
オープンソースAIの 経済と労働力への 影響

産業、学术界、およびオープンソース
研究論文からの洞察

Anna Hermansen, The Linux Foundation
Cailean Osborne, PhD, The Linux Foundation

May 2025

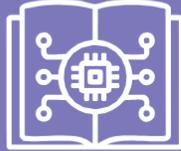


Commissioned by



オープンソースAIの経済と労働力への影響

業界調査によると、ほぼすべての開発者がオープンモデルを試行しており、企業の約2/3（63%）がオープンモデルを採用しています。



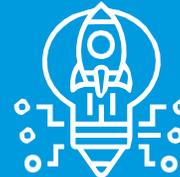
89%のAIを導入している組織は、何らかの形でオープンソースAI (OSAI) をインフラに使用しています。

AIによる事業部門コストの50%以上の削減と、オープンソースソフトウェアのコスト削減効果を組み合わせると、OSAIが収益増加に大きな可能性を秘めていることが示唆されます。



2/3の組織が、OSAIは独自AIよりも導入コストが安いとレポートしており、ほぼ半数がコスト削減を理由にOSAIを選択しています。

オープンソースはAIイノベーションにポジティブな影響を与える：組織間の協業が促進されることで、高品質なモデルの迅速な開発が実現する。



中小企業は、大企業よりも、高い割合でOSAIを採用しています。



OSAIは、プライバシーを保護するエッジアプリケーションや、推論時間の長い推論モデルを駆動する小型モデルの基盤となるでしょう。



OSAIは、製造業界において、大きな影響を与えることが見込まれています。オープンモデルがAIを業務プロセスに直接統合するための必要な柔軟性を提供します。



ヘルスケア分野において、オープンモデルは独自モデルと同等の性能を発揮することが実証されており、医療機関がOSAIを採用しても性能を犠牲にすることなく導入可能であることが示されています。



目次

エグゼクティブ サマリー	4
導入	5
OSAIの採用率	7
中小企業と大企業における導入の比較	9
OSAIの経済的利益	11
オープンソースの経済的影響	11
AIの経済的影響	14
OSAIの経済的影響	17
労働力への影響	20
業界別のAIの市場への影響	22
ヘルスケア	23
農業	24
建設	25
製造業	26
エネルギー	27
結論	29
参考文献	31
謝辞	38
著者について	38

エグゼクティブサマリー

この調査では、これまでの学術文献や業界文献、および Linux Foundation (LF) Research の実証的データの包括的な分析を通じて、オープンソース人工知能 (OSAI) の市場への影響を評価および予測します。本調査は世界規模で実施されており、可能な限り米国および欧州に特化した知見も含まれています。本調査ではまず、OSAIの導入率を検証し、ほとんどの企業が既にAIを導入していることが明らかになりました。LFの調査によると、調査対象となった組織の94%が既にAIツールとモデルを導入しており、AI導入企業の89%がインフラに何らかのオープンソースを活用しています。組織規模とOSAI導入率の関係性については、企業規模とOSAI導入率の間に逆相関関係があり、特に小規模企業はオープンソースツールを優先していることが示されています。

本レビューでは、生産性向上、コスト削減、収益増加など、OSAIの経済的メリットに関する既存のエビデンスを分析しています。LF Researchの調査結果によると、調査対象となった組織の2/3は、OSAIはプロプライエタリAIよりも導入コストが低いと考えており、ほぼ半数がコスト削減を理由にオープンソースを選択していると回答しています。Harvard Business Schoolによるオープンソースソフトウェア (OSS) に関する調査では、OSSの導入により、企業の支出はOSSがない場合に比べて3.5倍削減され、生産性とイノベーションも向上することが示されています。AIがコスト削減と生産性にプラスの影響を与えるというエビデンスと照らし合わせると、本調査はOSAIが組織のコストとイノベーションに与えるさらなる影響について、いくつかの知見と予測を示しています。

AIが労働力に与える影響、そして雇用創出の可能性が雇用代替よりも優先されることから、短期的にはAIが労働者を置き換えることはないことが分かります。LF Researchの調査によると、過去2年間に調査対象となった採用担当者の95%が、AIによる人員削減の予定はないとのこと。長期的に見ても、AIは必ずしも代替につながるわけではありません。サプライチェーン/在庫管理やカスタマーサービスといった一部の職種はAIに置き換えられる可能性はありますが、ほとんどの職種ではAIによる自動化は部分的にしか見られず、AIは職務を補完する役割を担うこととなります。実際、AIスキルを保有することで、労働者の賃金は20%以上上昇する可能性があります。

最後に、医療、エネルギー、農業、建設、製造業におけるAIの導入と潜在的な影響について検証したところ、先行研究では各セクターでAIの価値が数十億ドルに達すると予測されています。しかし、セクターによっては影響が異なるケースもあります。例えば、エネルギー分野では、AIのニーズを満たすデータセンターからの需要が増加していますが、AIはエネルギー消費の監視、エネルギー需給の予測、新規発電所の設計と導入、自律的な運用と保守、排出量の予測、新素材の特定などを通じて、この分野に大幅な進歩と効率性をもたらす可能性があります。ヘルスケア分野におけるAIの可能性も計り知れません。生産性とリソースの節約は、ヘルスケア分野に世界全体で1,500億ドルから2,600億ドルの付加価値をもたらす可能性があります。また、この分野が直面するプライバシーと財政上の制約により、オープンソースは魅力的な選択肢となっています。

このレポートは、エビデンスのギャップを解消し、OSAI に対する市場の影響をより深く理解するための将来の実証的研究に関する推奨事項で締めくくられています。

導入

オープンモデルは、様々な機能において、プロプライエタリモデルとの競合が激化しており、場合によっては既に凌駕しています。1月にDeepSeekのR1モデルが、業界をリードするプロプライエタリモデルと同等、あるいはそれを上回る性能を、わずか数セントで実証したことで話題をさらったことは、この変化を最も的確に捉えた開発と言えるでしょう。^{1,2} しかし、これはほんの一例に過ぎません。オープンソースのフライホイールはフル稼働しており、他のオープンモデルもベンチマークで上位にランクインしています。³ Ai2のNathan Lambertは、OLMo 2 32Bのリリース時に次のように述べています。「長い間、真のオープンソース版ChatGPTのを求める声が上がっていましたが、ついに実現しました。」

この勢いは、定量化可能なトレンドによって反映されています。Stanfordの2024 AI Index Reportによると、2023年にリリースされた149の基盤モデルのうち66%がオープン化されており、2022年の44%、2021年の33%から大幅に増加しています。⁵ 2025年AI Index Reportによると、2024年だけでGitHub上のAIリポジトリ数が40%増加しました。⁶ 同時に、OSAIコミュニティ間のコラボレーションの中心プラットフォームであるHugging Face Hubのリポジトリ数も増加しました。⁷ 急成長を遂げ、150万モデルと35万データセットを超えました。Hugging Face Hubなどのプラットフォームからのダウンロードデータによると、MetaのLlamaモデル、MistralのMixtralモデル、AlibabaのQwenモデルは、数百万回、いや数十億回もダウンロードされています。

8

OSAIの定義

OSAI の定義については議論が続いています。大まかに言えば、これは AI システムとその構成要素（ソフトウェア、データ、モデル パラメータ（事前トレーニング済みの重みとバイアス）、ツール、ドキュメントなど）を、使用、調査、変更、再配布を許可する無料のオープン ソース ライセンスの下でリリースすることに関するものです。⁹ このレポートでは、OSAI という用語を使用する場合、次のように定義される**生成 AI の領域におけるオープン モデル**に特に焦点を当てています。

オープンモデルとは、Generative AI Commons の「モデルオープンフレームワーク」で、そのアーキテクチャ、パラメータ（事前学習済みの重みとバイアス）、およびドキュメントが、その使用、調査、変更、再配布を許可する寛容なライセンスに基づいて公開されている機械学習モデルと定義されています。¹⁰

生成AIとは、明示的なプログラミングに従うのではなく、トレーニングデータからパターンや分布を学習することで、テキスト、画像、音声、動画、および/またはコードなどの新規な出力を生成するAIシステムやモデルを指します。生成AIには、次のようなものが含まれますが、これらに限定されません：言語モデル（テキスト生成や要約などのタスクを可能にする）、視覚モデル（画像生成や画像の改変などのタスクを可能にする）、およびマルチモーダルモデル（テキスト、画像、音声など複数のモダリティのデータで訓練され、テキストから画像の生成や画像からテキストの推論など、異なるモダリティ間の出力生成を可能にする）。このうち、大規模、多様なデータセットによるトレーニング、さまざまな下流タスクへの適応性を特徴とする基礎モデルは、生成型 AI システムの開発と応用において重要な役割を果たしています。

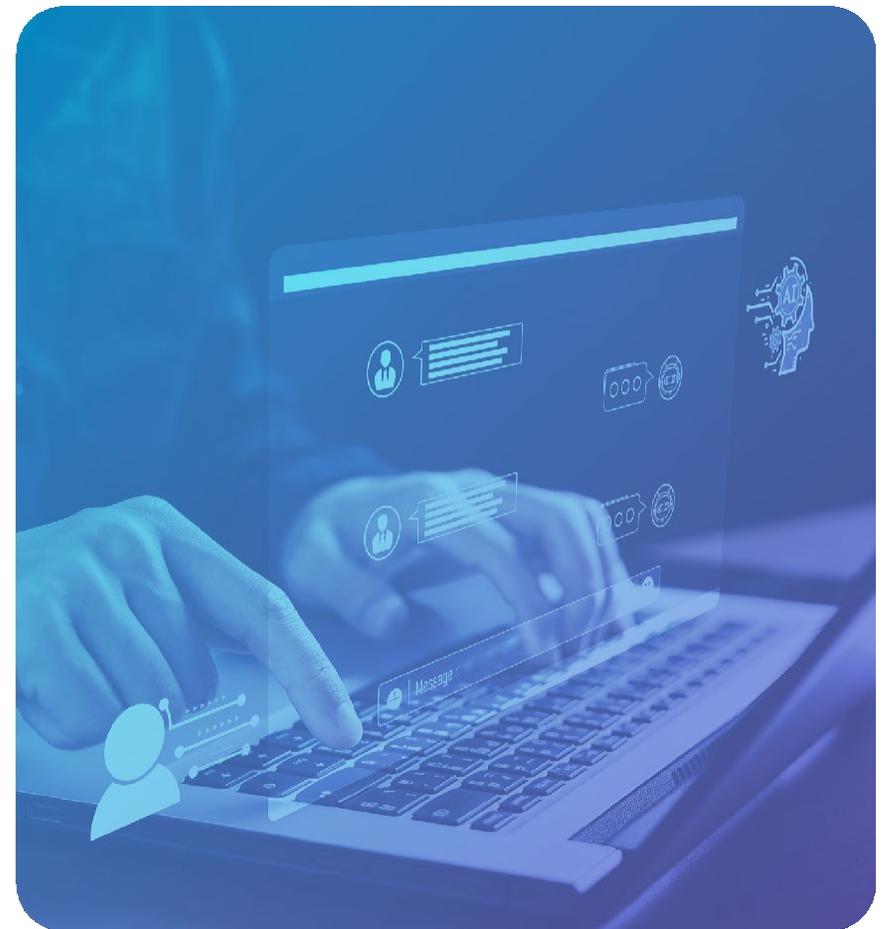
10

OSAIには、再現可能な研究の強化や広範な監視によるセキュリティの促進など、研究とイノベーションにとってのメリットが十分に文書化されています。^{11, 12, 13, 14} 現在、OSAIの市場への影響は、業界リーダーの優位性に挑戦することから、中小企業と大企業が同様に手頃な価格でカスタム AIアプリケーションを構築できるようにすることにまで、表面化し始めています。¹⁵ この傾向は既に業界全体で明らかであり、ビジネス上の意思決定者の60%がオープンソースに関連する大幅なコスト削減を報告し、開発者の81%がオープンソース ツールの経験にますます専門的な価値を置いています。¹⁶

OSAI、特にオープンモデルの市場への影響はあまりよく理解されていませんが、オープンソース ソフトウェア (OSS) の影響と類似している可能性があります。先行研究では、OSS がビジネスの生産性や起業家精神からGDPへの貢献まで、莫大な経済的影響を与えることが示されています。^{17, 18} たとえば、広く使用されている OSS の世界的な供給側の価値は推定 41億 5,000 万ドル、需要側の価値は 8.8 兆ドルに達しており、OSSが存在しなかった場合、企業はソフトウェアに 3.5 倍の費用をかける必要があることを示唆しています。¹⁹ 米国では、2019年のOSSへの投資は推定 378億ドルで、現在のコストベースの純資産は 743 億ドルでした。²⁰ 同様に、EUでは、企業が2018年にOSSに約10億ユーロを投資し、EUのGDPに650億~950億ユーロをもたらし、企業の費用便益比は 1:4を超えています。²¹ 独自仕様のソフトウェアではなく OSSを選択すると、コスト削減、ベンダーロックインの回避、知識共有によるイノベーションの加速につながる事が十分に立証されています。これについては後述します。^{21, 22}

OSAIの台頭は、同様の疑問を提起します。価値はどのように創造され、獲得されるのでしょうか？AI業界における競争力はどのように変化するのでしょうか？どのような新しいビジネスモデルが生まれるのでしょうか？このレポートでは、AIと伝統的なソフトウェアを区別する独自の特性を認識しつつ、既存の研

究成果を基盤に、OSAIの市場影響を分析しています。OSAIの普及率を検証した後、本文献レビューでは、OSAIの市場への影響、この技術が既に様々なセクターにどのような影響を与えているか、そして労働力への影響の有無と程度を分析します。最後に、主要な調査結果の概要と、今後の検討課題に関する考察を示します。



