

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～」

# 情報サービス ～データセンターの消費電力を「減らす」ことはできる

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。

**MIZUHO**

# サマリー

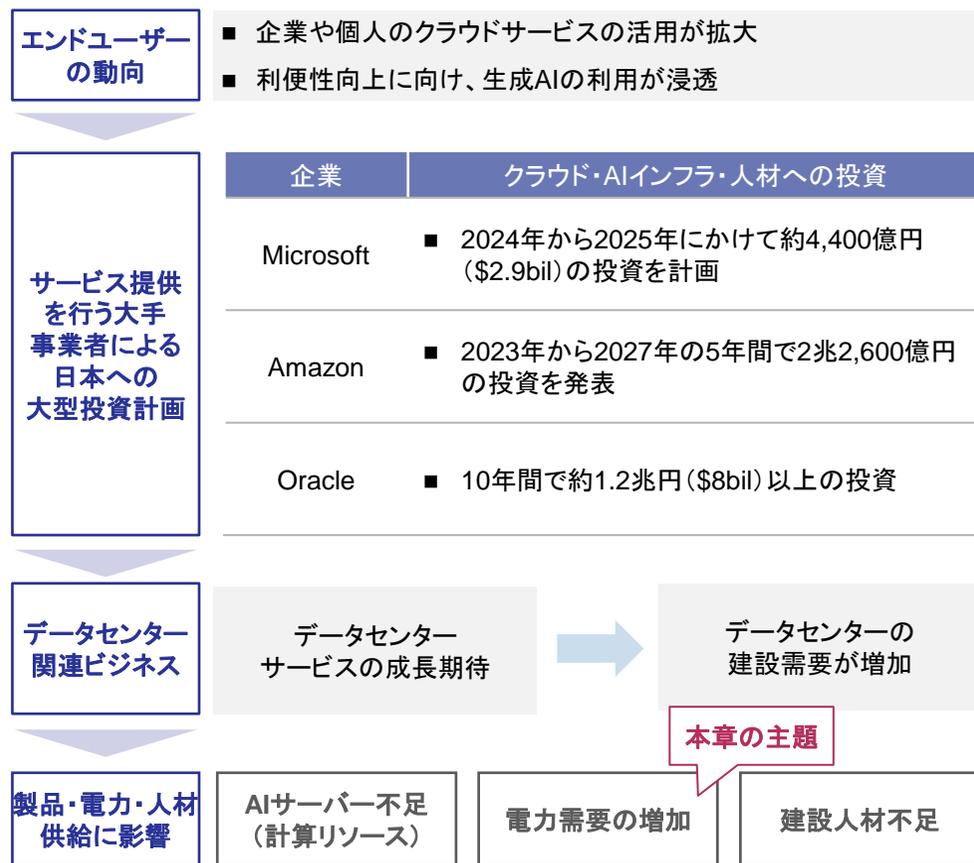
- クラウドサービスや生成AIの活用が進む中、デジタル社会のインフラ基盤となるデータセンターの必要性が高まっている
- 電力がボトルネックになり、国内にデータセンターが不足することになれば、日本企業が最先端のテクノロジーを利用出来なくなるだけでなく、テクノロジーを活用した新たな製品・サービスの創出も困難になり、相対的に日本企業全体の競争力が低下してしまうおそれがある
- データセンター需要は国内の建設投資や設備投資を増加させ、内需にとってはプラスの影響が見込まれるが、データセンターの大型化に伴い、消費する電力量が増加する傾向にある中、需要地への電力供給が課題となる
- コスト面では、エネルギー資源を輸入に頼る日本では、電力消費量の増加は燃料費の増大に繋がることに加え、カーボンニュートラル目標達成に向けて進められている再生可能エネルギーの導入も電力料金を押し上げる要因となるおそれ
- かかる中、日本政府は、既存の電力インフラを活かすべく、発電地と消費地を一体化させるデータセンターの地方分散を掲げているが、データセンターを利用するテナント企業やエンドユーザーとなる人口動態を鑑みると、需要は関東・関西地域への偏重が継続する可能性が高い。従って、データセンターの分散化は利用用途別に行うことが肝要である
- データセンターの需要が増加する中、供給側では電力価格の上昇やデータセンターの地方分散に向けた課題も存在することから、省エネ化を実現するソリューションがビジネス機会になる
- 本章では、エンドユーザーやサービスプロバイダー、データセンター事業者におけるいくつかの省エネ化に向けたアプローチを紹介しているが、電力は限られた日本の資源であり、有効に活用するにはそれぞれのレイヤーで省エネ化を進めていく必要がある
- 各社の取り組み自体は民間企業に委ねられるが、データセンターの地方分散においては、日本全体の産業立地やエネルギー政策、安全保障等の観点も含まれることから、政策での支援と一定の強制力を持たせることも必要と思料

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

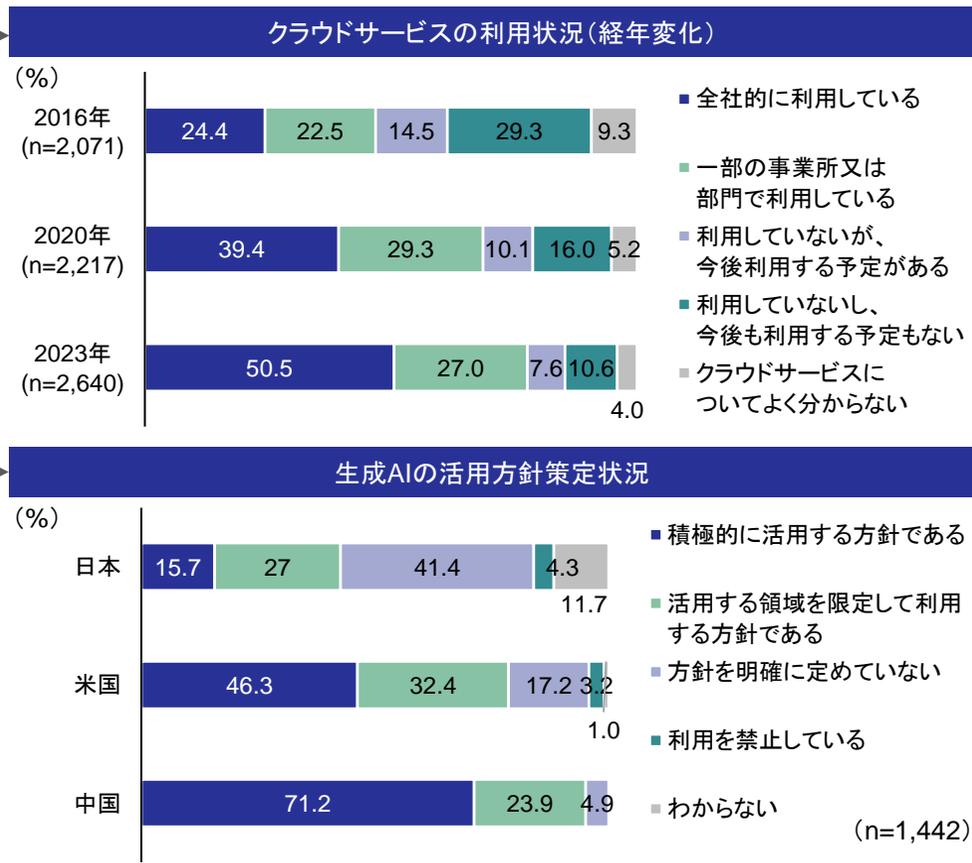
# デジタル・AIの利活用が継続する中、インフラデータセンターと電力への需要が高まっている

- クラウドサービス、生成AIに代表されるAI需要の拡大に伴い、インフラ基盤となるデータセンター需要が高まっている
- 需要の急増により、電力供給網や建設人材、AIサーバー等の多方面で供給側に影響が現れている

