

小特集 「人間機械共生社会を目指した対話知能システム学の取り組みと今後の展開」

対話継続・関係構築をめざした対話ロボット研究

Toward Communicative Robots to Maintain Dialogue Engagement and Establish Rapport

河原 達也

Tatsuya Kawahara

京都大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kyoto University

kawahara@i.kyoto-u.ac.jp, <http://www.sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp/members/kawahara/>

越智 景子

Keiko Ochi

(同上)

ochi.keiko.5f@kyoto-u.ac.jp, <https://researchmap.jp/ochikeiko>

吉川 雄一郎

Yuichiro Yoshikawa

大阪大学大学院基礎工学研究科

Graduate School of Engineering Science, Osaka University

yoshikawa@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp, <https://researchmap.jp/yuichiroyoshikawa>

酒井 和紀

Kazuki Sakai

(同上)

sakai.kazuki@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp, <https://researchmap.jp/sakaikazuki>

Keywords: communicative robots, spoken dialogue systems, engagement.

1. はじめに

この小特集が企画され、原稿執筆依頼を受けてから、ChatGPTが世界中で大きな話題となった。情報の正確性や信頼性には難があるものの、たいていの質問や要求に対して的確な応答を生成するので、自然言語処理や対話システムの研究が目指していたものはほとんどできたのではないかという感覚すらある。それでは、あらためて、対話の目的や意義は何であろうか。

折しも、3年余り続いた新型コロナウイルス感染症(コロナ禍)による行動制限が我が国でも撤廃され、仕事・学会などやプライベートでも久々に遠くに出かけたり、多くの人で集まったりする機会が増えている。その中で、オンラインでなく、直接対面でコミュニケーションを行う意義や良さを感じる。今年G7サミットが日本で開催されるのに際して、岸田首相は、ウクライナも含めて、ほぼすべての参加国の首脳のもとを訪問し、個別会談を果たしている。国のトップが、1~2時間の会談のために、10時間以上もかけて訪問する意味は何であろうか。

それらは、表層的なやり取りでは得られない、率直な意見交換と人間関係の構築であると考えられる。コロナ禍の経験で感じたのは、定型的なやり取りや情報・知識の伝達・交換はオンライン会議で十分可能であるが、突っ込んだ意見交換や人間関係の構築は困難であることであ

る。大学でほとんど一方的に話す授業においても、対面で行ったほうが良いのは、場を共有し、お互いの空気を感じながら、エンゲージし続けられるためであろう。

著者らは、このような対話・コミュニケーションを行うことができるロボットの研究を、約10年前から連携しつつ行ってきた。ここで、ロボットの存在が鍵になる。スマートスピーカやCGエージェントと比較して、実体のあるロボットは、対話相手として認識されやすい。公共スペースに対話型CGエージェントを設置しても人はほとんど寄り付かないが、ロボットがいると人だかりができる。ロボットは、人間と場所を共有し、互いに視線を交わせるという利点がある(空気を読めるかは別)。

さらに、アフォーダンスの原理により、ロボットの見掛けから対話相手としての捉え方も異なってくる[Bartneck 20]。子供のような見掛け(例えば図1左のCommU)であれば、子供レベルの対話が期待され、逆に成人のアンドロイド(例えば図1右のERICA)であれば、成人レベルの対話能力が期待される。ERATO石黒共生ヒューマンロボットインタラクションプロジェクト(2014~20年度)において当初は、人間と区別をつかないトータルチューリングテストを目標とすることが検討された。しかし、対話も多様であるため、どういう設定・基準にするか議論を重ねた。

まずは、違和感なく長い対話を実現することを目標とした。これは、チューリングテストと同様である。次に、

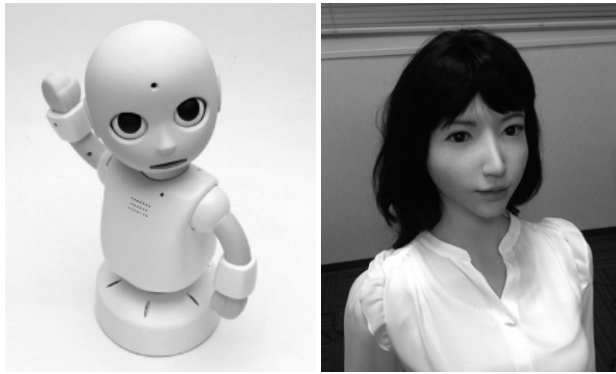


図1 CommU (左) と ERICA (右)

対話の質について検討し、「対話感」が得られることを目標にすることでおおむね合意された。「対話感」は主観的なものであるが、(話の内容とは関係なく)終わった後に「話して良かった」と感じられる満足度であり、対面コミュニケーションのほうが良く感じられる。

