

ムーンショット型研究開発事業

令和6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6年2月13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
石塚 博昭	三菱ケミカル株式会社 シニアエグゼクティブコンサルタント
江村 克己	福島国際研究教育機構（F-REI） 理事
榊 裕之	奈良国立大学機構 理事長
寒川 哲臣	日本電信電話株式会社 先端技術総合研究所 常務理事 基礎・先端研究プリンシパル
濱口 道成	科学技術振興機構 参与
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

令和7年3月27日

プログラムディレクター

福田 敏男

(名古屋大学 客員教授)

目次

1. 研究開発プログラムの概要
2. 研究開発プログラムの状況
3. 今後の方向性
4. 自己評価結果
5. 参考

目次

1. 研究開発プログラムの概要

2. 研究開発プログラムの状況

3. 今後の方向性

4. 自己評価結果

5. 参考

1.1 目指す社会像

目標 3 が目指す社会像

人とロボットが共生する世界

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。



Society 5.0

①一人ひとりの多様な幸せが実現できる社会



ターゲット 1

人生に寄り添うAIロボット

②価値創造の源泉となる「知」の創造



ターゲット 2

科学探求を行うAIロボット

③持続可能で強靱な社会



ターゲット 3

難環境で活動するAIロボット

人との接触/共存
人の理解/サポート

人の出来ないこと
人が行けない場所

1.2 解決すべき課題

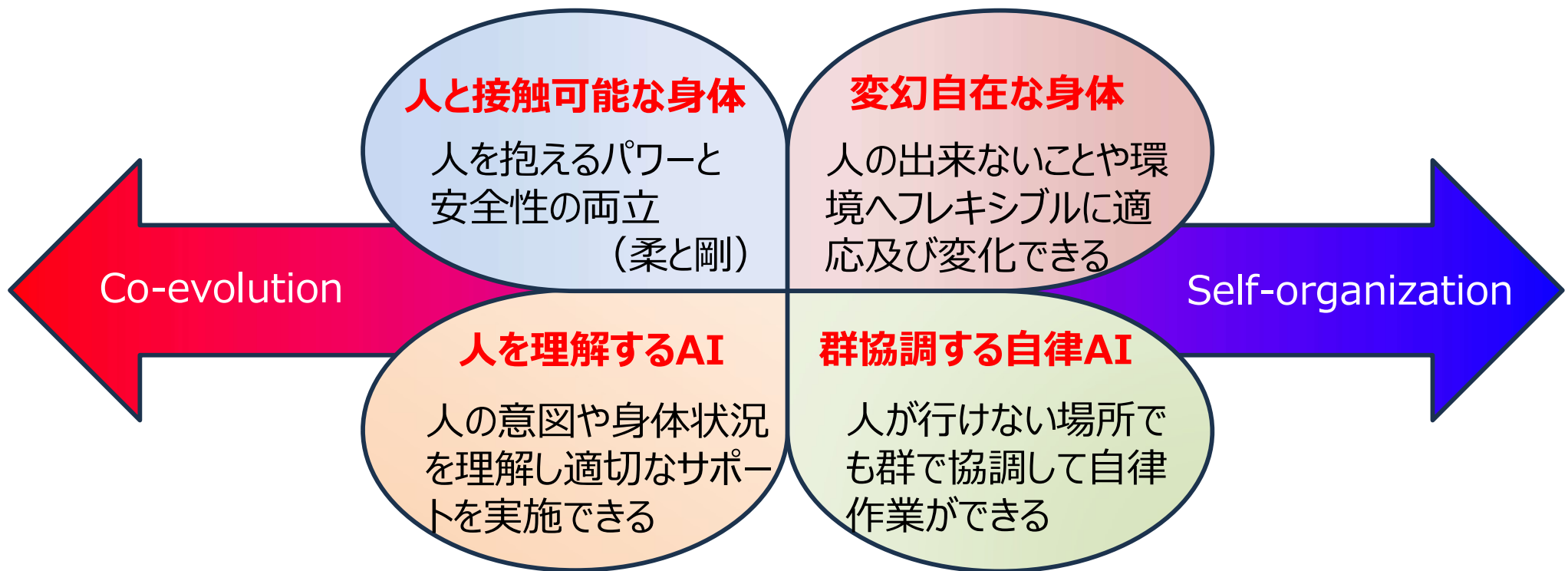
2050年の社会像を考えてバックキャストした場合、単に人の作業の代替えではなく、

1:人との接触共存/人の理解とサポート(Co-evolution)

2:人の出来ないこと/人が行けない場所(Self-organization)

