

MIT Technology Review

Published by KADOKAWA / ASCII

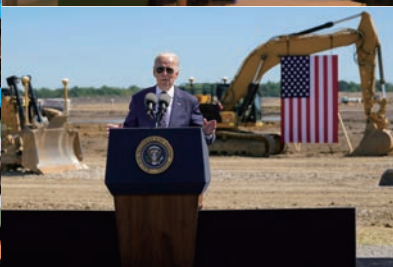
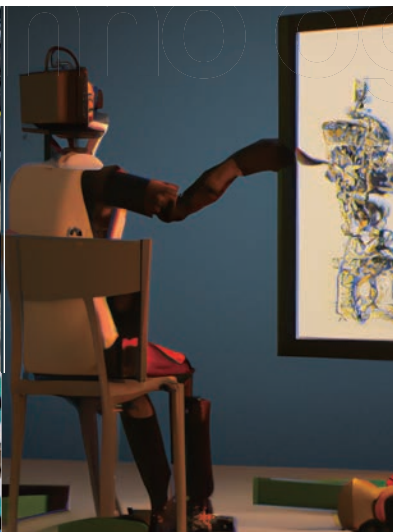
10

BREAKTHROUGH
TECHNOLOGIES

2023



MITTR が選ぶ、
世界を変える
10 大テクノロジー



CONTENTS

- 001 MIT テクノロジーレビューが選んだ、世界を変える 10 大技術
10 ブレークスルー 2023 年版
- 022 産業政策に舵を切った米国、
脱シリコンバレーはイノベーションを変えるか？
- 032 悪玉コレステロールを遺伝子編集で一生下げる、
世界初の治験
- 038 ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が開く
天文学の新時代
- 050 世界初のブタ心臓移植患者、
ウイルス感染が死亡の一因か
- 060 格安ドローンで変わる戦争、
異変は「ウクライナ以前」から
- 069 世界最古の DNA の分析に成功、
200 万年前の生態系が明らかに

MIT テクノロジーレビューの「ブレークスルー・テクノロジー 10」は、現在から今後数年間で世界に最も大きな影響を与えるテクノロジーやその進歩を紹介する年次企画だ。今年は、医療、人工知能 (AI)、技術転用、宇宙など幅広いテーマから 10 の技術を選定し、関連する記事も併せて掲載した。今年で 22 年目を迎えるこの未来を占う 10 のリストから、テクノロジーの発展を想像して楽しんでいただければ幸いだ。

