

# MIT Technology Review

Published by KADOKAWA / ASCII

Vol.

# 59

2024.03

## 日本発・世界を変える U35イノベーター

**News&Trends, Opinion**

オープンAI「Sora」の衝撃

アンドリュー・エン：イノベーターへのメッセージ

**Interview**

米重克洋 (JX通信社)

003

特集

## 日本発・世界を変える U35イノベーター

004

輸送 森田直人 (東京大学)

009

AI/ロボット工学 井上浩輔 (京都大学)

010

医学/生物工学 遠藤礼子 (京都大学) / 齋藤諒 (MIT・ハーバード大学ブロード研究所)  
/ 森山美優 (イエール大学)

017

エネルギー/持続可能性 山本憲二郎 (Aster、東京大学) / 阿部博弥 (東北大学、  
AZUL Energy) / 中安祐太 (東北大学、里山エンジニアリング、百)

024

コンピューティング 野入亮人 (理化学研究所) / 久津見ゆうか (サントリーホールディングス)

026

U35イノベーター2023 [グローバル版]

AI シャロン・リー (ウィスコンシン大学)

医学/生物工学 ジュリア・ジョン (ホワイトヘッド研究所)

エネルギー/持続可能性 ヨン・ソク・ジョ (アモジー)

コンピューティング ヤティシュ・トウラキア (カリフォルニア大学サンディエゴ校)

ロボット工学 レレル・ピント (ニューヨーク大学)

038

U35 イノベーターの軌跡 #11

米重克洋 (JX通信社)

記者不在の通信社がテクノロジーで挑む、報道の構造問題

041

News&amp;Trends

動画でも生成革命、オープンAIが新モデル「Sora」を発表

米ベンチャーのリチウム硫黄バッテリー、EV搭載はいつ?

AIボット導入で、メンタルヘルス・サービスの利用者が増加

「胚は子ども」米アラバマ州の衝撃判決、人工子宮研究にも影響か

050

Opinion

アンドリュウ・エン特別寄稿：イノベーターを志す人たちへ

●本PDFに収録した記事の情報は原則として、初出時の情報です。記事中の初出日をご確認ください。

●WebサイトのURLやソフトウェアのバージョン等は予告なく変更されている場合があります。

●本PDFは情報の提供のみを目的としています。本PDFを運用した結果について、著者およびMIT Technology Review Japan/株式会社角川アスキー総合研究所は一切の責任を負いません。

●本PDFに登場する会社名、商品名は該当する各社の商標または登録商標です。本PDFでは®マークおよびTMマークの表示を省略しています。

## 世界を変える

## U35イノベーター「日本版」

MITテクノロジーレビューの「U35 (35歳未満) のイノベーター」は、向こう数十年間の未来を形作る独創的なイノベーターを発掘・紹介する年次企画だ。4年目となる2023年の日本版では、人工衛星に代わる無人航空機を設計する研究者から、建物の耐震性を高める塗料の開発者まで、幅広い分野で活躍する10人のイノベーターを選出した。

日本発・世界の重要課題解決に取り組む、若き才能たちの活動に注目してほしい。

## ●2023年度審査員

森川博之(東京大学大学院工学系研究科教授)、浅川智恵子(日本科学未来館館長/IBMフェロー)、中島秀之(札幌市立大学学長)、玉城絵美(H2L, Inc. CEO/琉球大学工学部教授/東京大学工学系研究科システム創成学専攻教授)、松尾亜紀子(慶應義塾大学理工学部教授)、荒井朋子(千葉工業大学惑星探査研究センター所長)、所千晴(早稲田大学理工学術院教授/東京大学大学院工学系研究科教授)、江守正多(東京大学未来ビジョン研究センター教授/国立環境研究所地球システム領域上級首席研究員)、Takashi Kiyozumi(カリフォルニア大学サンディエゴ校JFITエグゼクティブ・マネージャー)、畠賢一郎(再生医療イノベーションフォーラム代表理事副会長)※敬称略

## 輸送

Naoto Morita

森田直人 (31)  
所属：東京大学

## AI/ロボット工学

Kosuke Inoue

井上浩輔 (34)  
所属：京都大学

## 医学/生物工学

Noriko Endo

遠藤礼子 (34)  
所属：京都大学

## 医学/生物工学

Makoto Saito

齋藤諒 (34)  
所属：MIT・ハーバード大学  
ブロード研究所

## 医学/生物工学

Miyu Moriyama

森山美優 (32)  
所属：イェール大学

## エネルギー/持続可能性

Kenjiro Yamamoto

山本憲二郎 (32)  
所属：Aster (アスター) /  
東京大学

## エネルギー/持続可能性

Hiroya Abe

阿部博弥 (32)  
所属：東北大学/AZUL Energy  
(アジュールエナジー)

## エネルギー/持続可能性

Yuta Nakayasu

中安祐太 (33)  
所属：東北大学/里山エン  
ジニアリング/百(もも)

## コンピューティング

Akito Noiri

野入亮人 (34)  
所属：理化学研究所

## コンピューティング

Yuka Kutsumi

久津見ゆうか (34)  
所属：サントリー  
ホールディングス

Japan

1

輸送

# Naoto Morita

森田直人 (31)

所属：東京大学

旅客機を超える高度20キロメートルの成層圏に常に滞空し、通信や災害時の地球観測に活躍する無人航空機の技術が注目されている。海外企業が技術開発で先行する中で、日本発の機体開発に取り組む研究者が森田直人だ。

photo：小林 伸

## 高度20kmから

## 常時観測、「疑似衛星」に

## 飛び方を教える研究者

いつでも空の上において、通信装置や地表を観測する装置を備え、光ファイバーの届かない離島や災害時を支援するプラットフォームがあったら、社会はどれほどレジリエントになるだろうか。

かつて日本では、2000年前後のミレニアム・プロジェクトとして、気象条件が比較的安定している高度約20キロメートルの成層圏に通信機材、観測センサーなどを搭載した無人飛行船を滞空させ、通信・放送や地球観測に利用する「成層圏プラットフォーム」構想があった。技術的に未成熟なまま消えていった成層圏プラットフォーム構想だが、相前後するように飛行船型ではなく固定翼機の構想が登場してきた。エネルギー源となる太陽電池セルの発電効率の向上やバッテリー技術の進化にあわせ、固定翼機型の「HAPS (High-Altitude Pseudo-Satellite)」と呼ばれる無人航空機 (UAV) の開発を各国が競い合っている。

仏エアバスの「Zephyr (ゼファー)」シリーズや、NASAとの共同研究から生まれた米エアロバイロメント (AeroVironment) の「Helios (ヘリオス)」、その発展型であるHAPSモバイルの「Sunglider (サングライダー)」など、海外勢が滞空時間やペイロード搭載性能で先行する中、日本から制御技術でHAPSの実現に挑む研究者がいる。東京大学工学系研究科航空宇宙工学の助教

である森田直人だ。

「鳥人間コンテストの出場経験もある」という森田は、根っからの飛行機好き。研究では設計最適化問題に取り組んだり、ベンチャー企業と一緒に水上から発着する固定翼のUAVを開発したりしてきた。大学で研究職に就きたいと思ったのも、「自分が作った飛行機を飛ばしたい」とのモチベーションからだ。そんな森田が現在の研究テーマであるHAPSに本気で取り組むことになったのは、意外にも超小型衛星の第一人者である中須賀真一教授に、「『超小型衛星に載せるペイロードはHAPSにも載せることができる。自分のキャリアを、HAPSというもので超小型衛星を否定して終わりたいんだ』と焚きつけられた」ことがきっかけだったと言う。「それは面白いなと思って始めました」。

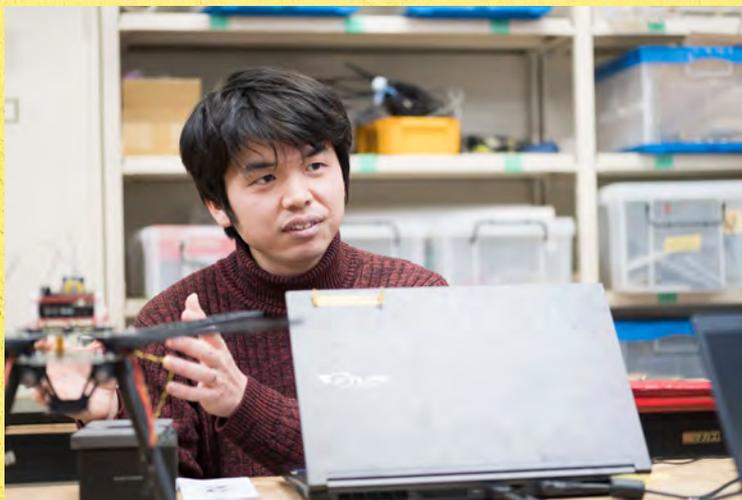
「疑似衛星」と呼ばれるHAPSが超小型衛星を否定するとは刺激的なキーワードだが、5000機以上の衛星網で世界をカバーする衛星通信システム「Starlink (スターリンク)」を作り上げた米国のスペースXや、200機以上の超小型衛星で世界をまさに定点観測しているプラネット・

ラボ (Planet Labs) の衛星観測網といえども限界はある。1つには、安定して地球を周回できる高度が500キロメートル、600キロメートルと地表から遠いために生じる観測画像の解像度の限界だ。

「国をまたぐような広域を観測する場合には衛星は非常に強いのですが、実際はもっと解像度を上げて地上を観測したいという要請もすごく多い。人工衛星は、少なくとも400キロメートル近い高度でないと安定して飛行できません。高度20キロメートル程度のHAPSならば、単純に考えると20倍の解像度の観測ができるわけですから、観測画像ははるかに良くなります」。

さらに、人工衛星には一度上げたら故障が許されない宇宙の過酷な環境で性能を保証する、信頼性の問題がついて回る。現在のところハッブル宇宙望遠鏡などのごく限られた例を除いて、宇宙で人工衛星を修理することができないためだ。

「人工衛星は信頼性の担保に多くのコストがかかります。搭載するコンポーネントはすべて宇宙品質のものが求められますし、民生品を使用するのであれば、かなり長時間かけ



小林 伸

1

Japan

輸送

Naoto Morita

で試験をする必要がある。そういったコストが積み重なって、億円単位になっていくわけです」。

現在の超小型衛星はかつての大型衛星に比べれば大幅なコストダウンが図られているが、「研究室で作られた当初は非常に低コストだったが、信頼性を求めていくと今では相当の価格になりますし、1機を製造するのに非常に時間がかかるようになっていきます」と森田は言う。「HAPSならば、その10分の1程度のコストで実現できるだろうと考えています」。

## HAPS技術の制約条件から導かれる「2つの課題」

一方で、小型衛星がシステムとしてすでに社会の中で力を発揮しているのに対して、HAPSはまだ開発途上にある。先行する海外の機体にしても、国内でのサービスインは2025年以降というように、技術的な課題が残されている。日本で機体開発に取り組む森田にとってのチャレンジは、エネルギー供給の制約下で24時間飛行を実現する機体制御にある。

「HAPS、特にソーラーパネルで日中に発電して、夜間はバッテリーを使用するという形態では、緯度と経度と季節に非常に影響を受けます」と森田は説明する。低緯度地域は日射量が大きく多くの太陽エネルギーが得られるが、エネルギーが余

って捨ててしまうこともある。加えて、昼夜が12時間ずつとほぼきっぱり決まっているので、最低でも12時間は飛べるバッテリーを積む必要があり、大型の機体にならざるを得ない。

HAPSは緯度が高い地域の夏季、続いて低緯度地域の運用が運用しやすい。例えば、季節や地域限定でいなら、緯度の高い欧州の夏の時期は日照時間が長く、夜間のバッテリー運用の時間が短いので実現しやすいという。逆に、最も厳しいのは高緯度帯の冬季となる。

「システムとして利用するならば、1年を通して運用するのか、季節を縛るのか考えなくてはなりません。1年を通して全地球で運用可能になったときに『HAPSが完全に実現した』といえると思いますが、そこまではまだちょっと遠いですね」。

もちろん、バッテリーの持ちが良くなればHAPSの運用可能な範囲は大きく広がる。「最終的には、バッテリー性能の向上、または機体の抵抗を低減して夜間の消費電力をいかに

に低くするか、という2つの課題に帰着します」。そこで森田が挑んでいるのは、現在のバッテリー技術の制約の中で、機体の制御によって消費電力を抑える方向性だ。

「バッテリー技術は当面そのままと考えるのであれば、機体の抵抗をいかに小さくするかが非常に重要になります。航空機の原理原則として、機体の抵抗を低減するためには、本質的にスパン（横幅）が大きい細長い機体にしないといけない。横幅を大きくするためには、構造的に強く軽い機体を開発するか、あるいは弱い構造でも飛ばすことができる技術を作る必要があります」。

だが、弱い構造の機体はすぐねじれて落ちてしまいかねず、HAPSでもこれは大きな問題となる。そこにどう対処するか。森田が考えた結論は、「柔らかいものは柔らかいものと諦めて、いかに飛ばす方向にシフトしていくか」というものだった。「僕の研究課題は、柔らかい機体を強引に飛行させるとのことなので」。



森田が開発するHAPS試験機「Zephyros」。カナードを3枚取り付け付けたユニークな外観だ。  
小林 伸

1

Japan

運送

Naoto Morita



森田が作るHAPSには胴体にマイコンが搭載されている。このマイコンで、姿勢を計算して制御する。  
小林 伸

## 飛べない原因「ねじれ」を制御する

森田が所属する土屋研究室（航空宇宙工学専攻）で開発するHAPSの試験機「Zephyros（ゼフィロス）」は、カナード（先尾翼）を3枚取り付けた構造になっている。柔らかい上に、カナードの存在そのものが安定性を崩してしまう原因にもなりかねないという、制約を持った構造だ。

「カナードを制御し、それをうまく実装して飛行させることができるようになってきました。マルチカナードの形態で飛行させている機体は、僕が調べた範囲ではないので、初の試みといえるかもしれません」。

うまく制御しないと飛行できないということは、きちんとねじれを計測できないと飛ばすことができない。そこで、高精度な姿勢推定、歪み推

定、ねじれ推定が重要になる。森田は、「構造変位と、UAVで使っているような加速度センサーなどの姿勢制御系を組み合わせ、高精度に姿勢推定を実現するということが研究の1番のメインテーマです」と話す。

現在は5代目となるZephyrosには、複数のマイコンボードが搭載されている。姿勢制御データをマイコンどうして伝え合い、これから先の「飛び方」を考えながら飛ぶのだという。

機体には3つの胴体があり、分散コンピューティングのような形でそれぞれにマイコンが載っている。「それぞれがまさに1つのUAVのように自分の姿勢を計算しています。そこかしこにひずみゲージが載っていて、これで主翼の相対変異を計測しているのです」。中央のマイコンはまとめ役のような役割を担い、他のマイコンの情報を吸い上げて、「君はちょっと頭が上がっているね」「君は頭が下がっているね」といった具合に、それぞれの胴体のマイコンの姿勢推定結果に反映させる。そういったやり取りをして、全体として確か

らしい姿勢を計算するアルゴリズムを森田は作り上げた。

2020年に現職に着任した森田が飛行実証でその手応えを感じたのは、2023年の夏のこと。飛行のモデルと制御とが噛み合って飛行を実現したときだという。

「中央のマイコンは、自身の飛び方を『こういう風に構造が変異するだろう、こういう風に機体が進むだろう』と予測して、その結果をもとに制御するアルゴリズムを使っています。モデル予測制御の一種ですが、柔軟航空機のモデルを立てて、その計算情報と実際の機体の構造変位の情報、姿勢推定センサー情報を全部統合してうまく飛んだとき、『これは結構うまくいったかもしれない』と思いました」。

## 西風の神と手を取り合う世界

飛ぶことを覚え始めたHAPSの機体がシステムの目標として掲げられている高度20キロメートルでの24時間滞空を実現したとき、社会にはどのようなインパクトがあるだろうか。海外勢の実験では通信プラットフォームとしての利用が近づいてきているが、森田は地球観測の分野でも力を発揮すると考えている。

「地震などの災害時に、常に上空にすることは非常に大事だと思います。現在の人工衛星での観測では、1日に1回程度の観測に限られていますが、HAPSのシステムならばずっと上空にすることができる。高度20キロメートルに滞空して幅広い範囲をずっとモニタリングできますし、高度を下げてより細かいところを見るといった柔軟な運用もできます」。

海洋観測などの用途も想定する。

1

Japan

運送

Naoto Morita

空の高いところに自分たちの手が届くようになれば、  
それを使ってできることを画策し始める。  
人類はそういう生物だと思います。



研究室の学生メンバーと。  
小林 伸

「今は成層圏へのアクセス手段が成層圏気球しかないですし、それも1カ月に1回上がればいい方という頻度です。HAPSが常時滞空できるようになると常にデータが降りてくるので、気象研究者もかなり注目しているようです。いずれは気象予報にも使えるようになる可能性があります」。

頭脳を持って自律的に機体を制御することができるようになり、HAPS技術は成層圏プラットフォームが越えられなかった壁を越えてきたように思える。これから次第に、社会で活躍する姿を見かけることも増えるはずだ。

「HAPSという技術は、今後10年ぐらいでかなり普遍的になっていくでしょう。人類はさまざまな場所に基地を作りたいものだと思うのです。空の高いところに自分たちの手が届くようになれば、それを使ってできることを画策し始める。そういう生物だと思います。HAPSは自由自在に動けるシステムなので、ネットワークを組み替えながら、できることが増えていくでしょう。一度できる

ようになると、多くの人が関わり始めて壮大なシステムができあがっていくはずですよ」。

取材で東京大学を訪問したとき、森田は作業場で学生たちと手を動かしている最中だった。日本発の新たな技術の離陸へ向けて、森田の試行錯誤は続く。

by 秋山文野

機械学習により個人の治療効果を予測し、医療・公衆衛生の介入に利用する新たなアプローチを提唱。次世代の個別化医療の地平を切り開く。

医

療や公衆衛生においては、高リスク患者への介入を優先する「高リスクアプローチ」がしばしば採用される。例えば、生活習慣病を予防するために、健康診断で得られた検査値などから、将来疾病を起こすリスクが高い人にターゲットを絞って、生活指導や薬剤処方などの介入をする。

しかし、高リスクアプローチは必ずしも、十分な効果を保証するものではない。京都大学白眉センター・大学院医学研究科の特定准教授を務める井上浩輔は、リスクの高い集団

井上浩輔 (34)

