

ロボットと人のしりとりによる感情伝染の生起

Inducing Mood Contagion through Word Chain Game with Robots

大坂 直輝^{1*} 水丸 和樹¹ 坂本 大介¹ 小野 哲雄¹
Naoki Osaka¹ Kazuki Mizumaru¹ Daisuke Sakamoto¹ Tetsuo Ono¹

¹ 北海道大学

¹ Hokkaido University

Abstract: ロボットから人間への感情伝染について様々な研究があるが、ロボットが口頭で話す内容、特に単語のみを用いたインタラクションにおける感情伝染の有無は分かっていない。本研究では極性辞書にある単語をロボットの NAO が用いて、NAO と人がしりとりをすることで感情伝染の効果が表れるかを調べる。実験の結果、感情極性値がネガティブな単語を NAO に使わせることで実験参加者のネガティブ感情が有意に増大し、感情伝染の効果が確認された。

1 はじめに

感情は、内的・外的刺激によって生起する快・不快の主観的経験である。感情は本人に言語で表現してもらうまで外部から観察することはできない。一方で「感情」に似た言葉に「情動」がある。情動は、怒り、恐れ、喜び、悲しみなどの強い感情により、行動や表情の変化などの身体反応を伴う。情動は外部から客観的に観察できるため、感情と情動は異なる概念であるとみなされる [1]。また、心理学の領域において、情動伝染 (Emotional Contagion) と呼ばれる概念がある。情動伝染は、他者の情動体験から生じた表情を観察したり、表情や発声を模倣することで、その他者と同じ情動体験が観察者自身にも自動的に生起する現象である [2][3]。本論文では、情動伝染により自身に起こる身体反応のうち、会話内容によって他者と同じ感情を自身も抱く現象を感情伝染 (Mood Contagion) と呼ぶ。

近年ロボットの社会進出がめざましいものとなっている。特に産業用ロボットだけではなく、ヒューマノイドも街中で見かけるようになってきている。SoftBank Robotics の Pepper[4] は、飲食店や病院、ホテルなどで受付業務をこなすようになってきている。また、カフェで働くロボットの OriHime-D[5] や家族型ロボットの LOVOT[6]、さらにロボットホテルと呼ばれる宿泊施設がオープンするなど、社会的ロボットの種類と需要は多岐にわたる。このような業務をロボットが行うにあたり、人間とのコミュニケーションが重要となる。ロボットがより人間の日常生活に溶け込むためには、ロボットとより円滑なコミュニケーションを取れるようになる必要がある。そのためロボットのどのような発言や動作によっ

て人間がどのような反応を取るかを知ることは重要である。先行研究において、ロボットのボディランゲージによる情動伝染について調査した例がある [7]。しかしロボットと人間による会話、特に会話内容による感情伝染についての研究はほとんどない。

口頭による最も単純なゲームとして、しりとり (Word chain game) がある。しりとりは単語レベルのインタラクティブな会話を実現するゲームである。また、会話ではしばしばポジティブ・ネガティブな内容を扱うことがある。会話や文章で用いる単語のポジティブ・ネガティブ度合い (極性) を +1 から -1 の実数値 (感情極性値) で表現した極性辞書は、任意の会話や文章の内容の極性を判断できると考えられている [8]。

本研究ではこの極性辞書を用いて、ロボットと人が単語レベルの会話であるしりとりを行った際の、会話内容による感情伝染の効果を確認する。具体的にはヒューマノイドの NAO[9] が、極性辞書に含まれる単語のみを利用して人としりとりを行うことにより感情伝染が生起するかを調べる。

2 関連研究

2.1 ロボットから人への情動伝染

Xu ら [7] は、ロボットの気分をボディランゲージで表現した際の情動伝染の効果について調査した。彼らは実験として、ヒューマノイドの NAO のジェスチャーを参加者に模倣してもらうものまねゲームを行った。参加者はゲームの難易度として easy または difficult のどちらかに割り当てられ、NAO はポジティブなジェスチャーとネガティブなジェスチャーの両方を行う。実験の結果、参加者はロボットの気分がポジティブまた

