

ムーンショット型研究開発事業

令和3年度プログラム自己評価（年次評価）について（目標3）

(1) 目的

プログラムごとに自己評価を行うことで、各年度における研究開発の進捗状況や成果を把握し、これを基に適切な予算配分及び研究開発計画の見直し等を行うことにより、プログラム運営の改善及び機構の支援体制の改善に資することを目的とする。

(2) 実施時期

研究開発が開始された後、原則として毎年度実施する。ただし、中間評価又は事後評価が実施される年度を除く。

(3) 評価項目及び基準

- プログラムの目標に向けた研究開発進捗状況
- PDのプログラムマネジメントの状況
- その他(1)に定める目的を達成するために必要なこと。

なお、上記に関する詳細については、機構が決定する。

(4) 評価者

自己評価における評価者はPDとし、評価にあたっては、アドバイザー等の協力を得て行う。

(5) 評価の手続き

PMからのプロジェクトの自己評価の報告、PMとの意見交換等により、PDがプログラムの自己評価を行う。この場合において、必要に応じて研究開発実施場所での調査等又は外部有識者の意見の聴取を行うことができる。

プログラムの自己評価結果は、PDよりガバニング委員会に報告する。ガバニング委員会での審議を経て、当該年度の年次評価結果を確定する。

※評価会実施日、評価者一覧は別紙のとおり

(別紙)

■評価会実施日

ガバニング委員会：令和4年2月17日

■評価者一覧（ガバニング委員会）

| 氏名 | 所属・役職等 |
|--------|-------------------------|
| 藤野 陽三 | 城西大学 学長 |
| 渡辺 捷昭 | トヨタ自動車株式会社 元 代表取締役社長 |
| 浅井 彰二郎 | 株式会社リガク 顧問 |
| 江村 克己 | 日本電気株式会社 NECフェロー |
| 大橋 徹二 | 株式会社小松製作所 代表取締役会長 |
| 榊 裕之 | 学校法人トヨタ学園 フェロー |
| 深見 希代子 | 東京薬科大学 生命医科学科 名誉教授／客員教授 |

