

## 研究終了報告書

### 「ソーシャルキャピタルの醸成を支援するロボットシステム」

研究期間：2018年10月～2022年3月

研究者：飯尾 尊優

#### 1. 研究のねらい

地域や職場、学校といったコミュニティにおける人々の信頼関係やつながりを表す概念を、社会科学一般において、ソーシャルキャピタル(Social capital、以下 SC と記載)と呼ぶ。SC 論は、要約すれば「人々が適度に付き合い、助け合いの精神をもって、ゆるやかな信頼関係を広げれば、社会は効率的に回る」ということを主張する。人関係の希薄化がもたらす社会問題を緩和し、活力あるコミュニティを実現するには、SC を醸成する仕組み作りが不可欠である。

本研究では、SC 醸成という新たな価値創造につながる社会システムのデザインに向けて、実環境で人々に声掛けを行う自律対話ロボットシステムに関する研究に取り組む。政治学者の Putnam によれば、直接顔を合わせるつながりが SC 醸成の核であるという。故に、SC 醸成を支援するシステムは、フィジカル空間の活動に根ざしたものでなくてはならない。その観点から、ロボットならば、フィジカル空間において人々の注意を引きやすく、また複数の人々を相手に視線や指差しなどの身体動作を用いて円滑に対話を継続でき、対話を通じて、コミュニティにおける人々の社会的行動を促進したり、他者とのつながりに気づきを与えたりすることができるのではないか、との着想に至った。

具体的には、SC 醸成を支援するロボットシステムの実現に向けた基盤技術と特定場面での効果の実証をねらいとし、次の3つの課題に取り組む。

- (1) 実環境に配備が容易な自律対話ロボットシステムの開発
- (2) 複数ロボットが対話に参加することの効果に関する研究
- (3) 実環境でのロボットの声掛けが人の行動変容に与える影響の実証

本研究領域では、研究成果と社会との接続を重要視している。SC 醸成支援という観点でも、多彩なステークホルダーが現場でロボットを動かし、データを収集できるようにすることが重要である。そこで、課題1では大規模な研究グループしか使えないようなロボットやセンサは用いず、個人の研究者や開発者でもロボットの振る舞いを実装可能なシステムを構築する。課題2では対話能力の低いロボットでも人の行動変容を効果的に促すための方法について検証する。そして、実環境でロボットが人々に声掛けを行い、実際にどれくらいの人がある声掛けに応じた振る舞いをするかを定量的に明らかにし、ロボットシステムが SC 醸成支援に資するか否かを客観的に示すデータを提供する。

#### 2. 研究成果

##### (1) 概要

本研究では、SC 醸成を支援するロボットシステムの実現に向けた基盤技術と特定場面での効果の実証をねらいとし、3つの課題に取り組んだ。

課題1では、実環境に配備が容易な自律対話ロボットシステムの開発に取り組んだ。具体的には、一般に良く利用されている市販ロボット(Sota)について対話制御のためのAPIを確立しGithubで公開した。これにより、個人の研究者や開発者はSotaを容易に扱えるようになった。実環境で人々と対話を行うための複雑なシステムから「認識結果がAかつ対話履歴がBである場合、行動Cを実行する」といった行動ルールを切り離して記述する方法を確立した。これにより、場面の變更に柔軟なシステムを構築することができた。現在、プログラムの整理と説明資料の準備を進めている。

課題2では、複数ロボットが対話に参加することの効果に関する研究を実施した。SC醸成の支援の観点で、人々に社会的な行動を促したり、そうした活動に意識を向けさせたりすることは重要である。本課題では、複数ロボットが対話に参加することで、その人の「会話に参加している」感覚を高められる、という知見に基づき、複数ロボットを対話に参加させることでロボットの人の行動や思考に与える影響を高めることができるかどうかを検証した。具体的には、複数のロボットが褒めることで人の技能習得が向上しやすくなること、陪席ロボットの参加によって子どもの学習時間が伸びること、複数のロボットとの対話によって高齢者との対話継続時間が伸びることなどを明らかにした。

