

目標3における 研究開発の進め方等について

第六回戦略推進会議(令和4年9月9日)

プログラムディレクター 福田 敏男

(名古屋大学 名誉教授)

目次

- プログラムディレクター(PD)について
- 研究開発プログラムの概要
- これまでの取組状況
- プログラムを取り巻く状況
- 目標達成に向けた追加公募の狙い
- 追加採択PM・プロジェクト一覧
- 研究開発の進め方等について
- 【参考】公募等に関する基礎情報

プログラムディレクター(PD)について



福田 敏男

名古屋大学未来社会創造機構 客員教授

知能化ロボットシステム研究の先駆者であり、微小から大規模で複雑なシステムまでを統一的に扱えるシステム研究の第一人者。

1977年 東京大学 大学院博士課程 修了

1977年 通産省工業技術院 機械技術研究所 研究員 主任研究官

1983年 東京理科大学 工学部機械工学科 助教授

1989年 名古屋大学 工学部機械工学第2学科 教授

2002年 名古屋大学 大学院工学研究科

マイクロシステム工学専攻・機械システム工学科教授

2013年 名古屋大学 名誉教授、名城大学理工学部メカトロニクス工学科 教授

2019年 名城大学大学院理工学研究科 教授

2022年 名古屋大学未来社会創造機構 客員教授

IEEE President-Elect(2019年)、President and CEO(2020年)、Past President(2021年)

2005年文部科学大臣表彰科学技術賞、2013年度産学官連携功労者表彰文部科学大臣賞、2015年紫綬褒章受章、2022年瑞宝章中綬章受章

ムーンショット目標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。
- 2030年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。
- 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。

