

2024年2月2日

次世代半導体の研究開発等に関する検討会

先端半導体が拓く 日本の成長機会

国立研究開発法人理化学研究所 理事長

五神 真





深刻化するグローバル課題

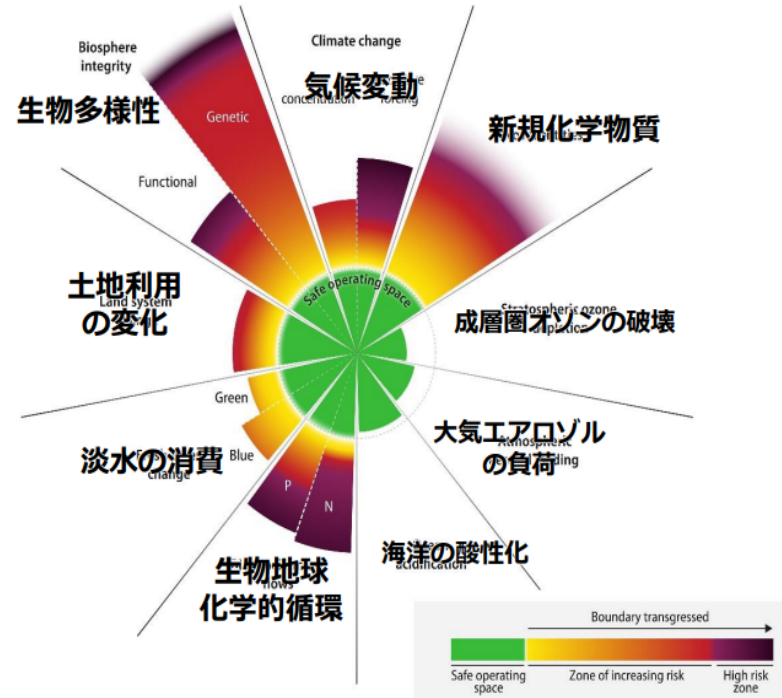


人新世 (Anthropocene) に突入
人間の活動が地球システム全体
に影響を及ぼす地質年代

ヨハン・ロックストローム博士
ポツダム気候影響研究所 (PIK) 所長

2023

2009



Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University. Based on Richardson et al. 2023, Steffen et al. 2015, and Rockström et al. 2009

残り時間がない！ 行動変容をどうするか

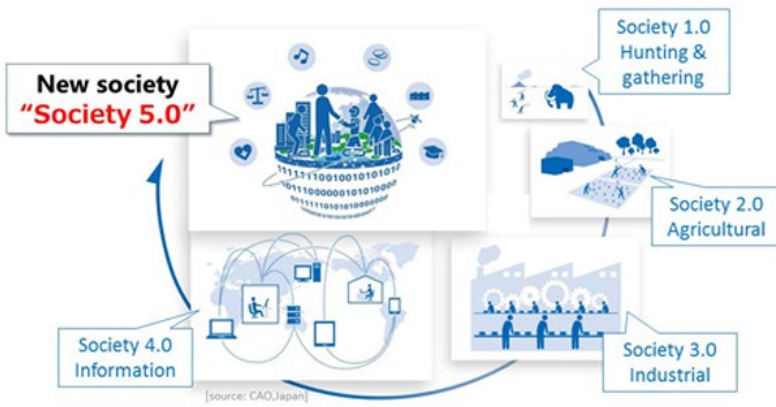
地球をグローバルコモンズとしてを守るには...



グローバルコモンズを守るには



“宇宙船地球号” (バックミンスター・フラーが提唱) として意識し、デジタル技術を介して時空を越えて地球を実効的に小さくし、人が他者や地球を感じる力を高め、行動を変える。
それが**Society5.0**が目指す社会。



