

# PFNにおける大規模言語モデルへの 取り組みと計算インフラについて

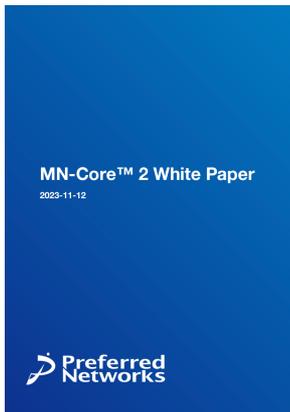
2023-12-08

Ryo Sakamoto / Preferred Networks, Inc.

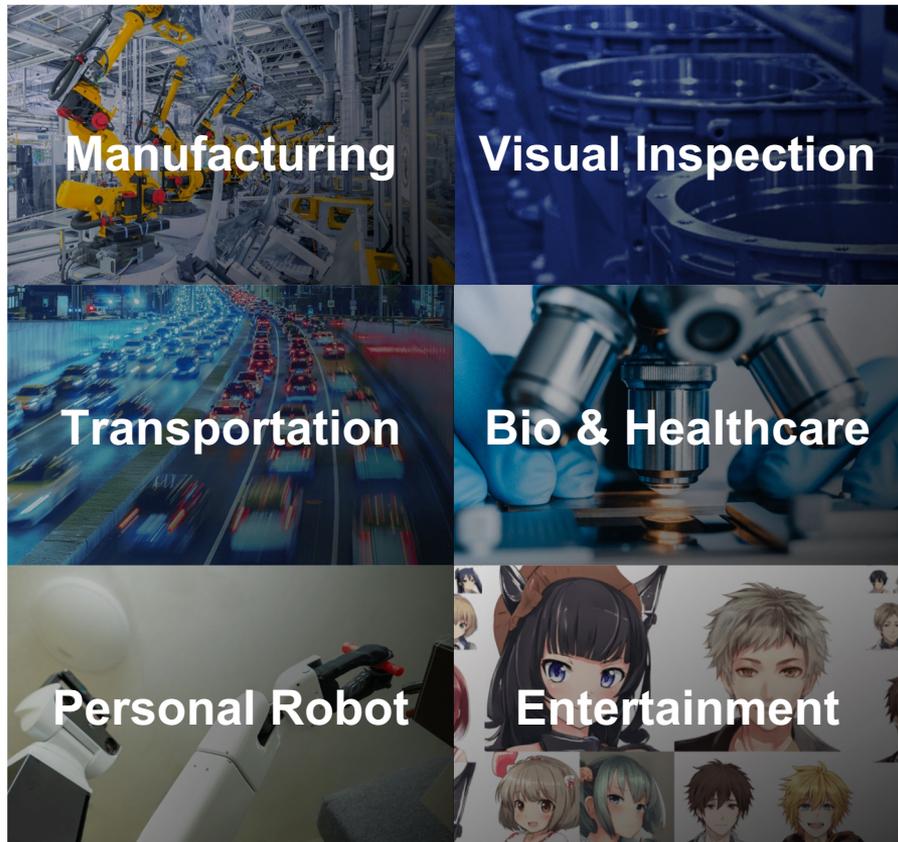


# 自己紹介

- 坂本 亮 / Ryo Sakamoto
- PFNでの業務
  - MN-Core ソフトウェアチーム
  - MN-Coreの汎用HPC環境整備
- 最近の主な業務
  - [MN-Core2 white paper](#)



# Company information



設立	2014年3月26日
経営陣	代表取締役 最高経営責任者 西川 徹 代表取締役 最高執行責任者 岡野原 大輔
所在地	本社 東京都千代田区大手町1-6-1大手町ビル 米国子会社 Preferred Networks America, Inc. 330 Primrose Rd., Suite 300, Burlingame, CA 94010
従業員数	約300名（2022年3月現在）

# Our capabilities

## Deep Learning

深層学習を中心とした  
最先端の研究者

## Expertise

ロボティクスや化学など  
各分野の高度技術者

## Software

開発効率と精度を高める  
自社製のソフトウェア群

## Private Supercomputer

専用設計された  
豊富な計算資源

# グループ企業の提供サービス: Matlantis (Preferred Computational Chemistry)



The image shows the landing page of the Matlantis website. The background is dark blue with a network-like structure of white lines and nodes. In the top left, there is a logo consisting of two stylized white circles connected by a line, followed by the text 'MATLANTIS'. To the right of the logo is a navigation menu with links for 'Product', 'Cases', 'Company', 'Careers', 'News', and 'ログイン'. There are also language selection buttons for 'JA' and 'EN'. In the top right corner, there is an orange button with the text 'お問い合わせ' and an envelope icon. The main content area features a large white headline in Japanese: '革新的なマテリアルの創出に貢献し、持続可能な世界を実現するために「Matlantis™」は生まれました。'. Below the headline is a paragraph of smaller white text: '機能性分子の候補は10の60乗個にも及ぶと言われていますが、これまでに人類が有用性を確認できたのは、そのほんの一握りです。Matlantisは、深層学習などのAI技術を活用した高速な汎用原子レベルシミュレーションで、膨大な未知分子の海から有望な分子を照らしたし、革新的なマテリアルの創出に貢献します。'. At the bottom of the main content area, there is an orange button with the text 'お問い合わせ・ご相談はこちら' and a right-pointing arrow. At the very bottom of the page, there is a horizontal navigation menu with links: '3つの特長', 'こんな方におすすめ', '事例', and '会社情報'.

MATLANTIS

Product Cases Company Careers News ログイン JA EN

お問い合わせ

## 革新的なマテリアルの創出に貢献し、持続可能な世界を実現するために「Matlantis™」は生まれました。

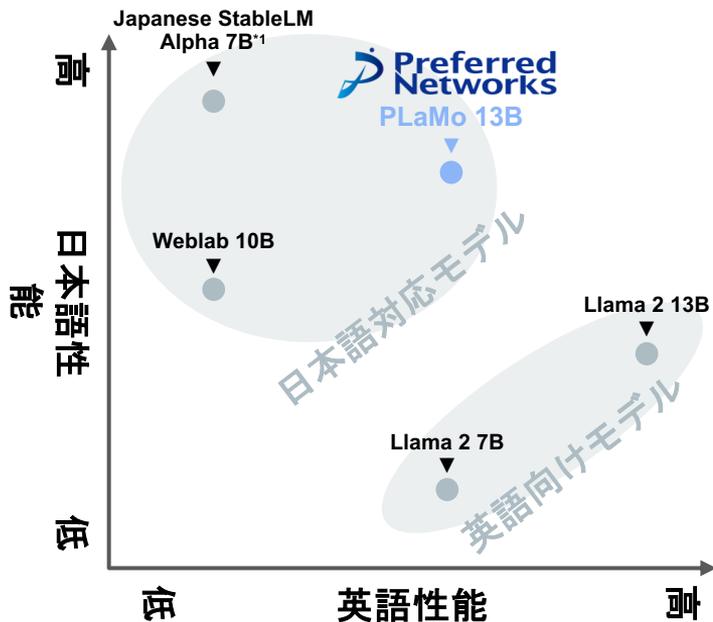
機能性分子の候補は10の60乗個にも及ぶと言われていますが、これまでに人類が有用性を確認できたのは、そのほんの一握りです。Matlantisは、深層学習などのAI技術を活用した高速な汎用原子レベルシミュレーションで、膨大な未知分子の海から有望な分子を照らしたし、革新的なマテリアルの創出に貢献します。

お問い合わせ・ご相談はこちら →

▼ 3つの特長 / ▼ こんな方におすすめ / ▼ 事例 / ▼ 会社情報

# グループ企業の提供サービス: PLaMo (Preferred Elements)

## 日英2言語での性能比較



注1: より正しい比較のため、公開値より高いPachiraで再評価したスコアを採用

## 大規模言語モデル『PLaMo-13B』について

- 学習に使用可能なオープンデータセットを独自に収集・加工して、1.4兆トークンの大規模な日英2言語のデータセットを作成
- 国立研究開発法人産業技術総合研究所が保有するAI橋渡しクラウド（ABCI）のNVIDIA A100を480GPU使用<sup>\*2</sup>して、1か月弱の学習を実施
- 英語に加え、日本語の学習データ量を増やすことで、130億パラメータというコンパクトなモデルでも日英2言語のベンチマーク評価で世界トップレベルの性能を実現し、標準的なGPUサーバーでも利用することが可能