OSAIの採用率

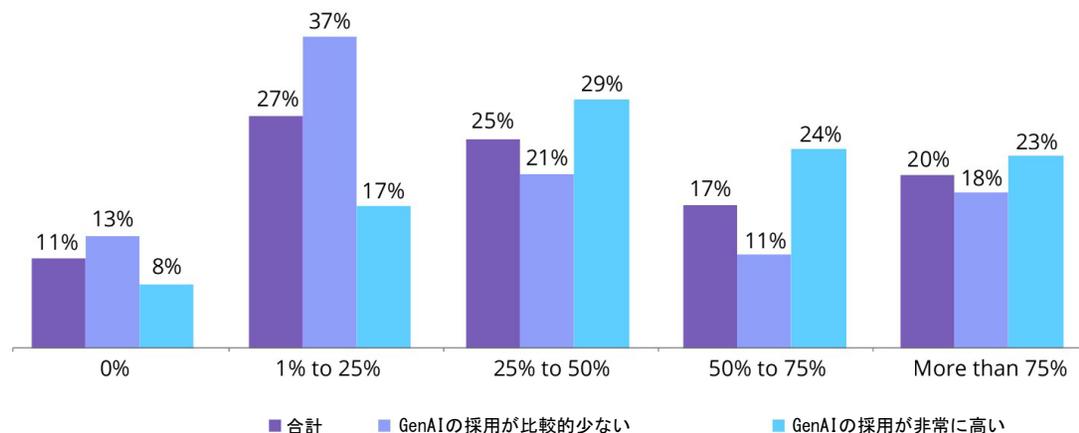
ソフトウェア開発において、AIの導入は既に広く普及しています。GitHubが2024年に米国、ドイツ、インド、ブラジルのソフトウェア開発者2,000人を対象に実施した調査では、回答者の97%が業務内外で何らかの形でAIツールを使用したことがあることが明らかになりました。²³このように高い数値にもかかわらず、組織全体での正式な導入には躊躇する声も見られました。企業は特定のプロセス、ガバナンス、コンプライアンス活動を再検討する必要があり、AIテクノロジーを信頼し、測定可能な成果を生み出す文化を構築する必要があります。

AIの個別利用はソフトウェア開発者以外にも拡大しました。例えば、2025年のMcKinseyのレポートによると、経営幹部の53%が職場でAIを定期的に利用しています。²⁴このレポートや他のレポートでは、AIの利用は特定の業種、大企業、スタートアップ企業に集中していることが示されています。²⁵

Lawsonらによる2024年のLinux Foundationレポートによると、調査時点で回答組織の94%が何らかのレベルでAIを導入しています。²⁶これらの組織の半数以上(55%)は米国またはカナダに所在し、18%がアジア太平洋地域、17%がヨーロッパに所在しています。次に、AIを導入している組織におけるオープンソースの活用状況について調査しました。その結果、AI導入企業のコード基盤の41%がオープンソースであり、導入企業の89%がAI基盤に少なくとも何らかのオープンソースを組み込んでいることがわかりました(図1参照)。

図1. AI導入企業のオープンソースAIインフラを採用している企業の割合

あなたの組織のジェネレーティブAIイニシアチブを支えるコードインフラストラクチャのうち、現在オープンソースから取得している割合はどのくらいですか？
(1つ選択してください) 生成AIの採用状況をセグメント別にご回答ください。(1つ選択してください)



平均値
全体的な採用率: 41%
低～中程度の採用率: 35%
高～非常に高い採用率: 47%

AIを導入している企業の11%は、AIインフラストラクチャはまったくオープンソースではないと回答し、25%はインフラストラクチャの1/4から1/2がオープンソースであると回答し、17%は1/2から3/4、20%は3/4以上と回答しました。Source: Lawson, A., Hendrick, S., Rausch, N., et al (2024 November). Shaping the Future of Generative AI: The Impact of Open Source Innovation. The Linux Foundation.
https://www.linuxfoundation.org/hubfs/LF%20Research/lfr_genai24_111924.pdf

2024 GenAI survey, Q19, by Q7, Sample Size = 255, DKNS responses excluded from the analysis, answered by organizations who adopted GenAI in Q7

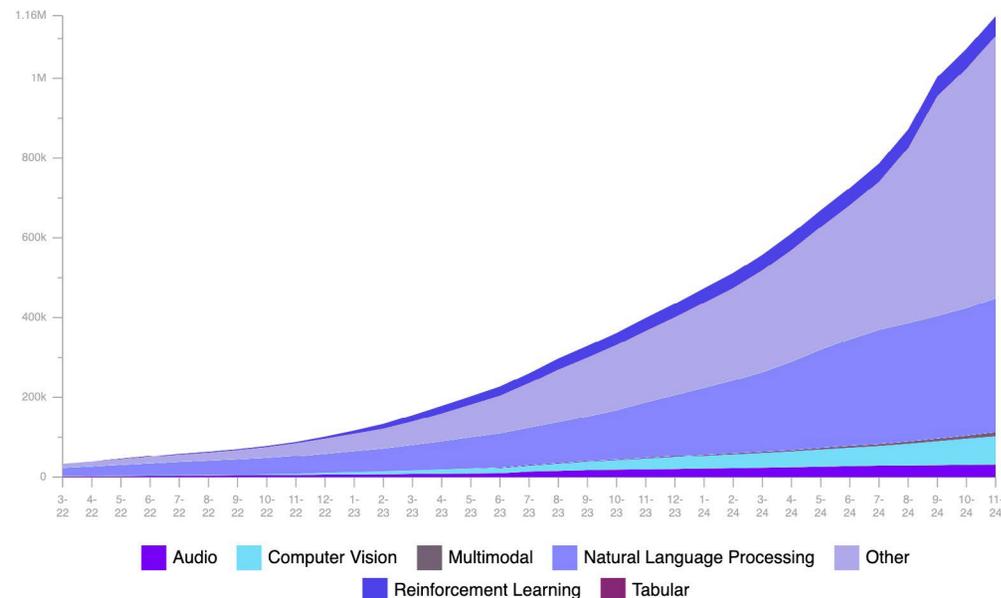
McKinsey、Mozilla Foundation、および Patrick J. McGovern Foundationは最近、世界41カ国700名以上のテクノロジーリーダーを対象に実施した調査の結果を発表しました。¹⁶ 上記の調査結果と同様に、回答組織のほぼ3分の2(63%)がすでにオープンモデルを使用しており、76%が今後数年間で組織によるOSAIの採用を増やす予定であることがわかりました。また、AIを競争優位性にとって重要だと考えている組織は、オープンモデルやツールを使用する可能性が高いこともわかりました。Lawsonら(2024)が説明しているように、オープンソースは、オープンソースの適応性と制御性、およびそれが提供するイノベーションと持続可能性の基盤を必要とする高度なAI機能を備えた組織にとって差別化要因となります。²⁶ レポートでは、「オープンソースコミュニティは、モデル、フレームワーク、および手法の最新の開発へのアクセスを提供することで、その境界を継続的に押し広げています」と述べています。

GitHubの2024年の調査では、OSAIが実際にどれほど普及しているかが示されており、ほぼすべての調査回答者がオープンモデルを試したことがあると述べています。²⁷ Hugging FaceのOpen Source AI Year in Reviewは、2024年末のデータ収集でこの普遍性を最もよく示し、OSAIのトレンドのスナップショットを捉えています。⁸ 全体として、そのデータはオープンモデルが指数関数的に増加しており、2022年の数千から2024年には100万以上に増加していることを示しています(図2を参照)。

図2. HUGGING FACEモデルの成長、2022-2024

Zero to One (Million Models)

この爆発的な成長チャートは、Hugging Faceコミュニティが2022年に数千のモデルから始まり、本日100万モデルを超えるマイルストーンを達成するまでの軌跡を可視化しています。



Source: Hugging Face (n.d.). Open-source AI: year in review 2024. Retrieved April 22, 2025, from <https://huggingface-open-source-ai-year-in-review-2024.static.hf.space/index.html>

McKinsey、Mozilla Foundation、および Patrick J. McGovern Foundationによるレポートには、OSAIの採用に関する国別の分析が含まれています。¹⁶ 彼らは、インド、英国、米国がオープン モデルの使用率が最も高い国であると結論付けており、これはそれぞれの技術分野の相対的な成熟度によるものである可能性が高いと主張しています。

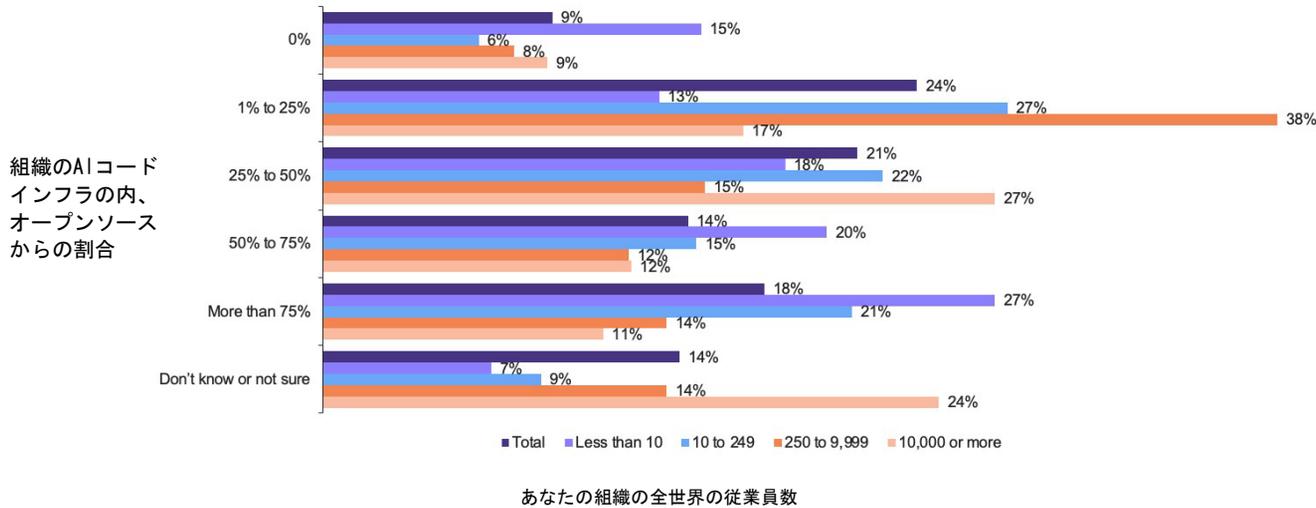
中小企業と大企業における導入の比較

前述のように、AI導入に関する調査では、組織の規模、業種、地理的な立地が重要であることが明らかになっています。2018年Annual Business Survey (ABS)のデータの分析によると、大企業ではAI導入率が高く、中小企業では導入率が低いことが示されています。²⁵ しかし、スタートアップ企業に特化して調査したところ、創業初期に高い成長率を示した企業はAIを導入・活用する傾向があり、研究者たちはAIこそが経済成長にとって最も重要な分野であると主張しています。スタートアップ企業が経済に足場を築くにつれて、AIの普及が促進され、AIの市場への影響に大きな影響を与える可能性があります。

5年後、小規模企業と起業家協議会 (Small Business & Entrepreneurship Council) が2023年に実施した調査によると、中小企業の3/4 (75%) がAIを活用していることが明らかになりました。²⁸ AI活用の主な動機としては、調査、時間とコストの節約、競争圧力、そして同業他社からの影響などが挙げられます。調査対象企業のAIツールへの年間投資額の中央値は1,800ドルで、大多数が今後12ヶ月以内に投資額を増やす予定であることがわかりました。

OSAIに着目すると、Linux Foundationによる2024年の生成AIに関する調査では、企業規模と導入率の間に逆相関関係が見られることがわかりました (図3参照)。²⁹ OSAIの導入状況を企業規模別に見ると、小規模企業ではオープンソースの導入率が高く、大規模企業では優先順位が低いことがわかります。また、OSAIは中小企業にとってより優先度が高いこともわかります (図4参照)。大企業はAIの導入率が高いものの、モデルやツールのオープン性についてはそれほど関心がないようです。しかし、**AIを導入している中小企業は、自社の環境にオープンソースを選択するケースが圧倒的に多いです**。McElheranら (2024年) の調査が指摘するように、スタートアップ企業の革新性と高い成長性は、経済成長とダイナミズムにとって重要です。²⁵ OSAIを優先していることは、特にOSAIの普及と影響が大きいことを示しています。

図3. 企業規模とOSAIの採用との関連性

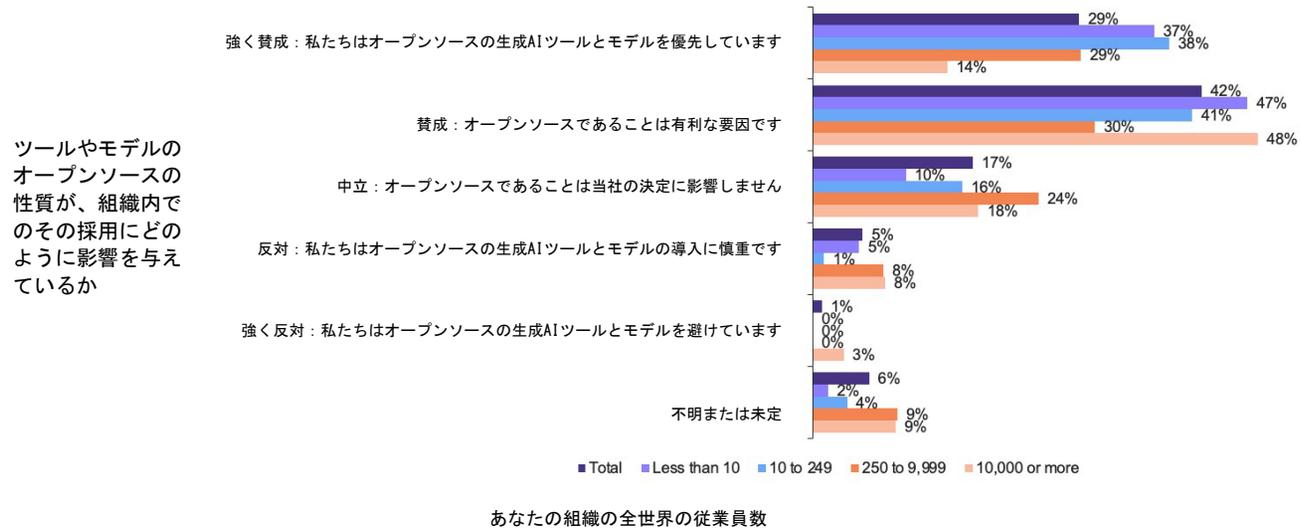


Sample Size = 297, from the Linux Foundation's 2024 Generative AI Survey

大企業（従業員数250～10,000人以上）では1%～50%の範囲でAI導入者の割合が最も高く、小企業（従業員数1～249人）では50%～75%以上の範囲でAI導入者の割合が比較的高くなっています。Source: The Linux Foundation (2024). 2024 Generative AI Survey. Data.world.

