事 “Challenge Accepted: High-speed AI Drone Overtakes World-Champion Drone Racers ” (<https://www.news.uzh.ch/en/articles/media/2023/Drone-race.html>) を翻訳したものである。

(Reprinted with permission of University of Zurich (UZH))

【バイオテクノロジー分野】

仮訳

迅速なバイオ製造に向けた菌株作製の最短化(米国)

2023年9月19日

貴重な医療品や化学物質を生産する微生物の製造に要する時間とコストの飛躍的な削減を可能にするモデルベースの新手法

重要ポイント:

- ・ LBNL は、従来の手法よりも迅速、簡易、低コストで微生物の新しい菌株を開発するワークフローを有する。
- ・ このワークフローを利用し、農業や森林管理で廃棄されることの多い植物組織の一種を変換し、ターゲット分子を作ることのできる微生物設計を実施している。
- ・ このアプローチは、バイオ製造業の持続可能性の向上に貢献するものである。

遺伝子操作した微生物を小さな工場として使用することで、生命を救う薬品の安定供給、食品産業の変革、そして化石燃料を使用する代わりに持続可能なバージョンの貴重な化学物質の作製が可能になっている。

しかし、今日市場にある様々なバイオ製品の背後には、長年の研究活動や何百万ドルもの研究開発資金投資の存在がある。バークレー国立研究所(LBNL)では、微生物の遺伝子操作により、商業化が可能な効率で重要な化合物を生産するためのプロセスの迅速化と合理化を通じ、急成長中のこの産業を新たな高みに到達させたいと考えている。

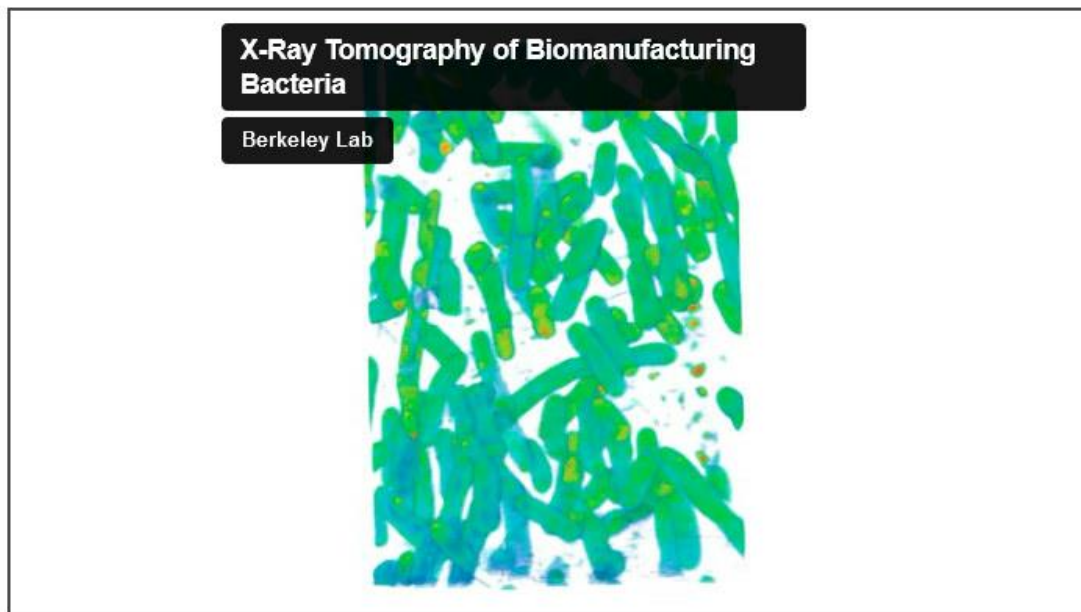
シニアサイエンティストである Aindrila Mukhopadhyay 氏の率いるチームは、CRISPR 遺伝子編集と、遺伝子編集の予測に使用できる微生物の遺伝子発現と酵素活性の一連の計算モデルを組み合わせたワークフローを開発した。[この研究内容の詳細は、Cell Reportsに掲載されている。](#)