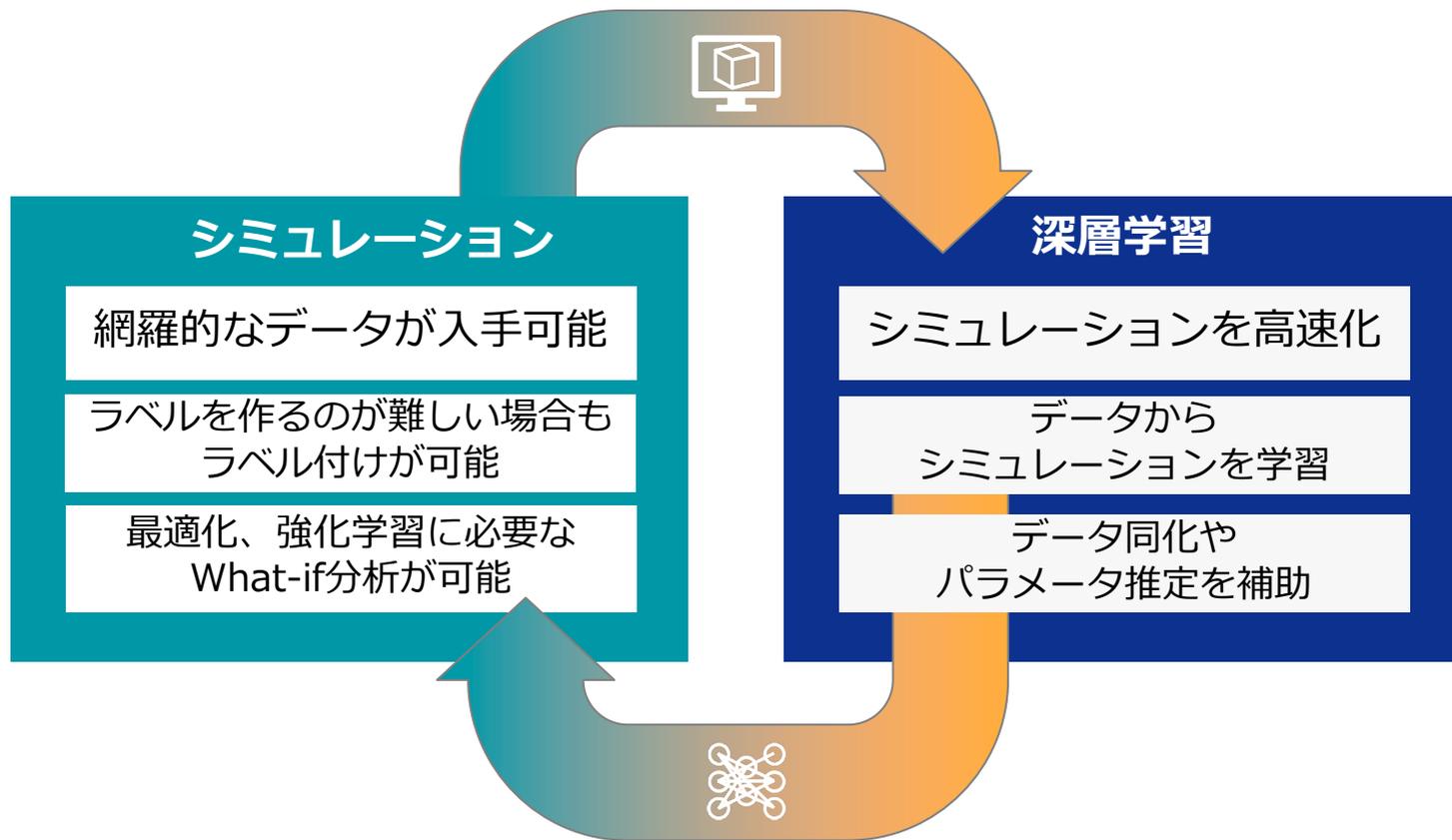
注2: 2023年7月に公募された「第1回 大規模言語モデル構築支援プログラム2023」に採択

