

AIが拡張する6つの知力



土橋和成



吉田 涼



向井 暉



森 健

CONTENTS

- I AIが拡張する知力——予測力、識別力、個別化力、会話力、構造化力、創造力
- II AIが拡張する6つの知力と萌芽事例
- III 6つの知力がもたらす人類の飛躍に関する仮説
- IV AIにとっての4つのキーリソース——データ、半導体、電気、水

要 約

- 1 われわれ人類の祖先は狩猟採集社会を営んだ後、約1.5万年前に農耕社会、18世紀頃に産業社会、2000年代初頭に情報社会を築いてきた。その過程で人類はさまざまな知力を獲得してきたが、中でもAIによって拡張される知力として、予測力、識別力、個別化力、会話力、構造化力、創造力が挙げられる。
- 2 たとえばAIにより、自然災害、疾病リスクなどの「予測」、焼失した古文書や隠れていたゴッホの幻の自画像の「識別」、行政サービスのパーソナライズ化や精密農業といった「個別化」が可能となった。加えてAIは、言語・時間・空間の制約を超えた「会話」や業務を「構造化」することで、AI自身がプログラムコードの生成や人間では想像不可能な幾何学的形状の機器を「創造」している。
- 3 21世紀のAIは19世紀の電気のように社会を変革する存在として注目されており、過去に類を見ない人類の飛躍も示唆されている。発明家のレイ・カーツワイル氏による「人類の寿命は500歳に到達可能」という発言や、歴史学者のユヴァル・ノア・ハラリ氏による「超人類」登場の指摘など、有識者の示唆や予言の背景にはAIを含むテクノロジーが前提にある。
- 4 ただし知力の拡張とそれに伴う人類の飛躍に当たり、必要不可欠なキーリソースが存在する。人間にとっては、脳、経験と学習、カロリー、水が知力発揮に不可欠であるが、AIもそれらに対応する形で、データ、半導体、電力、超純水や冷却水が知力発揮に不可欠となる。

I AIが拡張する知力

——予測力、識別力、個別化力、 会話力、構造化力、創造力

1 人類史から読み解く知力

人類史を紐解くと、われわれの祖先は狩猟採集社会を営んだ後、約1.5万年前に定住と農耕を開始して農耕社会を築き上げ、次いで18世紀頃に産業革命を経て工業化社会を成立させた。未来学者アルビン・トフラーによると、2000年代初頭には通信技術の普及に伴う情報革命により、情報社会が形成されてきた。

これらの過程で人類はさまざまな知力を発揮してきた。たとえば、社会を営むうえでは仲間との「会話力」が求められ、また人物や状況に合わせて的確な対応をする「個別化力」を発揮してきた。古くは狩猟道具の発明に始まり、法と統治、経済、学術、芸術といったあらゆる分野を発展させていく過程では「創造力」を発揮した。また「識別力」により、ホモ・サピエンスの歩みや宇宙の成り立ちや法則性を発見し、人類が営んできたさまざまな活動について「構造化力」をもって職業やビジネス上の業務プロセスへと昇華させた。古くは占星術や祈祷師による予言に始まり、最近では四半期の売上や業績予想から地

球の自然環境、人類の未来についても「予測力」をもって洞察している。当然、人類にはこれら以外の知力も備わっているだろう。

2 AIによる6つの知力の拡張

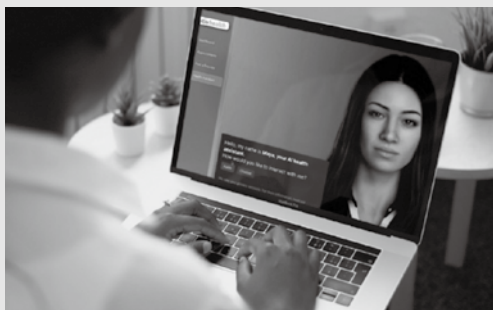
このように人類の知力にはさまざまな側面があるが、特に前述した6つの知力「予測力」「識別力」「個別化力」「会話力」「構造化力」「創造力」をAIが拡張していることが活用事例から見て取れる。たとえば「予測力」では、人間の認知能力を超えた速度や精度で自然災害、疾病リスク、インフラの異常・故障などを予測でき、「識別力」ではゴッホの絵画の下絵に幻の肖像画が潜んでいたことや、焼け残った古文書から知られざる歴史を識別している。医療や行政サービスにおいても、遺伝情報や個々人の状況に立脚したハイパーパーソナライズあるいは精密化といった、従来のレベルを超越した「個別化力」を人類にもたらす。「会話力」ではアバターやデジタルヒューマンの登場により、言語・時間・空間の制約を超えたコミュニケーションが可能となり、「構造化力」ではAI社員によるプログラムコードの生成や24時間自動でのライブコマースが可能になる。また、既成概念にとらわれないことから、人間には想像不

図1 AIによる知力の拡張（イメージ）

人間が思いつかない形状の機器を AI が設計
〈NASA〉



AI ヘルスアシスタント Maya MD
〈デジタルヒューマン〉



AI 社員 通義靈碼
〈アリババ〉



出所) NASA、デジタルヒューマン、深圳商报の公開情報より作成

可能な幾何学的形状の機器を創るなど、人類の「創造力」を拡張する（図1）。

3 人類の30万年に対するAIの70年

注目すべきは、人類とAIの進化における時間軸の対比である。モロッコで発見された最古のホモ・サピエンスの化石によると、人類の起源は30万年前までさかのぼる。

それに対して「人工知能（AI）」という言葉が現在のように「人間の脳に近い機能を持ったコンピュータープログラム」と初めて定義されたのは1956年、米国の計算機学者ジョン・マッカーシーによってである。つまり人類が30万年にわたる時間をかけて獲得してきた知力を、AIは100年にも満たない時間で獲得し、さらにこれまで以上のレベルへと拡張しつつある。

II AIが拡張する 6つの知力と萌芽事例

1 6つの知力と萌芽事例

AIの登場による前述した6つの知力（予測力、識別力、個別化力、会話力、構造化力、創造力）の拡張について、以降でそれぞれの萌芽事例を紹介する（表1）。

(1) 予測力：Predict

AIは、複数の事象から傾向を導き出すことで現在の状況から将来変化を予測できる。従来はベテランの勘や経験に頼っていたような物事の予測も人間の認知能力を超えた速度や精度で予測でき、機器やインフラの異常・故障、自然災害、人間の病気などさまざまなリスク予測に対する活用が期待される。

機器やインフラの異常予測では、たとえば漏水リスクの予測が可能になる。宇宙航空研究開発機構（JAXA）発のスタートアップである天地人は、人工衛星が観測する画像データと水道事業者が持つ水道管路データ、過去の漏水発生情報、劣化・腐食要因のデータなどを組み合わせることで、AIが水道管の漏水リスクが高い個所を予測し提案システムを提供している^{注1}。

AIで自然災害の発生を予測し、被害やリスクを低減するアクションにつなげる活用も期待される。日本発のスタートアップSORA Technology社は、ドローンとAIを組み合わせ、マラリアの発生源を予測するツールを提供している。ドローンによる空撮データを基に、AIがマラリア媒介蚊のボウフラが繁殖するリスクの高い水たまりを予測し、ピンポイントでの殺虫剤散布といったアクションにつなげることができる^{注2}。