<https://data.world/thelinuxfoundation/2024-generative-ai-survey>

図4. 企業規模とOSAI導入の選択との関係



Sample Size = 297, from the Linux Foundation's 2024 Generative AI Survey

小規模企業（従業員1～249名）の回答者はオープンソースに対して非常に肯定的な意見を示したのに対し、中規模企業（従業員250～9,999名）の回答者はオープンソースに対して肯定的な意見を示したものの、優先事項とは考えていませんでした。大規模企業（従業員10,000名以上）は、OSAIの利用選択に関して最も中立的な意見を示しました。Source: The Linux Foundation (2024). 2024 Generative AI Survey. Data.world.

<https://data.world/thelinuxfoundation/2024-generative-ai-survey>

オープンソースコミュニティの専門家の意見

ハーバード・ビジネス・スクールのFrank Nagle准教授は、中小企業におけるOSAI導入の見通しについて尋ねられた際、「過去の研究では、オープンソースは中小企業やスタートアップ企業に大きなメリットをもたらすことが示されています。特に、関連するプロプライエタリソフトウェアよりもコストが低いことがその要因です。OSAIは、リソースに制約のあるこれらの企業が最先端技術のメリットを最大限に享受できるようにし、競争の激しい市場で競争力を維持する上で役立つでしょう」と説明しました。³⁰

Matt Whiteも、PyTorch Foundationのエグゼクティブディレクター兼Linux FoundationのAI担当ゼネラルマネージャーとしての役割において、この傾向の証拠を見出しています。「データから見て取れるのは、中小企業が大企業よりもOSAIを導入している割合が高いことです。そして、それには十分な理由があります。限られたリソースで運営しているスタートアップ企業や中小企業にとって、オープンモデルは、ゼロから構築したり、独自のソリューションのライセンスを取得したりといった法外なコストをかけずに、高度なAI機能を提供します。これにより、競争の場が平等になり、革新的な中小企業は、アクセス障壁に阻まれることなく、独自のアプリケーションに基づいて競争できるようになります。」³¹

OSAIの経済的利益

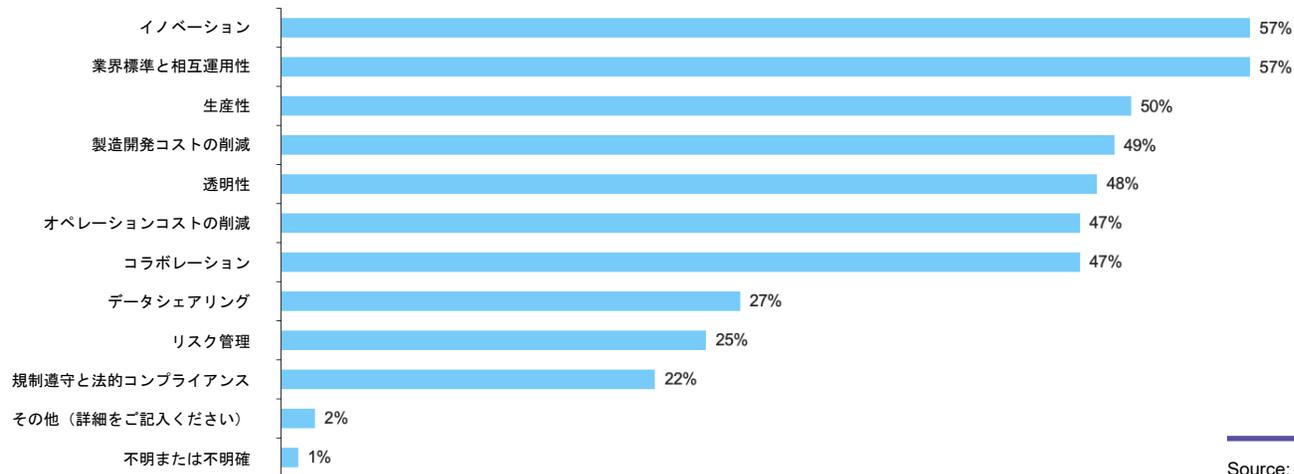
まず、オープンソースの経済的影響に関する調査を紹介し、次にAIの影響を紹介してOSAIの利点を推測します。

オープンソースの経済的影響

オープンソースソフトウェア(OSS)が、コスト削減、生産性向上、イノベーションの促進といったメリットから、企業レベルで広く採用されていることはよく知られています。Linux Foundation Researchの年次調査「World of Open Source」によると、2024年にコミュニティはこれらの3つの効果をOSSの主要なメリットの1つとして挙げています。(図5及び6参照)³²

図5. イノベーション、生産性、コスト削減はオープンソースの最大のメリット

あなたの業界において、オープンソースが最も恩恵を受けるとされる分野はどの部分ですか？

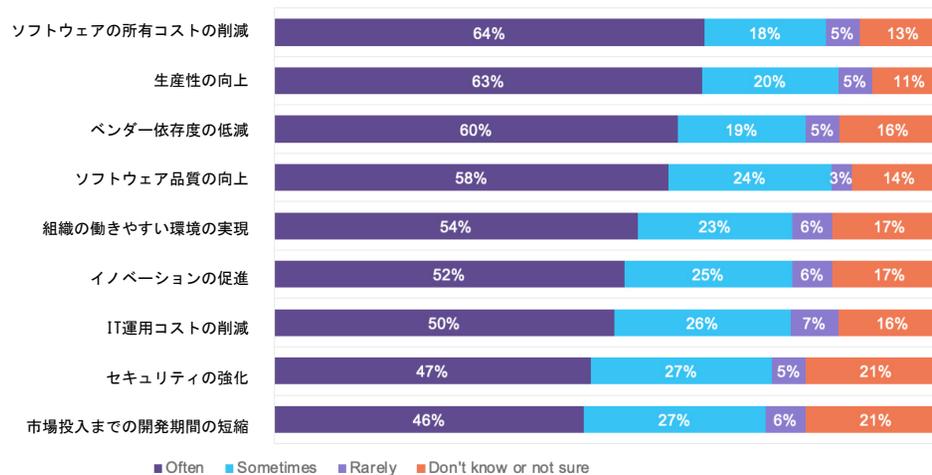


Sample Size = 1,065, from the Linux Foundation's 2024 World of Open Source Survey

Source: The Linux Foundation (2024). 2024 World of Open Source: Global Spotlight. data.world. <https://data.world/thelinuxfoundation/2024-world-of-open-source-global-spotlight>

図6. オープンソースがコストを削減し、生産性を向上させ、イノベーションを促進する程度

あなたの組織において、OSSの利用は以下のようなメリットをどのくらいの頻度でもたらしていますか？



Sample size 1,047, from the Linux Foundation's 2024 World of Open Source Survey

Source: The Linux Foundation (2024). 2024 World of Open Source: Global Spotlight. data.world. <https://data.world/thelinuxfoundation/2024-world-of-open-source-global-spotlight>

OSSの**コスト削減**に関して、ハーバード・ビジネス・スクールが2024年に実施した調査では、供給側（広く使用されているOSSを一度再作成するコスト）で4.15億ドル、需要側（OSSが存在しなかった場合、企業が使用する各OSSを置き換えるコスト）で8.8兆ドルと評価されました。¹⁹ 研究者たちはまた、OSSが存在しなかった場合、企業は現在よりも3.5倍多くのソフトウェアコストを負担する必要があると指摘しています。別のアプローチを採用したChesbrough(2023)は、ビジネスリーダーに対しオープンソースのメリットとコストについて調査し、回答者に代替案のコストを計算してもらいました。³³ 回答者の46%は、自社でコードを書き直す場合、OSSのコストの少なくとも2倍のコストがかかるかと回答しました。Korkmazら(2024)は、760万のレポジトリにおけるGitHubの開発活動データにコスト推定モデルを適用し、2019年のOSS投資額を378億ドルと推定しました。²⁰

特にヨーロッパに目を向けると、EU企業は2018年にOSSに推定10億ユーロを投資し、これはヨーロッパ経済に65億ユーロから95億ユーロの影響を与えました。²¹ Korkmazら(2024)の調査結果と比較すると、2019年の米国の投資額は378億ドルであったのに対し、欧州の投資額はグローバル投資の約3%に相当します(2018年末時点では10億ユーロ=11.4億ドル)。

BlackDuckの2024年オープンソースセキュリティとリスク分析レポートによると、コードベースの96%に何らかのオープンソースコンポーネントが含まれています。³⁴ オープンソースがビジネスにおいてますます普及する中、Nagle(2018)は、補完的な能力(例：強力なIT技術専門知識、IT集約型業務、またはIT関連産業に属する企業)を有する企業において、**生産性**への統計的に有意な正の効果が存在することを明らかにしました。¹⁷

オープンソースは**イノベーション**を促進する可能性も秘めています。2023年の研究で、Wrightら(2023)は、GitHubにおける新規ベンチャーの設立と参加状況を通じて、OSSと起業家精神の関係を分析しました。¹⁸ この分析では、GitHubへの参加が増加すると、翌年のその国の新規技術ベンチャーの設立数が増加することが明らかになりました。また、OSSへの貢献は、社会的影響力のある活動に従事する高品質でミッション志向のベンチャーの設立を促進することも示されました。この研究の結果は、OSSが起業活動と正の関連性を持っていることを示しています。

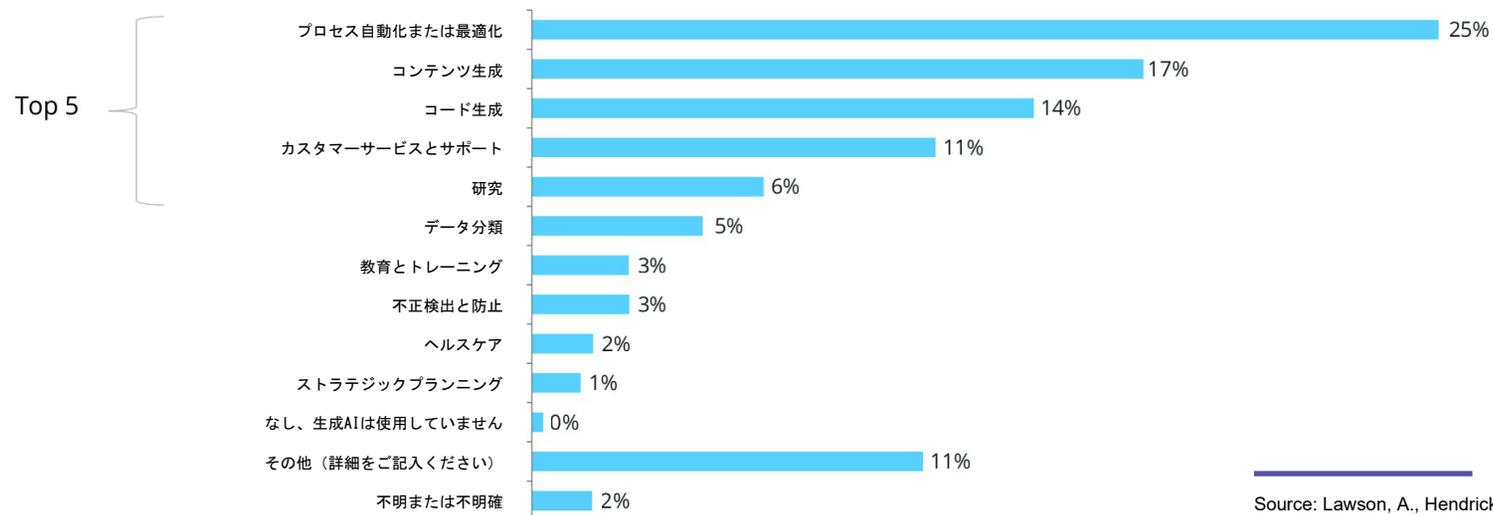
AIの経済的影響

文献では、コスト削減、生産性向上、イノベーションの促進といった同じ経済的尺度を用いて、AIも市場に有意義な影響を与えると示唆しています。

学术界と業界の分析では、AIが**生産性**に与える影響が徹底的に測定されています。^{24, 35-41} 2024年のPwCレポートでは、AIの導入により2030年までに世界のGDPが14%増加し、15.7兆ドルに相当すると推計されています。⁴² この経済成長は、仕事の自動化と補完による生産性向上が一因であると主張しています。ゴールドマン・サックスのHatziusら（2023）のレポートは、やや小さいものの同様の規模の影響を指摘し、AIの労働力増強が10年間で世界GDPをほぼ7兆ドル増加させると推計しています。⁴³ McKinsey（2023）の3番目のレポートも、AIによる生産性向上により世界経済が数兆ドル押し上げられると予測しています。³⁷ この報告書は、60を超えるユースケースにおいて年間の影響を分析し、GDPに年間2.6~4.4兆ドルの増加をもたらすと推定しています。研究者は、AIが価値を提供する4つの主要な領域を特定しています：ソフトウェアエンジニアリング、マーケティングと販売、顧客オペレーション、研究開発。Lawsonら（2024）も、顧客サービス、コード生成、研究（図7参照）など、AIの類似したユースケースを指摘しています（[図7 参照](#)）。²⁶

図7. AIの主なユースケース

あなたの組織における生成AIの主な活用シーンはどれですか？（1つ選択してください）



Source: Lawson, A., Hendrick, S., Rausch, N., et al (2024 November). Shaping the Future of Generative AI: The Impact of Open Source Innovation. The Linux Foundation.

