

公開資料

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）

平成28年度採択 プロジェクト企画調査

終了報告書

「人と情報のエコシステム」研究開発領域

「多種ステークホルダーが関与した教育・育児支援ロボット

技術の開発手法に関する調査」

調査期間 平成28年11月～平成29年3月

代表者氏名 田中 文英

所属、役職 筑波大学 システム情報系、准教授

## 目次

1. 企画調査の構想 .....	3
2. 企画調査の目標 .....	3
3. 企画調査の実施内容及び成果 .....	4
4. 企画調査の実施体制 .....	10
4-1. グループ構成 .....	10
4-2. 企画調査実施者一覧 .....	10
5. 成果の発信等 .....	11

## 1. 企画調査の構想

人間が不安を感じずに使うことのできる、教育・育児支援ロボット技術を対象とする。近年、教育や育児を目的としたロボット技術の研究開発が世界中で急速に活発化している。これは、共働き家庭の増加や、教育環境改善への強いニーズ、ロボット分野への期待の高まりなどが社会的背景にある。

その一方で、教育などの現場サイドからは、ロボットが教育や育児に参加することに対する不安やリスク、倫理的な懸念などが指摘され続けている。そこで、研究代表者らが来年度以降の実施を目指す研究開発プロジェクトでは、教育や育児に関わる、幅広いステークホルダーに技術開発の上流段階から関与してもらうことによって、教育・育児支援ロボット技術の人間中心再設計を行うことを目指した。

本企画調査では、研究開発プロジェクトに先立ち、当初プロポーザルに対して本研究開発領域から寄せられた下記4項目からなる検討事項（①～④）について対処することを中心とした調査活動を行う。

## 2. 企画調査の目標

以下4項目からなる検討事項に各々対処することを目標とした。

- ◆要検討事項①「技術を偏重せず、ロボットがもたらす負の影響もより考慮すべきである」  
⇒・研究開発プロジェクト再提案に向けて、負の影響に関するパイロット調査を行う
- ◆要検討事項②「ステークホルダーがITエキスパート層に偏りすぎる懸念がもたれる」  
⇒・パイロット調査において、非エキスパート層を含めたワークショップを行う
- ◆要検討事項③「サービスドミナントロジックなどを参考にした、なじみ指標の再検討」  
⇒・識者からの意見収集を行い、実施グループの中で再検討を行う
- ◆要検討事項④「プロジェクト提案書とヒアリング時の発表内容にズレがある」  
⇒・提案書を再考、パイロット調査結果もふまえて、首尾一貫した内容に改善する

### 3. 企画調査の実施内容及び成果

2. に記載の四項目からなる企画調査目標は、元々のH28研究開発プロジェクトプロポーザルおよびヒアリング、そして総括との事后面談を経て設定されたものである。その上で開始された本企画調査は、この四項目（要検討事項①～④）に沿う形で実施された。

まず、要検討事項①と②に関わるパイロット調査を行うため、高齢者チーム代表の牧と、2017年2月末時点で計6回の事前計画ミーティングを行った（翌月以降も継続実施予定）。そして、①のテーマであるロボットがもたらしうる負の影響を探るため、具体的に二種類のロボットをラピッド開発し、これらを体験してもらうことを通じて負の影響を調査するという計画を立てた。同時に②の要件に対応するため、ITに詳しい高齢者である牧のみならず、IT非エキスパートの高齢者4名にも参画してもらうことにした。

なお、このように開発の「初期値」としてまずはユーザにイメージを掴んでもらうために体験から始めてもらう方式は、後に説明する要検討事項③における領域アドバイザーおよびサービス研究専門家とのミーティングからもヒントを得て企画した。この案には牧も賛成で、イメージを掴みやすいロボットをミーティングから決定した。

ラピッド開発したお試しロボット二種であるが、ひとつ目は、独居高齢者が孤立することなく他の高齢者たちとつながりを持ち、交流をもてるようになることを目指したロボット（名称：巡学ロボット）で、ふたつ目は、三世代核家族間でのつながりや交流を支援するロボット（名称：シェアエージェント）である。

