

領域略称名：対話知能学

領域番号：8105

令和3年度科学研究費助成事業
「新学術領域研究（研究領域提案型）」
に係る中間評価報告書

「人間機械共生社会を目指した対話知能システム学」

領域設定期間

令和元年度～令和5年度

令和3年6月

領域代表者 大阪大学大学院・基礎工学研究科・教授・石黒 浩

目 次

研究組織

1	総括班・総括班以外の計画研究	2
2	公募研究	3

研究領域全体に係る事項

3	研究領域の目的及び概要	5
4	審査結果の所見で指摘を受けた事項への対応状況	7
5	研究の進展状況及び主な成果	8
6	研究発表の状況	13
7	研究組織の連携体制	18
8	若手研究者の育成に関する取組状況	19
9	研究費の使用状況・計画	20
10	今後の研究領域の推進方策	21
11	総括班評価者による評価	23

研究組織

(令和3年6月末現在。ただし完了した研究課題は完了時現在、補助事業廃止の研究課題は廃止時現在。)

1 総括班・総括班以外の計画研究

研究項目[1]	課題番号 研究課題名	研究期間	研究代表者 氏名	所属研究機関・部局・職	人数 [2]
X00 総	19H05690 人間機械共生社会を目指した 対話知能システム学	令和元年度 ～ 令和5年度	石黒 浩	大阪大学・基礎工学研究 科・教授	8
A01 計	19H05691 人間との対話継続及び関係構築 のための対話知能システム	令和元年度 ～ 令和5年度	河原 達也	京都大学・情報学研究科・ 教授	4
A02 計	19H05692 モジュール連動に基づく対話シ ステム基盤技術の構築	令和元年度 ～ 令和5年度	東中 竜一郎	名古屋大学・情報学研究 科・教授	6
A03 計	19H05693 人と社会的に共生する対話シ ステムのための行動決定モデル基 盤技術の確立	令和元年度 ～ 令和5年度	杉山 弘晃	日本電信電話株式会社 NTTコミュニケーション・ 科学基礎研究所 協創情報 研究部・主任研究員	4
A04 計	19H05694 対話知能システムの研究開発及 び社会実装のための法社会規範 の研究	令和元年度 ～ 令和5年度	新保 史生	慶應義塾大学・総合政策学 部・教授	4
計		令和元年度 ～ 令和5年度			
計		令和元年度 ～ 令和5年度			
計		令和元年度 ～ 令和5年度			
計		令和元年度 ～ 令和5年度			
計		令和元年度 ～ 令和5年度			
総括班・総括班以外の計画研究 計 5 件 (廃止を含む)					

[1] 総：総括班、計：総括班以外の計画研究、公：公募研究

[2] 研究代表者及び研究分担者の人数（辞退又は削除した者を除く。）

2 公募研究

研究項目[1]	課題番号 研究課題名	研究期間	研究代表者 氏名	所属研究機関・部局・職	人数 [2]
A01 公	20H05553 ユーザへの重み感覚提示による対話継続手法の開発と検証	令和2年度 ～ 令和3年度	田中 文英	筑波大学・システム情報系・准教授	1
A01 公	20H05554 看護師の行動を規範とした高齢者向けアテンション維持ロボットの開発	令和2年度 ～ 令和3年度	野口 博史	大阪市立大学・大学院工学研究科・准教授	1
A01 公	20H05555 ターンテイキングの起源：発達認知神経科学的研究	令和2年度 ～ 令和3年度	開 一夫	東京大学・総合文化研究科・教授	1
A01 公	20H05562 楽しい雑談対話の要因解明のためのリアルなCGとのマルチモーダル対話システム構築	令和2年度 ～ 令和3年度	北岡 教英	豊橋技術科学大学・情報知能工学系・教授	1
A01 公	20H05567 ユーザに行動変容を促すマルチモーダル対話ロボットの研究	令和2年度 ～ 令和3年度	吉野 幸一郎	国立研究開発法人理化学研究所・科技ハブ産連本部・チームリーダー	1
A01 公	20H05569 快情動を誘発する身体的引き込み対話エージェント	令和2年度 ～ 令和3年度	渡邊 富夫	岡山県立大学・情報工学部・特任教授	1
A01 公	20H05574 ベッドサイド見守り声掛けロボットのための対話システムの開発	令和2年度 ～ 令和3年度	大武 美保子	国立研究開発法人理化学研究所・革新知能統合研究センター・チームリーダー	1
A01 公	20H05575 精神科外来のための対人恐怖症患者への診察支援ロボットの開発	令和2年度 ～ 令和3年度	熊崎 博一	国立研究開発法人国立精神神経医療研究センター・精神保健研究所 児童予防精神医学研究部・室長	1
A01 公	20H05576 対話ロボットにおける「社会的表出」の基盤技術の研究開発	令和2年度 ～ 令和3年度	石井 カルロス 寿憲	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・石黒浩特別研究所・グループリーダー	1
A02 公	20H05556 実世界における知識獲得のための対話システムの構築	令和2年度 ～ 令和3年度	原田 達也	東京大学・先端科学技術研究センター・教授	1
A02 公	20H05558 接客訓練のための音声対話システム基盤技術の構築と評価	令和2年度 ～ 令和3年度	西崎 博光	山梨大学・大学院総合研究部・准教授	1
A02 公	20H05565 部分記号接地に基づくマルチモーダル対話基盤創成	令和2年度 ～ 令和3年度	長井 隆行	大阪大学・基礎工学研究科・教授	1

A03 公	20H05559 周囲の人たちへの配慮を伴った公共場面でのロボットの行動デザイン	令和2年度 ～ 令和3年度	竹内 勇剛	静岡大学・情報学部・教授	1
A03 公	20H05560 多様な個人と対話するモデルベース回想法のデザイン	令和2年度 ～ 令和3年度	森田 純哉	静岡大学・情報学部・准教授	1
A03 公	20H05564 チャンネル権と内発的動機を持つテレビ共視ロボットによる対話知能の実現	令和2年度 ～ 令和3年度	岡 夏樹	京都工芸繊維大学・情報工学・人間科学系・教授	1
A03 公	20H05571 あえて非論理的な発話を行うことによる対話継続の試み	令和2年度 ～ 令和3年度	松井 哲也	大阪工業大学・ロボティクス&デザイン工学部・助教	1
A03 公	20H05572 ポライトネス理論に基づく親和性の高い対話システムの開発ー自然会話コーパスからー	令和2年度 ～ 令和3年度	片上 大輔	東京工芸大学・工学部・教授	1
A04 公	20H05568 根源的規約主義に基づく新たな対話規範および社会規範の追求	令和2年度 ～ 令和3年度	小山 虎	山口大学・時間学研究所・講師	1
A04 公	20H05570 A I の法的主体性	令和2年度 ～ 令和3年度	加藤 隆之	東洋大学・法学部・教授	1
A04 公	20H05573 人ーロボット共生社会に向けたジェンダー・ロボット社会倫理学の創造	令和2年度 ～ 令和3年度	野村 竜也	龍谷大学・先端理工学部・教授	1
公募研究 計 20 件 (廃止を含む)					

[1] 総：総括班、計：総括班以外の計画研究、公：公募研究

[2] 研究代表者及び研究分担者の人数（辞退又は削除した者を除く。）

研究領域全体に係る事項

3 研究領域の目的及び概要

研究領域全体を通じ、本研究領域の研究目的及び全体構想について、応募時の領域計画書を基に、具体的かつ簡潔に2頁以内で記述すること。なお、記述に当たっては、どのような点が「革新的・創造的な学術研究の発展が期待される研究領域」であるか、研究の学術的背景や領域設定期間終了後に期待される成果等を明確にすること。

① 本研究領域の目的及び全体構想

【背景】

スマートフォンは移動中の通信メディアとしては、いわば究極の姿であろう。話ができる場所では電話として使え、声を出して話をしにくい場所でも、チャットを用いれば簡単に通信ができる。また複数の人間とも簡単にメッセージをやりとりすることができる。一方で、スマートフォンと並ぶ家庭内での究極の通信メディアとはどんなものだろうか。その探求のもとに浮かび上がるのが、スマートスピーカーと呼ばれる音声認識を用いたデバイスである。家の中では、スマートフォンやパソコンを持ち歩くことが少ない。それゆえ、声を使った通信メディアの利用が期待されている。日本では、エアコンや炊飯器等すでに多くの家電製品が音声での案内を行うようになっている。しかし問題はスマートスピーカーが本来の機能を実現できていないことにある。

ホームページに正確に情報を入力する目的においては、音声認識デバイスだけでは不十分なのである。言語には常にその解釈に曖昧性がつきまとい、文脈を無視して、その言葉の意味を解釈すると大きな勘違いが頻繁に引き起こされる。人間同士の対話では、その高い認知能力で相手の意図や欲求を推定しながら、言語による曖昧な表現を補完しながら話を進めている。すなわち、言語を用いた通信メディアには、人間のように意図や欲求を推定する機能が必要なのである。逆に言えば、人間の意図や欲求を推定する機能を持つメディアでなければ、言語を用いた情報交換はできない。

また、一方で人間も家電などの機械の意図や欲求を推定するのが望ましい。なぜなら、機械の側も言語を用いて対話するのであるから、その意図や欲求を推定することは人間側にも必要となる。すなわち、言語を通して互いの意図や欲求を推定し合う、いわゆる「対話」の機能が必要となるのである。

近未来においては様々な家電製品やロボットが自律的に活動するようになるとともに、意図や欲求を持つようになる。そして、それらは意図や欲求を持つがゆえに、それらを利用する人間との間で、言語を用いながら互いの意図や欲求を理解し合い、共生していくような関係を築くことができるようになる。

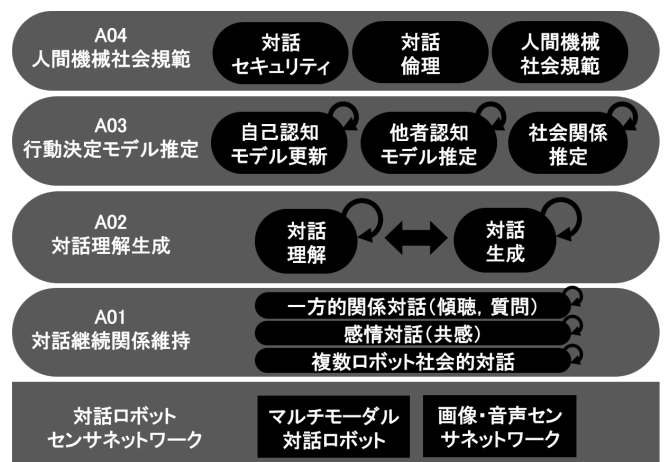
このような世界がまさに、情報化社会の次にくる、人間ロボット共生社会なのだと考える。意図や欲求を持つロボットについては、2014年から始まった、JST ERATO 石黒共生ヒューマンロボットインタラクションで研究に取り組んできた。本研究はその成果を受けて、新たな学術領域を創成するものである。

【目的】

本領域研究では、様々な家電製品やロボットが自律的に活動するようになるとともに、意図や欲求を持ち、意図や欲求を持つがゆえに、それらを利用する人間との間で、言語を用いながら互いの意図や欲求を理解し合い、共生していくような関係を築けるようになるための研究を展開する。そのために、右図に示す4つの研究グループが、対話ロボット等を共有しながら、以下に示す目的を持って研究開発に取り組んでいる。