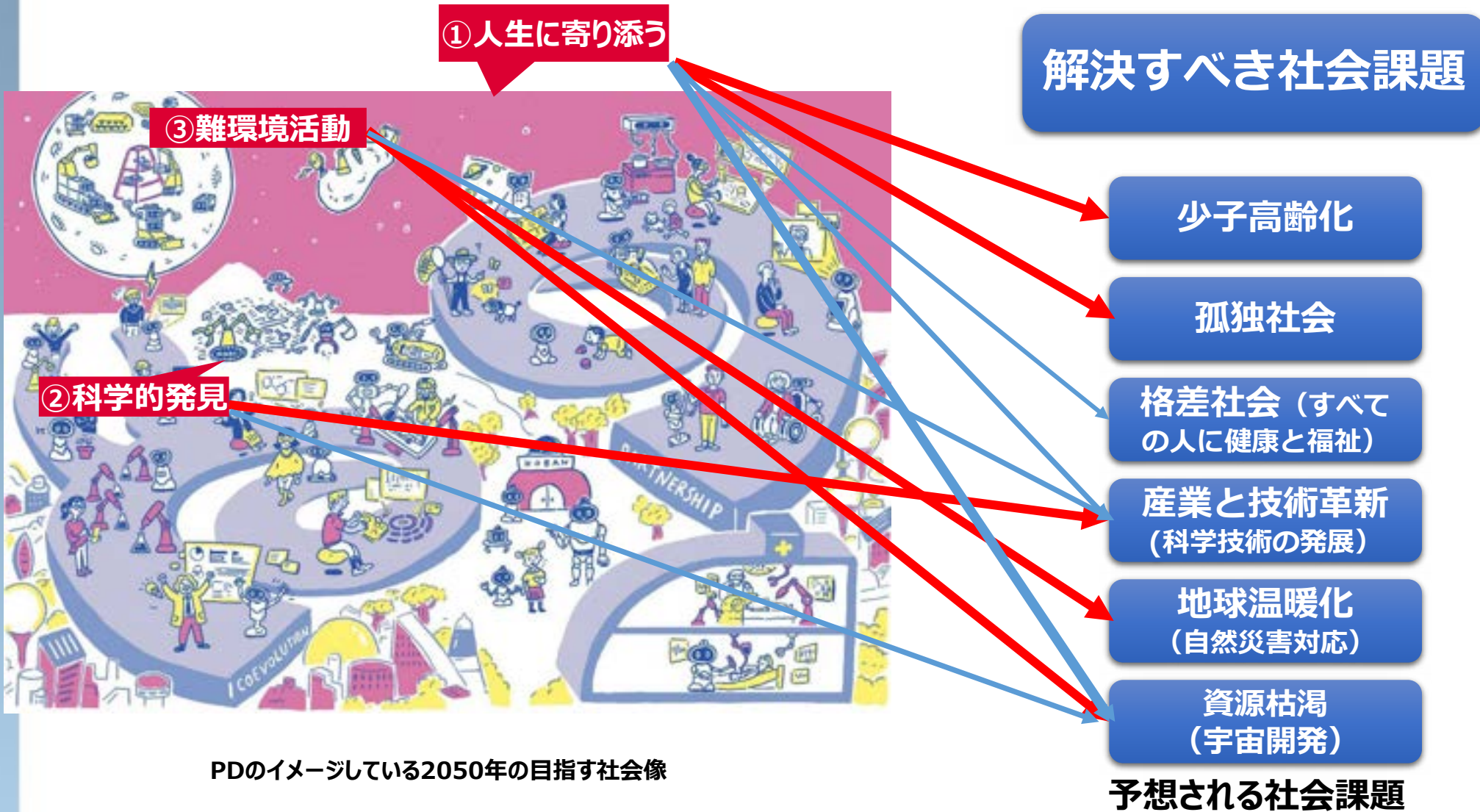
人とロボットが共生する社会

- 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。

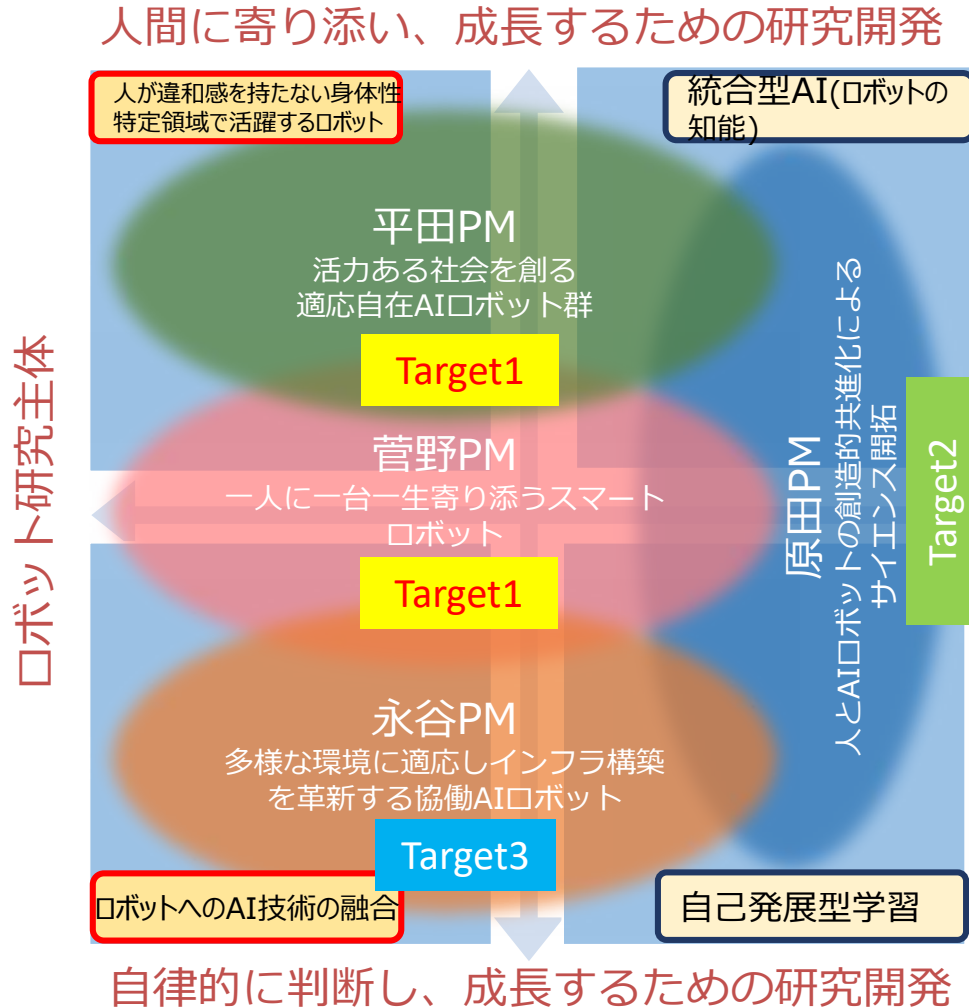


参考：総合科学技術・イノベーション会議有識者議員懇談会（令和2年1月30日）会議資料

研究開発プログラムの概要(目指す社会像)