※所属・役職等は評価会時点のもの



目標 3

「2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現」

戦略推進会議

プログラムディレクター：

福田 敏男

名城大学 教授

令和4年3月11日

1. 目指す社会像
2. プログラムの構成
3. プロジェクトの進捗・成果
4. 今後の方向性
5. 自己評価結果

1. 目指す社会像

ムーンショット目標

2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現

社会像



PDが描く2050年の目指す社会像

ターゲット

<ターゲット①>

2050年までに、人が違和感を持たない、人と同等以上の身体能力をもち、**人生に寄り添って一緒に成長する**AIロボットを開発する。

<ターゲット②>

2050年までに、自然科学の領域において、自ら思考・行動し、**自動的に科学的原理・解法の発見を目指す**AIロボットシステムを開発する。

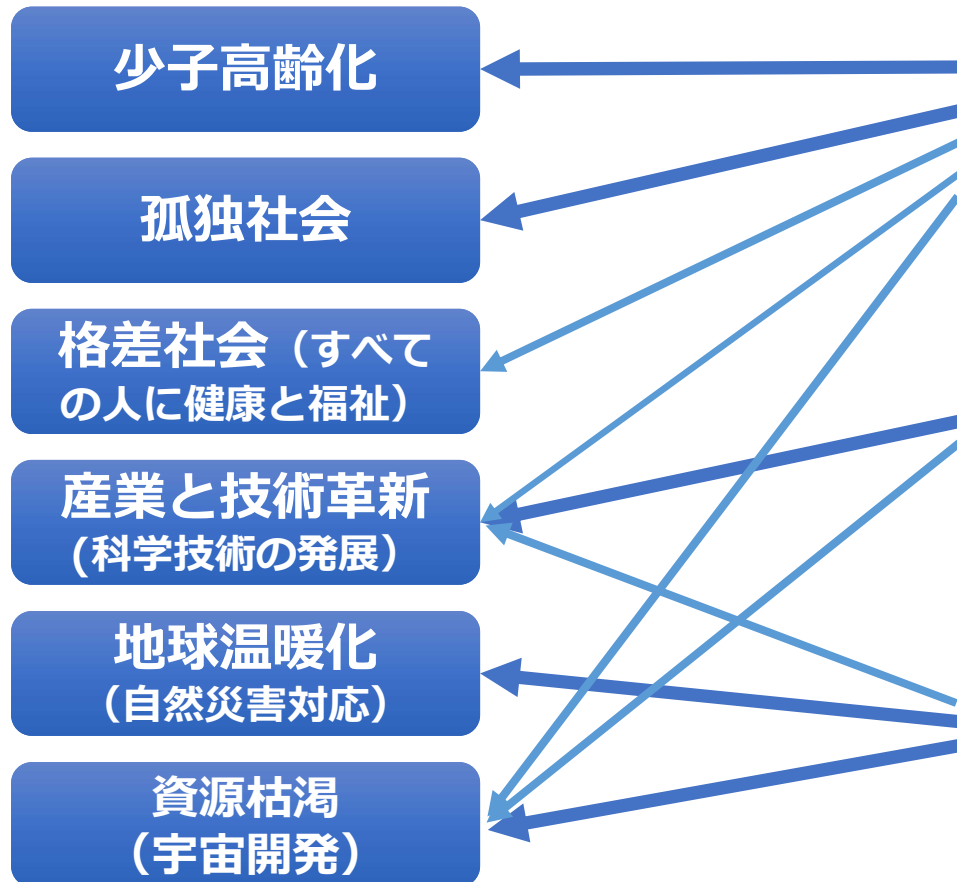
<ターゲット③>

2050年までに、人が活動することが難しい環境で、**自律的に判断し、自ら活動し成長する**AIロボットを開発する。

1. 目指す社会像

解決すべき社会課題

予想される社会課題



各ターゲット

<ターゲット①>

2050年までに、人が違和感を持たない、人と同等以上の身体能力をもち、**人生に寄り添って一緒に成長する**AIロボットを開発する。

<ターゲット②>

2050年までに、自然科学の領域において、自ら思考・行動し、**自動的に科学的原理・解法の発見を目指す**AIロボットシステムを開発する。

<ターゲット③>

2050年までに、人が活動することが難しい環境で、**自律的に判断し、自ら活動し成長する**AIロボットを開発する。

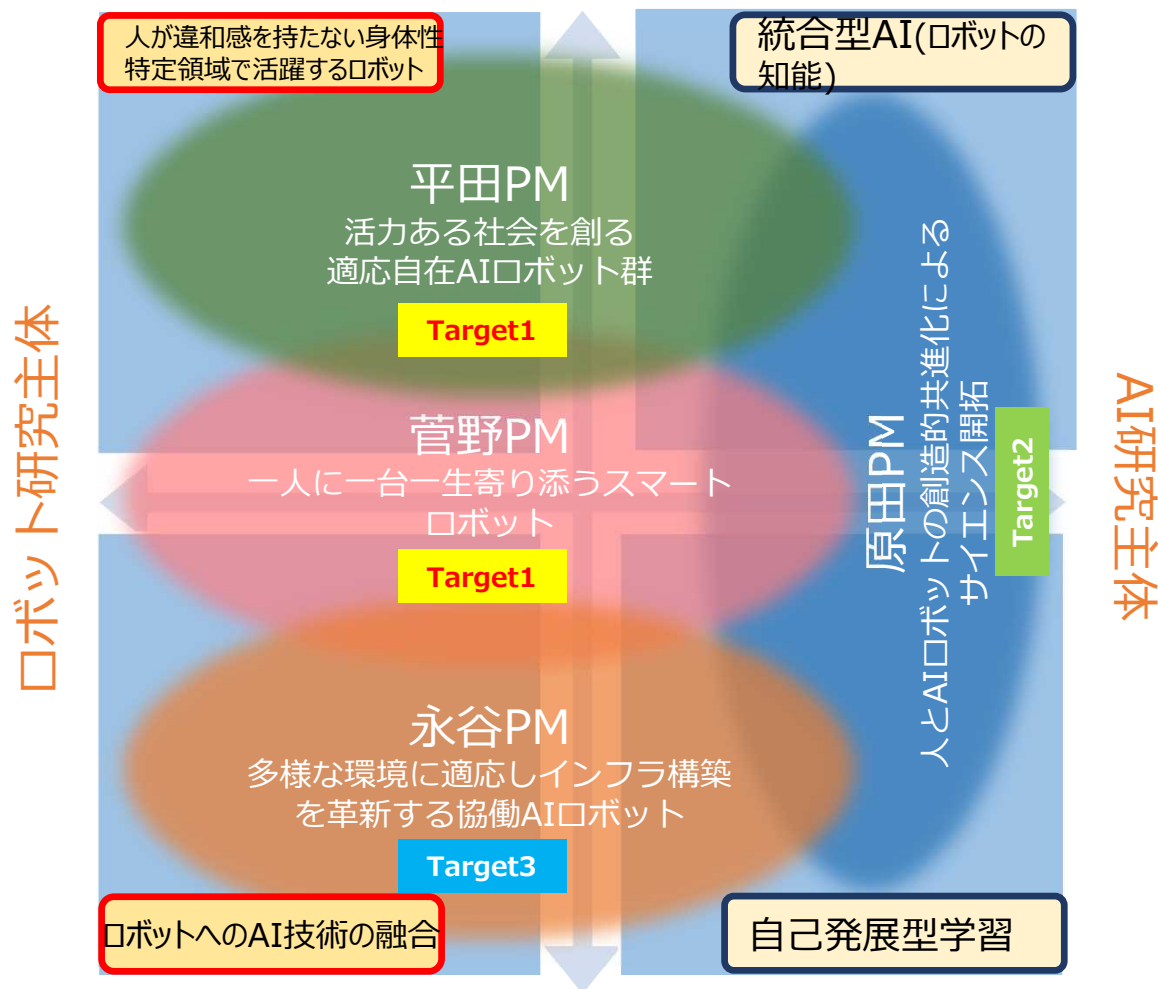
2. プログラムの構成(PM)

| 氏名 (年齢) | 所属・役職 | 研究開発プロジェクト名 (提案された研究開発費) | 研究開発プロジェクト概要 |
