



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

実施状況報告書

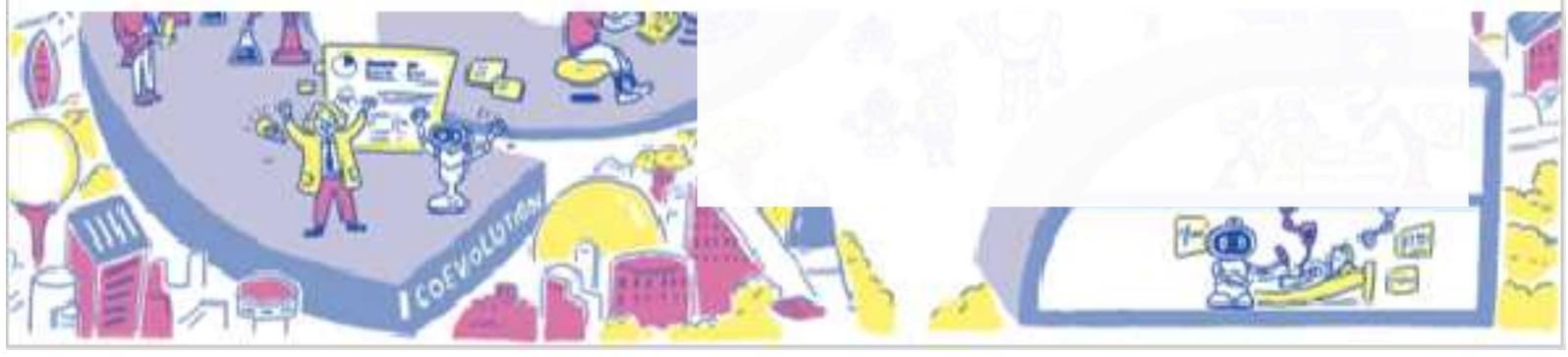
2022年度版

活力ある社会を創る適応自在

AIロボット群

平田 泰久

東北大学 大学院工学研究科



研究開発プロジェクト概要

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。

https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal3/34_hirata.html

課題推進者一覧

課題推進者	所属	役職
稲邑 哲也	国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系	准教授
温 文	東京大学大学院 工学研究科精密工学専攻	特任准教授
野田 智之	株式会社国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所	主幹研究員
多田隈 建二郎	東北大学 タフ・サイバーフィジカル AI 研究センター	准教授
渡辺 哲陽	金沢大学 理工学域	教授
山崎 公俊	信州大学 工学部	教授
木口 量夫	九州大学 大学院工学研究院	教授
原田 研介	大阪大学 大学院基礎工学研究科	教授
長谷川 泰久	名古屋大学 未来社会創造機構	教授
平田 泰久	東北大学 大学院工学研究科	教授
多田隈 理一郎	山形大学 大学院理工学研究科	准教授
加藤 健治	国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター	室長
岡部 康平	労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所	主任研究員
久保田 直行	東京都立大学 システムデザイン学部	教授
池田 和司	奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科	教授

1. 当該年度における研究開発プロジェクトの実施概要

(1) 研究開発プロジェクトの概要

本研究プロジェクトでは、商業施設、文化施設、観光施設、スポーツ施設、介護施設、病院、保育施設等の様々な場所に AI ロボット群を配置し、個人の状態や目的に合わせて選択され、その形態・機能が変化し、ユーザの個人適応モデルが引き継がれ、どのロボットも個人にとって適切なふるまいを行うことで様々なサービスを提供することを目指す。本研究開発プロジェクトではこのような個人に適応してサービスを提供する AI ロボットを適応自在 AI ロボットと呼ぶ。適応自在 AI ロボット群によるサービスの提供により個人の自己効力感が向上し、誰もが主体的に社会参画できると感じ、自身の行動が変わることを 2050 年の目標としている。

(2) 研究開発プロジェクトの実施状況

当該年度は、研究開発項目1「人・ロボット共進化 AI 研究開発」にて、Robotic Nimbus を想定した柔軟性を持つロボットによる物理的な成功体験の創出のみならず、VR/AR 技術に基づく成功体験の創出を狙い、物理的支援と認知的支援の双方のアプローチを統合する枠組みを提案した。そして、各ユーザが主観的に感じているタスクの難易度に合わせて成功の確率を調整する手法を提案し、今後の自己効力感向上アシスト技術構築の道筋をつけた。研究開発項目2「適応自在 AI ロボット研究開発」では、Robotic Nimbus コンセプトに基づいた様々なロボットハードウェアのプロトタイプの開発を行った。また、Robotic Nimbus への統合を想定した人の意図推定技術の開発を行い、介護現場で必要となる具体的な支援につながる要素技術を構築した。さらに、研究開発項目3「共進化 AI ロボット群社会実装」では、上記(2)の研究はもちろんのこと、研究開発項目3にて構築されるデータセットを研究開発項目1と共有する枠組みや、研究開発項目2の適応自在 AI ロボット群の制御・運用方法等を検討することで、実証実験を想定した密な連携を行ってきた。