課題3では、実環境でのロボットの声掛けが人の行動変容に与える影響の実証実験を実施した。SC醸成支援において、ロボットを現場においてくれるステークホルダーの協力は重要である。ステークホルダーに協力してもらうには、ロボットが人々に声掛けを行ったとき、実際にどれくらいの人がある声掛けに応じてくれるのか、ということデータを示す必要がある。そこで、課題1で開発したシステムや課題2で得られた知見を活用しながら、特定場面におけるロボットの声掛けの効果を検証する実証実験を実施した。その結果、ロボットが科学館において展示説明することで、来館者の展示見学時間が延びることや、ロボットがアンケート回答を依頼することで何もなかった場合と比べて回答率が向上することを示した。

## (2) 詳細

### 課題1「実環境に配備が容易な自律対話ロボットシステムの開発」

本課題では、実験室でのみ実装可能な複雑かつ固定されたシステムではなく、様々な場面で実装可能な簡易かつポータビリティ性のある自律対話ロボットシステムの開発に取り組んだ。ヒューマンロボットインタラクション研究や一般事業でよく利用されている市販ロボットの一つであるSotaについて、ベンダーから提供されていないロボット制御用のAPIを開発し、ロボット内蔵のマイクとカメラから音声と映像をローカルネットワーク経由で転送する手法を確立、その方法をGithubで公開した。これまで、ロボット内蔵のマイクやカメラの情報を取得して独自の認識システムに入力したり、その認識結果に基づいてロボットの動作を制御したりすることは困難であったが、公開した手法を用いることでそれらが可能となった。実際に、課題3の実証実験では、本システムを活用したことで、開発の工期は短縮され、実環境への配備も容易になった。

実環境で人々との対話を行うためには、画像認識による人位置計測、音声認識、IC カードによる個人同定と発話内容記憶、それらの結果に応じた対話制御、音声合成、動作生成など、様々なモジュールを連動させるシステムが必要となる。これに対し、本研究ではメッセージ指向ミドルウェア(Apache ActiveMQ)を利用して、上記のモジュールを接続し、非同期的にメッセージを通信することで対話を実現するシステムを構築した。これによって、モジュール間が疎結合になりシステムの修正・拡張が容易になった。これに加え、「認識結果が A かつ対話履歴が B である場合、行動 C を実行する」といった行動ルールをシステムから切り離して記述する方法を確立した。これにより、場面の変更(たとえば、展示説明からアンケート回答依頼に変更するなど)に対して、システム全体を修正するのではなく、行動ルールのみを変更するだけで対応できるようになった。本システムも Github で公開しており、現在、プログラムの整理と説明資料の準備を進めている。

なお、上記システムにおける個人同定について、当初は顔画像認識を用いる予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大に伴い、人々のほとんどがマスクを着用するようになったため、それが困難となった。代替案として、非接触型 IC カードを用いた個人識別手法を実装した。具体的には大学内では学生証を用いて個人識別を行っている。学生証であれば、最初から ID が割り振られており、学生全員が持っている、かつカードリーダーにかざすだけと手軽に利用できる。本手法は、QR コードなどの読み込みにも拡張可能である。たとえば、科学館などでは入場時に QR コードを印刷したカードを配布することで、個人識別できる。

## 課題 2 「複数ロボットが対話に参加することの効果に関する研究」

### 課題 2-1: 複数ロボットによる褒めが人の技能向上に与える影響の検証

SC 醸成の観点から見て、人を褒める行為は他者と円滑な関係を構築する上で欠かせない行為である。他人から褒められると人は嬉しいばかりではなく、その人自身に良い効果をもたらされることがある。たとえば、人は運動トレーニングを行った際に他人から褒められると、運動技能を効率的に習得できることが知られている。本研究では、人ではなく、人工的な存在であるエージェント(ロボットや CG キャラクターなど)から褒められても、人は上手に運動技能を習得できるかどうかを調べた。さらに、エージェントの数とその身体性の影響についても検証を進めた。その結果、エージェントから褒められた人はそうでなかった人に比べ、運動技能が効率的に習得できていることが分かった。また、褒める回数と同じままで、エージェントの数を増やし、複数のエージェントから褒められる状況で運動技能の変化を調べたところ、エージェントが1体より2体の場合に、運動技能の習得がより促進されることが判明した。また、エージェントの種類について、物理的な身体を持つロボットとディスプレイ上に仮想的な身体を持つ CG キャラクターの間で褒め効果の違いを調べたところ、どちらでも人の運動技能の習得は促進され、その効果に違いは認められなかった。本成果は、SC 醸成の支援に不可欠な褒め行為が、人ではないエージェントによって実施される場合でも、人の行動に影響を与えることを初めて明らかにした点で価値がある。本成果は、オンラインジャーナル PLOS ONE (IF=2.74)に掲載され、筑波大学・ATR・JST により共同でプレスリリースされた。