|--|--|------------------------------|--|
| 菅野 重樹  | 早稲田大学 理工学術院 教授 Target1 | 一人に一台一生寄り添うスマートロボット | 柔軟な 機械ハードウェア と多様な仕事を学習できる 独自のAI とを組み合わせた ロボット進化技術 を確立します。それにより2050年には、家事、接客はもとより、人材不足が迫る福祉、医療などの現場で、人と一緒に活動できる 汎用型AIロボット の実現により、 人・ロボット共生社会 を実現します。 |
| 永谷 圭司  | 東京大学 大学院工学系研究科 特任教授 Target3 | 多様な環境に適応しインフラ構築を革新する協働AIロボット | 月面や被災現場を含む 難環境 において、 想定と異なる状況 に対して臨機応変に対応し、作業を行うことが可能な 協働AIロボット の研究開発を行います。2050年には、この協働AIロボットが、人の代わりに、 自然災害の応急復旧 や 月面基地の建設 を実現すると共に、この技術が、地上のインフラ構築や維持管理にも役立ちます。 |
| 原田 香奈子  | 東京大学 大学院医学系研究科・工学系研究科 准教授 Target2 | 人とAIロボットの創造的共進化によるサイエンス開拓 | 科学者と対等に議論しながら 、人では 困難な環境（危険な環境、微細な環境、等） におけるサイエンス実験を行うAIロボットを開発します。 科学者とAIロボットの関わり合い方を自在に変え 、共に試行錯誤することで未経験の対象物や環境にも対処します。それにより2050年には、サイエンス分野において AIロボットによる科学原理・解法の発見 を実現します。 |
| 平田 泰久  | 東北大学 大学院工学研究科 教授 Target1 | 活力ある社会を創る適応自在AIロボット群 | 様々な場所に設置され、いつでも、だれでも利用でき、 個々のユーザに合わせて形状や機能が変化し 適切なサービスを提供する 適応自在AIロボット群 を開発します。2050年までに、人とロボットとの共生により、すべての人が参画できる 活力ある社会の創成 を目指します。 |