本企画調査は、技術開発をメインに行うものではないため、ここではこうしたコンセプトのロボットをあくまで初期値としてラピッド開発するに留め、技術的には深入りせず、これを前述のユーザに体験してもらうという例題を通して、その中で浮かび上がってくる様々なギャップや不安を調査することを目指した。

ひとつ目のロボット（巡学ロボット）では、ワークショップ形式の場において、牧およびIT非エキスパートの高齢者4名を交えた調査目的のテストを行った。こうしたワークショップ形式は、前述の事前ミーティングにおいて、牧からの助言を得て企画したものである。高齢者の不安を和らげるには集団での導入が有効とのことであったが、たしかに今回、このワークショップ形式では、高齢者からロボットに対する不安が述べられることは無かった。また、ロボットが行うタスクは極力シンプルで状態遷移が容易に想像できるものを選ぶべきとのことで、単語連想ゲームを採用した。さらに、ロボットには人間的な応答をし

て欲しいという要望があったため、通常の音声対話機能に加えて、好奇心表出機能や忘却機能など、人間らしいふるまいを数種類実装した。ロボット体験テストの後、全員でのフリーディスカッションやインタビュー調査を行った。結果、全般にわたり牧による事前指摘は的を射たものが多く、ステークホルダーを交えた開発の有効性を強く認識した。実装した人間らしいふるまいは総じて好評であり、ロボットが知性を有することに好意的な意見がほとんどであったが、これはワークショップ形式、つまりロボットの導入の仕方が上手に行ったためという印象をもった。言い換えると、ロボットがもたらす負の影響は、その導入方式に大きく依存する可能性があり、今回のようなワークショップ形式を、今後も多数開催し、導入ノウハウの知見を蓄積していくことが重要に思われた。

以上の調査研究の成果をまとめた論文を、2017年度人工知能学会全国大会、そして人とロボットの関わりに関する世界最高峰の国際会議であるACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI) に速報論文として投稿し採択された。それぞれ2017年5月と3月に発表予定である。

ふたつ目のロボット（シェアエージェント）についても、同様のワークショップ形式のテストを行った（非ITエキスパート高齢者が参加）。ここでは、従来型の電話と、ロボットエージェントを、離れた家族間でのコミュニケーションという設定下で比較してもらうというタスクを通じて、調査研究を行った。社会心理実験で用いられている自己開示尺度のアンケートを使用し、話しやすさや話しにくさ、正負の影響などの点について知見を得ることを目指した。本企画調査の段階では、まだサンプル数が少ないため、結果について統計的な評価を行うことは危険である。しかしながら、今後のより本格的な調査実験に向けて期待のもてる観察が数多く得られた。たとえば、「健康上の不安」といったテーマについて家族と話すときは、電話では言いづらいことがあり、ロボットインタフェースのほうが話しやすいという感想が複数得られた。同様に「貯蓄に対する不安」においても、ロボットインタフェースをハブ的に話のきっかけとして用いると、家族とも話しやすいという感想があった。また、高齢者が独りで居る場面においてロボットが話し相手になって欲しいという声が多く、前出の巡学ロボットも含めて、将来的にはこうしたニーズに沿う形で開発を進めていくのが良いように思われた。その一方で、ロボットに対する負の影響や不安については、そのほとんどが使い方や技術的な不明に関するものであった。我々が当初プロポーザルに記していた「なじみの指標」では、開発者主導のフィールドテストからユーザ主導のフィールドテストへの遷移がひとつのポイントであった。ユーザ主導の場ではユーザ自らの力でロボットを使っていくことが求められるため、使い方や技術的な不明

の解決は、この後の研究開発プロジェクトにおいても重要な検討事項である。

こちらの調査研究についても、その成果をまとめた速報論文を、2017年度人工知能学会全国大会、および前出の国際会議ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI) に採択されており発表予定である。同国際会議は、人とロボットの関わり合い (HRI) に関する世界最高峰の国際会議であり、この場に今後、ロボット技術と人のなじみに関する議論を提起していく。初年度の試みとして、速報論文2件の発表に加え、研究代表者の田中が招待講演を依頼されているHRI Pioneers WS内のパネルディスカッションにて、本件を世界の研究者たちと議論する (2017.3.6 ウィーンにて開催)。