Society5.0の実現には、DXがもたらす**サイバーとフィジカルの融合**が鍵



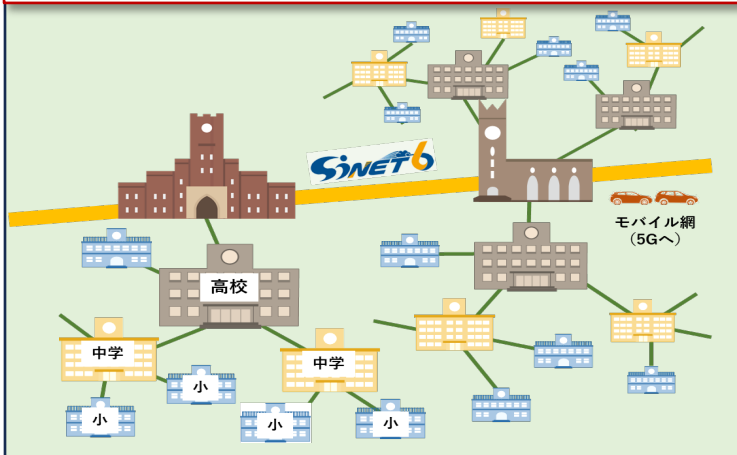
サイバーとフィジカルの融合に向けて 三位一体の施策の推進

リアルタイムビッグデータ処理が鍵

→ 大容量低遅延処理、セキュリティ + エネルギー効率 + 経済安全保障



SINET6 + GIGA schoolによる
日本列島をデジタルアイランド化



セキュアで低環境負荷の社会インフラ

- : SINET DC
- : 拡張 DC
- : 400Gbps国内回線
- : 100Gbps国内回線

「富岳」⇒「富岳NEXT」へ



リアルタイム利用HPC



量子コンピュータ

5G・ポスト5G、光電融合技術→ Beyond 5G (6G)

通信、HPC、量子を三位一体で高度化

全ての基盤技術として最先端半導体が重要



科学と技術の急展開

量子

量子コンピュータ実機の本格化
使う時代に入
量子古典ハイブリッドで
計算可能領域が拡大



スーパーコンピュータ「富岳」 量子コンピュータ

ハイブリッド計算
ソフトウェアスタック
開発プラットフォーム

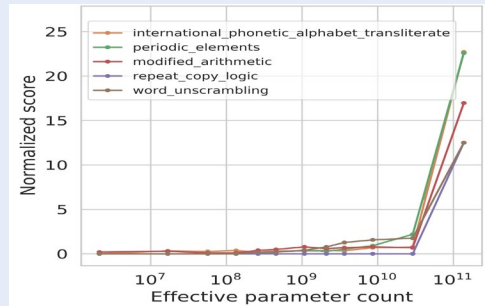
2023.10-理研・阪大・東大・ソフトバンク

ハード・アルゴリズムの進化
エラー訂正可能な
量子コンピュータの
実現も視野に入ってきた

とはいえ、**基礎科学に立ち返る**
ことは重要

AI

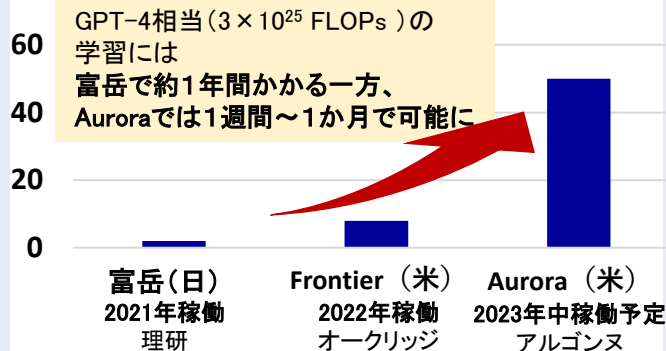
生成AIが求める大規模計算:
GPT4.0 1兆パラメータ級



出典: <https://www.assemblyai.com/blog/emergent-abilities-of-large-language-models/>