<https://www.linuxfoundation.org/research/gen-ai-2024>

2024 GenAI survey, Q13, Sample Size = 297, answered by organizations who adopted GenAI in Q7

AIがソフトウェア開発に与える影響に焦点を当てた研究では、GitHub Copilotに関するさまざまな調査が、ソフトウェア開発者の生産性向上を実証しています。2022年のGitHubの調査によると、このツールを使用する開発者の90%以上がタスクを完了する速度が向上し、ツールを使用しない開発者よりも55%速く完了したとのこと。³⁶ Copilotは開発者の速度だけでなく、88%の開発者が生産性向上を感じ、回答者の過半数がツールによりより充実感を得られ、ストレスが軽減され、フロー状態を維持できると回答しています。³⁶

Faros (2024) による独自の分析でも同様の生産性向上が見られ、Copilotを使用するとコードのマージが50%高速化し、このツールを使用した場合の運用までのリードタイムが 55%短縮されたことが示されています。³⁸ この分析では、コードの品質とセキュリティが向上したか、または安定していることも判明し、「**コード品質への付随的な損害なしにリードタイムが 55% 改善されるのは驚異的な ROI である**」と結論付けています。

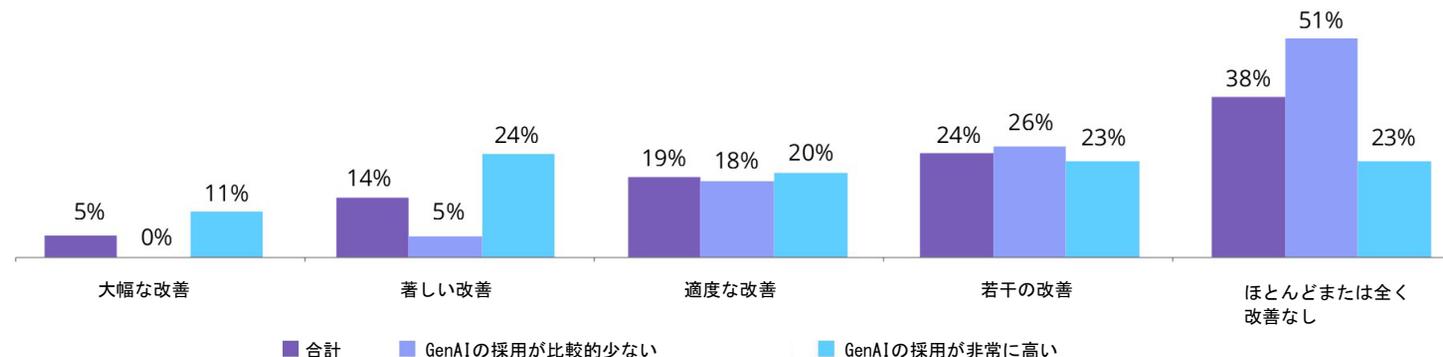
2024年のGitHub調査結果(前節で述べた97%の採用率を報告した調査)では、AIコーディングツールの使用による複数の生産性向上のメリットが指摘されています。具体的には、開発効率の向上、コード品質の改善、ワークフローの効率化、およびスキルアップとオンボーディングの加速などが挙げられています。²³ 生産性の向上により、開発者は節約した時間をコラボレーションやシステム設計タスクに再投資できるようになります。

ソフトウェア開発者を超えて、NoyとZhang (2023)はChatGPTによる生産性向上効果を分析し、中堅層の大学卒業者を対象に調査を実施しました。³⁹ 彼らの実験では、マーケティング担当、助成金申請書作成者、コンサルタント、データアナリスト、人事担当者、管理職など、多様な職業の被験者を対象に、職業に関連する20~30分のタスク(プレスリリース作成、短報作成、分析計画作成、メール作成など)を完了するよう求めました。被験者の半数はChatGPTを使用しました。その結果、ChatGPTを使用したグループは、対照グループと比較して、執筆タスクの完了時間が40%短縮され、出力の品質が18%向上したことが判明しました。

AIの採用は、企業にとって**コスト削減**と売上増加にもつながっています。Lawsonら (2024)の研究では、回答者にAIへの投資がどれほど売上増加につながったかを推定するよう質問しています²⁶。採用率が高い企業では、35%が実質的または大幅な売上増加を、さらに20%が中程度の売上増加を経験しています(図8参照)。

図8. AI導入レベルとAIによる収益増加の関係

あなたの組織の生成AIへの投資のうち、どれくらいが売上増加に結びついていますか？（1つ選択してください）
生成AIの採用状況をセグメント別にご回答ください。（1つ選択してください）



Source: Lawson, A., Hendrick, S., Rausch, N., et al (2024 November). Shaping the Future of Generative AI: The Impact of Open Source Innovation. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/gen-ai-2024>

2024 GenAI survey, Q11 by Q7, Sample Size = 234 (DKNS and NA excluded)

2025年のMcKinseyのレポートでは、組織的なAIの導入によって、さまざまな事業部門でコストが削減されたことがわかりました。²⁴ 具体的には、2024年後半には、回答者が6つの事業部門で50%を超えるコスト削減を報告しており、その内訳はサプライチェーンと在庫管理で61%、サービス業務で58%、戦略とコーポレートファイナンスで56%、人事で56%、ソフトウェアエンジニアリングで52%、リスク、法務、コンプライアンスで51%でした。

Leeらによる2022年の研究では、AI導入の度合いと収益成長の関係が調査されました。⁴⁴ その結果、企業の収益はAIへの一定レベルの投資後にのみ増加することがわかりました。クラウドコンピューティングやデータベースシステムへの投資、そしてベンチャー企業特有の研究開発戦略の追求は、AI投資と収益の関係にプラスの影響を与えます。これらの調査結果は、AIへのコミットメントのレベルが、AIがビジネスに与える影響に影響を与えることを示しています。さらに、Nagle (2018)の研究¹⁷と同様に、補完的な技術は収益成長において重要な役割を果たします。

AIは、生産のスピードと品質を向上させる能力があるため、**イノベーション**の鍵となるテクノロジーとも見られています。2024年のデロイトの調査では、回答者の46%がAIの主なメリットとして「**新しいアイデア**」と「**イノベーションと成長**」を挙げています。⁴⁵ より具体的に、Cockburn, Henderson, およびStern(2018)は、AIの応用例であるディープラーニングが「**その分野におけるイノベーションのプロセスそのものの本質的な変化**」をもたらす可能性があるとして指摘しています。⁴⁶ 研究開発の観点から、著者たちはAIが発見のプロセスを自動化しつつ、研究課題の実現可能性と対応範囲を拡大する方法を議論しています。こうした機能により、AIツールは研究手法を

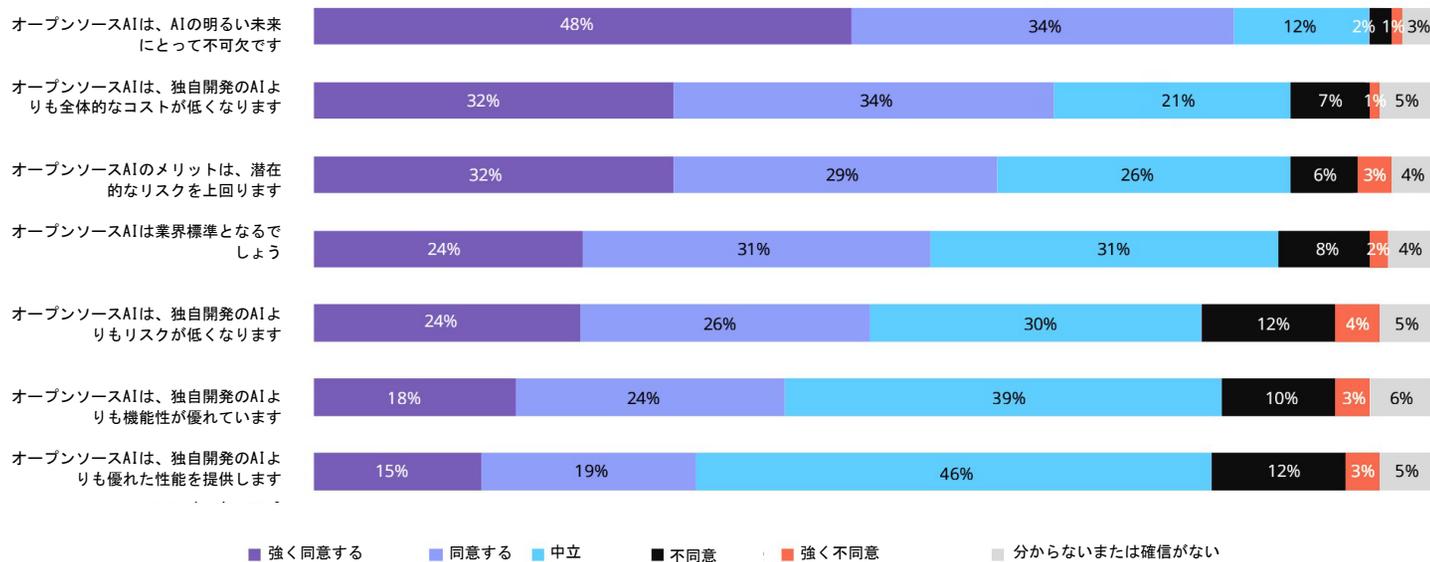
根本から変革し、労働集約的で日常的な業務から、大規模なデータセットに対する予測アルゴリズムの利用へと移行することを可能にする、と彼らは主張しています。このように研究成果の量と幅を拡大することで、より大きく、より迅速なイノベーションが実現するでしょう。

OSAIの経済的影響

OSAIの経済的影響については、いくつかの文献で議論されています。AI導入時のオープンソースが組織のコストに与える影響を分析した研究もいくつかあります。Lawsonら(2024)は、2つの異なる方法で回答者にOSAIのコスト削減について質問しました。²⁶ **まず、調査回答者の66%が、OSAIはプロプライエタリAIよりも全体的なコストが低いことと回答しました(図9参照)**。次に、ツールまたはモデルのオープンソースの性質が採用の決定に影響を与えるかどうか、またその理由を尋ねたところ、**回答者の46%がオープンソース採用の正当性としてコスト効率を挙げました(図10を参照)**。

図9. OSAIの利点に関する合意

以下の記述にどの程度同意しますか？（1行につき1つ回答してください）

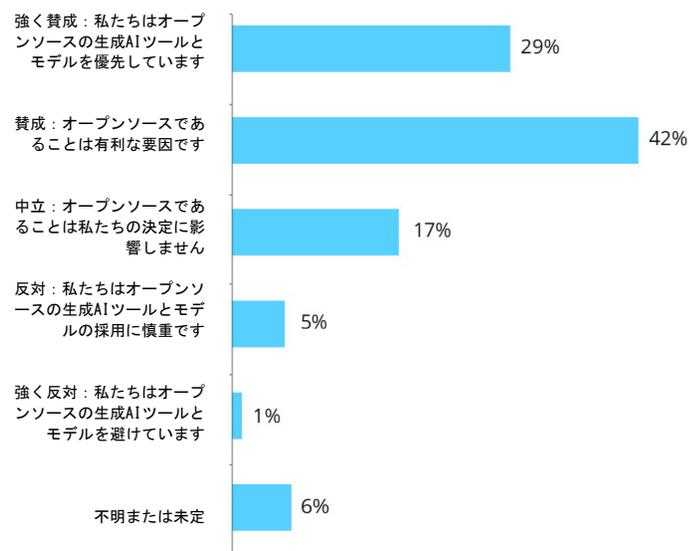


2024 GenAI survey, Q28, Sample size = 311-314, not all rows required

Source: Lawson, A., Hendrick, S., Rausch, N., et al (2024 November). Shaping the Future of Generative AI: The Impact of Open Source Innovation. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/gen-ai-2024>

図10. オープンソースが採用決定に与える影響

ツールやモデルのオープンソースの性質は、組織内でのその採用にどのように影響しますか？（1つ選択してください）



2024 GenAI survey, Q22, Sample Size = 297, answered by organizations who adopted GenAI in Q7

上記の質問に対するあなたの回答を説明する選択肢はどれですか？（該当するものをすべて選択してください）

スマート発電所のオペレーション	52%
コスト効率	46%
セキュリティ	32%

2024 GenAI survey, Q23, Sample Size = 297, Valid Cases = 297, Total Mentions = 1,286, answered by organizations who adopted GenAI in Q7

Source: Lawson, A., Hendrick, S., Rausch, N., et al (2024 November). Shaping the Future of Generative AI: The Impact of Open Source Innovation. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/gen-ai-2024>

McKinsey、Mozilla Foundation、および Patrick J. McGovern Foundation (2025) は、OSAIの導入に関する同様のメリットを発見しました。¹⁶ 彼らのグローバル調査では、回答者は OSAI を使用する最大のメリットとしてコスト削減を挙げ、調査対象となった意思決定者の半数以上が、プロプライエタリ AI よりも導入および維持コストが低いと評価しました。同じグループは、OSAIがプロプライエタリツールよりも性能が優れており、使いやすさも高いと指摘しました。GitHubの2024年調査でも、調査回答者がオープンモデルを採用する要因としてコスト削減が重要な要素であることが明らかになりました。²⁷

他の研究では、OSAI がイノベーションに与える影響を調査しています。McKinsey、Mozilla Foundation、および Patrick J. McGovern Foundation(2025)の報告書は、オープンモデルに関するコラボレーションが、冗長な開発を減らし、集団の勢いを生み出す、イノベーションを加速する環境を提供する方法について述べています。¹⁸ モデルをオープンソース化すると、コミュニティのコラボレーションが強化され、製品の開発と品質が向上するため、イノベーションのスピードに影響を与える可能性があります。⁴⁷ Linux Foundation の 2025 年のオープンスタンダードに関する報告書でも、オープンで協調的な活動への関与は、特許よりもイノベーションのより良い指標であるとの結論が示されています。⁴⁸

YueとNagle(2024)は、Metaがディープラーニングフレームワーク PyTorch を Linux Foundationに貢献した事例研究を通じて、OSAIソフトウェアプロジェクトが、単一の企業による一方的なガバナンスから非営利財団によるオープンガバナンスに移行した場合、ガバナンスの変更がイノベーションとコラボレーションに与える影響を検証しました。⁴⁹ 彼らは 3 つの傾向を発見しました。Meta からの貢献が大幅に減少したこと、外部企業、特にチップメーカーなどの補完的な技術の開発者からの貢献が大幅に増加したこと、アプリ開発者などの PyTorch ユーザーからの参加に変化がなかったことです。この結果は、オープンガバナンスが、より幅広い参加と貢献の増加を促進し、業界をリードする OSAI ソフトウェアの開発における単一の企業の支配力を低下させることを示しています。

