

# 汎用AIの現状と展望

## - 実現への見通しと社会への影響 -

---

2024年6月17日  
株式会社日本総合研究所  
先端技術ラボ

# はじめに

- AI技術の発展とともに、AIの活用は広がり、その精度も向上してきた。特に、2000年代からの第三次人工知能ブームでは、事前に決められたタスクにおいて、人間レベルの性能を発揮する「特化型AI」の開発および活用が進展した。現在は、ChatGPTに代表される大規模言語モデル(LLM)の登場をきっかけに、生成AIブームとなっている。対話型AIにより様々なタスクが実行可能となり、AIの汎用性が飛躍的に向上している。
- 今後は、汎用性がより向上した「汎用AI」の実現が期待されている。本レポートでは、①汎用AIの概況、②汎用AI実現への見通し、③汎用AIが与える影響の3点を整理・考察した。なお、汎用AIには統一された定義は存在しないため、本レポートでは汎用AIを「様々な仕事を人間と同等のレベルで実現できる能力を保持したAI」と定義した。

	AIの置かれた状況	主なAI技術	AIに関する主な出来事	AIの汎用性の推移
1950年代	第一次人工知能ブーム (探索と推論) 冬の時代	<ul style="list-style-type: none"> <li>探索・推論/自然言語処理</li> <li>ニューラルネットワーク</li> <li>遺伝的アルゴリズム</li> <li>エキスパートシステム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>チューリングテストの提唱 (1950)</li> <li>人工知能という言葉の登場 (1956)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>パターンが限られる簡単な問題(迷路・パズルなど)を人間より早く解くことが可能となる。汎用性は乏しい</li> </ul>
1960年代				
1970年代	第二次人工知能ブーム (知識表現) 冬の時代	<ul style="list-style-type: none"> <li>知識ベース/音声認識</li> <li>データマイニング/オントロジー</li> <li>統計的自然言語処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MYCIN (1972)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>抗生物質を69%の確率で正しく処方することが可能となるが精度や汎用性に課題がある (エキスパートシステム MYCIN) ※人間の医師は80%</li> </ul>
1980年代				
1990年代	第三次人工知能ブーム (機械学習)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ディープラーニング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サイクプロジェクト開始 (1984)</li> <li>誤差逆伝搬法 (1986)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>囲碁において人間に勝利。パターン数が膨大なゲームが解けるようになる (AlphaGo)</li> <li>一部の地域では運転手なしに車で目的地までたどり着くことが可能となる (自動運転タクシー)</li> </ul>
2000年代				
2010年代	生成AIブーム (ChatGPT以降の生成AI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模言語モデル(LLM)</li> <li>視覚言語モデル(VLM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ディープラーニングの提唱 (2006)</li> <li>AlphaGo (2015)</li> <li>自動運転タクシー (2018)</li> <li>Midjourney (2022)</li> <li>ChatGPT (2022)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>チャットインターフェースから翻訳、要約、文書校正等の様々なタスクが可能に (ChatGPT)</li> </ul>
2020年代				
2030年頃 (予想)	汎用AIの実現 (本レポートのテーマ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>自律性の獲得</li> <li>身体性の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル空間における自律性獲得</li> <li>実世界における自律性獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル空間や実空間にアクセスして、自ら必要な情報源を探し、蓄積し活用できる。</li> </ul>



# 目次

章	項目	ページ
1. 汎用AIの概況	<ul style="list-style-type: none"> <li>汎用AIの実現に対する期待の高まり</li> <li>汎用AIの定義</li> <li>汎用AIに求められる能力</li> <li>[参考] 汎用AIに求められる能力の概要</li> <li>汎用AIを実現するにあたり現時点のAIに不足する能力</li> <li>AIの自律性に関する研究動向</li> <li>AIの身体性に関する研究動向</li> </ul>	pp.5-11
2. 汎用AI実現への見通し	<ul style="list-style-type: none"> <li>汎用AIの実現時期</li> <li>[参考] 汎用AIの実現に関する専門家への調査</li> <li>汎用AIの実現に向けた見通し</li> <li>[参考] デジタル空間で自律性を獲得した汎用AIのイメージ</li> <li>汎用AI実現に向けた課題・リスク</li> </ul>	pp.12-16
3. 汎用AIが与える影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>企業における変化</li> <li>[参考] AIを活用するプロセスの変化</li> <li>汎用AIの実現に向けて推奨されるアクション</li> </ul>	pp.17-19

# 要旨

## 1. 汎用AIの概況

汎用AIとは何か？

- 汎用AIには統一された定義は存在しない。
- 本レポートでは汎用AIを「様々な仕事を人間と同等のレベルで実現できる能力を保持したAI」と定義する。

現時点の生成AIは汎用AIか？

- 現時点の生成AIは、汎用AIではない。例えば、人間には容易だが、現時点のAIには難しいタスクが存在する。
- 具体的には「少ない情報からの仮説立案」「身体性を伴う情報収集」などが挙げられる。

## 2. 汎用AI実現への見通し

汎用AIはいつ実現するのか？

- 生成AIの登場により、汎用AIの実現に期待感が高まり、今後10年以内に汎用AIが登場するとの見方が増えている。一方で、汎用AIに到達するにはまだまだ時間を要するという意見もあり、汎用AIが実現する予測時期は専門家の中でも定まっていない。

汎用AI実現までのステップは？

- 汎用AIが10年以内に実現するとした場合のステップ
  - ✓ 2024～2026年頃 … 汎用AIには至らないが、AIが汎用AIに必要な能力を徐々に獲得
  - ✓ 2027～2029年頃 … OSやメタバースなどの「デジタル空間で自律性を獲得した汎用AI」が実現
  - ✓ 2030年以降 … 人間が住む「実世界で自律性を獲得した汎用AI」が実現

汎用AIの実現に向けた課題は？

- 技術観点では、学習データやハードウェア性能の頭打ちが予測されるなか、効率的にAIモデルを学習・運用する手法の確立が求められる。社会的な観点では、汎用AIは法律・倫理的な問題を生じさせる可能性が高く、社会が受容できない可能性がある。

## 3. 汎用AIが与える影響

汎用AIが実現すると、どのような影響があるか？

- AIと人間の役割分担が進み、仕事の自動化および、人手不足の解消・コスト削減につながる。
- 専門職の一部が汎用AIに代替され、人間の仕事は信頼関係構築などに重点を置くようになる。
- 汎用AIにより、これまで難しかった個別事例への対応や、顧客にパーソナライズされたサービスの提供が進む。

汎用AIの実現に向け、何を始めるべきか？

- 汎用AIがデジタル空間上で自律的に動作し、人間の仕事をサポートする時代に備え、既存システムのAPI※化や、業務のより一層のデジタル化を推進する。
- 様々な生成AI技術を組み合わせることで、中長期的にどのようなビジネスができるかを検討し、実証実験等に着手する。
- 汎用AIは必要なデータさえ与えれば、自律的に学習し、能力を発揮するため、業務プロセスやデータを予め整理しておく。

## 汎用AIの実現に対する期待の高まり

- 汎用AIの実現に向けて、様々な組織が研究開発を進めている。主要な企業・研究プロジェクト、および、その強みや特徴を下表に整理した。
- なかでも、OpenAIに代表される生成AIを用いるアプローチの取り組みが大きな成果を得ており、汎用AI実現への期待が高まっている。