所属：京都大学



## Kosuke Inoue

ではなく、効果の高い集団に焦点を当てて介入を実施すべきとする「高ベネフィットアプローチ」を世界に先駆けて提唱。カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA)・スタンフォード大学と共同研究した高血圧診療においてその有用性を確認した。

井上のアプローチの画期的な点は、治療効果の高い個人を効率的に特定するために、最先端の人工知能 (AI) モデルである「因果フォレスト」を用いることだ。因果フォレストは、複数の決定木を組み合わせることで因果関係を評価する機械学習モデルである。同モデルにより、特定の介入 (治療) によってどんな結果が得られるかという因果関係を、高い精度で定量的に評価することが可能となる。

高ベネフィットアプローチの研究を始めたのは、井上がUCLA留学中に因果フォレストに関する講演を聞いたことがきっかけだったという。経済学から生み出された最先端の機械学習モデルを、どのように臨床医学のコンテキストに落とし込み、フレーミングするかという点で、大き

な刺激を受けると同時に苦悩したと振り返る。

井上はさらに、リスクが高い一方で効果が低い集団に対しては、その理由を明らかにし、別の介入手段を検討するべきであると述べる。各個人が置かれた状況を踏まえて、効果のある介入をそれぞれに対して提案できれば、特定の介入に効果のない集団を無視することなく、健康格差を是正することにもつながるだろう。井上が提唱する高ベネフィットアプローチは、新たな個別化医療の地平を切り開く、破壊的イノベーションを創出する礎となることが期待される。

T

by 中條将典

Japan

3

医学/生物工学

# Noriko Endo

遠藤礼子 (34)

所属：京都大学

下水からその地域に住む人々の感染状況が分かる「下水サーベイランス」。新型コロナのパンデミックで一躍注目されたこの技術の米国での普及をリードしたのが、当時スタートアップに勤めていた遠藤礼子だ。

photo：杉能信介



新型コロナで注目、

下水サーベイランスの

インフラ化を推進

「下水は嘘をつかない」——。京都大学大学院工学科特定研究員の遠藤礼子はこう話す。人々がトイレで尿や便を排出したとき、そこにはさまざまな化学物質やウイルスが含まれている。下水を調べることで、その地域に住んでいる人たちがどのような薬をどれくらい使っていて、ウイルス感染がどれくらい流行しているのかを知ることができる。このように、下水に含まれる成分を分析して、市民の健康動向を把握するのが「下水サーベイランス」と呼ばれる調査だ。遠藤は、下水サーベイランスを「集団規模の検尿や検便のようなもの」とたとえる。下水はただの廃棄物ではなく、貴重な情報の宝庫なのだ。

下水サーベイランスが本格的に注目されることになったきっかけは、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のパンデミックだ。新型コロナウイルス感染症の全数検査が終了した現在、下水サーベイランスは新型コロナウイルス感染症の流行状況を把握する手段として欧米を中心に普及している。

この下水サーベイランスを、パンデミック以前に世界で初めてビジネスにしたのが、米国のスタートアップであるバイオボット・アナリティクス（Biobot Analytics）だ。遠藤は、同社に1人目の社員として入社し、データ解析からハードウェア開発、事業開発など多岐にわたる業務に従事した。2022年からは京都大

学に籍を置き、日本での下水サーベイランスの普及に取り組んでいる。

## 下水のウイルス量から流行を予測

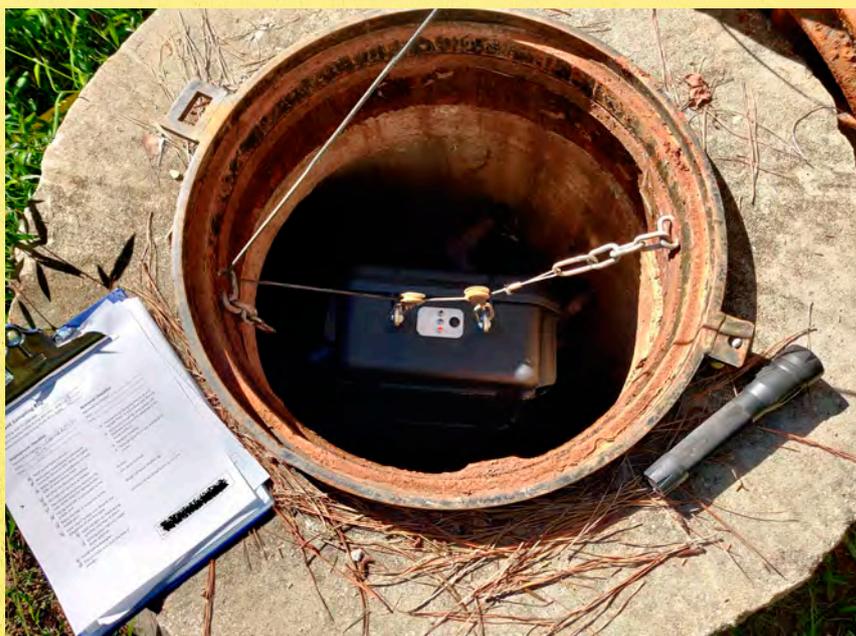
バイオボットは、マサチューセッツ工科大学（MIT）の研究者で生物学が専門のマリアナ・マトウスと、建築が専門のニューシャ・ガエリによって2017年に設立された。生物学と都市設計を組み合わせることで公衆衛生にイノベーションをもたらすアイデアとして行き着いたのが、下水サーベイランスだった。下水サーベイランス自体は、日本でもノロウイルスの流行予測のために研究されているなど、学術研究においては特別新しい技術ではない。下水サーベイランスをビジネスとして成立させるためにどうすれば良いか、2人が考えて注目したのが、オピオイド（麻薬性鎮痛剤）だった。オピオイドは米国では腰痛や抜歯後の痛みを抑えるために日常的に処方されている。

ただ、このオピオイドの乱用、過剰摂取が米国では当時から深刻な問題となっていた。

「米国では50歳未満の死因の第1位が薬物中毒です。2020年には1年間で9万人以上が薬物中毒で亡くなったと推定されて、これは米国全体で3000人に1人の割合です。ただし、統計データとして上がってくるのは死者数や救急搬送数だけで、使用量や使用人数の実態は全く分かりません。下水を調べれば、オピオイドの実態を把握して政策に反映できると考えたわけです」。

採取する下水は、数百ミリリットルから1リットル程度。薬物のような化学物質は、質量分析計という分析機器を使って解析する。こうして得られたデータを、自治体や政府に提供するBtoG（Business to Government）がバイオボットのビジネスモデルだ。

「データの活用法は4つあると考えています。1つ目は、時間変化を追うこと。例えば、対策を打ち出し



最初の顧客であるノースカロライナ州ケーリーでのマンホール・サンプリングの様子。提供写真

た前後のデータ比較をすることで対策の効果を検証できます。2つ目は、空間変化を見ること。エリアごとにデータを把握することで、重点的に対策が必要なエリアを特定できます。3つ目は、質的な情報を把握すること。具体的にどのような種類の薬物が使われているか判別できるので、クリニックで処方される薬であれば医師に啓発を、違法薬物であれば取り締まりを強化するなど、対策の種類を決めることにも役立ちます。最後に、問題を可視化すること。普段は自分ごととして捉えない問題でも、データとして見せることで、リスクは自分の身の回りにもあると認識してもらうことができます。

2020年に新型コロナウイルス感染症が流行すると、バイオボットはPCRや次世代シーケンサーといった機器を用いてウイルスRNAを検出する技術開発にリソースを投入。そして、プロボノキャンペーンとして2020年3月から5月にかけて全米の360カ所の下水施設の下水に含まれる新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) を調べた。これは、米国人口の13%をカバーする規模だ。

「パンデミック初期の2020年初めには、下水サーベイランスの認知度はほとんどありませんでした。また、バイオボットとしても、新型コロナウイルスという新しい感染症に対し、どのように下水サーベイランスデータが活用できるのか、知見がありませんでした。そこで、まずは下水サ

ーベイランスそのものを知ってもらうこと、そして下水中の新型コロナウイルスのデータを集めることが重要だと考え、プロボノキャンペーンを実施しました。

データ解析の結果は手応えのあるものだった。下水中のウイルス濃度と感染者数との間に相関が認められ、さらに感染者数の変動に先立って下水中のウイルス濃度が変動することも分かった。こうした事実が決め手となり、下水サーベイランスは急速に普及し、バイオボットは米国疾病予防管理センター (CDC) の下水サーベイランス事業の大半を担うに至った。新型コロナの全数把握終了後も下水サーベイランスは継続しており、将来のパンデミックに備えてさまざまな感染症をモニタリングするインフラとして認められている。

### 国際開発機関を蹴って「今しかできない」スタートアップへ

遠藤はバイオボット入社前、MIT

の博士課程で水文学とマラリアの研究をしていた。水文学とは、地球上での水の循環を対象とした学問のことで、遠藤はマラリアを媒介する蚊の繁殖と気象環境などとの関連について、エチオピアでフィールドワークやコンピューター・シミュレーションを実施していた。

「そのころから、環境工学と公衆衛生の両方にまたがる学際的な研究に関心がありました。MITを卒業する前にバイオボットのプロジェクトに関わる機会があり、それがきっかけでバイオボットからオファーをもらいました。

バイオボットからオファーがきたとき、すでに遠藤は国際開発機関への就職が決まっていた。しかし、下水サーベイランスを掲げるバイオボットのビジョンへの共感と、創業者の2人と一緒に仕事をしたいという思いから、バイオボットへの入社を決めた。

「バイオボットに入社したもう1つの理由は、事業内容に関係なく、



MITの博士課程時代に実施したエチオピアでのフィールド調査。提供写真



バイオロボット創業者の2人と遠藤。Yコンビネーターの卒業式で。  
Y Combinator

スタートアップの最初の社員になる機会はどうもなかったからです。国際機関や大企業に就職する可能性は将来いくらでもある。でも、スタートアップの初期に関わる経験は、これを逃したらいけないと判断しました。今しかできない経験をしてみたいという感じでした」。

入社後はメンバーが少ないこともあり、下水採取や分析、データ解析、カスタマー対応からハードウェア開発、工程管理、事業開発、パートナーシップ開拓まで幅広く関わり、地方政府から連邦政府、世界銀行といった国際機関、刑務所や長期療養施設まで、さまざまな現場での下水サーベイランスの導入をリードしてきました。

## 日本における 下水サーベイランス普及に 向けた3つの課題

コロナ禍を経てバイオロボットは社員100人を超えるところまで成長した一方で、遠藤はやり切ったと感じるようになったという。遠藤がバイオロボットを辞して京都大学に移り、日本に活動の拠点を移したのは2022年の夏のことだ。

「私が得意なのは0から1にすることで、自分が成長していると実感するのが楽しい。1を100にすることにはあまり興味を感じないのです。そこで、今度は普及がなかなか進まない日本で下水サーベイランスの社会実装をやりたいと思うようになりました。日本にも核となる技術はあるので、どうすれば下水サーベイランスを有効活用できるのかを考え、ステークホルダーと対話しながら社会実装していく産官学連携に取り組んでいます」。

日本で下水サーベイランスの社会実装を目指すにあたって、遠藤は3

つの課題があると考えている。1つ目はデータ・コミュニケーションだ。下水中のウイルスデータが得られたとしても、ただ数字を出すだけでは意味がない。それを解釈して、具体的な行動につなげていく必要がある。「データをストーリーとして伝えることが重要です」と遠藤は国会議員や自治体の担当者に自身のデータを見せながら説明に尽力している。

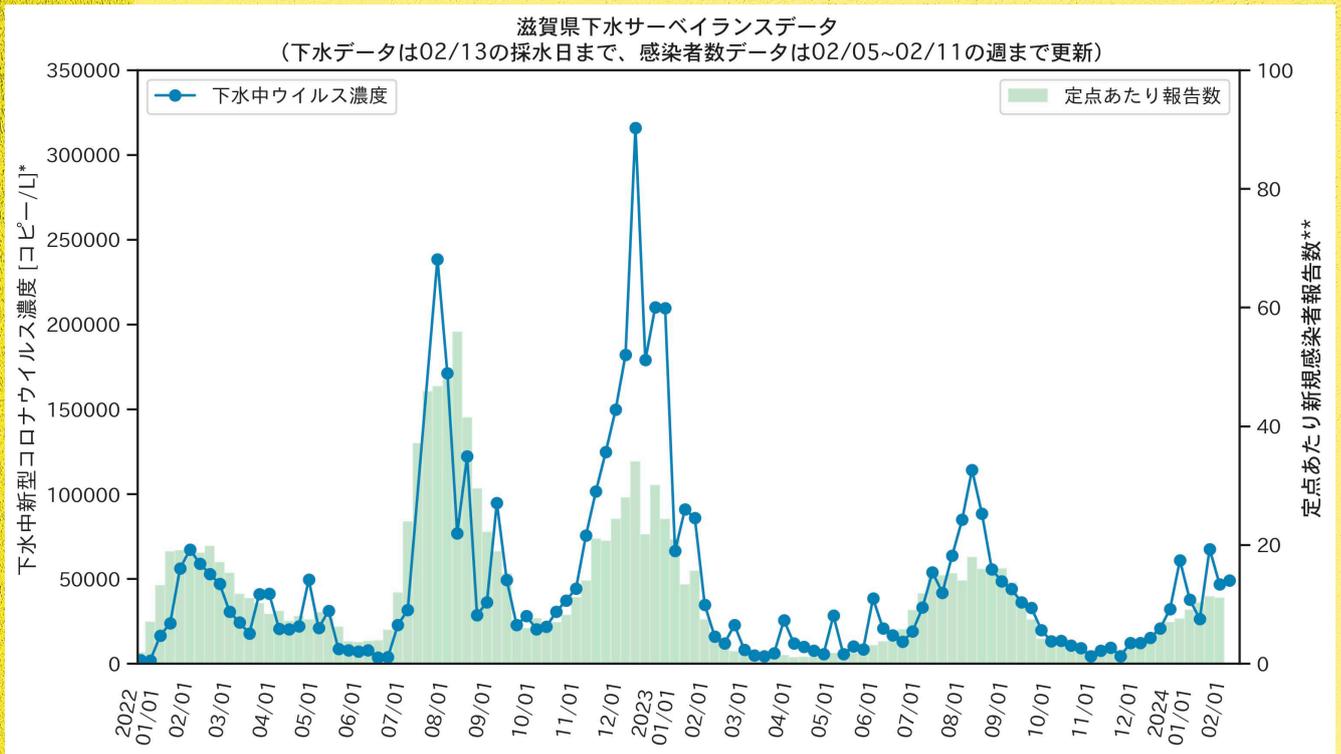
2つ目は、データインフラへの投資だ。さまざまな自治体や大学で下水サーベイランスを実施しているが、データ形式が統一されておらず、データが散在し、全国で統合した活用ができていないのが現状だ。「公衆衛生はデータ戦です。ある地点だけでウイルスを検出できたとしても、1地点だけのデータでは政策に活かすのに十分ではありません。複数の地点の情報を迅速に組み合わせることでデータの信憑性は上がります。下水サーベイランスをデータ基盤としてとらえ、データ共有できる仕組みが必要です」。

そして3つ目が、将来のパンデミックに備える社会インフラとしての認識だ。「下水サーベイランスは新型コロナウイルスだけでなく、インフルエンザやポリオ、エムボックスなど、あらゆる感染症に備える安全保障としての機能を担っています。安全保障の観点を示すと理解いただける国会議員もいます」。

## 眠っている技術を社会実装 するサポートをしたい

今後のキャリアのことを尋ねると、下水サーベイランスだけを続けるつもりはないと、意外な答えが返ってきた。

「世の中には、素晴らしい技術な



京都大学大学院工学研究科附属流域圏総合環境質研究センターが実施している滋賀県での新型コロナ下水サーベイランスの調査結果。同センターのWebサイト (<https://www.eqc.kyoto-u.ac.jp/surveillance/>) で最新データが公開されている。  
京都大学

のに活用されずに眠っているものが多くあります。その背景には、技術者がユーザーを理解していなかったり、コミュニケーションが不足していたりと、さまざまな理由があるでしょう。そうした眠っている技術を掘り出して、問題解決を目指して社会実装をサポートしたいと考えています。私はスペシャリストよりもゼネラリストな面があって、技術そのものを開発するのではなく、その技術のアプリケーションを考えるとこそで何かお手伝いしたいと思って

います。

バイオボットの経験を通じて、常に自分が成長して学び続けたいというのが、遠藤の行動の軸になっているようだ。

「今までを振り返っても、将来を考えるときにあまり戦略的にならずに、そのときに面白いことに飛びついてきました。人のため、世界のために役立ちたいと思うものの、やはり自分が成長することが楽しいので、チャレンジングな状況で学べるところにいたいですね。」

by 島田祥輔

世の中には、すばらしい技術なのに活用されずに眠っているものが多くあります。  
眠っている技術を掘り出して、社会実装をサポートしたい。

3

Japan 医学 / 生物工学

Noriko Endo

# CRISPR・Cas9の課題を克服。 遺伝子編集治療の可能性を広げる 気鋭の研究者。

## 生

命の遺伝情報を書き換える「ゲノム編集」は世界中の生命科学の研究で活用されており、ゲノム編集技術の1つであるCRISPR-Cas9（クリスパー・キャス9）の開発者が2020年のノーベル化学賞を受賞したことは記憶に新しい。

しかし、CRISPR-Cas9は決して完成された技術ではない。特に、筋ジストロフィーなどの難治性遺伝子疾患を治療するということになると、解決すべき課題は多い。例えば、現在のCRISPR-Cas9は、筋肉の細胞

齋藤 諒 (34)

所属：MIT・ハーバード大学  
ブロード研究所



## Makoto Saito

といった分裂しない細胞では遺伝子改変の効率が悪い。また、遺伝子を切断する“ハサミ”の役割をもつCas9をコードする遺伝子のサイズは比較的大きい。そのため、体内の細胞に編集ツールを運ぶ「ウイルスベクター」という運搬装置の中にCas9遺伝子を組み込みにくいという問題がある。

MIT・ハーバード大学ブロード研究所の齋藤諒は、CRISPR-Cas9の第一人者であるフェン・チャン (Feng Zhang) の研究室のポスドク研究員として、ゲノム編集をあらゆる遺伝子疾患の治療に適用することを目指している。