2. プログラムの構成(ポートフォリオ)

AIとロボットの共進化、人間とロボットの共生ポートフォリオ

人間に寄り添い、成長するための研究開発



自律的に判断し、成長するための研究開発

- ✓ 「人間との関わり」に関する観点から、平田PMが「人間に寄り添う」為に人間と積極的に関わり、永谷PMは「自律的」に難環境での作業を行うAIロボット開発となる。菅野PMは、両者の中間となる。
- ✓ 原田PMは、数理的な観点から、人とロボットの創造的共進化の実現を研究開発する。その成果を、他のPMのAIロボット開発での活用を検討する。
- ✓ いずれのPMも、AI技術、ロボット技術を研究開発を行う、研究開発体制とする。
- ✓ AIが身体性（ロボット）を持つことにより、従来に無い革新的な機能（自律性、自己発展、サイエンス探究など）を有するAIロボットを開発する。

3. プロジェクトの進捗・成果（菅野PM）

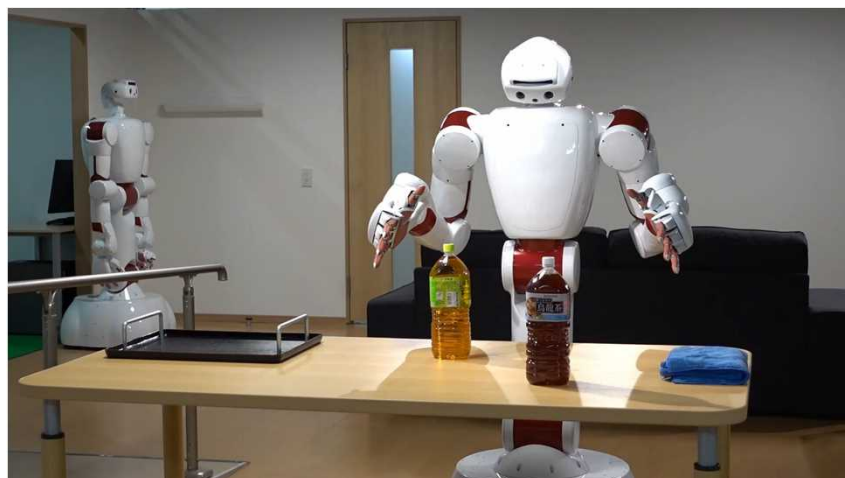
「一人に一台一生寄り添うスマートロボット」

目指すAIロボット

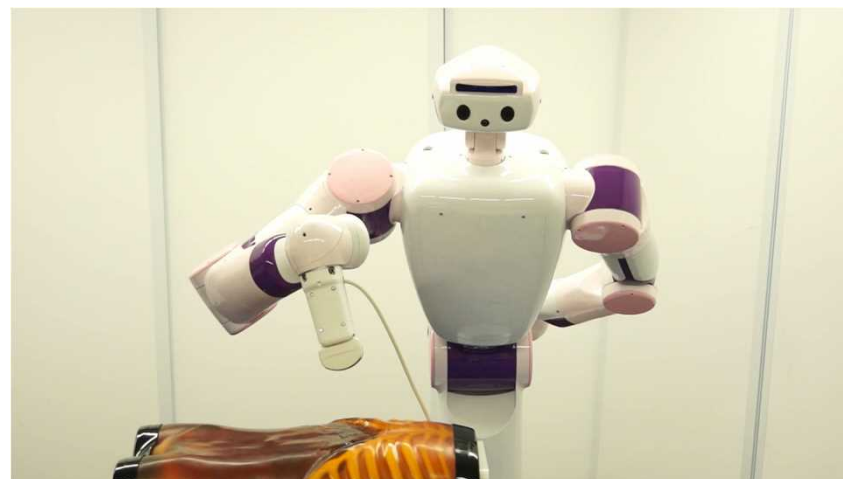
複数の家事を行ったり、人に優しく接触して介護を行うなど、人に寄り添うAIロボット（一台で汎用的に実行する人間協調AIロボット）

成果

- 「調理補助」を「一台で汎用的」に行うための、**調理タスク動作の自動化**を達成（ICRA2021BestPaper）【AI技術】
- 「拭き掃除」「看護」を行うための、**柔軟な身体制御**の試作完了（Dry-AIREC）【ロボット技術】



Dry-AIRECによる片付け、拭き掃除（10倍速）



生体模擬モデルに対しプローブを把持して超音波検査模擬動作を実施

