

領域略称名：対話知能学

領域番号：8105

令和6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）」  
に係る研究成果報告書（研究領域）兼  
事後評価報告書

「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6年6月

領域代表者 大阪大学・基礎工学部・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 交付決定額	7
4 研究領域の目的及び概要	8
5 審査結果の所見及び中間評価結果の所見で指摘を受けた事項への対応状況	10
6 研究目的の達成度及び主な成果	12
7 研究発表の状況	17
8 研究組織の連携体制	22
9 研究費の使用状況	23
10 当該学問分野及び関連学問分野への貢献の状況	25
11 若手研究者の育成に関する取組実績	26
12 総括班評価者による評価	27

**研究組織**

(令和6年3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			
<b>公募研究 計 40 件 (廃止を含む)</b>					

[1] 総：総括班、国：国際活動支援班、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
A01 公	22H04856 対話継続と共感を促進する重み感覚付与技術の開発と検証	令和4年度 ～ 令和5年度	田中 文英	筑波大学・シス情工・准教授	1
A01 公	22H04859 対話の呼吸：非接触呼吸状態推定を用いた人・ロボット呼吸同調による関係構築	令和4年度 ～ 令和5年度	船越 孝太郎	東京工業大学・准教授	1
A01 公	22H04863 リアルなCGとのマルチモーダル対話システムを用いた楽しい雑談対話の要因解明	令和4年度 ～ 令和5年度	北岡 教英	豊橋技術科学大学・工学系研・教授	1
A01 公	22H04867 在宅高齢者のライフヒストリに沿った会話が可能なロボットシステム	令和4年度 ～ 令和5年度	野口 博史	大阪市立大学・工学系研・教授	1

A01 公	22H04871 好意の返報性に基づく対話惹き込みシステムの開発	令和4年度 ～ 令和5年度	瀬島 吉裕	関西大学・総合情報学部・准教授	1
A01 公	22H04872 ベッドサイド見守り声掛けロボットのための対話継続支援技術の開発	令和4年度 ～ 令和5年度	大武 美保子	国立研究開発法人理化学研究所	1
A01 公	22H04873 長期的なユーザとの関係を考慮した行動変容対話における対話戦略と応答表現	令和4年度 ～ 令和5年度	吉野 幸一郎	国立研究開発法人理化学研究所	1
A01 公	22H04874 対人恐怖症患者に対話継続を促す診察支援ロボットの開発	令和4年度 ～ 令和5年度	熊崎 博一	長崎大学大学院医歯薬学総合研究科未来メンタルヘルス学分野 教授	1
A01 公	22H04875 対話ロボットにおける個人性を考慮した社会的表出の研究開発	令和4年度 ～ 令和5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	22H04860 マルチモーダル対話におけるユーザの主観評価の自動獲得基盤の構築・評価	令和4年度 ～ 令和5年度	岡田 将吾	北陸先端科技大・准教授	1
A02 公	22H04864 移動型サービスロボットにおける対話と行動の適応的選択	令和4年度 ～ 令和5年度	三浦 純	豊橋技術科学大学・工学系研・教授	1
A02 公	22H04865 (廃止) マルチモーダル対話モデルを用いた情動ウェアな対話の実現	令和4年度 ～ 令和5年度	長井 隆行	大阪大学・基礎工学研究科・教授	1
A03 公	22H04855 対話モードの抽出と対話動機・適応性の脳イメージング	令和4年度 ～ 令和5年度	杉浦 元亮	東北大学・加齢医学研究所・教授	1
A03 公	22H04858 ヒューマノイドと人の身体的対話を通じた自己と他者のモデル構築	令和4年度 ～ 令和5年度	升森 敦士	東京大学・総合文化研究科・研究員	1
A03 公	22H04861 対話的モデルベース回想法の自然化と社会的接地	令和4年度 ～ 令和5年度	森田 純哉	静岡大学・情報学部・准教授	1
A03 公	22H04862 対話参入時の他者への配慮を伴ったロボットの行動デザイン	令和4年度 ～ 令和5年度	竹内 勇剛	静岡大学・教授	1

A03 公	22H04869 D P 理論に基づくスピーチレベルシフトによる親和性の高い対話システムの開発	令和4年度 ～ 令和5年度	片上 大輔	東京工芸大学・工学部・教授	1
A04 公	22H04866 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とその実装の検討	令和4年度 ～ 令和5年度	小山 虎	山口大学・講師	1
A04 公	22H04868 対話知能ロボットにおけるプライバシー権と平等権の保障	令和4年度 ～ 令和5年度	加藤 隆之	東洋大学・法学部・教授	1
A04 公	22H04870 人・ロボット共生ジェンダー論の展開	令和4年度 ～ 令和5年度	野村 竜也	龍谷大学・理工学部・教授	1
公募研究 計 40 件 (廃止を含む)					

[1] 総：総括班、国：国際活動支援班、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 交付決定額

年度	合計	直接経費	間接経費
令和元年度	289,250,000 円	222,500,000 円	66,750,000 円
令和2年度	298,610,000 円	229,700,000 円	68,910,000 円
令和3年度	317,330,000 円	244,100,000 円	73,230,000 円
令和4年度	298,610,000 円	229,700,000 円	68,910,000 円
令和5年度	211,250,000 円	162,500,000 円	48,750,000 円
合計	1,415,050,000 円	1,088,500,000 円	326,550,000 円

## 4 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

#### ① 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い、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きている。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、共生していくという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領域代表者は、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」において研究に取り組んできた(～2021年3月まで、特別重点期間を含む)。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。

#### ② 目的

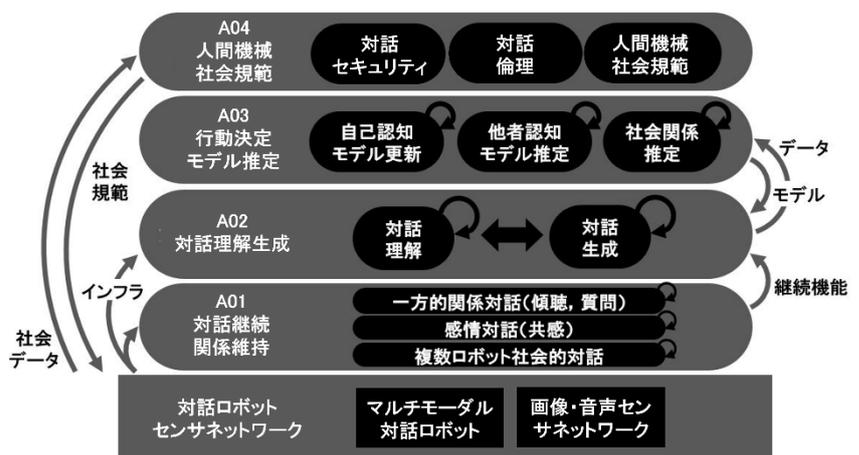
本研究領域では、様々な家電製品やロボットが自律的に活動するようになるとともに、意図や欲求を持ち、意図や欲求を持つがゆえに、それらを利用する人間との間で、言語を用いながら互いの意図や欲求を理解し合い、共生していくような関係を築けるようになるための研究を展開する。

そのために、右図に示す4つの研究

グループが、対話ロボット等と実証実験環境を共有しながら(右図最下部)互いに連携しつつ、以下に示す目的を持って研究開発に取り組んでいく。

**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。対話内容が理解できなくても対話継続を可能にするには、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を可能にするには、どのような対話プロトコルが必要になるのか、本グループは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す。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。本グループはモジュール連動のためのプロトコルや設計指針を一般に公開し、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。本グループは「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。そのために本グループは、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する。

## (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 での研究(石黒共生ヒューマンロボットインタラクション)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(※応募時、ERATO は継続中であった)。

- ・ 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。本領域では、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、研究分野を統合することによって実現する(新たな融合領域研究)。

本領域で共有している、「解くべき問題は実世界にあり、実証実験を通してはじめて新たな基本問題が発見できる」という理念もまた、本領域の革新性に寄与する。本領域を構成する4つの研究グループは先に述べたように、実証実験環境を共有しながら密に連携し、それぞれの視点で新たな基本問題を発見し、その解決に取り組む。また、実証実験を中心に構成される異分野から成る研究グループを通じて、特に本領域に参加する若手研究者は自然と融合領域研究に取り組むことができ、独自視点で新たな研究課題を発見する機会を得られる。

## (3) 領域設定期間終了後に期待される成果

本研究領域では、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。これにより以下の成果が期待される。

- ・ 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向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。

## 5 審査結果の所見及び中間評価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、審査結果の所見及び中間評価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。

### (1) 審査結果の所見において指摘を受けた事項への対応状況

#### 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ま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。

**【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。領域の重要な活動である実証実験は総括班の港 (ATR)、吉川 (大阪大学) が主導的に意見を発信するようになっており、実際に数多くの実験に主体的に取り組んできた (河原、港、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共にしてきている)。また、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である。各々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。

領域代表者は総括班の運営において、**計画班 A01 研究代表者河原**に意見を聞きながら、独りよがりの運営にならないように務めた。また河原も適宜忌憚なく意見を述べてきた。

**計画班 A02 研究代表者東中**、及び**計画班 A03 研究代表者杉山**とは、これまでに共同研究に取り組んできた。両者が所属する NTT (※東中は後に名古屋大学に異動)、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。東中は、対話システムの開発において、また実証実験などの運営においても、石黒に意見を述べ、領域全体の实証実験活動を支えた。杉山も、石黒の意見を尊重しながらも、A03 班を主体的に運営し、班内の幾つもの挑戦的な研究活動を支援してきた。

**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。この議論は、領域全体の研究に関わる非常に重要な議論であり、領域の研究者の研究開発に関わる意識に大きな影響を与えた。これは領域代表者だけではできなかったことである。

#### 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、令和 1 年 9 月 7 日に慶應義塾大学にて本領域のキックオフシンポジウム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 (前半期: 令和 2 年度～令和 3 年度)。令和 3 年の募集では 46 件の応募があり、そのうち 20 件を採択した (後半期: 令和 4 年度～5 年度)。公募班は計画班と密に連携しており、研究領域全体の研究進展に大いに寄与した。たとえば、計画班が実施してきた実証実験に公募班も積極的に参加し、計画班のメンバと密に連携することができた。また、A04 班が主催するシテミーティングへも参加し、密に連携することができた。