これまでの取組状況(プロジェクト構成)



Target1

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。

Target2

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。

Target3

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。

プログラムを取り巻く状況(AI研究)

国内外の動向

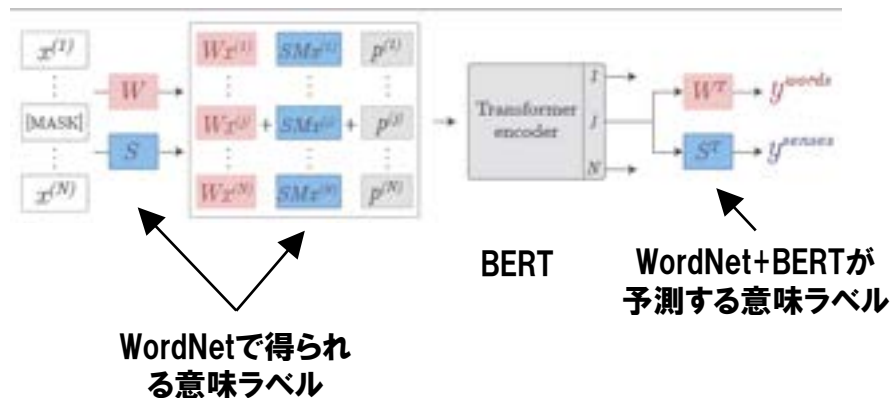
人生に寄り添うAI:

- 米国Affectiva社は顔画像から深層学習により23の表情と8の感情を認識する。
- ➔ 人間の行動や感情の認識技術の製品化も行われているが、**人間の認知や情動に基づいて行動変容**を引き起こすようなAI研究はほとんど見られない。



科学的原理・解法の発見:

- イスラエルのAI21 Labs社は、言語モデルのBERTと意味ネットワークのWordNetを組み合わせることで、文脈を考慮した単語の意味予測を行う技術を開発した。
- ➔ 深層学習と知識・記号推論の融合はホットな研究領域であるが、**科学的原理・解法の発見への適用は発展途上段階**である。



目標達成に向けた追加公募の狙い(AIの強化)

プロジェクトの研究開発状況

人生に寄り添うAI:

- VRを利用した体験計測・自己効力感計測により、**ユーザーの動作から注意の変化や動作予測**を行ない、自己効力感の発生・継続メカニズムを解明中。

科学的原理・解法の発見:

- 効果的に解空間を探索するためのアルゴリズムを開発し、新しいバイオスティミュラント(植物等に良い影響を及ぼす化合物)発見のための**実験数を削減**。

課題

- 自己効力感向上、科学的な仮説創出等の**研究開発中のAI研究の難易度は高く**、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の見直しによる**研究開発の加速**が必要な状況。
- 昨年度から、AI分科会を通じて、各プロジェクトのAI研究を強化しているが、まだ成果は限定的。

公募の趣旨

AI研究の加速・強化 → 未知の発見

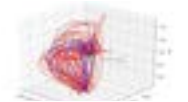
各プロジェクトの横断的なAI研究として**Awareness AI技術**を強化し、**目標全体の底上げを図る**。



VR環境(けん玉を実施)

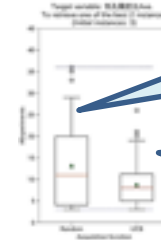
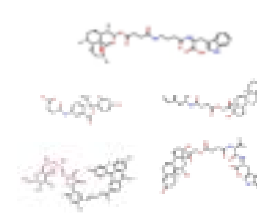


注意力等の計測結果



腕の動きの計測結果

AIが見つけた
候補化合物



科学者が正解に
たどり着くまでの
実験数(13回)

AIが正解にたど
り着くまでの実験
数(7回)

プログラムを取り巻く状況(難環境の場合)

国内外の動向

地上の難環境:

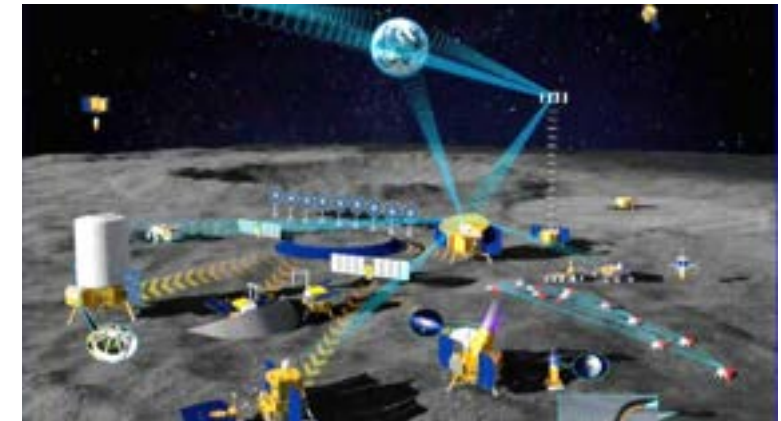
- 洞窟探査を行うDARPAの地下チャレンジが開催され、自律型のロボットとドローン等を組み合わせた探査技術の研究開発が進んでいる。
- ➔ 自律型のAIロボットによる探査技術は進展しているが、土工作业を含む**災害対応への取り組みはあまり見られない。**

月面・宇宙での難環境:

- 中国、ロシアによるILRS計画が発表され、月面極限環境への積極的にチャレンジしている。
- 2022年5月の日米首脳会議では宇宙開発での連携強化を確認した。
- ➔ 月面・宇宙での国際競争が激化している状況において、**難環境でのAIロボット研究開発成果が月面という実環境で実証できるチャンス。**



地下チャレンジ優勝のCERBERUSチームのロボット



ILRS(International Lunar Research Station)計画

目標達成に向けた追加公募の狙い(難環境の場の拡大)

プロジェクトの研究開発状況

地上の難環境:

- 河道閉塞の応急対応をターゲットに、環境が変動する軟弱不整地の環境情報取得と予測を行うセンシング・AIシステムであるDynamic Synthesis、**革新的機能を搭載するロボット群、動的協働AIの要素研究、プロトタイピング**を実施中。

月面・宇宙での難環境:

- 月面の着陸拠点構築をターゲットに、**調査・整地を目的とした小型ロボットシステムをプロトタイピング**し、JAXAの模擬環境にてテスト中。

課題

- 月面難環境対応においては、現状では**着陸拠点構築に向けた限定的な**取り組みしかできていない。

公募の趣旨

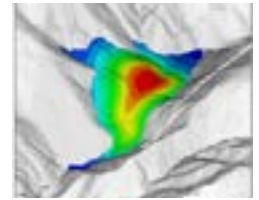
難環境の場の拡張 → 未開の探索

- 月面という**極限環境**において、**効率的に拠点を構築**できる革新的なAIロボット技術にも着手する。
- 月面以外でも、人そのものが**立ち入ることが困難な場所**や良好な通信が困難な**極限環境**で活動するAIロボットの早期開発

