

雑談対話ロボットの言語的協同による ユーザの共感促進と対話継続欲求の向上

楊 潔^{1,a)} 菊池 英明^{1,b)}

受付日 2020年4月17日, 採録日 2020年11月5日

概要: 言語的協同は対話参加者が相手の発話の一部を繰り返すなどの発話によって対話に参加する行為であり, 対話の成功に重要な役割を果たす. 本研究では人間同士の自由対話における繰返し型の言語的協同の特徴を明らかにしたうえで, 対話ロボットによる言語的協同がユーザに与える効果を検証する. 大学(院)生 38 人を対象として Wizard of Oz 法による人間・ロボットの対話実験を行った. 一対話中の繰返し発話の頻度によって実験の条件を低頻度・中頻度・高頻度に分け, 同じ被験者が実験群(繰返し発話)と対照群(相槌)ですべての頻度条件の実験に参加した. 被験者は対話ごとに共感と対話継続欲求に関わる 3 つの項目に対する 5 段階評価を行った. その結果から, 高頻度の言語的協同は共感促進と対話継続欲求の向上に効果があることを明らかにした. また, 言語的協同の頻度が高いほど共感の効果が顕著であることが分かった. 被験者の属性と関連付けた分析から, ロボットへの否定的態度が強い・ロボットへの不安感が強いほど言語的協同の効果が高まることが示唆された.

キーワード: 雑談対話ロボット, 言語的協同, 共感, 対話継続欲求

Promoting Users' Empathy and Desire of Continuing Dialogue by Chat-oriented Dialogue Robot with Linguistic Alignment

JIE YANG^{1,a)} HIDEAKI KIKUCHI^{1,b)}

Received: April 17, 2020, Accepted: November 5, 2020

Abstract: Linguistic alignment refers to the act in which participant participates utterance such as repeating the utterance of her partner and it plays an important role in a successful dialogue. In this research, we investigated feature values of linguistic alignment especially repeating utterance in human-human non-task-oriented dialogue. Based on the obtained feature values, we verified the influence on users by chat-oriented dialogue robot with linguistic alignment. We conducted a control experiment between human and robot using Wizard of Oz method for 38 subjects. According to the frequency of linguistic alignment during one dialogue, the experimental conditions were divided into low, medium, and high frequency. For each frequency condition, the same subject participated in both experimental group (repetition) and control group (backchannel). After each experiment, the subjects were required to answer three questions relating to empathy and desire of continuing dialogue using five-point Likert scale. As a result, the effect on users' empathy and desire of continuing dialogue by chat-oriented dialogue robot with linguistic alignment is investigated. Besides, it was found that the higher the frequency of linguistic alignment, the more remarkable the effect of empathy. Furthermore, it was suggested that the more negative and anxious the users' attitude toward the robot, the higher the effect of linguistic alignment.

Keywords: chat-oriented dialogue robot, linguistic alignment, empathy, desire of continuing dialogue

¹ 早稲田大学人間科学学術院
Faculty of Human Sciences, Waseda University, Tokorozawa,
Saitama 359-1192, Japan

a) youketu@toki.waseda.jp

b) kikuchi@waseda.jp

1. はじめに

情報処理技術の高度化につれて, 対話システムの開発・普及が目覚ましい. これらのシステムを旅行, 介護および

教育など様々な業界に導入することによって、人手不足の解消に役に立つとともに、人々の生活をよりいっそう便利にさせると期待されている。しかし、対話システムを利用する時間が長くなるほどユーザの興味が弱まり、システムと継続的に対話する欲求を高めることが難しいという問題がある。

人間同士の対話において継続性を高める要因として、「話を聞いてもらえるという実感を与えること」の有効性が示されている [1]。「話を聞いてもらえるという実感を与える」発話として、相槌、繰返し発話、質問への回答など様々な表現があげられる。文献 [2] は相手の発話を理解できている証拠として、継続的な注目 (continued attention)、関連する発話の開始 (initiation of the relevant next contribution)、相槌 (acknowledgement)、理解した部分を示す (demonstration)、相手の発話をそのまま繰返す (display) の 5 種類を提示している。特に、相手の発話をそのまま繰返す (display) は最も強い証拠であると指摘している。以上のように、繰返し発話は「話を聞いている、理解できている」証拠として使われ、情報を効率良く伝達するのに重要な役割を果たす。しかし、繰返し発話は表層的に聞いている証拠を示す一方、共感を示す機能も持っている [3], [4]。人間と対話システムの対話においてユーザの共感数を増やすことが親近感やユーザ満足度の向上にとって重要である [5] ことが先行研究から分かっており、親近感と満足度の向上は対話継続欲求の向上につながると考えられる。

また、繰返し発話は言語的協同 (linguistic alignment) [6] の一種として心理言語学・HAI (Human-Agent-Interaction) など幅広い分野で研究がなされている。言語的協同とは相手と類似する語の使用により対話に参与する行為 [6] であり、linguistic coordination [7] や entrainment [8], [9], [10] などに類する現象である。これらの現象は様々なレベルで研究がなされている。文献 [9], [11], [12] は語彙に注目しており、言語的協同をモデル化する方法を提案している。それに対して、文献 [7] は語彙に限らず、意味や文法の側面も含めて linguistic coordination をモデル化する方法を提案している。さらに、文献 [8] は言語行為のレベルに焦点を当て、entrainment の程度は言語行為に依存することを明らかにしている。これらの先行研究では人間同士の対話における言語的協同に類する現象をモデル化する方法を提案しており、研究の結果を対話システムに活用することが期待されている [8], [12]。本研究では、対話システムにおける言語的協同の効果を段階的に検証することを目指し、最も実現しやすい繰返し発話に対象を絞る。以降、本稿における言語的協同は繰返し発話によるものに限定する。