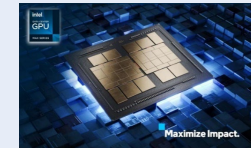
AI処理性能におけるスパコンの進化

単位: EFLOPS/s



先端半導体

EUVリソグラフィーの実用化
量産2nmチップの時代に入
マルチスケール、多機能化
→システムファウンドリー



出典: intel社HP GPU Maxシリーズより

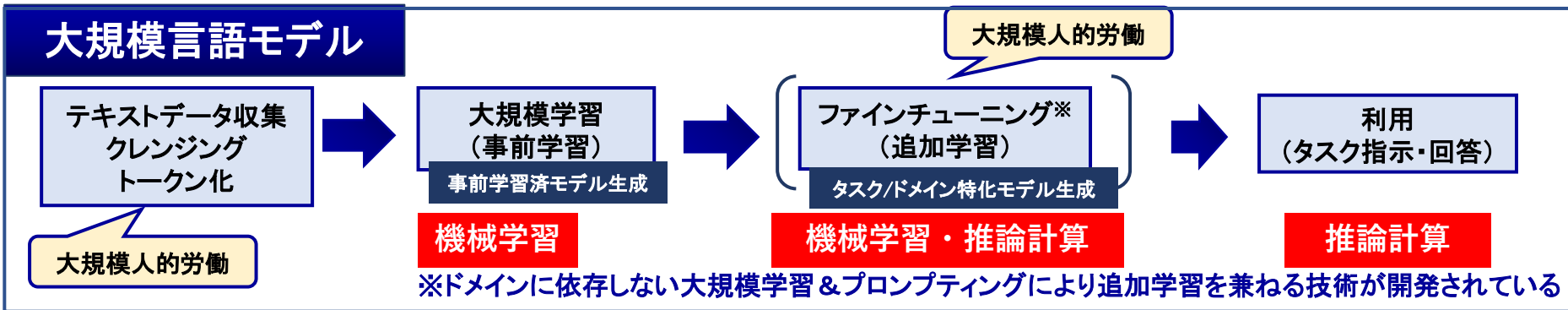
1000億個のトランジスタを内蔵
(Intel Max GPU 2023)

【iPhoneチップの5年間の比較】
トランジスタ数と
1億トランジスタ当たりの消費電力

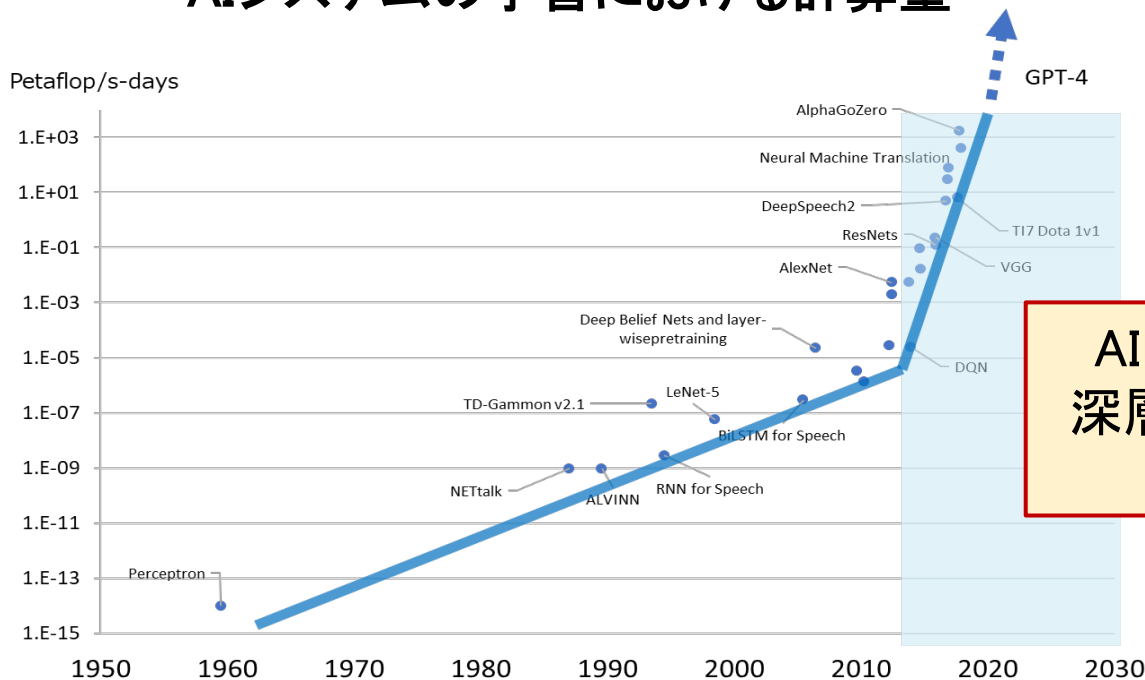
2018【7nm】:	69億個	0.08W
	↓ 3倍	↓ 50%減
2023【3nm】:	190億個	0.04W