## データセンターが注目される背景



## クラウド・AI活用の進展



(出所) 公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

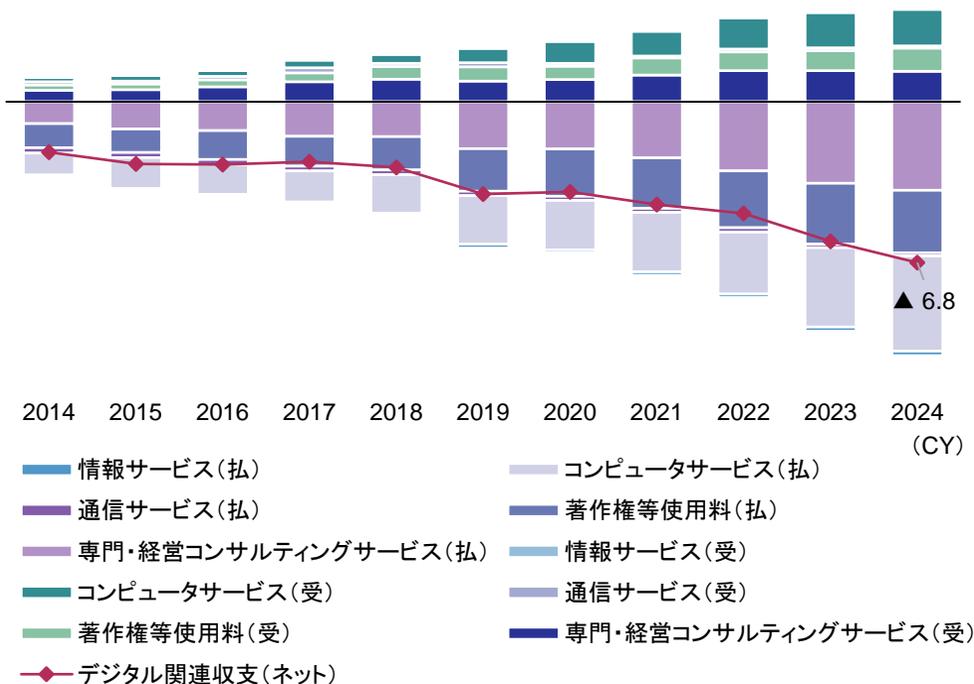
(出所) 総務省「令和5年 通信利用動向調査報告書(企業編)」 「令和6年版 情報通信白書」より、みずほ銀行産業調査部作成

# 将来的にデータセンターが不足した場合、日本企業の競争力低下に繋がる可能性

- 近年、日本のデジタル関連収支は赤字が継続しているが、デジタル社会の浸透により、支出は更に拡大する見通し
- 日本企業が持つ強みを活かした収入を増やしていくには、インフラ基盤となるデータセンターが不足しないよう整備が必要

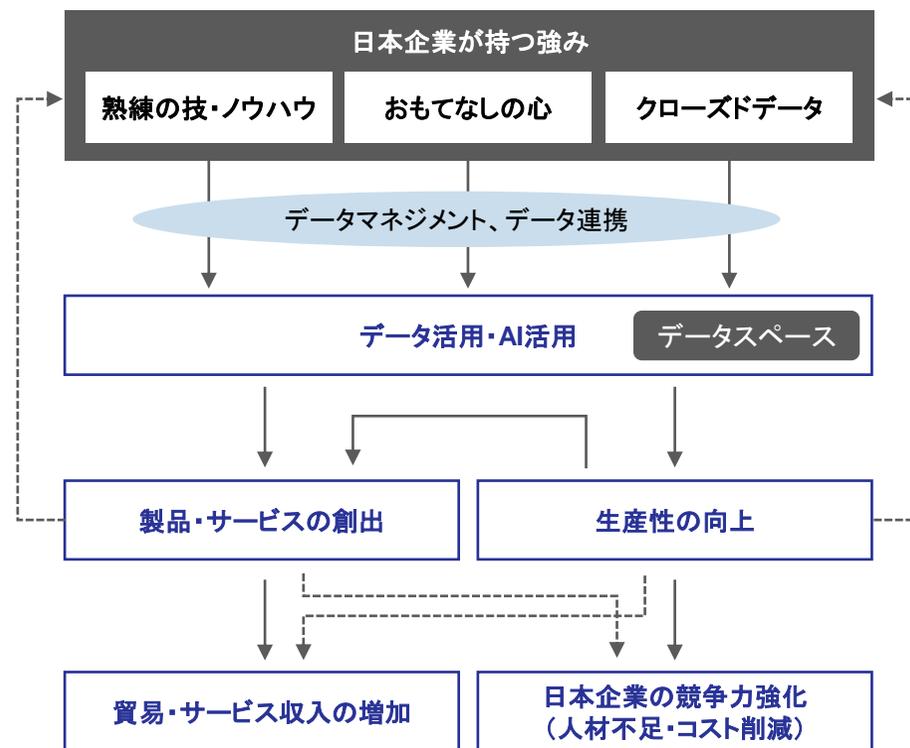
## サービス収支におけるデジタル関連収支のトレンド

(兆円)



(注) デジタル関連収支: 著作権等使用料、通信サービス、コンピュータサービス、情報サービス、専門・経営コンサルティングサービスの合計  
 (出所) 日本銀行「時系列統計データ検索サイト」より、みずほ銀行産業調査部作成

## デジタル関連の収入を拡大するための貿易・サービスの創出



(注) データスペース: 国境や分野の壁を越えた新しい経済空間、社会活動の空間、近年主に欧州で注目されている概念(※IPA「データ利活用・データスペースガイドブック第2.0版」)  
 (出所) みずほ銀行産業調査部作成

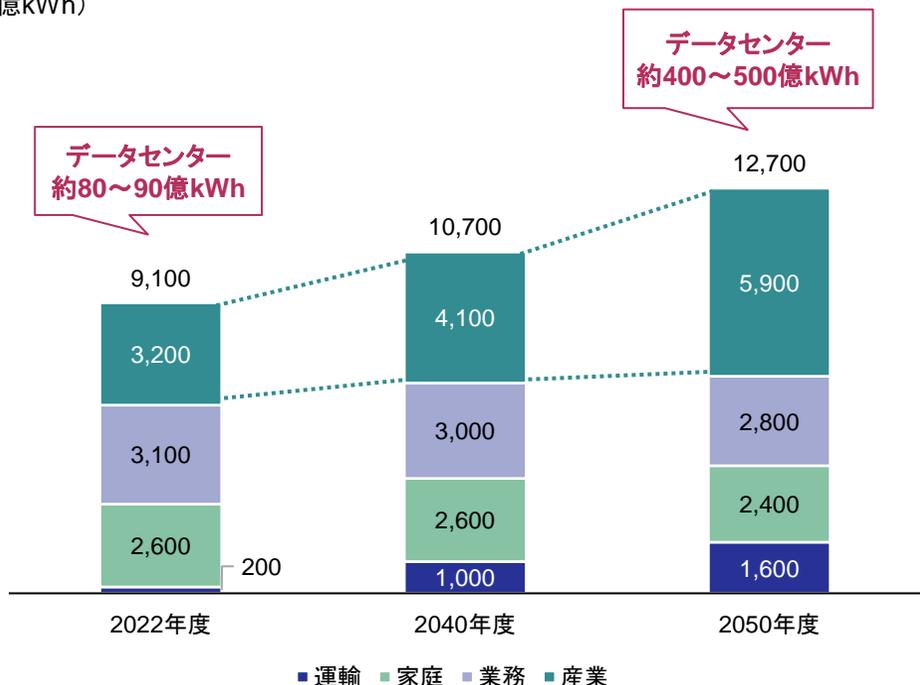
# データセンター建設における国内投資は年間3,000億円程度が期待出来る

- データセンターは年間80～90億kWh(日本全体の約1%程度)の電力を消費、毎年150MW規模の新設が続いた場合、2050年には国内の消費電力容量の約4%を占める水準に達する可能性
- データセンター新設に伴う投資額を試算した場合、年間3,000～4,500億円程度の国内投資が期待できる