### 課題 2-2: 複数ロボットによる褒めが子どもの学習態度に与える影響の検証

絵本の読み聞かせは、子どもの言語発達や語彙獲得に良い影響を与えることが知られている。SC 醸成の観点から見ても、子どもの社会的行動の学習と促進に有益である。従来研究では、基本的に1台のロボットによる読み聞かせが行われてきた。本研究では、複数のロボットが読み手と聞き手に別れ、聞き手ロボットが読み手ロボットに質問したり、子どもたちから読み手ロボットへの質問に同意したりするシステムを開発した。そして、このシステムによる読み聞かせが、従来の1台のロボットによる読み聞かせと比べて、どのような効果があるかを調べた。参加者実験(年齢3~5歳)の結果、子どもらは、1台のロボットによる読み聞かせよりも聞き手ロボットがいる読み聞かせを好むことが示された。また、読み聞かせ中の子どもの発話の回数は、2台による読み聞かせにおいて少なくなっており、2台による読み聞かせでは子どもがより読み聞かせに没入していた可能性を示唆した。本成果は、インタラクションに関する専門誌 Interaction studies(IF= 0.824)に掲載された。

読み聞かせの他にも、子どもの学習支援を行うロボットシステムの開発が盛んである。SC 醸成の支援という観点では、子どもの学習意欲を高めることは、社会に対して幅広い視野を持つことに繋がるという点で重要である。本研究では、ロボットによる学習支援系の研究でも特に盛んな英語学習の支援に焦点を合わせた。こうしたロボットのほとんどは、子どもとロボットが1対1で学習をすることが想定されている。そこで本研究では、学習支援をメインで担うロボットに加え、子どもに学習の進度に応じて子どもを褒める発話をする陪席ロボットを導入した。単体の学習支援ロボットが褒める場合と、学習支援ロボットと陪席ロボットの両方が褒める場合(褒めの回数は同じになるように調整)で、子どもの学習時間を比較した。結果、陪席ロボットが参加する学習の方において子どもの学習時間が長くなった。この結果は、複数ロボットによる褒めが子どもの学習意欲を高める可能性を示唆した。本成果は、ロボットに関する主要国際論文誌 Advanced Robotics(IF=1.699)に掲載された。

### 課題 2-3: 高齢者との対話のための複数ロボットによる問いかけ対話モデルの検証

高齢者施設等における高齢者同士または高齢者と介護者の会話の促進はソーシャルキャピタル醸成の支援にとって欠かせない要素の一つである。この観点から、大阪大学の石黒研究室と共同で、高齢者施設での会話ロボットの実証実験を実施した。会話促進に関して、まずその前段階として、高齢者とロボットがある程度の時間、会話できる必要がある。しかし、高齢者の発話を音声認識することは極めて困難である。そのため、音声認識がうまくいかないことを前提とした上で、会話を継続できるような技術が必要であった。本研究では、音声認識結果が想定された結果ではないときに2台のロボットの発話の掛け合いで対話の破綻を回避する、ロボット主導型質問応答対話モデルを開発した。この手法を利用することで、高齢者の発話の単語認識誤り率が70%以上という厳しい状況でも、約14分の対話を継続できた。この成果は、応用科学に関する国際論文誌 Applied sciences (IF=2.217)に採択された。

以上、本課題では、SC 醸成支援につながる人の行動や思考の変容について、対話能力や表現能力が人より劣るロボットにおいても、複数ロボットを対話に参加させることで、より強力な変容の効果を与えられることをしめした。特に、様々な参加者(子ども・成年・高齢者)と場面(タイピング練習・読み聞かせ・学習支援・インタビュー対話)で一貫した結果を示してきた点