# Simulation

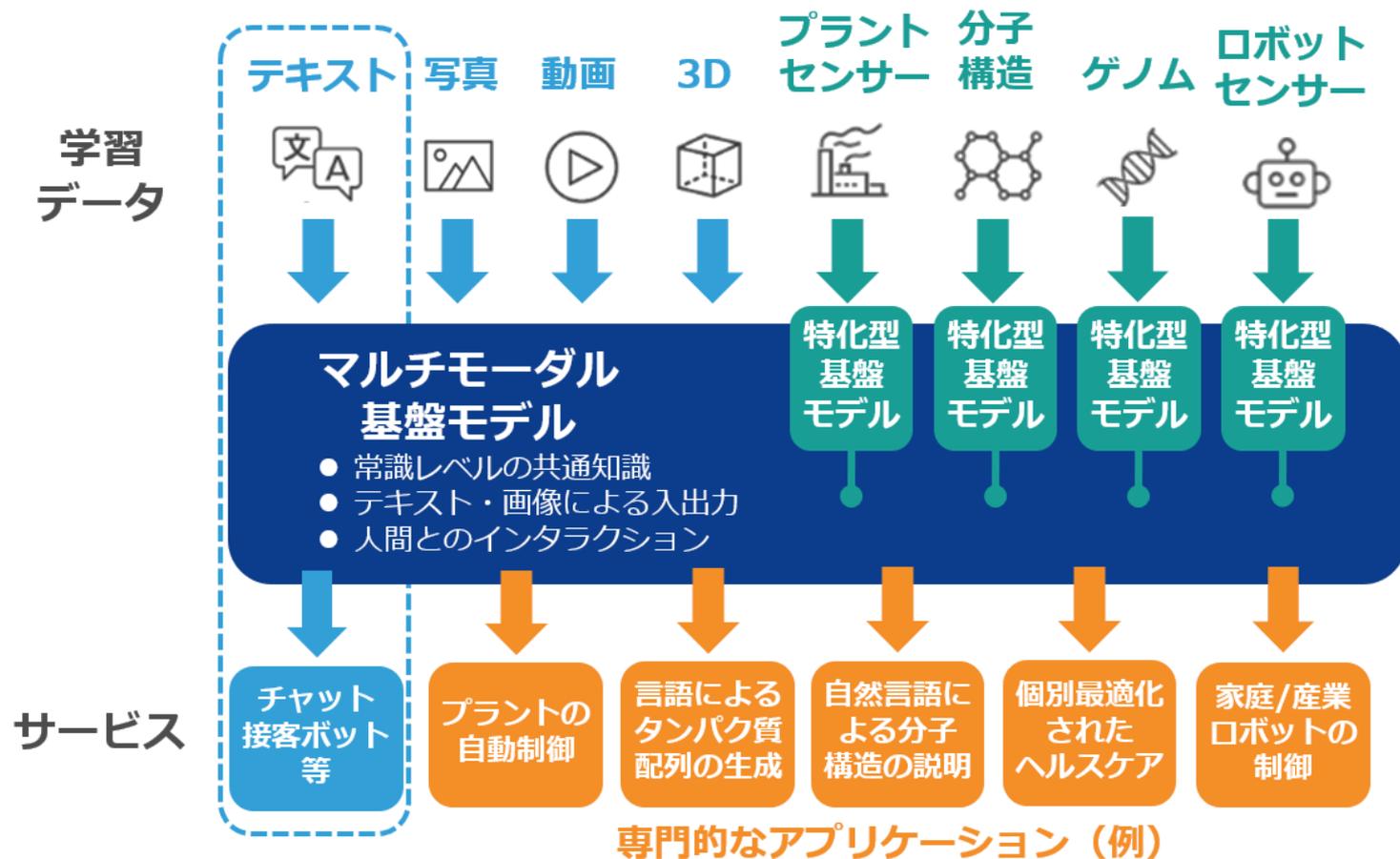
×

# AI

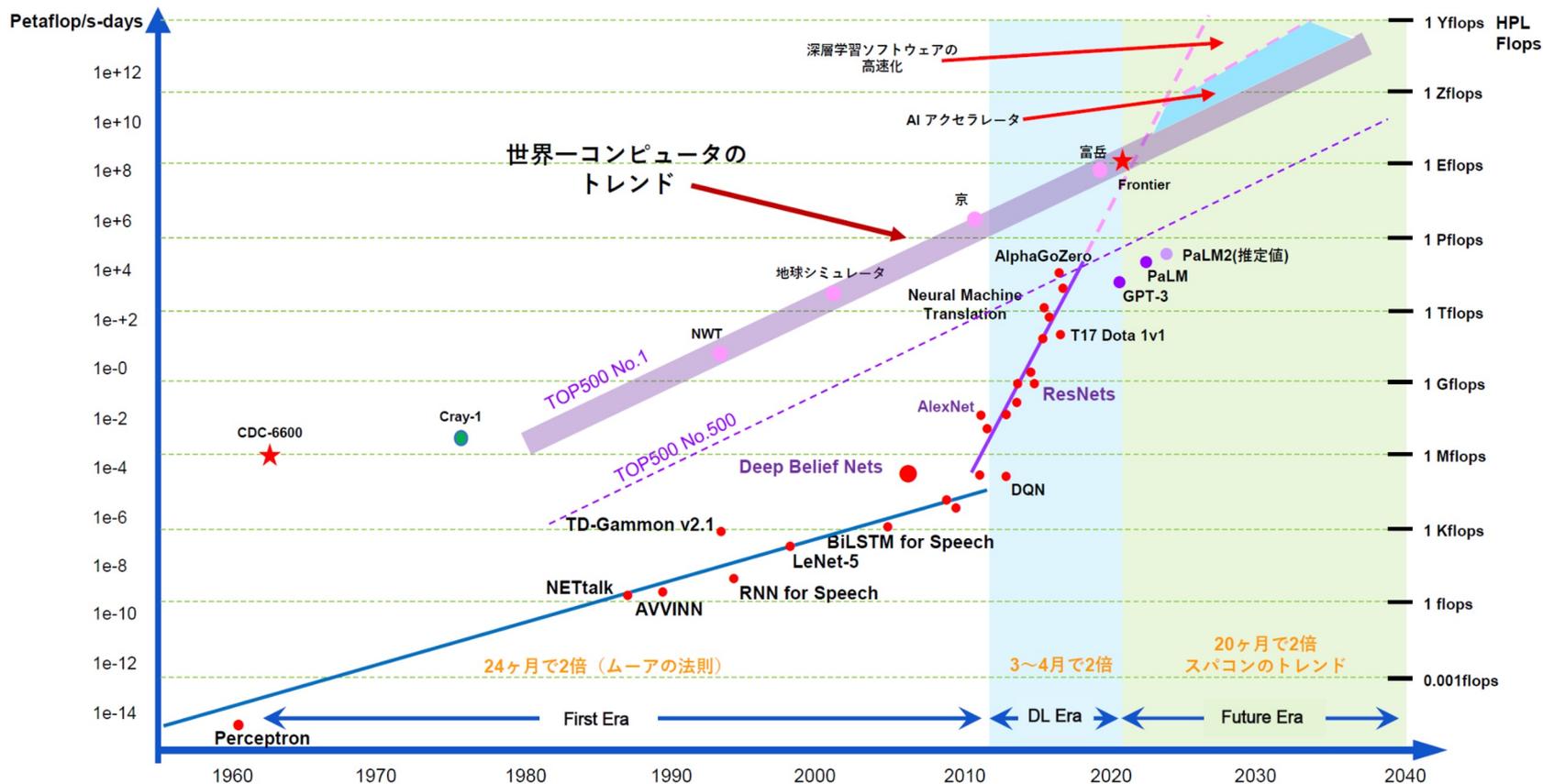
# Simulation x AI?