形態	名称	国	活動時期	主要技術／成果	強み/特徴
企業	Google DeepMind	米国	2010年～	<ul style="list-style-type: none"> <li>マルチモーダルモデルのGemini</li> <li>動画生成モデルのVeo</li> <li>ロボット制御のためのRT-2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2023年に、自然言語処理研究の礎となる「Transformers」モデルを開発したGoogle ResearchのBrainチームと統合。現在のAI研究の最前線を走る。</li> <li>視覚情報を取り入れた視覚言語モデル(VLM)によりロボットを制御する研究にも取り組む。</li> </ul>
	GoodAI	チェコ	2014年～	<ul style="list-style-type: none"> <li>LLMによるエージェント技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marek Rosa氏の個人資産1000万ドルによってつくられたチェコ発のAIベンチャー企業。</li> <li>安全で汎用的な人工知能の早期実現を目指す。2017年には、賞金総額500万ドルの汎用AIチャレンジコンペティションを主催するなど、精力的に取り組む。</li> </ul>
	OpenAI	米国	2015年～	<ul style="list-style-type: none"> <li>対話型の生成AI（GPTシリーズ）</li> <li>動画生成モデルのSora</li> <li>テキストから画像を生成するDALL-E 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人類全体に利益をもたらす汎用AIを普及・発展させることを目標に掲げ、AI分野の研究を行う。</li> <li>ChatGPTの発表による生成AIブームの火付け役。</li> </ul>
	xAI	米国	2023年～	<ul style="list-style-type: none"> <li>LLMの一種であるGrok</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実業家イーロン・マスク氏が新たに立ち上げた新興企業。目的は「宇宙を理解すること」であり、そのために必要な「良い汎用AI」の構築を目指す。</li> <li>競合他社と異なり、Grokの技術詳細やモデルを公開している点が特徴。</li> </ul>
プロジェクト	Blue Brain	スイス	2005年～	<ul style="list-style-type: none"> <li>脳の生物学的アプローチによるシミュレーションモデル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>哺乳類の脳、特に、マウスの脳を高精度でシミュレーションすることが目標である。最終的には人間の脳をシミュレーションする第一歩となることが期待される。</li> </ul>
	Human Brain Project	EU	2013年～ 2023年	<ul style="list-style-type: none"> <li>EBRAINSと呼ばれる情報やツールの共有のための研究インフラ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヨーロッパを中心に開始されたヒトの脳のコンピューターモデルの構築を目指す国際プロジェクト。6億ユーロ以上の予算を投資し、ヨーロッパ全土で500人を超える科学者や技術者が参画。当初の目的は達成せず、終了している。</li> </ul>
	全脳アーキテクチャ・イニシアティブ	日本	2015年～	<ul style="list-style-type: none"> <li>全脳アーキテクチャ中心仮説</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脳全体のアーキテクチャを学ぶことにより人間のような知的能力を持つ汎用AIの実現を目指す。脳の各器官を機械学習のモジュールとして開発し、それらを組み合わせることで、人間並みかそれ以上の能力を持つ汎用的な知能を構築するアプローチ。</li> </ul>

# 汎用AIの定義

- 汎用AIの定義には様々なアプローチがあり、統一された定義は存在しない。そのため、汎用AIという言葉が、どのようなAIを指しているかを意識して捉える必要がある。
- 本レポートでは、様々な汎用AIの定義から共通部分を抜き出し、汎用AIを「様々な仕事を人間と同等のレベルで実現できる能力を保持したAI」と定義する。また、AIを構成する技術や処理プロセスには着目せず、AIが発揮する能力に着目して汎用AIを議論する。

## 汎用AIの定義の例

- 汎用AIに関して、様々な発信元から定義を引用すると、以下の通り。
- 似たニュアンスを表現しているが、細部は異なる。

- ❑ 人間が実現可能なあらゆる知的作業を理解・学習・実行することができる人工知能である - Wikipedia <sup>\*1</sup>
- ❑ A form of AI that possesses the ability to understand, learn and apply knowledge across a wide range of tasks and domains. It can be applied to a much broader set of use cases and incorporates cognitive flexibility, adaptability and general problem-solving skills. - Gartner <sup>\*2</sup>
- ❑ 多様な問題領域において多角的な問題解決能力を自ら獲得し、設計時の想定を超えた問題を解決できるという人工知能 - 全脳アーキテクチャ・イニシアティブ <sup>\*3</sup>
- ❑ 人間のように十分に広範な適用範囲と強力な汎化能力を持つ人工知能 - 人工知能学会 汎用人工知能研究会 <sup>\*4</sup>
- ❑ 人間の持つ知識や情報処理能力、認知能力などに加え、意識や意志、心に相当するような自律的に行動する仕組みを備えた人工知能 - IT用語辞典 e-Words <sup>\*5</sup>

## 汎用AIを定義するアプローチ

アプローチ	解説
チューリングテスト	● チューリングテスト（コンピューターが人間らしいと言えるかを判断するためのテスト）に合格することを基準とする。
人間の脳の模倣	● 人間の脳の複雑さや、処理速度をいかに模倣しているのかを基準とする。 ● AIが発揮する能力というよりは、処理プロセスに着目した定義である。
人間レベルの認知性能	● 人間が行う認知タスク（情報に基づいた問題解決、学習、意思決定など）について、人間と同等の能力を発揮できることを基準とする。
タスクの学習能力	● 特定のタスクが実行できることよりも、人間が実行する様々なタスクを実行する“方法”を学習可能となることを基準とする。
経済的価値のある仕事を実行する能力	● 経済的に価値のあるほとんどの仕事で人間を上回る性能を発揮することを基準とする。処理プロセスよりも、AIが発揮する能力に着目した定義。 ● OpenAIのサムアルトマン氏は汎用AIを「中央値の人間（median human）」 <sup>*6</sup> と説明しており、この基準を採用していると推測される。
複雑なタスクの実行能力	● 一般世界で複雑かつ複数ステップを含むタスクを達成できることを基準とする。 ● 具体的な経済的な定義として、AIに10万ドルの資本を与えたら、それを数ヶ月間で100万ドルにするタスクが実行できること。

<sup>\*1</sup> Wikipedia, 汎用人工知能, <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B1%8E%E7%94%A8%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E7%9F%A5%E8%83%BD> (参照:2024/5/21)

<sup>\*2</sup> Gartner, Definition of Artificial general intelligence (AGI), <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/artificial-general-intelligence-agi> (参照:2024/5/21)

<sup>\*3</sup> NPO法人全脳アーキテクチャ・イニシアティブ ホームページ. 「全脳アーキテクチャとは」, <https://wba-initiative.org/wba/> (参照:2024/5/21)

<sup>\*4</sup> 汎用人工知能研究会, AGI, <https://www.sig-agi.org/agi> (参照:2024/5/21)

<sup>\*5</sup> IT用語辞典 e-Words, <https://e-words.jp/w/%E6%B1%8E%E7%94%A8%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E7%9F%A5%E8%83%BD.html>, (参照:2024/5/21)