を実現するAIロボットが必要である。

そのため、現時点では主に**以下の4つの課題に取り組んでいる。**



1.3 プログラムのマイルストーン

2050

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。

2040

2030

人間、AI、ロボットが相互作用しながら共進化し、自ら学習、行動、修復を行
うAIロボットを実現する。

ロボットという身体性から外界の情報を得ながら、これまでに学習した情報を元
に、ロボットのふるまいを生成し、その結果を学習するAIロボットを実現する。

2025

ターゲット1

一定のルール、特定の
環境条件の下で、人が
ロボットと一緒に行動し
て人が違和感を感じな
いロボットを開発する。

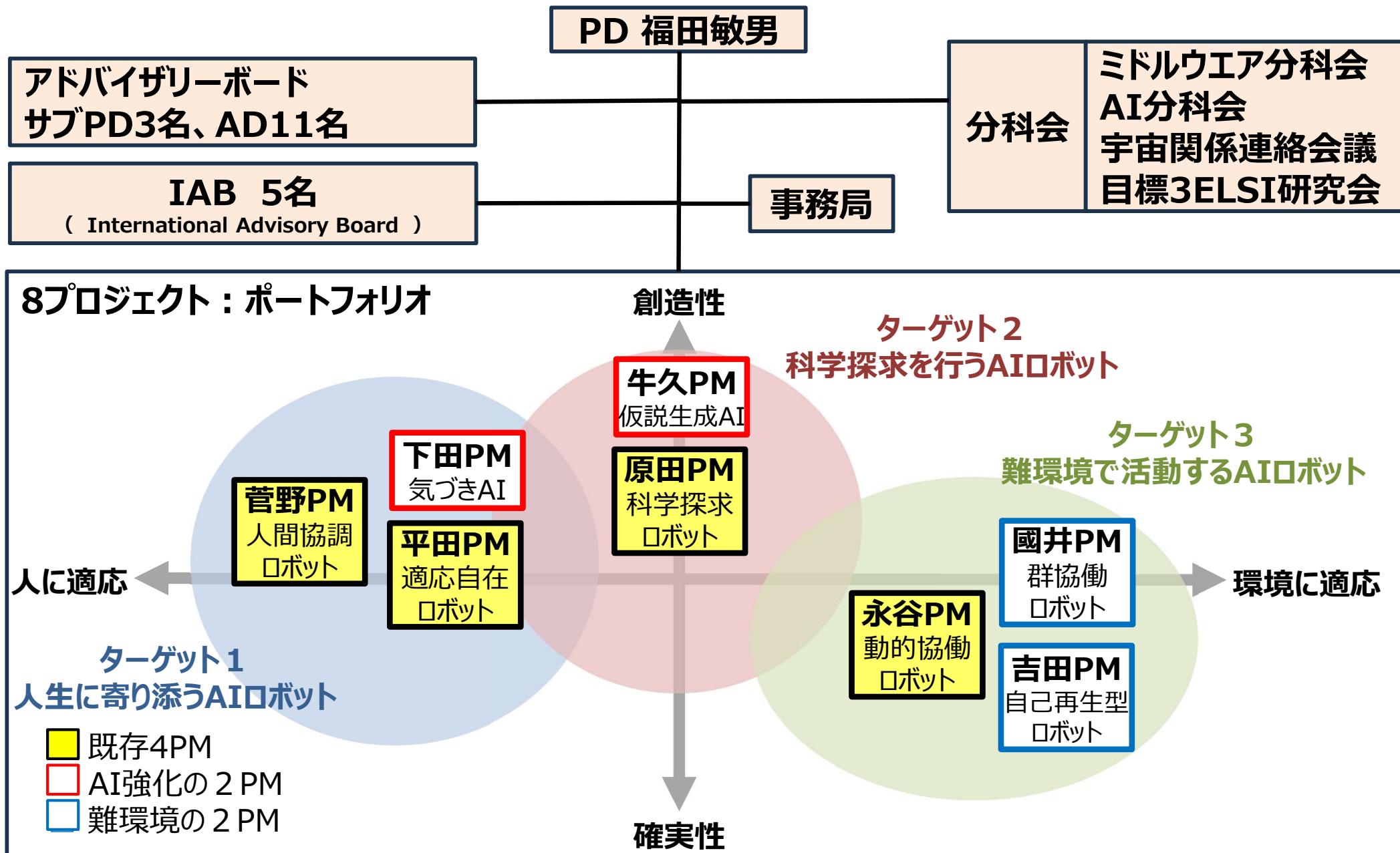
ターゲット2

特定の問題、特定の環
境条件に対して、科学
的原理・解法の発見の
プロセスの自動化を達
成する。

ターゲット3

限られた状況で人間の
監督下で、一部人の介
在で動作するAIロボット
を開発する。

1.4 プログラムの推進体制



目次

1. 研究開発プログラムの概要
2. 研究開発プログラムの状況
3. 今後の方向性
4. 自己評価結果
5. 参考

2.1 国内外の研究開発動向との比較(1) 動向概略

■ターゲット 1 領域

ヒューマノイドに関する国内外の研究動向：

AI学習を駆使したヒューマノイドの進展は著しい。年々ハード身体も進化し、不整地でも倒れず歩行したり、複雑な作業も可能なハンドも有する。生産現場や家庭での導入を目指す企業も出てきている。

■ターゲット 2 領域

科学探求ロボットに関する国内外の研究動向：

科学実験AIとロボットの組み合わせで人が行う実験を自動的に繰り返し、一定の成果が出ているものもある。

■ターゲット 3 領域

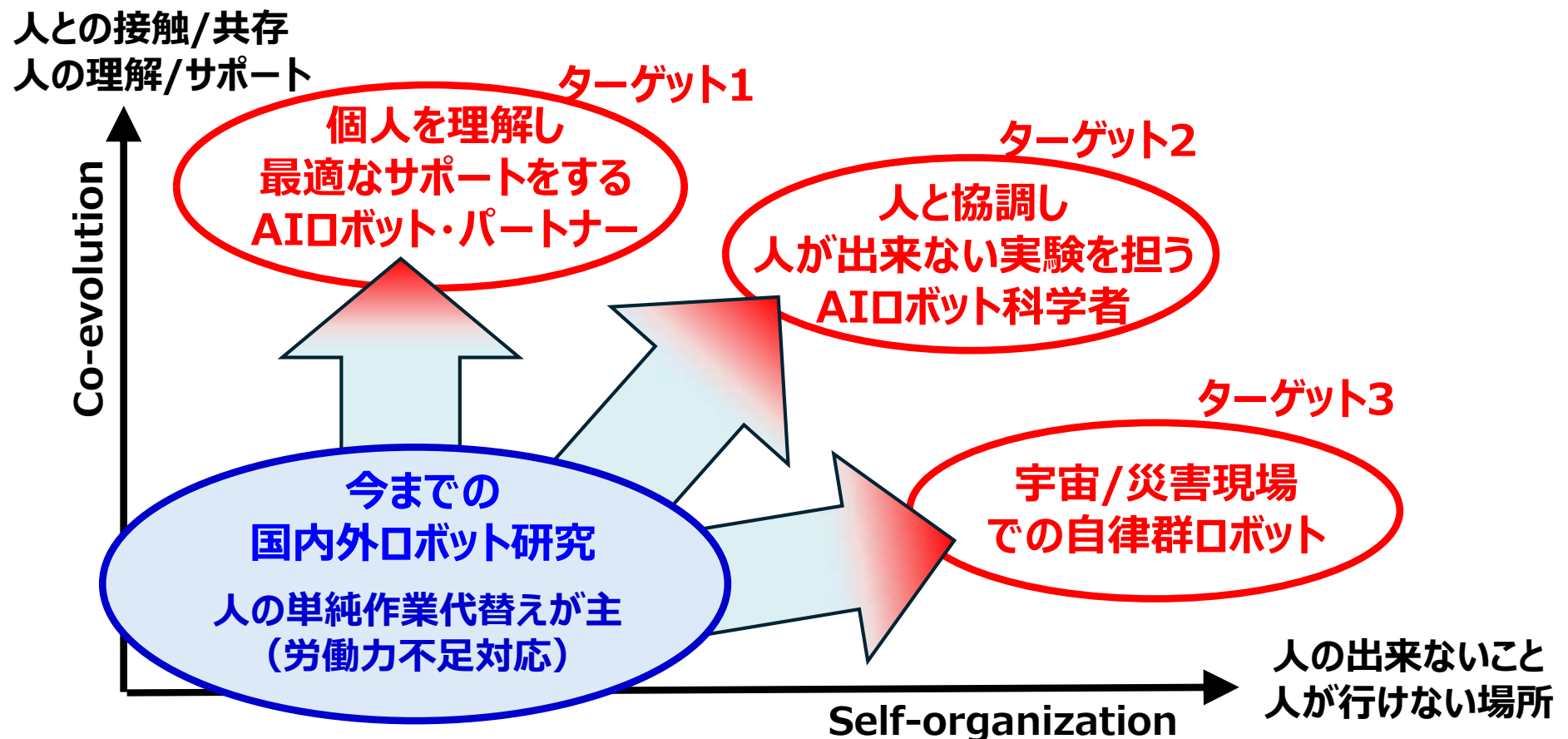
難環境ロボットに関する国内外の研究動向：

環境やミッションに合わせた建機やロボットの自律動作の研究が行われている。

2.1 国内外の研究開発動向との比較(2) 目標3比較

■目標3との比較：

国内外でのロボットの研究は人の単純作業の代替え領域が主であったのに対し、目標3では将来を見据え、「Co-evolution:人との接触共存/人の理解とサポート」や「Self-organization:人の出来ないこと/人が行けない場所」という軸で差異化してきた。しかし、矢印のように近年は各社が目標3のターゲットに近い研究を行ってきており、研究の強化や加速も必要である。