人間同士の対話に限らず、HAI 分野において、人間とコンピュータ、人間とロボット、Web-based 会話、コンピュータを媒介する人間同士の対話など様々な場面で言語的協同が発見された [13]。

文献 [14] ではスクリプトなしの Wizard of Oz 法 (以下、WOZ 法) を用い、人間とロボットのテキストベースのナビゲーション対話実験を行った。その結果、ロボットがふだんあまり使わない語彙あるいは間違った語彙を使っても、被験者はロボットの語彙を繰返す行為が観察されている。この実験から、ユーザはロボットと語彙的に協同することが明らかになっている。文献 [15] では、情報伝達効率化機能の視点より、対話システムによる語彙的協同がシステムの信頼性とユーザの満足度に与える影響を検討している。対話システムの話者は新入生ガイドであり、1問1答 (計 10 回のやりとり) のタスク指向対話である。対話実験が終了した後に、第三者評価とユーザ評価が行われた。第三者評価の結果、語彙的協同を組み込む対話システムのほうが 1) 信頼性のうち誠実さが高い、2) ユーザの満足度が高いことが確認されている。一方、ユーザ評価の結果、語彙的協同を組み込む対話システムのほうが満足度のうち認知負荷が低いことが明らかにされた。

しかし、言語的協同は雑談対話においてよく観察されるにもかかわらず、従来の研究ではタスク指向対話を対象とした研究がほとんどであり、雑談対話を対象とした研究は少ない。また、対話システムによる言語的協同はユーザに与える信頼度と満足度が評価されている [15] が、1問1答の対話形式に止まっている。さらに、信頼度と満足度以外の効果は明確にされていない。

一方、対話システムによる繰返し発話生成の研究もなされている。文献 [16] は傾聴システムによる応答の 1 つの形として繰返し発話の生成手法を提案した。音声認識の信頼度に応じて述語 (動詞、形容詞、形容動詞) およびその述語が持つ格 (格要素、格助詞) に基づいて、聴いていることをユーザに伝えるための繰返し発話を生成する。文献 [17] は決定木による応答生成手法の中で確認のための繰返し発話を扱った。対話コーパスの学習に基づいて繰返し発話の応答タイミングを決定する手法は本研究のアプローチに近い。しかしながら本研究では、共感の機能を持つ繰返し発話を生成することを目指しており、確認機能の繰返し発話とは繰返す対象の選定基準が異なる。繰返し発話を生成するために必要な特徴量をあらためて探求する必要がある。

本研究では、対話ロボットによる繰返し発話がユーザの共感と対話継続欲求に及ぼす効果の検証を目的とする。そのために、まず人間同士の非タスク指向対話における繰返し発話の特徴量を解明する。解明した特徴量に基づいて、繰返し発話を生成する対話システムを WOZ 法により再現し、評価実験を行う。

2. 繰返し発話の特徴量

本章では人間同士の非タスク指向対話における言語的協同の特徴量の解明を目的とする。

表 1 繰返し発話の対話例 1

Table 1 Dialogue sample of repetition 1.

発話者	発話
1 発話者 A	あと白い物
2 発話者 B	白い物
3 発話者 A	何か思いつきます
4 発話者 B	白い物

(太字は先行発話，赤字は繰返し発話を指す。
対話例の出典：FDC)

表 2 非繰返し発話の対話例 1

Table 2 Dialogue sample of non-repetition 1.

発話者	発話
1 発話者 A	別に急ぐ必要はありません
2 発話者 B	急ぐことはないですよ

(太字は先行発話，赤字は非繰返し発話を指す。
対話例の出典：文献 [19])

2.1 新入生対話コーパス

本研究では，自然な非タスク指向対話解析用のコーパスとして，著者らの研究室において作成された新入生対話コーパス (Freshmens Dialogue Corpus, FDC) [18] を使用した。このコーパスは同学年の学生約 10 人を 2 組に分けて各組内で総あたりの対話を数年にわたって収録したものである。対話の話題を自由にする教示を与えたうえで，最初のきっかけとして色を指定し，たとえば「青色から連想される話題で対話を始めてください」と教示した。一対話あたり約 5 分とし，本稿では 38 対話 (時間にして約 230 分) を用いた。なお，後の分析のために，機械的に 200 msec 以上の無音区間で区切られる単位を発話と認定した。

2.2 繰返し発話の定義および判定基準

先述したとおり，本研究では，言語的協同のうち繰返し型の協同を対象とする。「対話参加者が共感を示すために，相手の発話の全部あるいは一部を繰り返す発話」を繰返し発話と定義し，繰り返された発話を先行発話と呼ぶ。

対話システムへの応用可能性を前提とし，繰返し発話の判定基準を以下のとおり定める。

(1) 繰返し発話は隣のターンに限る。

繰り返される発話に対して繰返し発話が隣接している場合に限定する。表 1 に示しているとおおり，2 行目 B の発話「白い物」は 1 行目 A の発話「あと白い物」に隣接しているため，2 行目 B の発話は繰返し発話と判定する。それに対して，4 行目でも B は「白い物」と発話したが，1 行目 A の発話と隣接していないため，繰返し発話と判定しない。

(2) 語彙に変更がない。

相手の発話の全部あるいは一部をそのまま繰り返す，語彙に変更はない。表 2 に示しているとおおり，B の発話は A の一部を繰り返したが，「ことはないですよ」

表 3 繰返し発話の対話例 2

Table 3 Dialogue sample of repetition 2.

発話者	発話
1 発話者 A	別に急ぐ必要はありません
2 発話者 B	急ぐ必要はありませんよね

(太字は先行発話，赤字は繰返し発話を指す。
対話例の出典：文献 [19])

表 4 非繰返し発話の対話例 2

Table 4 Dialogue sample of non-repetition 2.

