

クレジット:

UTokyo Online Education 東京大学朝日講座 2020 田中 郁也

ライセンス:

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限って、特に記載のない限り、クリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下で利用することができます。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。

田中郁也



たなか・いくや

朝日新聞科学医療部記者。
1958年生まれ。82年朝日新聞社入社、経済部、アジア総局（バンコク）、アエラ、GLOBE編集部、編集委員、中国・清華大学客員教授などを経て現職。IT、先端技術などを担当。朝日新聞GLOBEで2012年と17年の2回、人工知能特集を企画、米国の最新事情などを取材。朝日地球会議2017ではパネル討論、「AI×ビッグデータの衝撃にどう向き合うか」のモデレーター役を務めた。

「まだ先の話」が次々と現実に求められる新たな視点と戦略立案

加速度的な進化がもたらす「驚きの技術」から、様々な現場に組み込まれる「社会実装の本格化」へ。第三次ブームの最中にある人工知能（AI）はいま、開発と本格運用が同時進行する新しい段階へと向かいつつある。広範囲の実用化に際し、どんな課題が待ち受けるのか。日本の競争力を高めることはできるのか。新たな視点の構築や戦略の立案が必要になっている。

思いがけない出来事は、深く、強く、私たちの心を揺さぶるインパクトがある。ここ数年、人工知能に関連したニュースは、こうした「想定外」のものが群を抜いて多かった。

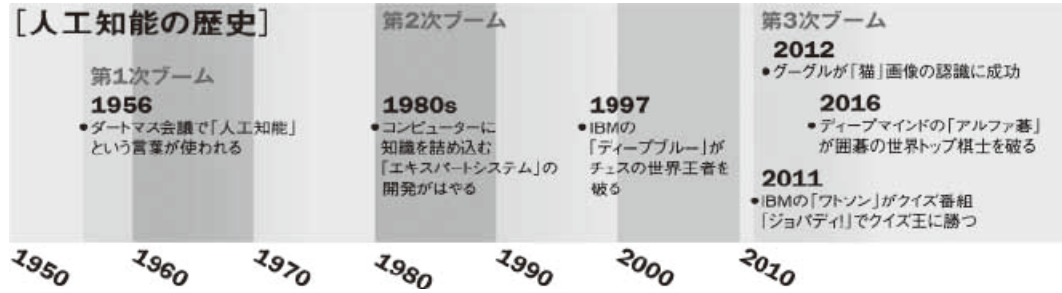
グーグル傘下の英ディープマインド社が開発した囲碁AI「アルファ碁」は「あと10年かかる」という大方の予想を覆し、世界のトップ棋士を相次いで破つてみせた。2020年代の実用化をめざす自動運転では、運転席に誰も座らない形での公道試験が始まっている。ネット上の最新の機械翻訳サービスを活用すれば、想像以上にこなれた翻訳を読んだり聞いたりできる。

人により、どのニュースに最も驚いたかは、異なるかもしれない。しかし、いずれも5年前に専門家に質問したら「まだ先の話だ」「そう簡単ではない」といった答えが返ってきただろう。では、なぜ、

これほど急ピッチでの進歩が短期間のうちに達成できたのか。まずは人工知能の歴史をひもときながら、今回のブームへの流れをみていこう。

二つの流派、三度のブーム

人工知能という言葉には、厳密な定義があるわけではない。機械に人間と同じような知能を持たせようという試みの総称であり、その過程で生まれた技術は様々な機器やソフトに使われている。ワープロ専用機やワープロソフトも、自然言語処理という分野の人工知能研究のなかから生まれたものだ。



もともと「考える機械」という概念は、

第二次世界大

戦前後のコン

ピューター研

究を背景に、

1947年、

英数学者アラ

ン・チューリ

ングが提唱

した。56年

には、米研

究者ジョン・

マッカーシー

・ミンスキー

らが人工知

能 (Artificial

Intelligence、

AI) という

言葉を初めて

使ったダート

マス会議を開

催。多くの研

究者の夢に

なった。

実現に向け

た考え方には、

大きく二つの流派がある。論理やルール

に重きをおいてプログラムを組む考え方

と、脳の神経細胞（ニューロン）を模し

たAIをつくり自らに学習させようとい

う考え方だ。この二つの流派がそれぞれ

浮き沈みを繰り返しながら、現在のブー

ムをふくめ、三つの大きなブームを形

作ってきた。

まず最初のブームはダートマス会議が

開かれた56年から60年代にかけてをさす。

人工知能という言葉が使われだし、誕生

間もないコンピュータで簡単な推論や

経路の探索を試みる、いわば基礎研究の

時代だった。そのなかで二つの流派が生

まれたが、現実的な問題に対応するまで

には至らなかった。

第二次ブームは1970年代後半から

90年代初頭まで続いた。論理とルールに

専門家の「知識」を加えた「エキスパー

トシステム」を作れば、現実的な問題に

も対処できるという発想で、日本ではシ

ステム実現のため、第五世代コンピュー

ターの開発プロジェクトが立ち上がった。

しかし、人間は、人の見分け方、自転車

の乗り方、不良品を見分けるコツなど、

無意識にしていること、会得したノウハ

ウなどを、すべて言葉で表現することが

できない。こうした「暗黙知」を教え込

めず、プロジェクトは結局、大きな成果

を示せないまま、終了した。

これに対し現在の第三次ブームを支え

ているのは、深層学習（ディープラーニ

ング）と呼ばれるニューラルネットワー

ク型の人工知能だ。第一次ブームの際に

生まれたニューラルネットのアイデアを

進化させ、大量のデータを読み込むこと

で、AI自らが学習し、データの特徴や

傾向値を導きだすようにした。

2012年6月、まずグーグルが

1000万枚の画像で学習した人工知能

の成果を発表、機械がネコを認識したと

話題になった。同じ年、画像認識の国際

コンテストでも深層学習型の人工知能が

上位を独占、その実力が確認された。

それから6年。技術進歩は専門家の予

想をはるかにこえ、すでに画像認識能力

は人間を大きく上回るレベルにある。音

声認識や言語処理の能力も格段に向上し、

似た言語同士であれば、自動翻訳も人と

ほぼ同じレベルになった。画像をみて、

その内容を文章や音声で説明することも、

その逆に文章の内容にそった画像を生成

することもできる。たとえば「空飛ぶ自

動車」と書き込めば、青空に浮かぶ自動



グーグルのAI開発部門リーダーのジェフ・ディーン氏。PCに映っているのは
ネコ認識AIの説明資料＝2012年8月、米グーグル本社で、田中郁也撮影

車の画像があらわれる。 計算力の向上とデータ蓄積

グーグルのAI開発チームのリーダー、ジェフ・ディーンによると急ピッチの進化は「コンピューターの計算力の向上と、ビッグデータの集積」で、深層学習が実力を発揮する土壌が整ったことが最大の要因だ。「シンプルに言えば、深層学習はデータさえあればいい。しかもデータが大きく、システムが巨大になればなる

ほど、よい結果がえられる」という。

もともと深層学習で使われているアイデアは1980年代半ばから90年代にかけ、すでに提案されていたものだった。しかし当時はまだ大量のデータを扱う能力を持てなかった。

一方、コンピューターの世界では1年半から2年でその能力が倍になるという経験則がある。「ムーアの法則」と呼ばれ、仮に1年半で2倍になるとすると、10年で100倍、20年で1万倍の能力増となる。2000年代に入りインターネット上の情報量も急速に増加した。計算力とビッグデータ双方の急拡大で、ニューラルネット型AIは使える道具になったわけだ。

ただ、どんな大きな変化も、頻繁に見聞きし、体験するようになれば、驚きの度合いは徐々に小さくなっていく。

今年5月、グーグルは開発者向け会議で、AIがレストランや美容院に電話をかけ予約をとる様子を紹介した。相手にAIと気づかせない自然なやりとりは、すごいと感じる一方で、自宅のスマートスピーカーに語りかけ、ニュースや天気予報を聞いたり、音楽を流したり、様々な機器を動かしたりできるいま、かつて

のようなインパクトがあるわけではない。巨石が池に投げ込まれて生じた大きなうねりも周囲に広がっていくうちに徐々に小さくなっていく。AIをめぐるブームも、中心部で起きた最初の巨大なうねりが周囲に広がり様々な場所でごく当たり前のようになりシステムとして組み込まれる局面にきている。

答えを言語化できないAI

では、実際の利用に際しどんな注意が必要だろうか。ひとつはブラックボックス問題。もうひとつはデータバイアスの問題だ。

人工知能がなぜ、この答えを出したのか。その道筋が外からみえない「ブラックボックス」問題はニューラルネット型AIが解決すべき最初の課題だ。実はこの問題は、第二次ブームの際、人の知識を人工知能に教え込むのに失敗したことで裏表の関係にある。エキスパートシステムでは、専門家が自らの知識すべてを言語化できなかった。第三次ブームでは、こんどはAI側が、見つけた答えを言語化して人間に伝えられない。人間の専売特許と思っていた「暗黙知」を、AIが

持つようになったのだ。

わかりやすい事例はディープマインド社のアルファ碁と韓国のトップ棋士、イ・セドルとの対局だろう。対局の途中、イ・セドルはアルファ碁の打った手に何度か怪訝な表情を浮かべた。手の意図が読み取れなかったのだ。そして対局が進むと、それが妙手だったことがわかってくる。こんな局面が何回かあった。その後、ディープマインド社はバージョンアップしたアルファ碁同士が対局した棋譜を公開したが、そこにはプロの棋士にも理解できない手がいくつもあった。