オープンソースソフトウェアの一般的な利点を AI の分野に当てはめて推定する：予測

Hoffmann、Nagle ら (2024)が発見したように、オープンソースソフトウェア(OSS)が存在しなかった場合、企業は 3.5 倍のソフトウェア費用を費やすことになるでしょう。¹⁹ これを AI 市場に適用すると、OSAI は同様の事業コストの削減に貢献する可能性があります。AI はすでに一部の事業部門のコストを 50% 以上削減していますが、これに OSS による節約を合わせると、OSAI の導入により、Hoffmann、Nagle らによる OSS の推定よりもさらに大きな節約につながる可能性があります。別の見方をすれば、AI は企業の収益増加に貢献すると言えます。OSAI は、プロプライエタリ AI よりもコストが低いため、生産性の向上による収益の増加はさらに大きくなる可能性があります。

オープンソースコミュニティの専門家の意見

OSAI の経済的な影響について尋ねられたFrank Nagle氏は、自身の既存の研究でOSSの広範かつ大きな経済的な影響を指摘しました。同氏は、「AIが普及し、標準的なソフトウェアよりも影響力が高まるにつれて、OSAIの経済的な影響は従来のOSSよりも大幅に大きくなる可能性が高い」と主張しています。³⁰

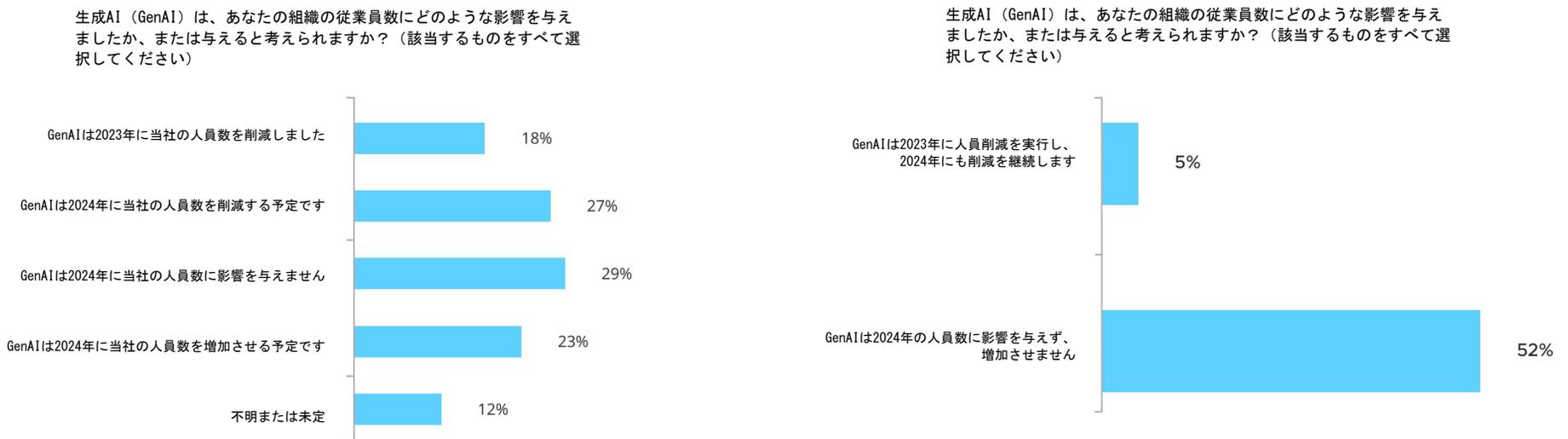
Matt White はその回答の中で、既知の OSS の影響と OSAI を比較しています。「オープンソースソフトウェアの経済的な影響は、OSAI の可能性を如実に予測するものです。調査によると、オープンソースが存在しなかった場合、企業はソフトウェアに 3.5 倍の費用をかけることになるでしょう。オープンモデルでも同様の相乗効果が現れており、組織は、プロプライエタリな代替製品と比較して 60% 以上のコスト効率をすでに報告しています。OSAI は、そうでなければ多くの組織、特にスタートアップ企業や研究所にとって経済的に手の届かない技術へのアクセスを民主化しています。」³¹

イノベーションに関しては、他のテクノロジー分野で見られたように、オープンソースは AI の普及と採用において間違いなく重要な役割を果たすでしょう。McKinsey、Mozilla Foundation、Patrick J. McGovern Foundation のレポート(2025年)では、OSAI は 2 つの重要な分野に影響を与えると予測しています。1 つは、プライバシー重視のエッジアプリケーションを動かす小規模な言語モデル、もう 1 つは推論時間の計算能力が高い推論モデルです。¹⁶ これらの技術分野の進歩におけるオープンソースの役割は、AI の普及に大きく貢献する可能性があります。なぜなら、どちらも AI の普及に欠かせない要素だからです。

労働力への影響

AIが自動化によって広範な雇用喪失を引き起こすという憶測が飛び交っています。しかし、調査によると、必ずしもそうとは限らない、あるいは少なくとも状況はもっと複雑であるということが明らかになっています。⁵⁰ より短期的な見通しとしては、Linux Foundation が 2024 年に実施した技術人材に関する調査では、世界中の採用担当マネージャーを対象に調査を行った結果、2023 年および 2024 年に AI によって組織の人員数が削減されたのは 5%に留まったことが明らかになりました。⁵¹ 実際、これらの回答者は、AI は来年の人員数にほとんど影響を与えないか、あるいは採用担当マネージャーが AI を人材採用優先分野と位置付けるため、実際には人員数が増加するだろうと予測しています (図11 および12を参照)。2025 年の調査の最新データも、この傾向が継続しており、AI を理由に人員削減を行う組織よりも採用を行う組織の方が多いいことを示しています。⁵²

図11. AIが組織の人員数に与える影響



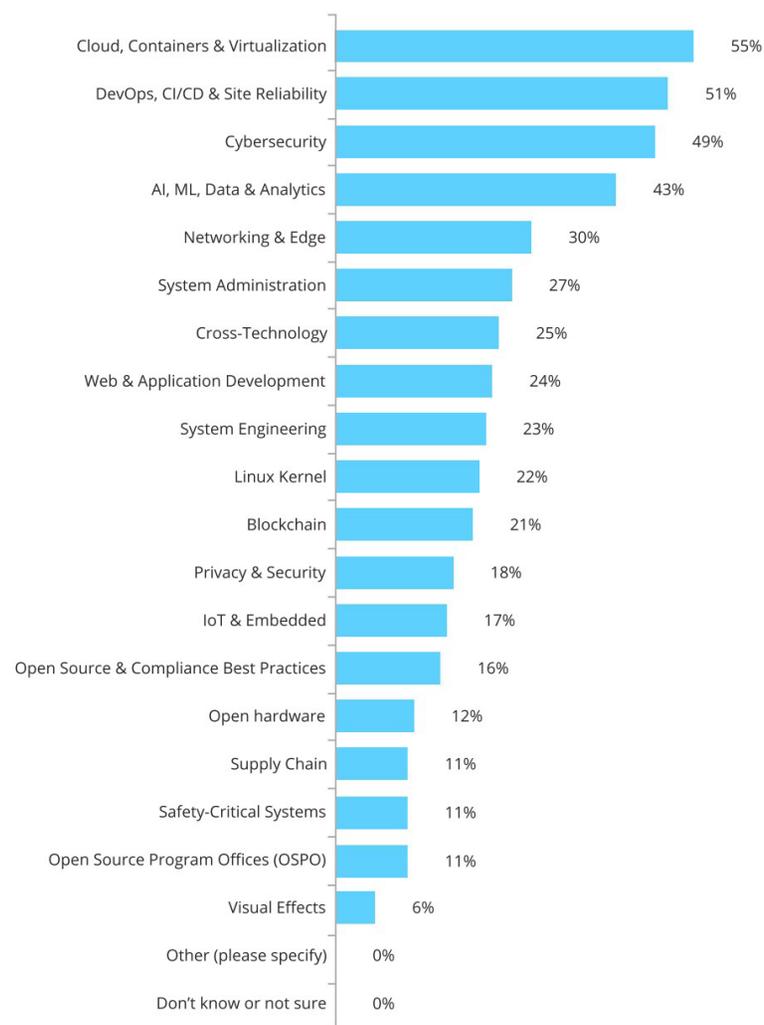
2024 Tech Talent Survey, Q23, Sample Size = 418, Valid Cases = 418, Total Mentions = 455

2024 Tech Talent Survey, derived from Q23 source data, Sample Size = 418

Source: Lawson, A. (2024, April). 2024 State of Tech Talent Report: Survey-Based Insights into the Current State of Technical Talent Acquisition, Retention, and Management Globally. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/open-source-jobs-report-2024>

図12. AIは人材配置の最優先事項

あなたの組織において、以下の技術分野のうち、技術部門の従業員が配置されているものはどれですか？（該当するものをすべて選択してください）



2024 Tech Talent Survey, Q22, Sample Size = 418, Valid Cases = 418, Total Mentions = 1,965

Source: Lawson, A. (2024, April). 2024 State of Tech Talent Report: Survey-Based Insights into the Current State of Technical Talent Acquisition, Retention, and Management Globally. The Linux Foundation.

<https://www.linuxfoundation.org/research/open-source-jobs-report-2024>

採用率が上昇し、AI が組織の基盤インフラにますます浸透するにつれて、さまざまな研究が「AI は仕事の構造を変える可能性を秘めている」と指摘しています。³⁷ 業務の自動化は、一部の職種やスキルセットに他の職種やスキルセットよりも大きな影響を与えます。2025年のMcKinseyの報告では、今後3年間でAIがサービス運営やサプライチェーンなど特定の分野で従業員数を削減すると指摘されています。²⁴ 同様に、Hatziusら (2023) は、AIが現在の業務の1/4を自動化可能であり、最も大きな影響を受けるのは行政や法務の職種で、建設やその他の技能職では影響が低いと推計しています。⁴³ Eloundouら (2023) は、米国の労働者の19%が、職務の50% 以上が AI の影響を受ける可能性があり、LLM を使用することで、従業員は、品質を維持しながら、米国における全職務の約15%を大幅に迅速に完了できると予測しています。⁵³

しかし、AIの導入が進んでいる分野では、必ずしも労働力の置き換えにつながるわけではなく、むしろ仕事が拡大するでしょう。⁵⁴ PwC の「2024 AI Jobs Barometer」によると、AIの普及が進んでいる分野では生産性の伸びが着実に増加しており、AIスキルを必要とする職種の給与は最大 25% 高くなっています。⁵⁵ これらの分野の労働者は、AI の活用方法を学び、そのスキルを職場で身につけていく必要があります。⁵⁶ StephanyとTeutloff (2024) の調査によると、AIスキルは高いスキル補完性を持つため価値が高い—つまり、労働者はこれらを多様な高価値スキルと組み合わせることができる—ことが示されており、これらの**スキルを持つ労働者の賃金は平均21%増加するとされています**。⁵⁷ Hatziusら (2023) は、ほとんどの職種はAIに部分的にしか影響を受けないことを示しています。つまり、AIは労働者を置き換えるのではなく、業務を補完する役割を果たすこととなります。⁴³

OECD、Boston Consulting Group、およびINSEAD (2025年)による最近の調査では、世界中の1,007社を対象に調査を実施し、AIのより広範な導入に必要なスキルと専門人材の不足が指摘されました。⁵⁸ 調査では、回答者の76%が、AIの導入において認証スキームに関する情報が役立つと回答しました。これは、企業が従業員に求める具体的なスキルを理解する上で課題を抱えているためです。これにより、成功かつ持続可能なAI導入を実現するための課題が浮き彫りになりました。

レポートによると、既存の学術資格はこれらの情報を提供するには不十分であり、候補者の能力を説明する新たな資格枠組みが必要とされています。今後、これらのギャップを埋めるためには、関連するトレーニングと資格認定を創出するための官民連携が鍵となります。既存の例として、機械学習で広く利用されているオープンソースソフトウェア (OSS) であるscikit-learnのプラクティショナー認定プログラムがあります。⁵⁹

長期的に見ると、Hatziusら (2023) は、AIによる人件費の削減、新しい雇用の創出、生産性の向上により、パーソナルコンピュータなどの歴史的なテクノロジーと同様の労働生産性の飛躍的向上につながるだろうと、モデリングによって予測しています。⁴³ 彼らは、10年間で世界の生産性が1.4%向上すると予測しています。McKinseyの2023年のレポートでは、導入率と労働者の再配置に応じて、2040年までの年間労働生産性の伸びは0.1%から0.6%になると予測しています。³⁷

ソフトウェア開発者に焦点を当てた研究では、Hoffmann、Boyselら (2024) は、GitHub Copilotがタスク配分への個人レベルの影響を調査しました。⁶⁰ 彼らは、このツールの使用により開発者がプロジェクト管理から離れることができ、これらの活動が10%減少したことを明らかにしました。その代わりに、開発者はコア コーディング タスクに集中でき、この活動が5.4%増加しました。また、Copilotによって開発者が新しいプログラミング言語に触れる機会が増え、より高い給与を得る可能性が開けることも明らかになりました。前節で述べたように、ChatGPTなどのツールを使用する他の労働者の生産性が向上すると、タスクの配分が変化し、より影響力の大きい業務に費やす時間が増える可能性があります。

³⁹

業界別のAIの市場への影響

AIの業界別分析は、そのグローバル経済への広範ながら非対称的な影響を認識するために有用です。例えば、McElheranら (2024) は、2018年のABSを分析し、米国の製造業、情報産業、医療産業がAIの利用率が最も高く、各産業の11%から12%の企業がAIを何らかの形で利用していると報告していることを明らかにしました。²⁵ 一方、利用率が最も低い産業は建設業で4%であり、農業、鉱業、電力会社は6%未満と、ほぼ同じ水準でした。

2025年のMcKinseyレポートでは、2024年にAIの職場導入率が最も高かったのは、テクノロジー (88%)、プロフェッショナルサービス (80%)、先端産業 (79%)、メディアおよび通信 (79%) でした。²⁴ 最も低いのは、ヘルスケア (63%) とエネルギーおよび素材 (59%) でした。2018年のABSデータと2024年のデータを比較すると、2018年から現在に至るまでAIの導入がどのように進化、変化してきたかがわかります。重要なことは、AIの導入がすべてのセクターで大幅に増加していることです。