「菌株の多くは時間と手間のかかる試行錯誤によって作製されています。私たちは、特定の遺伝子やタンパク質に焦点を当てたアプローチと、ゲノム全体をモデル化する方法を組み合わせることで、製品開発サイクルを数年から数ヶ月に大幅に短縮できることを実証しました」と共同筆頭著者の Thomas Eng 氏は説明する。同氏は LBNL の Biosciences Area が率いる、米国エネルギー省(DOE)のバイオエネルギー研究センターの Joint BioEnergy Institute (JBEI) のホストエンジニアリングの副所長である。

実証されたこのワークフローは、Product Substrate Pairing (PSP) と呼ばれ、一般的な微生物の食糧源をターゲット分子に変換できる菌株のエンジニアリングにおいて、[すでに期待できる成果を挙げている](#)。しかし、今回の研究では、このアプローチの実力を実証するために、強靱で繊維質の植物組織の一種であるリグニンに由来する分子をエサにする菌株を開発した。収穫後の作物や整地作業から毎年発生する数億トンもの植物廃棄物に豊富に含まれているリグニンは、バイオ製造微生物のエサとして理想的な環境に優しい前駆物質である。現在、ほとんどのバイオ製造プロセスは、フィードストックと呼ばれる特別に栽培された作物由来の糖分子に依存しているが、JBEI の科学者たちは、すでに大量にあるリグニンをアップサイクルすることで、バイオ製造をより再生可能でカーボンニュートラルなものにしたいと考えている。

リグニンの誘導体を自然に分解できる微生物の菌株から開始し、PSP を用いて削除すべきネイティブ遺伝子、挿入すべき非ネイティブ遺伝子、そして微生物が高レベルの非ネイティブ化合物を生産するのに必要な培養条件について調査した。何千ものコンピューティング設計の評価を経て、最終的に 2 種類の設計について研究室で試験を実施し、微生物の遺伝子をインディゴイジン生成するように編集した。インディゴイジンは、他の分子の代替としても使用できる多様な用途を持つ青色色素である。コンピュータモデリング、実際の培養、そして CRISPR で編集した菌株の分析を反復するプロセスを通じ、試行錯誤に頼った菌株設計を排除する、一般化可能なワークフローを実証した。

「ここでの付加価値は、あらゆる微生物やバイオプロセスにも適用可能なワークフローを作る、すでに確立されたツールの統合方法にあります」と JBEI のホストエンジニアリンググループの計算研究科学者である共著者の Deepanwita Banerjee 氏は言う。「私たちのこのパラダイムシフト的な研究論文は、成長サイクルの各段階での細胞の挙動に基づいた、論理的で効率的な菌株構築と試験方法を実証するものです。これは、細胞機能の予測的理解に向けた大きな一歩です」。



LBLN の Advanced Light Source の軟 X 線断層撮影法によって生成されたこれらの画像は、非天然産物の生産に最も効率的な遺伝子操作微生物細胞の特定に寄与した。このプロジェクトは、貴重な医薬品、化学物質、食品のバイオベースの製造をより迅速かつ持続可能にするのに役立つだろう。

また、LBLN の専門的な知見と設備を活用し、多種類の微生物工場を完全に把握した。Christopher J. Petzold 氏と JBEI Functional Genomics Group は、ハイスループット法を活用し、菌株によるそのタンパク質発現の改変を迅速に特定した。Biosciences Area の上級教員科学者である Carolyn Larabell 氏とその研究チームは、Advanced Light Source で軟 X 線断層撮影法を実施し、バイオ製造に最適な細胞の特定に役立つ超高解像度画像を提供した。最後に、JBEI Deconstruction Division の Blake Simmons 氏と科学者らは、ガイドランスとリグニンを豊富に含むソルガムのサンプルを提供し、実際の条件下におけるこのバイオ製造プロセスの働きを実証した。