性能がよくなればなるほどニューラルネット型AIは、答えの理由を自ら説明するのが難しくなる。ごく普通の画像認識なら、結果が良好ならとくに問題は無い。しかし、医療分野での画像診断などではAIによる予測や分析と同時に、なぜその診断となったのか、その理由を説明するための技術が必要になる。今後、実用化される自動運転車などでも同様だ。

ついて回るデータバイアス

もうひとつの課題「データバイアス」

は人工知能が学習する際に必要な大量のデータに偏りはないかという問題だ。

実はビッグデータには様々なバイアスがついて回る。たとえば職業に関するバイアス。医師は男性、看護師は女性と結びつくことが多く、古いデータほど、その傾向は強く出る。このまま職業適性診断などに使えば、医師は男性向き、看護師は女性向きという偏りが生じてしまう。事前にデータからバイアスを取り除くか、できた分析に補正をかけて修正するか、いずれかの作業が必要になる。

人種差別がセンシティブな問題となる米国では、犯罪予測モデルのデータに「郵便番号」を入れていいかが議論になったこともある。米国では、住むエリアが人種ごとに分かれることが少なくない。学習用の犯罪データのひとつに住所を使うと、かつての人種差別の偏見が将来予測に持ち込まれるのではないか。そんな懸念が広がったためだった。

もともと社会の価値観や公正の概念は時代によって変化する。かつての常識が偏見や誤りとなることが少なくない。過去に引きずられないためには、データにどんなバイアスがひそんでいるか、定期的に再点検することが欠かせない。

ブラックボックスとデータバイアスが重なり人工知能がはじきだすのは反証の機会のないゆがんだ分析結果となる。

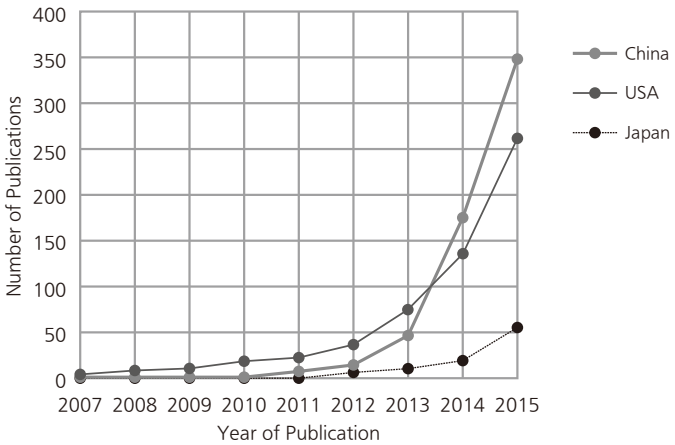
とくにネット上を流れる情報には、悪意の有無を別にしても、事実とは異なるものが少なくない。トランプ米大統領を選出した16年の大統領選挙の際、両陣営とは何の関係もない東欧・マケドニアの青年たちが、サイトのアクセス数稼ぎのために、ヒラリー・クリントン候補にまつわる偽ニュースを発信し続けた例もある。利用者が不当な不利益を被らないようにするルールが必要になるだろう。

周回遅れの日本

最新のニューラルネット型AIの開発で、日本は先頭集団から周回遅れの状態にある。いまでこそブームにわく日本だが、ついこの間まで欧米以上に長く厳しい「冬の時代」が続いていた。第五世代コンピュータの失敗が尾を引き、「専攻はなに？と聞かれて『人工知能』』というものはばかられた」と若手研究者はふりかえる。人工知能の主要な国際学会で採択された日本人の論文数は2〜3%と、存在感をしめせないでいる。

産業界も長期の低迷から脱しきれない。ほとんどの情報流通がインターネットへとシフトするなか、ネットワークサービスを提供する世界的企業は、ほぼすべて米国企業の独占状態となった。

なかでも人工知能を自ら率先して活用してきたのが検索大手のグーグル(Google)、ネット通販のアマゾン(Amazon)、ソーシャルメディアのフェイスブック(Facebook)、PC・ス



深層学習に言及した科学雑誌の記事・論文数
(出典) 米国大統領府「米国人工知能研究開発戦略計画」(2016.10)
※資料から、米中日3カ国のデータを抜き出し

マホメーカークのアップル(Apple)の4社。それぞれの頭文字をつなげ「G A F A (ガーファ)」と呼ばれている。これにマイクロソフトやIBMを加えると主要プレーヤーがほぼでそう。

G A F Aの4社は、それぞれほかの3社とバリエーションしない専門領域と収益構造をもつことで、安定した経営環境を整え、巨大なネットワークシステムを自社のサービスのために構築している。これが人工知能技術を自社のために開発するインセンティブになる。

事業の中心は違ってもシステムはある意味似ていて、それぞれ相手のビジネス分野にも乗り出せる潜在的なライバル関係にある。たとえば音楽配信は、アマゾン、グーグル、アップルが行っており、その延長線上で、アマゾンがスマートスピーカーを売り出すと、グーグル、アップルも追随。リビングルームの「覇権」を争っている。

米国の4強と合わせ鏡のように、同じ構造で競い合うのが中国のIT企業だ。グーグルやフェイスブックが、中国ではアクセスが制限され、大規模な事業を展開できないなか、検索大手のバイドゥ(Baidu)、ネット通販のアリバ

バ(Alibaba)、ソーシャルメディアの Tencent(Tencent)の「BAT」が、人口13億人の巨大な市場で、圧倒的なシェアを得ている。これにスマートフォンのファーウェイ(HUAWAI)を加えた「BAT H」が中国の4強となる。

国内市場での安定収益と、各事業で手にする巨大データがAI技術を進化させる力となる。バイドゥは米シリコンバレーに、Tencentも米シアトルにAI研究所を構えている。アリババグループの創業者ジャック・マー(馬雲)は「機械が電気だけでなくデータをエサにする」と、AI時代のデータの重要性を喝破する。

2017年7月に「次世代AI発展計画」を公表した中国政府は、同年11月、BATの3社に対し、バイドゥは自動運転、アリババはスマートシティ、Tencentは医療応用のトップランナーとして認定、3分野でのバックアップをしていく方針を発表した。今後は政府の後盾も得て、BATのAI開発はピッチを上げていくことになる。

15年から16年にかけて、日本の経済産業、文部科学、総務の3省は、AI開発のプロジェクトを相次いで立ち上げた。文科省は基盤技術、経産省は応用研究、

総務省はバイオ・脳科学との連携など、注力する分野を棲み分ける。ただ、国のプロジェクトでは資金も人材も、規模ではシリコンバレーと2けた違い、正面からは太刀打ちできないのが実情だ。

ものづくり力との融合は可能か

ただし、ネット上のバーチャルな情報処理の分野から、よりリアルな分野へと人工知能活用の舞台が広がるにつれ、米GAF Aなどのネット大手以外にも新事業展開のチャンスは広がる。日本勢は盛り返すことができるのか。焦点のひとつは、ものづくりなど、日本の強みを生かせる分野で、存在感を示せるかどうかだ。

ソーシャルメディアなどネット上のビッグデータは、話し言葉や書き言葉が中心だ。どんなテーマが注目を集めているかはわかって、個々のつぶやきが否定的な意味合いなのか、肯定的なのかは、すぐには判別できない。一方、工場の生産ラインに流れるデータは、分析や予測の障害になるノイズ(雑音)が少なくという利点がある。深層学習を活用し、巨大なデータを故障の早期発見につなげたり、これまで専門のオペレーターが書

き込んでいた作業手順を、自ら学習して、覚えさせたりすることで、生産性の向上につなげることができる。こうした工場の自動化などの分野に日本は一日の長がある。

医療分野などでは、ニューラルネットによる深層学習だけでなく、知識ベースの人工知能の開発が必要になると、産業技術総合研究所の人工知能研究センター長の辻井潤一は指摘する。ゲノム解析技術などの向上で様々な遺伝子情報が解読され、DNAの塩基配列を記した巨大データが蓄積されてきた。ただ、その巨大データの分析には、深層学習による解析とともに、それぞれの遺伝子の機能やメカニズムなど、医学や生物学の最新の知見を参照することが欠かせなくなる。「応用範囲が広がるにつれ、深層学習と知識ベースの、二つの人工知能の連携を必要とする場面が増えてくる」と辻井はいう。

当面の課題は人材不足への対応

こうしたなか、産業界全体にとって頭の痛い問題は人材不足だ。政府の人工知能技術戦略会議は2020年段階で、人工知能関連の技術者が5万人近く不足す

るとみる。

もともと日本の情報通信分野の大手企業は90年代半ば以降、中央研究所の廃止・縮小を進め、それが日本の科学技術力の衰退するきっかけになった。京都大学教授の山口栄一によると、大手企業からの物理学の学術論文数は、96年ごろをピークに減少に転じ、それが博士課程に進む学生数の減少、さらに日本全体の物理学の論文数の減少へとつながった。人工知能の分野でも、第五世代コンピュータの開発終了をきっかけに、人工知能開発の陣容は縮小し、政府のプロジェクトもごく限られたものにとどまっていた。

ここ数年のブームでAI技術者争奪戦が激しさを増す一方、日本の大手企業や公的な研究機関は、基本的に年功型の給与体系を維持しており、AI関連の人材だけを際立って優遇することに踏み切れない面がある。技術進歩を支える20代、30代の若手研究者たちにとっては、仕事の自由度も待遇もよい外資系やベンチャー企業のほうが魅力度は高い。

