

みずほ産業調査 Vol. 78 「日本産業が直面する制約を乗り越えるために
～人手不足とエネルギー制約を成長につなげる打ち手～」

AI技術

～供給制約に打ち勝つAIのポテンシャル

みずほ銀行

産業調査部

2025年5月30日

ともに挑む。ともに実る。



サマリー

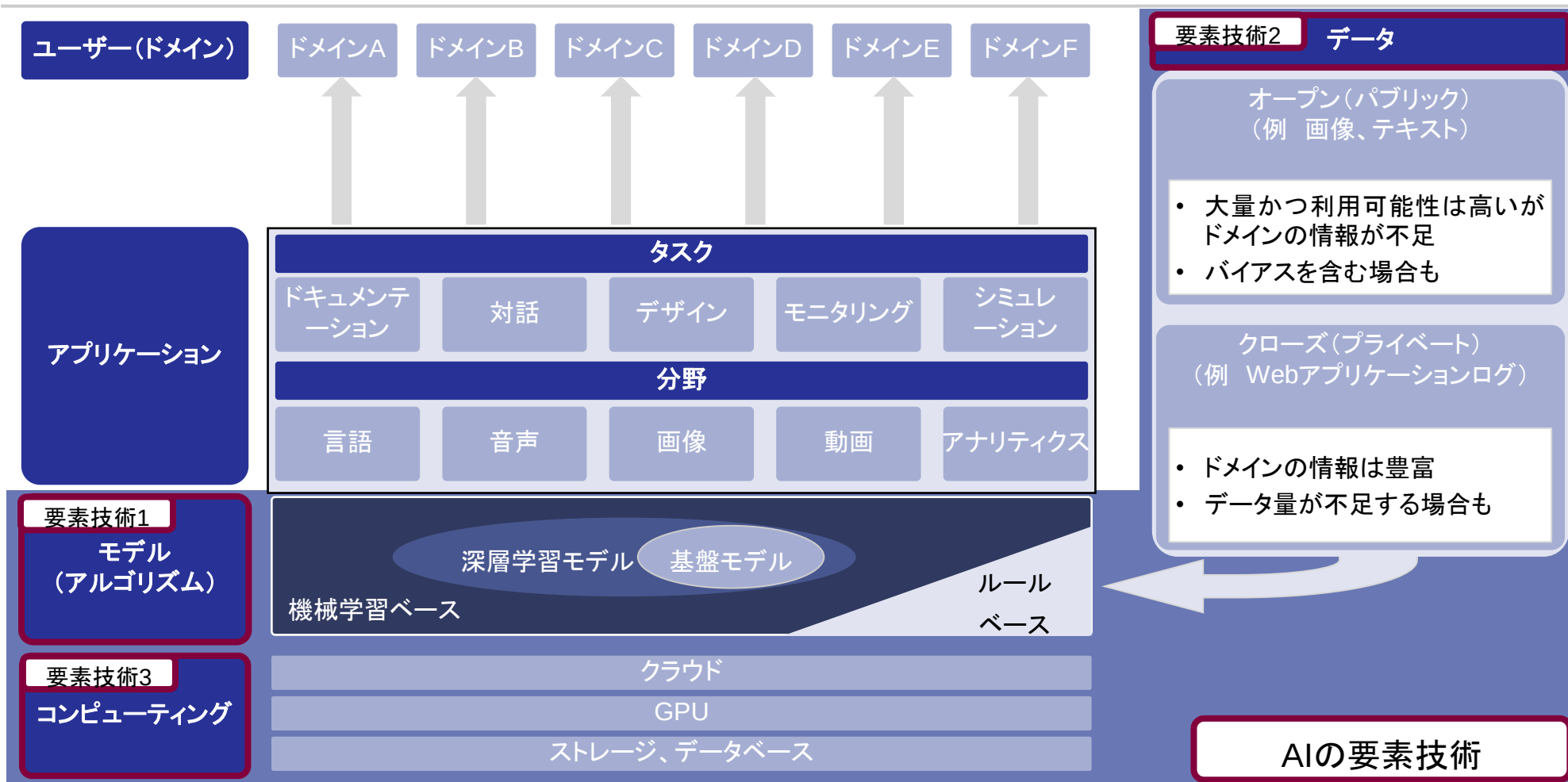
- AIは、「モデル(アルゴリズム)」「データ」「コンピューティング」の3つの要素技術によって構成され、各要素技術の規模が大きいほど性能が向上するスケーリング則がAI開発のメインストリームとなっている。背景には、2017年にGoogleの研究者によって提案されたTransformerという技術革新があり、スケーリングによってAIモデルの汎用性と精度が向上するという貢献があった一方で、ブラックボックス化や学習データ、計算資源の確保といった課題に直面
- ブラックボックス化については、説明可能性が高いとされる古典的AI(ルールベース)と基盤モデルとを組み合わせる、AI技術の複合化による解消が期待され、より高度な意思決定を求められるユースケースにおけるAI実装に貢献する可能性
- 計算資源の確保についても、従来のスケーリング則を前提とした精度追求から、資源効率的な開発手法(例:Mixture of Experts(MoE))も模索される状況に転じており、経済合理性の高いAI基盤モデルが開発される可能性も
- 技術的な課題の解決に伴い、AI技術は人手不足解消に貢献することが期待される。人手不足に対するAI活用に向けては、産業ごとにAI実装ドメインを特定し、適切なAIアプリケーションを開発・展開することが打ち手に
- 市場性の観点からは、AIアプリケーションによる労働代替市場規模は2050年までに約34兆円と予測されるが、技術的に代替可能であっても投資余力等の観点から漸進的に導入が進展するシナリオ下では約16兆円にとどまる。労働補完市場規模は2040年にピークアウトし、2050年までに約5,620億円と予測されるが、労働代替が漸進的なシナリオ下では約9,490億円まで伸長すると予想
- 適切なAIアプリケーションの開発・展開には、クローズデータのスケール化がカギ。一方、日本の産業構造やDX対応の遅れにより、学習データとなるクローズデータが不足している可能性があり、AI実装の障壁に。またクローズデータのスケール化に向けては、企業間の垣根を超えたデータ統合により、産業ドメイン知識を中央集中させることが望ましいが、規制やコンプライアンス、企業間の競争軸等の観点から、実際のデータ統合は困難であることも想定
- こうした障壁に対する打ち手として、技術的には連合学習が有効である可能性。連合学習は企業間でデータが分散した状態でAIを開発する技術であり、中央でのデータ統合が困難な場合においても、データ統合を回避する形で、クローズデータのスケール化によるAI開発が可能に