河道閉塞の
災害現場



災害対応ロボット群



地盤変形予測



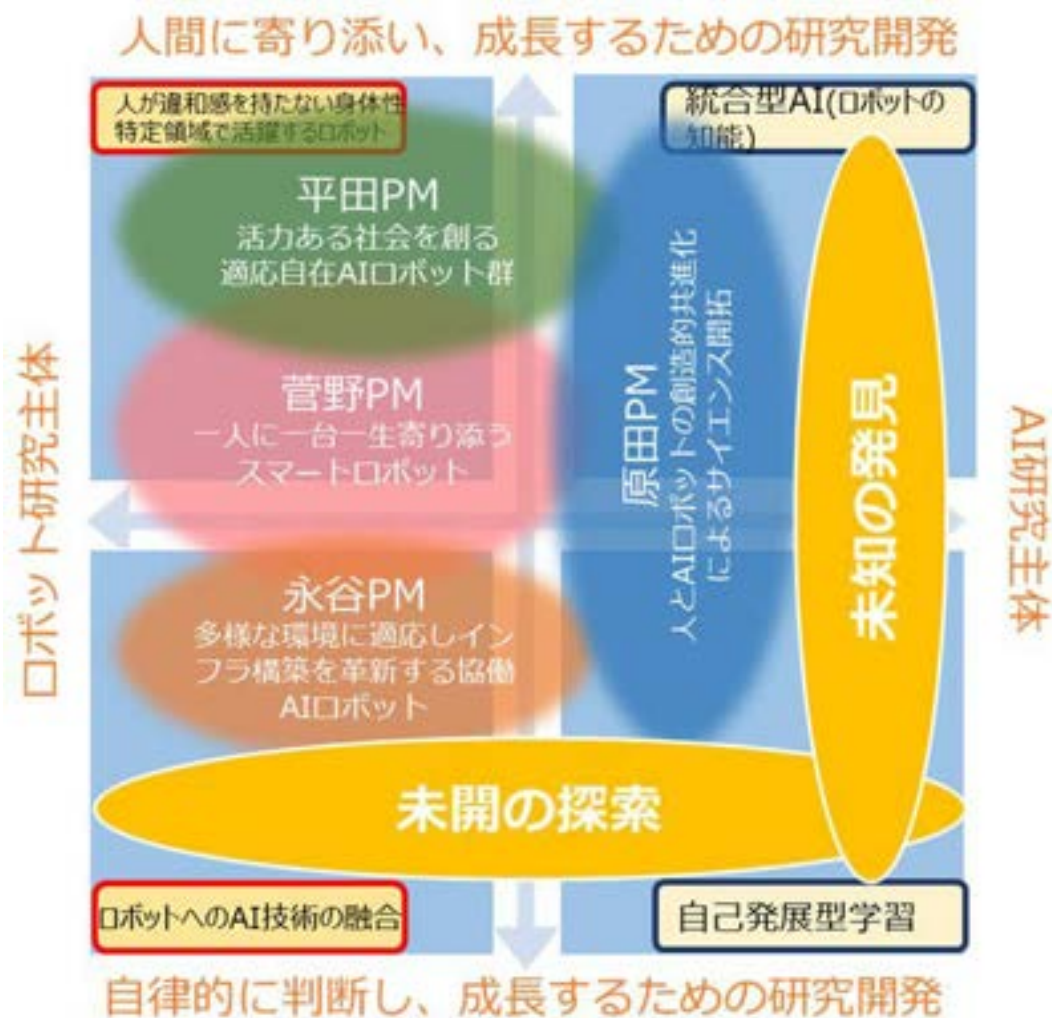
目標達成に向けた追加公募の狙い

1. AI研究の加速・強化 → 未知の発見

- 各プロジェクトの**横断的**なAI研究として Awareness AI技術を強化し、**目標全体の底上げ**を図る。
 - ✓ **新しい気づきを促すAI**
 - ✓ **より良い選択・行動を促すAI**
 - ✓ **新しい科学的発見を行うための仮説を推論するAI**

2. 難環境の場の拡張 → 未開の探索

- 月面という**極限環境**において、効率的に**拠点を構築**できる革新的なAIロボット技術にも着手する。
 - ✓ **人そのものが立ち入ることが困難な真空下や良好な通信が困難な場として宇宙などの極限環境**
 - ✓ **地球上の難環境(被災地、海底など)での活動も想定**



追加採択PM・プロジェクト一覧 (1/2: AI加速・強化)

PM	研究開発プロジェクト名	研究開発プロジェクト概要
<p>牛久 祥孝 (オムロンサイニックス(株)プリンシパルインベスティゲーター)</p>	<p>人と融和して知の創造・越境をするAIロボット</p>	<p>イノベーションにおいて、持続的な性能向上には演繹的思考が、パラダイムの破壊には帰納的思考と創発による知の創造や、分野を回遊する知の越境が必要です。本研究では2030年までに、研究者の思考を論文から理解するAIを構築した後、人と対話しながら主張→実験→解析→記述のループを回して研究できるAIロボットを実現します。2050年には研究者とAIが融和し、ノーベル賞級の研究成果を生み出す世界を目指します。</p>
<p>大武 美保子 (理化学研究所チームリーダー)</p>	<p>ありたい未来を共に考え行動を促すAIロボット</p>	<p>自分の想いや考えを言葉にして気づきを得て、よりよく生きるための行動ができるよう促す、行動変容支援ロボットを開発します。会話での言葉や様子から、多くの人の知恵や知識、体験を収集し、特定の人々の気持ちや考え、価値観にあった逸話や声掛けを通じ、新しい視点や方法を提示して、行動を促す技術を開発します。それにより、2050年には、「ありたい未来を共に考え、そのための行動を促すAIロボット」の実現を目指します。</p>
<p>下田 真吾 (理化学研究所ユニットリーダー)</p>	<p>主体的な行動変容を促すAwareness AIロボットシステム開発</p>	<p>ロボットと普段の生活を共にする中で、私達の持つ様々な可能性に気付かせられて、それを一緒に大きく育ててくれる、そんなAwareness AIロボットシステムの構築がこのプロジェクトの目標です。物質的な豊かさを追求する時代が終わり、安心や生きがいといった内面的な豊かさに重きを置き、様々な価値観を認め合う現代社会において、将来への希望を持って生活できる社会の実現を目指していきます。</p>
<p>森島 圭祐 (大阪大学教授)</p>	<p>人・AIロボット・生物サイボーグの共進化による新ひらめきの世界</p>	<p>超小型センサ、通信機器、行動制御ユニットが搭載された生物サイボーグ群から得られる行動情報と周辺環境情報を解析して得られる行動原理に基づいて、人々の行動を誘発したり、人々とロボット群との違和感のない連携を実現するAIによる自己組織化プラットフォームを構築します。それにより、2050年には、人々とロボットが協調して活躍する世界を目指します。</p>

