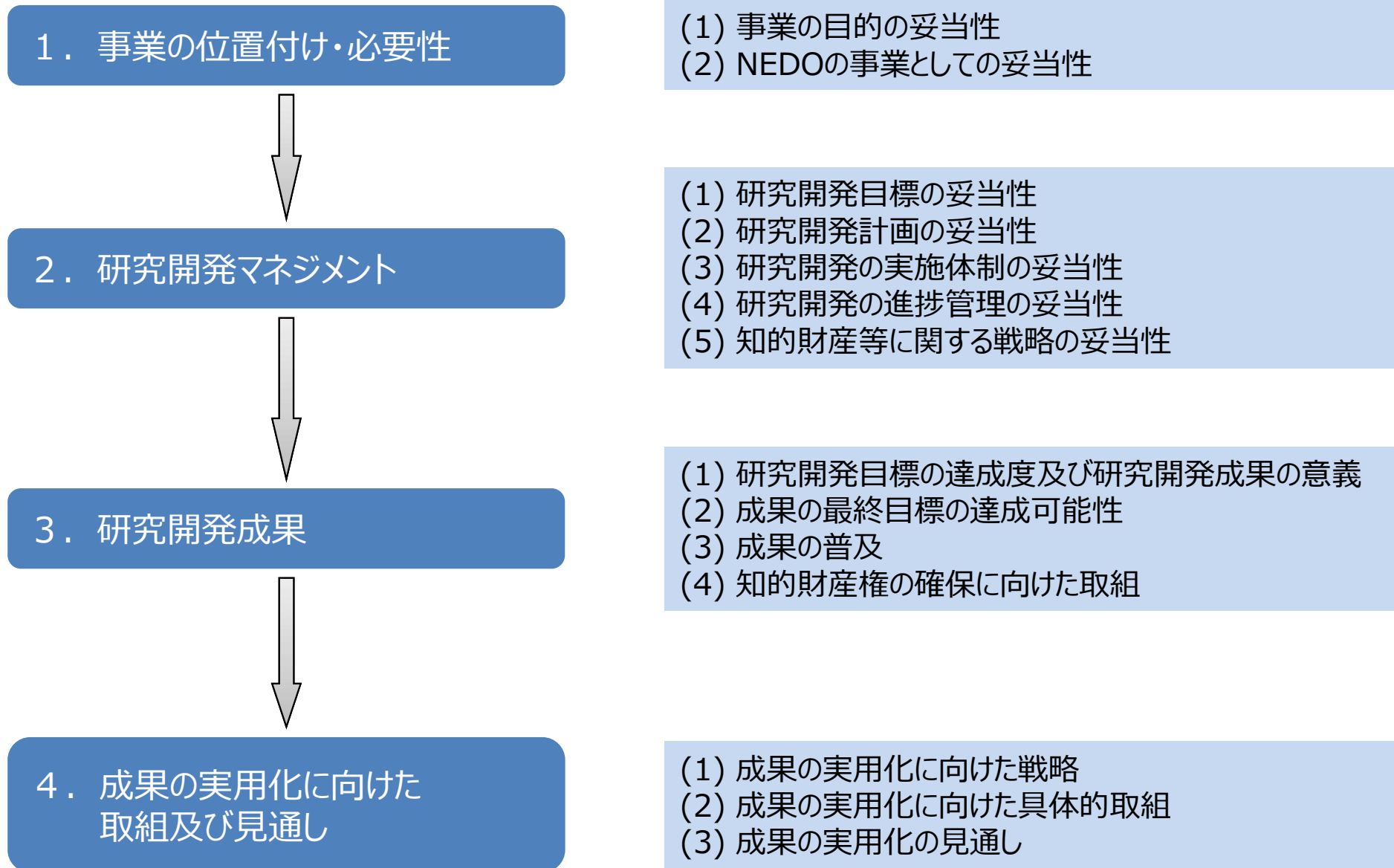


「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」

中間評価（2020年度～2024年度 5年間） プロジェクトの概要（公開）

2022年9月28日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
ロボット・AI部



1. 事業の位置付け・必要性

- (1) 事業の目的の妥当性
- (2) NEDOの事業としての妥当性

◆ 事業の背景と本事業が取り組む課題

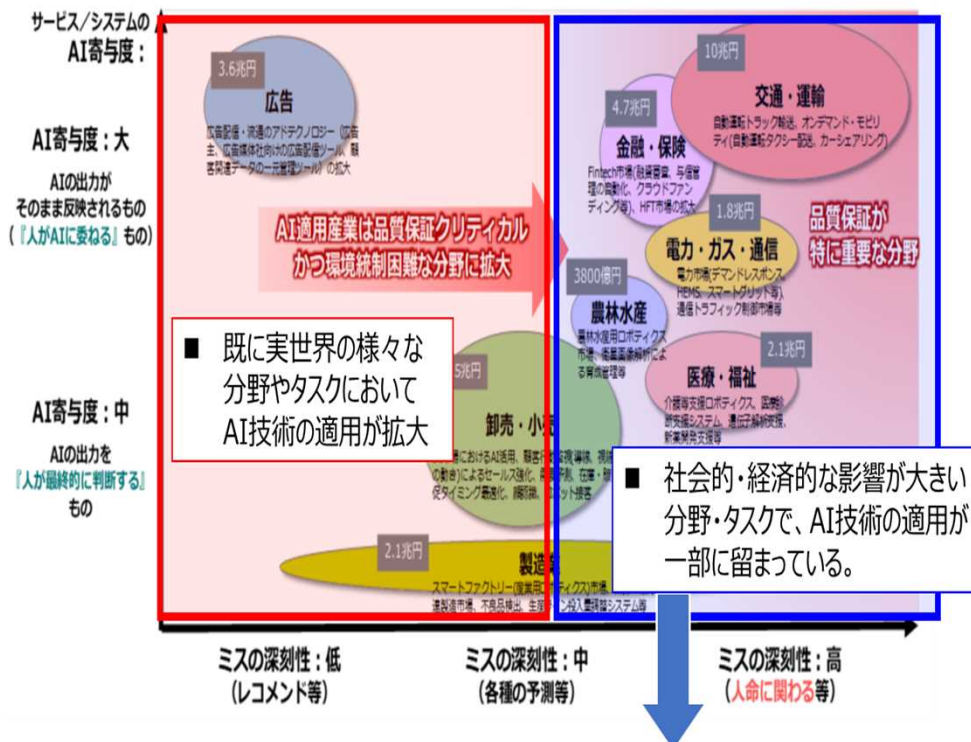
背景

少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少などの社会課題のためのテクノロジーの一つとしてAI技術に期待が寄せられている。

AI技術の実社会への適用に関する課題

- 社会的・経済的な影響が大きい分野・タスクにおいて活用を拡大するには、AIの説明性を高めるとともに、AIシステムの品質を保証する必要がある。
- AIの導入が進展するのに伴い、大量のデータを集めづらいタスクが顕在化し、少ないデータでのAI構築や人の知見の活用が期待される。

AI関連の市場



人とAIがそれぞれの得意領域で役割分担して協働し、人と共に進化するAIシステムが必要

戦略プロポーザル「AI応用システムの安全性・信頼性を確保する新世代ソフトウェア工学の確立」(国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター) から引用
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2018/SP/CRDS-FY2018-SP-03.pdf>

- 人とAIが相互に作用しながら共に成長し進化するAIシステムを構築する

◆ 政策的位置付け

■ **第5期 科学技術・イノベーション基本計画（2016年1月閣議決定）**

世界に先駆けた「超スマート社会」の実現

生活の質の向上をもたらす人とロボット・AIとの共生、ユーザーの多様なニーズにきめ細かに応えるカスタマイズされたサービスの提供、潜在的ニーズを先取りして人の活動を支援するサービスの提供、地域や年齢等によるサービス格差の解消、誰もがサービス提供者となれる環境の整備等の実現が期待される。

基盤技術の戦略的強化

基盤技術については、例えばAIとロボットとの連携がAIによる認識とロボットの運動能力の向上をもたらすように、複数の技術が有機的に結びつくことで、相互の技術の進展を促すことも予想される。



■ **AI戦略 2019 ～人・産業・地域・政府全てにAI～
（2019年6月統合イノベーション戦略推進会議決定）**

中核基盤研究開発の一つに、「文脈や意味を理解し、想定外の事象にも対応でき、人とのインタラクションにより能力を高め合う共進化AIの開発」

→ 達成時期2030年度

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆ NEDOの技術戦略上の位置付け

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

次世代人工知能・ロボット中核技術開発

要素技術開発

社会実装 (先導研究)

人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発

人工知能の要素技術開発 (第2フェーズ)

人とAIが相互に作用しながら共に成長し進化するAIシステムを構築するための**基盤技術**

リアルデータを活用した実世界における社会課題解決のためのAI開発、すなわち**日本の強みである現場の良質なデータ、知識、ロボット技術等を活かせるフェーズにシフト**

今後、実世界でのAIの利活用分野を加速度的に拡大していくためには、「**人間と協調できるAI**」、「**実世界で信頼できるAI**」、「**容易に構築・導入できるAI**」など、現在のAI技術では対応できない**新たなAI基盤技術**が必要

社会実装の本格研究

出口戦略の重視等により、人工知能技術による**社会課題解決**を加速する

人工知能技術の**早期社会実装**を実現するための**技術 (ツール)**開発を行い、省エネルギーへ貢献する

人工知能技術適用によるスマート社会の実現

次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発

◆ 各国の研究開発重点項目との比較

- ・各国のAI研究開発重点分野は**本プロジェクトとの共通項**を持つ(テーマ①、下表青字部)
- ・本プロジェクトではそれらの共通項にも注力するとともに、「**AIの品質管理(テーマ②)**」、「**容易に構築できるAI(テーマ③)**」といった日本の特長を出した研究開発項目を加えている

| 国 | 重点分野 | マスタープラン |
|--------|--|--|
| アメリカ | マイクロエレクトロニクス、 バイオテクノロジー 、量子コンピューティング、5G、 ロボット・自律システム 、積層造形、エネルギー貯蔵技術 | NSCAI最終報告書(2021年) |
| 中国 | 新世代 AI、量子情報、集積回路、 脳科学 、 スマート介護 | 第14次五カ年計画(2021年) |
| イギリス | 説明可能なAI 、 デジタルツインプログラム 、炭素排出ゼロ、 スマートマテリアル | AIロードマップ(2021年) |
| ドイツ | 国家的ハイパフォーマンス・コンピューティング環境 、計算生命科学、 介護のためのAIシステム 、CO2削減、資源効率の高い AI | AI国家戦略(2020年) |
| フランス | 故障に強いロボット、 パーソナライズ化された学習 、オープンソースの音声認識プラットフォーム、 横断的検索システム | Intelligence artificielle: "faire de la France un leader (2018年) |
| シンガポール | 協調的意思決定のための AI 、 説明可能で信頼できる AI 、 設計と発見のための AI | 国家人工知能戦略(2019年) |