# Simulation x AI?

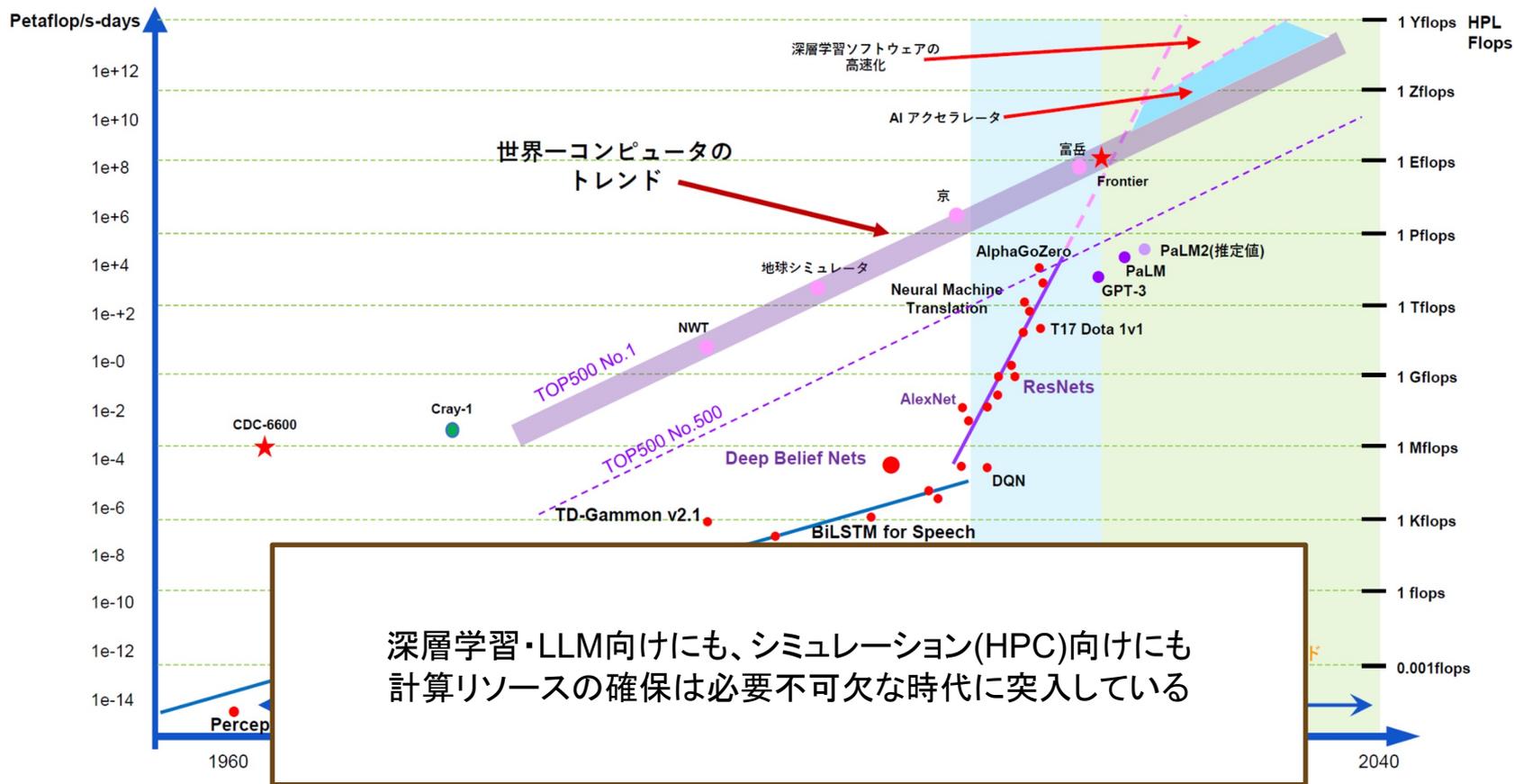


# Simulation x AI?



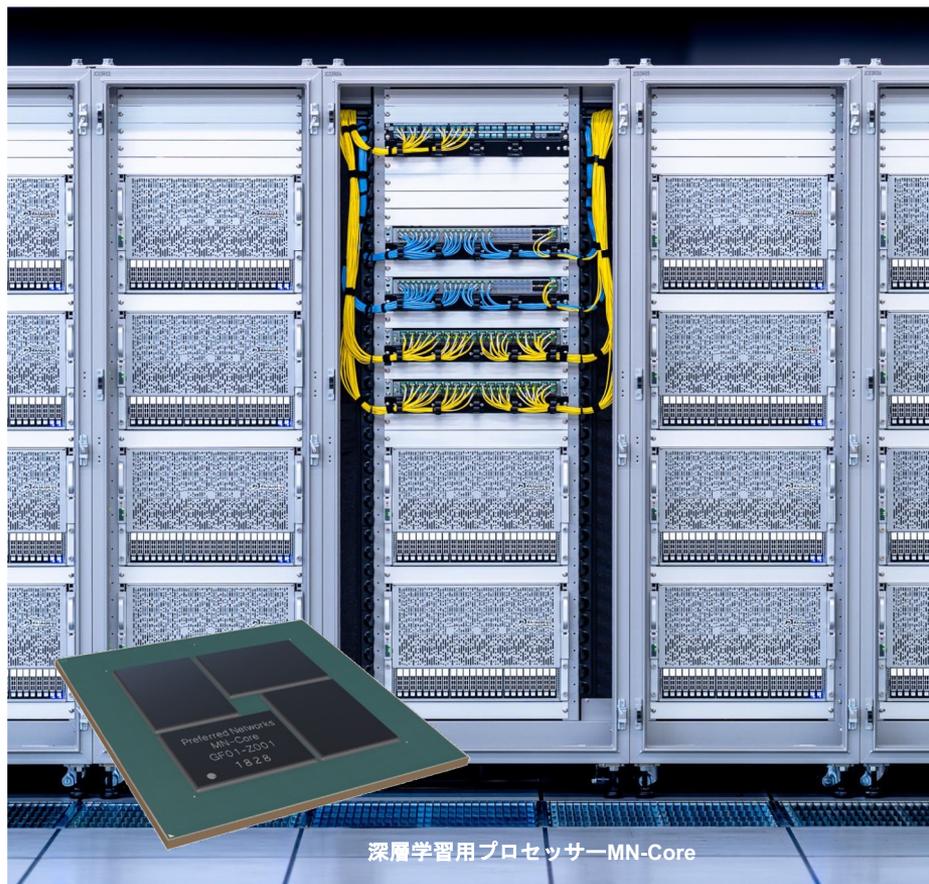
<https://openai.com/research/ai-and-compute>から引用

# Simulation x AI?



<https://openai.com/research/ai-and-compute>から引用

# We build “Own Supercomputer”



深層学習用プロセッサ—MN-Core

## 深層学習用に設計したスーパーコンピューター— MN-1 MN-2 MN-3

深層学習をはじめとするPreferred Networks(PFN)の中核技術は膨大な計算を要求します

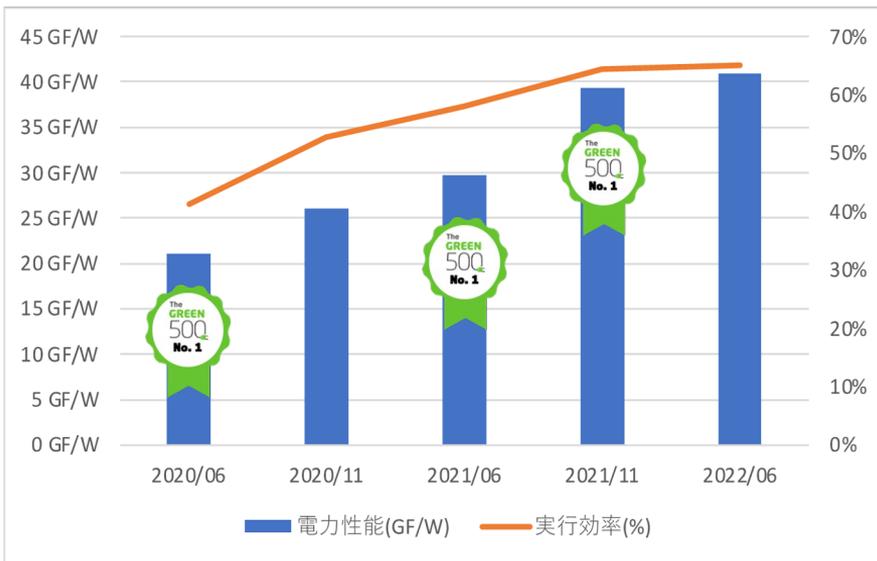
PFNでは、多量の計算を効率的に実行するために独自の計算機クラスターを複数運用しており、現在はMN-2、MN-3が稼働しています

MN-3は、PFNが自社開発した深層学習用プロセッサ—MN-Coreを初めて用いた計算機クラスターです

### MN-3のサーバ1台あたりのスペック (MN-3は、以下サーバが48台で構成)

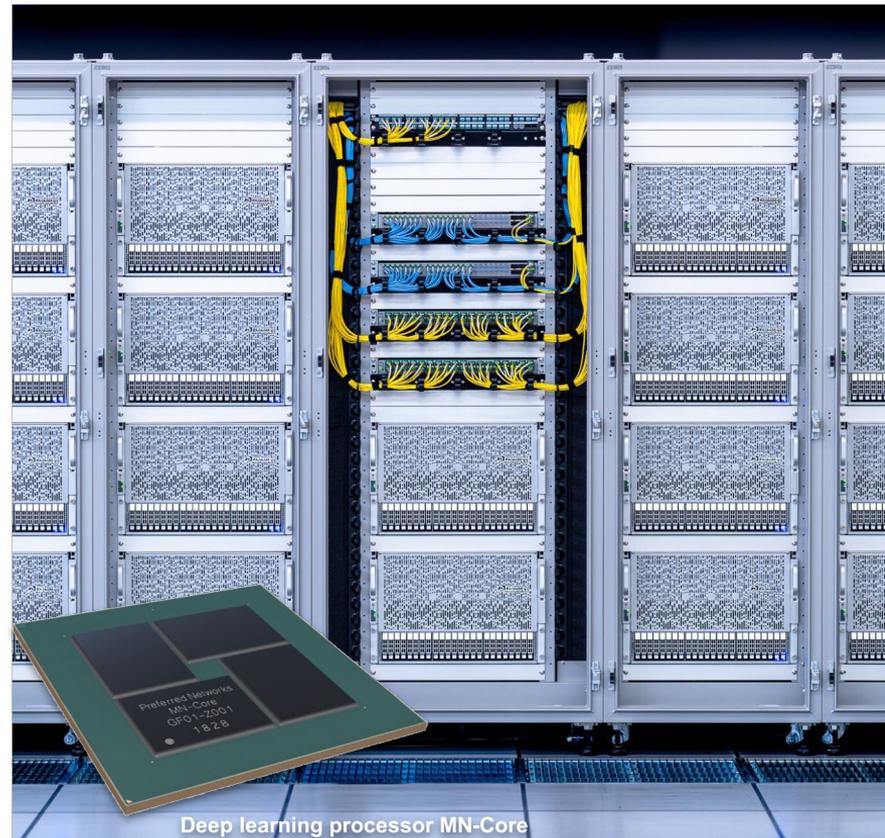
MN-Core	MN-Core Board x 4
CPU	Intel Xeon 8260M 2way (48物理core)
Memory	384GB DDR4
Storage Class Memory	3TB Intel Optane DC Persistent Memory
Network	MN-Core DirectConnect (112Gbps) x 2 Mellanox ConnectX-6 (100GbE) x 2 On board (10GbE) x 2