AI技術の構造 | 3つの要素技術を基盤として、多様なアプリケーションおよびユースケースが想定

- 機械学習の要素技術は、「モデル(アルゴリズム)」「データ」「コンピューティング」であり、それぞれの要素技術が大規模であるほど性能が高くなる

— アプリケーションは多様であるが、性能を左右するポイントは上記の3つの要素技術

AIアーキテクチャーとポイントとなる要素技術



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

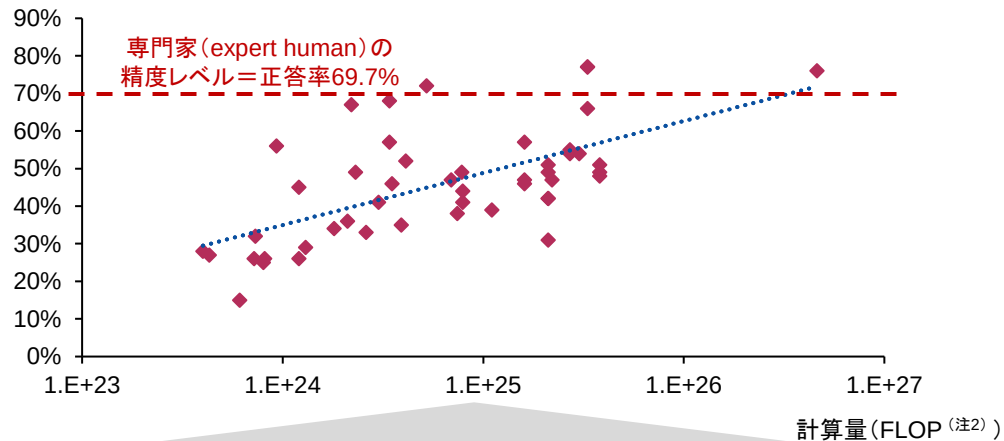
機械学習の技術イノベーションにより精度が向上し、ビジネスユースにも普及

- 機械学習の基盤技術である「モデル」、「データ」、「計算資源」のレイヤーにおける技術革新により、画像認識・自然言語処理といったタスクについては、高精度な回答が可能に
- 一部のホワイトカラー業務については既に生成AIの利用が進んでおり、日本を除く先進国では90%超が活用中
 - ― 日本は他先進国に比べて活用が遅れており、今後の活用が期待されつつも課題があるか

AIの性能進化と基盤技術のイノベーション

AIの性能と計算量に関する傾向

精度 (GPQA Diamond ^(注1) の正答率)



要素技術の大規模化をもたらしたイノベーション

モデル	データ	計算資源
Transformer／ Google(2017)による GPU並列処理	自己教師あり学習に よる学習データ開発	GPUの性能向上によ り、計算速度が向上

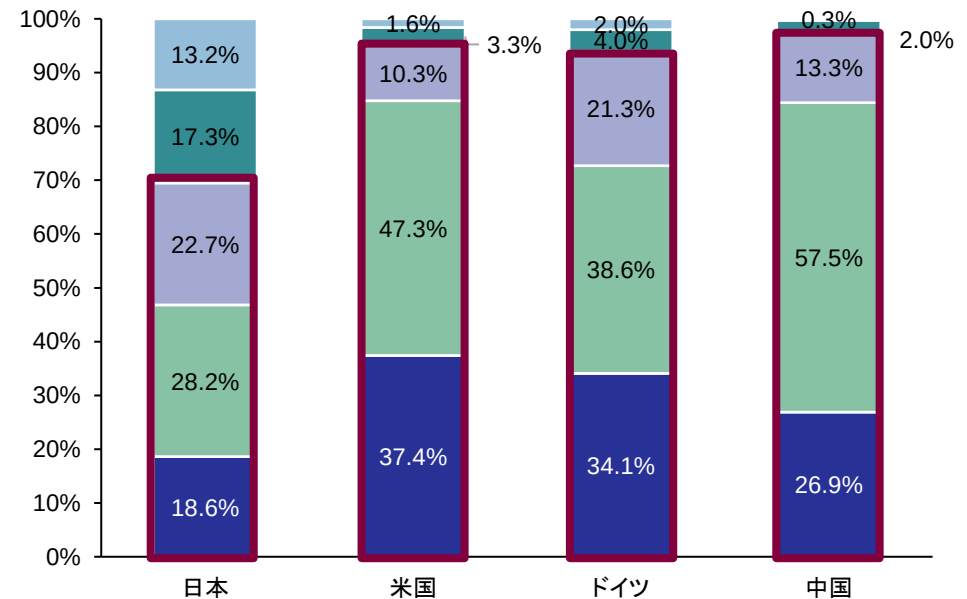
(注1) AIの性能を評価するベンチマーク

(注2) 「floating point operations」の略で、AI開発(トレーニング)に要する計算量を示す

(出所) Epoch AI (Epoch AI, 'AI Benchmarking Hub'. Published online at epoch.ai.

Retrieved from 'https://epoch.ai/data/ai-benchmarking-dashboard' [online resource]. Accessed 9 May 2025.) による調査をもとに、みずほ銀行産業調査部作成

業務における生成AIの活用状況(メールや議事録、資料作成等の補助)



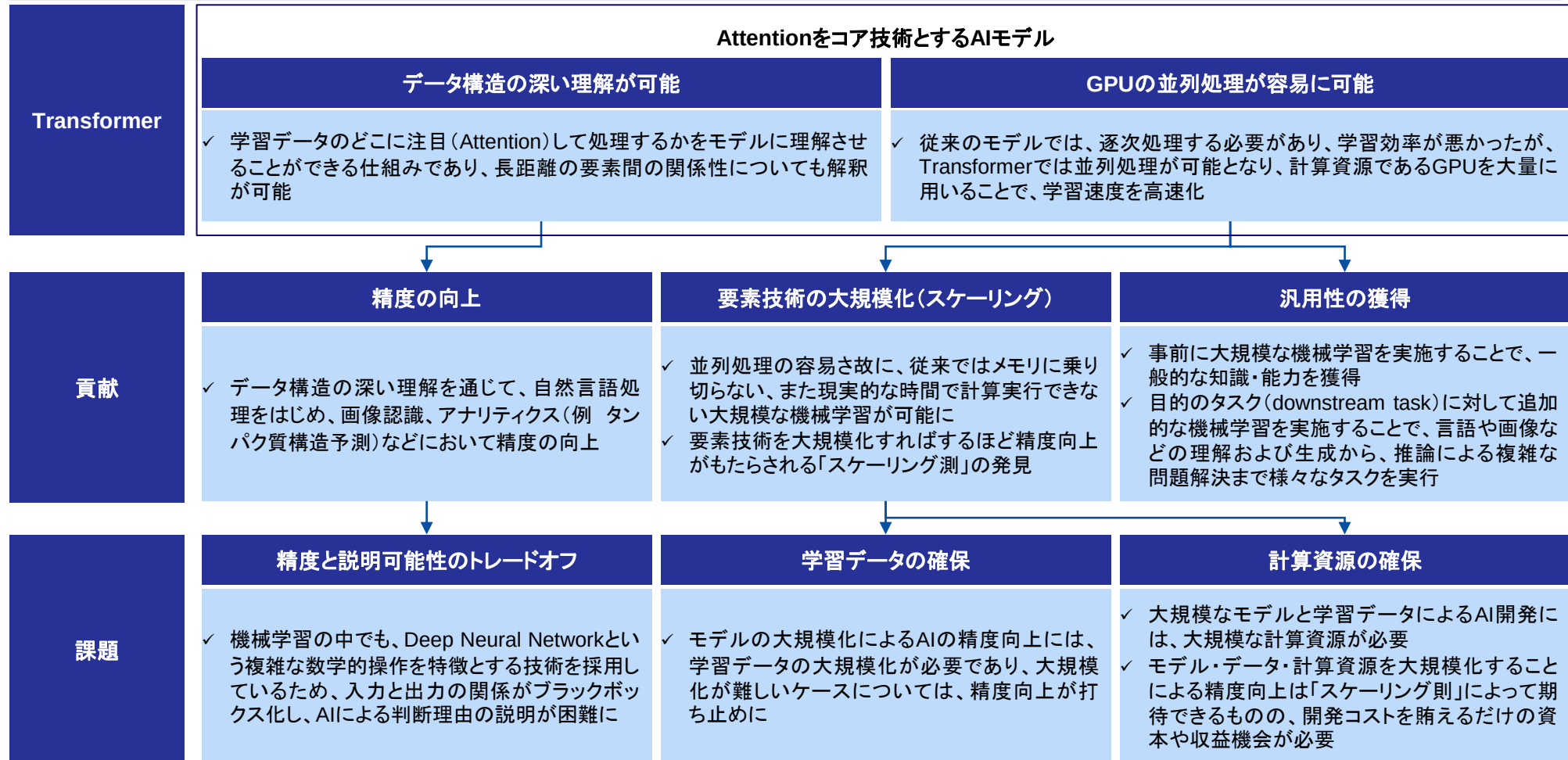
- 検討もしていない
- 使用していない
- トライアル中
- 業務で使用(効果は限定的または不明)
- 業務で使用(効果は出ている)