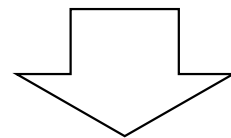
◆ NEDOが関与する意義

本事業において実現を目指す「人と共に進化するAIシステム」は、

- 既存の技術分野にはない新しいコンセプトが含まれており、当該技術開発は非常に難易度が高く民間企業のみでは十分な研究開発が困難である。
- 学術的な最新の研究と実際に社会に適用する実証を並行して進めていく必要があり、産学官の複数実施者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施することが必要である。

本事業におけるAIシステムの品質管理に係る研究開発は、

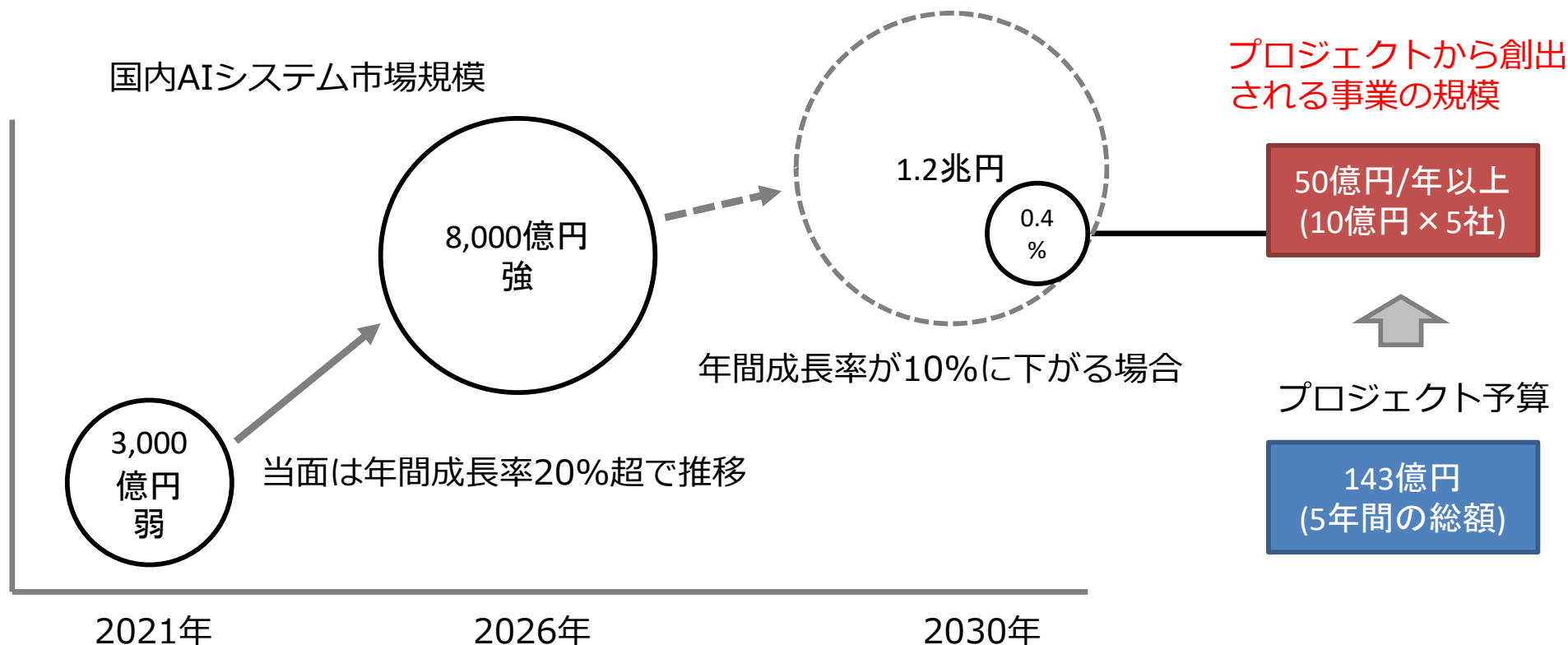
- 国際標準等の策定を見据えたものである。



NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

◆ 実施の効果 (費用対効果)

- ・2030年における国内AIシステム市場の規模は現状の4倍以上に拡大すると予測している
 - ・世界のAI関連市場は2020年の7.1兆円から2028年に113.6兆円と15倍以上に拡大する予測もある
(Grand View Research “Artificial Intelligence Market Size, Share & Trends Analysis Report”)
- ・本PJから **5テーマ(25%)以上が事業化され、各10億円/年以上の売り上げを想定**する
(年間売り上げ10億円は2021年時点の国内AI業界の20位レベルである。 <https://gyokai-search.com/4-ai-uriage.html>)
- ・既に本プロジェクトから社会実装のためのベンチャーを設立したテーマも出ている



2021および2026年度の市場規模はIDC Japanによる国内AIシステム市場予測 (2022/05/24) より <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prJPJ49145122>

2030年の市場規模は2026年度以降に年間成長率が10%に下がると控えめに見積った場合の値である

2. 研究開発マネジメント

- (1) 研究開発目標の妥当性
- (2) 研究開発計画の妥当性
- (3) 研究開発の実施体制の妥当性
- (4) 研究開発の進捗管理の妥当性
- (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

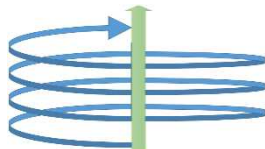
◆ 事業の目標

| | 目 標 | 根 拠 |
|--------|--|--|
| アウトプット | <p>【中間目標】(2022年度) 各要素技術について、試験適用を実施し、開発研究に向けた課題抽出を行う。</p> | <p>・本プロジェクトは、既存の技術やそのアプリケーションの開発といった連続的な開発ではなく、実用化までに長期間を要するハイリスクで非連続な研究開発を実施する。そのため、本プロジェクトでは、非連続なブレイクスルーを生み出す基盤技術を研究開発し、その技術が開発研究(本プロジェクトの成果を活用し、付加的な知識を創出して、新しい製品、サービス、システム等の創出又は既存のこれらのものの改良を狙いとする研究をいう。)を開始できる水準までに達することを本プロジェクトの目標とする。</p> |
| | <p>【最終目標】(2024年度) 本プロジェクトのねらいの実現に向けて、得られた基盤技術を組み合わせた開発を開始できる水準までに達することを目標に、試験的適用結果に基づく課題を解決し、開発研究の開始に必要な技術を確立する。また、実施者は本プロジェクトの成果を活用した新たな「人と共に進化するAI システム」に係る開発研究(製品開発ステージ)の着手率 25 パーセント以上を達成する。</p> | |
| アウトカム | <p>社会的・経済的な影響が大きい、製造、交通、医療・介護、金融などの分野・タスクへのAI システムの適用が進み、労働生産性を2030年には2020年度比で20%以上向上することに資するとともに、2030年には、RPA(Robotic Process Automation)世界市場を約320億ドルに拡大し、日本のシェアも当初予測の8%から12%以上に拡大することに資する。</p> | <p>・本プロジェクトの成果により、実世界の様々な分野・タスクにおいて人と共に進化するAI システムが導入され、人との協調が求められる分野・タスクにおいてAIによる代替や人の新たな気づきによるビジネスの創出が期待される。</p> <p>・労働生産性は労働投入量1単位当たりの産出量を示す指標、基本的には労働投入量は就業者数または就業時間数、産出量の付加価値額を用いる。</p> |

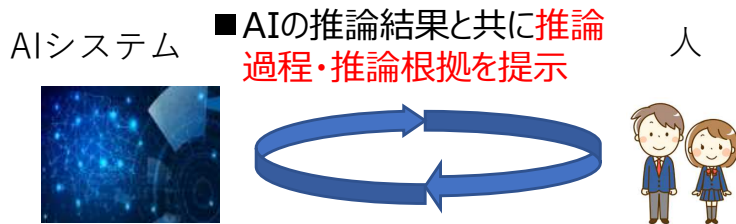
◆ 研究開発項目

研究開発項目①
「人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発」

①-1 人と共に進化するAIシステムの
フレームワーク開発



①-2 説明できるAIの基盤技術開発



①-3 人の意図や知識を理解して学習する
AIの基盤技術開発

■ AIが人の意図や知識を理解し、データとあわせてAIが学習

①-4 商品情報データベース構築のための
研究開発 (2022年度追加)

■ 物流・小売業におけるAIの適用拡大へ向けて共有できる製品・商品DBを構築



「人と共に進化するAIシステム」を実社会に適用するため、以下の課題を解決する基盤技術も開発

研究開発に係るデータや研究開発成果の共有

〔課題〕 AIの品質の評価・管理手法等はいまだ確立されておらず、AI技術を実社会に適用する際の障壁となっている。

研究開発項目②
「実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立」

〔課題〕 取得できる学習用データが少ない分野や、データ収集に多額のコストがかかる分野の場合、AI技術の適用が難しい。

研究開発項目③
「容易に構築・導入できるAIの開発」

◆ 研究開発目標と根拠

| 研究開発項目 | 研究開発目標 | 根拠 |
|--|--|--|
| <p>研究開発項目① 人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発</p> | <p>【中間目標】(2022年度) 開発する各技術について、試験的に特定の分野に適用可能なレベルに達する。また、各要素技術については試験的に特定の分野に適用し、開発研究に向けた課題抽出を行う。</p> <p>【最終目標】(2024年度) 特定分野に試験的に適用した結果、挙げられた課題を解決し、開発研究の開始に必要な技術を確立する。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 様々な分野・タスクへ「人と共に進化するAIシステム」の適用を可能とする技術基盤を構築することを目指すために目標を設定。 ・ 中間目標は、開発する技術が最終的な目標を達成するためには、当該技術を実際に社会適用し、そのフィードバックを得ながら技術の有効性を示す必要があることを踏まえて設定した。 |
| <p>研究開発項目② 実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立</p> | <p>【中間目標】(2022年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実際の事例に基づいて、具体的な品質評価・管理マニュアルを3件公開する。 ・ 品質の計測技術・向上技術について試験的に具体的事例に適用する。 ・ テストベッドの基盤的部分について研究者向けに公開する。 <p>【最終目標】(2023年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 公開した品質評価・管理手法を活用し、現場で実際に品質管理を3件以上行う。 ・ 開発した品質の計測技術・向上技術をテストベッドに組み込む。 ・ 研究者からのフィードバックを受け、必要となる機能を搭載したテストベッドの完成版を公開する。 | <p>2020年6月に第1版を公表した「機械学習品質管理ガイドライン」を普及するために、ガイドラインを具体的な製品・サービスに適用したマニュアルの作成及びそのマニュアルに基づいて実際のAIの品質管理事例を積み上げること、そして、具体的なAIの品質管理に必要なテストベッドを構築して公開して、AI品質の管理手法を確立することを目的としている。</p> |
| <p>研究開発項目③ 容易に構築・導入できるAIの開発</p> | <p>【中間目標】(2022年度) 汎用学習済みモデルを効率的に構築する技術など、AIシステムを容易に構築する要素技術の有効性を確認する。その際、具体的な事例で試験的にAIシステムを複数件構築し、試験結果から、プラットフォーム構築に向けた課題抽出を行う。</p> <p>【最終目標】(2024年度) 汎用学習済みモデルを用いて効率的に構築でき、容易に利活用でき、実用レベルで機能するAIシステムを、大学や企業等が利用できるプラットフォームを構築する。</p> | <p>AI技術の容易な構築・導入を可能にするため、画像、動画、音響信号、自然言語など様々な情報を対象とした汎用学習済みモデルの構築及び利活用に関する基盤技術の開発、また開発したデータ・モデルの効率的な管理・利活用のためのプラットフォームを構築するために設定。</p> |