### (2) 中間評価結果の所見において指摘を受けた事項への対応状況

#### ① 審査結果

**指摘:** 「意図や欲求を理解・推定し、深い対話を実現する」上での本質が何なのかやや曖昧である (①)。一部の対面実験が遠隔実験に変更されたため、対面実験と遠隔実験の位置付けの整理が必要 (②)。実証実験等においても、研究領域内の有機的な連携を一層促進するための工夫や、計画研究組織間の連携による具体的効果を示すことが望まれる (③)。世界的に関連研究の進展が目覚ましい分野であるため、本研究領域の特徴を明らかにし、目標達成のために戦略的に研究を進めることが望まれる (④)。

**【対応①】** 本領域での「意図や欲求を理解・推定し、深い対話を実現する」とは、相手の選好や対話意図を理解し、その理解に基づいてより深い対話を行うことである。特に、選好を推定する研究は、単なる物事の選好に留まらず、相手の価値を推定する研究に発展させることができ、相手の選好や価値観を推定しながら、その推定に基づいた深い対話を実現することができた。今後は、相手の選好や価値観だけでなく、相手との対話において、

その背景となる隠された対話意図を理解する研究が必要である。それによって、単なる対話では感じられない深みを感じることができる対話が、多様な場面において可能になる。

**【対応②】**コロナ禍においては、被験者に実験室に来てもらい、ロボットとの対面で実証実験を行うことが難しかった。そこで、ロボットと被験者が Zoom を用い、テレビ会議で対話する遠隔実験に取り組んだ。

Zoom を用いた遠隔実験の問題は、同じ物理空間に被験者とロボットが存在しないために、実世界における対話の研究にはならないことである。Zoom を用いた場合、例えば視線で実世界のように対話することは難しい。また互いの距離も正確に認識することはできない。さらには、相手に触ることもできない。故に、Zoom を用いた遠隔実験は、限定されたモダリティにおける対話実験となる。無論、限定された対話実験であっても、被験者とロボットの関係を計測し、ロボットの対話性能を評価することはでき、研究成果は得られる。ただ、同時に Zoom を用いた遠隔実験は、実環境での実証実験の予備的な実験にもなる。Zoom を用いた対話実験において、ある程度の被験者の反応を確認した後に、より手間のかかる実環境での本格的な実証実験に取り組むことができる。

**【対応③】**実証実験においては、全ての班が連携して取り組めるように、期間を決めて定期的に実証実験を行うとともに、領域会議等で、連携を目的とした情報交換を行い、実証実験の準備を進めた(e.g.「第 6 回領域全体会議」において A04 との連携に向けたディスカッションを実施)。それによって、全ての班が何らかの形で連携して実証実験に取り組むことができた。

A01 班と A02 班が主体的に行う実証実験において、A04 班が市民と共に参加し、対話ロボットの社会的問題について、市民と共に検討するイベントを日本科学未来館で実施した(オープンラボ「体験しよう！語り合おう！対話ロボットと暮らす未来」令和 4 年 2 月 26 日)。また、A02 班が行う実証実験において、A01 班のメンバが開発した対話を継続させるための機能や、A03 班のメンバが開発した大規模言語モデル等を用いた対話を深める機能を用いて、共に実証実験に取り組んだ。

**【対応④】**近年急速に普及しつつある大規模言語モデルは、人と対話する AI の実現に大きく貢献している。では、この大規模言語モデルによって、本領域の役割が無くなったかという、そうではない。より一層本領域の研究が重要になったと考えている。大規模言語モデルは、テキスト情報を入力して、テキストを出力する言語モデルである。その性能は非常に高く、人間のように自然な応答を作り出すことができる。しかし、ロボットや CG エージェントの対話は、大規模言語モデルだけでは実現できない。本領域の研究が必要不可欠になる。

まず、視線や表情を用いながら、また適度に相槌を打ちながら対話を継続させる A01 班の研究が必要になる。そして、音声認識するモジュール、テキスト入力を基に応答を作る大規模言語モデルのモジュール、音声合成のモジュール等、モジュールを連携させる A02 班の研究が必要になる。そして、相手の意図や欲求を認識しながら深い対話を行う A03 の研究が必要になる。さらには、ロボットはどのような場面でどのように対話することが社会で許容されるのかという A04 班の研究が必要となる。すなわち、世界で研究開発が盛んに行われているロボットの対話研究であるが、本領域はその研究に 4 つの計画班がそれぞれ独自性を持ちながら取り組んでいる。

また、対話するロボットの研究には、社会的受容性が重要になる。日本は世界で最も対話ロボットに受容性の高い文化を持つ。また、ロボットの開発でも世界を牽引している。このような日本において、ロボットの対話研究に取り組むことが、対話ロボットや AI の研究開発の戦略として重要である。

## ② 留意事項

**指摘:**世界的に大規模の研究費が投入されている研究分野のため、特に大規模な言語の解析について世界の流れに対応してどのような目標を達成するか検討することが望まれる(①)。また、研究項目 A04 が他の計画研究と連携し、法や倫理の問題も踏まえて実証実験を行うことが望まれる(②)。

**【対応①】**本領域が目標とする対話ロボットの実現は大規模言語モデルだけでは成しえない。A01 班の対話継続技術、A02 班のモジュール統合技術、A03 班の行動決定モデル推定(選好や意図や欲求の推定とそれに基づく行動決定)技術、A04 班の社会規範研究があって初めて、社会の中で人間と対話し、人間と関係性を持つことができる対話ロボットが実現できる。先述のように、日本は世界で最も対話ロボットに受容性の高い文化を持つ。また、ロボットの開発でも世界を牽引している。このような日本において、大規模言語モデルを取り入れつつ、積極的にロボットの対話研究に取り組むことが重要である。

**【対応②】**A04 班の新保と A01 班の吉川が連携し、「ロボットを用いた法令遵守の促進」に関する実証実験を行った。また数多くの実証実験において、A04 班の研究を参考にする、データ取得の際の倫理的・法的問題や対話システムの安全性に関して A04 班の研究者から助言をもらうといった連携がなされた。

## 6 研究目的の達成度及び主な成果

(1) 領域設定期間内に何をどこまで明らかにしようとし、どの程度達成できたか、(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。

### 全体総括

(1) 3年目の目標は、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(行動決定モデル推定)、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(対話理解生成)、破綻無く対話を続けられる(対話継続関係維持)システムの実現であった。研究開発開始とともに、コロナ禍に見舞われ、本領域の特色である実証実験に十分にに取り組むことが難しかった。しかしそういった状況においても、遠隔操作による実証実験等を実施し、実証実験を通じた4つの計画研究や公募研究の連携や新たな問題発見に取り組むことができた。このように3年目の目標は概ね達成することができた。

5年目の目標は、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(行動決定モデル推定)、ユーザと一般的話題について対話し(対話理解生成)、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)システムの実現であった。3年目以降からは、コロナ禍は静まり実証実験を活発に行うことができるようになった。また、大規模言語モデルがロボットやAIの対話機能を実用レベルにまで引き上げた。この大規模言語モデルにより、本領域の研究も実用レベルに引き上げられた。また、本領域の4つの計画班の研究は、大規模言語モデルをロボットに利用するために必要不可欠な研究であると考えられ、それゆえに、従来実現できなかったより人間らしく自然に対話できる対話ロボットを実現することができた。さらには、そのような対話ロボットによる実証実験にも取り組むことができた。このように、5年目の目標は十分に達成することができた。本領域の研究と大規模言語モデルとが組み合わせられることで、対話ロボットを社会実装できる見通しを得られた。

### A01班 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

(1) A01班では、対話知能の基盤となる対話継続・関係維持のメカニズムについて研究を行った。これは、複数モダリティによる傾聴や複数ロボットによる対話のアプローチを組み合わせることにより、相手の発話や意図の理解が完全にできなくても、対話を継続し、関係を構築・維持できることを目指すものである。以下に述べる様々な技術革新と実証実験を通じて、かなりの時間対話を継続できるロボットを実現するとともに、共感の表出と関係構築のために、共有笑い・瞳孔・呼吸・重みなどのモダリティの活用といった新たな方向性が示された。

(2) A01班で得られた成果について、研究目的ごとに具体的に示す。

#### 【計画研究】

##### 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及び複数の小型ロボットによる質問攻めシステムにより、高齢者と5～7分程度の対話継続を実現した。これらの知見に基づいて、公募班の熊崎と協力して精神科(主に統合失調症)のデイケア利用者を対象として、ロボットを用いた対話実験を2年以上にわたり毎月継続的に実施した。ロボットによる対話により覚醒度の上昇が確認され、評価応答や相槌などがそれに寄与していることが示された。これは、共感的な応答の有効性を示している。また、ロボットは初対面の人よりも有意に好まれ、友人と同程度の評価であった。

##### 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

上記のシステムを、2名の人間と会話するシステムに発展させた。ショッピングモールや上記の精神科デイケアにおいて実験を行い、1名相手の場合よりも対話の満足度が高まることを確認した。それまでほとんど話すことのなかった人どうしが自然に会話できるようになる現象もみられた。また、他者との対話への言及がロボットの自律性・経験性・社会性についての印象を改善することも確認した。

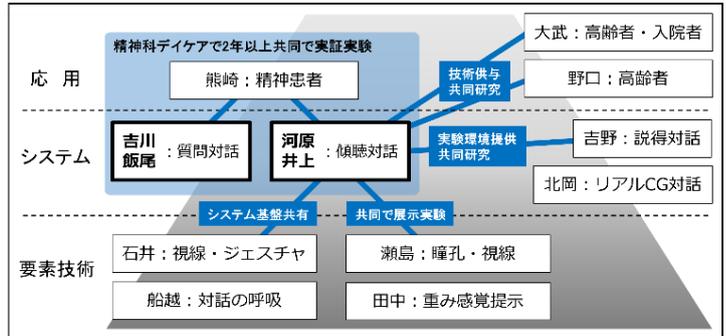
##### ③ 対話継続・人間関係構築支援に基づく対話サービスの構築と実証実験

ショッピングモール(大阪府・ららぽーと EXPOCITY)、及び精神科デイケア・病棟(兵庫県内)において、継続的に実施してきた。コロナ禍により実施できない期間もあったが、様々な関係者の協力により令和3年度の途中から2年以上実施している。

