

AIの普及とエネルギー需要への影響

ソフトバンク株式会社

2024/9/24

自己紹介

ソフトバンク株式会社
グリーントランスフォーメーション推進本部
エナジー事業推進本部
執行役員 本部長

中野 明彦

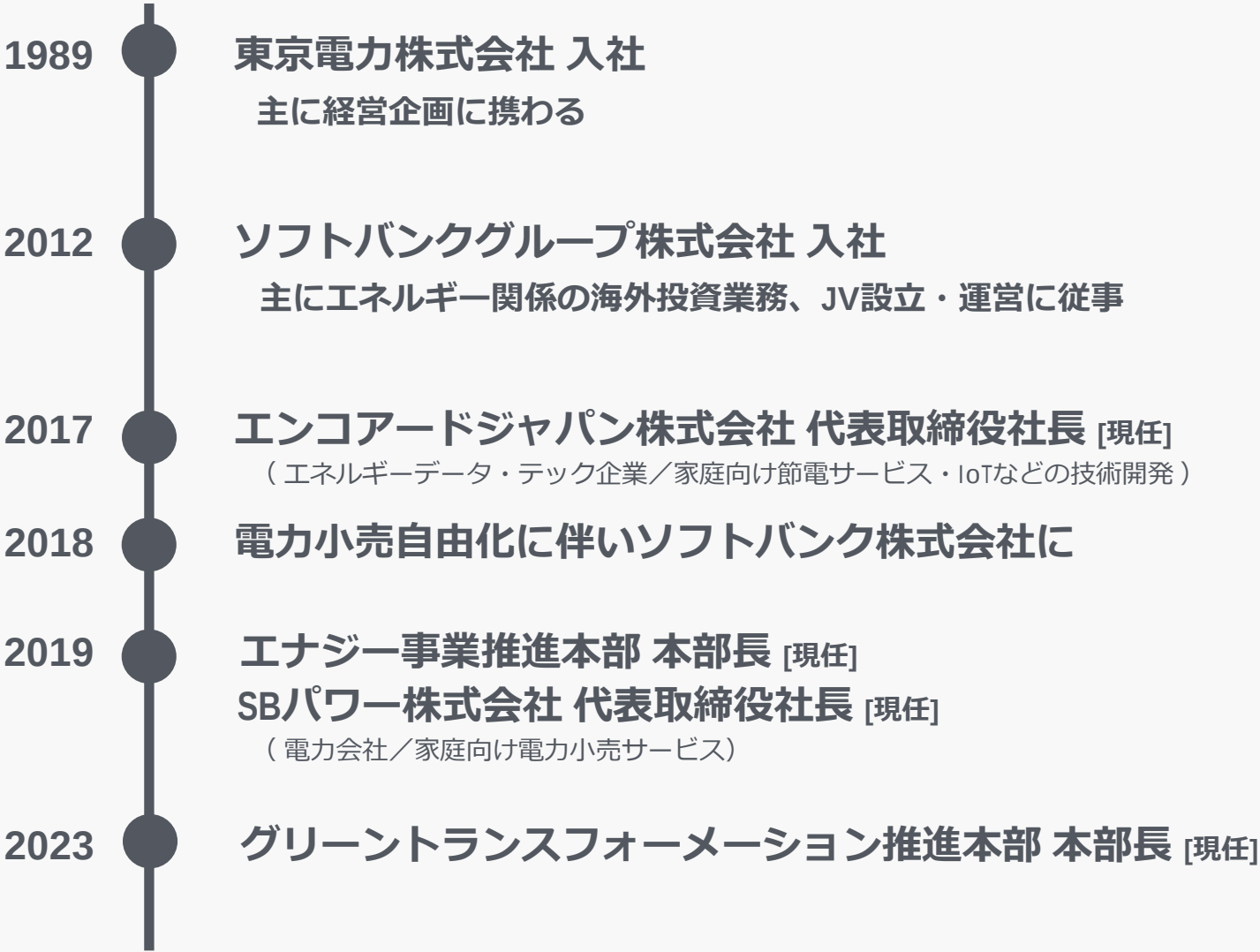
兼務会社

SBパワー株式会社
エンコードジャパン株式会社

代表取締役社長 兼 CEO
代表取締役社長 兼 CEO

社外委員

経済産業省 (電力・ガス取引監視等委員会)
制度設計専門会合 オブザーバー



アジェンダ

1. AI社会の到来と次世代社会インフラ

① AI社会の到来

② 次世代社会インフラ(大規模データセンター)

2. 大規模データセンター建設の課題

3. 需要家としての取組

1. AI社会の到来と次世代社会インフラ

① AI社会の到来

② 次世代社会インフラ(大規模データセンター)