※数値は推定値

生成AIと計算需要の増大



AIシステムの学習における計算量



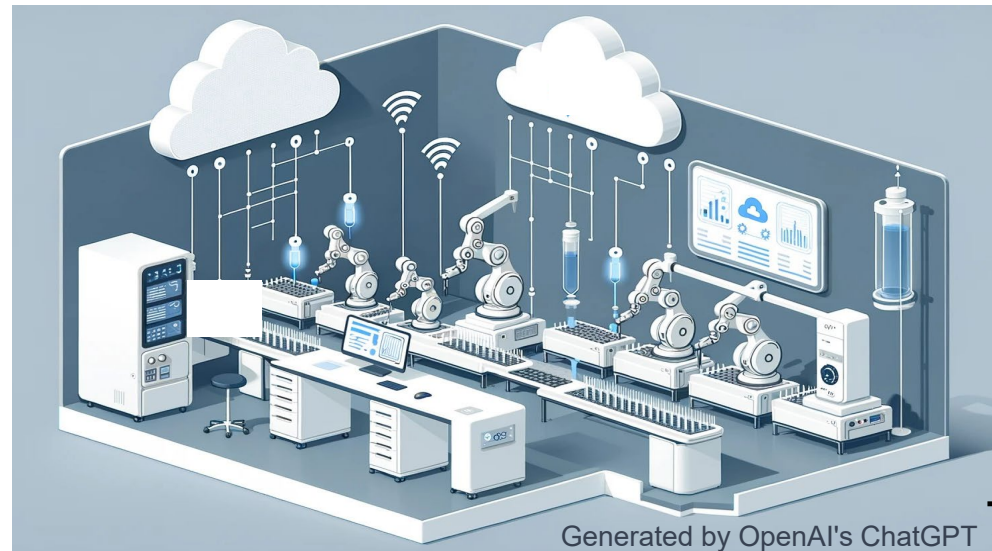
AIの学習における計算需要は
深層学習、生成AIの登場とともに
指数関数的に増大

推論計算の高度化が鍵

- 生成AIの大規模化により推論計算の負荷も激増
学習は飽和するが、推論計算はリニアに増大
2023年、各社が推論計算チップを相次いで発表
- 高度な推論専用チップはエッジの智能化に繋がる
→専用ASICは短TATでの生産によるRapidusに期待
- **エッジの智能化=フィジカルインテリジェンス**