A01 対話継続関係維持研究グループ：特に音声認識が難しい高齢者とのコミュニケーションを想定して、対話を継続させるためのメカニズムの解明と実現を目指している。

どのような対話プロトコルによれば、対話内容が理解できなくても対話継続が可能か、あるいは、意図理解が不十分であっても対話継続を通じた関係構築が可能か、その原理を明らかにする。



A02 対話理解生成研究グループ： モジュールが疎結合している現在の対話システムの構成を見直し、対話システム全体の効用を最大化できるようにモジュールを連動させることのできる対話システム基盤の構築を目指している。各モジュールの性能は対話全体の効用を最適化するように改善できる。これにより、対話システムの性能が最大化される。モジュール連動のためのプロトコルや設計指針は一般に公開し、構築されるシステムについては、社会実装を通じてその有効性を検証する。

A03 行動決定モデル推定研究グループ： 人が対話システムに自律的思考の存在を感じるには、対話システムが観測した事象や取り得る行動の価値を自律的に判断することが必要である。そして、人の社会的欲求を充足するためには、思考・行動の自律性に加え、対話システムに対する印象や人の価値判断モデルを推定する能力も必要となる。「所与の目的に対し自律的に行動を決定する対話システムの実現方法」を明らかにするとともに、「対話システムは人の社会的欲求を充足可能か」という問いに回答を与える。

A04 人間機械社会規範研究グループ： ロボットによる対話メディアの社会実装において生ずる問題への抜本的な対応と、社会的受容を目指す上で必須となる倫理・社会制度の新知見を提示し、その基礎となる新しい社会規範の原則をまとめたロボット法の確立を目指す。そのため、社会制度(倫理・社会的受容性)、法制度(法・倫理)、ELSI(Ethical, Legal and Social Issues)の3つの観点から、人間と機械が共生する社会に必要な新しい社会規範に関する研究を実施している。

② どのような点で革新的であり、創造的な学術研究の発展が期待されるか

ERATO 研究を超えた新しい学術領域の創造が期待される。ERATO では、特定の意図や欲求を持つロボットのプロトタイプを完成させた。そしてそれにより、次のような新たに解くべき基本問題が明らかになってきた。

- ・ 状況に依存した知的対話システムの原理(フレーム問題)
- ・ 知能システムの間社会における社会関係構築の原理
- ・ 知能システムの意識・感情・個性を通じた人間との繋がり

本新学術領域では、これらの成果(プロトタイプ)を基に、次世代の知能システムを実現する新たな学術分野を創成する。ERATO では、非常に限られた目的や状況における対話しか実現できていない。それらに対し実証実験を通して、より一般的な目的や状況に発展させ、意図や欲求を持つ知能システムの原理に迫ると共に、そのようなシステムを受け入れるための社会規範を提案する。

さらに、本領域は技術面でも既存の学問分野の枠に収まらない新興・融合領域の創成を目指している。これまでの対話知能システムに関わる研究は、音声認識やロボット工学など、機能毎に研究分野が分断されており、全てが連動する研究が行われてこなかった。単に機能毎の研究成果を組み合わせるだけでは、実世界で人間と関わる頑強なシステムを実現できない。意図や欲求を持ち自律的に人間を支援するシステム(既存の学問分野にはない研究)を、研究分野を統合して実現する(新たな融合領域研究)。

その結果、このような人と関わる自律システムは人間や人間社会の構成的理解という新しい研究方法を生み、先の新たな基本問題を解く手がかりを与える。

③ 領域設定期間終了後に期待される成果

本新学術領域では、従来の縦型機能分化に基づく研究分野を排し、対話のレベルに応じたいわば横型の機能分化、対話レベルの階層に基づいた新たな複数の横断的分野を設定する。これにより、対話レベルに応じて、対話を随時実現しながら研究開発を進めていくことができる。そうすることで、従来扱われてこなかった、意図や欲求を含む、自己認知モデルや他者認知モデルに基づく対話を実現できるようになる。これにより

- ・ 人間が機械や情報メディアに命令を伝えるというような人間と機械の間の一方的な道具的關係から、人間と機械が互いに共生する関係へと移行する。
- ・ 情報化社会に続く、人間機械共生社会を実現する。この新たな社会では、知能システムによって万人に親和的なサービスが提供される。
- ・ 自律的に人間を支援するロボットやシステムを用いた、人間や人間社会の構成的理解という新しい研究方法を生む。

4 審査結果の所見で指摘を受けた事項への対応状況

研究領域全体を通じ、審査結果の所見において指摘を受けた事項があった場合には、当該指摘及びその対応状況等について、具体的かつ簡潔に2頁以内で記述すること。

審査結果と留意事項として以下の指摘があった。対応をそれぞれに示す。

① 審査結果

【指摘】

領域代表者の意向が効率的に発揮できる研究体制が組み立てられていることは本研究領域の強みであるものの、本提案の成否が専ら領域代表者のリーダーシップに委ねられており、短所にもなり得る。領域代表者をバックアップできるような組織作りが望まれる。

【対応】

領域代表者は、総括班のメンバの意見、特に副領域代表者の役割を担う、A01 班研究代表者の河原の意見を聞きながら方向性などを進めている。また、実証実験は総括班の港、吉川が主導的に意見を発信するようになっており、会議運営等は専属の教員が担当している。さらに下記に示すように、各計画班研究代表者は領域代表者との共同研究だけでなく、研究代表者同士で研究を推進してきた経緯があり、本領域の運営体制は計画班が縦横に繋がるマトリクス型になっている。また、それぞれの高い業績を鑑みても、領域代表者を十分バックアップできる状態にある。

計画班 A01 研究代表者河原とは、JST ERATO 石黒共生ヒューマンロボットインタラクションにおいて領域代表者と研究をともにしてきている。

計画班 A02 研究代表者東中、及び計画班 A03 研究代表者担当する杉山とは、これまでに、領域代表者を中心に共同研究に取り組んできた。両者が所属する NTT、後で述べる港等が所属する ATR と大阪大学は3者の共同研究契約を結び、対話ロボットの研究開発に取り組んでいる。

計画班 A04 研究代表者新保は、JST RISTEX 法・経済・経営とAI・ロボット技術の対話による将来の社会制度の共創プロジェクトのリーダーを務め、これまでに人工知能やロボットが社会に与える影響を議論してきた。

実証実験において対話ロボット開発を担当する ATR の港と、大阪大学の吉川は JST ERATO 石黒共生ヒューマンロボットインタラクションにおいて領域代表者と研究をともにしてきている。

② 留意事項

【指摘】

研究領域では、研究計画の設計や組織構成において公募研究を重要視しており、公募研究に対する予算規模も大きい。公募研究の採択に当たっては、十分な応募数の中から、研究領域の進展に必要な研究課題を適切に選び、研究領域全体の研究進展に活用することが必要である。

【対応】

公募研究の募集については、領域 Web サイトで広く周知すると共に、2019/9/7 に慶應義塾大学にて本領域のキックオフシンポジウム(公開)を開催した際にも公募説明を行った。結果、53 件の応募があり、そのうち 20 件を採択した。

【指摘】

全ての計画研究において、人件費が初年度に12か月分計上されているが、交付申請に当たっては、適切に人件費の積算を見直すことが必要である。

【対応】

交付申請時に初年度の人件費を適切な雇用期間分に修正した。

5 研究の進展状況及び主な成果

(1) 領域設定期間内及び中間評価実施時までに何をどこまで明らかにしようとし、中間評価実施時までにどこまで研究が進展しているのか、(2) 本研究領域により得られた成果について、具体的かつ簡潔に5頁以内で記述すること。(1)は研究項目ごと、(2)は研究項目ごとに計画研究・公募研究の順で記載すること。なお、本研究領域内の共同研究等による成果の場合はその旨を明確にすること。

研究はおおむね順調に進展している。新型コロナウイルスの影響で中止をやむなくされた実験やイベントもあるが、各々の工夫により十分な成果を得ている。本学術領域の特徴は、実証実験を通して計画班間融合を図り、新たな問題に取り組み、若手を育成することにある。実証実験としては、アンドロイドを用いた対話ロボットコンペティション形式の実証実験や、複数のロボット CommU を用いた実証実験に取り組んだ。また、コロナ禍においても実証実験を実施できるよう、Web ブラウザベースでロボット、システム開発者、被験者の3拠点からビデオ通信・制御指令通信が可能な遠隔対話実験システムや、仮想空間上で半自律的に動作するアバターを用いて会話できる半自律社会的CGアバタールーム「CommU-Talk」を開発し、複数の研究者で共有利用した。これらの活動の効果もあり、以下に述べる研究成果をあげることができた。

【計画研究】A01 班 対話継続関係維持研究

人間との対話継続及び関係構築のための対話知能システム(研究代表者:河原 達也)

本研究では、特に高齢者とのコミュニケーションを想定して、対話を継続させるためのメカニズムの解明と実現を目指す。高齢者との対話においては、自動音声認識に高い精度は期待できず、また意図理解も困難な場合がある。それでも、相槌・頷き・表情などのモダリティを活用したり、複数の人間・ロボットで会話の場を形成したりすることで対話の維持は可能である。こうした観点から、人間との対話継続及び関係構築のための対話知能システムを目指して、以下の課題に取り組んでいる。また、対応する現時点の主な成果を続けて記す(以下、他班も同様)。

1) 複数モダリティの応答と複数ロボットのターンテイキングによる対話継続機構

自律アンドロイドによる傾聴システムにより、高齢者と5~7分程度の対話継続を実現した。実験結果を分析し、カウンセリングとの専門家と議論を行った結果、人間関係構築の上で重要な「共感」を示す応答生成において課題があることを明らかにし、これに取り組んだ。

2) 複数人対話における対話継続による人間関係構築支援の実現

多人数を対象とした傾聴システム、及び多数のロボット CommU による対話システムにおいて、対話継続のメカニズムのモデル化と実装を行った。また、それによる対話継続及び人間関係構築の支援を試みた。

3) 対話継続・人間関係構築支援に基づく対話サービスの構築と実証実験

商業施設において、ロボットによる対話の実証実験を行った。

【計画研究】A02 班 対話理解生成研究

モジュール連動に基づく対話システム基盤技術の構築(研究代表者:東中 竜一郎)

本研究では、現在の対話システムの基本構成を見直し、ユーザや状況に応じてシステム全体の効用を最大化できるように複数のモジュールが連動することで理解・生成を行う対話システム基盤技術の構築を目指す。具体的には、以下の課題に取り組んでいる。

1) 他モジュールと連動した音声処理・マルチモーダル処理技術の確立

マルチモーダル対話データの収集を推進し「Hazumi」として一般公開した。また、ユーザの性格特性と対話データとの関係分析や音声からの年齢推定の研究に着手し、音声処理モジュールから得られた情報による他モジュールの連動に繋げるための知見を得た。加えて、人物の歩行映像をもとに、深層学習を用いて年齢および性別を推定する手法の高精度化を実現した。