## 国内の電力需要見通しから見るデータセンターの電力容量

### 2050年の電力需要の想定

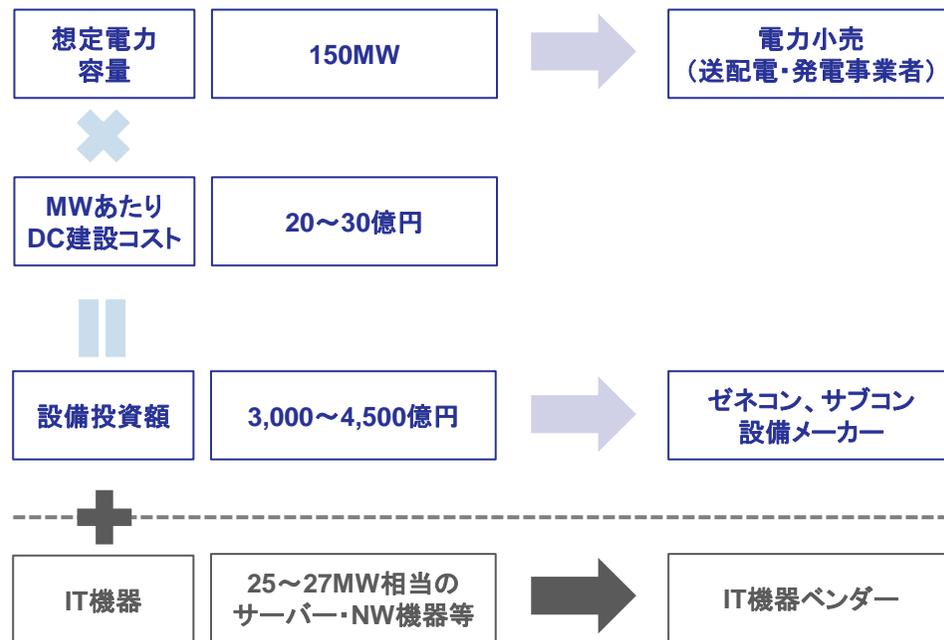
(億kWh)



(注) 2040年度 複数シナリオから革新技術拡大シナリオを選定(産業部門が最大のシナリオ)、2050年度は電化が進展する場合のみずほ銀行産業調査部推計値(出所)経済産業省「2040年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」より、みずほ銀行産業調査部作成

## データセンターの新設に関する設備投資額(弊行試算)

### データセンター増加に伴うビジネス機会

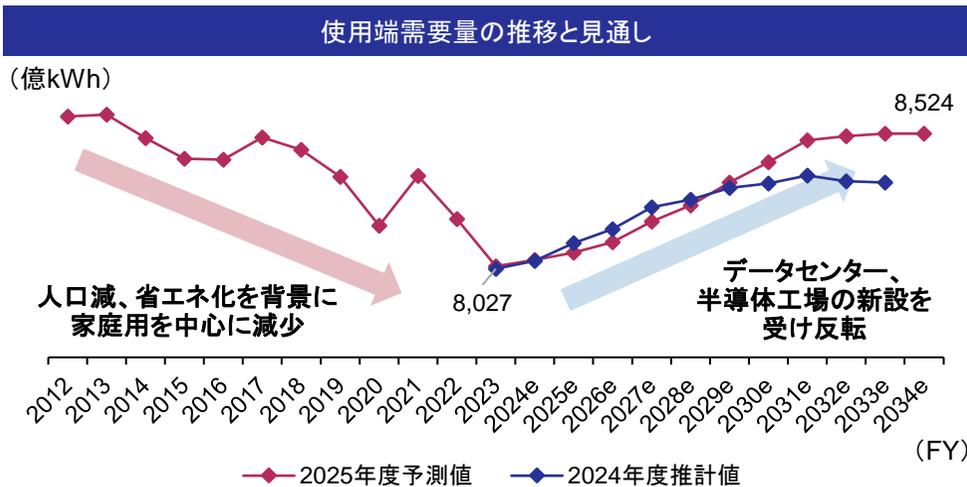


(注) 設備投資には土地の取得費用、及び、テナント企業が持ち込むIT機器は含まず、データセンター事業者が投資する建物・付帯設備を対象(出所)みずほ銀行産業調査部作成

# データセンターの増設が一部地域に集中することで、送配電網の整備がボトルネックとなりうる

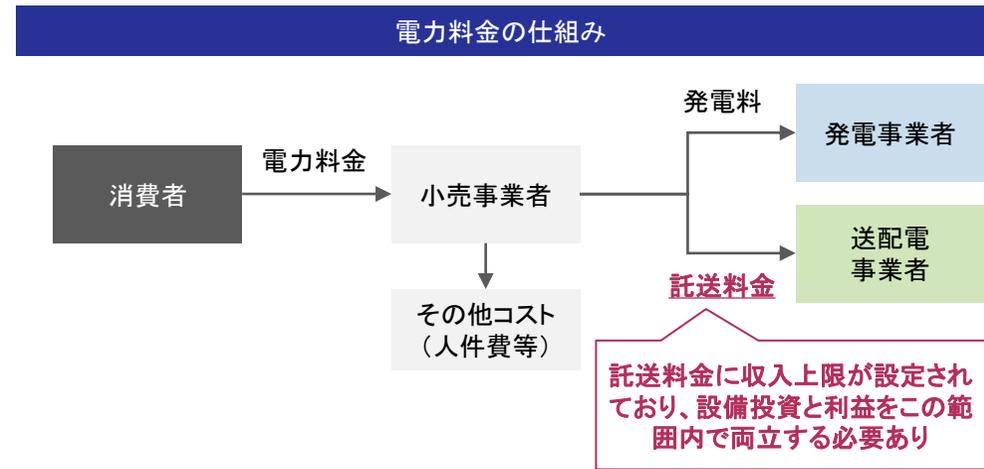
- 国内の電力需要はデータセンター、半導体工場の新設計画を受け、2023年度以降は一転して増加が見込まれる
- データセンターの一部地域への集中により特定地域で高まる電力需要に対し、需要地と発電地を結ぶ供給網の整備が必要であるが、供給網の拡大には時間と資金が必要となる上、送配電事業者を取り巻く制度上の制約もあるものと思料

## 使用端需要量の動向と地域別の見通し



(注) 2024年度は推定実績値、2025年度以降は電力広域的運営推進機関の想定値  
 (出所) 電力広域的運営推進機関(OCCTO)「2025年度 全国及び供給区域ごとの需要想定について」より、みずほ銀行産業調査部作成

## レベニューキャップ制度



送配電事業者のレベニューキャップ制度

- 2023年度から総括原価方式に変わり導入、5年毎に見直しを実施
- レベニューキャップ制度により、送配電事業者は、事業計画および投資・費用の見通しを提出し、託送料金の上限を経済産業省に承認してもらう必要がある  
 - 次回は2027年度に審査、2028年度から適用開始

設備投資計画以上の需要に対する送配電網への投資が困難

(出所) 公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

# 送配電事業者はウェルカムゾーンマップにより、需要家の誘導を狙う

- 国内の一般送配電事業者は、新たに大規模送電線の建設が不要で、早期に電力供給を開始できる場所を示した「ウェルカムゾーンマップ」の公開を実施
- 米国でも26州と58社の電力会社がホスティングキャパシティを公開しており、需要家を誘導する取り組みとして先行

## 送配電事業者が公開するウェルカムゾーンマップ

四国電力の事例(供給電圧66kV)

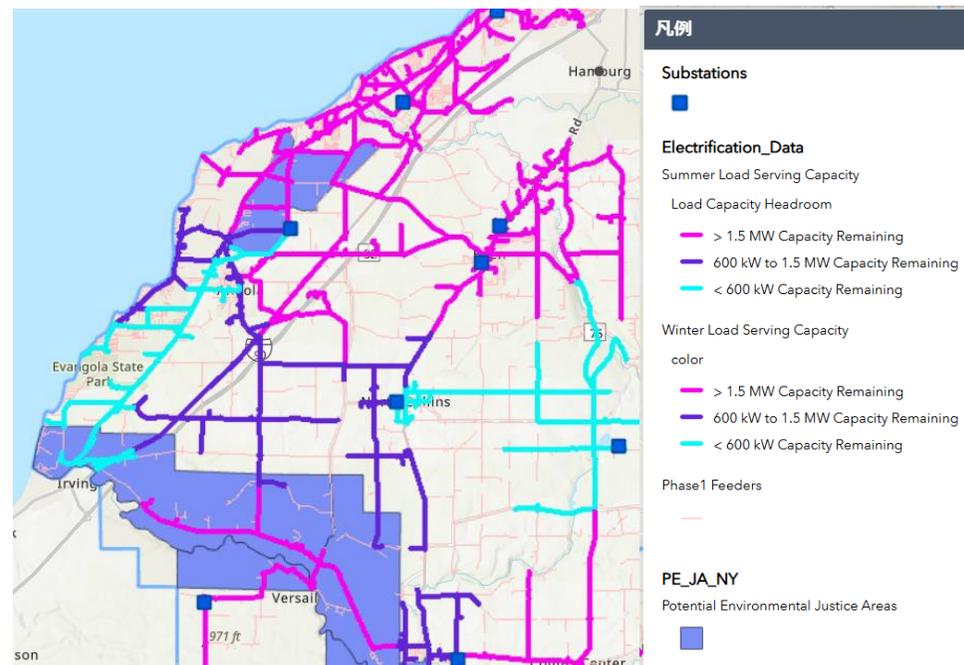


(注) 変電所から送電可能な容量が5万kW以上あるエリアの中で、5年前後で電気を供給できるエリアを公開(※2024年7月1日時点)