ERATO プロジェクトにおいて、5分程度の長さの対話は、さまざまなロボット・タスクにおいて実現できた[井上 20]。対話の自然性についても、おおむね人間レベルに近い評価を得たが、対話の質については「理解」や「共感」などの点で課題が残った[河原 22]。したがって、その後継・発展として位置付けた新学術領域研究「対話知能学」(2019～23年度)においては、より困難な状況設定(騒音下や高齢者・精神患者相手)でも対話を継続できるようにするとともに、対話の質を向上させることを目標とした。

2. 音声対話を長く継続させる技術

システムによる対話を長く継続させるには、言語的・文脈的に破綻しないことが必要条件となる。(ChatGPTレベルのシステムがない前提で)京都大学のグループでは傾聴、大阪大学のグループでは質問攻めという対極の枠組みを提案してきた。(ChatGPTレベルのシステムが利用できるとしても)明瞭な入力発話や完全な音声認識が困難な上記の状況設定において有用と考えられる。

2.1 相づちと繰返しによる傾聴

傾聴とは、相手の話に対して聞き手応答を適宜生成することで、発話の継続を促し、長く話してもらうことを目指している。このシステムの構成を図2に示す。

相手の発話中は常に、韻律的特徴を分析して、相づちの発話タイミングを予測する。これにより、相手が一方的に話す状況でも、「話を聞いている」というフィードバックを送る。また、音声認識と言語解析により、繰返し応答、掘下げ質問、評価応答、語彙的応答などを生成する。

言語解析は、焦点語の検出と感情分析のみを行っている。検出した焦点語を繰り返したり、適切な疑問詞を

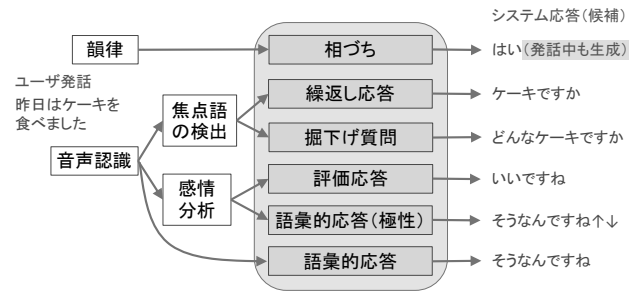


図2 傾聴対話システムの構成

接続した掘下げ質問を生成する。例えば、「先週、家族でお寿司を食べました」という発話に対しては、「お寿司ですか(繰返し応答)」や「どんなお寿司ですか(掘下げ質問)」となる。単なる相づちの繰返しだけでなく、このような応答により、「話を理解している」というフィードバックとなる。

また、感情分析に応じて、評価応答を生成する。ポジティブであれば、「いいですね」や「素敵ですね」、ネガティブであれば「大変ですね」や「残念でしたね」といった応答となる。語彙的応答は、「そうなんです」などのどのような状況でも発せられるものであるが、感情分析に基づいてその韻律を変化させる場合(語彙的応答(極性))もある。

このシステムは、高齢者との対話実験においても、5～7分の対話をほぼ破綻なく行うことができている。

2.2 2体のロボットによる質問攻め

質問攻めとは、立て続けに質問をすることである。質問をするロボットにとっては、相手の考えや気持ちを理解するための方策であり、質問をされる側にとっては、自身のことをいろいろ聞いてくる相手がいることによる自己肯定感や対話感を感じられることを目指している。ただし、そのような効果を得るためには、ロボットからの問いかけが詰問しているという感覚を与えないことが必要である。

大阪大学のグループでは、対話相手に対して、2体のロボットが代わる代わる質問攻めをしていくことにより、音声対話を長く継続させるシステムの開発に取り組んできた[Iio 20]。このシステム構成を図3に示す。システムは、YES/NOで答えられる質問のリストと、「うん」、「そっか」など、回答によらず生成できる相づちのリストに加えて、相手の回答がYES、あるいはNOであったとき、あるいはそのいずれとも判断できなかったときに生成するコメントのリストを質問ごとに用意しておき、質問・相づち・相手の回答に対するコメントからなる一連のやり取りを繰り返していく。1体のロボットがこのような質問攻めを続けると、対話相手は、自身の回答内容を反映した質問がくることを期待するため、文脈的に破綻のない質問を出し続ける必要があるが、それは容易ではない。

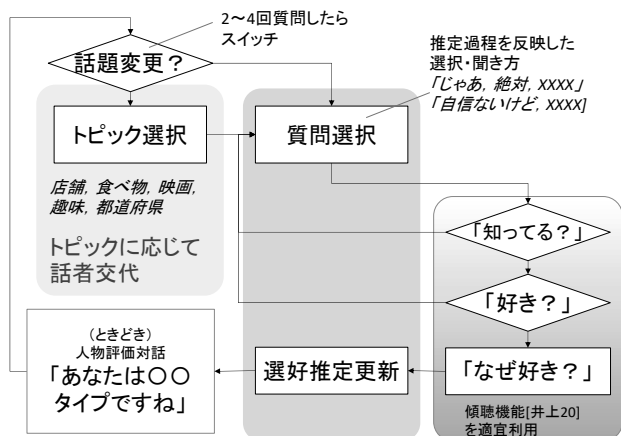


図3 質問攻め対話システムの構成

これに対して、本システムでは質問応答系列における発話を担当するロボットを、質問あるいは質問のテーマが変遷するごとに交代させる。これにより、ユーザの直前の回答への関連が薄い変遷が生じた場合でも、文脈の破綻ではなく、文脈の新展開と感じさせることができる。これにより、ユーザの対話意欲を損なうことなく、対話継続が実現できる。

