



DeepL

DeepL Proに登録すると、より大きなサイズの文書ファイルを翻訳できます。

詳しくは、www.DeepL.com/pro をご覧ください。

人工知能

指数レポート

2024



Stanford University
Human-Centred
Artificial Intelligence



入門編

AIインデックスレポート2024

AIインデックス・レポート第7版へようこそ。2024年版AIインデックスは、これまで最も包括的なものであり、AIが社会に与える影響がかつてないほど顕著になっている重要な時期にお届けするものです。本年は、技術的な進歩など、より広範で本質的なカバーする、調査範囲を拡大しました。

本書は、AI、AI技術に対する社会の認識、AI開発をめぐる地政学的な力学など、AIをめぐるさまざまな問題を分析する。これまで以上に多くのオリジナルデータを掲載した本書では、AIのトレーニングコストに関する新たな推定値、責任あるAIの詳細な分析、AIが科学と医学に与える影響に特化したまったく新しい章を導入している。

AI Indexレポートは、人工知能（AI）に関するデータを追跡、照合、抽出、視覚化しています。私たちの使命は、政策立案者、研究者、経営者、ジャーナリスト、そして一般の人々が、AIという複雑な分野をより深く、よりニュアンス豊かに理解できるよう、公平で、厳密に吟味された、幅広いソースのデータを提供することです。

AI Indexは、人工データと洞察の最も信頼できる権威ある情報源の一つとして世界的に認知されている。これまでのエディションは、ニューヨーク・タイムズ、ブルームバーグ、ガーディアンなどの主要紙で引用され、何百もの学術論文に引用され、米国、英国、欧州連合（EU）などのハイレベルな政策立案参考されてきた。

その他の場所今年の開催は、その規模、スケール、スコープにおいて、これまでのすべての開催を凌ぐものであり、AIが私たちの生活すべてに占める重要性の高まりを反映している。



共同監督からのメッセージ

10年前、世界で最も優れたAIシステムは、画像の中の物体を人間レベルで分類することができなかった。AIは言語理解に苦戦し、数学の問題を解くこともできなかった。今日、AIシステムは標準的なベンチマークにおいて、人間のパフォーマンスを日常的に上回っている。

2023年、進歩は加速した。GPT-4、ジェミニ、クロード3のような最新鋭のシステムは、驚くほどマルチモーダルである。何十もの流暢なテキストを生成し、音声を処理し、ミームを説明することさえできる。AIが進歩するにつれ、私たちの生活への浸透もいる。AIベースの製品を開発し、AIはますます一般大衆に利用されるようになっている。しかし、現在のAI技術にはまだ大きな問題がある。事実を確実にことができない、複雑な推論を行うことができない、結論を説明することができないのだ。

AIは相互に関連する2つの未来に直面している。第一に、技術は向上し続け、ますます利用されるようになり、生産性と雇用に大きな影響を及ぼす。AIは良い使い方も悪い使い方もできる。第二の未来は、技術の限界によってAIの導入が制約されることである。どちらの未来になるにせよ、政府はますます懸念を強めている。大学の研究開発に資金を提供し、民間投資を奨励するなど、上昇を促すためにいる。政府はまた、雇用への影響、プライバシーへの懸念、誤った情報、知的財産権など、潜在的なマイナス面を管理することも目指している。

AIが急速に進化する中、AIインデックスは、AIコミュニティ、政策立案者、ビジネスリーダー、ジャーナリスト、そして一般市民がこの複雑な状況をナビゲートできるよう支援することを目的としている。この指標は、以下のような項目を追跡し、継続的かつ客観的なスナップショットを提供するものである。

主な分野：AI能力の技術的進歩、AIの開発と展開を推進するコミュニティと投資、現在と将来の潜在的影響に関する世論、AIイノベーションを刺激する一方でそのリスクと課題を管理するために取られた政策措置。AIのエコシステムを包括的にモニタリングすることで、本指標はこの変革的な技術力を理解するための重要なリソースとなる。

技術的な面では、今年のAIインデックスによれば、2023年に世界中でリリースされた新しい大規模言語モデルの数は前年比で倍増した。3分の2はオープンソースであったが、最も高性能なモデルは、クローズドシステムを持つ業界プレイヤーによるものであった。Gemini Ultraは、大規模マルチタスク言語理解（MMLU）ベンチマークで人間レベルの性能を達成した最初のLLMとなった。

ベンチマークは、昨年から15ポイント向上しました。さらに、GPT-4は、MMLUを含む包括的なHELM（Holistic Evaluation of Language Models）ベンチマークにおいて、平均勝率0.96という素晴らしいスコアを達成しました。



共同監督からのメッセー ジ（続き）

世界のAIへの民間投資は2連続で減少したが、ジェネレーティブAIへの投資は急増した。フォーチュン500社の決算説明会では、かつてないほど多くの企業がAIについて言及し、AIが労働者の生産性を目に見えて向上させるという新たな研究結果も発表された。政策立案の面では、立法手続きにおけるAIに関する言及が世界的にかつて増加した。米国の規制当局は2023年、なく多くのAI関連規制を可決した。それでも、AIがディープフェイクを生成し、選挙に影響を与えることについては、多くの人が懸念を表明した。一般市民はAIをより意識するようになり、神経質になって反応したことが研究で示唆されている。

レイ・ペローとジャック・クラーク

AIインデックス共同ディレクター



トップ10

1. AIはいくつかのタスクで人間に勝っているが、すべてではない。 AIは、画像分類、視覚的推論、英語理解など、いくつかのベンチマークで人間を上回っている。しかし、競技レベルの数学、視覚的常識推論、計画立案など、より複雑なタスクでは後れを取っている。

2. フロンティアAIの引き継ぎ産業界が独占している。 2023年、産業界は51の注目すべき機械学習モデルを生み出したが、学界の貢献は15に過ぎなかった。また、2023年には产学共同研究の21の注目すべきモデルがあり、これは過去最高となった。

3. フロンティア・モデルはさらに高価に AIインデックスの試算によると、最先端のAIモデルの学習コストはかつてないレベルに達している。例えば、OpenAIのGPT-4は訓練に推定7800万ドル相当の計算機を使用し、グーグルのジェミニ・ウルトラは計算機に1億9100万ドルかかった。

4. 米国は中国、EU、英国をリードし、トップAIモデルの主要な供給源となっている。 2023年には、61の注目すべきAIモデルが米国をする機関から生まれ、EUの21、中国の15を大きく上回る。

5. LLMの責任に関する頑健かつ標準化された評価が著しく欠如している。 AI Indexの新しい調査では、責任あるAIの報告において標準化が著しく欠如していることが明らかになった。OpenAI、Google、Anthropicを含む主要な開発者は、主に異なる責任あるAIのベンチマークに対してモデルをテストしている。この慣行は、トップAIモデルのリスクと限界を体系的に比較する取り組みを複雑にしている。

6. ジェネレーティブAIへの投資が急増 昨年のAI民間投資全体が減少したにもかかわらず、ジェネレーティブAIへの資金調達は急増し2022年の8倍近い1252億ドルに達した。OpenAI、Anthropic、Hugging Face、Inflectionを含むジェネレーティブAI分野の主要、大幅な資金調達ラウンドを報告した。

7. データがある：AIは労働者の生産性を高め、より質の高い仕事をもたらす。 2023年、いくつかの研究がAIが労働に与える影響を評価し、AIによって労働者がより迅速にタスクを完了し、アウトプットの質を向上させることを示唆した。また、これらの研究は、AIが以下のような問題を解決する可能性があることも示している。低スキル労働者と高スキル労働者の間のスキルギャップを埋める。しかし、他の研究では、適切な監督なしにAIを使用すると、パフォーマンスの低下につながる可能性があると警告している。



トップ10の収穫（続き）

8. AIのおかげで科学の進歩がさらに加速。 2022年、AIは科学的発見を促進し始めた。しかし2023年には、アルゴリズムによるソートを効率化するAlphaDevから、材料発見のプロセスを促進するGNoMEに至るまで、科学関連のAIアプリケーションのさらなる重要性が発表された。

9. 米国におけるAI規制の数が急増。 米国におけるAI関連規制の数は、昨年から過去年間で大幅に増加している。2023年には25のAI関連規制があり、2016年にはわずか1つだった。昨年だけでも、AI関連規制の総数は56.3%増加した。

10. 世界中の人々がAIの潜在的な影響について認識を深め、より神経質になっている。 イプソスの調査によると、過去1年間で、AIが今後3年から5年の間に自分たちの生活に劇的な影響を与えると考える人の割合は60%から66%に増加した。さらに、52%がAI製品やサービスに対して神経質になっており、2022年から13ポイント上昇している。アメリカでは、ピューのデータによると、アメリカ人の52%に期待よりも不安を感じており、年の37%から上昇している。



運営委員会

共同監督

ジャック・クラーク、人間工学、OECD レイ
モンド・ペロー、SRIインターナショナル

メンバー

エリック・プリンヨルフソン（スタンフォード大学）ジョン・エチメンディ（スタンフォード大学）カトリーナ・リゲット（ヘブライ大学）テラ・ライオンズ（JPモルガン・チーズ・アンド・カンパニー）
ジェームズ・マニイカ（グーグル、オックスフォード大学）

ファン・カルロス・ニーブルス（スタンフォード大学、セレスフォース）ヴァネッサ・パーリ（スタンフォード大学）Yoav Shoham, スタンフォード大学, AI21 Labs Russell Wald, ス坦福大学

スタッフと研究者

リサーチ・マネージャー兼編集長

ネスター・マスレイス
スタンフォード大学

学部生研究者

ロレーナ・ファットリーニス
スタンフォード大学
リサーチ・アソシエイト

提携研究者

エリフ・キーソー・コルテス（スタンフォード大学ロースクール研究員）アンカ・ロイエル（スタンフォード大学）ロビ・ラーマン、データサイエンティスト

大学院研究員

エミリー・キャプティック（スタンフォード大学）ジェームズ・ダ・コスタ（スタンフォード大学）シンバ・ジョンガ（スタンフォード大学）



スタンフォード大学サマー・フラワーズ
アーミン・ハムラー（クレアモント・マッケナ・カレッジ）
アメリア・ハーディ（スタンフォード大学）
メナ・ハッサン（スタンフォード大学）
Ethan Duncan He-Li Hellman（スタンフォード大学） Julia Betts Lotufo（スタンフォード大学）

アレクサンドラ・ローマ、フリーランス・リサ
ーチャー ラポ・サンタルラスシ、IMTルッカ高
等研究学校

スクルート・オーク（スタンフォード
大学） アンドリュー・シー（スタンフ
ォード大学） ジェイソン・シン（ス
タンフォード大学）
エマ・ウィリアムソン（スタンフォード大学
） アルフレッド・ユー（スタンフォード大学）



本レポートの引用方法

ネスター・マスレイ、ロレダナ・ファットリーニ、レイモン・ペロー、ヴァネッサ・パリー、アンカ・ロイエル、エリック・プリンヨルフソン、ジョン・エッチェメンディ、カトリーナ・リゲット、テラ・ライオンズ、ジェームズ・マニーカ、ファン・カルロス・ニーブルス、ヨアヴ・シヨハム、ラッセル・ウォルド、ジャック・クラーク、

「AI Index 2024 Annual Report,」AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University, CA, April 2024.

The AI Index 2024 Annual Report by Stanford University is licensed under [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#).

公開データとツール

AI指数2024報告書は、生データと対話型ツールによって補完されている。読者の皆様には、ご自身の仕事や関心に最も適した方法で、データとツールをご活用いただきたい。

- 生データとチャート：本レポートの公開データと図表の高解像度画像は、[Google Drive](#)で入手可能。
- グローバルAI活力ツール：30カ国以上のAIエコシステムを比較。Global AI Vibrancyツールは2024年夏に更新される予定です

。

AI指数とスタンフォードHAI

AIインデックスは、[スタンフォード人間中心人工知能研究所（HAI）](#) の独立したイニシアチブである。



Artificial
Intelligence
Index



Stanford University
Human-Centred
Artificial Intelligence

AIインデックスは、[人工知能百年研究（AI100）](#) の中で考案された。

AI Indexでは、来年に向けてのご意見、新しいアイデアをお待ちしております。AI-Index-Report@stanford.edu。までご連絡ください

AIインデックスは、人間の研究者チームによって執筆されたものの、その執筆プロセスにはAIツールの助けがあったことを認めてい
る。具体的には、著者はChatGPTとClaudeを使い、初稿の推敲とコピー編集を手伝った。



人工知能指数レポート

2024

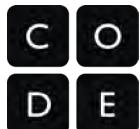
このワークフローでは、著者がオリジナルのコピーを書き、編集一環としてAIツールを活用する。



サポーティング・パートナー



分析・調査パートナー



McKinsey
& Company





投稿者

AI IndexはAI Index 2024含まれるデータ、分析、助言、専門家のコメントについて、章ごと、セクションごとに以下の方々の貢献に謝意を表したいと思います：

はじめに

ロレーナ・ファットリーニ、ネスター・マスレイ、ヴァネッサ・パリー、レイ・ペロー

第1章 研究開発

キャサリン・エイケン、テリー・オーリッキオ、タマイ・ベシログル、リシ・ボマサニ、アンドリュー・ブラウン、ピーター・シホン、ジェームズ・ダ・コスタ、ベン・コティエ、ジェームズ・カッセンス、ジェームズ・ダナム、メレディス・エリソン、ロレーナ・ファットリーニ、エンリコ・ゲルディング、アンソング・ホー、パーシー・リヤン、ネスター・マスレイ、グレッグ・モリ、トリスタン・ナウマン、ヴァネッサ・パリー、パブロス・ペッパス、レイ・ペロー、ロビ・ラーマン、ヴェスナ・サブリヤコヴィッチ・フリット、ジム・シユミーデラー、ハイメ・セビージャ、オータム・トニー、ケビン・シュー、メグ・ヤング、ミレーナ・ゼイタムロワ