(出所) 四国電力HPより、みずほ銀行産業調査部作成

## 米国におけるホスティングキャパシティの取り組み

米国のホスティングキャパシティマップ



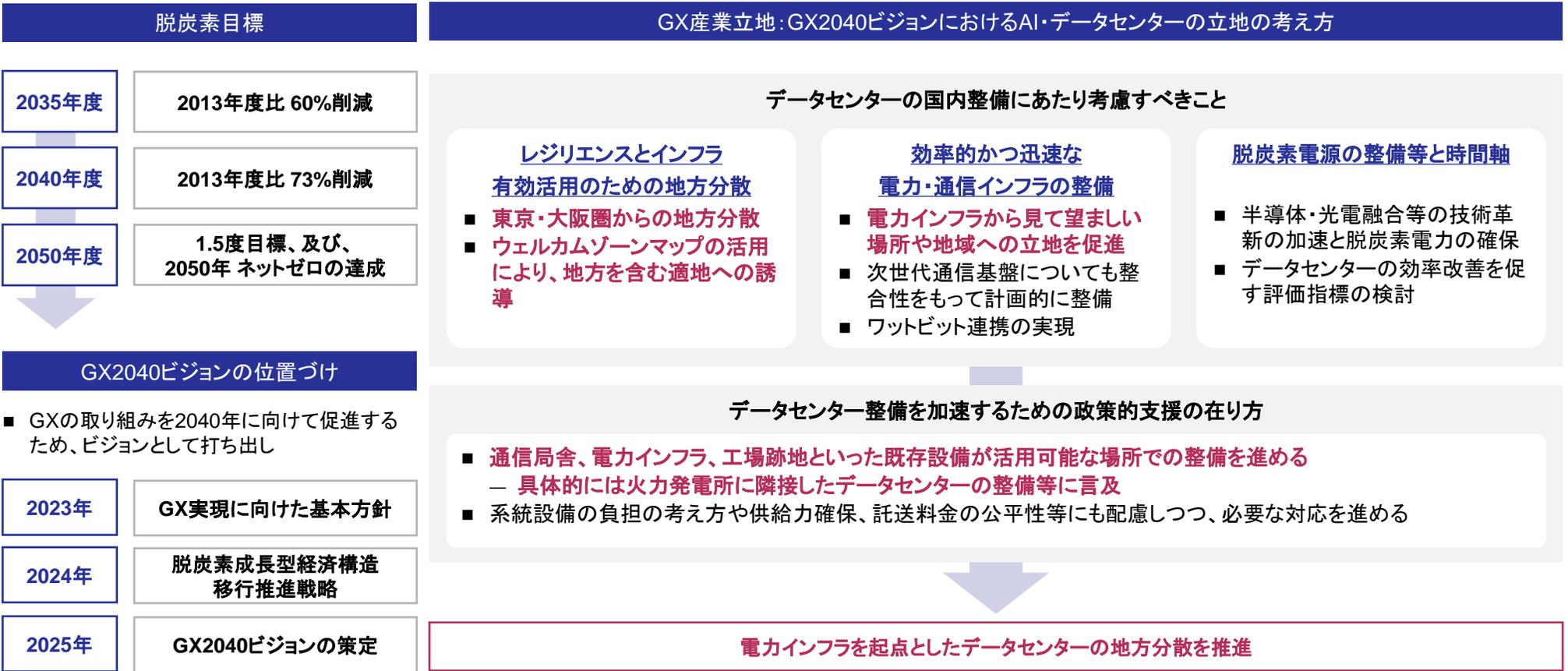
(出所) National Grid New York System Data Porta

(<https://systemdataportal.nationalgrid.com/NY/>、2025年5月2日時点)より転載

# 日本政府はGX2040ビジョンを掲げ、データセンターの地方分散を目指す

- 日本政府は、自国のデータセキュリティの強化、デジタル赤字の緩和、多様な産業でのAI実装、海外からの投資促進に向け、データセンターの国内整備の必要性を謳い、新たな成長産業のけん引役の一つに掲げる
- 国内の電力インフラを起点にデータセンターの分散を目指す、需要家のニーズと噛み合わない可能性がある

## 日本政府の掲げる脱炭素目標と「GX2040ビジョン」におけるAI・データセンターに対する言及

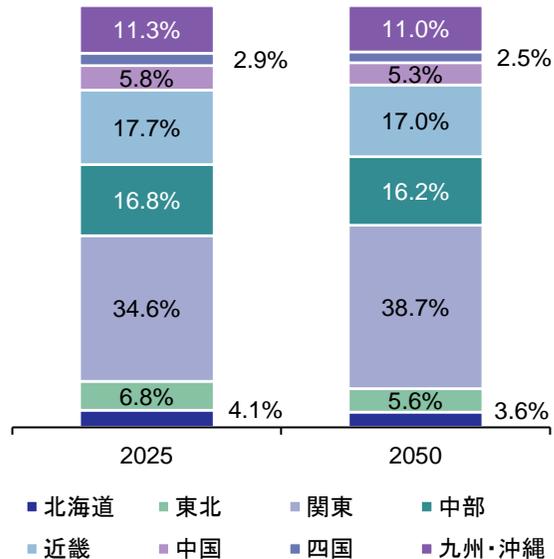


(出所)内閣府官房GX実行推進室「GX2040ビジョン(2025年2月18日閣議決定)」より、みずほ銀行産業調査部作成

# 人口分布が大きく変わらない中、データセンターの分散は用途別に行うことが肝要

- 国内の人口は2025年の1.2億人から2050年には1億人まで減少し、関東地域への偏重は加速する見通し
- データセンターの需要を支えるデジタルサービスやクラウド需要の中心は引き続き関東・関西地方であり続けると考えられるため、用途別に分散可能なものを地方へ一部シフトさせることが現実的なアプローチとなる

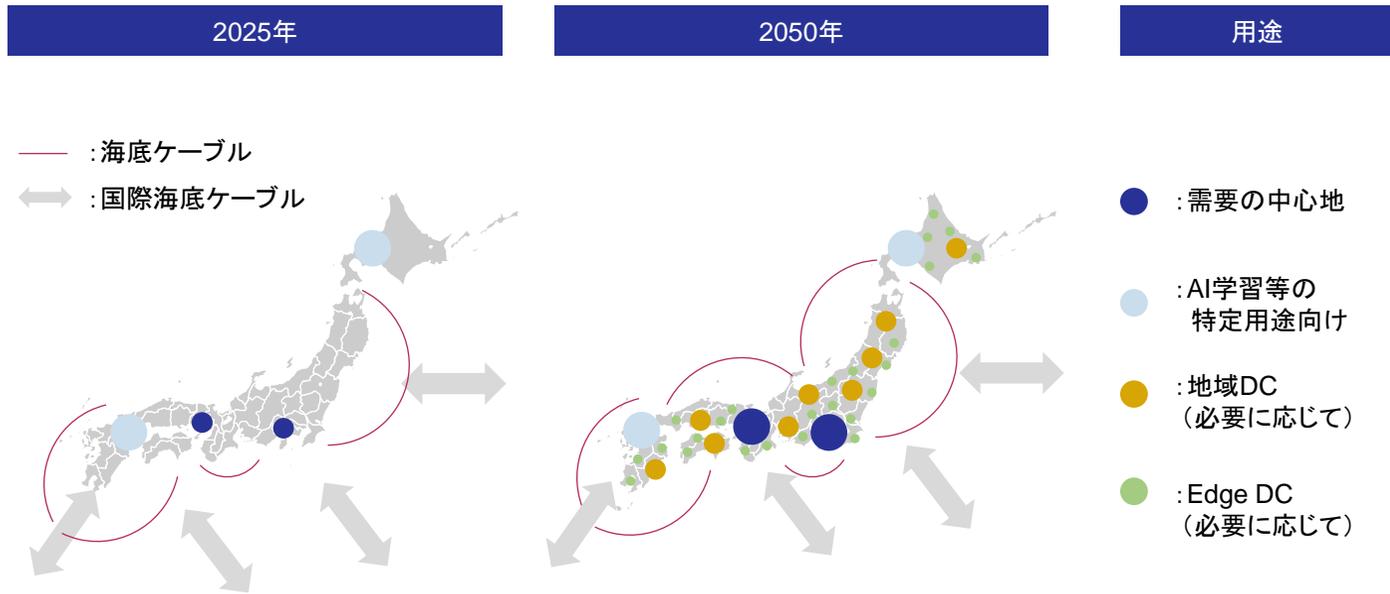
## 国内の人口分布(2025年・2050年の比較)