どうすればトップランナーの研究者の知識やアイデアを最大限に活用する仕組みがつくれるか。注目される取り組みのひとつは、人工知能の技術者たちが立ち

上げた研究開発型のAIベンチャーに大手企業が出資し、優秀な人材を「共有」する手法だ。

たとえば東大大学院で人工知能を学んだ若手研究者らが立ち上げたプリファード・ネットワークスには、NTT、トヨタ自動車、ファナック、日立製作所などが、相次いで出資し、自動運転や産業用ロボットのAI化などの共同研究に取り組んでいる。プリファードは、国立がん研究センターなどが進めるがん医療システム開発のプロジェクトにも参加しており、交通システム、製造業、バイオ・ヘルスケアの3分野で、自社のもつAI人材を有効に振り向けている。

人工知能そのものがコアビジネスではない企業や研究所にとっては、若手研究者集団から最新AI技術の手ほどきを受ける機会となり、ベンチャー企業側には、実際の現場で技術の有効性を確かめ、レベルアップする好機となる。人材不足が続くなか、ウィン・ウィンの関係を得られる協業モデルといえるだろう。

もうひとつの課題は、応用現場の知識をもったデータサイエンティストをいかに短期間で育てていくか。

多くの現場で必要なのは、人工知能の

最新手法の開発ではなく、既存技術を用いて、いかに自らのデータに合った実効性のあるシステムを開発できるかどうか。その意味では、現状のAI技術を一通り知るとともに、現場にあるデータがどのようなものなのか、個別データの知識が問われている。こうしたデータの扱いにたけた技術者を育てる実践的な研修プログラムが必要になっている。

トップランナー育てる土壌

もうひとつ、中長期的な視野でみたときに欠かせないのは、世界で通用するトップクラスの研究者を育てる仕掛けづくりだ。一人ひとりのキャリアアップの柔軟性や大学教育のあり方にかかわる問題でもある。必要なのは「天才」が育つ土壌をいかにして整えるか。たとえば囲碁AIのアルファ碁を開発したディープマインド社CEO、デミス・ハサビスの歩んできた道が参考になるだろう。

子供のころはヨーロッパで屈指のチェスプレーヤー。その後、ビデオゲームの開発に携わり、大学はコンピュータ科学を専攻。再びゲーム業界でスタートアップを立ち上げたあと、今度は大学院

で認知神経科学を専攻し、記憶を司る海馬を研究。ポスドク研究員として在籍したのは昨年、英国の脳科学賞を受賞したピーター・ダヤンの研究所。そこで強化学習(Reinforcement Learning)を学び、ディープマインドの共同創設者と出会う――。

好奇心の翼を広げ、様々な経験を積みあげた経歴をみていると、人工知能関係者にも囲碁関係者にも衝撃を与えたアルファ碁の開発は、半ば必然だったと思えてくる。英紙などのインタビュアーでは、大学院に入るまで、脳科学の知識はほとんどなかったと語っている。それでも学際領域を行ったり来たりできる柔軟性をもてることが、個人にとっても、大学にとっても、これからの教育では重要になってくるだろう。

AI時代に備えた教育改革の重要性は、天才の育成に限らない。日本の労働人口の約5割が従事する職種は、10〜20年後にはAIやロボットなどに置き換えられる可能性が高いとする調査もある。単なる知識の詰め込みではなく、「なぜ」を重視し、自分で疑問を解き明かす。そんなスキルや考える力を養うための教育が求められている。技術進歩のピッチは速く、

専門的な職種でも、必要な知識やスキルはめまぐるしく変化する。教育機関としての大学には、いつでも知識やスキルをリフレッシュできる生涯学習の場としての役割も今まで以上に必要になるだろう。

汎用の「強いAI」は実現するか

人工知能には二つの概念がある。「専門型AI」あるいは「弱いAI」と呼ばれるものと、「汎用型AI」あるいは「強いAI」と呼ばれるものだ。ここまでの議論は、このうちの「専門型AI」を念頭においてきた。アルファ碁も、自動運転車も、自動翻訳ソフトも、みな特定目的のための人工知能だ。

「高度な計算はこなせても、赤ん坊にできることができない。人工知能はそんな矛盾のなかにある」。2012年8月、朝日新聞GLOBEの取材でボストンの自宅を訪ねたとき、人工知能の父と呼ばれるMIT名誉教授のマービン・ミンスキーは、AIの現状をこう要約した。

特定分野で人を超えても、それは知的な「道具」にすぎない。そう語るミンスキーは16年に死去したが、「知能」とは「新しい問題が起きたときに、それを解決す

る方法を考え出す力だ」とし、なんでもこなせる人工知能の実現を期待していた。

こうした汎用型AIについては、その実現の可否をふくめ、識者の間でも議論がわかれる。ただし、グーグルも、ディープマインドも「弱いAI」の進化の先に「強いAI」の実現をめざしていることを明言している。

深層学習による専門型AIの現場応用が本格化するなか、当面の話題やニュースは専門型AIにからだものが大半をしめるはずだ。しかし、今後もし「驚き」の話題・ニュースが報じられるとしたら、それは汎用型の「強いAI」の技術進化にかかわるものだろう。これが実現すれば、現行のAIとは異なるレベルの技術革新や社会の変化をもたらすことになるからだ。

人間の思考法には、大きく三つのタイプがあるとされる。ルールや法則から結論を導き出す演繹法、様々な事例から法則を探る帰納法、そして仮説構築と検証を繰り返す仮説推論の三つをさす。人工知能の場合、ルールベースのAIが演繹的、ビッグデータを用いた深層学習が帰納的とされている。ここに自分で仮説・検証を繰り返すAIが加われば「強いAI

I」への道筋がみえてくる。

そのインパクトを考えると、日本の人工知能の技術力を高めるには、専門型の「弱いAI」の開発力の強化だけでは十分ではない。汎用型の「強いAI」をめざす場合、どんな道筋が考えられるか。どんな技術が加われば「強いAI」に向けた一歩といえるか。その技術を開発するには、どんな知識が必要になり、どんな人材を育てないといけないか。こうした議論・シミュレーションを政府も大学も企業も怠らず、試行錯誤を繰り返すことが欠かせない。

今回の人工知能のブームを米国も中国も予測していたわけではない。米中どちらも深層学習に言及した科学雑誌の記事論文数が急拡大するのは2012年から。コンピュータの計算力とビッグデータの蓄積と、その両輪が整ったとき、深層学習型AIがどんな福音をもたらすか、そのインパクトにいち早く気づいたゆえに、両国は他を圧倒し、その地位を保っているといえる。

まずは最新の動向にどれだけ敏感なアンテナを立てることができるか。それが日本の技術復活の欠かせない要素になるのではないかと思っている。

1

科学の扉

「想定外」
を考える

AI進化 忍び寄る悪意

その時、何が

20XX年、新しく就任した米大統領が、中国に「宣戦布告」する動画がインターネット上に駆け巡り、世界の株式や為替市場が大混乱に陥った。米ホワイトハウスは動画の内容を否定。実は人工知能(AI)を悪用して、大統領の表情や声を精巧に再現した偽ニュースだった。数カ月後、東欧でAIを研究していた若者5人が資金稼ぎを目的に投稿したことを認めた。将来、AIの進化によって、こんな事件が起こるかもしれない。



AIの進化は社会や暮らしに大きな利益をもたらす一方、様々な懸念も生まれている。かつては映画「ターミネーター」のように自我を持ったAIが人間を排除する可能性が欧米で議論されたが、今は現実的なリスクに焦点が移りつつある。

今年7月、米ワシントン大の研究チームは、オバマ前大統領の「ロバーク」動画を公開した。演説動画を元に、オバマ氏の口の動きをAIに学ばせた結果、用意した音声ファイルのとおりに口が動くオバマ氏の動画を作ることができたという。従来の二セ動画に比べ、動きが自然で、本物と区別が難しい。人間が発する声の波形を機械

大統領の二セ動画——世界混乱の恐怖

学習し、言葉のつながりに不自然さが少ない合成音声の技術も進んでいる。ロバーク動画を本人そっくりの声でしゃべらせれば「二セ発言」動画を簡単に作りだせる。日米でニュース配信サービスを展開するスマートニュース社の藤村厚夫執行役員は「偽情報の作成・拡散を請け負う闇市場もある。ファクトチェック(真偽検証)の技術開発を急ぐ必要がある」と話す。

前近代に逆行も

日本の人工知能学会は2月、倫理指針をまとめ、人間に危害を与えないよう悪用を防ぐ措置を講じるように努めることを掲げた。欧米でも同じような指針があるが、悪意を持った人の行動を防げるのかは未知数だ。



ネット通販や情報配信では、利用者の関心や好みに応じ、情報や商品を紹介する「リコメンドーション(推薦)」に、AIを活用している。利用者は商品を探手間などが省け、業者も効率的な販売につながる。

一方、こうした技術は政府や企業の基幹ネットワーク攻撃などにも使える。ソーシャルメディアなどで個人情報を収集し、交友関係や家族構成、趣味など、その属性情報から攻撃先を絞り込む。国立研究開発法人情報通信研究機構の高橋健志研究マネージャーは「個人属性をもとにおとりメールを送れば、よ

り巧妙にネットワークの内部に侵入できる」と指摘する。採用面接や保険加入、ローンの審査でも、年齢や職業、学歴などのデータを採用の可否などの判断を支援するAIが使われ始めている。

今後、AIの情報を過度に重んじるようになると、過去の失敗を反省し、更生した人についてもAIはマイナス評価し、面接やローン申請に行っても通らないなど、社会から排除されてしまう危険性が出てくる。