2) 他モジュールと連動した言語理解・言語生成技術の確立

ユーザ発話を解釈可能な意味表現へと変換するセマンティックパーズング技術の研究を進めた。基礎データとして、対話的図形編集タスク、および、自然言語文をプログラムコードに変換するタスクのデータセットを構築した。加えて、音声認識と言語理解を連動させる試みとして、日常会話の音声データに対する係り受け解析手法の検討を行った。

3) 対話の効用に基づく複数モジュールのパラメータ最適化技術

スロットフィリング型の観光地検索タスクにおいて、強化学習を用いて各モジュールのパラメータを最適化する

る手法を考案、テキスト対話による被験者実験において有効性を確認した。また、発展的なタスクに対応するため、観光地推薦タスクの大規模データセットを構築した。また、雑談から得られる情報に基づき、観光地を推薦する雑談観光地推薦タスクのデータセット構築を行い、ユーザ情報を抽出するアルゴリズムの検討を行った。

4) 複数モジュール間での連動プロトコルの設計およびシステム構築とその実証

当該プロトコルの設計を行い、ツールキットとして実装した。加えて、対話サービスの実証実験の場として、対話ロボットコンペティションを企画・運営した。参加者が効率的にシステム実装をできるよう、音声・マルチモーダル・言語処理のモジュールを提供するとともに、ロボットの人らしい動作を自動生成可能なミドルウェアを開発・配布した。企業と大学を交えた19チームがエントリーし、予備予選会では、ユーザや状況に合わせた対話システムを実現するための様々なアルゴリズムが競われた。

【計画研究】A03 班 行動決定モデル推定研究

人と社会的に共生する対話システムのための行動決定モデル基盤技術の確立(研究代表者:杉山 弘晃)

対話システムに自律的思考の存在を感じるには、対話システムが観測した事象や取り得る行動の価値を自律的に判断することが必要である。そして、人の社会的欲求を充足するためには、思考・行動の自律性に加え、対話システムに対する印象や人の価値判断モデルを推定する能力も必要となる。以上の点を踏まえ、本研究では以下の課題に取り組んでいる。

1) システムの価値判断モデルに基づいて一貫性のある発話生成を実現する技術の確立

日本語最大規模の深層学習に基づく対話システムを構築し、未知の事象(例:新型コロナウイルス・未知の小説等)に対しても、システム自身がそれまでに表出していた嗜好(価値判断)との一貫した発話を生成できることを確認した。また、発話生成時に参照すべき知識を自己判断するモデルを構築し、上記対話システムとの組み合わせを進めている。さらに、上記モデルを人の発話の予測に利用し、ある人に予測される反応が好ましいものとなるよう、システムが行うべき発話を決定するモデルを考案し、検証準備を進めている。

2) 発話履歴から人の価値判断モデルを推定する技術の確立

趣味についての雑談を高密度に収集したコーパスを収集し、上記大規模対話システムに適用することで、一般的な社会通念(ポライトネス)に配慮した形で人の趣味について聞き出しつつ雑談を行えることを確認している。また、相手の選好について少ないやり取りでより多くの情報を取得する対話ルールを導入することで、対話に相手を強く引き込めることを確認したとともに、人間が談話を理解する際の計算論的モデルの構築に取り組んだ。さらに、Dot-product attention モデルに基づいた人間の選択の過程のモデル化や人間の美的感覚のモデル化に基づく視線の制御アルゴリズムの開発を行っている。

3) 人・システム共生社会における人・システム間の関係認識

2か月間に渡る長期テキストチャットデータを収集し、その初期分析として、人間関係の進展に伴う対話の話題や対話行為の出現頻度、発話スタイルの変化を明らかにしている。また、趣味についての雑談のマルチモーダル対話データも収集し、人がどのように初対面で対話するのかの初期検討を行っている。さらに、3者間テキストチャットデータを収集し、3項関係での人間関係の深まりについて分析している。また、人の対話への期待度を制御する「猫かぶり対話ロボット」を提案し、コンセプトの検証を進めている。

【計画研究】A04 班 人間機械社会規範研究

対話知能システムの研究開発及び社会実装のための法社会規範の研究(研究代表者:新保 史生)

本研究では、対話メディアの社会実装で生ずる新たな事象への抜本的な対応と、社会的受容を目指す上で必須となる倫理・社会制度の新知見を提示し、その基礎となるロボット法概念の定立を目指している。具体的には、AI及びロボットに関する制度的課題の検討を国際的に展開するため、諸外国の研究者をはじめとするステークホルダーとの意見交換を行い、世界に先駆けたロボット法研究のイニシアティブ獲得に必要な礎の構築や、国際機関へのルール形成のための取り組みの必要性の提唱に取り組んでいる。当該ロボット法の具体的内容について、領域内の他の研究班との協働も含めてさらに展開可能な段階に至っており、以下の課題に取り組んでいる。

1) アンドロイドを社会に普及させるための検討事項についての調査・国内外での議論

初年度から国際ワークショップとして「対話ロボットの社会実装と法律問題に関するワークショップ」を開催し、アンドロイドを社会に普及させるために必要な検討事項について議論した。また、総務省の情報通信法学研究会 AI 分科会をはじめとする各府省庁における委員会や研究会、プライバシーコミッショナー会議(ICDPPC)におけるオンライン報告を行うとともに、特に EU の AI・ロボットに関する法規制の最新動向について調査した。

ステークホルダーとの意見交換については、日本科学未来館の協力を得て、Youtube ライブによるトークイベントを開催した。また、マルチメディア振興センターと共催のワークショップも開催した。

さらに、新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、実証実験の実施に伴う課題確認のための各計画班との連携及び検証によって得られた知見に基づく社会規範醸成のための検討が当初の予定通り進捗していない点に鑑み、対話知能学における自律型・遠隔ロボットを利用することで、当該感染症をはじめとするパンデミックの発生や、PHEIC(国際的に懸念される公衆衛生上の緊急事態)への対処も可能とすることを念頭に必要な社会規範の研究も付加的に実施、人間機械共生社会における社会規範醸成に必要な研究課題を明らかにできた。

2) 新たなルールの形成に向けた知見の提示・提言

対話ロボットの社会的受容に必須となる倫理・社会制度の新知見を提示し、新しい社会規範の原則をまとめたロボット法の確立を目指す上での成果については、総務省情報通信法学研究会 AI 分科会(令和元年度第1回)にて、AI・ロボット技術を含むエマージング・テクノロジー(新興技術)の活用を見据えて必要な対応を推進するための取り組みとして基本法を整備することの必要性を提唱する報告を行った。

領域内の他の研究班との協働として、例えば、ASD(自閉症スペクトラム、アスペルガー症候群)患者への臨床における研究に対応する法的課題の検討など、対話知能学における実証実験を実施する際に確認する事項を定める「対話知能学における法令遵守実施手順」の策定に着手するに至っている。

【公募研究】A01 対話継続関係維持研究グループ

ユーザへの重み感覚提示による対話継続手法の開発と検証(田中 文英)

当該手法の開発・検証を目的とする。具体的には、ロボット試作機を開発し、胴体内 2D 平面上を移動するタンクステン重りの移動制御方法について研究を進めた。実験参加者 18 名に計 36 パターンを体験してもらい、アンケートおよびヒアリングにより印象聴取を行った。続いて emotion-denoting terms との対応を調べていく詳細分析を実施し、感情や意図を表現する単語と上述の重み動きパターンとの対応関係を得て、重り移動方法についての設計指針を得た。

看護師の行動を規範とした高齢者向けアテンション維持ロボットの開発(野口 博史)

問題行動がある高齢患者の注意を引き続けることで、他の患者へのケア時間を確保するコミュニケーションロボット(アテンション維持ロボット)を開発するのを目的とする。その実現として注意引いて会話に入る挨拶動作と、注意を持続可能な傾聴機能の研究を行っている。2020 年度は、高齢者に向けた挨拶動作を計測し、そのデータの統計解析からの特徴抽出やターンテイキング予測とルールベースのトピック切り替え機能を持つ対話システムを構築し、アンケートによりその効果を確認した。

ターンテイキングの起源:発達認知神経科学的研究(開 一夫)

発達科学的手法と認知神経科学手法、先端計測技術を統合的に用いることで、ターンテイキングの発達の変遷を明らかにするのを目的とする。具体的には、モーションキャプチャ装置、高速度カメラといった先端計測技術を駆使することでヒトとヒト、ヒトと人工物かんの相互作用を精緻に計測し、行動レベルの研究だけではなく神経基盤も明らかにすることを目論んでいる。2020 年度は、Covid-19 感染拡大防止措置のため対面での実験室実験遂行を見直し、多人数遠隔会議における次話者同定のためのプロトタイプシステムを構築した。

楽しい雑談対話の要因解明のためのリアルな CG とのマルチモーダル対話システム構築(北岡 教英)

領域設定期間中に雑談の楽しさを生み出す要因は何かを、対話システムとの対話を通して明らかにするのを目的とする。そのために、中間評価までにリアルで人間と区別がつかないほどの CG エージェントとのマルチモーダル対話システムを構築する。この目標に向けて、これまでに 3D CG 少女を自然に動作させる表示システム、音声対話に足る人間に匹敵する自然で感情を込められる音声合成、映像に基づいたジェスチャ、視線や表情の認識、個人認証などを実装して一つのシステムとして動作させた。

ユーザに行動変容を促すマルチモーダル対話ロボットの研究(吉野 幸一郎)

当該ロボットの研究・開発を目的とする。具体的には、感情表現を用いた説得対話システムに関わる対話コーパスおよびデモを構築し、評価を行った。また、このコーパスの評価結果について査読付き国際会議に投稿を行い採録された。マルチモーダル end-to-end 対話制御の研究開発を行い、実際に end-to-end で学習した対話制御機構が既存のモジュラーベースのものと比較しても遜色のない性能を示すことを確認した。また、対話制御

機構に対して強化学習を適用する際の方策の再利用についての研究成果が、国際論文誌に掲載された。

快情動を誘発する身体的引き込み対話エージェント(渡邊 富夫)

当該エージェントの研究・開発を目的とする。具体的には、発話音声からコミュニケーション動作を自動生成する身体引き込み技術を基盤に、発話内単語の感情極性に基づき反応動作を行う身体引き込みキャラクタシステムや発話単語から抽出された画像が引き込み反応することで発話を促進するシステムを開発した。また自然な応答動作を生成するために、発話の間、話速等に基づいて適切な発話を促すシステムを構築している。これらのシステムを用いた実験により、発話促進効果等、話すと元気になる快情動によるインタラクション効果を検証している。

ベッドサイド見守り声掛けロボットのための対話システムの開発(大武 美保子)

高齢者のベッドサイドにおける転倒の防止や健康状態のモニタリングのために、ベッドサイドに設置する声掛けロボットの対話継続機能を向上する技術を提案するのを目的とする。そのために、ベッドサイド声掛けロボットに対する高齢者による応答と印象評価を行い、感染症拡大状況を鑑み、在宅で利用可能な対話ロボットシステムを開発し、利用評価した。応答と印象評価実験を通じて、対話継続機能を向上する方策が明らかとなる成果が得られ、結果は特集号論文として採択された。人とエージェントとのインタラクションにおける音声の役割に関するサーベイ論文が、高インパクトファクター論文誌 (ACM CSUR: IF7.99) へアクセプトされた。領域内連携によって、A01 計画班が開発する傾聴対話システムと研究代表者が開発するグループ会話支援ロボットとの連携に成功した。