発話者	発話
1 発話者 A	でそれはもうひたすらグーグルだった
2 発話者 B	グーグルの新しい機能とか

(太字は先行発話，赤字は非繰返し発話を指す。
対話例の出典：FDC)

表 5 繰返し発話の対話例 3

Table 5 Dialogue sample of repetition 3.

発話者	発話
1 発話者 A	までも面識ないに等しいですよ
2 発話者 B	ですよ

(太字は先行発話，赤字は繰返し発話を指す。
対話例の出典：FDC)

と語彙を変更しているため，B の発話は繰返し発話と判定しない。ただし，助詞のような機能語のみの変更の際は繰返し発話と認める。表 3 に示しているとおおり，B の発話は A の発話と完全一致ではないが，変更した語彙は「よね」という機能語のため，繰返し発話と判定する。

(3) 情報付与を行っていない。

繰り返した言葉に新しい情報を付与したら繰返し発話と認めない。表 4 に示しているとおおり，B は「グーグル」と A の発話の一部を繰り返したが，「グーグル」は自分の発話の主語となり，後ろに新しい情報を付与したため，繰返し発話と判定しない。

なお上記 (1)–(3) の基準をすべて満たしている限り，語尾や口癖などの軽微な繰返しも繰返し発話と判定する。表 5 に示しているとおおり，B は「ですよ」と A の発話の語尾だけを繰り返しているが，(1)–(3) の基準をすべて満たしているため，繰返し発話と判定する。

また，以下のような場合の発話は共感を示す役割を果たさないため，先行発話が繰り返されても対象外とする。

- 挨拶。
- 言葉の意味の確認。
たとえば，聞き返しやいい間違いの指摘などの発話があげられる。
- 「質疑-応答」の隣接ペア。

2.3 繰返し発話の特徴量

繰返し発話の定義と判定基準に従って，本研究では FDC

表 6 対話コーパス分析による繰返し発話の特徴量

Table 6 Feature values of repetition from dialogue corpus analysis.

項目	長さ (形態素数)				協同し始める品詞				
	1	2	3	その他	名詞	動詞	形容詞	副詞	その他
割合 (%)	47	33	14	6	62	10	12	5	11

から繰返し発話 205 例を抽出して形態素解析を行い、繰返し発話の長さ、協同し始める品詞と協同の位置を解析した [20]。繰返し発話の長さは形態素数によって求めた。また、繰返し発話が 2 形態素以上の場合に、対話システムをデザインする際の利便性を考慮に入れ、1 つ目の語彙の品詞情報だけを分析した。さらに、協同の位置を表す指標は先行発話における繰り返された部分の開始位置と繰返し発話の長さにした。

形態素解析の結果、1-3 形態素の繰返し発話が全体の 90% 以上を占め、対話者は先行発話の短い部分を繰り返すという特徴が観察された。また、品詞情報を分析した結果、名詞から繰り返すケースが多く、全体の半分以上になると分かった。最後に、先行発話の長さが長いほど、後ろの部分が繰り返されやすいという傾向が観察された。繰返し発話の長さと品詞情報の詳細を表 6 に示す。

3. ロボット対話実験

3.1 目的と仮説

本実験では、対話ロボットの言語的協同によるユーザの共感と対話継続欲求に及ぼす影響の検証を目的とする。上記の目的を達成するために、本実験では以下の 5 つの仮説を立てた。

- 仮説 1：言語的協同は相槌より共感促進に効果がある。
- 仮説 2：言語的協同は相槌より対話継続欲求の向上に効果がある。
- 仮説 3：言語的協同の頻度が高いほど、共感促進への効果が顕著である。
- 仮説 4：言語的協同の頻度が高いほど、対話継続欲求の向上への効果が顕著である。
- 仮説 5：ユーザの共感度が高いほど、対話継続欲求の向上への効果が顕著である。

3.2 実験概要

本研究では、シャープ社の対話ロボットロボホン (SR-02M-W) を使用し、音声誤認識などによる誤動作を避けるために WOZ 法による対話実験を行った。被験者は大学 (院) 生 38 人 (男性 22 名と女性 16 名) であった。実験の水準は一対話中の繰返し発話の頻度 (N) によって低頻度 (N = 3)・中頻度 (N = 6)・高頻度 (N = 12) に分けた。頻度条件ごとに実験群 (繰返し発話) と対照群 (相槌) を



図 1 対話実験の様子

Fig. 1 Scenery of dialogue experiment.

設けた。被験者は 1 回練習したあとで、すべての条件の対話実験に参加した。対話実験の様子を図 1 に示す。

実験の流れは下記のとおりである。

(1) 事前アンケート

被験者はロボット否定的態度尺度 (以下、NARS と略称) [21] とロボット不安尺度 (以下、RAS と略称) [22] の質問紙を記入する。NARS はロボットに対する否定的態度を測定する心理尺度であり、「ロボット対話否定的態度 (NARS-S1: 6 項目)」、「ロボット社会的影響否定的態度 (NARS-S2: 5 項目)」、「ロボット対話感情否定的態度 (NARS-S3: 3 項目)」の 3 つの下位尺度からなっている。RAS はロボットに対する不安を測定する心理尺度であり、「ロボット会話能力不安 (RAS-S1: 3 項目)」、「ロボット行動特性不安 (RAS-S2: 4 項目)」、「ロボット対話不安 (RAS-S3: 4 項目)」の 3 つの下位尺度からなっている。

(2) 対話実験

シナリオに従って、ロボットと対話をする。

(3) 印象評価

1 回の対話ごとに対話継続欲求と共感についての印象評価をする。

(4) 事後アンケート

対話実験がすべて終わった後に「対話」の感覚について、「読み上げより対話をしている感覚はどのくらいありますか?」の質問に 7 段階 (1: 読み上げ-7: 対話) で回答する。

3.3 シナリオ

ロボットの音声誤認識や自由発話による対話破綻が懸念されるため、本実験ではシナリオに従うシステム主導対話を採用した。

シナリオは以下の手順に従って作成した。まず、選出の指針に従って FDC から中立的な話題を選定し、対話のエピソードを選出した。大学生活や五感に関わる経験談はロボットの発話としての適切性に問題が生じるため、対話実験の話題として除外した。次に、エピソードを組み合わせ

表 7 シナリオに挿入する繰返し発話の品詞と形態素数

Table 7 Part-of-speech and morpheme numbers of repetition inserted in scenario.