2023

10 Breakthrough Technologies

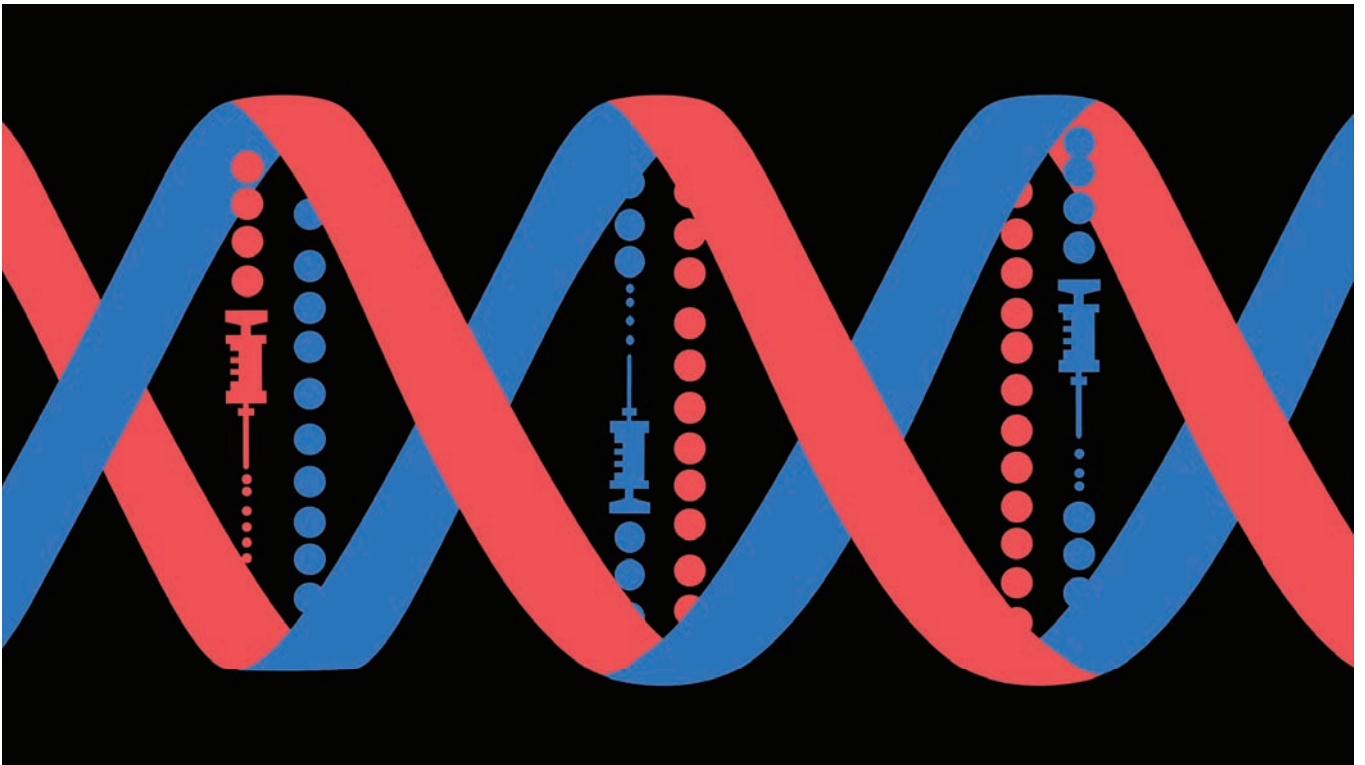
MIT テクノロジーレビューが選んだ、世界を変える 10 大技術

MIT テクノロジーレビューは毎年、その年を代表する 10 大テクノロジーを選んでいる。これらのテクノロジーの中には、見覚えのあるものもあれば、意外なものもあるかもしれない。

私たちの生活に大きなインパクトを与える進歩とは何か？なぜそれが重要なのか？ 説明しよう。

- ① 高コレステロールの CRISPR 治療
- ② 画像生成 AI
- ③ RISC-V
- ④ 量産型軍事ドローン
- ⑤ 遠隔医療で中絶経口薬
- ⑥ オンデマンド臓器
- ⑦ 避けられない EV シフト
- ⑧ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡
- ⑨ 古代 DNA の解析
- ⑩ バッテリーのリサイクル





Amrita Marino

①高コレステロールの CRISPR 治療

これまで遺伝子編集ツール「CRISPR」による治験は、希少な遺伝性疾患に限られていた。

だが、CRISPR の新たな手法により、

今後は、通常疾患の治療にも適用されるようになるかもしれない。

キープレイヤー：バーブ・セラピューティクス、
ビーム・セラピューティクス、プライム・メディ
スン、ブロード研究所

実現時期：10～15年後

2022年、あるニュージーランド人女性が、
史上初めてコレステロール値を永続的に下げる遺
伝子編集治療を受けた。この女性は高コレステ

ロールの遺伝リスクがあり、心臓病を抱えていた。
だが今回の実験的治療を実施した科学者らは、こ
の遺伝子編集治療は誰にでも効果を発揮し得ると
考えている。

今回の治験は、治療に使われた「CRISPR (C
クリスパー)」と呼ばれる遺伝子編集ツールにとっ
て転換点となる可能性がある。約10年前にこの
テクノロジーがゲノム編集に初めて使われるよう

になってから、私たちは CRISPR が研究所から診療所へと舞台を移すのを目の当たりにしてきた。だが、当初の実験的治療は、希少な遺伝性疾患に焦点を絞っていた。高コレステロールの治療への適用には、より広範な可能性が秘められている。