精神科外来のための対人恐怖症患者への診察支援ロボットの開発(熊崎 博一)

開発した診察支援ロボットの効果を検証し、有用性を明らかにするのを目的とする。対人恐怖症患者にとって対面時に心地よく自然にインタラクションできるように、患者の感情をセンサー情報及び事前に収集した患者情報から推定するための診察支援ロボットを開発中である。現時点で、対人恐怖症者の頭部の動きに合わせてアンドロイドの頭部を動かす機能などアンドロイドの操作性向上のためのインタフェースを開発した。

対話ロボットにおける「社会的表出」の基盤技術の研究開発(石井 カルロス寿憲)

対話相手や状況に応じて話し方と振る舞い方を適切に変える「社会的表出」の数理モデルを考案し、そのモデルに基づいた人とエージェント・ロボットとのインタラクション生成の基盤技術を確立させるのを目的とする。2020年度では、複数人によるマルチモーダルな対話インタラクションデータの収集と解析を進め、ロボットのいくつかの利用場面において、相手や状況に応じた適切な表出とその効果を明らかにした。

【公募研究】 A02 対話理解生成研究グループ

実世界における知識獲得のための対話システムの構築(原田 達也)

エージェントが対話を通じて実環境中に存在する未知物体の情報を獲得・学習し、対話を継続可能にするシステムの構築を目的とする。それを実現するために、エージェント自身が知らない事実が何であるかを知る手法、適切な回答を得るために質問の意図を明確に回答者に伝える手法、ユーザの回答から質問内容に関連するキーワードを抽出する手法のプロトタイプを実現した。また、この成果を国際ワークショップで発表した。

接客訓練のための音声対話システム基盤技術の構築と評価(西崎 博光)

接客訓練のための音声対話システム基盤を構築し、接客訓練音声対話システムを用いた接客訓練の有用性を検証するのを目的とする。そのために、音声対話システムのプロトタイプシステムを構築し、簡単な評価実験を行った。また、対話システムの1つのモジュールとしてリアルタイム音声認識システムを開発した。現時点での成果として、接客経験者にシステムを使っていただいて有効性の検討を行うことによって、このシステムに一定の訓練効果があることが分かっている。

部分記号接地に基づくマルチモーダル対話基盤創成(長井 隆行)

部分記号接地モデルを構築し対話システムへ応用するのを目的とする。2020年度は、実際のモデルを提案・実装・評価した。それは、自己注意機構を用いた複数モダリティ分の事前学習モデルを、上位の Transformer によって統合するモデルである。これが、マルチモーダル表現学習やセンチメント分析において有効であることを確認した。特にセンチメント分析では、従来の SOTA を上回る性能を示した。

【公募研究】 A03 行動決定モデル推定研究グループ

周囲の人たちへの配慮を伴った公共場面でのロボットの行動デザイン(竹内 勇剛)

これまで取り組んできた接近・回避行動の生成モデルを拡張し、内部状態の推定関数と内部状態の時間的な変化の記述を行うのを目的とする。具体的には、内部状態の時間的な変化を生成するうえで、自身の内部状態の傾向を強化する傾向と、相手の内部状態の推定値に合わせて自身の内部状態を変化させる傾向をもつエージェントを実装し、シミュレーション実験を実施している。現時点の成果として、提案モデルにより内部状態の初期値と内部状態の変化のパラメータによって、相手の接近に対して距離を取る行動や、逆に相手の接近に応じて自身からも接近する行動が生成されることを確認している。

多様な個人と対話するモデルベース回想法のデザイン(森田 純哉)

記憶のシミュレーションモデルを組み入れた回想法支援システムに対話インタフェースを付与し、その効果を検討することを目的とする。R2 年度はベースとなるシステムを利用し、シミュレーションモデルのパラメータを操作したユーザ実験を、クラウドソーシング上で実施した。その結果、システムに組み入れるモデルパラメータの効用に関する知見が得られた。さらに、実験で得られた発話データを分析することで、対話行動の変化が検出され、目指すシステムの実現可能性が示された。

チャンネル権と内発的動機を持つテレビ共視ロボットによる対話知能の実現(岡 夏樹)

次の四点を目的とする。1)生の音からの音楽の選好形成、2)内発的動機に基づく行動、3)意図や欲求の推定、4)適切な主導権の交代。これら 4 機能を備えた音楽共同聴取ロボットを構築し、一般家庭での実証実験により、意図や欲求に基づく深い対話の実現にどこまで近づけたかを調べる。現時点では音楽の選好形成、および選択肢式対話の学習の予備実験を行い、主体性を持つ AI エージェントの社会的受容性を調査するに至っている。

あえて非論理的な発話を行うことによる対話継続の試み(松井 哲也)

あえて非論理的・不完全な発話を実装することによって、ユーザの対話システムとの対話継続意思を促進する手法を提案・実証するのを目的とする。これまでの成果として、理由を明示しない発話をするバーチャルエージェントのほうが、明示するエージェントよりもユーザの信頼と対話継続意思を誘発すること、またユーザの個物とカテゴリとを混同する傾向が、非論理的な発話をするロボットへの信頼感に影響を与えることなどを実験で示した。

ポライトネス理論に基づく親和性の高い対話システムの開発 -自然会話コーパスから-(片上 大輔)

社会言語学、語用論の知見をもとに、対話システム独自のポライトネス方略を体系化し、人間の心理に与える影響を検証するのを目的とする。そのために、AI と人間の共生のためのポライトネス理論のモデル化と異文化による違いに対応する対話と国際的評価検証を行った。現時点の成果として、アメリカ、日本における異文化による違いに対応する対話の影響を調査し、その成果において国内のシンポジウムにおいて受賞した。

【公募研究】 A04 人間機械社会規範研究グループ

根源的規約主義に基づく新たな対話規範および社会規範の追求(小山 虎)

対話知能システムと社会規範の関係を明らかにすることにより、人間と機械が共生する社会に求められる新しい社会規範の基盤を提供するのを目的とする。これまで、対話知能システムの開発研究、対話の規範、対話に関わる社会問題の交点である「発言権」に注目し、発言権を中心に据えた対話モデルの構築可能性について検討した。その成果として、発言権に基づく対話知能システムのレベル分け案が得られている。

AI の法的主体性(加藤 隆之)

AI に対する法的主体性や道徳的主体性が認められるかという点を明らかにするのを目的とする。具体的には、会社、河川、AI に対して法人格制度を含むいかなる法制度を採用するかについては、政策的な決断であり、法的には原理的な障壁のないこと、とはいえ、主に自律的 AI に対して法人格制度の採用が必然的なものでなく、現行法の改正や新法の制定によって対処可能か否かを第一義的に検討すべきこと、を論証する論文を発表した。

人 - ロボット共生社会に向けたジェンダー・ロボット社会倫理学の創造(野村 竜也)

ロボットに性別情報を付与することが期待される・忌避される応用領域の抽出および各領域でのステークホルダーごとの性別情報付与への期待・忌避、さらにはその影響要因の探索を中間的な目的としている。2020 年度は主にオンラインでの質問紙調査を行い、上記領域の大まかな抽出と、期待・忌避への性差および当該領域の所属職種の影響を見出している。

6 研究発表の状況

研究項目ごとに計画研究・公募研究の順で、本研究領域により得られた研究成果の発表の状況（主な雑誌論文、学会発表、書籍、産業財産権、ホームページ、主催シンポジウム、一般向けのアウトリーチ活動等の状況。令和3年6月末までに掲載等が確定しているものに限る。）について、具体的かつ簡潔に5頁以内で記述すること。なお、雑誌論文の記述に当たっては、新しいものから順に発表年次をさかのぼり、研究代表者（発表当時、以下同様。）には二重下線、研究分担者には一重下線、corresponding author には左に*印を付すこと。

【計画研究】

A01 班 対話継続関係維持研究グループ

人間との対話継続及び関係構築のための対話知能システム(研究代表者:河原 達也)

- [1] 論文: T. Nishio, Y. Yoshikawa, K. Sakai, T. Iio, M. Chiba, T. Asami, Y. Isoda, H. Ishiguro. The Effects of Physically Embodied Multiple Conversation Robots on the Elderly. *Frontiers in Robotics and AI*, Vo. 8, 2020.
- [2] 解説論文: 井上昂治, 河原達也. アンドロイドを用いた音声対話研究. *日本音響学会誌*, Vol.76, No.4, pp.236-243, 2020.
- [3] 論文: Takamasa Iio, Yuichiro Yoshikawa, Mariko Chiba, Taichi Asami, Yoshinori Isoda, Hiroshi Ishiguro. Twin-Robot Dialogue System with Robustness against Speech Recognition Failure in Human-Robot Dialogue with Elderly People. *Applied Sciences*, 2020.
- [4] 学会発表: T. Kawahara, K. Jokinen. Spoken Dialogue for Social Robot. *INTERSPEECH Tutorial*, 2020.
- [5] 学会発表: J. Nakanishi, J. Baba, I. Kuramoto, K. Ogawa, Y. Yoshikawa, H. Ishiguro. Smart Speaker vs. Social Robot in a Case of Hotel Room. *IROS*, 2020.
- [6] 学会発表: K. Inoue, D. Lala, K. Yamamoto, S. Nakamura, K. Takanashi, T. Kawahara. An attentive listening system with android ERICA: Comparison of autonomous and WOZ interactions, *SIGDIAL*, 2020.
- [7] 学会発表: T. Kawahara. Spoken Dialogue Processing for Multimodal Human-Robot Interaction. *ICMI Tutorial*, 2019.

A02 班 対話理解生成研究グループ

モジュール運動に基づく対話システム基盤技術の構築(研究代表者:東中 竜一郎)

- [8] 書籍: 東中竜一郎, 『AI の雑談力』, KADOKAWA, 2021.
- [9] 書籍: 東中竜一郎, 稲葉通将, 水上雅博, 『Python で作る対話システム』, オーム社, 2020.
- [10] 論文: Shun Katada, Shogo Okada, Yuki Hirano, Kazunori Komatani, Is She Truly Enjoying the Conversation?: Analysis of Physiological Signals toward Adaptive Dialogue Systems. *Proc. of International Conference on Multimodal Interaction (ICMI)*, pp. 315-323, 2020.
- [11] 論文: W. An, S. Yu, Y. Makihara, X. Wu, C. Xu, Y. Yu, R. Liao, Y. Yagi, Performance Evaluation of Model-based Gait on Multi-view Very Large Population Database with Pose Sequences, *IEEE Trans. on Biometrics, Behavior, and Identity Science*, Vol. 2, No. 4, pp. 421-430, Oct. 2020 (Published online: 13 July 2020).
- [12] 論文: Carlos Toshinori Ishi, Ryusuke Mikata, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Online processing for speech-driven gesture motion generation in android robots, *Proc. of 2019 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, pp. 508- 514, 2019.
- [13] 主催シンポジウム: 対話ロボットコンペティション
(ホームページ: <https://sites.google.com/view/crobotcompetition>)
- [14] 解説記事: 東中竜一郎, 港隆史, 境くりま, 船山智, 長井隆行, 西崎博光, 「対話ロボットコンペティションにおける音声対話システム構築」, *日本音響学会誌* 77 卷 8 号, 2021. (依頼原稿).