次のセクションでは、ヘルスケア、農業、建設、製造、エネルギーの5つのセクターにおけるAIの市場への影響について考察します。この調査では、これらのセクターが重要な日用品やサービスの提供において重要な役割を果たしており、世界経済に占める割合も大きいことから、詳細な分析の対象としました。これらのセクターを合わせると、世界のGDPの44%を占め、世界中で約15億人の雇用を支えています。

ヘルスケア

AIがヘルスケア分野において大幅な生産性の向上をもたらすことは、よく知られています。⁶¹ しかし、臨床分野ではその利用は、まだ実現よりも将来の可能性の段階にとどまっているようです。2024年のTebra調査によると、医療従事者のうちAIを業務で活用しているのは10%に過ぎず、50%が将来的な導入を検討しています。⁶² AIのヘルスケア分野での活用は、タスクの自動化や意思決定支援、診断支援、他の症状の検出、病院の待ち時間やICU転送などの臨床結果の予測を通じて、臨床リソースの解放、コスト削減、効率化を実現する可能性があります。^{62、63、64} 2023年のMcKinseyレポートによると、グローバルな医療分野では、サプライチェーン、オペレーション、マーケティング、営業、顧客対応という3つの分野を中心に、AIを業務全般に導入することで1,500億から2,600億ドルの価値を生み出す可能性があります。³⁷

ヘルスケアにおけるOSAIの価値については、いくつかの研究があります。Lawson(2024a)は、ヘルスケア分野では、サイバーセキュリティやクラウドなどの他の技術分野よりも、AIとMLがオープンソースの恩恵を最も受ける分野であると結論付けています(図13を参照)。⁶⁵

図13. ヘルスケア分野における主要なオープンソース技術

オープンソースから最も恩恵を受けている	オープンソースを最も活用している	オープンソースに最も貢献している
1. AI / ML (37%)	1. Operating systems (45%)	1. AI / ML (22%)
2. Cybersecurity (34%)	2. Cloud / containers (40%)	2. Analytics / Data science (17%)
3. Analytics / data science (27%)	3. DevOps / GitOps (40%)	3. Web & app dev (15%)
4. Operating systems (25%)	4. CI / CD (40%)	4. Cloud / containers (13%)
5. Cloud / containers (24%)	5. Database management (38%)	5. Database management (13%)

2024 World of Open Source Survey, Q14, Q29, Q36, Sample Sizes = 59, 58, 54 Respectively

¹ Healthcare expenditure represented **10% of global GDP in 2022** and the sector employed **65 million workers worldwide in 2020**; Agriculture represented **4% of global GDP in 2023** and employed **892 million people worldwide in 2022**; Current data suggests that construction represents **13% of global GDP and employs more than 100 million people worldwide**; Manufacturing represented **15% of global GDP in 2023** and employs **400 million people worldwide as of 2025**; Energy rents (oil, natural gas, and coal) represented **2.1% of the world's GDP in 2021** and employed **41 million people across the globe in 2019**

Source: Lawson, A. (2024, December). 2024 Global Spotlight Insights Report: The Role of Open Source in Uniting Innovation, Collaboration, and Resilience Across Regions and Industries. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/world-of-open-source-global-2024>

OSAIは、リソースが限られていて、無料で柔軟なツールが重要な環境では特に魅力的です。⁶⁶ 2024年8月、Buckleyら(2024)は、Llama 3.1モデルをOpenAIのGPT-4と比較する分析を実施し、Llama 3.1の性能がGPT-4と同等であることを確認しました。⁶⁷ 彼らの議論では、Llamaをオープンモデルと定義し、研究結果を踏まえると、機関はプライバシーや性能を犠牲にすることなく、自社でローカルに実行するカスタムモデルを構築する際、オープンソースソリューションの採用を開始できる可能性があるかと主張しています。

Springer Natureの論説では、DeepSeekのDeepThink (R1) を例に挙げ、医療現場におけるOSAIのメリットについて解説しています。⁶⁸ 著者らは、コスト効率、スケーラビリティ、ファインチューニング能力など、オープンモデルの12の重要な要素を定義して、AIのオープン化が医療分野にもたらすメリットを論じています。AIの自動化、検出、予測における臨床生産性の向上と組み合わせることで、オープンモデルを利用して、ローカルデータでトレーニングされた、カスタマイズされた、費用対効果が高く、プライバシーを保護するソリューションを作成することで、収益の増加とモデルの精度が向上します。これらの組織レベルのメリットに加え、DeepThinkなどのモデルのオープンソースであるため、公開されているデータセットと統合することで継続的な学習が可能になります。これらのモデルは、医療分野における最新の科学研究や進歩に関する最新情報を常に把握し、モデルのパフォーマンスを向上させます。これらの機能を示すことで、著者は、これにより、より迅速で低コストの発見が可能になると述べています。したがって、OSAIは、医療プロセスにおけるコスト削減の可能性を提供すると同時に、医学の科学の進歩も加速させます。

農業

2023年のMcKinseyレポートは、AIが農業分野に与える影響を分析しています。³⁷ このレポートでは、企業が主にマーケティング、販売、ソフトウェアエンジニアリング、サプライチェーン、および業務にAIを適用した場合、この分野に400億から700億ドルの価値が追加される可能性があることが明らかになりました。PwCのレポートは、2020年に、農業を含むいくつかの異なるセクターにおけるAIの主な活用事例の影響を評価するモデリングを実施しました。⁶⁹ このレポートでは、ロボット工学、環境条件の精密モニタリング、土地利用管理、作物のモニタリングなどの主な活用事例が挙げられています。これらの活用事例を組み合わせることで、世界のGDPを0.2%から0.3%押し上げる可能性があることが明らかになりました。

DeClerqら(2024)は、農業分野におけるAIの利用について調査し、AIは、農家にオンデマンドでアドバイスやトレーニングを提供し、機械を制御し、データラングリングによる研究を推進し、言語の壁を乗り越え、農業の危機を監視することで、世界の食糧生産の課題に影響を与える可能性があるかと結論付けました。⁷⁰

世界経済フォーラム(WEF)は、AIと分析モデリングの採用を「**再生型農業**」の重要な要素と位置付けています。再生型農業とは、農業の収益を120%も増加させる新しい農業手法です。⁷¹ 前述のように、AIにより、農家は高度なモニタリングシステムと予測分析を構築することができます。特に、WEFの推計によると、このようなAIの活用は、低所得国と中所得国の農業GDPを4,500億ドル以上増加させる可能性があります。⁷¹

低所得国にとって、コスト削減につながるオープンソーステクノロジーへのアクセスは、デジタル農業のメリットを享受するために不可欠です。Semiosは、精密な作物のモニタリングと環境条件の追跡を行うオープンソースの農業ツールの一例です。⁷² このツールは、AI 昆虫モニタリングツールにオープンソースのTensorFlowを使用しています。AI アシスタントFarmer.Chatは、Llamaモデルを活用して開発されたツールのもう1つの例で、農家向けに地域に合わせたカスタマイズされたアドバイスを提供します。⁷³ 世界中の農家は、アドバイス費用を最小限に抑えながら、これらのツールを導入できます。

建設

2023年のAIの経済影響に関するMcKinseyのレポートには、建設セクターの分析が含まれています。³⁷ このレポートでは、企業がAIを主にマーケティング、販売、製品の研究開発、サプライチェーン、およびオペレーション機能に適用した場合、AIによって業界は900億〜1,500億米ドル(収益の0.7%~1.2%)の成長が見込まれると予測しています。2021年のAdroit Market Researchの調査では、AIの主な活用事例として、過去のプロジェクトを分析して遅延を予測し、リスクを特定し、スケジュールを作成し、ボトルネックを予測し、管理者に積極的なアドバイスを提供することが挙げられています。⁷⁴ アジア太平洋地域では、2025年のデロイトとオートデスクによる建設業界に関する調査で、回答者の37%がすでにAIを利用しており、33%が将来の利用を計画していることが明らかになりました。⁷⁵

建設業界におけるAIの採用率は低いものの、データに基づく意思決定に依存していることから、AIを採用する上で有利な立場にあります。⁷⁶ 最も成長が著しい市場はアジア太平洋地域であり、最大の市場は北米です。⁷⁷ 計画、設計、建築情報モデリングなどの建設事前段階におけるAIの活用は、業界全体で標準化されたアプローチを採用した新しい建築物を建設するために、オープンでアクセス可能な基盤モデルを構築することの価値を示しています。

オープンソースコミュニティの専門家の意見

建設業などの分野にデジタル労働力を提供するソフトウェアソリューションである Briq は、業界固有のトピックや問題に基づいてソリューションを微調整するためにオープンモデルを活用しています。⁷⁸ AI は、タスクの自動化を通じてクライアントに重要なコスト削減をもたらし、オープンモデルを使用することで、クライアントの特定のコンテキストとニーズに合わせてソリューションを最適化できます。

BriqのCEO兼共同創業者であるBassem Hamdyは、「*Briqのデジタルワーカーは、自然言語を理解するためにオープンソースのLLM（大規模言語モデル）を活用し、意思決定を最適化するために機械学習を、そして数十のプラットフォームにわたるアクションを実行するために自動化エンジンを使用しています。彼らは提出書類の読み取り、リスク文書の検証、給与計算の処理、さらには売上予測まで行うことができます。彼らは人間の労働者の能力（見る、読む、考える、決定する、行動する）を再現し、プロジェクトエンジニア、コンプライアンス担当者、財務アナリスト、リスクマネージャーとして機能します。彼らは単にコストを削減するだけでなく、企業の運営方法そのものを変革します。*」⁷⁹

製造業

McKinseyの分析(2023)によると、企業がAIを主に製品の研究開発、マーケティング、販売、ソフトウェアエンジニアリングの機能に適用した場合、AIは先端製造業を1,700億~2,900億米ドル押し上げるという結果が出ています。³⁷ Lawson(2024a)は、AIはオペレーティングシステムに次いで、オープンソースの恩恵を最も受ける分野であると結論付けています。(図14参照)。⁶⁵

図14. 製造業における主要なオープンソース技術

オープンソースから最も恩恵を受けている	オープンソースを最も活用している	オープンソースに最も貢献している
1. Operating systems (37%)	1. Operating systems (52%)	1. Operating systems (23%)
2. AI / ML (33%)	2. CI / CD (37%)	2. IoT / Embedded (21%)
3. Cybersecurity (30%)	3. Database management (36%)	3. Cloud / containers (17%)
4. Analytics / Data science (23%)	4. DevOps / GitOps (35%)	4. DevOps / GitOps (15%)
5. IoT / Embedded (23%)	5. Web & app dev (31%)	5. CI / CD (14%)

2024 World of Open Source Survey, Q14, Q29, Q36, Sample Sizes = 101, 99, 94 Respectively

Source: Lawson, A. (2024, December). 2024 Global Spotlight Insights Report: The Role of Open Source in Uniting Innovation, Collaboration, and Resilience Across Regions and Industries. The Linux Foundation.

<https://www.linuxfoundation.org/research/world-of-open-source-global-2024>

このセクターでは、2020年のデロイトのレポートによると、年間11,812ペタバイトという膨大な量のデータが生成されており、このデータを処理・活用することで、製造ラインにおける意思決定プロセスが大幅に強化されます。⁸⁰ 例えば、スマート製造にAIを導入することで、工場のタスク、注文管理、スケジューリングの自動化が可能になります。Heimbürgerら(2024)は、生産および製造環境におけるAIの導入を決定する要因を検証し、メンテナンス、品質管理、生産計画の各分野におけるこの技術の可能性について考察しています。⁸¹ AIの製造分野における潜在力は巨大です。2023年以降、製造業界のグローバルAI市場規模は\$700億ドルを超えています。また、大多数の企業がこの技術を同分野の成長とイノベーションの鍵となる技術と捉えています。⁸⁰ しかし、この潜在力は依然として初期段階にあります。デロイトの調査によると、AIを導入している企業は15%に過ぎず、残りは提案段階やパイロット段階にあります。⁸⁰

オープンソースコミュニティの専門家の意見

セクター別の影響について尋ねられた際、Frank Nagleは次のようにコメントしました：「OSAIが最も大きな影響を与えるセクターは、まず第一にソフトウェア開発です。この分野ではユーザーが既に技術に精通しており、既に大きな影響が表れています。第二に、製造業界です。オープンモデルは、オペレーションプロセスに直接統合する柔軟性を提供し、大きな効果を発揮します。」³⁰

エネルギー

エネルギー業界も AI を積極的に取り入れており、世界中のエネルギーおよび電力会社の 4 分の 3 近く（74%）が、2023 年までに AI を導入または検討すると回答しています。⁸²

AIがエネルギー需要に与える影響： AIはデータセンターの電力需要に大きな圧力をかけています。^{83, 84, 85} このエネルギー需要の圧力は、モデルソフトウェアの最適化、データセンターレベルでの新技術、またはより効率的なチップ向けに設計されたモデルなど、エネルギー効率の高いソリューションへのイノベーションを必要とします。⁸⁶ エネルギー効率を重視したAIインフラの構築は、AIのエネルギー需要の再定義を引き起こす可能性があり、これにより業界への影響は時間とともに減少する可能性があります。^{84, 87}