**関東・関西が中心の構図は継続する見通し**

(出所) 国立社会保障・人口問題研究会「日本の地域別将来推計人口(令和5年推計)」より、みずほ銀行産業調査部作成

## 日本政府の掲げるデジタル田園都市国家構想とデジタル日本改造ロードマップ



- クラウド向けのデータセンターが関東中心に増加
- 日本政府による北海道、九州へのデータセンター誘致案に呼応し、一部事業者がデータセンターを建設

- クラウドの需要地は大きく変化しない
- 新たなサービス(自動運転等)に応じて地域DCが建設
  - サイズや形状が現状のデータセンター施設とは異なる可能性

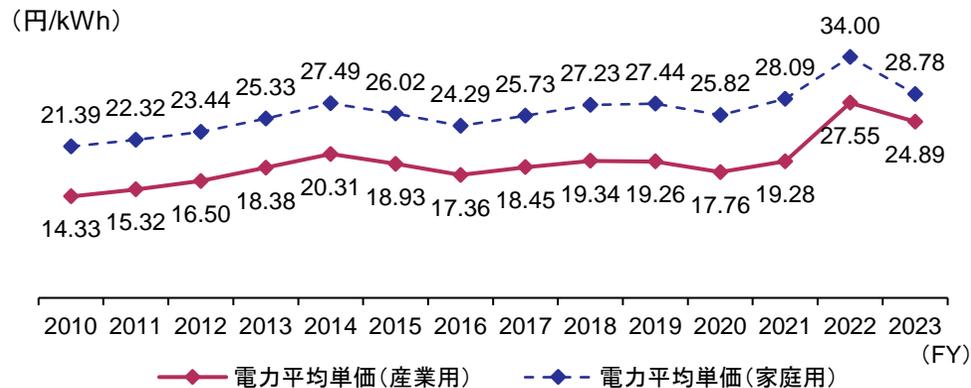
(出所) デジタル田園都市構想関連資料より、みずほ銀行産業調査部作成

# 電力消費量の増加と再生可能エネルギーの導入拡大は、電力料金を押し上げる可能性が高い

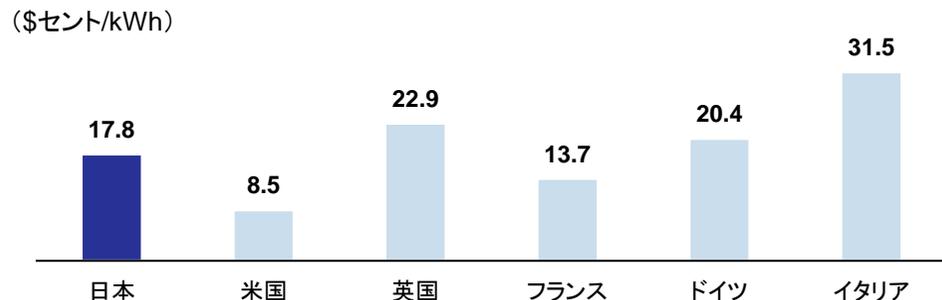
- エネルギー自給率が低く、エネルギー資源の多くを輸入に頼る日本の電気料金は上昇傾向にある
- データセンターや半導体工場、EV実装等による電力消費量の増加は、エネルギー資源の輸入増、再生可能エネルギーの導入拡大に繋がり、最終的には国内の電力料金を更に押し上げる要因となるおそれ

## 電力料金の価格推移と国際比較

電気料金の価格推移



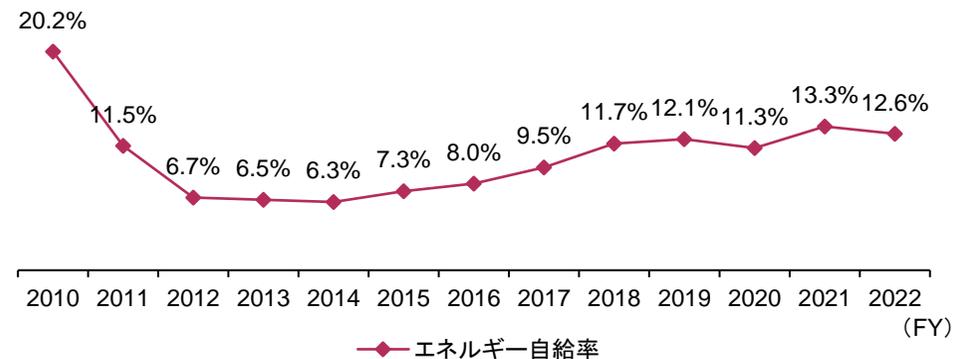
産業用電力料金の国際比較 (2022年)