# MN-Core Accelerates World's Most Efficient Supercomputer

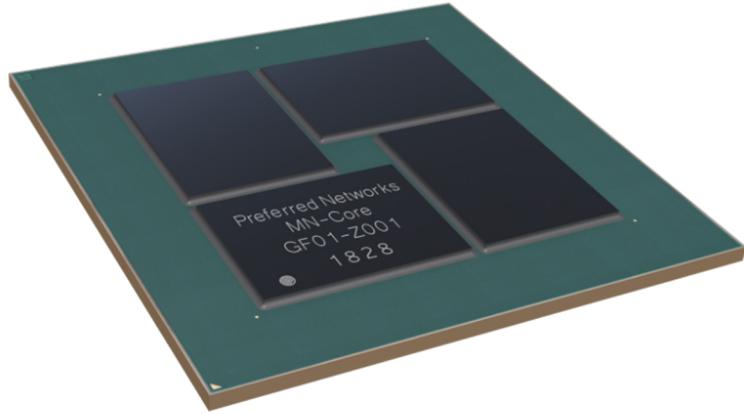


Our MN-3 supercomputer is certified as the world's most efficient supercomputer ([Green500 List Nov. 2021](#)).

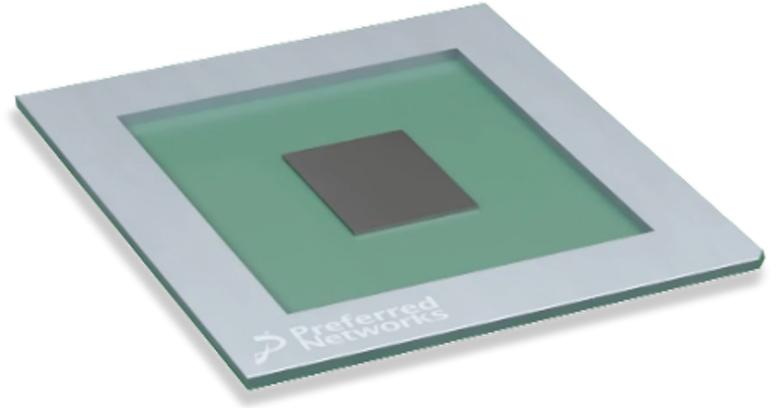
Important effort towards achieving carbon neutral AI datacenter



# Original AI Accelerator



MN-Core



MN-Core2

## MN-Core™ Series

## “Fully-Deterministic Architecture”

ソフトウェアから透過的/確定的に動作➡ハードウェアを最大限活用

### 2つの特徴

1: 高いシリコン利用効率を狙った  
チップ設計

時間方向および空間方向の両方での資源利用効率を  
意識した設計

+

2: ソフトウェア最適化を前提とした  
アーキテクチャ

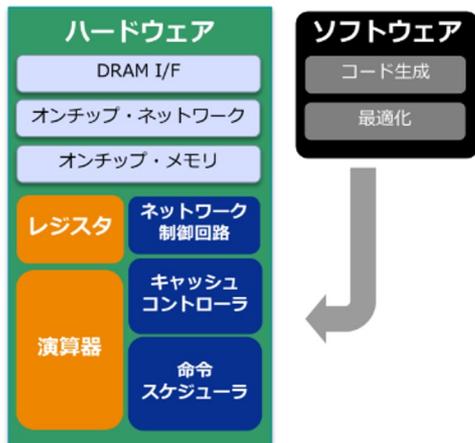
ハードウェア資源をソフトウェアで細粒度制御できるMN-  
Coreアーキテクチャ

完全に事前スケジューリング可能な深層学習/AIワークロードを前提とした  
計算機アーキテクチャの進化

# MN-Core独自の設計思想

## 一般的な計算機

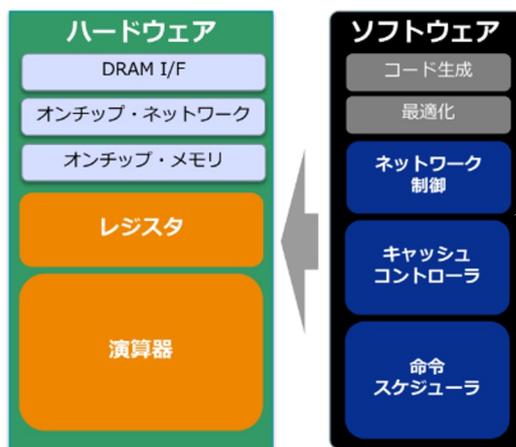
ハードウェアの内部の  
挙動はブラックボックス



汎用プロセッサ

## “Fully-Deterministic Architecture”

ハードウェアの内部の  
挙動を透過的/確定的に制御

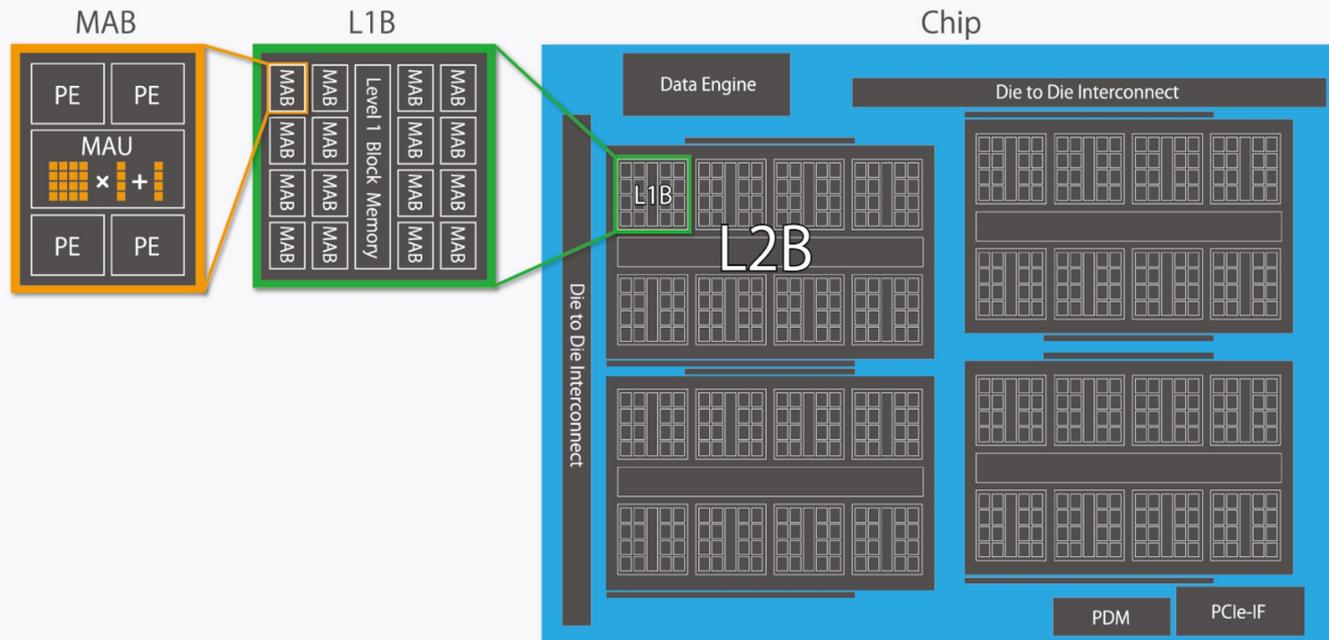


MN-Core

ソフトウェアによる資源の  
細かいマネジメントが可能



# MN-Coreアーキテクチャ



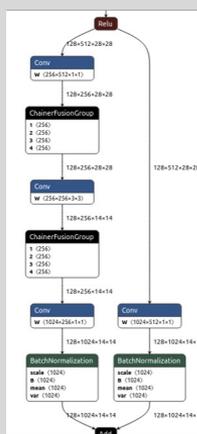
最小単位は PE であり、4PE が1つのMAU をシェアし、MAB を構成します。MAB 16個が L1B、L1B 8個が L2Bを構成しています。

# MN-Coreでできること



ONNX

ONNX model



**L3IR**  
DNN op level,  
SIMD parallelism  
strategy, .....

MNGraph

Global  
Layout  
Planner

Re-  
computation  
Scheduler

**L2IR**  
ndarray op level,  
optimized DNN op  
impl, .....

PEVector

MNTensor

Reshape Impl.