(3) プロジェクトマネジメントの実施状況

各種マネジメントに係る会議開催においては、Zoom 等で開催している会議が 550 回を超えており、また対面によるプロジェクト会議・意見交換会などを実施して、課題推進者相互の意見交換と項目間連携推進を推進している。産学連携にも力を入れており、20 以上の会社とコンタクトを取り、一部の会社とは連携に向けた協議を進めている。国際連携では、フランス、カナダとの大学との共同研究を開始し、研究者の派遣や共同企画の推進などを行っている。また、国際シンポジウムを機としてスイスの大学と共同研究を開始し、定期的なオンラインミーティングから研究者招へい・派遣を経て、今後の共同研究遂行のための基盤を構築した。アウトリーチ活動では、プレスリリースを積極的に行い、本成果に関する数多くの取材を受けた。また、ロボット系の学会での招待講演はもちろんのこと、介護系の学会から招待講演を依頼されるなど、学際的な観点からプロジェクトが推進できている。さらには研究者向け・一般向けのロボットデモンストレーションを含むアウトリーチ活動を展開した。対面でのアウトリーチ活動の機会拡大に伴い、本プロジェクトを紹介するリーフレット(日・英)を作成し配布している。デ

ータマネジメントのために研究機関を高速につなぐ VPN 整備が一部の機関間で完了し、今後のデータ共有・活用を加速させる体制を整えつつある。

2. 当該年度の研究開発プロジェクトの実施内容

(1) 研究開発項目1:人・ロボット共進化 AI 研究開発

研究開発課題1:成功体験マネージャー

。当該年度実施内容:

本研究開発課題では、様々な施設や生活環境等から得られるマルチモーダルデータセットを用いて、特定の動作を行う際のユーザの将来行動を推定するユーザモデルを構築するとともに、ユーザの「やってみようと思う」感覚(自己効力感)を向上させるような、成功体験を創出するシステムの構築を目指す。

令和4年度(2022 年度)では、タスクに取り組んだ過去の体験記憶の中から、将来の行動に影響を及ぼす記憶要因を抽出し、その結果に基づいて自己効力感を向上させるようなポジティブな追体験を創出するためのフレームワークを構築した。具体的には、以下の3つの研究開発項目を実施した。(1)将来行動の主観的予測に寄与する過去の体験記憶要因の分析、(2)自己効力感の向上に寄与する体験創出アルゴリズムの確立、(3)支援動作における体験創出実験を通じた提案手法の評価と改善。また、これらの研究開発項目を実施するにあたり、令和3年度に構築した見守り履歴データベースシステムと大規模機械学習プラットフォームを活用・改善しつつ、社会実装実験に向けて「人・ロボット共進化 AI 開発」のチーム全体を統合するソフトウェアシステムを構築した。

課題推進者:稲邑 哲也(国立情報学研究所)

研究開発課題2:自己効力感推定器

当該年度実施内容:

本研究開発課題では、アシストロボットを使用するユーザの自己効力感を推定し、自己効力感を向上させるAIロボット群のふるまい生成につなげる。令和4年度はまず、野田PI(ATR)と共に、上肢のアシストロボットを使用する際に、ロボットの保持の柔らかさがその後の挙上運動の運動主体感に与える影響を解明してきた。次に、共同研究者の今水寛(東京大学)、稲邑PI(NII)と共に、VRけん玉課題を用いて、ユーザの上達具合に合った難易度調整が自己効力感の向上に与える影響を実証的に調査し、自己効力感の向上に重要な認知要素を明らかにしてきた。最後に、VRけん玉課題中の生理信号をパイロット的に計測し、自己効力感の向上を反映する生理信号の特徴量を検討してきた。

課題推進者:温文(東京大学大学院)

研究開発課題3:(項目3課題4へ統合したため欠番)

研究開発課題4:アシストプランナー

当該年度実施内容:

本研究開発課題の当該年度実施内容は、自己効力感推定結果に基づき適応自在 AIロボット群のふるまいを決める支援パラメータ設定において、AIロボット群の適切なふるまいとして、移動・離床支援さらにリーチング支援を目的として、アシストプランナーを構成