◆ 研究開発のスケジュール

| | 2020年度 | 2021年度 | 2022年度 | 2023年度 | 2024年度 | |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--|
| 研究開発項目① 人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発 | | | | | | |
| ①-1 人と共に進化するAIシステムのフレームワーク開発 | → | | 中間目標 | → | | |
| ①-2 説明できるAIの基盤技術開発 | → | ステージゲート | | → | → | |
| ①-3 人の意図や知識を理解して学習するAIの基盤技術開発 | → | ステージゲート | | → | → | |
| ①-4 商品情報データベース構築のための研究開発 | | | | | → | |
| | | | | 最終目標 | 最終目標 | |
| 研究開発項目② 実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立 | → | | | 最終目標 | | |
| 研究開発項目③ 容易に構築・導入できるAIの開発 | → | | | → | | |
| | | | | | 最終目標 | |

◆ プロジェクト費用

ステージゲート評価によりテーマの早期見極めを行うことで予算を集約するとともに、一部のテーマに対して加速予算を設定することで、迅速な社会実装を目指す動きをかけている

(単位：百万円)

| | 2020年度 | 2021年度 | 2022年度 | 2023年度 | 2024年度 | プロジェクト合計(仮) |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-------------|
| 人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業 | 2,930 | 2,810 | 2,710 | (2,700) | (2,700) | (14,156) |
| ①-4 商品情報データベース構築のための研究開発 | - | - | 306 | | | |
| 加速予算 | | | 179 | | | (179) |
| 年度計 | 2,930 | 2,810 | 3,195 | (2,700) | (2,700) | (14,335) |

- ・物流・小売業におけるAIの適用拡大へ向けて共有できる製品・商品DBを構築するため、2022年度に①-4「商品情報データベース構築のための研究開発」テーマを追加した
- ・より早く有効な社会実装を目指すために2022年度に加速予算を設定した

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性



◆ 研究開発の実施体制

本日の実施者報告テーマ

本資料で紹介するテーマ

現地調査会報告テーマ

PM 芝田 兆史 (NEDO)

PL 辻井 潤一 (産総研)

技術推進委員会

①-1 人と共に進化するAIシステムのフレームワーク開発

研究開発項目①「人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発」

| 番号 | 研究開発テーマ | 実施者 |
|----|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | サイボーグAIに関する研究開発 | 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 |
| 2 | 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 | 産業技術総合研究所 日鉄ソリューションズ株式会社 |

①-2 説明できるAIの基盤技術開発

| 番号 | 研究開発テーマ | 実施者 |
|----|---|-------------------------------|
| 1 | 学習者の自己説明とAIの説明生成の共進化による教育学習支援環境EXAITの研究開発 | 株式会社内田洋行 京都大学 |
| 2 | 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 | 慶應義塾 産業技術総合研究所 中部大学 |
| 3 | 進化的機械知能に基づくXAIの基盤技術と産業応用基盤の開発 | キュービー株式会社 東京医科大学 横浜国立大学 |
| 4 | 説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と育児・発達支援への応用 | 大阪大学 電気通信大学 株式会社ChiCaRo |
| 5 | 人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発 | 早稲田大学 |
| 6 | モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化 | 東京工業大学 GEヘルスケア・ジャパン株式会社 |

研究開発項目②「実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立」

| 番号 | 研究開発テーマ | 実施者 |
|----|-------------------------------|-----------|
| 1 | 機械学習システムの品質評価指標・測定テストベッドの研究開発 | 産業技術総合研究所 |

研究開発項目③「容易に構築・導入できるAI技術の開発」

| 番号 | 研究開発テーマ | 実施者 |
|----|----------------------------|------------------------------|
| 1 | 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 | 産業技術総合研究所 株式会社AIメディカルサービス |

①-3 人の意図や知識を理解して学習するAIの基盤技術開発

| 番号 | 研究開発テーマ | 実施者 |
|----|---|---|
| 1 | インタラクティブなストーリー型コンテンツ創作支援基盤の開発 | 慶應義塾 公立はこだて未来大学 株式会社手塚プロダクション 電気通信大学 東京大学 株式会社ヒストリア 立教学院 株式会社A e s |
| 2 | 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 | 産業技術総合研究所 |
| 3 | 熟練者暗黙知の顕在化・伝承を支援する人協調AI基盤技術開発 | 京都大学 産業技術総合研究所 三菱電機株式会社 |
| 4 | 説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と育児・発達支援への応用 | 大阪大学 電気通信大学 株式会社ChiCaRo |
| 5 | 人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの開発 | コグニティブリサーチラボ株式会社 京都大学 |
| 6 | 人とAIの協調を進化させるセマンティックオーサリング基盤の開発 | 沖電気工業株式会社 東北大学 名古屋工業大学 理化学研究所 |
| 7 | AIとオペレータの『意味』を介したコミュニケーションによる結晶成長技術開発 | 産業技術総合研究所 東海国立大学機構名古屋大学 理化学研究所 |
| 8 | AIとVRを活用した分子ロボット共創環境の研究開発 | 関西大学 株式会社分子ロボット総合研究所 北海道大学 |
| 9 | Patient Journeyを理解し臨床開発での意思決定を支援する人工知能基盤の開発 | サスマド株式会社 |

①-4 商品情報データベース構築のための研究開発 (2022/7)

| 番号 | 研究開発テーマ | 実施者 |
|----|----------------------|--|
| 1 | 商品情報データベース構築のための研究開発 | アーサー・ディリトル・ジャパン株式会社 ソフトバンク株式会社 パナソニック コネクト株式会社 株式会社ロボット小売社会実装研究機構 |

◆ 研究開発の進捗管理

変化の早いAI分野の特性から、有識者の指導を受けて、アジャイル型の研究開発マネジメントを行う

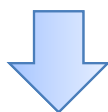
外部有識者およびPLによる進捗管理

技術推進委員会

委員が一同に会した場での研究進捗報告と議論および指導

技術指導

テーマ毎に1～3人の委員による個別の議論と指導



各実施者は指導結果を反映させる取組を行い、ステージゲート評価へ向かった

ステージゲート評価

プロジェクトの早期の段階で評価を受け、共進化PJとしての継続判断を行う

NEDOによる進捗管理

各テーマ会議への出席

定期的に(毎週～1か月に1回)開催される各テーマ進捗会議に参加する

実施者訪問

直接実施者を訪問し研究開発の現場を確認しながら議論する



研究内容の理解だけでなく、課題の把握と対応や知財出願への支援を行う

実施者ミーティング

実施者全体と共有すべき課題について周知および議論する

◆ 外部有識者による進捗確認

- 外部有識者で構成する**技術推進委員会**を組織し、各研究テーマについて外部有識者からアドバイスを受け適切に研究が進捗するよう努めた。

委員構成

| | 氏名 | 機関名 | 所属 | 役職 |
|-----|-------|---------------------------------------|------------------|-----------|
| 委員長 | 中島 秀之 | 公立大学法人札幌市立大学 | | 学長 |
| 委員 | 石川 冬樹 | 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所 | アーキテクチャ 科学研究系 | 准教授 |
| | 福島 俊一 | 国立研究開発法人 科学技術振興機構 | 研究開発戦略 センター | フェロー |
| | 松井 知子 | 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所 | モデリング研究系 | 研究主幹・教授 |
| | 青木 義満 | 慶應義塾大学 | 理工学部 電気情報工学科 | 教授 |
| | 諏訪 正樹 | オムロンサイニックエックス株式会社 | | 代表取締役社長 |
| | 谷口 忠大 | 学校法人立命館大学 | 情報理工学部 | 教授 |
| | 湯上 伸弘 | 富士通株式会社 | 富士通研究所 | シニアディレクター |

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性



| 委員会 | 開催日 | 議題 | |
|------------|-------------------------------------|---|----------------|
| 技術推進委員会 | 2021年5月11日 2021年5月14日 | 全研究開発テーマの研究進捗、今後の進め方。 | |
| 技術指導 | | 個別研究開発テーマの担当技術推進委員による技術指導。 | |
| | | 研究開発テーマ名 | 担当技術推進委員 |
| | 2021年8月26日 | AIとオペレータの『意味』を介したコミュニケーションによる結晶成長技術開発 | 石川委員、湯上委員 |
| | | 人とAIの協調を進化させるセマンティックオーサリング基盤の開発 | 谷口委員、湯上委員 |
| | 2021年8月30日 | 進化的機械知能に基づくXAIの基盤技術と産業応用基盤の開発 | 石川委員、松井委員 |
| | 2021年9月2日 | インタラクティブなストーリー型コンテンツ創作支援基盤の開発 | 松井委員、湯上委員 |
| | 2021年9月3日 | 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (研究開発項目①-1) | 福島委員、青木委員 |
| | | 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (研究開発項目①-2) | 福島委員、青木委員 |
| | | 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (研究開発項目①-3) | 福島委員、青木委員 |
| | | 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (研究開発項目③) | 福島委員、青木委員、諏訪委員 |
| | 2021年9月6日 | 学習者の自己説明とAIの説明生成の共進化による教育学習支援環境EXAITの研究開発 | 石川委員、青木委員 |
| | 2021年9月8日 | Patient Journeyを理解し臨床開発での意思決定を支援する人工知能基盤の開発 | 諏訪委員 |
| | | 人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの開発 | 松井委員、湯上委員 |
| | | 熟練者暗黙知の顕在化・伝承を支援する人協調AI基盤技術開発 | 松井委員、谷口委員 |
| | 2021年9月9日 | 人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発 | 松井委員、諏訪委員 |
| | 2021年9月15日 | サイボーグAIに関する研究開発 | 福島委員、湯上委員 |
| | 2021年9月22日 | 機械学習システムの品質評価指標・測定テストベッドの研究開発 | 石川委員、湯上委員 |
| | 2021年9月29日 | AIとVRを活用した分子ロボット共創環境の研究開発 | 石川委員、福島委員 |
| | | モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化 | 青木委員、谷口委員 |
| 2021年9月30日 | 説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と育児・発達支援への応用 | 石川委員、松井委員、谷口委員 | |

◆ ステージゲート評価

- 研究開発の効率的な推進及び本プロジェクトの成果の評価のため、**研究開発項目①-2、①-3については、ステージゲート審査委員会を実施し、対象研究テーマのヒアリングも行い各研究テーマの評価を行った。**