第2章：技術的パフォーマンス

リシ・ボマサニ、エマ・ブルンスキル、エリック・プリンヨルフソン、エミリー・キャップスティック、ジャック・クラーク、ロレーナ・ファットリーニ、トビ・ガーツエンバーグ、ノア・グッドマン、ニコラス・ハーバー、サンミ・コイエホ、パーシー・リアン、カトリーナ・リゲット、サーシャ・ルッチョーニ、ネスター・マスレイ、
ファン・カルロス・ニーブルス、スクルート・オーク、ヴァネッサ・パリー、レイ・ペロー、アンドリュー・シー、ヨアヴ・ショハム、エマ・ウイリアムソン

第3章 責任あるAI

ジャック・クラーク、ロレーナ・ファットリーニ、アメリカ・ハーディ、カトリーナ・リゲット、ネスター・マスレイ、ヴァネッサ・パリー、レイ・ペロー、アンカ・ロイエル、アンドリュー・シー

第4章 経済

スザンヌ・ビエラー、エリック・プリンヨルフソン、マー・カルバネッリ、ジェームズ・ダ・コスタ、ナタリア・ドロギ、ヘザー・イングリッシュ、ムラト・エラー、ロレーナ・ファットリーニ、アカシ・カウラ、ジェームズ・マニーカ、ネスター・マスレイ、カル・マッキーヴァー、ジュリア・ニッヂ、レイラ・オケイン、ヴァネッサ・パリー、レイ・ペロー、ブリタニー・プレステン、カール・シャン、ビル・ヴァレ、ケイシー・ウェストン、エマ・ウィリアムソン



第5章 科学と医学

ラス・アルトマン、ロレダナ・ファットリーニ、レミ・ラム、カーティス・ラングロツ、ジェームズ・マニーカ、ネスター・マスレイ、ヴァネッサ・パーリ、レイ・ペロー、エマ・ウィリアムソン



貢献者（続き）

第6章 教育

ベツツイー・ビゾット、ジョン・エチエンディ、ロレダナ・ファットリーニ、キルステン・フェダーセン、マット・ヘイゼンブッシュ、ネスター・マスレイ、ヴァネッサ・パリー、レイ・ペロー、スヴェトラーナ・ティホネンコ、ローレンス・ヴェーメイヤー、ハンナ・ワイズマン、スチュアート・ズウェベン

第7章 政策とガバナンス

アリソン・ボイヤー、エリフ・キエソウ・コルテス、レベッカ・デクレセンゾ、カサンドラ・デヴァー、デイヴィッド・フリーマン・エングストローム、ロレダナ・ファットリーニ、フィリップ・デ・グズマン、メナ・ハッサン、イーサン・ダンカン・ヘリ・ヘルマン、ダニエル・ホー、ジョセフ・シュー、シンバ・ジョンガ、ロヒニ・コソグル、マーク・レムリー、ジュリア・ベツ・ロトウフォ、ネスター・マスレイ、キャロライン・マインハート、ジュリアン・ニャル子、ジェフ・パーク、ヴァネッサ・パリー、レイ・ペロー、アレクサンドラ・ローマ、ラポ・サンタルラス、サラ・スマドレー、ラッセル・ウォルド、エマ・ウィリアムソン、ダニエル・チャン

第8章 多様性

ベツツイー・ビゾット、ロレダナ・ファットリーニ、キルステン・フェダーセン、マット・ヘイゼンブッシュ、ネスター・マスレイ、ヴァネッサ・パリー、レイ・ペロー、スヴェトラーナ・ティホネンコ、ローレンス・ヴェーメイヤー、キャロライン・ヴァイス、ハンナ・ワイズマン、スチュアート・ズウェベン

第9章 世論

マギー・アライ、トマス・ベルジュロン、ヘザー・イングリッシュ、ロレダナ・ファットリーニ、トマス・ガリポー、アイザック・ガゼンダム、アルミニ・ハムラー、ブレイク・リー=ホワイティング、ピーター・ジョン・ローウェン、ネスター・マスレイ、ヒュー・ニーダム、ヴァネッサ・パリー、レイ・ペロー、マルコ・モンテイロ・シルバ、リー・スリングガード、ビル・ヴァレ、ラッセル・ウォルド、ソフィア・ユシポヴィッチ



AIインデックスは、本年度の報告書にデータを提供してくださった以下の団体および個人に感謝する：

組織

アクセセンチュア

アルナブ・チャクラボルティー

財団モデル研究センター

リシ・ボマサニ、パーシー・リヤン

ジョージタウン大学安全保障・新技術センター

キャサリン・エイケン、ジェームズ・ダナム、オータム・トニー

コード・オルグ

ハンナ・ワイズマン

コンピューティング研究会

ベツツィー・ビゾット、スチュアート・ズウェベン

時代

ベン・コティエ、ロビ・ラーマン

ギットハブ

ピーター・チホン、ケビン・シュー

ゴビニ

アリソン・ボイヤー、レベッカ・デクレセンゾ、カサンドラ・デヴァー、フィリップ・デ・グズマン、ジョセフ・シュー、ジェフ・パーク

インフォマティクス・ヨーロッパ

スヴェトラーナ・ティホネンコ

国際ロボット連盟

スザンヌ・ビアラー

ライトキャスト

カル・マッキーヴァー、ジュリア・ニッヂェ、レイラ・オケイン

LinkedIn

ムラト・エラー、アカシュ・カウラ、ケイシー・ウェストン

マッキンゼー・アンド・カンパニー

ナタリア・ドロギ、ブリタニー・プレステン

マンク国際問題・公共政策大学院

ブレイク・リー＝ホワイティング、ピーター・ジョン・ローウェン、リー・スリンガー

クィッド

ヘザー・イングリッシュ、ビル・ヴァレ

シュワルツ・ライスマントechnologien研究所

マギー・アライ、モニーク・クリクロー、ジリアン・K・ハドフィールド、マルコ・モンテイロ・シルバ

スタディポータル

キルステン・フェダーセン、ローレンス・ヴェーメイエル

機械学習に携わる女性たち

キャロライン・ヴァイス



AI Indexはまた、本書の作成に協力してくれたJeanina Casusi、Nancy King、Carolyn Lehman、Shana Lynch、Jonathan Mindes、Michi Turner
、AI Index²⁰²⁴ウェブサイトの維持に協力してくれたJoe HinmanとNabarun Mukherjee、報告書の普及に協力してくれたAnnie Benisch、
Marc Gough、Panos Madamopoulos-Moraris、Kaci Peel、Drew Spence、Madeline Wright、Daniel Zhangに感謝する。



目次

レポートハイライト		14
第1章	研究開発	27
第2章	技術的パフォーマンス	73
第3章	責任あるAI	159
第4章	経済	213
第5章	科学と医学	296
第6章	教育	325
第7章	政策とガバナンス	366
第8章	多様性	411
第9章	世論	435
付録		458

公開データにアクセスする



レポート ハイライト

第1章 研究開発

1. フロンティアAIの引き続き産業界が独占している。 2023年、産業界は51の注目すべき機械学習モデルを生み出したが、アカデミアの貢献は15にとどまった。また、2023年には産学共同研究の成果として21の注目すべきモデルがあり、これは過去最高となった。

2. より多くのファウンデーション・モデル、より多くのオープン・ファウンデーション・モデル。 2023年には、2022年の2倍以上となる合計149の基礎モデルがリリースされた。これらの新しくリリースされたモデルのうち、65.7%がオープンソースであったのに対し、2022年には44.4%、2021年には33.3%に過ぎなかった。

3. フロンティア・モデルはさらに高価に AI Indexの試算によると、最先端のAIモデルのトレーニングコストはかつてない高い。例えば、OpenAIのGPT-4は、推定で次のようなコストを費やしている。

グーグルのジェミニ・ウルトラが1億9,100万ドルのコンピュート費用を要したのに対し、トレーニングには7,800万ドル相当のコンピュート費用がかかった。

4. 米国は中国、EU、英国をリードし、トップAIモデルの主要な供給源となっている。 2023年には、61の注目すべきAIモデルが米国を拠点とする機関から生まれ、EUの21、中国の15を大きく上回る。

5. AI特許が急増。 2021年から2022年にかけて、世界のAI特許付与件数は62.7%増と急増。2010年以降、付与されたAI特許の数は31倍以上に增加了。

6. 中国がAI特許を独占。 2022年、中国が61.1%で世界のAI特許の起源をリードし、AI特許の起源の20.9%を占めた米国を大きく引き離した。2010年以降、AI特許に占める米国の割合は54.1%から減少している。

7. オープンソースのAI研究が爆発的に増加 2011年以降、GitHub上のAI関連プロジェクト数は一貫して増加し続け、2011年には845件だったものが、2023年には約180万件にまで増加している。特筆すべきは、2023年だけでGitHubのAIプロジェクト総数が59.3%急増したことだ。GitHubのAI関連プロジェクトの星の総数も2023年に大幅に増加し、2022年の400万個から3倍以上の1,220万個になった。

8. AIの論文数は増え続けている。 2010年から2022年の間に、AI出版物の総数は3倍近くに増加し、2010年の約88,000件から2022年には240,000件以上に増加する。昨年1年間の増加率は1.1%と小幅であった。



レポート ハイライト

第2章：技術的パフォーマンス

1. AIはいくつかのタスクで人間に勝っているが、すべてではない。 AIは、画像分類、視覚的推論、英語理解など、いくつかのベンチマークで人間を上回っている。しかし、競技レベルの数学、視覚的常識推論、プランニングなど、より複雑なタスクでは後れを取っている。

2. マルチモーダルAIの登場だ。 従来のAIシステムは、言語モデルはテキスト理解には優れているが画像処理には弱く、またその逆も然り、その範囲は限られていた。しかし、最近の進歩により、グーグルのGeminiやOpenAIのGPT-4のような強力なマルチモーダルモデルが開発されている。これらのモデルは柔軟性を示し、画像やテキストを扱うことができ、場合によっては音声を処理することもできる。

3. より難しいベンチマークの出現。 AIモデルの性能は、ImageNet、SQuAD、SuperGLUEなどの確立されたベンチマークで飽和状態に達しており、研究者はより難易度の高いベンチマークの開発を促している。2023年には、コーディングのSWE-bench、画像生成のHEIM、一般推論のMMMU、道徳的推論のMoCa、エージェントベースのAgentBench幻覚のHaluEvalなど、難易度の高い新しいベンチマークが登場した。

4. より良いAIはより良いデータを意味し、それは……さらに良いAIを意味する。 SegmentAnythingやSkoltechのような新しいAIモデルは、画像セグメンテーションや3D再構成のようなタスクに特化したデータを生成するために使用されている。データはAIの技術不可欠である。より多くのデータを作成するためにAIを使用することで、現在の能力が強化され、特に難しいタスクについては、将来的アルゴリズム改良への道が開かれる。

5. 人間による評価 生成モデルが高品質のテキストや画像などを生成するようになり、ベンチマークは、ImageNetやSQuADのようなコンピューターによるランキングではなく、Chatbot Arena Leaderboardのような人間による評価を取り入れる方向に徐々にシフトし始めている。AIに関する一般市民の感情は、AIの進歩を追跡する上でますます重要な考慮事項となりつつある。

6. LLMのおかげで、ロボットはより柔軟になった。 言語モデリングとロボット工学の融合により、PaLM-EやRT-2のような、より柔軟なロボットシステムが誕生した。ロボット能力の向上でなく、これらのモデルは質問をすることができ、現実世界とより効果的に対話できるロボットへの重要な一步となっている。



第2章：技術的パフォーマンス（続き）

7. エージェントAIのさらなる技術研究特定の環境で自律的に動作するシステムであるAIエージェントの作成は、コンピュータ科学者にとって長年の課題であった。しかし、新たな研究は次のことを示唆している。
自律型AIエージェントの性能は向上している。現在のエージェントは、マインクラフトのような複雑なゲームをマスターし、オンラインショッピングや研究支援といった現実世界のタスクに効果的に取り組むことができる。

8. クローズドLLMはオープンLLMを大幅に上回る。10種類のAIベンチマークにおいて、クローズドモデルはオープンモデルを上回り、性能の中央値は24.2%であった。クローズドモデルとオープンモデルの性能の違いは、AI政策の議論において重要な意味を持つ。



レポート ハイライト

第3章 責任あるAI

1. LLMの責任に対するロバストで標準化された評価は、深刻に欠けている。

AI Indexの新たな調査により、責任あるAIの報告において標準化が著しく欠如していることが明らかになった。OpenAI、Google、Anthropicを含む主要な開発者は、主に異なる責任あるAIベンチマークに対してモデルをテストしている。この慣行は、トップAIリスクと限界を体系的に比較する取り組みを複雑にしている。

2. 政治的なディープフェイクは生成しやすく、発見が難しい。政治的なディープフェイクはすでに選挙に影響を及ぼしており、最近の研究では、既存のAIディープフェイク手法がさまざまなレベルの精度で機能していることが示唆されている。さらに、CounterCloudのような新しいプロジェクトは、AIがいかに簡単にフェイク・コンテンツを作成し、広めることができるかを示している。

3. 研究者たちはLLMにより複雑な脆弱性を発見した。以前は、AIモデルのレッドチームへの取り組みのほとんどは、人間にとて直感的に理解敵対的なプロンプトのテストに重点を置いていた。今年、研究者たちは、LLMに有害な振る舞いをさせるための、ランダムな単語を無限に繰り返させるような、あまり目立たない戦略を発見した。

4. AIによるリスクは、世界中の企業にとって懸念事項となっている。責任あるAIに関する世界的な調査によると、企業がAI関連で最も懸念しているのは、プライバシー、データ・セキュリティ、信頼性などである。この調査によると、企業はこれらのリスクを軽減するための対策を講じ始めている。しかし、世界的に見ると、ほとんどの企業は今のところ、これらのリスクのごく一部を軽減しているに過ぎない。