世界各国で保険・金融サービスを展開するアクサグループは、人工衛星が観測する画像データを基に、AIが自然災害リスクを予測するモデルを開発している。たとえばこれを台風の発生・航路予測モデルにカスタマイズすれば、当該地域を航行中の船舶に対して航路変更をアドバイスできる。欧州の森林火災予測モデルにカスタマイズすれば、火災時の延焼を防ぐため計画的に空き地をつくるなどのアクションを喚起することが可能となるなど、さまざまな用途が想定される^{注3}。

人間の病気を予測できれば、将来の健康リスクを低減し、健康寿命を延ばすことも夢ではない。米国の総合病院であるMayo Clinicは、2024年より、Googleと共同で鑑別診断の領域に生成AIを応用する実験を開始した。将

表1 AIが拡張する6つの知力と萌芽事例

AIが拡張する知力	概要	事例	企業／団体
予測力 (Predict)	複数の事象から傾向を導き出し、 将来変化を予測する	水道管の漏水リスク予測	天地人
		マラリアの繁殖リスクが高い箇所の予測	SORA Technology社
		台風・火災などの自然災害リスク予測	アクサグループ
		人間が将来かかる病気の予測	Mayo Clinicなど
		分子の立体構造予測	Google DeepMind社
		長期失業のリスク予測	エストニア健康保険基金
識別力 (Distinctify)	人間が気づけなかった 科学的発見や特定事象の識別を 実現する	肉眼での判読が不可能な巻物の解読	米国などの大学の研究者
		ゴッホの幻の自画像の識別と再現	Oxia Palus社
		老化を改善する化合物の識別	ハーバード大学など
		特定人物（攻撃目標）の識別	イスラエル軍
個別化力 (Customize)	対象に関する個性や特殊性を 把握し、対象に合わせて カスタマイズした提案を行う	がん診断・治療方針の個別化	Primaa社
		学習経過などを加味した教材の個別化	COMPASS社
		好みに合わせた絵画レコメンの個別化	YourArt
		好みなどに合わせたファッションの個別化	エアクローゼット
		経歴などに合わせた求人提案の個別化	シンガポール政府
会話力 (Communicate)	対象の意志を 通訳・翻訳することで、 言語・時間・空間の制約を超えた コミュニケーションを行う	子供向けおしゃべりコンテンツなど	ベネッセなど
		発達障害児向けコミュニケーションツール	LuxAI社
		バーチャルアバターによる会話型問診	医薬基盤・健康・栄養研究所
		投資相談アバター	楽天証券
		AI搭載型ヒューマノイドロボット	Engineered Arts社
		調達交渉を自動化するチャットボット	ウォルマート
		不具合を自ら説明、対応依頼する機器	日立製作所
		AIが情報探索・比較検討・購入する概念	ガートナー
		プラットフォーム上に寄せられた意見の分析・自動収集	スペイン・バルセロナ市
		問い合わせや苦情の要約・分析	台湾
		「ブロードリスニング型」世論収集	東京都
構造化力 (Model)	人間の「活動」や それによって蓄積された 「知」や「経験」を構造化する	仏教聖典を機械学習したチャットボット	京都大学など
		プログラマーを支援するAIモデル	アリババ
		24時間販売ライブコマース	蜜雪冰城（ミーシュー ピンチェン）
		社長以外のすべての社員がAI	YMMD社
		AIによるCEO	Dictador社など
		従業員の意図を理解したデジタル従業員	NTTデータなど
		ヒューマノイドロボットの実装	Amazonなど
		自治体のSNS投稿を自動アーカイブ	米国政府・自治体
		AI自動議事録作成／多言語翻訳	シンガポール政府
		住民税賦課業務での修正方法レコメン	東京都練馬区
		AI搭載型戦闘機	DARPA
創造力 (Create)	インプットデータを整理し、 組み合わせることで 新たな「知」を生み出す	お互いの経験を共有するAI システム	DARPA
		消費者嗜好に合わせた商品アイデア生成	SHEIN社
		AIがデザインした衣服	G-Star RAW
		生成AIによる未来の自動車のデザイン	本田技研工業
		幾何学的な機器の形状の衛星搭載機器	NASA
		コドンを入力としたmRNAワクチン開発	Sanofi社

出所）各社Webサイトおよび公開情報より作成

来かかり得る病気を検知できる予測医療システムの開発、さらには医師がオーダーメイドの予防医療を提供できることが期待される^{注4}。

創薬分野における予測力の活用も進む。米国Alphabet傘下のGoogle DeepMind社が2024年に公開した「AlphaFold 3」は、さまざまな分子の立体構造をAIで予測するモデルである。タンパク質、DNAやRNAなどの核酸、薬剤の候補になり得るリガンドと呼ばれる小分子など、さまざまな分子の立体構造の予測ができるうえ、タンパク質とほかの分子が結合した状態の立体構造も予測できる。従来は1個のタンパク質の立体構造を解き明かすと論文が1本書けたといわれるほどであったが、AIによって創薬研究は飛躍的な加速が期待されている^{注5}。

このほかにも、インプットやモデル次第でさまざまなリスク予測が可能である。たとえば、エストニアの健康保険基金は、長期失業のリスクを予測するためにAIを活用している。AIによって個人の再就職可能性や長期失業リスクのレベルを予測し、その結果を把握したカウンセラーが、スキルアップのアドバイスなど、対象者のニーズに応じた支援を提案している。エストニアでは、国家AI戦略として「Kratt AI」を推進しており、この健康保険基金によるAI活用も、Kratt AIの一環として実施されている^{注6}。

(2) 識別力：Distinctify

短期間で人間よりもはるかに多くのインプットを解析し、仮説を立て、検証することができるAIは、膨大な情報の中から人間には認知できない差異や隠れた情報を識別できる。このようなAIの識別力によって、考古

学や化学、創薬分野などでの科学的発見の加速が期待される。また、軍事や行政における特定人物の識別なども可能となる。

AIの持つ識別力は、考古学における発見に大きく寄与している。たとえば、イタリア・ポンペイ遺跡から発掘された巻物に記された文字が、AIの活用により初めて解読された。巻物は西暦79年の火山噴火によって炭化していて、開こうとすると崩れる状態であり、従来は肉眼での判読は不可能とされていた。研究者たちはこの巻物をスキャンし、探知したインクをAIによって分析し、文字を識別することで解読に至った^{注7}。

また、画家フィンセント・ファン・ゴッホの幻の自画像がAIによって生成された。これは、ゴッホの公式な自画像の第1号から、さらに2年前に描かれた「農婦の頭部」という絵画をX線で分析したところ、自画像らしき下絵が識別され、生成AIがその下絵を基に幻の自画像を生成したというものである^{注8}。

