

多人数対話における対話エージェントの コミュニケーション活性化効果

浅井亮太†* 堂坂浩二‡* 東中竜一郎‡ 南泰浩‡ 前田英作‡†

†大阪大学 大学院情報科学研究科

‡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

{r-asai, dohsaka, rh, minami, maeda}@cslab.kecl.ntt.co.jp

1 はじめに

我々は、複数の人間と複数の対話エージェントによる多人数対話において、対話エージェントが状況に応じた働きかけを行うことで、人間同士のやり取りを含むコミュニケーションを活性化させることを狙いとして、研究を進めている。ここで、コミュニケーションの活性化とは、対話エージェントの働きかけにより、人間の対話参加意欲を向上させ、人間の発言を促進することを意味する。複数の人間が参加する多人数対話においてコミュニケーションを活性化させることは、高齢者等のコミュニティにおける対人関係の確立・維持の支援や、教育・ヘルスケアといった適用領域において、ユーザが互いに刺激を与え合うことを促し、持続的な高成果達成を支援することなどに役立つことが期待できる。

本研究では、コミュニケーション活性化の手段として、思考喚起型対話と呼ぶ対話形式と対話エージェントによる感情的な働きかけをとりあげる。思考喚起型対話とは、ユーザとの対話を通してユーザの思考や連想を喚起させることにより、ユーザが自ら思考や連想を働かせて情報にたどり着くように動機づける対話である。思考喚起型対話の一例として、クイズ形式の対話が提案されている [2, 3]。この対話では、システムが人物当てクイズなどをユーザに対して出題し、ヒント文を順に提示する。ヒント文は、ユーザが正解に容易に辿りつかないように、難しい順に自動的に並び替えられて提示される [2]。その結果、ユーザが自ら正解を見つけようとする思考プロセスが促進されることとなり、ユーザの対話参加意欲が向上することが分かっている [3]。

思考喚起型の多人数対話を扱った研究として、複数ユーザが参加する難読ゲームに対話エージェント(ロボット)が介入することによって、人間同士のコミュニケーションを活性化することを狙いとした研究がある [5]。この対話は、難度漢字の読み方に関して、ユーザが自らの思考を働かせることで正解にたどり着くという意味で、思考喚起型多人数対話の一例と考えられる。しかし、ここでは、対話エージェントの介入がコミュニケーション活性化に及ぼす影響の具体的な検証はなされていない。

対話コミュニケーションを活性化する手段として、対話エージェントの感情的な発言によりユーザの心理状態に影響を与えるという手段がある。例えば、ユーザとブラックジャックを行うシステムにおいて、コンピュータエージェントの共感的発言と自己中心的発言に着目し、エージェントがユーザに対して共感的発言を行うと、エージェントにケアされているという感覚が増すことを報告した研究 [1] や、ユーザの英語イディオム学習を支援するシステムにおいて、ユーザと同じ立場で学習するエージェントの共感的発言がユーザの学習効果を改善するという研究 [4] がある。ここで、共感的発言とは他者の状況に対して思いやりを示す感情的な発言であり、自己中心的発言とは自分の状況に対して成される感情的な発言である。エージェントの感情的な働きかけは、エージェントへの印象の向上を通して、ユーザの対話参加意欲を増し、コミュニケーションを活性化させる可能性がある。しかし、これらの従来研究では、エージェントの発言のタイミングは固定的であり、自由なタイミングでの発言が許される多人数対話は扱われていない。

そこで、本稿では、複数の人間と複数の対話エージェントによる思考喚起型多人数対話に着目し、対話エージェントの存在と感情的な働きかけが、ユーザの満足度、ユーザのエージェントに対する印象、ユーザの発言数に与える影響を実験により検証した結果を報告する。本実験では、対話エージェントの言語的手段を使った働きかけの効果に焦点を絞り、テキストベースの対話システムを用いた。言語的手段による働きかけの効果の検証は、他のモダリティや非言語的手段によるコミュニケーション活性化効果を検証する際にも、参照すべき基本的な知見を与えるものと考えられる。実験の結果、思考喚起型多人数対話において、人間と同じ立場で参加する対話エージェントの存在がユーザの満足度やユーザの発言数を増加させること、さらに、対話エージェントの共感的発言がエージェントへの肯定的印象を向上させ、ユーザの発言数をさらに増加させることが分かった。

