

AIロボット（身体機能の知能化）研究について

（次世代のエッジ用AI半導体（フィジカルインテリジェンス半導体）の実現に向けたユースケース開拓）

令和6年5月

文部科学省

基礎・基盤研究課

検討会での議論を踏まえた施策の方向性

- 地球規模課題は知識集約型社会の成長機会創出の要諦であり、それを我が国が先導するためには、先端科学・産業の競争力の全般を支える次世代半導体の創出に向けて、産業界のみならずアカデミアの総力を結集することが不可欠。
- 文科省・経産省・産業界・アカデミアが緊密な連携のもとで、収穫期となる2030年以降に備えて、高度人材の育成、基礎的・基盤的な研究開発や研究基盤整備に対し、アカデミアへの支援を抜本的に強化。
- 我が国の強み・弱みを踏まえて“勝ち筋”となり得るコア技術を特定し、アカデミアの総力を結集した統合的な研究開発に重点投資。その際、異分野・海外人材の引込や若手人材の育成、大型施設の活用を含めた設計・試作環境の整備などを一体的に推進。

“オールジャパンによる半導体研究開発・人材育成”



半導体研究開発

- AI・ロボット等のユースケース開拓に資する研究開発を推進。
- 次世代のエッジ用AI半導体（フィジカルインテリジェンス半導体）の実現に向けて取り組むべきコア技術（重点項目）を特定し、アカデミアの総力を結集した統合的な研究開発に重点投資。
- 半導体産業が抱える基礎・基盤的な技術課題や革新的な研究開発課題（推進項目）に取り組むため、アカデミアでのシーズ創出・産学連携を支援。

半導体研究基盤

- アカデミアの研究開発を産業界につなぐための設計・試作・検証環境の整備
- 大型研究施設（放射光、計算機等）の整備・高度化や積極活用

半導体人材育成

- 半導体分野に研究者を集めるための積極投資、将来の道筋の提示
- 全国的なカリキュラム整備・連携や環境整備
- 高専・大学のシームレスな人材育成、海外や産業界との人材交流・招聘

AIの進化と物理世界への融合（Physical Intelligence） ： AIロボット（身体機能の知能化）研究の推進

- **AI基盤モデル**（GPTなど）は社会に大きなインパクトをもたらした。**世界は次のステージへ。**
- これらAI技術の飛躍的な進展は、**新たなイノベーションとして、ロボット（身体機能）との融合に注目。**

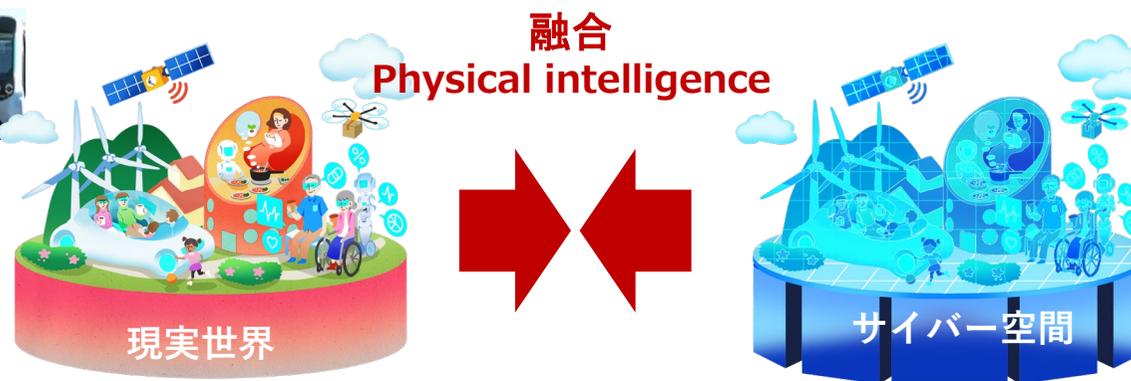
- ✓ AIが学習したデータをもとに環境に適用した動作を推定できる技術（AIアルゴリズム）
- ✓ 先端半導体によりエッジで推論計算するAIチップ（計算資源）
- ✓ 知能ロボットと産業用ロボットの融合