ステージゲート審査委員会 委員構成

| | 氏名 | 機関名 | 所属 | 役職 |
|-----|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------|
| 委員長 | 中島 秀之 | 公立大学法人札幌市立大学 | | 学長 |
| 委員 | 井崎 武士 | エヌメディア合同会社 | エンタープライズ事業本部 | 事業本部長 |
| | 石川 冬樹 | 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所 | アーキテクチャ科学研究系 | 准教授 |
| | 園田 展人 | 学校法人早稲田大学 | ナノ・ライフ創新研究機構 未来イノベーション研究所 | 客員教授 |
| | 田中 健一 | 三菱電機株式会社 | 開発業務部 | 技術統轄 |
| | 福島 俊一 | 国立研究開発法人 科学技術振興機構 | 研究開発戦略センター | フェロー |
| | 間瀬 健二 | 国立大学法人 東海国立大学機構 名古屋大学 | 大学院情報学研究科 知能システム学専攻 フィールド知能情報学 | 教授 |
| | 松井 知子 | 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所 | モデリング研究系 | 研究主幹・教授 |

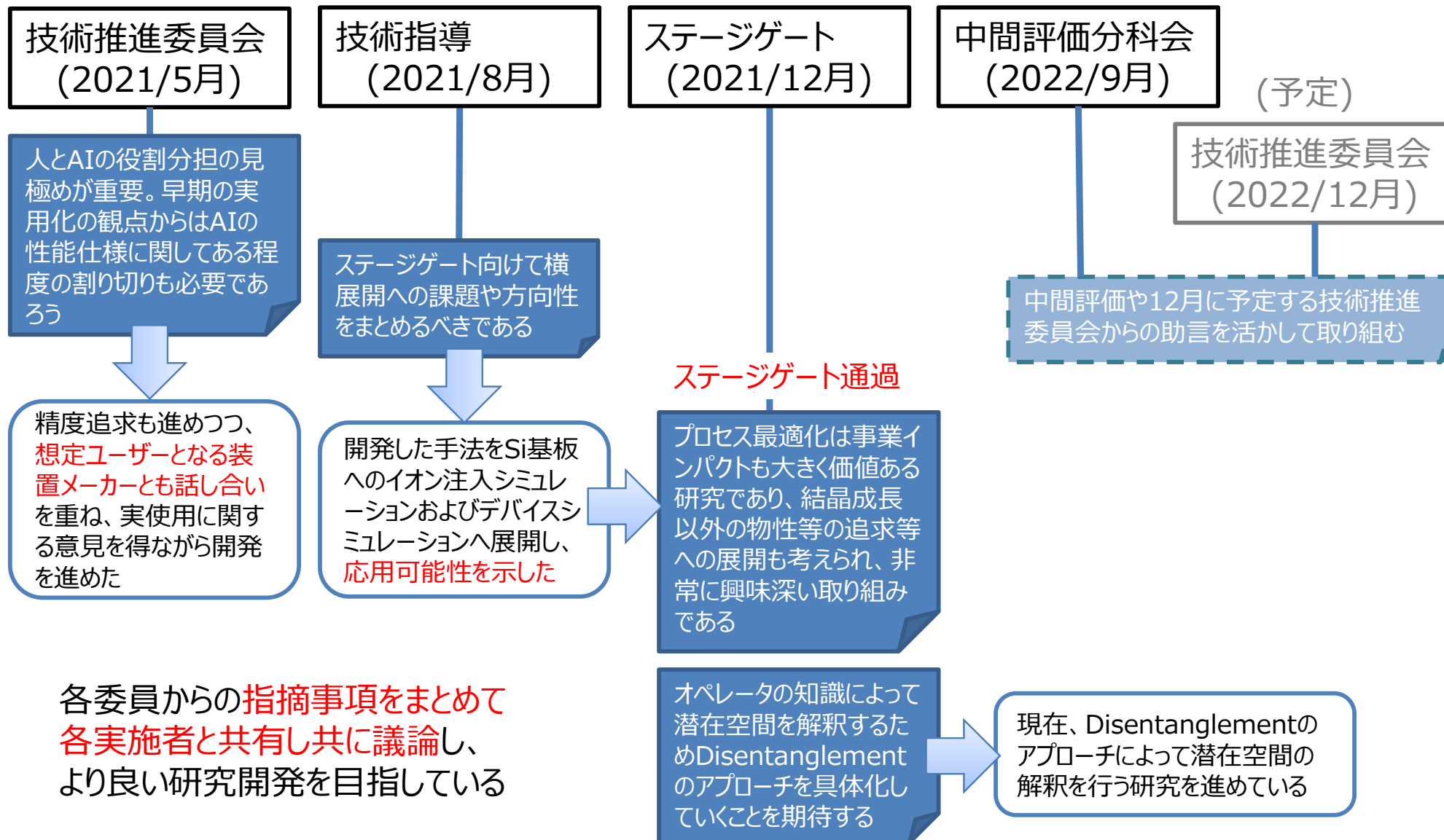
14テーマ中2テーマについては、課題抽出及び課題解決へのアプローチの検討が不十分なレベルと評価を受けたため、2021年度までで事業終了とした。

| | | | |
|-------|------------------------------|-------|---|
| ①-3-5 | 人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの開発 | ①-3-9 | Patient Journeyを理解し臨床開発での意思決定を支援する人工知能基盤の開発 |
|-------|------------------------------|-------|---|

◆ 外部有識者の指摘事項からの研究方針の改善

開催委員会と指摘コメントの例

①-3-7 AIとオペレータの『意味』を介したコミュニケーションによる結晶成長技術開発



◆ 動向・情勢の把握と対応

| 情 勢 | 対 応 |
|---|--|
| <p>2020年2月末の公募開始当初からのコロナ禍の影響。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 公募の説明会をオンラインで実施 ・ 非常事態宣言等を踏まえた公募期間の期間の延長 ・ 採択委員会、技術推進委員会等のオンライン開催 ・ 実施者と打合せ等のオンライン化の徹底 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ コロナ禍や半導体不足の影響で、研究開発に係る機器等の納入が予定通りに進まない。 ・ コロナ禍により海外渡航の制限などにより予定していた人材が確保できない。 | <p>納品スケジュールや雇用計画の変更に応じて経費が使用出来る用に、機器や労務費の予算を後倒して使用できるように経理的な措置を講じた。</p> |
| <p>コロナ禍により予定していた実証ができない。</p> <p>例) 実証を行う施設への出入りの制限や実証場所において密にならない等の制約が発生。</p> | <p>実施計画変更の必要性、人の待機場所確保などの費用の計上等についてNEDO側担当者と実施者が緊密に調整して、必要な実証を行えるよう手配した。</p> |

◆ 開発促進財源投入実績 (2022年度実施)

予算投入で社会実装に近づく判断したテーマを選定した
(総額1.79億円)

| テーマ名 | 対象実施者 | 目的 | 効果見込み |
|--|----------------------|--------------------|---|
| ①-1 サイborg AIに関する研究開発 | 国際電気通信基礎技術研究所(ATR) | ロボットに転移可能なデータの早期拡充 | 人間の運動計測実験の質・量を拡大し、モデル精度が向上する。得られたデータの一部を外部へ公開する検討を行っている |
| ①-2-1 学習者の自己説明とAIの説明生成の共進化による教育学習支援環境EXAITの研究開発 | 京都大学 内田洋行 | オープン知識学習者モデルの開発 | 新しい学校に展開する際に他の学校で得られた学習者モデルを活用でき、垂直スタートが可能となる |
| ①-2-2 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 | 慶應義塾 | 実用化へ向けた精度向上 | 2021年度に14回中13回を的中させた太陽フレア予測の精度と信頼性がさらに向上する |
| ①-2-3 進化的機械知能に基づくXAIの基盤技術と産業応用基盤の開発 | 東京医科大 キューピー | 対象疾病の拡大および精度の向上 | 対象とする疾病を拡大するとともに、データを早期に拡充し、より早く効果的な社会実装を実現する |
| ①-2-4, ①-3-4 説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と育児・発達支援への応用 | ChiCaRO | セキュリティ強化 | 子供を対象とする事業に向けてセキュリティを強化し、認証を取得することで想定ユーザの安心感が高まる |
| ①-2-5 人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発 | 早稲田大 | アノテーション強化による、精度向上 | 計画を前倒しして大規模実証実験を開始するとともに、EXPO等で要望が強かった機能の研究を加える |
| ①-2-6 モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化 | 東京工業大 GEヘルスケアジャパン | システム開発の前倒しと機能向上 | モジュール置換機能等の前倒し開発とGUIの実装で使用感を実用化を早める |
| ①-3-1 インタラクティブなストーリー型コンテンツ創作支援基盤の開発 | 慶應義塾 電気通信大学 | ユーザーニーズにこたえる機能向上 | 生成したキャラクタを実際のマンガ等でより使いやすくする機能を加えて、クリエイターの要望に応える |
| ①-3-3 熟練者暗黙知の顕在化・伝承を支援する人協調AI基盤技術開発 | 三菱電機 京都大学 | 熟練行動モデルの精度向上 | データが少ない条件の計測を追加し、熟練行動判定モデルの精度向上を図るとともに適用範囲を拡大する |
| ①-3-7 AIとオペレータの『意味』を介したコミュニケーションによる結晶成長技術開発 | 東海国立大学機構 (名古屋大学) | 計測データの追加 | オペレータの状態をセンサで計測することにより潜在的な判断が与える影響を知り、より良い制御につなげる |
| ①-3-8 AIとVRを活用した分子ロボット共創環境の研究開発 | 関西大学 北海道大学 | 分子制御能力の拡充 | 原子間力顕微鏡モジュールの機能を強化することで、実用性が向上し社会実装が早まる |

◆ 新規テーマの追加 (2022年度)

①-4 商品情報データベース構築のための研究開発

事業の目的

物流・小売業や製造業等の分野において「人と共に進化する AI システム」が適用できるタスクを拡大し、新たなサービスの創出を可能とするために、製品・商品の詳細なデータを数多くの事業者が共有・共用できるようにするための商品情報データの基盤構築を行う。

事業の内容 (実施項目)

- 360度対応の三次元情報や商品メタデータを取得するための、撮像・計測装置の開発
- 標準商品画像データ等を含む商品情報DBの構築と小売業界の企業の現場における、当該DBの有効性検証
- これにより、小売分野において現在、人手が多くかかっている品出し・陳列業務へのロボット導入等を目指す

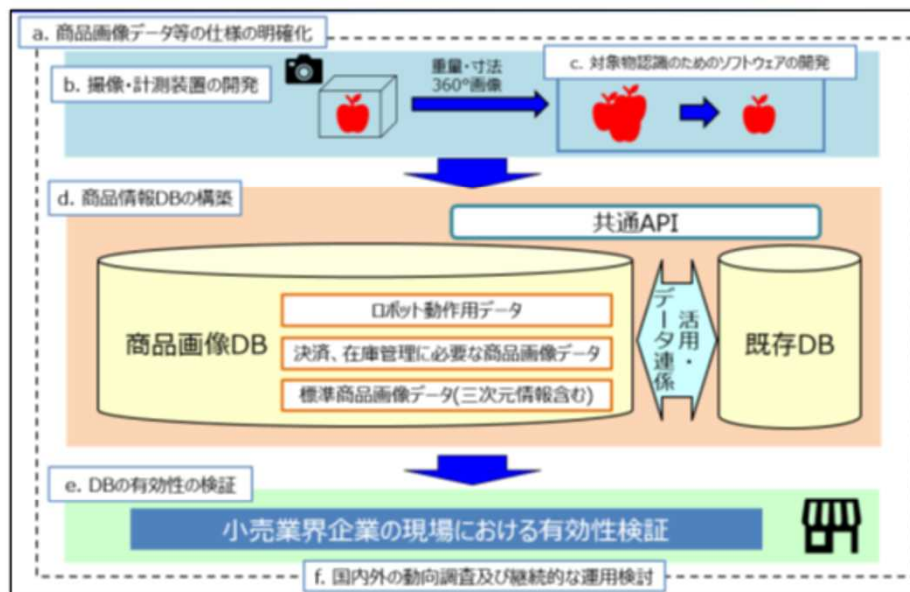
事業期間：2022年度～2024年度
 事業予算：3.5億円 (2022年度)
 公募期間：2022年3月31日～5月30日
 (応募件数1件のため11日間延長)