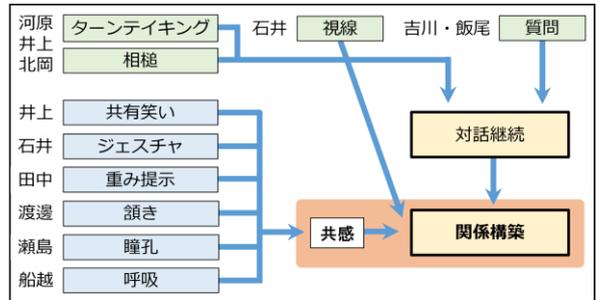
#### 【公募研究を含めた連携】

A01班は、公募班を含めた参加メンバが多く、基礎研究・要素技術からシステム開発・応用まで幅広くカバーすることができた。その構成を右図に示す。計画班の河原・井上は相槌や共有笑いに基づく傾聴システムを中心

に、吉川・飯尾は複数のロボットによる質問攻めに基づくシステムを中心に研究開発を行ってきた。これらのシステムは前記の通り、公募班の熊崎の主導・監督の下、精神科デイケアで実証実験を行ってきた。この研究成果については共同で複数の論文を発表した他、日本精神神経学会において令和4年と令和6年にシンポジウムを開催している。これとは別に、公募班の瀬島が令和4年度に企画したロボット展示にも共同で出展した。



公募班の**大武**と**野口**は高齢者を対象としたシステムの研究開発及び実証実験を行ってきた。その際に、河原らのターンテイキングや相槌を行うモジュールを提供し、システムに組み込んでいる。特に、大武とは継続的に共同研究を実施し、共著で論文発表も行った。公募班の**石井**や**吉野**とは、システム基盤や実験環境を共有し、様々な共同実験を行ってきた。



このように個別の研究や連携を行うだけでなく、毎年A01班全体で対話継続・関係構築のためのモデルについて議論を重ねてきた。そのまとめを右図に示す。対話継続については、

**吉川**らは破綻しないように質問をなげかけることで、**河原**らは自然な相槌とターンテイキングを行うことで、高齢者と5分以上の対話を実現した。関係構築のためには、対話継続に加えて、共感を実現することが重要と考えて、リズム同調といった処理から、感情認識・言語理解などの様々なアプローチで多面的に取り組んだ。その中で、**井上**らは相手の発話に対して選択的に共有笑いをを行うシステムを発表し、英国 Guardian 誌や BBC などの世界的なメディアにも大きく取り上げられた。公募班の**石井**はアンドロイドにジェスチャと視線の振舞いを実装して、その効果を確認した。公募班の**田中**は、小型ロボットで重みを提示する方法を提案し、いくつかの感情が伝達されることを示した。公募班の**渡辺**と**瀬島**は、目玉だけを有する小型ロボットで傾きや瞳孔を制御することにより、ユーザに同調できることを示した。**船越**は、間のあう対話の実現や的確なターンテイキングにおいて相手との呼吸の同調性に着目して、研究に取り組んだ。これらはいずれも、共感を示し、関係構築を促す効果が期待される。このように、従来ほとんど着目されてこなかった、共有笑い・瞳孔・呼吸・重みなどのモダリティの活用といった新たな方向性が示されたのは本領域の大きな成果といえる。

### A02 班 モジュール連動に基づく対話システム基盤技術の構築

(1) A02 班では「モジュール連動に基づく対話システム基盤技術の構築」を進めてきた。具体的には、対話システムを構成する様々なモジュールを、多様なユーザや状況に適応するように連動させることで、どのようなユーザであってもシステムとの対話が成立することが可能かを明らかにしようとした。モジュール連動のためのユーザ理解や状況理解の基盤技術を構築するとともに、対話の目的に合わせてモジュール連動を実現する基本的なアルゴリズムを構築することができた。さらに、モジュール連動のためのコーパス構築を行うとともに、コンペティションを実施し、多様なアルゴリズムの検証を行った。

(2) A02 班で得られた成果について、研究目的ごとに具体的に示す。

#### 【計画研究】

##### 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

多様なユーザや状況に適応するためには、音声やマルチモーダル情報からユーザや対話状況を理解する技術が必要となる。本研究では、話者の歩行シルエット画像からリアルタイムに年齢・性別を推定する手法を開発した。また、3次元人体モデルに基づく年齢・性別識別モデルを開発した。さらに、マルチモーダル対話コーパス Hazumi を収集し、付与された心象ラベルを基に、話者の象を推定する手法を考案した。さらに、マルチモーダル情報から話者が置かれている対話状況を大規模言語モデルにより推定する手法、性格特性を推定する手法、および、話者のタスク達成能力を推定する手法を実現した。これらのユーザや対話状況を理解する技術の多くは他のモジュールと連動可能となるようにモジュール化された。

##### 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

効果的なモジュール連動においては、ユーザや対話状況に合わせて的確に言葉の意味を解析する必要がある。本研究では、セマンティックパーズングなどの自然言語処理技術を発展させることで対話システムの意味理解

の高度化を目指した。具体的には、観光案内対話のような文脈依存性が高い発話を検索クエリに変換する技術の開発、データベース検索や対話理解など多様なセマンティックパーシングタスクを統一的に表す表現形式の考案とそれによる精度改善、大規模言語モデルをモジュールとして利用することによる情報量の大きい対話を実現する技術を構築した。発話を検索クエリに変換する技術については、他のモジュールと連動可能となるようにモジュール化された。

### 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

モジュールを連動させることで、対話システムの性能を最適化できるかを明らかにした。具体的には、モジュールを連動させるための技術である後処理ネットワークや適応的発話生成技術を考案し、タスク指向型対話システムにおいて、対話システムがモジュールを連動させ、対話システムの性能を最適化できることを示した。加えて、効果的なパラメータ最適化の知見を得るため、人間同士の旅行案内に関するマルチモーダル対話コーパスを構築しその分析を行った。具体的には、話し方の変化に大きく影響を与える要素として話者の年齢に着目し、児童から高齢者まで幅広い年齢層の話者によるマルチモーダル対話を収集した。分析の結果、人間がユーザや対話状況において適応的に対話を行っているかを明らかにした。

### 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

複数モジュールを連動させたシステムの構築とその実証は、対話ロボットコンペティションの営みを通して実施した。具体的には、音声認識、対話管理、言語生成などの対話処理に関わる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を構築し、コンペティション参加者に提供した。研究期間において3回の対話ロボットコンペティションを実施した。第3回では実店舗での予選を実施することができ、高専・大学・企業などからの参加もあったことから、対話システム基盤の有用性を示すことができたと言える。大規模言語モデルに加えて、本研究班が提供するモジュールが連動することで高度な対話ロボットを実現できることが示された。対話システム基盤は対話システムライブコンペティションにも提供し、多くのシステム構築に利用された。

### 【公募研究を含めた連携】

A02班では、計画班・公募班横断の取り組みを多く実施した。例えば、マルチモーダル対話コーパスの設計やデータ収集では、モジュール連動に基づく対話システムを実現するための要素を含むよう、計画班・公募班の両方のメンバを含むワーキンググループで行った。また、対話ロボットコンペティションにもついても、計画班・公募班を含めたワーキンググループを組織し、タスク設計から評価尺度の作成までを実施した。また、約一カ月に一度の頻度で班会議を実施し、進捗を共有するとともにワーキンググループで議論を行った。これらの密な連携により、要素技術の実現だけでなく、大規模なマルチモーダル対話コーパスの構築やコンペティションの運営を滞りなく実施できた。コンペティションやタスク指向型対話システムを用いた実験を通して、様々なモジュールを多様なユーザや状況に適応するように連動させることで、対話システムの最適化が可能であることを示すことができた。

公募班の成果について述べると、岡田はマルチモーダル情報からユーザの主観評価を精緻に予測するための機械学習手法を提案・評価した。また、三浦はロボットと人の共同物体探索タスクにおいて、情報の不確かさを表現・計算し、それに基づき対話と行動を適応的に選択する手法を開発した。いずれもユーザや対話状況を踏まえてモジュールを連動させるための重要な成果と言える。

### A03班 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

(1) A03班では、人と長期間にわたり共生し自然に対話し続けるために不可欠な、システム自身の行動を決定するモデルの構築、ユーザの行動決定モデルの推定、周囲の人間関係の理解・制御に取り組んできた。土台となる対話の実現、個性を反映した対話制御、人間関係に応じた制御、長期間での関係性の変動解明あたり。実現に必要な技術的なパーツはおおよそ準備できたと考える。また他班との連携により、音声的な対話の楽しさの検討や、実タスクへの適用、社会に受け入れられるための法的・倫理的な検討を大きく進めることができた。

(2) A03班で得られた成果について、研究目的ごとに具体的に示す。

### 【計画研究】

#### 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

本研究目的を達成するためには、自然かつ一貫した発話を生成するための、高い対話性能が土台として求められる。代表者の杉山は、雑談対話に特化した大規模対話モデルを日本で初めて構築するとともに、学術用途で無償公開した。本モデルは、対話システムの性能を競うコンペティションで優勝する実績を持つとともに、多数の研究で利用されており、日本の対話システム研究の底上げに貢献している。また本モデルを多様な情報を統合し対話生成を行う基盤として、車窓の風景についての雑談を行うシステムや、旅行のスケジュールを計画する

対話、時間情報に基づく対話を実現した。これらは NTT R&D フォーラムやオープンハウスで展示され、非常に多くの報道がなされた。また、子供を対象とする雑談対話評価の実証実験も行った。前田らは本モデルに基づき、対話システムが提供する情報の一貫性を向上する仕組みを開発し、対話ロボットコンペティションで好成績を収めている。中村はシステムとユーザの身体的な動作の同期についての研究も進めており、テンポの良い全二重で行われる対話の実現に向けた研究を進めている。