2.2 革新的な取組み・成果

ターゲット1では、「一人に一台一生寄り添うスマートロボット」というコンセプトに従い、**家事、重量物運搬、人との接触を伴う介助などを一台で実現することを目指している**。今年度は、各要素技術のインテグレーションが進み、Dry-AIREC (AIロボット)によるベッド上での起き上がり支援作業中の**状態変化推定により、臨機応変な動作生成と対話生成を実現した**。

人と接触可能な身体

人を理解するAI



柔らかさ・しなやかさを実現する形状可変・剛性可変型ロボットの試作を行なった。今年度は、**上吊り方式・下支え方式の切り替えを可能とする Nimbus Holder**を新たに開発し、その他のNimbus Robotsも含めて**リビングラボで統合実験を行った**。

変幻自在な身体



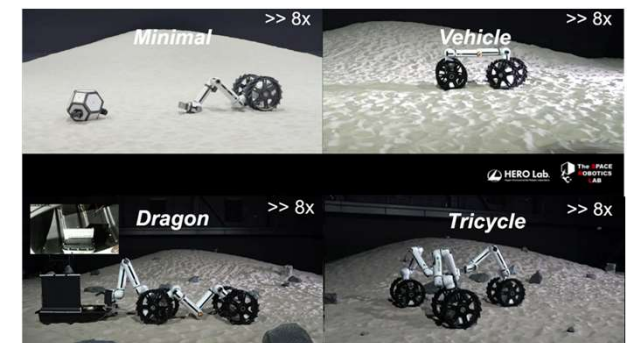
ターゲット2では、今年度は、マイクロロボットツール、仮説生成、データ解析等の要素技術を開発して**科学実験の一連のループを回すことに注力し、農薬に替わる薬や培地の候補を従来手法よりも効率的に発見する等の成果を出した**。

人を理解するAI

ターゲット3では、月面開発のためのモジュラー型ロボットを複数開発し、JAXA模擬月面フィールドでの統合試験により、**作業に応じた形状変化により、太陽光パネル設置可能であることを確認した**。

変幻自在な身体

群協調する自律AI



2.3 プログラムマネジメントの状況

PDによる プログラム マネジメント

各プロジェクトの**キックオフ会議**(4月)、**目標3全体会議**(9月)を実施し、若手も含めたプロジェクトメンバとの課題共有及び研究促進に向けた意識向上を図った。



目標3全体会議：若手を含めた約150名が参加し活発な議論が行われた。

国際連携

国際学会であるICRA2024、IROS2024等に参加し、**フォーラム**や**IAB (International Advisory Board)**を実施。特にICRA2024では**7プロジェクトの展示**も行なった

産業界との 連携・橋渡し

産業界との連携を加速するために、新PI参画も進め、既に**目標3の7つのプロジェクトに民間企業が参画**している。プロジェクト成果であるAIの科学技術への活用を目的として、牛久プロジェクトでは株式会社NexaScienceを**スピンアウト**した。

広報・アウトリーチ活動

一般向け**ワークショップ**、**投稿**、**フォーラム**、**シンポジウム**を行った。

ELSI、数理科学、 プログラム間連携 等、横断的な取組

ミドルウェア分科会では、目標3事例「ロボットによる健康モニタリング」を標準化表現で実装して動作させる**PoCを実施し、目標1との連携が可能であることを実際に示した**。**目標3ELSI研究会**では、**共通的なELSIの論点整理を行い、目標3の内部報告書を作成した**。

データ マネジメント

介護施設での実験などで取得する個人情報のように秘匿性の高い情報は、デジタルツインによる**プライバシーを考慮したデータ**にして提供している。

目次

1. 研究開発プログラムの概要
2. 研究開発プログラムの状況
3. 今後の方向性
4. 自己評価結果
5. 参考

3. 今後の方向性

目標達成に向けた現状と課題

- **課題1**：今年度は要素技術のシステムインテグレーションを中心に研究開発を進めてきており、技術的には来年2025年マイルストーンは達成見込みである。しかし、多くの要素技術融合への道筋が完全に描けているわけではなく、**成果としてのインテグレーションは引き続き加速が必要**である。
- **課題2**：目標3全体としては研究領域が広く、また特殊な部分も多いが、国民一般へアピールできるAIロボットとしてのイメージは分り易くなってきた。**5年の節目としてより効果的で分り易いデモ構築が必要**である。

課題に対する対応方針

- **対応方針1**：昨年末行われたプロジェクト評価会のフィードバックにおいては、このインテグレーションを中心に指導した。時間も限られており、**選択と集中をかけながら成果に導いていく**。具体的にはAIRECロボットによる重量物ハンドリンクタスクや、モジュラーロボットによる他ロボットの完全自律組み立てなどを目標にしている。
- **対応方針2**：既にコンサルに入っていたき、国民一般の視点と我々の研究の立ち位置を整理している。さらに、**各プロジェクト毎に成果をビデオで分り易く伝える準備、積極的にオープンなシンポジウム開催や今年の万博出展などを行ない、研究者自らが国民一般へ説明する機会を増やす**。

目次

1. 研究開発プログラムの概要
2. 研究開発プログラムの状況
3. 今後の方向性
4. 自己評価結果
5. 参考

4. 自己評価結果（1/3）

総合評価：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、一部の見通しが定かでない、あるいは、不可抗力等により、期待した成果が得られていない。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目標達成等に向けたポートフォリオの妥当性（評価項目①）

- 各ターゲットのシステムインテグレーションの成果を確認することができ、プログラム全体の5年目マイルストーン達成の見通しが立ちつつあると判断した。
特に今年度は、これまでの要素技術の成果を統合することに注力し、開発中のAIロボットプロトタイプによる各種統合試験や実証に取り組んだ。ベッド上での起き上がり支援作業における臨機応変な動作生成、マイクロロボットツールや仮説生成等を組み込んだ科学実験ループによる農薬に替わる薬や培地の候補の従来手法よりも効率的な発見、模擬月面フィールドにおけるロボットの形状変化と太陽光パネル展開動作の実証、などを達成した。
- 「AIとロボットの共進化」という大きな方向性に沿って研究開発が進捗しており、少ないデータを用いてリアルタイム制御可能な深層予測学習などの独創的な成果を創出している。一方で、国際的なAIロボット開発の急速な進展に対して、特にAI部分において、これら以外にも競争力の高い突出した成果を生み出すことが不可欠であり、後半5年に向けてプログラム推進全体の抜本的な見直しが必要である。
- 現時点で各プロジェクトに参加している民間企業10社はハードウェア開発やシステムインテグレーションのコアとなる研究開発に貢献している。今後は市場ニーズを捉えて社会実装を具現化するために、更なる民間企業の参画や研究開発計画の見直しが必要である。