繰返し発話の頻度	形態素数				品詞				
	1	2	3	計	名詞	形容詞	動詞	副詞	計
N = 3	2	1	0	3	2	1	0	0	3
N = 6	3	2	1	6	4	1	1	0	6
N = 12	6	4	2	12	7	2	2	1	12

表 8 シナリオの対話例 (一部)

Table 8 Sample scenario of dialogue experiment (episode).

発話者	発話
ロボット	去年夏とか海とか行きましたか
あなた	去年
あなた	去年は海は行ってないですけど
あなた	プールは行きました
ロボット	プール (なるほど)
ロボット	飯能とかのあの辺ですか

(赤字はベースのシナリオに挿入した発話である。括弧外は実験群の繰返し発話であり、括弧内は対照群の相槌となっている。)

オリジナルのシナリオを作成した。さらに、修正の指針に従って、5分程度 80 発話のベースのシナリオを作成した。相槌とフィルターの削除や理解しにくい発話の削除など、印象評価実験に影響を及ぼす可能性がある繰返し発話以外の要素を制御した。最後に、条件ごとに繰返し発話或いは相槌をシナリオに挿入した。繰返し発話の長さは上位 3 種類、繰返し始める品詞は上位 4 種類を使用した。表 6 の割合に従って、本実験のシナリオに挿入する繰返し発話の品詞と形態素数の詳細を表 7 に示す。

繰返し発話の特徴量に基づいて作ったシナリオの対話例を表 8 に示す。なお、被験者に主体的に対話に参加しているという感覚を持たせるために、対話シナリオの提示方法およびロボットの発話内容を工夫した。まず、対話実験の前に、被験者に「シナリオを読むというより、ロボットと対話をしている気持ちになってください」、「ロボットと対話するとき、フィルターなどは自由に加えても構いません。なお、間違えたらいい直しても構いません」と教示した。さらに、被験者にはロボットの発話内容を伏せ、ロボットの発話数や発話の長さが分からないようにしてシナリオを提示した。最後に、ロボットより「○○ (被験者の名前) さん」と被験者の名前を呼んで対話を始めた。

3.4 繰返し発話の頻度の決定基準

本実験では FDC における繰返し発話の頻度を参考にし、シナリオに挿入する繰返し発話の頻度を決めた。FDC の 38 対話における繰返し発話の頻度を集計した結果に基づいて、シナリオの 80 発話における繰返し発話のベース頻度を平均値の 3 回とした。人間同士の対話においては、対話参加者が言語情報と表情やジェスチャーなどの非言語情

報を併用してインタラクションをする。しかし、人間とロボットの対話実験において、ロボットによる顔表情やジェスチャーが人間ほど豊富でないため、繰返し発話の頻度が低いと気づかれない可能性が高い。したがって、平均値 3 回を低頻度の水準とし、中頻度と高頻度の水準における繰返し発話の頻度をそれぞれ 6 回と 12 回に設定した。

3.5 ロボットの制御

実験におけるロボットの発話・動作や応答タイミングの制御について述べる。

3.5.1 対話ロボットの選定

はじめに小型対話ロボットロボホンを実験に使用する 2 つの理由を述べる。1 つ目の理由は対話の自然性である。「人間と同じ身体表現を有する会話エージェントは、(中略) 自然性の高いインタフェースとしてユーザに受け入れられやすくなる」[23] と考え、自然性を高めるために動作をロボットに行わせることにした。ロボホンには発話と動作の自動同期機能が備えられており、実験では標準の機能を用いた。2 つ目の理由は WOZ 法の操作性である。本実験ではロボホンを制御するブラウザ型プログラミングツール SR-B04AT を用いて無線で対話システムを制御した。

3.5.2 音声とモーションの制御

印象評価への影響を考慮して、ロボホン固有の機能に由来すると考えられる要素を下記のように統制した。

(1) 音声

実験条件によらず標準に搭載されている音声合成機能 (VoiceText 使用) を使用した。

(2) 応答タイミング

被験者発話の直後に、実験者が発話のスタートボタンを押してロボットに応答させた。すべての被験者の実験を通じて同じ実験者が操作し (3.5.3 項に詳述)、応答タイミングが安定するように実験者は事前に練習を繰り返した。繰返し発話と相槌の箇所において、被験者発話終了からロボット応答開始までの時間について実験後に測定し、 t 検定を行ったところ実験群と対照群の間に有意差は見られなかった。

(3) モーション

実験条件によらず発話とモーションの自動同期機能を使用した。ロボホンによる発話内容が同じであれば、自動付与のモーションも同じである。本実験すべての条件において、被験者に同じ話題のシナリオを提示したため、条件ごとのロボホンのモーションは同じである。ただし、繰返し発話と相槌の発話内容が異なるため、それにともなうロボホンのモーションがやや異なる (詳細は表 9 に示す)。また、「うん」、「え」のようにきわめて短い場合にはモーションが生成されない。表 9 は頻度条件ごとの繰返し発話と相槌にともなうロボホンのモーションの総数と種類数を示している。表 9 に示したように、頻度条件ごとに繰返し発話