(出所) 総務省(2024)「国内外における最新の情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の動向に関する調査研究」より、みずほ銀行産業調査部作成

TransformerはAIの進化に貢献したが、実装には課題も

- Transformerの登場以降、大規模モデルの開発が進展し、「汎用性」「精度」が大幅に向上
- 一方で、判断理由の説明を困難にするというブラックボックスや、学習データや計算資源の確保が課題に

Transformerの技術的特徴、貢献、課題

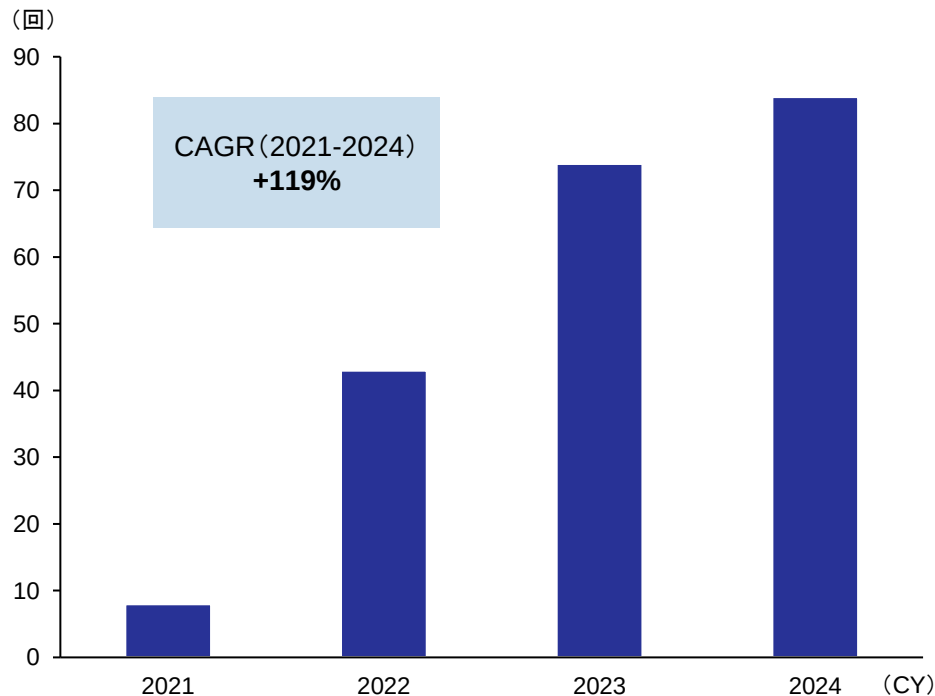


(出所) みずほ銀行産業調査部作成

説明可能性の研究の進展により、ブラックボックスの解消が期待

- AIの説明可能性を向上させるためのコンセプト、技術、テクニックに関する研究が着目
 - 例えば、精度に優れる機械学習・深層学習ベースのAIと説明可能性に優れるルールベースモデルを融合し、ブラックボックスを解消するNeuro-Symbolic AIなど
- ブラックボックスが解消に向かうことで、より高度な意思決定が求められるユースケースにおいてAIが利用し易くなり、AIの産業実装ドメインは拡張するものと推察

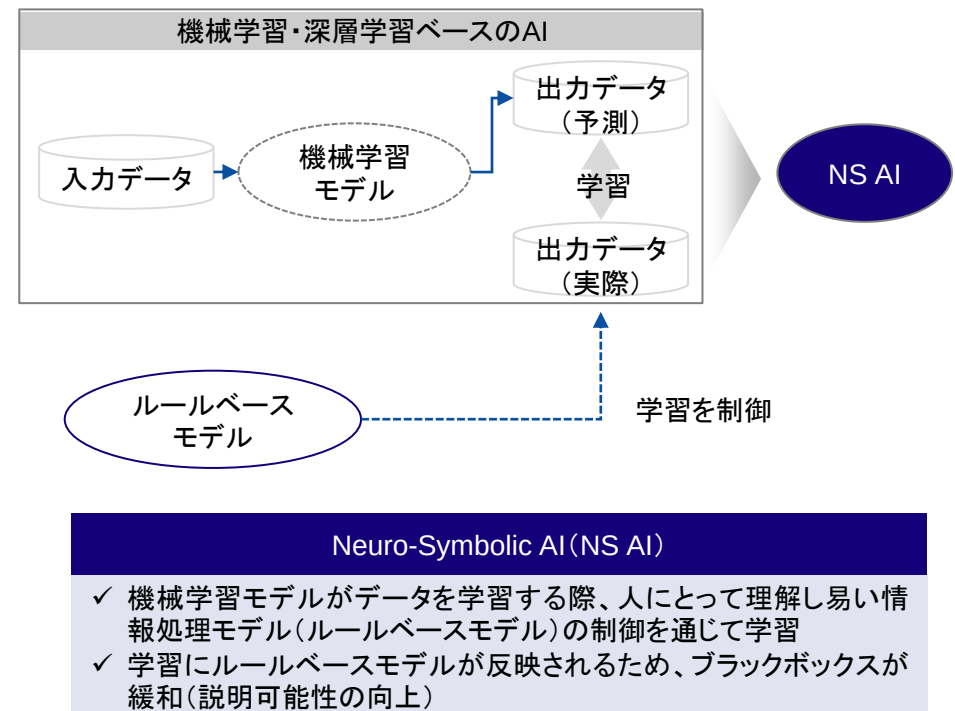
説明可能性の研究(例 Neuro-Symbolic AI)に関する公表物の引用数^(注)



(注)説明可能性の技術に関する公表物は、Sarker, Md Kamruzzaman, et al. "Neuro-symbolic artificial intelligence: Current trends." Ai Communications 34.3 (2022): 197-209.。引用数はGoogle Scholarにて検索(サイトアクセスは2025年4月)

(出所) Google Scholarより、みずほ銀行産業調査部作成

Neuro-Symbolic AIによるブラックボックスの解消

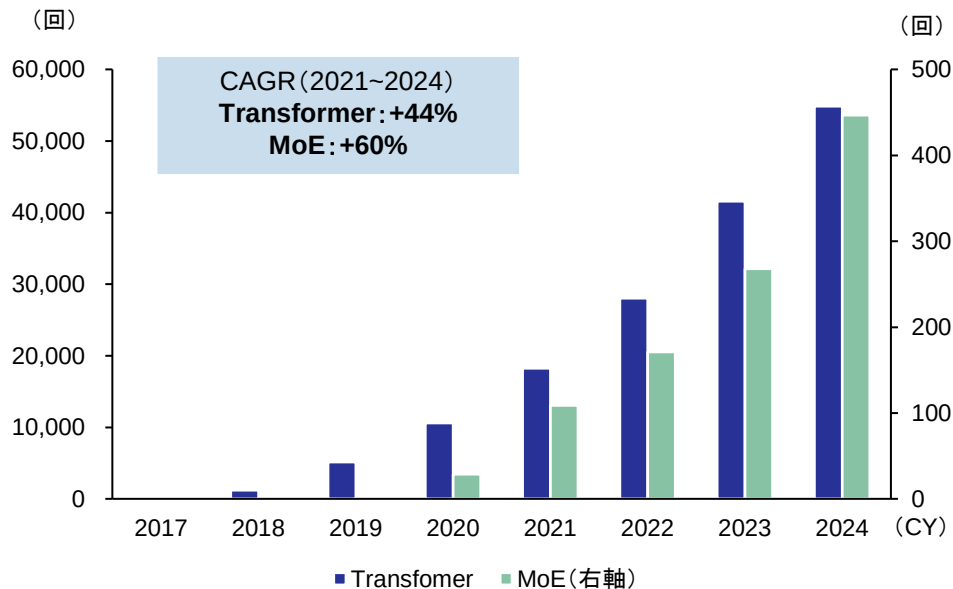


(出所) みずほ銀行産業調査部作成

資源効率的な開発手法の模索により、AI開発の経済合理性は高まることが期待

- AI開発のメインストリームは、Transformer技術によるモデル・データ・計算資源の大規模化を通じた精度追求
 - ただし、資源効率的な開発手法も模索(例 Mixture of Experts (MoE))
- モデルの大規模化を、比較的少ない計算資源で達成
 - 計算資源が限られている、あるいは見合ったビジネス効果を期待することが難しいケースにおいて、開発の経済合理性が高まることが期待