する基盤技術の構成要素の実証を行った。自己効力感の向上を可能とする動作支援のために、アシストされているにもかかわらずユーザ自身が主体的に運動を実施していると認識させ、アシスト中のタスク達成がユーザ自身に帰属させるアシストをプランニングすることを基本コンセプトとして、アシストの制御系を構築した。また、実証プラットフォームの臨床での運用を通じた改良とシミュレーション環境の構築とを行った。

具体的には、前年度までに試作を行っている、移動支援および離床支援を目的とした、抗重力筋のシナジーをアシストするための移動式免荷システムの1次試作においては、リハビリテーション・介護現場等での実証プラットフォームの運用に向けた、被介護者であるユーザに提示するタスクの設計を行った。また、タスク中のセンシングシステムとして、実証プラットフォームの基本構成要素の改良を実施した。上肢リハビリテーションや上肢リーチングを想定した上肢リーチング動作を対象として、リハビリテーション・介護現場等での実証プラットフォームの運用を行い、改良点を導出した。適切な中間表現として運動プリミティブを制約条件とし、アシストポートフォリオとしてアシストの物理的な剛性を変化させた場合のデータ計測を実施し、当該プロジェクトの課題推進者との連携した研究開発を実施した。アシストプランナーの実証実験を行うためのプラットフォームの臨床施設への実装と倫理審査対応を実施し、当該研究課題の研究開発を推進した。

課題推進者:野田智之(株式会社国際電気通信基礎技術研究所)

研究開発課題5:認知・行動の数理基盤構築

当該年度実施内容:

人の認知と行動の数理基盤を構築するため、令和4年度は、介護者・被介護者間の身体的インタラクションを対象として、行動を低次元潜在空間で表現する。そして、被介護者の状態に応じた適切な介護を抽出・教示するシステムを構築する予定であった。しかし介護者・被介護者間の身体的インタラクションはデータ入手に時間がかかることがわかったため、「状態に応じた適切な教示」の本質を探るため、ガウス過程ダイナミカルシステム(GPDM)を用いてデータにおけるassist-as-neededシステムの解析を行った。

課題推進者:池田和司(奈良先端科学技術大学院大学)

(2) 研究開発項目2:適応自在AIロボット研究開発

研究開発課題1:人・環境変形適応ロボット機構

。当該年度実施内容:

前年度までにて原理検討した柔剛切替機能を有する先端折返し機構要素、人・環境への結合(把持)機構要素、人・環境への形状なじみ機構要素の原理確認機の次の段階の試作機をそれぞれ構成した。実際にこの第一段階の試作機(原理機の次からをカウント)の完成度は、学会などで実機デモンストレーションが可能なレベルの作り込みを目指して実施した。次に、各要素の統合化に向けての実機構成検討および試作を行った。この場合、各要素の搭載連結方法と複合方法が重要になり、前者の搭載連結方法においては、先端折返し機構と吸着機構の組み合わせにおいて、表面に吸着機構を搭載する形になる。後者の複合方法に関しては、先端折返し機構要素と形状なじみ機構の2種類の機構の複合構造であるがゆえ、初期段階から連結を見据えた原理に基づくものの、将来的な社会実装性も考慮に入れて、コンパクトかつ軽量に作り込むことも見据えて実機構成に取り組んだ。

課題推進者:多田隈建二郎(東北大学)

るシステムを開発し、Robotic Nimbus により支援された動きを自分自身で生成した動きとして感じられるような人工運動感覚生成技術を開発する。さらに、Robotic Nimbus による身体拡張の影響を考慮し、ユーザの新たな動作意思を推定する技術および Robotic Nimbus による拡張部をあたかも自分の身体の一部と感じるような人工感覚生成技術の実現を目指している。更には下肢 Nimbus Limb によるユーザの下肢動作支援を行うものである。

令和 4 年度は、研究項目1「生体信号と環境の統合情報センシングによるユーザの意思推定」を継続し、ユーザの筋電信号と環境情報等との統合情報を基にユーザの動作意思と動作目的を推定する技術を開発した。また、研究項目2「身体表面からの刺激による人工感覚生成」を継続し、人工感覚を生成するロボットシステムのプロトタイプを開発して下肢の主要筋に対する人工感覚生成技術の研究を行った。更に研究項目4「下肢 Nimbus Limb の研究開発」を継続し、ユーザの下肢動作を支援する下肢 Nimbus Limb の改良を進めると共に、複数の下肢 Nimbus Limb を作成した。その上、研究項目3「身体拡張の影響を考慮したユーザの動作意思推定および人工感覚生成」を開始した。