医療や創薬の分野もAIの持つ識別力が期待される領域である。ハーバード大学とマサチューセッツ工科大学の研究者は、AIによって80万以上の分子をスクリーニングし、その中から老化を改善する可能性のある数千の候補化合物を特定しており、長寿化への寄与が期待される^{注9}。創薬分野のAI開発を手がけるInsilico Medicine社も、加齢に関連した疾患の潜在的な薬剤標的と健康寿命を延ばすための治療法の識別にAIを活用している^{注10}。

公共や金融、軍事などの分野において、不特定多数の中から特定の性質を持つ取引や人物を識別する際にも、AIが活用され始めている。決済や金融取引における不正検知のアルゴリズムは、すでに普及しつつある。軍事

では2023年のイスラエル軍によるパレスチナ・ガザ地区への空爆において、「ラベンダー」というAIをベースにしたプログラムによる攻撃目標の特定が行われたことが話題となった。ラベンダーは、ガザ地区の住民およそ230万人のデータを解析し、うち3万7000人をハマスなどの戦闘員である可能性を1から100までの数値で判定し、家屋を含めて空爆候補として出力したとされる^{注11}。

(3) 個別化力：Customize

AIは、対象の習慣や嗜好を分析し、個別性や特殊性を把握することで、対象に合わせてカスタマイズした提案ができる。これまで画一的に提供されていたサービスも、個人の嗜好に合わせ、より効果を発揮しやすい形で提供できる。こうした個別化力は、ヘルスケアや教育、サービス、行政など人間に対するパーソナライズ化での活用が期待されるほか、最小単位の農地に対して個別化を行う精密農業もその活用先の一つである。

ヘルスケアにおけるパーソナライズ化が進めば、より効果的な予防や治療が可能となる。たとえば、フランスのスタートアップであるPrimaa社は、AIを活用したがん診断およびパーソナライズ化した治療方針を提示するプラットフォームを提供する。なお、診断の正確性は、病理学者のみが診断した場合は91.2%であるが、病理学者がPrimaa社のAIを活用した場合は99.9%まで高まるという。AIの持つ予測力や識別力、個別化力が組み合わせ、医療分野の発展を加速することが期待される^{注12}。

教育も個別化力が特に有効に働く分野である。COMPASS社は、AIを活用した教材で

ある「Qubena」を提供する。児童・生徒一人ひとりの学習経過や計算過程、回答データなどを基に、AIが児童・生徒のつまづく原因を特定したうえで個人に最適化した問題を出題できる。教員もクラスや個人の進度、理解度を把握し、授業づくりや学習指導、成績評価に活用できるという^{注13}。

消費者一人ひとりに合わせた商品のレコメンドは、あらゆる商材への活用が期待される。AIを使って絵画をレコメンドするプラットフォーム「YourArt」は、売り手である画家が自分の描いた絵を登録すると、買い手ユーザーはABテストを含むAI診断を基に、好みに合う絵画をレコメンドしてもらうことができる。レコメンドにおいては、偶然性や予想外の出会いを創出する工夫もされている^{注14}。

エアークローゼットが提供する月額性のファッションレンタルサービス「airCloset」では、AIパーソナライズショッピング機能を実装する。サービス内の全アイテムの中から、属性や購買履歴、定性コメントなどの顧客データ、季節などの状況データをAIが解析し、個人に合わせたおすすめの商品を最大100着セレクトする。おすすめの商品は利用データを踏まえて毎週更新され、顧客理解を深める仕組みを構築している^{注15}。

行政サービスにおいてもパーソナライズ化が実装されつつある。シンガポール政府が運営・管理を行うオンライン求人プラットフォーム「MyCareersFuture」は、ユーザーの職務経歴やスキル、クリック履歴などの情報から、AIが求人とユーザーのマッチ度を0から100までのスコアで数値化する機能を開発し、求人提案のパーソナライズ化を進めている。従来は膨大な求人情報の中から個人に

合った求人を見つける難易度が高いことから、同機能の開発に至ったという^{注16}。

人間以外の個体に対する個別化も実現しつつある。精密農業の分野では、センサー、ドローン、AIを駆使して、場所や作物の個体による違いを考慮し個別最適な肥料・水を供給する。オランダなどの農業先進国を中心に研究・実践が進んでいる。

(4) 会話力：Communicate

AIは、対象の意志を通訳・翻訳することで、言語・時間・空間の制約を超えたコミュニケーションを可能とする。外国人、幼児、発達障害児などとの意思疎通を促進し、過去の偉人や大衆の意見との交流を実現できる。個人や組織の意志を汲み、会話を代行する「エージェント」の役割を果たすAIも発現し始めており、遠くない未来にAI同士がビジネス上の必要なコミュニケーションを行うことも予測されている。

国内で共働き世帯が増加する中、言語能力の獲得・育成に重要な期間である幼少期の子供を対象とした会話型AIには期待がかかる。ベネッセとソフトバンクロボティクスが共同開発した幼児向け会話型AI（「AIしまじろう」）は、ベネッセが「こどもちゃれんじ」で培った35年間の情報を基に生成AIを独自にカスタマイズし、対象年齢に合った会話テーマをAIが投げかける。AIの発話を英語に設定することや、会話内容から子供の興味や感情をAIが分析し、レポートを作成することも可能である^{注17}。

発達障害児の療育ニーズに対して療育を担当できる専門家が不足する中、発達支援における早期発見・介入においてもAI活用が進

んでいる。ルクセンブルク大学からスピンオフしたLuxAI社が開発したAI「QTrobot」は液晶ディスプレイの顔とロボットアームを備えており、表情豊かな顔と動く腕を使うことで、言語に加えて発達障害の子供にとって習得が難しい表情とボディランゲージを同時に発信する。発達障害の子供との相互コミュニケーションを通じて、社会的なコミュニケーション能力の向上を促す^{注18}。

こうした人間の表情や動きをリアルにシミュレーションするAIがカウンセリングや接客を行うことで、AIはより人間らしい役割を果たし始めている。

医薬基盤・健康・栄養研究所は診療の中で時間のかかる問診に着目し、医師の姿をしたバーチャルアバターが症状を聞き取り、治療の流れを説明する会話型システムを開発した^{注19}。楽天証券がNVIDIAのツールを用いて開発し、今後、正式提供を目指す「投資相談AIアバター」は、人間らしい仕草や口の動きをしながら、日本語の合成音声で資産運用に関する相談に回答する^{注20}。英国のロボット開発企業Engineered Arts社が開発したAI搭載型ヒューマノイドロボット「Ameca（アメカ）」は高度な会話能力に加えて人工の体（Artificial Body）を有しており、滑らかなジェスチャーと表情で多彩に感情を表現する。Amecaはすでにイベントなどで活用されており、今後、顧客フロントでのさらなる活用が見込まれる^{注21}。

AIによる会話力はBtoBの領域においても発揮され始めている。ウォルマートはサプライヤーとの調達交渉をAIチャットボットにより自動化する試行を成功させている。サプライヤー89社のうち、64%との取引が成立

