

技術の発展は、人間の能力を拡張し、できることを強化してきた。人間等の知的活動をコンピュータにより再現する人工知能（Artificial Intelligence：AI）は、70年以上の開発の歴史のなかで進化を続け、企業活動、国民生活に浸透しつつある。特に2022年頃から急速に普及した生成AIは、その進化の飛躍的な例と言える。生成AIは、人間のように文章や画像を生成し、多岐にわたるタスクを自律的にこなすことができる革新的な技術である。これにより、広告やマーケティング、コンテンツ制作をはじめ様々なビジネスにおいて大きな変革がもたらされている。我々の生活においても、自然言語による対話インターフェースがますます普及し、スマートスピーカーやチャットボットが私たちの日常に溶け込み、生活を大きく変えている。また、AIはXR（拡張現実）、ロボティクス等の他の技術・サービスと組み合わせられることで、より一層の発展が期待されている。例えば、生成AIを用いたXR技術により、臨場感のある仮想空間を提供することで、教育やエンターテインメントの分野で新たな価値体験を生み出している。また、AIを搭載したロボットが、製造業から介護など様々な分野で活躍し、作業の自動化や人々の生活の支援に貢献している。

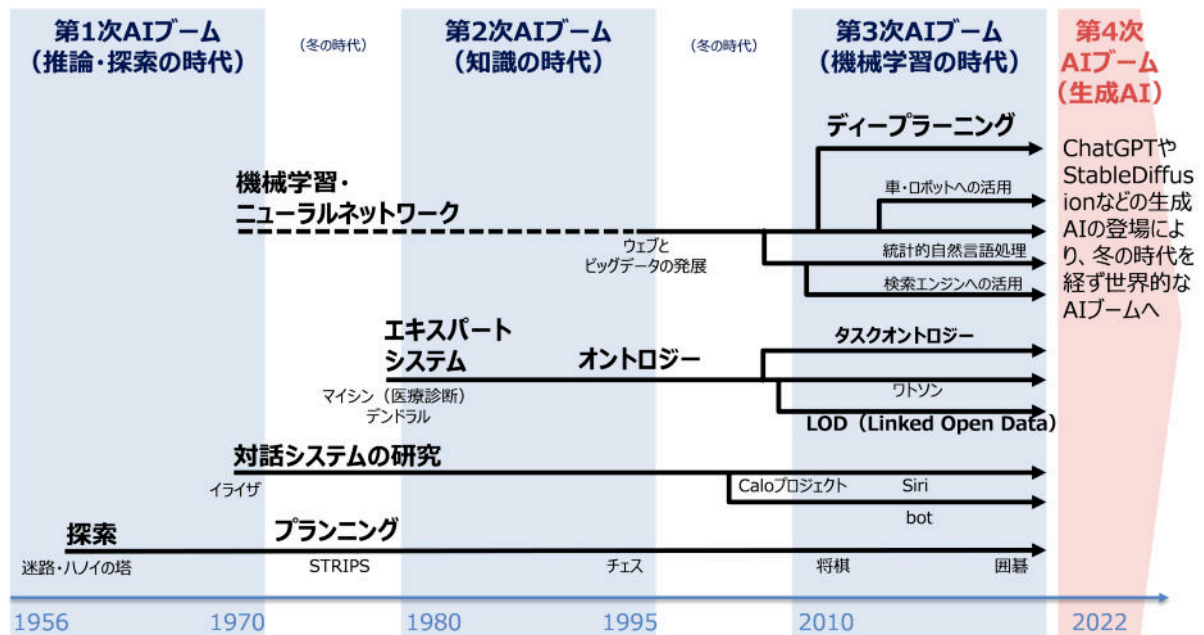
こうしたAI、XR等情報通信技術（ICT）・デジタルを利用したテクノロジー（以下「デジタルテクノロジー」という。）は、この先さらに私たちの社会・経済活動を変革していくと期待されている。一方で、こうした技術の進化には課題やリスクも伴う。生成AIの急速な進化は、同時にプライバシー侵害やデータの流出、偽・誤情報の流通・拡散といったリスクを生じさせ、世界的に規制・ルールの議論が進められている。生成AIはじめデジタルテクノロジーの可能性・リスクがこれまでになく注目されている今、課題・リスクに対処しながら、デジタルテクノロジーの開発・活用を進め、企業活動・国民生活といった社会全体の利益に資する取組が必要とされている。こうした認識のもと、令和6年版情報通信白書では、特集テーマとしてデジタルテクノロジーの変遷、現状と課題、今後の展望を概観した上で、デジタルテクノロジーと“共に生きていく”ために必要な取組を取り上げている。