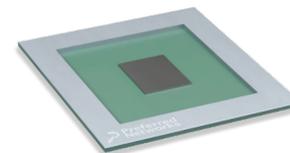
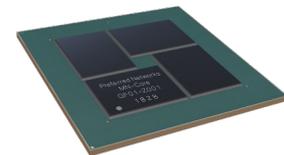
Generic Conv  
Impl.

**L1IR**  
MN-core op level,  
memory allocation,  
scheduling,  
optimization, .....

Scheduling  
Graph

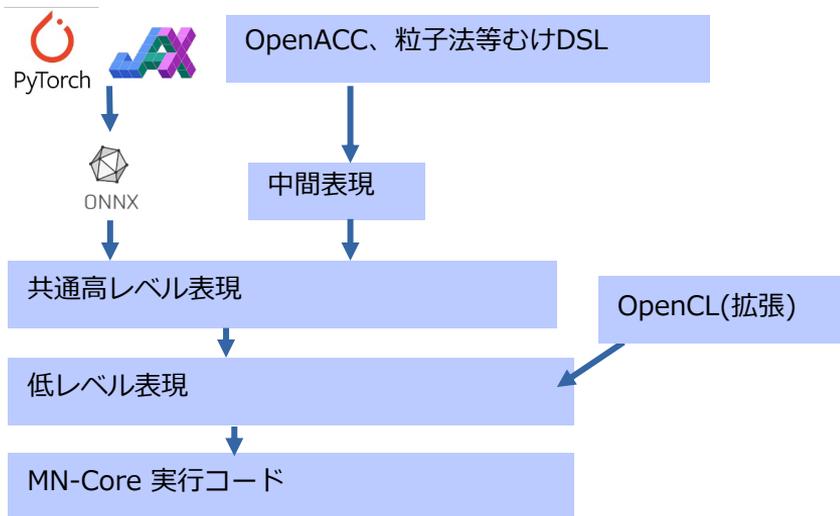
Layer Impl.

Instruction  
Merger



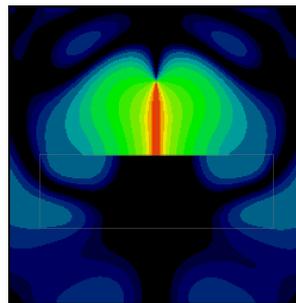
# MN-Coreでできること

- 深層学習のみならず、HPC分野への適用も目指していきたい
- そのためのソフトウェアスタックの構築に着手



## 例)OpenFDTD

- 広く使われているFDTD (Finite difference Time Domain method) 法による電磁界シミュレータ。電子機器、無線アンテナ等の特性評価・設計に広く使われている
- Cuda 版が存在、CPU 版に比べて圧倒的に高速
- \*FDTD法の差分計算はベクトル化に適したアルゴリズムで、**メモリアクセスがボトルネックになります**」(NEC のページ <https://jpn.nec.com/hpc/sxauroratsubasa/Application/> より)
- 6成分の微分方程式を格子(有限差分)で離散化



システム	性能 (GFlops)	性能 (Gcells/s)	備考
MN-Core 2 820MHz	655	16.6	TB, overlap あり
NVIDIA A100	488.7	11.6	開発元測定
NVIDIA P100	134.7	3.2	開発元測定

