

2024/12/21 環動車の会

# AIの普及とエネルギー・社会

岸本 健

# 目次

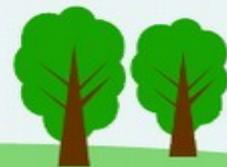
1. AIの社会的利用
2. 日本のAIデータセンター
3. 電力需要(データセンター、AIなど)
4. AIの種類
5. 生成AIのタイプ
6. AIの消費電力
7. AIのタイプ別データ量と計算量
8. AIの電力消費量推移
9. 言葉説明
10. 発電所(2024年)
11. AIの使い方 chatGPTを使う
12. 家庭でのAIの使い方
13. 一般事務でのAIの使い方
14. まとめ



# AIの社会的利用

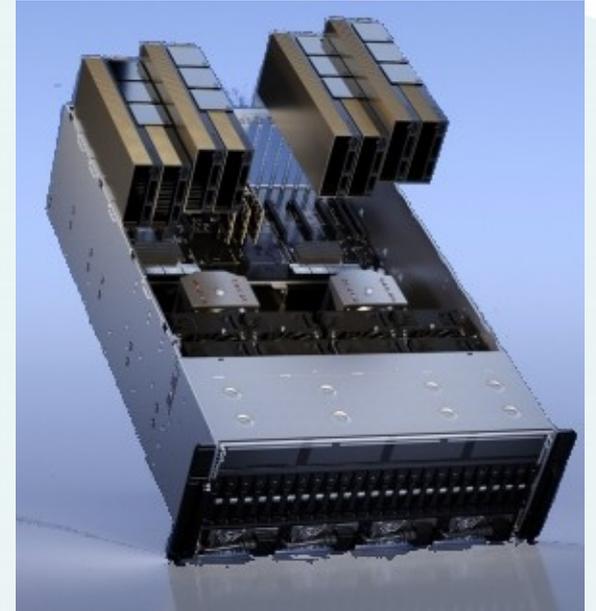
- AIはすでに人々の生活に深く浸透しつつある。過去のトレンドから未来を正確に占うことができる点で**非常に有用なツール**として確立しつつある。
- AIが人間知能を超える瞬間である**シンギュラリティ**はすでに一部で現実になっている。2045年には超える (Ray Kurzweil)
  - 創薬分野での毒性物質生成。誹謗中傷や情報操作に特化した言語処理など
  - 人工知能とロボットで人間の仕事の多くは代わられる
  - 医療、老人介護、幼児保育なども、人事評価も
- AIは**道徳観・倫理観**を持つようになる
- **AIと人間が共存**する社会を実現する方法が課題