バーブ・セラピューティクス (Verve Therapeutics) が開発したコレステロール低下治療は、塩基編集 (あるいは「CRISPR 2.0」) と呼ばれる遺伝子編集形式に依っている。塩基編集は従来の CRISPR よりも的を絞ったアプローチであり、単純に特定の遺伝子を切断して遮断してしまうのではなく、単一の DNA 塩基を別の塩基と交換できる。理論上、この方法はより安全性が高いはずである。重要な遺伝子を誤って切断してしまう可能性が低く、切断後に DNA が自己修復する際に起こりうる潜在的なエラーを避けることができるからだ。

もっと新しい CRISPR の形式が、事態をさらに進展させる可能性がある。「プライム編集」 (あるいは「CRISPR 3.0」) では、DNA の塊をゲ

ノムに挿入できるようになる。これが人間でうまくいけば、疾患を引き起こす遺伝子を交換できる可能性がある。

こうした新たな CRISPR の形式の組み合わせにより、遺伝性疾患に留まらない数多くの疾患へと遺伝子編集治療の領域が広がる可能性がある。いつの日か人々は、高血圧や特定の疾患に対する保護作用を持つとされる遺伝子を、自らの遺伝子コードに組み込む選択肢を手にするようになるかもしれない。

現時点ではすべての CRISPR 治療が実験段階にあり、安全性については明らかになっていない。安全性が証明されるまでは、深刻な疾患を持つ患者の治療に焦点を絞るべきだと論じる向きもある。だがこうした CRISPR の新たな形式がうまくいけば、他の多くの人々を救える可能性がある。(Jessica Hamzelou) **T**



Erik Carter via Dall-e 2

②画像生成 AI

テキストから画像を生成する AI モデルは、創造の意味を私たちに問いかけている。「生成 AI」が私たちをどこに連れて行くのか、2023 年も注視する必要があるだろう。

キープレイヤー：オープン AI、スタビリティ AI、ミッドジャーニー、グーグル

実現時期：実現済み

オープン AI (OpenAI) が 2021 年に発表した「テキストから画像」を生成するモデル、「ダリー (DALL-E)」は、奇妙で素晴らしいマッシュアップの世界をもたらした。このプログラムは、何であれ、短い説明を入力するだけで、求める写

真を数秒で作りに出してくれるのだ。オープン AI は 2022 年 4 月に発表された「ダリー 2 (DALL-E 2)」で、さらに大きな飛躍を遂げた。グーグルもまた、「イメージン (Imagen)」という独自の画像生成人工知能 (AI) を発表した。

だが最大の変革をもたらしたのは、英国のスタートアップ企業であるスタビリティ AI (Stability AI) が 2022 年 8 月に無料でリリースしたオープンソース型のテキスト・画像生成モ

デル、「ステーブル・ディフュージョン (Stable Diffusion)」だ。ステーブル・ディフュージョンは、これまでで最も美しい画像を生成できるだけでなく、(高性能な) 家庭用パソコンでも使える設計になっている。

スタビリティ AI は、テキスト・画像生成モデルを誰でも利用できるようにすることで、すでに創造性とイノベーションの火がついていたところに燃料を注ぎ込んだ。わずか数カ月で何百万という人々が何千万という画像を作り出した。しかし、問題もある。アーティストたちは10年に一度の激動の真っ只中に飲み込まれている。そして、言語モデルと同様に、テキスト・画像生成モデルもまた、インターネットからかき集めた訓練用データの中に隠れたバイアスを含む有害な関連付けを増幅させてしまう恐れがある。