事業イメージ

(1) 次世代AI基盤技術開発

AI技術を実世界に広く浸透させるために必要となる高度な次世代AI基盤技術開発を実施。

- ① 人と共に進化するAIシステムのフレームワーク開発
- ② 実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の開発
- ③ 容易に構築・導入できるAIの開発



◆ 知的財産権等に関する戦略

オープン/クローズ戦略の考え方

| | 非競争域 | 競争域 |
|-----|---|---|
| 公開 | <p>社会に広く利用されるために オープンにすべき技術</p> <p>数式ドリブンの画像データセット生成技術 AI品質マネジメントガイドライン</p> | <p>事業化に向けて競争優位に立つために 知財権を獲得していく技術</p> <p>知財調査を経て、重点的に特許等を 獲得すべきとなった技術</p> |
| 非公開 | | <p>ノウハウ的な技術であり、知財権が取りにくく 模倣された場合に指摘が難しい技術</p> |

標準化に向けた取組

- 研究開発項目②において得られた研究開発成果については、国際標準化施策等との連携を図ることとする。標準化に向けて開発する評価手法の提案、データの提供等を積極的に行う。
- 特にAIの品質に係る議論についてはISO/IEC JTC 1/SC 42 - Artificial intelligenceにおいて議論されており、実施者等と協力して進めている。

◆ 知的財産管理

研究開発成果に関わる知的財産権

「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」
第25条の規定に基づき

全て委託先に帰属としている

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を原則として適用しつつ

知財の共有についてより詳細を追記した「『人と共に進化する次世代人工知能技術開発事業』における知財マネジメント基本方針」を策定した

データマネジメント

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメントに係る基本方針」を原則として適用しつつ

経済産業省が策定している「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」に沿った契約を締結することを求める事項等を追記した「『人と共に進化する次世代人工知能技術開発事業』におけるデータマネジメント基本方針」を策定した

知的財産プロデューサー(知財PD)派遣事業の活用

独立行政法人工業所有権情報・研修館より本事業に知的財産プロデューサーを派遣いただいた。

知財PDには実施者ごとの知財戦略/知財合意書/データマネジメントプランの立案、
海外への再委託契約締結に伴う知財条項の指導、開発ソフト/データの他者への利用
許諾や試用ライセンスへの助言、AIと著作権に係る調査等での支援を受けている

3. 研究開発成果

- (1) 研究開発目標の達成度
及び研究開発成果の意義
- (2) 成果の最終目標の達成可能性
- (3) 成果の普及
- (4) 知的財産権の確保に向けた取組

◆ 研究開発項目ごとの中間目標と達成状況

・プロジェクト内の各開発項目および個別全テーマについて**中間目標を達成している**

| 研究開発項目 | 研究開発目標 | | 達成状況 |
|--|--|---|--|
| <p>研究開発項目① 人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発</p> | <p>【中間目標】(2022年度) 開発する各技術について、試験的に特定の分野に適用可能なレベルに達する。また、各要素技術については試験的に特定の分野に適用し、開発研究に向けた課題抽出を行う。</p> | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・個別テーマについて各々で設定した中間目標を達成している。(個別テーマ内に一部目標未達項目もあるが、同テーマ内で超過達成項目もあり、全体として目標を達成している) ・一部のテーマについてはEXPO展示やプレスリリースを通じて市場からのフィードバックを得られる段階に達している。 |
| <p>研究開発項目② 実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立</p> | <p>【中間目標】(2022年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実際の事例に基づいて、具体的な品質評価・管理マニュアルを3件公開する。 ・品質の計測技術・向上技術について試験的に具体的な事例に適用する。 ・テストベッドの基盤的部分について研究者向けに公開する。 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・機械学習品質マネジメントガイドラインの第3版（日本語版）、第2版（英語版）を公開した。 ・5件の事例についてガイドラインを適用した品質評価リファレンスガイドを策定し公開した。 ・テストベッド「Qunomon」を開発し、a版として公開した。 |
| <p>研究開発項目③ 容易に構築・導入できるAIの開発</p> | <p>【中間目標】(2022年度) 汎用学習済みモデルを効率的に構築する技術など、AIシステムを容易に構築する要素技術の有効性を確認する。その際、具体的な事例で試験的にAIシステムを複数件構築し、試験結果から、プラットフォーム構築に向けた課題抽出を行う。</p> | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・数式ドリブンで生成した画像による事前学習を提案するとともに、当該データセットと学習済みモデルを公開した。(著作権やプライバシー等への配慮が不要でラベル付けの手間や間違いを生じない良質な画像セットの提供) ・医療画像識別・動画認識・3D物体検出など複数の事例で同データセットの活用が開始されている。 |

◆ 各個別テーマの成果と意義

①-2-4/①-3-4 説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と
 育児・発達支援への応用

大阪大・電通大・ChiCaRo

子供とのインタラクションから発達状態や個性を知る



中間目標

遠隔操作ロボットと子供のインタラクションを分析し説明するシステムについて、実際の保育園と家庭で3か月程度のシステム運用を行う。

達成度



保育園(2園)と家庭(8世帯)で3か月の実証実験を行った。

保育士・保護者から遠隔保育支援や子供の個性把握に期待が寄せられている

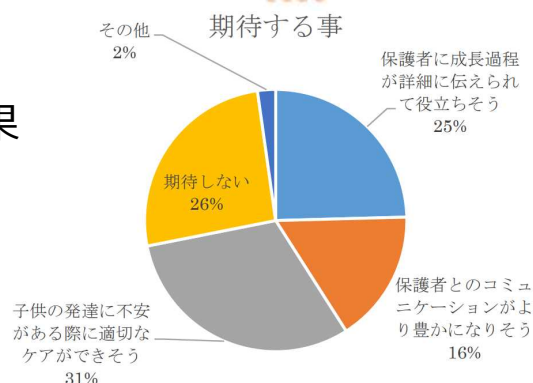
BabyTech Award Japan 2021

リサーチ・研究部門 優秀賞受賞

IPAS2021 Demo Day

オーディエンス賞受賞

保育士へのアンケート結果
 (別途、保護者にも実施)



成果の意義や今後への期待

AIが相手の状態を推定し説明する技術は育児支援だけでなく、パートナーロボットなどにも応用でき、製造系企業からの問い合わせも受けている。保護者からセキュリティ向上へ期待する声もあり、今年度より強化を図る。

◆ 各個別テーマの成果と意義

①-2-5 人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発

早稲田大学

AIエージェントとの対話から語学会話能力を判定する

表1. 英語能力の自動採点の正解率

| 評価側面 | 正解率 [%] |
|-----------|---------|
| 表現の豊富さ | 62.4 |
| 文法的正しさ | 51.8 |
| 流暢さ | 68.2 |
| 発音の良さ | 56.5 |
| インタラクティブ性 | 55.3 |
| 一貫性 | 51.8 |

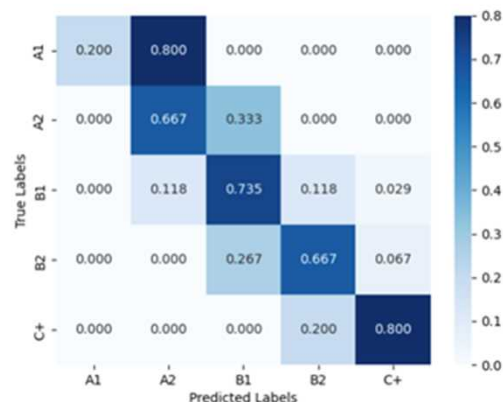


図1. 「流暢さ (Fluency)」自動採点の混同行列

中間目標

AIエージェントとの対話による英語コミュニケーション能力判定の実証実験を開始する。

達成度



語学能力指標であるCEFRの全6項目において±1段階以内の精度となり、実証実験を開始した。

AI・人工知能EXPO 21秋/22春に出展

Reimagine Education Award の Learning Assessment部門で 3位獲得 (教育に関する国際Award)



成果の意義や今後への期待

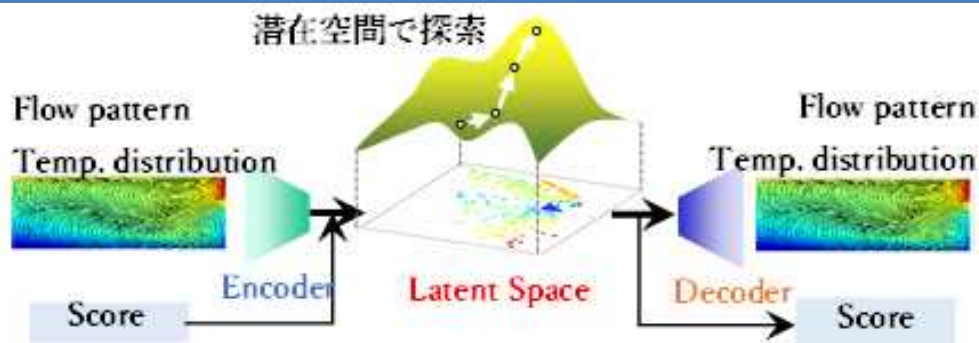
EXPO等での発表を受けて複数の企業より導入意欲が伝えられ、社会に強いニーズがあることが判明している。ホテル等での接客や旅行ガイドなどの特定タスクに特化した能力評価への期待もあり、開発を進めている。

◆ 各個別テーマの成果と意義

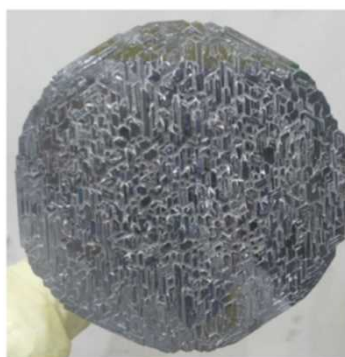
①-3-7 AIとオペレータの『意味』を介したコミュニケーションによる
結晶成長技術開発

名古屋大・理研・産総研

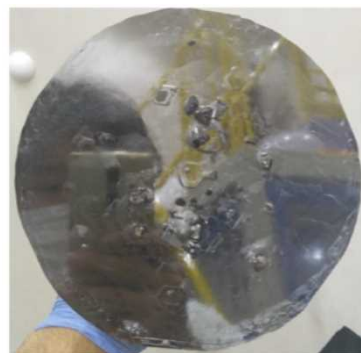
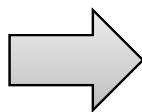
オペレータの意図を制御可能なパラメータに変換する