*連絡先: ヒューマンコンピュータインタラクション研究室
〒060-0814 北海道札幌市北区北 14 条西 9 丁目
E-mail: apln@complex.ist.hokudai.ac.jp

はネガティブのどちらであるか識別でき、簡単なゲーム (easy) では参加者が自己申告した気分がロボットの気分と一致した。また難しいゲーム (difficult) の場合、ジェスチャーを模倣するタスクについてポジティブな条件と比較してネガティブな条件の方がより良いパフォーマンスとなった。

Matsumotoら [10] は、情動体験を共有するロボットを提案している。実験では参加者にロボットと一緒に動画を観てもらった。参加者を3群に分けそれぞれ、(1) 参加者一人のみで観る、(2) 動画に合った感情を表現するロボットと観る、(3) ランダムな感情を表現するロボットと観る、の条件とした。その結果、動画に合った感情を表現するロボットと観る場合では、単独で観る場合と比べてより興奮またはリラックスし、落ち込むまたは怖がるのが抑制され、ロボットが参加者の感情を変えることが分かった。

2.2 人工的な表情による情動伝染

吉田ら [11] は、画像処理を用いたリアルタイムな表情変形フィードバックにより、人間の感情を操作し様々な感情体験をバーチャルに呼び起こすことを試みた。実験は画面に映る参加者の顔の周囲に表れる的を順番にマウスでクリックしてもらう課題を3セット行うものとし、セットごとに画面に映る顔をそれぞれ、笑った表情、悲しい表情、参加者自身の表情とした。笑った表情と悲しい表情は、参加者の表情変化のない表情を画像処理により変形したものとなっている。結果として、疑似的に生成した笑った表情をを視覚的にフィードバックすることにより快感情を、悲しい表情を視覚的にフィードバックすることにより不快感情が喚起させられることが示唆された。またその人の好みの判断を任意に操作できることも明らかにした。

Tsaiら [12] は、バーチャルエージェントと人間との間に情動伝染が存在することを裏付けた。1つ目の実験では、同一のバーチャルキャラクターについて中立または幸福な表情をした顔の画像を実験参加者に見せた結果、すべてのキャラクターについて中立状態と比較して幸福状態では自己申告による幸福感が非常に大きく増加することが示された。2つ目の実験では、ある戦略的意思決定をする文脈にキャラクターが置かれた場合、キャラクターは参加者が選んだ行動と自己申告した幸福感の両方に影響を与えなかった。3つ目の実験では、戦略的状况について既にある決定がなされており参加者の意思決定が介入しない文脈にキャラクターが置かれた場合、2つ目の実験結果とは異なりキャラクターによる情動伝染の効果が再び現れることが発見された。

2.3 日本語版 PANAS

ポジティブ感情とネガティブ感情を測定する指標として、Watsonら [13] によって作成された The Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) がある。PANASは20の小項目から構成される質問紙であり、それぞれの項目に対して「Very Slightly or Not at All」から「Extremely」の5段階で回答してもらうことで、回答者の現在の感情を測定する。

このPANASが川人ら [14] によって日本語に翻訳およびその妥当性の検証が行われ、日本語版PANASが作成された。日本語版PANASも同様に20の小項目から構成されるが、こちらはそれぞれの項目において「全く当てはまらない」から「非常によく当てはまる」の6段階で回答する。「全く当てはまらない」が1、「非常に良く当てはまる」が6に対応している。20の小項目のうち10項目ずつがそれぞれポジティブ感情とネガティブ感情に対応しており、合計値はポジティブ・ネガティブともに下限は10、上限は60となる。本研究ではこの日本語版PANASを実験の事前および事後アンケートとして用いる。