し、83%がAIチャットボットとの交渉に好意的であった^{注22}。日立製作所は、保守点検の作業員と工場の機械やロボットが会話できるシステムの開発に成功しており、機械に不具合があった場合、自ら該当箇所を説明し、対応を依頼する^{注23}。米国のガートナーのシャイベンライフ氏は「今後AIは自ら情報探索し、商材を比較検討し購入する」とAI同士のコミュニケーションの発展を示唆しており、2030年にはこのマシン・カスタマー由来の売上が市場全体の15~20%を占めると予測している^{注24}。

AIはより多くの対象との会話も実現可能とし、公共分野においても萌芽が見られる。スペイン・バルセロナ市で誕生したオープンソースの参加型合意形成プラットフォーム「Decidim」ではプラットフォーム上に寄せられた意見の分析・自動収集機能の実装が目指されており^{注25}、台湾では、ホットラインに寄せられた住民からの毎月2万5000件以上の問い合わせや苦情の要約・分析を実施している^{注26}。国内においても、2024年の東京都知事選に出馬した安野たかひろ氏がSNSなどを通じて「ブロードリスニング型」で世論を収集し、リアルタイムで民意をマニフェストに反映していく取り組みを見せている^{注27}。

また、AIが時間の制約を排除した会話を可能とすることを示唆した事例として、現存する仏教聖典を機械学習し、さまざまな悩みに宗教的観点から回答する「親鸞ボット」の開発が挙げられる^{注28}。

(5) 構造化力：Model

AIは、人間の「活動」やそれによって蓄積された「知」や「経験」を構造化できる。

この知力を活用することで、AIは人間活動の一部を代替し始めており、企業や行政における大幅な業務の効率化が期待される。また、代替される業務の内容によって、組織構造そのものを変革する可能性も秘めている。

アリババはコード生成や説明、バグチェック、最適化などでプログラマーを支援するAIモデル「通義霊碼（トンリーインマー）」に社員番号を与えた^{注29}。中国発のドリンクスタンドチェーンである蜜雪冰城（ミッシュービンチェン）は、AIで生成したアバターと音声によって、ライブコマースによる販売を24時間可能としている^{注30}。

この「AIによる人間の代替」により、企業の組織構造も変革し始めている。AI導入支援やコンサルティング事業などを営むYMMD社は、社長以外の経営陣を含むすべての社員がAIという特異な組織を築いている^{注31}。中国大手のゲームソフト制作・開発会社である網龍網絡控股（ネットドラゴン・ウェブソフト）やポーランドの飲料会社Dictador社では、組織の利益を最優先した偏りのない意思決定に期待しAIをCEOに据えている^{注32}。

こうしたAIの力を活用し、人手不足の緩和を目指す動きも進んでいる。

NTTデータと日本IBMは生成AIを活用した「デジタル従業員」を提供するサービスを発表した。自動化ツールが複数存在し、それらの扱いを理解する負担が増加している現状を受け、既存の従業員の意図を十分に理解した自動化モデルを作成することで、作業支援や実作業を行える存在を目指している^{注33}。世界ではヒューマノイドロボットの実用化も始まろうとしており、Amazonは米国のスタートアップAgility Robotics社のヒューマノ

イドロボット「Digit」の導入^{注34}、BMWは米国のスタートアップFigure社の開発するヒューマノイドロボットの導入に向けた実証実験の開始を公表している^{注35}。

AIの構造化力は、対象とする範囲が広く反復的な業務に効率化の余地が比較的大きい公共分野との相性がよいと推察され、AI活用が進んでいる。自治体・政府が投稿したSNSが公文書扱いとなり、アーカイブ保存が求められている米国において、ArchiveSocial社はAIを活用し自治体・政府の投稿を自動でアーカイブするサービスを提供しており、職員が行うアーカイブ化業務の莫大な手間を削減している^{注36}。行政の会議では、逐語録の作成を求められることが多く、多言語国家ではそれを多言語翻訳し、公開する必要がある。シンガポールでは、AI自動議事録作成／多言語翻訳ツール「Transcribe」を活用し、逐語録作成業務を効率化している^{注37}。国内では東京都練馬区が、住民税賦課業務において不整合が検出された納税者のデータをインプットとして、見直すべき資料、修正方法のレコメンドをAIが実施しており、業務効率化に加えノウハウの継承を目指している^{注38}。

軍用技術の開発および研究を行う米国のDARPA（国防高等研究計画局）は、2023年に戦闘機「F-16」を改造したAI搭載の実機での空中戦のテストに成功し^{注39}、また「エージェントによる生涯学習の技術分野」＝「お互いに経験を共有する」AIシステムに関するShared-Experience Lifelong Learning (ShELL) に関する研究に投資する^{注40}など、「知」だけでなく「経験」をインプットするAIも今後拡大の余地がうかがえる。

(6) 創造力：Create

AIは膨大なインプットデータを整理し、組み合わせることで新たな「知」を生み出すことができる。その範囲は服、車、映画、音楽、法律など多岐にわたり、中には人間の力だけでは制作することが困難な、今までにないアウトプットを生み出す可能性も見いだされつつある。

中国発のEC企業であるSHEIN社は、データサイエンスとAIを駆使して消費者の好みに合わせた商品アイデアを生成し、デザインセクションに毎日自動送信することで、1日当たり約1000の新商品を市場に投入している。これは顧客ニーズを起点として商品開発を行う「C2Mモデル」（＝消費者からメーカーへ）と呼ばれ、超高速製品開発サイクルを実現するモデルとしてアパレル業界に革新をもたらしている^{注41}。

オランダのデニムブランドG-Star RAWは、AIがデザインした衣服を実際に制作しストアで展示を行う^{注42}。また本田技研工業は、英国のスタートアップStability AI社の開発した画像生成AI「Stable Diffusion」を活用し、自動車のイメージをテキストで入力することで、1週間で約1.3万枚の未来の自動車のデザイン・設計図を完成させた^{注43}。AIを活用することで、誰でもモノづくりの肝であるデザインを自分で行える時代に突入し始めたことがうかがえる。

NASAは、衛星搭載機器の設計の一部に生成AIを活用した。人間のエンジニアの既成概念を持たないAIによって、人間には到底設計不可能な、構造的性能がはるかに優れた幾何学的な機器の形状を生み出した^{注44}。またフランスの大手製薬企業Sanofi社のポー

ル・ハドソンCEOは、2023年に「AIにオールインし、人工知能を大規模に推進する最初の製薬会社」となる方針を打ち出した^{注45}。同社はmRNAをデザインできるLLMモデル「CodonBERT」を開発し、コドン（核酸の塩基配列）をインプットデータとして使用することで、従来よりも優れた性能を発揮するmRNAワクチン開発を実現している^{注46}。これらの事例は、AIによる創造は、人をも超える可能性があることを示唆している。

Ⅲ 6つの知力がもたらす 人類の飛躍に関する仮説

1 19世紀の電気、21世紀のAI

21世紀のAIは19世紀の電気と比較されることがある。AI研究の第一人者であるアンドリュー・ング氏は「100年前には電気という汎用技術が社会を変革したが、今また、AIが社会に大きな変革をもたらそうとしている。過去10年間で、AIはメールのフィルタリングからレストランのレビュー、経路検索まで多くのことに使われてきた。これからの10年間は、ChatGPTに代表される生成AIの10年になるだろう」とコメントしている^{注47}。

