

# フィジカル・インテリジェンス研究（仮称）について

---

令和6年6月

文部科学省

基礎・基盤研究課

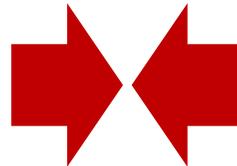
# AIの進化と物理世界への融合

- **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、機械（ロボット、IoT等）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（エッジの知能化・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Physical Intelligence※の開発・実装へ**
- ※エッジの知能化等により、AI（知能システム）と機械（ロボット、IoT等）が高度に融合することで実現する、AIが物理的動作を行うためのシステム。これにより、AIの利活用が現実世界（Real World）に広がることで、リアルタイムに高付加価値を還元することを目指す
- AIが物理的な身体機能（ロボット等）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。**



融合

Physical intelligence



Physical Intelligence（これから）

- AIと機械が融合
- AIが物理動作を可能になる

現在のAI

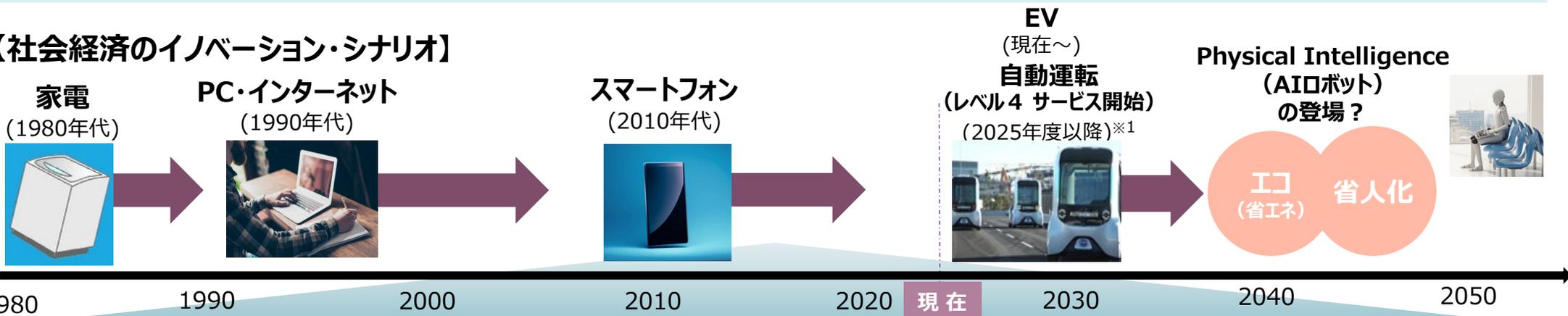