日本語版PANASのポジティブ項目はそれぞれ、活気のある、誇らしい、強気な、興奮した、決心した、やる気がわいた、機敏な、熱狂した、興味のある、注意深い10項目である。一方でネガティブ項目はそれぞれ、神経質な、おびえた、うろたえた、恐れた、びりびりした、苦悩した、恥ずかしい、いらいらした、うしろめたい、敵意をもった10項目である。実際のアンケートではポジティブ項目とネガティブ項目が混在したアンケート用紙を用いる。

3 実験準備

3.1 単語辞書の作成

単語レベルの会話内容(しりとり)による感情伝染について調べるために、高村ら [8] が公開している『単語感情極性対応表』と呼ばれる極性辞書を用いる。極性辞書は各単語のポジティブ・ネガティブ度合い(極性)を+1から-1の相対的な実数値(感情極性値)で表現した辞書であり、各単語と感情極性値が「見出し語:読み:品詞:感情極性実数値」の形式で表現されている。

しかし極性辞書には難解な単語も含まれるため、その単語がしばしば相手に意味が分からない言葉として捉えられ、効果を適切に計測できない可能性がある。そのため人同士の会話でより一般的・日常的に用いられている単語を用いることが望ましい。そこで、藤村らが公開している『名大会話コーパス』[15]、および国立国語研究所による『名大会話コーパス』に対する形態素解析結果 [16] を用いて、極性辞書に含まれかつ会話

コーパスにおいて1回以上出現した単語をより一般的・日常的な単語として抽出する。実験においてNAOがしりとりで用いる単語は、本節で作成した単語辞書に含まれるものに限定する。この単語辞書に含まれている単語を部分的に表1に示す。

表 1: 極性辞書と会話コーパスによって作成した辞書

見出し語	読み	品詞	感情極性値
喜ぶ	よろこぶ	動詞	1.000
めでたい	めでたい	形容詞	1.000
賢い	かしこい	形容詞	0.999
功績	こうせき	名詞	0.999
賞	しょう	名詞	0.999
⋮	⋮	⋮	⋮
いとも	いとも	副詞	0.002
広報	こうほう	名詞	0.001
他称	たしょう	名詞	0.000
週末	しゅうまつ	名詞	0.000
新設	しんせつ	名詞	0.000
⋮	⋮	⋮	⋮
ない	ない	形容詞	-1.000
ない	ない	助動詞	-1.000
病気	びょうき	名詞	-1.000
死ぬ	しぬ	動詞	-1.000
悪い	わるい	形容詞	-1.000

3.2 しりとりシステム

しりとりは人同士が単語レベルのインタラクションを行うゲームである。本研究ではSoftBank Roboticsが販売しているヒューマノイドのNAO version 6(以降NAOと呼ぶ)[9]と、同じくSoftBank Roboticsが提供する開発環境のChoregrapheを用いて、NAOと人がしりとりを行うことができるシステムを実装する。

3.2.1 システム概要

システム全体のフローチャートを図1に示す。初めに今回のしり通りのモード(練習または本番)、NAOの感情(ニュートラル、ポジティブ、ネガティブ)、しり通りの実施時間を設定する。モードを練習にした場合はNAOの感情がニュートラル、本番にした場合はポジティブまたはネガティブとなり、それぞれ感情極性値が異なる単語を用いることとなる。その後NAOを座らせ、しり通りの開始アナウンスとして「しりとりしましょう。『ん』と『る』で終わる言葉以外で、好きな言葉をどうぞ。」とNAOに発話させる。

次に実際のしりとりをNAOとユーザの間で行う。先手はユーザであり、NAOの開始アナウンスの後に好きな単語を選び発話してもらう。発話した単語がしりとりを継続させるために適切か、また日本語として適切かといった確認をシステムで行った後、NAOが続く単語を発話する。これを受けたユーザがまた続く単語を発話する。なおユーザが発話した単語が適切ではないと判断された場合、例として「『あ』から始めてね」などの状況に応じた返答をNAOが行う。設定した実施時間のしりとりが行われた後、NAOが終了アナウンスとして「これでしりとりは終了です。お疲れ様でした。」と発話する。