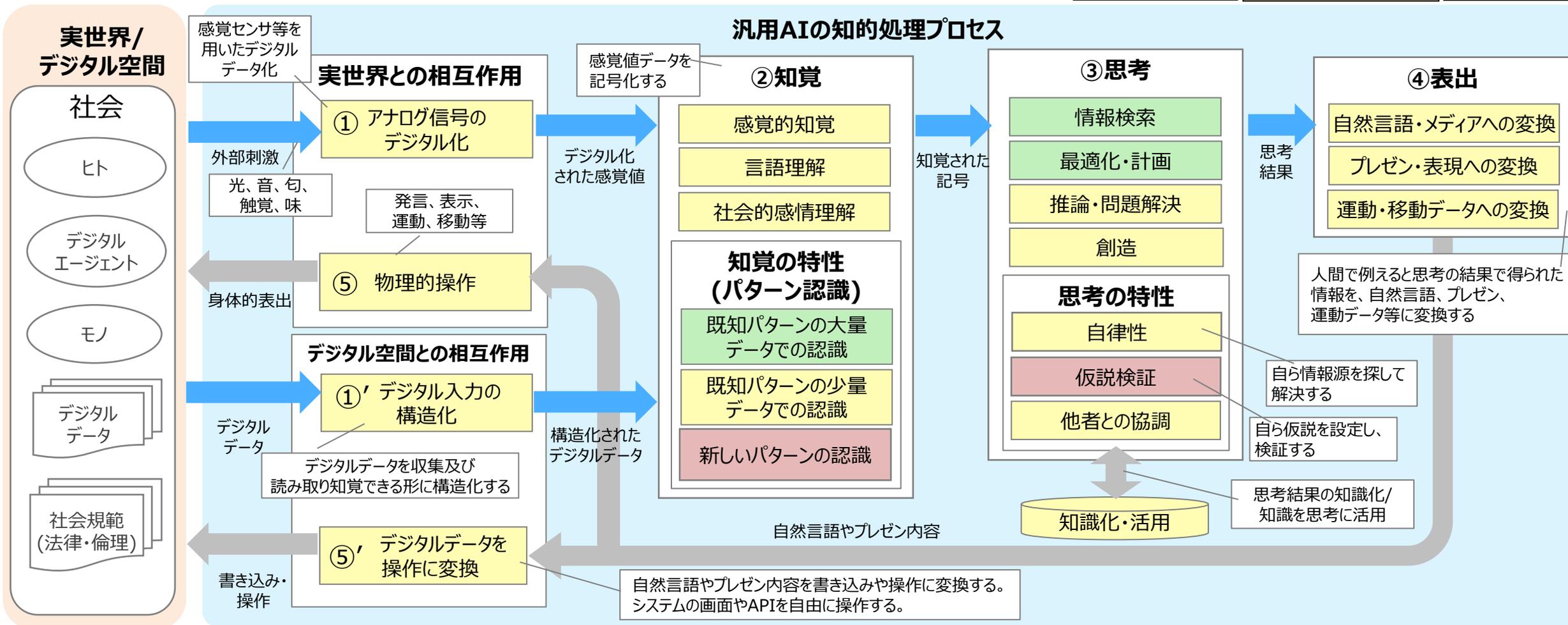
[出所] Meredith Ringel Morris et al., Levels of AGI: Operationalizing Progress on the Path to AGI, arXiv.org, arXiv:2311.02462, Nov 2023. を参考に日本総研作成

<sup>\*6</sup> NewYork Magazine, 「Sam Altman Is the Oppenheimer of Our Age. OpenAI’s CEO thinks he knows our future. What do we know about him?」, 2023/9/25, <https://nymag.com/intelligencer/article/sam-altman-artificial-intelligence-openai-profile.html> (参照:2024/5/21)

# 汎用AIに求められる能力

- 汎用AIが様々な仕事を人間と同等のレベルで実現するために必要と思われる「能力」を、分かりやすさのため「処理プロセス」として図式化した(※)。
- 「現在のAIで実現可能」な要件(緑色で図示)は限られており、汎用AIの実現は道半ばと言える。

凡例： 現在のAIでほぼ実現 現在のAIで部分的に可能 現在のAIで困難



(※) 前頁に記載の通り、本レポートでは汎用AIが保持する能力に着目して整理しており、他の処理プロセスで汎用AIが実現される可能性がある。

# 【参考】汎用AIに求められる能力の概要

● 前頁の汎用AIの知的処理プロセスにおける要件を一覧化し、各要件の概要を下表に示す。

大分類	小分類	要件	
①⑤外部との相互作用	感覚センサ	光、音、匂、触覚、味、等の外部刺激を受け取りデジタルデータに変換することができる。	
	運動・移動	ロボットのように手を動かしたり、操作したり、移動したりすることができる。	
	デジタルインタフェース操作	システムの画面、コマンド、API等のデジタルインタフェースを操作し、デジタル空間に対する働きかけができる。	
②知覚	感覚的知覚	物体認識等の、五感による認識ができる。 (例) ある動物の画像データに対して「猫」のラベルを与えるなど、デジタルデータを記号化することができる。	
	言語理解	実世界の物体と抽象的な言語を紐づけることができ、抽象的な概念として理解できる/扱える/操作できる (例) 「りんごの重さをMとする」という言語の理解は、記号「M」と、目の前の赤い物体が記号化された「りんご」を結び付けられること。	
	社会的感情理解	ある対象に社会性を伴う感情(喜び、怒り、悲しみなど)を抱き、また文章や表情、音声から他者の感情を理解することができる。	
	知覚の特性 (パターン認識)	既知パターンの大量データでの認識	学習データとして大量データを与えれば、既知のパターンに適合すると認識することができる。
既知パターンの少量データでの認識		学習データとして少量データを与えるだけで、既知のパターンに適合すると認識することができる。	
新しいパターン認識		パターン化されていない未知のデータを、新たなパターンとして認識することができる。	
③思考	情報検索	大量かつ多様な情報元から適切な情報を検索して、取得できる。	
	最適化・計画	様々な制約の下で、目標とする結果を得るための最適化および計画ができる。	
	推論・問題解決	与えられた情報をもとに未知の情報を考え、問題解決に近づく。	
	創造	与えられた情報をもとに、それらの情報を組み合わせることで、新しいアイデアを生み出す。	
	思考の特性	自律性	自ら必要な情報源を探し蓄積し活用できる。
		仮説検証	原因の仮説や目的を達成する手段の仮説を立案し、試行錯誤できる。
		他者との協調	現実の人々や、他のAIエージェントの考えを汲み取った上での協調的な思考ができる。
知識	知識を蓄積し、また推論に活用することができる。 (例) オントロジー <sup>*1</sup> やナレッジグラフ <sup>*2</sup> のような形式で知識を蓄積し、また推論に活用することができる。		
④表出	自然言語・メディアへの変換	人間のような文章生成ができる。また、画像生成や、音声生成等の様々なメディアの生成ができる。	
	プレゼン・表現への変換	情報を他者に伝わるように表現し、わかりやすく説明することができる。	
	運動・移動データに変換	思考の結果を、運動の動作や目的地までの移動を実現するためのデータに変換することができる。	

\*1 世の中の諸概念を整理して体系づけ、コンピュータにも理解可能な形式で明示的に記述したもの。(例) “犬”という単語と他の単語の関連性 (“犬”は“哺乳類”の一種で、また、“ペット”の一種である等) をコンピュータに理解させるための情報を整理し、体系化したもの