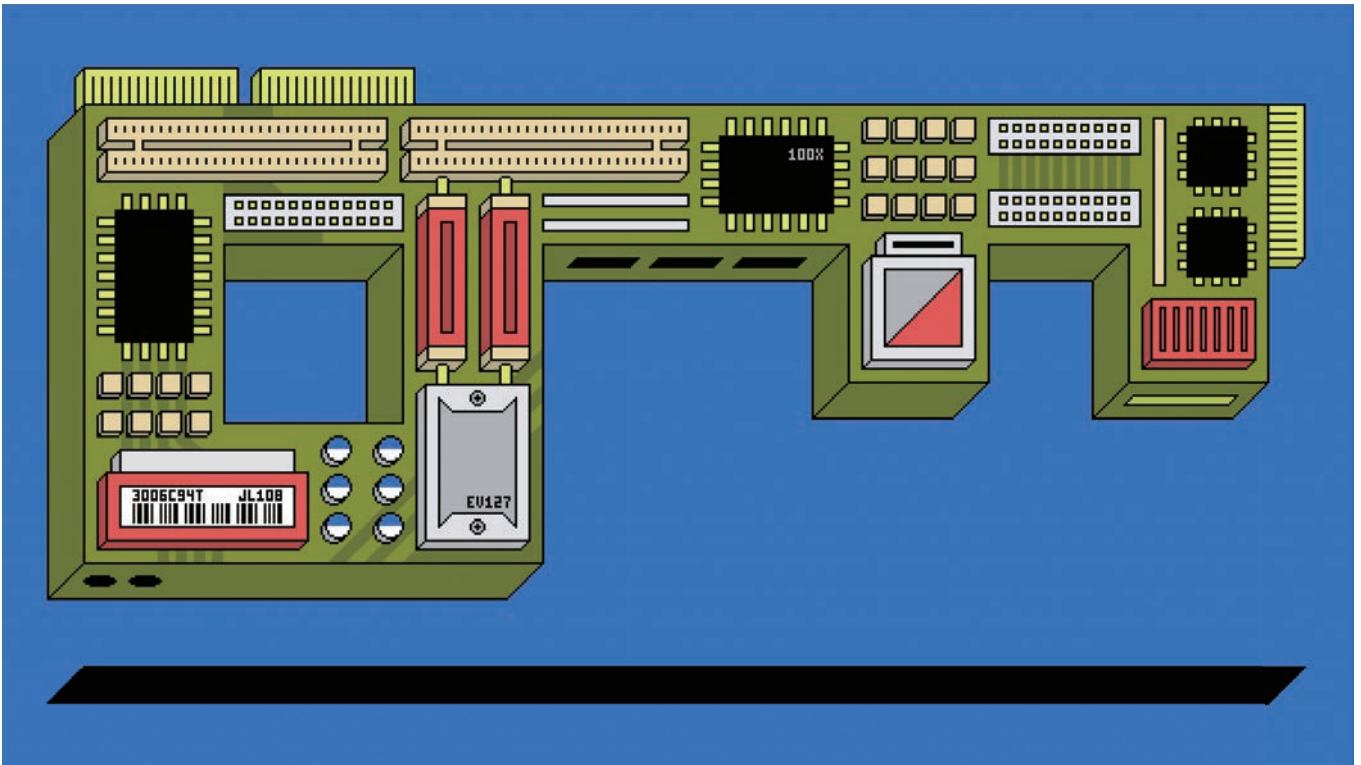
テキストから画像を生成するテクノロジーは現在、フォトショップ (Photoshop) のような市販のソフトウェアに組み込まれつつある。視覚効果アーティストやビデオゲーム制作会社は、このテクノロジーを使って開発パイプラインを迅速

化する方法を模索している。そして、「テキストから画像」テクノロジーはすでに、「テキストから動画」へと進化している。グーグルやメタなどがここ数カ月の間にデモとして発表した動画クリップの長さはほんの数秒だが、それも変わっていくだろう。いつの日か、コンピューターに台本を入力するだけで映画が作れるようになるかもしれない。

2022年、AI分野でこれほど人々に注目されたものは他にないだろう。いい意味でも悪い意味でもだ。こうしたツールが今後クリエイティブ業界、そしてAI分野全体に対し、どのような影響を永続的に与えていくのか、見守ることになる。

生成AI (ジェネレーティブ AI) の台頭が私たちをどこへ連れて行くのかは誰にも分からない。

(Will Douglas Heaven) 