## 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

中村と石黒はユーザの行動決定モデルの推定について、大規模言語モデルを用いた対話に基づき、ユーザの選好を階層的にモデル化することで、その背後にあるユーザの価値観を推定する手法を開発した。また、対話ロボットの主観的意見をロボット自身に帰属できるか否かが、人のロボットとの対話意欲に影響することを示すとともに、そうした主観的意見の帰属が人のロボットに対する認知・人自身の認知の双方と関連することを明らかにした。杉山は特定話者の発話を予測・評価するモデルの構築を進めており、話者空間への話者の埋め込みと、プロフィール情報や各話者の発話データを紐づけることで、表現・内容の双方で特定の話者らしい応答の再現を実現した。本成果は、人の応答の予測に基づく発話制御につながる重要技術である。

## 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

杉山は人同士が長期間対話し続ける長期チャットデータや、複数人が組となって対話するグループチャットデータを取得し、人間関係がどのように醸成されていくのか、そしてそれが対話にどのように反映されるかについて明らかにした。合わせて、石黒・前田と連携し、長期間対話し続けるシステムのプロトタイプを構築している。石黒は A01 班と連携し、グループ内で類似する選好に言及することで、人間同士の関係構築を促すロボットを開発した。前田は人が対話ロボットに対して抱く「不完全な人間」観を利用して、ロボットに対する人間の認知モデルとコミュニケーションの非対称性に着目した対話戦略を提案し、対話ロボットコンペティションにて好成績を得ている。

### 【公募研究を含めた連携】

公募研究では、計画研究や他班の研究と連携し、人とシステムの認知・行動決定にかかわる研究を、動作生成的な側面(竹内・升森)と認知機構的な側面(森田・片上・杉浦)の両面から遂行した。

**動作的な側面:** 竹内が周囲の環境や他者の欲求に配慮するロボットの行動決定の研究を、升森が LLM とロボット身体動作の接合に関する研究を行った。竹内は、従来研究があまり進んでいなかった、人-ロボット間の対話場の構築を対象とし、人の接近回避行動から対話意欲を推定するとともに、対話意欲に応じた適切な話しかけ行動を行う対話ロボットを実現している。また、人が対話場へ参画する際に、ロボットの身体動作が人の印象に与える影響を、日本科学未来館での実証実験を通して明らかにしている。升森は、従来人が作り込んでいた複雑なロボット動作の制御を、LLM が新たに学習をせずに行えることを明らかにした。特に、「写真を撮る」のような具体的な動作のみならず、複雑な条件下での動作や感情表現、詩的な表現など、非常に多様な表現を実現できており、金沢 21 世紀美術館での実証実験を通して、ユーザからのフィードバックによって動作を洗練させられることを確認している。また、ロボット内に複数の役割の LLM を配置し、それら同士を対話させることで、思考を自然に発展させるモデルを提案した。

**認知的な側面:** 人の認知機構・脳に関する展開では、森田が認知アーキテクチャの対話システムへの適用を、片上が言語的な配慮や DP 理論 (Discourse Politeness Theory) に基づく対話の実現を、杉浦が対話モードと脳活動との対応の分析を行った。森田は認知科学の成果に基づく認知アーキテクチャ (ACT-R) を利用し、ライフログ的な写真を題材とした回想法を対象として、ユーザの記憶を誘導する手法を提案した。また、事物の概念を説明する際、ロボットの身体動作を協調させることで、それを見たユーザにより直観的に言葉の意味を認識させられることを A01 班と連携した実証実験を通して確認した。片上は計画班が開発した対話モデルを基に、DP 理論に基づく親密化のための言語的配慮を行う対話行動決定モデルの構築を行った。また、計画班と連携し、対話相手の属性、関係性、シチュエーションに応じた言語的配慮を行う対話システムの開発と、言語的配慮効果の実証実験を日本科学未来館にて実施した。さらに、言語的配慮を行う対話システムと人の親和性に関する比較文化調査を精力的に進め、言語的配慮に対する印象の文化差を明らかにした。杉浦は、日常的対話のモードをその継続動機で分類し、各モードと動機の脳基盤の解明を行った。日常会話を楽しんだ事例とその理由の収集、理由の自己該当性評価のウェブ調査を実施し、因子分析の結果、Relief, Novelty, Comfort, Interest の 4 モードを抽出した。加えて、アバターとの疑似対話課題遂行中の脳活動を機能的 MRI で計測し、各モードの該当性や対話継続動機の強さが、異なる機能 (社会認知・感情・注意・推論) 領野の脳反応 (主に低下) と関連することを示した。

### A04 班 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

(1) A04 班の目的は、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することにある。既存の法制度の中でロボットを動作させるのみならず、人間に法律を遵守させるロボットという新たな概念を社会に提示した。また、以下に挙げたイベントを通し対話ロボットの社会実装がもたらす倫理的・法的・社会的課題について一般市民を対象にした活動を実施した。

(2) A04 班で得られた成果について、研究目的ごとに具体的に示す。

## 【計画研究】

### 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

人間機械共生社会において生じうる法的、倫理的、社会的課題について、市民と研究者が話し合う場を創設した。日本科学未来館において計 17 回行われたトークイベントとシテミーティングは YouTube にてアーカイブ配信され、延べ 26000 人以上が視聴した。シテミーティングは研究者と小学生から様々な職業の大人までのマルチステークホルダーが対等な立場で議論に参加し、ロボットを人間が手本とする社会、ロボットが人間の能力に合わせて能力を調整してくれる関係性など、ロボットと共に生きる社会の新たな価値観を提示し新学術領域としての対話知能学の啓蒙に寄与した。

### ② 新たなルールの形成に向けた知見の提示・提言

**新保**は、「法令遵守を促進するロボットの研究開発」と「ロボットを用いた法令遵守の促進」の研究を行った。ロボットを利用する際に、法令遵守その他の社会のルールを守るための研究という観点ではなく、人間（自然人）がそれらを守るためにロボットを利用するという発想の転換に基づく研究であり、実際に日本科学未来館にて A01 班と協働し、対話ロボットを用いて個人情報の取得の同意を取る実証実験を行った。**原田**は、遠隔操作型および自律型のロボット・アバターに係る人格的権利の保護について、基礎的な整理をおこなうとともに、「肖像権のマルチモーダル化」等、新規の法理論的視点を提起した。中でも、コロナ禍と重なった本研究期間において著しく伸長したバーチャル YouTuber (VTuber) に関する法的研究は、この分野において先行する成果として、「発信者情報開示請求事件 令和 3 年(ワ)第 10340 号」においては、見解と同旨の判決も下された。他にも見解が学術研究や政策・実務法律実務において頻繁に参照される成果となったことは法学分野における顕著な業績と言える。**長島**は、対話型ロボットの行為による民事責任のあり方を検討し、安心・安全に利用できる環境を明らかにし、社会的受容性を高める法制度を提案するための研究を行った。また、法学部の学生を対象とした模擬裁判のワークショップを開催し、想定される判決とその根拠を提示した。日本の民事責任は被害者救済の発想が強いいため、関係者の責任が肯定されやすい。AI は人間以上の注意力を持ちうることから、無過失責任に近い状況になる。対話型ロボット利活用における過失概念を明らかにするためには、安全に利用できる時間(寿命)を考慮する必要がある。**呉羽**は、ロボットを単なる道具以上のものとして扱うことの是非、ロボットユーザーへの偏見、ロボット謝罪の是非、といった個別の倫理的問題についてロボティクスの対処法を明らかにするとともに、哲学・倫理学とロボティクスの協働のあり方について提言を行った。本研究において提案された「証拠に基づくロボット倫理」および「クリティカル・ロボティクス」は、今後のさらなる展開が見込まれる。

## 【公募研究を含めた連携】

**小山**は、「対話とは何か」という問いに一つの答えを与え、対話モデルの基礎となる概念として「対話の根源的規範性」を提案し、社会規範との関係や対話システムへの実装可能性について検討した。その結果、対話の根源的規範性が正義や民主主義とも深く関わっていること、そして、対話システムに実装することで一定の効果が得られる可能性があることがわかった。**加藤**は、主に対話知能ロボットのような自律型 AI ロボットを対象として、法的主体性付与の可能性、法的な対応方法の多様性、及び、平等原則などの倫理の主体適格性について、明らかにすることを目指した。その成果として、自律型 AI ロボットに対して、法人格を含めた多様な法的な対応をすることが可能であること、及び、平等に関する倫理を実現するように求めることが妥当でないことを明らかにした。**野村**は、対話型ロボットと人が共生する社会を構築する上で、ロボットにジェンダーを喚起させる性質を付与することが個人および社会にどのような影響をもたらすかを明らかにすることを目指した。特に、これまでジェンダー付与ロボットが期待される応用領域に焦点化し、領域におけるステークホルダーごとの期待と理由の明確化、ステークホルダーにおける性別付与ロボットの効果の実験的検証、ジェンダー付与ロボットが与える影響が引き起こす社会的問題の検討を行ってきた。

## 7 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、一般向けアウトリーチ活動等の状況。令和6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。

### 総括班

〈ホームページ〉新学術領域研究「対話知能学」(URL:<https://www.commu-ai.org/>)

### 〈主催シンポジウム・ワークショップ〉

1. キックオフシンポジウム(2019年8月20日@慶應義塾大学三田キャンパス)
2. 2020年度公開シンポジウム(2020年10月23日, オンライン)
3. 2021年度公開シンポジウム(2021年9月20日, オンライン)
4. 2022年度公開シンポジウム(2022年9月4日@日本科学未来館, 未来館ホール)
5. 2023年度公開シンポジウム(2023年9月24日@日本科学未来館, 未来館ホール)



### 〈共催シンポジウム〉

1. The 3rd International Symposium on Symbiotic Intelligent Systems (2020年11月19日-20日, オンライン)

〈ニュースレター〉全17号を発行。本領域WEBページにてPDFを公開

〈アウトリーチ活動〉研究成果報告書を発行。本領域ホームページにてPDFを公開(上図表紙)