齋藤は、Cas9に似たタンパク質を探するため、従来の方法であるDNA配列を手掛かりにするのではなく、タンパク質の構造予測AI「アルファフォールド2 (AlphaFold2)」を利用。タンパク質の立体構造の類似性をもとに数々の新規システムの同定に成功している。発見したCASTというシステムを活用して、DNAを切断するCRISPR-Cas9と

は異なる原理で遺伝子を挿入するツールも開発。さらに、Cas9の半分程度の遺伝子サイズであるFanzorというタンパク質も発見し、ウイルスベクターへの組み込みに関するサイズ上の課題解決にも貢献した。

今後はCASTの効率アップを目指し、遺伝性疾患の治療への道を切り拓きたいとしている。齋藤は、医学に応用できる生物システムの探索をさらに続けている。「ゲノム編集を超えた有用な生物工学ツールを人類に提供できると信じています」(齋藤)。

by 島田祥輔

ウイルス変異に強い  
「ユニバーサルインフルエンザワクチン」の  
実用化を目指す感染免疫研究者。

新

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 以前は、季節性インフルエンザがほぼ毎年流行していた。毎年、世界でおよそ29万~65万人が亡くなっていると推定されている。インフルエンザワクチンは存在するものの、インフルエンザウイルスは変異しやすいため、製造したワクチンが十分に効くとは限らないという課題がある。この課題は、変異を繰り返す新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) にも当てはまる。

イエール大学の森山美優は、あら

森山美優 (32)

所属：イエール大学



## Miyu Moriyama

ゆる変異株のインフルエンザウイルスに有効な「ユニバーサルインフルエンザワクチン」の開発を目指している。森山は研究を進める中で、鼻や肺の呼吸器粘膜からワクチンを投与することで、異なる変異株にも有効な粘膜免疫を獲得できることを明らかにした。これは、従来の皮下注射では不可能だったことである。

こうした粘膜免疫研究の成果を活かし、現在はペンシルベニア大学などの共同研究として、インフルエンザの経鼻ワクチンとなるPrime and HA (国際特許出願中) の研究を主導している。従来の注射型ワクチンが血液を介して全身に免疫記憶細胞を届けるところを、それに加えてPrime and HAでは免疫記憶細胞を呼吸器粘膜に保持するのが大きな特徴である。経鼻ワクチンは注射針を使わないため、実用化された際には接種率の向上も期待できる。

また、一般的なワクチンの中には、十分な免疫応答を引き起こしてワクチン効果を高める「アジュバント」という物質が含まれているが、経鼻

投与の場合、まれにアジュバントが重篤な副反応を引き起こすことがある。森山が開発しているPrime and HAにはアジュバントが含まれておらず、有効性と安全性の両立を掲げている。

Prime and HAのようなユニバーサルインフルエンザワクチンが実用化されれば、季節性インフルエンザによる影響を大幅に減らすことができるだろう。さらに、同様の技術を新型コロナウイルスなど他の呼吸器感染症に応用できれば、今後のパンデミックへの備えにもなると期待できる。

T

by 島田祥輔

Japan

6

エネルギー／持続可能性

# Kenjiro Yamamoto

山本憲二郎 (32)

所属：東京大学生産技術研究所／  
Aster共同創業者

途上国の大半を占める「組積造」の建物の耐震化を、塗料を塗るだけで実現する。そんな画期的な塗料を共同開発したのが、山本憲二郎だ。東京大学で研究に取り組む傍ら、スタートアップで商用化を進めている。

photo：伊東武志



「塗るだけで耐震化」塗料で、

途上国の地震被害を減らす

2 023年2月6日に発生したトルコ・シリア大地震では、5万人を超す人々が亡くなった。1年が経った2024年2月現在もまだ復興の途上であり、多くの人々が困難な暮らしを強いられている。被害が拡大した大きな理由の1つは、煉瓦や石などを単純に積み上げて建てる組積造構造の建物の崩壊にある。

トルコ・シリア大地震に限らず、世界各地で発生する地震による死者の多くは、住宅などの建物の崩壊によるものだ。日本では2024年1月1日の能登半島地震の記憶が生々しいが、世界的に見ると木造住宅の延焼や津波による死者よりも、組積造の崩壊による死者の方がはるかに多く、全体の8割を占めている。20世紀以降で1万人以上の死者を出した地震被害において、組積造構造の被害が主な死因ではないものは、1923年の関東大震災、2004年のインドネシアのスマトラ沖地震、そして2011年の東日本大震災の3つしかない。だが、各国の住宅の多くは、地震に対して極めて脆弱であることが指摘されているにもかかわらず、何の対策もほどこされていない組積造のままだ。

実際に、組積造の建物は、どこでも手に入る材料で簡単に建造できるため、幅広く使われている。問題は、中流層から貧困層にある人々にとって、耐震性の高い住宅に住むことや、住宅を耐震補強することは簡単では



伊東武志

ないことだ。その結果、実際に地震が発生したときに、大きな被害を受けることになる。

東京大学生産技術研究所の山本憲二郎は、こうした組積造の建物に対し、大掛かりな工事が不要で、壁に塗るだけで耐震性を向上させる繊維強化塗料を共同開発し、商用化を進めている。

### ガラス状の繊維で崩壊を食い止める塗料のイノベーション

いわゆる煉瓦造りの建物といえば、強固で立派な建物を想像するかもしれない。しかし、実際にはしっかりと焼成した均一な形状の煉瓦ではなく、表面に凹凸があり、場合によってはお菓子の雷おこしのような隙間の多いブロックであったり、あるいはブロックそのものもろく崩れやすかったりすることもある。建物の壁はブロックの凹凸を隠すようにモルタルで被覆した造りになっていることも多い。その上、組積造の建物の多くは構造を支える柱がなく、壁

だけで支えられている。

山本らが開発した塗料は、凹凸を隠すモルタルの一部を置き換えるような形で壁に塗ることで、強い地震でも崩壊しないような構造にするのである。まさに「塗料のイノベーション」と呼べるものだ。

どのような仕組みなのか。山本は、「塗料の耐震性は、二段階の構造になっている」と説明する。

一段階目は、塗料にガラス状の繊維を入れたことによる効果だ。地震によって壁にクラック（ひび）ができて、たくさんの繊維が架橋となってクラックが広がることを防ぐ。しかし、繊維の架橋では限界がある。壁を崩壊させるエネルギーが蓄積されると、一気に崩れてしまう。そこで、二段目の工夫がなされている。ゴムのように弾性を持った塗料によって繊維との摩擦を減らし、崩壊させるエネルギーを吸収する。これにより、クラックで壁が変位しても、崩壊することはなくなる。

この二段階の仕組みで、総合的に耐震性を高めるとというのが、山本ら



試作した塗料を見せてもらうと、はけで掬い取ったときに、繊維が含まれていることがよく分かる。  
伊東武志

が開発した塗料の特徴だ。現在では、模型振動台実験において、兵庫県南部地震における最大レベルの振動に7回耐え、ダメージがないレベルの塗料まで実現している。

説明を聞くと仕組みは分かりやすい。しかし、実際に高い耐震性を持った塗料を実現するためには、さまざまな素材の組み合わせが考えられる。山本らは、複数の樹脂とガラス繊維の組み合わせを、配合する割合を細かく変えながら試験を重ねてきたという。そうした中から、最適な解を見つけ出していく。

この塗料を商用化し、途上国での使用を現実的なものにするためには、ローカルなアベイラビリティ（継続的利用が可能）、アプリカビリティ

（適用が可能）、アクセプタビリティ（現地文化に適合する）の3つを備える必要があるという。山本が所属する目黒公郎教授の研究室が提唱している考えだ。そのため、塗るという簡便な方法に加え、最適な素材の選定からその配合割合、コストや使いやすさなどを考えていかななくてはならない。コストと耐震性のバランスをとり、オーバースペックになることを避けることも必要だ。

### 防災で利益を出す 会社が必要

山本が繊維強化塗料の研究をスタートさせたのは、東京大学在学中の4年生のとき。目黒公郎教授（都市震災軽減工学）の研究室に配属されたときだ。当時は、欧州などでFRP（繊維強化プラスチック）を貼り付けることで組積造構造の耐震性を高めるという研究が盛んだった。一方、繊維強化塗料も研究されていたが、繊維がダマになってしまい、使い勝手が悪いという問題があった。その

点において、繊維と樹脂をダマにならないように混ぜる技術を開発していたのが、当時建設会社の二代目だった鈴木正臣だ。目黒教授の紹介で山本と鈴木は知り合い、目黒研究室で共同研究を進めていった。

山本と鈴木は実験を重ね、塗料を改良していく。その間、目の当たりにしたのが、2015年に起きたネパール地震の被災地で見えた組積造の建物の被害の甚大さだった。この経験を通じて、山本は繊維強化塗料の社会実装を強く考えるようになる。そして山本が博士課程3年のときに、鈴木、および研究室OBのシャントヌ・メノンらとともに、スタートアップ「Aster（アスター）」を共同創業した。繊維強化塗料を製造し、世界に普及させていくことで、地震による被害の軽減を目指す会社である。

「目黒教授からは『事業がしっかりとまわっていくようにしないといけない』と言われていました」と山本は話す。「日本に限らず、防災についてはコストとして見る意識が強く、やりたくないけれどやらなければならないもの、となっている。これを変えたい。そのためには、防災ビジネスで利益を出す会社が存在することが、重要な要素の1つです」。

Asterは現在、フィリピンを中心に事業を進めている。「市場規模からいえば、1位はインド、2位はインドネシアとなります。こうした市場に進出する足掛かりとして、地理的に近いフィリピンから取り組みを始めています」。フィリピンでは近年、M（マグニチュード）6クラス以上の地震が年間に10回程度あるという。

当初はハイエンド向けの製品からスタートした。災害があっても操業を継続したいという工場の倉庫など

6

Japan

エネルギー／持続可能性

Kenjiro Yamamoto

で、組積組の壁を補強する実験を実施し、工場担当者から合格のサインを受けた。その後、現地のゼネコンや古い工場などにも技術提案し、案件は増えつつあるという。2022年度末には、地震の損傷を抱えていたマニラにある国立高校・小学校に対して、パイロット施工を実施。その直後にM6.2の地震が発生したが、塗装した教室には損傷がなく、効果が実証された。

とはいえ、塗料を普及させるためには、より低価格で供給できるようにしなくてはならない。そこで、Asterでは濃縮した塗料を現地に供給し、樹脂で適切な濃度にして販売するモデルを考えている。

一方で山本は、中南米向けに、別の普及戦略も考えている。耐震補強の性能は低いが、一般的な塗料とほぼ同価格で提供できる塗料を販売する計画だ。中南米では、家の外壁をDIYで塗る人が多い。そこで、繊維の配合量が少ない塗料を安価に提供し、使ってもらえれば、何度か塗り重ねるうちに、数年後には十分な耐震性能を得ることになるという目論見だ。

「住民がことさら防災を考えなくても、自然に防災になっている状態が理想。自動車の安全性能が、利用者が特に意識せずともメーカーの努力によって自然と向上してきたように、いずれ住宅でも同じような状況を作り出したいと考えています」。

中南米では、現地の塗料メーカー



フィリピンのマニラの学校でのパイロット施工の様子。集合写真中央が山本、右隣が共同創業したAsterの鈴木最高経営責任者（CEO）とシャンタヌ最高執行責任者（COO）。

提供写真

や小売店と協力して広げていくことを考えている。「ASEANと中南米、どちらのアプローチが普及につながるか。そういった実験でもあります」。

### 原体験は祖母から聞いた南海大地震

山本が地震防災の道に進んだきっかけの1つは、祖母から聞いた南海地震（昭和南海地震）の体験だった

という。1946年に発生したM8.0の大地震は、静岡県から九州までの太平洋側に大きな被害をもたらした。とりわけ高知県には高さ4~6メートルの津波が押し寄せ、600名を超える死者、4800戸以上の家屋全壊ないし流失という大きな被害を受けた。山本が育った高知県では、地震の爪痕が身近にあり、小学校の総合的学習で震災を学んでいる。修学旅行で

6

Japan

エネルギー／持続可能性

Kenjiro Yamamoto

「防災はコストとして見る意識が強く、やりたくないけれどやらなければならないもの、となっている。これを変えたい」

も兵庫県に行き、阪神淡路大震災について学ぶのだという。さらに、大学1年生のときに経験した東日本大震災も、山本の背中を押した。

一方、関心が国内の災害にとどまらなかったのは、「母親が英語の教員で、幼少時から海外旅行やホーム



伊東武志

ステイの経験があったから」。こうした背景から、山本は都市震災工学の分野に進むことになる。

研究室では、組積造構造の震災被害を知り、研究テーマとして選んだ。組積造構造の耐震化技術は2000年頃から本格的な研究がされており、蓄積もあった。

繊維と樹脂を組み合わせた繊維強化塗料と出会った山本は今、研究をさらに進め、世界各地の脆弱な組積造構造の被害を軽減して人々の命を守ることを目指している。東京大学生産技術研究所の助教としての任期は2024年3月で終了するが、その後もリサーチフェローとして引き続

き研究室で研究を続けていく予定だ。

当面の目標は、Asterのビジネスを成功させること。それはつまり、繊維強化塗料が普及するということでもある。

繊維強化塗料の競合相手について山本に尋ねると、「何もしないことです」という答えが返ってきた。組積造構造の建物で何もしないということは、ひとたび大地震が起きれば、確実に甚大な被害を出してしまうことを意味する。「塗るだけで耐震化」を世界の常識にするための、山本の挑戦は続く。

T

by 本橋恵一

6 Japan エネルギー／持続可能性

Kenjiro Yamamoto

生物が持つ優れた構造からヒントを得て、安価で高性能な燃料電池触媒を開発。

水

素と大気中の酸素を反応させて発電する燃料電池は、温室効果ガスなどの有害な物質を排出することなく電力を発生させることから、脱炭素社会の構築に不可欠な存在と考えられている。しかし、酸素と反応するカソード（正極）の触媒に高価で希少な金属である白金を使用しているため、コストが高く、普及が進まないのが現状だ。白金を使わない触媒の研究も進んではいるが、性能で白金を超えるものはなかなか現れない。

東北大学学際科学フロンティア研

阿部博弥 (32)

所属：東北大学／  
AZUL Energy  
(アジュールエナジー)



## Hiroya Abe

研究所で助教を務める阿部博弥は、血液中のヘモグロビンが酸素と結合する力に着目し、金属錯体青色顔料とカーボン材料という安価な材料でヘモグロビンの活性点に似た構造を持つ生物模倣触媒を合成。白金触媒を凌駕する世界最高級の性能を発揮することを実証した。2023年にはこの生物模倣触媒を搭載した微生物燃料電池を設計開発し、白金触媒を使用した燃料電池を超える発電能力を実現した。阿部が開発した生物模倣触媒は、高価な白金を使わず、溶液プロセスという簡易で量産可能な方法で合成できるため、燃料電池の低価格化につながる技術として注目を浴びている。

阿部の研究の基礎にあるのは「生物を学び」「生物に学び」「生物を超える」という考えだ。血液中のヘモグロビンから着想を得て燃料電池用触媒を開発したように、ムール貝が持つさまざまな基盤に接着する特性からヒントを得て、神経伝達物質であるドーパミンを使用した接着剤を開発したり、生物が持つ微細な多

孔質構造を模倣した撥水・親水材料を開発したりするなど、阿部は生物が持つ優れた構造や機能からヒントを得て科学技術に取り入れる研究に取り組んでいる。阿部はこの考えを基に「生物模倣工学 (Bio-inspired Engineering)」の確立を目指している。

阿部は東北大学で研究に取り組む一方、自身が開発した燃料電池用生物模倣触媒の開発と生産を目指して2019年7月にAZUL Energy (アジュールエナジー) を共同で創業し、取締役としても活動している。AZUL Energyはすでに3億円以上の資金を調達し、2021年には水素生産用水電解システムを開発しているイタリア・デノラ (De Nora) と資本業務提携を締結するなど、生物模倣触媒の商業規模での実用化に向けて着実に研究開発を進めている。T

by 笹田仁

真に「持続可能な」  
社会作りに向けた生活を  
自身でも実践する研究者。

地

球温暖化ガスの排出量削減など、「持続可能な社会作り」に資する技術の開発が盛んになっている。このような技術の多くは地球環境改善に役立ちはあるが、結果としてさらなる生産と消費を伴うものになってしまいがちだ。

東北大学学際科学フロンティア研究所で助教を務める中安祐太は、真に「持続可能な社会」を作ることを目指している。そのために中安は大学で研究者・教員として働きながら、宮城県の中山間地域で暮らし、食糧、

中安祐太 (33)

所属：東北大学/  
里山エンジニアリング／もも百



## Yuta Nakayasu

水、エネルギーの100%地産地消を目指した生活を送っている。これらの資源を地産地消することで、温室効果ガスの削減や、ライフラインの確保が実現できると考えてのことだ。中安が目指すのは、なるべく身近な資源で、人の手をかけて、なるべく長持ちして、土に還りやすく、ある程度便利なものを開発すること。そして、最先端の技術ばかりに頼るのではなく、昔ながらの知恵も組み合わせた生活を確立することだ。そのために薪ストーブで暖を取り、田畑を耕しながら暮らしている。

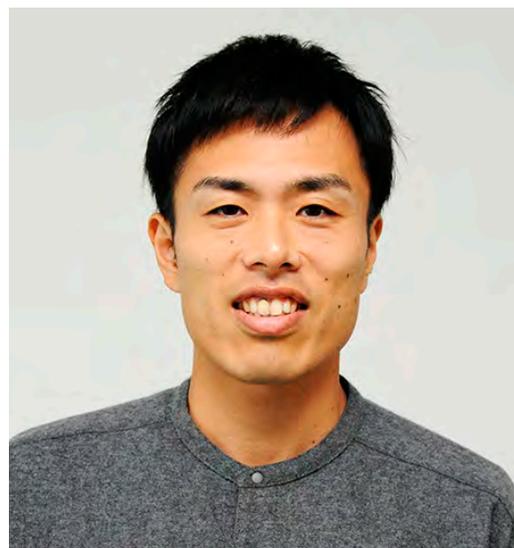
中安は、こうした生活スタイルを広く発信するために、2020年7月に百（もも）を共同で創業。杉林を購入し、メンバー自身の手で杉の木を伐倒し、自然乾燥させてから地域の大工が木材に加工し、伝統構法で宿泊施設を建設した。この宿泊施設は、太陽熱、太陽光、地中冷熱、薪を組み合わせることでエネルギーを得ることで、エネルギーの地産地消を実現している。さらに、宿泊者には地産地消の食事を提供するなど、生活ス