Transformer(左軸)、MoE(右軸)に関する公表物の引用数(注1、2、3)



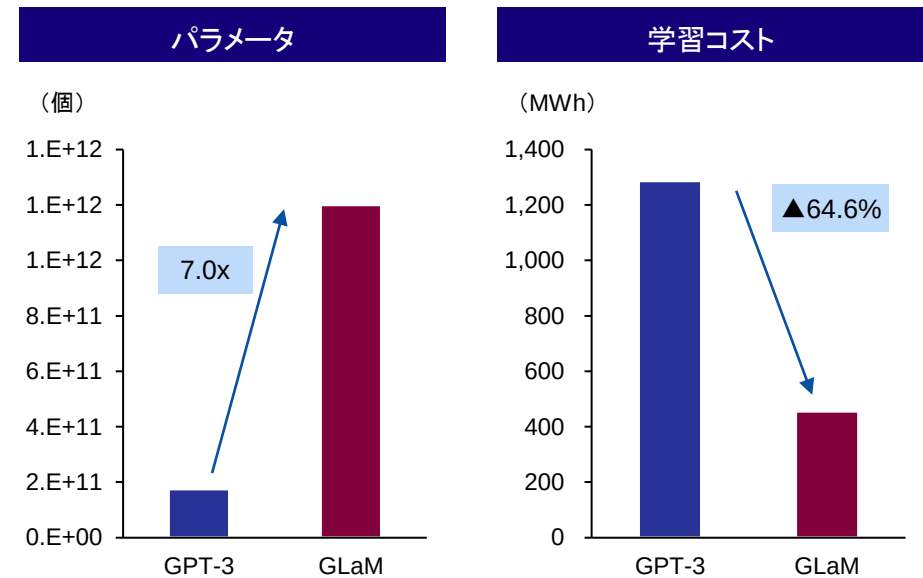
(注1) Transformerに関する公表物は、Vaswani, Ashish, et al. *Attention is all you need.*. 引用数はGoogle Scholarにて検索(サイトアクセスは2025年3月)

(注2) MoEに関する公表物は、Lepikhin, D., Lee, H., Xu, Y., Chen, D., Firat, O., Huang, Y., ... & Chen, Z. (2020). *Gshard: Scaling giant models with conditional computation and automatic sharding.*. 引用数はGoogle Scholarにて検索(サイトアクセスは2025年3月)

(注3) MoEについては、Mizuho Short Industry Focus Vol.246を参照

(出所) Google Scholarより、みずほ銀行産業調査部作成

GLaM (Google)とGPT-3 (OpenAI)の比較



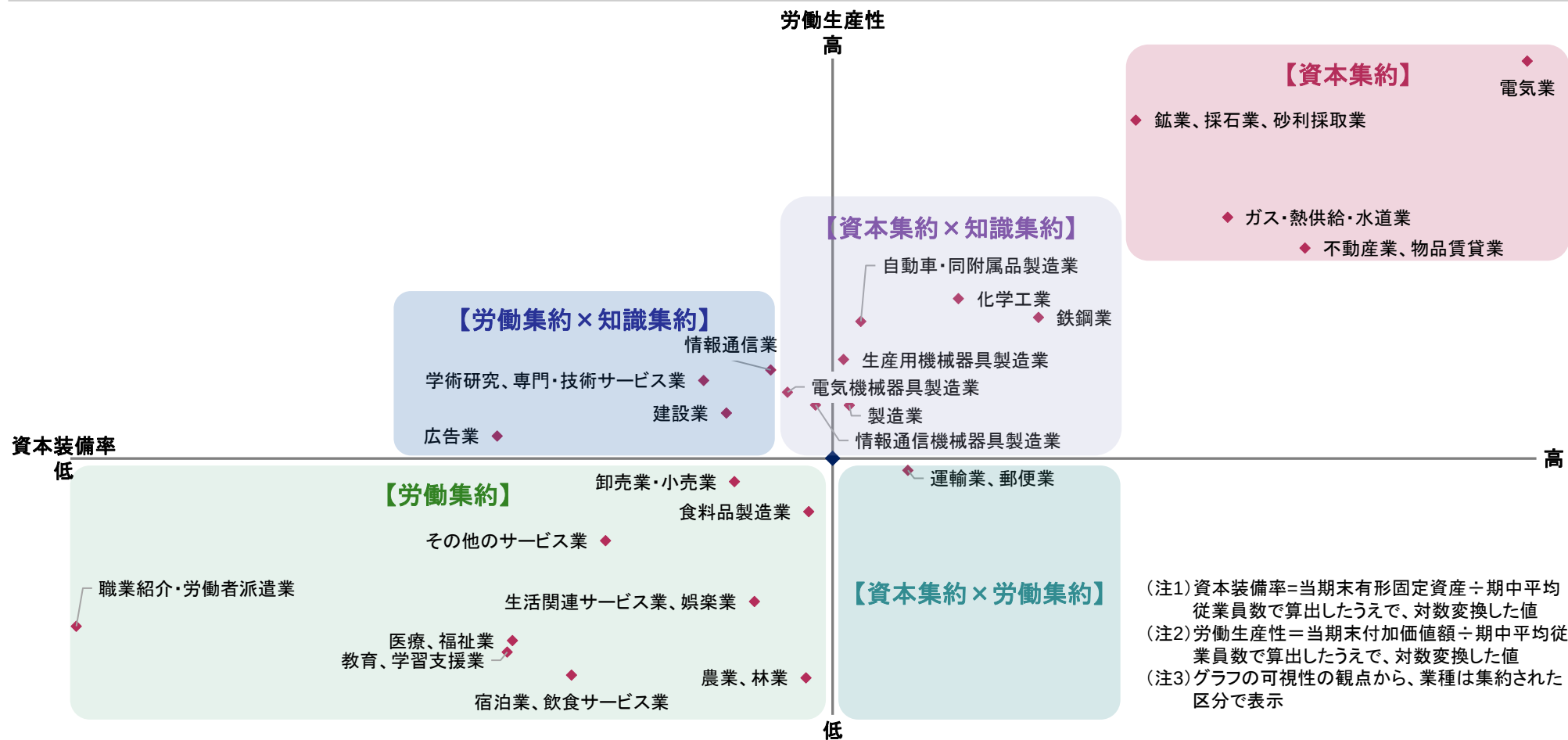
- Googleは、2021年にMoEを利用したAIモデル「GLaM」をリリース
- GLaMは、当時の最先端AIモデル「GPT-3」(OpenAI)の約7倍のパラメータを持ちつつ、GPT-3より低コストで開発