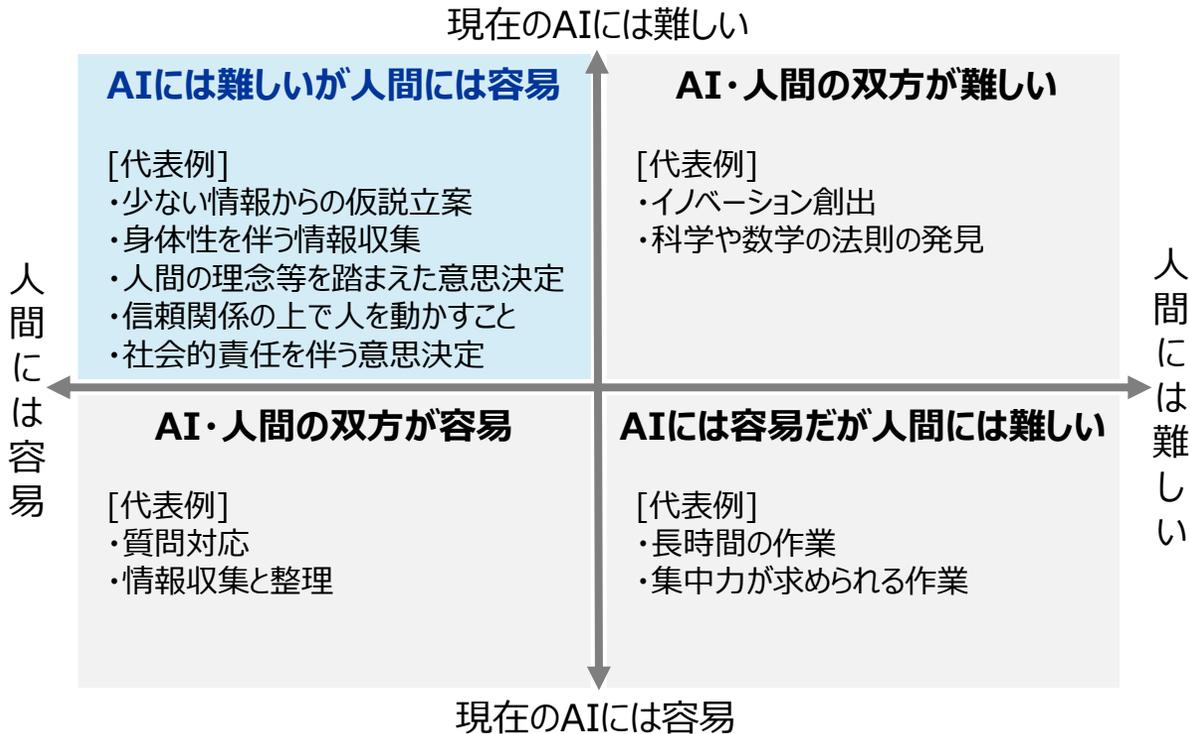
\*2 世の中の様々な知識をネットワーク構造で体系化したもの。

# 汎用AIを実現するにあたり現時点のAIに不足する能力

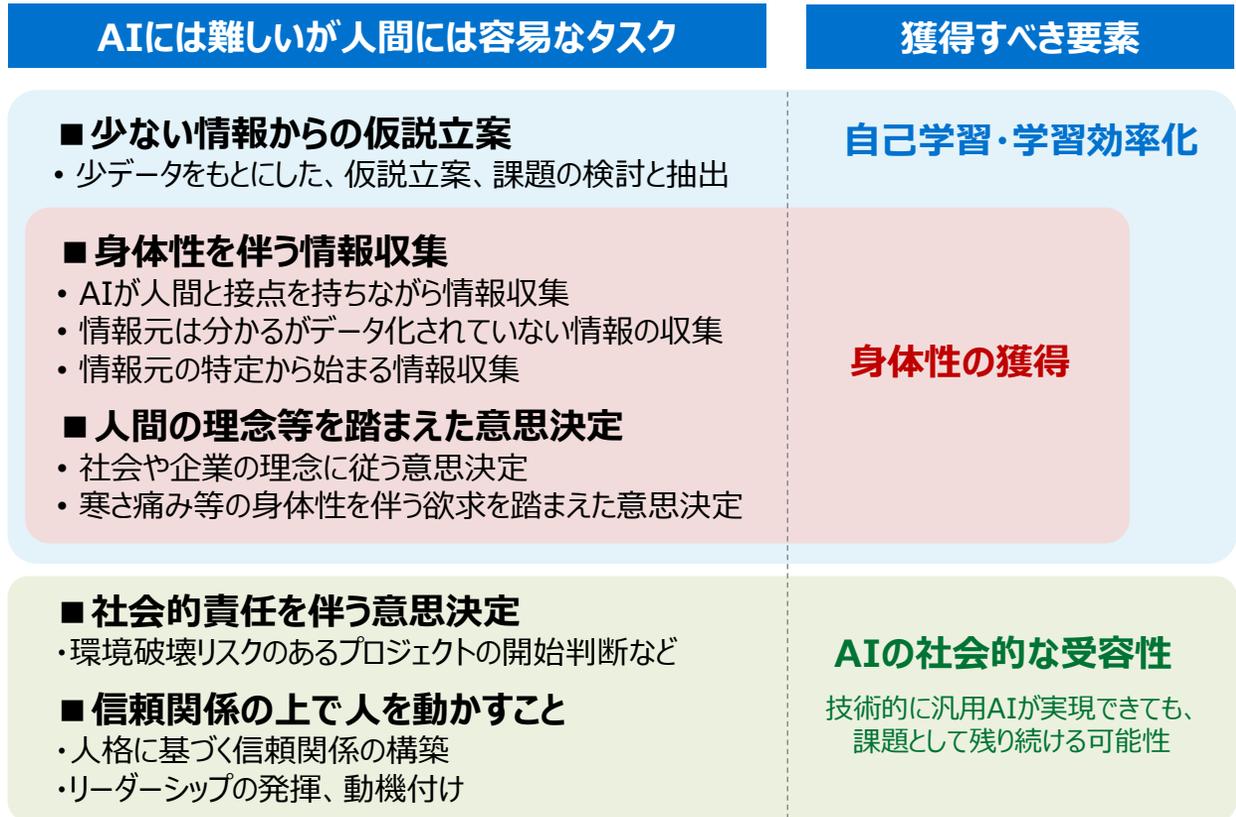
- 汎用AIの実現に際し、現在のAIには難しいが人間には容易なタスクを整理した。具体的には「少ない情報からの仮説立案」「身体性(※)を伴う情報収集」などが挙げられる。  
(※) 身体や五感により環境と相互作用すること
- AIがこれらのタスクに対応するには、AIの自律性や仮説検証などに基づく「自己学習とその学習効率化」および、自己学習に必要な「身体性の獲得」が求められる。

## AIには難しいが人間には容易なタスクの分析

- ①現在のAIにとっての難易度(縦軸)、②人間にとっての難易度(横軸)の2軸で、人間が行う様々なタスクを4象限に分類し、整理した。



## 汎用AIの実現にあたり現時点のAIが獲得すべき要素

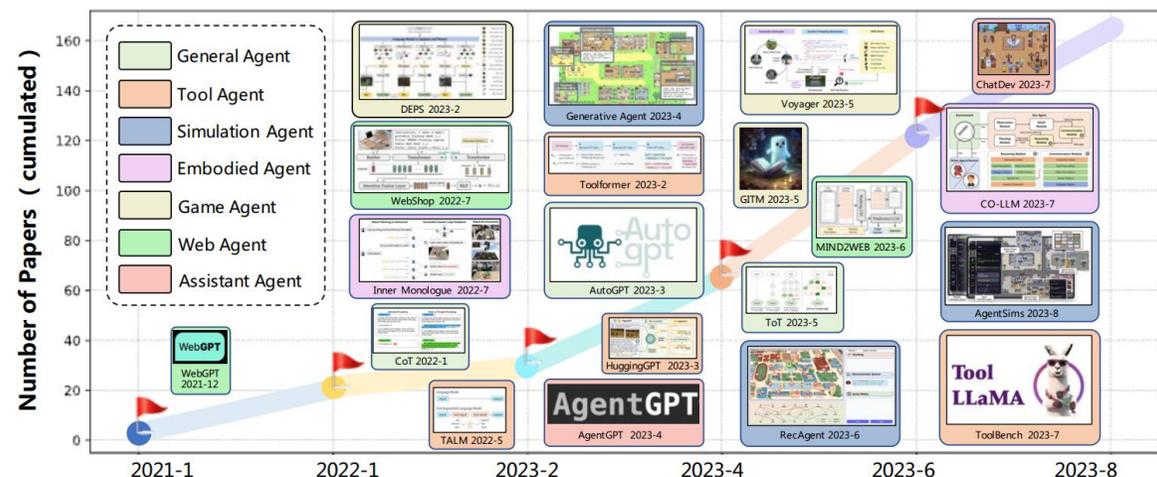


# AIの自律性に関する研究動向

- 自律性に関する研究は過去から行われており、代表的な技術の一つとして、エージェント技術（利用者や他のエージェントと知的に相互作用する自律的ソフトウェア）がある。
- LLMの登場以降、エージェントの動作を決定する機能（≒エージェントの頭脳）にLLMを活用する研究が活発化している。LLMを搭載したエージェントは、利用者がタスクと目標を与えると、実行すべき行動を計画して自律的に動作することができる。