2 思考喚起型多人数対話システム

ここでは、簡単のため、実験で使った思考喚起型多人数対話システムの概略を述べる。本システムでは、2名の人間(ユーザ)と2体の対話エージェントがテキストベ

*大阪大学 大学院情報科学研究科 情報ネットワーク学専攻
日本電信電話株式会社連携講座

スの対話に参加し、クイズ形式の思考喚起型対話を実施する [2, 3]。2体の対話エージェントのうち、一つは人物名当てクイズを出題する出題エージェントであり、もう一つはクイズに回答する回答エージェントである。2名のユーザはクイズに回答する立場で対話に参加する。すなわち、2名のユーザに加えて、ユーザと同じ立場で対話に参加する回答エージェントが、出題エージェントにより出題されるクイズに答えていくという対話である。ユーザはキーボードを使って発言を入力し、ユーザと対話エージェントの発言はディスプレイ上に出力される。システムは約12万の人名を受け付けることができる。

対話は次の例のように進行する。なお「ふーふー」は出題エージェント「きのこ」は回答エージェント、hanakoと ryoko はユーザの名前である。

- (1) ふーふー: 第1問。なぜなぜスタート!(問題出題)
- (2) ふーふー: 最初のヒント。征夷大將軍だよ(ヒント提示)
- (3) ryoko: 分からない
- (4) きのこ: 坂上田村麻呂(回答)
- (5) ふーふー: 惜しい(回答評価)
- (6) hanako: 難しいよお
- (7) きのこ: 難しいよね。誰なんだろうね(難度表出)
- (8) ふーふー: 第2ヒント。1604年に生まれたよ(ヒント提示)
...
- (9) ふーふー: 第6ヒント。異母弟に保科正之だよ(ヒント提示)
- (10) ryoko: 徳川家光かな
- (11) ふーふー: あたり! 正解は徳川家光だね(正解終了)
- (12) きのこ: ryokoさん、すごい(正解時感想)
- (13) hanako: よく分かったね

上の対話例において、()内は対話エージェントの対話行為のタイプを表す。まず、出題エージェントは人名当てクイズの問題を出題し(1)、続いてヒントを提示していく(2, 8, 9)。ユーザと対話エージェントはいつでも発言が可能である。ユーザあるいは回答エージェントが回答を発言したとき(4, 10)、その回答が不正解であるなら、出題エージェントは、(5)のように、回答を評価する発言(例:「惜しい」、「遠い」)を行う。回答が正解であるなら、出題エージェントは回答が正解であることを伝え、現在の問題についての対話を終了する(11)。

出題エージェントは、一つのヒント文を提示した後、あらかじめ定められた時間のうちにユーザと回答エージェントが正解の回答を行わなかった場合、次のヒントを提示する(8)。前もって作成していたヒントが無くなってしまったら、不正解として現在の問題についての対話を終了する。

対話行為	感情	発言表現例
難度表出	共感	難しいよね。誰なんだろうね
難度表出	自己中心	難しいなあ。誰だろう
難度表出	無感情	分からないです
正解時感想	共感	XXさん、すごい
正解時感想	自己中心	自分で正解できなくて残念だ
正解時感想	無感情	XXさん、正解しました
不正解時感想	共感	正解できなくて、残念だったね
不正解時感想	自己中心	正解できなくて、残念だ
不正解時感想	無感情	正解できなかった

表 1: 感情に応じた回答エージェントの発言表現例。

対話エージェントは、以上のほかに、問題を難しく感じていること、あるいは、易しく感じていることを表明したり(7)、問題が正解あるいは不正解に終わったことに対する感想を述べたり(12)といったことを行う。