(出所) Du, Nan, et al. "Glam: Efficient scaling of language models with mixture-of-experts." International conference on machine learning. PMLR, 2022.より、みずほ銀行産業調査部作成

AI実装ドメインはモチベーションにより異なり、産業類型に応じた分類が可能

- AI実装により人手不足の解消を目指すためには、産業ごとにAI実装ドメインを特定し、クローズデータを用いたAIアプリケーション開発に着手する必要
 - AI実装ドメインについては、産業特性を踏まえた類型ごとに異なるものと推察

産業別の資本装備率・労働生産性の分布に基づく産業類型

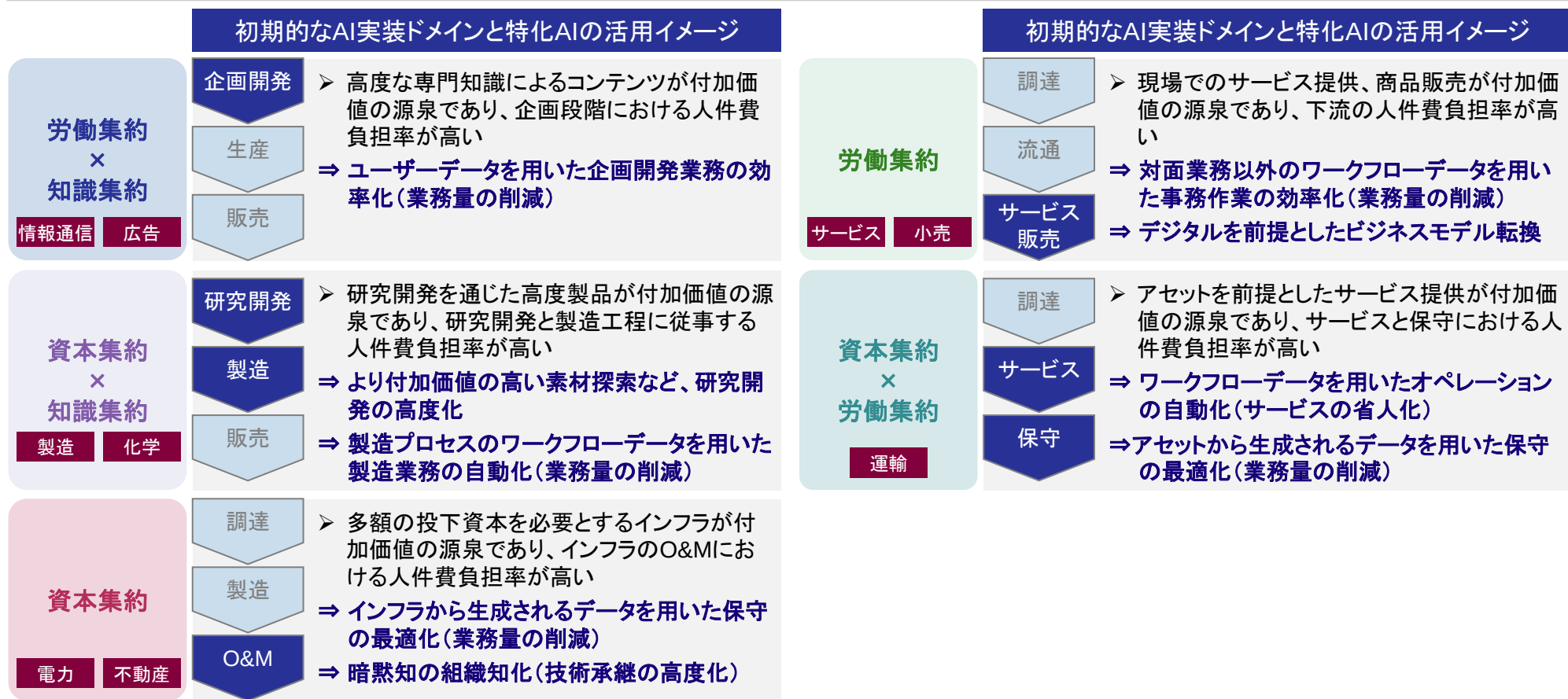


(出所) 財務省「法人企業統計調査(2023年度)」より、みずほ銀行産業調査部作成

AI実装ドメインを見極め、課題解決に向けたAIアプリケーションを開発・展開

- 産業類型ごとに人件費負担率の高い領域は異なるため、人手不足影響に備えるためには、AI実装ドメインも異なると推察
- まずは、人手を要する領域を特定し、当該領域におけるAIアプリケーションを開発・展開することが、人手不足への打ち手に
— ドメインに特化したAIアプリケーションの開発に向けては、解決したい課題を前提としたクローズデータの囲い込みが必要

産業類型ごとのAI実装ドメインと特化AIの活用イメージ



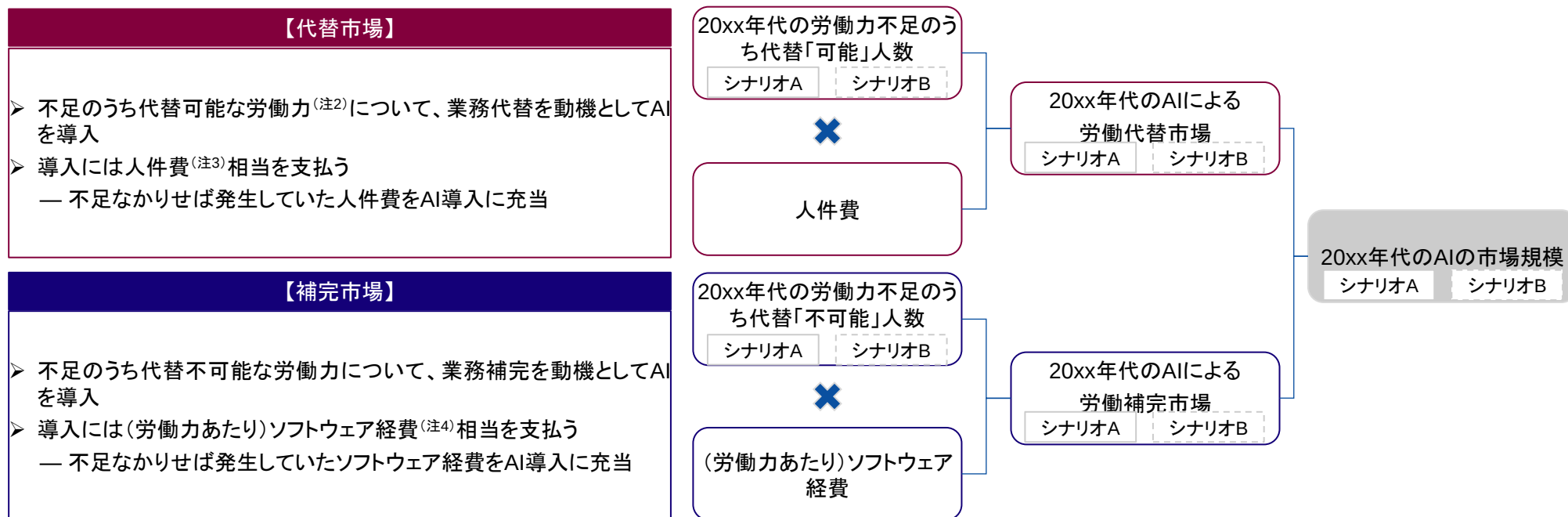
(出所)みずほ銀行産業調査部作成

市場規模の考え方: 企業のAIアプリケーションに対する支払意思額は導入の動機(代替・補完)に依る

- 労働力不足のうち技術的に代替可能／不可能な労働力について、業務代替／補完を動機としてAIアプリケーション(ロボットを利用するものも含む)を導入
 - 代替／補完の支払意思額は、人件費／ソフトウェア経費相当