- スマホなどデバイスに装備
- それ自体で物理的動作は出来ない

**AI利活用の飛躍的拡大に向けたパラダイムシフト**

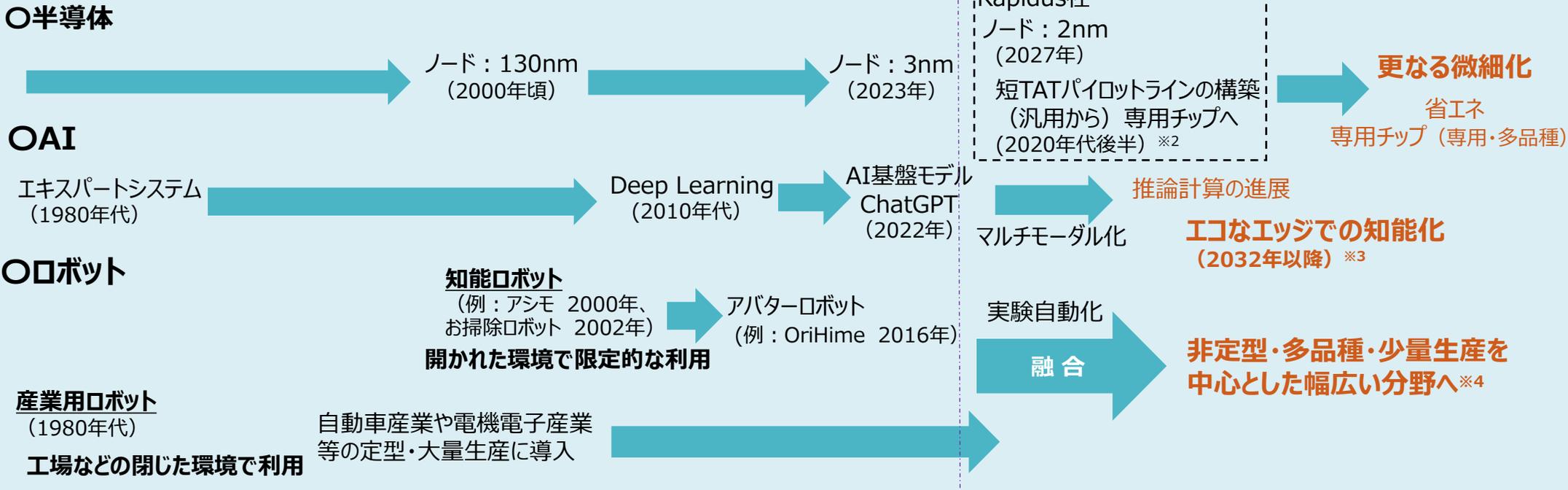
# 技術シナリオ と 今後の社会経済イノベーション（概観）

- 半導体、AI、ロボットの技術進展により知能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】



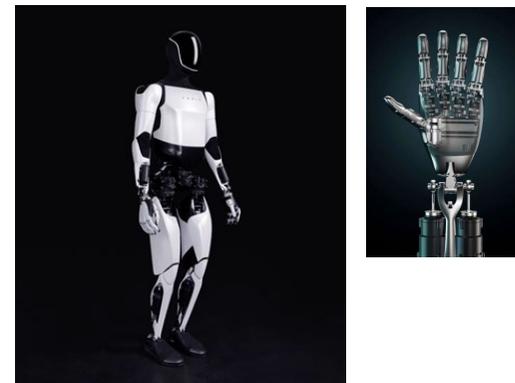
## 【技術シナリオ】



※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](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ロボット研究

- AI推論計算が今後技術的に進展することで知能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**。知能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**。

## 知能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
- 知能と身体機能のリアルタイム性
- 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