と相槌ともなうロボホンのモーシヨンの総数も種類数も差異が小さいため、本実験ではロボホンのモーシヨンによる印象評価への影響が排除できると考えられる。

応答タイミングや動作のより厳密な統制については今後検討するべき課題とする。

3.5.3 WOZ 法によるロボットの操作

WOZ 法によりロボホンを操作するブラウザの画面を図 2 に示した。図 1 に示しているとおおり、被験者は机の上に立っているロボホンと対話をしており、実験者はホワイトボードの後ろでロボホンを操作している。WOZ 法によるロボホンの操作方法は以下のとおりである。

- (1) 作成したシナリオどおりにロボホン発話の内容を入力し、実験条件ごとにプログラムを事前に作成した。
- (2) 実験者はロボホンを操作し、ロボホンから挨拶の発話をさせた。
- (3) 被験者はロボホンの発話を受け取り、シナリオどおりに発話した。
- (4) 被験者の発話が終了後、実験者はすぐにスタートボタンを押し、ロボホンに次の発話をさせた。

3.6 印象評価

1 回の対話ごとに下記 3 つの項目に対する 5 段階評価を行った (1:まったくそう思わない, 2:それほどでもない, 3:どちらともいえない, 4:まあそうだ, 5:まったくそう思う)。以下、共感の項目に対する回答の数値を共感度と定義する。

対話継続欲求 1: このロボットとの対話をもっと継続したい。

表 9 繰返し発話と相槌ともなうロボホンのモーシヨンの種類数

Table 9 RoBoHoN motion associated with repetition and backchannel.

項目	低頻度		中頻度		高頻度	
	繰返し	相槌	繰返し	相槌	繰返し	相槌
総数	2	3	5	5	11	9
種類数	2	2	3	4	5	5

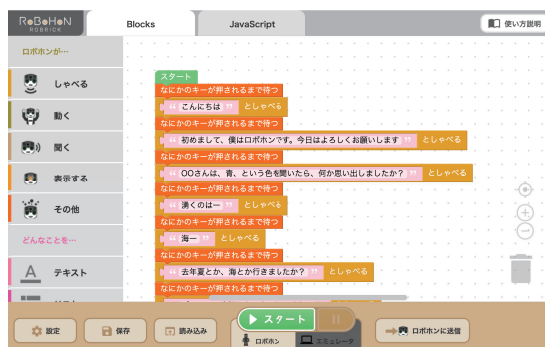


図 2 WOZ 法によりロボホンを操作する画面

Fig. 2 Screen of the operation of RoBoHoN using WOZ method.

対話継続欲求 2: またこのロボットと対話したい。
共感: このロボットは私に共感してくれたと感じた。

4. 実験結果

4.1 言語的協同の効果

被験者 38 人のデータを用いて分析を行った。

4.1.1 頻度条件ごとの繰返し発話群と相槌群の評価値の比較

仮説 1 と仮説 2 を検証するために、頻度条件ごとに繰返し発話群と相槌群の評価値を Wilcoxon の順位和検定によって比較した。表 10 は高頻度の条件において、繰返し発話群と相槌群の評価平均値 (括弧内は順位和) および p 値を示している。検定の結果、高頻度の条件において、対話継続欲求 2 ($p < .05$, Cliff's $d = 0.164$) と共感 ($p < .05$, Cliff's $d = 0.179$) について繰返し発話群の評価が有意に高かった。つまり、高頻度の言語的協同は対話継続欲求 2 の向上と共感促進に効果があると考えられる。一方、対話継続欲求 1 はいずれの頻度条件においても高まらなかった。

4.1.2 繰返し発話群に対する頻度条件間の差の検定および多重比較

仮説 3 と仮説 4 を検証するために、繰返し発話群に対する頻度条件間の差の検定および多重比較検定を行った。各群の評価値が正規分布に従わないため、ノンパラメトリック手法の Kruskal-Wallis 検定を行った。表 11 は繰返し発話群の評価中央値 (括弧内は四分位範囲) および p 値を示している。Kruskal-Wallis 検定の結果、共感について有意差 ($p < .01$) が認められた。さらに、表 12 は共感に対する頻度条件間の多重比較の結果を示している。Steel-Dwass 検定の結果、低頻度と高頻度の条件間において高頻度群の評価が有意に高かった ($p < .01$)。Kruskal-Wallis 検定および多重比較の結果によって、本実験の頻度範囲以内では、言語的協同の頻度が高いほど共感促進の効果が顕著である。

表 10 繰返し発話と相槌の評価平均値および差の検定結果

Table 10 Evaluation average of repetition and backchannel and results of significance test between the two conditions.

項目	高頻度		
	繰返し発話	相槌	p
対話継続欲求 1	3.4 (1497.5)	3.3 (1428.5)	0.291
対話継続欲求 2	3.7 (1581.5)	3.4 (1344.5)	0.015*
共感	3.9 (1592.0)	3.6 (1334.0)	0.043*

(Signif. codes: ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1)

表 11 繰返し発話群に対する頻度条件間の差の検定

Table 11 Results of significance test between frequency levels of repetition condition.

項目	低協同	中協同	高協同	p
共感	3.0 (3.0, 4.0)	4.0 (2.0, 4.0)	4.0 (3.0, 5.0)	0.006**

(Signif. codes: ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1)

表 12 繰返し発話群に対する頻度条件間の多重比較

Table 12 Results of multiple comparisons between frequency levels of repetition condition.