タイルの発信拠点としている。

研究者としての中安もまた、地産地消の考え方を重視している。枯れて荒廃することを防ぐために伐採するナラの木から、蓄電池や燃料電池に使える炭素電極を開発しているのだ。材料を電極に加工する際に水熱炭化や超臨界含浸などの手法を活用して、より高性能な電極の開発に取り組み、特許出願や学術論文を発表している。また里山エンジニアリングを共同創業し、最高技術責任者（CTO）として研究成果をもとにした事業化にも取り組んでいる。中安は炭素電極の開発によって、エネルギーの有効利用だけでなく、健全な森林環境を保全することも目指している。

by 笹田 仁

半導体量子ビットの基本性能を向上させ、  
集積化を実現する基盤技術を開発。  
半導体量子コンピューターの実現可能性を飛躍的に高めた。



野入亮人 (34)

所属：理化学研究所

## Akito Noiri

### 量

子コンピューター分野ではこれまで、演算の基礎となる量子ビットの数と基本性能において、超伝導素子を用いる超伝導量子コンピューターが研究開発をリードしてきた。ただし超伝導量子コンピューターは、量子ビットの性能の点では実用に最低限必要とされる動作精度は達成されているものの、集積化の点では依然として実用化には程遠い。

半導体量子コンピューターは、超伝導量子コンピューターに後れをとったものの、半導体集積技術との相性から集積化に適していると目されており、近年は企業も研究開発に参入するなど産業・社会的にも重要性が急増している。そうした中、理化学研究所の野入亮人は、半導体量子ドット中の電子スピン系を用いる半導体量子ビットの基本操作精度を向上させ、さらに、集積化につながる技術を開発することで、半導体量子コンピューターの実現可能性を飛躍的に高め、量子コンピューティングの研究開発に新たな指針を与えた。

野入は、独自の試料設計と操作条件の最適化により、少数の半導体量子ビット系における基本操作精度を世界で初めて実用化に必要なレベルまで向上させ、同系が超伝導系と同等の性能を持つことを示した。さらに、高い基本操作精度をもとに、半導体量子ビット系で初めて量子誤り訂正の原理検証に成功。集積化における主要課題である配線問題についても、離れた量子ビット間の量子結合技術を独自の手法で確立し、世界に先駆けて大規模化に向けた道筋を示した。

こうした野入の成果により今後、大手半導体企業を巻き込んだ半導体量子コンピューターの研究・開発が加速することが期待される。半導体を持つ高い集積性を利用した汎用量子コンピューターが実現すれば、創薬、材料科学、財務モデリング、配送や交通の最適化、天気や気候変動の予想など、幅広い社会課題の解決に貢献できるだろう。

by 中條将典

## スマホのマイクで 腸音を認識・解析するアプリを開発。 デジタルヘルスの新たな地平を開く

**日** 本の大手食品飲料メーカー、サントリーホールディングスの研究者である久津見ゆうかは、スマートフォンの内蔵マイクで集音した腸のぜん動音（腸音）を認識する深層学習モデルを構築した。2023年2月にはこのモデルを応用したスマートフォンアプリ「腸note (GutNote)」がリリースされている。

腸音は腸の状態を示す指標で、通常は医師が聴診器で聴き取って所見を得るものだが、習熟には相当の訓練と経験が必要とされる。また、腸

久津見ゆうか (34)

所属：サントリー  
ホールディングス



## Yuka Kutsumi

内環境検査には特別な装置を用いるため、病院で検査をしなくてはならない。それに対して腸noteはスマホだけで腸音を測定・解析し、腸の健康状態を提示するアプリであり、個人が健康行動を始めるハードルを下げ、継続性を高めることにつながる。

久津見は、米国カラマズー大学で生物学を専攻した後、グランドバレー州立大学大学院コンピューター・情報システム学部とコーネル大学大学院生命科学でそれぞれ修士課程を修めた。その後2017年7月にサントリーへ入社し、生化学・遺伝情報学に精通した研究者としての知見と、深層学習を扱うデータサイエンティストとしての経験を生かしてこの技術を開発した。

アプリの開発に当たっては、100名規模の臨床試験を実施しスマートフォンで腸音を取得できることを確認し、試験で得た70時間の腸音データに対してスクリーニングとアノテーション（ラベル付け）を実施し、腸音認識モデルを開発。腸noteは、腸音だけでなくユーザー自身が日々、

便通や睡眠、体温などの体調データを入力することにより、パーソナライズされた食習慣や運動習慣の改善を提案する。

久津見の取り組みは、これまで取得が難しかった「音」という生体信号をスマートフォンという多くの人が所有するデバイスで取得できるようにしたものだ。加えて、腸音データを長期にわたって収集することでデータから新たな研究シーズが生まれ、ユーザーにさらなる価値を提供するエコシステムを構築できる可能性もある。

久津見は現在、英国ロンドンにあるサントリーの研究所で別のプロジェクトに取り組んでいる。「デジタルヘルスのグローバルな課題にも着目しながら、研究活動に邁進していきます」と言う久津見は、新たな視点・環境を得て活動のフィールドを広げていく。

T

by 畑邊康浩

## 世界を変える

## U35イノベーター「グローバル版」

テクノロジーのような日進月歩の分野において、次に何が登場するかをどのように把握すればよいのだろうか。その手がかりとなるのが、本誌の「U35(35歳未満)のイノベーター」だ。グローバル版では、米国、欧州、中国など、世界各地を代表する35人の多彩なイノベーターの中から、特に注目の5人をピックアップして紹介する。

今、最もホットなテクノロジーは何か？イノベーションの次の波を牽引するのは誰か？この特集で確かめてほしい。

AI

Sharon Li



シャロン・リー (32)  
所属：ウイスコンシン大学

医学／生物工学

Julia Joung



ジュリア・ジョン (32)  
所属：ホワイトヘッド研究所  
(Whitehead Institute)

エネルギー／持続可能性

Young Suk Jo



ヨン・ソク・ジョ (34)  
所属：アモジー (Amogy)

コンピューティング

Yatish Turakhia



ヤティシュ・トゥラキア (31)  
所属：カリフォルニア大学  
サンディエゴ校

ロボット工学

Lerrel Pinto



レレル・ピント (31)  
所属：ニューヨーク大学

U35イノベーター「グローバル版」の完全版リストは  
オンラインでご覧ください。

[https://www.technologyreview.jp/l/innovators/under35\\_2023/](https://www.technologyreview.jp/l/innovators/under35_2023/)



1

Global

AI

# Sharon Li

シャロン・リー (32)

所属：ウィスコンシン大学

人工知能 (AI) モデルの弱点として、未知の状況に遭遇した際に悲劇的な失敗をすることがある。ウィスコンシン大学のシャロン・リー助教授の研究の狙いは、訓練されていない状況にAIが直面した際の安全性を確保することだ。

photo: Sara Stathas

## AIの暴走防ぐ研究者、

## 「知らないことを知る」

## 安全性組み込む

人 工知能 (AI) システムが研究室から現実世界へと導入される中で、そうしたシステムが思いもしない方法で動作し、悲惨な結果をもたらす事態に備える必要が生じている。そうした事態はすでに起こっている。

例えば、2022年モスクワでは、7歳の少年がチェスロボットの腕によって指を骨折させられた。ロボットはチェスの駒を動かしている少年の指をつかみ、近くにいた大人がロボットの爪をこじ開けるまで、決して放そうとしなかった。原因は、ロボットが危害を加えるようにプログラムされていたからではない。ロボットは、少年の指がチェスの駒であると信じ込んでいたのだ。

この出来事は、シャロン・リー (32歳) が防ぎたいと考えている典型例の1つである。ウィスコンシン大学マディソン校で助教授を務めるリーは「分布外 (OOD) 検知」と呼ばれるAI安全機能の草分け的存在だ。こうした機能は、訓練されていない状況にAIモデルが直面した際に、行動を慎むべきタイミングを決めるのに役立つと同助教授は説明する。

リー助教授は、深層ニューラルネットワーク用のOOD検知の最初のアルゴリズムの1つを開発した。それを受け、グーグルはOOD検知を自社製品に組み込むための専門チームを編成した。OOD検知に関する同助教授の理論解析は2022年、最も権威あるAI会議の1つ「NeurIPS

(Neural Information Processing Systems : 神経情報処理システム)」で、1万を超える論文の中から傑出した研究に選ばれた。

現在はAIの「ゴールドラッシュ」時代を迎えており、テック企業は競い合うように独自のAIモデルを発表している。だが、現行のモデルのほとんどは特定のものに識別するように訓練されており、乱雑で予測できない現実世界で起こりがちな未知の状況に遭遇した際に失敗することも多い。多くのAIトラブルの背後には、自分が「知っている」と「知らない」ものを確実に理解できないというAIの弱点がある。

リー助教授の研究は、訓練の方法を再考するようにAIコミュニティに促している。「過去50年にわたって実行されてきた伝統的な手法の多くは、実のところ、安全を考慮していません」と同助教授は言う。

リー助教授の手法では、機械学習を用いて不確実性を考慮する。機械学習で未知のデータを世界から抽出し、即座に対応できるようなAIモデルを設計するのだ。OOD検知によって、自律自動車が路上で未知の物体に遭遇しても事故を防いだり、医療AIシステムが新たな疾患を見つける能力を上げたりする可能性がある。

「すべての状況において、真に必要なのは、自分が知らないことを判別できる、安全を認識した機械学習モデルなのです」(リー助教授)。

このような手法は、今一番話題のAI技術である「チャットGPT (ChatGPT)」などの大規模言語モデルにも役立つかもしれない。モデルは、しばしば「自信満々の嘘つき」となり、虚偽の内容を事実として提示する。

それこそがOOD検知が役に立つ部分だ。訓練データの中に答えがない質問をチャットボットにした場合を考えてみよう。OOD検知を用いたAIモデルは、何かをでっち上げる代わりに回答自体を拒否する。

「リー助教授の研究は機械学習のもっとも根本的な問題の1つに取り組んでいます」。リー助教授の博士号論文の指導をしたコーネル大学のジョン・ホップクロフト教授はそう語る。

リー助教授の研究に対しては、ほかの研究者からも関心が高まっている。「リー助教授がしているのは、ほかの研究者を仕事に取り掛からせることです」とホップクロフト教授は語り、リー教授は「基本的にAI研究の下位分野の1つを創出していますから」と付け加える。

リー助教授は現在、大規模AIモデルにまつわる安全リスクをより深く理解しようとしている。そうしたAIモデルは今、あらゆる新しいオンライン・アプリケーションやプロダクトのエンジンとなっている。そのようなプロダクトを支えるモデルの安全性を高めることで、AIのリスクを軽減したいと同助教授は考えている。

「最終的な目標は、信頼できる、安全な機械学習を担保することです」。

by Melissa Heikkilä

<https://www.technologyreview.jp/s/317097/2023-innovator-of-the-year-as-ai-models-are-released-into-the-wild-sharon-li-wants-to-ensure-theyre-safe/>  
日本語掲載日：2023年9月26日

Global **1** AI  
Sharon Li

Global

2

医学/生物工学

# Julia Joung

ジュリア・ジョン (32)

所属：ホワイトヘッド研究所  
(Whitehead Institute)

幹細胞がどの細胞になるか、どの転写因子によって決まるのだろうか。かつてプロの囲碁棋士を目指していた気鋭の生物学者は、個々の転写因子が幹細胞にどのような影響を与えるかを示す「アトラス」を作成した。

photo : Alex Gagne

幹細胞の行く末を決める、

転写因子のアトラスを

作った研究者

2017年に人工知能 (AI) が世界最高の囲碁棋士の1人に勝利すると、ジュリア・ジョンはホッとした気持ちになった。幼少期を台湾で過ごした彼女は、この古来のゲームを極め、母国を代表するプロ棋士になることをかつて夢見ていたのだ。

「囲碁の不思議な魅力は、答えのない問題というところにあると感じていました。どんどん上手になることができますが、終わりはありませんでした」。32歳のジョンは言う。

しかし、グーグルの「アルファ碁 (AlphaGo)」が囲碁を解明する頃には、ジョンはすでにより困難な問題へと自身の進む道を見つけていた。スタンフォード大学の神経科学研究室で学部生として研究していた彼女は、アストロサイトという脳細胞の独特な動きを観察していた。「それが何か分かりませんでした」。

生物学は囲碁より難しいと悟ったジョンは、新たに生物学に魅力を感じるようになった。

ジョンが次に進んだのは、マサチューセッツ州ケンブリッジにあるブロード研究所 (Broad Institute) の遺伝子編集の権威、フェン・チャン教授の研究室であった。当時は、遺伝子編集ツール「CRISPR (クリスパー)」が話題となっていた初期の頃である。ジョンはそこで、「ゲノムスケールのスクリーニング」、つまりクリスパーなどのツールを使用して、ヒトゲノム内の2万個の遺伝

子をそれぞれ変更し、何が起こるかを観察するという研究に没頭した。

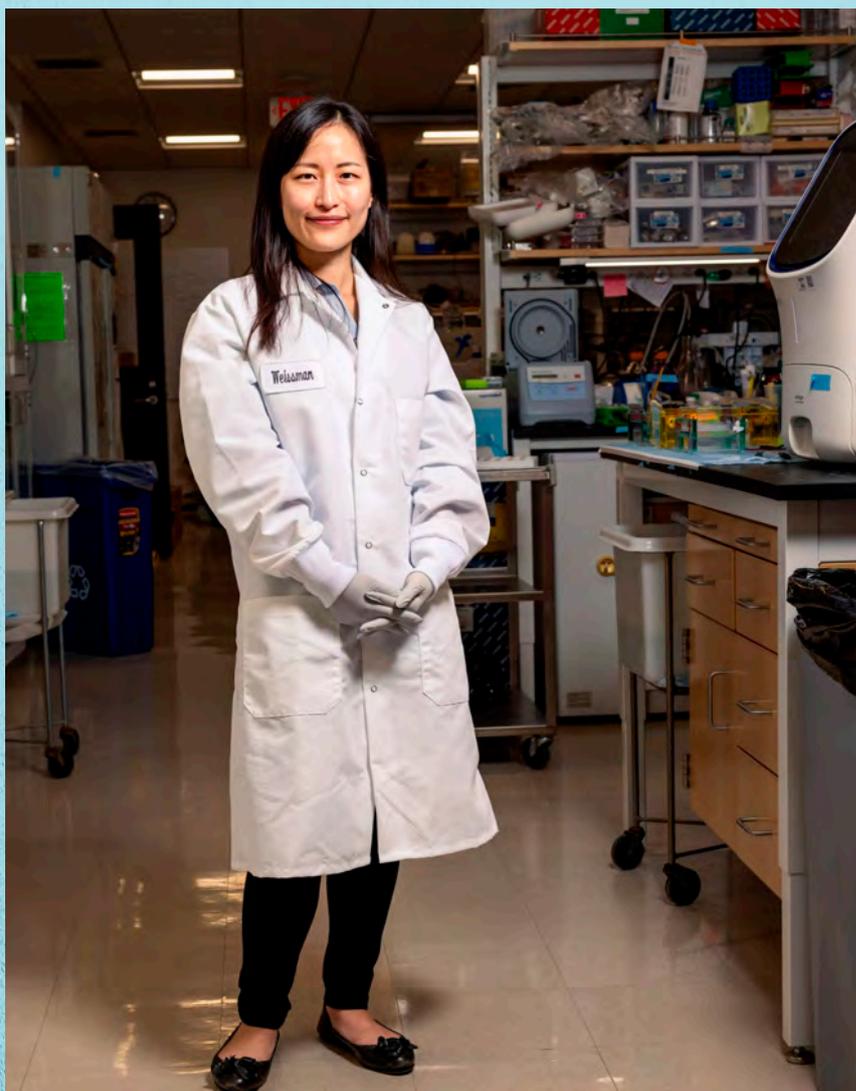
幹細胞に対して実施されることが多いこのような遺伝子スクリーニングは、生物学の論理を広い角度から探求しようとするデータ主導の研究室にとって最優先事項となっている。

ジョンは、アストロサイトなどの実際の脳細胞でのスクリーニングを試みたいと考えていた。理論的には、幹細胞はあらゆる種類の細胞に成長するよう誘導できる。しかし、実際には、多くの種類を研究室で生成することは困難で、場合によっては不可能である。

転写因子と呼ばれるタンパク質は、幹細胞がどの細胞になるのか行く末を決定する。しかし、どの転写因子がそうなのだろうか？ ヒトの体内には1500以上の因子が存在するのだ。

研究の初期に、ジョンは幹細胞を神経系細胞に変える転写因子を1つ発見した。ところが、彼女の研究はより大きなプロジェクトへと発展した。すべての転写因子を幹細胞に加えて、各因子がそれらの細胞の挙動に及ぼす影響を評価してみようかというものであった。

2023年1月に発表された彼女の



ALEX GAGNE

Global 2 医学/生物工学

Julia Joung

研究論文は、個々の転写因子が幹細胞のアイデンティティにどのような影響を与えるかを示す「アトラス」となっている。ジョンは、ニューロン、鼓動する心筋、胎盤細胞が現れるのを顕微鏡で見てきたという。しかし、最終的な目標は、「あらゆる種類の細胞を、巧みに制御された方法で作れるようにすることです」と彼女は話す。

特定の細胞を供給できれば、医薬品や新しいタイプの治療法の試験に役立つ可能性がある。転写因子を研究している他の科学者たちは、研究室でヒトの卵細胞を形成したり、若返り治療の鍵を提供したりする組み合わせを発見したいと考えている。「スクリーニングでは、単にリストを作っているわけではありません。目的を持ったリストを作っています」とジョンは語る。「最終目標は常に存在します」。

遺伝子スクリーニングはビッグサイエンスだ。ジョンの博士課程の研究は、17人の共同研究者を頼りにしていた。たくさんの費用もかかる。必要な遺伝子をすべて購入するだけでも55万ドルかかったが、ジョンはブロード研究所のスタンレー精神医学研究センター (Stanley Center for Psychiatric Research) などから資金を集めることができた。

しかし、この研究の物理的なスケールは、大抵の場合、顕微鏡的である。プラスチックのチューブに入って届く遺伝子は、長期保存はできな

い。研究活動のほとんどは細胞培養室で実施され、白衣を着た研修生がプレキシガラス (アクリル) で覆われた特別な作業台の前で、互いにぶつかりそうな間隔で作業をする。最終的に、ジョンの実験には100万個以上の細胞が使われた。しかし、これらの細胞をすべて合わせても、1匹のショウジョウバエよりも小さいだろう。