慶応大の山本龍彦教授(情報法)は「AIが導き出すのは、様々な属性から予測した確率ではない。使い方を誤れば、身分などで評価していた前近代的な社会に逆行しかねない」と警鐘を鳴らす。

EUが2016年に制定した個人情報保護ルール「一般データ保護規則」では、AIが下した評価について、人間が異議を申し立てられる権利などを提唱している。日本でも個人情報保護法改正の検討課題に挙がっているが、議論はこれからだ。

暗黙知 可視化を

なぜ、その結論をAIが導き出したのか、開発者やAI自身さえ説明できない「ブラックボックス」

「科学の扉」は毎週日曜日に掲載します。次回は「日本」にちなんだネーミングの予定です。

ブラックボックス 結果に至った経緯もAIも開発者も説明できないかも…

X線やMRIの写真をもとにがんの早期診断をするAIを開発。低い確率ではあるが、誤診をした。しかし、AIはその理由を説明できない

AIが日常生活に浸透していくと…

人間が話しているような自然な会話ができる

一方、悪用や誤用された場合

明日の朝の飛行機の予約時間を変えたいのですが…

コールセンターや案内窓口などの仕事
・人口減少による働き手不足を解消
・24時間利用可能になる

銀行口座の暗証番号が分からなくなった

音声合成
母親の声による振り込め詐欺

母親の声を合成して、子どもに電話をかける

年離れた一人暮らしの母親宅に電話をかけて、音声を事前に収集

欲しい情報だけを厳選して届けられる

利用者が関心のあるニュースをまとめるアプリがさらに高度化
・毎朝10分で知りたい情報をAIが予測
・記事の要点だけをまとめる

今日の おすすめ ニュース

差別主義をあおるサイトやフェイクニュースを「おすすめ」として次々紹介

フェイクニュース
拡散を狙ったAIが開発されたら…
SNSの「いいね」などの傾向から、信じ込みやすい人を選び出す

膨大なデータの分析をもとに、人間の代わりに物事を判断をする

企業の採用面接
・企業面接の採用担当をAIに任せるとコストを大幅に削減

過去の採用データ、優秀な若手社員の特性と照合……人材像に合致

AIも偏見を持った判断を下してしまうかも…
就職希望者の人間性ではなく、属性に基づく確率的な評価を下してしまうかもしれない
過去の失敗を反省し、更生した生き方をしているAIは大きなマイナスと評価、どの会社の面接でも採用されず社会から排除される危険性が出てくる

AIの情報だけでマイナス評価

AIが独自の判断を下す

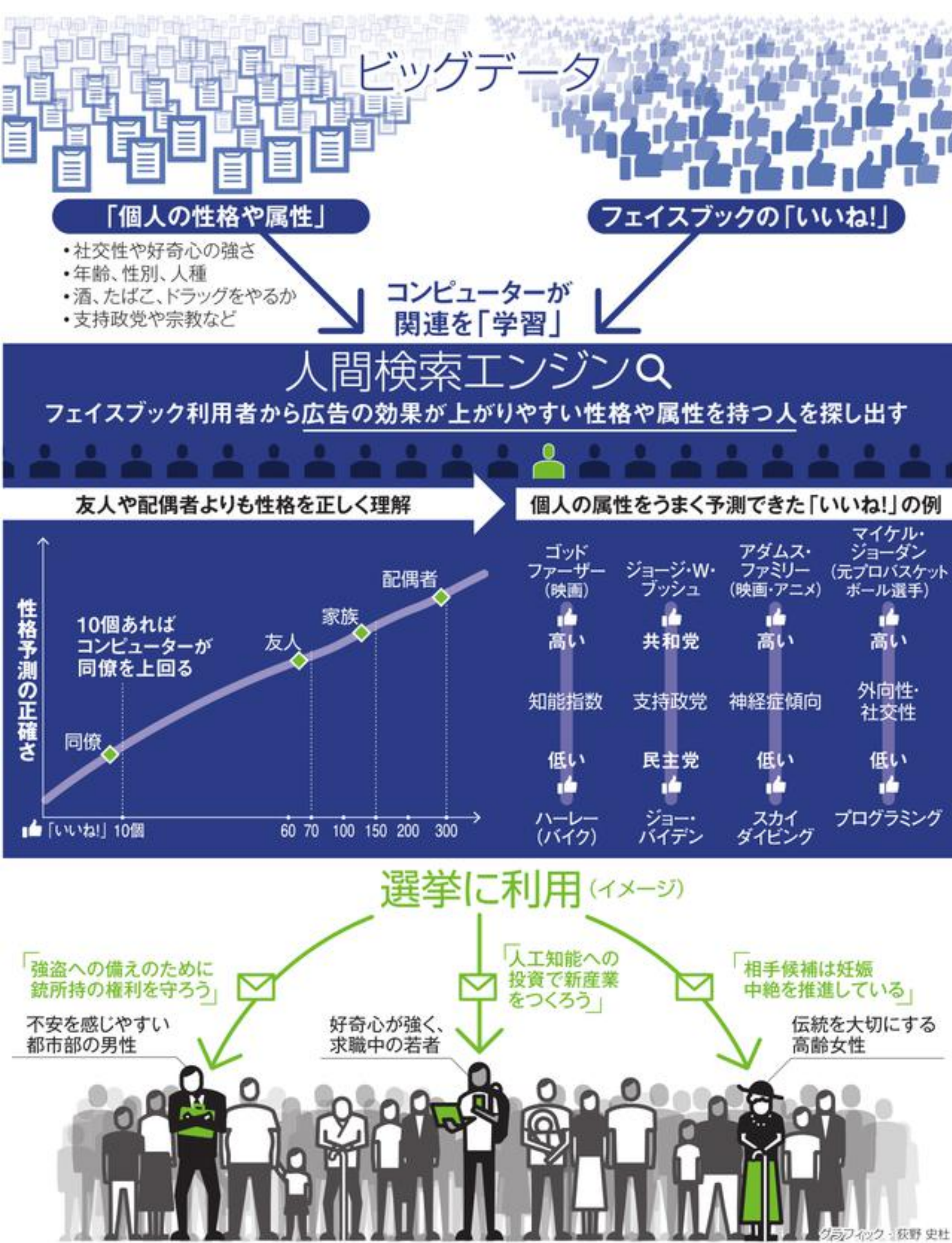
膨大なデータから、人間が思いつかなかった方法を生み出す

アルファ碁
・棋譜を膨大に読み込み、コンピューター同士の自己対局を数千万繰り返した結果、プロ棋士が思いつかないような手を繰り出す

ブラックボックス
結果に至った経緯もAIも開発者も説明できないかも…
X線やMRIの写真をもとにがんの早期診断をするAIを開発。低い確率ではあるが、誤診をした。しかし、AIはその理由を説明できない

有権者狙うデータ分析

ソーシャルメディアの利用履歴から有権者の性格を丸裸にし、その人の心に突き刺さる選挙広告を配信する。そんなデータ分析会社が、米大統領選で勝利したトランプ氏の陣営にいた。「ビッグデータ」が選挙の戦い方を変えつつある。



欧米メディアの報道では、昨年の米大統領選では見出しや写真などが少しずつ異なる17万5千通りの広告をフェイスブック(FB)で試した。対立候補のクリントン氏の支持者に投票意欲

性格がわかれば、有権者それぞれに「最適」な選挙広告を届けられる。ニクス氏は講演で、統制への反対論を例に語った。不安を感じやすい性格の人には護身に役立つという「実利」を説明する一方で、他人への同調性が強い人には銃所持を認めてきた米国の「歴史」を強調すると使い分ける。

細身に黒いスーツの金髪男性が、壇上をせわしなく歩き回りながら、聴衆に語りかける。「私たちは何十万人もの米国人を調査しました。米国の成人全員について、性格を予測するモデルを作れるのです」

英国のデータ分析会社「ケンブリッジ・アナリティカ(CA)」の最高経営責任者のアレキサンダー・ニクス氏。米大統領選を控えた昨年9月、ニューヨーク市内のホテルで講演したときの映像がネット上にある。

CA社が誇るのは、有権者個人の性別や人種、年齢などだけではなく、どんな性格の持ち主かまでを分析する心理学の技術だ。トランプ氏陣営のほか、英国の欧州連合(EU)離脱を主導した独立党の党首だったナイジェル・ファラージ氏らの運動に加わったとされる。

「いいね！」で性格丸裸→刺さる広告配信

13年の論文では、米国の5万8千人へのアンケートで属性を把握した上で、FBで何に「いいね！」をつけているか教えてもらい、両者の関係をコンピューターに「学習」させた。すると、最大で700個の「いいね！」を分析することで、人種は95%、ジェンダーは93%の確率で予測できた。たばこや酒、ドラッグをたしなむかどうかや、両親が離婚したかどうかといった機微な情報まで、6割以上の確率で言い当てられたという。

「失わせるため、「ハイチ地震復興の支援金がクリントン財団関係者の懐に入っていた」とハイチ系住民の多い地区を狙って配信する戦術もとったという。これを可能にしたのは巨大なデータベースだ。まず、FBの利用履歴を調べること、有権者の性格を把握。さらに買い物履歴や通っている教会の名簿などブローカーから購入した情報と組み合わせたといい。広告ごとに効果を上げやすい人物を見つけるシステムを、スイス誌は「人間検索エンジン」と呼んだ。

悪用への警戒も

どれほどの効果を上げたかには異論があるが、学問的な裏付けもある。米科学アカデミー紀要に掲載された2本の論文だ。英ケンブリッジ大にいたミカル・コジンスキー氏らが13年と15年に発表した。