AIの市場規模の考え方

①市場定義	②シナリオ想定
✓ 市場は業務代替を動機とした需要に基づく「代替市場」と業務補完を動機とした需要に基づく「補完市場」の2つから形成されると仮定	✓ 技術的な代替可能性に基づくシナリオ(「シナリオA」と、導入までにラグを考慮した代替可能性に基づくシナリオ ^(注1) (「シナリオB」)を想定



(注1) 導入までにラグを考慮した代替可能性に基づくシナリオについては総合編のロボット・AIの導入進捗率の前提を参照

(注2) 代替可能(不可能)な労働力については総合編を参照

(注3) 人件費は、法人企業統計調査(2023年度)より、全産業(除く金融保険業)の従業員給与(当期末)を期中平均従業員数(当期末)で除したもの

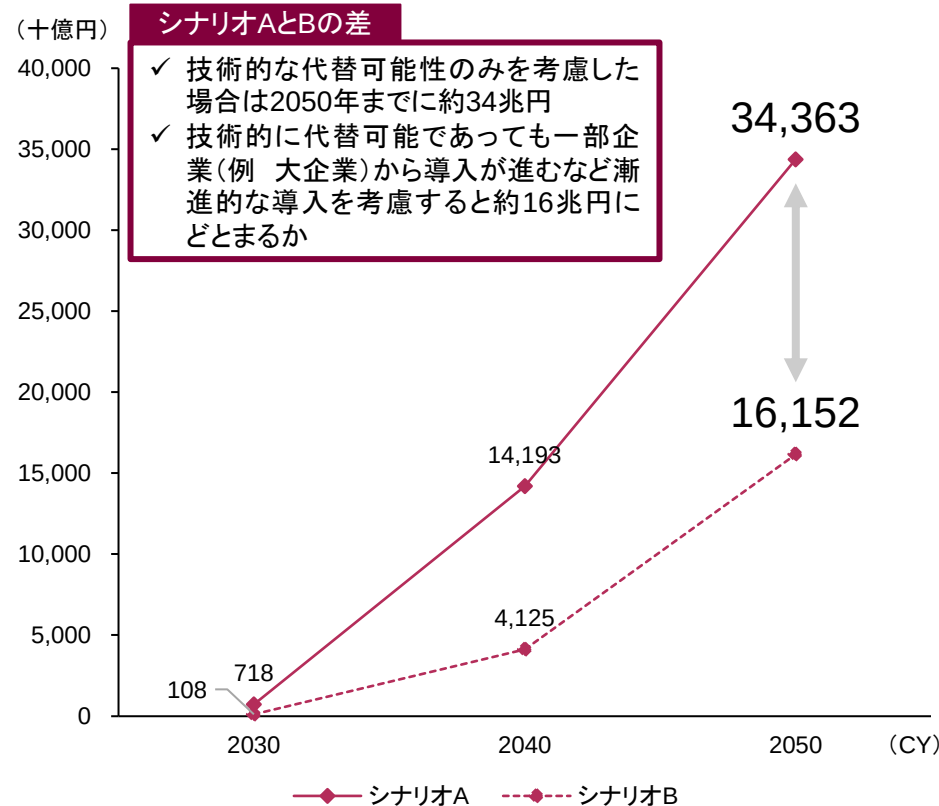
(注4) (労働力あたり)ソフトウェア費用は、法人企業統計調査(2023年度)より、全産業(除く金融保険業)のソフトウェア(当期末固定資産)を期中平均従業員数(当期末)で除し、さらに耐用年数を5年として除したもの

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

AIによる労働代替市場規模は2050年までに約34兆円

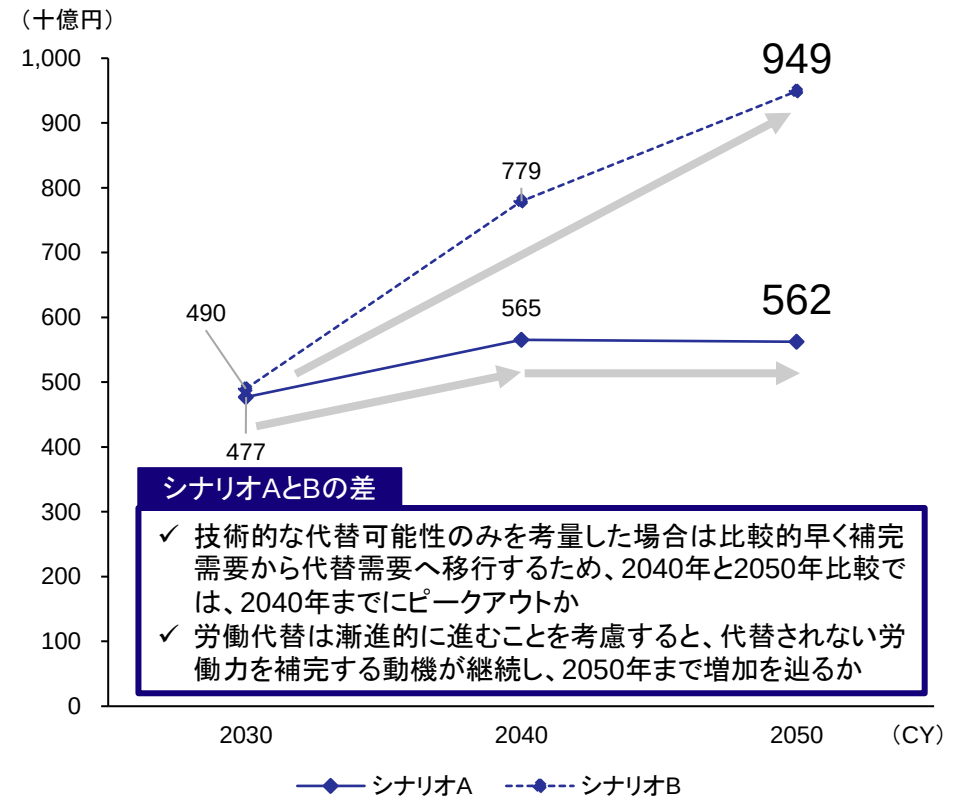
- AIアプリケーションの市場は、「労働代替」を導入動機とするものと、「労働補完」を導入動機とするものの2つから形成
 - 労働代替による市場規模は、技術的な代替可能性のみを考慮した場合（「シナリオA」）、2050年までに約34兆円と予測。一方、技術的に代替可能であっても導入までにラグがあることを考慮すると（「シナリオB」）、2050年までに約16兆円にとどまる
 - 労働補完による市場規模は、シナリオAでは比較的早く補完需要から代替需要へ移行するため2040年までにピークアウトし、2050年までに約5,620億円と予測。一方、シナリオBでは2050年まで増加を辿り、約9,490億円まで伸張

AIの市場規模：労働代替



（出所）みずほ銀行産業調査部作成

AIの市場規模：労働補完

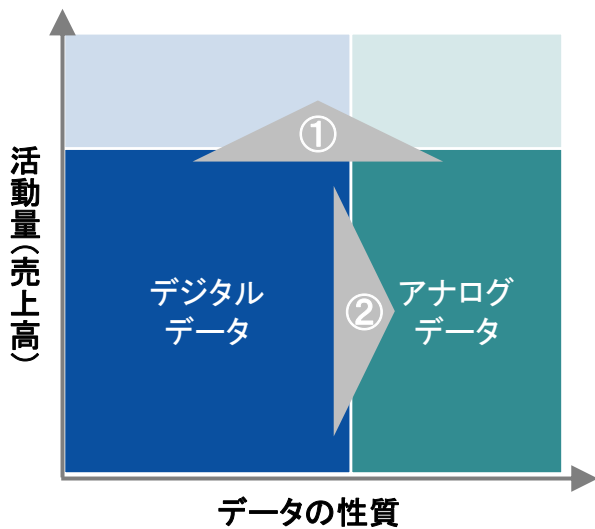


（出所）みずほ銀行産業調査部作成

産業構造やICT投資の遅れを背景としたデジタルデータの不足が、障壁となるおそれ

- 日本においては、産業構造やDX対応への遅れ等を背景として、クローズなデジタルデータが不足しているおそれがあり、ドメイン知識を学習したAIを構築する上で、障壁となる可能性
 - ① 国内上場企業の平均売上高が、米国の3分の1、中国・EUの約2分の1と、1社あたりの規模が相対的に小さく、個社単位で生み出すデータ総量が少ない可能性
 - ② 他の先進国対比、ICT投資の伸び率が低く、AIに学習させるためのデジタル化が進展していない可能性