4. 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.大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取組み（評価項目⑦）

- 以下にそれぞれのターゲット毎に示す。

ターゲット1：柔軟物や人間への力加減を優しく調節するAIロボットのプロトタイプや、支援対象者の状況に合わせて形状や剛性を柔軟に変えられるAIロボット群のプロトタイプを複数開発した。また、AIについては、少ないデータを用いてリアルタイム制御可能な深層予測学習などの独創的な成果を創出している。

ターゲット2：科学AI、ロボットAI、そしてロボットの物理的な身体を統合しながら、個別の科学実験において一連のループを回すことで、農薬に替わる薬や培地の候補を従来手法よりも効率的に発見する等の成果を出した。また、有機化合物合成を対象とした仮説生成から実証までを行う基盤を短期間で整備した。

ターゲット3：月面における具体的な活動を想定したモジュラー型ロボットのプロトタイプを複数開発し、作業に応じた形状変化や凹凸のある砂地での動作、太陽光発電パネル展開動作などを実証した。

- ロボットの個別分野の研究開発としては着実な進展が見られる。一方で、国際的なAIロボット開発の急速な進展に対して、特にAIにおいて、競争力の高い突出した成果を更に創出するため、研究開発の加速が必要である。

1-2.プログラム目標に向けた今後の見通し（評価項目③）

- 各ターゲットの5年目マイルストーン達成が概ね見込まれており、プログラム全体の5年目マイルストーン達成も見通しが立ちつつある。
- 現段階で民間企業10社が参加し研究開発に貢献しているが、市場ニーズを捉えて社会実装を具現化するために、更なる民間企業の参画や研究開発計画の見直しが必要である。

1-3.その他

- 特になし。

4. 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)

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）	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）	- 様々な業界から合計10社の民間企業が目標3に参画している。 - プロジェクト成果であるAIの科学技術への活用を目的として、牛久プロジェクトではPM自身がスタートアップを設立した。 - 人とロボットの共生社会に向けては、ヒューマノイドを日常生活のなかに取り込んでいくような社会的な下地ができていないと社会実装は実現できない。PDのリードが重要。
	b.その他	特になし。
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）		- ロボット関係の重要な国際学会であるICRA2024、AIM2024、IROS2024等において目標3に関するフォーラム開催やデモ展示によって国際的なアピールを行った。 - IAB（International Advisory Board）を実施した。IAB委員からは、目標3で進めている研究開発について国際的に競争力があるとの評価を受けた。 - 在日スイス大使館との共催による日欧ワークショップを開催し、その結果、令和6年度から数名の海外研究者がプロジェクトの課題推進者として参加した。
2-3.国民との科学・技術対話に関する取組み（評価項目⑨）		- 一般向け講演や国内／国際学会でのワークショップ・フォーラム等多数のアウトリーチ活動を行った。また、令和7年3月には日本科学未来館において一般向けシンポジウムも開催した。 - 代表的な研究成果がムーンショット目標に対しどれくらい意味があるか、広がりを持っているか、インパクトがあるか、ということをより明確にする必要がある。
2-4.その他		特になし。

目次

1. 研究開発プログラムの概要
2. 研究開発プログラムの状況
3. 今後の方向性
4. 自己評価結果
5. 参考

5.1 主要ファクトと外部環境変化

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1 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年までに、一定のルールの下で一緒に行動して90%以上の人が違和感を持たない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。
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。
- 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。
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。

主要ファクト（実現できていること・できていないこと）

★ターゲット1

- 介助支援等の人と接触する作業（起き上がり介助、車椅子への移乗、靴下装着等）において、被介護者の状態変化推定を行ないながら臨機応変な動作生成を実証した。また、料理/洗濯のような一般家事に関しても、少ない学習での動作生成を実証した。人と接触する柔らかさと人を介助できるパワーを両立する複数ハードウェアの試作を行った。
- 社会実装を目指す上での小型化、軽量化はまだ不十分。後半5年の課題。
- ハードウェア開発が先行しており、AIとの連携強化もこれから加速すべき点である。

★ターゲット2

- 限定の科学実験ではあるが、実験のボトルネック（人が出来ない領域）を解決するAIやマイクロロボットツールは出来つつあり、科学者よりも効率的に良質の物質を発見する成果も出てきている。
- AIロボットとして科学AIとロボットAIの統合はこれから。
- 他の科学実験にも使えるような汎用性の向上（汎化）も今後の注力すべきポイント。

★ターゲット3

- 月面・宇宙領域では、数種のモジュラーロボット群やインフラタブル居住モジュールを試作し、JAXA模擬月面フィールドで動作試験を実施した。
- まだ自律で動作出来ていない。AIとの密連携による自律動作は今後の注力領域。
- 実際の宇宙ミッションについて、関係者との連携を調整中。
- 災害対応領域では、複数台建設ロボットの協働動作による自律土砂運搬作業を実現した。
- 建機開発には多額の費用がかかるため、当初目的とした3トン級の小型建機は開発出来ていない。

研究開始以降の外部環境変化・国際動向変化

・ ヒューマノイド(人型ロボット)への莫大な投資

近年急速に進化した大規模言語モデル(LLM)は自然言語をベースとしており、人の動作や人の理解という面でヒューマノイドと親和性が非常に高い。そのため、GoogleやTeslaなどAIに精通している大手企業がヒューマノイド開発に参入し、研究の面でも先端を行っている。また、中国では労働力不足を補うためのヒューマノイド開発が活発になっている。

・ LLM、生成AIによるロボットAI技術の急速な進化

自動車は無人運転が出始め、ドローンは群で制御される時代になった。また、NVIDIAのCosmosやCMUのGenesisのように、膨大な数の学習をバーチャル上で短期間に実現するシミュレーション基盤も出始め、AIの学習自体が変わろうとしている。創薬や医療の分野でもAIの活用は急速に進んでいる。

・ AIの発達による科学研究の変化

科学研究におけるAIとロボットの活用も急速に発展している。AIの活用により、膨大なデータや潜在空間の中から新たな候補物質の発見が始まっている。一方、ロボットは、まだ搬送や単純作業か、高価な専用装置が主であるが、AIとの進化により今後この科学研究領域でパラダイムを起こすと予想され、多くの国や企業での投資が始まっている。