ジョンは、学部生の頃に好奇心をそそられた、アストロサイトをめぐる疑問の答えには、まだたどり着いていない。そして、もはやそれが最優先事項ではなくなったことを認めている。現在、彼女は同じくケンブリッジにあるホワイトヘッド研究所 (Whitehead Institute) の博士研究員として、自身のスクリーニング手法を駆使し、タンパク質が細胞内でどのように作られるかについての基本的な疑問を掘り下げている。

「ジュリアは優れた技術と、大胆なアイデアを持つ科学者であり、複雑なプロセスの独創的かつ包括的な見通しを提供するツールを構築しています」。ジョンが現在勤めているホワイトヘッド研究所を率いるジョン・ナサン・ワイスマン教授は話す。

ジョンが開発したいテクノロジーはまだたくさんある。「疑問からスタートし、既存のツールではその疑問に答えることができないことに気づきます。そこで一旦、ツールを作るところまで立ち返るのです」とジョンは言う。「私にとって生物学の魅力は、発見できるものに終わりが無いという奥深さにあります」。



by Antonio Regalado

<https://www.technologyreview.jp/s/317089/she-was-a-semi-pro-go-player-but-learned-that-biology-is-even-harder/>  
日本語掲載日：2023年9月20日

Global **2** 医学/生物工学

Julia Joung



# 輸

送産業は、世界の温室効果ガス排出量の約15%を占め、世界で最も汚染を進めている産業の1つだ。電気自動車は、今後数十年でその排出量を少しは減少させるだろう。しかし、バッテリーは、長距離トラックや、大洋横断船のようなグローバルな移動をするのに使われる乗り物に電力を供給するほど十分なエネルギーを蓄えることができない。

ヨン・ソク・ジョ (34歳) は、アンモニアという、一見ありえなさそうな化学物質で、その解決策を思いついた。2020年にジョが共同創業し、最高技術責任者 (CTO) を務めるスタートアップ、アモジー (Amogy) は、一般的には肥料の成分であるアンモニアを、トラックや船舶の動力源となる燃料として使用できるシステムを構築している。

アンモニアの最も魅力的な特性の1つは、エネルギー密度だ。つまり、比較的小さな容積に多くのエネルギーを詰め込むことができる。液体アンモニアは、現在のクリーン燃料の代表格である圧縮水素の約3倍のエネルギーを運ぶことができる。

アモジーにとって、輸送にアンモニアを利用するうえでの鍵は、アンモニアを分離することにある。同社のアンモニア発電システムのコアテクノロジーの1つは、クラッカーと呼ばれる化学反応器だ。この反応器はアンモニアを分解し、大気中に完全に放出できる窒素と水素にする。

そしてこの水素を、燃料電池で電気を作るのに使う。

アンモニア分解は新しいプロセスではないが、ジョCTOとその共同発明家らは、低温での反応を助ける化学触媒を開発し、車両上でプロセスを実行できるようにした。チームはまた、アンモニアに含まれるエネルギーの約40%を電気に変換するという、現在の標準よりも効率的に稼働できる反応器も開発した。

アモジーは、2021年に総電力需要が約5キロワットの小型ドローンからスタートし、2023年1月には平均約300キロワットの電力を使用するセミトラックなどさまざまな乗り物で同社の技術を実証してきた。ジョCTOはそれぞれの乗り物をアンモニア燃料を使って走るように改造し、規模拡大の過程を監督してきた。

「うまく進んでいる様子を目にするのは、本当にわくわくします」と、アモジーのニューヨーク本社の見学会でジョCTOは語った。同社の駐車場には、実証用の車両が並び、ドローンとトラックの間には鮮やかな緑色のトラクターが置かれていた。同CTOは、アンモニアを使ってそれぞれの車両を走らせるために必要な改造について、パネルのネジを外し、さまざまな部品をすべて1つずつ見せながら詳しく説明した。

アモジーの実証用車両の進歩は「目を見張るほど速いです」と、マサチューセッツ工科大学 (MIT) の機械工学名誉教授であり、ジョCTOの大学院での指導教官でもあるジョン・ヘイウッドは言う。「アイデアを現実世界の実車両に実装してテストするためには、解決しなければならない実用上の問題がたくさんあります」。

ジョCTOは今後、海運業での応用に狙いを定めている。外航船は世界貿易の80%以上を運んでいる。アモジーのアンモニア発電システムを使って大型船に電力を供給すれば、世界の輸送を停滞させることなく温暖化ガス排出削減に貢献できる。

アモジーは、2023年末にタグボートで大型版システムを実証。その後すぐに、大型船に燃料を供給するために連結できるパワーモジュールの製造施設を開設したいと考えている。

アモジーにとっての潜在的な課題の1つは、アンモニアをいかに確保するかだ。アンモニアは毎年何億トンも生産されているが、その大部分は化石燃料を動力源とするプロセスを利用して製造されている。再生可能な電力や二酸化炭素回収システムを使ってアンモニアを生産するパイロット・プロジェクトや初期段階の商業プロジェクトが進行中だが、気候変動に配慮した輸送網を構築するためにアモジーが必要とする低炭素燃料を供給するには、迅速に進める必要がある。

by Casey Crownhart

<https://www.technologyreview.jp/s/317106/this-startup-plans-to-power-a-tugboat-with-ammonia-later-this-year/>  
日本語掲載日：2023年9月18日

# Global **4** コンピューティング

## Yatish Turakhia

ヤティシュ・トゥラキア (31)

所属：カリフォルニア大学  
サンディエゴ校

ウイルス変異株の進化を追跡することは、公衆衛生において極めて重要だ。UCSCのトゥラキア博士らのチームは、新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) の変異株を追跡、識別するツールを開発し、ウイルス進化を世界規模でリアルタイム監視できるようにした。

photo: Damon Casarez



**新型コロナ、変異体追跡の革新者**

**リアルタイム監視可能に**

2020年初頭、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の感染が急速に拡大し始めた。人々をより大きなリスクにさらす新しい変異株が次々と出現する中で、科学者たちはウイルスがどのように変異するかを追跡することが、公衆衛生にとって不可欠であるとすぐに認識した。当時、カリフォルニア大学サンタクルーズ校 (UCSC) ゲノミクス研究所の博士研究員だったヤティシュ・トゥラキアは、「アッシャー (USHER)」と呼ばれるソフトウェアツールの開発に協力し、新しいサンプルが提出されるたびに、数分以内に既知の新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) ゲノムのファミリーツリー上に配置することによって、新型コロナウイルスの変異株を追跡できるようにした。

アッシャーは2021年からオンラインでアクセスできるようになっている。現在は1500万以上のウイルス配列を記録しており、さらに科学者たちは毎日新しい配列を追加している。アッシャーにより、科学者たちや公衆衛生当局が新しい変異株を発見し、名前を付けてその進化を追跡できるようになっただけでなく、グローバル規模でのウイルスのリアルタイム高精度監視も可能となった。

最近では、トゥラキア博士らのチームは、「リップルズ (RIPPLES)」と呼ばれる別のソフトウェアツールも開発した。このツールは、アッシャーの広範なファミリーツリー構造

を調べ、変異株の特定の「枝」が組み換え体、つまり遺伝的に異なるハイブリッド変異株である可能性があるかどうかを調べられる。組み換え体は、例えば、ゲノムの一部をデルタ型の変異株から、もう一部をオミクロン型の変異株から取り入れることができる。本質的に2つの「親」を持っているため、より稀であり、また識別するのがより困難となる。

リップルズが開発されるまで、科学者たちが組み換え体の可能性があるものを特定するには、他の変異株で発見した変異を記憶することが唯一の方法であった。リップルズはそのプロセスを自動化し、医療専門家がウイルスの進化の歴史を再構築できるようにした。さらに、これまで見たことのない配列が、真に独立した変異なのか、それとも既存の変異株の組み合わせなのかを解明するのにも役立っている。

「トゥラキア博士の研究がなければ、新型コロナウイルスの感染拡大に関する、私たちの世界的な理解は大きく損なわれていたでしょう」と、共にこのプロジェクトに取り組んだ、UCSCゲノミクス研究所の科学部長であるデビッド・ハウスラー特別栄誉教授は語る。「彼のアルゴリズムの成果は他の誰も作ることができなかったものです。ウイルスがどのようにして世界中に拡散したかを全遺伝的に詳細に示す、世界的な全体像なのです」。

2022年にリリースされて以来、リップルズは何百もの新しい新型コロナウイルス組み換え体の解明に貢献してきた。「パンデミックの最中に、人々の役に立ちたいという理由だけでこのプロジェクトに取り組み始めました」と、31歳のトゥラキア博士は語る。「現在、新しい配列

が得られると利用可能なビッグデータに基づいて、その新しい変異株がオミクロン株よりも感染性が高く、免疫侵襲性が高いかどうかを予測できるモデルを、すでにアッシャーを使用して訓練しています」。

いずれのツールも、新型コロナウイルスを追跡する必要性から生まれたものだが、科学者たちが他の病原体の発生に対処するのに役立っている。トゥラキア博士のチームはすでにこのツールを使用して、RSウイルス (RSV) としても知られる呼吸器合胞体ウイルスとサル痘の追跡をしている。間もなく、結核とインフルエンザの追跡も開始される予定だ。このどちらの感染症も、追跡するのは非常に困難とされている。これらの株はほとんどの病気の菌株よりも遺伝的に多様であるうえ、結核菌は細菌であるため、はるかに大きなゲノムを持っているのがその理由だ。しかし、研究チームはすでに有望な成果を上げていると同博士は語る。

「将来的には、基本的にあらゆる病原体に対して汎用的に利用できるツールを作成するつもりです。それが私たちの基本的な目標です」とトゥラキア博士は言う。「病原体をより適切に管理し、病原体の進化により効率的に反応するワクチンを開発することで、多くの人の命を救いたいのです」。

by Rhiannon Williams

<https://www.technologyreview.jp/s/317081/how-software-that-tracks-covid-variants-could-protect-us-against-future-outbreaks/>  
日本語掲載日：2023年9月22日

Global **4** コンピューティング

Yatish Turakhia

Global **5** ロボット工学

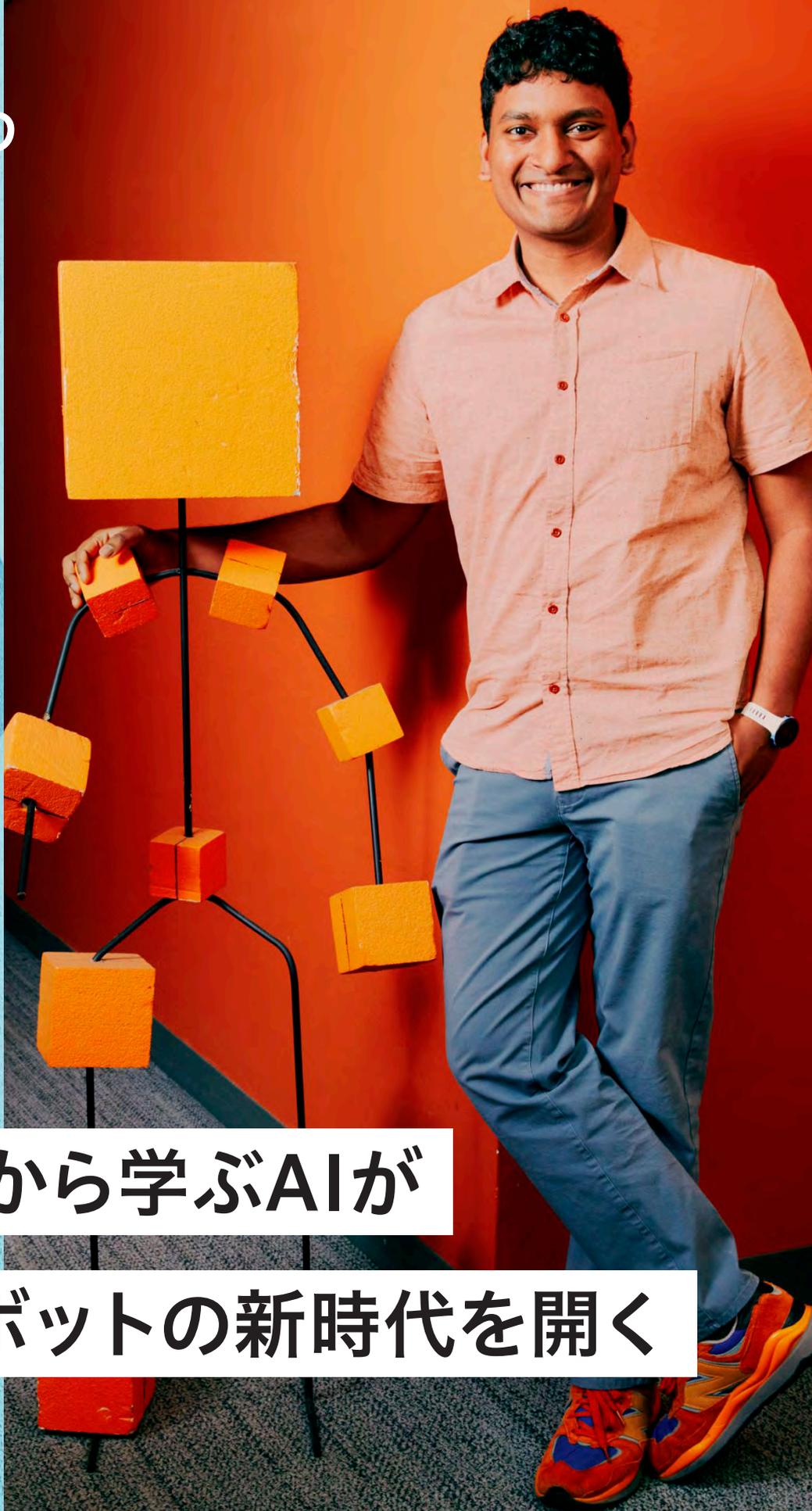
# Lerrel Pinto

レレル・ピント (31)

所属：ニューヨーク大学

多機能ロボットを開発して家庭に普及させたいニューヨーク大学のピント助教授は、ロボットに失敗から学ばせるようにすれば、AIモデル構築のネックとなる大量の訓練用データを用意する必要がなくなると考えている。

photo : Peter Garritano



## 失敗から学ぶAIが

## 家庭用ロボットの新時代を開く

31 歳のレレル・ピントは自分の研究について聞かれたら、質問で返している。「自宅でクールなロボットを最近見たのはいつですか?」と。答えは、質問者がロボット掃除機を持っているかどうかで変わるだろう。

ニューヨーク大学 (NYU) のコンピュータ科学研究者であるピント助教授は、掃除以外のこともできるロボットを家庭に置きたいと考えている。「どうすれば、生活にもっと溶け込んだ存在となるロボットを現実に作れるのでしょうか。家事をしたり、高齢者の世話やりハビリをしてくれたり、必要なときに側にいてくれるようなロボットを、どうすれば作れるのでしょうか」。

問題は、多機能ロボットを訓練するには大量のデータを用意しなければならない点だ。ピント助教授は、データを収集する斬新な方法で、この問題を解決しようとしている。とりわけ、ロボットが学習しつつデータを収集する、自己教師あり学習と呼ばれるアプローチだ。

カリフォルニア大学バークレー校ロボット学習ラボのピーテル・アピール所長は「レレル (・ピント助教授) の研究は、機械学習とロボット工学を結びつける大きなマイルストーンです」と言う。「彼の研究は、未来のロボット学習において、その初期の構成要素を数多く築いたものとして振り返られるようになることでしょう」。

家庭用ロボットがコーヒーを入れたり皿洗いをしたりするアイデアは、何十年も前から存在する。しかし、依然としてそのようなロボットはSFの世界にしか存在しない。AIの他分野、特に大規模言語モデルの最近の飛躍は、インターネットからかき集めた膨大なデータセットを利用したものだ。ピント助教授は、この手法はロボットでは不可能だという。

自動運転車メーカーは、道路上で何百万時間も費やして、車を動かすAIモデルを訓練するデータを収集している。家庭用ロボット・メーカーも同様の課題に直面し、さまざまな環境で実行される多くの作業をロボットの目から映し、その映像を何時間も記録している。

ピント助教授は2016年に最初のマイルストーンの1つを達成した。ロボットに自身で訓練データを作成させてラベルを付けさせ、人間の監視なしで24時間365日稼働させることで、当時世界最大のロボット工学データセットを作成したのである。

それ以来、ピント助教授らは、ロボットが失敗しても動きながら改善できる学習アルゴリズムの開発に取り組んできた。ロボット・アームが物体を掴むまでに何度も失敗する。だが、その試行から得られたデータを活用して、成功できるモデルを訓練できる。ピント助教授たちは、このアプローチをロボット・アームとドローンで実証し、物を落としたり衝突したりといった出来事を、苦勞して得られた教訓に転換している。

ピント助教授は、人間を模倣させるアプローチも採っている。人間がドアを開ける様子をロボットに見せる。ロボットはこのデータを出発点として、自分でドアを開けることを試み、それをまたデータセットを追

加していく。しかし、ロボットは、人間がドアを開けるシーンを見れば見るほど、初めて見るドアでも開けられるようになっていく。

ピント助教授の最新のプロジェクトは驚くほどローテクである。数十人のボランティアを募り、20ドルのゴミ拾い用ツールにアイフォーン (iPhone) を装着して、家の周りのさまざまな物を掴む様子を撮影してもらった。同助教授は、数百時間分の映像があれば、しっかりと物を掴めるモデルを十分に訓練できると考えている。

収集したすべてのデータは、ロボットが少ない労力で多くのことをできるようにする効率的な学習アルゴリズムと組み合わせられる。ピント助教授らは、片手でボトルを開けたりパンケーキをひっくり返したりといった器用な動作も、わずか1時間の訓練でできると示した。

実際、ピント助教授は、ロボット版大規模言語モデルのような飛躍の瞬間の訪れを考えている。これが叶えば、AIの新時代を切り開く一助となるだろう。同助教授は「人間が脳を有する理由は、動くためだという考え方があります」と言う。「脳とは、生き残るため、食料を見つけるために、進化によって我々に備わったものなのです」。

「私は、究極的には、知性の目標は動くこと、つまり世界の事物を変えることだと考えています。それができるのは、ロボットのような物理的な存在だけです」。

by Will Douglas Heaven

<https://www.technologyreview.jp/s/317118/robots-that-learn-as-they-fail-could-unlock-a-new-era-of-ai/>  
日本語掲載日：2023年9月15日