### A01 計画研究 (研究代表者:河原 達也)

#### 〈雑誌論文〉

- [1] T. Iio, Y. Yoshikawa, K. Ogawa, H. Ishiguro. Comparison of Outcomes Between Robot-Assisted Language Learning System and Human Tutors: Focusing on Speaking Ability. *Int J of Soc Robotics*, 2024.
- [2] T. Iio, Y. Yoshikawa, H. Ishiguro. Multi-robot cooperative behavior for reducing unnaturalness of starting a conversation. *Advanced Robotics*, vol. 38, no. 7, pp. 450–466, 2024.
- [3] K. Ochi, K. Inoue, D. Lala, T. Kawahara, H. Kumazaki. Effect of attentive listening robot on pleasure and arousal change in psychiatric daycare. *Advanced Robotics*, vol. 37, no. 21, pp.1382-1391, 2023.
- [4] K. Yamamoto, K. Inoue, and T. Kawahara. Character expression for spoken dialogue systems with semi-supervised learning using variational auto-encoder. *Computer Speech and Language*, vol. 79, pp.1-14, 2023.
- [5] K. Inoue, D. Lala, T. Kawahara. Can a robot laugh with you?: Shared laughter generation for empathetic spoken dialogue. *Frontiers in Robotics and AI*, vol. 9, pp. 1-11, 2022.
- [6] K. Sakai, Y. Nakamura, Y. Yoshikawa, H. Ishiguro. Effect of Robot Embodiment on Satisfaction with Recommendations in Shopping Malls. *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 7, no. 1, pp. 366–372, 2021.
- [7] 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*, vol. 8, 2021.
- [8] 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. *Applied Sciences*, vol. 10, no. 4, 1552, 2020.

#### 〈学会発表〉※proceedings paper を含める

- [1] Z. H. Pang, Y. Fu, D. Lala, K. Ochi, K. Inoue, and T. Kawahara. Acknowledgment of emotional states: Generating validating responses for empathetic dialogue. *IWSDS 2024*, 2024.
- [2] K. Yamamoto, K. Inoue, T. Kawahara. Character adaptation of spoken dialogue systems based on user personalities. *IWSDS 2023*, 2023.
- [3] Y. Fu, K. Inoue, C. Chu, and T. Kawahara. Reasoning before responding: Integrating commonsense-based causality explanation for empathetic response generation. *Proc. the 24th Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue*, 2023.
- [4] K. Sakai, S. Mitsuno, M. Ban, Y. Yoshikawa, F. Shimpo, S. Harata, H. Ishiguro. Effect of robot Notification on Acquiring Permission to use Personal Information, *Proc. the 11th International Conference on Human-Agent*

*Interaction*, pp.124–132, 2023.

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

#### 〈書籍〉

- [1] 井上昂治, 河原達也. 音声対話システム 基礎から実装まで. オーム社, 2023.

#### 〈アウトリーチ活動〉

- [1] ありまこうげん祭市民公開講座「ヒューマノイドロボットと精神医学の融合／人のコミュニケーションを支援するロボット」(2023年10月21日, ありまこうげんホスピタル)  
[2] 特別展「きみとロボット ニンゲンツテ, ナンダ?」(2022年3月18日-31日, 日本科学未来館)

#### A02 計画研究 (研究代表者: 東中 竜一郎)

#### 〈雑誌論文〉

- [1] A. Guo, R. Hirai, A. Ohashi, Y. Chiba, Y. Tsunomori, R. Higashinaka. Personality Prediction from Task-Oriented and Open-Domain Human-Machine Dialogues, *Scientific Reports*, 14, 3868, 2024  
[2] T. Minato, R. Higashinaka, K. Sakai, T. Funayama, H. Nishizaki, T. Nagai. Design of a competition specifically for spoken dialogue with a humanoid robot, *Advanced Robotics*, vol. 37, pp.1349-1363, 2023.  
[3] 内田貴久, 船山智, 境くりま, 港隆史, 石黒浩. 他者視点取得の誘発による人間同士の関係構築促進:3者対話におけるロボットの対話戦略. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, vol. 23, pp. 167-180, 2022.  
[4] T. Minato, K. Sakai, T. Uchida, H. Ishiguro. A study of interactive robot architecture through the practical implementation of conversational android, *Frontiers in Robotics and AI*, vol. 9, Article 90503, 2022.  
[5] S. Katada, S. Okada, K. Komatani: Effects of Physiological Signals in Different Types of Multimodal Sentiment Estimation. *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 14, issue 3, pp.2443-2457, 2023.  
[6] 武田 龍, 駒谷 和範, 中島 圭祐, 中野 幹生, 複数の対話システムコンペティションにおけるシステム開発の設計指針. *人工知能学会論文誌*, vol. 37, no.3, p. IDS-B\_1-9, 2022.  
[7] C. Xu, A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi. Uncertainty-aware Gait-based Age Estimation and Its Applications. *IEEE T-BIOM*, vol. 3, no. 4, pp. 479-494, Oct. 2021.  
[8] 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 T-BIOM*, vol. 2, no. 4, pp. 421-430, 2020.

#### 〈学会発表〉※proceedings paper を含める

- [1] R. Higashinaka, T. Takahashi, M. Inaba, Z. Qi, Y. Sasaki, K. Funakoshi, S. Moriya, S. Sato, T. Minato, K. Sakai, T. Funayama, M. Komuro, H. Nishikawa, R. Makino, H. Kikuchi, M. Usami. Dialogue System Live Competition Goes Multimodal: Analyzing the Effects of Multimodal Information in Situated Dialogue Systems, *International Workshop on Spoken Dialogue Systems Technology*, 2024.  
[2] K. Komatani, R. Takeda, S. Okada. Analyzing Differences in Subjective Annotations by Participants and Third-party Annotators in Multimodal Dialogue Corpus. *Proc. 24th Annual Meeting of SIGDIAL*, pp. 104-113, 2023.  
[3] Q. Zhang, J. Naradowsky, Y. Miyao. Ask an Expert. Leveraging Language Models to Improve Strategic Reasoning in Goal-Oriented Dialogue Models. *ACL 2023 Findings*. 2023.  
[4] M. Inaba, Y. Chiba, R. Higashinaka, K. Komatani, Y. Miyao, T. Nagai. Collection and Analysis of Travel Agency Task Dialogues with Age-Diverse Speakers. *Proc. the 13th Language Resources and Evaluation Conference*, 2022.  
[5] Y. Makihara: Recognizing Human Identity, Age, and Aesthetic Attributes from Gait, *The 17th IEEE Computer Society Workshop on Biometrics*, USA, 2022.  
[6] C. T. Ishi, R. Mikata, T. Minato, H. Ishiguro. Online processing for speech-driven gesture motion generation in android robots, *Proc. 2019 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, pp. 508-514, 2019.

#### 〈書籍〉

- [1] 東中竜一郎. 対話システムの作り方. 近代科学社, 2023.

[2] 東中竜一郎. AI の雑談力. KADOKAWA, 2021.

[3] 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.

#### 〈コンペティションの開催〉

[1] 対話ロボットコンペティション 2022 予選会 (2022 年 8 月 11 日-31 日@日本科学未来館), 本選 (2022 年 10 月 25 日@国立京都国際会館 ※国際会議 IROS2022 の Robot Competition 部門にて開催)

[2] 対話ロボットコンペティション 2023 予選会 (2023 年 10 月 27 日-11 月 20 日@JTB 名古屋ユニモール店, JTB トラベルゲート天神店), 本選会 (2023 年 12 月 23 日@日本科学未来館)

[3] 対話システムライブコンペティション 5 本選会 (2022 年 12 月 13 日@国立国語研究所)

[4] 対話システムライブコンペティション 6 本選会 (2023 年 12 月 13 日@国立国語研究所)

#### A03 計画研究 (研究代表者: 杉山 弘晃)

##### 〈雑誌論文〉

[1] M. Kawamoto, M. Shuzo, & E. Maeda. Improving User's Sense of Participation in Robot-Driven Dialogue. *Advanced Robotics*, vol. 38, pp. 221-225, 2024.

[2] H. Narimatsu, H. Sugiyama, M. Mizukami, T. Arimoto. Chat agents respond more empathetically by using hearsay experience. *Frontiers in Robotics and AI*, 2023.

[3] K. Sakai, Y. Nakamura, Y. Yoshikawa, S. Kano, H. Ishiguro. Expressing Robot's Understanding of Human Preference Based on Successive Estimations during Dialog. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2023.

[4] D. Kawakubo, M. Shuzo, H. Sugiyama, & E. Maeda: Asymmetric Communication. Cognitive Models of Humans Toward an Android Robot. *Frontier in Robotics and AI*, vol. 10, 1267560, 2023.

[5] H. Sugiyama, K. Nakamura. Temporary Improvement of Cognitive and Behavioral Scales for Dementia elderly by Shiritori Word Game with a Dialogue Robot: A Pilot Study. *Frontiers in Robotics & AI*, vol. 9, 2022.

[6] 岡留 有哉, 阿多 健史郎, 石黒 浩, 中村 泰. 対話中の振り舞い予測のための時間的整合性に注目した自己教師あり学習. 人工知能学会論文誌, vol.37, no.6, p. B-M43\_1-13, 2022.

[7] 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.

[8] Y. Nishimura, Y. Nakamura, H. Ishiguro. Human interaction behavior modeling using Generative Adversarial Networks. *Neural Networks*, vol. 132, pp. 521-531, 2020.

##### 〈学会発表〉※proceedings paper を含める

[1] Y. Tsunomori, M. Ishihata, H. Sugiyama. Time-Considerable Dialogue Models via Reranking by Time Dependency. Findings of the Association for Computational Linguistics (EMNLP 2023), 2023.

[2] H. Sugiyama, M. Mizukami, T. Arimoto, H. Narimatsu, Y. Chiba, H. Nakajima, T. Meguro. Empirical Analysis of Training Strategies of Transformer-Based Japanese Chat-Chat Systems. 2022 IEEE Spoken Language Technology Workshop, 2023.

[3] Y. Okadome, Y. Nakamura. Extracting feature space for synchronizing behavior in an interaction scene using unannotated data. *Proc. 32nd International Conference on Artificial Neural Networks*, 2023.