(出所) 資源エネルギー庁「日本のエネルギー(2024)」より、みずほ銀行産業調査部作成

## エネルギー自給率の推移

エネルギー自給率の推移



データセンター、半導体工場、電化(EV、電炉等)による電力需要の増加

エネルギー資源の輸入増

再生可能エネルギーの導入

国内の電気料金の押し上げに繋がる可能性が高い

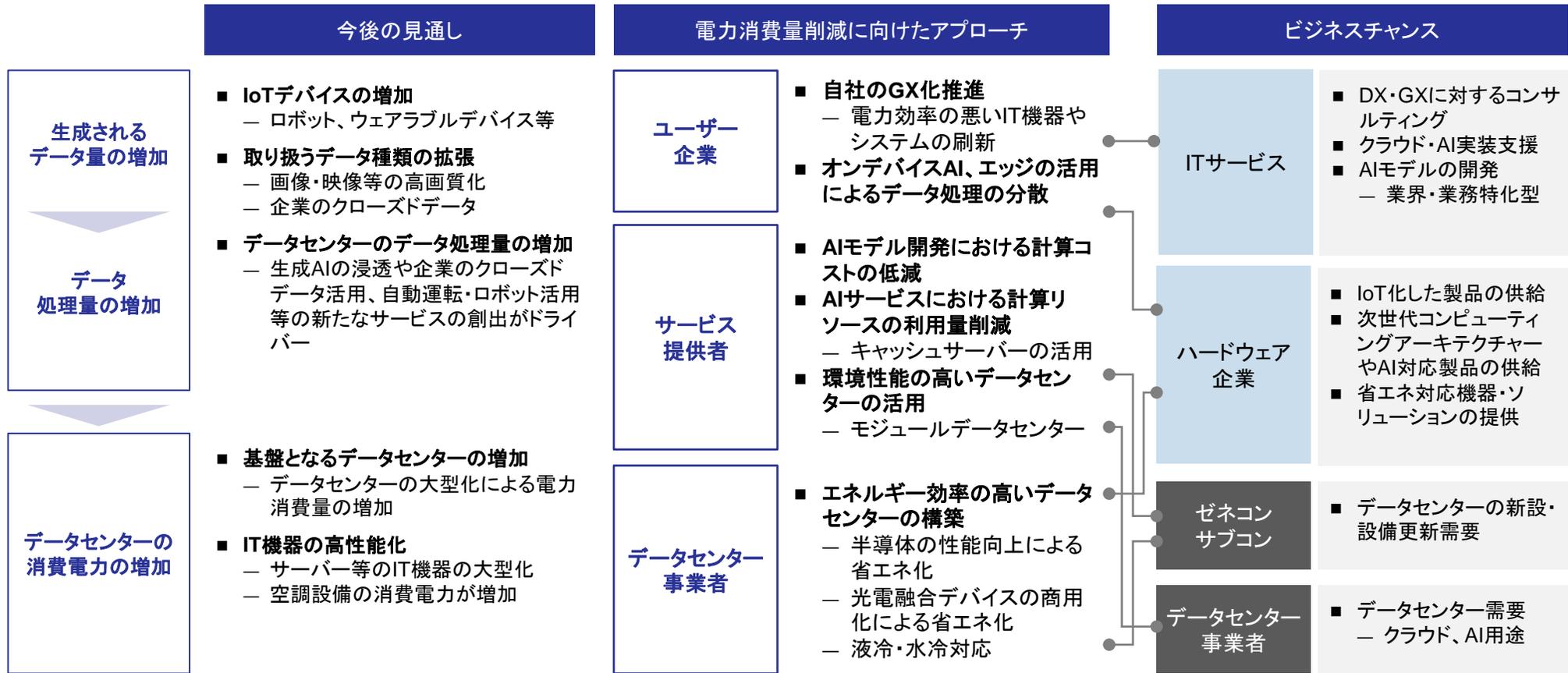
省エネ化や電力消費量の削減が重要に

(出所) 資源エネルギー庁「日本のエネルギー(2024)」より、みずほ銀行産業調査部作成

# 社会課題となる電力消費量を削減するソリューション提供はビジネス機会が大きい

- データセンターの増設に対して、国や民間企業による分散化促進策だけでは不十分となるおそれもあり、また、電力料金の高騰につながることを踏まえると、電力量を削減するためのソリューションニーズは各事業者において高いと考えられる

## データセンターの消費電力削減に向けたアプローチとビジネスチャンス



(注) 光電融合については個別編「エレクトロニクス」で詳述

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

# 生成AIに特化した半導体の開発により、消費電力の削減効果が期待される

- 大手テクノロジー企業は、大規模並列処理を得意とするGPUを中心にAI関連のサービス提供を進めると同時に、処理速度と電力効率に優れたASICの開発を加速、将来的には消費電力を抑制するプロセッサの実装が期待される
- データセンターのテナント、かつ、ASICの開発主体であるテクノロジー企業の開発・実装に依存するため、日本国内への早期実装を支援する政策的なアプローチが必要

## プロセッサの種類と用途

		AI用途における長所と短所			
		長所	短所	AI向けに利用される製品(例)	
汎用性 ↑ 高          ↓ 低	種類	代表的な用途			
	CPU	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ スマートフォン</li> <li>■ パソコン</li> <li>■ サーバー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 複雑な逐次処理が可能</li> <li>■ 幅広い用途に対応可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 逐次処理のため、機械学習には不向き</li> <li>■ メモリアクセスが多い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Intel: Xeon</li> <li>■ AMD: EPYC</li> <li>■ NVIDIA: Grace</li> </ul>
	GPU	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ゲーム用グラフィックカード</li> <li>■ 業務用グラフィックカード</li> <li>■ AIアクセラレータ搭載サーバー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 単純な並列処理を得意とするため、機械学習の用途に合致</li> <li>■ ライブラリが豊富</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ メモリアクセスが多い</li> <li>■ レイテンシーや電力効率の面でFPGAやASICに劣後</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Intel: Data Center GPU Max</li> <li>■ AMD: MI300</li> <li>■ NVIDIA: H100</li> </ul>
	FPGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 基地局</li> <li>■ 映像機器(カメラ等)</li> <li>■ 医療画像装置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 需要に応じて回路の書き換えが可能</li> <li>■ GPU比で電力効率が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 設計開発のハードルが高い</li> <li>■ 量産面ではASICに劣る</li> <li>■ GPU比、機械学習用のライブラリが少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Intel: Agilix</li> <li>■ AMD: Versal</li> </ul>
ASIC	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 基地局</li> <li>■ ネットワークスイッチ</li> <li>■ AIアクセラレータ搭載サーバー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特定用途に特化</li> <li>■ GPUと比較し、処理速度や電力効率が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 汎用性が低い</li> <li>■ 開発コストの高さ</li> <li>■ GPU比、機械学習用のライブラリが少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Amazon: Trainium、Inferentia</li> <li>■ Alphabet: TPU</li> <li>■ Microsoft: Maia</li> <li>■ Meta: MTIA</li> <li>■ Graphcore: IPU</li> <li>■ Preferred Networks: MN-Core</li> </ul>	

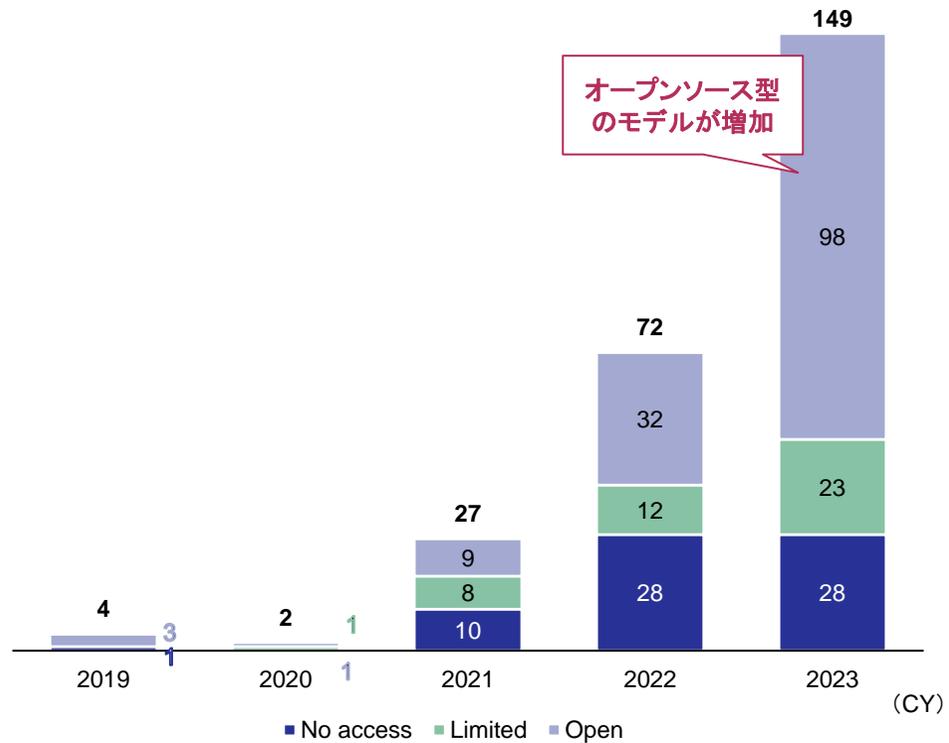
Googleの第7世代TPUは従来の2倍の電力効率を実現

(注)FPGA(Field Programmable Gate Array)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)  
(出所)公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