5. LLMは著作権で保護された素材を出力することができる。複数の研究者が、人気のあるLLMの生成出力には、『ニューヨーク・タイムズ』紙の抜粋や映画のワンシーンなど、著作権で保護された素材が含まれている可能性があることを示している。このような出力が著作権侵害にあたるかどうかは、中心的な法的問題になりつつある。

6. AI開発者の透明性スコアは低く、研究にも影響新たに導入されたFoundation Model Transparency Indexは、AI開発者の透明性、特にトレーニングデータと方法論の開示が不十分であることを示している。このオープン性の欠如は、AIシステムの堅牢性と安全性をさらに理解する努力を妨げている。



第3章 責任あるAI（続き）

7. 極端なAIリスクは分析が難しいこの1年、AI学者や実務家の間で、アルゴリズムによる差別のような直接的なモデルリスクと、長期的な脅威のどちらを重視するかについて、大きな議論が巻き起こっている。どちらの主張が科学的根拠があり、政策立案に反映されるべきかを区別することは困難になっている。この難しさは、実存的脅威の理論的性質とは対照的に、すでに存在する短期的リスクの具体的性質によって、さらに複雑になっている。

8. AIのインシデント件数は増加の一途をたどっている。AIの悪用に関するインシデントを追跡しているAIインシデント・データベースによると、2023年には123件のインシデントが報告され、2022年から32.3ポイント増加した。2013年以降、AI事件は20倍以上に増加している。顕著な例としては、AIが生成したティラー・ス威フトの性的に露骨なディープフェイクがネット上で広く共有されたことが挙げられる。

9. ChatGPTは政治的に偏っている研究者は、ChatGPTが米国の民主党と労働党に著しく偏っていることを発見した。この発見は、特に世界的な大規模選挙が行われる、このツールがユーザーの政治的見解に影響を与える可能性について懸念を抱かせるものである。



レポート ハイライト

第4章 経済

- 1. ジェネレティブAIへの投資が急増** 昨年のAI民間投資全体が減少したにもかかわらず、ジェネレティブAIへの資金調達は急増し、2022年の8倍近い1252億ドルに達した。OpenAI、Anthropic、Hugging Face、Inflectionを含むジェネレティブAI分野の主要企業は、大幅な資金調達ラウンドを報告した。
- 2. すでにリーダーである米国は、AIの民間投資でさらにリードしている。** 2023年、米国のAI投資額は672億ドルに達し、次に投資額が多い中国の約8.7倍となる。中国と英国を含む欧州連合（EUAI民間投資額は、その約8.7倍である、2022年以降、アメリカはそれぞれ44.2%、14.1%減少したが、同時期に22.1%増加したのは注目に値する。
- 3. 米国および世界中でAI関連の求人が減少。** 2022年、アメリカではAI関連の職種が全求人情報の2.0%を占めていたが、2023年には1.6%まで減少した。このAI求人情報の減少は、大手AI企業からの求人数が減少し、これらの企業における技術職の割合が減少したためである。
- 4. AIはコストを削減し、増加させる。** マッキンゼーの新しい調査によると、調査対象企業の42%がAI（ジェネレティブAIを含む）の導入によるコスト削減を報告し、59%が収益の報告している。前年と比較すると、削減を報告した回答者は10ポイント増加しており、AIがビジネス効率の大幅ないことを示唆している。
- 5. AI民間投資総額は再び減少、一方で新規出資AI企業数は増加。** 世界のAI民間投資は2年減少したが、2021年から2022年にかけての急激な減少よりは少ない。新たに出資を受けたAI企業の数は、前年比40.6%増の1,812社に急増した。
- 6. AIの組織導入が加速** 2023年のマッキンゼーのレポートによると現在55%の組織が少なくとも1つの事業部門または機能でAI（ジェネレティブAIを含む）を使用しており、2022年の50%、2017年の20%から増加している。
- 7. 中国が産業用ロボットを席巻** 2013年に産業用ロボットの導入台数で日本を抜いてトップに立って以来、中国は最も近い競合国との差を大きく広げている。2013年、中国の設置世界全体の20.8%を占め、そのシェアは2022年までに52.4%まで上昇した。



第4章 経済（つづき）

8. ロボット導入の多様化。 2017年には、産業用ロボットの新規導入台数に占める協働ロボットの割合はわずか2.8%に過ぎなかったが、この数字は2022年までに9.9%に上昇した。同様に、2022年には医療用ロボットを除くすべてのアプリケーションカテゴリーでサービスロボットの増加した。この傾向は、ロボット導入の全体的な増加だけでなく、人と接する役割にロボットを配備することに重点が置かれていることを示している。

9. データが：AIは労働者の生産性を高め、より質の高い仕事をもたらす。

2023年には、AIが労働に与える影響を評価する研究がいくつか発表され、AIによって労働者がより迅速に仕事をこなし、生産物の質を向上させることが可能になる示唆された。これらの研究はまた、AIが低スキル労働者と高スキル労働者の間のスキルギャップを埋める可能性を示している。しかし、他の研究では、適切な監督なしにAIを使用すると、パフォーマンスの低下につながる可能性があると警告している。

10. フォーチュン500企業がAI、特にジェネレーティブ多くを語り始める。 2023年、AIは394の決算説明会（フォーチュン500社全体の80%近く）で言及され、2022年の266の言及から顕著に增加了。2018年以降、フォーチュン500社の決算説明会におけるAIに関する言及はほぼ倍増している。最も頻繁に引用されたテーマは、全決算説明会の19.7%に登場し、ジェネレーティブAIであった。



レポート ハイライト

第5章 科学と医学

1. AIのおかげで科学の進歩がさらに加速。 2022年、AIは科学的発見を促進し始めた。しかし2023年には、アルゴリズムによるソートをより効率的にするAlphaDevから、材料発見のプロセスを促進するGNoMEまで、科学関連のAIアプリケーションのさらなる重要性が発表された。

2. AIは医療を大きく前進させる。 2023年には、パンデミック予測を強化するEVEscapeや、AIによる突然変異分類を支援するAlphaMissenceなど、いくつかの重要な医療システムが立ち上げられた。AIは医療の進歩を推進するためにますます活用されるようになっている。

3. 高度な知識を持つ医療AIが登場した。 ここ数年、AIの臨床知識を評価するための重要なテストであるMedQAベンチマークにおいて、AIシステムは目覚ましい向上を示している。2023年の傑出したモデルであるGPT-4 Medpromptは90.2%の精度を達成し、2022年の最高スコアから22.6ポイント上昇した。2019年にこのベンチマークが導入されて以来、MedQAにおけるAIの成績は約3倍に上昇した。

4. FDAはAI関連医療機器をどんどん承認している。 2022年、FDAは139のAI関連医療機器を承認し、2021年から12.1%増加した。2012年以降、FDAが承認したAI関連医療機器の数は45倍以上に増加している。AIはますます現実の医療目的に使用されるようになっている。



レポート ハイライト

第6章 教育

1. 米国とカナダのCS学士号取得者数は増加し続け、CS修士号取得者数は比較的横ばい、博士号取得者数は緩やかに増加している。アメリカとカナダの学士号新規取得者数は10年以上一貫して増加しているが、CSの大学院教育を選択する学生数は横ばいとなっている。2018年以降、CSの修士号および博士号取得者数はわずかに減少している。

2. AI博士の産業界への移行は加速している。2011年には、新しいAI博士のほぼ同じ割合が産業界（40.9%）と学界（41.6%）に就職した。しかし、2022年までには、卒業後に産業界に就職する人の割合（70.7%）が、アカデミアに就職する人の割合（20.0%）を大きく。過去1年間だけでも産業界に就職したAI博士の割合は5.3ポイント上昇しており、大学から産業界への頭脳流出が激化していることを示している。

3. 産業界からアカデミアへのアカデミック人材の移行が少ない。2019年、米国とカナダにおける新しいAI教員の13%が産業界出身者だった。2021年までにこの数字は11%に低下し、2022年にはさらに7%に低下した。この、ハイレベルなAI人材の産業界から学界への移行が徐々に減少していることを示している。

4. 米国とカナダにおけるCS教育の国際性が低下。2022年に卒業したCS学士、修士、博士の国際的な数は、2021年に比べて相対的に減少した。修士課程における留学生の減少は特に顕著であった。

5. より多くのアメリカの高校生がCSコースを受講しているが、アクセスの問題は残っている。

2022年には、201,000のAP CS試験が実施された。2007年以来、この試験を受ける生徒の数は10倍以上に増加している。しかし、最近の証拠によると、大規模な高校や郊外地域の生徒の方が、CSコースを受講できる可能性が高い。

6. AI関連の学位プログラムは国際的に増加傾向にある。英語の数も増えている、

AI関連の中等教育後の学位プログラムは2017年以降3倍に増加し、過去5年間にわたり毎年着実に増加している。世界中の大学がAIに特化した学位プログラムを提供している。



第6章 教育（つづき）

7. 欧州の情報学、CS、CE、IT卒業生輩出は英国とドイツがリード。 イギリスとドイツは、情報学、CS、CE、情報の学士、修士、博士課程の新卒者の輩出数で欧州をリードしている。一人当たりでは、学士号取得者数、博士号取得者数トップであり、修士号取得者数でトップである。



レポート ハイライト

第7章 政策とガバナンス

1. 米国でAI規制が急増。 AI関連規制の数は昨年から過去年間で大幅に増加している。2023年には25のAI関連規制があり、2016年にはわずか1つだった。昨年だけでも、AI関連規制の総数は56.3%増加した。

2. 米国と欧州連合が画期的なAI政策行動を進める。 2023年、大西洋の両岸の政策立案者たちは、AI規制を推進するための実質的な提案を打ち出した。欧州連合（EU）は、2024年に制定された画期的な法案であるAI条件について合意に達した。一方、バイデン大統領はAIに関する大統領令に署名し、この年米国で最も注目されたAI政策のイニシアティブとなった。

3. 米国の政策立案者の注目を集めるAI。 2023、連邦AI関連法案が著しく増加し、2022年の88法案の倍以上となる181法案が提出された。

4. 世界中の政策立案者がAIについて語らずにはいられない。 世界中の立法手続きにおけるAIの言及はほぼ倍増し、2022年の1,247件から2023年には2,175件に増加した。2023年には49カ国の立法手続きでAIが言及された。さらに、2023年にはすべての大陸から少なくとも1カ国がAIについて論じており、AI政策の言説が真にグローバルな範囲に及んでいることが明らかになった。

5. AIに関心を向ける規制機関が増加 AI規制を発令する米国の規制機関の数は、2022年の17から2023年には21に増加し、より広範な米国の規制機関でAI規制に対する関心が高まっていることを示している。2023年に初めてAI関連規制を制定した新たな規制機関には、運輸省、エネルギー省、労働安全衛生局などがある。



レポート ハイライト

第8章 多様性

- 1. 米国とカナダのcs学士、修士、博士課程の学生は、民族的に多様性を増している。** 3つのレベルすべてにおいて、新規学位取得者の中で最も多い民族は引き続き白人であるが、アジア系、ヒスパニック系、黒人またはアフリカ系アメリカ人の学生など、他の民族の割合も増加し続けている。例えば、2011年以降、アジア系CS学士号取得者の割合は19.8ポイント増加、ヒスパニック系CS学士取得者の割合は5.2ポイント増加している。
 - 2. 欧州の情報学、CS、CE、ITの卒業生には、すべての教育レベルにおいて実質的な男女格差が存在する。** 調査対象となったヨーロッパのどの国でも、情報学、CS、CE、ITの学士課程、修士課程、博士課程では、女性よりも男性の卒業生が多いと報告されている。男女間の格差は過去10ほんどの国で縮小しているが、その縮小の速度は緩やかである。
 - 3. 米国の幼稚園児から高校生までのcs教育は、性別と民族的代表の変化を反映し、多様性を増している。** 女子生徒が受験するAP CS試験の割合は、2007年の16.8%から2022年には30.5%に上昇した。同様に、アジア系、ヒスパニック系、ラテン系、黒人、アフリカ系アメリカ人の生徒のAP CSへの参加率は、年々一貫して増加しています。
-



レポート ハイライト

第9章 世論

1. 世界中の人々がAIの潜在的な影響について認識を深め、より神経質になっている。 イプソスの調査によると、過去1年間で、AIが今後3年から5年の間に自分たちの生活に劇的な影響を及ぼすと考える人の割合は60%から66%に増加した。さらに、52%がAI製品やサービスに対して神経質になっており、2022年から13ポイント上昇している。アメリカでは、ピューのデータによると、アメリカ人の52%がAIに期待よりも不安を感じており、2022年の38%から上昇している。

2. 欧米諸国のAIセンチメントは引き続き低いが、徐々に改善しつつある。 2022年、ドイツ、オランダ、オーストリア、ベルギー、カナダ、米国を含む欧米先進国数カ国は、AI製品やサービスに対して最も肯定的でなかった。以来、これらの国はそれぞれの国々では、AIの認める回答者の割合が増加しており、オランダでは最も大きな変化が見られた。