2. 大規模データセンター建設の課題

3. 需要家としての取組

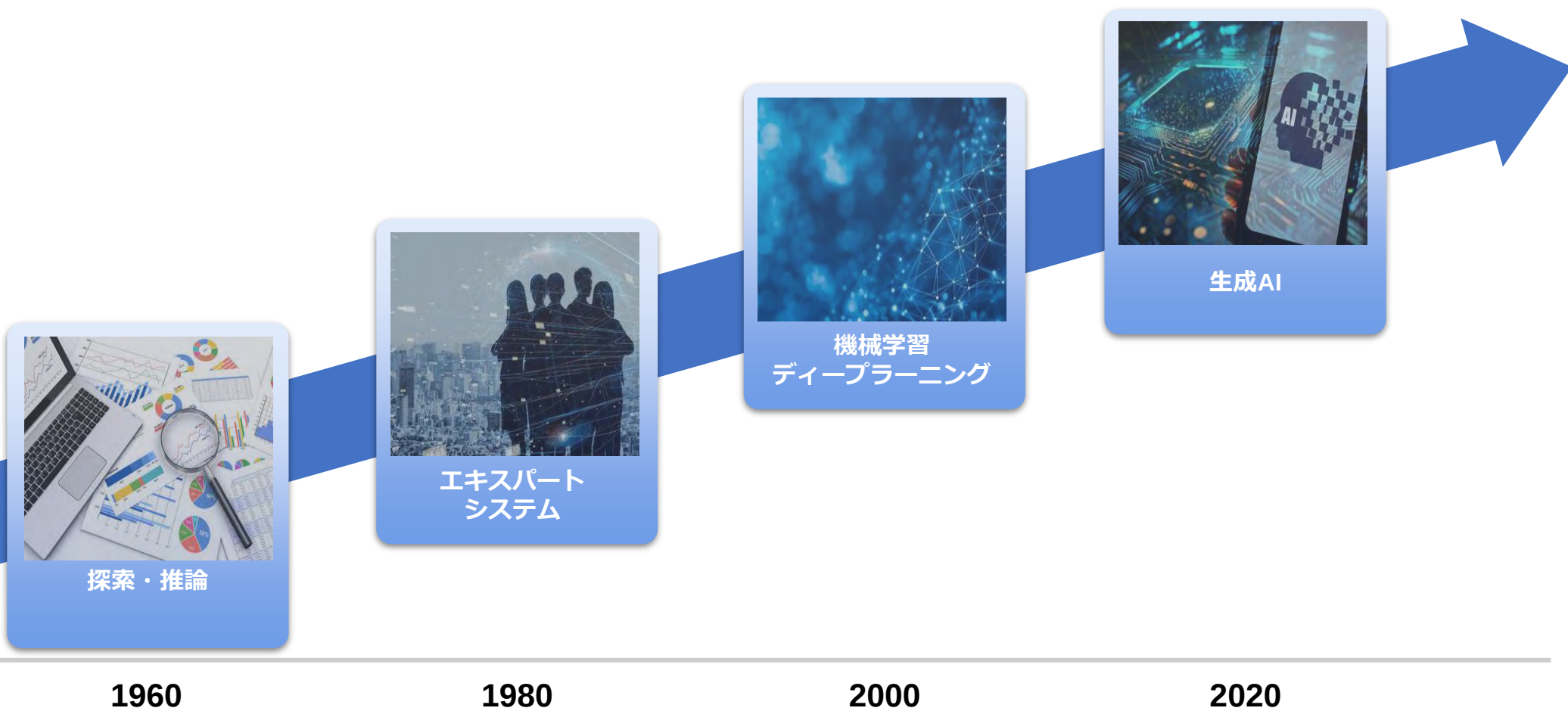
AI社会の到来

AIにより様々なものが自律化・最適化される時代



これまでのAI技術の進化

AI技術の進化により出来るコト・使うヒトが多様化



足元の生成AIの進化と普及

2022年11月に公開されたChatGPTも想像を超える速さで進化を遂げ
テキストから画像、動画、音声も生成可能

OpenAI社がリリースした主なサービス(2022年11月以降※)

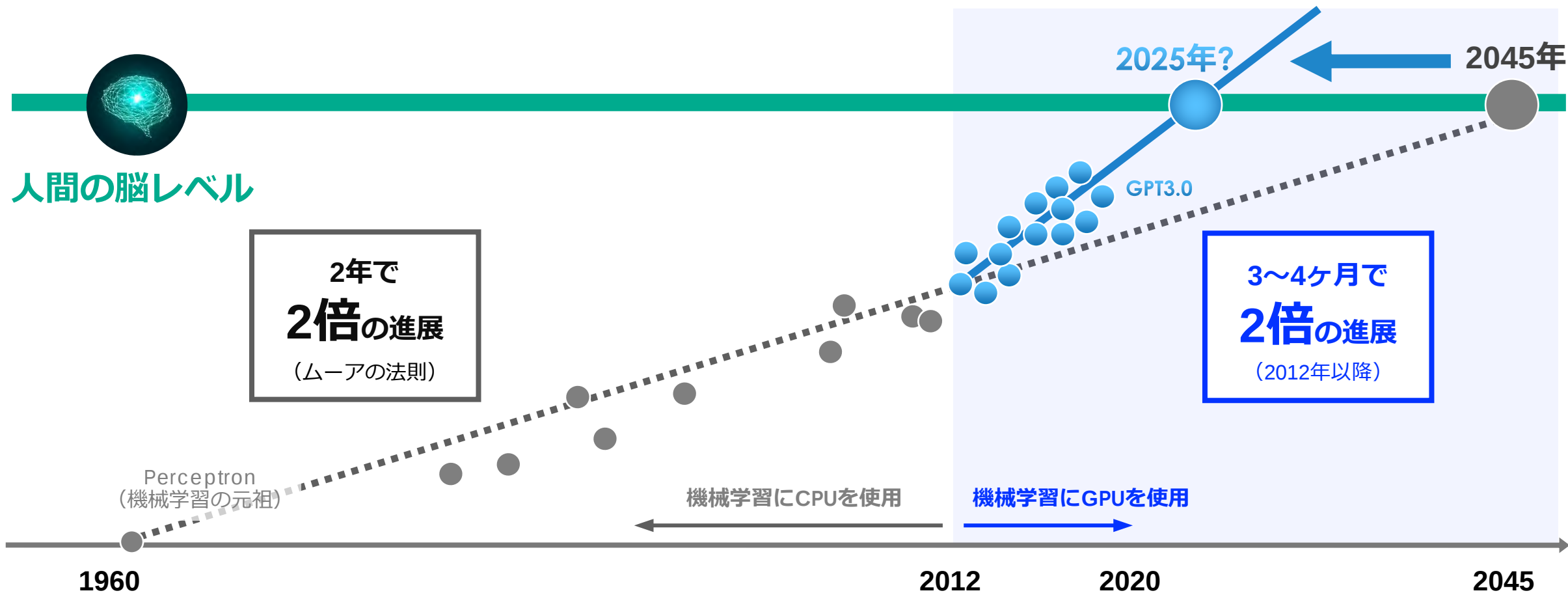


画像はいずれもイメージ

※ 従来よりも複雑な計算や推論が可能となったGPT-o1を2024年9月12日にリリース

計算能力の推移

2012年以降、機械学習にGPUが用いられたことで計算能力は飛躍的に進化
シンギュラリティの到達時期も前倒しとなる見通し



AIの更なる進化

10年後には人間の知能を大きく超えるASI（人工超知能）が出現する可能性あり

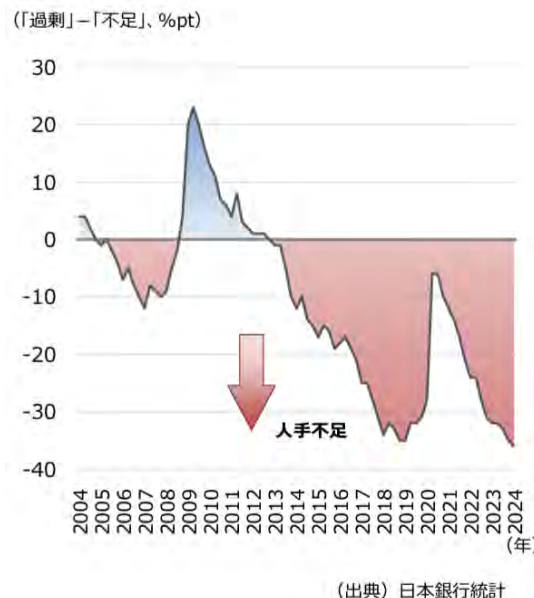


少子高齢化/労働人口減少などの社会課題を抱える日本では AIを活用した産業のDX化が特に重要

【課題】 労働人口減少

雇用判断DI※（全産業）

※雇用人員が「過剰」と答えた企業の割合から「不足」の割合を引いた値
マイナスの値が大きいほど人手不足感が強いことを示す



出典：基本政策分科会（第55回会合）「資料1エネルギーを巡る状況について」資源エネルギー庁
(https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2024/055/055_004.pdf)
を当社にて加工し作成

【解決策】 産業のDX化

物流業務の自動化



物流倉庫の自動化/全体最適化

- ・ 保管～ピッキング
- ・ 入出荷検品、棚卸
- ・ 荷積み・荷下ろし作業 等

出典：ソフトバンクロボティクス株式会社 HP
(<https://www.softbankrobotics.com/jp/product/logistics/>)