第1節 AI進展の経緯と生成AIのインパクト

1 AI進展の経緯

AI（人工知能）の歴史は1950年代から始まり、何度かブームと冬の時代を繰り返してきた。探索・推論から始まった第1次AIブームは、音声認識等が組み込まれた第2次AIブームを経て、第3次AIブームとしてディープラーニング（深層学習）をはじめとした革新的な技術が登場し、社会で実用され得るAIが開発されて社会に浸透していった。2022年頃からの生成AIの急速な普及により、現在は第4次AIブームに入ったとも言われている（図表I-3-1-1）。

図表 I-3-1-1 人工知能・ビッグデータ技術の俯瞰図



① 第1～3次AIブームと冬の時代

ア 第1次AIブーム（1950年代後半～1960年代）：推論・探索の時代

AIという言葉は、1956年に開催されたダートマス会議にて、アメリカの大学教授であったJ. McCarthyにより提唱された。人工知能の概念が確立し、科学者たちにAIという言葉が認知されるようになり、「推論」と「探索」の研究を中心に1960年代からAIの研究開発が活発化した。「推論」は、人間の思考過程を記号で表現し実行するもの、「探索」は、目的達成のために手順や選択肢を調べ、最適な解決策を見つけ出すもので、解くべき問題をコンピュータに適した形で記述し、探索木などの手法によって解を提示するものである。しかしながら、コンピュータの性能面で計算能力やデータ処理には限界があり、人間の知能のモデル化が困難であったため、当時のAIは「トイ・プロブレム」と呼ばれる簡単なパズルや迷路のような問題しか解くことができず、その実用化には課題があり、次第に冬の時代を迎えた。

イ 第2次AIブーム（1980年代から1990年代）：知識の時代

1980年代には、コンピュータの高性能化が進み、エキスパートシステム^{*1}の登場により、各国でAIの研究開発が再び活発化した。ただし、コンピュータに学習させるデータ量が膨大であったため、当時のコンピュータの性能では処理ができず、専門家の知識の一部を模倣するに留まり、複雑な問題への対処ができないなどの課題があった。さらに、学習データを人間の手でコンピュータが理解できるように記述する必要があるため、大変な労力を必要とした。そのため、AIの研究は再び冬の時代を迎えた。

ウ 第3次AIブーム（2000年代～）：機械学習の時代

1990年代にウェブサイトが公開され、2000年代に入ると家庭向けにもネットワークが普及し

^{*1} エキスパートシステム：特定の問題に対して専門知識を持ち専門家のように事象の推論や判断ができるようになったコンピューターシステム。

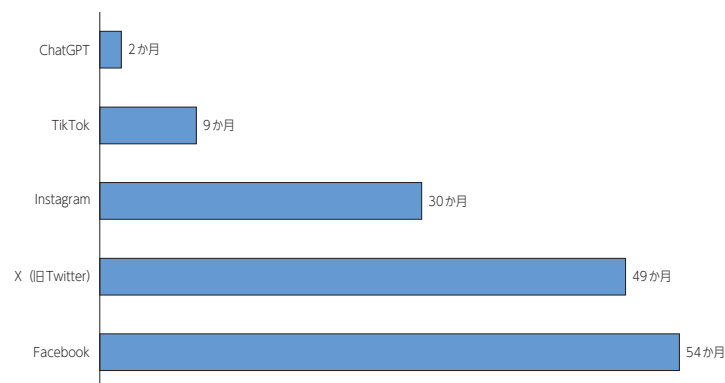
はじめ、データ流通量が飛躍的に増加し、研究に使用できるデータを大量に入手することができるようになった。さらに、コンピュータの演算処理能力が向上したことにより、膨大な情報（ビッグデータ）の処理が可能となったことが大きな要因となり、機械学習が進化し、今日に至る第3次 AI ブームを迎えた^{*2}。機械学習の手法の1つであるディープラーニング（深層学習）は、AI のプログラムに人間の脳の仕組みをシミュレートさせるニューラルネットワークという考え方を発展させた技術である。ディープラーニングにより、画像認識や自然言語処理、シミュレーションなどができるようになり、カメラの画像から人間の顔を識別することや、ロボットの自律運転の最適化などへの活用が広がった^{*3*4}。