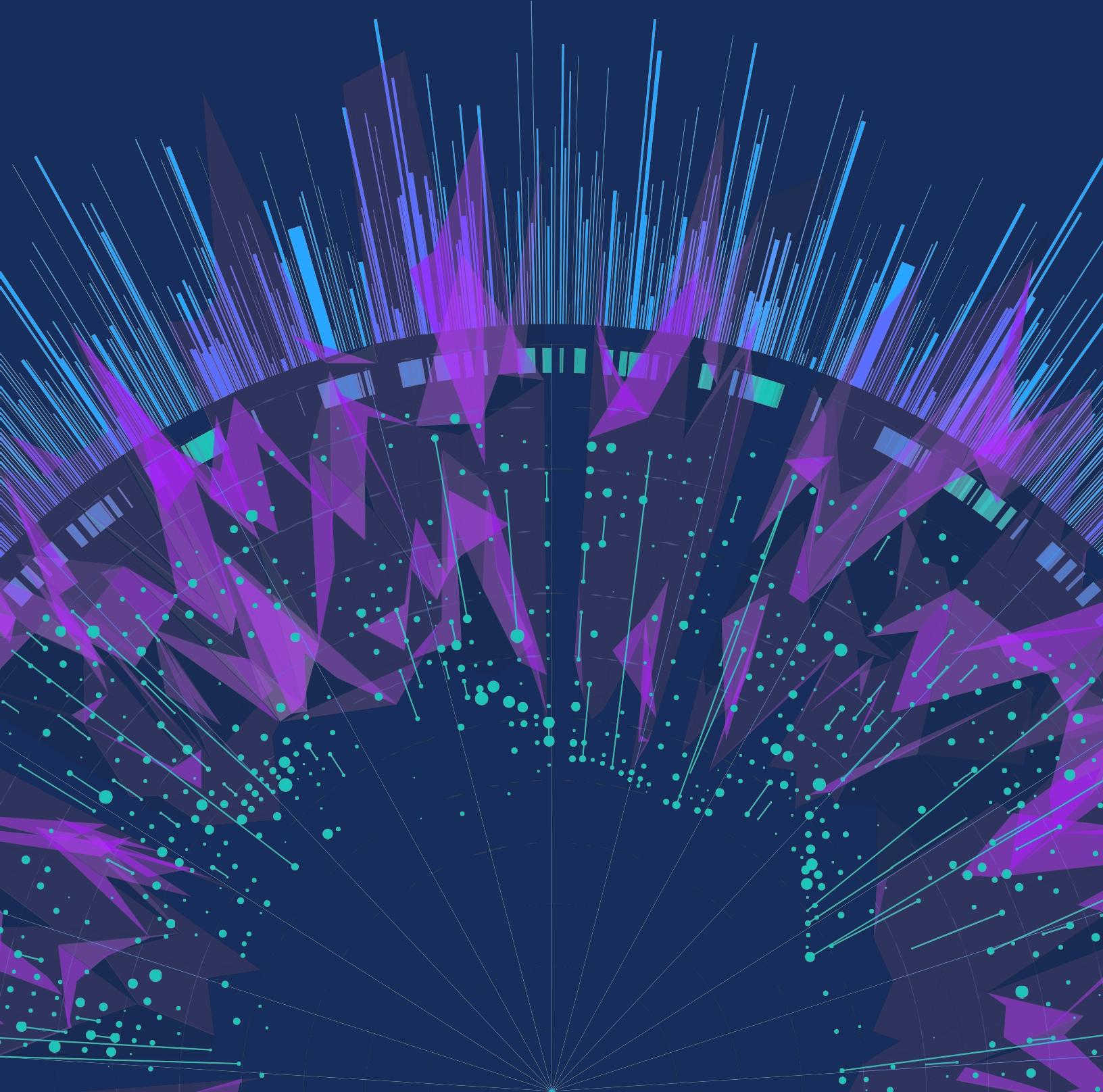
3. 世間はAIの経済効果に悲観的だ。 イプソスの調査では、AIが自分の仕事を改善すると感じている回答者はわずか37%だった。AIが経済を活性化すると予想しているのは34%、雇用市場を強化いるのは32%に過ぎない。

4. AIの楽観的な見方については、人口統計学的な違いが見られる。 AIが生活を向上させる可能性についての認識には人口統計学的に大きな違いがあり、若い世代ほど楽観的である。例えば、Z世代の回答者の59%は、AIが娯楽の選択肢を改善すると考えているのに対し、ベビーブーマー世代では40%に過ぎない。さらに、所得や教育水準が高い人ほど、低所得で教育水準の低い人よりも、AIがエンターテインメント、健康、経済に与えるプラスの影響について楽観的である。

5. ChatGPTは広く知られ、広く使われています。 トロント大学の国際調査によると、回答者の63%がChatGPTを知っているようです。そのうち約半数が少なくとも週に一度はChatGPTを利用していると回答しています。



第1章： 研究開発





プレビュ

概要	29	トレーニング費用	63
チャプター・ハイライト	30		

1.1 出版物 31

概要	31
AI出版物の総数	31
出版物の種類別	32
研究分野別	33
セクター別	34
AIジャーナル出版物	36
AIカンファレンス出版物	37

1.2 特許 38

AI特許	38
概要	38
出願状況と地域別	39

1.3 フロンティアリサーチ 45

一般的な機械学習モデル	45
概要	45
セクター分析	46
ナショナル所属	47
パラメータの傾向	49
トレンドの計算	50
ハイライト モデルはデータを使い切るか?	52
ファンデーション・モデル	56
モデルリリース	56
所属団体	58
ナショナル所属	61

14 AIカンファレンス

会議出席者数

66

66

15 オープンソースAIソフトウェア

69

プロジェクト

69

星

71

公開データにアクセスする

↑目次

28



概要

本章では、AIの研究開発の動向について考察する。まずAIの論文や特許の動向を調べ、次に注目すべきAIシステムや基盤動向を検証する。最後に、AIカンファレンスの出席者とオープンソースのAIソフトウェア・プロジェクトを分析している。



ハイライト

1. フロンティアAIの引き続き産業界が独占している。 2023年、産業界は51の注目すべき機械学習モデルを生み出したが、アカデミアの貢献は15にとどまった。また、2023年には産学共同研究の成果として21の注目すべきモデルがあり、これは過去最高となった。

2. より多くのファウンデーション・モデル、より多くのオープン・ファウンデーション・モデル。 2023年には、2022年の2倍以上となる合計149の基礎モデルがリリースされた。これらの新しくリリースされたモデルのうち、65.7%がオープンソースであったのに対し、2022年には44.4%、2021年には33.3%に過ぎなかった。

3. フロンティア・モデルはさらに高価に AI Indexの試算によると、最先端のAIモデルのトレーニングコストは前例のない高い。例えば、OpenAIのGPT-4は、推定で次のようなコストを費やしている。

グーグルのジェミニ・ウルトラが1億9,100万ドルのコンピュート費用を要したのに対し、トレーニングには7,800万ドル相当のコンピュート費用がかかった。

4. 米国は中国、EU、英国をリードし、トップAIモデルの主要な供給源となっている。 2023年には、61の注目すべきAIモデルが米国を拠点とする機関から生まれ、EUの21、中国の15を大きく上回る。

5. AI特許が急増。 2021年から2022年にかけて、世界のAI特許付与件数は62.7%増と急増。2010年以降、付与されたAI特許の数は31倍以上に增加了。

6. 中国がAI特許を独占。 2022年、中国が61.1%で世界のAI特許の起源をリードし、AI特許の起源の20.9%を占めた米国を大きく引き離した。2010年以降、AI特許に占める米国の割合は54.1%から減少している。

7. オープンソースのAI研究が爆発的に増加 2011年以降、GitHub上のAI関連プロジェクト数は一貫して増加し続け、2011年には845件だったものが、2023年には約180万件にまで増加している。特筆すべきは、2023年だけでGitHubのAIプロジェクト総数が59.3%急増したことだ。GitHubのAI関連プロジェクトの星の総数も2023年に大幅に増加し、2022年の400万個から3倍以上の1,220万個になった。

8. AIの論文数は増え続けている。 2010年から2022年の間に、AI出版物の総数は3倍近くに増加し、2010年の約88,000件から2022年には240,000件以上に増加する。昨年1年間の増加率は1.1%と小幅であった。



1.1 出版物

概要

以下の図は、2010年から2022年までの世界の英語によるAI出版件数を、所属の種類と分野横断的な共同研究によって分類したものである。さらに、このセクションでは、AIのジャーナル論文と会議論文の出版データについても詳述する。

AI出版物の総数¹

図1.1.1は、AI出版物の世界数を示している。2010年から2022年にかけて、AIの総出版数は3倍近くに増加し、2010年の約88,000件から2022年には240,000件を超える。直近1増加率は1.1%と小幅である。

世界のAI出版件数（2010-22年）

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

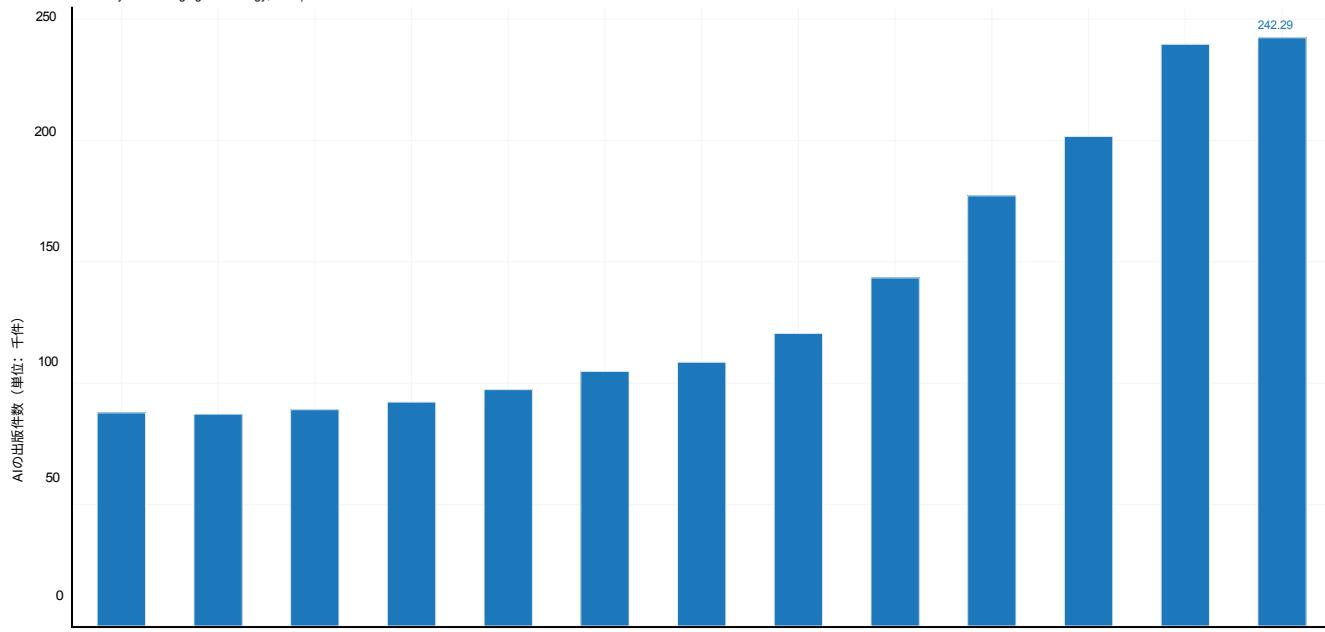


図1.1.1

¹ 今年発表された出版物のデータはCSETから入手したものである。CSETがAI出版物を分類するために使用している方法論とデータソースの、彼らのデータがAIインデックスに前回された時（2023年）から変更されている。その結果、今年のセクションで報告された数字は、昨年版で報告された数字とは若干異なっている。さらに、AI関連の出版データは、出版データの更新に大幅なタイムラグがあるため、2022年までしか完全に入手できない。読者の皆様には、適切な注意をもって出版件数に接することをお勧めする。

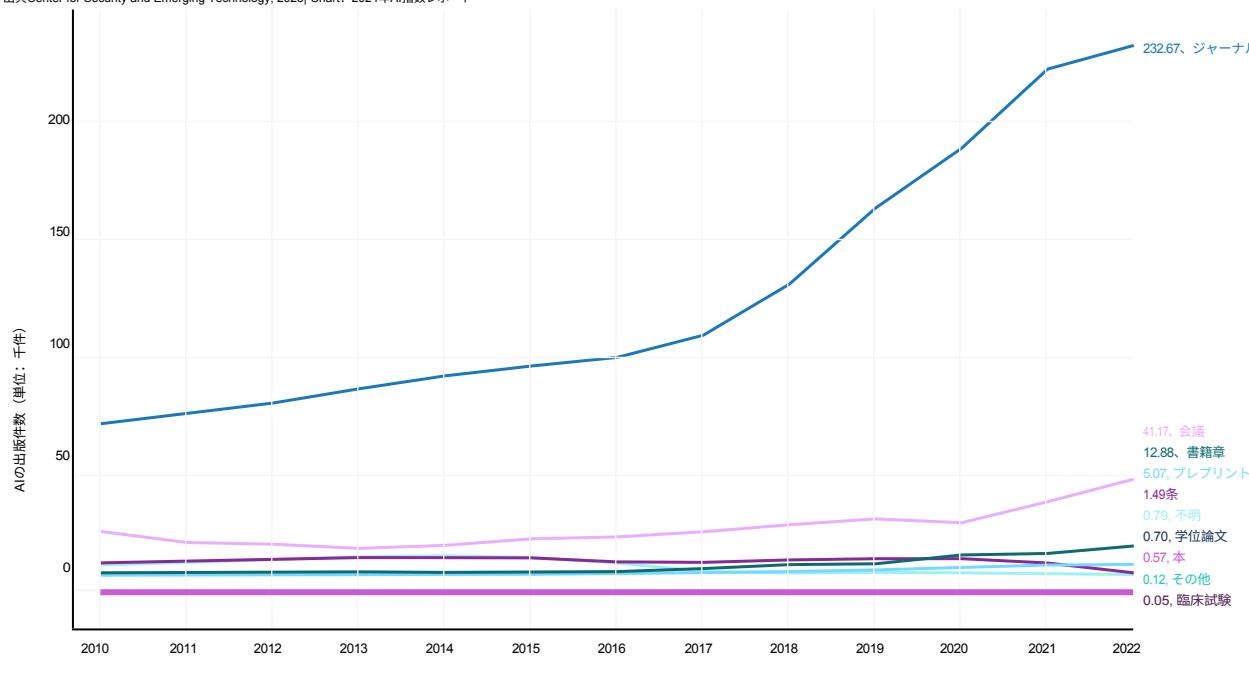
出版物の種類別

図1.1.2は、AI出版物の種類の世界的な分布を示している。2022年には、およそ4万2,000件の学会投稿に対して、およそ23万件のAIジャーナル論文があった。2015年以降、AI