Global 5 ロボット工学

Lerrel Pinto

# 記者不在の通信社が テクノロジーで挑む、報道の構造問題

記者がいない、エンジニア中心のJX通信社を創業した米重克洋は、生成AIにより大量生産されるデマやフェイクニュースに対し、テクノロジーの力によって報道の「構造」を変えることで立ち向かうとしている。

**氾** 濫するデマやフェイクニュースが、民主主義の根幹である選挙に影響を及ぼしたり、災害時に必要な情報が届くのを妨げ救援を遅れさせたりする。人々の命や健康を危険に曝すこともある情報空間の汚染は、いまや世界的な大問題だ。

JX通信社の代表取締役である米重克洋は、SNSなどから得たデータを人工知能(AI)を使って解析し、災害や事件、事故などのリスク情報を迅速に検知して報道機関などへ配信するサービス「FASTALERT(ファストアラート)」の取り組みを評価され、2021年の「Innovators Under 35 Japan (35歳未満のイノベーター)」の1人に選ばれた。

法人向けのFASTALERTと並行して運営している、一般向けのニュースアプリ「NewsDigest(ニュースダイジェスト)」のダウンロード数も600万件を超え、速報に強いニュースアプリとして定評がある。

報道機関を標榜するJX通信社に、記者は1人もいない。記者が足をを使って取材してニュースを書くという

## 米重克洋

(JX通信社)



提供写真

従来の報道機関のイメージとはかけ離れた、エンジニア中心の報道ベンチャーだ。

### 記者がいない、エンジニア中心の新しい報道機関

IU35選出後の約2年の間に、ツイッターがXに変わるなどSNSを取り巻く環境は大きく変わった。JX通

信社のサービスはSNSから多くの情報を収集しているため、その変質の影響を直接・間接的に受けているという。

「2024年元日に起きた能登半島地震後のXを見て分かるように、以前ならツイッターが果たしてきた災害時のライフラインとしての役割が機能しにくい状況になっています。そうした中で、我々の取り組みが担

## FASTALERT



FASTALERTは報道機関だけでなくリスク情報を必要とする、さまざまな企業で使われている。  
提供写真

う役割がより大きくなりました」と米重は話す。2024年1月に起きた能登半島地震でも、FASTALERTはSNS上の情報を集約し、信頼性が高いと判断した情報を被災地の自治体に提供したいという。

### デマやフェイクニュースを 正確な情報で量的に 凌駕する

デマやフェイクニュース、ノイズとなる情報はネットを介して瞬間に増幅され、蔓延していく。生成AIの登場以降、「デマやフェイクニュースの爆発的な増加のドライバーになっている」と米重も指摘するように、その動きはさらに加速している。

誤った情報への対策として、これまでは「モグラ叩き」のように1つ1つ正していく、あるいは情報の受け手のリテラシーを高めるといったアプローチが主流だった。だが、米重が考える対策は、そうした従来の対策とは根本的に発想が異なるものだ。

「我々がすべきことは、信頼でき

る情報、確かな情報を、より早く、より大量に社会へ共有していくこと」と米重は言う。デマやフェイクニュースを「量」「スピード」で凌駕することで、人々が惑わされる情報にアクセスするリスクを減らすというのが、基本的な考え方だ。

ただ、それを実現する上では、正確な一次情報、正確な一次データをいかにすばやく集めるかが重要になる。

「ポイントは2つあります」と米重は言う。1つは、情報源をSNSに依存しすぎないことだ。従来のアプローチでは、Xをはじめとするプラットフォームに頼る部分が大きかったが、JX通信社では現在、ユーザーからの直接の情報提供を強化しようとしている。NewsDigestは基本的にユーザーへニュースを送り届けるアプリだが、逆にユーザーからの情報提供を受け付ける機能がある。災害や事故などのリスク情報を提供し、地域の安全・安心に貢献すると、ユーザーはその見返りとしてポイント

がもらえる仕組みだ。

「これによって、バーチャルな市民記者ネットワークができます。自分たちのアプリのユーザーから提供される情報なので、真贋の検証が確認がしやすくなります」。

2つめのポイントは、ローカルとグローバル、両方向の取り組みを広げていくことだ。ローカルの取り組みとしては現在、過疎地を含む自治体と連携を進めている。SNSのユーザーは、その大半が都市部在住で、SNSに上げられる地域にまつわる情報量も人口の多いところに偏っている。つまり、人口の少ない地域から集められる情報は少ない。

そこでJX通信社では、自治体と連携協定を結び、役所の職員や消防団員、自治会の会長などに情報を提供してもらった仕組みを構築しようとしている。これにより一般のユーザーよりも格段に多くの情報が集まり、災害時などに地域の人々に必要な情報が届けられるようになる。すでに、7つの市と連携協定を締結したほか、5つの自治体と実証実験を進めているところだ（2024年2月時点）。

一方グローバルな取り組みとしては、世界で日本と同様の情報空間にまつわる課題を持つ国や地域へ、FASTALERTを通じて構築した情報収集・情報提供の仕組みを広げていくことも始めている。

情報を提供する対象は、報道機関だけでなく製造業や社会インフラを担う企業なども含まれる。近年、気候変動による災害のリスクは日本に限らず増大しており、またテロや戦争のリスクも企業活動に多大な影響を及ぼす。世界の「どこで」「何が起きているか」の情報を必要とするのは報道機関に限らない。「情報サー

ビスを持続可能なものとするためにも、そうした業界・企業のニーズに応えていくことは不可欠」だと米重は話す。

## 中学生の時に、航空会社を作ろうと思った

米重は中学生の時、「航空会社をつくりたい」と考え、起業家を志した。日本の航空運賃が他国よりも格段に高いことに疑問を持ち「なぜそうなっているのか」を調べる中で、政治と業界が消費者や納税者を置き去りにして作り上げた「構造」によるものだと知ったからだった。

「日本にまだLCCという概念がなかった当時、より安い運賃でより良いサービスを提供できる航空会社をつくることで『構造』を変えていけるのではないかと考えました」と米重は当時を振り返る。

きっかけの1つは、航空専門誌『月刊エアライン』のバックナンバーに

載っていた「航空会社のつくり方」という特集記事だった。米重はそれを読んで「途方もないお金と手続きが必要だけれど、順を追って一段一段上ればたどり着けるものなんだ」と感じたという。そして、航空会社の起業が絵空事でなく、自分ができる範囲のことなのだと思えられたそう。同時に、それを伝えるメディアのニュースやコンテンツにも関心を持った。そこから、航空業界のニュースサイトをつくり、2008年、大学1年生のときにJX通信社を創業することになる。

## テクノロジーを用いることで報道産業の構造的問題を解決する

社名に「通信社」と付けた背景には、「メディア業界の課題を解決するのは通信社」だという米重の考えがあった。

「オンラインのニュースメディアは儲からないという認識が根底にあ

りました。根本的に、コストを下げることと、収益を高めていくことの両方をしなければビジネスとして成立しない。そのために、業界横断的な課題を解決する通信社が必要なのです」。

英国の通信社ロイターは、その時々々の先端的な情報通信技術を使うことにより、情報を正確かつ迅速に届けることで地位を確立してきたという側面を持つ。「テクノロジーでコストを落としていく。より大量の情報を扱う時代になっても、根この部分で通信社であることは変わりません」と米重は話す。

目先の問題ではなく、問題の根底にある「構造」に着目し、「構造」を変えることで問題の解決を図る。米重が大事にしている考え方だ。

「報道が社会的に必要なだということは理解されていると思います。ただ、それに見合った収益構造がないためにシュリンクしているのが今の状況です。確かな情報を大量に供給する情報のライフライン、新しい報道の形を追求していきたい」。

by 畑邊康浩

この連載では、Inovators Under 35 Japan選出者の「その後」の活動を紹介します。  
<https://events.technologyreview.jp/IU35>



兵庫県三田市役所で実施された、FASTALERTを用いた災害対策本部事務局運営訓練の様子。  
提供写真

# 動画でも生成革命、 オープンAIが新モデル「Sora」を発表

**オ**ープンAI (OpenAI) は、新たな動画生成モデル「ソラ (Sora、日本語の「空」に由来)」を開発した。短いテキストの説明から、1分以内の詳細な高解像度フィルムクリップを作成できる驚くべきモデルだ。

オープンAIが発表前にMITテクノロジーレビューに提供した4点のサンプル動画は、同社がテキストからの動画生成技術 (本誌が2024年の注目トレンドと目していた新しい研究の方向性) の可能性を押し広げたことを示している。

オープンAIの科学者であるティム・ブルックスは、「動画を理解し、我々の世界に存在する非常に複雑な相互作用をすべて理解できるモデル

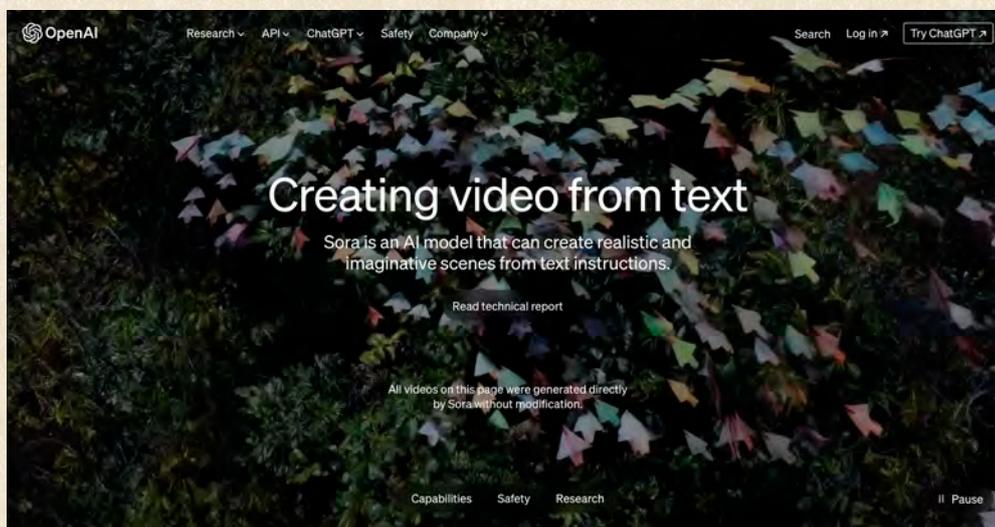
を構築することは、あらゆる人工知能 (AI) システムの将来に向けた重要なステップだと考えています」と言う。

ただし、免責事項がある。オープンAIは、Soraのプレビューについて、「ニュースが一般公開されるまで外部専門家の意見を求めない」との条件付きで本誌に情報を提供した。オープンAIは技術レポートを公開しておらず、同モデルが実際に機能するかどうか本誌は検証していない。さらに、同社はSoraを直近でリリースする予定もないという。

テキストの断片から動画を生成できる初の生成モデルは、2022年後半に登場している。しかし、メタ、グーグル、そしてランウェイ (Run-

way) というスタートアップによる初期サンプルには多くの欠点があり、画像も粗かった。それ以降、技術は急速に進歩した。昨年リリースされたランウェイの「ジェン2 (Gen-2)」モデルは、大手スタジオのアニメーションに匹敵するクオリティのショートクリップを作成できるようになった。ただし、サンプルのほとんどはまだ数秒という短さだ。

オープンAIのSoraのサンプル動画は、高解像度で細部まで緻密に描写されている。オープンAIによれば最長1分の動画を生成できるという。東京の街並みを描いた動画からは、Soraが物体を立体的に組み合わせる方法を学習していることが分かる。カメラは急降下し、商店街を通り過



OpenAI



プロンプト：アニメーションのワンシーン。溶けた赤いうそくの横にひざまずく、背の低いふわふわの怪物がクローズアップされている。アートスタイルはリアルな3Dで、照明とテクスチャーが重視されている。この画像からは怪物の驚きと好奇心が伝わってくる。大きな目を見開き、口を開けて炎を見つめているからだ。怪物のポーズと表情から、初めて周囲の世界を探検しているような、無邪気で遊び心にあふれた様子が伝わってくる。暖色系の色づかいとドラマチックな照明が、心地よい画像の雰囲気さをさらに高めている。

提供：オープンAI



プロンプト：豪華なレンダリング加工が施されたペーパークラフトの世界が広がっているサンゴ礁。色とりどりの魚や海の生き物がたくさんいる。

提供：オープンAI

ぎるカップルを追いかける。

オープンAIの主張によれば、Soraはオクルージョン（手前の物体が後ろの物体を隠す様子）もうまく表現できるという。ただし既存モデルの問題点として、対象物が視界から消えたときに追跡できない可能性がある。例えば、トラックが道路標識の前を通り過ぎた場合、その標識はもう現れないかもしれない。

また、ペーパークラフトの水中シーンの動画では、動画間にカットのようなものが挿入されており、動画全体を通してこのスタイルが維持されていた。

動画は完璧ではない。東京の動画では、左側の車が隣を歩いている人よりも小さく見える。車は木の枝の間も出入りしている。「長期的一貫性という観点からは、確かに修正すべき問題があります」とブルックスは言う。

「例えば、ある人物が長い間視界から消えてしまうと、もう戻ってきません。彼らがそこにいるはずだったことをモデルが忘れてしまうのです」。

## 「技術的な予告動画」

今回紹介されたサンプル動画は、確かに驚くべきものだったが、これらは間違いなくSoraの最高の状態を示すために厳選されたものである。より詳細な情報がなければ、これらの動画がSoraの典型的な出力をどの程度示しているのかは不明だ。

それが判明するには、まだしばらく時間がかかりそうだ。オープンAIによれば、今回のSoraの発表は「技術的な予告動画」であり、現時点でSoraの一般公開予定はないという。その代わりに、オープンAIは、サードパーティーの安全性テスターにSoraを初公開する予定だ。

オープンAIが特に懸念しているのは、写実的なフェイク動画が悪用される可能性だ。オープンAIの科学者であり、同社のテキスト-画像生成モデル「ダリー（DALL-E）」を開発したアディティヤ・ラメッシュは、「Soraを一般公開する前の現段階でデプロイメントに注意を払い、あらゆる基盤に問題がないことを確認し

ています」と言う。

しかし、オープンAIは将来の製品化を視野に入れている。同社は安全性テスター関係者だけでなく、厳選した動画制作者や芸術家のグループにもSoraを公開している。同モデルがクリエイティブのプロにとって限りなく有用なツールとなるよう、フィードバックを得るためだ。「もう1つの目的は、皆さんにこのようなモデルの今後の展望を示し、どんな機能が利用できるようになるかを予告することです」と、ラメッシュは言う。

Soraの構築にあたり、チームはオープンAIの主力テキスト-画像生成モデル「DALL-E 3」を支えている技術をSoraに採用した。大半のテキスト-画像生成モデルと同様、DALL-E 3も拡散モデルを使用している。拡散モデルは、ピクセルのファズ（ランダムなデータ）を画像に変換するよう訓練されている。

Soraはこの手法を、画像ではなく動画に適用している。しかし、研究チームは別の技術も付け加えた。DALL-Eや多くの他の動画生成モデ



プロンプト：数頭の巨大なケナガマンモスが雪原を踏みしめながら近づいてくる。羊毛のように長いマンモスの毛は、歩かたびに風に軽くなびている。雪に覆われた木々、遠くに見える雪を頂いた荘厳な山脈、うっすらと雲がかかった昼下りの光が映し出される。遠く高い位置にある太陽が暖かく辺りを照らし、カメラは低いアングルから、美しい画像と被写界深度により、この大きくて毛むくじゃらな哺乳類の姿を見事に捉えている。

提供：オープンAI



プロンプト：雪に覆われた美しい東京の街がにぎわっている。カメラはにぎわう街の通りを移動しながら美しい雪景色を楽しんだり、近くの売店で買い物をしている数人の人々を追ったりしている。華やかな桜の花びらが、雪の結晶とともに風に舞っている。

提供：オープンAI

ルとは異なり、Soraは拡散モデルに「トランスフォーマー」と呼ばれるニューラルネットワーク技術を組み合わせている。

トランスフォーマーは、単語などの長いデータ列の処理を得意とする。そのため、オープンAIの「GPT-4」やグーグル・ディープマインドの「ジェミニ (Gemini)」といった大規模言語モデル内部でカギとなる技術として使用されている。しかし、動画は単語で構成されているわけではない。動画を単語のように扱うため、研究チームは動画を「チャンク (塊)」に分割する方法を見つけなければならなかった。そこで彼らが思い付いたのが、動画を「空間」と「時間」の両方においてサイコロ状に分割するという手法だ。「すべての動画フレームを積み重ね、そこから小さな立方体を切り出すといった手法です」とブルックスは言う。

Soraに搭載されたトランスフォーマーは、大規模言語モデルに搭載されたトランスフォーマーがテキストブロック内の単語を処理するのと同じような方法で、動画データ内の「チャンク」を処理できる。研究チ

ームによれば、この方法により、他のテキスト動画変換モデルよりも多くの種類の動画を用いてSoraを訓練できた。訓練内容には、解像度、時間、アスペクト比、向きの違いも含まれる。「このような訓練は、Soraにとっても役立ちます」と、ブルックスは言う。「他の既存の訓練では使われていない方法です」。

オープンAIは、動画生成モデルに伴うリスクを十分に認識している。すでにディープフェイク画像の大規模な悪用が発生している。写実的な動画は、このようなリスクを別次元にまで引き上げる。

開発チームは、昨年DALL-E 3に実施した安全性テストを活用する予定だ。Soraには送信されるすべてのプロンプトで実行されるフィルターがすでに搭載されており、暴力的、性的、憎悪的な画像や、既知の人物の画像要求をブロックする。さらに、生成された動画のフレームを調べ、オープンAIの安全ポリシーに違反する素材をブロックする別のフィルターも用意されている。

オープンAIによれば、DALL-E 3用に開発されたフェイク画像検出器

をSoraでも使用できるように調整しているという。さらに、業界標準のC2PAタグ (画像がどのように生成されたかを示すメタデータ) をSoraの出力のすべてに埋め込む予定だという。しかし、このような措置は確実性からは程遠い。フェイク画像の検出精度にはムラがあるからだ。また、メタデータ (C2PAタグ) は簡単に削除できる。大半のソーシャルメディアはデフォルトでアップロード画像からメタデータを削除している。