2 生成AIのインパクト

1 生成AIの急速な進化と普及

ディープラーニングの基盤技術により、AI の性能が飛躍的に向上したことで、様々なコンテンツを生成できるAI が誕生した。「生成AI」は、テキスト、画像、音声などを自律的に生成できるAI 技術の総称であり、2022年のOpenAI による対話型AI “ChatGPT” の発表を契機に、特に注目された分野である。ChatGPT は、わずか5日で100万ユーザーを獲得し、さらに公開から2か月後にはユーザー数が1億人を突破するという、これまでのオンラインサービスなどと比較しても驚異的なスピードでユーザー数が拡大している（図表 I-3-1-2）。OpenAI 以外にも、大手企業からスタートアップ企業まで多くの企業が生成AI の開発を発表し、世界的な開発競争が起こっている。

図表 I-3-1-2 各種サービスにおける1億ユーザー達成までにかかった期間

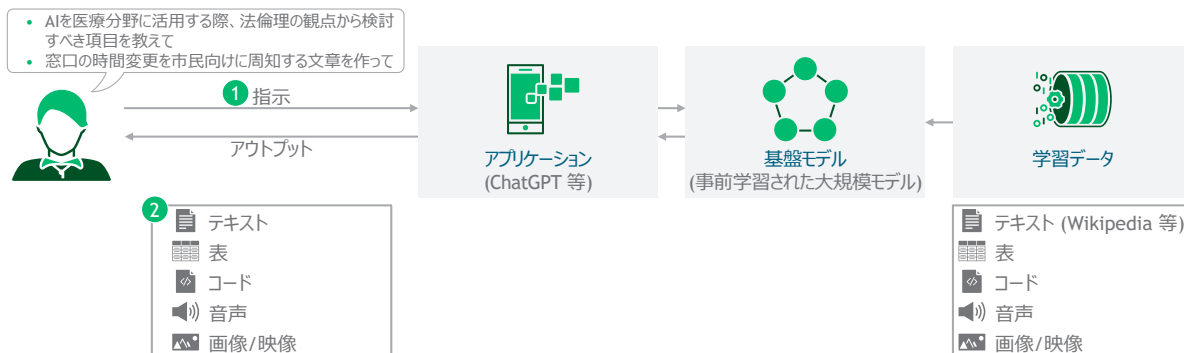


（出典）Reuters等を基に作成

生成AI は、ユーザー側の調整やスキルなしに自然な言語で指示を出すだけで容易に活用できるものであり、テキスト、画像、映像等の多様な形式（マルチモーダル）のアウトプットが取得できるものである（図表 I-3-1-3）（図表 I-3-1-4）。

^{*2} 亀田健司、「第三次人工知能ブームはなぜ起きたのか（第1回）第三次人工知能ブームを起こした3つの波」、『BIZ DRIVE』2018年2月28日、NTT 東日本、<<https://business.ntt-east.co.jp/bizdrive/column/dr00074-001.html>>（2024/3/22 参照）
^{*3} 亀田健司、「第三次人工知能ブームはなぜ起きたのか（第3回）人工知能の常識を変えたディープラーニングとは何か」、『BIZ DRIVE』2018年4月16日、NTT 東日本、<<https://business.ntt-east.co.jp/bizdrive/column/dr00074-003.html>>（2024/3/22 参照）
^{*4} NTT 東日本、「ディープラーニング入門」仕組みやできることから導入の流れまで解説」2022年8月3日、<<https://business.ntt-east.co.jp/content/cloudsolution/column-306.html>>（2024/3/22 参照）

図表 I-3-1-3 生成 AI の概要



- ① 自然な言語で簡単に指示が出せる (ユーザー側での調整や学習なしに汎用的な活用が可能)
- ② 様々な形式のアウトプットを取得できる (テキスト/表/コード/音声/画像/映像)