AI実装に向けたクローズデータの考え方

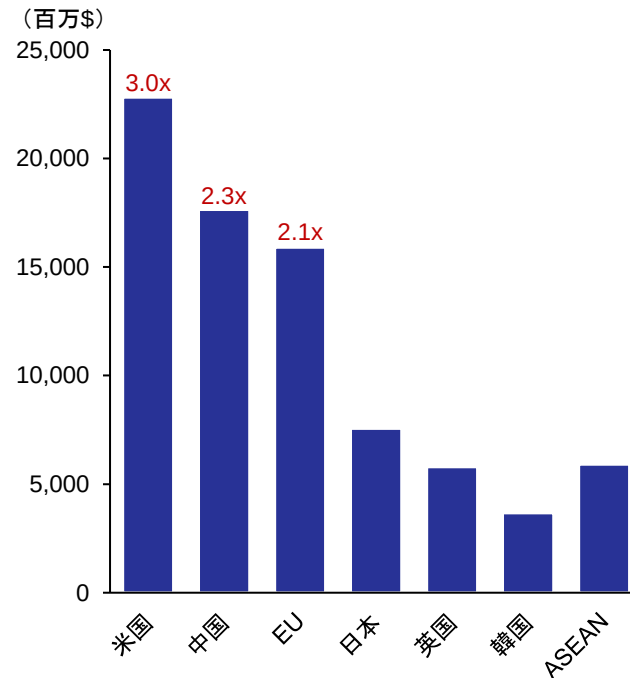


- クローズデータのスケール化に向けては、①1社あたりのデータ量^(注)、②デジタルデータの割合を増やす必要

(注) 1社あたりのデータ量は、企業活動量(売上高)に比例すると仮定

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

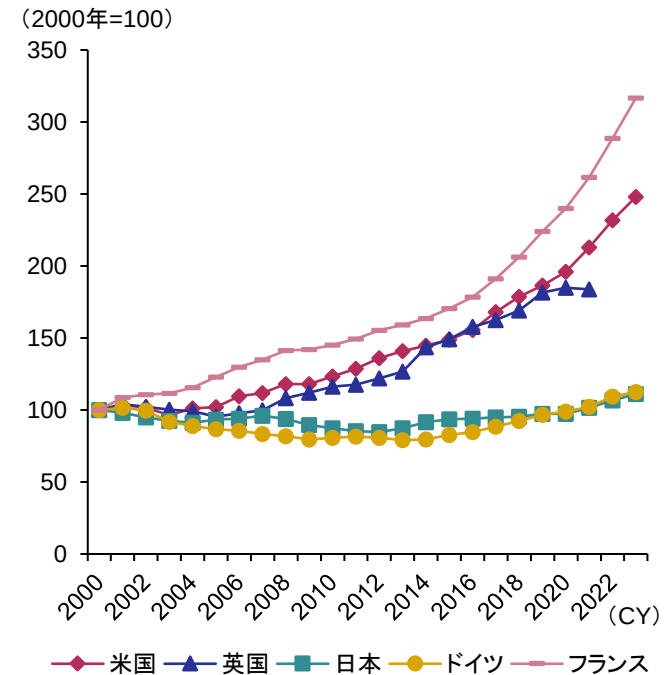
①1社あたり売上高の国別比較



(注) 各国・エリアにおける上場企業のうち、売上高上位1,000社の平均売上高

(出所) SPEEDAより、みずほ銀行産業調査部作成

②国別のICT投資額の推移

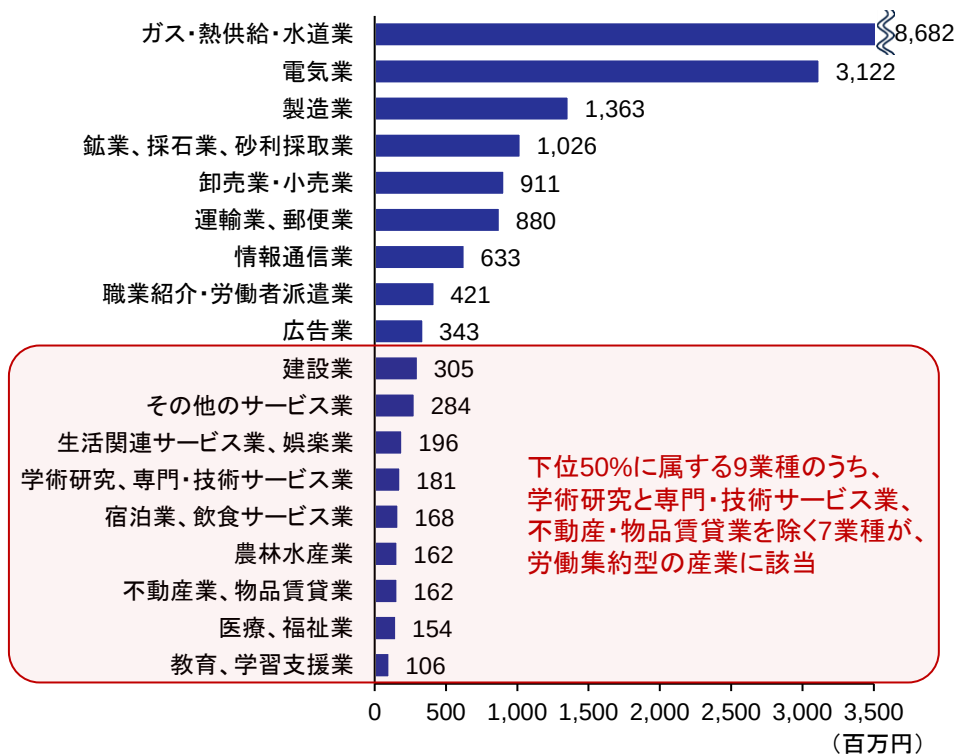


(注) ICT機器、ソフトウェア、データベースの投資額累計
(出所) OECD "Annual fixed assets by economic activity and by asset" より、みずほ銀行産業調査部作成