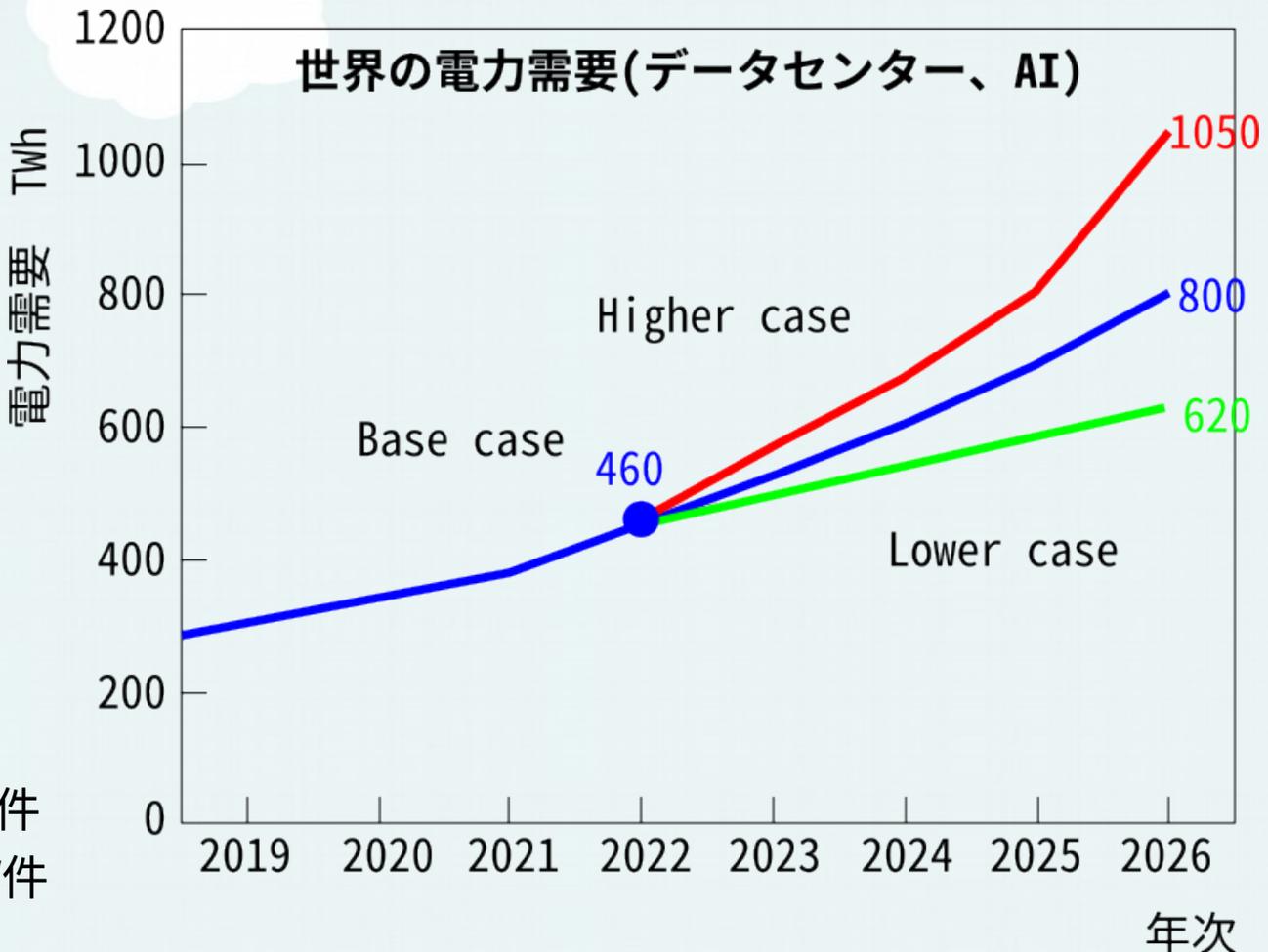
ロボット犯罪学



# 日本のAIデータセンター 日経Xテック

- GPUサーバーを稼働できる18社34施設
  - NEC, NTT, KDDI, さくらインターネット, 野村総研, 富士通など
- GPUサーバー
  - NVIDIAのH100/H200を8個搭載、1台で10kWを超える。  
DELL製1台9000万円
  - LLMのトレーニングには、複数のGPUサーバーが必要
- H100
  - HGX 10kW/1枚, 500万円/1枚





Google 0.3Wh/件  
OpenAI 2.9Wh/件

(出所)IEA "Electricity 2024" (2024.1.24公表)