ジャーナルとカンファレンスの出版物は同程度の割合で増加している。2022年には、2015年に比べて学会発表は2.6倍、ジャーナル発表は2.4なった。

AIのタイプ別出版件数（2010-22年）

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

図1.1.2²

² 一つのAI出版物が複数の出版物タイプにマッピングされる可能性があるため、図1.1.2の合計は図1.1.1の合計と完全には一致しない。

分野別 研究

図1.1.3は、2010年以降の分野別のAI出版物の総数を調べたものである。機械学習の出版物は、過去10年間で最も急成長しており、ほぼ次のように増加している。

2015年から7倍に増加した。機械学習に続き、2022年に最も出版されたAI分野は、コンピュータビジョン（21,309件）、パターン認識（19,841件）、そしてプロセス管理（12,052）。

AIの分野別論文数（その他のAIを除く）（2010～22年）

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

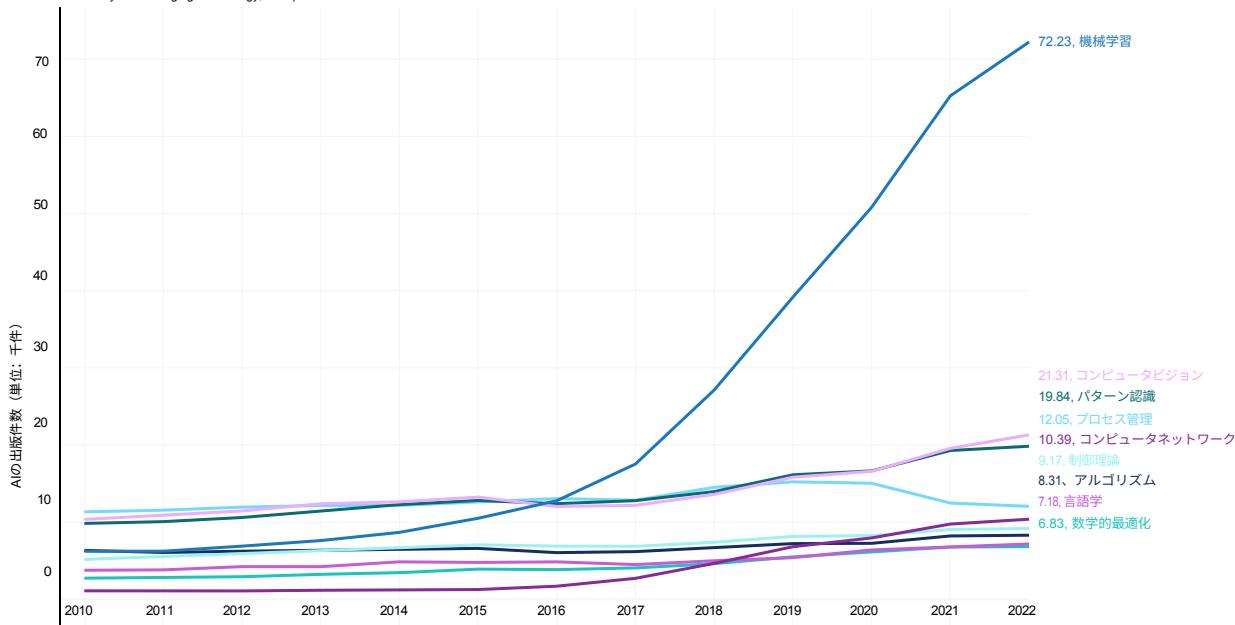


図1.1.3

部門別

本セクションでは、教育、政府、産業、非営利、その他の分野別に、世界におけるAIの出版物の分布を示し、さらに米国、中国、欧州連合（EU）、英国におけるAIの出版物の分布を示す。2022年、AI出版物の大半を占めたのは学術分野であった。

の出版物（81.1%）を出版しており、過去10年間、すべての地域にわたって、AI研究の世界的な主要供給源としての地位を維持している（図1.1.4、図1.1.5）。産業界からの参加は米国が最も多く、次いで欧州連合（EU）、英国、中国となっている（図1.1.5）。

AI出版物の分野別割合（2010-22年）

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

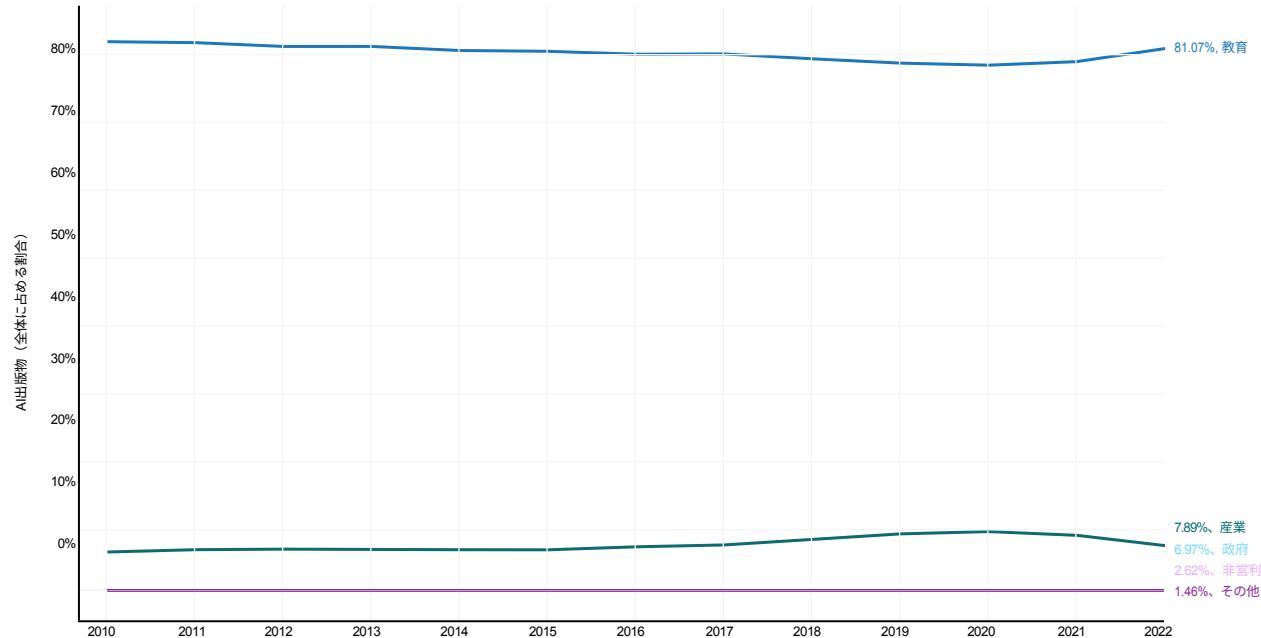


図1.1.4

2022年、AI出版物の分野別・地域別比率

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

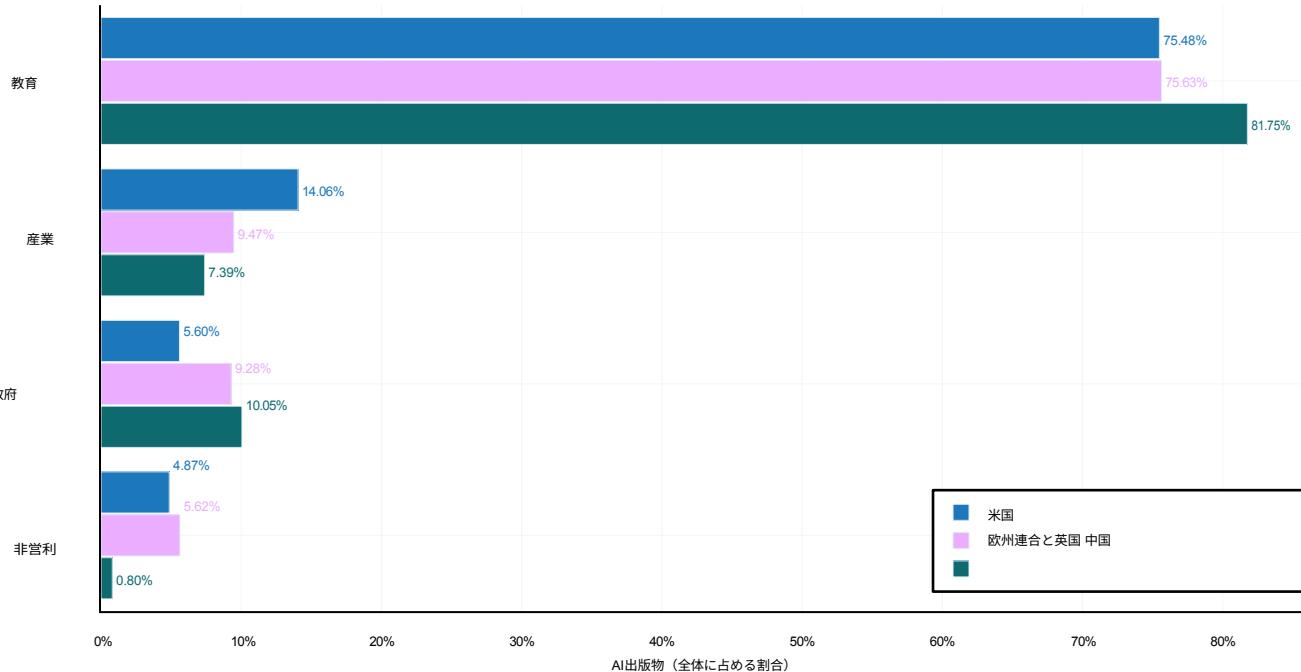


図1.1.5



AI Journal 出版物

図1.1.6は、2010年から2022年までのAIジャーナルの総出版数を示している。AIジャーナルの出版数は、2010年から2015年までは緩やかな成長であったが、2015年以降は約2.4倍に増加している。