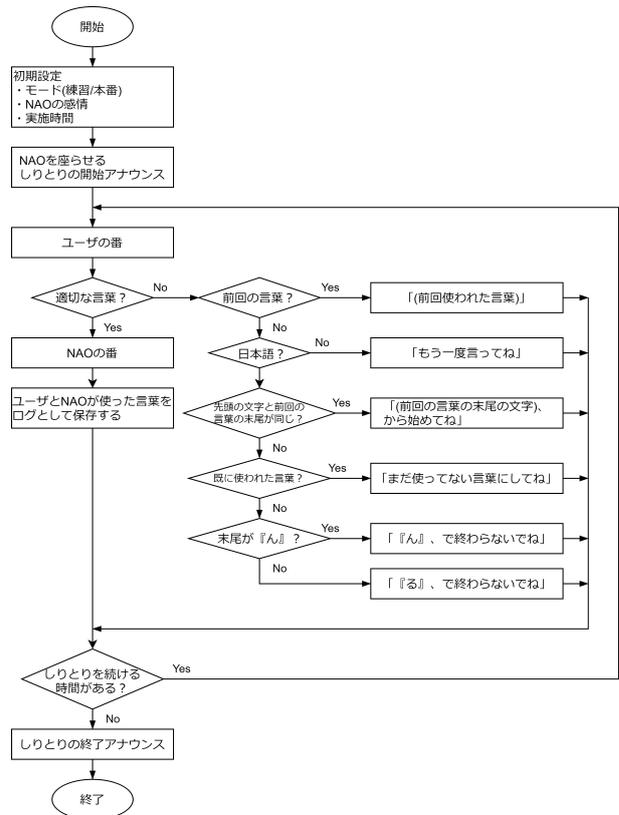


図 1: しりとりシステム全体のフローチャート



図 2: 音声によるNAOとのしりとり(実験風景)

3.2.2 しりどりのルール

3.1 節で作成した単語辞書には「る」で始まる単語が計 10 個と極めて少ないため、一度使った言葉、「ん」と「る」で終わる言葉は使用できないものとした。またユーザはしりどりの返答として、前回の言葉の末尾の文字を清音、濁音、撥音の形にした文字から始まる言葉を使うことができる。例として前回の言葉が「会議」の場合、次に続く言葉は「き」または「ぎ」のどちらかの文字で始まる。前回の言葉の末尾が伸ばし棒であった場合、次に続く言葉はその伸ばし棒の一つ手前の文字から始まる。例として「カレー」に続く言葉は、「れ」で始まる。加えて NAO に「前回の言葉」と呼びかけることで、NAO がその言葉を再び発話する。

3.2.3 WoZ 法による音声認識

ヒューマンエージェントインタラクション (HAI) の領域において音声認識を行う手法に、WoZ (Wizard of Oz) 法がある。本実験における WoZ 法は単純な仕組みである。具体的にはしりどり中に参加者が発話した単語を、あらかじめ設置したマイクを通して実験者が別室から遠隔で聞き取り、適切な単語を Choregraphe 上で手入力する。それを受けた NAO がしりどりで続く単語を発話する。この手順の繰り返しでしりどりが成立する。なお参加者が発話した単語を実験者が聞き取れなかった場合、NAO に「もう一度言ってね」と発話させて参加者に再び同じ単語を発話するように呼び掛けるか、単語の最後の文字は聞き取れた場合、最後の文字が合う単語を類推して実験者が入力することも可能である。しりどりは参加者が使った単語を参加者自身にメモしてもらいながら行い、実験後に参加者がしりどりで用いた正しい単語を確認する。