➡ **変化する実環境に柔軟に対応できるAIロボット**の開発・実装へ

- AIが物理的な身体機能（ロボット）を獲得することで、**AIの利活用が、デジタル世界（Digital）からこれまで不可能であった物理世界（Physical）へ拡大。**
- 世界はこの動向を捉え、大規模な投資を行う向き。**いち早く重要技術を獲得し、この変革のイニシアティブを取っていくべき。**これにより、**GX社会への移行と省人化に大きく貢献。**



- AIロボット（これから）
- AIと身体機能システムが融合
 - AIが物理動作を可能になる



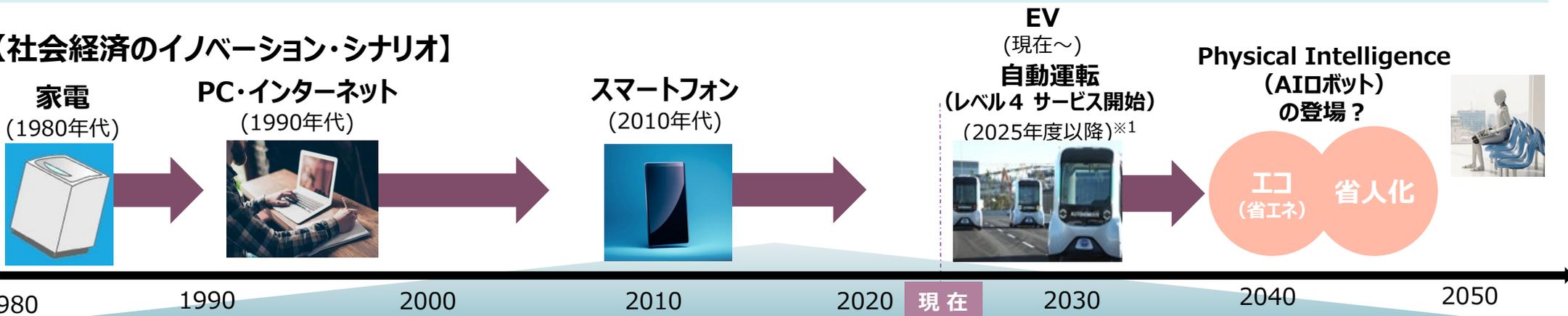
- 現在のAI
- スマホなどデバイスに装備
 - それ自体で物理的動作は出来ない

AI利活用の飛躍的拡大に向けたパラダイムシフト

技術シナリオ と 今後の社会経済イノベーション（概観）

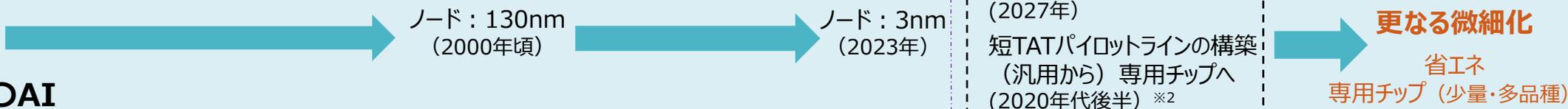
- 半導体、AI、ロボットの技術進展によりAIと身体機能システムの融合が進み、**エコ（省エネ）で省人化可能な“AIロボット”**が登場。どのような社会経済環境から導入され、破壊的イノベーションをもたらすか。