共感	低-中	低-高	中-高
<i>p</i>	0.521	0.005**	0.114

(Signif. codes: ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1)

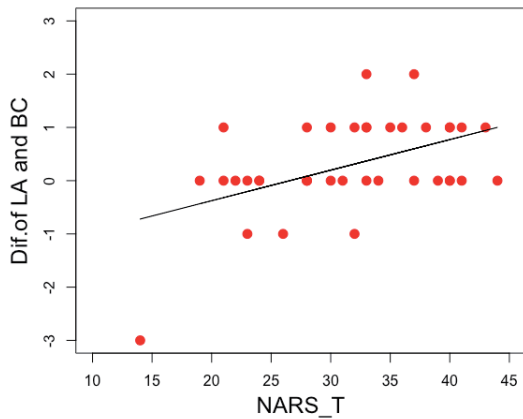


図 3 NARS 得点と評価値差分の相関

Fig. 3 Correlation between NARS scores and difference of evaluation value.

と示唆された。

4.2 被験者の属性と評価値の相関

本実験では被験者の属性として NARS (ロボット否定的態度尺度) と RAS (ロボット不安尺度) を使用した。ロボット不安と否定的態度を引き起こす 2 つの心理的な要因は技術製品に対する不安とコミュニケーション不安 [24] である。本研究では 2 要因に関わる被験者の属性が言語的協同の効果に及ぼす影響を明らかにするため、すべての下位尺度の合計得点を用いて分析し、後に本実験に関連深い下位尺度を用いて分析を行った。NARS 得点の範囲は 14 から 70 となり、得点が高いほどロボットに対する否定的態度が強い。RAS 得点の範囲は 11 から 66 となり、得点が高いほどロボットに対する不安感が強い。

NARS 得点と評価値の相関を明らかにするために、評価項目別に繰返し発話群と相槌群の差分値と NARS 得点の相関分析を行った。差分値とは繰返し発話群の評価値から相槌群の評価値を引いた数値である。

図 3 は高頻度の条件において NARS 得点と評価値差分 (対話継続欲求 2) の相関分析の結果を示している。横軸は NARS 得点であり、縦軸は差分値である。

図 3 に示したように、対話継続欲求 2 について、高頻度の条件において NARS と差分値の間に中程度の正の相関 ($r = .479, N = 38, p < .01$) が見られた。本実験に特に関連深い下位尺度として NARS-S1 と NARS-S3 に限定して分析を行ったところ、高頻度の条件において特に NARS-S1 (ロボット対話否定的態度) と差分値の間に弱い

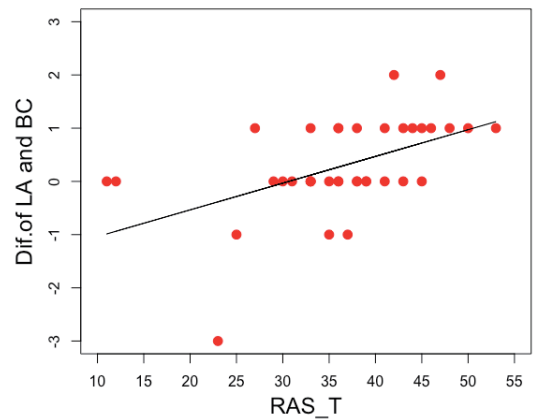


図 4 RAS 得点と評価値差分の相関

Fig. 4 Correlation between RAS scores and difference of evaluation value.

正の相関 ($r = .373, N = 38, p < .05$) が見られた。つまり、高頻度の言語的協同はロボット否定的態度が強い被験者により効果があると考えられる。

RAS 得点と評価値の相関を明らかにするために、評価項目別に繰返し発話群と相槌群の差分値と RAS 得点の相関分析を行った。差分値とは繰返し発話群の評価値から相槌群の評価値を引いた数値である。

図 4 は高頻度の条件において RAS 得点と評価値差分 (対話継続欲求 2) の相関分析の結果を示している。横軸は RAS 得点であり、縦軸は差分値である。

図 4 に示したように、対話継続欲求 2 について、高頻度の条件において RAS と差分値の間に中程度の正の相関 ($r = .505, N = 38, p = .001$) が見られた。本実験に特に関連深い下位尺度として RAS-S1 と RAS-S3 に限定して分析を行ったところ、高頻度の条件において特に RAS-S3 (ロボット対話不安) と差分値の間にも中程度の正の相関 ($r = .411, N = 38, p < .05$) が見られた。つまり、高頻度の言語的協同はロボット不安感が強い被験者により効果があると考えられる。

4.3 被験者の共感度と対話継続欲求との相関

仮説 5 を検証するために、6 条件すべての対話実験に参加した被験者のデータ (38 人) を使用し、共感度と対話継続欲求の相関分析を行った。図 5 と図 6 は相関分析の結果を示し、プロットの濃さはデータ数を表している (濃いほど同じデータの数が多い)。図 5 に示したように、共感度と対話継続欲求 1 の間に中程度の正の相関 ($r = .604, N = 228, p < .001$) が見られた。また、図 6 に示したように、共感度と対話継続欲求 2 の間にも中程度の正の相関 ($r = .649, N = 228, p < .001$) が見られた。

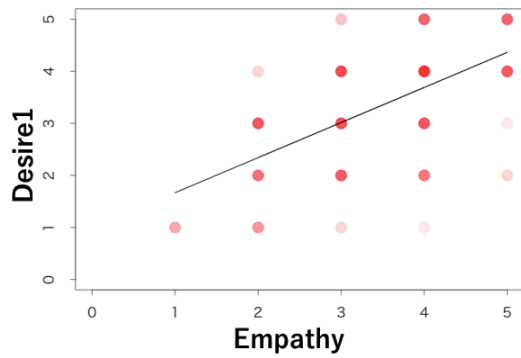


図 5 共感度と対話継続欲求 1 の相関

Fig. 5 Correlation between empathy and desire of continuing dialogue 1.