において価値があるといえる。

### 課題3「実環境でのロボットの声掛けによる人々の行動変容に関する研究」

#### 課題3-1: 科学館での展示説明ロボットに関する実証実験

本課題では、茨城県つくば市にある科学館「つくばエキスポセンター」の協力を得て実施された。具体的には、科学館にある展示「地球深部探査船「ちきゅう」」の前に、その展示の説明を対話的に行うロボットを配備し、そのロボットの有無によって来場者の展示見学時の行動がどのように変化するかを検証した。ロボットがある場合の映像(3時間20分)とロボットがない場合の映像(6時間)をそれぞれ分析した結果、ロボットがある場合には38人(大人32, 子ども6)、ロボットがない場合は167人(大人112, 子ども55)の参加者が展示を見学した。そして、ロボットがある場合にはロボットがない場合と比べて、ほんの短い間(30秒未満)で見学を終える人の割合が13.5ポイント減少し、30秒~1分の見学者が11.1ポイント増加、2分~2分30秒の見学者が7.2ポイント増加していた。すなわち、ロボットの説明によって見学時間が増加する可能性を示唆する結果が得られた。複数のロボットを導入し、普段人が説明しない展示にそれぞれ配備したとすると、科学館全体での展示見学時間は大きく向上することが期待できる結果となった。

#### 課題3-2: 大学構内でのアンケート回答依頼ロボットに関する実証実験

課題3-1の実験では、人にとってロボットと対話することに、展示の説明が聞けるという、僅かではあるがインセンティブがあった。もし、人にとってほとんど利益がない状況でもロボットの声掛けにより特定の行動を促進することができれば、SC醸成支援の観点から大変意義深い。こうした考えから、ロボットを用いて実環境を通行する人々にアンケートへの回答を依頼することを考えた。具体的には、筑波大学の食堂前にロボットとアンケート回答用のタブレット端末を配置し、ロボットを遠隔操作して、通行人にアンケートに回答するように声掛けをさせた。ロボットを配置する日としない日で、アンケートの回答率に違いが出るかどうかを検証した結果、ロボットを置いたその日とアンケートを変更した次の日には、アンケート回答率がロボットを配置した日で高くなっていた。しかし、それ以降はロボットがある場合もない場合も回答率がさほど変わらなかった。これは、毎日同じ人が通行する環境であったため、ロボットの声掛けの効果が慣れによって失われたためであると考えられる。しかしながら、一時的とはいえ、ロボットの声掛けによる回答率の向上が示されたことは、ロボットによるSC醸成支援の有効性に期待を持たせたといえる。本研究の成果は、人とロボットのインタラクションの主要国際会議Ro-man2020に採択された。

#### 課題3-3: エキスポセンターでのアンケート回収の実証実験の実施

課題3-2では、現状のロボットシステムでは人々の慣れによってロボットの声掛けの影響が短期間で落ちてしまうことが示された。一方、科学館のように来館者の多くが初めてもしくは久しぶりの訪問であるような状況であれば、現状のロボットシステムでも一定の効果が認められる可能性がある。そこで、つくばエキスポセンターにて、課題3-2を拡張した実証実験を実施した。具体的には、ロボットを自律化し、①ロボットがアンケート回答を依頼する場合、②スピ

一カーがアンケート回答の依頼をする場合、③何もしない場合の3つの条件で、アンケート回答率を比較した。各条件で7日間測定をした結果、各日の回答率はロボット条件では5.5～10.1%、スピーカー条件では2.3～8.8%、なし条件では1.1～5.4%、の間を推移していた。この結果から、ロボットがアンケート回答を依頼する場合は何もしない場合よりもアンケートの回答率が上昇することが示された。ただし、実験期間後半においてロボット条件とスピーカー条件の回答率が逆転したことから、これらの影響力の差については結論できなかった(これについて12月と1月にロボット条件とスピーカー条件のみで追試を予定)。以上の結果は、人の呼びかけでなくても、ロボットやスピーカーによってアンケートの回答を促すことの有効性を示唆している。全通行者に対する割合はそれほど大きくはないかもしれないが、ロボットもしくはスピーカーを設置して放置することができるために費用対効果としても有効であると考えられる。