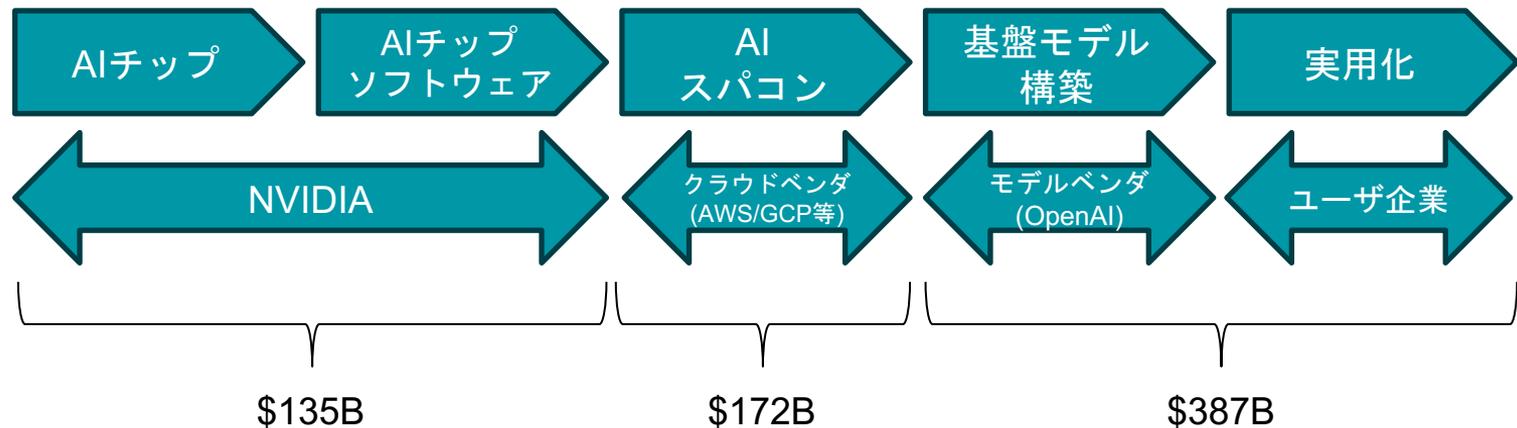
## なぜハードウェアを作るのか？

- Q.なぜハードウェアを作るのか？

## なぜハードウェアを作るのか？

- Q.なぜハードウェアを作るのか？
- A.自分たちでハードウェア、インフラからソフトウェアまでをやることで、AIバリューチェーンの垂直統合を狙っているから

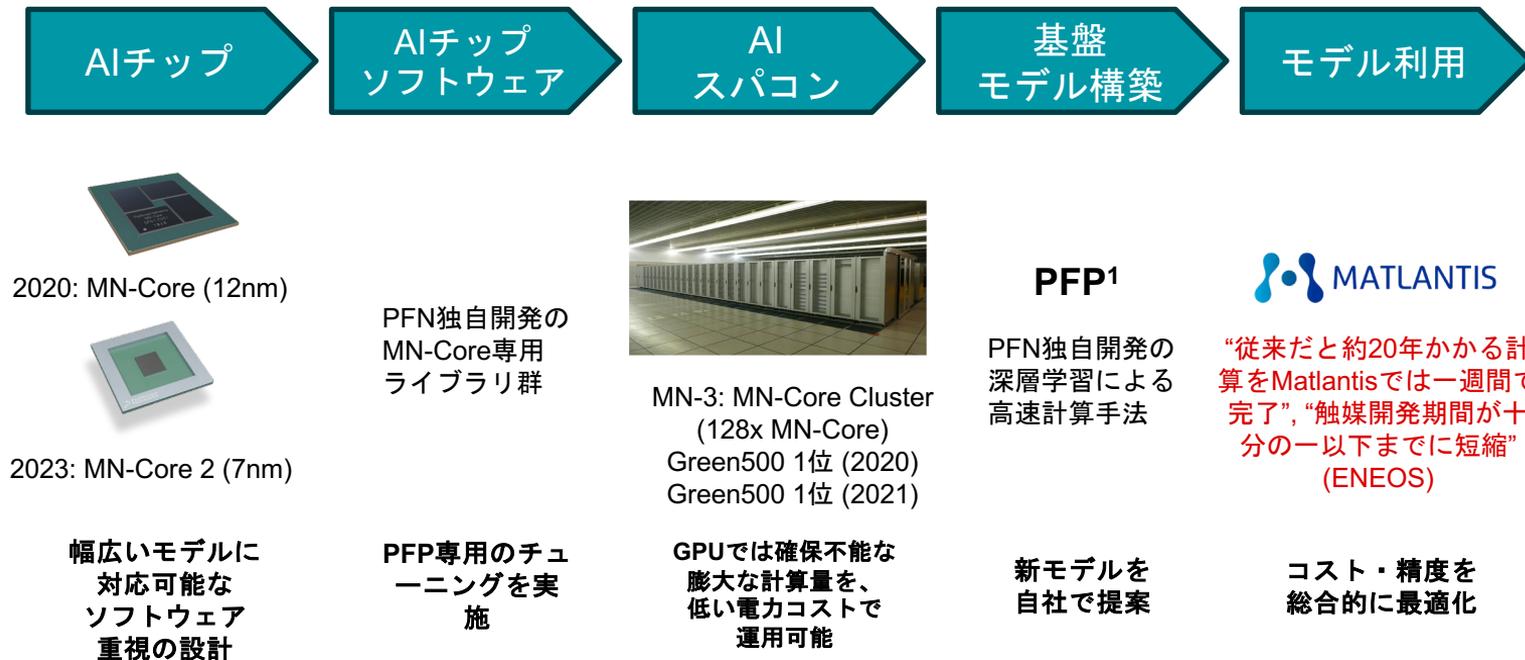
# 生成AIバリューチェーン



一気貫通で、生成AI実用化のための  
チップ・ソフトウェア・インフラストラクチャーから  
サービスまでをすべて開発

# 生成AIのバリューチェーンを垂直統合 - Matlantisの事例

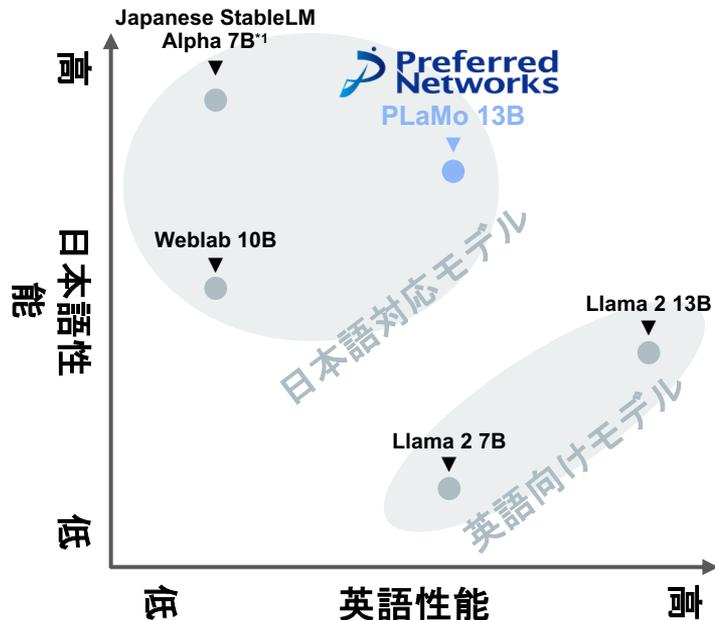
- 新素材の開発等で行われる分子シミュレーションを高速化するサービス
- 膨大な計算量がネックとなるところ、垂直統合による最適化でコスト削減・高速化



<sup>1</sup> Takemoto et al., Towards universal neural network potential for material discovery applicable to arbitrary combination of 45 elements, Nat Commun 13, 2991 (2022)

# 再掲: PLaMo (Preferred Elements)

## 日英2言語での性能比較



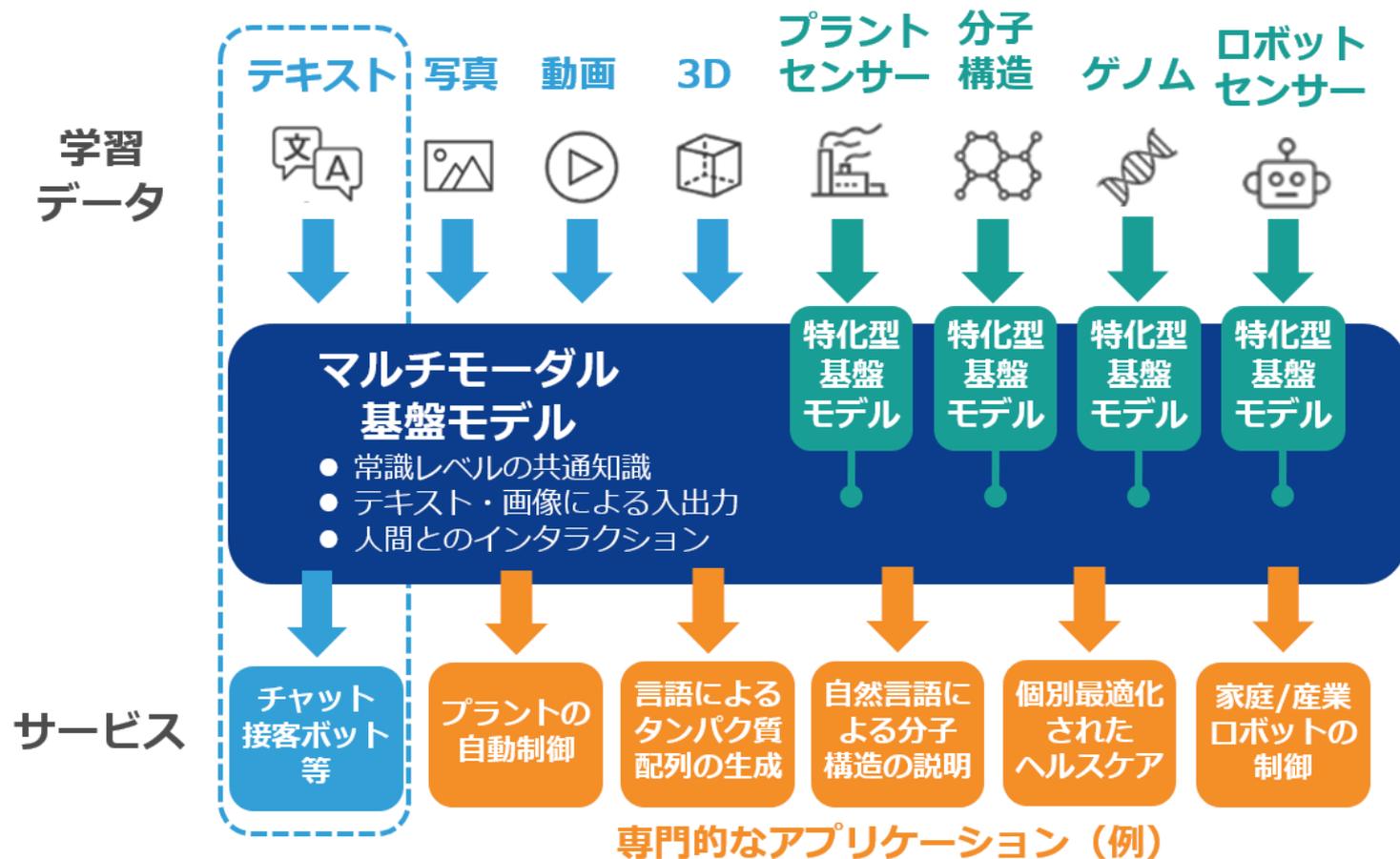
注1: より正しい比較のため、公開値より高いPachiraで再評価したスコアを採用

## 大規模言語モデル『PLaMo-13B』について

- 学習に使用可能なオープンデータセットを独自に収集・加工して、1.4兆トークンの大規模な日英2言語のデータセットを作成
- 国立研究開発法人産業技術総合研究所が保有するAI橋渡しクラウド (ABCI) のNVIDIA A100を480GPU使用<sup>\*2</sup>して、1か月弱の学習を実施
- 英語に加え、日本語の学習データ量を増やすことで、130億パラメータというコンパクトなモデルでも日英2言語のベンチマーク評価で世界トップレベルの性能を実現し、標準的なGPUサーバーでも利用することが可能