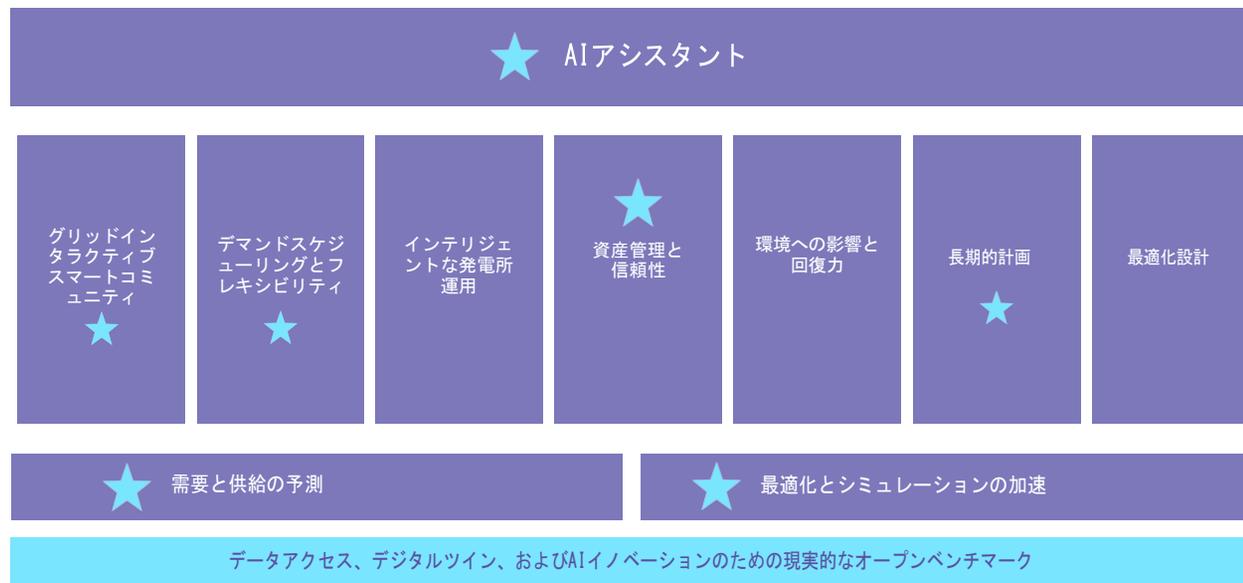
AI がエネルギー事業に与える影響： AIは、エネルギー分野にも事業上の影響をもたらします。2023年のMcKinseyレポートによると、顧客対応、マーケティング、販売などの事業機能にAIを導入することで、世界のエネルギー部門の収益は1,500億～2,400億ドル（業界収益の1%～1.6%増）増加する可能性があります。³⁷

2020年のPwCレポートでは、エネルギー分野におけるAIの影響も評価されています。⁶⁹ このレポートでは、AIの主な用途として、エネルギー消費のモニタリング、エネルギー需要と供給の予測、分散型ネットワークの調整、資産の効率向上を挙げています。2030年までに世界のGDPが1.6%～2.2%増加すると予測しています。レポートでは、スマートモニタリングによりエネルギーコストが削減され、経済活動が活性化すると主張しています。また、分散型ネットワークの調整により供給量が拡大し、エネルギー部門の生産性が向上すると主張しています。

米国のエネルギー市場には、AI がこの分野の問題を解決するさまざまな可能性が数多くあります。原子力、電力グリッドの運用、炭素管理、エネルギー貯蔵、エネルギー材料管理などの分野では、AI により、ライセンス取得プロセス、プラントの設計と導入、自律的な運用と保守、排出量の予測、新素材の特定など、さまざまな業務が迅速化および円滑化されます。⁸⁸ Argonne国立研究所が2024年に推定したように、AIは新たなクリーンエネルギー分野における商用発電所の設計とライセンス取得スケジュールを約20%短縮する可能性があり、2050年までに数百億ドルのコスト削減効果が期待されています。⁸⁸

2024年のLF Energyのホワイトペーパーでは、エネルギー需要と供給の予測、エネルギーシステムの最適化、資産の信頼性とパフォーマンスの管理、長期計画の策定など、AI の同様の活用事例について論じています(図15を参照)。⁸⁹ このホワイトペーパーでは、これらの分野にAIを活用することで、これらの業務に要する人材をAIに置き換えることでコストを削減し、生産性を向上させ、エネルギーシステムに関する情報の幅と深さを向上させ、業務スピードを向上させることができると主張しています。しかし、このホワイトペーパーでは、AIの業界での採用率が比較的低いことを指摘しています。その理由として、プライバシーや規制順守に関する懸念、AIの準備の不足、産学連携の構築の難しさなどが挙げられています。これらの障害に対処するため、ホワイトペーパーでは、コラボレーションと標準化を促進し、業界全体の競争前の基盤を構築することで、各プレイヤーが独自のソリューションを構築できるオープンソースツールの価値を指摘しています。IEA は、「この技術は、スマートグリッドと、それが生み出す膨大な量のデータの同時成長をサポートする、独自の立場にある」と主張しています。⁹⁰ オープンモデルやツールを使用することで、グリッドの最適化と同じくらい迅速にエネルギー需要の圧力を緩和することができます。

図15. エネルギー分野におけるAIのユースケース



Source: LF Energy (2025, January). Unlocking AI's Potential for the Energy Transition through Open Source. The Linux Foundation.
<https://lfenergy.org/unlocking-ais-potential-for-the-energy-transition-through-open-source/>

オープンソースコミュニティの専門家の意見

Alex Thornton、LF Energyのエグゼクティブ ディレクターは、この分野でのオープンソースの採用を促進する2つの主要な特徴として、コラボレーションと透明性を挙げています。「OSAIは、AIとエネルギーの融合が直面する多くの課題に独自に対応するアプローチを提供します」と彼はコメントしています。「オープンソースのコラボレーションは、AIの計算能力とエネルギー効率において画期的な改善をもたらしてきました。OSAIが独自のアプローチをコモディティ化していくにつれ、この傾向はさらに加速すると予想されます。エネルギーシステムにAIを適用する際、信頼は不可欠です。オープンソースは、デジタルサプライチェーンにおける極めて高い透明性と信頼性を通じて、この必要な信頼を実現する唯一の手段です」⁹¹

この分野では、OSAIの採用に抵抗が生じる可能性があります。GroopmanとLindstrom(2023)がマイクログリッド分野の分析で指摘するように、AIの革新的な応用は、エネルギーの配分と制御を管理する事業者にとって重要な差別化要因となります。そのため、これらの事業者は、少なくとも当面は競争優位性を維持するため、独自技術を維持する方針を採用する可能性があります。⁹²

結論

このレポートでは、OSAIの採用率、市場への影響、および労働力への影響に関するこれまでの調査と実証データをレビューしています。エビデンスベースによると、AIツールの使用と採用はすでに普及しており、その採用の大部分はオープンソースが占めています。AIを使用している組織の大部分はオープンモデルを採用しており、採用企業のコードインフラストラクチャの平均41%はオープンソースです。採用は、特定の業界、地域、職業でばらつきがあり、オープンソースは中小企業にとって特に優先度の高いものです。

OSAIの経済効果は、オープンソースソフトウェア(OSS)の経済効果の実例に基づいて予測することができます。調査によると、OSSの最大のメリットは、コスト削減、生産性の向上、イノベーションの迅速化です。OSSが存在しなかった場合、企業は現在よりも3.5倍ものソフトウェア費用を負担しなければならなかったでしょう。また、OSSの普及は生産性や起業家精神の向上と関連していることも文献で明らかになっています。AIの経済的な影響を検証すると、生産性とイノベーションの向上により、GDPは数兆ドル(15兆ドル⁴²)も増加する可能性があります。ただし、その採用率はすべての業種で均一に高いわけではありませんが、医療、エネルギー、農業、建設、製造業

などでは大きな潜在性を示しています。労働力への影響をみると、AIは仕事の代わりとなるのではなく、タスクの補完役として機能する可能性が高く、AIを活用するためのスキルはより高い賃金を要求するようになるでしょう。

このレビューでは、OSAIの経済効果に関する理解に重大なエビデンスのギャップがあることが明らかになりました。AIの経済効果に関する理解を深めるため、OSSの経済価値を定量化するためにこれまで使用されてきた計量経済学的手法を活用し、以下の将来の研究の方向性を提案します。具体的には、以下の研究を行うことを推奨します。：

1. OSAIの採用（特にオープンモデル）がAI市場全体の成長に与える影響を調査し、補完的なイノベーション、サービス、アプリケーションを含むがこれらに限定されない影響を分析する；
2. OSAIインフラへの投資の経済的リターンを測定し、オープンモデル、データセット、関連コンポーネントへのリソース配分を検討する政策決定者および組織の意思決定者に対し、洞察を提供する。
3. OSAIの採用と新規事業の創出、特許出願、研究開発の効率化などのイノベーションとの関係を検証する。
4. 組織規模、セクター、地域ごとに、オープン AI ソリューションとプロプライエタリ AI ソリューションの実装コストの差を測定する。
5. オープンモデルの採用による、さまざまな業務やセクターにおける労働者の生産性および満足度への影響を定量化する。

これらの質問に関する実証的証拠は、OSAI、特にオープンモデルの導入と経済効果について、より包括的で証拠に基づく理解を深めることに貢献し、最終的には、OSAI に関する将来の投資、政策、導入の決定の指針となるでしょう。

参考文献

1. DeepSeek-AI (2025). DeepSeek-R1: Incentivizing Reasoning Capability in LLMs via Reinforcement Learning. Hugging Face. <https://huggingface.co/deepseek-ai/DeepSeek-R1>
2. Heikkilä, M. (2025, January 28). DeepSeek’s ‘aha moment’ creates new way to build powerful AI with less money. Financial Times. <https://www.ft.com/content/ea803121-196f-4c61-ab70-93b38043836e>
3. Lambert, N. (2025, March 13). Gemma 3, OLMO 2 32B, and the growing potential of open-source AI. Interconnects. <https://www.interconnects.ai/p/gemma-3-olmo-2-32b-and-the-growing>
4. Lambert, N. (2025, March). A very exciting day for open-source AI! We at Ai2 are releasing our biggest open source model yet [Post]. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7306014817247539201/>
5. Maslej, N., Fattorini, L., Perrault, R., et al (2024, April). The AI Index 2024 Annual Report. AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University, Stanford, CA. <https://hai.stanford.edu/ai-index/2024-ai-index-report>
6. Maslej, N., Fattorini, L., Perrault, R., et al (2025, April). The AI Index 2025 Annual Report. AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University, Stanford, CA. <https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report>
7. Osborne, C., Ding, J. & Kirk, H.R. (2024). The AI community building the future? A quantitative analysis of development activity on Hugging Face Hub. Journal of Computational Social Science, 7, 2067–2105. <https://doi.org/10.1007/s42001-024-00300-8>
8. Hugging Face (n.d.). Open-source AI: year in review 2024. Retrieved April 22, 2025, from <https://huggingface-open-source-ai-year-in-review-2024.static.hf.space/index.html>
9. The Open Source AI Definition – 1.0. (2024). Open Source Initiative. <https://opensource.org/ai/open-source-ai-definition>
10. White, M., Haddad, I., Osborne, C., et al. (2024, October 18). The Model Openness Framework: Promoting Completeness and Openness for Reproducibility, Transparency, and Usability in Artificial Intelligence. ArXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.13784>
11. Tiwari, U. (2024, March 27). Policy Readout. The Columbia Convening on Openness and AI. <https://foundation.mozilla.org/en/research/library/policy-readout-columbia-convening-on-openness-and-ai/>
12. Eiras, F., Petrov, A., Vidgen, B. et al (2024, May 29). Risks and Opportunities of Open-Source Generative AI. ArXiv. <https://arxiv.org/abs/2405.08597>

13. Seger, E., Dreksler, N., Moulange, R. et al (2023, September 29). Open-Sourcing Highly Capable Foundation Models: An evaluation of risks, benefits, and alternative methods for pursuing open-source objectives. ArXiv. <https://arxiv.org/abs/2311.09227>
14. Basdevant, A., François, C., Storchan, V. et al (20214, May 17). Towards a Framework for Openness in Foundation Models: Proceedings from the Columbia Convening on Openness in Artificial Intelligence. ArXiv. <https://arxiv.org/abs/2405.15802>
15. Statement from Economists on the Importance of Open Source AI. (2024, December 10). Mozilla. <https://open.mozilla.org/economists/>
16. Open source technology in the age of AI. (2025, April). McKinsey & Company, the Patrick J. McGovern Foundation, and the Mozilla Foundation. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/open-source-technology-in-the-age-of-ai>
17. Nagle, F. (2018, May 4). Open Source Software and Firm Productivity. Management Science, 65(3), 1191-1215. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2017.2977>
18. Wright, N. L., Nagle, F., Greenstein S. (2023). Open source software and global entrepreneurship. Research Policy, 52(9). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104846>
19. Hoffmann, M., Nagle, F., & Zhou, Y. (2024 January). The Value of Open Source Software. Harvard Business School Working Paper, No. 24-038. https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/24-038_51f8444f-502c-4139-8bf2-56eb4b65c58a.pdf
20. Korkmaz, G., Calderon, J. B. S., Kramer B. L., et al (2024). From GitHub to GDP: A framework for measuring open source software innovation. Research Policy, 53(3). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2024.104954>
21. Blind, K., Böhm, M., Grzegorzewska, P., et al (2021). The impact of Open Source Software and Hardware on technological independence, competitiveness and innovation in the EU economy, Final Study Report. European Commission, Brussels. https://www.ospi.es/export/sites/ospi/documents/documentos/CNECT_OpenSourceStudy_EN_28_6_2021_LMBhSihnCeC7JEDsHXkK1JIZ0_79021_compressed.pdf
22. The Linux Foundation (2024). 2024 World of Open Source: Global Spotlight. data.world. <http://data.world/thelinuxfoundation>
23. Daigle, K. & GitHub Staff (2024, August 20). Survey: The AI wave continues to grow on software development teams. GitHub Blog. <https://github.blog/news-insights/research/survey-ai-wave-grows/>
24. Singla, A., Sukharevsky, A., Yee, L., et al (2025, March). The state of AI: How organizations are rewiring to capture value. QuantumBlack AI by McKinsey. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai>
25. McElheran, K., Li, J. F., Brynjolfsson, E., et al (2024, January 24). AI adoption in America: Who, what, and where. Journal of Economics & Management Strategy, 33(2), 375-415. <https://doi.org/10.1111/jems.12576>