# 生成AIの基盤となる基盤モデルのトレーニングに必要な計算量が指数関数的に増加

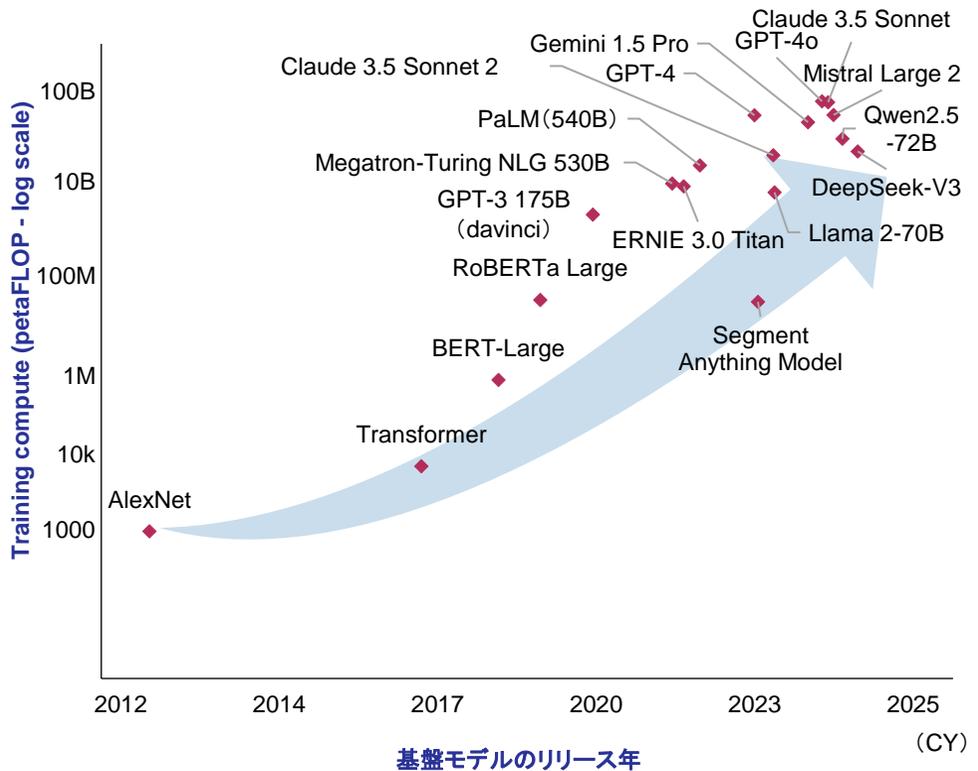
- 生成AIの基盤モデルの開発が増加しており、2022年から2023年にかけては72モデルから149モデルへ約2倍に増加
- 学習に必要な計算資源も新たなモデルが開発される際に指数関数的に増加しており、消費電力の増加に繋がっている

基盤モデルのタイプ別リリース数の推移



(注) No access: (例) GoogleのPaLM-E、開発者のみがアクセス可能なモデル  
 Limited: (例) OpenAIのGPT-4、APIを通じて限定的なアクセスを提供するモデル  
 Open: (例) MetaのLlama 2、モデルの重みを公開しており、自由に使用可能なモデル  
 (出所) Stanford University, AI Index 2024より、みずほ銀行産業調査部作成

主要なFoundationモデルに必要な計算量の変化

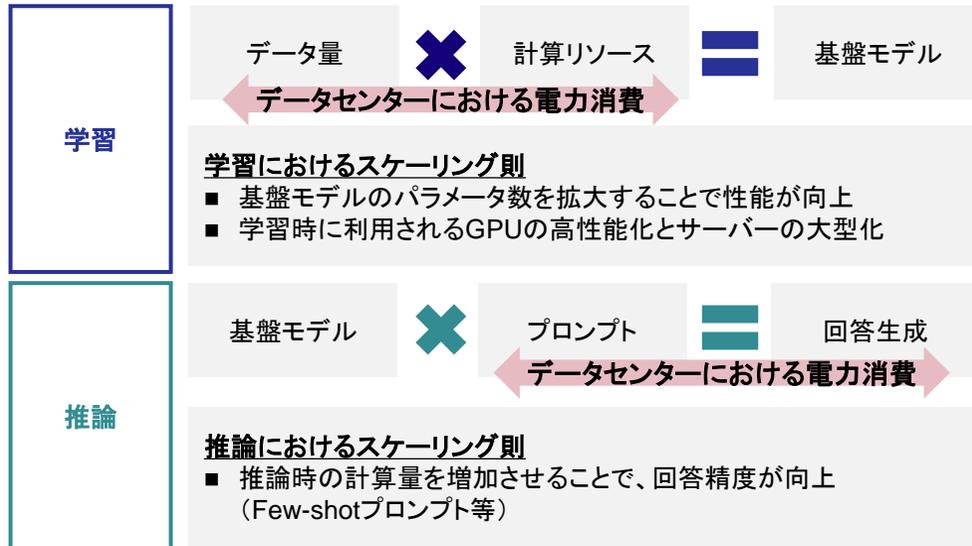


(注) FLOP (Floating Point Operations) : LLMモデルの学習に必要な演算量  
 (出所) Stanford University, AI Index 2025より、みずほ銀行産業調査部作成

# 学習・推論技術の変化により、電力削減効果も期待が出来る

- 学習・推論の両面でスケールリング則を中心にAIモデルの開発が進められると同時に必要な電力も増加してきたが、低コストで高性能なモデル開発と運用が実現可能になれば、将来的な電力消費量の削減効果が期待される
- 足下では、学習・推論コストを低下させるための新たな技術の研究も進んでいる

## AIモデルの学習・推論で消費するエネルギー（イメージ図）



(注) MoE (Mixture of Experts) : 機械学習のアーキテクチャの一種、複数の「エキスパート」モデルを組み合わせ、より高いパフォーマンスを発揮させる手法

(出所) 公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

## LLMの計算コスト削減手法に関する技術動向

論文執筆	公開	論文タイトルと概要
DeepSeek	2025年2月	<p><b>Native Sparse Attention: Hardware-Aligned and Natively Trainable Sparse Attention</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 階層的なスパース化戦略とハードウェアを意識した最適化を組み合わせる新しいアーキテクチャーの提言</li> <li>■ 学習・ファインチューニング・推論における高速化と性能を両立させる</li> </ul>
上海交通大学	2025年2月	<p><b>LIMO: Less is More for Reasoning</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ LLMは事前学習で大量のデータを学習しているため、推論に必要な知識をすでに備えているという仮説を提示</li> <li>■ 817件の追加学習で高い推論能力を発揮</li> </ul>
スタンフォード大学	2025年1月	<p><b>S1: Simple test-time scaling</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alibabaのオープンソースモデルに厳選した1,000問を事前学習させ、推論時間を長くすることで精度を実現                     <ul style="list-style-type: none"> <li>— 事前学習に大規模コンピューティングリソースは不要になる可能性を示唆</li> </ul> </li> </ul>

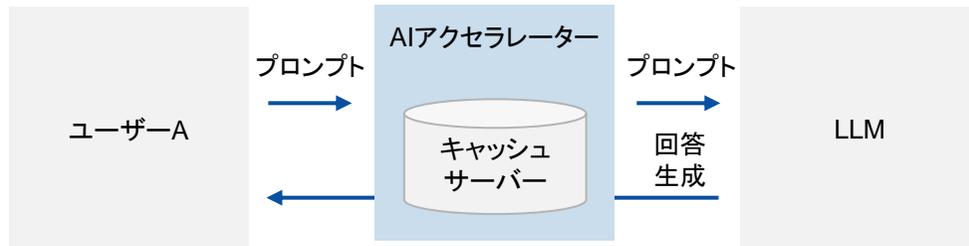
(出所) 公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

# セマンティックキャッシュの活用により、効率的な回答生成を実現

- セマンティックキャッシュはレスポンス速度の向上だけでなく、計算量と消費電力の削減も期待できる
- オープンキャッシングは日本でも商用化が進められつつあり、キャッシュサーバーを持つISP等が新たな需要として取り込める可能性がある