また、対話エージェントは、実験の条件に応じて、共感的発言(他者であるユーザを思いやる感情的発言)や自己中心的発言(エージェント自身の状況に対する感情的発言)を行うことができる。表1は、感情に応じた回答エージェントの発言表現の例である。表において、無感情とは、共感的発言も自己中心的発言も行わない場合を示している。

3 実験

複数のユーザと複数の対話エージェントによる思考喚起型多人数対話システムにおいて、対話エージェントの存在と感情的働きかけが、ユーザの満足度、ユーザが対話エージェントに対して感じる印象、ユーザの発言数に与える影響を検証するために、実験を行った。

実験には、次のように、回答エージェントの有無、エージェントの共感的発言の有無、エージェントの自己中心的発言の有無にしたがって、実験条件の異なる5つのシステムを準備した。

条件	回答エージェント	共感	自己中心
(0)	無	無	無
(1)	有	無	無
(2)	有	有	無
(3)	有	無	有
(4)	有	有	有

実験後の分析では、ユーザと同じ立場で対話に参加する対話エージェントが存在することの影響を調べるため

に、回答エージェントが存在しない条件(0)と回答エージェントが存在する条件(1)~(4)を比較する。対話エージェントの感情的働きかけの効果を調べるために、回答エージェントが存在する対話に関して、条件(1),(2),(3),(4)を比較する。

実験には1組2名の実験参加者(ユーザ)が32組参加した。32組のうち、男性同士のペアが16組、女性同士のペアが16組であった。1組2名のユーザは互いに面識はない。1組のユーザはそれぞれ別の部屋から対話に参加し、システムを通してのコミュニケーション以外には情報をやり取りできないようにした。

1組のユーザが5つの条件のシステムと順に対話するという被験者内実験を行った。各ユーザには、異なる5つ条件のシステムと対話し、各システムとエージェントの印象を評定するように指示を与えた。各システムと対話する順序の効果を相殺するために、ユーザの組ごとに各システムと対話する順序を並べ替えた。

各条件のシステムとの対話では5つの人名当てクイズが出題された。クイズのヒント文はWikipediaから抽出し、正解することが難しい順に並べ替えた[2]。各条件で問題として出題される人名のPageRankTMスコアをほぼ等しくすることにより、条件ごとのクイズの難易度を同程度に揃えた[2]。一つのシステムとの対話の所要時間は平均約18分、一つのクイズのヒント数は平均7.5であった。

各条件のシステムとの対話が終了するごとに、ユーザが感じるシステムへの印象と回答エージェントへの印象を尋ねるアンケートをそれぞれ7問と8問実施した。ただし、回答エージェントの印象についてのアンケートは、条件(0)以外に対してのみ行った。各アンケートは、10段階のリッカート尺度を使った質問である。

ここでは、簡単のため、表2に示すように、システムへの印象を尋ねる設問として、ユーザの満足度に関わる3つの設問Q1, Q2, Q3と、回答エージェントへの印象を尋ねる設問として、エージェントへの親近感Q8, エージェントにケアされている感覚Q9, エージェントの好感度Q10, エージェントにサポートされている感覚Q11を尋ねる4つの設問に着目する。

4 結果

4.1 ユーザの満足度と対話エージェントへの印象

まず、ユーザの満足度に関わる設問Q1, Q2, Q3のクロンバックの係数は0.83であった。したがって、これらの設問は単一内容(満足度)を表すとしてよく、Q1, Q2, Q3への回答の平均値が各ユーザの満足度を表すと考えた。各ユーザが条件(0)~(4)のシステムと対話したときの男性組・女性組別の満足度を図1に示す。

ユーザと同じ立場で対話に参加する対話エージェント(回答エージェント)の有無がユーザの満足度に与える影

番号	設問
Q1	このシステムをもう一度使ってみたいと思いますか
Q2	今の対話は楽しかったと思いますか
Q3	今の対話に対する満足度はどの程度ですか
Q8	きのこに親近感を感じましたか
Q9	きのこに思いやりを感じましたか
Q10	きのこを好ましく感じましたか
Q11	きのこに手助けされていると感じましたか