自動運転バス



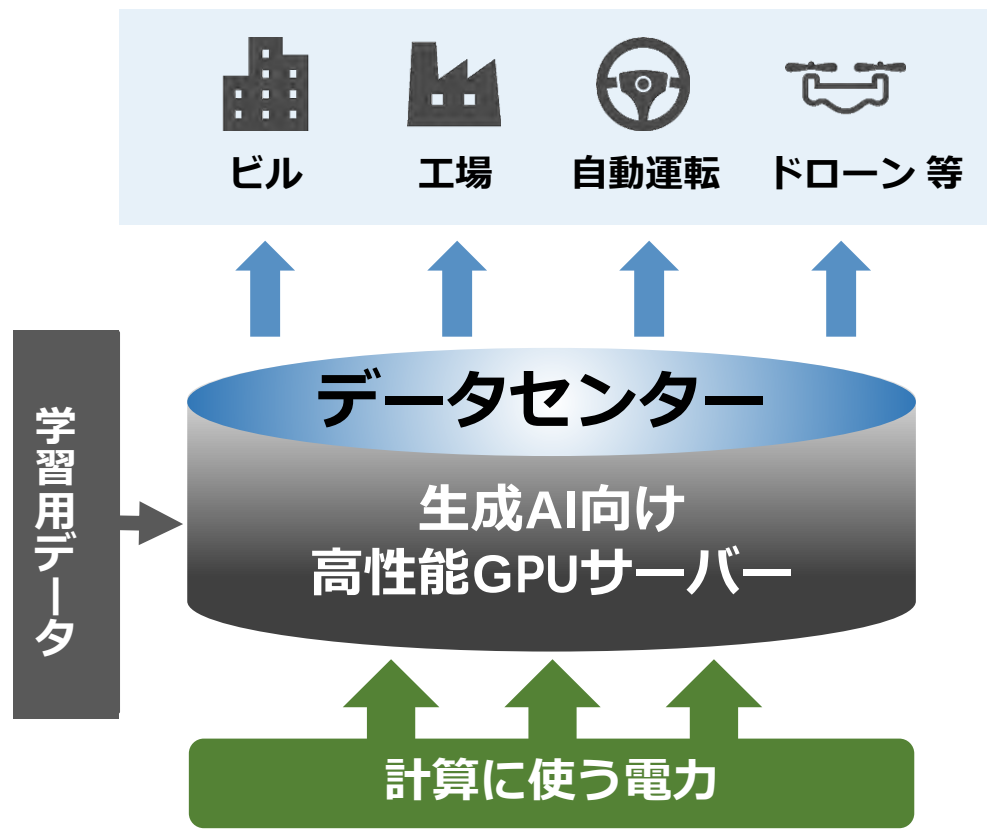
自動運転バスを社会実装

- ・ 茨城県境町
- ・ 羽田イノベーションシティ
- ・ 岐阜県岐阜市 等

出典：ソフトバンク株式会社 HP
(<https://www.softbank.jp/drive/>)

AIを活用するためには

AIによるDXとそれを支えるインフラ



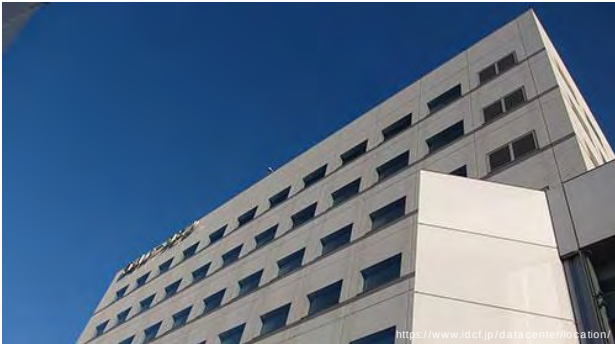
様々な社会課題を解決するDXに生成AIなどの
デジタル技術を活用するために



高性能GPUサーバーやそれを運用する
「データセンター(DC)」が必要

データセンターの役割の推移

時代の変遷とともにDCに求められる役割がAI学習・推論に変容し、同時に必要となる電力の規模も増大

	2000年～	2020年～	2025年～
			
分類	インターネット	ハイパースケーラー	AI
主な用途	Web閲覧・メール	クラウド	AI学習・推論
受電容量	2～15MW	25～50MW	数百MW～

データセンターに求められる計算能力と受電容量

AIを活用するためには2030年に1,960EFLOPs の計算能力、
電力需要として4.2GWが必要になる可能性

生成AIの普及 考慮前

(単位 : EFLOPs※)

※エクサFLOPs

エクサ : 10の18乗 (1エクサ=100京)

FLOPs : コンピュータの処理能力の単位

1秒間に浮動小数点演算を何回できるかという能力

DCで消費する電力の大半は、
GPUなどの計算基盤を動かすための電力
計算能力増 = 電力増

25倍

生成AIの普及 考慮後

1,960

電力換算
4.2GW

出典 : 従来シナリオ : 第5回 半導体・デジタル産業戦略検討会議(経産省)を元に作成(現在の計算負荷の増大傾向を前提とする)
新シナリオ : 従来シナリオをベースに生成AIの普及を前提とした各種公開情報を元に当社推計
DC必要受電容量 : 現在の技術進化を横引きの省エネ効果を織り込み当社推計

【参考】今後の電力需要見通し

国内の電力需要は半導体工場やデータセンター(DC)など 大規模需要の新設により増加傾向に転じる見通し

今後の電力需要想定 (単位：億kWh)

第70回 電力・ガス基本政策小委員会 資料より

今後10年の電力需要の想定

- 毎年、電力広域的運営推進機関は、一般送配電事業者から提出された電力需要の想定を取りまとめ公表。
- 本年1月24日に公表された想定では、人口減少や節電・省エネ等により家庭部門の電力需要は減少傾向だが、**データセンターや半導体工場の新増設等による産業部門の電力需要の大幅増加により、全体として電力需要は増加傾向となった。**

※電力広域的運営推進機関が業務規程第22条の規定に基づき、2024年度供給計画における需要想定の前提となる人口、国内総生産（GDP）、鉱工業生産指数（IIP）その他の経済指標について、当年度を含む11年後までの各年度分の見通しを策定。