電気が産業革命を加速させたように、AIも前述した知力の拡張により社会のあり方を大きく変える可能性がある。AIの進化の速度は人類の進化の速度よりもはるかに速いため、歴史上かつてない飛躍をもたらす可能性も指摘されている。

2 AIを含むテクノロジーによる 人類の飛躍可能性

現時点では実現していないが、各界の有識

者はAIを含むテクノロジーの登場による人類の飛躍可能性に関する言及や仮説を示している。以下、その代表例を紹介する。

仮説1 寿命脱出

人類全体の平均寿命はがんを克服しても4年しか延びない一方、老化を遅らせると10～20年延ばせると予想されており、シリコンバレーを中心としてアンチエイジングや長寿化研究が盛り上がっている。有名な「シンギュラリティ」の概念を提唱した米国の発明家であるレイ・カーツワイル氏は、勤勉でさえあれば現代人は500歳まで生きることができると述べているほか、長寿化研究の中心的存在であるオーブリー・デ・グレイ博士は「寿命脱出」という概念を提唱している。寿命脱出とは、寿命を30年延ばす技術ができれば、その30年にさらに寿命を延伸するイノベーションが起き、ちょうど地球の重力から宇宙の無重力へと脱出したように、寿命の制約から脱出して不老不死を達成できるとするものである^{注48、49}。

こうした野望に対して、第Ⅱ章で述べたようにInsilico Medicine社やBioAge Labs社といった企業がAIを活用することで老化物質の特定や治療法の探索を行っている。そのほかにもOpenAIのサム・アルトマン氏が出資したことで話題となったRetro Biosciences社、Googleが設立したCalico社なども抗老化・長寿化研究を進めている。

仮説2 超人類と現生人類

歴史学者のユヴァル・ノア・ハラリ氏は、著書『ホモ・デウス』の中でAIを含むテクノロジーを活用し恩恵を受けた「超人類」の登

場を指摘している。AIとバイオテクノロジーによってごく一部の富裕層が超人類＝ホモ・デウスとなり、その他の大多数の人類（＝現生人類）を支配するとの仮説である^{注50}。

カギとなるバイオテクノロジー分野では、ゲノム編集技術であるCRISPR-Cas9の開発による2020年のノーベル化学賞受賞や鎌状赤血球症の遺伝子療法2種のFDA承認など、遺伝子編集が実用段階に入りつつある。タンパク質の構造分析のほかに、近年はゲノム編集の研究においてもAIが活用されている。たとえばProfluent社はAIを使って新種の遺伝子エディターを発見している^{注51}。

このような遺伝子操作やゲノム編集技術の進化は、ハリリ氏の指摘する超人類の登場に向けた萌芽と捉えることができる。

仮説3 核融合エネルギー

化石燃料が不要（＝カーボンフリー）かつCO₂排出がない（＝エミッションフリー）であることから、核融合エネルギーが近年注目されている。前述した長寿化と並び、OpenAIのサム・アルトマン氏の二大出資分野とされているのが核融合エネルギーである。出資先のヘリオン・エナジーは、2028年までに世界初の核融合発電所を開設するという計画で注目されている^{注52}。核融合発電では複雑なプラズマの制御が課題であるが、Google DeepMind社は核融合反応を制御するAIの開発研究プロジェクトをスイスプラズマセンターと共同で進めている^{注53}。

国内でも制御AIを開発するエイシングが核融合科学研究所との共同研究を開始している。同社のAIは、マイクロ秒からミリ秒で推論することができ、急速に変化するプラズ

マ挙動の予測が可能である^{注54}。核融合エネルギーは燃料1グラムで石油8トンの燃焼エネルギーに相当するとされており、実現すればエネルギー供給の制約から実質的に人類を解放することとなる。

そのほか、これまでに地球外生命体が発見されていない「フェルミのパラドックス」の説明として「AIによるグレートフィルター説」を提示する研究論文も発表されている。惑星間移動を実現するような文明は、開発したAIにより崩壊しており、そのため地球外生命体が発見されていないという仮説である^{注55}。またサウジアラビアの未来型チャーターシティ「NEOM」の構想では、AIを駆使することで自律的なサービス提供を行い、住民に対して20分以内に衣食住にかかわるあらゆるサービスの提供を目指している^{注56}。

従来であればSFの世界と捉えられていたことが、AIにより現実味を帯びてきた。むしろ、今後の人類の飛躍にはAIがカギとなることが示唆されている。

Ⅳ AIにとっての4つの キーリソース ——データ、半導体、電気、水

1 AIにとっての 4つのキーリソース

これまで、事例と人類の飛躍の可能性について述べてきたが、AIは制約なく機能するわけではない。6つの知力の拡張とそれに伴う人類の飛躍には、前提となるキーリソースが存在する。具体的には、①学習データ、②半導体、③処理に必要な電力、④半導体製造やデータセンターの冷却に必要となる水、の

4つが知力発揮に不可欠となる。

(1) 学習データ

人類がこれまで書いた本は約1.6億タイトルに上るといわれている。AIは学習に当たり、書籍などの言語データを活用していることはよく知られているが、逆にいうと、データが枯渇するとAIが学習する対象がなくなり、進化が難しくなるという側面もある。早くもその懸念が指摘されており、2023年の国連のAIサミットで、AI研究の権威であるスチュアート・ラッセル教授が「2026年問題」を指摘した。LLM（ラージ・ランゲージ・モデル）の学習に必要な高品質なデータは2026年頃に枯渇し、AI開発の進歩が減速する要因となると警鐘を鳴らしたのである^{注57}。

これに対して、従来のLLMではないモデルの登場が一つの解決策となっている。たとえば、学習に必要なデータ量や計算リソースが従来比で少ないSLM（スモール・ランゲージ・モデル）や、言語だけでなく画像・音声・行動などマルチモーダルな入力処理を行うLAM（ラージ・アクション・モデル）などが登場している。また、人間が作成した「天然」データに対して、AIが作成した「合成」データの活用によるモデル開発も進んでいる。

学習データは不可欠であるため、インプットはテキストだけではなく、人間の行動やデバイスから取得されるアクションデータ、さらにはAIが作成した合成データを活用する動きが今後広がっていくだろう。

(2) 半導体

次にインプットした学習データの演算に不可欠となるのが半導体である。自動車、デー

タセンター、産業用エレクトロニクス、家電や通信機器といったあらゆる用途で半導体は使用されるため、世界の半導体市場は2023年の5472億ドルから2032年には1兆3077億ドルに達し、CAGR（年平均成長率）8.8%で成長すると予測されている。

一例として自動車1台当たりに必要な半導体コストを挙げると、自動車技術協会（SAE）レベル1の内燃機関車の半導体コストは1台当たり約500ドルであるが、SAEレベル4の電気自動車では2030年までに約4000ドルと8倍に上昇する可能性が指摘されている^{注58}。