A03 班 行動決定モデル推定研究グループ

人と社会的に共生する対話システムのための行動決定モデル基盤技術の確立(研究代表者:杉山 弘晃)

- [15] 論文: T. Uchida, N. Lair, H. Ishiguro, P. Ford Dominey, A Model of Online Temporal-Spatial Integration for Immediacy and Overrule in Discourse Comprehension, *Neurobiology of Language*, Vol. 2, pp. 83-105, 2021.

- [16] 論文: T. Uchida, T. Minato, Y. Nakamura, Y. Yoshikawa, H. Ishiguro, Female-Type Android's Drive to Quickly Understand a User's Concept of Preferences Stimulates Dialogue Satisfaction: Dialogue Strategies for Modeling User's Concept of Preferences, International Journal of Social Robotics, 2020.
- [17] 論文: Y. Nishimura, Y. Nakamura, H. Ishiguro, Human interaction behavior modeling using Generative Adversarial Networks, Neural Networks, Vol. 132, pp. 521-431, 2020.
- [18] 論文: M. Li, Y. Nakamura, H. Ishiguro, Choice modeling using dot-product attention mechanism, Artificial Life and Robotics, Vol. 26, pp. 116-121, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10015-020-00638-y>
- [19] 学会発表: 杉山弘晃, 成松宏美, 水上雅博, 有本庸浩, 千葉祐弥, 目黒豊美, 中嶋秀治, Transformer encoder-decoder モデルによる趣味雑談システムの構築, 人工知能学会 言語・音声理解と対話処理研究会 (SLUD) 第 90 回研究会, 2020 (対話システムライブコンペティション 3 最優秀賞).
- [20] 学会発表: 杉山弘晃, 成松宏美, 水上雅博, 有本庸浩, 自然な流れに沿って対話を進めるアジェンダベース雑談対話システム, 第 10 回対話システムシンポジウム, 2019 (対話システムライブコンペティション 2 優秀賞).
- [21] 学会発表: H. Narimatsu, H. Sugiyama, M. Mizukami, T. Arimoto, Rationale for Using Chat-Oriented Dialogue System's Experience to Convey Empathy, The Sixth Linguistic and Cognitive Approaches to Dialog Agents, 202, 1 (Best Social Paper Award).

A04 班 人間機械社会規範研究グループ

対話知能システムの研究開発及び社会実装のための法社会規範の研究(研究代表者:新保 史生)

- [22] 論文: 新保史生, AI原則は機能するか? -非拘束的原則から普遍的原則への道筋-, 情報通信政策研究, 3 (2), 2020.
- [23] 論文: 新保史生, AI による自治体の業務改革と行政サービスの充実に向けた検討のあり方, 自治体法務研究, 62, 2020.
- [24] 論文: Fumio Shimpo, Legal Accountability Issues Related to the Utilisation of Life-Logs, WMSCI 2020 - 24th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceeding, 2020.
- [25] 論文: 原田伸一郎, バーチャル YouTuber の人格権・著作者人格権・実演家人格権, 静岡大学情報学研究, 26, 2021.
- [26] 論文: 長島光一, 法の可視化と情報の伝達のための法教育——学生の創造性を発揮するためのメディアの活用, 情報処理センター年報(帝京大学), 22, 2020.
- [27] 【主催シンポジウム】 新保史生, 石黒浩, 加藤隆之, 原田伸一郎, 長島 光一, 対話知能システムの研究開発及び社会実装のための法社会規範の研究, 情報ネットワーク法学会 第20回研究大会, 2020.
- [28] 【主催シンポジウム】 呉羽真, 日本人とロボット——テクノアニミズム論への批判, 京都生命倫理研究会 2020 年度 3 月例会, 2021.

【公募研究】

A01 対話継続関係維持研究グループ

ユーザへの重み感覚提示による対話継続手法の開発と検証(田中 文英)

- [29] 学会発表: Y. Noguchi, F. Tanaka, OMOY: A Handheld Robotic Gadget that Shifts its Weight to Express Emotions and Intentions, 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2020.
- [30] 学会発表: 野口洋平, 田中文英, 体重移動により感情や意図を表出するハンドヘルド型コミュニケーションロボット OMOY, 第 34 回人工知能学会全国大会, 2020.

看護師の行動を規範とした高齢者向けアテンション維持ロボットの開発(野口 博史)

- [31] 論文: 中山絵美子, 高橋聡明, 北村言, 野口博史, 仲上豪二郎, 桑田美代子, 四垂美保, 真田弘美, 介護保険病床を有する病院スタッフから見た認知症症状を有する患者へのコミュニケーションロボットの導入・継続に成功した要因, 看護理工学会誌, 7, 116-129, 2020.
- [32] 論文: Yuiko Koyano, Hiroshi Noguchi, Hiromi Sanada, Can the use of a human-shaped communication

robot enhance motivation for inpatient rehabilitation?, Journal of Nursing Science and Engineering, 7, 170-176, 2020.

ターンテイキングの起源: 発達認知神経科学的研究(開 一夫)

- [33] 論文: Alimardani, M., Kemmeren, L., Okumura, K., Hiraki, K., Robot-Assisted Mindfulness Practice: Analysis of Neurophysiological Responses and Affective State Change, Human-Computer Interaction, 2020.
- [34] 論文: Alimardani, M., Hiraki, K., Passive Brain-Computer Interfaces for Enhanced Human-Robot Interaction, Frontiers in Robotics and AI-Computational Intelligence in Robotics, 7(125), 1-12, 2020.
- [35] 論文: Keshmiri, S., Alimardani, M., Shiomi, M., Sumioka, H., Ishiguro, H., Hiraki, K., Higher Hypnotic Suggestibility Is Associated with the Lower EEG Signal Variability in Theta, Alpha, and Beta Frequency Bands, Plos One, 15(4): e0230853, 1-20, 2020

楽しい雑談対話の要因解明のためのリアルな CG とのマルチモーダル対話システム構築(北岡 教英)

- [36] 論文: Norihide Kitaoka; Bohan Chen; Yuya Obashi, Dynamic out-of-vocabulary word registration to language model for speech recognition, EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing, 2021, 1-8, 2021.
- [37] 論文: Jiahao Chen, Ryota Nishimura, Norihide Kitaoka, End-to-End Recognition of Streaming Japanese Speech Using CTC and Local Attention, APSIPA Transactions on Signal and Information Processing, 9(e25), 1-7, 2020.

ユーザに行動変容を促すマルチモーダル対話ロボットの研究(吉野 幸一郎)

- [38] 論文: The Tung Nguyen, Koichiro Yoshino, Sakriani Sakti and Satoshi Nakamura, Policy Reuse for Dialog Management Using Action-Relation Probability, IEEE Access, 8, 159639 - 159649, 2020.
- [39] 論文: Sara Asai, Koichiro Yoshino, Seitaro Shinagawa, Sakriani Sakti and Satoshi Nakamura, Emotional Speech Corpus for Persuasive Dialogue System, Proceedings of 12th edition of the Language Resources and Evaluation Conference (LREC), 491-497, 2020.

快情動を誘発する身体的引き込み対話エージェント(渡邊 富夫)

- [40] 論文: IriniGiannopulu, Aude Etournaud, Kazunori Terada, Mari Velonaki and Tomio Watanabe, Ordered interpersonal synchronization in ASD children via robots, Scientific Reports (Q1), 10, 1-10, 2020.
- [41] 論文: 西田 麻希子, 石井 裕, 渡邊 富夫, 発話単語のネガティブ極性に対して遅延音声相槌を行う音声駆動型身体引き込みキャラクタシステム, 日本機械学会論文集, 87 (897), 20-00104, 2021.

ベッドサイド見守り声掛けロボットのための対話システムの開発(大武 美保子)

- [42] 論文: Tokunaga S., Otake-Matsuura M., Development of a Dialogue Robot Bono-06 for Cognitive Training of Older Adults, Gerontechnology, 19(0), 1-1, 2020.
- [43] 論文: Tokunaga S., Tamura K., Otake-Matsuura M., Performance Evaluation of Text-Oriented Artificial Chat Operation System (TACOS), Lecture Notes in Computer Science, 12199, 93-104, 2020.
- [44] 論文: Miyake N., Kumagai K., Tokunaga S., Otake-Matsuura M., Towards Practical Use of Bedside Sensing/Voice-Calling System for Preventing Falls, Lecture Notes in Computer Science, 12198, 569-580, 2020.

精神科外来のための対人恐怖症患者への診察支援ロボットの開発(熊崎 博一)

- [45] 論文: Kumazaki H., Muramatsu T, Yoshikawa Y, Kato AT, Ishiguro H, Kikuchi M, Mimura M., Use of a Tele-operated Robot to Increase Sociability in Individuals with Autism Spectrum Disorder Who Display Hikikomori., Asian Journal of Psychiatry, 2021;57:102588.
- [46] 論文: Kumazaki H., Muramatsu H, Yoshikawa Y, Haraguchi H, Sono T, Matsumoto Y, Ishiguro H, Kikuchi

M, Sumiyoshi T, Mimura M. , Enhancing Communication Skills of Individuals with Autism Spectrum Disorders While Maintaining Social Distancing Using Two Tele-Operated Robots. , Frontiers in Psychiatry., 11, 2021.

対話ロボットにおける「社会的表出」の基盤技術の研究開発(石井 カルロス寿憲)

- [47] 論文: C.T. Ishi, R. Mikata, H. Ishiguro , Person-directed pointing gestures and inter-personal relationship: Expression of politeness to friendliness by android robots, IEEE Robotics and Automation Letters , 5(4), 6081-6088, 2020.
- [48] 論文: C.A. Ajibo, C.T. Ishi, R. Mikata, C. Liu & H. Ishiguro, Analysis of body gestures in anger expression and evaluation in android robot, Advanced Robotics, 34(24), 1581-1590, 2020.
- [49] 学会発表: J. Shi, C. Liu, C.T. Ishi, H. Ishiguro, 3D Skeletal Movement Enhanced Emotion Recognition Network, Proc. of APSIPA Annual Summit and Conference 2020, 1060-1066, 2020.

A02 対話理解生成研究グループ

実世界における知識獲得のための対話システムの構築(原田 達也)

- [50] 論文: Sho Maeoki, Kohei Uehara, Tatsuya Harada, Interactive Video Retrieval with Dialog, Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops, 4091-4099, 2020.
- [51] 論文: Kohei Uehara and Tatsuya Harada, Unsupervised Keyword Extraction for Full-sentence VQA, Proceedings of the First International Workshop on Natural Language Processing Beyond Text, 51-59, 2020.

接客訓練のための音声対話システム基盤技術の構築と評価(西崎 博光)

- [52] 論文: Y. Wang, C. S. Leow, H. Nishizaki, A. Kobayashi, T. Utsuro, "ExKaldi: A Python-Based Extension Tool of Kaldi," Proceedings of the 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics, 470-473, 2020.
- [53] 論文: Y. Sano, C. S. Leow, S. Iida, T. Utsuro, J. Hoshino, A. Kobayashi, H. Nishizaki, Spoken Dialog Training System for Customer Service Improvement, Proceedings of the 12th Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference, 403-408, 2020.