2021年から2022年にかけて、AIジャーナルの出版物は4.5%増加した。

AIジャーナルの出版数（2010-22年）

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

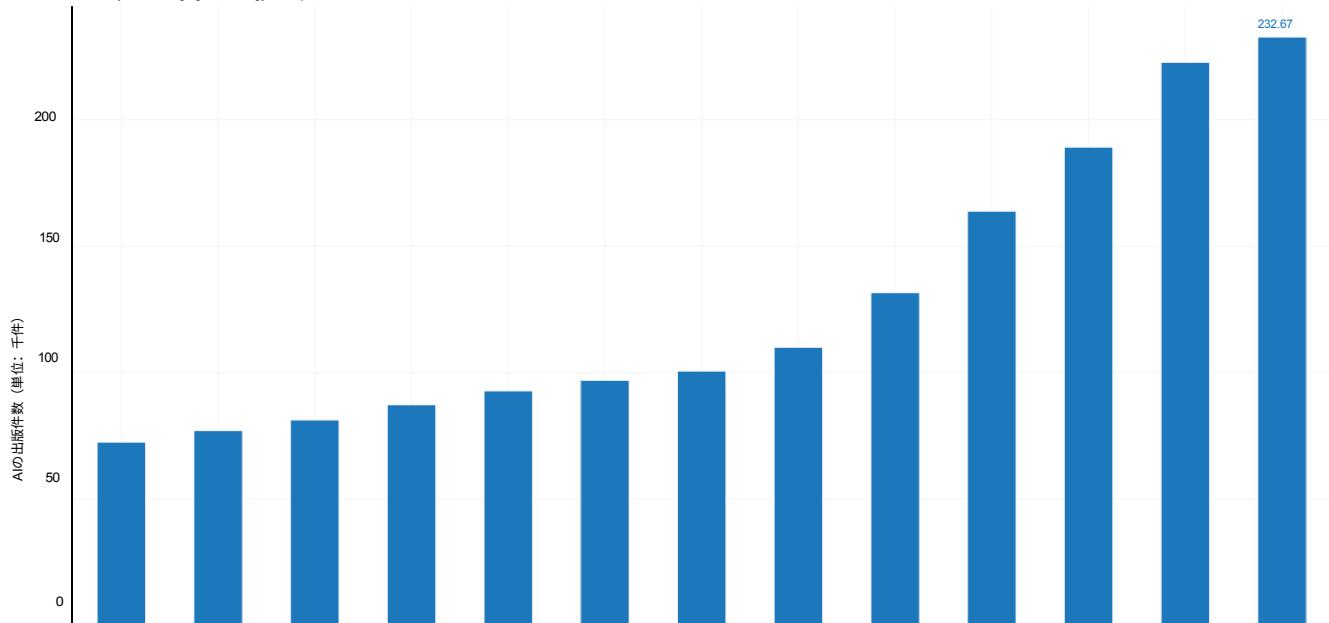


図1.1.6

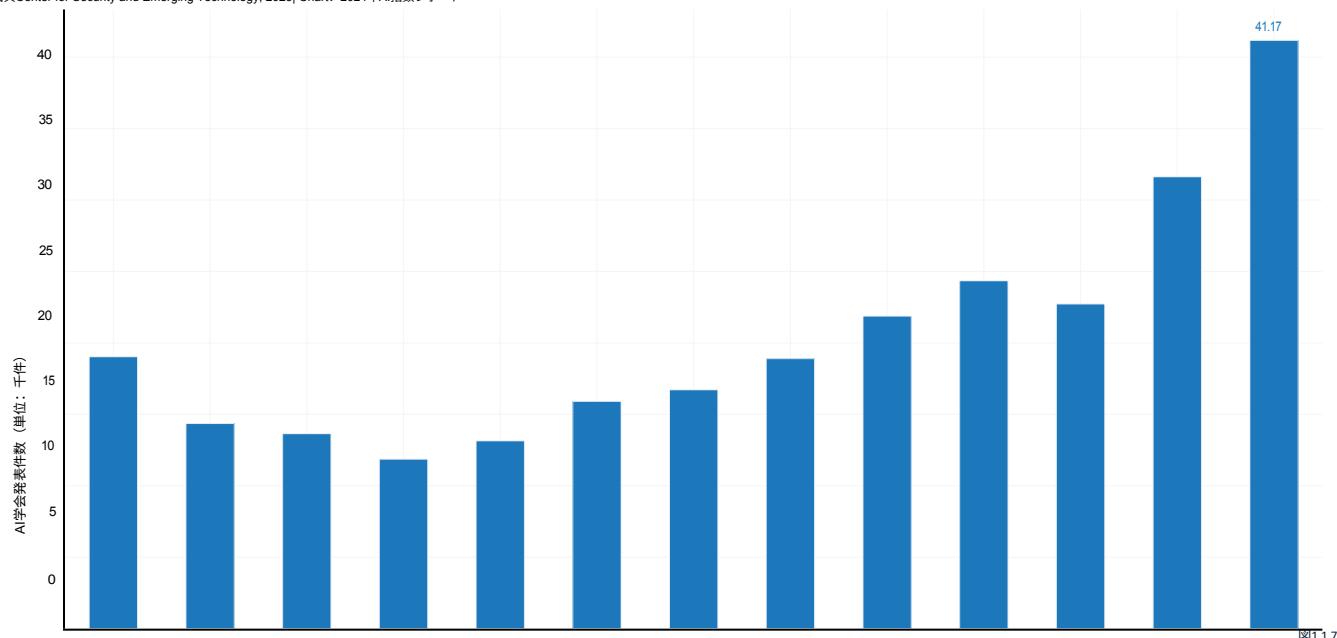
AIカンファレンス 出版物

図1.1.7は、2010年以降のAI学会総数を可視化したものである。AIの学会発表数は、過去2年間で顕著に増加している。

年の22,727件から2021年には31,629件に増加し、2022年には41,174件に達する。昨年1年間だけでも、AI会議の出版物は30.2%増加した。2010年以降、AIカンファレンスの論文数は2倍以上に増加している。

AI学会発表数（2010-22年）

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート





このセクションでは、イノベーション、研究、開発の進化に関する重要な洞察を明らかにすることができます。世界的なAI特許の経時的傾向を検証します。さらに、AI特許を分析することで、これらの進歩が世界的にどのように分布しているかを明らかにすることができます。出版物のデータと同様に、AI特許データの入手には顕著な遅れがあり、その遅れは以下の通りである。

2022年は、データにアクセスできる最新の年である。このセクションのデータはCSETによるものである。

1.2 特許

AI 特許

概要

図1.2.1は、2010年から2022年までのAI特許の世界的な伸びを調べたものである。過去10年間で、AI特許の数は大幅に増加しており、特に近年は急増している。

年である。例えば、2010年から2014年の間に付与されたAI特許の総増加率は56.1%だった。しかし、2021年から2022年までの間だけでも、AI特許の数は62.7%増加した。

AI特許の取得件数、2010-22年

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

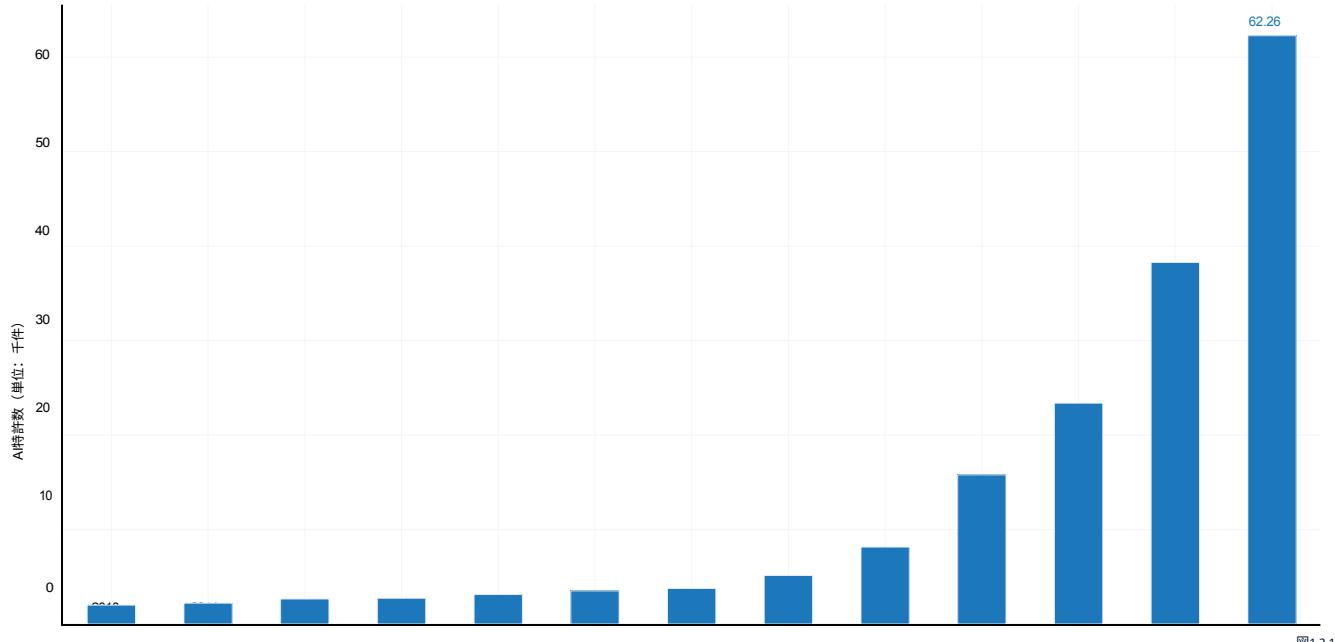


図1.2.1

出願状況別および地域別

以下のセクションでは、AI特許を出願状況（特許が付与されたか、されなかったか）、および公開された地域別に分類して。

図1.2.2は、世界のAI特許を出願状況別に比較したものである。

2022年、未付与のAI特許（128,952件）は、付与された特許の2倍以上であった。

(62,264).時間の経過とともに、AI特許の承認状況は著しく変化している。2015年までは、出願されたAI特許のうち、より多くの割合が付与されていた。しかし、それ以降、申請されたAI特許の大部分は付与されておらず、その差は大きく広がっている。例えば、2015年には、出願されたAI特許の42.2%が認められなかった。2022年には、この数字は67.4%に上昇した。

AI特許の出願状況別、2010-22年

出典 Center for Security and Emerging Technology, 2023 | Chart: 2024年AI指数レポート

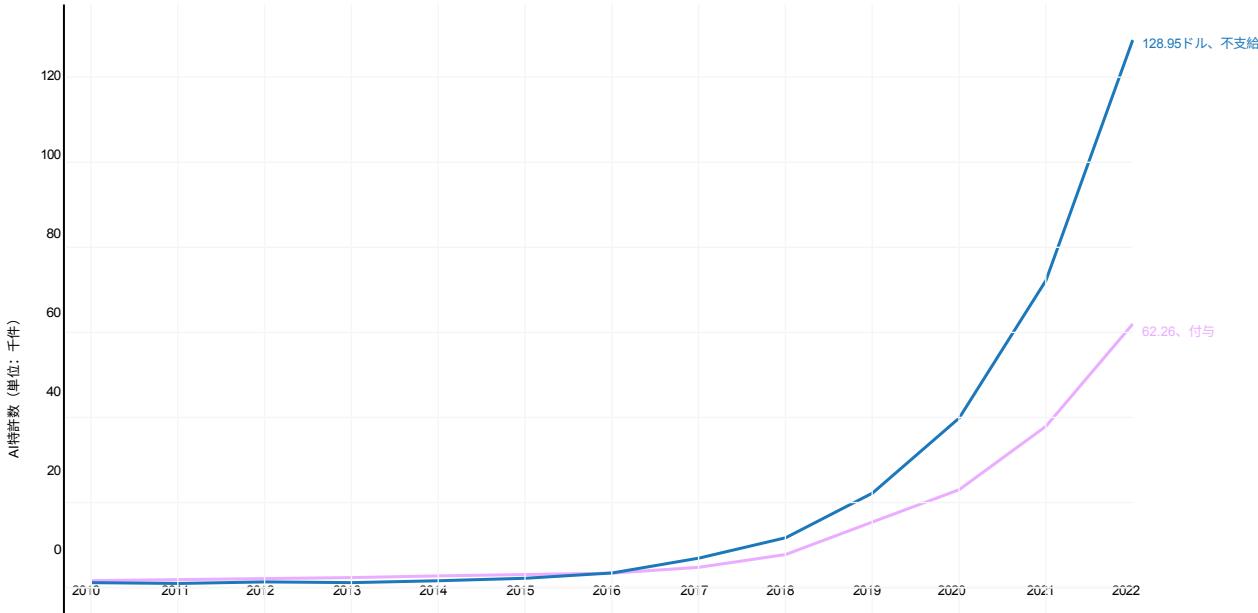


図1.2.2

中国、欧州連合（EU）、英国、米国を含む、すべての主要な特許発祥地域において、AI特許の成立と不成立の格差は明らかである。

(図1.2.3)。近年、3つの地域すべてで、AI特許の出願総数と特許付与件数の両方が増加している。

AI特許の地域別出願状況（2010-22年）

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

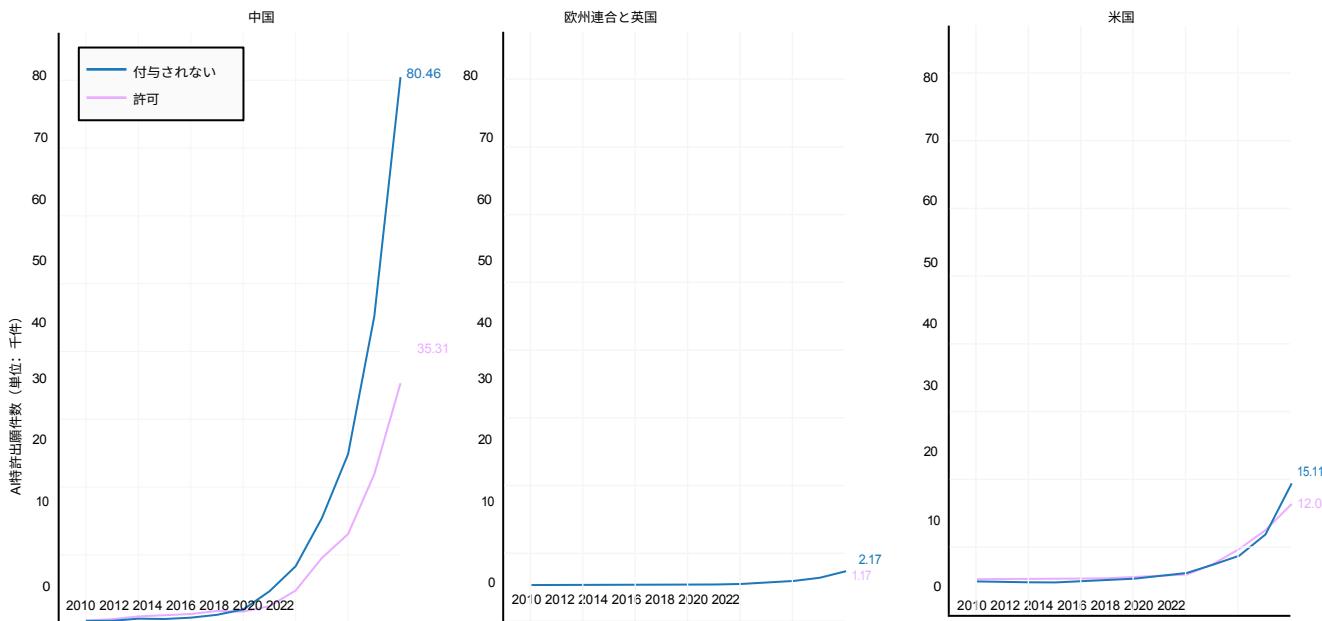


図1.2.3

図1.2.4は付与されたAI特許の地域別内訳を示している。

2022年時点では、AI特許の大半は

世界で成立したAI特許の75.2%は東アジアおよび太平洋地域が起

源であり、北米が21.2%で次いで多い。2011年まで

世界のAI特許数は北米がリードしていた。しかし、それ以降、東アジアおよび太平洋地域発のAI特許の割合が増加する方向に大きくシフトしている。

地域別AI特許付与数（世界全体に対する割合）、2010～22年

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

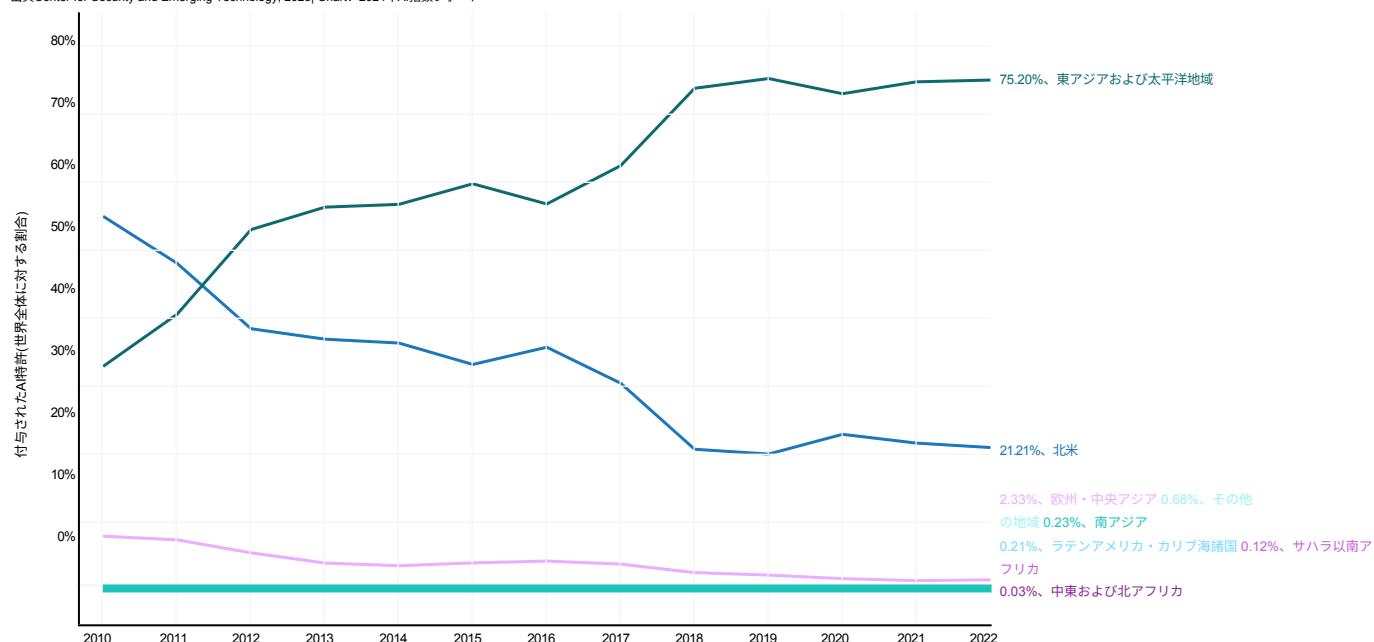


図1.2.4

地域別に見ると、世界で成立しているAI特許の大半は中国（61.1%）と米国（20.9%）である（図1.2.5）。米国発のAI特許のシェアは、2010年の54.1%から低下している。