ロボットを2体用いて質問攻め対話を構成する枠組みには、対話継続の観点でもう一つの利点がある。一方のロボットの質問に対して、他方のロボットが回答することで、対話相手が回答しなくてもよい状況をつくることである。ユーザがロボットとの対話自体に満足していても、すべての質問に対して答えられる、あるいは答えたいとは限らない。そのようなときに、システムが察知し、別のロボットに回答させることで、対話終了を回避したり、あるいはロボットの回答がきっかけとなって最終的にユーザの回答を得ることが期待できる。つまり一時的にユーザに発話しないことを許容することで、破綻を回避し、対話継続を期待できる。本システムでは、質問リストに対するロボットの回答リストも用意しておき、ユーザの回答が一定時間以内にされないときに、別のロボットがその回答を発話する。

発話の主導権やシステム発話の割合が異なるため、前節の傾聴対話システムと直接比較することはできないが、このシステムは、高齢者施設において実施した実証



図4 高齢者と対話する2体のCommU

実験(図4)において、実験設定上最大時間として設定した30分間に及ぶ対話を、高齢者の50%と行うことができています[Nishio 21]。

2.3 ターンテークング(問)の問題

ChatGPTのようにテキストベースで高いレベルの対話システムが使用できるとしても、これを音声認識・音声合成と単純に結合して、自然な音声対話システム[井上22]が実現できるわけではない。音声対話は実時間のインタラクションであり、発話タイミングの制御、すなわちターンテークングの問題がある。

実際に会話ロボットにChatGPTを導入すると、クラウドサーバへのアクセスも含めて、応答までの待ち時間がかなり長くなる。人間どうしの自然な会話ではターンテークングの平均時間はおおむね500ミリ秒以下であり、2秒以上空くとかなり間延びした印象になる。あまり間が空くと、ユーザが次の発話を始め、システムの応答と衝突するといった問題も生じる。

したがって、前記のシステムで生成される応答とChatGPTのようなシステムを組み合わせることも考えられる。すなわち、傾聴対話システムによる応答を即座に出力したうえで、必要な場合に高度な応答を生成する。また、ユーザが発話するかの判定も重要である。

3. 「共感」する対話システムに向けて

前述の傾聴対話システムを含めて、何を話してもよいオープンドメインの設定でも、ある程度長く対話できるシステムは出来つつある。その一方で、人間との対話と比較した評価実験においても「理解」や「共感」の点で課題が明らかになった[井上21, 河原22]。

言語理解については古くから意味表現やオントロジーなどの研究が行われてきたが、近年BERTやGPTに代表される大規模なトランスフォーマに基づく言語モデルによって著しい進展が見られている。これらは明示的な意味表現による理解を行わないが、言語理解が必要と考えられる多くのタスク(共参照解析や穴埋め問題など)においても飛躍的な性能向上をもたらしている。

「共感的」な対話システムに関する研究も行われている。その代表例がEmpatheticDialogues[Rashkin19]といった、感情を引き起こすようなシナリオを与えて、共感を表出する対話データを収集して、系列写像(seq2seq)モデルの学習を行うものである。このような学習により、「共感的」な応答が増えることが示されている。

しかし、テキストベースの対話システムの知見やモデルを音声対話にそのまま適用できるわけではない。特に、高齢者や子供を対象とした長い対話では、音声認識や言語解析で高い精度は期待できず、そもそも発話が明瞭であるとも限らない。それでも、人間は対話を継続し、関

係を構築することができる。これは、言葉が必ずしも通じない外国人と仲良くなれることに類似している。

人間が日常的に対話する際には、何か目的があるよりも、対話そのもの、あるいはそれによるコミュニケーションや関係の維持が目的であることが多い。新学術領域研究「対話知能学」において著者らが所属する A01 班では、この課題に取り組んでいる。そのために必要な要素やモデルについて、参画している研究者と議論した結果を図 5 に示す。その結論の一つは、人間らしい対話の実現や関係構築において「共感」、すなわち感情の共有が鍵であり、言語理解だけでなく、さまざまな非言語情報の処理が関与することである。