さらに、本企画調査プロジェクトの内容、とくに、なじみ指標の議論に焦点をあてたオーガナイズドセッションを企画提案し、2017年5月に名古屋で行われる人工知能学会全国大会にて開催が決定した。ここでは、なじみ指標に関するポジション論文および複数発表をベースに、研究者のみならず市民を交えた議論を行う予定である。また、高齢者グループ代表の牧には基調講演を行って頂く。

要検討事項③「サービスドミナントロジックなどを参考にした、なじみ指標の再検討」への対処として、RISTEX事務局の助力のもと、領域アドバイザーの土居範久先生との打ち合わせの機会を頂いた。サービスドミナントロジックについては、当初提案プロジェクトに対するヒアリング～総括面談時からコメントを頂いていたものであり、その詳細について御助言を頂ける機会を設けて頂いた。当日は、土居先生に加えて、サービス科学分野を代表する研究者である東工大の日高一義先生にもお越し頂き、なじみ指標との関わりを中心に、プロジェクト全般に関して具体的な御助言を頂くことができた。頂いた御助言は多岐にわたり、とくに以下の重要ポイントに関しては、本企画調査および次年度の研究開発プロジェクト提案 (要検討事項④) に取り入れ、検討していくことにした。

- サービスドミナントロジックを参考に、goods (ロボット等) の開発よりも、ステークホルダーとの価値共創を中心に据え、その共創プロセスをなじみの段階と捉える。
- 当初プロポーザルにあったなじみ指標の前半 (C1～C2) を精緻化する必要があるが、ここで開発の「初期値」としての提案は研究開発者側から行わざるを得ない (これが無いとユーザはイメージすら湧かず興味をもてない可能性がある)。しかしこの提案が技術の押し付けになってしまうと目指す共進化が起きづらい。従って、この提案の「粒度」は重要なポイントであり、研究すべき重要なテーマである。

- 領域会議における総括からのコメントもふまえ、ユーザのみならず研究開発者も技術の正負両面を把握するという点を含める。また、当初プロポーザルにあったなじみ指標はウォーターフロー型でフィードバックサイクルが明に記述されていなかったため、らせん構造型にして技術や人間が変わっていくプロセスを含める。
- ユーザの技術に対する不安や恐れについて、ユーザ自身が開発に関われば、そうした不安や恐れが減少するのではないか？という点を調べる。これは土居・日高両先生から指摘頂いた点であるが、HRI (Human-Robot Interaction) 研究分野においても近年、類似の仮説を検証した報告がなされている。ユーザを含めたステークホルダー参加型の研究開発を計画するにあたり、開発に関わるユーザ自身の不安や恐れ の推移も調査するようにする。
- 最後に、現時点ではまだ具体的な実装法までは不明なものの、その有望性と重要性が見えているものに、ユーザによる技術の現場可変性がある。これは、研究開発者ではなくユーザが、自身の手によって、自身のテスト環境その場で技術を変えていくということである。IT非エキスパートのユーザに如何なる手段でこれを可能にするかはまだ不明であるが、もしも実現することができれば既存の技術開発に大きなブレイクスルーをもたらす可能性があるため、検討していきたい研究テーマである。

要検討事項④にある、次年度 (H29) のプロポーザル作成にあたっては、ここに挙げた点もふまえて当初プロポーザルを修正・再構成していく。以上に述べてきたように、H28企画調査では、これまで実質4か月 (2016年11月～2017年2月) の短期間でありながら、多岐にわたり多くの実質的な知見が得られた。小規模ではあるもののパイロット調査を二種類の例において行うことができ、研究全体のfeasibilityを確認することができた。H28の当初プロポーザルには、ヒアリング時に御指摘を頂いたように幾つかの矛盾や説明不備もあったため、これらも修正してH29の再提案を行う所存である。