「Soraをリリースする意味を見出す前に、より多くのフィードバックを得て、動画への対処が必要なリスクの種類をもっと学ばなければなりません」と、ラメッシュは言う。

ブルックスもこれに同意する。「我々が今この研究について話す理由の1つは、安全なデプロイ方法を見つける作業を開始するために必要な情報を得たいからです」。

by Will Douglas Heaven

<https://www.technologyreview.jp/s/329594/openai-teases-an-amazing-new-generative-video-model-called-sora/>  
日本語版掲載日：2024年2月16日

# 米ベンチャーのリチウム硫黄バッテリー、EV搭載はいつ？

**電** 気自動車 (EV) の航続距離を延ばせる安価なバッテリーを製造する鍵は、安価で豊富に存在する材料である硫黄にあるかもしれない。

気候変動問題に対処するには、ますます増えるEVを駆動し、そして再生可能な電力を送電網に蓄えるために、大量のバッテリーが必要になる。現在は、リチウムイオン・バッテリーがどちらの分野でも主流の選択肢となっている。

しかし、バッテリーの需要が高まるにつれ、必要な材料を採掘することがより困難になっている。そしてその解決策は、コバルトやニッケルといった、リチウムイオン・バッテリーに必要な金属の中でも特に限定的で物議を醸しているものを避けた、

代替の材料を増やすことにあるのかもしれない。

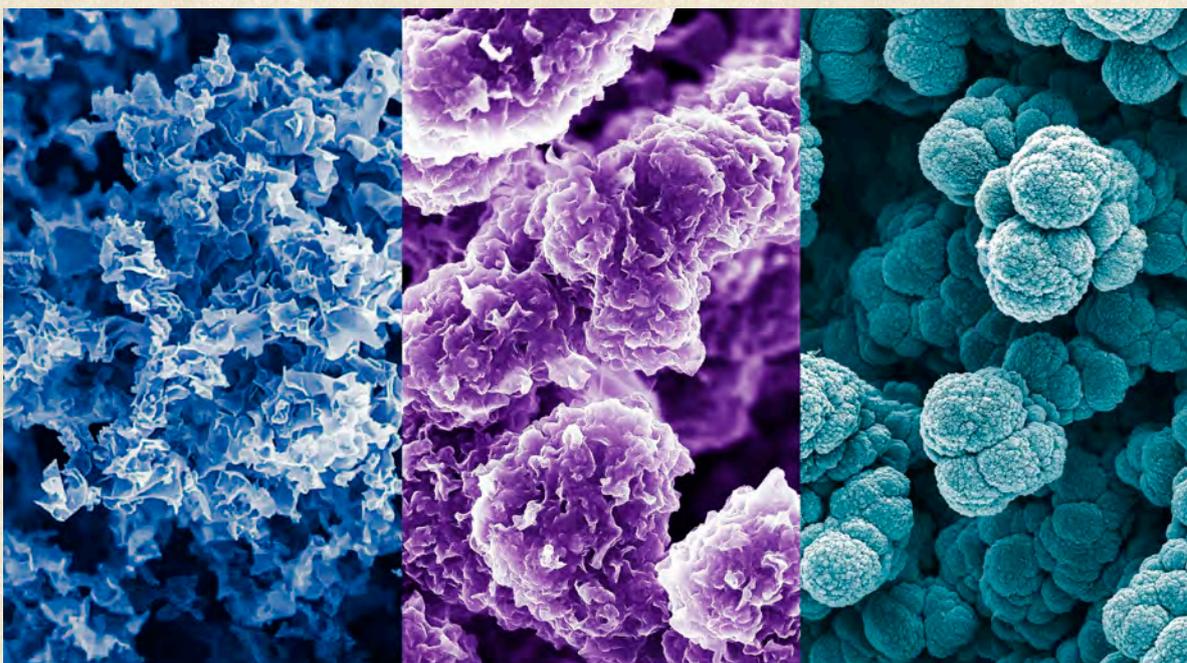
この候補材料の1つであるリチウム硫黄は、間もなく大きなマイルストーンに達する可能性がある。スタートアップのライテン (Lyten) が、2024年後半に最初の顧客に限定数量のリチウム硫黄バッテリーを納入する予定になっているのだ。同バッテリーの「セル」は、複数をつなぎ合わせてさまざまなサイズのバッテリーを構築可能であり、航空宇宙産業および防衛産業の顧客に提供されることになっている。EVの試験に耐えられるバッテリーを構築するための一歩となることが期待される。

バッテリーの新しい選択肢に関して、「大量に生産でき、すぐに作れるものが必要です。そこでリチウム

硫黄が登場したのです」と、ライテンの最高バッテリー技術責任者であるセリーナ・ミコライチャクは話す。

硫黄は広く豊富に存在し、安価である。これが、リチウム硫黄バッテリーの価格が大幅に安くなる主な理由である。ミコライチャクによると、リチウム硫黄バッテリーの材料費は、リチウムイオン・バッテリーの約半分だという。

ただし、この新しいバッテリーのコストがすぐに低くなるわけではない。リチウムイオン・バッテリーは、生産規模が拡大し、企業が問題点を解決してきたため、数十年をかけてゆっくりとコストが下がってきた。しかし、材料コストの低下は、将来的により安価なバッテリーの製造が可能になることを意味している。



Lyten

リチウム硫黄バッテリーは、最終的にはより安価なエネルギー貯蔵方法を提供できるだけでなく、エネルギー密度という重要な指標でリチウムイオンを上回る可能性もある。リチウム硫黄バッテリーは、同じ重量のリチウムイオン・バッテリーに比べ、ほぼ2倍のエネルギーを蓄えられる。これはEVにとって大きなプラスとなる可能性がある。自動車メーカーは車に搭載するバッテリーの重量を減らしながら、1回の充電でより遠くまで走行できる自動車を製造できるようになる。

しかし、ライテンの製品をEVに搭載して実用化するためには、克服しなければならない大きな技術的障壁がまだある。その中で最も重要なのは、バッテリーの寿命の問題だ。

現在のEV用に作られたリチウムイオン・バッテリーは、800サイクル以上使用可能だ（つまり、800回充電できるということである）。シカゴ大学とアルゴンヌ国立研究所（Argonne National Laboratory）でバッテリーを研究しているシャーリー・メン博士によると、リチウム硫黄を使用した選択肢は劣化がはるかに早い傾向にあり、現在の多くのリチウム硫黄バッテリーの取り組みは、100サイクル前後でとどまっているという。

というのも、リチウム硫黄バッテリーに電力を供給する化学反応を制御するのは、非常に難しいことが分かっているからだ。リチウムと硫黄の間の望ましくない反応はバッテリーの寿命を奪い、バッテリーを早く使えなくしてしまう可能性がある。

リチウム硫黄バッテリーの分野には、数十年にわたって大小さまざまな企業が進出しており、その可能性を追求するのはライテンが最初の企

業ではない。英国を拠点とするオキシス・エナジー（Oxis Energy）のようにすでに倒産した企業もあれば、サイオン・パワー（Sion Power）など、リチウム硫黄からの撤退を決めた企業もある。しかし、代替のバッテリーへの需要が高まり、関心と資金のレベルが高まっているということは、以前の取り組みが失敗したところで今後ライテンが成功する可能性がある、とメン博士は言う。

ライテンはバッテリーの寿命を延ばす点で大きな成果を出しており、最近では300サイクルに達するサンプルもあるとミコライチャクは話す。同氏は成功の要因として、不要な副反応を防ぎ、セルのエネルギー密度を高めるのに役立つ独自の3Dグラフェン素材を挙げている。ライテンはまた、2次元グラフェンよりも複雑な構造である3Dグラフェンを、センサーや複合材料などの他の製品で使用することも検討している。

しかし、最近大きな進歩を遂げているものの、同社がEVに電力を供給できるほど十分に長持ちするバッテリーを生産するにはまだ程遠いのが現状だ。それまでの間、ライテンは寿命がそれほど重要ではない領域でセルを市場に出すことを計画している。

リチウム硫黄バッテリーは非常に軽量であるため、バッテリーを頻繁に交換することで軽量化できるドローンなどの機器を製造する顧客と協力していると、ライテンの最高サステナビリティ責任者であるキース・ノーマンは述べる。

ライテンは、2023年に年間最大20万セルの生産能力を持つ試験製造ラインを開設した。最近になって少数のセルの生産を開始しており、今年後半には販売を開始するスケジ

ュールである。

ライテンは、最初にどの企業にバッテリーを納入するのか公表していない。今後に向けてライテンの主な焦点の2つは、3Dグラフェンとバッテリーセルの寿命を改善すること、そして生産量を拡大することだとノーマンは話す。

EVに電力を供給できるリチウム硫黄バッテリーへの道のりはまだ長い。だが、ミコライチャクが指摘するように、現在のバッテリーにおける主要な化学物質であるリチウムイオンは、各社が改良に取り組んできた数年の間に、コスト、寿命、エネルギー密度において性能が飛躍的に向上している。

「バッテリーで使用する化学物質の選択肢については、これまでさまざまなものが試されてきました」とミコライチャクは言う。「そして、そのうちの1つを現実のものにするには、多くの労力を費やす必要があるのです」。

by Casey Crownhart

<https://www.technologyreview.jp/s/329514/how-sulfur-could-be-a-surprise-ingredient-in-cheaper-better-batteries/>  
日本語版掲載日：2024年2月20日

# AIロボット導入で、メンタルヘルス・サービスの利用者が増加

**人** 工知能 (AI) チャットボットの導入によって、英国国民健康サービス (NHS) を通じたメンタルヘルス (精神的健康) サービスの利用者を増やせることが、新たな研究で分かった。とりわけ、支援を求める可能性が低いと評価されている少数派グループの人々の利用増加が顕著だったという。

英国におけるメンタルヘルス・サービスへの需要は、特に新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) のパンデミック以降、高まっている。2022年にメンタルヘルス・サービスを紹介された患者は460万人と過去最大で、サービスを利用する人数は着実に増えている。だが英国医師会によると、予算もメンタルヘルス

専門家の数も、増加している需要に応えるには不十分だという。

チャットボットを開発したAI企業のリンビック (Limbic) は、患者がより早く効率的にメンタルヘルス・サービスを利用できるよう支援するため、AIが治療への障壁を低くできるかどうかの調査に乗り出した。

2月5日のネイチャー・メディシンに掲載されたこの新しい研究は、「リンビック・アクセス (Limbic Access)」と呼ばれるチャットボットが、NHSによる「不安とうつ病のためのトーク・セラピー (話し合い療法) プログラム」への紹介にどのような影響を与えたのかを評価したものだ。NHSの同プログラムは、不安障害やうつ病、またはその両方を抱える成人向けの、一連のエビデ

ンスに基づく心理療法である。

研究では、英国各地にある28のNHSのトーク・セラピーのWebサイトを訪れ、自ら問い合わせをした12万9400人分のデータを検証した。問い合わせのうち半数がWebサイトのチャットボットを利用し、残りの半数がWebフォームなど他の手段を利用していた。3カ月間の調査期間中、リンビックのチャットボットを利用したサービスからの紹介件数は15%増加したのに対し、利用していないサービスからの紹介件数は6%増に留まった。

チャットボットが利用できるようになると、人種・性的マイノリティなどの少数派グループの紹介件数は大幅に増加した。性自認がノンバイナリーの人が179%、アジア系が39



Stephanie Arnett/MITTR | Getty

%、黒人が40%増加したのである。

重要なのは、紹介を受けた患者の数が増加しても、待ち時間の増加や実施される臨床診療数は減少しなかったことだ。これはチャットボットが詳細な情報を収集することで、人間の臨床医が患者の診療にかかる時間が減ったことが主な理由だ。一方で診療の質は改善し、他のリソースには余裕が生まれた。

インタラクティブ性のあるチャットボットと静的なWebフォームは全く異なる情報収集法であることは、念頭に置くべき価値があるとジョン・トルースは言う。トルースはマサチューセッツ州にあるベス・イスラエル・ディーコネス医療センター (Beth Israel Deaconess Medical Center) のデジタル精神医学部長を務めており、今回の研究には関与していない。

「これはある意味で、この分野が今後どこに向かっていくのかを示しているのかもしれませんが。テクノロジに関係なく、人々に接触してスクリーニングがしやすくなるということです」とトルース部長は話す。「しかし、そうなると、どのようなサービスを提供するのか、サービスをどのように配分するかといった疑問が起こります」。

全体的に見ると、チャットボットを利用してリンビックに肯定的なフィードバックを返した患者は、使いやすさと利便性に言及する傾向にあった。また、「紹介を受けることで良くなるかもしれないという希望の高まりを感じた」「自分が1人ではないと知ることができた」との回答もあった。ノンバイナリーの回答者は、男性または女性を自認している人よりもチャットボットの非人間性に言及することが多かった。これは対人

での会話では批判やスティグマ、不安を感じる可能性があるが、ボットとのやり取りがそれらを回避するのに役立つことを示唆しているのかもしれない。

「性的・人種的マイノリティといった少数派コミュニティに属する人々には一般的に接触しにくいのですが、これらのグループに相対的に大きな改善が見られたのは非常に大きな発見です」。今回の研究論文を共同執筆した、リンビックのロス・ハーバー共同創業者兼最高経営責任者 (CEO) は話す。「AIは正しく使えば平衡性と包摂性への強力なツールになり得ると示しています」。

このチャットボットが導入されたWebサイトの訪問者には、リンビック・アクセスが心理的サポートへのアクセスを支援するために設計されたロボット・アシスタントだと説明するポップアップが表示される。最初のスクリーニングでは、チャットボットは患者が長期的に疾患を抱えているか、メンタルヘルスの専門家からこれまでに診断を受けたかどうかといった一連の質問をする。次に一般的なメンタルヘルスの問題や不安の症状を評価するために設計された複数の質問をするが、質問内容は患者の問題に最も関連性の高い症状に合わせて調整される。

チャットボットは収集したデータを用いて詳細な紹介状を作成する。この紹介状は、同サービスが利用している電子記録システムと共有される。人間の治療専門家は数日以内にこの紹介状にアクセスし、患者に連絡をして診療を実施し、治療を始められる。

リンビックのチャットボットは異なる種類のAIモデルを組み合わせたものだ。最初のモデルは自然言語

処理を用いて患者が入力した回答を分析し、適切に、親身になって答えを返す。確率モデルは患者が入力したデータを用い、患者が抱えている可能性が最も高いと思われるメンタルヘルスの問題に合わせてチャットボットの応答を調整する。研究チームによると、これらのモデルは8つの一般的なメンタルヘルスの問題を93%の正確度で分類できるという。

「メンタルヘルスの専門家は足りません。ですから私たちは、AIを活用して既存の専門家に力を与えたいのです」とハーバーCEOは付け加える。「人間の専門家とAIの専門家が協力することで、私たちはメンタルヘルスにおける需要と供給の不均衡を本当の意味で解決できるのです」。

T

by Rhiannon Williams

<https://www.technologyreview.jp/s/328951/a-chatbot-helped-more-people-access-mental-health-services/>  
日本語版掲載日：2024年2月21日

# 「胚は子ども」米アラバマ州の衝撃判決、人工子宮研究にも影響か

**米** 国アラバマ州最高裁判所は先日、研究室で保管されている凍結胚は「子ども」とみなされるという判決を下した。この判決は、不妊治療業界に「大きな衝撃」を与え、体外受精が中絶の議論に巻き込まれつつあるのではないかとの不安が大きくなっている。

ニューヨークタイムズ紙は、アラバマ大学のあるクリニックが、刑事訴追の可能性を懸念して、研究室での卵子の受精を中止したと報じている。

不妊治療センターでは、年間数百万個の胚が作成される。凍結されている胚や、研究に使用されている胚もあるが、ほとんどは患者の子宮に移植して妊娠させることを目的としている。

今回のアラバマ州の法的判決は明

らかに宗教の影響を受けており、中絶について議論する際に、聖書の引用や「殺人」への言及が数多くある。しかし、それほど注目されていないのは、胚は「その場所に関係なく」子どもであるという、裁判所の具体的な主張である。この主張は、幹細胞から作られる人工子宮や人工胚など、開発中の将来の技術に影響を与える可能性がある。

この事件は、アラバマ州の体外受精 (IVF) クリニックである生殖医療センター (Center for Reproductive Medicine) で、患者が胚の保管場所の中に迷い込んでしまい、液体窒素の中から胚の入った容器を取り出したことに端を発している。

このとき、「胚が保存されていた容器が氷点下の温度だったため患者の手が凍傷となり、胚を床に落とし

てしまった」と判決文は述べている。そしてわずか数個の細胞からなる胚は解凍され、死んでしまったのだ。

この事故に激怒した一部の家族は、経済的損害賠償を請求しようとした。そして彼らは、体外受精による子どもが誕生するずっと前の1872年に初めて制定された、アラバマ州の未成年者の不法死亡法に基づいて訴訟を起こしたのである。

今回、裁判所が判断しなければならなかった問題は、「凍結された胚は、未成年の子どもとみなされるのか？」ということである。

被告側は、体外受精用の胚はまだ生物学的な子宮の中にいないのだから、子どもとも人ともみなされないと主張した。子宮が無ければ、赤ちゃんも生まれず、子どもになることもないということである。そして話



Alamy

はここから興味深くなり、SFの領域に入り始めてしまうのだ。

裁判官らは、弁護側の主張の「潜在的な含意」と彼らが呼ぶものに飛びついた。人工子宮の中で育てている赤ちゃんはどうなのか？ 実際の子宮内にいないという理由だけで、それは人としてみなされないのだろうか？ と裁判官らは尋ねたのだ。

今回の判決によれば、不法死亡は「場所に関係なく、すべての胎児に適用される」ものであり、年齢に関係なく、たとえそれが10年間冷凍保存されていた胚であっても「例外ではない」というものだった。またこの法律は、科学が生むことのできるあらゆる種類の「子宮外の子ども」を除外するものでもない。

古い法律を新しいテクノロジーに適用しようとする際に、裁判官が複雑な問題とぶつかるのはよくあることだ。しかし、今回の判決が異例なのは、裁判官が最終的に、まだ完全に発明されていないテクノロジーについて判決を下した点である。

「今回の判断は極めて異例だと思います」とミネソタ大学の法医学教授であるスーザン・ウルフは述べている。「裁判所が、実際に裁判沙汰になっていないテクノロジー、さらに、人々の間に存在しないテクノロジーに注目して判決を下した例は他に思いつきません。裁判所は、訴訟の一部にもなっていない将来のテクノロジーについて、拘束力のある決定を下すことはできません」。