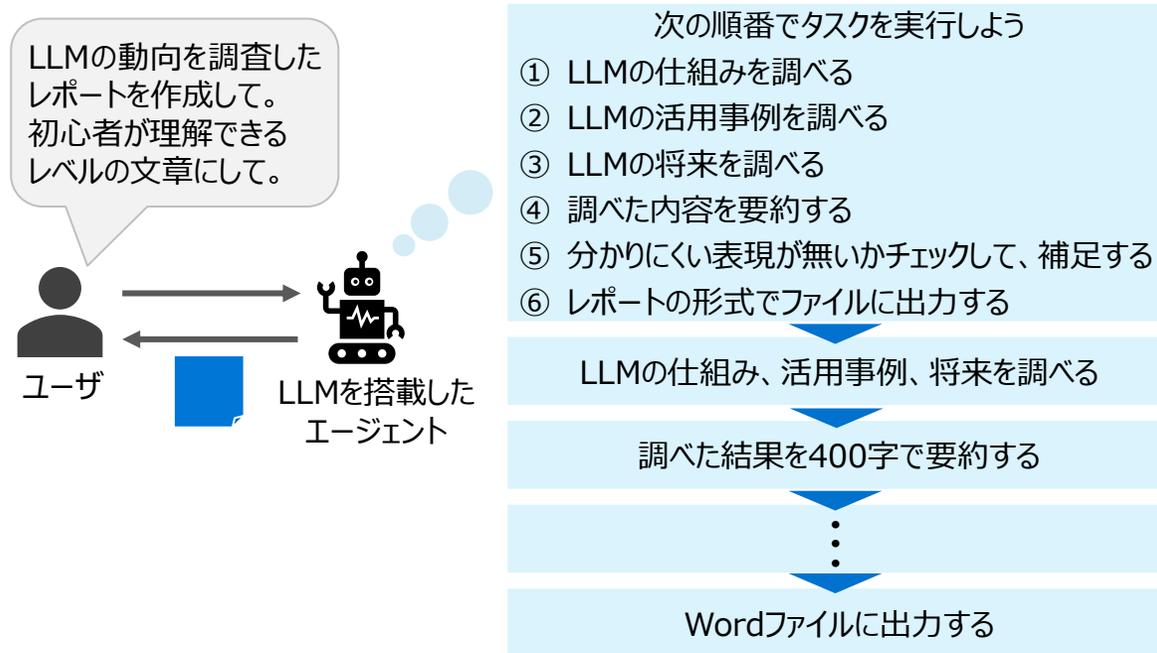
## AI分野のエージェントに関する研究

- 従来、エージェントの開発には、人間が動作を定義したり、大量データを用いてエージェントを訓練する（例：強化学習）必要があった。そのため、限定された状況のみで動作するエージェントを構築することが限界であった。
- LLMを活用したエージェントは、LLMが事前学習済みの様々な知識と推論能力を活用できる。そのため、従来と比較して少ない労力で、様々な状況で動作するエージェントを構築できることが期待される。



## LLMを搭載したエージェントの動作イメージ（例：調査業務）

- 調査業務の内容と、達成条件などをLLMエージェントに伝える。
- LLMエージェントが実行すべき行動や順番を考え、実行に移す。



[出所] Wang, L. Ma, C., Feng, X. et al., A Survey on large language model based autonomous agents. Frontiers of Computer Science 18, 186345 (2024), <https://doi.org/10.1007/s11704-024-40231-1>, Fig.1

# AIの身体性に関する研究動向

- マルチモーダルAI（言語・画像といった複数の異なるデータ形式を処理するAI）の技術が急速に進展しており、AI自らが置かれた環境と相互作用することが可能となりつつある。
- AIが稼働しているソフトウェア上の環境（≒デジタルな環境）のみならず、AIがロボットを操作することによって、物理的な環境とも相互作用が出来るようになっていることが報告されている。

## デジタルな環境における研究事例：WebShop

- ECサイトを模した環境において、人間の自然言語による指示に従って目的の商品が購入できるかを研究した事例である。
- AIが①ECサイトでの検索ワードを生成、②検索結果から商品を選択、③指示に該当する商品の属性を選択、④商品の詳細を確認、⑤適切な商品であれば購入する。論文において、AIの成功率は 29.1% と報告されている。

## 物理的な環境における研究事例：RT-2

- キッチンを模した物理的な環境において、人間の自然言語による指示により、ロボットを動作させる研究である。AIは人間の指示と、ロボットのカメラから得られる視覚情報をAIの内部で紐づけ、ロボットが行うべき次の動作を生成する。ロボットはそれに従って動作する。
- RT-2 には、大規模言語モデルの一種であるPaLMを拡張したモデルが搭載されている。PaLMが保有する一般知識を活用することで、RT-2 が明示的に学習していない指示にも対応できたと報告されている。

[出所] Google DeepMind Blog, RT-2: New model translates vision and language into action, 2023/7/28, <https://deepmind.google/discover/blog/rt-2-new-model-translates-vision-and-language-into-action/> (参照:2024/5/21)

# 汎用AIの実現時期

- 生成AIの登場により、汎用AIの実現に期待感が高まり、今後10年以内に汎用AIが登場するとの見方が増えている。一方で、汎用AIは実現するが、その道筋は見ておらず、実現には時間を要するという意見もある。汎用AIが実現する予測時期は専門家の中でも定まっていない。

専門家	発言時期	予想時期	予想時期に関する意見
NYU教授 ゲイリー・マーカス氏	2023年 1月	今世紀末 までには	自身のメルマガにて、現在のLLMが汎用AIに遠く離れていることは間違いないとしながらも、「おそらく今世紀末までには最終的に汎用AIには到達すると思います。」と述べる。 <sup>*1</sup>
ロボット研究者として有名 ロドニー・ブルックス氏	2023年 5月	10年以内 にはない	IEEEのインタビューでインタビュアーからの「（ロドニー・ブルックス氏は）GPT-4などのLLMの登場について、10年かそこらで汎用AIにつながるとは思っていない印象である」という発言に対してブルックス氏は「その通り」と返答。 <sup>*2</sup>
Google DeepMind CEO デミス・ハサビス氏	2023年 5月	2033年 以内	ここ数年の進歩はかなり驚くべきものであり、その進歩が鈍化する理由は見当たらない。むしろ加速すると述べ、あと数年や10年以内には到達する可能性があるとして述べる。 <sup>*3</sup>
ディープラーニングの生みの親・トロント大学名誉教授 ジェフリー・ヒントン氏	2023年 5月	2043年 以内	汎用AIができるまで20~50年かかると思っていたが、今では20年かそれ以下かもしれないと考えている。さらに、AIが人類を絶滅させる可能性は考えられないことではないと述べる。 <sup>*4</sup>
Google Research副社長兼フェロー ブレイズ・アグエラ・ヤルカス氏 他	2023年 10月	(重要な部分は) すでに実現	今の言語モデルは多くの欠陥があるが、汎用AIの重要な部分はすでに現在のLLMによって達成され、将来は汎用AIの最初の例として認識されるだろうと述べる。 <sup>*5</sup>
ソフトバンクグループ会長兼社長 孫正義氏	2023年 10月	2033年 以内	人間の知能を超える汎用AIが「10年以内に実現し全人類の英知の10倍を達成する」と述べる。 <sup>*6</sup>
機械学習の著名な研究者 ヤン・ルカン氏	2023年 12月	分からない	「AIがいつかは人間の能力を超えるのは間違いない」としながらも、「10年以内に実現する道筋は見ておらず、どのぐらいかかるかはわからない」と述べる。 <sup>*7</sup>
OpenAI サム・アルトマン氏	2024年 1月	適度に近い 未来	世界経済フォーラムにて「汎用AIは適度に近い未来 (reasonably close-ish future)に実現する」と述べる。 <sup>*8</sup>
起業家・Tesla CEO イーロン・マスク氏	2024年 4月	2029年 以内	おそらく来年末頃には、どの人間よりも賢いAIが登場する。今後5年以内に、AIの能力はおそらくすべての人間の能力を超える」と述べる。 <sup>*9</sup>