なお、逆に予想外の出来事もひとつ起きた。それは、今回のパイロット調査においても実験参加者として多くの有用な知見を提供してくださったお一方が、ごく最近 (2017年2月) 急逝されたことである。とてもお元気で、本プロジェクトにもとても高いモチベーションで御参加頂いていたため、我々にも大きなショックであった。本プロジェクトのひとつの特徴はアクティブシニアの参画であり、それゆえとてもお元気な方々が多く、時に我々もそうした方々の御年齢を忘れてしまうこともあるほどであったが、諸事配慮を忘れることがないよう留意せねばならない。そして、参加してくださる方々との価値共創を一刻

も早く実現せねばならないと感じている。

本報告書を執筆しているのは2017年2月末～3月頭であり、H28企画調査プロジェクトの実施期間は残り1か月間ある。最後に、この1か月間で行う内容について記す。H28企画調査では、ステークホルダーとして高齢者を主対象としたが、おおもとの当初プロポーザルでは、高齢者に加えて小学校（子どもたちと教育環境）も対象に含まれていた。2017年2月時点までに行ったパイロット調査でも、子どもの教育にまつわるユースケースへの高齢者のモチベーションが非常に高いことが分かっており、今後作成するH29プロポーザルにも含めていこうと考えている。2017年2月末の時点でH28企画調査の進捗状況は良好であり、すでに当初設定していたテーマはほぼ対処できていると思われるため、H28企画調査の当初目標には無かったが、新たにこの教育環境でのパイロット調査も追加で行うことにした。

このため、すでに近隣の春日学園小学校とミーティングを重ねており（2017年3月頭時点で4回実施）、まずは放課後の科学クラブの枠組を活用して、高齢者による遠隔授業のテストを近日中（3月中目標）に行う方向で進めている。なお、この春日学園は、本プロジェクトのメンバーであるつくば市教育委員会の毛利の紹介で協力施設になって頂いている教育機関である。H24開校で新しく、規模の大きな学校であり、先進的な教育活動の取り組みにも非常に積極的で、全国的にも注目されている（文科省教育課程研究指定校や学校情報化優良校認定を受けており、先進的ICTに関する全国規模大会でもモデル校になっている）。同校は今後RISTEXプロジェクトの活動を広めて行くにあたりスタート地点として最適のフィールドであると考えている。今回、この春日学園と、高齢者グループ代表の牧の自宅（川崎市）をネット接続し、放課後科学クラブの時間に遠隔授業のテストを行う。現在、授業テーマについて春日学園の教員および牧を交えて打ち合わせ中であり、現時点で戦時体験の逸話が有力な題材候補となっている。本企画調査内ですでに実施した各種ヒアリングでも、戦時体験伝承は多くのステークホルダーが高い動機と価値を認めており、H29以降のプロジェクトを見据えた上でも有力なテーマである。この設定下で、ロボット等を活用した遠隔授業支援技術を用いてもらい、前述のテスト例と同様にパイロット調査を行う。なお、ここでも技術開発に深入りすることは行わず、お試しとしての提案に留め、ユーザからの意見抽出や正負両面調査に主眼をおく。

以上、H28企画調査プロジェクトは、予想以上に進展し、当初設定した研究項目すべてに加えて新たな研究項目も進めることができた。国内・国外の有力学会でも発信の場を整えたため、ぜひH29プロポーザルを採択につなげ、推進していきたいと考えている。