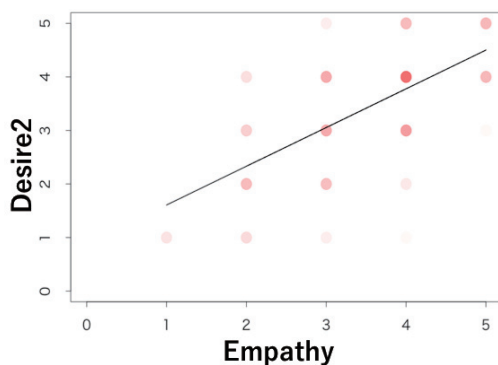


図 6 共感度と対話継続欲求 2 の相関

Fig. 6 Correlation between empathy and desire of continuing dialogue 2.

5. 考察

5.1 言語的協同が対話継続欲求に及ぼす効果

実験終了後の「対話」の感覚についての事後アンケート(3.2 節に記述)では平均値が 4.2 であった。このことから被験者は単にシナリオを読み上げる感覚ではなかったといえる。

対話継続欲求について、高頻度の水準において繰返し発話群は相槌群より対話継続欲求 2 (またこのロボットと対話したい) の評価値が高かった。しかし、対話継続欲求 1 (このロボットとの対話をもっと継続したい) の評価値はいずれの頻度条件においても有意差が見られなかった。この理由として、ロボットとの対話時間が長いことがあげられる。今回の実験では 1 人の被験者が 1 回につき 80 発話、約 5 分自由度の低い対話を行ったため、疲れてロボットとの対話を継続する欲求があまり高まらなかったと考えられる。

5.2 ユーザの属性が言語的協同の効果に与える影響

表 10 から、対話継続欲求 1 の評価値はいずれの頻度条件においても有意差が見られなかった。しかし、NARS を考慮すると、高頻度の水準において NARS 得点が高い群 (中

央値 32.5 点以上) では対話継続欲求 1 の評価値も繰返し発話群のほうが高い傾向 ($p < .1$, Cliff's $d = 0.177$) が見られた。また、対話継続欲求 2 の評価値については繰返し発話群が 0.01 の水準で相槌群より有意に高く、効果量も 4.1.1 で述べた結果より上がった ($p = .001$, Cliff's $d = 0.393$)。

一方、NARS 得点・RAS 得点と対話継続欲求 2 の評価値差分の間にも正の相関が見られた。つまり、高頻度の繰返し発話はロボット否定的態度・不安感が強いユーザのほうにより効果があると推察する。文献 [25] は、ユーザとエージェントの間に適応ギャップがあり、「ユーザ自らが主観的に思い込んだエージェントへの評価によって、エージェントへの印象が変化している」と述べている。適応ギャップ (Adaptation Gap) とは、「ユーザがエージェントに対して期待した機能と実際のインタラクションにおいてユーザが感じた機能の差」[25] を指す。ロボット否定的態度が強い被験者はロボットの機能への期待が低いため、実際にロボットが期待以上に機能したと感じたことで、対話が長いかつ自由度が低くてもロボットとの対話継続欲求が高まったといえる。

5.3 言語的協同がユーザの共感に及ぼす効果

共感の印象評価について、高頻度の水準においてのみ繰返し発話群は相槌群より有意に高かった。理由として、繰返し発話の頻度が低い場合に被験者があまり気づかなかった可能性が高いと考えられる。人間同士は言語情報に限らずに、ジェスチャーや顔表情などの非言語情報も利用してインタラクションする。つまり、対話参加者は繰返し発話とそれにとまなう非言語情報を利用して相手に共感する。しかし、今回の実験では被験者とロボットのインタラクションにおける非言語情報が非常に少なかったため、被験者は繰返し発話に気づかなかったと考えられる。

一方、高頻度の水準において、相槌の頻度が一定の範囲を超えると被験者はロボットが本当に自分の発話を聞いてくれるかどうか分からなくなった。それに対して、繰返し発話のほうが発話者に「聞いてくれる、自分と同じ気持ちを持っている」感じを与えたため、共感に対する評価は高かったと考察する。

以上より、高頻度の繰返し発話是对話継続欲求の向上と共感促進に効果があり、特に繰返し発話の頻度が高いほど共感促進への効果が顕著であることが示唆された。また、ユーザの属性を考慮に入れると、ロボット否定的態度・不安感がより強いユーザに対して、繰返し発話是对話継続欲求の向上により効果的であると示唆された。さらに、共感度と対話継続欲求の間に中程度の正の相関が見られたことから、人間同士の対話 [1] に限らず、共感度の向上は人間とロボットの対話における継続性の向上にも効果があると考えられる。

6. おわりに

本研究では人間同士の対話コーパスを利用して繰返し発話の特徴量を考察し、ロボットによる対話実験を行った。その結果、繰返し発話の長さ、繰返し発話の品詞と協同の位置という3つの特徴量を明らかにした。また、対話ロボットの言語的協同が被験者の共感および対話継続欲求に与える効果を明らかにし、ロボットへの不安・否定的態度が強い被験者ほど言語的協同の効果が高まることが示唆された。最後に、人間と対話ロボットの対話においても、対話継続欲求を向上させるために共感度を高めるという方法の有効性が示唆された。ロボットの言語的協同によってユーザの対話継続欲求が向上し、長期的なインタラクションが期待される。

今後の課題として、ユーザのロボットによる言語的協同の頻度に対する許容範囲や言語的協同の適切なタイミングを判断する基準などが残っている。また、長期的な対話継続欲求への効果については今後検証が必要である。

参考文献

[1] 宮澤幸希, 常世 徹, 榊井祐介, 松尾智信, 菊池英明: 音声対話システムにおける継続欲求の高いインタラクションの要因, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.95, No.1, pp.27-36 (2012).