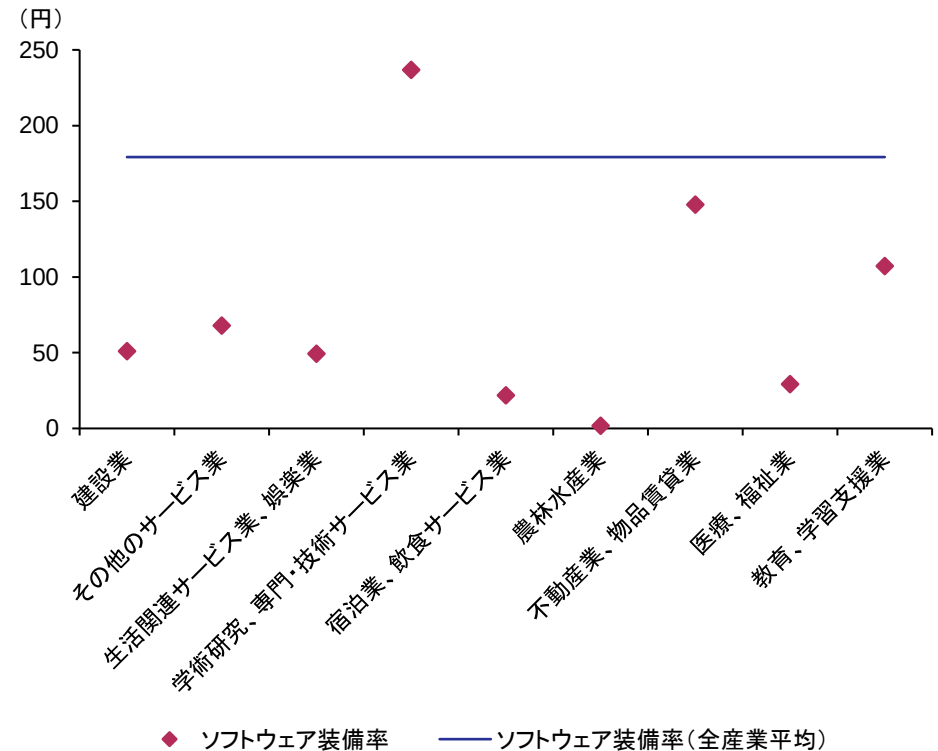
人手不足影響が大きい労働集約型産業において、特に課題が顕著となる可能性

- 企業規模の小ささとデジタル化の遅れに依拠するデジタルデータ不足の課題は、国内では特に労働集約型の産業で直面する可能性が高いと推察
 - 国内の労働集約型産業は、他業種比で1社あたり売上高の規模も小さく、ソフトウェア装備率も低いという特徴
- 2050年時点の労働集約型産業の人手不足数は、日本産業全体の人手不足数の約7割を占めると予想され、供給制約の解消に向けた打ち手を検討する必要

日本企業の業種別1社あたりの平均売上高(FY2023)



1社あたり売上高下位50%業種のソフトウェア装備率



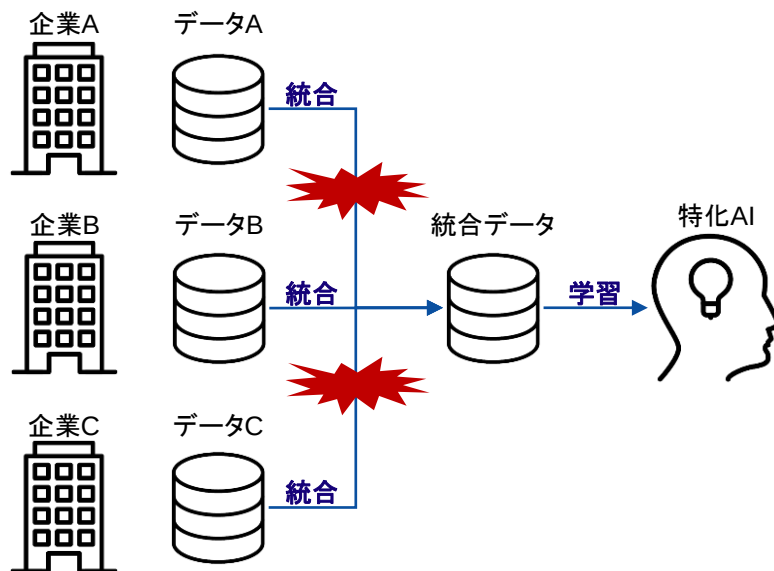
(出所)財務省「法人企業統計調査(2023年度)」より、みずほ銀行産業調査部作成

(注)ソフトウェア装備率＝ソフトウェア資本ストック÷労働投入量(従業員数×労働時間)で算出
(出所)財務省「法人企業統計調査(2023年度)」より、みずほ銀行産業調査部作成

データスケール化の課題を乗り越えるために、連合学習が打ち手となる

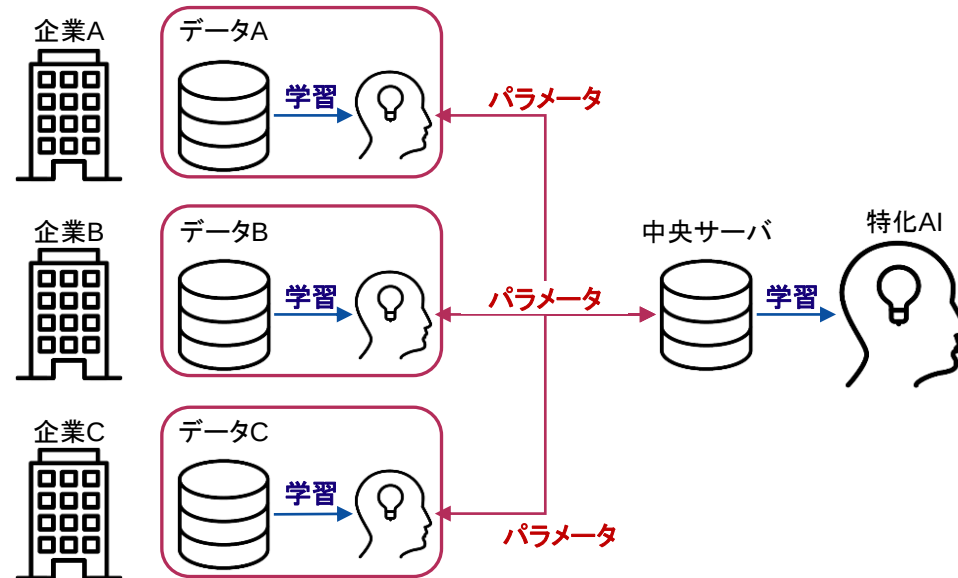
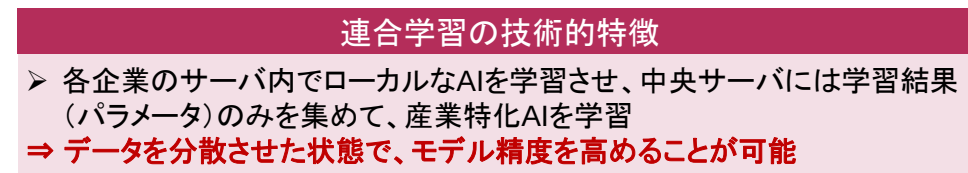
- クローズデータのスケール化に向けては、企業間の垣根を超えたデータ統合により、産業ドメイン知識を中央集中させることが望ましいが、規制やコンプライアンス、企業間の競争軸等の観点から、実際のデータ統合は困難
- AIが人手不足の解消に貢献するためには、クローズデータのスケール化の課題を乗り越える必要あり、連合学習が有効
 - 組織／企業間でデータが分散された状態でAIモデルの構築を可能とする技術であり、データ連携が困難な場合の打ち手になる可能性

クローズデータのスケール化に向けた打ち手と課題



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

連合学習技術を用いた産業特化AIモデルの構築



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

産業調査部 次世代インフラ・サービス室 戦略プロジェクトチーム

齊藤 勇樹 yuki.c.saito@mizuho-bk.co.jp
前島 裕 yu.maeshima@mizuho-bk.co.jp

[X\(Twitter\) 公式アカウント](#) [産業調査部](#)
[「みずほ産業調査」はこちら](#) [発刊レポートはこちら](#)



みずほ産業調査／78号

2025年5月30日発行

© 2025 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取り扱い下さいますようお願い申し上げます。
本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

編集／発行 みずほ銀行産業調査部

東京都千代田区丸の内1-3-3 ird.info@mizuho-bk.co.jp