## セマンティックキャッシュの活用による電力コストの削減

キャッシュサーバーにない固有の質問の場合



キャッシュサーバーに類似事例がある場合

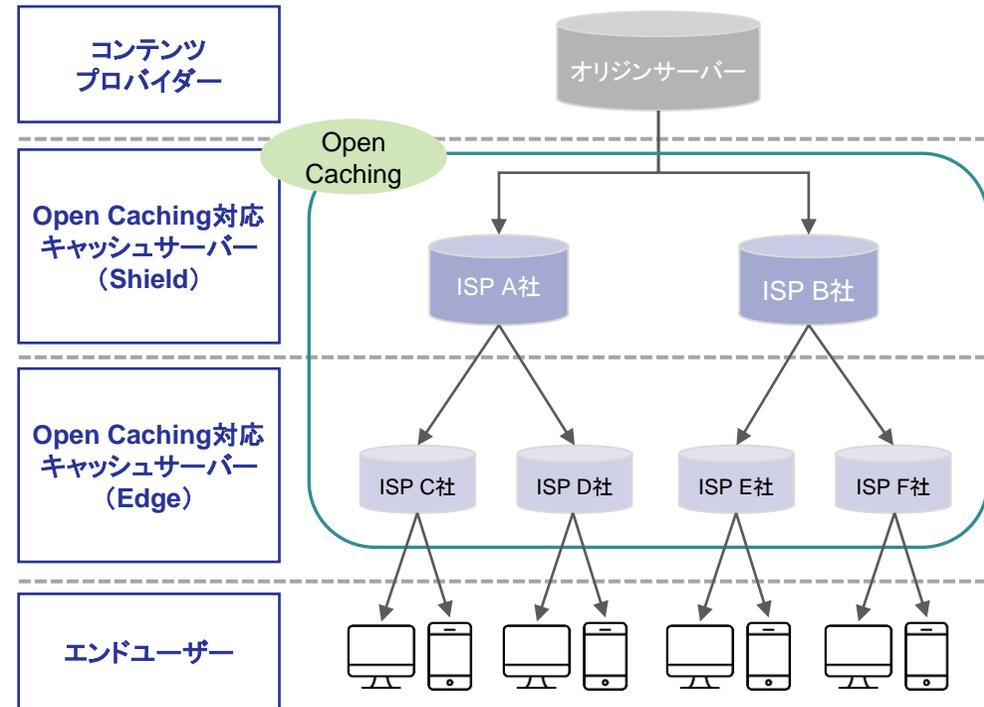


生成AIサービスにおける応答速度の向上に加え、消費電力の削減も可能に

(注) オープンキャッシング: 米国の動画配信事業者の業界団体(SVTA: Straming Video Technology Alliance)が標準化を進めるISPとCDN事業者の新しい形の協力モデル、ISPが設置したキャッシュサーバーを、CDNの共用型キャッシュサーバーとして使用するモデル  
 (出所) 両図ともに、公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

## オープンキャッシングの仕組み

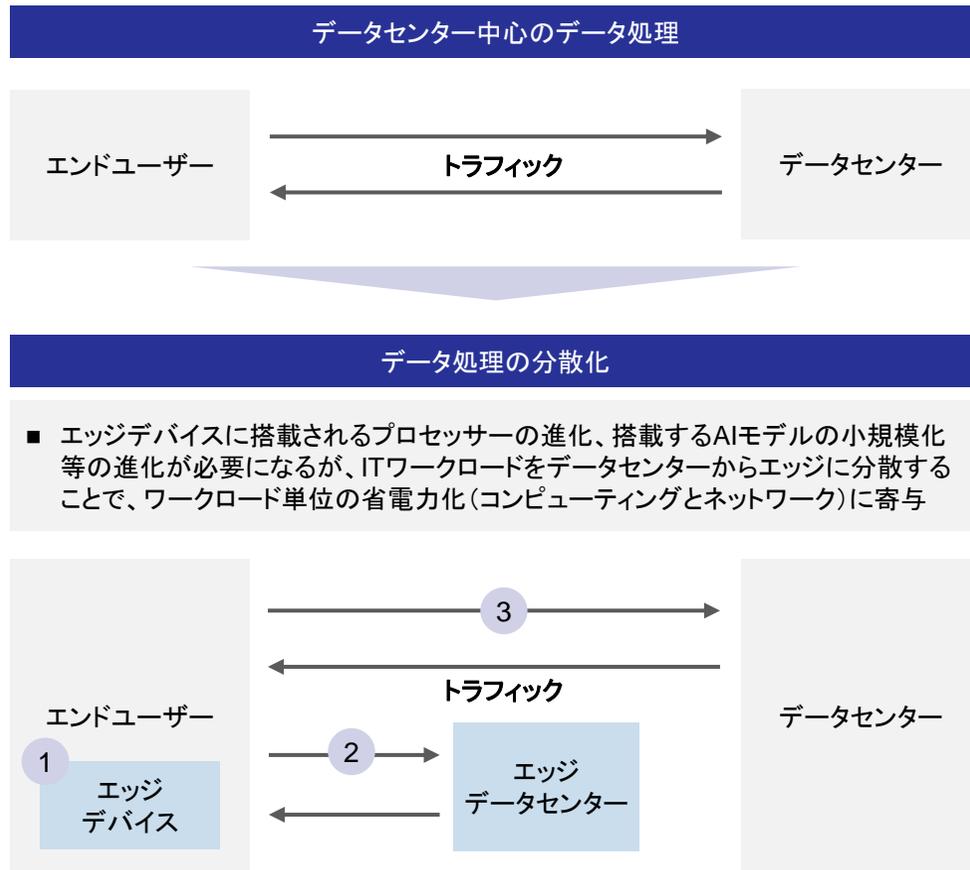
- ISPが設置するOpen Caching対応サーバを、コンテンツプロバイダーが共用サーバとして利用する協業型のCDNモデル



# オンデバイス化・エッジコンピューティングによる電力消費の削減

- AIのオンデバイス化は、データセンターにおける計算量を低下させ、データセンターの電力消費の削減が期待出来る
- PC、携帯等のデバイスがAIデバイスとして機能することで、データ処理と電力消費の分散を図ることが可能

## データ処理の分散による電力コスト削減イメージ



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

## エッジ処理が求められるサービス・オンデバイス化が進むハードウェア

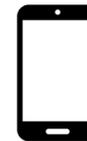
オンデバイス化によるメリット・デメリット		
	オンデバイス	クラウド
通信	不要	必要
反応速度	早い	遅い
消費電力	低い	高い
スペック	低い	高い
テクノロジーへの対応力	低い	高い

- オンデバイス化が進むハードウェア**
- スマートフォン、PC、ネットワークカメラへAIを搭載するオンデバイス化が進む
  - 端末側で処理可能なタスクが増加することで、データセンターで処理を行うタスクを減少させる効果が期待出来る

Google  
Pixel 8 pro



Apple  
iPhone 16



Microsoft  
Copilot PC



AI搭載の  
ネットワークカメラ



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

# データセンターにおける電力消費の削減を進めるには政府の支援も必要

- データセンターは設備の所有者やクラウド等のサービス提供者が設置する機器のスペックや運用方法で、データセンター全体の効率性が大きく左右されるため、日本政府が産業立地やエネルギー政策、安全保障の観点でデータセンターの在り方を定め、データセンター事業者、及び、テナントに対する支援と規制等の強制力の両面で推進していくことが求められる

## データセンターの電力消費量削減に向けた打ち手と障壁

	データセンター事業者	ハードウェア、サービス提供者
打ち手	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 自社が投資・建設するデータセンターのPUE低下に資する機器・設備の利用促進                     <ul style="list-style-type: none"> <li>－ 調達先となるベンダー選定要件に求める</li> </ul> </li> <li>■ オンサイト型の電力設備や蓄電システムを含めた一体型の建設                     <ul style="list-style-type: none"> <li>－ データセンター集積地で事業者同士の協調領域として実施</li> <li>－ 自治体の都市計画への組み込み</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 省エネを支援する製品・サービスの開発・提供                     <ul style="list-style-type: none"> <li>－ エッジデバイス、プロセッサ、AIモデル、ソフトウェア等</li> </ul> </li> <li>■ 自社が消費する電力の削減                     <ul style="list-style-type: none"> <li>－ オンプレミス型のITシステムをクラウドシフトし、消費電力量を削減</li> <li>－ 製品開発～廃棄までのエネルギー消費量の測定と削減</li> </ul> </li> </ul>
障壁	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 主にサーバールーム内を利用する企業が電力を消費するため、事業形態によって、自社で削減できる範囲が限定される</li> <li>■ クラウド需要やAI需要で求められる電力量を確保し、安定供給する施設であることが求められるため、需要に応じた調整を前提とすることが困難</li> <li>■ 蓄電システム等の電力設備を構築する場合、追加の設備投資が求められる中、テナントへの賃料や自社が提供するサービス価格へ転嫁する難易度が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 製品開発に対する先行投資負担</li> <li>■ グローバル大手企業との競争</li> <li>■ (製品開発～廃棄までの脱炭素化を目指す上で)日本企業としてのデジタル化の遅れ</li> </ul>
政策	<p>増加するデータセンター需要に対し、国としての方向性の明確化、サポートする支援策と一定の強制力を持たせた施策が必要</p>	

(注) PUE (Power Usage Effectiveness) : データセンターのエネルギー効率を測定する指標、データセンター全体の消費電力をIT機器が消費する電力で割った数値  
 (出所) みずほ銀行産業調査部作成

[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