オペレータの意図に対する潜在空間内での最適化



従来のSiC結晶成長例



意図を反映した条件での結晶成長

中間目標

オペレータの意図を目的関数化する方法論を確立する。
目的関数を満たす最適な制御パラメータを求める技術を確立する。

達成度

○

一対比較による目的関数設定法を確立し、オペレータによる良い・悪いの判断の再現率を90%以上とした。

オペレータの暗黙知が反映された潜在空間の上で最適化を行うことで、意図を反映した実験条件を決定する手法を開発し、結晶成長実験で検証した。

成果の意義や
今後への期待

オペレータの意図を実際の製造装置あるいは数値シミュレーションで制御可能なパラメータに変換することは、製造プロセスに変革をもたらす期待がある。結晶成長装置メーカーとの議論からも有益な助言が得られている。

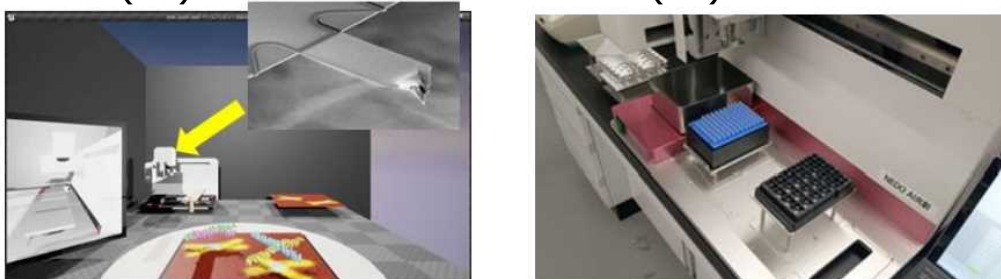
◆ 各個別テーマの成果と意義

①-3-8 AIとVRを活用した分子ロボット共創環境の研究開発

仮想環境下で人が意図した通りに、遠隔地の装置を操作する

分子ロボ総研・北大・関西大

仮想環境(左)での操作に合わせて実機(右)で分子を操作する

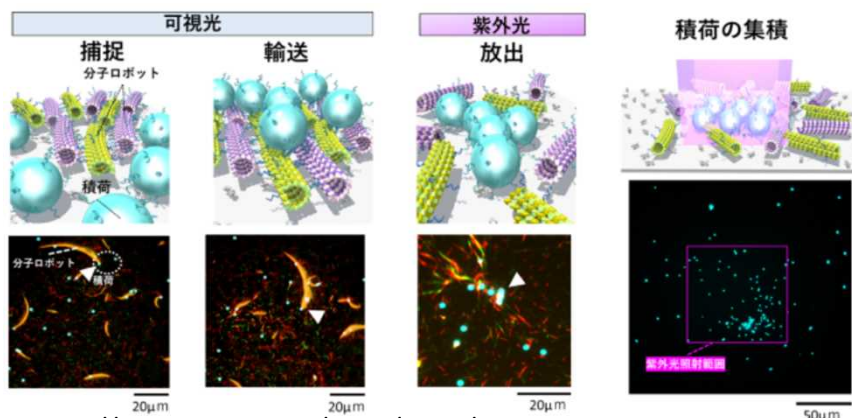


中間目標

- ・遠隔地からの仮想分子の自然な操作
- ・従来のAFMを超える超解像画像
- ・微小管ロボットのための筒状の仮想分子の再現とその操作

分子ロボットの「群れ」を制御することで物質の輸送に成功

数10マイクロメートルの大きさの物質を指定の場所に輸送



https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101531.html

達成度



- ・通信遅延100ms以下の環境で**仮想分子を自然に操作**できることを実証
- ・AFMのVR遠隔操作に必要な**11.7 Åの解像度**を持つ超解像技術を実現
- ・**微小管集団運動を人為的に創発し、維持する群れ運動制御技術を開発**

国際ナノテクノロジー展 nano tech 2022に出展

成果の意義や
今後への期待

世界の分子ロボットの市場規模が2031年に8億米ドル、2036年末に19億米ドルと予想される中で、ドライ系（シミュレーション）研究者とウェット系（生化学実験系）研究者の遠隔共創環境を実現することに意義がある。

◆ 成果の最終目標の達成可能性

・プロジェクト内の各開発項目について、**最終目標の達成は十分に可能**である。

| 研究開発項目 | 研究開発目標 | 見通し | 達成見通しに関する説明 |
|-----------------------------------|--|-----|--|
| 研究開発項目① 人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発 | <p>【最終目標】(2024年度) 特定分野に試験的に適用した結果、挙げられた課題を解決し、開発研究の開始に必要な技術を確認する。</p> <p>(全18テーマ中の25%以上のテーマにおいて、研究段階を終えて、実用化へ向けた開発段階に入っている)</p> | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・1テーマについて7社と技術と実験環境を活用した共同研究や技術コンサルが開始されている。 ・EXPO等での発表により、2テーマについてプロジェクト外の企業から、製品化時に導入可能性のあるコンタクトが得られている。 ・2テーマが事業化を見据えた民間Awardを受賞しており、その他にも活用への期待を込めた問い合わせが来ているテーマがある。 ・目標とする5テーマの実用化へ向けた開発ステージへの移行は十分に見込める。 |
| 研究開発項目② 実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立 | <p>【最終目標】(2023年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公開した品質評価・管理手法を活用し、現場で実際に品質管理を3件以上行う。 ・開発した品質の計測技術・向上技術をテストベッドに組み込む。 ・研究者からのフィードバックを受け、必要となる機能を搭載したテストベッドの完成版を公開する。 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・複数の企業と実製品開発での活用に向けた議論と取り組みを進めている。 ・テストベッド「Qunomon」の開発は順調に進んでおり、プロジェクトの終了までに完成版となる見込みである。 |
| 研究開発項目③ 容易に構築・導入できるAIの開発 | <p>【最終目標】(2024年度) 汎用学習済みモデルを用いて効率的に構築でき、容易に利活用でき、実用レベルで機能するAIシステムを、大学や企業等が利用できるプラットフォームを構築する。</p> | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・産総研のABCI (AI橋渡しクラウド)も活用して、大学や企業が利用できるプラットフォームの構築に向けて進んでいる。 |

◆ 成果の普及

| | 研究発表・講演 | 論文発表 | プレス発表 | 受賞実績 | 展示会出展 |
|--------|---------|------|-------|------|-------|
| 総計 | 487 | 208 | 86 | 29 | 4 |
| 2020 | 92 | 21 | 25 | 5 | 0 |
| 2021 | 272 | 128 | 47 | 17 | 2 |
| (2022) | 123 | 59 | 14 | 7 | 2 |

(2022/08/31現在)

アカデミア系だけでなく、
社会実装へ向けた評価として
民間のAwardも受賞している

①-2-2: 2022年1月 Earth, Planets and Space

2021年Highlighted Paper

Operational solar flare prediction model using Deep Flare Net

①-2-4, ①-3-4: 2021年 11月 BabyTech Award Japan 2021

リサーチ・研究部門 優秀賞

育児支援ロボットによるAI子育てレポートシステム化

①-2-6: 2021年9月 バイオテックグランプリ2021

CPCC賞

口腔の生体情報検出とAIによるヘルスマニタリング 等

◆ 知的財産権の確保に向けた取組

| | 知財権出願 | (うち外国出願) |
|--------|-------|----------|
| 総計 | 36 | 6 |
| 2020 | 3 | 0 |
| 2021 | 19 | 2 |
| (2022) | 14 | 4 |

(2022/08/31現在)

知財戦略調査からの報告例

本研究開発成果は、本調査でみる限り、国内のおよび国際的にみて、高い独自性と先進性を持っている。これまでおよび現在進行中の研究の成果の特許化が急がれる。

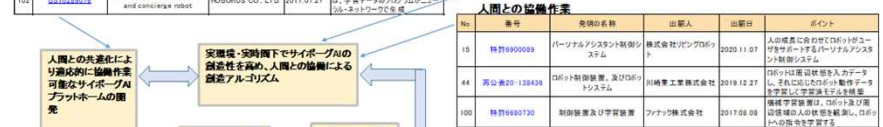
基本的な部分を既に特許化されているが、知財戦略的には応用に関する網羅的な特許マップを構築することが望ましい。(中略) 中国からの応用特許出願が激増していることから、研究活動の阻害要因となるかもしれない。

本指摘を受けて論文重視の方針であった実施者が直ちに特許を出願。以後継続した特許出願も予定されている

知財戦略調査 (2021年度実施)

各研究テーマを要素技術に分解して、その要素技術ごとに関連した技術を整理し、重要特許を可視化した。また、技術分類ごとの特許の分類表を作成した。

| 深層学習によるAIとロボティクスの統合 | | | | | 多様なタスクへの対応 | | | | | | |
|---------------------|---------------|---|-------------------|------------|--|-----|---------------|------------------------|------------|------------|---|
| No. | 番号 | 発明の名称 | 出願人 | 出願日 | ポイント | No. | 番号 | 発明の名称 | 出願人 | 出願日 | ポイント |
| 67 | 特許2020-181022 | 人脳と類似したAIエージェントの学習方法および学習プログラム | 神戸大学 | 2019.05.23 | 深層学習で人の能力を模した自律行動可能な汎用化された学習方法 | 27 | 特許1792338 | ロボット制御装置 | DailyCaker | 2020.07.21 | 幅広い環境、状況に応じた柔軟な制御を可能にする、修正する |
| 94 | 特許16924327 | 制御装置、制御方法、及び制御プログラム | オムロン株式会社 | 2018.11.30 | 制御装置が動作目標の対象物から制御対象を学習し、制御目標をロボット装置に出力 | 82 | 特許16320205 | 学習済みモデル生成装置、及びロボット制御装置 | 株式会社エフエフエー | 2019.01.16 | 動作の動作から生成されるモデルを学習済みモデル生成装置で生成 |
| 93 | CN109828948 | Artificial intelligence robot system based on deep learning | 大塚自動車株式会社 | 2018.07.15 | 深層学習を用いた人工知能の動作制御システム | 92 | 特許2020-031850 | 自律学習型ロボット装置及び動作方法 | 株式会社日立製作所 | 2019.08.23 | ロボット装置の学習履歴をロボット装置に蓄積し、学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積 |
| 99 | 特許1721785 | ロボット動作のための深層学習装置 | グーグル エルエルシー | 2017.09.14 | ロボットの動作を決定する際に、深層学習を用いた人工知能の動作制御システム | 111 | 特許1636616 | 学習履歴を蓄積したロボット装置 | フジノ株式会社 | 2016.11.18 | 学習履歴を蓄積するロボット装置に蓄積した学習履歴を、学習履歴に基づいて学習履歴を蓄積するロボット装置に蓄積 |
| 102 | US10249076 | Concierge robot system and concierge robot | ROBORUS CO., LTD. | 2017.02.27 | ロボットの動作を決定する際に、深層学習を用いた人工知能の動作制御システム | | | | | | |