部分記号接地に基づくマルチモーダル対話基盤創成(長井 隆行)

- [54] 学会発表: 久良木 優太, 宮澤 和貴, 青木 達哉, 堀井 隆斗, 長井 隆行, Cross-modal BERT : Self-Attention によるマルチモーダル情報表現の獲得と相互予測, 人工知能学会全国大会, 2020.
- [55] 学会発表: 宮澤 和貴, 青木 達哉, 堀井 隆斗, 長井 隆行, Self-Attention による物体概念の形成, 第38回日本ロボット学会学術講演会, 2020.

A03 行動決定モデル推定研究グループ

周囲の人たちへの配慮を伴った公共場面でのロボットの行動デザイン(竹内 勇剛)

- [56] 論文: Sakamoto, T., Sudo, A., & Takeuchi, Y.: Investigation of Model for Initial Phase of Communication: Analysis of Humans Interaction by Robot, ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI), Vol.10, No.2, pp.1-27, 2021.
- [57] 論文: Sakamoto, T., & Takeuchi, Y.: Classification and Prospects for HAI Research Based on a Tentative Framework, Proceedings of the 8th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI2020), pp.157-162, 2020.

多様な個人と対話するモデルベース回想法のデザイン(森田 純哉)

- [58] 論文: Y. Kano and J. Morita, The Effect of Experience and Embodiment on Empathetic Behavior toward Virtual Agents, HAI'20 Proceedings of the 8th International Conference on Human-Agent Interaction, 112-

120, 2020.

- [59] 論文: K. Nagashima, J. Morita, and Y. Takeuchi, Modeling intrinsic motivation in ACT-R: Focusing on the relation between pattern matching and intellectual curiosity, Proceedings of the 18th International Conference on Cognitive Modeling, 167-173, 2020.
- [60] 論文: K. Itabashi, J. Morita, T. Hirayama, K. Mase, and K. Yamada, Interactive Model-based Reminiscence Using a Cognitive Model and Physiological Indices, Proceedings of the 18th International Conference on Cognitive Modeling, 93-99, 2020.

チャンネル権と内発的動機を持つテレビ共視ロボットによる対話知能の実現(岡 夏樹)

- [61] 論文: 市川淳, 光國和宏, 堀紫, 池野湧太, アレクサンドルルブロン, 河本徹和, 西崎友規子, 岡夏樹, 性格に着目した子どもと対話型スピーカーのインタラクションに関する検討, 日本感性工学会論文誌, 19(2), 173-179, 2020.
- [62] 論文: 高橋ともみ, 田中一品, 小林賢一郎, 岡夏樹, 対話エージェントの合成音声への視覚的/音楽的感情表現付与による人間らしさの強化, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 22 (3), pp. 305-316, 2020.

あえて非論理的な発話を行うことによる対話継続の試み(松井 哲也)

- [63] 学会発表: Tetsuya Matsui, Iori Tani, Kazuto Sasai, Yukio-Pegio Gunji, Dialogue Breakdown and Confusion between Elements and Category, ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 2021.

ポライトネス理論に基づく親和性の高い対話システムの開発 -自然会話コーパスから-(片上 大輔)

- [64] 学会発表: T. Miyamoto, D. Katagami, M. Usami, A politeness control method for conversational agents considering social relationships with users, JSAI2020, 2020.
- [65] 学会発表: 片上大輔, 山本隆太郎, 宮本友樹, 宇佐美まゆみ, 対話型擬人化エージェントの言語的配慮に対する受容性の異文化比較に関する研究 -クラウドソーシングによる大規模印象調査-, HAI シンポジウム 2021, 2021.

A04 人間機械社会規範研究グループ

根源的規約主義に基づく新たな対話規範および社会規範の追求(小山 虎)

- [66] 学会発表: 小山虎, 笠木雅史, 社会ロボットのプライバシー保護:哲学的分析に基づく課題の明確化, 第38回日本ロボット学会学術講演会, 2020.

AIの法的主体性(加藤 隆之)

- [67] 論文: 加藤隆之, AI, 自律性, 法人格—序章的考察, 法学新報, 127 卷 7・8 号, 187-222, 2021.
- [68] 論文: Takayuki Kato, Reflections on the GDPR Adequacy Assessment and Strategy of Japan: For the Enhancement of Transborder Data Flows, GLOBAL PRIVACY LAW REVIEW, Volume 1, Issue 3, 156-163, 2020.

人 - ロボット共生社会に向けたジェンダー・ロボット社会倫理学の創造(野村 竜也)

- [69] 論文: T. Nomura, M. Tanaka., Experiences, Knowledge of Functions, and Social Acceptance of Robots: An Exploratory Case Study Focusing on Japan, AI & Society, 2021.
- [70] 学会発表: 野村竜也, 鈴木公啓, ロボットの容姿に求めるジェンダーとタスク・役割との関連, HAI シンポジウム 2021, 2021.

7 研究組織の連携体制

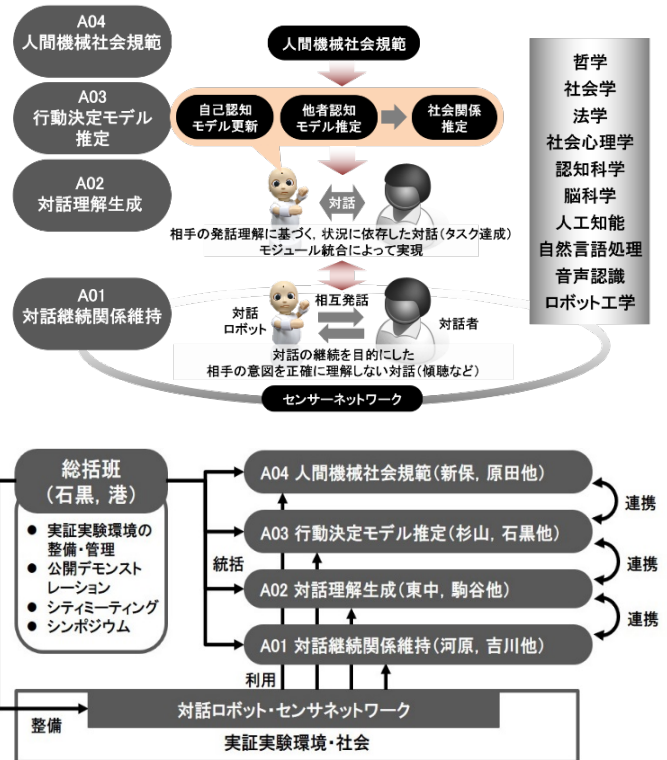
研究領域全体を通じ、本研究領域内の研究項目間、計画研究及び公募研究間の連携体制について、図表などを用いて具体的かつ簡潔に1頁以内で記述すること。

① 研究項目間の連携体制

本研究領域が目指すのは、現在の道具に囲まれた世界を、機械と共生する世界に変えるということである。そのためには、従来の縦割りの研究分野を再編する必要がある。本研究領域全体では、従来の縦型機能分化に基づく研究分野を排し、右図に示すように、対話のレベルに応じ、状況や目的別に必要となる機能、対話レベルの階層に基づいた新たな複数の横断的分野を設定している。

上記の横断的研究体制を実現するため、技術開発を推進する研究計画A01～A03班では対話の状況・目的ごとに分かれた研究項目を設定しており、それぞれの班に様々な専門家が研究分担者、協力者、公募班の研究代表者として参画しており、知見や情報を互いに共有、応用できる体制になっている。各研究参画者は、班会議、シンポジウム、領域全体会議で情報交換を行うことができるよう、計画研究班の研究代表者がオーガナイズしていく体制になっている。

具体的連携の様子を左図に示す。例えば、A02班が中心となって対話ロボットコンペティションの企画運営を行っているが、そこで使用するアンドロイドはA01班、A03班から提供されている。また、コロナ禍で開発した遠隔対話実験システムの開発は、A01班とA02班が連携して行った。このように一つの実証実験や新規開発に各班が連携して取り組む体制ができています。また、人間機械社会規範を担当するA04班は、実証実験を通して、意図や欲求を持つロボットの人々への影響を研究するとともに、ロボット共生社会における社会規範を提案する研究を行う。これは、A01～A03班のすべての研究に関連するため、タウンミーティング(オンライン)などの公開イベントを通して各班のメンバと議論する機会を設けている。

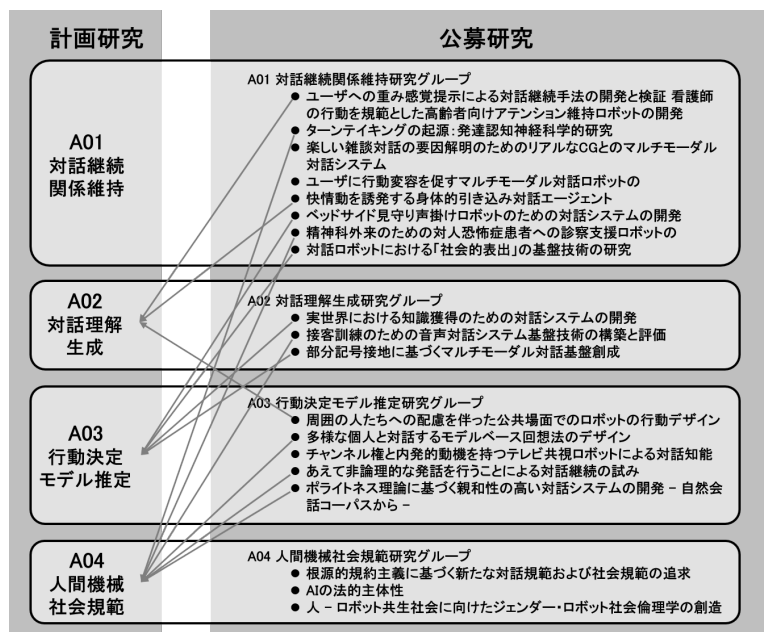


② 計画研究及び公募研究間の連携体制

公募研究は、各計画班の研究項目ごとに募集しており、公募班の研究代表者は計画研究班代表者と密に連絡を取り合いつつ研究を推進している。情報共有は班内のワーキンググループや班内ミーティングへの参加を通して行っている。

すでに計画班と公募班が連携を行っている班もあるが、公募研究は研究開始から1年が経過したところであるため、継続の可能性を視野に入れつつ、今後本格的な連携を図っていく。具体的には各自の持つ知見、経験、データ、実験設備、モジュール等の相互活用を進める。

また、公募研究は右図に示すように2つの計画班に関連する研究も多くある。今後は班内の連携だけでなく領域代表と計画研究班代表のリーダーシップの下、班を越えた連携を図り、領域全体の共同研究を活性化させる。



8 若手研究者の育成に係る取組状況

研究領域全体を通じ、本研究領域の研究遂行に携わった若手研究者（令和3年3月末現在で39歳以下、研究協力者やポスドク、途中で追加・削除した者を含む。）の育成に係る取組状況について、具体的かつ簡潔に1頁以内で記述すること。