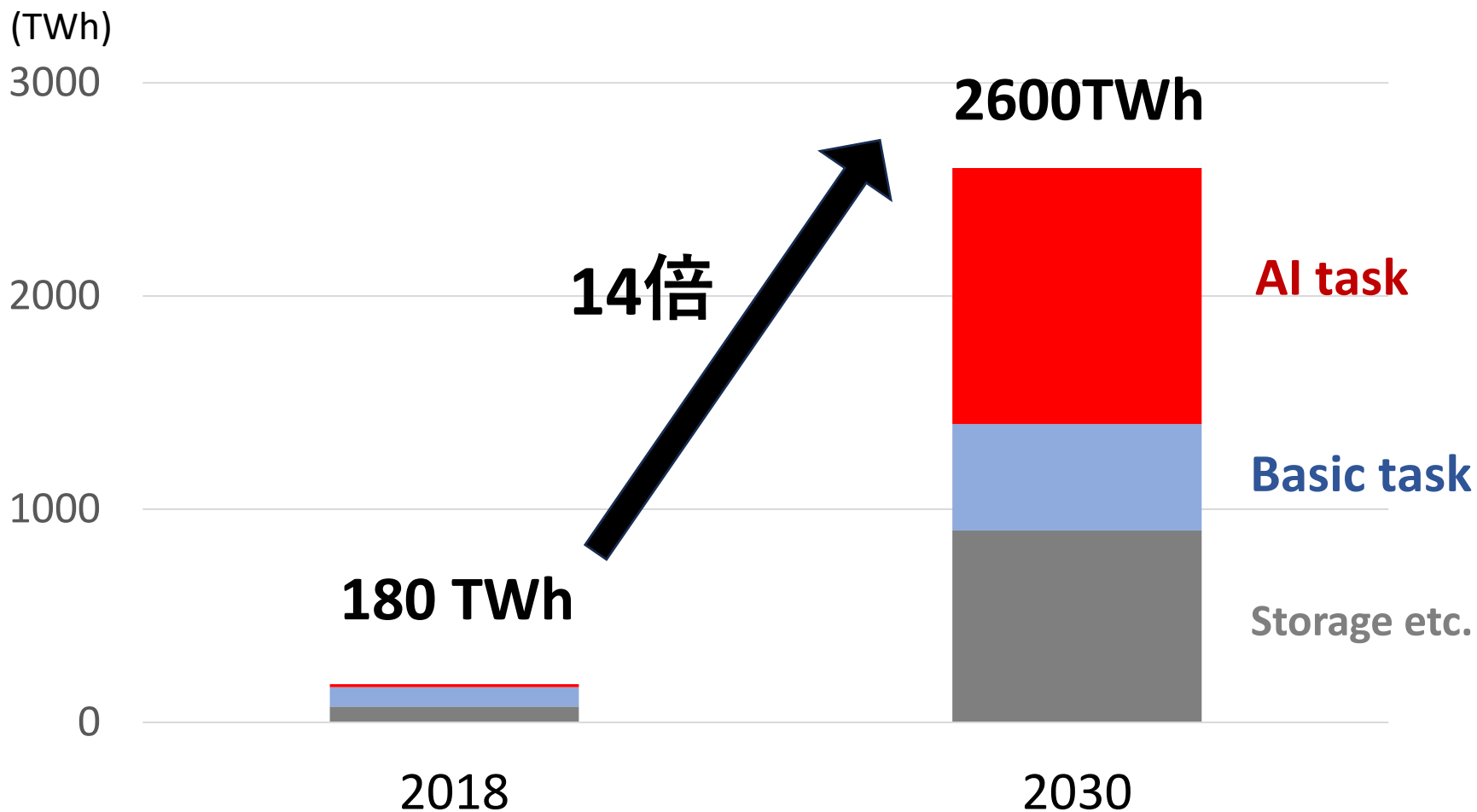
半導体後工程の完全自動化、創薬ライフサイエンス実験の自動化などエッジの智能化

→研究開発・生産の自動化が一気に進みGXに貢献



AIによる消費電力の増大

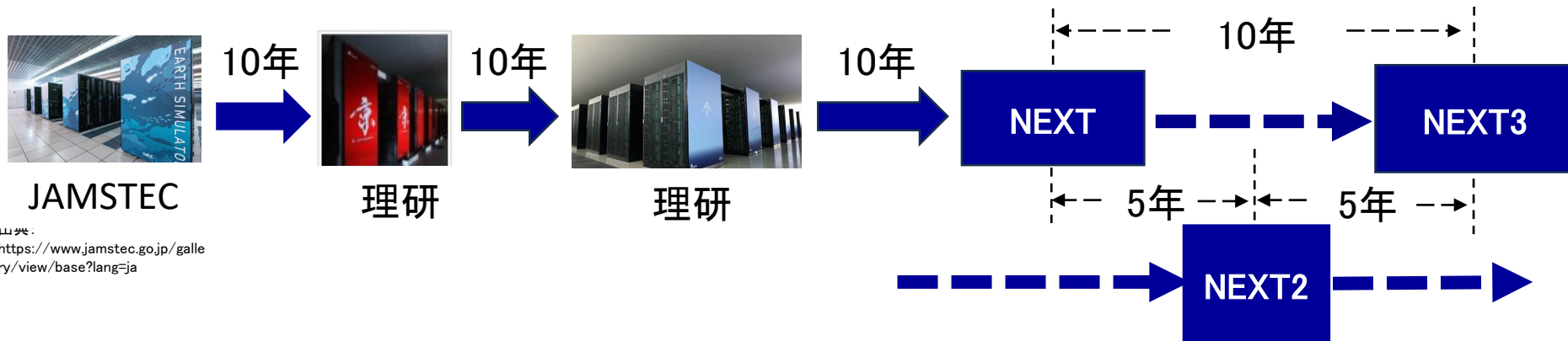
世界データセンター電力消費量推定 (As isケース)



スパコン開発は最先端半導体技術の牽引車になる

- スパコン(HPC)は科学技術だけでなく必須の社会基盤インフラ
- HPC開発を現在の10年更新の単線から、複線化し、5年ごとに国産フラッグシップマシンを進化

科学技術HPC開発の経緯



国産HPCを牽引車として最先端半導体技術の勝機をつかみ、切れ目なくトップを走り続ける戦略

2030年の勝負に向けて: 日本が今とるべき戦略

人材育成

- ・ 即戦力人材の確保のため、地域における半導体人材育成が進んでいるところ
- ・ 一方で、2030年代の勝負に備えて、優秀な若者を半導体関連分野に誘導することが重要

➡ 学部教育強化に向けて経産省と文科省の本格連携を始動すべき

先端技術開発

- ・ 先端半導体のユースケースの開拓
- ・ 戦略的不可欠性を認識し choke point に繋がる技術を獲得するための基礎研究

➡ しかし、その仕込み先である大学・アカデミアへの投資は不足

経産省予算半導体関連予算

- ・ ポスト5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業 【R5補正: 6,773 億円】
- ・ 先端半導体の国内生産拠点の確保 【R5補正: 6,322 億円】・・・他