米国で利用進む

さらに15年の論文では、こうしたコンピューター予測が人間と比べてどれだけ正確かを調べた。「外向性」「協調性」などの性格の5大要素を調べる検査を8万6千人に受けてもらい、家族ら身近な人にも性格を評価してもらった。その結果、「いいね！」の数が10個あれば、職場の同僚をコンピューターが上回った。70個あれば友達より、150個あれば家族より、300個あれば配偶者より、その人の性格がよくわかったという。

コジンスキー氏には、「データをほしいという心理学者からの依頼が来たという。悪用の危険を感じ断ったが、結果として、この学者が同じ手法をCA社に持ち込んだとみられている。

「ビッグデータ選挙」はCA社だけのものではない。前嶋和弘・上智大教授によると、本格化したのは12年の米大統領選だ。オバマ氏の陣営が有権者の性別や職業だけではなく、ネットの閲覧履歴、FBの書き込みなどから趣味や選挙への関心の強さなどのデータを収集。有権者ごとに「重要度」を100点満点で評価した。たとえばこんな方法で活用し

「科学の扉」は毎週日曜日に掲載します。次回は想定外シリーズ「スーパースター」の予定です。

30年以上にわたり米国の事情も見てきた選挙プランナーの三浦博史さんは「私はビッグデータを選挙に使うつもりはない」と話す。日本では個人の買い物履歴などの情報を手に入れるのが難しく、また有権者から気味悪がられて社会問題化する可能性もあるためだ。

ただ、こうも付け加えた。「もちろん関心はある。対抗馬が使ってきた時にどうするか。警戒感には常に持ち、対処法も考えている」(小宮山亮磨)

5000万人の情報 不正取得か

トランプ陣営に選挙助言の英企業

2016年の米大統領選でトランプ大統領の当選に貢献したとされる選挙コンサルティング会社が、米フェイスブック（FB）から5千万人分の個人情報情報を不正取得したとの疑惑が浮き、批判が強まっている。トランプ陣営のロシア疑惑を巡ってもFBは情報工作に利用されたと指摘されており、月21億人が使う世界最大のソーシャルメディアの信頼が揺らいでいる。

フェイスブックから

米ニューヨーク・タイムズ紙（NYT）や英ガーディアン紙によると、英国の選挙コンサルティング会社「ケンブリッジ・アナリティカ（CA）」は、米国の有権者の投票行動に影響を与えるツールを作るため、トランプ支持者の投資ファンド経営者ロバート・マリー氏から1500万ドル（約16億円）の出資を受け

マラー特別検察官が捜査



た。トランプ政権発足後に大統領首席戦略官を務めたステイブン・バノン氏も役員に就いていたという。CAは14年の米中間選挙での投票行動の解析のため、英ケンブリッジ大の心理学専門のロシア系米国人、アレクサンドル・コガン教授にデータの提供を要請。コガン氏は独自のFBアプリを開発し、利用者に対して価値を支払って性格テストに答えてもらい、データを「学術目的」で入手した上で使うことで合意を得ていた。CAが80万ドル以上の経費をコガン氏に払っていたという。

トランプ政権のロシア疑惑を捜査するマラー特別検察官は、CAの従業員の電子メールの提出を要求しているという。

FB株が急落

19日の米ニューヨーク株式市場は、この問題を受けてフェイスブック株が7%近く急落した。この問題を巡っては、CAで以前働いていたカナダ人のクリストファー・ワイリー氏が欧米メディアに告発した。

FBは16日、CAとその親会社との取引を停止する

と発表。不正が報じられた翌17日には、コガン氏は利用者情報へのアクセス許可はあったとして、「データの流出があった」との主張は完全な間違いだ」と説明した。CAは19日、NYTなどの報道に関して「強く否定する」とする発表文を公表した。CAは英国の欧州連合（EU）からの離脱を決める住民投票でも離脱派陣営に助言をしており、英国のデンハム情報コミッションは17日、FBデータの違法取得があったかどうか調査を進めていると公表した。（ワシントン＝五十嵐大介）

「5000万人の情報、フェイスブックから不正取得か
トランプ陣営に選挙助言の英企業」
朝日新聞2018年3月21日
朝日新聞社に無断で転載することを禁じる
承諾番号:21-0615

新素材 AIとビッグデータで探せ

新手法マテリアルズ・インフォマティクス



物質の構造解析にはスーパーコンピューターも使われる。写真は今夏まで運用されていた「京」

人工知能（AI）とビッグデータを活用し、新しい素材を見つけたり、開発を加速させたりする「マテリアルズ・インフォマティクス（MI）」という手法が広がっている。材料科学と情報科学を融合した新手法で、次世代型のリチウムイオン電池の開発にも用いられるなど研究開発の欠かせない共通基盤になってきた。AIに学習させるデータをどう充実させるか、各国がしのぎを削っている。

論文を解析 実験なしで性質予測

「素材探しや機能予測は大成功。ただ、新しい課題も見えてきた」

東京・有楽町の東京国際フォーラム。10月下旬、米西海岸とネットで結んだ講演で、米カリフォルニア大バークリー校のガーブランド・シダー教授がMIの現状と課題を総括した。

物質の性質をコンピュータ

ーに計算させて予測し、そのデータを使って候補の化合物をAIに絞り込ませる……。

シダーさんはこの分野の第一人者だ。日本のMI拠点である物質・材料研究機構（NIMS）が主催する国際賞に選ばれ、その記念講演だった。

部品の素材や合金、半導体、セラミックスなど、さまざまな用途のための素材開発は長い間、試作と性能評価を繰り返す地道な作業の積み重ねが欠かせなかった。めざす性能を出すのに数百回から数千回の試作は当たり前。専門家の経験と知識だけがものをいった。

そんな現場をMIが激変させた。結晶構造や表面の様子、電気の流れ方といった物質の特性が、実験なしで予測できるようになってきた。試作前の段階であらかじめ素材の性質をデータ化しておけば、多くの素材をいろんな角度から比較でき、開発にかかる時間やコストは大幅に圧縮できる。その分、候補の閾口を広げられ、意外な素材が見いだされることもある。

さらにシダーさんは、20世紀以降に科学誌に掲載された330万本超の論文の要旨をAIに読み込ませ、専門家のような知識を持てるか試みた。リチウムイオン電池にふさわしい電極の組み合わせを

失敗した実験結果も収集

新しい素材がMIによって生み出される実績が積み上がるほど、AIが学ぶデータベースの重要性が増している。

米オバマ政権は11年、MIを国家プロジェクトにする土台をつくり、データベースの充実を指示した。今年のNIMS国際賞にはもう一人、こうしたデータベースを開発したスイスのピエール・ピラード博士も選ばれた。

欧州や中国などもMI強化に乗り出している。研究機関だけでなく、近年は学術誌の出版社も参入。こうしたデータベースから新ビジネスを生み出そうとしのぎを削る。日本も、MI拠点のNIMS

探されたところ、正極にコバルト酸リチウムを設定したとき、負極に最適なのは炭素素材だと答えた。実際に使われ、ノーベル化学賞に今年選ばれた吉野彰さんが発見した組み合わせだった。

論文の読み込みを「2000年まで」「01年まで」「02年まで」と1年ずつずらした計18種類のデータをつくり、それぞれのデータでAIが「将来有力」と予測した化合物がその後「有効」と確認されたかどうか調べた。すると予測リストの上位にある化合物は実際に「有効」とされ

Sが基盤整備に取り組んでいる。ピラードさんのデータベースを含む高分子や超伝導材料などの世界有数のデータベースを運用。160カ国の約14万人が利用している。しかし、吉川英樹主席研究員は「データベース化されたデータはまだ全体のごく一部だけで、氷山の一角に過ぎない」と語る。

現在、公開されていたり利用できるデータベースは、もともと論文や特許として公開済みのデータを元にしている。しかし、例えば新しい超伝導物質ができたとき、実験のデータは公開されるが、その過程で超伝導になら

た割合が高かった。

課題はデータがまだまだ不足していることだ。シダーさんは次世代のリチウムイオン電池の電極に使えそうな化合物などをいくつか見いだしてきたが、「論文のなかの暗黙知をAIが可視化できればさらに素材を探しやすくなる」とみる。MIを使って次世代電池の研究などに取り組む慶応大の緒明佑哉准教授は「AIの分析と専門家の知恵をうまく組み合わせることで、データが少なくても開発期間を短縮できるようにしていきたい」と話す。

なかった物質のデータは研究室に眠ったままになる。そうした失敗した素材のデータは、公表されたものよりはるかに多いはずだ。

新しい素材がうまくいきそうかどうか、判断の根拠となる重要なデータはむしろ、そんな失敗データのほう。そこでNIMSは今夏から、一部の実験装置の結果を成功か失敗かにかかわらず、すべてデータベース化するシステムの試験運用を始めた。

素材メーカーなども失敗データに注目し始めているという。吉川さんは「データベース化を始める企業も数年で現れそうだ。研究開発の効率化は急務に高まるだろう」と期待している。

（田中郁也、合田裕）

田中郁也「(今さら聞けない+)ヒトゲノム解説 技術革新で広がり始めた活用」朝日新聞2018年7月21日
朝日新聞社に無断で転載することを禁じる 承諾番号:21-0620