### 3. 今後の展開

ロボットを含むエージェントからの褒めがもたらす効果について、教育効果に焦点を合わせ、英語学習システムを開発している企業と共同研究を進めていくことを検討している。研究成果に基づいた褒めの方法と英語学習システムへの適用方法に関してすでに企業と打ち合わせを行い、現在エージェントの褒めを導入した英語学習システムを実装している最中である。今年度中に大学生を対象に数日間システムを用いた学習を体験させる実証実験を実施予定である。この共同研究で英語学習への褒めエージェントの有効性が示されれば、他の教科についてもICTを活用したアプリに褒めエージェントを導入する動きを作ることができる。また、現在日本ではGIGAスクール構想の実現に向け、1人1台端末環境の整備が進められている。こうした端末に、パーソナルエージェントを導入し、そのエージェントに本成果を踏まえた褒め戦略や個人適応発話をさせることで、学習意欲や教育効果を高めていくことが期待できる。科研費などの基礎研究予算で英語や他の教科での効果検証を行い実績を作ったのち、RISTEXのような社会問題解決型の予算で教育関係の人文・社会科学研究者と連携しながら、学校教育で子どもの教育への褒めエージェントの導入を目指していく。英語や他の教科での効果検証は、実験が円滑に進み期待される効果が得られれば約2年、その後の学校教育への導入に向けた実装と効果検証はおおよそ5年程度と見込んでいる。

科学館でのアンケート調査を行うロボットの研究成果について、つくばエキスポセンターの担当者が興味を示してくださっている状況である。研究成果の詳細の課題1で説明したように開発したシステムは構成がシンプルで配備が容易であるとともに、課題3で説明したように何も無い場合に比べて平均3.2倍の回答率の向上が見込めるためである。本研究期間終了後も、共同研究を進めていく予定であり、アンケートの回収依頼に加えて、展示説明についても追試を行い知見の信頼性を高めていく。アンケート回収や展示説明以外の科学館の仕事、たとえば、休憩室での子どもの相手や科学実験やプラネタリウム上映などの呼び込みやイベント案内への利用可能性も検討する。研究成果で説明したように、こうした場面の変更に對しては、新たに行動ルールを検討しなおす必要はあるものの、変更すべき箇所は行動ルールの記述のみであるため、比較的容易に対処できる。ただし、現状では行動ルールの記述方法は複雑であり、熟練者しか編集できないため、基本的な認識結果取得と発話内容や身体動作のみを組み合わせることで、科学館スタッフでも行動ルールを記述できるようなインターフェースを開発する必要がある。つくばエキスポセンターで実績を作ったのち、

日本科学未来館で実証実験を行うことを検討している。現在参加している新学術領域「対話知能学」において日本科学未来館が実証実験場として利用可能であること、日本科学未来館は規模も来場者も多く、複数のロボットを配置することで、アンケート回収や展示説明などでより効果を発揮できることが期待されるためである。本研究成果を活用することで、日本科学未来館へはおよそ3年程度で実際に使えるものが配備できるようになるのではないかと考えている。

#### 4. 自己評価

SC 醸成支援を行うロボットシステムに関する基盤技術の創出という研究目的は、①実環境への配備が容易なロボットシステムの構築、②ロボットがSC醸成に関わる人の行動変容を促せるかどうかに関わる知見の蓄積、そして、③実環境での自律ロボットシステムを用いた声掛け効果の実証が実現できたことから、概ね達成できたと考える。特に、3つめの実証実験に関しては、つくばエキスポセンターと緊密に連携し、先方が導入に意欲を示すほどの成果を上げることができた。しかし、コロナ禍以前の目標であった、人同士の対話の促進という所にまでは踏み込むことができず、その点は課題として残っている。また今回のさきがけがきっかけとなり、サイエンスインパクトラボに参加させていただき、企業や自治体の人々と本研究成果について議論する機会に恵まれた。サイエンスインパクトラボは現在も継続されており、ロボットの社会システムとしての応用先について新たな視点を与えてもらっている。今後、社会実装に焦点を合わせた研究に邁進していきたい。

研究の進め方について、さきがけの潤沢な予算のおかげで効率よく研究を進めることができた。具体的には、いくつかの実験について、参加者募集や運用、データのアノテーション作業を外注することによって、個人で実施する場合には考えられないほどの速さで研究を進めることができた。また、多数のロボットと高性能計算機を購入させていただいたことで、大学内での開発・実験とつくばエキスポセンターでの実験を並行して進めることができ、急なロボットの故障にも余裕をもって対応することができた。

また、さきがけ期間中にプレスリリースや学会発表を聞いた方の Twitter 投稿などによって、多数の新聞や Web メディアなどに研究について取り上げていただくことができた。具体的には、ロボットの褒め効果に関するプレスリリースに監視、朝日新聞・産経新聞・日刊工業新聞・その他多数の Web メディアに記事が掲載され、ロボットの謝罪の効果に関する学会発表では、当該発表を取り上げた方のツイートが 6000 件以上のいいねと 2800 件のリツイートを獲得し、大きな反響を得た。これによって多数の Web メディアに本成果が取り上げられた。このように、基礎研究と実証研究に加え、研究成果の積極的な発信と市民の興味の喚起という意味でも貢献できたと考える。

#### 5. 主な研究成果リスト

##### (1) 代表的な論文(原著論文)発表

研究期間累積件数: 16件

1. M. Shiomi, S. Okumura, M. Kimoto, T. Iio, K. Shimohara, Two is better than one: Social

rewards from two agents enhance offline improvements in motor skills more than single agent. PloS one, 15(11), e0240622, 2020.