表2: アンケートの設問の抜粋。なお、「きのこ」は回答エージェントの名前である。

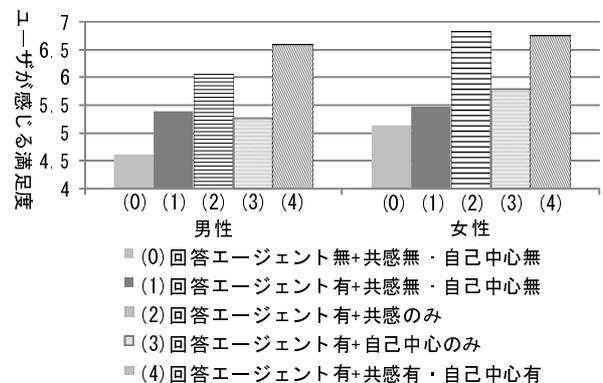


図1: 実験条件ごとの男性組・女性組別のユーザ満足度。

響を分析するため、条件(0)と条件(1)~(4)の間でユーザの満足度を比較した。各群は正規性・等分散性を仮定することができた。結果、男性組・女性組ともに、回答エージェントが存在したほうがユーザの満足度が有意に向上することが分かった(男性組: $t(31) = 3.9, p < 0.001$, 女性組: $t(31) = 4.0, p < 0.001$)。

対話エージェントの感情的な働きかけがユーザの満足度に及ぼす影響を分析するため、条件(1)~(4)の対話について、ジェンダー(男/女)、共感的発言の有無、自己中心的発言の有無を要因とする3要因分散分析を行った。結果、主効果として、対話エージェントの共感的発言によりユーザ満足度が有意に向上することが分かった($F(1, 62) = 92.7, p < 0.001$)。他に有意な主効果や交互作用は見られなかった。

次に、回答エージェントに対する印象についての設問Q8~Q11のクロンバックの係数は0.92であった。そこで、設問Q8~Q11への回答の平均値は、エージェントの親近感・好感度、エージェントからケア/サポートを受けている感覚といった観点から、ユーザが回答エージェントに対して感じる肯定的印象の割合を表しているものと考えた。図2は、各ユーザが条件(1)~(4)のシステムと対話したときの回答エージェントに対する肯定的印象の割合を男性・女性組別に示している。

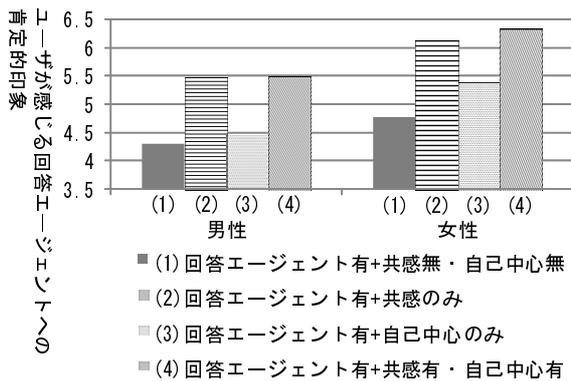


図 2: 実験条件ごとの男性組・女性組別の回答エージェントへの肯定的印象。

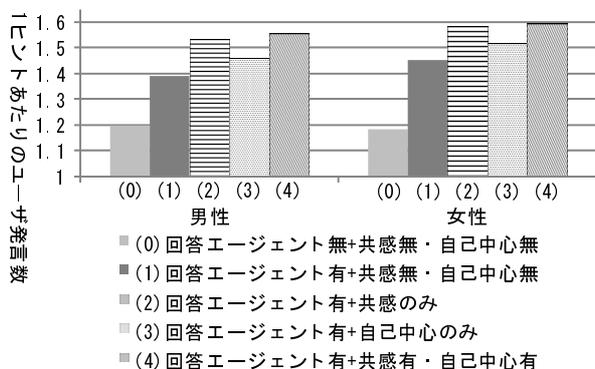


図 3: 実験条件ごとの男性組・女性組別の 1 ヒントあたりのユーザ発言数。

条件 (1) ~ (4) の対話について、ジェンダー (男/女)、共感的発言の有無、自己中心的発言の有無を要因とする 3 要因分散分析を行った結果、対話エージェントの共感的発言が回答エージェントへの肯定的印象を有意に高めることが分かった ($F(1, 62) = 77.4, p < 0.001$)。加えて、対話エージェントの自己中心的な発言にも、エージェントへの肯定的印象をやや高める効果が見られた ($F(1, 62) = 4.38, p = 0.04$)。この他に有意な主効果や交互作用は見られなかった。