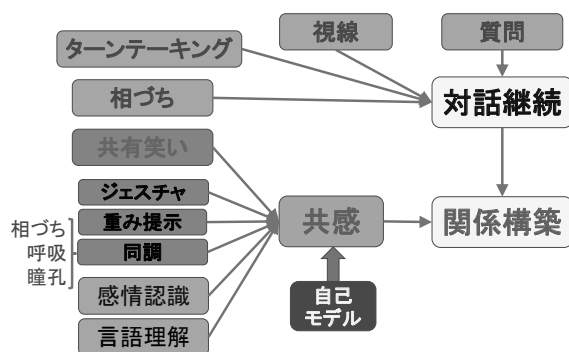


図 5 対話継続と関係構築のモデル

音声における感情の認識に関しても近年盛んに研究されているが、多くの場合、「正解」が明確な、シナリオに基づいて演じられた音声を対象としている。自然な会話における感情の認識は、そのデータセットの構築から課題である。テキストレベルの感情分析や Empathetic Dialogues といった「共感的」な対話に関する研究も盛んに行われているが、これらの多くもシナリオに基づいて行われた対話である。

3.1 ロボットが共感できるか

言語理解と比較して、「共感」に関しては定義や正解に合意されたものではなく、何をもって共感したとみなすかも自明でない。そもそもロボットが共感できるか、という根源的な疑問もある。例えば、ロボットが「おいしいケーキですね、私も食べたいです」と言ったとして、「ロボットは食べられないだろう」という疑念をもつ。災害で家族を失った人の気持ちをそのような経験のない人がわかるのか、というのと同様である。このように共感には、言葉や感情の理解だけでなく、経験や立場の理解・共有が必要だとすると、そもそもロボットでは実現できないことになる。

したがって、ロボットは共感する必要はない、ただ話を聞くだけでよい、という考え方もある。カウンセリングに関するカール・ロジャースの 3 条件として、

- 無条件の肯定的関心
- 共感的理解

●自己一致、純粋性がある。

純粋・無条件に話を受け入れるのは、ロボットだから容易とも考えられる。そのためには、子供やペットのようなロボットのほうが適しているかもしれない。ただし、共感的理解、すなわち双方が互いを理解することは必要であり、そのために、自己のモデルやある程度主観的な発言も必要と考えられる。このような対話を行うには、人間型ロボットのほうが適している。

3.2 ロボットによる共有笑い

共感を示すうえで、共有笑い、すなわち相手が笑った場合に同調して笑うことも重要と考えられる。しかしながら、ユーザが笑った場合にロボットが常に笑えばよいわけではない。「私はいつもどじなんですよ」といったように自虐的に笑う場合も多いためである。

京都大学のグループでは、初対面の男女による会話データをもとに、相手の発話の音声的な特徴に基づき、相手が笑ったか、自分も笑うか、そして笑う場合はどのように笑うか（大笑いか社交的な笑いかな）を判定する三つのモデルを機械学習した。笑いは任意性が高いため、予測精度は必ずしも高くないものの、この同調笑いのモデルを ERICA の音声対話システムに実装することで、ロボットによる共感、およびロボットの人間らしさといった評価項目が向上することを確認した [Inoue 22a]。

4. 人間との関係構築に向けて

関係構築のために共感が必要と考えられるが、共感すれば関係構築できるというわけではない。関係構築とは、知らない人（ロボット）ではなくということなので、お互いのことを知ったうえで、それに基づいて対話を行うことが必要である。しかしながら、現状の音声対話システムは、過去の対話をいっさい記憶しておらず、何回話しても（名前くらいは覚えたとしても）実質的に初対面の対話となる。同じシステムと何回も対話をする、同じような話になり、話すことがなくなったり、対話意欲が低下したりする。

したがって、以前の会話を記憶して活用する仕組みが必要である。その際に、盛り上がった話題や好みの話題を記憶しておいたり、情動や体験を共有できたりすることが望ましい。このような研究はまだ模索段階であり、過去の会話内容やプライバシーを記憶することの倫理的な問題も検討する必要がある。

また、対話を通じて個人の特性を把握することも重要である。例えば、性別・年齢や出身地を考慮して提供する話題を選択したり、性格を把握して話し方を変えることが考えられる。前者については、PersonaChat [Zhang 18] などの対話コーパスにおいても取り組まれている。後者については、京都大学のグループでは、Big

Five 特性に基づいて、相づちやフィラーの頻度、発話量・発話間隔を制御するモデルを研究している [Yamamoto 23]。これは、ロボット自身にも個性を与えてそれを表出することを意味する。

ある程度関係が構築できれば、くだけた口調で発話したり、プライバシーや感情を吐露（自己開示）したりすることが期待される。このような自己開示は傾聴対話システムによる対話でも観察され、ロボット自身も行う必要性も指摘されるが、「共感」と同様に、ロボットにもたせる「自己」の信憑性の問題も生じる。

5. 精神科デイケアでの実証実験

新学術領域研究「対話知能学」A01班では、著者らと公募班の熊崎教授らが協力して、兵庫県の精神科病院で実施しているデイケアにおいて、「会話ロボットを用いたコミュニケーショントレーニング」と題して、2年以上にわたって実証実験を行ってきた。当初は対話継続を目標としてきたが、長期的に実験を行うことで関係構築も目指している。