地域別AI特許付与数（世界全体に対する割合）、2010-22年

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート



図1.2.5

図1.2.6と図1.2.7は、人口1人当たりのAI特許でどの国がリードしているかを示している。2022年、人口10万人当たりのAI特許付与件数が最も多かった国は韓国（10.26件）、次いでルクセンブルク（8.73件）、米国（4.23件）であった。

（図1.2.6）。図1.2.7は、2012年から2022年までの一人当たりのAI特許取得件数の変化を示している。シンガポール、韓国、中国は、この期間に人口一人当たりのAI特許取得件数が最も増加した。

人口10万人当たりのAI特許付与数（国別）、2022年

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023| Chart: 2024年AI指数レポート

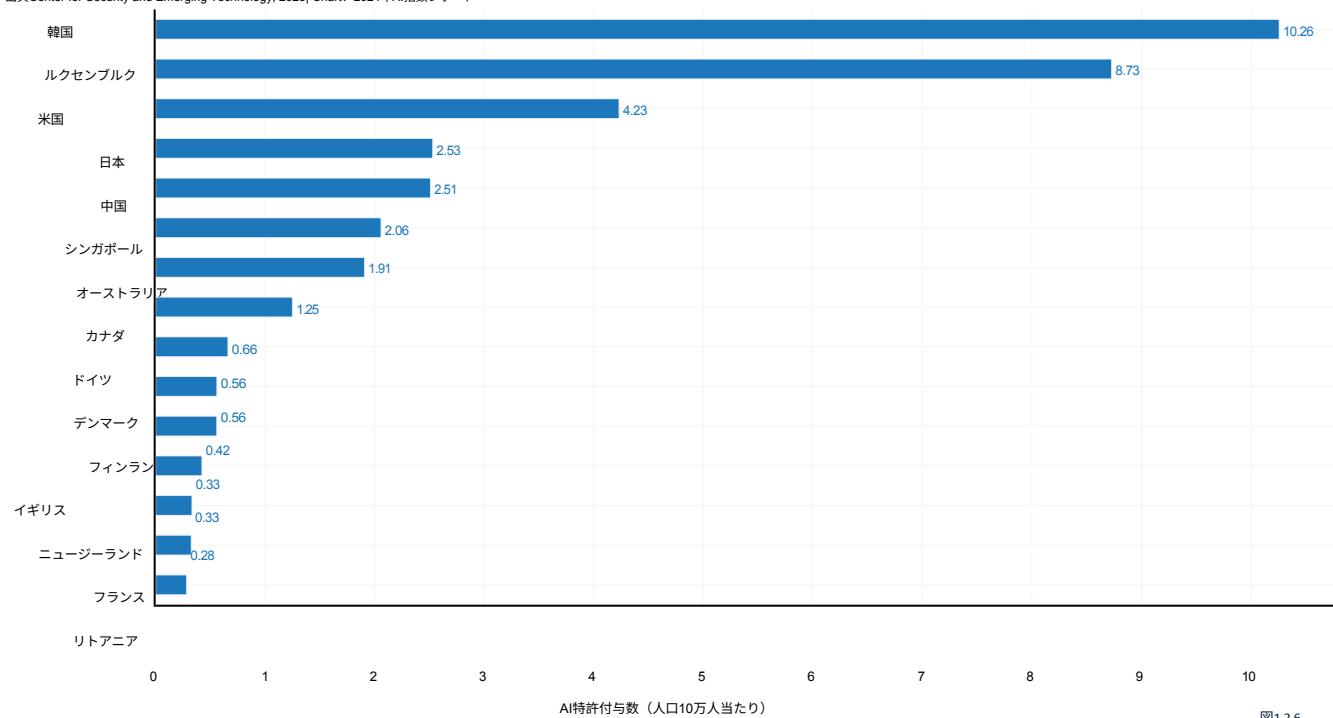


図1.2.6

人口10万人当たりのAI特許付与件数の国別変化率（2012年対2022年）

出典Center for Security and Emerging Technology, 2023 | Chart: 2024年AI指数レポート

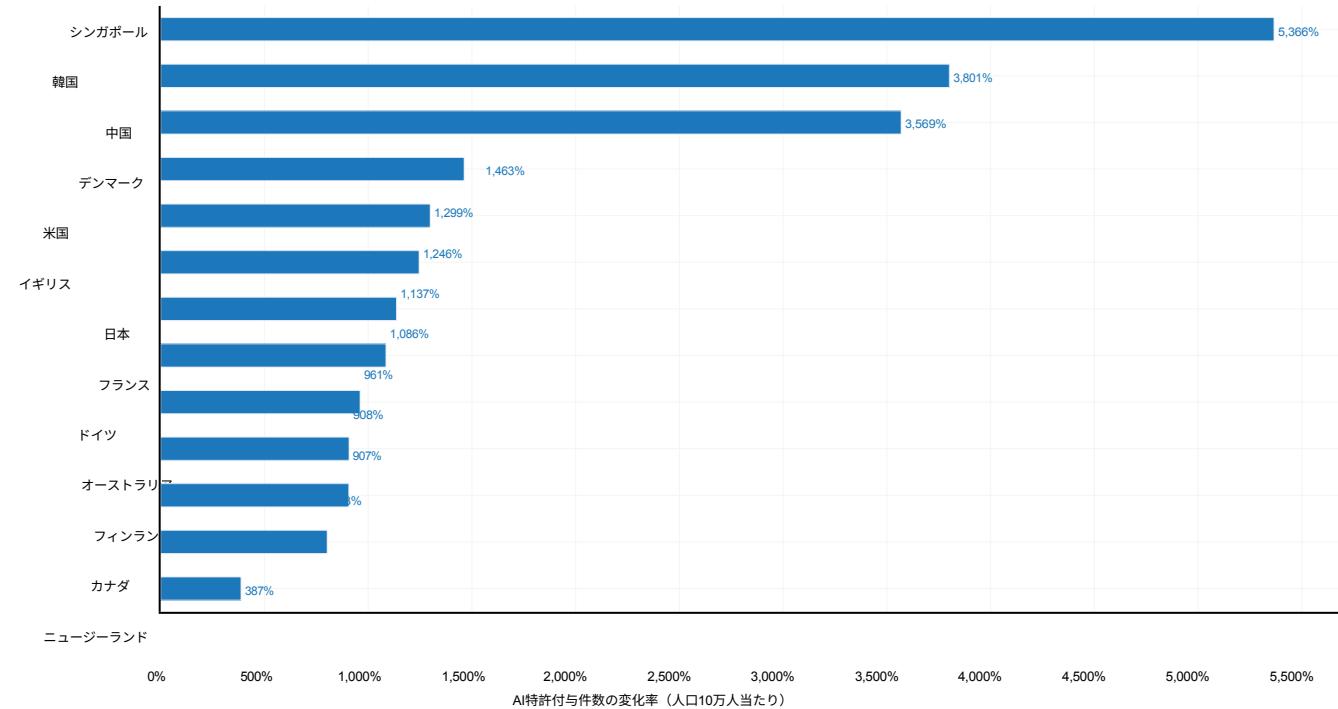


図1.2.7



このセクションでは、AI研究の最前線を探る。毎年多くの新しいAIモデルが発表されているが、最先端の研究はごく一部である。確かに、何をもって最先端あるいは最前線の研究とするかは、やや主観的なものである。フロンティア研究とは、モデルがベンチマークで最先端の結果を出したり、有意義な新しいアーキテクチャを導入したり、印象的な新機能を発揮したりすることを指す。

AI Indexは、2種類のフロンティアAIモデルの動向を調査している：「AI Indexのデータプロバイダーであるエボック社は、AI/機械学習のエコシステムの中で特に影響力のあるモデルとして厳選された注目すべきモデルを指すために、「注目すべき機械学習モデル」という用語を使用している³⁾。対照的に、基盤モデルは、膨大なデータセットで訓練された非常に大規模なAIモデルであり、多数のダウンストリームタスクを実行することができる。

基礎モデルの例としては、GPT-4、クロード3、ジェミニなどがある。多くのファウンデーション・モデルが注目すべきモデルとして認定されるかもしれないが、すべての注目すべきモデルがファウンデーション・モデルというわけではない。

このセクションでは、AI Indexが注目すべきモデルや基盤モデルの傾向を、発祥組織、発祥国、パラメータ数、計算使用量など、さまざまな調査している。分析の最後には、機械学習のトレーニングコストを検証しています。

13 Frontier AI 研究

一般的な機械学習 モデル

概要

エボックAIは、高度なAIの進化を研究・予測する研究者グループである。1950年代以降に発表されたAIや機械学習モデルのデータベースを管理し、以下のようなものを選んでいる。

最先端の進歩、歴史的な重要性、引用率の高さなどの基準

に基づいてエントリーを行う。これらのモデルを分析することで

近年および過去数十年にわたる機械学習の進化を包括的に概観することが⁴⁾。データセットから欠落しているモデルもあるかもしれないが、データセットから相対的な傾向を明らかにすることができます。

3 「AIシステム」とは、ChatGPTのような、AIに基づくコンピュータプログラムまたは製品を指します。「AIモデル」とは、GPT-4のような、学習中に値が学習されるパラメータのコレクションを指します。

4 エボック社のデータベースには、常に新しいモデルや歴史的なモデルが追加されているため、今年のAIインデックスに含まれるモデルの年別合計数は、昨年の報告書に掲載されたものと正確に一致しない可能性があります。

セクター分析

2014年まで、機械学習モデルのリリースは学界が主導していた。その後、産業界が主導権を握るようになった。2023年には、51の注目すべき機械学習モデルがわざか15であったのに対し、学術界からはわずか15であった（図1.3.1）。重要なのは、2023年には産学連携から21の注目すべきモデルが生まれたことで、これは過去最高となった。

最先端のAIモデルを作成するには、アカデミアでは利用できないような大量のデータ、コンピューティング能力、資金的リソースが必要となる。主要なAIモデルにおいて産業界が優位に立つようになったこのシフトは、昨年のAIインデックス・レポートで初めて強調された。今年、その差はわずかに縮まったものの、この傾向は大きく続いている。

分野別の注目すべき機械学習モデルの数（2003-23年）

出典エボック社、2023年 | チャート：2024年AI指数レポート

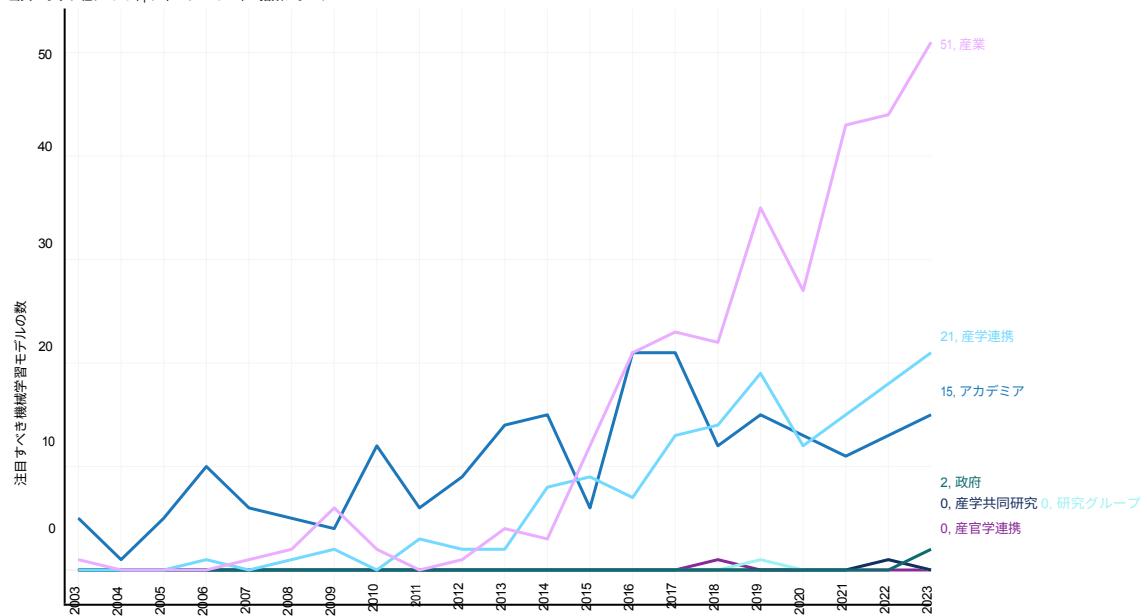


図1.3.1

ナショナル 所属

AI Indexの調査チームは、進化するAIの地政学的状況を説明するために、注目すべきモデルの原産国を分析した。

図1.3.2は、研究者の所属機関の所在地に起因する注目すべき機械学習モデルの総数を示している⁽⁵⁾。

2023年には、米国が61の注目すべき機械学習モデルでトップ、次いで中国が15、フランスが8であった。2019年以来初めて、欧州連合（EU）と英国が、注目すべきAIモデルの生産数で中国を上回った（図1.3.3）。2003年以降、米国は英国、中国、カナダといった他の主要地域よりも多くのいる（図1.3.4）。