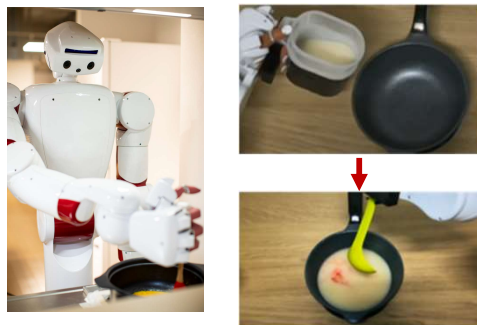
5.2 目標継続した場合の方向性

	後半5年の方向と2030ターゲット（ターゲット維持か見直し）	2030年終了後の見通し（いわゆる2040に向けて）
プログラム全体	- 世界ではビッグテック等による大規模投資に基づくAIやロボットの研究開発が進んでいるため、目標3の意義や競合優位をさらに高めるには後半5年の研究開発内容・体制の抜本的な見直しが必要である。 - 目標3の中核である「人と共生するロボット」の実現には、大量の実世界データやシミュレーションによる学習という現在主流のアプローチに加えて、ロボットの身体や物理世界との相互作用、人の感覚/認知/情動/倫理観等に深く根付いた次世代のフィジカルAI（知能）の研究開発が必要である。 - 次世代のフィジカルAIとロボットハード技術（日本の強み）との組合せでハイインパクトなAIロボットを産み出すためには、選択と集中が必要である。	2050年の社会実装（社会への浸透、産業化等）に向けて、①企業の投資対象になる成果が出ていること、②2050年に向けた挑戦的な研究の萌芽が生まれていること、の2つである。
ターゲット1	「人と共生するロボット」という目標3の主軸であり、2050年に向けた汎用AIロボット（ヒューマノイド等）に向けた挑戦的な技術開発への注力が必要である。 - 後半5年の研究開発目標案：「人と同等以上の身体・行動能力・状況理解能力」、「人の意図や感情・情動の理解」、「行動・状況の善悪判断・道徳観」、「認知発達能力」、「長期間連続稼働可能なシステム」（2030年終了時には、これらを限定条件下で達成することを目指す）。	- ターゲット1では以下の2つの見通しを考える。 2030年に汎用AIロボット（ヒューマノイド等）が企業開発投資対象になるようなレベルにする。 - 感情理解や善悪判断など、脳科学・認知システム等に関する技術は2050年に向けた要素技術を確立させる。これら要素技術はスピンアウトも視野に入れる。
ターゲット2	- 科学探究においては取組む問題の個別性が高いために専用のAIロボットになりやすく、広い問題に対応可能な一般化・汎化が難しいため、研究開発の方向性の検討が必要である。 - AI駆動科学に関する複数のプロジェクトが開始されており、このような状況変化も考慮に入れる。	左記の検討により見直した研究内容のAI成果が、企業開発投資対象になるようなレベルにする。
ターゲット3	- 災害対応、宇宙開発等の難環境のAIロボットは一定の成果が出ており、スピンアウト等も含めた検討が必要である。 - 今後の社会実装に向けては持続的運用体制の構築や宇宙輸送との一体的化を要するため、研究開発の方向性の検討が必要である。 - 災害対応ロボット・宇宙探査ロボットに関する政府の施策が開始されており、このような状況変化も考慮に入れる。	- 公共性の高い災害対応の社会実装については国や自治体と一体的に進めることが重要。 - 月面・宇宙領域の社会実装については、成果を企業主導で行う。

5.3 各プロジェクトの進捗・成果（菅野 PJ）

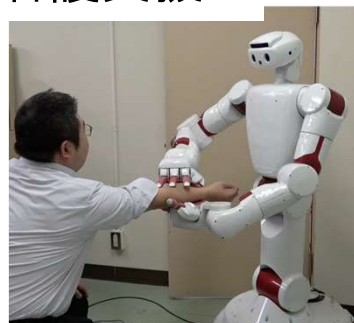
ターゲット1

家事支援



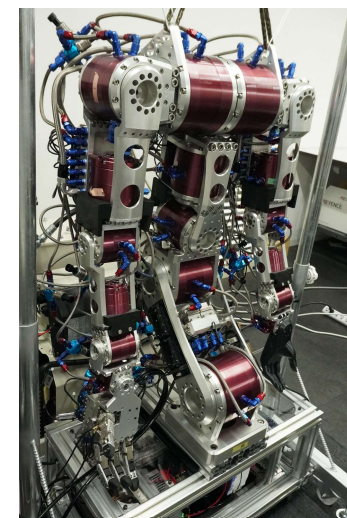
新規開発手法により、ペンネとスープの注ぎとかき混ぜの動作を実現

看護支援



人の生体情報取得模擬動作を実現

次世代ロボットハードウェア



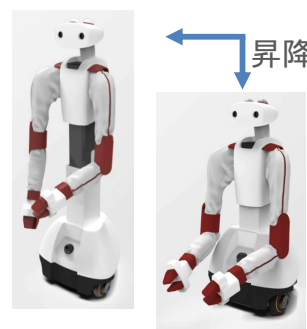
回転型油圧アクチュエータロボットを開発
（胴体4自由度、両腕14自由度、片手10自由度）

介護支援



会話を交えながら人の状態に応じた適応的で自律的な介助支援を実現

学習用ロボット開発



効率よく動作学習し自律動作し、転移学習可能なコンパクトなロボット（AIREC-Basic）を開発

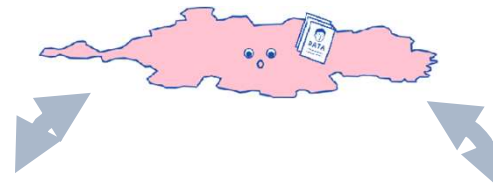
5.3 各プロジェクトの進捗・成果（平田 PJ）

ターゲット1



複数のロボット群から人の状態に応じて適切ロボット選択するためのAI並列シミュレーションおよびロボット群協調操作インタフェースを開発

Nimbus Computing & Nimbus Sensing



長期的なセンシングにより人の行動を推定する手法を提案し、病院や介護施設での実証をスタート

ETH Zurichとの国際連携



- 筋斗雲のように柔らかくもあり人の能力を拡張できるNimbus Robotsコンセプトに基づいた複数ロボット開発
- 複数ロボット連携により、日常生活の一連の動作（朝の身支度）を支援することに成功

Nimbus Robotsによる日常支援



Robot/VRによる生活訓練・リハビリ



訓練者の「できるかも」という主観をリアルタイムでフィードバックしながらアシストパラメータを調整するフレームワークを確立

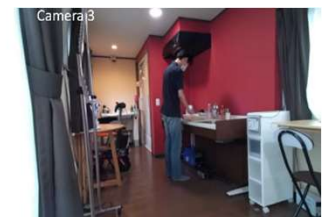
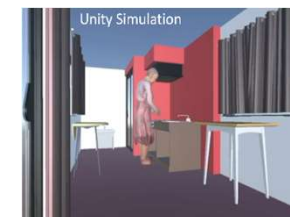
社会参加支援 & 社会実装