文科省予算半導体関連予算

- ・ 次世代X-nics半導体創生拠点形成事業 【R6当初: 9億円】【R5補正: 3億円】
- ・ 革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業 【R6当初: 14億円】
- ・ 次世代半導体微細加工プロセス技術(JST・K Program) 【基金事業135億円】※内閣府、文科省事業

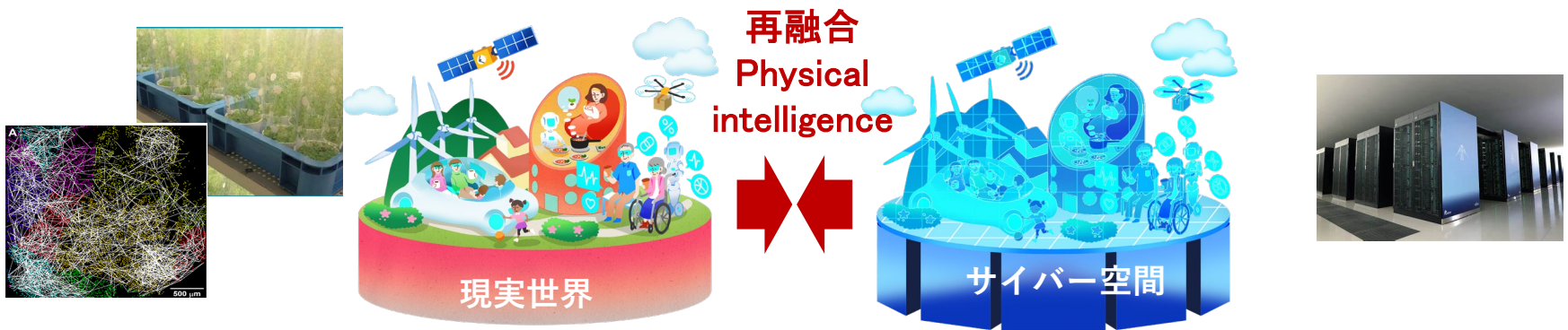
国の投資バランスにおいて、未来への投資を増強・加速すべき

理研2024年度の取り組み

科学技術の急展開に対応し、Society5.0実現に貢献するには？

サイバーとフィジカルの融合に向けた 計算領域の拡大とデータの創出・利活用が必要

- ・ 計算を必要とするユースケース
開拓、高品質な実験データ創出
- ・ AI等を駆使した高品質な実験
データの積極利用



世界最先端の実験データをAIや計算資源上で活用。
新たな知を創出し、地球規模課題解決へつなげ、日本の成長機会を創出

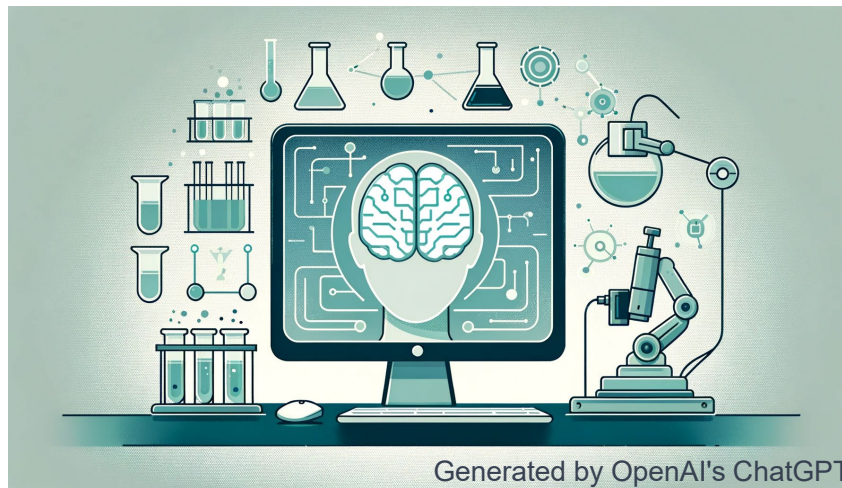


AI for Science

AI for Science

半導体戦略の要諦は、半導体の用途を先読みすること
急速に進展する生成AIを活用し、
理研では研究開発を加速 = AI for Science

科学研究の現場からユースケースを掘り起こす



- ユースケースからバックキャストした基盤モデルの高度化、最適化（創薬化合物探索、新奇材料予測等）
- 生成AIの新たな学理と技術の開拓にも貢献
(Science for AI)

研究加速により、基礎科学を起点とした先端科学を
社会的インパクトに導き成長の機会を創り出す