約 1 年間の研究活動の結果、77%の高収率の菌株の設計に成功した。

JBEI のバイオ燃料・バイオ製品担当バイスプレジデント兼ホストエンジニアリング担当ディレクターである Mukhopadhyay 氏は、「持続可能なバイオ製造は、様々な出発原料を活用する能力に左右されます。しかし、それぞれの手法は、よくわかっていない前駆物質に関する私たちの不完全な知識によって制限されることもあります。私たちのこの総合的なワークフローは、確立されたツールを使用し、多種類の炭素源、微生物システム、そしてバイオ製造ターゲットに適用できるはずです」と説明する。

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、米国ローレンスバークレー国立研究所(LBNL)の記事“Fast-Track Strain Engineering for Speedy Biomanufacturing”

(<https://newscenter.lbl.gov/2023/09/19/fast-track-strain-engineering-for-speedy-biomanufacturing/>) を翻訳したものである。

【AI・ロボット技術分野】

仮訳

ロボットへの悪意ある攻撃を停止させる新しいサイバーアルゴリズム (オーストラリア)

2023年10月12日

オーストラリアの研究者らが、無人の軍事ロボットに対する中間者攻撃 (MitM) を数秒で停止させるアルゴリズムを開発した。

[チャールズ・スタート大学](#)と[南オーストラリア大学 \(UniSA\)](#)の人工知能 (AI) 専門家が、ディープラーニング (深層学習) ニューラルネットワークを使って人間の脳の振る舞いをシミュレートする実験において、ロボットのオペレーティングシステム (ROS) を訓練し、MitM による盗聴サイバー攻撃の特徴を学習させた。攻撃者は、ROS で進行中の通信、つまりデータの転送の中断を狙い撃ちする。



UniSA とチャールズ・スタート大学の AI 研究者らが実験で使用した GVR-BOT

米軍の戦闘用地上車両のレプリカを用いてリアルタイムに試験したアルゴリズムでは、悪意のある攻撃を 99% 防御することに成功。2% を下回る偽陽性率により、同システムの有効性を確立し、その効果を実証した。

本研究の結果は、[IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing](#) にて発表されている。

UniSA の自律システム研究者である [Anthony Finn 教授](#)によると、このアルゴリズムは、サイバー攻撃の検出に世界中で使用されている他の認識技術よりも優れているという。

[Charles Sturt Artificial Intelligence and Cyber Futures Institute](#) の Finn 教授と [Fendy Santoso 博士](#)は、米国陸軍フューチャーコマンド(AFC)との協力で、GVR-BOT 地上車両に対する MitM 攻撃を再現し、攻撃を認識するように ROS を訓練した。

「ロボットオペレーティングシステム (ROS) は非常に高度にネットワーク化されているため、データ侵害や電子ハイジャックの影響を大変受けやすいのです」と Finn 教授は説明する。

「ロボット工学、オートメーション、モノのインターネット (IoT) の革新を特徴とするインダストリー4.0 の到来により、協働するロボットの必要性が高まっています。それには、センサー、アクチュエーター、コントローラーが、クラウドサービスを介して相互に通信し、情報を交換する必要がありますが、ここでの欠点はサイバー攻撃に対して非常に脆弱であることです」。

「しかし、幸いなことに、コンピューティングの速度が数年毎に倍増し、デジタル攻撃からシステムを守るための高度な AI アルゴリズムを開発して実装することが可能になっているのです」。

Santoso 博士によると、その大きな利点と広範な利用にもかかわらず、暗号化されたネットワークトラフィックデータと、システムの完全性チェック機能の制限のために、ROS はそのコーディングスキームにおいてセキュリティの問題をほとんど無視しているという。

「ディープラーニングのおかげで、私たちの侵入検知フレームワークは堅牢で高精度なものになっています」と Santoso 博士は言う。「このシステムは、ROS のような大規模かつリアルタイムのデータ駆動システムを保護するのに最適な、大規模なデータセットを扱うことができます」。

Finn 教授と Santoso 博士は、地上ロボットよりも高速で複雑なダイナミクスを持つドローンを含む様々なロボティクスプラットフォームにおいて、この侵入検知アルゴリズムの試験実施を計画している。

10月 は、サイバーセキュリティー意識向上月間である。

Statista によると、2023年にロボット市場は370億米ドルに達すると予測されている。サービスロボットは市場の大半を占めており、軍用、民間用、農業用、産業用、捜索救助や医療分野等の他のロボットの使用は世界中で増加している。