ここではデイケア利用者18名（男性10名、女性8名）を対象とした対話実験について述べる。いずれも CommU に傾聴対話機能を実装したシステムを用いて、3分の傾聴対話を行い、対話前後で気分と覚醒度を Visual Analog Scale (VAS) により調査し、対話後には「初対面の人」、「友人」と比較したときの話しやすさなどに関して、5段階の主観評価を行った。それらとユーザ発話、ロボットの応答との関係を調べた。話題は最近の出来事を中心に自由に話すように教示した。

気分の上昇の度合いについて、単位時間の評価応答数、相づち数、対話前の気分を説明変数とした重回帰分析を行った結果、係数はそれぞれ 0.63, 0.32, -0.41 (決定係数 $R^2 = 0.61$) となり、評価応答や相づちなどが活発に出る対話が気分の改善に影響することが示された。これは、「共感的」な応答の有効性を示している。

6. 商業施設における実証実験

ららぽーと EXPOCITY 内に、「ロボット休憩室」と称する実験スペースを構築し、対話相手に被傾聴感を与えながら情報収集を行う質問攻めシステムの実証実験を15日間にわたって行った [酒井 21]。事前に、食べ物・映画・趣味・都道府県などのカテゴリーの話題の項目をリストアップしておき、2・2節で述べた質問選択機構（選択推定機構）によって選択された質問をロボットに発話させる。各項目について、知っているか、好きであるか、なぜ好きか、を順次質問するとともに、質問に対する回答から別の項目についての選好を推定することで次の質問を選択する。各話題について、2～4回質問した後に、別のロボットに交代して、「ところで」という言葉を入

れて、別の話題に移行する。対話相手が長く回答する場合には、2・1節で紹介した傾聴機構による相づちを生成した。なお、これとほぼ同じシステムによる対話実験は、前章で述べた精神科デイケアでも実施している。

それぞれ1体、2体、3体のロボット (CommU) と対話できるブースを設置し、来場者に、手元のボタンによって対話の開始と終了ができること、好きなタイミングで対話を終了してよいことを教示し、自由な対話機会を提供した(図6)。3体条件のほうが、1体条件に比べて、有意に対話時間が長かった。これは対話継続においてロボットを連携させることの効果を示している。

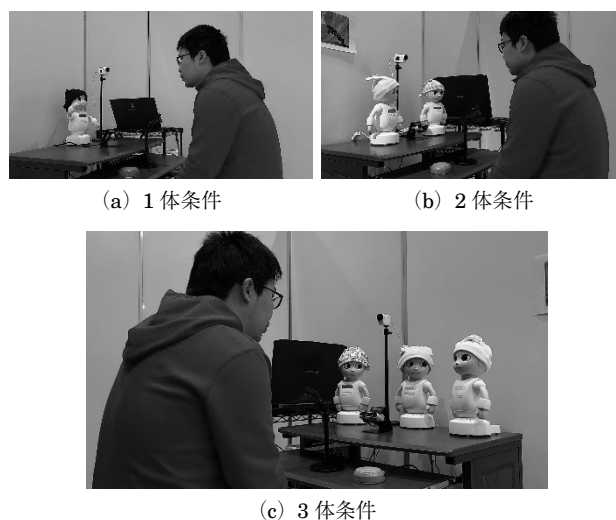


図6 ロボット休憩室における対話実験

7. 二人以上の人との三者対話の可能性

これまでは、連携する2体のロボットが人間と対話する状況、すなわち三者対話の状況を対話継続に生かすことを考えてきた。しかしロボットを複数体用いることはコスト面の課題もあり、いつでも採用できるとは限らない。これに対して、1体のロボットが一人のユーザと対話する状況で、ロボットが別の人と対話したことを活用し、ユーザとの対話の質の改善を図ることが考えられる。すなわちロボットが他の人の発言を参照して対話することで、仮想的な対話の連携構造をつくり出し、より質の高い対話継続を実現できる可能性がある。大阪大学のグループでは、現在対話中のロボットが別の人の発言に言及する対話(7・1節)、過去に対話した人の発言に言及する対話(7・2節, 7・3節)を構成し、実証実験による評価を行った。

7・1 人と連携し人と対話するロボット

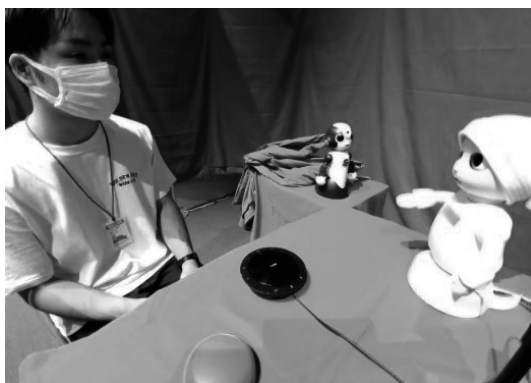
1体のロボット (CommU) が、人間どうしのペア、あるいは、人間とロボット (Sota) のペア相手に選好や経験について質問攻めし、アイテム推薦を行う対話シス