それに伴い、ここ数年は半導体関連銘柄が資本市場で注目されていることは周知のとおりである。主要企業の2024年の年初来騰落率を見ると、AI向け半導体で世界シェア約8割といわれるNVIDIAは約157%（2024年10月7日時点^{注59}）となっている。さらにNVIDIAのGPUを搭載したサーバーを提供するSuper Micro Computer社の騰落率は一時約200%となった（2024年7月11日時点^{注60}）。

また、高性能GPUは国家安全保障上も重要な資源となっていることが米中関係からもうかがえる。たとえば米国は、中国に対して高性能GPUの輸出制限をかけているため、中国企業はAI開発に不可欠なGPUの入手が困難となっている。ただし中国企業は「高性能GPUをレンタル」することで、実質的に恩恵を得ていると指摘されている。TikTokを運営するバイトダンスはオラクルのクラウドを介してNVIDIAのチップ「H100」を搭載したサーバーを利用することで規制を回避している^{注61}。このように、半導体はAI開発および国家間の競争においても戦略的に重要なキーリソースとなっている。

(3) 電気

日本ではあまり知られていないが米国では前述の半導体企業以上に資本市場から期待されている企業がある。米国最大規模の発電会社であるVistra Corpの2024年の年初来騰落率は約268%（2024年10月7日時点^{注59}）と前述のNVIDIAを上回る。AIの計算能力は100日ごとに倍増しているという推定もあるが、それに伴い電力需要も増大していることから期待が集まっている。

生成AIが注目を集める2023年以前から脱炭素と電力シフトは世界的なメガトレンドであったが、AIの普及に伴うさらなる電力需要増が予測されている。たとえば米国での電力需要は2023～2030年の間に年平均で2.8%増加する（2013～2023年の増加率が0.4%）とバンク・オブ・アメリカが予測している^{注62}。日本においてもデータセンターを新設する企業が相次ぎ、2050年には4割増えると予測されている^{注63}。

こういった背景からテック企業と電力関連企業の距離感も近くなってきている。2024年3月にTalen Energy社は原子力発電所に隣接するデータセンターをAmazon Web Servicesに売却すると発表した。同社はこれにより、脱炭素に配慮した原発由来の電力を確保する。また、次世代原発を手がけるOklo社は2024年5月に上場した。同社の会長を務めるのがOpenAIのサム・アルトマン氏であり、AIの発展には「エネルギーの革新が必要だ。それが核融合へのさらなる投資動機になる」と語っている^{注62}。

有識者らが電気とAIを対比して指摘することが多い点に言及したが、産業革命の立役者となった電気はAIによって再び立役者と

なる可能性が高い。

(4) 水

半導体生産量と電気使用量の増加に伴い、需要が拡大しているのが水である。水は半導体の製造過程で不可欠な超純水とデータセンターの冷却水との2つの観点で重要となる。

台湾積体回路製造（TSMC）の熊本進出は記憶に新しいが、進出の決め手となったのが豊富な水資源である。半導体はチップ内のシリコンウエハーの洗浄や、クリーンな製造環境の維持に大量の超純水を使用する。世界の半導体製造用超純水市場は2024～2030年にCAGR7.9%で成長し、2030年に約27.1億米ドル規模と予測されている^{注64}。BNPパリバによると世界の半導体業界は、毎年推定120万メガリットルの水を使用している^{注65}。これは世界の石油生産量の約4分の1の体積、エベレストの約2分の1の概算体積に相当する。

2022年にGoogleのデータセンター約20カ所が消費した水量は、1日当たりで5300万リットル、米国民約17.5万人分の消費量に相当する。データセンターの冷却市場規模は2024～2032年にCAGR12.1%で成長し、2032年に約423億米ドル規模と予測されている^{注66}。データセンターが建設されると、その周辺地域の産業水の一部を消費することに加え冷却水の大半は蒸発してしまうため、建設時には地域住民から反発に遭うことも多い。たとえば、Googleがウルグアイでデータセンター建設を計画した際にも反発を受けた。ウルグアイでは干ばつが深刻になってきており、一部地域では塩分を含む水を給水せざるを得ない状況から、市民は塩辛い水を使っている時期もあった^{注67}。このように気候変動によって

水資源に対する需給が逼迫するケースもあり、「水」はAIの普及を左右する要因として益々重要となるといえる。

2 人間とAI

データ、半導体、電気、水はAIに必要不可欠であるが、この点は人類とも共通するところがある。人間は食事を摂り、水を飲み、さまざまな経験をして学び成長・進化してきた。言い換えると人間の脳、カロリー、水分、経験と学習が知力発揮に不可欠であるが、AIは半導体（＝脳）、電力（＝カロリー）、超純水や冷却水（＝水）、データ（＝経験と学習）が知力発揮に不可欠となっている。

これらのキーリソースはAI普及の供給側の前提となるが、加えて普及を左右する需要側の要因も指摘しておきたい。AI研究をリードしている北海道大学 人間知×脳×AI研究教育センターのセンター長である田口教授、飯塚准教授、宮原准教授にヒアリングを行ったところ、社会的なレベルで考えた際にヒューマンファクター（＝人間側の受容性）がAIの浸透を左右すると指摘していた。

現時点ではChatGPTを日常的に利用している人は限定的であり、また、AIに対して「職を奪われる」といった漠然とした懸念や不安感、抵抗感もあろう。たとえば野村総合研究所（NRI）が実施しているアンケート調査によると、ChatGPTの利用率は2024年9月時点で約20.4%となっている^{注68}。裏を返すと、現状では約8割は未利用者である。また利用者であっても、「回答の不正確」や「自分で考えなくなる」といった懸念を挙げるなど慎重な側面を見せており、最終的に社

会に広く浸透するには人間の受容性がカギとなる。

3 まとめ：AI時代の事業機会

AIはバーチャルな世界での存在感が注目されることが多いが、特に4つのキーリソースはフィジカルな世界と密接に関係しているものである。世界では米中のビッグテックによるAI開発が目を引くが、AIの普及の裏にはフィジカルな面での設備投資が不可欠である。そのため、一見AIから遠い事業領域を有する国内産業にとっても事業機会となることが期待される。産業関連の観点では、AIの今後の普及に伴い、データ・半導体・電気・水といったキーリソースの需要増は、製造装置、発電・エネルギー、水処理・素材などの関連設備産業での事業機会にもつながるため、各社とも注目する価値がある。

また20世紀に起きた電気の普及の歴史を振り返ると、補完的イノベーションが大きな役割を果たしたことが分かる。工場の電化は、それだけでは生産性上昇につながらなかった。モーターやベルトコンベヤーといった補完的イノベーションを導入したことで、工場の生産性は大きく上昇し、電気が持つポテンシャルを開花させたのである。

AIについても同じことがいえるだろう。AIだけ企業に導入しても生産性の上昇はたかが知れているが、「AI時代のベルトコンベヤー」のような補完的イノベーションが登場することで、そのポテンシャルを最大まで開花させることができるのではないか。つまり、AIのポテンシャルをフル活用させるような補完的イノベーションとなる製品・サービスにも大いなる事業機会がある。