26. Lawson, A., Hendrick, S., Rausch, N., et al (2024 November). Shaping the Future of Generative AI: The Impact of Open Source Innovation. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/gen-ai-2024>
27. Finley, K. (2025, January 28). Open source AI is already finding its way into production. GitHub Blog. <https://github.blog/ai-and-ml/generative-ai/open-source-ai-is-already-finding-its-way-into-production/>
28. Small Business AI Adoption Survey (2023 October). Small Business & Entrepreneurship Council. <https://sbecouncil.org/wp-content/uploads/2023/10/SBE-Small-Business-AI-Survey-Oct-2023-FINAL.pdf>
29. The Linux Foundation (2024). 2024 Generative AI Survey. data.world. <https://data.world/thelinuxfoundation/2024-generative-ai-survey>
30. F. Nagle, personal communication, April 23, 2025.
31. M. White, personal communication, April 25, 2025.
32. The Linux Foundation (2024). 2024 World of Open Source: Global Spotlight. data.world. <http://data.world/thelinuxfoundation>
33. Chesbrough, C. (2023 March). Measuring the Economic Value of Open Source: A Survey and a Preliminary Analysis. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/measuring-economic-value-of-os>
34. 2024 Open Source Security and Risk Analysis Report: Your guide to securing your open source supply chain (2024). BlackDuck. <https://www.blackduck.com/resources/analyst-reports/open-source-security-risk-analysis.html>
35. Acemoglu, D. (2024, May). The Simple Macroeconomics of AI. NBER Working Paper, No. 32487. DOI: 10.3386/w32487
36. Kalliamvakou, E. (2022, September 7). Research: quantifying GitHub Copilot's impact on developer productivity and happiness. GitHub Blog. <https://github.blog/news-insights/research/research-quantifying-github-copilots-impact-on-developer-productivity-and-happiness/>
37. Chui, M., Hazan, E., Roberts, R., et al (2023, June). The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#/>
38. Gerber, T. (2024, May 17). Is GitHub Copilot Worth It? Real-World Data Reveals the Answer. Faros. <https://www.faros.ai/blog/is-github-copilot-worth-it-real-world-data-reveals-the-answer>
39. Noy, S., & Zhang, W. (2023, July 13). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. Science, 381(6654), 187-192. <https://doi.org/10.1126/science.adh2586>

40. Czarnitzki, D., Fernandez, G. P., Rammer, C. (2023, July). Artificial intelligence and firm-level productivity. Journal of Economic Behavior & Organization, 211, 188-205. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2023.05.008>
41. Is generative AI a game changer? (2024, February 14). J.P. Morgan. <https://www.jpmorgan.com/insights/global-research/artificial-intelligence/generative-ai#>
42. Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? (2017) PwC. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
43. Hatzius, J., Briggs, J., Kodnani, D., et al (2023, March 26). The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth. Goldman Sachs. <https://www.gspublishing.com/content/research/en/reports/2023/03/27/d64e052b-0f6e-45d7-967b-d7be35fabd16.html>
44. Lee, Y. S., et al (2022, December). When does AI pay off? AI-adoption intensity, complementary investments, and R&D strategy. Technovation, 118. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102590>
45. Rowan, J., Ammanath, B., Perricos, C., et al (2025, January). Now decides next: Generating a new future. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/consulting/us-state-of-gen-ai-q4.pdf>
46. Cockburn, I. M., Henderson, R., Stern, S. (2018, March). The Impact of Artificial Intelligence on Innovation. NBER Working Paper, No. 24449. DOI 10.3386/w24449
47. Habibi, M. (2025, January 22). Open Sourcing GPTs: Economics of Open Sourcing Advanced AI Models. ArXiv. <https://arxiv.org/abs/2501.11581>
48. Burson, J., & Gerosa, M. (2025, March). The State of Open Standards: Standardization and Patents in Organizations. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/state-of-open-standards-2024>
49. Yue, D., & Nagle, F. (2024). Igniting Innovation: Evidence from PyTorch on Technology Control in Open Collaboration. Harvard Business School Working Paper No. 25-013. https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/25-013_e2daa894-2ccc-4ea5-b338-85e5bf073fdc.pdf
50. Hampole, M., et al (2025, February). Artificial Intelligence and the Labor Market. NBER Working Paper, No. 33509. DOI: 10.3386/w33509
51. Lawson, A. (2024, April). 2024 State of Tech Talent Report: Survey-Based Insights into the Current State of Technical Talent Acquisition, Retention, and Management Globally. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/open-source-jobs-report-2024>
52. The Linux Foundation (2025). The 2025 State of Tech Talent. data.world. <http://data.world/thelinuxfoundation>

53. Eloundou, T., et al. (2023, August 22). GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models. ArXiv. <https://arxiv.org/pdf/2303.10130>
54. Gmyrek, P., et al (2023). Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality. ILO Working Paper 96. Geneva: International Labour Office. <https://www.ilo.org/publications/generative-ai-and-jobs-global-analysis-potential-effects-job-quantity-and>
55. PwC's 2024 AI Jobs Barometer: How will AI affect jobs, skills, wages, and productivity? (2024). PwC. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/artificial-intelligence/ai-jobs-barometer.html>
56. Goel, S. (2023, December 11). Competence over Credentials: The Rise of Skills-Based Hiring. Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/publications/2023/rise-of-skills-based-hiring>
57. Stephany, F., & Teutloff, O. (2024, January). What is the price of a skill? The value of complementarity. Research Policy, 53(1). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104898>
58. OECD, BCG, INSEAD (2025). The Adoption of Artificial Intelligence in Firms: New Evidence for Policymaking. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/f9ef33c3-en>
59. Gittos, Penelope (2024, October 31). Official Scikit-learn Certification Launch. Probabl. <https://papers.probl.ai/official-scikit-learn-certification-launch>
60. Hoffmann, M., Boysel, S., et al (2024). Generative AI and the Nature of Work. Harvard Business School Working Paper, No. 25-021. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5007084
61. Wachter, R. M., Brynjolfsson, E. (2024, January 2). Will Artificial Intelligence Deliver on Its Promise in Healthcare? JAMA, 331(1), 65-69. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.25054>
62. Noyes, J. (2024, March 14). Perceptions of AI in healthcare: What professionals and the public think. Tebra. <https://www.tebra.com/theintake/medical-deep-dives/tips-and-trends/research-perceptions-of-ai-in-healthcare>
63. Hermansen, A. (2024, October). An Open Architecture for Health Data Interoperability: How Open Source Can Help the Healthcare Sector Overcome the 'Information Dark Ages.' The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/health-data-interoperability>
64. From code to cure, how Generative AI can reshape the health frontier: Unlocking new levels of efficiency, effectiveness, and innovation (2023). Deloitte. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/life-sciences-and-health-care/articles/generative-ai-in-healthcare.html>
65. Lawson, A. (2024, December). 2024 Global Spotlight Insights Report: The Role of Open Source in Uniting Innovation, Collaboration, and Resilience Across Regions and Industries. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/world-of-open-source-global-2024>

66. Mondillo, G., Colosimo, S., Perrotta, A., et al (2025, January 28). Comparative Evaluation of Advanced AI Reasoning Models in Pediatric Clinical Decision Support: ChatGPT OI vs. DeepSeek-R1. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2025.01.27.25321169>
67. Buckley, T. A., Crowe, B., Abdulnour, R-E. E. et al (2025, March 14). Comparison of Frontier Open-Source and Proprietary Large Language Models for Complex Diagnoses. JAMA Health Forum, 6(3). doi:10.1001/jamahealthforum.2025.0040
68. Temsah, A., Alhasan, K., Altamimi, I., et al (2025, February 18). DeepSeek in Healthcare: Revealing Opportunities and Steering Challenges of a New Open-Source Artificial Intelligence Frontier. Cureus, 17(2). DOI 10.7759/cureus.79221
69. Herweijer, C. et al (2020). How AI can enable a sustainable future. PwC. <https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf>
70. DeClerq, D. et al (2024, October 24). Large language models can help boost food production, but be mindful of their risks. Frontiers in Artificial Intelligence, 7. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1326153>
71. Rowe, J. (2025, January 6). Delivering regenerative agriculture through digitalization and AI. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2025/01/delivering-regenerative-agriculture-through-digitalization-and-ai/>
72. Semios: Helping growers produce more sustainable, profitable crops (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/customers/semios>
73. Farmer.Chat. (n.d.) Digital Green. <https://farmerchat.digitalgreen.org/>
74. Generative AI in Construction Market (2021). Adroit Market Research. <https://openasset.com/blog/how-to-use-ai-in-construction/>
75. State of Digital Adoption in the Construction Industry 2025 (2025, February). Deloitte and Autodesk. <https://getconstructioncloud.autodesk.com/deloitte-state-of-digital-adoption-in-construction-report-2025>
76. Barbosa, F., et al. (2023, September 19). AI: The next frontier of performance in industrial processing plants. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/ai-the-next-frontier-of-performance-in-industrial-processing-plants>
77. AI In Construction Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2025-2030) (n.d.). Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/artificial-intelligence-in-construction-market>
78. The Briq Technology Suite (n.d.). Briq. <https://briq.com/blog/the-briq-technology-suite>
79. B. Hamdy, personal communication, April 28, 2025.

80. AI Enablement on the Way to Smart Manufacturing: Deloitte Survey on AI Adoption in Manufacturing (2020). Deloitte.
<https://www.deloitte.com/cn/en/Industries.html>
81. Heimberger, H. et al (2024, August 23). Exploring the factors driving AI adoption in production: a systematic literature review and future research agenda. Information Technology and Management. <https://doi.org/10.1007/s10799-024-00436-z>
82. New IBM Study Data Reveals 74% of Energy & Utility Companies Surveyed Embracing AI (2024, February 26). IBM.
<https://newsroom.ibm.com/2024-02-26-New-IBM-Study-Data-Reveals-74-of-Energy-Utility-Companies-Surveyed-Embracing-AI>
83. AI to drive 165% increase in data center power demand by 2030 (2025, February 4). Goldman Sachs.
<https://www.goldmansachs.com/insights/articles/ai-to-drive-165-increase-in-data-center-power-demand-by-2030>
84. Kemene, E. et al (2024, July 22). AI and energy: Will AI help reduce emissions or increase power demand? Here's what to know. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2024/07/generative-ai-energy-emissions/>
85. AI is set to drive surging electricity demand from data centres while offering the potential to transform how the energy sector works (2025, April 10). IEA. <https://www.iea.org/news/ai-is-set-to-drive-surging-electricity-demand-from-data-centres-while-offering-the-potential-to-transform-how-the-energy-sector-works>
86. Kann, S. (2025, March 6). A skeptic's take on AI electricity load growth. Latitude Media.
<https://www.latitudemedia.com/news/catalyst-a-skeptics-take-on-ai-electricity-load-growth/>
87. Clavenna, S. (2025, January 29). Does DeepSeek call the data center boom into question? Latitude Media.
<https://www.latitudemedia.com/news/does-deepseek-call-the-data-center-boom-into-question/>
88. Daniel, C., et al (2024, April). Advanced Research Directions on AI for Energy. Argonne National Laboratory.
<https://www.anl.gov/sites/www/files/2024-04/AI-for-Energy-Report-APRIL%202024.pdf>
89. LF Energy (2025, January). Unlocking AI's Potential for the Energy Transition through Open Source. The Linux Foundation.
<https://lfeenergy.org/unlocking-ais-potential-for-the-energy-transition-through-open-source/>
90. Rozite, V., et al (2023, November 2). Why AI and energy are the new power couple. IEA.
<https://www.iea.org/commentaries/why-ai-and-energy-are-the-new-power-couple>
91. A. Thornton, personal communication, April 25, 2025.
92. Groopman, J., & Lindstrom, J. (2023, June). The Open Source Opportunity for Microgrids: Five Ways to Drive Innovation and Overcome Market Barriers for Energy Resilience. The Linux Foundation. <https://www.linuxfoundation.org/research/open-source-opportunity-for-microgrids>

謝辞

このプロジェクトに助言を与え、データやフィードバックを提供して下さった、各分野の専門家であるFrank Nagle氏、Alex Thornton氏、Rick Justis氏、Matt White氏、Hilary Carter氏、Adrienn Lawson氏に感謝いたします。また、PDF の作成を担当した Linux Foundation Creative Services チームにも感謝いたします。

著者について

Anna Hermansenは、Linux Foundation Research のリサーチャー兼エコシステムマネージャーとして、Linux Foundation の研究プロジェクトのエンドツーエンドの管理をサポートしています。彼女は、ヘルスケアにおけるデータ共有をよりよくサポートするための、健康データインフラストラクチャと新しいテクノロジーの統合に関する定性的かつ体系的なレビュー研究を行っており、この研究成果を会議やワーキンググループで発表しています。彼女の関心は、健康情報学、精密医療、データ共有の分野にまたがっています。クライアントサービス、プログラムの実施、プロジェクト管理、学術、企業、ウェブユーザー向けの執筆経験を持つジェネラリストです。Linux Foundationに加わる前は、Blockchain Research Institute と BC Cancer's Research Institute の2つの研究プログラムに従事していました。ブリティッシュコロンビア大学で公衆衛生の理学修士号と国際関係の文学士号を取得しています。

Cailean Osborne, PhDは、Linux Foundation のシニアリサーチャーとして、AI のオープン化を促進するツールの共同開発と普及活動を行っています。オックスフォード大学で社会データサイエンスの博士号を取得し、オープンソース AI エコシステムにおける企業間のコラボレーションのダイナミクスについて研究しました。以前はイギリス政府のAI 政策部門で勤務し、イギリスの国家AI戦略の共著者として参画し、グローバルAIパートナーシップにおけるイギリス政府代表として活動しました。現在はドイツのベルリンを拠点としています。

2021 年に創設された [Linux Foundation Research](#) は、オープンソース コラボレーションの規模の成長を調査し、新興技術のトレンド、ベストプラクティス、オープンソース プロジェクトの世界的な影響に関する洞察を提供しています。プロジェクト データベースとネットワークを活用し、量的および定性的な方法論におけるベストプラクティスに取り組むことで、Linux Foundation Research は世界中の組織に役立つオープンソースの洞察を提供する頼りになるライブラリを作成しています。

依頼元

 ∞ Meta

Copyright © 2025 **The Linux Foundation**

このレポートは、[Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International Public License](#) の下でライセンスされています。

この著作物を参照する場合は、次のように引用してください。 Anna Hermansen and Cailean Osborne, “The Economic and Workforce Impacts of Open Source AI: Insights from Industry, Academia, and Open Source Research Publications,” The Linux Foundation, May 2025.

本報告書におけるすべてのドル表示額は、特に記載のない限り米ドル (USD) です。

この日本語文書は、上記レポートの参考訳として The Linux Foundation Japan が提供するものです。
翻訳協力：吉田行男



[facebook.com/
TheLinuxFoundation](https://facebook.com/TheLinuxFoundation)



x.com/linuxfoundation



[linkedin.com/company/the-
linux-foundation](https://linkedin.com/company/the-linux-foundation)