3.2.4 NAO が用いる単語の感情極性

感情伝染の効果を観察するために、しりどりの練習では NAO が用いる単語を感情極性値が 0 に近いものとし、本番では用いる単語の感情極性値が開始時の 0 から +1、または 0 から -1 へ次第に移行する形とした。これにより練習では感情極性としてニュートラルな単語を、本番ではポジティブまたはネガティブな単語をそれぞれ用いることとなる。

3.3 予備実験

予備実験は情報学を専攻する大学院生の男性 1 人の協力を得て行った。予備実験では NAO とのしりどりの練習をしてもらった後、NAO が用いる単語をポジティ

ブまたはネガティブな場合の 2 種類、つまりポジティブな NAO とネガティブな NAO のそれぞれの場合についてしりどりをしてもらった。また音声認識の方法として WoZ 法と、人間の音声データをテキストデータに変換する API である Google Speech Recognition を用いた場合の比較をした。

予備実験の結果、Google Speech Recognition を用いた場合、音声認識の精度に難が生じ、実験参加者の正確な音声聞き取りが困難となった。よって本実験では WoZ 法による音声認識を採用した。またポジティブな NAO とのしりどりにおいて、NAO が使っていた単語の感情極性値が 0.0 に近い、数値としてポジティブとは言えない単語も出現していた。本研究で作成した単語辞書を確認すると、感情極性値が 0 より大きい単語 (=ポジティブな単語) は、辞書の計 7990 個の単語のうち 651 個であり、全体の 8.15% となっていた。この辞書における感情極性の偏りがしりどりでポジティブな単語を使うことを困難にしていると思われるため、本実験のしりどりの本番ではポジティブな NAO とのしりどりは行わないものとした。

4 本実験

4.1 実験の設定

本実験は男性 9 名、女性 1 名の計 10 名の情報学を専攻する大学生 (年齢: Mean=21.91, SD=0.53) を対象に行った。実験内容は 3.2 節で実装したしりどりシステムを用いて、日本語によるしりどりを NAO と実験参加者が一対一で行うものとした。また、3.1 節で抽出した感情極性のある単語を NAO がしりどりで用いることで、NAO の感情を表現する。実験ではニュートラルな感情の NAO としりどりの練習を行った後、ネガティブな NAO としりどりの本番を行う。この本番の前後で参加者の感情を測定するアンケートを実施し、ネガティブな NAO とのしりどりによる参加者の感情の変化を観察することで、感情伝染の有無を調べる。実験環境は、参加者に机の前に着席してもらい、あらかじめ机の上に座らせておいた NAO と一対一でしりどりをしてもらう形とした。このとき同じ部屋には参加者のみがいるものとする。また NAO のジェスチャーはボディランゲージによる感情伝染の効果を考慮し設定しないものとする [7]。

本実験では本番のしりどりでネガティブな NAO とのしりどりをを行うが、具体的に NAO が用いる単語の感情極性について次のように設定する。まず NAO が 1 回目の単語の返答を行う際、その単語の感情極性値を 0.0 とする。2~6 回目の返答では -0.2, -0.4, -0.6, …, のように用いる単語の感情極性値を 0.2 ずつ下げてい

き、6回目以降の返答では-1.0のネガティブな単語を用いることとする。そのためしりとり開始時から6回目の返答にかけて、NAOの感情は次第にネガティブになる。本研究ではこの1~6回目のやりとりをしり通りの前半とし、7回目以降のやりとりをしり通りの後半とする。このしり通りの前半と後半で、ネガティブなNAOが用いる単語により、参加者が用いる単語の感情極性値に差が生まれるかについても調査する。加えて実際には単語の感情極性値がちょうど0.0, 0.2, …, となるように単語を選ぶのではなく、この感情極性値を基準として-0.05~+0.05の範囲でしりとりが続く単語を選ぶ。もしこの範囲で単語が見つからない場合、探索範囲を両側に0.05ずつ広げていく。