主なミーティング等の開催状況

年月日	名称	場所	概要
2016年11月～ 2017年1月 (6回開催)	パイロット調査 ・ワークショップ 企画相談会議	東京・ウェブ会議	高齢者チーム代表の牧壮と研究開発チームによる打ち合わせ。パイロット調査のためのワークショップを企画相談し実施に繋げた。
2017年1月17日	サービスドミナントロジックと なじみの指標	JST本部	領域アドバイザーの土居範久先生、東工大の日高一義先生にお時間を頂き、サービスドミナントロジックの活用を中心に、本PJへの様々な具体的助言を頂いた。
2017年1月～ 2017年3月 (4回開催)	パイロット調査 (遠隔授業) 企画 相談会議	つくば・ウェブ会議	教育現場チーム(毛利・春日学園)および高齢者チーム、研究開発チームとの間で3月中実施予定の遠隔授業テストの打ち合わせ。
2017年3月1日	オーガナイズド セッション企画 相談会議	ポートランド	主たる実施者である田中、檜山の間で、春に開催するオーガナイズドセッションの内容を相談、また次年度の方向性についても議論。
2017年3月6日	国際会議パネル ディスカッション	ウィーン (ACM/IEEE国際会議HRI併設WSにて)	田中が招待講演を依頼された国際WS内において、ロボット技術と人間のなじみや正負両側面についてパネルディスカッション。
2017年5月25日 (開催決定)	ロボット技術と ユーザのなじみ に関するオーガ ナイズドセッシ ョン開催	名古屋 (2017年人工知能学会全国大会にて)	2017年人工知能学会全国大会にて、本PJの内容を主題としたオーガナイズドセッションを開催。高齢者チーム代表の牧による招待講演など、公開の場で議論を深める。

## 4. 企画調査の実施体制

### 4-1. グループ構成

#### (1) メイングループ

- ①田中 文英（筑波大学 システム情報系、准教授）
- ②実施項目（メイングループがすべての活動を行う）

### 4-2. 企画調査実施者一覧

研究グループ名：メイングループ

	氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職 (身分)	研究参加期間			
						開始		終了	
						年	月	年	月
○	田中 文英	タナカ フミヒデ	筑波大学	システム情報系	准教授	28	11	29	3
	木村 武史	キムラ タケシ	筑波大学	人文社会系	准教授	28	11	29	3
	檜山 敦	ヒヤマ アツシ	東京大学	先端科学技術研究センター	講師	28	11	29	3
	牧 壮	マキ サトシ	スマートシニア アソシエーション		代表	28	11	29	3
	毛利 靖	モウリ ヤスシ	つくば市教育局	総合教育研究所	所長	28	11	29	3
	岡村 栄里奈	オカム ラ エリナ	筑波大学	大学院システム 情報工学研究科	M1	28	11	29	3
	矢幡 有朋	ヤハタ アリトモ	筑波大学	大学院システム 情報工学研究科	M1	28	11	29	3
	Dante Arroyo	ダンテ アロヨ	筑波大学	大学院システム 情報工学研究科	M1	28	11	29	3
	笠井 翼	カサイ ツバサ	筑波大学	工学システム学 類	B4	28	11	29	3
	野口 洋平	ノグチ ヨウヘイ	筑波大学	工学システム学 類	B4	28	11	29	3
	Denis Pena	デニス ペニヤ	筑波大学	大学院システム 情報工学研究科	研究生	28	11	29	3

## 5. 成果の発信等

### (1) 口頭発表

#### ①招待、口頭講演 (国内 4件、海外 1件)

Fumihide Tanaka.: Development of Social Robots Involving Their Stakeholders (キーノート招待講演), HRI Pioneers in conjunction with ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, March 2017.

野口 洋平, 田中 文英.: 多世代間コミュニケーション促進のためのシェアエージェントシステムの開発, 第17回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2016年12月.

田中 文英.: ソーシャルロボットとユーザのなじみの階層, 第31回人工知能学会全国大会, 2017年5月 (発表決定).

野口 洋平, 田中 文英.: ロボットを介したコミュニケーションにおける高齢者の自己開示の調査, 第31回人工知能学会全国大会, 2017年5月 (発表決定).

笠井 翼, 田中 文英.: 巡学ロボットの提案と忘却機能を用いた人間的学習機能, 第31回人工知能学会全国大会, 2017年5月 (発表決定).

#### ②ポスター発表 (国内 0件、海外 3件)

Dante Arroyo, Yuichi Ishiguro, and Fumihide Tanaka.: Design of a Home Telepresence Robot System for Supporting Childcare, ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing, February 2017.

Tsubasa Kasai, Erina Okamura, and Fumihide Tanaka.: Studying Coevolution between Social Robots and Their Stakeholders, ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, March 2017.

Yohei Noguchi and Fumihide Tanaka.: A Share-Agent System for Encouraging Remote Communication over Three Generations: The First Prototype, ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, March 2017.

③プレス発表

(2) その他

なし

以上