(出典) ポストン コンサルティング グループ Bommasani et al. "On the Opportunities and Risks of Foundation Models," Center for Research on Foundation Models, 2021 を基に分析

図表 I-3-1-4 主な生成 AI サービスの種類と機能

主なサービス	できること
言語生成 AI	
ChatGPT/GPT-4 (OpenAI) Bard (Google) Bing Chat (Microsoft) Copilot (Microsoft)	<ul style="list-style-type: none"> ・質問、要約、計算、言い換え、翻訳、知識発見等 ・検索と組み合わせた対話的な文章生成 ・プログラミングの補助 等
動画生成 AI	
StableDiffusion Midjourney Adobe Firefly Gen-2	<ul style="list-style-type: none"> ・画像生成、画像の一部編集、画像の自動彩色、線画抽出 ・動画生成
音生成 AI	
MusicGen Synthesizer V So-Vits-SVC	<ul style="list-style-type: none"> ・音楽、効果音の生成 ・歌声生成 ・声の変換、声の言語変換
その他	
—	<ul style="list-style-type: none"> ・3Dオブジェクトの生成 ・分子構造の生成 等

(出典) 各種公開資料を基に作成

このブームの背景として、複数の要因が挙げられる。まず、ディープラーニング（深層学習）やトランスフォーマーモデルの開発・大規模化により、自然言語処理や画像生成などのタスクにおけるモデルの精度が飛躍的に向上した。そして、膨大な量のデータを用いてトレーニングされ、様々なタスクに適用可能な知識を獲得した基盤モデル（Foundation Model）や大規模言語モデル（LLM）の登場により、新たなタスクに対応するためにモデルを再トレーニングする必要がなくなり、開発や利用が大幅に容易化されるとともに、AIがより複雑なタスクをこなせるようになり、その有用性が広く認知された。さらに、クラウドコンピューティングの発展やGPU^{*5}の進化により計算資源が拡充されるとともにソースコードの公開（オープンソース化）によりAIの開発や利用が一般の開発者や企業にも開かれ、より広範な分野での活用が可能になったことも一因と言える。また、使いやすいユーザーインターフェース（UI）、API（Application Programming Interface）による提供が行われたことで、AIとの対話がより身近なものとなり、AIを利用して情

*5 Graphics Processing Unit。元々グラフィックス処理用に開発されたプロセッサだが、高い並列処理能力によりAIの深層学習のような大規模な計算処理を行うのに適している。

報を取得したり、タスクを実行したりする際に、より直感的で使いやすい方法を享受できるようになった。高い汎用性・マルチモーダル機能を通じて AI が単一のタスクに限定されず、様々なデータ形式や入力に対応し、多様なタスクを同時に処理できるようになったことで、その有用性が一層高まった。また、人間の意図・価値観に合わせて AI を振る舞わせる仕組み（いわゆる AI アライメント）の取組が進んだことも挙げられる。AI が人間と協調して働く環境が整い、多くの業界で AI の導入が促進された^{*6*7}（図表 I-3-1-5）。

図表 I-3-1-5 生成 AI ブームにある技術的要因

要因	解説
大規模言語モデル・基盤モデルの登場	人間の言語を理解し生成する能力を持つモデル。大量のテキストデータから学習し、自然なテキスト生成が可能。
オープンソース化	ソースコードが公開されており、誰でも無料でアクセス、使用、改良が可能。技術の普及とイノベーションを促進。
ユーザーインターフェース（UI）	直感的で使いやすいインターフェースを提供し、非技術者でも AI ツールを容易に操作できるように設計されている。
API による提供	プログラミングインターフェースを通じて AI 機能を他のアプリケーションに組み込みやすくする。多様な開発が可能。
高い汎用性・マルチモーダル機能	テキストだけでなく、画像や音声など複数のモードを扱う能力。様々なタイプのデータを処理・生成できる。

（出典）各種公開資料を基に作成

2 生成 AI による経済効果

生成 AI の登場により、我々の知的活動は大きく影響を受け、従来 AI が適用しづらかった業務領域も含めて、コンテンツ制作、カスタマーサポート、建設分野等様々な業務領域での業務の変革が可能となる。「生成 AI の出現は、恐らく人類史上有数の革命といっても過言ではない。企業がセキュリティ上のリスクを恐れて活用しないことこそが最大のリスクであり、むしろ自社が次の時代の生成 AI ファースト企業になるつもりで AI 活用を進めていくべき」とも言われている^{*8}。