3. プロジェクトの進捗・成果（永谷PM）

「多様な環境に適応しインフラ構築を革新する協働AIロボット」

目指すAIロボット

月面や被災現場を含む難環境において、想定と異なる状況に対して臨機応変に対応し、作業を行うことが可能な協働AIロボット

成果

- 「**想定と異なる状況**」を把握するための、環境認識センサポットの開発と、それから得られた複数データを解釈して、**未知環境の既知化**と**地盤変動予測**の検討を実施【AI技術】
- 「**減災**」の為に、地震などで出来た自然ダム（河道閉塞）の決壊を防ぐために、溜まった水を排水するための**自律排水ホースロボット**の試作を行った。月面調査AIロボットの試作を行った。【ロボット技術】



永谷プロジェクト1st試作
(環境認識センサポット)



永谷プロジェクト1st試作
(自律排水ホース)



月面調査AIロボット

3. プロジェクトの進捗・成果 (原田PM)

「人とAIロボットの創造的共進化によるサイエンス開拓」

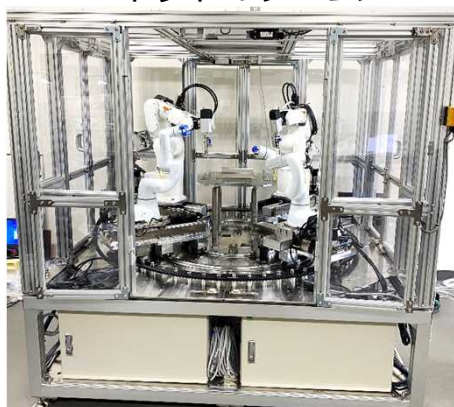
目指すAIロボット

既存の知識から仮説を立て、自ら装置などを再構成しながら実験し、得られたデータから再度仮説立てる一連のループを自律的に実行し、科学原理・解法を発見するAIロボット

成果

- サイエンス実験を「**自律的**」に行うためのプラットフォームを新規開発。ロボット遠隔操作によって熟練科学者でも困難な実験タスクを実施し、自律化のための技能データ収集開始【ロボット技術, AI技術】
- 「**人間だけではできなかったサイエンス実験**」を可能とするため、**高精度センサを統合したマイクロツールの試作完了**【ロボット技術】