[2] Clark, H.H. and Schaefer, E.F.: Contributing to discourse, *Cognitive Science*, Vol.13, No.2, pp.259-294 (1989).

[3] Ferrara, K.: Accommodation in therapy, *Contexts of accommodation: Developments in applied sociolinguistics*, pp.187-222, Cambridge University Press (1991).

[4] 福富奈美: 日本語会話における「くり返し」発話について, *Language and Information*, Vol.5, pp.105-125 (2010).

[5] 東中竜一郎, 堂坂浩二, 磯崎秀樹: 対話システムにおける共感と自己開示の効果, 言語処理学会第15回年次大会発表論文集, pp.446-449 (2009).

[6] Doyle, G. and Frank, M.C.: Investigating the sources of linguistic alignment in conversation, *Proc. 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, pp.526-536 (2016).

[7] Nasir, M., Chakravarthula, S.N., Baucom, B., Atkins, D.C., Georgiou, P. and Narayanan, S.: Modeling Interpersonal Linguistic Coordination in Conversations using Word Mover's Distance, *Proc. Interspeech 2019*, pp.1423-1427 (2019).

[8] Mizukami, M., Yoshino, K., Neubig, G., Traum, D. and Nakamura, S.: Analyzing the effect of entrainment on dialogue acts, *Proc. 17th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue*, pp.310-318 (2016).

[9] Nenkova, A., Gravano, A. and Hirschberg, J.: High frequency word entrainment in spoken dialogue, *Proc. ACL-08: HLT, Short Papers*, pp.169-172 (2008).

[10] Levitan, R., Benus, S., Gravano, A. and Hirschberg, J.: Entrainment and Turn-Taking in Human-Human Dialogue, *AAAI Spring Symposia* (2015).

[11] Brennan, S.E. and Clark, H.H.: Conceptual pacts and lexical choice in conversation, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol.22,

No.6, p.1482 (1996).

[12] Reitter, D. and Moore, J.D.: Predicting success in dialogue, *Proc. 45th Annual Meeting of the Association of Computational Linguistics (ACL)*, pp.808-815 (2007).

[13] Branigan, H.P., Pickering, M.J., Pearson, J. and McLean, J.F.: Linguistic alignment between people and computers, *Journal of Pragmatics*, Vol.42, No.9, pp.2355-2368 (2010).

[14] Koulouri, T., Lauria, S. and Macredie, R.D.: Do (and say) as I say: Linguistic adaptation in human-computer dialogs, *Human-Computer Interaction*, Vol.31, No.1, pp.59-95 (2016).

[15] Linnemann, G.A. and Jucks, R.: 'Can I Trust the Spoken Dialogue System Because It Uses the Same Words as I Do?'—Influence of Lexically Aligned Spoken Dialogue Systems on Trustworthiness and User Satisfaction, *Interacting with Computers*, Vol.30, No.3, pp.173-186 (2018).

[16] 下岡和也, 徳久良子, 吉村貴克, 星野博之, 渡部生聖: 音声対話ロボットのための傾聴システムの開発, 自然言語処理, Vol.24, No.1, pp.3-47 (2017).

[17] Nishimura, R. and Nakagawa, S.: A spoken dialog system for spontaneous conversations considering response timing and response type, *IEEE Trans. Electrical and Electronic Engineering*, Vol.6, No.S1, pp.S17-S26 (2011).

[18] 中里 収, 神崎啓太郎, 菊池英明ほか: 音声対話における親密度と語彙の関係, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol.2014, No.22, pp.1-6 (2014).

[19] 田中妙子: 会話における「くりかえし」, テレビ番組を資料として, 早稲田大学日本語研究教育センター紀要, No.9, pp.47-67 (1997).

[20] 楊 潔, 浅井拓也, 菊池英明: 非タスク指向対話における言語的協同の分析, *SIG-SLUD*, Vol.5, No.2, pp.74-75 (2018).

[21] Nomura, T., Kanda, T. and Suzuki, T.: Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human-robot interaction, *Ai & Society*, Vol.20, No.2, pp.138-150 (2006).

[22] Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T. and Kato, K.: Measurement of anxiety toward robots, *ROMAN 2006-The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp.372-377, IEEE (2006).

[23] 山田誠二: 人とロボットの“間”をデザインする, chapter 4, p.91, 東京電機大学出版局 (2007).

[24] Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T. and Kato, K.: Prediction of human behavior in human-robot interaction using psychological scales for anxiety and negative attitudes toward robots, *IEEE Trans. Robotics*, Vol.24, No.2, pp.442-451 (2008).

[25] 小松孝徳, 山田誠二: 適応ギャップがユーザのエージェントに対する印象変化に与える影響, 人工知能学会論文誌, Vol.24, No.2, pp.232-240 (2009).



楊 潔

2013年中国西安交通大学外国語学院日本語学科卒業。2016年同大学大学院日本語文学修士課程修了。2020年早稲田大学大学院人間科学研究科修士課程修了。現在、同大学院人間科学研究科博士後期課程、人間科学学術院

助手。



菊池 英明 (正会員)

1991年早稲田大学理工学部電気工学科卒業，1993年早稲田大学大学院修士課程修了。同年(株)日立製作所中央研究所入社。早稲田大学理工総研助手，国立国語研究所非常勤研究員，早稲田大学人間科学部非常勤講師・専任講師・准教授を経て，2012年より早稲田大学人間科学学術院教授。博士(情報科学)。音声言語，音声対話，ヒューマン・エージェント・インタラクションの研究に従事。人工知能学会，日本音響学会，ヒューマンインタフェース学会，電子情報通信学会等各会員。