AIは知力を拡張するのであるから、「知的作業をつなげるベルトコンベヤー」的ソフトウェアがその役割を果たすかもしれない。今後の動向に注目したい。

注

- 1 PR TIMES「漏水リスク管理業務システム『天地人コンパス 宇宙水道局』を提供するJAXAベンチャー天地人が東京都水道局と契約」(2024/6/12)
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000128.000045963.html>
- 2 SORA Technology社事業案内（マラリア対策事業）
<https://sora-technology.com/business/malaria/>
- 3 VIVA TECHNOLOGY 2024内の講演「Build the future with VivaTech Partners—Future of Geospatial in insurance by AXA」(2024/5/22)
- 4 NHK クローズアップ現代取材ノート「アメリカの“AI医療”開発の最前線」(2024/2/6)
<https://www.nhk.or.jp/minplus/0121/topic055.html>
- 5 日経クロステック「Google DeepMindのAlphaFold3、3人の研究者が語る創薬へのインパクト」(2024/6/10)
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/09394/>
- 6 Kratid AI use cases
<https://www.kratid.ee/en/ai-use-cases>
- 7 CNN「ベスビオ火山噴火で炭化した巻物、文章を初めて解説 断層撮影やAI駆使」(2024/2/8)
<https://www.cnn.co.jp/fringe/35215020.html>
- 8 VIVA TECHNOLOGY 2024内の講演「Tech demos—Art & Culture.ai」(2024/5/22)
- 9 NAD+ Aging Science「Harvard and MIT Discover New Anti-Aging Drugs Using AI」(2023/5/9)
<https://www.nad.com/news/new-anti-aging-drugs-artificial-intelligence-harvard-mit>
- 10 Insilico Medicine社「Dual-purpose therapeutic targets predicted using AI」(2022/3/29)
<https://insilico.com/dual-purposetherapeuticartargetspredictedusingai>
- 11 NHK Web特集「『AI兵器』の衝撃 “機械は犠牲を理解できず”暗い未来の不安」(2024/5/10)
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240510/k10014445851000.html>
- GZERO「Israel's Lavender: What could go wrong when AI is used in military operations?」(2024/4/10)
<https://www.gzeromedia.com/gzero-ai/gzero-ai-video/israels-lavender-what-could-go-wrong-when-ai-is-used-in-military-operations-gzero-ai>
- 12 VIVA TECHNOLOGY 2024内のPrimaa社による講演 (2024/5/22)
- 13 AXIS Web「個別最適化した問題を出すAI型教材『Qubena』小・中学校向け5教科対応版を提供」(2021/4/19)
<https://www.axismag.jp/posts/2021/04/363814.html>
- 14 YourArt
<https://www.yourart.art/en>
- 15 PR TIMES「『airCloset』がAIパーソナライズショッピング機能の提供を開始 オンラインスタイリングで蓄積したデータを活用した、史上初のパーソナルレコメンドAIを自社開発」(2022/6/8)
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000177.000011623.html>
- 16 Management and Business Review
Singapore's AI Applications in the Public Sector: Six Examples (2023/10/11)
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4599495
- 17 PR TIMES「ベネッセ『こどもちゃれんじ』×ソフトバンクロボティクス 生成AI搭載 幼児向け会話型サービスAI『しまじろう』を共同開発」(2024/2/27)
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/0000001244.000000120.html>
- 18 UNITE.AI「QTrobotが自閉症の子供たちに教

- 育活動の参加を奨励」(2021/3/31)
<https://www.unite.ai/ja/qtrobot-encourages-children-with-autism-to-engage-in-educational-activities/>
- 19 NHKWeb「大阪の研究機関など 生成AI活用の“問診”システム開発へ」(2024/3/7)
<https://www3.nhk.or.jp/kansai-news/20240307/2000082538.html>
- 20 日経クロステック「楽天証券の『投資相談AIアバター』、金融用語を聞き分けて発音できる秘密」(2024/3/18)
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/09037/>
- 21 fabcross for エンジニア「人間のような多様な感情表現も——ヒューマノイドロボット『Ameca』」(2022/1/13)
https://engineer.fabcross.jp/archeive/220113_ameca.html
- 22 Harvard Business Review「How Walmart Automated Supplier Negotiations」(2022/11/8)
<https://hbr.org/2022/11/how-walmart-automated-supplier-negotiations>
- 23 日本経済新聞「日立、生成AIで『話す』機械」(2024/3/27)
- 24 EnterprizeZine「生成AI時代の顧客理解『マシン・カスタマー』とは何か? : 機械が顧客のように行動し収益をもたらす」(2023/12/12)
<https://enterpriseline.jp/article/detail/18877>
- 25 国土交通省「国土交通白書2023」コラム デジタルプラットフォームを活用したまちづくり
<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r04/hakusho/r05/html/n1123c03.html>
- 26 DIGITAL BCG「市民の苦情分析から答弁案作成まで——生成AIが挑む行政改革」(2023/6/23)
<https://digitalbcgjapan.com/reports/detail/basics-of-generative-ai-public-sector>
- 27 安野たかひろWebサイト
<https://takahiroanno.com/directvote>
- 28 京都大学「仏教対話AIの多様化に成功——親鸞ロボットと菩薩ロボットの増産」(2023/9/12)
<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/>
- 2023-09-12-0
- 29 深圳商报
<https://m.dutenews.com/n/article/8083726>
- 30 マイナビエージェント「中国で生成AIはどうなっている!? ビジネスへの活用状況など最新情報を解説」(2024/11/18)
<https://mynavi-agent.jp/dainishinsotsu/canvas/2023/06/post-1026.html>
- 31 YMMD社
<https://ymmd-ai.co.jp/archives/921>
- 32 BUSINESS INSIDER「A video game made a bot the CEO and its stock climbed」(2023/3/15)
<https://www.businessinsider.com/video-game-company-made-bot-its-ceo-stock-climbed-2023-3?r=US&IR=T>
BUSINESS INSIDER「AI搭載のロボットCEOは年中無休…『利益を再周旋した偏りのない選択をする』」(2023/9/25)
<https://www.businessinsider.jp/post-275518>
- 33 NTT DATA報道発表「保険業界向けにAIを活用した仮想知的デジタル・ワーカー『デジタル従業員』の共創へ——2030年の保険オペレーションモデルの実現に向けIBM watsonx Orchestrateを活用」(2023/12/11)
<https://www.nttdata.com/global/ja/news/release/2023/121100/>
- 34 Amazon「Amazon announces 2 new ways it's using robots to assist employees and deliver for customers」(2023/10/18)
<https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-introduces-new-robotics-solutions>
- 35 日経クロステック「BMW、人型ロボットによる自動車の生産をテスト中」
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/24/01368/> (2024/8/20)
- 36 FEDSCOOP「National Archives discloses planned AI uses for record management」(2023/8/25)
<https://fedscoop.com/national-archives-plans-ai-record-management/>
- 37 Singapore Government Developer Portal