[4] K. Shukuri, R. Ishigaki, J. Suzuki, T. Naganuma, T. Fujimoto, D. Kawakubo, M. Shuzo, E. Maeda. Meta-control of dialogue systems using large language models. *Proc. Dialog. Robot Compet.* 2023

[5] 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.

#### A04 計画研究 (研究代表者: 新保 史生)

##### 〈雑誌論文〉

[1] 呉羽真. ロボットユーザーへのステレオタイプ・偏見の問題. 応用倫理, vol. 15, pp. 3-14, 2024.

[2] 新保史生, 吉川雄一郎, 酒井和紀, 原田伸一朗. 法律を守り・守らせるロボットの社会実装に向けた研究. 人工知能学会誌, vol. 38, pp. 730-737, 2023.

- [3] 新保史生. AI 規正論. 情報通信政策研究, vol. 7, pp. 69-100, 2023.
- [4] 長島光一. 医師の言動による法的責任——医療現場におけるロボットの利用に向けて. 医と法の邂逅, いはらの会編, 尚学社, pp.155-200, 2023.
- [5] M. Kureha: On the moral permissibility of robot apologies, *AI & SOCIETY*, 2023.
- [6] 呉羽真. 日本人とロボット——テクノアニミズム論への批判. *Contemporary and Applied Philosophy*, vol. 13, pp. 62-82, 2021.
- [7] 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.
- [8] 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.

### 〈学会発表〉

- [1] 長島光一. AI・ロボットをめぐる紛争の解決に向けた制度—AI・ロボットの責任明確化と社会受容のためのシステム. 人工知能学会全国大会論文集 JSAI 2023, 2023.

### 〈シンポジウムの開催〉

- [1] 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(2019年11月12日@東京21cクラブ)
- [2] 第2回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(2020年5月1日, オンライン)
- [3] 第3回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(2020年8月28日, オンライン)
- [4] 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.

〈アウトリーチ活動〉日本科学未来館を拠点として, 一般の来館者に向けた対話イベントを期間中に計21件開催(オンライン含). 本領域 WEB ページにて開催イベントリストを公開(URL: <https://www.commu-ai.org/miraikan/index.html>). これには計画研究・公募研究を問わず A01～A04 班から多くの研究者が登壇している.

## A01 公募研究

### 〈雑誌論文〉

- [1] B. Wu, C. Liu, C. T. Ishi, H. Ishiguro. Extrovert or Introvert? GAN-Based Humanoid Upper-Body Gesture Generation for Different Impressions. *International Journal of Social Robotics*, 2023.
- [2] Y. Sejima, L. Yang, S. Inagaki, D. Morita. A speech-driven avatar robot system with changing complexion for the Visualization of an interactive atmosphere, *Journal of Robotics and Mechatronics*, vol. 35, no. 5, pp. 1331-1339, 2023.
- [3] M. Enoki, T. Inaishi, H. Noguchi. Extraction and Evaluation of Greeting Speech-Timing and Characteristic Upper Body Motion for Robots to Gain Attention of Older Adults. *Journal of Robotics and Mechatronics*, vol.34, no. 6, pp. 1338-1347, 2022.
- [4] S. Tanaka, K. Yoshino, K. Sudoh, S. Nakamura. Reflective Action Selection Based on Positive-Unlabeled Learning and Causality Detection Model. *Computer Speech & Language*, vol. 78, 101463, 2022.
- [5] A. Yoshida, H. Kumazaki, T. Muramatsu, Y. Yoshikawa, H. Ishiguro, M. Mimura. Intervention with a humanoid robot avatar for individuals with social anxiety disorders comorbid with autism spectrum disorders. *Asian journal of Psychiatry*. vol. 78. 103315. 2022.
- [6] M. Otake-Matsuura, S. Tokunaga, K. Watanabe, M. S. Abe, T. Sekiguchi, H. Sugimoto, T. Kishimoto, T. Kudo. Cognitive Intervention Through Photo-Integrated Conversation Moderated by Robots (PICMOR) Program: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Robotics and AI*, vol. 8, 633076, 2021.
- [7] M. Alimardani, L. Kemmeren, K. Okumura, K. Hiraki. Robot-Assisted Mindfulness Practice: Analysis of Neurophysiological Responses and Affective State Change. *Human-Computer Interaction*, 2020.
- [8] I. Giannopulu, A. Etournaud, K. Terada, M. Velonaki, T. Watanabe. Ordered interpersonal synchronization in ASD children via robots. *Scientific Reports*, 10, pp. 1-10, 2020.

### 〈学会発表〉※proceedings paper を含める

- [1] Y. Noguchi, Y. Guo, F. Tanaka. A Plug-In Weight-Shifting Module That Adds Emotional Expressiveness to Inanimate Objects in Handheld Interaction. *Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Robotics*

and Automation, pp. 12450-12456, 2023.

- [2] N. Shione, Y. Wakabayashi, N. Kitaoka. Construction of Automatic Speech Recognition Model that Recognizes Linguistic Information and Verbal/Non-verbal Phenomena. APSIPA, 2023.
- [3] T. Obi, K. Funakoshi. Video-based Respiratory Waveform Estimation in Dialogue: A Novel Task and Dataset for Human-Machine Interaction. *Proc. the 25th ICMI*, pp. 649-660, 2023.

## A02 公募研究

### 〈雑誌論文〉

- [1] F. Nagasawa, S. Okada, T. Ishihara, K. Nitta. Adaptive Interview Strategy Based on Interviewee's Speaking Willingness Recognition for Interview Robots. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2023.

### 〈学会発表〉※proceedings paper を含める

- [1] T. Ishii, J. Miura, K. Hayashi. Enhancing Human-Robot Collaborative Object Search through Human Behavior Observation and Dialog. 2023 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops, 2023.
- [2] S. Maeoki, K. Uehara, T. Harada. Interactive Video Retrieval with Dialog. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on CVPR Workshops*, pp. 4091-4099, 2020.
- [3] Y. Wang, C. S. Leow, H. Nishizaki, A. Kobayashi, T. Utsuro. ExKaldi: A Python-Based Extension Tool of Kaldi. *Proc. 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics*, pp. 470-473, 2020.
- [4] 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.

## A03 公募研究

### 〈雑誌論文〉

- [1] K. Sasaki, J. Nishikawa, J. Morita. Evaluation of Co-Speech Gestures Grounded in Word-Distributed Representation. *Frontiers in Robotics and AI. Sec. Human-Robot Interaction*, vol.11, 2024
- [2] V. G. Wijaya, K. Oba, R. Ishibashi, M. Sugiura. Why people hesitate to help: Neural correlates of the counter-dynamics of altruistic helping and individual differences in daily helping tendencies. *Frontiers in Psychology*, 14, 1080376, 2023.
- [3] T. Yoshida, A. Masumori, T. Ikegami. From Text to Motion: Grounding GPT-4 in a Humanoid Robot "Alter3" (preprint). <https://arxiv.org/abs/2312.06571>, 2023.
- [4] T. Miyamoto, D. Katagami, M. Usami. A Politeness Control Method for Conversational Agents Considering Social Relationships with Users. *Advances in Artificial Intelligence*, pp.224-231, 2021.
- [5] T. Sakamoto, A. Sudo, Y. Takeuchi. Investigation of Model for Initial Phase of Communication: Analysis of Humans Interaction by Robot. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, vol. 10, no.2, pp.1-27, 2021.
- [6] 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), pp. 173-179, 2020.

### 〈学会発表〉※proceedings paper を含める

- [1] T. Matsui, I. Tani, K. Sasai, Y.-P. Gunji. Dialogue Breakdown and Confusion between Elements and Category. *Proc. Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 2021.

## A04 公募研究

### 〈雑誌論文〉

- [1] 小山虎, 西村友海. 「発言権」に基づく対話システムのレベル分け: AI アカウンタビリティの実現に向けたマイルストーンの提案. 日本ロボット学会誌, 2023.
- [2] T. Nomura, T. Suzuki. Expectations of Robots' Gender Appearances and Personal Factors: A Survey in Japan. *International Journal of Social Robotics*, vol. 15, pp. 1903-1914, 2023.
- [3] T. Nomura, T. Suzuki, H. Kumazaki. Differences in stakeholders' expectations of gendered robots in the field of psychotherapy: an exploratory survey, *AI & Society*, 2023.
- [4] 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, pp. 187-222, 2021.



## 9 研究費の使用状況

研究領域全体を通じ、研究費の使用状況や効果的使用の工夫、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2頁以内で記述すること。また、領域設定期間最終年度の繰越しが承認された計画研究（総括班・国際活動支援班を含む。）がある場合は、その内容を記述すること。

### (1) 研究課題の活動状況に即した研究費の使用状況

領域全体の研究費の主な使用用途は、実証実験用設備・研究環境の整備、研究員・研究補助員の雇用（会議運営をメインに担う教員を含む）、ロボットの購入・貸出、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、対話コーパスの収集などである。以下では年度毎に使用状況を記述する。

#### 初年度

まず、予算に関する大幅な計画変更があった。当初は総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、領域研究の推進にあたり、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 に移した。それによって、さらなるデータの収集・解析、およびシステムのさらなる改良を行った。

なお、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ったために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年目,3年目

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だが、新型コロナウイルス感染症の流行によって実証実験は依然として制限されていた。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。それゆえ、今後の研究推進のために、コロナ禍においても実験が進められるような環境を整える必要があった。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た（CGのロボット CommU-Talk と遠隔対話実験システム）。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していった。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った。それによって、令和2年度と令和3年度にはオンラインでの公開シンポジウムを実施するに至った。なお、令和3年度には海外（フランス・スウェーデン）からの研究者にも講演を依頼した。

なおこの間にも、「ららぽーと EXPOCITY」内の EXPOCITY LAB では実証実験が進められていった。この施設は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、研究環境の整備の一環として、令和2年11月より、関東での実証実験の拠点として「日本科学未来館」にプロジェクト居室を貸借し、什器の購入（約1,340千円）と改装工事（火災報知器・スプリンクラー工事：約1,230千円）を行った。また、毎月の光熱水費、インターネット料金を支出した（R5年度までの総額約1980千円）。