4.2 実験手順

実験を行う前に、口頭および書面による簡単な実験の流れと実験目的の説明を経て、実験参加同意書への記入をお願いした。今回は参加者に説明する実験目的を「NAOと日本語でしりとりをしてもらい、今回開発したしりとりシステムを評価するため」とした。正確な実験目的は「しりとりによる感情伝染の効果の有無を調べるため」であるが、これを説明すると感情伝染の効果に意図せぬ影響が及ぶと考えられるため、前述の内容とした。同意を得られた参加者のみを対象に、本実験におけるしり通りのルールの説明、しり通りの練習(3分間)、事前アンケート、しり通りの本番(5分間)、事後アンケート、しり通りの本番で参加者が使った単語の確認を順に行った。事前・事後アンケートは2.3節の日本語版PANASを用い、事後アンケートには自由記述アンケートが含まれる。自由記述アンケートには、2つの質問項目:「あなたはどのようにしり通りの言葉を選んでいましたか?」「よく分からなかったNAOの言葉はありましたか?」と、自由記述の欄を設けた。

5 実験結果

5.1 日本語版PANASによるアンケート

本番のしり通りの事前と事後で日本語版PANASによるアンケートを行い、各項目の合計値の中央値をポジティブ項目およびネガティブ項目ごとに計算した。その結果、ポジティブ項目の合計値は29.5、ネガティブ項目の合計値は28.5となった。Wilcoxonの符号付順位検定を行ったところ、ポジティブ項目の合計値では有意差が確認されなかったが、ネガティブ項目の合計値では有意差が確認された($p=0.0313$, $r=0.681$)。また各項目では、ネガティブ項目の「おびえた」($p=0.0263$,

$r=0.703$)、「敵意をもった」($p=0.0477$, $r=0.682$)で有意差が確認された。なお、 r は効果量を表す。

表 2: 日本語版PANASによるアンケートの結果(事前および事後の数値は中央値)

感情項目	事前	事後	p-value
活気のある	3.5	3.5	0.0995
誇らしい	2	2	0.174
強気な	2	2	0.766
興奮した	3	3.5	0.824
決心した	2	2	0.345
やる気がわいた	3	3	0.773
機敏な	2	2	0.773
熱狂した	3.5	3	0.233
興味のある	5	4	0.374
注意深い	1.5	2.5	1.000
神経質な	2.5	2.5	1.000
おびえた	1	2	0.0263 *
うろたえた	2	2	0.0947
恐れた	1.5	2	0.371
ぴりぴりした	2	3	0.430
苦悩した	4	4	0.430
恥ずかしい	2.5	2	0.174
イライラした	1	2	0.0975
うしろめたい	1	2	0.174
敵意をもった	1	2	0.0477 *

5.2 実験参加者が使った単語の感情極性

実験参加者には本番のしり通りの間、参加者が使った単語をメモしながらNAOとしりとりをしてもらった。また本番のしり通りの後、メモした単語の意味や漢字を実験者が参加者に聞きながら確認した。この確認は同音異義語や実験者の聞き間違いによる記録ミスを防ぐために行った。

実際に使われた単語のうち、4.1節にあるように最初の1~6個をしり通りの前半、7個目以降をしり通りの後半で用いられた単語とした。この単語のうち、3.1節で示した高村らの『単語感情極性対応表』によって感情極性値が分かる単語をそれぞれ用いてWilcoxonの符号付順位検定を行う。検定ではしり通りの前半および後半の感情極性値の中央値を参加者ごとに算出して用いた。検定の結果、しり通りの前半と後半で参加者が用いた単語の感情極性値について有意傾向が確認された。 $(p=0.084$, $r=0.548)$ 。