ヒトゲノム解説の主な出来事

- 1986年 米エネルギー省がヒトゲノム研究を開始
- 90 国際ヒトゲノム計画がスタート
- 2000 日米欧などがヒトゲノム「概要版」を発表
- 03 国際コンソーシアムによるヒトゲノムの解説完了
- 04 米国立ヒトゲノム研究所が「1000ドルゲノム」計画開始
- 06-07 次世代型DNA解説装置(シーケンサー)が登場し、解説価格急落
- 10 パーソナルゲノム解説の本格化
- 14 日本初の個人向け遺伝子検査サービス開始
- 15 手のひらサイズの小型シーケンサー登場
- 18 個人向けフルゲノム解析を目指すベンチャー出現



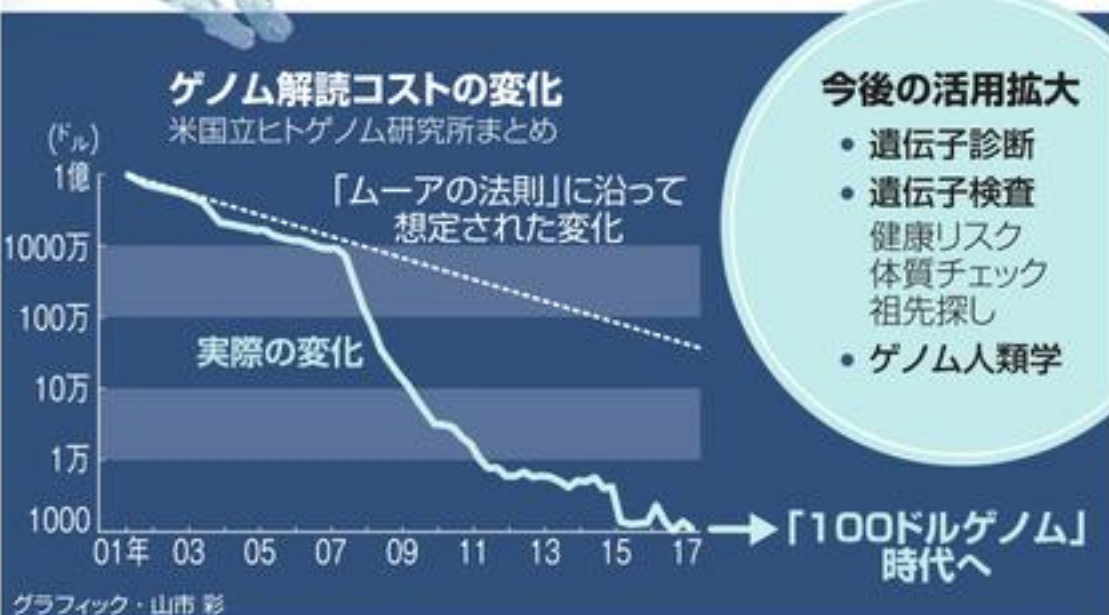
ずらりと並ぶDNA解説装置



米イルミナ社の次世代型シーケンサー



ナノポア方式の小型シーケンサー



今後の活用拡大

- ・遺伝子診断
- ・遺伝子検査
- 健康リスク
- 体質チェック
- 祖先探し
- ・ゲノム人類学

今さら聞けない。

PLUS



ヒトゲノム解説

技術革新で広がり始めた活用

人間の全遺伝情報(ヒトゲノム)を丸ごと読み解く。「国際ヒトゲノム計画」が、解説の完了を宣言してから今年で15年が経ちました。生命の設計図、遺伝子の解説技術はその後にも急速な進化をとり、一人ひとりの遺伝情報を丸ごと分析する「パーソナルゲノム」の時代が到来し、その活用も広がり始めています。

米と英独仏、そして日中の6カ

国の首脳がヒトゲノムの解説完了を宣言したのは2003年4月のこと。ワトソンとクリックによるDNAの二重らせん構造の発見から50年という区切りの年で、共同宣言は「これは我々自身を理解するための基盤であり、生命医学と人類の健康と福祉における革新的な進展がなされるだろう」と、その意義をうたいました。

1990年のプロジェクトの開

始から13年、ヒト1人分のゲノム解説完了までに投じた資金は約30億ドル(約3300億円)といわれます。壮大な国際プロジェクトが成し遂げたヒトゲノム解説のコストはいま、1人分で1千ドルを割り込み、かつての300万分の1のレベルまで急低下しています。



背景にあるのは、ゲノム解説技術の加速度的な進歩です。とりわけシーケンサーと呼ばれるDNA解説装置は、2006、07年ごろから「次世代型」が登場し、この10年間、以前の型を大きく上回るスピードで性能が向上しました。分析するDNAの長さを短くする



代わりに、一度で大量のDNAを読み取るようにする。そんな工夫の結果、最も普及している米イルミナ社の最新鋭装置では、1日でヒトゲノム約50人分を分析することができるようになっています。

ここ数年には、次世代型と異なるタイプの分析装置も製品化されました。極小の穴(ナノポア)の中をDNAを通過させ、電流の変化で分析する方式で、手のひらに収まるくらい小さくできます。スマートフォンに接続するタイプも

あり、いつでも、どこでも手軽に使えるのが特徴です。

解説速度の向上と小型化という

技術革新を後押ししたのは「100ドルゲノム」計画です。国際ヒトゲノム計画が終わった翌年、米国立ヒトゲノム研究所が「その次」の目標として立ち上げた新技術の開発支援プログラムで、高速のシーケンサーを開発したイルミナ社も、ナノポア方式の分析機器を製品化した英国のベンチャー企業も、この支援を受けた技術を活用しています。

背景にあるのは、ゲノム解説技術の加速度的な進歩です。とりわけシーケンサーと呼ばれるDNA解説装置は、2006、07年ごろから「次世代型」が登場し、この10年間、以前の型を大きく上回るスピードで性能が向上しました。分析するDNAの長さを短くする

代わりに、一度で大量のDNAを読み取るようにする。そんな工夫の結果、最も普及している米イルミナ社の最新鋭装置では、1日でヒトゲノム約50人分を分析することができるようになっています。

記者のひとこと

スマートフォンやパソコンには「性能は2年で2倍アップする」という経験則があります。半導体の集積度がこのペースであがっていくため「ムーアの法則」と呼ばれます。この10年間の遺伝子解析技術の進歩はこれをはるかに上回ります。「超指数関数的」という進化を実感をしています。(田中郁也)

にかかりやすいかという健康リスクの評価のほか、お酒に強い弱いかなどの体質チェック、祖先のルーツ探しなどができます。14年からサービスを開始したジーンクエスト社の場合、約30万カ所の遺伝子の違いを調べ、ざっと300項目をチェックできます。

ゲノム解析を専門とする東京大学の鈴木稔教授は、インドネシアの病院と連携し、ナノポア式の小型シーケンサーでマラリアなどの病原体の薬剤耐性などを調べています。「感染症の拡大防止には、その場ですぐに解析する小回りのよさが重要です」と鈴木教授。「解析コストも1人100ドルが近づきつつある。やがて遺伝子診断も血圧測定などと同様、ベッドの横でするようになるかもしれません」

田中郁也「(eco)活プラス」都市の微生物、世界中で採集 綿棒使い、街の環境考える参考に」朝日新聞2018年6月26日
朝日新聞社に無断で転載することを禁じる 承諾番号:21-0620

都市の微生物 世界中で採集

eco活
エコカツプラス

綿棒使い 街の環境考える参考に

様々な人が行き交う都市空間

には、いったいどんな微生物が生息しているのだろうか。耐性菌はどれくらい存在するのか。換気方法の違いで微生物の群生も異なるのか。こうした点がわかれば、街づくりやビル・地下街の環境デザインを考える際の参考になる。都市の微生物調査が始まっている。

都市空間の色々な場所を綿棒でこすり、微生物を丸ごと採集する取り組みが21日、世界各地で一斉に行われた。

東京では慶応大環境情報学部の鈴木治夫准教授らが、大学のキャンパスや企業の会議室などで椅子や床から標本を採集した。綿棒一本につき、ざっと3分、表面をこすっては保存容器

に入れていく。

「国ごとにばらつきがでないよう、こする時間を決めたいです」と鈴木さん。ツイッターには世界各地から、「始めます」「採集終了」などのつぶやきが写真付きでアップされていく。

全世界一斉の取り組みのきっかけは、2014年に米国・ニューヨークの地下鉄で始まった「メタサブ(MetaSUB)」プロジェクトだ。地下鉄の車両や駅の構内で、手すりや座席、自動改札機などの表面を綿棒でこすり、採集したDNAから微生物の群生の様子を調べた。この試みに各国の生物・環境学者らが賛同し、16年から6月21日を「世界都市サンプリングデー」と定め、世界各地で一斉

に標本を採集することになった。調査の目的は大きく三つある。①どんな微生物がいるかを調べて微生物マップをつくる②抗生物質が効かない細菌がどれだけいるかを調べる③新薬になるような微生物を探し出すことの三つだ。

「都会の微生物の様子は実はわからないことばかり。ニューヨークの最初の調査では採集したDNAの5割が未知のものでした」と鈴木さん。「まずは標本を集め、データを蓄積していくことが大切です」。海外から多くの人が訪れる20年の東京五輪・パラリンピックを念頭に、その前後で微生物群に変化が表れるかも確かめたいという。こうした取り組みが可能にな

ったのは、DNA解読のコストが大幅に安くなったからだ。例えば、10年前はヒトの全遺伝情報解読に約10億円かかっていたが、今では10万円以下ですむという。都市の微生物群を丸ごと調べるメタゲノム解析に取り組める環境が整ってきた。