本研究領域の研究遂行に携わった若手研究者の育成に係る取組状況

本領域では若手研究者38名、ポスドク10名、RA17名が本研究領域の研究遂行に携わった。

【若手研究への研究費の使用状況】

新学術の予算を用いて、ワークステーション本体・ワークステーションへのGPUの増設・既存GPUサーバへのストレージ増設、GPU計算機の購入など若手研究者の研究設備改善に努めた。また、若手メンバが主体となって行っている研究のために、対話コーパスの収集、クラウド計算機上での大規模モデル構築、研究開発に必要な計算機およびGPUボックス、クラウド計算機の利用、旅費、オンライン調査費用などに予算を使用した。さらに、若手が行う認知症患者の認知機能向上に向けた実証実験にも使用した。研究協力者一人当たり50万円程度の研究費援助を行った公募班もある。

【受賞など】

研究に専念してもらうことで実証実験を実施運営なども行い、国際会議での発表、論文の採択、特集号への推薦などを得た。また、国際会議では、HAIシンポジウムなどで、Impressive Long-paper Award, Student Encouragement Award, Impressive Short-paper Award, best paper awardを受賞した。国内会議では、ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム優秀発表賞、電子情報通信学会HCS研究会賞、日本音響学会栗屋潔学術奨励賞などを受賞した。その他、国際・国内コンペティション、国際WSなどで受賞もしている。他に特筆すべきこととしては、日本学術振興会特別研究員への採択(2件)、関連研究の科研費(若手)の採択、Microsoft Research Asia との共同研究プロジェクト(D-CORE 2021)への採択があげられる。

【進学, 昇進, ポストの獲得】

本領域研究にかかわる学生の多くが博士課程後期へ進学するか、進学予定になっている。また、本領域研究にかかわる若手研究員は次のような昇進、ポストの獲得があった。

特任助教のポスト獲得(1名)、学術研究員から特任助教への昇進(1名)、任期付き助教から講師への昇進(1名)、専任講師への昇進(3名)、博士学位を取得して企業研究所へ就職(1名)

若手育成に関する最も重要な取り組みは、実証実験である。若手が中心となって実証実験に取り組むことにより、若手は自ら新たな問題を発見できると共に、共に実証実験に取り組む関連分野の研究者と繋がりを持てるようになる。そうした繋がりから多様な共同研究が生まれ、若手の視野も広がっていく。

現在のコロナ禍により、実証実験の活動は控えめになっているが、コロナ禍後は、より活発に実証実験に取り組み、その取り組みを通して若手を育成していく。

9 研究費の使用状況・計画

研究領域全体を通じ、研究費の使用状況や今後の使用計画、研究費の効果的使用の工夫、設備等（本研究領域内で共用する設備・装置の購入・開発・運用、実験資料・資材の提供など）の活用状況について、総括班研究課題の活動状況と併せて具体的かつ簡潔に1頁以内で記述すること。

① 研究費の使用状況

初年度に予算に関する大幅な計画変更があった。当初は統括班が実証実験を実施しながら、計画班や公募班の連携を図ったり、若手研究者を育成したり、新たな問題発見を行う役割を持っていた。しかし、領域研究の推進に当たり、総括班において行う実証実験が当初の想定を超えて研究活動として、実証実験システムを用いたデータの収集、得られたデータの解析、解析に基づく人間のロボットに対する反応の理解、そしてそれに基づく実証実験システムのさらなる改良を実施する必要性が生じたため、実際に研究を行わない組織である総括班の下では遂行が難しいことが判明した。そのため、実証実験に関わる研究者雇用費を、総括班から計画研究 A02 及び A03 に移し、計画研究 A02 では、対話に関する実証実験システムを用いたデータの収集、得られた対話データの解析、対話データ解析に基づく人間のロボットに対する反応の理解、それに基づく実証実験システムのさらなる改良を行うこととした。また、A03 では行動決定モデルに関する実証実験システムを用いたデータの収集、得られたデータの解析、データ解析に基づく人間とロボットの行動決定モデルの理解、それに基づく実証実験システムのさらなる改良を行うこととした。

領域全体の研究費の主な使用用途は、実証実験用設備の整備、研究員・研究補助員の雇用、ロボット (CommU)、データの蓄積のためのファイルサーバ、モデル学習のための計算サーバ、GPU サーバ、デモ用ノート PC の購入、対話データ収集およびその整備、ソフトウェア開発、研究環境の整備、対話コーパスの収集などである。新型コロナウイルスの影響で予定していた実証実験、学会出張、対面型の意見交換会がなくなり多くの班で繰越が行われた。繰越さなかった分については、クラウドソーシングを利用した被験者実験、データ収集、データの整備に使用した。

② 今後の使用計画

新型コロナウイルス感染症の影響で予定していた実証実験が遅れている。今後はこのコロナ禍でどのように実証実験に取り組むかが課題となっている。総括班では遠隔でも実証実験を進められる実験環境 (ヴァーチャルロボット等) の整備と強化に努める。計画班 A01～A03 では、実証実験をオンライン、VR で実施する方法を模索しつつ、新たな研究員を雇用し、これまでに構築した大規模データセットを用いた要素技術の研究開発、要素技術の研究開発に必要な個別のデータセットの構築およびアノテーションに使用する。計画班 A04 では、コロナ禍で実施できなかった国際会議を積極的に行っていくため、オンライン会議システムの環境整備、ワークショップ取りまとめの研究員の雇用などを進めていく。

③ 研究費の効果的使用の工夫

上記でも述べた通り、コロナ禍でも実施できる実証実験用のロボットやシステムの整備を強化していく。具体的な内容は「10 今後の研究領域の推進方策」で説明する。

④ 設備等の活用状況

新型コロナウイルス感染拡大に伴う緊急事態宣言により、2020 年度は計画していた実証実験が幾らか延期したため、総括班で整備した以下の設備の活用頻度はやや低い状態になっている。

- ・ 日本科学未来館研究棟内の実験室およびミーティング室:ミーティングやプログラム開発などで使用しているが、使用予定の実験が新型コロナウイルス感染症対策で延期になったため、本格的な実証実験は行っていない。また、常駐している研究者はいない。
- ・ ららぽーと EXPOCITY 内 EXPOCITY LAB :コロナ禍でも人が多く訪れる場所であり、自律対話ロボットの実証実験フードコート内の料理推薦や複数の自律対話ロボットによる対話継続効果の検証等の実証実験を実施することができた。またその他の研究のために比較的頻繁に利用している。
- ・ アンドロイドをコンペティション形式の実証実験で共同利用した。
- ・ CommU: A01 班の実証実験で使用、A03 班の実験に貸し出すなど頻繁に利用した。

10 今後の研究領域の推進方策

研究領域全体を通じ、今後の本研究領域の推進方策について、「革新的・創造的な学術研究の発展」の観点から、具体的かつ簡潔に2頁以内で記述すること。なお、記述に当たっては、今後公募する公募研究の役割を明確にすること。また、研究推進上の問題点がある場合や、国際的なネットワークの構築等の取組を行う場合は、その対応策や計画についても記述すること。

今後の研究推進において重要なのは、実証実験を進めることである。コロナ禍においても実験が進められるよう、バーチャルリアリティ空間において、CGのロボットを用いて対話実験が進められるようにする。また、Zoomなどの遠隔対話システムと、自律対話アンドロイドを組み合わせ、どこからでもアンドロイドを用いた対話実験が進められるようにする。もちろん、コロナウイルスの感染拡大が落ち着き次第通常の実証実験を再開するが、効率的な実証実験推進のために、開発した2つのシステム(下記で説明)を併用し、研究を加速させる。さらに、市民とのミーティングも2021年度は来場型とオンライン型を組み合わせより活発に取り組んで行く。

① 今後の本研究領域の推進方策

【本研究領域の達成目標】

本新学術領域では、本研究領域全体の達成目標として、ERATOの成果(プロトタイプ)を基に、次世代の知能システムを実現する新たな学術分野を創成することを掲げている。ERATOでは、非常に限られた目的や状況における対話しか実現できていなかったが、本領域では実証実験を通して、より一般的な目的や状況に発展させ、意図や欲求を持つ知能システムの原理に迫ると共に、そのようなシステムを受け入れるための社会規範を提案する。5年間での具体的なシステム開発達成目標として、以下の目標を掲げている。3年目の目標については、先の研究成果等で述べたように、概ねその目標を達成することができた。

対話知能システムの開発(3年目)

状況の限られた実証実験の場において、利用者の意図・欲求と自らの意図・欲求をすり合わせながら(認知モデル相互理解)、提供するサービスに関してユーザの発話内容を正確に理解し、返答するとともに(対話生成理解)、破綻無く対話を続けられる(対話継続関係維持)システムを開発する。

対話知能システムの開発(5年目)

実証実験の場において、多様な利用者との社会関係を理解しながら、(認知モデル相互理解)、ユーザと一般的話題について対話し(対話生成理解)、外乱があっても破綻無く対話を続けられる(対話継続関係維持)システムを開発する。

【目標達成のためのコロナ禍対策】

3年目の現在、実験設備の整備、システムの構築、データ収集などは概ね予定通りに進んでいるが、コロナ禍で実証実験が制限されている。上記で述べた通り本領域の目標を達成するためには実証実験は欠かせない。そのため今後の研究推進において重要なのは、コロナ禍においても実験が進められるようにすることである。通常の実証実験に加え、バーチャルリアリティ空間においても、CGのロボットを用いて対話実験を進める。また、Zoomなどの遠隔対話システムと、自律対話アンドロイドを組み合わせ、どこからでもアンドロイドを用いた対話実験が進められるようにする。具体的な方策として以下にCGのロボット CommU-Talk と遠隔対話実験システムを説明する。これは既に開発してきたものであるが、さらなる改良を重ね、使いやすく、多様な実験が行えるようにする。

CommU-Talk

総括班とA01班では、コロナ禍での対話手段の代替として半自律社会的CGアバタールーム(CommU-Talk)の開発に取り組んでおり、2021年3月の領域会議において、提供を開始することを報告し、共同研究を呼びかけた。CommU-Talkは、社会的対話ロボットCommUをアバターとして使用して対話できるオンライン会議システムであり、ヘッドセットあるいはWeb会議用マイクスピーカーとインターネットに接続されたノートPC等の端末があれば、WebブラウザでCommU-Talkの対話ルームへのURLにアクセスするだけで、対話に参加できる。対話ルームでは、話している人のアバターがその人の声に合わせて手振りをするとともに、残りのアバターが話者アバターを注視したり、頷いたりすることで、バーチャル空間でありながら、対話感・同室感を持ちながら対話できることが期待できる。必要とする研究者間でソースコードを共有しながら、さらなる機能拡張や

実証実験環境の整備を進めていく。

遠隔対話実験システム

昨今のコロナ禍においては、ロボットとのインタラクションを遠隔で行う必要も生じてきた。このような状況では、

- ・ 被験者は、特別なシステムを用意することなく、Web ブラウザ等でロボットとの対話を体験できることが望ましい。
- ・ ロボットの開発者(実験者)にとっては、自身で準備したハードウェアを用いて開発したシステムを動作させ、ロボットは遠隔で操作できることが望ましい。