※研究開発プロジェクト名及び概要は作り込みを経て変更される場合があります。

追加採択PM・プロジェクト一覧 (2/2: 難環境対応)

PM	研究開発プロジェクト名	研究開発プロジェクト概要
上野 宗孝 (JAXA 技術領域 主幹)	AI ロボットにより拓く新たな生命圏	有人宇宙探査の到達点は人類を含む生命体が地球からの従属性を振り切り、月・火星という 極限環境において独立した生命圏を築く 挑戦です。本プロジェクトは、この到達点をバックキャストした要素をAIロボット技術を発展・活用させながら、スマート技術、行動変容技術等を有した拠点システムの構築に向けた研究開発を行い、2050年には 人類が長期的に活動可能な生命圏 を実現します。
國井 康晴 (中央大学 教授)	進化型群知能による確率的空間認識と協調建築作業	単純機能の小型ロボットが群を形成して知能を発揮し、 群全体で共通した機能の更新・拡張、機体の新規追加が群を進化させる仕組み の研究開発を行います。さらに多数のロボットが協力して玉転がしの要領でロボット拠点コンテナを搬送し、コンテナが自ら展開することで活動拠点となる 進化型群知能活動拠点構築システム を開発します。それにより2050年には進化型ロボット群知能により構築された月面活動拠点の実現を目指します。
吉田 和哉 (東北大学 教授)	月面探査／拠点構築のための自己再生型AIロボット	月面において未到探査および拠点構築を行う担い手として、 再構成が可能なAIロボットシステム を提案し、その実現に向けた研究開発を行います。月面に持ち込んだ資材を有効活用し、 状況に応じてモジュールの組み換えや、月面で得られる資源を用いてパーツの修復 を行うことができる 自己再生型AIロボット の技術を確立します。それにより、2050年には月面での探査と資源活用が促進され、持続的な有人活動拠点の実現を目指します。

※研究開発プロジェクト名及び概要は作り込みを経て変更される場合があります。

研究開発の進め方等について(1)

(プロジェクト構成の考え方、資金配分方針【助言・承認】)