鈴木さんの研究室で学ぶ伊藤光平さんは、東大や上智大の学生とともに「GoSWAB」という独自のプロジェクトを立ち上げ、大学のキャンパスや公共施設などで微生物群の状況を調べている。SWABとはサンプル採集につかう綿棒のことだ。「手元に必要なのは綿棒だけ。アイデア次第で誰もやったことがない調査・研究を大学生でもできるのが魅力です」と伊藤さん。仲間を募りながら、今後はさらに調査の幅を広げたいという。(田中郁也)



- ①会議室の椅子を綿棒でこすり、微生物を採集する
 - ②綿棒でこすった後、先端を保管容器に入れて分析にまわす
- ＝いずれも東京都港区北青山2丁目の日本オラクルで

世界都市サンプリングデーの実施地域や概要は「メタサブ(MetaSUB)」プロジェクトのサイト(<http://metasub.org/global-city-sampling-day/>)で確認できる。今年の一取り組みの様子も分かる。「GoSWAB」プロジェクトの概要は紹介サイト(<http://100banch.com/projects/GoSWAB/>)で。

eco活
の鍵

科学の扉

「想定外」
を考える

ゲノムデータ 悪用でテロも

分析データを持ち出し、
悪用されると...オーダーメイド
生物兵器

狙った人だけを攻撃するウイルス

感染

特殊なDNA

特定のDNA配列を
持つ人特定のDNA配列
を切断する
ハサミ

細胞核

侵入

毒をつくる
遺伝子のDNAレストラン、駅、コンサート会場などで
空調に混ぜて散布すると...特定のDNA配列
を持ち込む

毒の遺伝子がくみこまれる

毒が大量につくられる

狙った人だけを
発病させられる特定のDNA配列を
持たない人

細胞核

侵入

何も起きない

その時、何が

20XX年、某国の首脳とその親族らが短期間のうちにその病に倒れた。風邪のような症状が悪化し、原因不明のまま次々と死亡。社会に不安が広がる中、テロ組織が犯行声明を発表した。「特定の人物を狙う『オーダーメイド』の殺人ウイルスを、我々は完成させた」。

恐怖のシナリオのカギになるのは、ゲノム（全遺伝情報）のデータだ。人間のDNAをすべて読み取って得られるゲノムは一人ひとり異なるが、人種や民族、同じ先祖をもつ親族や家族など、特定の属性の人だけが共通して持つ配列が含まれる。肌や目の色などすぐにわかる特徴だけでなく、お酒に強いかどうかといった遺伝的に受け継がれる体質などもDNAに書き込まれている。膨大なゲノムデータを分析し、標的とする配列が定まれば、特定の人物や集団を狙った生物兵器に転用される危険が現実味を増す。

DNAを思い通りに加工できるゲノム編集技術と遺伝子の「運び屋」となるウイルスを活用。標的の配列を見つけて切断する「ハサミ」役のたんばく質を作る遺伝子と、毒物を作る遺伝子をウイルスに仕込み、人々に感染させる。

特定の人物や集団狙うウイルス

ウイルスは、体内で標的となる配列を見つけると「仕事」を始める仕掛けだ。ハサミ役が配列を選んで切断し、毒物の遺伝子をはさみ込む。やがて大量の毒物が作られて病気を発症し、死に至る。ウイルスに感染しても、特定の配列を持たない人には何も起きない。

狙った人物のゲノムが入手できなくても、血縁者の情報を流用することもできる。しかも、こうしたウイルスはがかりな設備がなくても作れる。防衛医科大学の四ノ宮成祥教授（分子生体制御学）によると、DNAを合成する装置は数百万円。冒頭のシナリオについては、「ハードルは高いが、洗練された研究プロジェクトに加わった経験のある人がテロ組織にいれば、もしかして、とは思う」と話す。

ゲノムデータは本来、一人ひとりの体質に合わせて最適な治療を施す「オーダーメイド医療」に役立つ。薬の効き目や副作用の有無を調べたり、新しい治療法を開発したりできる。

データ活用の流れを後押ししているのが、解析技術の急速な進歩だ。米国立保健研究所（NIH）によると、1人分のゲノムの解読費用は、2001年の9500万ドル（約104億円）から、17年には1100万ドル（約12万円）に。東京医科歯科大の田中博名誉教授（生命医療情報学）は「ゲノム解読の『革命』」

が起った。一気に臨床応用が始まった」と話す。

データの蓄積も進む。米国は17年、100万人のゲノム解読を目指す計画を始めた。中国はすでに50万人のデータを収集。欧州や韓国でも数十万人規模のデータ解析が進んでいる。

日本医療研究開発機構によると、国内には10万人前後のデータを集めたバイオバンクが三つある。「3大バンク」の一つ、東北大の東北メディカル・メガバンク機構（MMO）は、岩手、宮城両県の約15万人から同意を得て血液や尿を採取。約4千人分のゲノム解読を終えた。

ゲノムデータの悪用を防ぐには、不正な流出への対策が欠かせない。

東北MMOによると、データを保管するコンピューターは、外部とのアクセスが遮断されている。施設には登録した人しか立ち寄れず、黒目の模様から個人を識別する虹彩認証が必要だ。データを持ち出す恐れがある記録媒体は持ち込めない。ゲノムデータは、不正な流出への対策が欠かせない。

各国の首脳 流出警戒

米国は大統領のゲノム流出に警戒を強める。米メディアによると、外遊などの際にスーツやコップを回収するなどゲノムデータの詰まった生体試料を残さないよう細心の注意を払う。北朝鮮は今年4月に韓国で開かれた南北首脳会談の際、金正恩氏専用のトイレを持ち込むとの報道もあった。

ノムデータを創業などに役立てる「次世代医療基盤法」が5月に施行。漏洩を防ぐため、一定の条件を満たした事業者に限って、データ収集や管理、提供を認める。ただ、利用が本格化すれば、扱うデータの分量や機会は増えると思われる。

米国などでは、個人のゲノムデータを解読し、病気の関連遺伝子の有無などを調べる民間企業によるサービスが拡大している。大阪大の山本奈津子・特任講師（生体データ保護）は「データが目的外に使用されないことを契約書などで確認できない限り、利用は避けるべきだ」と話す。

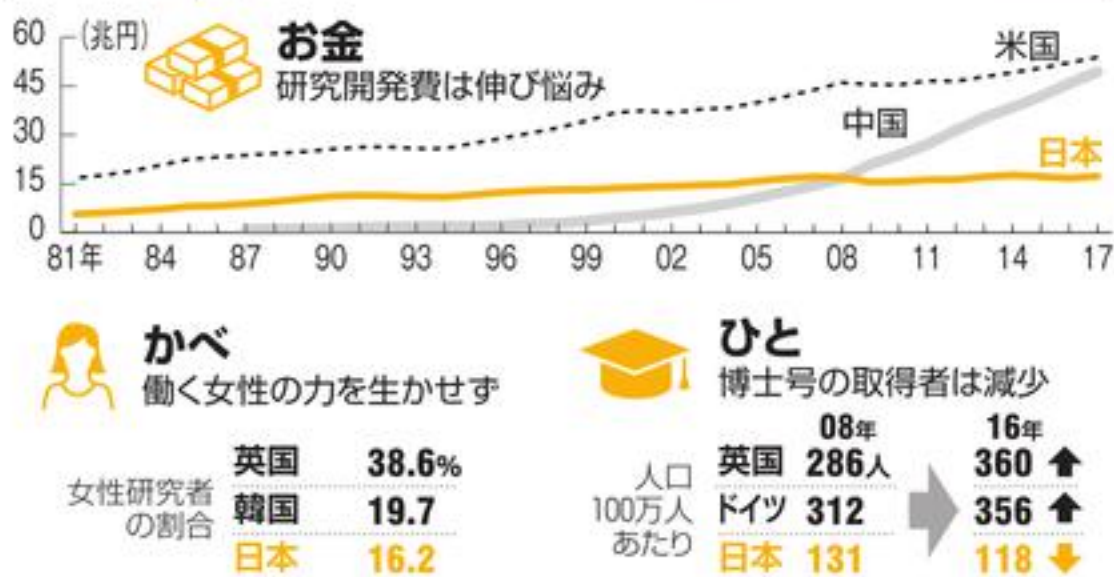
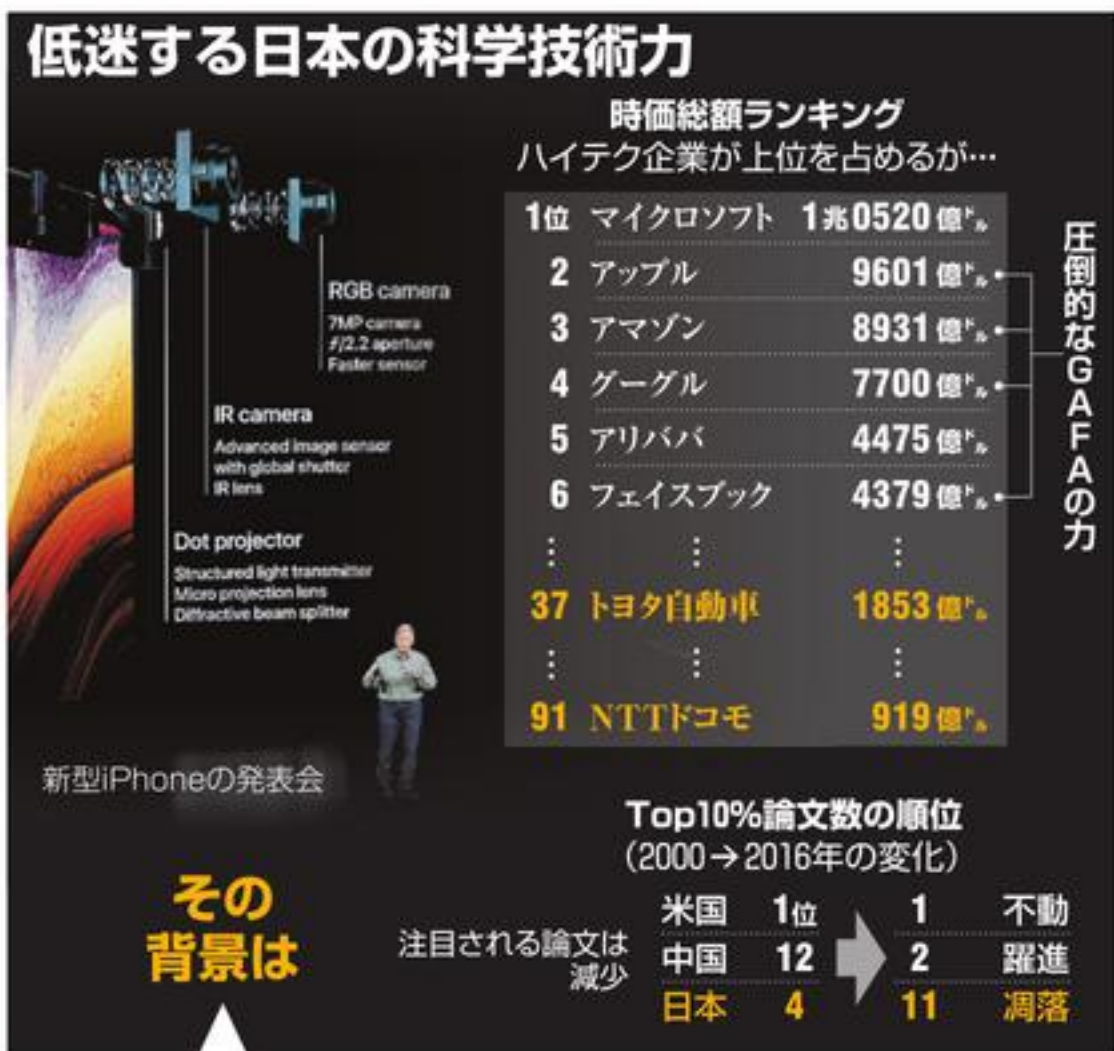
（小宮山亮磨、田中誠士）