(出典) 電力広域的運営推進機関HP 2024年度 全国及び供給区域ごとの需要想定について

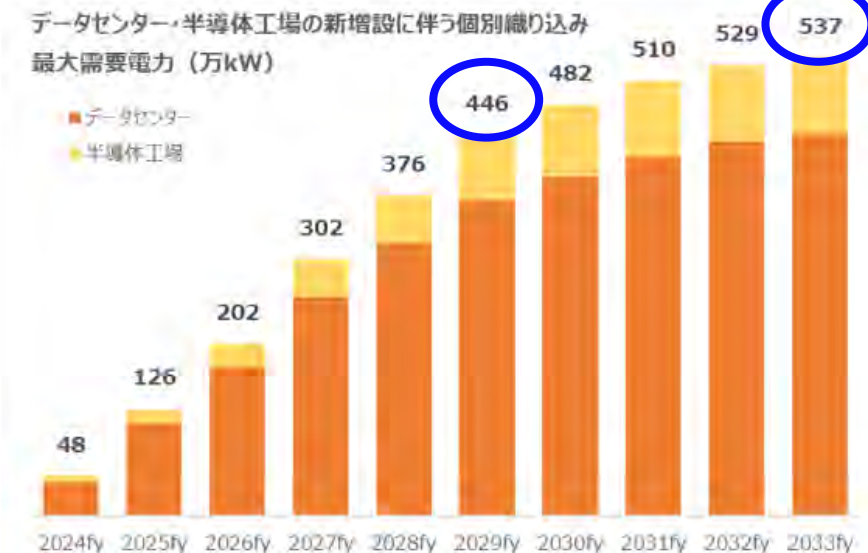
10

DC・半導体工場の需要想定

電力需要増加量
(2023年比)

2030年度	2033年度
+ 446 万kW	+ 537 万kW

第70回 電力・ガス基本政策小委員会 資料より



出典：第70回電力・ガス基本政策小委員会「電力需給対策について」資源エネルギー庁 (https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/070_10_00.pdf)を当社にて加工し作成

【参考】電力需要増加に対する政策動向

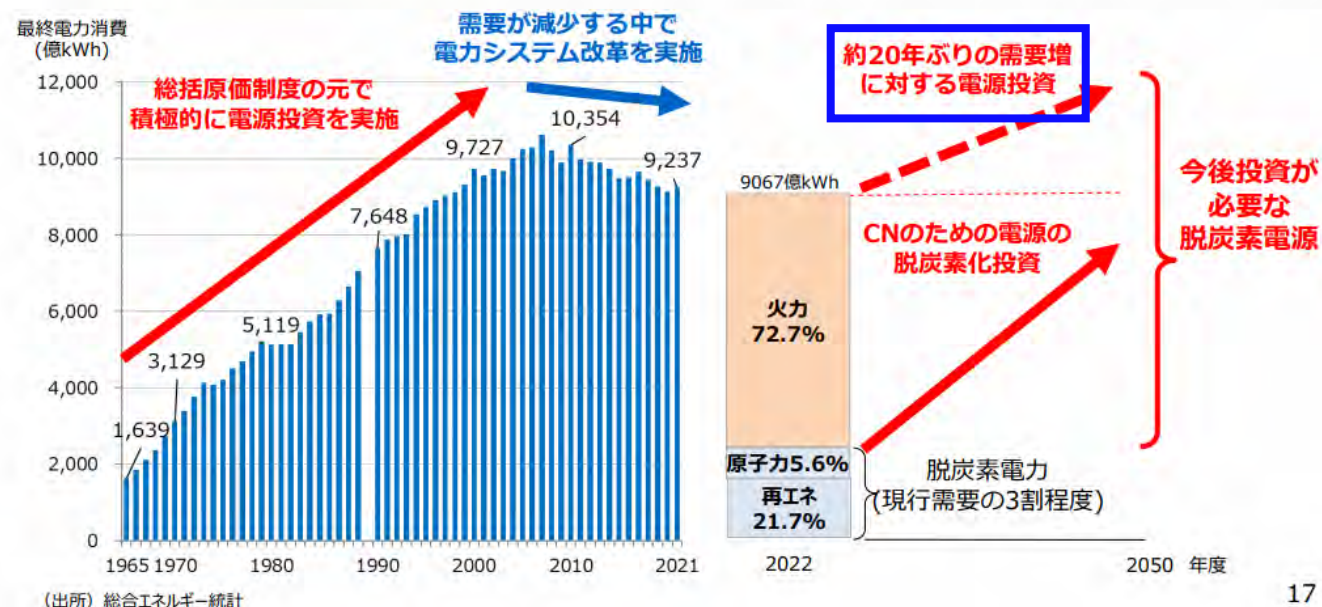
DC等による需要増加を踏まえて今後のエネルギー政策を検討中

第11回GX実行会議 資料より

エネルギー・産業立地

【参考】脱炭素電源投資の重要性

- 半導体工場の新規立地、データセンター需要に伴い、国内の電力需要が約20年ぶりに増加していく見通し。2050CNに向けた脱炭素化とあいまって、大規模な電源投資が必要な時代に突入。これまでの電力システム改革時には必ずしも想定されていなかった状況変化が生じている。
- 脱炭素電源の供給力を抜本的に強化しなければ、脱炭素時代における電力の安定供給の見通しは不透明に。
※電力広域的運営推進機関は、2024年度から29年度にかけて電力需要が年率0.6%程度で増加する見通しを公表（2024年1月）。



✓ DC等による需要増加に対応するためのエネルギー政策が議論中

✓ 電力需要増はこれまでの電力システム改革では想定されていなかった事象

出典：第11回GX実行会議「我が国のグリーントランスフォーメーションの加速に向けて」GX実行推進担当大臣 (https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx_jikkou_kaigi/dai11/siryou1.pdf)を当社にて加工し作成

1. AI社会の到来と次世代社会インフラ

① AI社会の到来

② 次世代社会インフラ(大規模データセンター)