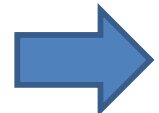


| 運動学習アルゴリズム | | | | | 運動・意思決定能力の評価 | | | | | | |
|------------|---------------|---|------------|------------|--|-----|---------------|---|---------------------|------------|--|
| No. | 番号 | 発明の名称 | 出願人 | 出願日 | ポイント | No. | 番号 | 発明の名称 | 出願人 | 出願日 | ポイント |
| 38 | 特許2021-032428 | データ駆動型学習装置及び方法 | ソニー株式会社 | 2020.02.28 | 学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積し、学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積 | 57 | 特許2021-033767 | 強化学習方法、および強化学習装置 | 富士通株式会社 | 2019.08.27 | 強化学習によるロボット装置の動作制御 |
| 40 | WO20163455A1 | AUTOMATIC OPTIMIZATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS | UFUGU S.A. | 2020.02.05 | 学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積し、学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積 | 86 | WO1908281A1 | ARTIFICIAL INTELLIGENCE MOVING ROBOT WHICH LEARNS OBSTACLES | LG ELECTRONICS INC. | 2018.10.25 | 学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積し、学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積 |
| 75 | 特許2020-148393 | 深層学習による制御装置及び制御方法 | 株式会社理研 | 2019.03.13 | 深層学習を用いた人工知能の動作制御システム | | | | | | |
| 84 | 特許1644191 | ロボット制御装置、及びロボット学習制御方法 | 三菱電機株式会社 | 2018.12.26 | ロボットの動作を決定する際に、深層学習を用いた人工知能の動作制御システム | 90 | EP0372632A1 | INFORMATION PROCESSING DEVICE AND METHOD | Sony Corporation | 2019.08.31 | 学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積し、学習履歴に基づいて学習履歴をロボット装置に蓄積 |
| 94 | 特許1911790 | ロボットの動作制御装置 | オムロン株式会社 | 2018.02.15 | ロボットの動作を決定する際に、深層学習を用いた人工知能の動作制御システム | 121 | 特許1567436 | ニューラルネットワークを用いた学習装置、方法及び学習システム | ソニー株式会社 | 2010.09.22 | 深層学習を用いた人工知能の動作制御システム |

重要特許のまとめ図の例

| 課題・目的 | 実現技術 | | | | | | 合計 |
|----------------|------|--------------|------------|------------|--------------|-----|-----|
| | 深層学習 | 実時間・環境ロボティクス | 運動学習アルゴリズム | 運動力学系の予測制御 | 運動・意思決定能力の評価 | その他 | |
| AI技術とロボティクスの統合 | 1 | 8 | 6 | 3 | 5 | 0 | 31 |
| 多様なタスクへの対応 | 2 | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 | 22 |
| 人間との協働作業 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 0 | 18 |
| 運動学習アルゴリズム作成 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 0 | 17 |
| 動作運動系列の構築 | 5 | 2 | 1 | 6 | 1 | 3 | 18 |
| その他 | 6 | 8 | 1 | 1 | 2 | 3 | 16 |
| 合計 | 29 | 26 | 26 | 19 | 14 | 8 | 122 |