【社会経済のイノベーション・シナリオ】



【技術シナリオ】

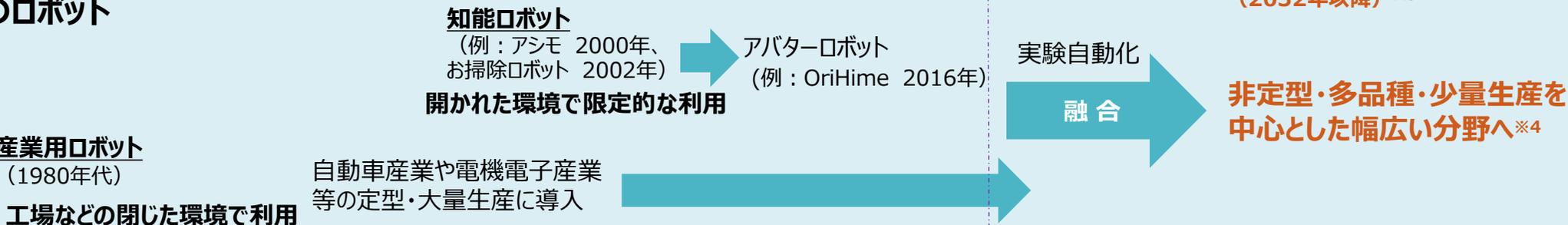
○半導体



OAI



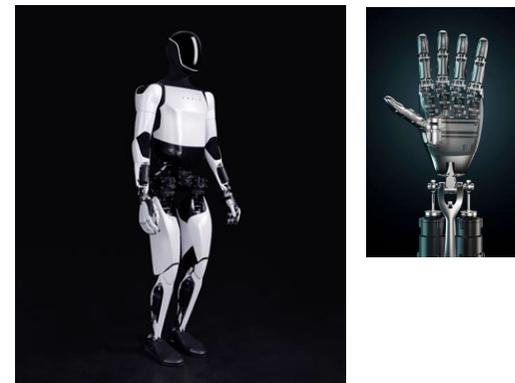
○ロボット



※1 (出典) 自動走行の実現及び普及に向けた取組報告と方針 version7.0 参考資料 (2023年4月28日 自動走行ビジネス検討会事務局)
 ※2 (出典) 半導体・デジタル産業戦略 (改定案) (令和5年5月 経済産業省 商務情報政策局)
 ※3 (出典) 省エネAI半導体及びシステムに関する技術開発事業/革新的AI半導体・システムの開発 基本計画 (NEDO事業) (2023年)
 ※4 (出典) ロボット分野における研究開発の社会実装の大局的なアクションプラン (ロボットアクションプラン) (2023年4月 NEDO)

Tesla (米国) Optimus <2023年12月>

- 自動運転技術を応用
- 推論処理によって歩く、物をつかむなどの基本的な動作は可能なヒューマノイドロボット
- 危険なタスク、反復的なタスクなどを実行するには、高度な動作・高速性（スムーズな動き）、AIと身体機能のリアルタイム性などが課題



(出典) https://www.tesla.com/ja_jp/AI



(出典) <https://www.1x.tech/>

1X (ノルウェー) EVE・NEO <2024年1月>

- OpenAIが、1 Xに、2023年に2350万ドル、2024年に1億ドルの資金提供
- 物を持ち運んだりドアを開けて移動したりするなど、特定の作業を行う人型作業ロボット
- 遠隔操作を必要とせず、すべて視覚ベースのニューラルネットワークで制御
- セキュリティ、物流、製造など産業タスクを実行するには、高度な動作・高速性（スムーズな動き）、AIと身体機能のリアルタイム性などが課題

スタンフォード大 Mobile ALOHA <2024年1月>

- 大規模言語モデルを活用
- 人間が示すデモンストレーションから学習し、料理や掃除などの限定的な動作が可能な模倣ロボット
- 家事手伝い用ロボットの開発に向けて、自ら学習し進化する汎用AI技術、高度な動作・タスク増大などが課題



(出典) <https://mobile-aloha.github.io/>

Physical Intelligence 構想 : AIロボット（身体機能の知能化）研究

- AI推論計算が今後技術的に進展することで、AIと身体機能システムが融合し、**研究の潮目が大きく変わる**。
- これまでのロボット研究は**社会的受容性が課題**。AIと身体機能システムの融合により、社会的受容性が高く、エコ（省エネ）で省人化可能な**“AIロボット”が破壊的イノベーションをもたらす可能性**。