課題推進者:木口量夫(九州大学)

研究開発課題 5:スマートアシストウェア

。当該年度実施内容:

本研究課題においては、人の自己効力感を向上させることを前提として、人に支援を提供するスマートアシストウェアを開発することを目的としている。

当該年度においては、適応的なアクチュエーションを実現する蛇腹アクチュエータの高性能化の一環としてトルクセンシングの実現を行った。また、この蛇腹アクチュエータを用いた手のアシストを行うロボットを構築する際には、親指に相当する機能をもたせ、その付け根の角度を適応的に変えられるようなものを構築した。さらに、温度によりサポートの特性が変化するようなアクチュエータでは、箸の操作のサポートを行うことを想定したパウチモータを作成し、これに基づく外骨格型のアシスト装置を開発した。また、折り紙構造のヒューモフィットアクチュエータも開発した。このアクチュエータにおいてもアクチュエーション力や変形量の測定を行うセンサを導入する。さらに、ジャミング構造を利用することでサポート形態を適応的に変化させられるデバイスを開発し、この構造におけるジャミング構造の最適化を行った。

課題推進者:原田研介(大阪大学)

研究開発課題 6:適応自在 Limbs

。。。。。。当該年度実施内容:

人に装着するもしくは人に寄り添って支援を提供する新しい適応自在 Limbs の研究開発を行うために、双腕機構と2脚機構を持ち、それらが変形することによって、作業支援形態、歩行支援形態、姿勢維持支援形態等に変形する機構のプロトタイプを試作する。この適応自在 Limbs は、腰部を拘束し立位姿勢保持および歩行支援を可能とする Nimbus Limb-L と、下衣の上げ下げを支援する Nimbus Limb-M の2種類のロボットが連携し作業を行う。今年度は、2021 年度に仕様の策定・設計・製作を進めた Nimbus Limb-M プロトタイプと Nimbus Limb-L プロトタイプの基本性能を評価し、動作速度、体重支持効果などについて評価を行なった。その後、人から支援を受けることなく1人でトイレを済ませられるように、狭隘空間で使用可能な小型版 Nimbus Limb-L(2 次プロトタイプ)を製作し、性能評価を行った。

課題推進者:長谷川泰久(名古屋大学)

研究開発課題 7: (項目3課題5へ移動したため欠番)

研究開発課題 8: 適応自在環境操作機構

当該年度実施内容:

- ① 既存のテーブル等の家具に敷き詰めることが可能な適応自在環境操作機構に関して、柔軟な繊維の傾きの方向を切り替えて、任意の方向に推力を発生させられる機構を設計・試作する。
 - 本内容に関して、受動的なジョイントで連結することで、既存の家具表面の凹凸に馴染ませた上で、その表面に物体搬送機能を付加する適応自在環境操作機構のユニットを新規開発し、そのユニットを連結した適応自在環境操作機構によって、コップなどを任意の方向に搬送する実験を行った。
- ② 適応自在環境操作機構に、広範囲に荷重を分散するための支持板を付加することで、より重い物体を搬送可能にする。
 - 本内容に関して、支持板を繊維同士の間隙に配置して、広範囲に大きな荷重を分散して、**5kg** 以上の高荷重を搬送出来るようにした。
- ③ 既存のベッド等の家具に敷き詰めることが可能な、大きな荷重に対応可能な繊維製の適応自在環境操作機構に関して、襪状の弾性体（繊維）を振動的に駆動して、推力を発生させる。
 - 本内容に関して、襪状の弾性体（繊維）として、柔軟な材質で製作した平行四辺形型の「簡易型平行リンク機構」を製作した。
- ④ 適応自在環境操作機構を、使用者の声やジェスチャーなどで、使用者の意図を推定しつつ、使用者が直観的に制御出来るようにし、使用者の自己効力感を増進することを可能とする。
 - 本内容に関して、ボイスコイルアクチュエータの出力として、ゲインをかけた「使用者の声」を利用して、声の大きさやトーンを変えることで、適応自在環境操作機構による物体の搬送の仕方そのものを直接的に制御出来るようにすることで、使用者の自己効力感を増進できることを基礎実験により確認した。

課題推進者: 多田隈理一郎(山形大学)

(3) 研究開発項目 3: 共進化 AI ロボット群社会実装

研究開発課題 1: 共進化型実証実験プラットフォーム構築

当該年度実施内容:

本研究開発は、適応自在 AI ロボット群の社会実装を目指し、主に介護施設や在宅を想定した共進化型実証実験プラットフォームを構築することであり、1) AI ロボット群の実証実験の実施、2) AI ロボット群評価手法の開発、3) 実証実験プラットフォームの構築に関する 3 つの研究開発項目から成る。当該年度においては、項目1として、2022 年度に先行導入される一部の適応自在 AI ロボットプロトタイプ群を対象として、それらを活用するための対象者、支援シナリオ、効果測定項目を策定するための予備検証を実施した。次に、項目 2 として、これまで整備を進めてきた実証フィールド(リビングラボ)において、日常生活活動を複数含んだシナリオを実践し、注視すべき主要動作に対して、マーカーレスで関節位置を推定する技術開発を進めた。最後に、項目 3 として、適応自在 AI ロボットを活用するための対象者像や日常生活活動を描いた検証シナリオを、国際生活機能分類(ICF)に適合させて、健康状態、心身機能、活動、参加との相互作用を記述し、モ

デル化した。以上の 3 つの項目における研究開発を進めることで、適応自在 AI ロボット群の実証実験プラットフォームの構築を進めた。

課題推進者:加藤健治(国立長寿医療研究センター)

研究開発課題 2:(項目3課題5へ統合したため欠番)

研究開発課題 3:AI ロボット群標準化のための安全評価基準策定

当該年度実施内容:

2030 年の老々介護支援着手に向けて、適応自在 AI ロボットに要求される安全性(使用性)のための技術として、要素技術の基礎課題に取り組む。既製品ないし試作品を用いて共進化 AI および適応自在 AI ロボットの要素技術を先行して検証・評価する。R04 年度の実施内容は、要素技術の先行検証として、前年度に適応自在 AI ロボット(Robotic Nimbus)を想定して開発したパッシブ型多軸アクチュエータの人体関節部への適合性能や技術課題を確認した。これを基に Robotic Nimbus が人体の姿勢を保持する機能に関する安全性の指標を検討した。また、標準化に向けた活動として、前年度に提案したコンセプト開発およびリスクアセスメンの様式に基づき、Robotic Nimbus の 2050 年の将来像と、それを実現する 2025 年時点でのプロトタイプの性能(仕様)をより明確化した。

課題推進者:岡部康平(労働安全衛生研究所)

研究開発課題 4:AI ロボット群共進化システムインテグレーション

当該年度実施内容:

本研究開発課題の目的は、人・ロボット・AI をシームレスに統合する共進化型システムインテグレーションプラットフォームを構築することであり、大きく(1)ユーザの日常生活における行動を推定し経験として蓄積する「経験蓄積エコシステムの開発」、(2)自己効力感に基づく行動モデルの構築と分析を行う「自己効力感向上ナビゲーターの開発」、(3)蓄積された人々の日常生活における経験を互いに利用しながら知識として洗練しつつ、体系化する「共進化型ソーシャルビッグデータプラットフォーム構築」、(4)様々な人の経験に基づき行動生成と行動学習を行う「共進化型多目的マルチタスク最適化・学習」、(5)様々な AI ロボット群をタスクと使用されるシナリオにあわせて自動的にカスタマイズしつつ具現化する「共進化型システムインテグレーションプラットフォーム」から構成される。令和 4 年度では、令和 3 年度に検討した設計指針や予備実験結果に基づき、上述の 5 つの研究項目についてリビングラボを改良しつつ、基盤となる各種基本フレームワークを構築した。特に、トレーラーハウス型リビングラボ内での行動推定を行うための各種計測システムを構築し、社会実装に向けた複数のシナリオを用いることにより、ADL や IADL に関する行動計測が行える実験環境を整えた。

課題推進者:久保田直行(東京都立大学)

研究開発課題 5:Cooperation of AI-Robot Enablers

。。。当該年度実施内容:

本研究開発課題では、研究開発項目 1~3 と連携し、開発された AI ロボット群を適切に協調させ、1 台の AI ロボットやアシストウェアでは実現できない動作支援を実現するものであり、結果的に個人が一人でできることを増やすことを目指す。当該年度は、既存ロボットと他の課題推進者が開発している Robotic Nimbus 要素技術の知見を活かした簡易的な変形やサイズ・支援位置等の調整ができる適応自在 AI ロボットの試作機開発を行っ