そこで総括班の取り組みとして、上記の要望を満たす遠隔対話実験システムの構築を支援した。具体的には、Web ブラウザベースで、ロボット、システム開発者、被験者の3拠点でビデオ通信・制御指令通信が可能な遠隔実験システムを構築した。通信はすべて WebRTC を用いて実装することで、Web ブラウザ上で映像・音声のやり取りを実現する。被験者は指定した URL にブラウザでアクセスするだけで実験に参加してすることができ、ウェブブラウザ上に表示されたロボットの映像を見ながらロボットと対話することができる。システム開発者の手元にあるロボット制御システムは、Web アプリを介して取得される被験者の音声や映像に基づいて、ロボットの制御信号を生成し、Web アプリを介してロボットを制御する。ロボットが動作している様子は Web ブラウザ上で確認することができる。

また、このシステムは、所属の異なる複数の研究者が参画するプロジェクトにおいて、1台のロボットを共有する場合に適した仕様になっている。開発したロボットシステムのテストを遠隔で行ったり、開発したロボットを用いた実験を遠隔で行ったりする需要にも対応でき、本領域の研究者の実証実験を支援するために適したシステムである。

② 今後の公募研究の役割

本領域では、2019年度に公募研究を募集し、2020年度より研究を推進している。2021年8月ごろに2度目の募集が行われるが、公募研究に期待することは前回と変わらず以下の通りである。

A01 対話継続関係維持研究グループ

音声認識等が不完全であっても、対話を継続したり、関係を維持したりできる独創的なアイデアの提案。特に、特定の状況やタスクで高いパフォーマンスが期待でき、多様なモダリティを利用する様々なアイデアの提案。

A02 対話理解生成研究グループ

特定の状況やタスクで、高いパフォーマンスが期待できる独創的なアイデアの提案。さらには対話者の年齢や地域にも応じた提案。

A03 行動決定モデル推定研究グループ

行動決定モデルの構造、社会的関係モデルの構造やそれらの構成方法、データ収集方法について、計画班が想定していない技術の提案。

A04 人間機械社会規範研究グループ

計画班だけではカバーしきれない、哲学、社会学等に関する研究提案。

公募研究の現状として、進展を共有し合いながらすでに計画班内で連携を始めている研究も多く、成果が期待されるため、現在の公募班の研究代表者には再応募していただくよう、依頼する予定である。また、コロナ禍の解消が期待される本年度末には、実証実験等を通して、公募班を計画班とより本格的に連携できるよう促す。それによって、計画研究班が目標とする研究項目において、新しいアイデアや技術を取り組み、さらには、解決すべき新たな問題を発見していく。さらには、計画研究班を超えた交流を活性化させることによって、計画班、公募班のそれぞれの研究推進者の情報交換の機会を増やし、施設、ロボット設備だけでなく、アイデアやデータの共有にも力を入れる。

以上のような領域内の融合研究の促進によって、次世代の知能システムを実現する新たな学術領域を創成していく。

11 総括班評価者による評価

研究領域全体を通じ、総括班評価者による評価体制（総括班評価者の氏名や所属等）や本研究領域に対する評価コメントについて、具体的かつ簡潔に2頁以内で記述すること。

本研究領域の総括班評価者は以下のとおりである。

- ・ 土井美和子（情報通信研究機構）
- ・ 中村哲（奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科）
- ・ 西田豊明（福知山公立大学情報学部）
- ・ 曾我部真裕（京都大学大学院法学研究科）
- ・ 水谷雅彦（京都大学大学院文学研究科）

土井美和子(情報通信研究機構)

コロナ禍においても実証実験を実施できるよう、Webブラウザベースでロボット、システム開発者、被験者の3拠点からビデオ通信・制御指令通信が可能な遠隔対話実験システムや、仮想空間上で半自律的に動作するアバターを用いて会話できる半自律社会的CGアバタールーム「CommU-Talk」を開発し、複数の研究者で共有利用して、成果をあげている点は、外部要因に害されず安定した研究環境を提供しているとして大いに評価できる。

また公募班はA01計画班が開発する傾聴対話システムをインフラとすることで領域内での連携が容易になる点も評価できる。

一方オンラインで開催された領域会議や報告書の内容からすると、A04班は個別議論となっている傾向がある。具体的なテーマを取り上げ、領域横断で議論し、現状のAIやロボットの課題ではなく、本領域が目指す未来の課題を先取りし、積極的に「知能システムの人間社会における社会関係構築の原理」に迫ってほしい。

高齢者の対話でも対話内容を理解の有無で継続の意味も異なってくるので、高齢者の理解度が対話相手(人間ロボット含め)に可視化できるような挑戦も行うこと、終了後に構築する新領域について国際会議などの具体化を期待する。

中村哲(奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科)

ロボットに自律的に活動させる、意図や欲求を持たせる、人間との間で言語によるコミュニケーションを行い共生するというは未だに多くの未解決の課題を含む研究であり、本プロジェクトは現時点における我が国の第一人者を計画班、公募班として構成し、この難題に挑む非常に価値のある研究である。コロナ禍で、研究を行うことが難しい中、公開シンポジウム、領域会議、定期ミーティング、対話ロボットコンペティションを実施し、研究の推進、広報を順調に進めている。

A01班の相槌、頷き、表情などの反応時間の短いレベルの現象観測に基づく対話継続機能の研究、A02班のマルチモーダル対話データの収集、対話処理プラットフォーム、対話ロボットコンペの企画、A03班の価値判断モデルと長期チャットデータからの人間関係の進展と変化のデータ収集と分析、A04班のアンドロイドを社会に普及させる際の検討事項、あらたな倫理制度の検討、多くの重要な研究が進んでおり、また、総括班、公募班が積極的に共同研究を模索する場ができています。

コロナ禍で対面の状況で人とロボットのコミュニケーションのデータ収集や、対話実験ができない中、バーチャル対話システムにより遠隔から対話収集、対話実験を構築し研究を継続するなど柔軟に対応し研究を進めている。ロボット知能は非常の多くの機能を実現する必要があり研究はそれらの総合技術となる。引き続き、総括班のA01、A02、A03の研究成果を統合する最終イメージと機能を明確化し、同時に評価する方法を構築し、何ができて、何ができないのかを明らかにする仕組み作り上げてほしい。また、このことを踏まえながら、人間機械社会規範を世界に提言してもらいたい。

西田豊明(福知山公立大学情報学部)

人と、意図や欲求を組み込まれた人工物が言語によるコミュニケーションを介して共生し関係性を構築するための学術領域の創成を目的として、対話継続関係維持、対話理解生成、行動決定モデル推定、人間機械社会規範の4つの研究グループが、マルチモーダル対話ロボット、画像・音声センサネットワークを共有しつつ研究を進める体制がつくられ、概ね順調に研究が推進されている。

初年度の2019年度本研究領域の取り組みが開始されたあと、実証実験システムを用いたデータの収集、解析、人間のロボットに対する反応の理解、実証実験システムの改良ができるよう研究推進体制の再検

討が行われ、実証実験の実施の中心を統括班に置く体制から、A02、A03 グループを中心とする体制に組み替えられた。これにより、現実的な社会的状況下の対話データ採取と学術的な活動がより密接に連携し、領域での研究推進が強化された。

A01～A04 のそれぞれの研究グループでは、それぞれの研究テーマにおいて、収集したマルチモーダル対話データを研究者等提供データセットとして、国立情報学研究所情報学研究データリポジトリ (IDR) に提供したこと、観光地推薦タスクの大規模データセットを構築したこと、日本語最大規模の深層学習に基づく対話システムを構築したことなど、研究領域で実証実験システムを活用した成果を出しつつある。また、感染症をはじめとするパンデミックの発生や PHEIC への対処も可能とすることを念頭においた社会規範への取り組みなど、人間機械共生社会における社会規範醸成に必要な研究課題が明らかにできたことも評価できる。また、ASD 患者への臨床における研究に対応する法的課題の検討など、対話知能学における実証実験を実施する際に確認する事項を定める「対話知能学における法令遵守実施手順」の策定に着手するに至ったことも、実践的な取り組みとして評価できる。

今後は、本研究領域をまとまりのある学術領域として定着させるための、一層の努力を期待する。

曾我部真裕(京都大学大学院法学研究科)

2020 年 3 月のシンポジウムや、本年 3 月の領域全体会議への出席、さらには各種報告書等を通じて、本研究領域の推進状況について確認を行ったところ、全体としては、コロナ禍の影響が長引く中でも、統括班による調整のもと、多彩な研究が着実に進展しているものと理解している。

評価者の専門は法学であり、各研究の技術的な内容について評価することはできないが、研究報告を見るに、人間同士の会話が成り立つには実に多様な前提が存在し、それを再現するには多くの研究テーマに一旦細分化した上で、それを総合することが必要であることが理解できたが、それぞれの要素の研究は前述の通り着実に進展していると感じている。

他方で、評価者の専門の観点からは、対話型知能が社会実装される段階で生じることが予想される様々な法的倫理的な問題が重要である。本研究でも「A04 人間機会社会規範研究グループ」がこの問題に取り組んでおり、同グループの代表である新保教授が AI に関する倫理原則をより具体的なルールとすべきことを主張する論文を公表したほか、対話知能学における実証実験を実施する際に確認する事項を定める「対話知能学における法令遵守実施手順」の策定に着手するに至っているなど、具体的なルールの検討にも進んでいることが注目される。そして、この点については、本年 4 月には、EU において AI 規制案が公表されるなど、この分野での動向変化はますます激しくなっており、本研究領域でも今後の研究の加速が期待される。

水谷雅彦(京都大学大学院文学研究科)

本年 3 月に開催された 2020 年度第 3 回領域全体会議を拝聴した限りにおいて、新学術領域「対話知能学」は全体として順調に当初の研究課題を進展させていると感じた。とりわけ多くの実証的研究は、こうした大型プロジェクトならではのものであり、これらをひとつの「対話知能学」へと統合することには大きな困難もあるであろうが、その豊かな可能性を実感させるものであった。

「文系」の評価者としてさらに望みたいのは、第一には倫理的な視点である。たとえば、ディープラーニングを反映させた AI に差別的なバイアスが混入していたという事例は多数報告されているが、この問題は本新学術領域における多くの実証研究にとっても他人事ではないであろう。人間機械社会規範研究グループのみならず、すべての研究分担者におかれては、こうした問題を含めて、最近盛んに議論されている「AI の倫理」についての知見を考慮されることを望みたい。

また、本研究の多くが関与する「自然な対話」という概念については、近年言語学の側でも従来の言語学の枠組みを大きく超える研究が進展している。例えば定延利之氏の研究などでは、本研究課題と密接につながる重要な指摘がなされている。とりわけ、人間機械社会規範研究グループにおける(やや古い)ポライトネス理論や発話の「権利論」等の研究は、これらの新しいコミュニケーション理論を参照することを通じてさらに進展するものと期待する。

さらに、本研究の弱点の一つとして通文化的研究が少ないという点がある。言うまでもなく、何を「自然」な会話とみなすか、「丁寧」な会話とみなすかには大きな文化差がある。日米比較だけではなく、コミュニケーションに関する文化人類学的な視座が導入されるとよいと思う。例としては、菅原和孝や木村大治の一連のすぐれた研究があるので、ぜひとも参照されたい。