2. 大規模データセンター建設の課題

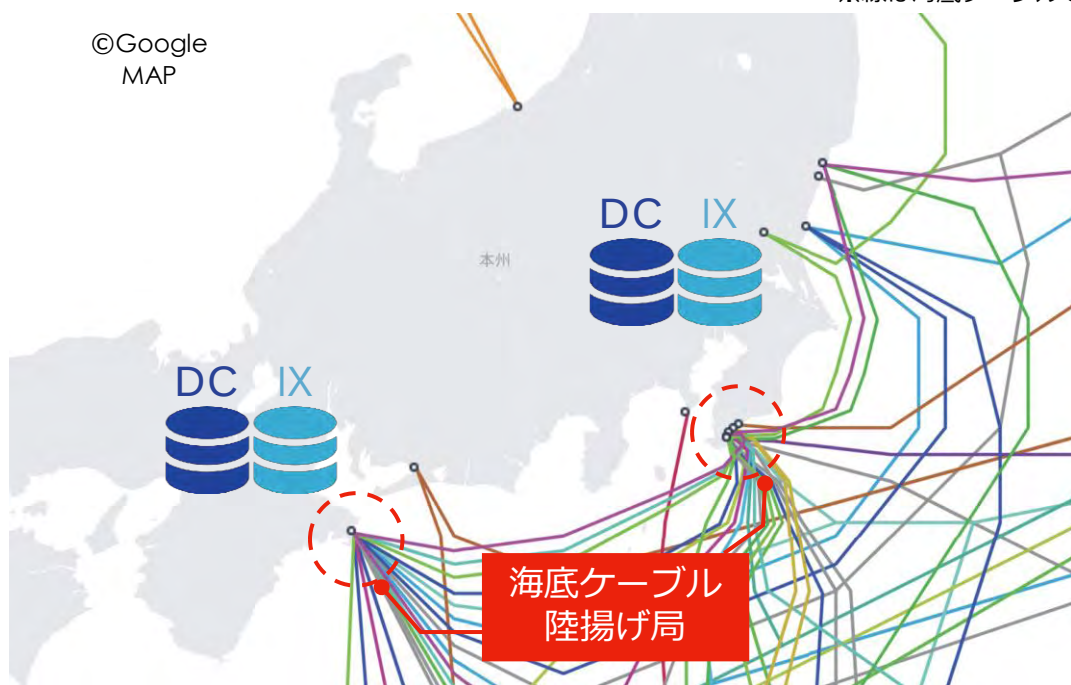
3. 需要家としての取組

現在のDCの立地状況

陸揚げ局 / IX / DCの集積

- 海底ケーブルの陸揚げは**南房総と志摩に集中**
- IXも**8～9割が東京/大阪に偏在**

※線は海底ケーブルを表す



出典) Submarine Cable Map

陸揚げ局 国際海底ケーブルを陸に引き上げる拠点

IX Internet eXchange（インターネット相互接続点）の略称
接続点を集約することでより効率的なインターネット接続が実現できる

DC集積地の消費電力

- DC集積地の印西（約700MW 建設予定含む※¹）では、**大型火力1基分※²相当の電力を消費**



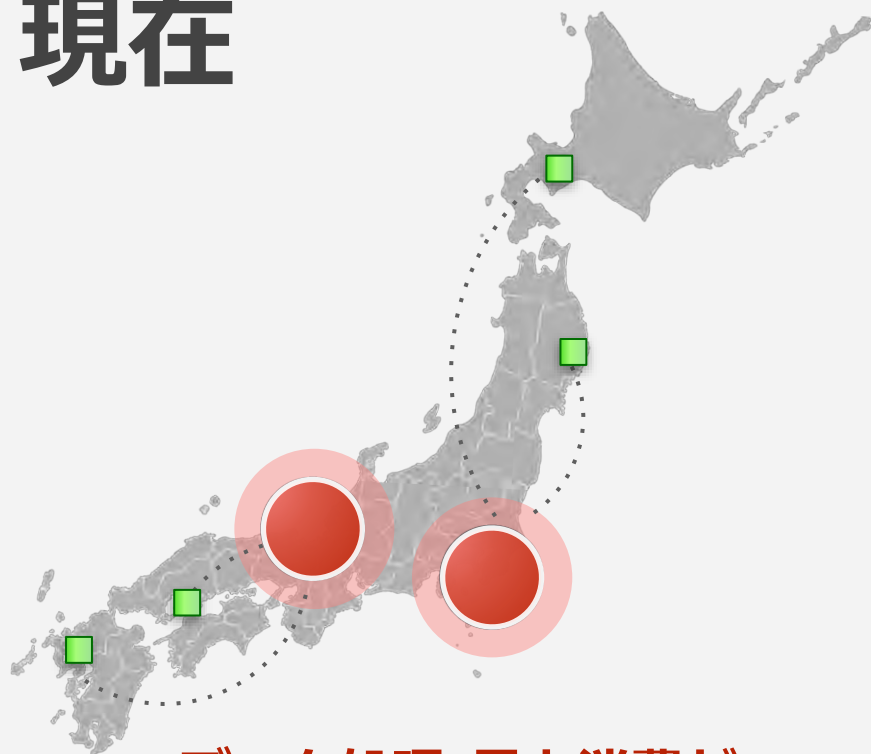
※¹ 当社調べ

※² 第6次エネルギー基本計画策定の算定諸元となる発電コスト検証（2021年時点）における石炭火力発電所のモデルプラント（700MW）を参考

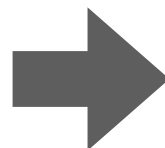
DC立地の転換

現在の都市部集中では大規模DCの構築に限界あり
AI社会における次世代社会インフラでは、DCは地域分散化の方向へ

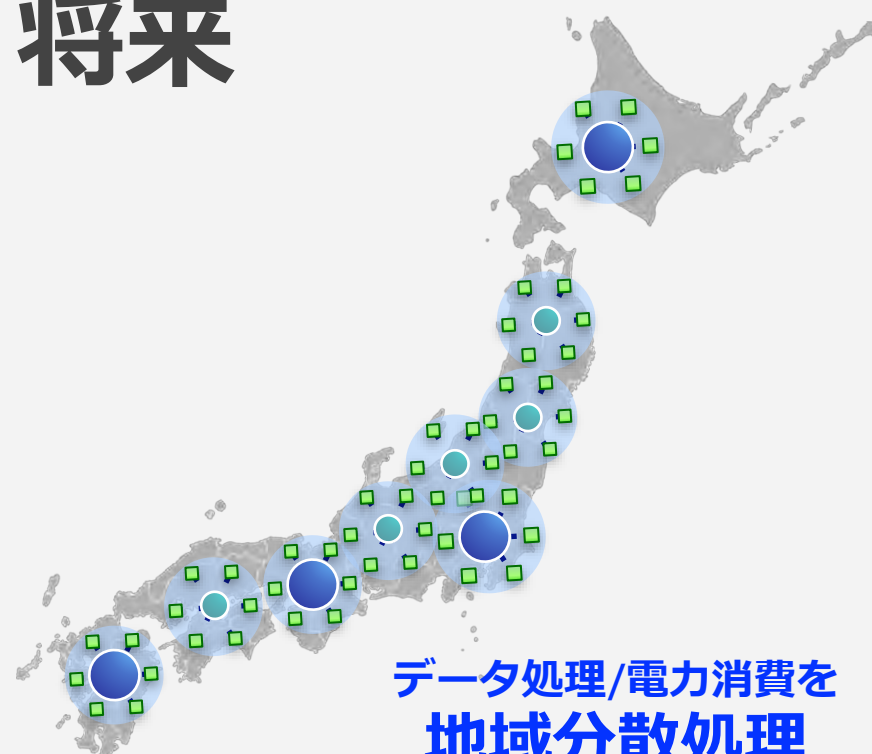
現在



データ処理/電力消費が
都市部に集中



将来



データ処理/電力消費を
地域分散処理

→分散処理が可能・必要になる理由
①学習環境/②推論環境

地域分散化が可能な理由①学習環境

学習環境要因による地域分散

学習環境

- 学習用データ収集
- データの前処理
(クレンジング / アノテーション等)
- 推論モデル作成



AIの学習環境向けの計算は
通信遅延が許容可能



大量の電力と用地が確保可能な
地域への分散が可能に

地域分散化が可能な理由②推論環境

推論環境要因による地域分散

推論環境

- 地域性の高い処理
- 大量の接続
- 高い応答速度



自動運転などで利用する
リアルタイムの推論環境は
高い応答速度が要求される



デバイス近傍での処理が必要
更に分散する方向へ

AI向け大規模DCに関する弊社取組事例

Brain DataCenter（学習用）およびRegional Brain（推論用）の整備を推進



AI向け大規模DCに関する弊社取組事例



北海道苫小牧市



最大300MW（将来的に増設予定）

大阪府堺市（協議中）



最大400MW
（将来的に増設予定）

AI社会の到来と次世代社会インフラ（まとめ）

生成AIを動かすためのDCと大量の電力が必要
→大規模DCを地域分散化する方向へ

生成AIの普及



計算量の増加



電力需要の増加



大規模DC地域分散



アジェンダ

1. AI社会の到来と次世代社会インフラ

① AI社会の到来

② 次世代社会インフラ(大規模データセンター)