機能の異なる
ロボットのチーム



AIロボット・プラットフォーム新規開発

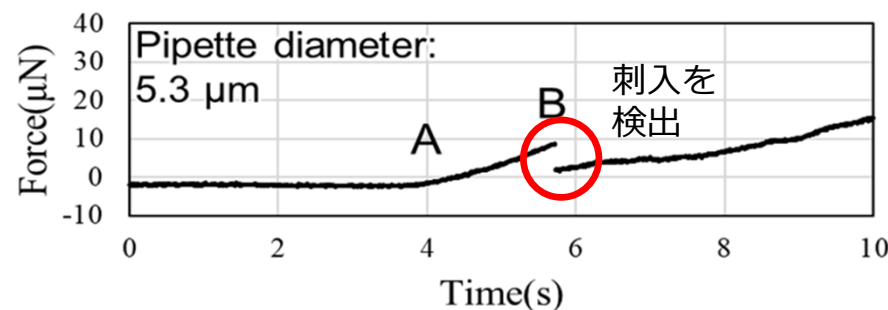


遠隔操作による
サイエンス実験



センサを統合した マイクロツール (分解能: 0.62 μN)

先端直径5.3 μm のガラス
ピペットの刺入力 平均9.26 μN



3. プロジェクトの進捗・成果（平田PM）

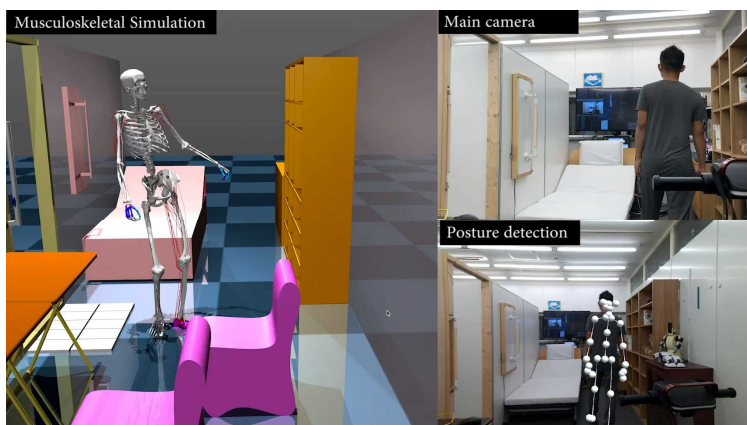
「活力ある社会を創る適応自在AIロボット群」

目指すAIロボット

支援が必要な人への身体補助、人のモチベーションを推論して支援を行うAIロボット
(形態が変化する適応自在AIロボット)

成果

- 「**個人のニーズ**」を把握し、身体支援を行うため、ユーザーの動作から、注意の変化や動作予測を行う為の、**筋骨格運動シミュレータ**のプロトタイプ開発完了【AI技術】
- 「**形態が変化する適応自在AIロボット**」を実現するための、ヒトをやさしくかつしっかり支える**Nimbus Holder**の試作完了【ロボット技術】 (Nimbus : 人の身辺や物の周囲に漂っている雰囲気や光の雲の意味)



骨格系運動シミュレーション



形態が変化する能動版Nimbus Holder機構の挿入・伸展動作(4倍速)

4. 今後の方向性

1. AI研究の強化

① 現状

- 各プロジェクトで要素技術開発が進行し、成果が生まれつつある。
- 一方、ムーンショット目標達成に向けては、現在各プロジェクトで実施されているAI研究に加えて、より新しい視点での技術開発や、プロジェクトの目標や課題について見直しが必要

② 方針

- プロジェクト横断的な意見交換会等を通じてAI研究者の連携・協調による相乗効果を生み出し、各プロジェクトのAI研究を強化。
- それに加えて、各プロジェクトの横断的なAI研究にも着手し、目標全体の底上げを図る。

2. 難環境の場の拡張

① 現状

- 難環境の場として自然災害（河道閉塞）におき、要素技術開発が進行中。
- 一方、アルテミス計画の延期により、当該目標の研究成果の活用機会が拡大。

② 方針

- 月面という極限環境において、効率的に拠点（居住モジュール、通信・エネルギー供給などのインフラ、食料生産工場など）を構築できる革新的なAIロボット技術の研究開発にも着手。