AIと身体機能システムの融合

- エコ（省エネ）なエッジの知能化
- 知能と身体のリアルタイム性
- 適応・発達する知能

高い社会受容性※2をもつ
AIロボットの実現



知能ロボットとして発展



しかし・・・
開かれた環境での高速性、信頼性などに懸念
大幅な利用拡大につながらない

情報科学的なアプローチ

知能ロボットとして活用
開かれた環境※1で限定的な利用

柔軟性
機能性

限界突破
開かれた環境に対応

推論計算が今後進展
研究の潮目が変わる！

半導体の微細化、3Dチップレット、
十分なデータ取得、
AI基盤モデルの登場

産業用ロボットとして発展



しかし・・・
開かれた環境への対応が困難
閉じた環境どまり

機械工学的なアプローチ

産業用ロボットとして活用
工場などの閉じた環境で利用

高速性
完全性

※1 開かれた環境とは、多様性や動的な環境

※2 社会受容性とは、信頼性、確実性、ELSI、安全性などの観点から踏まえ、ヒト・社会が受容すること

<参考資料> 政策文書におけるAIロボットの研究推進

- AIホワイトペーパー 2024 ステージIIにおける新戦略— 世界—AIフレンドリーな国へ— (2024年4月11日 自由民主党デジタル社会推進本部 AIの進化と実装に関するプロジェクトチーム)

第2章 AIを活用した日本の競争力強化のための戦略
急速な環境変化を味方につける柔軟な対応

- 研究開発力の強化

- ・ 労働力不足等の社会課題を解決するため、変化する環境に柔軟に対応するなど、現在のAIでは実現できない革新的なAIを搭載したロボット等の研究開発を、官民で抜本的に強化すること



- 今後の科学技術・イノベーション政策の方向性について (2024年2月20日 総合科学技術・イノベーション会議 (第71回) 内閣府特命担当大臣 (科学技術政策) 説明資料)