\*1 Marcus on AI, AGI will not happen in your lifetime. Or will it? Grady Booch and I discuss, 2023/1/22, <https://garymarcus.substack.com/p/agi-will-not-happen-in-your-lifetime> (参照:2024/5/29)

\*2 IEEE Spectrum, Just Calm Down About GPT-4 Already, 2023/5/17, <https://spectrum.ieee.org/gpt-4-calm-down> (参照:2024/5/24)

\*3 Wall Street Journal 日本版, 「汎用AI、数年以内に実現の可能性 = ディープマインドCEO」, 2023/5/3, <https://jp.wsj.com/articles/google-deepmind-ceo-says-some-form-of-agi-possible-in-a-few-years-db307dfd> (参照:2024/5/24)

\*4 Fox News Channel, 「Artificial intelligence ‘godfather’ on AI possibly wiping out humanity: ‘It’s not inconceivable」, 2023/3/25, <https://www.foxnews.com/tech/artificial-intelligence-godfather-ai-possibly-wiping-humanity-not-inconceivable> (参照:2024/5/24)

\*5 NOEMA, Artificial General Intelligence Is Already Here, 2023/10/10, <https://www.noemamag.com/artificial-general-intelligence-is-already-here/> (参照:2024/5/24)

\*6 日本経済新聞, 「ソフトバンク孫氏、人間を超える汎用AI「10年以内」」, 2023/10/4, <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUB032870T01C23A0000000> (参照:2024/5/24)

\*7 朝日新聞デジタル, AI技術「飛行機でいえば1925年」メタ研究トップのルカン氏, 2023/12/6, <https://www.asahi.com/articles/ASRD55VCPD5UHBI011.html> (参照:2024/5/24)

\*8 CNBC, 「OpenAI’s Sam Altman says human-level AI is coming but will change world much less than we think」, 2024/1/16, <https://www.cnbc.com/2024/01/16/openai-sam-altman-agi-coming-but-is-less-impactful-than-we-think.html> (参照:2024/5/24)

\*9 Financial Times, Elon Musk predicts AI will overtake human intelligence next year, 2024/4/9, <https://www.ft.com/content/027b133f-f7e3-459d-95bf-8afd815ae23d> (参照:2024/5/24)

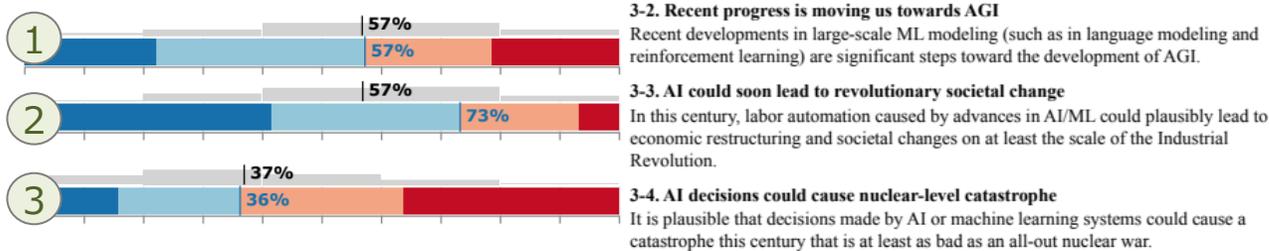
# 【参考】汎用AIの実現に関する専門家への調査

## 自然言語処理の研究者に対する調査

- 自然言語処理の研究者に対する調査\*1論文によると、「生成AIの進歩により、汎用AIへの移行が進んでいる」に「同意」または「やや同意」と回答した研究者の割合は57%である。生成AIによる汎用AI実現については半数が懐疑的 (①)

\*1 2022年5月～6月に実施された調査

- 73%の研究者が「AIは、すぐに革命的な社会変化をもたらす可能性がある」と回答しており、汎用AIが実現するかどうかは関係なく、AIにより革命的な社会変化が起きる可能性は高いと考えられている (②)。
- 36%の研究者が「AIが核レベルの大惨事を引き起こす可能性がある」と見ており、AI脅威については、過半数が楽観的な見方をしている (③)。



[出所] Julian Michael et al., What Do NLP Researchers Believe? Results of the NLP Community Metasurvey, ACL2023, <https://aclanthology.org/2023.acl-long.903.pdf>

## AI専門家の意見調査

- LLMおよび汎用AIの可能性に関する調査結果(2023年6月実施)\*2によると、「GPT-4やLLMの成功は、汎用AIが実現する可能性を示すものか？」との質問にNoと答えた研究者が約6割で、否定的な専門家がわずかに多い結果である。

調査内容	Yes	No	Maybe
GPT-4やLLMの成功は、汎用AIが実現する可能性を示すものかどうか？	8 (36.4%)	13 (59.1%)	1 (4.5%)

### 専門家の見解 (一部抜粋)

#### 【Yesと回答】

- GPT-4は汎用的な知能の一種を持っており、概念を柔軟に理解することを示している。しかし、記憶や学習の能力など、人間の知能の基本的な構成要素を欠いている。
- GPT-4やLLMは、人間型の理解や意識を持たないまま、一部の分野で人間の能力を超え、汎用AIの能力に近づいていく。

#### 【Noと回答】

- GPT-4のようなLLMは「可能性の巨大な空間」を提供するが、現時点の最高のモデルでも信頼性はない。この問題を解決するには多くの作業が必要。
- 人間の知能は自然界との相互作用から進化しており、LLMがテキストだけで知能を持つことはない。
- LLMをより強力にすることは必要だが、汎用AIを作り出すには十分ではない。

\*2 IEEEの専門雑誌(IEEE Spectrum)が実施した、専門家(22名)に対する調査結果。

[出所] IEEE Spectrum, THE AI APOCALYPSE: A SCORECARD, 2023/6/21, <https://spectrum.ieee.org/artificial-general-intelligence> (参照:2024/5/24)

# 汎用AIの実現に向けた見通し

- 汎用AIが10年以内を実現するとした場合、汎用AIに到達する段階を3つに分けて示す。特に、P.9に記載の「自己学習 & 学習効率化」と「身体性」の達成レベルの観点で整理した。
- 直近では、自律性は足りないが、汎用AIに必要とされる能力が充実したAIが実現される。次に、デジタル空間上での汎用AIが実現し、最終的に我々が住む実世界で汎用AIが実現すると想定する。

