

研究代表者

小寺 秀俊

国際高等研究所副所長
京都大学名誉教授・特任教授
大阪大学特任教授

科学技術の動向と ロボティクスの将来 ～ロボティクスと家庭の関係～

けいはんな学研都市がロボットおよびロボティクスの研究開発と事業化の拠点であることから、ロボットとロボティクスさらには、Human Augmentation（人間と技術の一体化による人間の能力の拡張）における研究開発現状を調査するとともに、今後の方向性を議論する。

ロボットおよびロボティクスに関しては、従来の研究、現在のロボティクス研究等の状況や今後の方向性をヒヤリングするとともに、人とロボットの関係やHuman Augmentation技術の今後の方向性を調査し、ロボットが人に関わる際の感性や倫理および技術に関する議論を行い、その議論の内容をまとめます。

尚、2025年度にシンポジウム開催予定である。

■ 参加研究者

氏名	所属・役職
小寺 秀俊	国際高等研究所副所長、京都大学名誉教授・特任教授 (研究代表者) 大阪大学特任教授
美濃 導彦 (顧問)	京都大学名誉教授、理化学研究所情報統合本部本部長 ガーディアンロボットプロジェクトリーダー
中村 泰 (主査)	理化学研究所情報統合本部 ガーディアンロボットプロジェクト 動作学習研究チームリーダー
斎藤 康己	理化学研究所情報統合本部 ガーディアンロボットプロジェクト 高度研究支援専門職
古川 淳一郎	理化学研究所情報統合本部 人間機械協調研究チーム研究員
港 隆史	理化学研究所情報統合本部 ガーディアンロボットプロジェクト インタラクティブロボット研究チームリーダー

研究目的と方法

現在ロボットの研究は大きく分けて、3つに大別できる。
(ア) 製造業における作業ロボット
(イ) 災害時等に人が入ることが困難な環境において作業するロボット
(ウ) 人を支援するための支援ロボット

ロボットの研究開発の歴史は古く、機械工学における機構と制御に関する研究から、多くのロボットシステムが工場等の作業現場で利用されるようになった。21世紀に入り、事前にプログラミングされた機能を発揮するだけではなく、搭載されたセンサーからの情報をもとに、動作を決定する知能化が進んできた。

現在、人とサイバー空間の間にはPC、Tabletさらにはsmart phoneという情報端末が存在する。現在のsmart phoneは、すでに搭載されたセンサーや接続されているセンサー機器からの計測情報をもとに利用者を補助する機能を実現していく、21世紀に始まったIoTの中核端末として機能している。また、AIおよび生成AIはネットワーク上に蓄積された多くの情報を元に推論し、新しい情報を生み出す能力を持っているように見える。

現在のロボット研究では、これらのAI、IoTを旧来の機械工学・制御工学と組み合わせて、多くの新たな役割を果たすことが期待されている。現在は、smart phoneやsmart watch等が人とサイバー空間の間のコミュニケーションの主な媒体であるが、近い将来、ロボットがその役割を果たす可能性がある。その場合、ロボットは企業等における作業現場で活躍するだけでなく、人の生活の場である家庭に入り、人と大きな関わりが生じることになると考えられる。

本研究プロジェクトは、家庭というサイバーフィジカル空間での存在感が大きくなりつつあるロボットと人の関係について、i) これまでの研究の調査、ii) 現在推進されているロボット研究の現状と課題の抽出、iii) 人とロボットの関係における人の感性や倫理に関して研究者へのヒヤリングや討論などをを行い、今後の研究の課題をまとめることを目的とする。尚、JSTのCRDSやNEDOの戦略センター等の調査資料等をもとに技術動向についても調査を行う。

2023年度の具体的取組と実績

20年前（2003年）に、京阪奈のNICTにおいて、実際にモデルハウスを作りそこに家族が2週間生活することで、センサー・ネットワークとロボットが家庭に入った場合の人とロボットおよびセンサー・ネットワークとの関係を計測するという実験研究がなされていた。ミニシンポジウムを開催することで、その研究内容の調査および議論の機会を得た。国際高等研究所の有するメーリングリストで広く呼びかけ、開催当日24名の参加があった。特に近隣地区の研究機関から多くの参加を得た。3人の当時の研究者による研究内容等の発表と鼎談、市民や研究者との意見交換の場となった。

自主研究ミニ・シンポジウムシリーズ 開催報告 「家庭における人とロボットの共生を考える会」

第一回

(1) 開催内容

日時 2024年3月18日(月)15時～18時
場所 国際高等研究所
　　レクチャーホール、コミュニティホール
参加者 24名

テーマ:～17年前のユビキタスホームにおける対話ロボット 　　実証実験を振り返って～

家庭内ロボットの研究としては先駆的で、多くの興味深い知見を得た20年前の「ゆかりプロジェクト」の主要メンバー3名の先生がたをお招きして、昔話（鼎談）をして頂くイベントを企画した。