1. プロジェクト構成の考え方

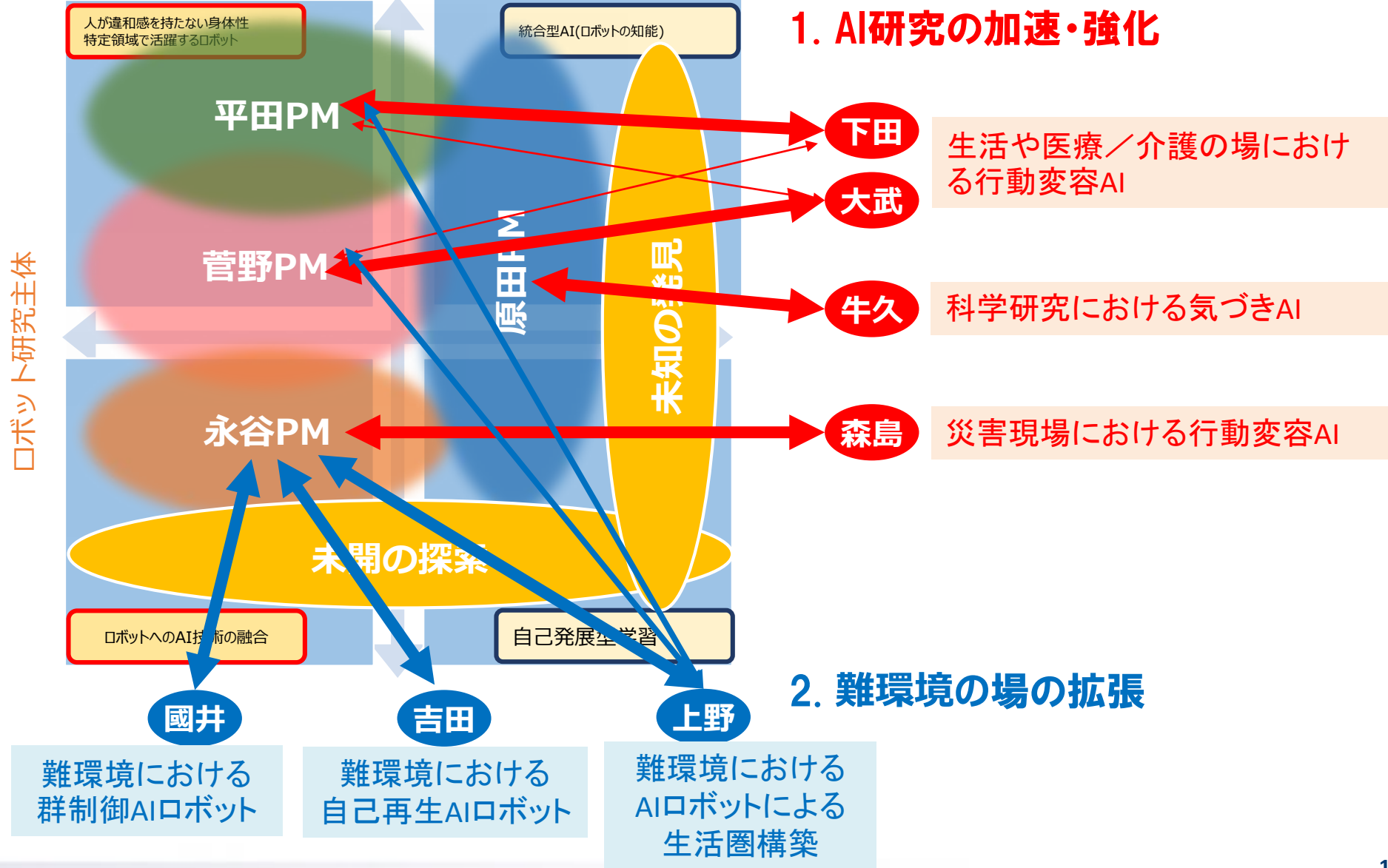
- ✓ 新規プロジェクトは、プログラム内で独立しないよう、既に推進しているプロジェクトと連携を促し、プロジェクト間で相乗効果を得られるように留意する。
- ✓ 成果最大化の観点から既存PMも含めた相互補強関係を適正化するため、プロジェクトの進捗状況を踏まえて、継続、中止、他のプロジェクトとの統合を判断する。
- ✓ 既存プロジェクト、新規プロジェクト間で、AI分科会、ROS(Robot Operating System)分科会、ELSI研究会を実施するほか、目標1との合同戦略会議も新規プロジェクトの研究課題を含めて継続して行う。

2. 資金配分方針

- ✓ 既存PMは、評価会の結果により、来年度の予算を決定する。
- ✓ 予算配賦の方針については、当初は、有効性検証等に必要な額の配賦や研究開発計画とし、その後は、当初期間の進捗状況を考慮した額を配賦する。

研究開発の進め方等について(連携)(2)

人間に寄り添い、成長するための研究開発



研究開発の進め方等について(3)

(社会実装に向けた方策・国際連携促進等【助言】)

3. 社会実装に向けた方策

- ✓ 研究開発過程において生じた知財、技術、部品などのスピンアウト、スピンオフによる社会実装の可能性を考えながら、各プロジェクトを推進。
- ✓ プロジェクトへの企業の積極的参加を推進。
- ✓ 本プログラム内で設置した、リビングラボ等を通じた企業との情報交換の推進
- ✓ 展示会などでのアウトリーチ活動の推進
 - IROS2022で展示ブースを借り、既存PM成果を展示