既存特許の分類表の例



調査結果を実施者と共有し、実施者の特許出願を促進した。

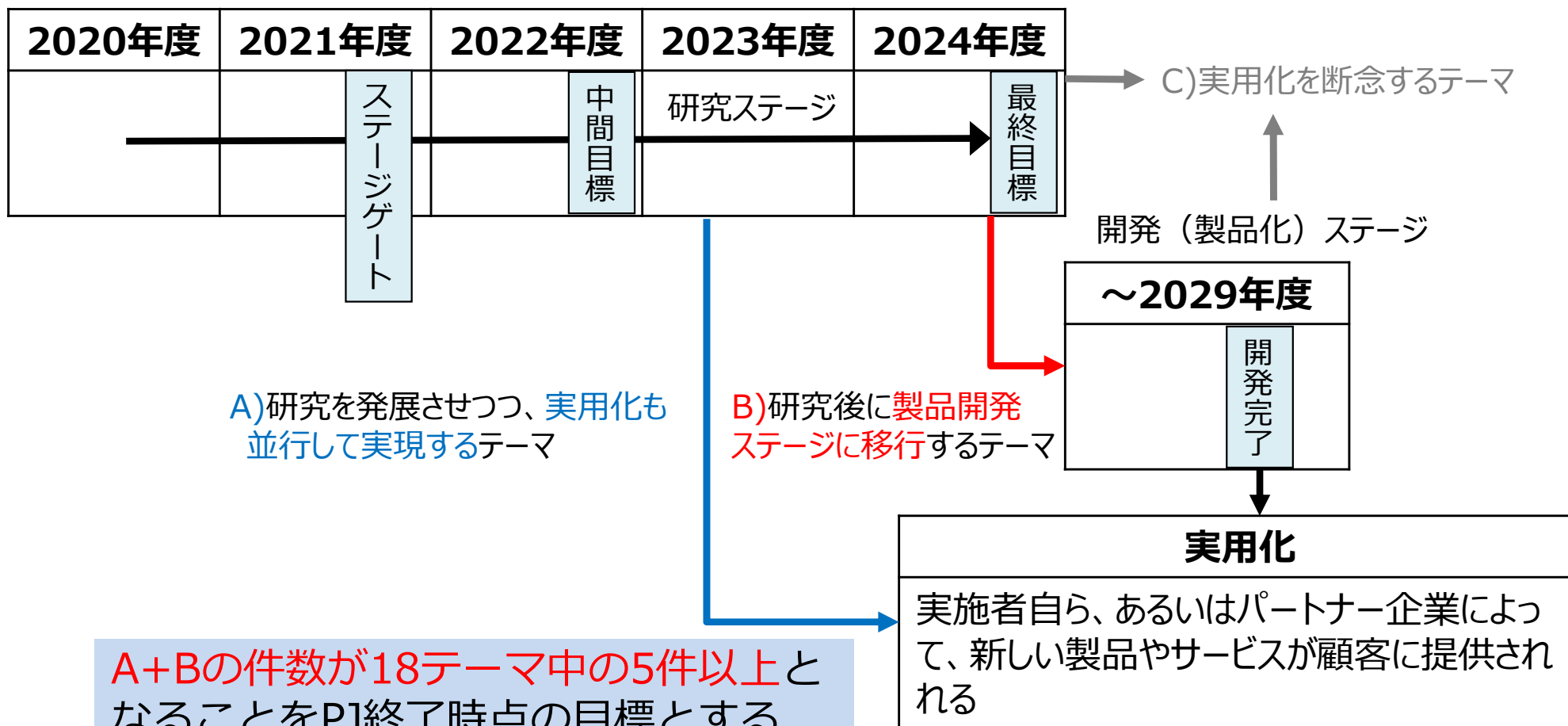
4. 成果の実用化に向けた 取組及び見通し

- (1) 成果の実用化に向けた戦略
- (2) 成果の実用化に向けた具体的取組
- (3) 成果の実用化の見通し

◆ 本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

本プロジェクトにおける実用化の定義

当該研究開発の成果を活用し、新しい製品や試作品、サービス、システム等の社会的利用（顧客への提供等）が開始されること。

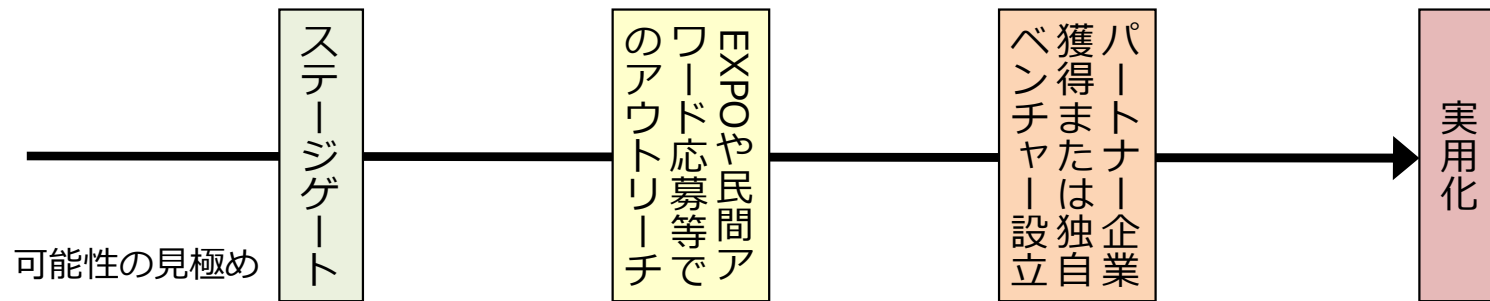


◆ 実用化に向けた戦略

具体的な顧客ターゲットのあるテーマ

①-2 説明できるAIの基盤技術開発

①-3 人の意図や知識を理解して学習するAIの基盤技術開発

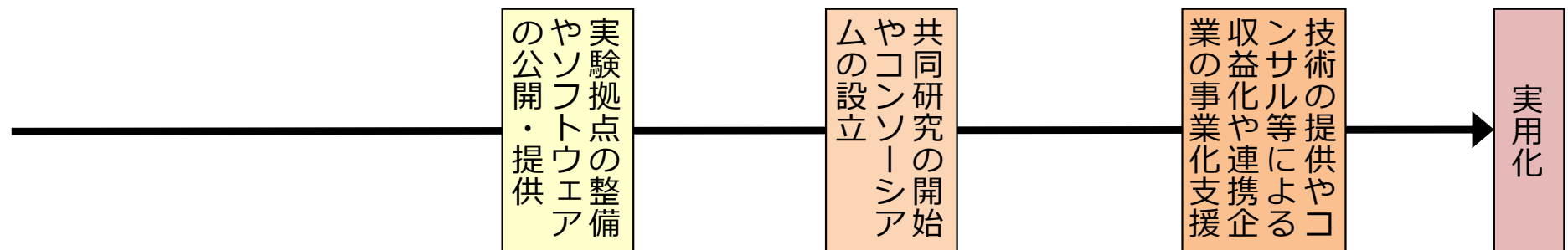


より基盤的・汎用技術的なテーマ

①-1 人と共に進化するAIシステムのフレームワーク開発

研究開発項目② 「実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立」

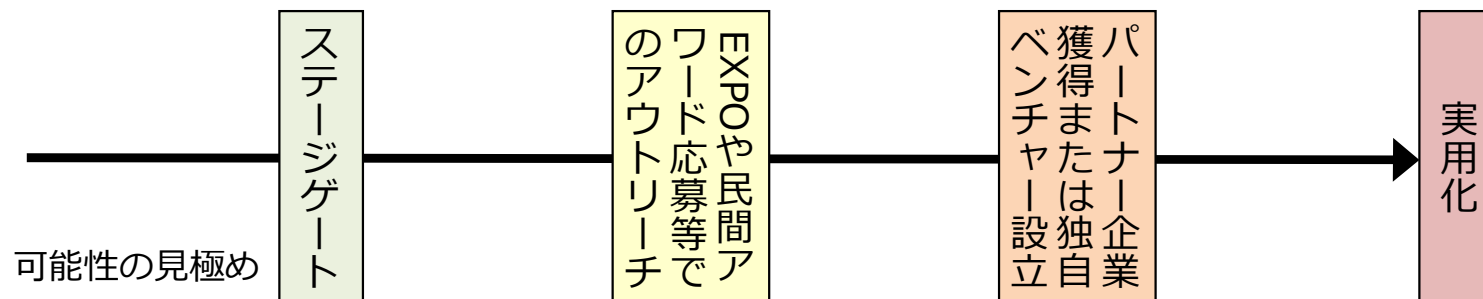
研究開発項目③ 「容易に構築・導入できるAI技術の開発」



標準化を通じた事業化も検討

◆ 実用化に向けた具体的取組

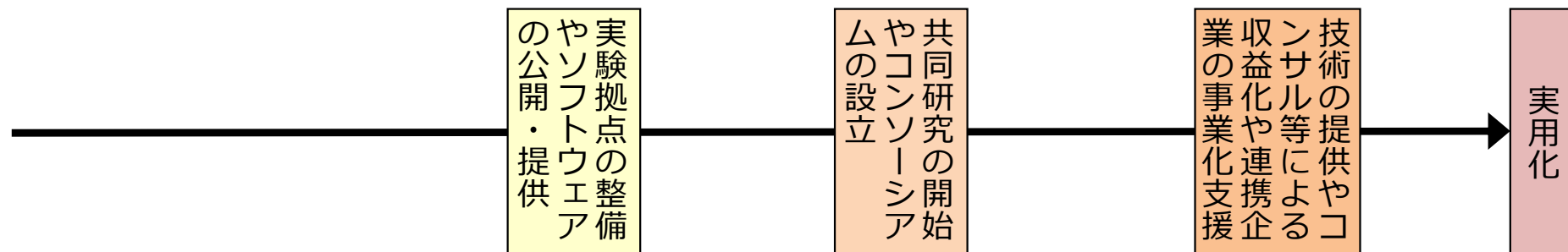
具体的な顧客ターゲットのあるテーマ



- ①-2-1 New Education EXPO
- ①-2-5 AI人工知能EXPO
- ①-2-6 バイオテックグランプリ
- ①-3-4 BabyTech Award Japan

教育系企業が興味を持ち、同社データでの試行開始
 数社が導入に関心、社会実装を目指すベンチャー設立
 実施者自身が事業化に向けて取り組んでいる

より基盤的・汎用技術的なテーマ



- ①-1-1 ロボットラボラトリ棟を新設
- ①-1-2 デジタルツイン環境の構築
- ② AI品質のガイドラインおよび評価支援ソフトウェアの提供

対外的に計測データの一部公開を検討
 企業7社と共同研究および技術コンサルを実施
 企業10社と事業化を議論する会議体を設立

◆ 実用化に向けた広報活動の取組

NEDO IoT社会実現へ向けた次世代人工知能・センシング等中核技術開発成果報告会

2022/06/16開催

- ・共進化プロジェクトの全体像および②テーマの紹介
- ・実施者による①-2-3テーマの紹介
「進化的機械知能によるXAIの基盤技術」
- ・実施者による①-1-2, ①-3-3, ③テーマの紹介
「実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能」他

日刊工業新聞にプロジェクトを紹介する寄稿記事の掲載

2022/08/11掲載

- ・「共進化PJはAIを得たいの知れない他人から、内面まで理解し信頼し合える『友』に近づけようとするプロジェクトである」の書き出しで、プロジェクト内容を平易に紹介(①-2-3、②、③テーマを主に説明)

NEDO YouTubeチャンネル向けにプロジェクトの紹介動画を制作し公開

2022/9月公開予定



- ・共進化プロジェクトの全体像
- ・①-1-2 ロボットと人間の連携
- ・①-2-4/①-3-4 育児・発達支援
- ・①-2-5 AIによる英会話能力判定
- ・①-3-1 コンテンツ創作支援
- ・①-3-7 意図を理解した結晶成長

CEATEC Japan 2022のNEDOブースでの展示

2022/10/18-21

- ・①-2-5 AIによる英会話能力判定

AI系4PJの合同成果報告シンポジウムの開催

2023/2月頃を予定

- ・共進化プロジェクトを中心に、NEDOロボット・AI部によるAI 4プロジェクトの合同成果報告会を開催し、より多くの関心を集めることを目指すとともに、各プロジェクトの実施者間の情報交換の場とする。

◆ 実用化に向けた広報活動の取組

全テーマに平易な説明を付けた資料を作成し、NEDO Webサイトに公開／実施者も活用可能とした

3.2.2 人と共に進化する AI システムのフレームワーク開発

①-1-1 サイボーグAI

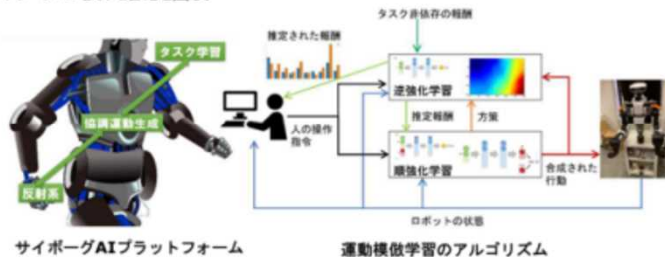
「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」
 研究開発項目①「人と共に進化する AI システムの基礎技術開発」
 ①-1 人と共に進化するAI システムのフレームワーク開発

プロジェクト紹介

サイボーグAIに関する研究開発

(株) 国際電気通信基礎技術研究所(ATR)／京都大学／北海道大学／産業技術総合研究所

本事業では、工場や輸送・配送などの実環境において、人間と同程度の時定数でもって適応的に協働作業可能なロボット搭載用AIである「サイボーグAI」の基本技術を開発しつつ、人間並みの身体性と実時間意思決定能力を定量的に評価するための「ロボットX-Games」環境の開発を行っている。人間の動的で俊敏な動作から基本的な運動モジュールを抽出し、それをキネマティクス、ダイナミクスの異なる多自由度力学系に転移し、また、合目的な運動系列として再構成するための基本技術を開発する。また、人工物における最適化により、人間の運動を支援するための処方策の提供を行い、さらに再構成の際には脳からの信号を入れることで、環境の与える拘束の下で創造性の高いものとし、人間とサイボーグAI との共進化を図る。



図：サイボーグAIのプラットフォームと開発するアルゴリズムの概要

取組内容

「深層学習」などのAI技術、実環境で動作するロボティクスの二つの部分を統合し、人間との共進化により適応的に協働作業可能なロボット搭載用AIを開発、またサイボーグAIの評価の場として、ロボットX-Games環境の開発を進める。

- ① 人と実時間、実環境で協働可能なサイボーグAIプラットフォーム
- ② 人とサイボーグAIとの協働による運動学習アルゴリズム
- ③ 人とサイボーグAIとの協働による創造アルゴリズム
- ④ 人とサイボーグAIとの運動転移アルゴリズム
- ⑤ サイボーグAI学習のための隠層ベースネットワーク
- ⑥ サイボーグAIダイナミクスの低次元情報表現法

技術優位性

人間並みの身体性と実時間意思決定能力を定量的に評価可能なシステムを組み込んでいる。実用化にむけて以下に示した現場では「サイボーグAI」の技術の有用である。

- ① 多種生産現場
作業目的に応じて、人間並みの時定数で機械に多様な動作を生成する自動機械が人と協働することで生産性を向上することができる。
- ② 個別配送・発送
労働集約性の高い業態の一種であり、人間居住環境での応用を考えると、多自由度系、高時定数、人との協調によるAI制御が必須である。
- ③ 身体機能の向上（スポーツ、介護支援）
生体計測データは、身体制御機能向上のプログラムの開発などの応用可能性がある。

図表 3-2-2 サイボーグ AI に関する研究開発のプロジェクト紹介

https://www.nedo.go.jp/library/database_index.html

「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」
 研究開発項目①「人と共に進化する AI システムの基礎技術開発」
 ①-1 人と共に進化するAI システムのフレームワーク開発

連携・協業の提案

サイボーグAIに関する研究開発

多種少量生産のサイボーグAIの社会実装を目指す

人間並みの身体性と実時間意思決定を行うロボットの開発を行っている。これらの技術の共同開発や実用化に関心のある企業との協業を希望している。



想定されるアプリケーション

多種少量生産用の工場、個別配送・輸送など、労働集約性の高い作業現場における、人間・AI協働による「働き方改革」を実現する。

- ① AI搭載ロボットによる人間との協働（システム）
- ② AI搭載ロボットによる人的資源の補充（ハードウェア）
- ③ 人間と人工物の協働による作業効率化（ソフトウェア）



関連する産業領域

| | | | |
|-------|---------|-------|---------|
| 食品 | エネルギー資源 | 建設・資材 | 素材・化学 |
| 医薬品 | 自動車輸送機 | 鉄鋼・非鉄 | 機械 |
| 電機・精密 | 情報通信 | 運輸・物流 | 卸売・小売 |
| 教育 | 金融 | 不動産 | サービスその他 |

想定される協業先

人間並みに機敏な動きをするロボットを導入して、労働生産性の高い作業現場の生産性向上を目指す企業



重筋労働作業における人間との協働

生産現場において、発生しうる重筋作業はロボットシステムにより一部改善されているが、全てではない。ライン上における重筋作業を必要とする企業に導入することで、生産性向上・労働災害の低減が実現可能である。

| | |
|---------|---|
| プロジェクト名 | サイボーグAIに関する研究開発 |
| 参加機関 | (株) 国際電気通信基礎技術研究所(ATR)／京都大学／北海道大学／産業技術総合研究所 |
| 主要研究者 | 石井 信 (ATR)、橋本 滋 (京大)、島崎 秀昭 (北大)、平山 淳一郎 (産総研) |
| Website | https://www.atr.jp/ |
| E-mail | ishii-lab@atr.jp |

図表 3-2-3 サイボーグ AI に関する研究開発の連携・協業先提案

◆ 成果の実用化の見通し

①-2-5 人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発

既存商用サービスとの比較 - 双方向コミュニケーション×AIが特長、スケーラビリティでも優位性

能力判定スキルを持つ
専門家は不足している。
AIなら規模拡大も容易

| | 早稲田大 IntelLA | A | B | C | D | E | F |
|------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 判定方法 | 双方向の対話 (AI) | 一方向の 読み上げ (AI) | 一方向の 読み上げ (AI) | 一方向の 読み上げ (AI+人間) | 双方向で の対話 (人間) | 双方向で の対話 (人間) | 一方向の 読み上げ (人間) |
| 精度 | ◎ | ○ | △ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |



事業規模は十分に期待できる

- ・ 国内の語学試験市場規模は225億円
(2020年度、矢野経済研究所調べ)
- ・ 2021年度の語学ビジネス市場は
前年度比3.2%増で成長を続けている
- ・ AIにより手軽に受験でき、すぐに
結果が得られることから利用回数増が
期待できる (試行被験者アンケート)
- ・ 国際的な教育Awardも受賞しており、
海外市場への展開可能性も高い

A large, stylized blue logo for NEDO. It features three concentric, semi-circular arcs on the left side, followed by the letters "NEDO" in a bold, blue, sans-serif font.