「ゆかりプロジェクト」は、ユビキタスホーム内のネットワークと子供をイメージした小型（身長25cm）の対話ロボットを接続し、日常生活で人を支援することを試みた実証実験であった。センサ群により自動化されたアンコンシャス型ロボットとしてのユビキタスホームと、その中で人間とのインターフェースを担うPhyno（フィノ）という対話型ロボットが使われ、4家族がそれぞれ2週間程度、実際にその家に住む、という大がかりな実験であった。（詳しくは、https://www.nict.go.jp/publication/shuppan/kihou-journal/kihou-vol53no03/06_03.pdf をご参照のこと。）

第一回では、

- 美濃導彦先生（理化学研究所情報統合本部基盤研究開発部門長・ガーディアンロボットプロジェクトリーダー）
 - 山崎達也先生（新潟大学教育研究院自然科学系情報電子工学系列教授・工学部教授、同大学自然科学研究科電気情報工学専攻情報工学教授）
 - 上田博唯先生（京都大学学術メディアセンター客員教授）
- の3名の先生がたにお集まりいただき、当時の苦労話や、当時は技術的制約のために不可能だったけれども今ならばできうことなどを自由にお話しいただいた。

当日のプログラムの内容：

Part1:(15時～16時)

- 登壇者3名による当時のスマートホーム実証実験の説明
 - ・ゆかりプロジェクトの概要（美濃先生）(20分)
 - ・家庭内情報環境のアーキテクチャ（山崎先生）(20分)
 - ・家庭内サービスの構築（上田先生）(20分)

Part2:(16時10分～16時40分)

- 3先生による鼎談(30分)。
- 3名の先生方に実験当時のことを思い出しながら、自由にお話していただいた。

Part3:(16時45分～17時)

質疑応答(15分)

Part4:(17時～18時頃まで)

参加者による意見交換会(1時間程度)



(2) 講演要旨

美濃導彦先生からは、ユビキタスホームにおける生活支援～ゆかりプロジェクト～の概要と成果について、研究の背景、意義そして実際の研究の方法等に関して発表いただいた。計算機がさまざまな機器に組み込まれユビキタス環境が進化する中で、無線技術・アドホック技術などのネットワーク技術が進展してきた。その中で、オフィスや学校と異なり、分離されたプライバシー空間である家庭に閉じたサービスが可能であると考えた。家庭は、人間生活の基本の場である。そこに多機能で複雑なアプライアンスが多く入り、便利さを追求するあまり、無駄に同じ機能が複数ある弊害や機能があるのに実現できなどの課題が見えてきた。そこで、家庭における機能協調基盤の構築と気の利いたサービスの実現をめざして、UKARI: Universal Knowledgeable Architecture for Real-Life appliancesが推進された(2003年5月～2006年3月)。このプロジェクトでは、家庭の情報化（ユニバーサルインターフェース、コンテキストアウェアサービスの実現、ネットワークアプライアンスの機能連携サービス、機能協調基盤ミドルウェア、分散環境行動データベース等）の観点から、サービス評価・データ取得を行った。

山崎達也先生からは、家庭内情報環境のアーキテクチャ（分散型機能協調基盤ミドルウェア「ゆかりコア」）に関しての発表があった。実際にどのような家を作り、そこにどのようなセンサー・ネットワーク環境とロボットを配置し、実験を行ったかなど具体的な内容に関する発表であった。

上田博唯先生からは、ホームユビキタス環境における生活実証実験から共生ロボットに対するコンパニオン・モデルの形成がどのように行われたかに関して、(a) ロボットに対する行動、(b) ロボットに対する感情、(c) ロボットの位置づけの観点から、実際にこの環境で生活された家族へのインタビュー結果をもとにした説明があった。さらに、日常生活を支援する住環境知能化の試みにより得られたいくつかの知見が披露された。それらは、「ユビキタスなセンサーにより構築された知的で柔軟な家と対話型ロボットを協調させる枠組みの有効性」、「生活実証実験における共通した生活者のポジティブな感想（対話型ロボットへの好意的な反応やカメラ等への意識がいつ消えるかななど）」、さらには「ロボットへの愛着のような感覚の発現」などで、実験の成果やそれに関する考察が話された。



今後の課題・期待される効果

2023年度においては、上記の通りUKARIプロジェクトに関して、当時の研究者3名から研究の内容とその成果に関して情報収集を行なった。特に、鼎談という形式をとることで、研究発表では話されない苦労や当時の思いを聞くことができたのは非常に有意義であった。

2024年度は、現在行われているロボットとIoTおよび人との関係に関する研究の状況と課題に関して、研究者からの講演と本プロジェクトメンバーとの議論を行い、その内容から、人とロボットの研究の今後に関して提案を行う。

その過程において、第二回のミニシンポジウムの開催および2025年度にシンポジウム（最終報告会）の開催の企画を検討する。