テムを開発し、ららぽーと EXPOCITY 内の通路において 18 日間に及ぶ実証実験を行った [酒井 22]。来場者には、対話後に自分とロボットが収められた写真シールをプレゼントするようにした。CommU には、対話を通じて、来場者の好みを推定し、来場者が好む背景画像を推薦する役割を設定した。

ロボットの対話相手を 2 名の来場者とするか (図 7 (a))、1 名の来場者と別のロボットとするか (図 7 (b)) の 2 通りを設定し、また対話の際に、この 2 者のいずれか、あるいは両方に質問をするかを変えて、推薦ロボットの印象と推薦アイテムの受入成功率を評価した。2 名の来場者に推薦する際に、両方の意見に基づいて推薦をしたほうが、推薦成功率や納得感が有意に高まることを確認した。また、1 名の来場者と別のロボットを相手とする場合にも、そのような有意傾向を認めた。これは、ロボットが連携する相手が必ずしもロボットである必要はなく、人間であってもよいことを示唆している。上記の実証実験においては、CommU に会話の主導権があった (ユーザはプレゼントをもらうために、CommU に好みを推定してもらわなければならない) ため、人間が連携パートナーであるかのような対話を実現できたが、一般の対話において、ロボットが主導権を取り続けることは容易ではない。対話におけるユーザの発話行動を予測したり、ユーザの発話に基づいて連携の計画を動的に調整したりする枠組みの検討が今後の課題となる。



(a) 人間どうしのペア



(b) 人間とロボットのペア

図 7 二者相手に質問攻めをする CommU

7.2 他者のうわさをするロボット

古来、他人の情報は人を惹きつけることが知られている。他者情報のやり取りには、情報収集やエンターテインメントの機能があるとされ [川上 97]、雑談では他者に関する情報のやり取りが高い割合をしめる [Levin 85]。したがって、ロボットが人と対話する場面において、ロボット自身が過去に対話した別の人物から見聞きしたことを伝えることで、人の興味を惹きつけ、人との対話を継続しやすくなると考えられる。

そこで、別のユーザと過去に対話した内容を伝聞の形で言及するロボットを構成し、ユーザがこのロボットに社会性や心を帰属しやすくなることを示した [Fu 21a, Mahzoon 19]。興味深いことに、言及する内容を別のロボットとの過去の対話とした状況 (図 8) でも、ユーザの対話意欲を喚起できることも確認できた [Mitsuno 20]。さらに、アンドロイド ERICA を用いた実験では、同じグループに所属するメンバの情報を聞いたユーザは、そのメンバとの心理的距離が縮まっていると認識した [Fu 21b]。

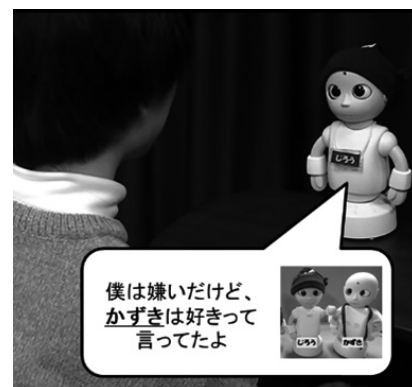


図 8 ロボットのうわさをする CommU

7.3 うわさボットの実証実験

対話システムによるうわさの交流促進効果を SNS 上でも検証するために、他者情報のやり取りができる LINE チャットボットを開発した (図 9)。4 名の知り合いどうしのグループを対象として、14 日間にわたってチャットボットと対話し続ける実証実験を実施し、ユーザの対話意欲の減退を抑制できることと、エージェントが機械的であるという印象をもたせにくくなることが示唆された [三野 22]。さらに、高齢者と孫のペアに 10 日間使用してもらった実証実験を実施したところ、うわさの有無によらず高齢者の不安感が減少することや、高齢者の孫との対話の動機を増進させる効果が確認できた [三野 23]。

一方で、4 名グループの実験 [三野 22] では、日常的に自身の情報を収集してくる相手に自身のプライバシーを意識することも示唆されている。うわさをするボットは、対話継続やそれを通じた人間関係構築の支援が期待できるが、社会実装にあたっては、プライバシー意識へ