5. 自己評価結果（1 / 3）

総括：
マイルストーン（目標値）の達成あるいは達成への貢献に対して、
一定の進捗が見られるが、見通しが定かでない。
そのため、プログラム運営の改善に向け新たな手段、工夫が必要と判断される。

総合コメント

MS目標達成に向けたポートフォリオの妥当性（評価項目①）

本プログラムは、ターゲット1) 人が違和感を持たないAIロボット(菅野PM、平田PM)、ターゲット2) 原理・解法を発見するAIロボット（原田PM）、ターゲット3) 自己発展学習型AIロボット（永谷PM）で進められている。今年度は、各プロジェクトとも作り込み時に作成したシナリオ、マイルストーンに従って、研究開発体制の構築、研究開発設備の導入、要素技術開発への着手などを実施し、今年度のマイルストーンについては達成している。プログラム1年目として必要な基本的なポートフォリオの整備を行った。

一方、研究開発を進める事により、来年度以降のマイルストーン達成の為には、既存の研究開発プロジェクトの状況や昨今の海外動向を踏まえ、プロジェクトの一部に関して、研究開発体制の強化、見直しなどの加速が必要となる可能性も生じている。これらに関しては、改善策を考えるなどの対応が必要である。具体的には、全体としてAI技術の研究体制が弱いと考える。

ターゲット1においては、人に寄り添う、違和感を感じない為には、各個人のモチベーションの発生、上昇、維持、低下の外発的要因と内発的要因を分析し、解明することによって能動的動機を誘発するAI、すなわち「新しい気づきを促すAI」、「より良い選択・行動を促すAI」を実現する事が必要であると考え。

ターゲット2においては、「自動的に科学的原理・解法を発見」を行うには、人の認知能力を超えた気づきを与えるため、各個人が今まで獲得してきた知識や経験によって形作られた思考傾向や認知バイアスを超えた「新しい科学的発見を行うための仮説を推論するAI」を実現する事が必要であると考え。

ターゲット3においては、現状河道閉塞がプロジェクトの中心となっており、月面関係の研究開発の今後の進捗に関して体制強化が必要と判断される。そのため、必要に応じて研究手法の異なるプロジェクトを複数組み合わせることも検討することも必要と考える。

また、5カ年の研究計画が立案されているが、研究の進展によって柔軟な運用を行うことに留意する。

「人々を魅了する野心的目標」を具体的に分かりやすく国民に示せるように今後とも意識して推進することが必要である。

5. 自己評価結果（2/3）

（1）プログラムの目標に向けた研究開発進捗状況（評価項目②）

1-1. 大胆な挑戦的革新を目指す組（評価項目⑦）

ターゲット1に関する取り組みでは、人に寄り添い支援を行うための柔軟かつ強靭さ（高出力＋自己修復能力）を有する身体（ハード）を、新型アクチュエータを用いて設計・試作した。さらにロボットの自己修復機能の研究開発も開始され、また、個人の自己効力感を向上させ、様々な動作・タスクに挑戦することを促すAIロボットを目指すなど、挑戦的な研究開発を進めている。

ターゲット2に関する取り組みでは、AIロボットが行う動植物実験を想定した異分野に跨がる融合研究であり挑戦的なAIロボットの開発を進めている。

ターゲット3に関する取り組みでは、自然災害現場や月面等難環境で動作する挑戦的な自己発展学習型AIロボットの研究開発を進めている。

また目標実現のために、単なる要素技術の融合による単体ロボットの実現だけでなく、モジュール化、システム化、さらにはプラットフォームの構築を進めている。

1-2. プログラムの目標に向けた見直し（評価項目③）

今年度は、各プロジェクトとも作り込み時に作成したシナリオ、マイルストーンに従って、研究開発体制の構築、研究開発設備の導入、要素技術開発への着手などを実施し、今年度のマイルストーンについては達成している。