介護現場において

最適な支援を提供するAIロボット群

人の個性に自在に適応

日常生活の自立と社会参加を後押し！



プライバシーを排除したデータセット構築手法を提案・データベース化の取り組み開始

倫理標準化の基準構築

IEEE Sclandered Associationにヘルスケア分野で活用するAIロボットの倫理標準化を検討する委員会を設立

国際標準化へ



ムーンショットチャレンジハウス

次世代ロボットが導入された家での長期的な未来生活体験ができる拠点を企業・自治体と連携して整備することが決定

研究機関と自治体・企業の産官学連携



スマーター・インクルーシブ・ダンス

日常生活を拡張したわくわく体験創出により、高齢者・障がい者の社会参加を後押し

パリ・パラリンピック関連イベントでデモ

内閣府総合知活用事例に選出『今年のロボット大賞』受賞

5.3 各プロジェクトの進捗・成果（下田 PJ）

ターゲット1



2030年に向けた歩み



Robot・医療介入



Parkinson
患者の運動
回復



立ち上がり補助



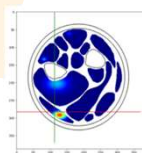
書痙の回復



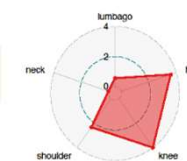
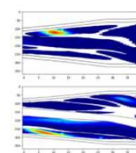
Awareness AI

詳細計測：脳深
部活動の推定

問題抽出：介入要素の導出



異常筋活動検知



問題部位抽出



異常運動観察



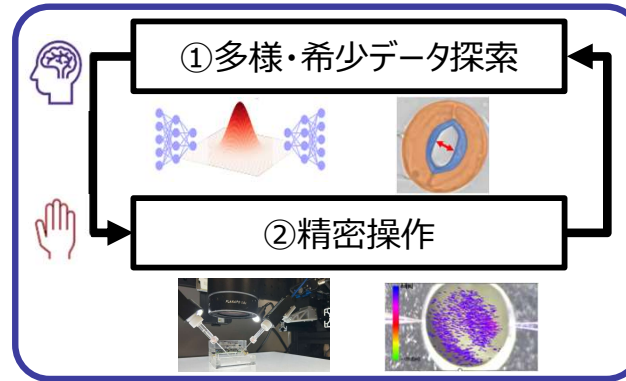
歩行からの異常抽出

5.3 各プロジェクトの進捗・成果（原田 PJ） ターゲット2



場当たりの探索、
マイクロ操作

＜効率化＞
あたりをつけ、
超絶技巧で
検証

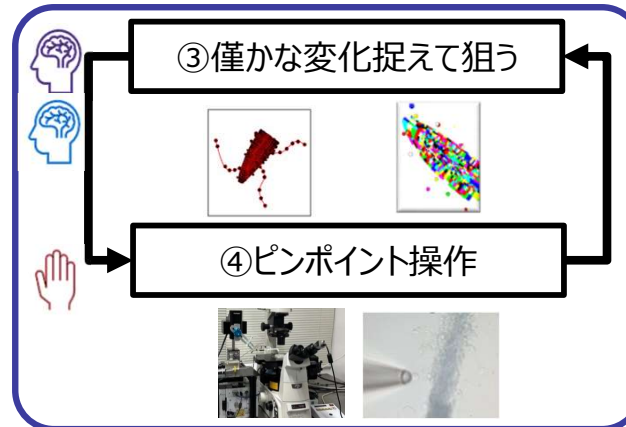


- 優れた材料の発見効率向上
 - ✓ 科学者の発見 2〜4個/1000個→AIロボット2/7個
60倍の効率で発見
 - ✓ 科学者が発見した培地よりもAIロボットが発見した培地が
植物成長率24%向上
- 微細対象物の観察と評価の効率
 - ✓ 科学者30時間→AIロボット 1-2分, **1000倍加速**
 - ✓ 科学者の目では評価できない**新規評価項目**
(気孔の面積, 血管内全細胞の動態)
 - ✓ **熟練科学者と同等のクオリティのマイクロ操作**



変化がわからない、
見たい細胞が取れない

＜正確化＞
僅かな変化を
捉えて
狙い撃ち

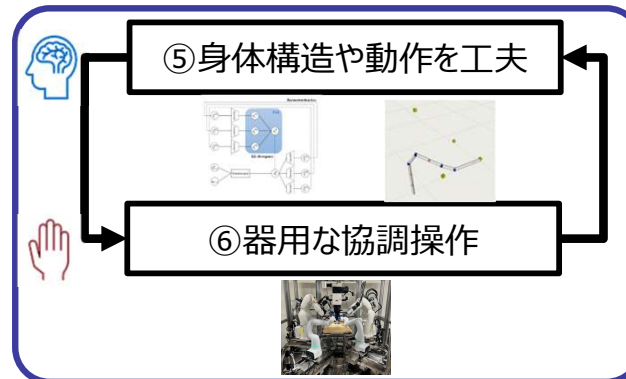


- 目と手の連動による正確度向上
 - ✓ 10umの細胞の動きを予測して採取
(世界で初めて成功)
 - ✓ (病気の前に細胞の挙動が変わることを発見)
(教科書に載っていない現象を発見)



ロボット化できず
難環境でも作業

＜自律化＞
ロボットが
自ら
創意工夫



- ロボットの工夫による自律度向上
 - ✓ モジュール構成により**ロボット構造も仮説に**
 - ✓ 対象物一つ一つの形が異なる場合でも**完全自律化**
 - ✓ 移動量の指示ではなく, **簡易な指示で自律化**
「Omm移動」
→「対象物を移して」「貫通する直前で止めて」

5.3 各プロジェクトの進捗・成果（牛久 PJ）

ターゲット2

進捗

自律駆動研究を実現する研究ループの構築とステップごとの深化

成果

研究ループの始動

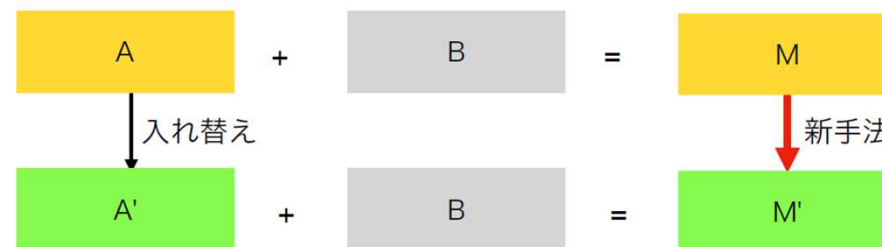
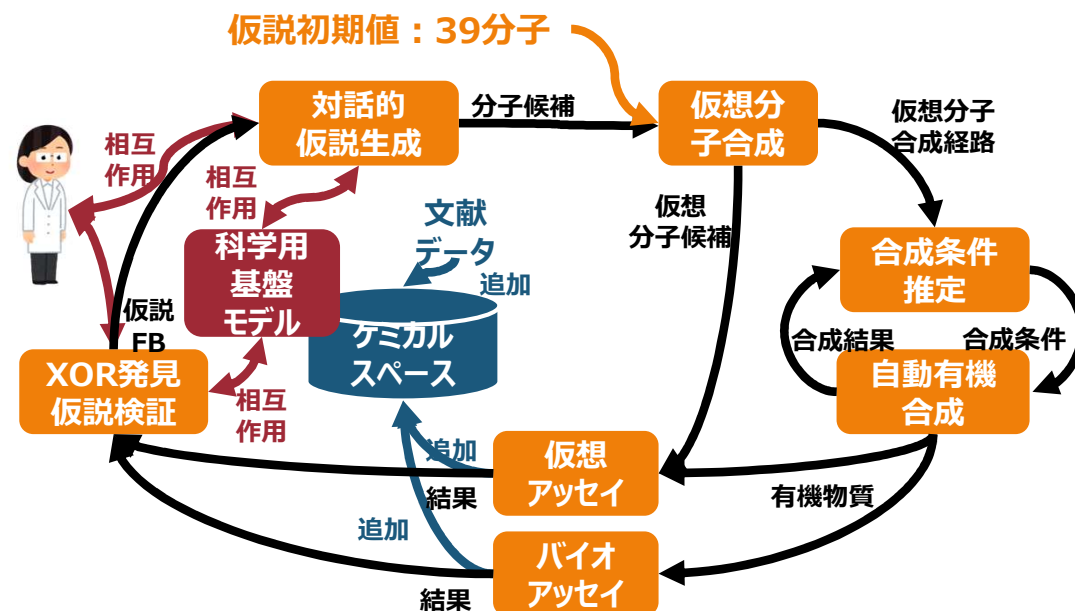
サイバー・フィジカル両方で実験、新規仮説生成を実施→2周目の実験へ