#### 4年目,5年目

4年目からは徐々にコロナ禍の状況が緩和されていき、現地での実証実験にも取り組めるようになっていった。実証実験を推進するにあたり、上述の EXPOCITY に加えて、「日本科学未来館」の活用も活発にしていった。同館で借りている石黒プロジェクトの居室（実験室）および他の施設にて、同館のスタッフの協力も得ながら実証実験を実施していった（未来館の居室は令和2年11月から貸借しているが、ミーティングやプログラム開発などで使用しているのみであり、本格的な実証実験は行えていなかった）。また、未来館に設置しているアンドロイド I を未来館外からネットワークを介して制御し、実験やテストを行えるように、ネットワークの設備も整えた（固定 IP アドレスのサービス料金を含め、全期間で約450千円）。

小型の対話ロボットである CommU を購入し、実証実験のために貸し出した。CommU は A01 班の実証実験で使用、A03 班（計画班・公募班）の実験のために貸し出すなど、頻繁に利用した。また、期間中にすべての CommU が出払う状態になったため、2 台の CommU を追加購入した（約 1,760 千円）。

公開シンポジウム・領域全体会議の開催も現地で行えるようになった。令和 4 年度の公開シンポジウムは日本科学未来館・未来館ホールで行った。そのために、会場のレンタル料金、講演者への謝金、zoom を利用したオンラインへの配信にかかる費用（zoom 料金および会場の音響・照明・映像オペレータの料金）、関係者の旅費を含めて、約 750 千円を使用した。また、当日はシンポジウム内でデモも行い、そのためにロボットの整備費、運搬費、デモ実施者の旅費を支出した。令和 5 年度の公開シンポジウムもまた未来館ホールで行った。そのために、会場のレンタル料金等を含めて、約 620 千円を支出した。同日にデモも実施し、そのためにそのためにロボットの整備費、運搬費、デモ実施者の旅費を支出した。

最終年度では、アウトリーチのために研究成果をまとめた PDF を作成し、本領域の WEB ページで公開した。成果のとりまとめ、PDF レイアウトの作成、小部数の冊子印刷のために約 920 千円を支出した。

## (2) 各班の研究費使用状況

### A01 班

A01 班では、ポスドク研究員、及び大学院生のリサーチアシスタント(RA)など若手研究者の雇用を中心として、人件費に 51,834 千円を支出した。特に、会話ロボットの研究開発と実証実験を継続的に行うために、京都大学と大阪大学で特定助教を各1名雇用した。両名は、本研究の遂行において非常に重要な役割を果たした。また、本研究を実施するために必要なロボットや計算機(GPU サーバやファイルサーバ)等の物品費に 46,274 千円支出した。一方、コロナ禍で学会等の出張が大幅に減ったため、旅費は 4,428 千円にとどまった。その他、開発したシステムの被験者実験、実験で収集したデータの書き起こし・アノテーション、学会参加費、論文掲載料等に使用した。

### A02 班

A02 班では、ポスドク研究員、研究補助者としての大学院生のリサーチアシスタント、エンジニアの雇用等について人件費に約 65,260 千円を支出した。また、深層学習モデルの構築やデータ管理のために GPU サーバやファイルサーバを購入し、また、対話ロボットの構築に必要なアンドロイドや音声合成エンジン、対話システムを動作させるための GPU 付きノートパソコンなどを購入した。これらのため、物品費に約 57,940 千円支出した。また、研究成果の発表や会議のため、国内外学会出張に約 13,950 千円を支出した。その他、対話コーパス構築や対話ロボットコンペティションの運営にかかる委託費、対話データ収集や対話システム評価にかかるクラウドソーシングの費用、英文校閲費、投稿費、オープンアクセス費、出版費として約 61,640 千円を支出した。

### A03 班

A03 班では、ポスドク研究員、及び大学院生のリサーチアシスタント(RA)など若手研究者の雇用を中心として、人件費に 46,937 千円を支出した。特に、人の認知モデルの研究開発、および大規模対話モデルに基づくマルチモーダル対話ロボットの研究開発・実証実験を継続的に行うために、大阪大学と東京電機大学で特定助教を各1名雇用した。両名は、本研究の遂行において非常に重要な役割を果たした。また、本研究を実施するために必要なロボットや計算機(GPU サーバやファイルサーバ)等の物品費に 96,673 千円支出した。一方、コロナ禍で国際学会等の出張が大幅に減ったことで、旅費は 5,852 千円にとどまった。その他、クラウド GPU 利用料、学習用対話データ作成、開発したシステムの被験者実験、実験で収集したデータへのアノテーション、学会参加費、論文掲載料等に使用した。

### A04 班

A04班では、研究補助者としての大学院生への謝金、事務補助員への謝金、ワークショップ取りまとめおよび研究連携担当の研究員の雇用、さらにアフターコロナ下の日本科学未来館との対面イベントの企画および連携のために元日本科学未来館科学コミュニケーターのパスドクを雇用し、人件費に約 25,700 千円を支出した。また、研究員の PC と国内外の AI 及びロボットに関する最新動向調査のための専門書購入費用としての物品費に約 2,500 千円、国内外の学会出張及び海外研究者の招聘に約 8,785 千円を支出した。英文校閲費・投稿費、オープンアクセス費、国内外の学会参加費として約 7,780 千円を支出した。日本科学未来館との協力のうでオンラインおよびハイブリッド形式のイベント定期的実施していくため、また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的环境整備に約 3,000 千円支出した。

## 10 当該学問分野及び関連学問分野への貢献の状況

研究領域全体を通じ、本研究領域の成果が当該学問分野や関連学問分野に与えたインパクトや波及効果などについて、「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1頁以内で記述すること。なお、記述に当たっては、応募時に「①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すもの」、「②当該領域の各分野発展・飛躍的な展開を目指すもの」のどちらを選択したか、また、どの程度達成できたかを明確にすること。

本新学術領域では、音声認識、対話生成、音声合成等のような、従来の縦型機能分化に基づく研究体制を排し、対話のレベルに応じた、階層的な4つの分野横断的研究グループを設定した。これにより、対話レベルに応じて、それぞれのレベルで対話を随時実現し、対話に関わる問題を研究しながら研究開発を進めていくことができる。またこのような研究体制の基、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の実現にも取り組んだ。すなわち、このような階層的で、なおかつ上下の階層の研究グループが、実証実験を通して密接に関わりあいながら進める独自の体制で、対話知能の実現を目指し、対話知能学という新たな研究領域の創成に取り組んで来た。それゆえ本新学術領域では、「①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すもの」を応募時に選択し、研究を開始した。

本新学術領域の取り組みは、多くの関連分野の研究開発にインパクトや波及効果を与えることができた。そして、その取り組みは、人工知能学会誌でも小特集として取り上げられている(『人工知能』第38巻5号, 右図)。



以下では、各班の研究が対話知能学創成にどのように貢献し、関連領域に影響を及ぼしたかについて述べる。

**A01 班** 対話継続関係維持の研究における対話知能学創成への貢献は、多数の実証実験を先導し、対話型ロボットの実証実験の研究方法論を確立したことにある。実装したシステムの中で特にインパクトがあったのは「共有笑い」を実現したものである。このシステムでは共感的な対話を実現するために、相手の人間の笑いに同調してロボットが笑う機能を実装した。このシステムは欧米の世界的なメディアで取り上げられた(井上, 河原)。また、計画班の河原, 吉川らは、公募班の熊崎(医学博士)と協力することで、精神医学の臨床現場に対話ロボットを導入し、医学と工学が融合した新たな融合領域研究を拓いた。複数の医学会でシンポジウムを数多く開催し、新たな医工連携の道筋をつけるとともに、うつ病, 選択性緘黙, 吃音症といった分野におけるロボット介入治療の可能性を示した。従来、**精神医学分野においては、対話ロボットを用いた治療や療育の支援は取り組まれてこなかったが、最近では、本研究をきっかけに様々なグループがロボットを利用の検討を始めるようになった。**

**A02 班** 対話理解生成の研究では、多くの研究者が手軽に利用できる対話ロボットシステムを開発し、それを用いた**世界初の人間型ロボットの対話能力を競うコンペティションを開催し、多くの研究者に対話ロボットを使った研究開発や実証実験の機会を提供した。**これによって、対話ロボットの研究開発に貢献しただけでなく、対話研究者やロボット研究者のコミュニティ形成にも貢献することができた(港)。また、対話中のマルチモーダル心象推定の基盤となる、マルチモーダル対話コーパス Hazumi を収集し公開した。さらには、実際にそれを用いて、生体情報を含む心象推定手法を開発した(駒谷)。

**A03 班** 行動決定モデル推定の研究では、**雑談対話に特化した大規模対話モデルおよび学習用対話コーパスを日本で初めて構築し、それを無償公開(学術用途の場合のみ)した。**本モデルは、対話システムの性能を競うコンペティションで優勝した実績を持つとともに、公開後2年半が経過してなお多数の研究で利用されており、日本の対話システム研究の底上げに貢献している(杉山)。また、このモデルをベースに、ドライブ中に車窓から見える風景について雑談を行うドライブ対話システムを構築・発表した。このシステムは自動車業界において高い注目を集めており、今後のさらなる発展が期待される。

**A04 班** 人間機械社会規範研究では、日本科学未来館でトークイベントを定期的に行い、Youtube にアーカイブを公開した。閲覧数はのべ26000回を超え、ロボットの法的倫理的課題について社会に広く伝えることができた。研究面では、日本におけるロボット倫理の研究は海外の研究の後追いに留まるものが多く、査読論文がほとんどないなど、その水準は高いとは言えなかったが、ロボティクスの最先端の研究開発に関わる問題について議論し、その成果を著名海外ジャーナルに発表するなど、国内のロボット倫理の研究水準の向上に貢献した(呉羽)。また、A04班が中心となった分野横断的な研究として、**A01班と協力することで「人に法律を守らせるロボット」という新しい概念を提唱し、個人情報に関する同意取得をロボットが行う実証実験を行った(新保, 吉川)。**さらには、**倫理学とロボティクスの新たな協働の方法として、社会に受け入れられた価値観に対して問題提起を行うクリティカル・ロボティクスを提案した(呉羽)。**