注2: 2023年7月に公募された「第1回 大規模言語モデル構築支援プログラム2023」に採択

# 再掲: マルチモーダル基盤モデル



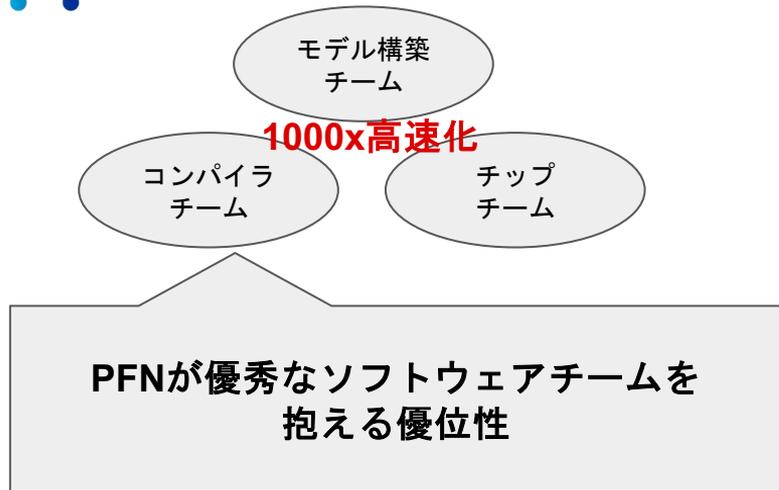
# 生成AIの「次」にも対応できるアーキテクチャ

- 現在: Transformer, Diffusion Model
  - 次はどんなモデルが流行する？
- 特化したハードウェアではなく、ソフトウェアの自由度をもたせたハードウェアで、変化する時代に高速に対応していく

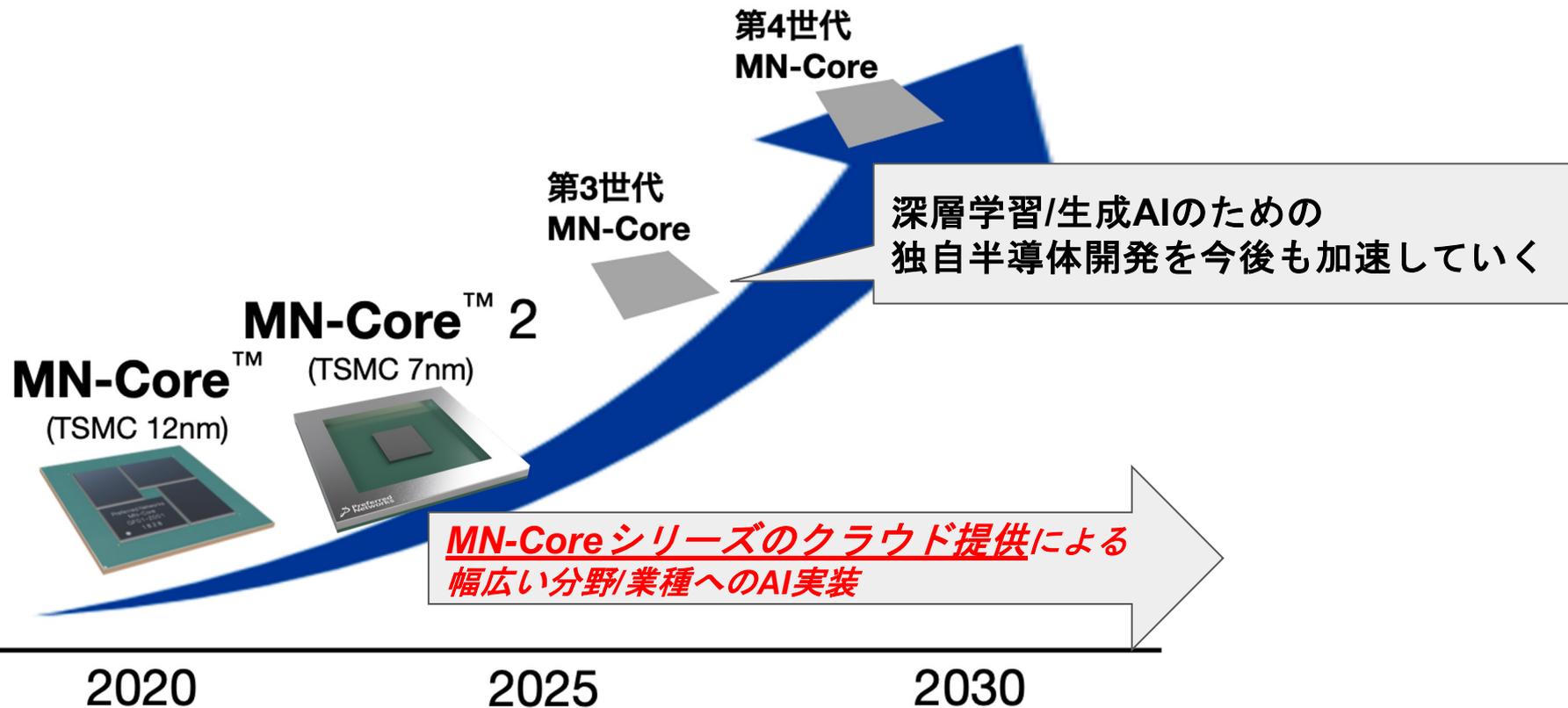
モデルは数年で変わるが、  
計算機アーキテクチャは10年単位

	~2012	2012~2017	2017~
データ	深層学習 以前	画像	言語
モデル		CNN	Transformer
ボトルネック		行列計算	行列計算 (+ FLOPSが足りているときはメモリ帯域幅)

ソフトウェアでの制御性をあげることで、  
新しいアーキテクチャに最適化可能



# MN-Core™ シリーズの進化と今後の展開



# Preferred Computing Platform

- 誰もがMN-Coreシリーズを利用できるAIクラウドサービス

## Preferred Computing Platform(PFCP)

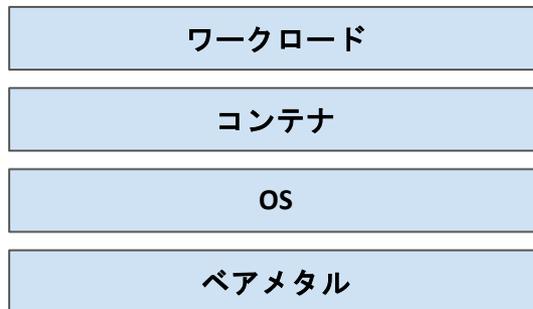
### 強力な計算ノード

MN-Core ボードを4基搭載した MN-Core サーバを複数専有して利用できます。すべてのノードは深層学習に最適化された高速なネットワークで相互に接続されています。次世代の MN-Core 2 や NVIDIA GPU を搭載したノードも順次提供予定です。

MN-Core サーバの構成	
アクセラレータ	MN-Core ボード × 4
CPU	Intel Xeon 8260M (24 cores) × 2
Memory	DDR4 384GB
Interconnect	NVIDIA ConnectX-6 (100GbE) × 2

### フルマネージドサービス

深層学習・AI ワークロード向けに拡張された Kubernetes クラスタをマルチテナントで利用できます。大規模分散学習から推論サーバの高可用性な運用まで幅広く行なえます。ワークロードの状況を観測するためのマネージドなモニタリングサービスも付随しています。



Grafana



# Simulation

×

# AI

# まとめ

- PFNのLLMとの関わり方
  - PLaMoを始めとした基盤モデルの実装とその応用
    - マルチモーダル基盤モデルの実現を目指す
  - Simulation x AI
    - 生成AIの更にその「次」へ
    - そのための強力、かつある程度の自由度を持つMN-Coreというハードウェア
    - MN-Coreのパワーをクラウドサービスとして提供するPFCP
  - よかったらみなさんご一緒しましょう！



**Making the real world computable**