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、オーストラリア連邦・南オーストラリア大学(UniSA)の記事“New cyber algorithm shuts down malicious robotic attack” (<https://www.unisa.edu.au/media-centre/Releases/2023/new-cyber-algorithm-shuts-down-malicious-robotic-attack/>) を翻訳したものである。

(Reprinted with permission of University of South Australia (UniSA))

【バイオテクノロジー分野】

仮訳

目的のポリマー特性をバイオマスで実現する方法を予測する NREL のツール(米国)

2023 年 11 月 2 日

より持続可能で高性能なポリマーの発見を人工知能(AI)が加速させる



NREL の科学者らは、機械学習ツールを使ってバイオマス製の新しい弾性ポリマーのような革新的なポリマー設計を発掘する。写真: Dennis Schroeder, NREL

優秀な化学者らは、炭素、水素、酸素、窒素を結合させて、密封型の食品パッケージング、耐熱性の自動車部品、耐久性のある個人用保護具等の様々な種類のプラスチックを作る方法を発見してきた。

材料科学者の 21 世紀における真の課題は、特に手元にあるのが石油化学製品のみである場合に、持続可能性と優れた性能の両特性を備えたポリマーの完璧な製造方法を発見することである。

「石油は主に炭化水素で構成されています。炭化水素は基本的に炭素と水素が化学的に結びついたもので、素晴らしくて有益な特性を備えています」と米国立再生可能エネルギー研究所 (NREL) の科学者である Brandon Knott 氏は言う。「しかし、炭化水

素は酸素や窒素のようなヘテロ原子をもたず、炭化水素が提供する以上の機能を必要とするポリマーを製造する場合には、それらを加えるのに大量のエネルギーを消費します」。

その解決策の一つは、酸素や窒素を豊富に含むバイオマスや廃棄物をポリマー成分に加えることだと Knott 氏は説明する。トウモロコシの茎や藻類、さらには生ゴミには、特定の特性を化学者らが実現できるようにする、特別な化学結合が含まれている。

しかし、持続可能性と機能性というこれらの特性を同時に実現する完璧な製造方法を見つけることはできるのだろうか？

NREL の機械学習ツールの PolyID:Polymer Inverse Design™ は、その実現を助けるものである。このツールは、AI を使用して分子構造に基づいた材料特性を予測する。何百万種類ものポリマー設計のスクリーニングを可能にし、特定のアプリケーションに向けた材料の候補を提供する。

米国エネルギー省 (DOE) バイオエネルギー技術局 (BETO) の支援を受けて開発されたこの AI ツールは、[Macromolecules](#) に掲載された論文に詳しく説明されている。

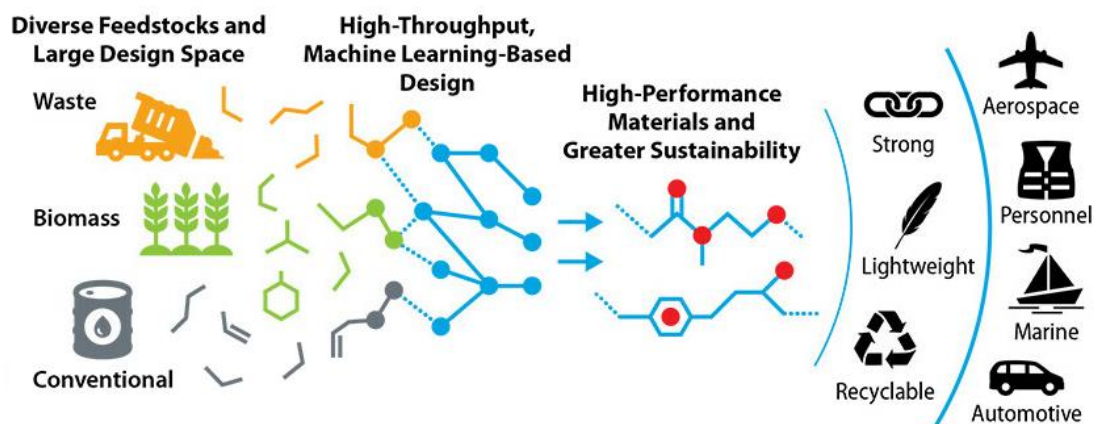


材料特性と分子構造を関連付けるスマートなアルゴリズム

PolyID を支えるアルゴリズムは、「原子団寄与法」として知られる基礎的なアプローチの進展版である。このツールは、酸素、水素、炭素やその他の元素の配合と材料特性の関連性を構築し、弾性、耐熱性、シーラント性能などの属性を予測する。