2. 大規模データセンター建設の課題

3. 需要家としての取組

DC建設の課題

大規模なDCの建設を進めるためには課題が存在

	①安定的に電力を供給可能な用地取得	②低廉かつ長期的な電力確保
背景	生成AIの需要増に応じた 開発環境整備のため早期にDC建設が必要	DCの安定的運営のため 長期かつ低廉の電力確保が必要
課題	・ 需要側の系統空き容量の情報がなく <u>適地選定に時間がかかる</u> ・ DCと電力設備の<u>建設リードタイムに 差がある</u>	・ 海外と比較し<u>電気料金が低い</u> ・ カーボンニュートラルの実現

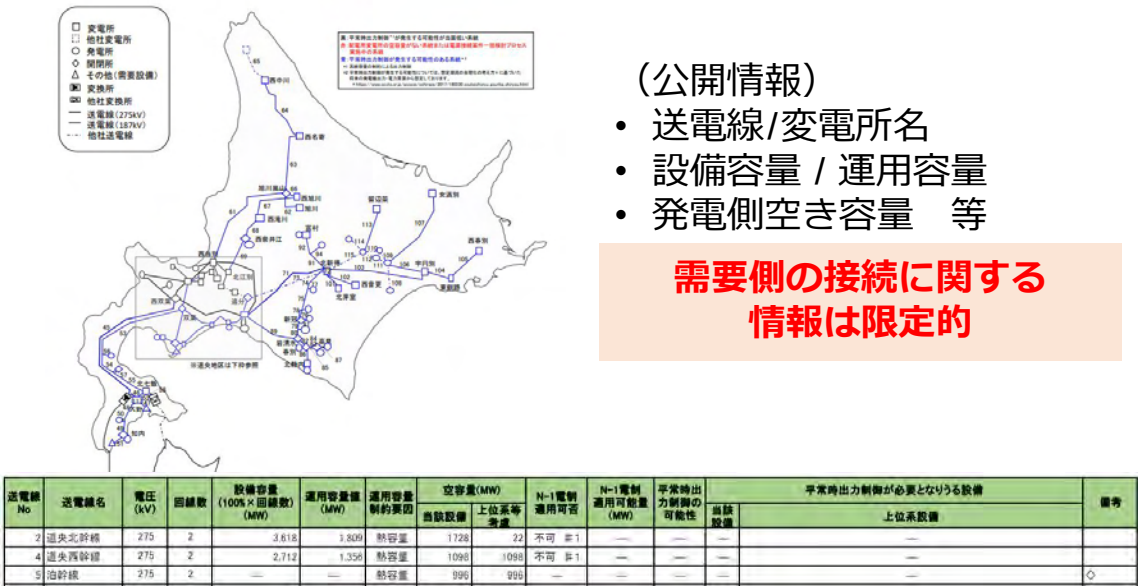
適地選定と系統接続に要する期間

需要側への情報提供が限定的、系統接続までの時間が長期化

系統に関する情報公開

発電側の接続には、空き容量マップが公開一方で、需要側の情報はウェルカムゾーンのみ

【発電側】系統空き容量マップ (北海道電力NWの例)



安定的に電力を供給可能な用地の必要性

DCと電力設備の建設リードタイム比較



DCの建設と、電力設備の建設の
リードタイムに差がある

需要増を見据え、
安定的に電力を供給可能な用地を取得

出典：「長期脱炭素電源オークションの概要について」電力広域的運営推進機関
(chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.occto.or.jp/market-board/market/oshirase/2023/files/202306_youryou_gaiyousei_tsumei_long_r.pdf)
2023年6月22日時点当社にて加工し作成

*建設リードタイム（電源種毎に供給力の提供開始を求める期限）：太陽光5年、LNG6年、風力・地熱8年、水素・アンモニア・バイオマス・混焼LNG・CCS火力・混焼・専焼改修11年、水力12年、原子力17年

再掲) DC建設の課題

安定的に電力を供給可能な用地取得、低廉かつ長期的な電力確保が課題

①安定的に電力を供給可能な用地取得

背景

生成AIの需要増に応じた
開発環境整備のため早期にDC建設が必要

課題

- ・ 需要側の系統空き容量の情報がなく
適地選定に時間がかかる
- ・ DCと電力設備の建設リードタイムに
差がある

②低廉かつ長期的な電力確保

DCの安定的運営のため
長期かつ低廉の電力確保が必要

- ・ 海外と比較し電気料金が低い
- ・ カーボンニュートラルの実現

低廉かつ長期的な電力確保の必要性

最も重要なデータセンター選定基準は電力コスト

データセンター選定基準

最も重要な選定基準

データセンター利用に関する国内外の動向に係る調査研究より

米国・ソフトウェアサービスベンダーのデータセンター選定基準

米国・ソフトウェアサービスベンダーにおけるDC設置場所の選定基準は、プライオリティの高い順に、電力コスト、クオリティの高いNWの利用可否、設置/運用スキルの高い人材の有無、廉価なアクセスNWの利用可否。

米国・ソフトウェアサービスベンダーのデータセンターの選定^{*1}

➤ 米国・ソフトウェアサービスベンダーにおけるDC設置場所の選定基準は、約80項目存在するが、そのうちの1位～4位は以下

- 1 電力コスト
- 2 広帯域・QOSを担保した基幹NWの利用可否
- 3 設置/運用スキルの高い人材の有無
- 4 廉価なデータファイバ等のアクセスNWの利用可否

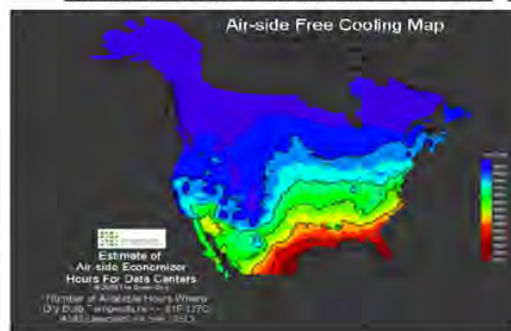
➤ 最も重要な選定基準は電力コスト

・ 背景には、DCの運用コストの50%を電力コストが占めているという現状がある

➤ 故に、米国・ソフトウェアサービスベンダーは様々な方法で電力コストの削減を模索

- ・ ヒートマップを活用して冷却装置不要のエリアを探す
- ・ 電力コストが低いエリアを探す
 - ⇒ 電気代が低い、または助成制度のあるエリアなど
- ・ 電力コストを自力で下げる
 - ⇒ 自家発電を行う
- ・ 電力効率向上の技術の採用
 - ⇒ 直流給電を行う