4.2 ユーザ発言数

各ユーザが条件 (0) ~ (4) のシステムと対話したときの 1 ヒントあたりのユーザ発言数を図 3 に示す。4.1 節と同様の手法により、ユーザと同じ立場で対話に参加する回答エージェントの有無と、対話エージェントの感情的働きかけが、ユーザの 1 ヒントあたりの発言数に与える影響を分析した。まず、条件 (0) と条件 (1) ~ (4) の間でユーザ発言数を比較した結果、ユーザと同じ立場で対話に参加する回答エージェントの存在が、男性組・女性組ともに、ユーザの発言数を有意に増加させることが分かった (男性組: $t(31) = 4.34, p < 0.001$, 女性組: $t(31) = 5.30, p < 0.001$)。さらに、条件 (1) ~

(4) の対話について、ジェンダー (男/女)、共感的発言の有無、自己中心的発言の有無を要因とする 3 要因分散分析を行った結果、対話エージェントの共感的発言がユーザの発言数を有意に増加させることが分かった ($F(1, 62) = 18.9, p < 0.001$)。この他に有意な主効果や交互作用は見られなかった。

5 おわりに

本稿では、複数の人間と複数の対話エージェントによる思考喚起型多人数対話において、対話エージェントの存在と対話エージェントによる感情的働きかけがコミュニケーションを活性化する効果を実験により検証した。実験の結果、人間と同じ立場で対話に参加する対話エージェントの存在がユーザの満足度やユーザの発言数を増加させる効果をもつことが分かった。さらに、そういった対話エージェントがユーザに対し共感的発言を行うと、ユーザの満足度を向上させることに加えて、対話エージェントへの肯定的印象を高め、ユーザの発言数をさらに増加させることが分かった。これらのことは、複数の人間が参加する多人数対話において、対話参加意欲を高める効果をもつ思考喚起型対話を実施し、さらに、人間と同じ立場で対話に参加する対話エージェントが状況に応じて適切な感情的働きかけを行うことによって、人間が感じる満足度や対話エージェントに対する印象が向上し、ひいては、人間同士のやり取りを含むコミュニケーションを活性化させることを示している。

参考文献

- [1] S. Brave, C. Nass and K. Hutchinson: Computers That Care: Investigating the Effects of Orientation of Emotion Exhibited by an Embodied Computer Agent, *International Journal of Human-Computer Studies*, 62(2), pp.161-178, 2005.
- [2] R. Higashinaka, K. Dohsaka, and H. Isozaki: Learning to Rank Definitions to Generate Quizzes for Interactive Information Presentation, in: *Proc. ACL-2007 (Poster Presentation)*, pp.117-120, 2007.
- [3] R. Higashinaka, K. Dohsaka, S. Amano, and H. Isozaki: Effects of Quiz-style Information Presentation on User Understanding, in: *Proc. Interspeech*, pp.2725-2728, 2007.
- [4] H. Maldonado, J.-E. R. Lee, S. Brave, C. Nass, H. Nakajima, R. Yamada, K. Iwamura, and Y. Morishima: We learn better together: enhancing eLearning with emotional characters, in: *Proc. 2005 Conf. on Computer Support for Collaborative Learning*, pp.408-417, 2005.
- [5] 松山洋一, 谷山輝, 藤江真也, 小林哲則: 人 人コミュニケーション活性化支援ロボットの開発, *人工知能学会研究会資料 SIG-SLUD-A801-03*, pp.15-22, 2008.