3. 統合イノベーション戦略2024に向けた方向性

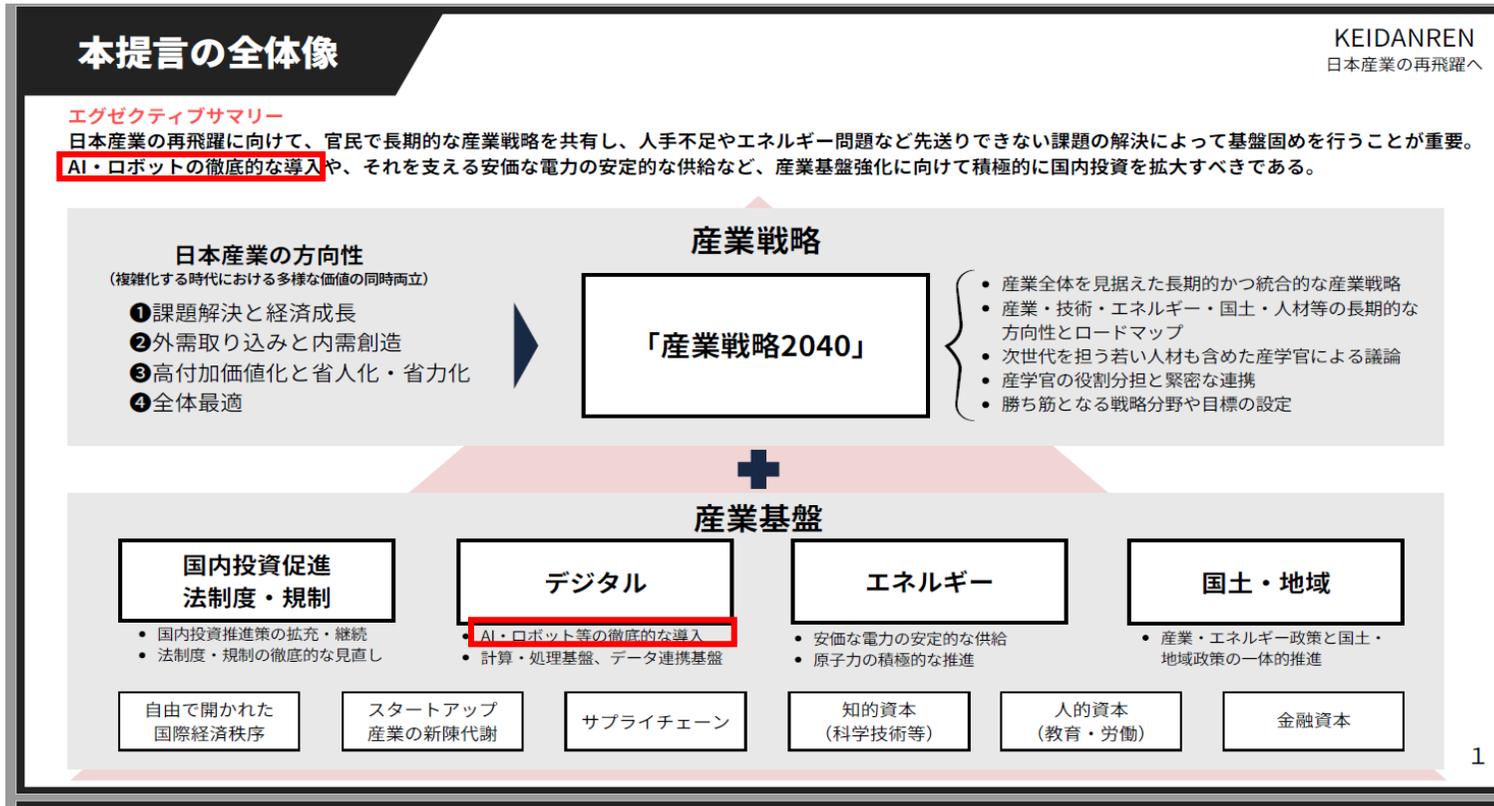
国内では、人手不足の顕在化に伴い、AI・ロボティクスによる自動化・省力化が急務であり、また、頻発する災害への備えや対応も喫緊の課題となっている。これらに科学技術・イノベーションが果たす役割は一層重要となっており、テクノロジーの社会実装を加速していくことが必要。



第71回総合科学技術・イノベーション会議の様子

<参考資料> 政策文書におけるAIロボットの研究推進

● 日本産業の再飛躍へ～長期戦略にもとづく産業基盤強化を求める～（2024年4月16日 一般社団法人日本経済団体連合会）



第2章 産業基盤強化に向けた具体的施策

2. デジタル

(1) 産業DX

少子高齢化が他国に先行して進むわが国においては、**AIやロボットなどのデジタル技術の社会実装によって産業DXを早急に進めるべき**である。「**AI・ロボット大国**」を目指し、**研究開発**や積極的な活用、ルール整備・規制改革、人材育成などを**産学官連携**で**取り組む必要がある**。

製造業をはじめ、健康・医療、育児・介護、エンターテインメント・コンテンツ、物流、建設、小売、飲食、自動車・移動、防災・減災、インフラ維持などあらゆる分野において**AI・ロボットを導入し生産性向上を図ることが不可欠**である。**国産技術も含めたAI・ロボットの徹底的な導入推進に向けて、今後3年程度を集中投資期間として、大胆な予算や税制、規制改革などあらゆる施策を総動員すべき**である。

AIやロボットの開発・利用にあたっては、わが国が強みとしてきたモノづくりや質の高いリアル知識と掛け合わせ、融合することで価値を高める視点が重要である。こうしたハードの強みを活かしつつ、ソフトウェアへの積極的な投資・開発により、各領域における高付加価値なアプリケーション・ソリューションを国内外に提供することで、エコシステムの構築・展開に取り組むことが勝ち筋となる。とりわけ、**各領域に特化したAIやエッジAI、産業用ロボットのプラットフォーム開発を主導する**とともに、**将来的なAGI（汎用人工知能）の進展を見据えて産学官による開発・実装を行うべき**である。