Nick Little

③ RISC-V

コンピューター・チップの設計は高額な費用がかかり、ライセンスを得るのも困難だ。「RISC-V」と呼ばれるオープン標準の設計基準により、こうした状況が一変しようとしている。

キープレイヤー：RISC-V インターナショナル、インテル、サイファイブ、セミアファイブ、中国 RISC-V 産業アライアンス

実現時期：実現済み

メーカーが違うのに、なぜスマホと Bluetooth スピーカーが接続できるのか？ 考えたことがあるだろうか。それは Bluetooth がオープン標準だからだ。つまり、要求される周波数やデータ

の暗号化プロトコルといった設計仕様が一般公開されているからである。イーサネット、Wi-Fi、PDF など、オープン標準に基づくソフトウェアやハードウェアはすっかりおなじみになっている。

そして今、「RISC-V（「リスク・ファイブ」と読む）」と呼ばれるオープン標準が、企業のコンピューター・チップ製造のあり方を変えるかもしれない。

インテルやアーム (Arm) をはじめとするチップ企業は、長きにわたって自社のチップ設計の所有権を保持してきた。そのため、顧客企業は、自社製品とは関係ない機能が搭載されている市販チップを購入したり、チップを独自設計するのに余分な費用を払ったりすることになる。RISC-V はオープン標準であるため、誰もがその仕様を無料で利用してチップを設計できる。

RISC-V はコンピューター・チップの命令セット用に設計基準を規定している。この命令セットは、トランジスターが表す値を変更するためにチップが実行できる基本動作を記述するものだ。例えば、2つの数字をどのように加算するかといったことである。RISC-V の最も単純な設計では、命令は 47 個しかない。だが RISC-V は、より複雑な機能を持つチップを求める企業用に、別の設計基準も提供している。

現在、企業や学術機関を含め、世界中で 3100 の会員が、非営利組織である RISC-V インターナショナル (RISC-V International) を通じ、こうした設計基準の確立と開発に向けて協力して

いる。2022 年 2 月、インテルは RISC-V チップを開発する企業の支援も含めた、10 億ドルの基金設立を発表した。

RISC-V はすでに、イヤホン、ハード・ドライブ、人工知能 (AI) プロセッサなどに採用され始めており、すでに 100 億コアが出荷された。データセンターや宇宙船用の RISC-V 設計にも取り組んでいる企業もある。RISC-V の支持者は、数年のうちにこのチップがあらゆる場所で使われるようになると予想している。(Sophia Chen) **T**



David Alabo

④量産型軍事ドローン

戦争や紛争で、米国以外の国が製造しているドローンが使われることが多くなってきた。

これらのモデルは米国のハイエンドモデルに性能は劣るものの、安価であるうえ、輸出の制限がないので、どんな国でも購入できるのだ。

キープレイヤー: バイカル・テクノロジーズ、シャヘド・アビエーション・インダストリーズ

実現時期: 実現済み

ここ数十年にわたって、「プレデター (Predator)」や「リーパー (Reaper)」といった最高度の攻撃精度をもつ米国製ハイエンド無人機がドローン戦争を支配していた。しかしウクライナの戦争で、

中国製、イラン製、トルコ製などの低予算型モデルが主流となってきた。こうしたドローンの使用が広まることで、ドローンを使った戦い方や、ドローンを使える国にも変化が起こっている。

こうした新たなドローンの中には、中国の DJI などの市販のクアッドコプターを、偵察や近距離攻撃に使用しているものもある。ロシアがキーウの民間人攻撃に使った 3 万ドルのイラン製爆撃

ドローン「シャヘド (Shahed)」のように、長距離ミッションが可能なものもある。だが、最も注目すべきは、トルコのバイカル (Baykar) が製造する5万ドルの「バイラクタル TB2 (Bayraktar TB2)」だ。

低速で飛行するバイラクタル TB2 の機体の中には十分な性能を持つパーツが組み込まれている。時速は毎時最大 220 キロメートル、交信距離は約 300 キロメートル、航続時間はバイカルによると 27 時間だ。地上基地と映像を共有できるカメラと組み合わせれば、翼に搭載されたレーザー誘導弾の照準を定めて、地上から集中砲撃の指示を出すこともできる強力な兵器となる。