た。そして、それら試作機をはじめ、他の支援デバイス等を協調的に用いることで、離床動作といった個別動作を複数のロボット・デバイスで協調的に支援することや、1台のロボットが代わる代わる支援することでシームレスなサービスを提供する AI ロボット群・デバイス群を開発した。さらに、適応自在 AI ロボット群が人の体格や能力に合わせてその形態を変更するために、人の状態を認識する手法の構築を行った。さらにセンサ情報を統合的に扱うことで、人の状態計測に基づき適切なパラメータでロボットが支援を行うことを可能とする、AI ロボット群・センサ群の協調運用フレームワークを構築した。また、AI ロボットの設計プロセスに ELSI (倫理, 法律, 社会問題)を組み込むフレームワークとして、共有データ管理および AI ロボットの倫理国際標準化に向けた取り組みとして、データ保護に関する実証実験のための評価方法とシナリオの設計、および ELSI の観点からその課題に取り組むためのフレームワークを構築した。特に、AI ロボットの倫理基準の国際標準化を目指し、IEEE P7000 の枠組みに申請し、委員会の設立が承認された。

課題推進者:平田泰久(東北大学)

3. 当該年度のプロジェクトマネジメント実施内容

(1) 研究開発プロジェクトのガバナンス

【進捗状況の把握】

PM のマネジメント活動を支援する研究推進室を PM 直下に構築している。そして、事務部門や東北大学 URA センターや本部事務機構研究推進部と連携することで全学一体となって PM の効果的・効率的なマネジメント活動実施を強力に支援する体制構築を強化している。

具体的には、「①研究開発プロジェクトの設計」における研究開発プロジェクトの企画・立案や研究開発体制の構築に関しては、PM が中心となって行っているが、東北大学事務機構研究推進課を中心に、東北大学総長・プロボスト室長 (青木孝文)、研究担当理事 (小谷元子)、オープンイノベーション戦略機構、共創戦略センターと連携できる体制となっている。「②研究開発プロジェクトの実施管理」の中で、研究開発の進捗管理に関しては、PM 直下に組織した研究推進室で実施し、研究開発の評価や研究開発成果の展開に関しては、PM 自身が行っているが、今後、東北大学産学連携機構や東北テクノアーチ (TLO) や東北大学ナレッジキャスト株式会社等と連携していくことを検討している。「③PM活動に対する支援体制整備」に関しては、東北大学機械・知能系総務係および研究推進室が担当し、「④JST との連携等」に関しては、東北大学工学部・工学研究科研究推進課産学連携係と研究推進室の PM 補佐が担当している。「⑤研究開発成果の広報・アウトリーチ活動」に関しては、サイエンスコミュニケーションイベント等の経験もある研究推進室の PM 補佐が担当している。

今年度は6月7日に第1回運営会議(メール審議)を開催し、新規に課題推進者として参画予定の者・機関についてPMから【様式403】課題推進者・研究開発機関選定理由書をもって全課題推進者による審議を行った。10月19日にはプロジェクト会議を開催し、各課題推進者の研究開発進捗状況をPMが確認した。さらに12月13日には課題推進者間の意見交換会を開催し、課題推進者相互の意見交換と項目間連携推進を図った。

PM のサイトビジットに関しては、昨年度のものを含めると、労働安全衛生総合研究所および奈良先端科学技術大学院大学以外のすべての機関にて行っている (PD のサイトビジットに同席したものも含む)。ただし、これら2つの機関の課題推進者とは、対面、オンライン含めて多数の打ち合わせをすでに行っており、研究推進に関しては全く問題ない。課題推進者との会議に関しては、Zoom 等を利用したものを含めればプロジェクト開始から現時点までで560回を超えており、密な議論を行っている。また、COVID-

19 の感染状況が落ち着いていた時期には、課題推進者が対面で集まる会議も複数回実施した。詳細は別紙を参照頂きたい。今後も課題推進者会議（Zoom および対面）を継続的に行っていく予定である。

【研究開発プロジェクトの展開】

國府 AD と尾畑 AD が中心となって開催頂いた数理科学シンポジウムへ参加し、ワークショップ後に「平田 PJ に課題推進者として参画希望」と回答した 5 名の研究者と打ち合わせを開始し、結果的に 3 名と具体的な参画に向けた個別ディスカッションを実施した。現時点で、池田和司先生 (NAIST) は当初は数理枠での課題推進者として参画いただくこととなり、「認知・行動の数理基盤構築」として、介護者・被介護者間の身体的インタラクションの潜在空間分析や、自己効力感を向上させる因子の特定・モデル構築を推進していただいた結果、本 PJ における数理基盤構築に必要な不可欠な研究開発内容であると判断した。令和 5 年度からは通常の課題推進者として、さらに本 PJ の推進へと尽力いただくことになっている。本間経康先生 (東北大学) を平田 PI の参加者としてプロジェクトに参加してもらうこととなり、非接触方法による生体計測・ライフログ取得や、得られた生体情報解析の数理科学的アプローチの推進を担っていただくことになった。また、戸田雄一郎先生 (東京都立大 / 岡山大学) は、久保田 PI の参加者としてプロジェクトに参加し、デジタルツイン・トポロジカルツインに関する数理科学的アプローチを推進していただいている。