○

地域別の注目すべき機械学習モデル数（2023年）

出典エボック社、2023年| チャート：2024年AI指数レポート

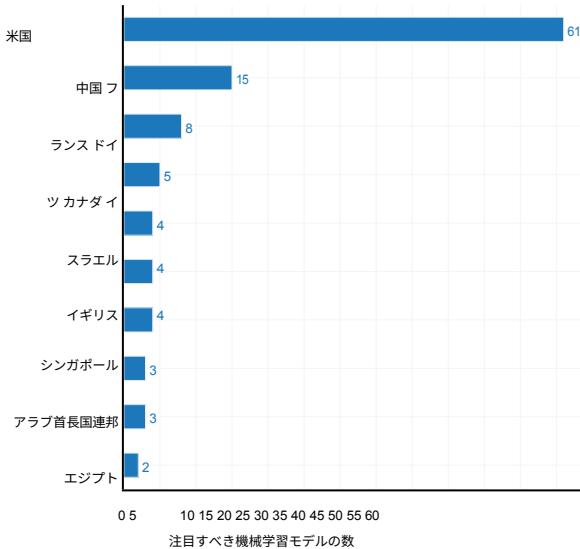


図1.3.2

地域別にみた注目すべき機械学習モデルの数（2003-23年）

出典エボック社、2023年| チャート：2024年AI指数レポート

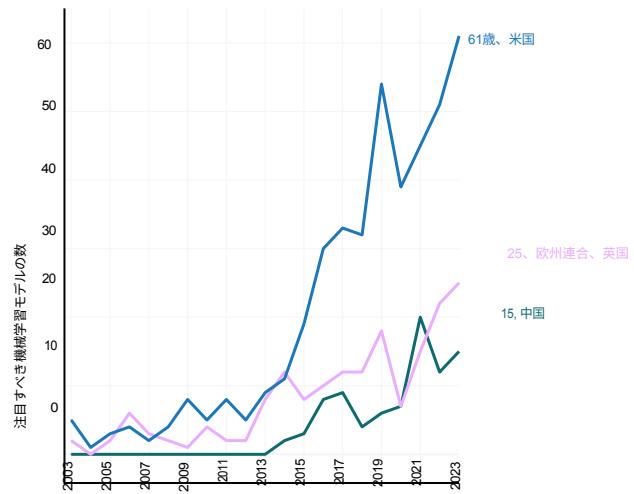


図1.3.3

⁵ 機械学習モデルは、それを紹介した論文の著者の少なくとも1人が、その本拠を置く機関に所属している場合、特定の国に関連しているとみなされる。モデルの著者が複数の国にまたがっている場合、二重カウントが発生する可能性がある。

地域別の注目すべき機械学習モデル数（2003～23年）（合計）

出典エボック社、2023年|チャート：2024年AI指数レポート

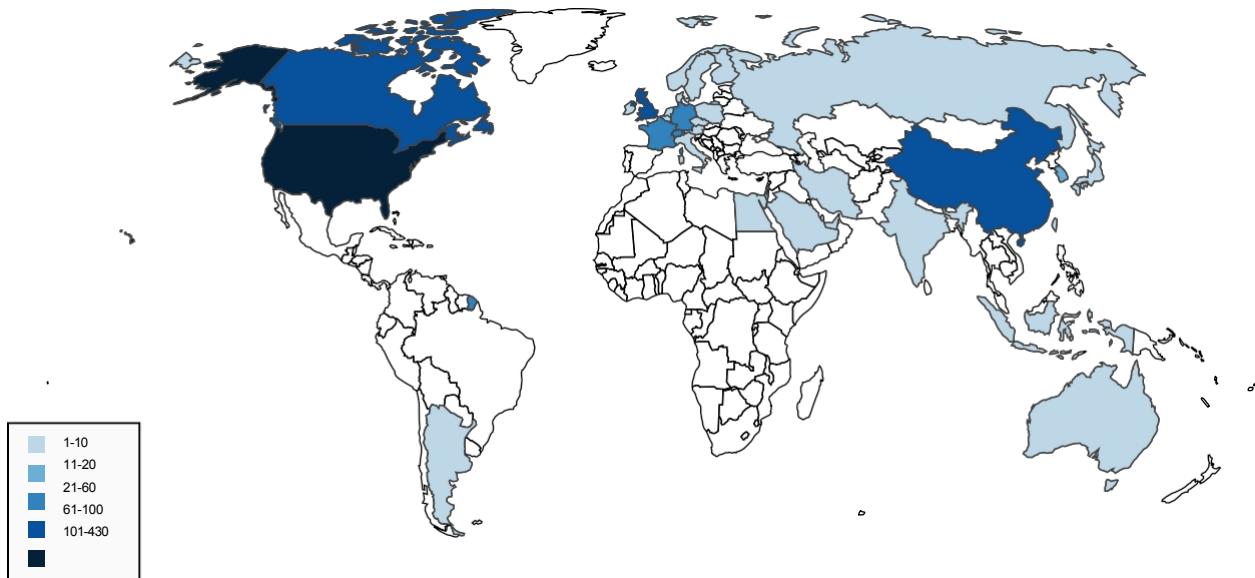


図1.3.4

パラメータ傾向

機械学習モデルにおけるパラメータとは、学習中に学習される数値のこと。モデルが入力データをどのように解釈し、予測を行うかを決定する。

より多くのデータで訓練されたモデルは、通常、より少ないデータで訓練されたモデルよりも多くのパラメータを持つ。同様に、より多くのパラメータを持つモデルは、通常、より少ないパラメータを持つモデルよりも優れている。

図1.3.5は、エボック社データセットに含まれる機械学習モデルのパラメータ数を、モデル元部門別に分類したものである。

の起源である。AIモデルが設計されるタスクの複雑化、データの入手可能性の向上、ハードウェアの改良、より大規模なモデルの有効性が証明されたことを反映して、パラメータ数は2010年代初頭から急激に増加している。高パラメーターモデルは特に産業分野で顕著であり、OpenAI、Anthropic、Googleのような企業が膨大なデータのトレーニングにかかる計算コストを負担できることを裏付けている。

注目すべき機械学習モデルの部門別パラメータ数（2003-23年）

出典エボック社、2023年 | チャート：2024年AI指数レポート

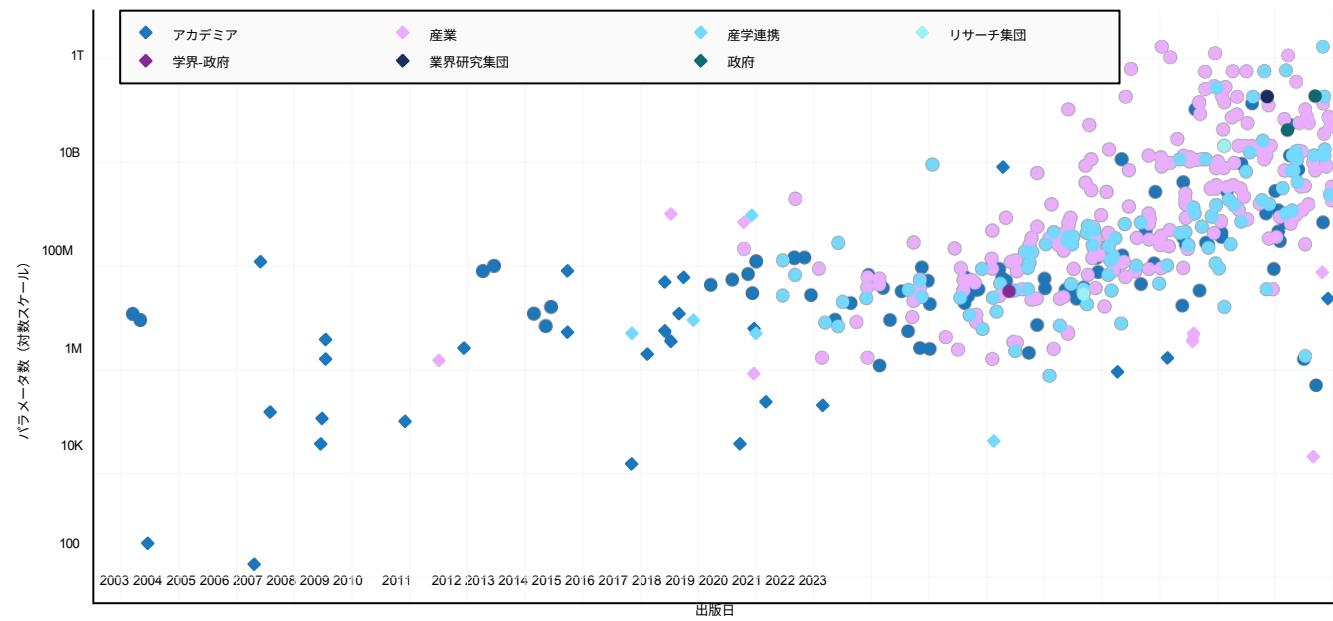


図1.3.5

コンピュートトレンド

AIモデルにおける「コンピュート」という用語は、機械学習モデルの訓練と運用に必要な計算リソースを示す。一般的に、モデルの複雑さと学習データセットのサイズが、必要な計算量に直接影響する。

- モデルが複雑であればあるほど、また基礎となる学習データが大きければ大きいほど、学習に必要な計算量は大きくなる。

図1.3.6は、トレーニングに必要な計算量を視覚化したものである。

この20年間で、注目すべき機械学習モデルの計算量は飛躍的に増加している⁽⁶⁾。最近、注目すべきAIモデルの計算機使用量は指数関数的に増加している⁽⁶⁾。この傾向は、ここ5年で特に顕著になっている。このコンピュート需要の急激な増加は重要な意味を持つ。例えば、より多くの計算を必要とするモデルは、より大きな環境フットプリントを持つことが多い。

注目すべき機械学習モデルの部門別学習量（2003-23年）

出典エボック社、2023年|チャート：2024年AI指数レポート

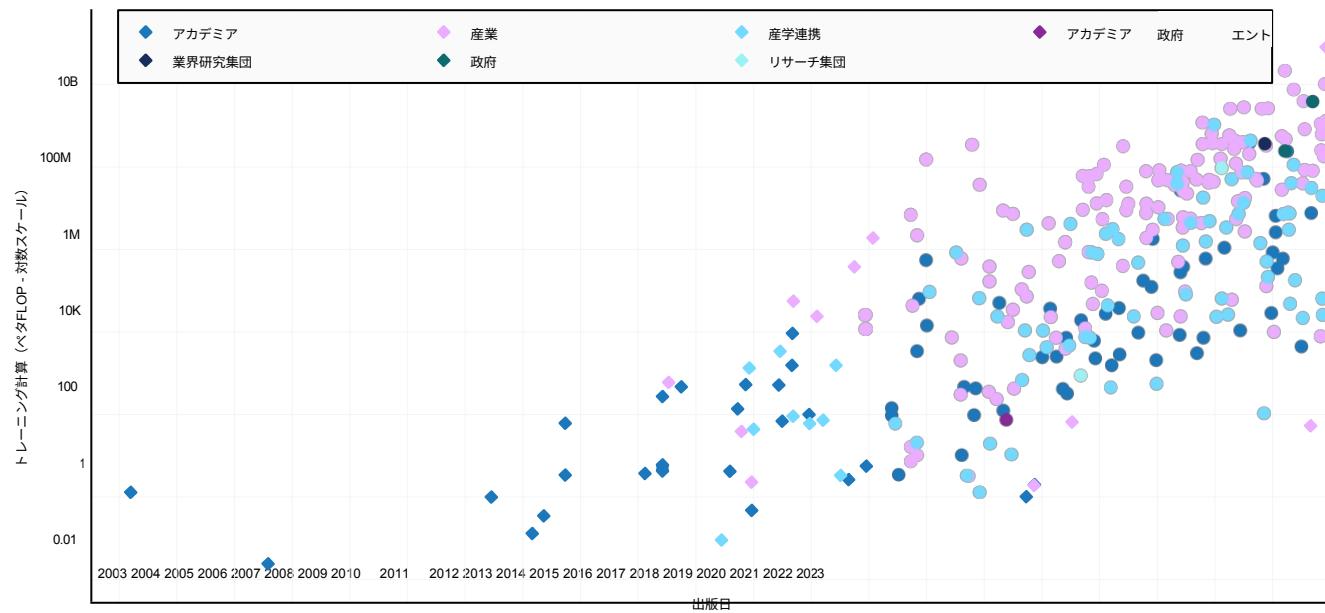


図1.3.6

⁶ “浮動小数点演算”的略である。浮動小数点演算とは、加算、減算、乗算、除算など、浮動小数点数を含む単一の算術演算のことである。プロセッサやコンピュータが1秒間に実行できるFLOP数は、その計算能力の指標となる。FLOP率が高いほど、そのコンピュータは強力で、FLOP率が高いAIモデルは、トレーニング中により多くの計算リソースを必要とする。