	2024-2026年頃	2027-2029年頃	2030年～
	自律性は足りないが能力は充実した制約付きAI	デジタル空間で自律性を獲得した汎用AI (具体的な実現イメージは次頁参照)	実世界で自律性を獲得した汎用AI
自己学習 & 学習効率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>汎用AIの能力一覧(P.8)に示す各能力が充実する。</li> <li>AIの学習効率を改善するための研究が進展する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PC内やインターネットなどのデジタルな世界（含むメタバースなどの仮想空間）で自律性が実現する。</li> <li>AIが学習データを自律的に発見し、自己成長を始める。例外にも自身で対処（検索、人に尋ねるなど）し、知識化も進む。</li> <li>自己学習が可能で、効率的になる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実世界においてロボティクスを活用した形で、人と同じことが可能となる。</li> <li>身体性を伴う自己学習が可能となる（躓くと体勢を崩して危険、物を落とすと壊れてしまうなど）。</li> </ul>
身体性	<ul style="list-style-type: none"> <li>直近ではAIがGUIを扱うことが可能となる。すでに一部可能な部分がある。</li> <li>特定のOSを操作するAIが出現する。その後、AIが多くのシステムを扱うことが可能となる。</li> <li>ただし、AIとシステムを接続するための事前設定が必要であり、まだ制約がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人と同様にマニュアルを読むことでメールソフトなどを使うことが可能となる。マニュアルがあれば、任意のソフトウェアの操作が可能になる。</li> <li>OSが提供する環境上で、マウスやキーボードを扱い、人間とコミュニケーションを取りながら、一般事務が可能となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実世界においてロボティクスを活用した形で、人と同じことが可能となる（ただし、ロボットのハードウェア制約/安全性などの観点で、できないことは残る）。</li> </ul>

# 【参考】デジタル空間で自律性を獲得した汎用AIのイメージ

- 前頁に記載した「デジタル空間での自律性を獲得した汎用AI」についてイメージを膨らますため、具体的な実現例を以下に2つあげる。

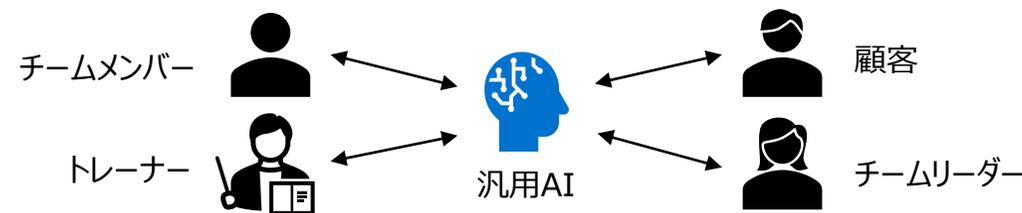
## ① パーソナルアシスタント型 汎用AI

- 1人のユーザと相互作用し、個人の困りごとをサポートする汎用AI



## ② 新入社員型 汎用AI

- 複数のユーザと相互作用し、チームのメンバーのように協調して仕事を進めることができる汎用AI



### 行動例：食事コンシェルジュとして振る舞う汎用AI

対話、表情、食卓、生活状況、交友関係を考慮した状況判断ができる

- 食事だけでなく、それ以外のコンテキストまで含めた状況判断をする。  
(例) 好物が食べられていないため食の満足度が低く、落ち込んでいることを読み取り、「〇〇という食品で、XXを改善可能です」と提案できる

新しい情報を取り込み、活用できる

- 珍しい情報を理解して成長し、提案する。  
(例) 家に伝わる伝統的なお菓子を好物として教えるとすぐに覚え、次の提案に活かせる

最適な食事を、検索して、食事の準備もサポートできる

- 食事メニューをWeb検索で調べ、特定のネットスーパーサイトでGUI操作を行い、食品を発注する。

### 行動例：営業職の社員として振る舞う汎用AI

チームメンバーと対話し、状況説明、リーダーの指示を仰ぐことができる

- リーダーの指示をもとに、タスクの内容を理解する。  
(例) 営業記録資料をもとに、具体的なTODOへの落とし込み
- 課題を分析し、ヒアリング項目を作成し、ミーティングで状況を説明する。  
(例) 不足している情報をチームメンバーに聞く

提案資料を作成できる

- 提案資料を作成し、説明する。

顧客対応ができる

- 顧客への連絡、ミーティングの調整を行う。
- 提案の反応をもとにアクションを判断する。
- 提案に対するQ&A対応を行う。

## 汎用AI実現に向けた課題・リスク

- 汎用AIの実現にあたっては、課題・リスクも存在する。技術の観点では、学習可能なデータやハードウェア性能が頭打ちになるなか、効率的にAIモデルを学習・運用する手法の確立が求められる。
- 社会的な観点では、汎用AIは法律・倫理的な問題を生じさせる可能性が高く、社会が受容できない可能性がある。技術的に汎用AIが実現できる目途が立ったとしても、社会で広く使われるかは未知数である。

観点		主な課題・リスク	詳細
技術	SW	データ	性能向上のための学習データが不足 <ul style="list-style-type: none"> <li>● AIモデルは学習データ量・パラメータ数の増加によって性能が上がる性質があるが、学習可能なデータ（例：インターネット上のデータ）を学習し尽くすことで、性能限界に達する可能性がある。合成データの活用が期待される。</li> </ul>
		開発	プラットフォーム依存
	責任あるAIを実現するための技術の発展		<ul style="list-style-type: none"> <li>● AIの提供者がAIがもたらす影響について責任を持つため、AIの信頼性向上技術（テスト・デバッグ技術など）や説明可能AI・AI公平性などに関する技術が発展する必要がある。</li> </ul>
	HW	性能	ムーアの法則の鈍化と処理性能の限界 <ul style="list-style-type: none"> <li>● CPUの密度が1.5年ごとに倍になるという「ムーアの法則」が鈍化しており、ハードウェア性能が限界を迎える可能性がある。AIの学習アルゴリズムの進化など、計算手法の革新が期待される。</li> </ul>
		電力消費	電力消費量と環境負荷 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 大規模なモデルの学習には大量の電力が必要とされる。AIの学習に用いられるサーバ装置（特にGPU）の省電力化や、AIの学習アルゴリズムの計算効率向上による省電力化が期待される。</li> </ul>
資源消費		レアメタル、レアアースの消費増 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 高性能なハードウェアの需要の増加により、レアアースの消費が増加し、枯渇する可能性がある。</li> </ul>	
社会	法律・倫理	倫理と責任	<ul style="list-style-type: none"> <li>● AIが人間に代わって意思決定する場合を想定したとき、その際の社会的・倫理的基準が確立されていない。汎用AIの実現に向けてグローバルに議論がなされるべきである。</li> </ul>
		国際協力と規制	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 汎用AIは生成AIよりも高い能力を持ち、かつ、世界中に大きな影響を及ぼすことが想定されるため、汎用AIに対応した国際的な共通の規制や基準の策定が必要になる。</li> </ul>
	社会受容性	教育とリテラシー	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術の便益を享受しリスク対処を可能にするための、意識改革やリテラシー教育が必要となる。これにより、一般市民が汎用AIを正しく理解、使いこなせるようになり、社会受容性が高まることが期待される。</li> </ul>
		雇用への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 汎用AIが実現すれば、従来の人間の仕事が自動化されることで、失われる職業が生じる。これにより、所得格差や不平等の拡大なども懸念される。一方、新しく生まれる職業や仕事も想定され、スキルシフトや再教育を行うための仕組み作りが必要である。</li> </ul>