さらには、PM 間連携や目標間連携に向けた取り組みを進めており、目標 1 の南澤 PM とは LIFE2022 という国内会議で共同の OS を立ち上げ、課題推進者も含めた意見交換を行うことができた。ELSI の研究や介護分野での支援に関する研究は、目標 1 との連携ができる可能性があり、今後さらなる連携を進めていく予定である。

国際連携については、9 月に行われた日本とヨーロッパのシンポジウムにおいて、特に ETH の研究者との議論を進めている。10 月に行われた IROS2022 に ETH からの研究者も来日していたため、東北大学、長寿研の研究者で議論を行って国際連携研究テーマを選定し、オンラインでの打ち合わせを定期的実施してきた。それらの議論を受け、かつ国際連携強化の支援を受けて Dr. Eng. Diego Paez-Granados (Head of Spinal Cord Injury Artificial Intelligence - SCAI Lab, ETH Zurich, Switzerland) の研究チームの招へい (2 月)、および本 PJ からの研究者の派遣 (3 月～4 月) を実施して、今後の共同研究遂行のための基盤を構築した。令和 5 年度も ETH から 2 名の学生受入を予定しており、今後も研究者の派遣・受け入れを進めるとともに、課題推進者として研究に参画いただくことも検討する。

また、フランスのパリ・サクレ大学 (Paris Saclay University) の研究者とフランスのアートディレクターおよび、障がいを持つダンサー、健常者ダンサー等との共同プロジェクトを進めている。内容は、車いすロボットや Nimbus Limbs 型ロボット (パッシブバージョン) を用いて障がい者ダンサーと健常者ダンサーと一緒に踊るための取り組みである。本プロジェクトを進めるにあたり、はじめは障がい者ダンサーがロボットを用いてダンスを踊ることへの抵抗があるという状況であった。しかしながら、健常者がロボットを使ったダンスを見せることで、自分もできるかもという「自己効力感」が変化するという事例を見ることができた。5 月に直接パリ・サクレ大学を訪問し打ち合わせを行い、来年日本でワークショップ、再来年フランスで (パリオリンピックに合わせて) ダンスショーを行うことを検討し、さらに 3 月に訪問して具体的な内容を打ち合わせしてきた。この国際連携ではフランスだけでなく、カナダ、南アフリカ、ペルー、メキシコ等の多くの大学・研究機関が関わる可能性 (一部はすでに連携がスタートしている) があり、国際連携を加速させていきたい。

また、カナダのウォータールー大学との共同研究を進めることが決定し、人の離床支援

や歩行支援に関する研究開発の議論を開始した。本大学には、東北大学から学生を11月～3月の約4ヶ月派遣し、また1月にはPM自身が先方に訪問して、より密な連携を進めるためのディスカッションを行った。

(2) 研究成果の展開

マイルストーンに示している通り、プロジェクトの初期段階では介護現場にAIロボットを導入することを想定した研究開発を進めている。そのため、福祉介護ロボットやセンサ等を開発している企業との議論を継続して行っている。すでにプロジェクト開始から20社以上の会社とコンタクトを取っており、そのうちのいくつかの企業とはNDAを結んでおり、ムーンショットの将来ビジョンを共有した研究開発を進めていく予定である。現時点では企業と共同出願するような知財などはないが、今後はその可能性も出てくるため、上記の研究体制内で議論を進めていく。また、企業との共同研究で新しいAIロボットを開発する方向で話を進めているものがいくつかあり、うまくいけばスピリアウトできる可能性がある。その他、厚生労働省の介護ロボットプラットフォーム事業にて、東北大学と国立長寿医療研究センターは、リビングラボとして認定されており、企業等からの相談を受け付ける体制が整っている。このような機会も利用したうえで、多くの企業と連携していきたいと考えている。

(3) 広報、アウトリーチ

PM間の連携により、日本ロボット学会学術講演会でオープンフォーラムを開催した。また、12月のSICE SI部門講演会ではオーガナイズドセッションを企画している。さらに、5月に開催されたロボティクスの最大級の国際会議であるICRA2022にてワークショップを開催するとともに、10月に行われたIROS2022では、ビックチャレンジフォーラムで課題推進者からの発表や、展示ブースでのロボットのデモンストレーションを行った。また、3月には本プロジェクトとCOI-NEXTの連携成果であるインクルーシブロボット車いすの体験デモをショッピングモールで実施し、子どもや家族連れなどの一般来場者に研究内容・成果のアウトリーチを図った。