# 考える導入シナリオと目指すべき目標

## <実環境で利用拡大につながる導入課題>

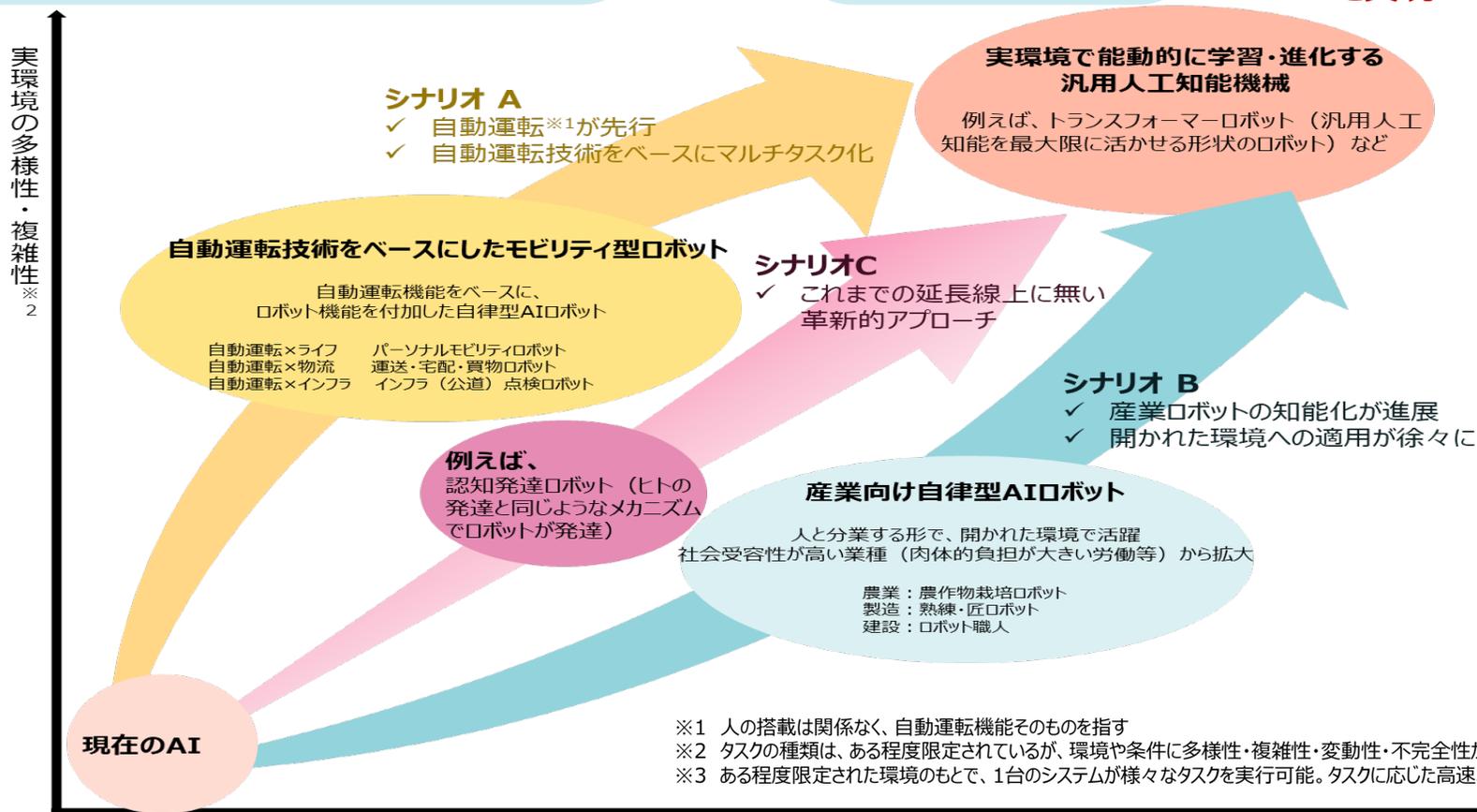
- **社会受容性**：高い社会受容性がある  
(例：人との関わりが少ない環境から。肉体的負担が大きい労働環境から)
- **経済性**：合理的な経済的コストである  
(例：半導体チップ数が比較的多く出る業種から。人が作業担うよりも経済性が高い業種から)
- **拡張性**：明確なタスク（課題設定）からマルチタスクへの  
拡がりが見込める
- **データ**：質の高いデータが集まりやすい環境である

## <地球規模課題／社会課題>

- **省エネ（エコ）**  
(カーボンニュートラル)
- **省人化、省力化**  
(予想を上回る少子高齢化と  
労働力人口減少)  
など

## <目指すべき目標>

- 高い社会受容性をもち、
  - ✓ **実環境（開かれた環境）**で
  - ✓ **能動的に学習・進化する**
  - ✓ **汎用人工知能機械**
  - ✓ **(AIロボット)**  
の研究・実装。
- これにより、GX社会への移行と  
付加価値生産性の向上の両立  
を実現



※1 人の搭載は関係なく、自動運転機能そのものを指す

※2 タスクの種類は、ある程度限定されているが、環境や条件に多様性・複雑性・変動性・不完全性があっても、ロボットにタスクを実行可能

※3 ある程度限定された環境のもとで、1台のシステムが様々なタスクを実行可能。タスクに応じた高速な操作などが可能

# 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



## ● 統合イノベーション戦略 (2024年6月4日 閣議決定)

### 2. 3つの強化方策

#### (3) AI分野の競争力強化と安全・安心の確保

##### ① AIのイノベーションとAIによるイノベーションの加速

(研究開発力の強化 (データ整備含む))

- ・労働力不足の解消やGX等にも資する環境変化に柔軟に対応可能な革新的なAIロボット等の研究開発・実装を官民で進める。

別添 Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

### 4. 官民連携による分野別戦略の推進

(戦略的に取り組むべき基盤技術)