4. 国際連携促進

- ✓ 各PMにおける海外との共同研究、人材交流の促進
- ✓ 海外向けシンポジウム等の開催
 - 目標1との合同開催(2021年3月)
 - カーネギー財団主催のMoonshot Workshop(2021年7月)
 - ICRA2022のWorkShop(2022年5月@米国)
 - EUでのWorkShop(2022年9月@スイス)
 - IROS2022におけるWorkShop(2022年10月@京都)

以下、参考資料

【参考】公募等に関する基礎情報

追加募集テーマ

① 人の発想・ひらめき・行動変容を誘発させるための AI 技術

科学的発見、認知能力向上につながる人の発想、ひらめきを創発させる、または、各個人のモチベーションを高める行動変容を誘発させるためのアウェアネス AI 技術

研究課題の例：

- ✓ 新仮説と既存知識との妥当性を評価し、新仮説が導く結果を予測するAI 技術
- ✓ 理想の将来像の見える化、意欲を掻き立てる推薦により、自発的な行動変容を促すAI 技術

② 宇宙を活動の場とした拠点構築のための AI ロボット技術

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

研究課題の例：

- ✓ 複数ロボットの協働による重量物運搬や組み立てなどの協調作業の実現
- ✓ 自己修復機能や再構成機能によるインフラ構築のロバストな協働作業の実現

【参考】公募等に関する基礎情報

1. 公募期間、審査・採択スケジュール

(公募期間) 令和4年3月1日～令和4年5月10日

(審査・採択) 令和4年5月11日～6月 書類選考

6月26日、27日 面接選考

7月28日 採択

2. 応募者

20人(AI 14人、難環境 6人)

3. 採択者数

7人(AI 4人、難環境 3人)

4. その他

8月～ 作り込み(ポートフォリオ構築に向けた研究計画の見直し) ※

10月以降 契約・研究開始

5. 研究開発規模・実施期間

(研究開発期間) 2022年度～2025年度の4事業年度

(研究開発規模) 研究開発期間中の総額最大20～30億円(間接経費を含む)を目安。

※作り込みで実施する内容:

- ✓ 研究開発プロジェクトの内容のブラッシュアップ(見直し及び具体化)
- ✓ 具体的な研究開発計画の立案
- ✓ 研究開発体制の構築 など

「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

「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

【参考】既存プロジェクトの進捗・成果(原田PM)

※2022年3月時点

「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

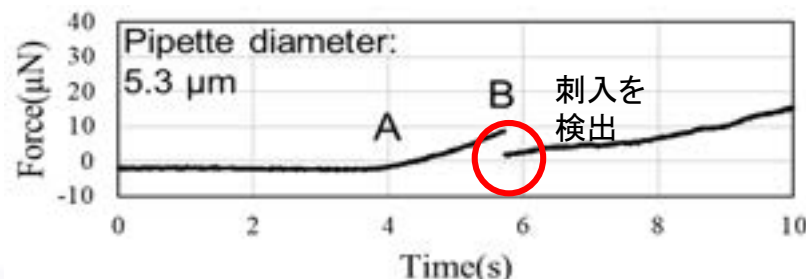


遠隔操作によるサイエンス実験



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



【参考】既存プロジェクトの進捗・成果(平田PM)

※2022年3月時点

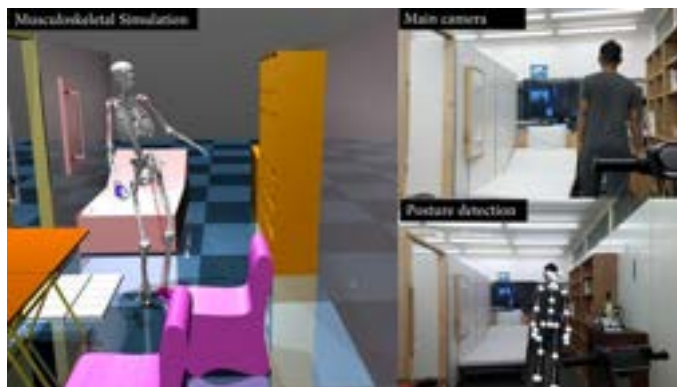
「活力ある社会を創る適応自在AIロボット群」

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)