(例) The Green Gridが公表しているクーリングマップ^{*2}



^{*1}: アクセンチュア社ヒアリングより ^{*2}出典: <http://www.thegreengrid.org/>

出典: 総務省「データセンター利用に関する国内外の動向に係る調査研究」

17

第1位 電力コスト

電力コスト削減のための方策例

- ・ 冷涼な地域
- ・ 電力コストの低いエリア（助成制度の活用含む）
- ・ 自家発電によるコスト削減
- ・ 電力効率向上技術の採用

出典: 「データセンター利用に関する国内外の動向に係る調査研究」総務省
(https://www.soumu.go.jp/main_content/000067990.pdf)を当社にて加工し作成

海外事業者目線での日本のDC立地

日本は世界第3位のDC適地だが、電気料金が高いことが課題

アジアにおける日本の立ち位置

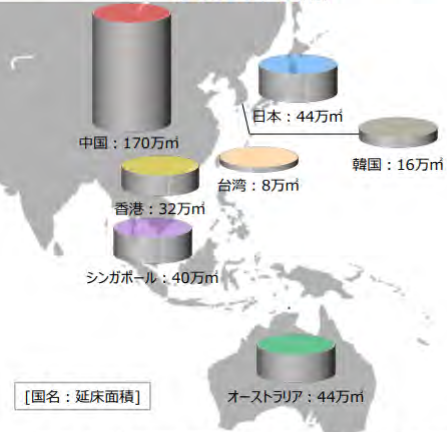
DC適地として日本は世界第3位

第2回半導体・デジタル産業戦略検討会議 資料より

アジア（APAC）における日本の立ち位置

- AIやビッグデータ活用の向上は、データ集約拠点であるデータセンターの立地が鍵を握る。
- APACでは、中国が最大のデータセンター立地国であり、日本は第二位であるが、その差は拡大。
- 他方、データセンターの適地としては、日本は世界第3位であり、地政学的にも立地競争力を有するが、電気料金や建設許可の取扱など、コスト面の課題が存在。

APACの主なクラウドデータセンター立地状況 (2021年予測)



[国名: 延床面積]

(出所) DATA CENTRE PRICINGホームページを元に経済産業省作成

海外大規模データセンター事業者の声※

【立地条件】

- ✓ 日本は、アジアで政治的安定性が最も優れている国の一つ。
- ✓ インフラ制約や建設許可等により、建設に5年かかる。海外では政府が「データセンター特区」を整備している国も。
- ✓ 高電圧帯に接続する際に、リードタイムと建設コストがかかる。
- ✓ 熟練人材の不足により、建設コストが高い。

【電力料金】

- ✓ 他国に比べて電力料金が安い。
- ✓ 再エネの調達に追加のコストがかかる。

【インセンティブ】

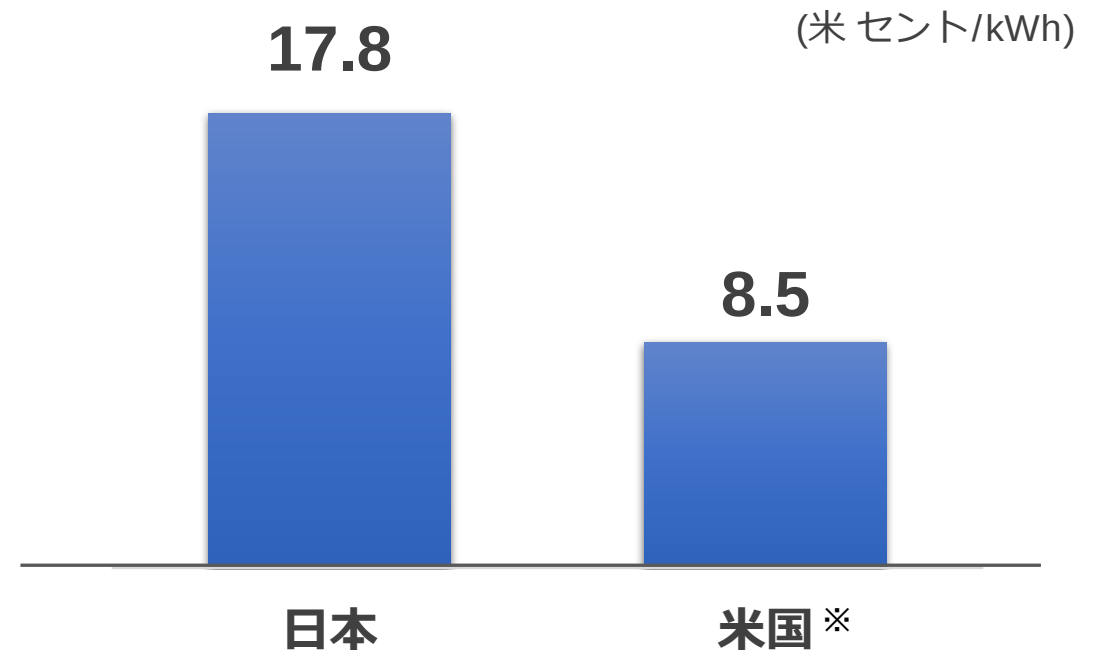
- ✓ ビジネス上の予測可能性を高めるよう、DCの建設から運用を含む長期（～25年）の支援策、土地取得、資材購入にかかるインセンティブがあると理想的。
- ✓ プロジェクトの場所・価値に応じたインフラ向けのインセンティブを用意することは有用。
- ✓ データセンター建築に要する許認可取得等について、政府側に「統一窓口」や「グリーンレーン」があると便利。

※ヒアリングを元に経済産業省作成

19

産業用電気料金の国際比較（2022年時点）

電気料金が米国よりも高く、
DCの運営コストへ大きく影響



※米国は州ごとに税額が異なるため、米国全体の税額の内訳不明

出典：第2回半導体・デジタル産業戦略検討会議「デジタルインフラを巡る現状と課題」経済産業省
(https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital/0002/03.pdf)を当社にて加工し作成

出典：「令和5年度エネルギーに関する年次報告」経済産業省
(<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2024/pdf/>)を当社にて加工し作成

【参考】米国事例：電気料金割引と税制優遇

米国では電力会社や行政がインセンティブを提供しDC誘致を実施

EDR※の導入事例

※Economic Development Rider（経済開発特約）の略称

企業誘致や電力需要創出を目的に電気料金の割引を実施

提供主体	Xcel Energy社（コロラド州の電力会社）
期間	10年間
割引率※ (3~20MWの場合)	請求額に対して以下の割引を導入し、 年々割引率を漸減 1~3年 30% ➡ 4~5年 25% ➡ 6~7年 15% ➡ 8~10年 10%
主な適用条件※	• OPEXのうち最低5%を電力コストが占めること • 10%以上のオンサイト再エネ供給 • 蓄電池の設置（電力需要の10%相当の蓄電容量）