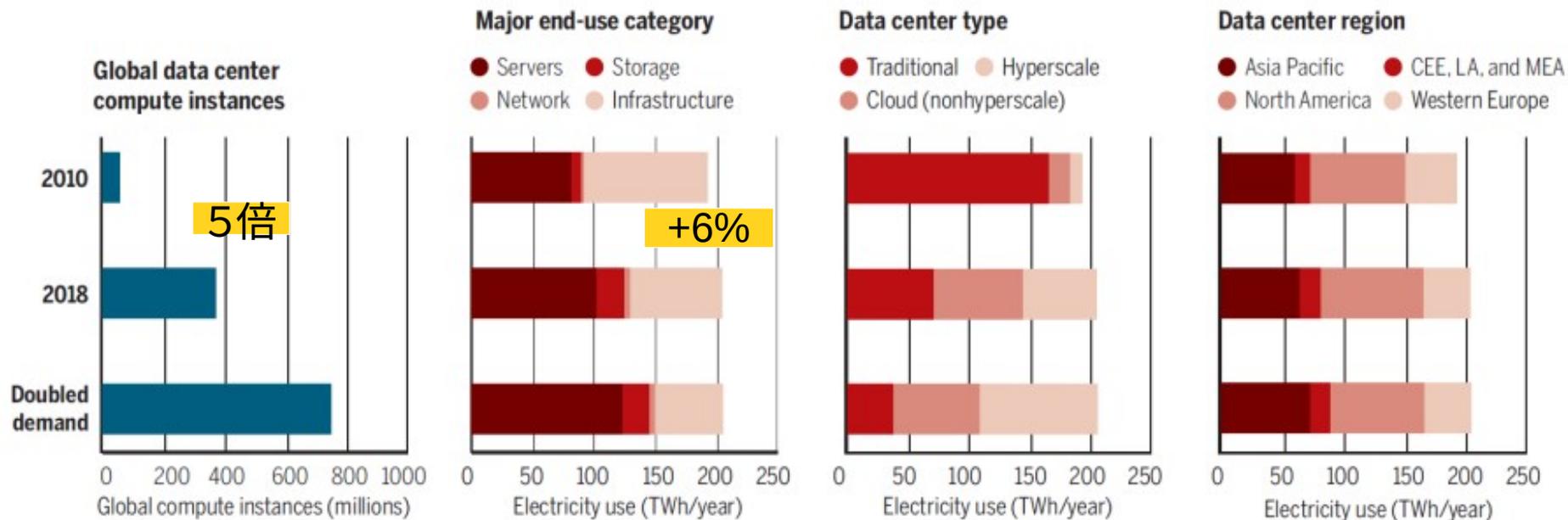


# 樂觀論 電力消費推移推定

[出典] Masanet et al., "Recalibrating global data center energy-use estimates", Science (2020)

## Historical energy usage and projected energy usage under doubled computing demand

Doubled demand (relative to 2018) reflects current efficiency trends continuing alongside predicted growth in compute instances.

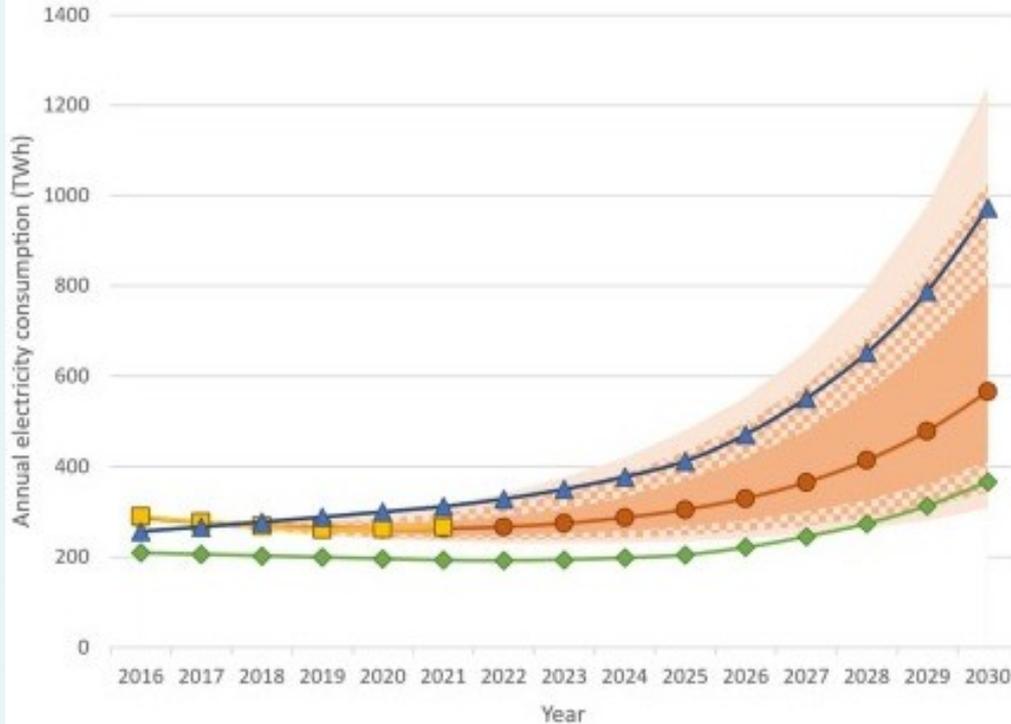


CEE, LA, and MEA, Central and Eastern Europe, Latin America, and Middle East and Africa; TWh, terrawatt-hour.



# 増大論

Data center energy consumption per year  
Sensitivity analysis (10,000 replications) - All scenarios



Martijn Koot, Fons Wijnhoven, "Usage impact on data center electricity needs: A system dynamic forecasting model", Applied Energy, Vol.291(June 2021)

ユーザ↔DC、DC間の通信も加える  
2021年にムーアの法則の破綻

- 99% Confidence interval
- 95% confidence interval
- 75% confidence interval
- Simulation results - Median
- Masanet et al. (2020) - incl. traffic
- Andrae et al. (2020) - expected
- Andrae et al. (2020) - best

表9 すべてのデータセンターの電力予測の感度分析。

データセンターの 電力消費量 (TWh)	シナリオ0: ベ ースライン	シナリオ1: ム ーアの法則	シナリオ2: IIoT	すべてのシナリオ を組み合わせる
複製回数	10,000	10,000	10,000	10,000
中央値	334.26	445.03	382.00	565.87
95% 上限	421.59	712.63	489.17	1031.27