他者からの褒めという社会的報酬は、人間の運動技能の向上を促進することが知られている。本論文では、CG エージェントやロボットなどの人工的な存在(エージェント)からの褒めも同様の効果をもたらすことを明らかにした。さらに、1体のエージェントよりも2体のエージェントに褒められる方が運動技能の向上が有意に高くなることを示した。本成果は複数ロボットが人間の行動変容に強く影響を与える可能性を示唆する重要な知見をもたらした。

2. T. Iio, Y. Yoshikawa, M. Chiba, T. Asami, Y. Isoda, H. Ishiguro, Twin-Robot Dialogue System with Robustness against Speech Recognition Failure in Human-Robot Dialogue with Elderly People, Appl. Sci. 2020, 10(4), 1522; <https://doi.org/10.3390/app10041522>

本論文では、高齢者との対話において音声認識が失敗により対話を継続することが困難という問題を解決するために、ロボットがユーザーに様々な質問をすることで対話を主導する質問・回答・応答型の対話モデルを提案し、高齢者施設での実証実験を通じて、同モデルの有効性を示した。特に、同モデルを実装した2台のロボットとは平均14分間対話が継続できた。本成果は高齢者との対話を可能にするソーシャルロボットの設計に貢献する。

3. M. Shiomi, Y. Tamura, M. Kimoto, T. Iio, R. A. Yamada, K. Shimohara, Two is better than one: verification of the effect of praise from two robots on pre-school children's learning time, Advanced Robotics, 35:19, 1132-1144, 2021. DOI: 10.1080/01691864.2021.1970019

本論文では、子どもの英語学習におけるロボットからの褒め効果について、1台のロボットからの褒めと2台のロボットからの褒めを比較した。22人の子どもによる参加者内実験の結果、2台のロボットが褒めるほうが、子どもらの学習時間がより長くなることが示された。この結果は、2台のロボットを使った教育支援の有効性を示唆している。

## (2)特許出願

研究期間全出願件数:0件(特許公開前のもも含む)

## (3)その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

### 1. 受賞

ロボットの台数が引き込み現象に与える影響を報告した 5th Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering 2018 にて、Best Paper Award を受賞。本受賞は、日刊電波新聞のロボティクス面でも取り上げられた。

A. Saito, M. Kimoto, M. Shiomi, T. Iio, S. Otani, I. Tanev, K. Shimohara, N. Hagita Lexical entrainment in interaction with two robots The 5th Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering 2018 (APWC on CSE 2018), Lautoka, Fiji, Dec 10-12,



2018. (Best paper award)

## 2. プレスリリース

エージェントの褒め効果に関する論文[5-(1)-1]を筑波大学・ATR・JST の連名でプレスリリースした。本プレスリリースにより、産経新聞や朝日新聞、日刊工業新聞、その他多数のWebメディアに取り上げられ、注目を集めた。

## 3. 学会発表

筑波大学内で実施したロボットによるアンケート回答依頼の実証実験の成果が人間とロボットのインタラクションを専門に扱う国際会議 Ro-man2021 に採択された。

T. Natri, T.Iio, An empirical study of how much a social robot increases the rate of valid responses in a questionnaire survey, In 2021 30th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) (pp. 951-956). IEEE, 2021.

## 4. 招待講演

計測自動制御学会主催の第 25 回創発システムシンポジウムにて本さきがけ研究に関する招待講演を行った。

## 5. 著作物

雑誌「日本語学」という日本語教育者向けの雑誌に高齢者施設でのロボット対話実験[5-(1)-2]に関する内容を寄稿した。これは、対話システムシンポジウムの対話システムライブコンペティション2でさきがけ研究の成果に関連するチュートリアル講演をしたことが縁となっている。さきがけ研究をきっかけとして人文系の研究者とのつながりを作れたことを示す成果である。