ポリマーの分子構造とそれらの既知の特性を関連付けるライブラリーの増大に伴い、新しいポリマーに特定の物理的特性を持たせる設計を予測することを「学習」する。

論文の筆頭著者である Nolan Wilson 氏は、「数千種類のポリマーを使用してアルゴリズムを訓練すると、これまでに見たことのない、また、おそらくこれまでで作られたことのない構造について、アルゴリズムによる極めて正確な予測を得られるようになります」と説明する。



PolyID は、これまで以上に速く、容易に特定のアプリケーションに向けた持続可能で高性能ポリマー設計を可能にし、材料の発見に革新をもたらす。画像：. Elizabeth Stone, NREL

リファレンスライブラリーには何千種類ものポリマー設計が含まれているため、目的の特性を決定してからポリマー設計を選択するといった、逆方向での新しいポリマー設計の調査もできる。

ケーススタディ: 生分解性の食品パッケージングフィルムの発見

例えば、NRELの科学者たちは、PolyIDを使用により、15,000種類以上の植物由来のポリマーの迅速なスクリーニングを通じて現行の食品パッケージングフィルムの生分解性代替品を調査した。主に石油ベースの材料である高密度ポリエチレンから作られるパッケージングフィルムは、多くの場合高温耐久性で食品鮮度を保持する強力な防湿状態が作られるように設計されている。

NREL チームは PolyID でこれらの特性を優先させながら、生分解性や温室効果ガスのフットプリントの低減等の望ましい特性も追加した。PolyID は、バイオマスから製造できる 7 種類のポリマー設計を生成した。

研究室でさらに試験を重ね、PolyID による予測を確認した。これらの 7 種類のポリマーすべてが高温に耐えるだけでなく、温室効果ガスの排出量を低減し、食品をより長時間新鮮に保つことが可能である。

ポリマーを産業界のニーズに合わせるツール

バイオマス、廃棄物、従来の原料による何百万種類ものユニークな材料の創出が可能であるため、新しいポリマーの設計で持続可能性を優先することは、最も優秀な化学者にとっても困難な作業であった。

これは、消費者が自分たちの使用する製品に対してより多くのものを求めるようになってきたことに起因している。多くの企業では、廃棄物の削減、リサイクルの促進やCO2 排出量の低減による製品のイノベーションを通じてそれらに対応しているが、製品の性能を犠牲にせずにそれらの要求に応じるには、一筋縄ではいかない両立策が必要となるだろう。

Wilson 氏によれば、ポリマーの性能を持続可能性に関連する複数の要素と共に位置づける能力が PolyID の最も優れた点であるという。

「その中には、石油製ポリマーを直接代替して機能できるものもあります」と同氏は説明する。「しかし、多くの場合、それらは性能と持続可能性の点でさらに優れているのです」。

そうなると、食品パッケージングフィルムは食品を長持ちさせる以上のことができるようになる。スキー板のコーティングは寒さや雪を防ぐだけでなく、自転車のヘルメットに入っている熱可塑性プラスチックシェルは、脳だけでなく他の多くのものを守れるようになるかもしれない。しかも、健全な環境の維持を支援しながらである。

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、米国立再生可能エネルギー研究所(NREL)の記事“Pick Your Polymer Properties and This NREL Tool Predicts How To Achieve Them With Biomass”（<https://www.nrel.gov/news/program/2023/pick-your-polymer-properties-and-this-nrel-tool-predicts-how-to-achieve-them-with-biomass.html>）を翻訳したものである。