一方、研究開発を進める事により、来年度以降のマイルストーン達成の為に、既存の研究開発プロジェクトの状況や昨今の海外動向を踏まえ、プロジェクトの一部に関しての、研究開発体制の強化、見直しなどの加速が必要となる可能性も生じている。具体的には、全体としてAI技術の研究体制が弱いと考える。これらに関しては、改善策を考えるなどの対応が必要である。

5. 自己評価結果 (3/3)

(2) PDのプログラムマネジメントの状況 (評価項目④)

| | | |
|---|--|---|
| <p>2-1. 研究資金の効果的・効率的な活用 (官民の役割分担及びステージゲートを含む) (評価項目⑧、評価項目⑤)</p> | <p>a. 産業界との連携・橋渡しの状況 (民間資金の獲得状況 (マッチング) スピンアウトを含む)</p> | <p>現在、永谷プロジェクトでは民間企業が3社参加しており、これらの企業は将来的にプログラムの成果を社会実装する可能性を有している。また、各プロジェクトでもNDA等を結んで今後の協業などの議論や、共同研究開発に向けた議論などを進めている。</p> <p>また、平田プロジェクトでは、厚生労働省「介護ロボットの開発・実証・普及のプラットフォーム構築事業」に認定されている全国8つのリビングラボのうちの2つ(東北大学青葉山リビングラボ、(国研)国立長寿医療研究センター)を、平田プロジェクトのメンバーが運営している。この事業では、企業の相談窓口の設置、介護ロボットの評価・効果検証を実施することが可能であり、平田プロジェクトや菅野プロジェクトで作製した試作機なども設置する予定である。将来的には、このような場から産業界との連携などが生まれてくる可能性は高いと考える。</p> <p>プログラムでは、AI技術とロボット技術の共進化を目指しているために、共進化を念頭に置いたミドルウェアが必要となる。そのため、国際標準化などに関する検討会の設立準備を進めている。</p> |
| <p>2-2. 国際連携による効果的かつ効率的な推進 (評価項目⑥)</p> | <p>b. その他</p> | <p>特になし。</p> |
| <p>2-3. 国民との科学・技術対話に関する取り組み (評価項目⑨)</p> | | <p>さまざまな国外大学や研究機関と議論が行われている。また、国際シンポジウムやカーネギー財団ワークショップの参加など精力的に国際連携の試みを進めている。さらに、IEEE内にAIロボットの社会実装の課題を議論するStudy Groupを設置した。</p> <p>今後は、コロナの状況にもよるが、優秀な海外研究者の招聘など進める必要がある。</p> <p>目標1、3 合同キックオフ国際シンポジウムの開催など世界の研究者を招聘し研究者との対話が行われ、また、日本ロボット学会学術講演会 2021 オープンフォーラム、計測自動制御学会 第22回 SICE システムインテグレーションなどの講演活動を実施した。「人々を魅了する野心的目標」を具体的に分かりやすく国民に示せるように今後とも意識して推進する。</p> |

参考スライド

目標3

2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現

<ターゲット>

- 2050年までに、人が違和感を持たない、人と同等以上な身体能力をもち、人生に寄り添って一緒に成長するAIロボットを開発する。
- 2030年に一定のルールの下で一緒に行動して90%以上の人々が違和感を持たないAIロボットを開発する。
- 2050年までに、自然科学の領域において、自ら思考・行動し、自動的に科学的原理・解法の発見を目指すAIロボットシステムを開発する。
- 2030年までに特定の問題に対して自動的に科学的原理・解法の発見を目指すAIロボットを開発する。
- 2050年までに、人が活動することが難しい環境で、自律的に判断し、自ら活動し成長するAIロボットを開発する。
- 2030年までに、特定の状況において人の監督の下で自律的に動作するAIロボットを開発する。

(参考：目指すべき未来像)

前回配付

人とロボットが共生する社会

- 2050年までに、人と同じ感性、同等以上の身体能力をもち、人生に寄り添って一緒に成長するAIロボットを開発。