悪法であろうがなかろうが、アラバマ州の判事が判決を下したこの問題は、間もなく現実的なものとなる可能性がある。実際に、いくつかの企業は未熟児を生かし続けるための人工子宮を開発しており、マウスの胚を液体を入れたボトルに入れて心

臓の動く胎児になるまで成長させる研究をしている研究施設もある。

イスラエルのスタートアップであるリニューアル・バイオ (Renewal Bio) は、移植医療用の組織を採取するために、幹細胞によって形成されるヒトの人工胚を生後40日か50日になるまで培養したいと述べている。

このテクノロジーはすべて急速に進歩しているため、培養されたヒト胎児の道徳的および法的権利の問題が仮定の話であるのは、あまり長くないのかもしれない。

弁護士や医師が直面する可能性のあるジレンマには、胎児が培養槽の中で成長している場合、その生命維持システムを停止するという決定が、一般的には妊娠している人の権利に基づいているとするリベラルな州の中絶法の下で保護されるのだろうか？ というものがある。アラバマ州では、脳皮質を欠き知覚を持たず、臓器を成長させることだけを目的として設計された胎児も、やはり子どもとみなされるのだろうか？

今回のアラバマ州の判決が、科学よりもむしろ裁判官の宗教的見解を反映したものであることは明らかであり、ただ子どもを産みたいと願う人々を傷つける可能性があることは言うまでもない。この不法死亡事件が「子宮外の子どもの倫理的地位」について提起した「多くの難しい疑問」と裁判所が呼ぶものについて、考える時が来ているのかもしれない。

T

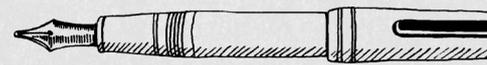
by Antonio Regalado

<https://www.technologyreview.jp/s/330234/the-weird-way-alabamas-embryo-ruling-takes-on-artificial-wombs/>  
日本語版掲載日：2024年2月28日

# イノベーターを 志す人たちへ

グーグル・ブレインを創設し、AI分野でのイノベーションを牽引してきたアンドリュー・エンが贈る、挑戦、失敗、未来についてのアドバイス。

by Andrew Ng



### アンドリュー・エン

著名なグローバルAIイノベーター。AIファンド、ディープラーニングAI、ランディングAI (Landing AI) を主宰している。MITテクノロジーレビューの「35歳未満のイノベーター」(2008年)の1人。

**イ**ノベーションは社会を向上させ、経済成長に活気を与えるパワフルなエンジンだ。抗生物質、電球、冷蔵庫、飛行機、スマホ——我々の暮らしの中にこのような機器が存在するのは、イノベーターがそれまでに無かったものをつくったからだ。MITテクノロジーレビューの「35歳未満のイノベーター」リストは、キャリアの早い時期に多くのことを達成し、さらに多くのことを達成すると見込まれる個人を称えるものだ。

何年も人工知能 (AI) 研究に取り組みAIを活用した製品の開発に費やしてきた私は、大きなインパクトをもたらしたいくつかのイノベーションに携わる幸運を得た。例えば、

スタンフォード大学で強化学習を利用してヘリコプター・ドローンを飛ばしたり、大規模な深層学習を推進するためグーグル・ブレイン (Google Brain) を創設・指揮したり、後にコーセラ (Coursera) 設立につながるオンライン・コースを作ったりなどといったことだ。上手に取り組み、落とし穴を避け、深刻な害悪につながるようなものをつくらないための私の考えを、少し伝えたいと思う。

### AIは現在イノベーションの 主要な推進力となっている

以前から述べているように、私はAIが次の「電気」だと信じている。

電気はすべての産業に革命を起こして我々の暮らし方を変えた。AIも同じだ。すべての産業や学術領域に進出しており、大勢の人を助けるような進歩を生んでいる。

電気と同様、AIは汎用技術だ。治療法、宇宙ロケット、バッテリー設計などの多くのイノベーションは、単一の目的を追求するものだ。一方、AIはアートを生成する、検索キーワードとの関連度が高いWebページを返す、燃料を節約するように配送経路を最適化する、車の衝突を防止するなど、さまざまなことに活用される。

AIの進歩は、あらゆる産業に携わるすべての人に、AIが自分の領域にも取り入れられるかどうか、どのよ

うに活用できるのかを考える機会を作る。それゆえ、AIについて学ぶと、これまで誰もやらなかったことに挑戦する機会が不釣り合いなほど多く生まれる。

例えば、私が率いるベンチャー・スタジオであるAIファンド (AI Fund) では、これまで海運、人間関係のコーチング、人事、教育、その他の領域にAIを応用するプロジェクトに携わる幸運に恵まれてきた。多くのAIテクノロジーは新技術であるため、ほぼすべての分野にまだ応用できていない。このように、AIの活用方法を知っていれば、他者と協力する機会を多数手にできる。

今後目を向けると、特におもしろそうなものがいくつか発展中だ。

- ・プロンプティング：チャットGPT (ChatGPT) によりAIモデルにメールの文面や詩などを書かせる方法が普及した一方、ソフトウェア開発者は、これまで構築に何カ月もかかっていたパワフルなAIアプリケーションがプロンプティングによって数分でできるようになることを理解し始めたばかりだ。大量のAIアプリケーションが、プロンプトによって構築されるようになるだろう。
- ・ビジョン・トランスフォーマー：2017年にグーグル・ブレインとその協力者が発明したトランスフォーマー・ニューラル・ネットワーク・アーキテクチャーに基づく言語モデルであるテキスト・トランスフォーマーは、文章作成に革命をもたらした。画像内の物体認識などのコンピューター画像処理にトランスフォーマーを応用するビジョン・トランスフォーマーは2020年に登場し、すぐに広く注

目された。テック・コミュニティにおける現在のビジョン・トランスフォーマーをめぐる大騒ぎは、テキスト・トランスフォーマーをめぐる大騒ぎを思わせる。同様の革命が画像処理にもやってくる。文字列ではなく画像でプロンプトを出すビジュアル・プロンプティングがその1つだ。

- ・AIアプリケーション：メディアは、AIを支えるハードウェアやソフトウェアのインフラ、そして開発ツールに注目してきた。しかし、この新興AIインフラは、それを基にさらに価値の高いAIビジネスが構築されなければ成功しないだろう。メディアはAIインフラ層に注目しているが、AIアプリケーション層はさらに大きな成長を見せるだろう。

これらの領域はイノベーターに数多くの機会をもたらす。さらには、その多くはすでにAIに関わっている人だけでなく、広くテックに精通した人の手にも届くものだ。オンライン・コース、オープンソース・ソフトウェア、サービスとしてのソフトウェア、オンライン論文により、学び、イノベーションを始めるためのツールがすべての人の手に入る。しかし、これらのテクノロジーがあなたにとってまだ手の届くものでなくても、広く開かれたイノベーションへの道はほかにもたくさんある。

### 楽観的に、 でも失敗も恐れずに

とはいえ、当初有望と思われたアイデアの多くは不発に終わる。イノベーションに本気で取り組めば、不発は避けられない。以下に、不発に

終わったためにあなたがおそらく聞いたことのない、私のプロジェクトの一部を紹介しよう。

- ・私は燃料を節約するために飛行機を自動的に編隊飛行させる技術の開発に多くの時間を費やした(鳥の群れがV字編隊飛行するようなものだ)。今思えば、私の実行計画はお粗末だったし、もっと大型の飛行機で挑戦すべきだった。
- ・私は食器洗浄機からそれぞれ大きさや形が異なる食器を取り出すロボット・アーム開発に挑んだ。今

社会はイノベーションの果実に深い関心を向けている。  
楽観的にイノベーションに挑むべき、よい理由だ。

思えば、早すぎた。認知や制御の深層学習アルゴリズムは当時まだ十分なレベルではなかった。

約15年前、私は教師なし学習（機械学習モデルにラベルなしデータから学習させるものだ）は有望な手法だと考えたが、これもタイミングを誤った。利用可能なデータが増え、コンピューターの性能が上がったことで、最近になってようやく機能するようになってきている。

これらのプロジェクトが失敗に終わったときはつらかったが、私が失敗から得た教訓は、上手くいったほかのプロジェクトで役立った。自動V字編隊飛行技術の開発では失敗したが、この失敗を通して私はプロジェクトをずっとうまく計画できるようになり、リスクを前倒しすることも覚えた。食器洗浄機から食器を取り出す試みも失敗したが、その後ポピュラーなオープンソース・フレームワークとなり、今では自動運転車から犬型ロボットまであらゆるロボットが搭載する、ロボット・オペレーティング・システム（ROS：Robot Operating System）の開発につながった。当初教師なし学習に注力したことはまずい選択だったが、我々が採ったステップはグーグル・ブレインで深層学習を拡大するうえで極めて重要なものになった。

イノベーションは決して容易なことではない。新しいことをしようとするれば、懐疑的な目を向ける人が必ず出てくる。私も若い頃、プロジェクトを始めるときに多くの疑いの目を向けられた（それらのプロジェクトの多くは最終的には成功したのだが）。懐疑派が常に間違っていると断言したいわけではない。失敗したプ

ロジェクトのほとんどでも、同じように疑いの目を受けたのだから。

経験を積むうちに、私の言うことはなんでも受け入れられるようになっていったが、その方が怖かった。私に挑戦し、本当のことを言ってくれる人を積極的に探さねばならなかった。幸いなことに今では、私が愚かなことをしたとき教えてくれる人たちに囲まれている。

懐疑の目を向けることは健全であり、必要なものだが、社会はイノベーションがもたらす果実に深い関心を向けている。これは、楽観的にイノベーションに挑むべき、良い理由だ。私は、可能かどうか懐疑的に見る悲観主義者よりも、失敗することがあっても挑戦する意欲を持つ楽観主義者の側に立ちたい。

### 自分の仕事に責任を持つこと

AIが社会全体で価値あるイノベーションを推進する力として注目される中、社会的責任がかつてなく重要になっている。AI関係者もそうでない人も、AIがさまざまな害をもたらし得るということを分かっている。これにはバイアスやAI技術の悪質な用途への応用といった短期的な課題も、権力の集中や破滅的な結果を招く可能性がある用途への応用といった長期的な課題も、両方含まれる。このような課題について、オープンかつ知性を尽くした話し合いが重要だ。そうすることで、どんなことに真のリスクがあり、どうすれば減らせるかということについて、合意に達することができる。

過去100年間、相次ぐイノベーションの波によって乳児死亡率は下がり、栄養状態は改善され、識字率は

しかし、害の防止は、  
社会的な優先事項にとどまる話ではない。  
それぞれイノベーターにとっても優先事項でなければならない。

高まり、世界中の生活水準は向上し、女性やマイノリティ、社会的に阻害された人々の保護を含む公民権を育んできた。一方でイノベーションは気候変動の一因にもなり、不平等に拍車をかけ、社会を二極化させ、孤独も増大させた。

イノベーションによる利益にはリスクが伴うことは明らかだが、これまでは必ずしも賢く管理できていた



とは言えなかった。AIは来たる次の波であり、我々は恩恵を最大化し害を最低限に抑えるために過去から学ぶ義務がある。これには個人と社会全体の両方が参加する必要がある。

社会レベルでは、各国政府がAI規制に動いている。一部のイノベーターには、規制は進歩を不必要に妨げるものと映るかもしれない。私の見方は違う。我々が不確実な未来へと進む中、規制は失敗の回避を助け、新たな利益を享受させてくれるものだ。私は大手テック各社の不透明な動きに対して、何も隠し立てせずに透明であることを求める規制を歓迎する。こうした規制は我々がこれらの企業の影響力を理解し、これらの企業をより幅広い社会的利益へと導く助けとなる。新たな規制が必要な理由としては、既存の規制の多くがAI以前の世界のために作られたものだからとも言える。新規制では、医療や金融等の重要な分野において我々が望む結果、そして望まない結果も、規定すべきだ。

しかし、害の防止は、社会的な優先事項にとどまる話ではない。それ

ぞれイノベーターにとっても優先事項でなければならない。我々はテクノロジストとして、研究が及ぼす影響を理解し、有益な形でイノベーションを起こす責任がある。伝統的には、テクノロジーのとり形は自ずと決まるものでそれに対してできることは何もない、ならば自由にイノベーションを起こせばいい、というのが多くのテクノロジストの態度だった。しかし、それは真実でないと、我々は分かっている。

イノベーターが差分プライバシー（個人を特定可能な情報を露出することなくAIがデータから学習することを可能にするもの）に取り組むことを選ぶことは、プライバシーを重視する姿勢の強力な表明となる。この表明は、公共・民間機関で採用される社会規範の形成を助ける。反対に、イノベーターがマネー・ロンダリングのためのWeb3の暗号プロトコルを作れば、これも、政府が資金の送金先や用途を追跡できないようにするべきだという強力な表明、私の見解では有害な表明となる。

もしあなたが職場で倫理的でない

ことがまかり通っている様を見たら、同僚や上長に知らせ、建設的な対話をしてほしいと思う。また、人類に有益でない取り組みに加担することを要求されたら、それを止めさせるよう積極的に動いてほしいと思う。それができなければ、職場を去ることを検討しよう。私はAIファンドで、財政的には健全だが倫理的に不健全と評価したプロジェクトを中止したことがある。あなたにも同じようにするよう勧めたい。

さあ、さっそくイノベーションに取り掛かろう。すでにイノベーションに取り組んでいる人は、努力を続けよう。あなたの将来にどんな偉業が待っているかは分からない。あなたのアイデアがまだ夢や空想の段階にあるなら、他の人にもそのアイデアを伝え、実用的で上手くいくものに形づくるための助けを得よう。行動を始め、イノベーションの力を善いことに活用する方法を見付けよう。

T

<https://www.technologyreview.jp/s/317116/andrew-ng-how-to-be-an-innovator/>  
日本語版掲載日：2024年1月30日

## STAFF

編集長	小林 久
副編集長	小橋川誠己
デザイン	林 陽子 (Sparrow Design)
制作	佐藤 卓 (佐藤工芸)
編集	京塚 貢 中條将典 笹田 仁
Webマーケティング	皆元千奈
Web開発	伊藤文寿 浅見正和
パートナーシップ	中尾文宏
イベント&コミュニティ	COPILOT Inc. (定金 基 / 高橋悟志 / 吉岡健太郎 / 山城理奈)
IU35 Japan事務局	坂川慎二

## MITテクノロジーレビュー [日本版] eムック

Vol.59 / 2024.03

日本発・世界を変える U35イノベーター

2024年3月28日発行

発行人 加瀬典子

編集人 稲葉一朗

編集 MITテクノロジーレビュー編集部

発行 株式会社角川アスキー総合研究所  
〒113-0024 東京都文京区西片1-17-8  
<https://www.lab-kadokawa.com/>

©2024 MIT TECHNOLOGY REVIEW Japan. All rights reserved.

No part of this issue may be produced by any mechanical, photographic or electronic process, or in the form of a phonographic recording, nor may it be stored in a retrieval system, transmitted or otherwise copied for public or private use without written permission of KADOKAWA ASCII Research Laboratories, Inc.

Japanese syndication rights arranged with MIT Technology Review, Cambridge, Massachusetts through Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo

本書のいかなる部分も、法令または利用規約に定めのある場合あるいは株式会社角川アスキー総合研究所の書面による許可がある場合を除いて、電子的、光学的、機械的処理によって、あるいは口述記録の形態によっても、製品にしたり、公衆向けか個人用かに関わらず送信したり複製したりすることはできません。

●カスタマーサポート [customer-service@technologyreview.jp](mailto:customer-service@technologyreview.jp)

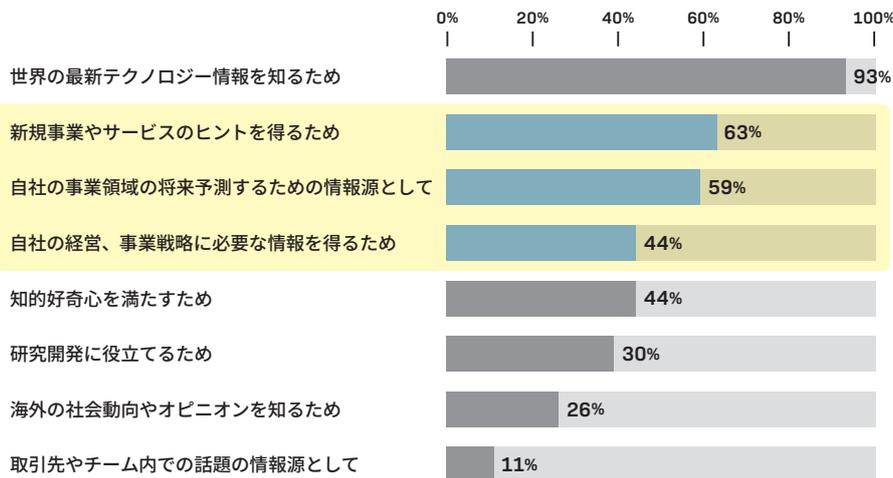
# 新規事業、将来予測に、 MITテクノロジーレビューを ご活用ください。

MITテクノロジーレビューはその確かな選択眼のもと、  
AI／ロボット工学から気候変動、バイオテクノロジーまで、  
今注目すべきテクノロジーの動向と  
その社会的影響についてお届けするメディアです。

日本版Webサイトでは法人のお客様向けに  
お得なデジタル購読プランをご用意。  
新規事業や将来予測のための情報源として、  
大手メーカーや研究機関のお客様にもご利用いただいています。



購読する理由  
MITテクノロジーレビューを



新規事業や  
企業経営の参考に  
使われています。

## 法人向けデジタル購読プラン

2つのプランからお選びいただけます。

5人からお得に購読できる

### ①グループプラン

人数分のアカウントをまとめて発行。アカウント数に応じた  
ディスカウントにより、リーズナブルにご購読いただけます。

事業所単位でらくらくアクセス

### ②ネットワークプラン

事業所のIPアドレスからのアクセスに対して閲覧を可能にし  
ます。従業員数の多い企業や図書館などにおすすめです。

## 法人購読ならではのメリット

法人様のニーズに合わせたサービスをご提供します。

- ☑ 利用規模に応じてお得な料金で購読可能
- ☑ 請求書でのお支払いに対応
- ☑ ログイン不要のらくらくアクセス<sup>(※)</sup>
- ☑ 利用レポートの定期発行<sup>(※)</sup>

<sup>(※)</sup> ネットワークプランのみ

MITテクノロジーレビュー [日本版] Webサイト 法人購読のご案内

<https://www.technologyreview.jp/corporate-subscriptions/>