- <https://www.developer.tech.gov.sg/products/categories/productivity-tools/transcribe/overview.html>
- 38 練馬区プレスリリース「住民税業務へのAI導入実証の結果報告」(2020/10/2)
<https://www.city.nerima.tokyo.jp/kusei/koho/hodo/r2/r210/20201002-01.files/20201002.pdf>
- 39 IT media NEWS「DARPA、AI搭載戦闘機でのドッグファイトテストに成功」(2023/2/15)
<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2302/15/news075.html>
- 40 Aurora「Aurora Awarded DARPA Contract for Shared-Experience Lifelong Learning (ShELL)」(2021/11/19)
<https://www.aurora.aero/2021/11/19/aurora-awarded-darpa-contract-for-shared-experience-lifelong-learning-shell/>
- 41 bitkom academie「Customer-to-Manufacturer – ein innovatives Geschäftsmodell」
<https://bitkom-akademie.de/news/customer-manufacturer-ein-innovatives-geschaeftsmodell>
- 42 G-STAR RAW「G-STAR初のAIデザインによるデニムクチュール作品」(2023/4/7)
https://www.g-star.com/ja_jp/stories/art/artificial-intelligence-fashion?srsId=AfmBOo6Bu4CicKnOgHmhlTKkbk5H8t-5X1yhoJVVYfRYZyLkyTPpDAA
- 43 AdverTimes「ホンダ、生成AIでユーザーの『夢の設計図』を描くプログラム公開」(2023/11/15)
<https://www.advertimes.com/20231114/article439475/>
- 44 Autodesk「NASAがジェネレーティブデザインによる『進化した構造』で挑む新たな宇宙ミッション」(2023/8/1)
<https://www.autodesk.com/jp/design-make/articles/nasa-evolved-structures-jp>
- 45 Sanofi社 プレスリリース「Sanofi “all in” on artificial intelligence and data science to speed breakthroughs for patients」(2023/6/13)
<https://www.sanofi.com/en/media-room/press-releases/2023/2023-06-13-12-00-00-2687072>
- 46 bioRxiv「CodonBERT: Large Language Models for mRNA design and optimization」(2023/9/9)
<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2023.09.09.556981v1>
- 47 日経BizGate「生成AI、電気のように社会変革 アンドリュー・ング氏——NIKKEI生成AIコンソーシアム第1回会合 講演から」(2023/8/16)
<https://bizgate.nikkei.com/article/DGXZQOLM0721T007082023000000>
- 48 日本経済新聞「人類の寿命『500歳も可能』米発明家カーツワイル氏」(2024/3/11)
- 49 The Asahi Shimbun GLOBE+「アンチエイジングのスタートアップ、西海岸で急増 不老不死の時代は近づいたか」(2018/10/10)
<https://globe.asahi.com/article/11862297>
- 50 NHKWeb「『サピエンス全史』の著者が警告するAIと情報の未来」(2024/8/27)
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240827/k10014559741000.html>
- 51 AT PARTNERS「AIスタートアップProfluentがLLMとCRISPRを組み合わせ、オープンソースのAI遺伝子編集プロジェクトを開始」(2024/4/25)
<https://www.atpartners.co.jp/ja/news/2024-04-25-ai-startup-profluent-combines-llm-and-crispr-to-launch-open-source-ai-gene-editing-project>
- 52 Bloomberg「アルトマン氏出資の核融合ベンチャーに不安、『究極の理想』実現可能か」(2024/7/19)
<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2024-07-19/SGU8TCT0AFB400>
- 53 WIRED.jp「核融合発電の実用化を加速させる？ DeepMindが開発した『プラズマを制御するAI』が秘めた可能性」(2022/3/22)
<https://wired.jp/article/deepmind-ai-nuclear-fusion/>
- 54 MONOist「核融合炉心プラズマの制御にエンドポイントAIを活用、応答速度1ms以下に対応」(2023/8/9)
<https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2308/>

- 09/news109.html
- 55 ScienceDirect 「Is artificial intelligence the great filter that makes advanced technical civilisations rare in the universe?」 (2024/ 6)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576524001772>
- 56 NEOM
<https://www.neom.com/ja-jp/regions/theline>
- 57 yahoo!ニュース 「『AIの学習データが底をつく』 '2026年問題'の衝撃度とその対策とは?」 (2023/ 7 /24)
<https://news.yahoo.co.jp/expert/articles/420af7bec34cf8b18f9ec121bf3e8647b8c422e4>
- 58 Market.us 「Semiconductor Market To Cross 1 Trillion By 2030」 (2024/ 6 /18)
- 59 FINBOLD 「This stock has outperformed NVIDIA by 100% in 2024」 (2024/10/ 7)
<https://finbold.com/this-stock-has-outperformed-NVIDIA-by-100-in-2024/>
- 60 The Moteley Fool 「Surprise! The Top Year-to-Date Performer In the S&P 500 Isn't Nvidia. Can This Company Keep It Up?」 (2024/ 7 /11)
<https://www.fool.com/investing/2024/07/11/surprise-the-top-year-to-date-performer-in-the-sp/>
- 61 GIGAZINE 「TikTokはNVIDIAのGPUをクラウドでレンタルして制裁を回避している、中国企業の常とう手段か」 (2024/ 6 / 7)
<https://gigazine.net/news/20240607-tiktok-bytedance-NVIDIA-loopholes/>
- 62 QUICK Money World 「『電動化』で米原発株が大幅高 AIとEVで電力需要が拡大」 (2024/ 6 / 6)
https://moneyworld.jp/news/05_00129835_news
- 63 日本経済新聞 「電力消費、2050年に4割増 生成AI普及で『想定外』」 (2024/ 4 /11)
- 64 グローバルインフォメーション 市場調査レポート 「半導体製造用超純水の世界市場、実績と予測 (2019年～2030年)」 (2024/ 4 / 2)
- 65 BNPパリバ・アセットマネジメント 情報提供用資料「半導体業界における水不足の解消」
- 66 Fortune Business Insights 「データセンター冷却市場規模、シェアおよび業界分析、製品別、データセンタータイプ別、冷却技術別、業界別および地域別の予測、2024～2032年」 (2024/ 11/25)
- 67 Reuters 「AI基盤のデータセンター、『水の浪費』と中南米住民が反旗」 (2023/10/ 1)
<https://jp.reuters.com/world/environment/6LCDSJPDYDJKANBSSSPA4TB7FNE-2023-10-01/>
- 68 野村総合研究所 ナレッジ・インサイト 「日本のChatGPT利用動向 (2024年9月時点)」

著者

土橋和成 (つちはしかずしげ)

野村総合研究所 (NRI) ヘルスケア・サービスコンサルティング部消費財・小売グループチーフコンサルタント

専門はBtoC領域を中心とした経営計画策定、戦略立案、DX推進支援など

吉田 涼 (よしだりょう)

野村総合研究所 (NRI) ヘルスケア・サービスコンサルティング部ヘルスケアグループシニアコンサルタント

専門は流通、ヘルスケア領域を中心とした経営計画策定、事業戦略立案など

向井 暉 (むかいあきら)

野村総合研究所 (NRI) ヘルスケア・サービスコンサルティング部消費財・小売グループアソシエイト
専門は消費財、ヘルスケア領域を中心とした新規事業立案支援、事業戦略立案など

森 健 (もりたけし)

野村総合研究所 (NRI) デジタル社会・経済研究室長
専門はデジタル技術と経済社会の相互依存関係の研究