## 11 若手研究者の育成に関する取組実績

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6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。）の育成に係る取組の実績について、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

#### (1) 若手研究者への研究費の使用状況

本領域では多くの若手研究者が研究遂行に関わった。若手研究者を研究員・ポスドクとして雇用するために、領域全体で約73660千円を支出した。学生、大学院生も多く研究遂行に関わらせてきた。研究補助者としてRA等の人件費・謝金等に領域全体で約31690千円を支出した。

本研究領域の予算を用いて、若手研究者が使用するためのワークステーション(GPU 計算機)本体の購入、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などを行い、それによって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、クラウド計算機の利用費用(研究協力者一人当たり50~100万円程度の研究費援助を行った公募班も複数ある)、対話コーパスの収集にかかる費用、オンライン調査費用、学会参加のための旅費なども支出した。また最後に詳しく述べるように、若手研究者が実証実験を実施するにあたって必要な費用にも用いた。

#### (2) 受賞, 進学, 昇進, ポスの獲得

研究に専念してもらうことによって若手研究者は実証実験の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ることができた。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。また、本領域での研究業績を通じて日本学術振興会特別研究員(DC1:3名, DC2:2名)、その他のフェローシップ(「リーディング大学院ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム」, 「理科学研究所ジュニアリサーチアソシエイト」, 「グリーントランスフォーメーションを先導する高度人材育成」等、合計8人)に採択された院生もいる。また関連して、Microsoft Research Asia との共同研究プロジェクト(D-CORE 2021)への採択を挙げることができる。

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。期間中に本領域に関わる研究を通じて27名が学士号を、61名が修士号を、22名が博士号の学位を取得した(期間内に修士・博士の両方を取得した者は博士のみ計上している)。また、本領域研究にかかわる若手研究者は次のような昇進、ポスの獲得があった。22名が期間中に新たに研究職に就くか、昇進するに至った。目立つ事例として、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)、博士学位を取得後の企業研究所への就職(1名)を挙げることができる。

#### (3) 実証実験を通じた育成

本領域における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。若手研究者は自ら中心となって実証実験の経験に取り組むことによって、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つようになった。領域全体で非常に多くの実証実験が実施されたが、特筆すべきものを下記に記す。A01計画班では非常に多くの実証実験に取り組み、7名の若手研究者が10回に渡る実証実験をEXPOCITY、ニフレル(水族館)、日本科学未来館、アジア太平洋トレードセンター(ATC)で実施し、対話型ロボットの実証実験の研究方法論を学んでいった。A01公募班の研究課題(大武)において、高齢者を対象とした在宅実験も行われ、若手研究者らは行政とも連携して実証実験を行う経験を得た。また、日本科学未来館では、A03公募班の研究課題(片上、竹内)において、助教や大学院生が中心となって実証実験に取り組むことによって、オープンなフィールドでの実験に従事し、大学以外での環境での実験実施の準備やノイズの多いデータ処理のスキルを身につけた。

ロボットコンペティションへの参加もまた、若手研究者が成長する機会となった。とりわけA02計画班では多くの学生がシステム構築に関わり、対話ロボットとリアルなユーザとのあいだの対話に現れる現象について深く理解する機会を得ることができた。

## 12 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。

### (1) 評価体制

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）

評価者の方々には公開シンポジウム、領域全体会議に参加していただき、その都度にコメントをいただいていた。とりわけ、土井先生にはすべての公開シンポジウムと領域全体会議にご参加いただいた。また、西田先生には2022年度公開シンポジウムにてご講演いただき、領域代表、研究代表者らとのディスカッションにご参加いただいた。なお諸般の事情により、水谷先生からは評価コメントをいただいているが、領域全体会議では質疑応答にもご参加いただき、本研究領域の課題を示していただいた。

### (2) 評価コメント

#### 土井美和子(情報通信研究機構)

新学術領域研究「対話知能学」は、多くの研究者が手軽に利用できる対話ロボットシステムを用い世界初の人間型ロボットの対話能力を競うコンペティションを開催し、多くの研究者に対話ロボットを使った研究開発や実証実験の機会を提供したことは、日本の技術力を高めることに大いに貢献した。

生成 AI の登場によりロボットなどの対話機能は大幅に向上してきた。それに対し、本研究領域は従来の縦型でなく横断型で「対話における知能」とは何かに迫ったもので、その成果は、生成 AI によりロボットやアバターが獲得した対話機能に、人間にとっての親和性を持たせることに大いに貢献するものである。

具体的には、相手の人間の笑いに同調する「協調笑い」のような対話を継続させるためのシステム、そしてうつ病、選択性緘黙、吃音症といった分野におけるロボット介入治療の介入の可能性などが特筆すべき成果としてあげられる。

#### 中村哲(奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科)

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ロボットのための「対話知能」を目標にプロジェクトが発足した。プロジェクトは計画班、公募班をマトリクス状に配置しこの問題に挑んだ。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、対話ロボットコンペティションを実施し研究を進めた。

A01 班の相槌、頷き、表情などの反応時間の短いレベルの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、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分析、A04 班のアンドロイドを社会に普及させる際の倫理制度などの要素技術研究が進んだ。その意味でアカデミアベースのプロジェクト単体では大きな成功を収めたと言える。

一方で大規模言語モデルの研究開発が急速に進み、特に、ChatGPT は AI を瞬く間に商用化した。大規模言語モデルは Wikipedia や多くのネット上の大量の知識を包含し、対話機能で質問応答ができる。また、マルチモーダル統合モデルへの拡張も急速に進んでいる。プロジェクト終了を機に、「対話知能学」プロジェクトの成果に加え、大規模言語モデルの機能を併せて、現時点での技術レベルの整理、現時点での技術の延長上で行えないことの整理、アカデミアとしてどのように伍していくのかの整理を行い、実用的な意味での「対話知能」の観点から、あらたな技術研究をさらに進めてもらいたい。

#### 西田豊明(福知山公立大学情報学部)

スマートスピーカーの対話力不足を研究動機の典型例として掲げ、対話における相手の意図や欲求の推定に焦点をあて、ヒト型ロボットとの共生社会への貢献を視野に入れ、「対話継続関係維持」、「対話理解と生成」、「自己と他者の認知モデル推定と社会的関係性構築と発展」、「人間機械社会規範」の各層を対象とした「人間機械共生社会を目指した対話知能システム学」に関わる学術領域形成を目指した。

実証実験を重視した初期の取り組み体制から、対話知能のコア部分を中心とする体制に組み替えたことにより、理論と実践の結びつきが強化され、研究期間後半で利用可能になった大規模言語モデルの効用も取り入れて、理論面でも実践面でも学術領域形成が急加速された。また、コモングラウンドに象徴される長期的な記憶の発展をコミュニケーションと会話的側面への進出、多様な個性と文化的背景のもとでフォーカスが変化し、相手モデルの形成の不確実性が高まる場合への発展など、次のステップと道筋が明確になった。また、研究コミュニティも広がり、強化された。

A01 班では、共感のある対話と社会的関係性構築に焦点をあてた研究分野形成に取り組んだ。人間と対話システムの継続性のある対話実現のために長期間の実証実験を行うという特色あるアプローチを行った。特筆すべき成果として、高齢者との対話を継続させる能力を持つ対話システムの研究を行い、有益な知見を得たこと、選択的に共有笑いをするシステムの有効性を実証したこと、精神疾患のある人との対話での覚醒度が向上したことなどがあげられる。A02 班では、モジュールの緊密な連携による高品質対話システムの実現を目指した。特筆すべき成果として、対話コンペティションに基づく研究手法を開拓し、対話システムの性能向上に大きく貢献したことがあげられる。A03 班では、社会行動と連携する能力をもつ対話システムの実現に取り組んだ。特筆すべき成果として、雑談対話に特化した大規模対話モデルを構築し、学術用途に無償公開することで、対話システム研究の基盤構成に貢献したことがあげられる。A04 班では、人間機械共生社会における新しい社会規範の醸成に取り組んだ。特筆すべき成果として、社会に受け入れられた価値観をロボットを用いて問い直すクリティカル・ロボティクスの試みを行ったことがあげられる。

以上の通り、「人間機械共生社会を目指した対話知能システム学」に関わる学術領域形成の試みは成功し、期待を超えた成果をあげたと言える。

#### **曾我部真裕(京都大学大学院法学研究科)**

5 年間に亘って取り組まれてきた本研究領域での諸研究であるが、新型コロナ禍や生成 AI の急激な普及といった大きな出来事の直撃を受けつつも、全体としては大きな成果を挙げたように思われる。法学を専門とする評価者に十分な評価能力はないものの、人間ロボット共生社会に不可欠な人間とロボットとの自然な対話を実現するためには、生成 AI だけでは実現できないマルチモーダルな研究開発が必要であり、本研究領域はその要素を大きく前進させたものと思われる。

評価者の専門分野が含まれるいわゆる ELSI 課題に関しても、実際の訴訟の判決でその考え方が採用された VTuber に関する法的研究や、著名海外ジャーナルに掲載された研究成果もあるなど、大きな成果があったといえる。VTuber に関する研究が説得力をもったのは、すでに VTuber が実際に活動をし、それに伴う紛争が生じていたからである。このように、ELSI 課題に関して具体的な分析や提言が可能になるのは、実用化がなされ、あるいは少なくともそれが視野に入るほどにユースケースが明確化されている場合であることが多い。この点、本研究領域における技術研究は要素に関するものが中心であって、ELSI 課題の問題抽出が困難を伴う面があっただろう。「人に法律を守らせるロボット」という新しい概念の提唱、過失責任のあり様、AI の法的主体性や規制のあり方といった基礎的な研究が多くなされたことにはこうした事情があったものと思われ、理解できるところである。

もっとも、残された課題も多い。例えば、本研究期間の後半には、ロボットと対話を行う際の人間の心理に関する研究成果も現れており、それを踏まえて消費者保護のための法的規律の検討を行うことなども考えられるのではないか。今後も、研究テーマの広がりや深みを加えるべく各方面で研究が継続されることを期待したい。