# AIの種類

- **機械学習** 膨大な入力を要素分析し、モデルが評価して、出力する
  - **教師あり学習** 要素分析の評価関数を与えておく
  - **教師なし学習** 要素分析の評価関数はモデル評価時にAI自身が作成する
- 回帰モデル、分類モデルなどがある。主成分分析モデル
- **深層学習** 膨大な入力を多層の共通点抽出して、評価値を出力する
- **ルールベースAI、学習しないモデル** **嗜好分析**
- **大規模言語モデル(LLM)と生成AI** 膨大な文章・会話入力を多層の深層学習、自然言語処理
- **スパースモデル** **群盲象を模さないモデル** **ああ言えばこうなる**

不良品検出

自動運転

MRI読影

嗜好分析

ああ言えばこうなる



# 生成AIのタイプ

- 会話タイプ: 自然な会話をシミュレートする
- 要約タイプ: 文章の重要なポイントを抽出して簡潔にまとめる
- 記事作成タイプ: 指定されたテーマやキーワードに基づいて文章を作成する
- 画像生成タイプ: 指示された内容に基づいてユニークな画像を生成する
- 動画生成タイプ: テキストや画像から新しい動画を作成する
- 音楽生成タイプ: 独自の楽曲を自動で作曲する
- **コード生成タイプ**: プログラミングコードの作成を支援する
- その他: スケジュール管理や3Dモデルの作成など、他の特定の用途に特化したもの

音楽、小説、漫画、芸術など



# AIの消費電力

- AIプロセスの中で、学習プロセス(大規模モデルのトレーニング)が電力多消費
  - 高速線形代数コア XLAコンパイラで作成
- ALUコア
  - GPU(画像処理)で数1000個のALUを持ち並列計算
  - TPU(テンソル処理)は、ALUを128x128の行列として持つ
- 演算は、HBMメモリとALU間のデータの輸送
  - HBMは立体構造のメモリ素子、高速だが熱に弱い
- TensorFlow / PyTorch / JAX

エッジTPUで実行できる  
ように少電力工夫



# AIのタイプ別データ量と計算量

AIのタイプ	説明	データ量	計算量
ルールベース	初期のAI,教師有学習	限定的	基本的計算のみ
機械学習	教師無学習	多い	データ量に比例
深層学習(DL)	NN。大型モデル 画像認識、言語処理	非常に多くを必要 データ内容に依存	GPU/TPUの活用
生成AI、大規模言語モデルLLM(GPT3,GPT4)	$10^9 \sim 10^{12}$ の変数でトレーニング	膨大	20日~200日の訓練期間 $10^9$ Whの電力
省エネモデル(研究中)	ソフト:圧縮技術など ハード:高効率チップ	LLMの $10^{-4}$ 倍程度	



# AIの電力消費量推移

年代		モデル	計算モデル	消費電力量
	～2010	小規模機械学習システム	画像分類	～100kWh
2010	～2015	中規模深層学習モデル	AlexNet	約200kWh
2015	～2020	大規模深層学習モデル	ResNet, BERT	約1.5MWh
2020	～	超大規模言語モデル	GPT3, GPT4, PaLM	約1.28GWh
2023	～	高エネルギー効率モデル	蒸留モデル、スパースモデル, o1	約2GWh以上



# 言葉説明

- AlexNet
  - CNN(畳込ニューラルネットワーク),6000万の変数と65万のニューロンでGPU利用で利用可能
- BERT(Bidirectional encoder representations from transformers)
  - 自然言語処理、トークンの前後文脈処理と位置限局全結合の畳込み
- GPT-3, GPT-4 Generative Pre-trained Transformer
  - 自己回帰型の言語モデル。質問文に継続したテキストを生成。MicroSoftが独占的に管理。
  - GPT-4は有害な応答を抑制するトレーニングを持つ。危険化合物や麻薬の生成や購入には道徳的回答
- PaLM
  - 多言語、推論、コーディング機能が改善された次世代の言語モデル
- 蒸留モデル
  - 巨大モデルを教師モデルとして小型モデルを経験予測として利用。エッジAIで利用可能
- スパースモデル、ゲーティングモデル
  - 疎性モデルで全体を復元するモデリング



# 発電所(2024年)

発電方式	地点	割合%	発電出力 GW	発電量 GWh	平均発電出力 MW/所	平均発電量 MWh/所
原子力	15	12.1	33.08	7.26	2204.20	484.0
石炭火力	86	27.8	51.76	16.68	601.84	194.0
石油火力	99	0.9	12.70	0.57	128.26	5.8
LNG火力	70	32.9	77.93	19.78	1113.21	282.7
太陽光	5457	4.1	17.12	2.47	3.14	0.5
水力	1757	13.3	49.52	7.99	28.24	0.4
バイオマス	111	3.6	4.84	2.19	43.56	19.7
風力	370	0.9	05	0.56	13.64	0.2
地熱	16	0.2	0.43	0.16	26.69	10.0