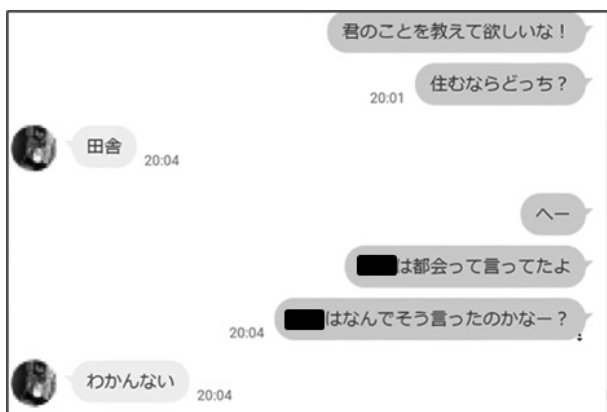


図9 SNS上でうわさをするボット

の配慮が課題である。

新学術領域研究「対話知能学」では、倫理・法制度を研究するA04班があり、A01班などで展開する実証実験における法的課題に関する議論を活発に行うことができた。その議論によれば、ロボットによる「うわさ」は、個人からプライベートな話を聞き出し、蓄積した情報に言及する行為である。これを実現するには、個人から聞き出した情報を、個人にひも付ける形で検索性・体系性を有するデータとして保有・提供すること、すなわち個人データの第三者提供に対する許諾・合意を得る必要がある。対話継続、そしてそれを通じた人間関係構築を支援するロボットの実現にあたっては、プライバシーへの配慮は重要であり、ロボットに個人情報に係る不法行為をさせないこと、またそのうえで、目的に資する対話をいかに実現するか検討していく必要がある。

8. おわりに

対話を行うロボットが家庭や社会に浸透するための技術的課題について取り組んできた。研究当初は、関係構築はとてつもなく難しいテーマに感じられたが、さまざまな議論や実証実験を重ねていく中で、そのための道筋が見えてきた。ただし本稿でも述べたように、技術的課題だけでなく、法的・倫理的な課題についてもクリアしていく必要がある。そのような議論もできたことは、本新学術領域研究の大きな意義であった。

謝辞

本研究は科学研究費助成事業「人間との対話継続および関係構築のための対話知能システム」(課題番号JP19H05691)の支援を受けた。本プロジェクトに貢献いただいた多数の方々、特に研究会において活発な議論をいただいたA01班の研究者の皆様 (<https://www.commu-ai.org/organization/program/a01>)に深く感謝します。また、精神科デイケアでの実証実験では、熊崎博一先生(長崎大学)をはじめとする関係者に多大な協力をいただきました。

◇ 参考文献 ◇

- [Bartneck 20] Bartneck, C., Belpaeme, T., Eyssel, F., Kanda, T., Keijsers, M. and Šabanović, S.: *Human-Robot Interaction - An Introduction*, Cambridge University Press (2020)
- [Fu 21a] Fu, C., Yoshikawa, Y., Iio, T. and Ishiguro, H.: Sharing experiences to help a robot present its mind and sociability, *Int. J. of Social Robotics*, Vol. 13, pp. 341-352 (2021)
- [Fu 21b] Fu, C., Liu, C., Ishi, C. T., Yoshikawa, Y., Iio, T. and Ishiguro, H.: Using an android robot to improve social connectedness by Sharing recent experiences of group members in human-robot conversations, *IEEE Robotics and Automation Lett.*, Vol. 6, No. 4, pp. 6670-6677 (2021)
- [Iio 20] Iio, T., Yoshikawa, Y., Chiba, M., Asami, T., Isoda, Y. and Ishiguro, H.: Twin-robot dialogue system with robustness against speech recognition failure in human-robot dialogue with elderly people, *Applied Sciences*, Vol. 10, No. 4 (2020)
- [井上 20] 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)
- [井上 21] 井上昂治, ラーラーディベツシュ, 山本賢太, 中村 静, 高梨克也, 河原達也: アンドロイド ERICA の傾聴対話システム—人間による傾聴との比較評価—, 人工知能学会論文誌, Vol. 36, No. 5, pp. H-L51_1-12 (2021)
- [Inoue 22a] Inoue, K., Lala, D. and Kawahara, T.: Can a robot laugh with you?: Shared laughter generation for empathetic spoken dialogue, *Frontiers in Robotics and AI*, Vol. 9:933261 (2022)
- [井上 22b] 井上昂治, 河原達也: 音声対話システム 基礎から実践まで, オーム社 (2022)
- [河原 22] 河原達也, 井上昂治: アンドロイド ERICA による人間レベルの音声対話への挑戦, 日本音響学会誌, Vol. 78, No. 5, pp. 249-256 (2022)
- [川上 97] 川上善郎: うわさが走る—情報伝播の社会心理, サイエンス社 (1997)
- [Levin 85] Levin, J. and Arluke, A.: An exploratory analysis of sex differences in gossip, *Sex Roles: A J. of Research*, Vol. 12, No. 3, pp. 281-286 (1985)
- [Mahzoon 19] Mahzoon, H., Ogawa, K., Yoshikawa, Y., Tanaka, M., Ogawa, K., Miyazaki, R., Ota, Y. and Ishiguro, H.: Effect of self-representation of interaction history by the robot on perceptions of mind and positive relationship: A case study on a home-use robot, *Advanced Robotics*, Vol. 33, No. 21, pp. 1112-1128 (2019)
- [Mitsuno 20] Mitsuno, S., Yoshikawa, Y. and Ishiguro, H.: Robot-on-robot gossiping to improve sense of human-robot conversation, *IEEE Int. Conf. on Robot & Human Interactive Communication*, pp. 653-658 (2020)
- [三野 22] 三野星弥, 吉川雄一郎, 伴 碧, 石黒 浩: 友人グループ内での長期間利用による他者情報のやり取りを行う日常対話チャットボットの評価, 人工知能学会論文誌, Vol. 37, No. 3, pp. IDS-I_1-14 (2022)
- [三野 23] 三野星弥, 伴 碧, 吉川雄一郎, 石黒 浩: ロボットとの対話意欲と話題の深さの関係のモデル化, 2023年度人工知能学会全国大会(第37回) (2023)
- [Nishio 21] Nishio, T., Yoshikawa, Y., Iio, T., Chiba, M., Asami, T., Isoda, Y. and Ishiguro, H.: Actively listening twin robots for long-duration conversation with the elderly, *ROBOMECH Journal*, Vol. 8, 18 (2021)
- [Rashkin 19] Rashkin, H., Smith, E. M., Li, M. and Boureau, Y-L.: Towards empathetic open-domain conversation models: A new benchmark and dataset, *Proc. 57th Ann. Meeting of ACL*, pp. 5370-5381 (2019)
- [酒井 21] 酒井和紀, 吉川雄一郎, 井上昂治, 河原達也, 石黒 浩: 複数ロボットによる対話継続効果検証のための商業施設でのフィールド実験, 第39回日本ロボット学会学術講演会 (2021)
- [酒井 22] 酒井和紀, 吉川雄一郎, 石黒 浩: 複数人を対象とした推薦対話ロボットを用いた商業施設でのフィールド実験, 第40回日本ロボット学会学術講演会 (2022)
- [Yamamoto 23] Yamamoto, K., Inoue, K. and Kawahara, T.: Character adaptation of spoken dialogue systems based on