※ 20MW以上の場合：コロラド州の公益委員会との個別協議により決定

DC誘致の税制優遇

DC誘致を目的に売上税・使用税を免税

提供主体	テキサス州
対象税	州の売上税・使用税 (6.25%の免税)
期 間	認定から最大 20年間
免税対象	電気料金 、電気設備、非常用発電機、サーバーなどのハードウェア 等
金額上限	なし
主な適用条件	• 建物面積：7,000坪以上 • 設備投資額：5年以内に5億ドル以上 • 雇用人数: 40名の雇用創出 等

1. AI社会の到来と次世代社会インフラ

① AI社会の到来

② 次世代社会インフラ(大規模データセンター)

2. 大規模データセンター建設の課題

3. 需要家としての取組

需要家としての取組

早期接続のため、系統に余力のある発電所近傍でのDC建設などを検討

DCの立地場所の変化

従来

通信の遅延抑制のため、
大需要地である**東京・大阪に集中**

■ データの発生場所
● データの処理場所（DC等）



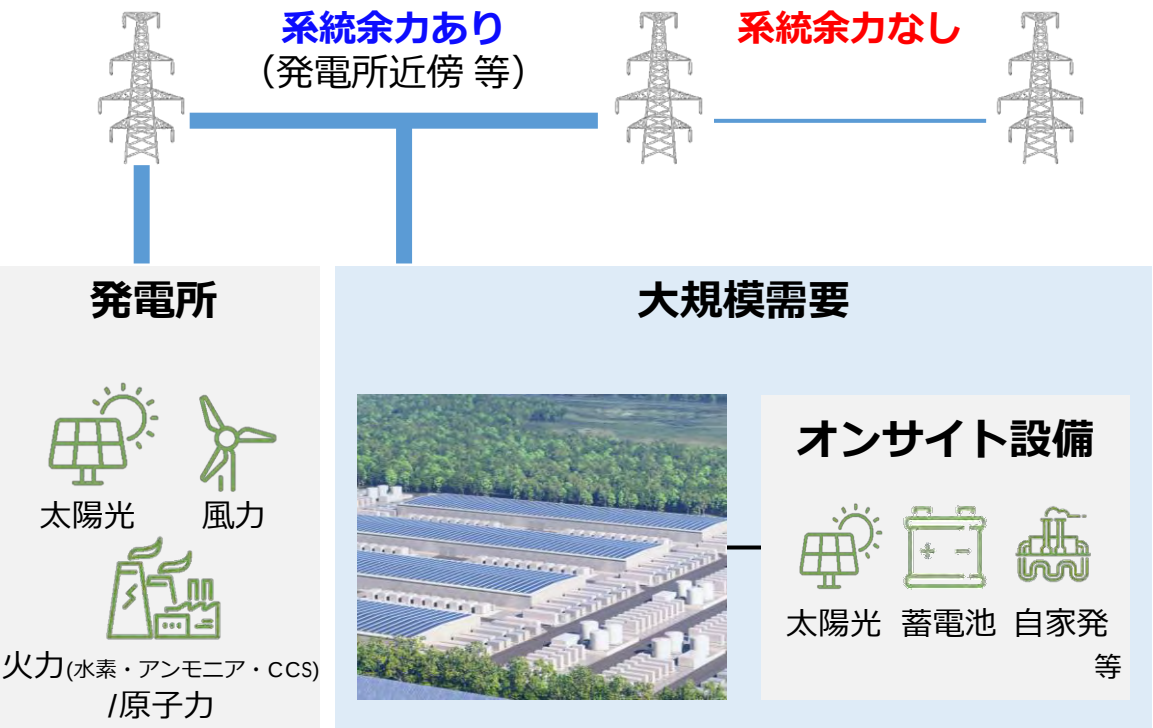
今後

生成AIの学習に必要な計算処理では、
通信の遅延が一定程度許容される
→ **系統状況に応じた立地も可能**



大規模需要家の取組

系統余力のある場所への立地や
オンサイト設備設置等の工夫



【参考】米国事例：原子力発電所からの直接供給

原子力発電所から直接電力供給を受けるDCを買収する事例もあり

Amazon Web Service社による電力確保

原子力産業新聞

米国 原子力発電所直結のデータセンターをアマゾン子会社に売却

22 Mar 2024

大野 薫

米国テキサス州・ヒューストンに拠点を置く電力会社のタレン・エナジー社は3月4日、同社が所有するペンシルベニア州北東部にあるキュムラス（Cumulus）データセンター・キャンパスを米アマゾン傘下のクラウド・サービス・プロバイダーであるアマゾン・ウェブ・サービス（AWS）社に売却したと発表した。売却額は6億5,000万ドル（約960億円）。



サスケハナ原子力発電所©タレン・エナジー社

- 原子力発電所(2.5GW)から直接電力を受電しているDCを6億5000万ドルで買収
- 将来的にDC設備を96万kW規模に増設予定

出典：「米国 原子力発電所直結のデータセンターをアマゾン子会社に売却」原子力産業新聞_2023年3月22日
(<https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/22198.html>) を当社にて加工し作成

供給・需要側双方で連携した取組

増加する需要に対し、効率的な系統整備・立地誘導を実現するためには
供給側と需要側の連携した取組が必要

AI普及に向けたDC立地の考え方

第11回半導体・デジタル産業戦略検討会議 資料より

AIの普及に向けたデータセンターの立地の考え方

- AI用データセンター（DC）は、従来DCと比べ、産業用途の一部の需要を除き、低遅延性への要求が低く、需要地（大都市圏）との距離要件が緩和される一方で、大容量の電力確保が必要。
- 電力インフラ（電源や送電設備）を新規かつ大規模に整備するには時間とコストがかかる。このため、AI用DCについて、**省エネを徹底するとともに、計算能力の提供先の省エネにも貢献していくことが前提**として、特に大規模なものについては、一部の電力会社が「ウェルカムゾーンマップ」で提示しているような、**既存の電力インフラを活用できる場所や、将来的に電源が立地する見込みがある場所の近傍に立地**していくことが有効。なお、学習用の計算負荷は、推論用と異なり、電力需要の調整に対応することが可能であり、出力が不安定な再生エネルギーの活用が期待できる。
- 産業全体のカーボンニュートラルに向けて脱炭素電源の確保を進めていく中、日本の生産性向上を支える**大規模なAI用DCの立地は、GX政策とDX政策の両面から政策的に誘導**していくことが重要。



116

出典：第11回半導体・デジタル産業戦略検討会議「半導体・デジタル産業戦略の現状と今後」経済産業省
(https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital/0011/handeji_reviesd.pdf)
を当社にて加工し作成

効率的な系統整備に資する
場所※の選定・公表

※系統余力のある場所、脱炭素電源
ポテンシャルのある場所等

連携・推進

大規模需要の早期接続
に向けたインフラ整備

産業誘致・需要創出

効率的な系統整備・AI普及を実現

EOF