#### (1) AI技術

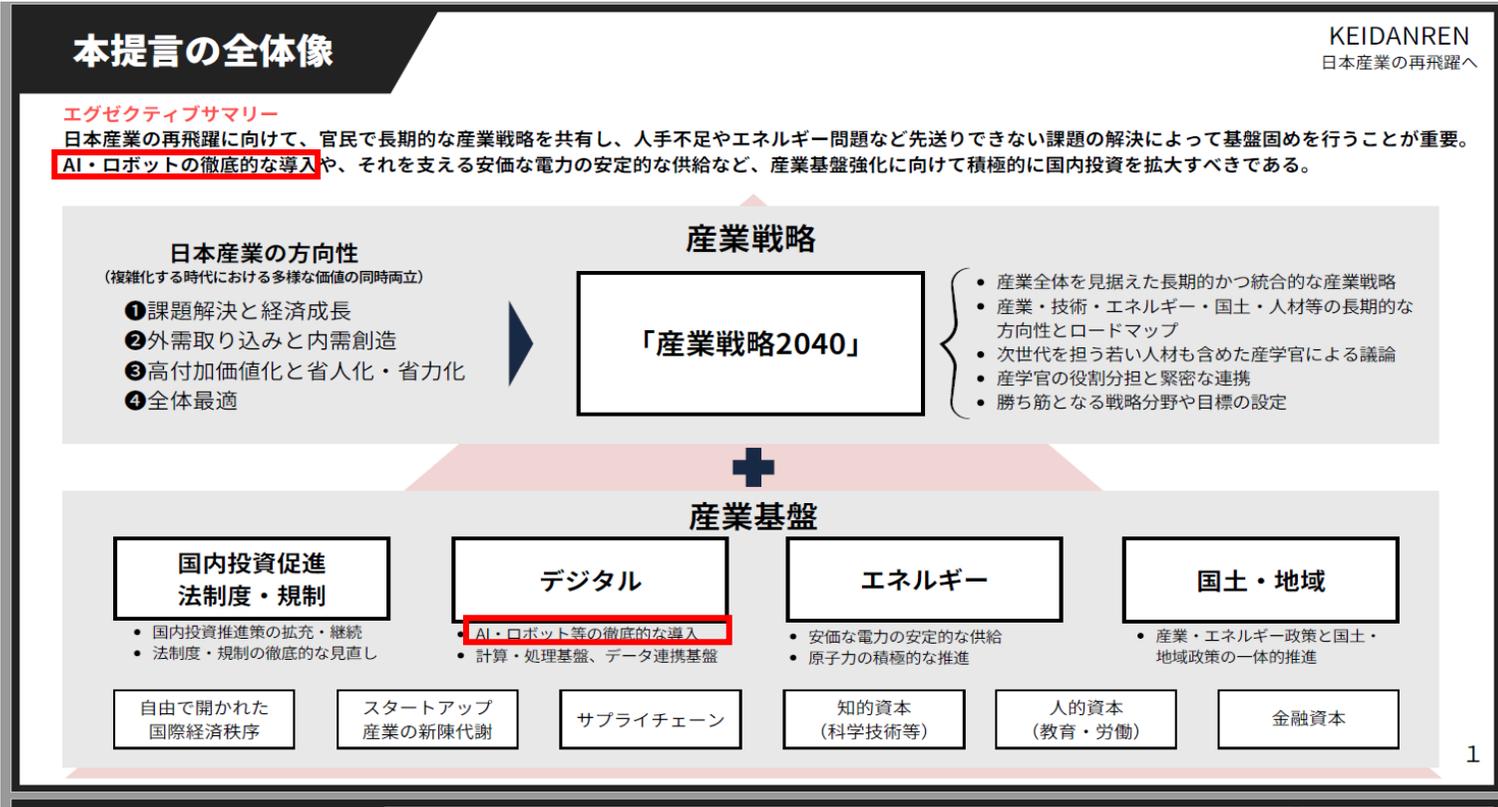
今後の取組方針

- ・AI基盤モデル、半導体の微細化等による推論計算の進展を見据え、社会受容性が高く、労働力不足の解消やGX等にも資する、エコかつ省人化可能な、革新的なAIとロボット(身体機能システム)の融合による身体機能の知能化(フィジカル・インテリジェンス)の研究開発を推進。さらに、最先端AI学習理論を実世界に適用する研究を推進。



第73回総合科学技術・イノベーション会議の様子

## ● 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。**