user personalities, *Proc. Int. Workshop on Spoken Dialogue Systems Technology (IWSDS)* (2023)

[Zhang 18] Zhang, S., Dinan, E., Urbanek, J., Szlam, A., Kiela, D. and Weston, J.: Personalizing dialogue agents: I have a dog, do you have pets too?, *Proc. 56th Ann. Meeting of ACL*, pp. 2204-2313 (2018)

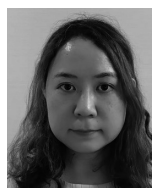
2023年7月18日 受理

著者紹介



河原 達也 (正会員)

1987年京都大学工学部情報工学科卒業。1989年同大学院修士課程修了。1990年京都大学工学部助手。1995年同助教授。2003年同大学学術情報メディアセンター／大学院情報学研究科教授。音声情報処理、特に音声認識および対話システムに関する研究に従事。博士(工学, 京都大学)。科学技術分野の文部科学大臣表彰(2012年度)、日本音響学会から粟屋潔学術奨励賞(1997年度)、情報処理学会から坂井記念特別賞(2000年度)、喜安記念業績賞(2011年度)、論文賞(2012年度)を受賞。IEEE ASRU 2007 General Chair, INTERSPEECH 2010 Tutorial Chair, IEEE ICASSP 2012 Local Arrangement Chair, APSIPA ASC 2020 General Chair, 言語処理学会理事、情報処理学会音声言語情報処理研究会主査、情報処理学会理事、APSIPA T-SIP 編集委員長、ISCA 理事、APSIPA 会長を歴任。IEEE Fellow。日本学術会議連携会員。



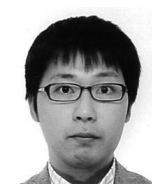
越智 景子

東京大学大学院情報理工学系研究科博士後期課程修了。国立リハビリテーションセンター研究所、国立情報学研究所、東京工科大学を経て、現在、京都大学大学院情報学研究科特定助教。博士(情報理工学)。音声と福祉工学の観点から音声対話システムの研究に従事。



吉川 雄一郎

2005年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。株)国際電気通信基礎技術研究所知能ロボティクス研究所研究員、2006年JST ERATO 浅田共創知能システムプロジェクト研究員、2010年8月大阪大学大学院基礎工学研究科講師、2013年4月同准教授。博士(工学)。日本ロボット学会、日本認知科学会、日本児童青年精神医学会などの会員。人と関わるロボットの研究(特に複数の対話ロボット、自閉症スペクトラム障害の療育への応用)、認知発達ロボティクスなどの研究に従事。



酒井 和紀

2020年3月大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程修了。2020年4月より大阪大学大学院基礎工学研究科特任助教。博士(工学)。日本ロボット学会会員。人と関わるロボットや対話システムの研究に従事。