田中郁也「(はてなスコープ)「科学技術立国」のいま 存在感失う「残念な20年」」朝日新聞朝刊2019年9月7日
朝日新聞社に無断で転載することを禁じる 承諾番号:21-0620



「科学技術立国」のいま

存在感失う「残念な20年」



国の未来を考えると、気にかかると科学技術の実力です。科学技術立国を掲げる日本ですが、様々な場面でその衰えが指摘されています。いま、どんな状況にあり、なぜなのでしょう。

科学技術を支える土台は大きくふたつあります。ひとつは基礎研究や応用に取り組む大学や研究機関、もうひとつは先端技術をみが

き、新製品やサービスにつなげる企業です。車の両輪のようなその両面で、日本は苦戦しています。企業の成長力や技術力が反映される株式の時価総額。今年8月下旬時点の順位をみると、世界の上位を独占するのは米国のIT企業です。日本企業で最上位のトヨタ自動車は30位台、それより上にアリババやサムスンなど中国や韓国

企業がいます。大学や研究機関の研究力はどうか。他論文での引用数が上位10%に入る注目論文数で、日本の順位は2000年代初めから下がりだし、16年は11位。この間に中国は順位をあげ、10年から米国に次ぐ2位を続けています。韓国も13位と、日本を追い上げています。

低迷のきっかけは90年代初頭の

バブル経済崩壊と、それに伴う大手企業の中央研究所の縮小です。

基礎研究からの撤退で、まず企業の論文数が落ち込み、就職先が細るなか、物理学などでは博士課程へ進む学生が減少に転じます。数年後、全体の論文数も減少します。その後のデフレ経済で、企業や国がだす研究開発費は長い間、伸び悩むことになりました。

もともと中央研究所のリストラはAT&Tのベル研究所など米国のハイテク企業が始め、日本企業が後追いしました。自社内ですべてをこなす自前主義はもう立ちゆかない。その決断は、ある意味、研究開発が閉鎖型から開放型(オープンイノベーション)へと変わる時流をとらえています。

では、日米で何が違ったのか。それは新しい時代に即した企業や仕組みが登場したかどうかです。米国ではインターネットの急成長にあわせ、グーグルやアマゾン、フェイスブックが台頭し、既存の企業にとって代わっていきました。大学との共同研究にも熱心で、人工知能分野ではブームの主演、深層学習を研究する著名教授らをいち早く招くなどして、トップクラスの技術力をつけました。アップルを加え4社の頭文字をとった「GAF A」の強さの根源のひとつはここにあります。

一方、日本では世代交代や受け皿づくりが進みませんでした。半導体や液晶パネルなど、かつての主力事業を切り離してできた合併事業は目立った成果をあげられず、親会社は企業規模や技術範囲を縮小させていきました。

「論文数でも情報科学の分野でも、日本の存在感がひたすら下がり、もっとも残念な20年だった」8月初旬に開かれた総合科学技術・イノベーション会議の専門調査会の初会合。委員からは現状への厳しい見方が相次ぎました。

いわく、大学と企業間の人材交流や分野横断的な研究が広がらず、女性研究者や博士号取得者の活躍の場も限られている。文系・理系の区分けもはや時代にそぐわない。『女性』は理系に向かないという文理の壁がまだに存在している(大隅典子・東北大学副学長)、「必要なのは境界横断型人材の育成」(安宅和人・慶応大教授)など、具体的な指摘や提言も寄せられました。

調査会は日本の科学技術政策の現状を点検し21年度からの基本計画の原案をまとめる予定です。今後、こうした声を、新しい政策や仕組みづくりにどう取り込むかが問われます。

(田中郁也)



現行の科学技術政策や大学改革のキーワード「選択と集中」には、見直しを求める声があがっています。政策決定する選択・集中は、競争激化後の後追いの場合が多く、破壊的なイノベーションをおこすには、多様性の尊重や様々な学問領域の融合など、想定外の成果をもたらす仕組み作りこそ必要だとしています。

合田祿「科学振興、「人文科学」と共に 基本法の対象広げる改正案、来年国会提出へ」朝日新聞朝刊2019年12月12日
朝日新聞社に無断で転載することを禁じる 承諾番号:21-0620

科学振興「人文科学」と共に

基本法の対象広げる改正案、来年国会提出へ

AI・ゲノム編集・環境問題…役割大きい

科学技術基本法が、対象分野を「科学技術」に絞り、「人文科学」のみに係るものを除く」としている規定をやめようという議論が本格化している。人工知能（AI）や生命科学などが進展し、現代社会の課題を解決していくには人文科学の研究も不可欠になっているという意見が増えてきたからだ。来年の通常国会で改正案が提出される見通しだ。

科学技術基本法は1995年、議員立法で成立した。科学技術先進国を追いかけていた時代から、日本が自ら未開の分野を切り開いていく時代になったとし、そのためには科学技術の

振興策を総合的、計画的に進める必要があるとした。基本法は、科学技術基本計画を5年ごとにまとめたり、研究者の養成や研究設備を整備したり、そのための予算の確保などをうたう。

第一条の冒頭にあるのが「科学技術（人文科学のみに係るものを除く）の振興に関する施策」という規定だ。内閣府によ

ると、この人文科学は自然科学に対する概念。当時は「人文科学は人間や社会の本質を取り扱うため、自然科学と同列に推進策を講ずるのは適当でない」とされた。

しかし、近年になってこの規定を削除し、対象に人文科学の

みの研究も含めるべきだという議論が起こっている。

今年8月、政府の有識者会議でこの規定の扱いが話し合われた。日本学術会議第一部長の佐藤岩夫・東京大社会科学研究所長は「地球規模の環境問題やAI、ゲノム編集技術の発展など、現代の課題に 대응するために人文・社会科学が果たす役割は大きい」。大阪大の小林傳司教授（哲学）は「理工系と人文系という分け方は粗雑に過ぎる」（ビッグデータを使う情報科学など）社会そのものを実験室とした研究が増え、新しいタイプのサイエンスが生まれてきている」と話した。

一方、例えば自動運転を実用化するとき法律や行政の知識が求められるように、人文科学が「科学技術のしもべ」と見られてきた面も話題になった。田中愛治・早稲田大総長（政治学）は「『どんなイノベーションが必要か』という価値の創造にこそ人文・社会科学が必要

だ」と指摘。小林教授も「価値の部分から一緒に（研究を）スタートさせなくてはいいけない。人文・社会科学はしもべでも主人でもない」と話した。

有識者会議は結局、「分野融合の推進と、その基盤としての人文科学自体の持続的振興が必要」とし、規定の削除を求める報告書を11月にまとめた。これを受け、内閣府が改正法を提出する見通しだ。

研究現場にはどんな影響があるのか。人文科学を除く規定がある法律は、科学技術基本法のほかに六つある。

理化学研究所や科学技術振興機構の業務範囲などを定めた法律は、規定を削除する方向で調整中だ。一方、技術士法のように立法の趣旨から考えて改正の必要がないものもありそうだ。

内閣府の担当者は「科学技術基本法は基本理念を定めた法律で、すぐに直接的な施策が出てくるわけではない」と説明する。具体的には、2021年度からの第6期科学技術基本計画で、法改正を踏まえた方針が反映されることになりそうだ。

（合田祿）