AIのために原発2基



# AIの使い方(chatGPT、生成AI)

GPT(Generative **Pretrained** Transformer)

- PCで使う
  - <https://chatgpt.com/>で使う
- ケータイで使う
  - Google Play/App StoreでChatGPT
  - LINEのAIチャットくん
- ハルシネーション(幻覚)、不正確
- 個人情報、企業情報の入力は不可
- GPT-4oは2023/04までの情報
- 音声生成、音声合成
- テキスト生成、粋なキャッチも
  - 短歌も作れます。もちろん川柳も  
風もなく光る波間を漂えば夏の午後とは夢のようです
- 画像生成
- 動画生成
- ソースコードの生成



AGI(汎用人工知能)、ASI(人工超知能)

# 家庭でのAIの活用

chatGPTに聞きました

## 1. 家計管理の自動化と分析

- 家計簿アプリ MoneyTree, Zaim
- 予算アドバイス
- 自動貯金

## 2. 買い物リストの自動生成と管理

- スマート冷蔵庫
- 買い物リストアプリ

## 3. 料理の時短支援

- レシピ提案アプリ
- スマート家電

## 4. 掃除・片付けの自動化

- ロボット掃除機
- ゴミ出しリマインダー

## 5. 育児サポートと教育

- 育児日記アプリ
- 知育アプリとオンライン教育

## 6. タスクのリマインダーとTo-Do管理

- スマートアシスタントとリマインダー
- To-Doアプリ
- タイムトラッキング



# 一般事務でのAIの使い方

- スケジュール管理とカレンダーアシスタント
- データ入力AI-OCRと整理
- 報告書、連絡メモなど文書作成
- カスタマーサポートとFAQ対応
- 経費精算と会計処理の支援
- 議事録作成の自動化
- タスク管理と優先順位の自動化
- メール応答の自動化
- 市場や業界の調査と情報収集
- 従業員の出勤管理とデータ分析
- アンケートやフィードバックの分析とトレンド抽出
- 研究の方法(o1をSTEMに应用)を尋ねる

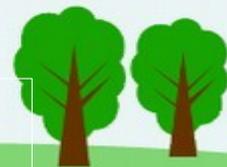


# AIの普及とエネルギーについてのまとめ

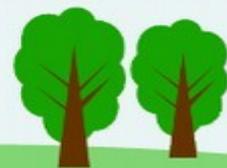
今から5年間の間

- 悪意のあるAIの出現や社会進出でAIの発展には十分注意する必要がある
- 便利なAIツールやAIアプリが作られているし、今後も作られる
- ハードウェアの技術進展で、電力不足を恐れることはないだろう
- AIは肉体労働力にはならない。しかし、AIがAGI-ロボットを設計するだろう？
- 音楽、絵画、映画製作、アニメなど芸術創作は人間と競争となる
- さらなるAIの利用は人間の欲望だがAIのモンスター化を招く
- AIの知識欲を制御する方法が必要
- 戦争の形態が変わる

そして、未来へ



ご清聴に感謝します



# 例

自律神経の活性と発汗量の相関について研究を行っていますが、顕著な相関の得るために最も適している体の部位はどこでしょうか。また相関を得る方法にはどんな方法がよいでしょうか

- 🌀 自律神経の活性と発汗量の相関を研究する際、体の部位や測定方法を適切に選ぶことが非常に重要です。以下に、それぞれのポイントについて説明します。

## 1. 最適な測定部位

発汗量はエクリン汗腺の分布が高い部位で特に顕著に測定できます。自律神経活動(主に交感神経)の影響を受けやすい部位として、以下が推奨されます:

### 手掌(手のひら)

理由: エクリン汗腺が非常に多く、交感神経活性の影響を強く受けます。

- メリット: ストレス負荷や心理的刺激に対して、敏感に反応。
- デメリット: 測定時に外部環境や体温の影響を受けやすい。

### 足底(足の裏)

理由: 手掌同様にエクリン汗腺が集中しており、交感神経活動を反映しやすい。

- メリット: 日常生活における刺激による影響が少ないため、安定したデータ取得が可能。

### 前額部(額)

理由: エクリン汗腺が多い部位であり、体温調節や精神的なストレス反応を反映。

- メリット: 他部位より発汗量が少なく、計測が比較的簡単。
- デメリット: 温度や運動などの環境要因に影響されやすい。