また、リビングラボの開設に伴い、東北大学でムーンショットの研究成果を含めたプレスリリースを行い、多くの取材を受け、新聞、テレビ等で成果の公表を行うことができた。また、長寿研でも同様のプレスリリースを行うとともに、それに合わせて開催されたシンポジウムにてPMと課題推進者の2名が成果の報告を行った。また、三井不動産と東北大学（平田PM）の共同研究において本PJの知見を活用することとなり、共同研究開始に係るプレスリリースを行った。

その他、前年度に整備した研究開発プログラムの概要および最新の研究成果・研究開発状況を公開するWebの内容を充実させ、研究成果や各種情報等の積極的な周知を行うとともに、リーフレット等を発行し、IROS2022では多くの参加者に配布し成果の周知を行うことができた。

本年度の招待講演・アウトリーチ活動はプロジェクト全体で60を超え、特にPMの招待講演・アウトリーチ活動は、通常参加することがない理学療法士や作業療法士の学会や介護分野のフォーラム等においても実施している。これは企画者が、より若い療法士に最先端の技術や今後の介護の方向性を知って欲しいという強い思いから実現している。また、高校生を対象とした講義などにも積極的に参加し、高校生と未来のAIやロボット技術の方向性やロボットが存在する未来社会のイメージを共有する機会を持っており、本プロジェクトで推進する研究開発に対して多く

の共感を得ている。

また、本プロジェクトにより構築される 2050 年の社会像を広く共有する動画を作成し、研究者および一般に向けて公開することを計画している。本研究開発プロジェクトの社会像周知と分野融合を促進するため、研究者（分野を問わない）を主な対象としたシンポジウムおよび一般向けのサイエンスカフェ等の開催を計画する（状況に応じてオンライン開催とする）。

(4) データマネジメントに関する取り組み

研究開発項目3で取得される継続的見守りに基づく介護施設でのデータセットや、様々なタスクにおいて取得されるデータセットは、国立情報学研究所(NII)に設置されるサーバと接続し転送する構想である。そこで、実証施設と大学等を接続するための VPN ネットワークを構築した。さらに、今後、社会実装班 AI における、AI ロボット群の大規模アシストシミュレーションを実行するための計算機サーバとして、NVIDIA 社の DGX Station A100 が最適であるとの選定を行い、これを VPN 上に設置し、社会実装シミュレーションを任意の場所から高速に行い、その結果をリビングラボなどの実証実験の場にフィードバックする体制を整えて行く予定である。

また、社会実装グループでは、介護施設等での介護職員や施設利用者の運動・生理データの取得し、それらをデジタル化する技術を構築中である。デジタル化する際に個人のプライバシー情報を削除することで、それらデータを一般に公開することも可能になってくる。本プロジェクトを中心として構築されたデータセットを準備することで、多くの研究者がそれらデータにアクセスし、様々な支援技術のベンチマークを作成することも検討している。

4. 当該年度の研究開発プロジェクト推進体制図



知財運用会議 構成機関と実施内容

議長：PM

構成員：PD・技術主幹/JST, 研究推進者および所属機関の知財管理部門責任者等

内容：本研究開発プロジェクトにかかる知的財産権の運用について議論するため、必要に応じて開催を検討

運営会議 構成機関と実施内容

議長：PM

構成員：PD・技術主幹およびアドバイザー/JST, 研究推進者・所属機関, 外部有識者等

内容：本研究開発プロジェクトの推進に関する重要事項についての連絡・調整

R4年度は2回開催予定

5. 当該年度の成果データ集計

知的財産権件数				
	特許		その他産業財産権	
	国内	国際(PCT含む)	国内	国際
未登録件数	4	1	0	0
登録件数	0	0	0	0
合計(出願件数)	4	1	0	0

会議発表数			
	国内	国際	総数
招待講演	18	21	39
口頭発表	44	7	51
ポスター発表	49	0	49
合計	111	28	139

原著論文数(※proceedingsを含む)			
	国内	国際	総数
件数	4	40	44
(うち、査読有)	3	40	43

その他著作物数(総説、書籍など)			
	国内	国際	総数
総説	4	0	4
書籍	1	1	2
その他	0	0	0
合計	5	1	6

受賞件数		
国内	国際	総数
11	3	14

プレスリリース件数
2

報道件数
10

ワークショップ等、アウトリーチ件数
24