情報分野における仮説生成の実現に成功

クロスオーバー型仮説生成により従来法を超える仮説の生成に成功

PJ期間中からアウトリーチを先行的に開始

（株）NexaScienceを創業、わずか1か月で資金調達の成果



5.3 各プロジェクトの進捗・成果（永谷 PJ） ターゲット3

河道閉塞災害への対応システムのインテグレーションに注力するため、**月面着陸拠点の構築を継続せず**、2024年の課題推進者を15名に絞り込んだ。また、以下の新たな研究開発項目を設置した。

研究開発項目5：災害発生時の緊急調査システムのインテグレーションを目指し、環境情報を取得する多種多様なデバイスの開発を進めるとともに、取得した画像情報を評価するAIシステムのインテグレーションを進展させた（図左下）。

研究開発項目6：河道閉塞現場において、複数の建設ロボットによる排水ポンプ敷設を含む応急復旧作業を実現するシステムのインテグレーションを進めた。

研究開発項目7：九州大学構内に、河道閉塞現場を模した実験フィールドを構築した（図右下）。



5.3 各プロジェクトの進捗・成果（吉田 PJ） ターゲット3

2050年までに「月面探査／拠点構築のための自己再生型AIロボット」を実現することを目指し、モジュラー型ロボットシステムを開発し、想定される月面ミッションに沿った地上実証デモを実施した。

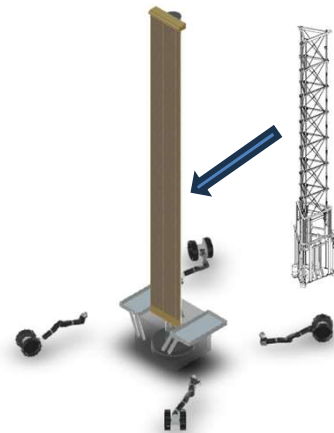
これまでの宇宙ロボットの考え方を革新し、
環境やタスクに応じた変幻自在なロボットを
実現するための新規技術を開発・実証