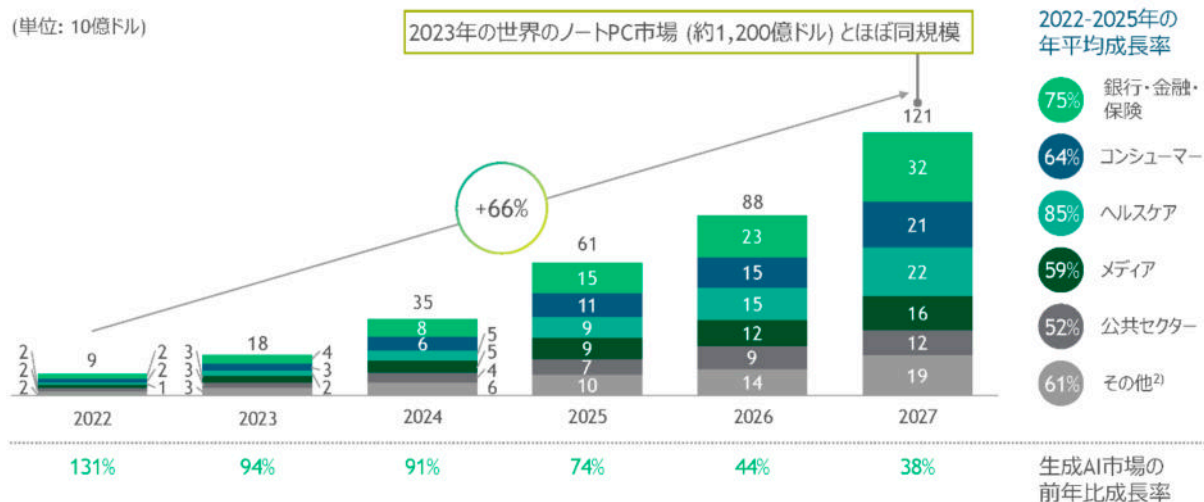
2023 年 3 月 17 日、OpenAI とペンシルバニア大学が発表した論文によれば、80% の労働者が、彼らの持つタスクのうち少なくとも 10% が大規模言語モデルの影響を受け、そのうち 19% の労働者は、50% のタスクで影響を受ける。なかでも高賃金の職業、参入障壁の高い業界（データ処理系、保険、出版、ファンドなど）では LLM の影響が大きいと予測されている。一方で、生成 AI によって大きなビジネス機会を引き出す可能性もある。ボストンコンサルティンググループの分析によると、生成 AI の市場規模について、2027 年に 1,200 億ドル規模になると予想されている。最も大きな市場は「金融・銀行・保険」で、次に「ヘルスケア」、「コンシューマー」と続く（図表 I-3-1-6）。

^{*6} 国立研究開発法人科学振興機構 研究開発戦略センター、「人工知能研究の新潮流 2」2023 年 7 月、<<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2023/RR/CRDS-FY2023-RR-02.pdf>>（2024/3/22 参照）
^{*7} 塩崎潤一、「生成 AI で変わる未来の風景」、『野村総合研究所』2023 年 12 月、<<https://www.nri.com/jp/knowledge/report/1st/2023/souhatsu/1201>>（2024/3/22 参照）
^{*8} 東京大学大学院工学系研究科技術経営戦略学専攻の今井翔太氏によると、「生成 AI が役に立つかどうかといった議論をしている段階ではなく、使わなければ競合企業にあってという間に何倍の差がつけられるようなことが起こりうる転換点であり、既にソフトウェア産業においては、生成 AI により圧倒的な生産性の向上が実現されている」という。（2024 年 3 月 11 日インタビュー実施）

図表 I -3-1-6 生成 AI の市場規模（試算）

想定される生成AIの市場規模¹⁾は2027年には1,200億ドル

(単位: 10億ドル)



1: TAM= Total Addressable Market、獲得可能な最大の市場規模、現段階の生成AIがサービスを提供できる全市場の規模

2: その他には、産業財、エネルギー、電気通信の各市場を含む

(出典) ポストン コンサルティング グループ「The CEO's Roadmap on Generative AI」(2023年3月)