最も重要なのは、極めて入手しやすい点だ。リーパーのような米国製ドローンの方がより高性能だが、高価で、輸出も厳しく制限されている。バイラクタル TB2 は、どの国でも入手できる。

トルコ軍は 2016 年にクルド人に対してこのドローンを使用した。それ以来、リビア、シリア、エチオピアで使用された。アゼルバイジャンはアルメニアとの戦争で使った。ウクライナはドン

バスでの軍事作戦用として 2019 年に 6 機購入したが、このドローンが世界の注目を集めたのは、2022 年初頭にこれを使ってロシアの侵攻を阻止した時だった。

ドローンを用いることの戦術的な利点は明らかだ。それと同時に明らかなのは、不幸にもこうした兵器が世界中の民間人に、ますます恐ろしい犠牲をもたらすことになるという事実だ。(Kelsey D. Atherton) **T**



Andrea D'aquino

⑤ 遠隔医療で中絶経口薬

米国で中絶の権利を認めた過去の判例が覆され、薬を用いた自宅での中絶が徐々に広まっている。中絶を禁止する州の住民のために、中絶薬の遠隔入手を支援する団体やスタートアップも現れた。

キープレイヤー：シュワ、ヘイ・ジェーン、エイド・アクセス、ジャスト・ザ・ピル、アポーション・オンデマンド、全米家族計画連盟（PPFA）、プラン C

実現時期：実現済み

米国連邦最高裁判所が 2022 年 6 月、人工妊娠中絶の権利を認めたおよそ 50 年前の判例を覆したことで、米国で中絶医療が非常に受けにくく

なった。しかし、この流れに逆らうように、家から出ずに中絶医療を受けられるようになるという、大きなシフトが起こっている。2021 年のパンデミックの最中、米国食品医薬品局（FDA）は、医療提供者が患者にミフェプリストンとミソプロストール（同時に服用すると中絶を誘発できる）という 2 つの錠剤を郵送することを一時的に許可した。その数年前に FDA は、これらの錠剤が妊娠第一期の中絶に安全かつ効果的であると認定

している。そして2020年までに、これらの錠剤による中絶が、米国における中絶の半分以上を占めるようになった。さらに2021年末、FDAは郵送許可を恒久化した。

その6カ月後、米最高裁は「中絶は憲法上の権利ではない」との判決を下した。中絶を禁止する州で「トリガー法」が施行されると、中絶薬への関心と需要は急増し、エイド・アクセス (Aid Access) のような非営利団体や、シュワ (Choix)、ジャスト・ザ・ピル (Just the Pill)、ヘイ・ジェーン (Hey Jane) のようなスタートアップは支援の準備を整えた。手続きはそれぞれのサービスによって異なるが、対象となる患者は基本的に写真付き身分証明書を使って登録し、ビデオ通話やテキスト、アプリを通じて医療提供者の診察を受ける。診察した医療提供者は薬を処方し、各サービスはそれを患者に発送する。

薬による中絶が可能になったからといって、問題が解決したわけではない。欧州に本社を置くエイド・アクセスは、米国のどの州にも薬を発送するという点で特別だ。しかし郵送で中絶薬を提供

するほとんどのスタートアップは、各州法に則っている。つまり、中絶を禁止している13の州や、医師が直接薬を処方しなければならない7つの州に住む人々は、州境を越えて移動するか、別の郵送先住所を設定してこれらのサービスを利用しなければならない。

それでもなお、中絶薬の遠隔入手を支援するこれらの団体は、危機的状況にある多くの人々に医療を提供してきた。彼らの先見性と不断の努力のおかげで、人々にとって必要な時にこうした解決策が用意されていたのだ。(Rebecca Ackermann)

↑

**eムックは、MITテクノロジーレビュー
有料会員限定サービスです。
有料会員はすべてのページ（残り61ページ）を
ダウンロードできます。**

ご購入はこちら



<https://www.technologyreview.jp/insider/pricing/>

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.

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。