↓ 想定する月面での作業

物資搬送

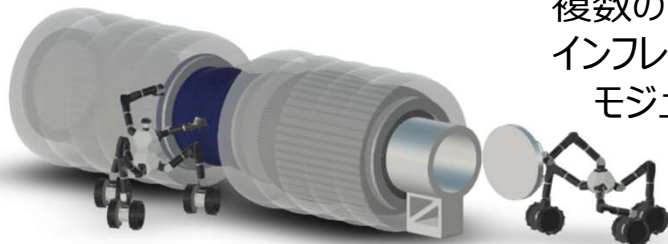


非与圧構造物の建設

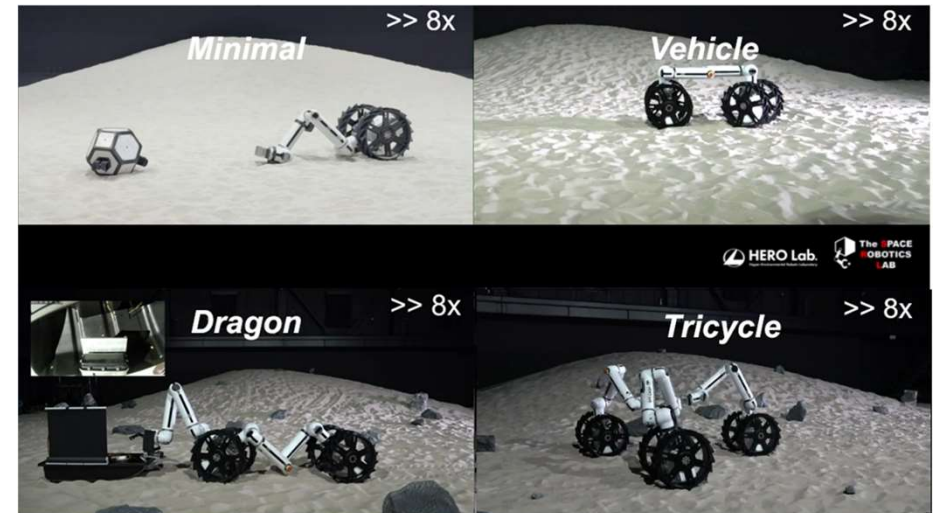


月面整地

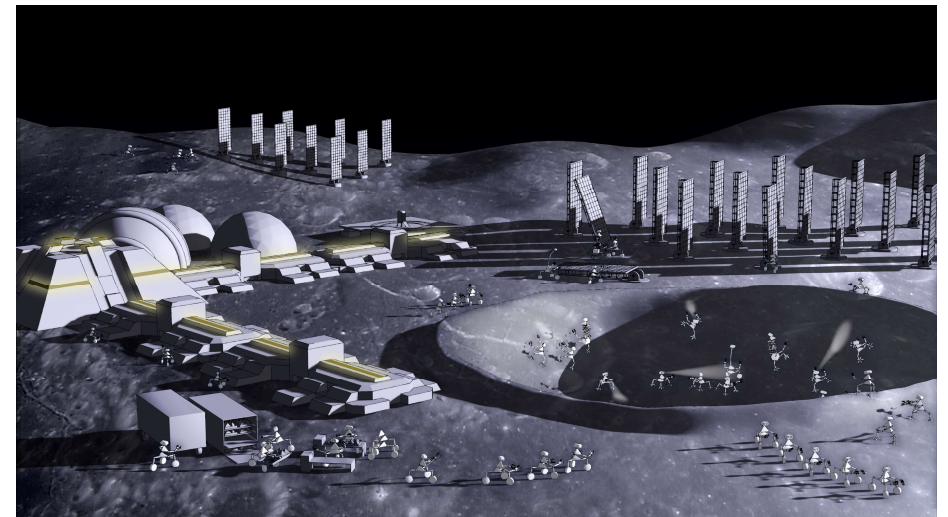
与圧構造物の建設



複数のロボットが協力して
インフレーター型の有人
モジュールを建設



↑ 開発したモジュラー型AIロボットシステム
↓ 2050年に想定する月面拠点



5.3 各プロジェクトの進捗・成果（国井 PJ）

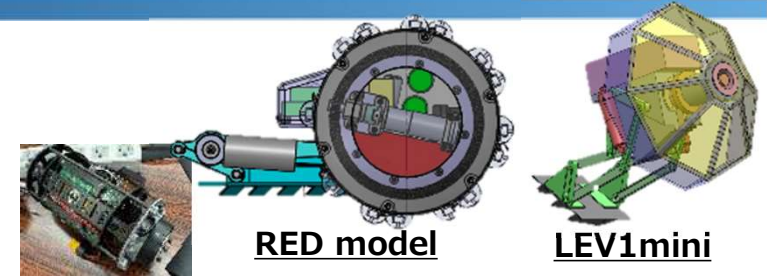
ターゲット3

初期探査ミッション(M1)の実現技術を確立

➤ 宇宙仕様探査ロボット(Flight Model)を設計・試作

月面使用を考慮した機体設計、年度内に試作機を完成

⇒ 試作実験機と研究開発成果を用いた修正で実用レベルが向上



➤ 無線方式群制御マーカにより戦略的群制御を可能に

UWB通信により提案群制御方式を実現 & 自然洞窟で電波性能を評価

⇒ ロボット自身で群中心が制御可能となり群形成と誘導が複雑多様になり知能化へ



電波式灯台
#搭載通信機で代替可能

➤ 宇宙仕様を考慮した進化型機能制御装置（電装系）を設計・試作

提案する機能の再構成アーキテクチャを宇宙用設計でハードウェア実現し動作評価

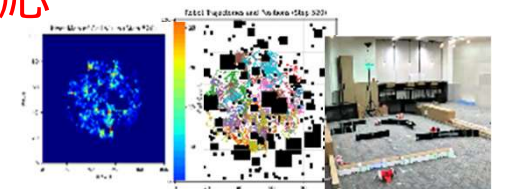
⇒ モジュール接続で構成自由度向上 & 並列処理で低消費電力・高速動作を確認



➤ 低処理&計測能力を想定した行動アルゴリズムの実現と複雑環境対応

周囲への接触確率の解析から開空間を推定し個体と群の行動に反映

⇒ 地図や軌道計画なく障害物環境での目的地到達性を向上



➤ 縦孔への投入カプセルの要素技術確認 & 設計検討及び試作評価

想定課題検討より様々なデザイン案と機能試作、衝撃吸収方式の検討と落下試験

⇒ 今後の設計に必要な情報収集と検証による設計準備を実施し、1次試作実施



➤ 高リスク環境探査に向け、世界最先端のミッション技術の準備状態を確保

[詳細] 2.3 プログラムマネジメントの状況

PDによるプログラムマネジメント

各プロジェクトの**キックオフ会議**(4月)、**目標3全体会議**(9月)を実施し、若手も含めたプロジェクトメンバとの課題共有及び研究促進に向けた意識向上を図った。また、適宜**サイトビジット**等で方向性については議論を重ねている。



目標3全体会議：若手含めた約150名が参加し活発な議論が行われた。

国際連携

国際学会であるICRA2024、AIM2024、IROS2024等に参加し最新動向を把握すると共に、その会場で**フォーラム**や**IAB (International Advisory Board)**を実施。特にICRA2024では7プロジェクトの展示も行ない、実際にその展示を見て頂いたIAB委員3名からは、国際的に競争力があるとのコメントを頂いた。

また、在日スイス大使館との共催により2024年1月に行われた**日欧ワークショップ第2回**により、その後数名の海外研究者がプロジェクトの課題推進者として令和6年度から参加している。

[詳細] 2.3 プログラムマネジメントの状況

産業界との連携・橋渡し

産業界との連携を加速するために、新PI参画も進め、既に**目標3の7つのプロジェクトに民間企業が参画**している。主な参加企業は以下のとおり。

菅野PJ：株式会社日立製作所

永谷PJ：国際航業株式会社、ヤンマーホールディングス株式会社、株式会社熊谷組

原田PJ：SyntheticGestalt株式会社

平田PJ：川崎重工業株式会社

牛久PJ：オムロンサイニックス株式会社(牛久PM自身が民間企業所属)

國井PJ：株式会社竹中工務店、株式会社デジタルスパイス

下田PJ：豊田合成株式会社

また、産業界での活用を主眼に**昨年より4件多い22件の特許を出願**した。

プロジェクト成果であるAIの科学技術への活用を目的として、牛久プロジェクトでは株式会社NexaScienceを**スピンアウト**した。

広報・アウトリーチ活動

一般向け講演や国際学会での**ワークショップ**等多くの取り組みを行った。今年度の具体例として、日本工業出版創立70周年記念冊子への**投稿**、ロボット・AIシンポジウム2024名古屋での講演、日本ロボット学会学術講演会の**オープンフォーラム**等がある。また、2025年3月には日本科学未来館での一般向け**シンポジウム**も予定している。

[詳細] 2.3 プログラムマネジメントの状況

ELSI、数理科学、プログラム間連携等、横断的な取組

プログラム横断的な取り組みとして、**ミドルウェア分科会**(ROS分科会から名称変更)及び**AI分科会**に加えて、**宇宙関係連絡会議**、**目標3ELSI研究会**を立ち上げて各プロジェクトメンバとの議論を行い、研究開発への反映につなげた。また、**目標1**とは日々の担当者間連携に加え**合同戦略会議**を年1で開催した。

ミドルウェア分科会では、**目標3事例「ロボットによる健康モニタリング」**を標準化表現で実装して動作させる**PoCを実施し、目標1との連携が可能であることを実際に示した。**

目標3ELSI研究会では、外部有識者4名を新たに委嘱し、各プロジェクトとの会議を2回ずつ開催し、それぞれのELSI課題について議論を行った。この**議論を通じて得られた共通的なELSIの論点整理を行い、目標3の内部報告書を作成した。**

AI分科会では、AI及び数理を専門とするアドバイザーと各プロジェクトのAI研究開発のコア研究者とが情報共有・議論している。プログラムの狙いに沿った成果の最大化を目的としている。

宇宙関係連絡会議では、二つの宇宙関連プロジェクトでより横断的に取り組むために、サブPDをリーダーとして、プログラム内の連携ストーリー作成、国内外の動向の共有、国内外へのアピールと連携等の検討を重ねている。

[詳細] 2.3 プログラムマネジメントの状況

データマネジメント

介護施設での実験などで取得する個人情報のように秘匿性の高い情報は、デジタルツインによる**プライバシーを考慮したデータにして提供**している（平田プロジェクト）



菅野プロジェクトにおけるAI領域では、深層予測学習の**オープンソースソフトウェアを公開**しており、米国、中国、韓国、英国からのアクセスも確認されている。