# 企業における変化

- AIと仕事の役割分担が進み、自動化される業務が増える。これにより、人手不足の解消・コスト削減につながる。専門的技術や知識が必要な仕事の一部が汎用AIに代替され、人間の行う仕事は信頼関係構築等に重点を置くようになる。
- 汎用AIの複数の能力を組み合わせたタスクの実施やデータ分析によって、個別の事例への対応や顧客へのパーソナライズが進む。

汎用AIができること	起きる変化
専門的技術、知識を持っている人の代替	<p>AIとの仕事の役割分担が進む</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 定型的な仕事をAIが担当することで、AIと人との役割分担が進む</li> <li>• 人手不足の解消や人件費の削減が進む</li> <li>• 専門的な知見を活かす対人業務では、信頼関係構築の重要性が増す</li> <li>• AIが対応可能な仕事であっても「AIではなく人間が行っている」ことの価値が上がる</li> </ul>
自律的な行動による詳細な情報収集	<p>個別事例への対応力が向上より柔軟に複数のサービスを組み合わせたカスタマイズが可能になる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 個別事例に最適化されたサービスが実現</li> <li>• オンデマンドかつ個々のニーズを踏まえたサービス提供によるユーザ満足度の向上</li> <li>• 複数の専門性を享受できるようなサービスが実現</li> </ul>
汎用化可能なノウハウの学習	<p>AI活用前提のコミュニケーションが必要になる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 信頼関係の構築の役割を人が担う</li> <li>• 従来から人間を対象に実施していた情報（広告、広報、IR資料など）が、AIが読むことを前提に発信されるようになる</li> <li>• AIが自律的に提供するサービスやシステムを活用できるように、AI向けのインターフェースが提供される</li> </ul>
複数の能力を組み合わせた動作	<p>AIを育成するようになる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AIは「学習」するものではなく、「育成」するものとして扱われるようになる（詳細次頁）</li> </ul>

## 【参考】AIを活用するプロセスの変化

● 汎用AIの学習は、特定タスクの入出力データを大量に用意し、特定タスクの精度を高めていく「学習」とは異なる。汎用AIの学習は、人間の育成と同じように、時間をかけて成長させる「育成」に近くなり、以下3つのフェーズで導入・運用されると想定する。

- ✓ 準備フェーズ … ベースとなるAIに対して、人間に新人研修を施すように、必要な知識をパッケージのようにインストールする。
- ✓ 活用フェーズ … 周困と仕事を行う中で育成することで、能力を高める。
- ✓ 更新フェーズ … 古くなったAIソフトウェアから新しい世代に知識を継承する。

	① 準備フェーズ	② 活用フェーズ	③ 更新フェーズ
汎用AIの育成方法	<p><b>知識のインストール</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 人間が本を読むのと同じように、例えば「エンジニア」や「営業」などの予めプラットフォームによって用意されたプリセットの知識を、AIにインストールする。</li> <li>● 加えて企業独自のルールやプロジェクト情報などをAIに読み込ませる。</li> <li>● 知識は業務単位（例：銀行におけるバックオフィス業務）での汎用的な知識であり、それをもとに未定義タスクを解くことが可能。</li> </ul>	<p><b>自己学習</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 自己の行動の結果に対して学ぶ。</li> </ul> <p><b>AIと人間の指導による学習</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 先輩となるAI・人間による指導から学ぶ。</li> </ul>	<p><b>知識のアウトプット</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 学習した知識を、モデルの重みや、数値、テキストデータ等の形式知としてアウトプットする。</li> </ul> <p><b>ナレッジトランスファー</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 新しい世代のAIソフトウェアに知識を引き継ぐ。</li> </ul>
環境整備	<p><b>知識管理環境の整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 汎用AIに対して与える知識の追加・削除等の操作が行える管理環境の整備。</li> </ul> <p><b>汎用AIの学習環境の整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 汎用AIがアクセスするソフトウェアや機器について、APIやGUIのインターフェースの整備。</li> </ul>	<p><b>モニタリング・フィードバック環境の整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 仕事の進捗や能力の状態をモニタリング・評価し、適切なフィードバックを与えるための環境の整備。</li> </ul> <p><b>汎用AIを含む業務プロセスの継続的改善</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 汎用AIの側だけでなく、人間の作業のやり方と業務プロセスの側も見直し、改善。</li> </ul>	<p><b>ナレッジトランスファー環境の整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 世代の異なる汎用AIソフトウェアへの移行を行うための移行プロセスやテスト環境を整備する。</li> </ul>

## 汎用AIの実現に向けて推奨されるアクション

- 予想される「デジタル空間で自律性を獲得した汎用AI」が実現する世界に向け、企業に推奨されるアクションは以下の通り。

	起きる変化	推奨アクション	
1	より一層のデジタル化の推進	汎用AIがシステムのGUIやAPIを自律的に操作することで、人間の仕事をサポートする。	AIにとって業務を実施しやすいシステム環境を整備すべき。具体的には、既存システムのAPI化や、業務の一層のデジタル化を推進すべき。
2	汎用AI時代のビジネスモデル創発に向けた、生成AIの利活用	既存の発想では実現できなかったビジネスが実現できるようになる（例：人間の労働者の負荷なく、高品質なサービスが24時間365日提供できる）	技術進展を踏まえた、長期的な視点でのビジネスを検討する必要がある。現状の生成AIを組み合わせることで、中長期的にどのようなビジネスができるかを想像し、実証実験などを推進すべき。
3	業務プロセスとデータの整備	汎用AIは人間との協調の中で学習が進む。AIが人間の業務を部分的に支援するのではなく、業務を自律的に進めるAIを人間が支援する形に転換する。	現状の業務プロセスおよび、業務で参照すべき情報を整理しておくことが望ましい。
4	AI規制/ガバナンスの強化	汎用AIはその能力から、現時点で検討されている生成AIへの規制よりも、さらに強い規制/ガイドラインに準拠する必要があると想定される。そのため、企業においても強いガバナンスが求められる可能性がある。	現時点からAIに対するガバナンスを効かせ、規制等に対応できる下地を組織的に作っておくべき。
5	AIリテラシーの向上・再教育	人間の働き方や職業も代わる。定型的な作業はAIが代替するようになる。	AIがもたらすリスク（例：雇用を奪う）に怯えず、AIを正しく捉え、そのメリットを享受できるようにするべき。例えば対人関係のスキルセットの充実、AIリテラシーなど、労働者が新しいスキルの獲得に努めることが可能な環境を整備すべき。

## 注意事項／お問い合わせ

- 本資料は、作成日時時点で弊社が一般に信頼できると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を弊社で保証する性格のものではありません。また、本資料の情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがありますので、ご了承ください。
- 本資料の情報に起因して閲覧者及び第三者に損害が発生した場合でも、執筆者、執筆取材先及び弊社は一切責任を負わないものとします。本資料の著作権は株式会社日本総合研究所に帰属します。本資料の一部または全部を、電子的または機械的な手段を問わず、無断での複製または転送等することを禁じております。
- 本レポートに関するお問い合わせ、ご確認は下記までお願いいたします。

### 株式会社日本総合研究所 先端技術ラボ

近藤 浩史

[kondo.hirofumi@jri.co.jp](mailto:kondo.hirofumi@jri.co.jp)

大沼 俊輔

[onuma.shunsuke@jri.co.jp](mailto:onuma.shunsuke@jri.co.jp)

間瀬 英之

[mase.hideyuki@jri.co.jp](mailto:mase.hideyuki@jri.co.jp)

門脇 一真

[kadowaki.kazuma@jri.co.jp](mailto:kadowaki.kazuma@jri.co.jp)