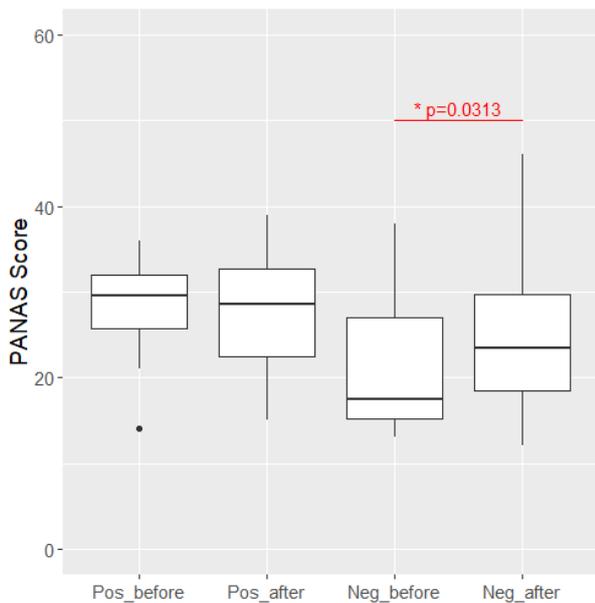


図 3: しりとり前後の実験参加者の感情の変化

5.3 自由記述アンケート

1つ目の質問「あなたはどのようにしりどりの言葉を選んでいましたか？」は、回答として、「一般的な名詞となるように選んだ」「名詞」「モノや物体」があった。また「とりあえず思いついたものを選んだ」「思いつくままに答えていたが、途中から『ら』で攻めてみた」のような回答もあった。

2つ目の質問「よく分からなかったNAOの言葉はありましたか？」は、「半分ほど分からなかったが、語尾は分かるものが多かった」「あった(3つくらい)」という回答もある一方、「特にありませんでした」という回答もあった。分からなかった言葉がある場合では、「『ま

表 3: 参加者が用いた単語の感情極性値 (前半および後半の数値は中央値)

ID	感情極性値 (前半)	感情極性値 (後半)
1	-0.480	-0.471
2	-0.537	-0.455
3	-0.553	-0.507
4	-0.447	-0.338
5	-0.475	-0.483
6	-0.411	-0.473
7	-0.558	-0.454
8	-0.538	-0.454
9	-0.632	-0.551
10	-0.446	-0.502

表 4: 各参加者の感情極性値の中央値に対応する単語 (表中の各単語は、表 3 の感情極性値に対応)

ID	使われた単語 (前半)	使われた単語 (後半)
1	ツンドラ, トマト	キツツキ
2	椅子, 林檎	プラスチック, イクラ
3	桃, 狐	廊下
4	マント	海
5	机, 車	いかだ, ロック
6	ざくろ	イタドリ, 石
7	桃	イクラ
8	牛, 宇宙	イクラ
9	うさぎ, 栗	みみず
10	島, 梨	首

あまあ』が普通のしりとりでありあまり聞かない言葉だったので、少しびっくりして聞き直してしまっ」「『り』で終わる単語を聞き返した」「『く』と一文字で発音された言葉」「『○○で始めてね』と言われたときにNAOからされた返答。もう一回言ってほしいを頼んだ時の言葉」のような回答が見られた。

自由記述では「『い』攻められて辛かったです」「『い』や『う』で始まる言葉をやたら求められていた気がするが、たまたまなのかプログラム上のものなのか気になった」「同じ語尾になるようにしりとりをされて、続く言葉を見つけるのが大変だった」「単語を表示するディスプレイがあるとより良いコミュニケーションが取れると感じた」という内容があった。

6 考察

6.1 実験結果のまとめ

本実験の事前・事後アンケートの結果から、ネガティブなNAOとしりとりをすることで実験参加者のネガティブ感情が増大することが確認でき、その効果量も大きい[17]、ポジティブ感情の減少については確認されなかった。また参加者がネガティブなNAOとのしりとりで用いた単語から、しりどりの前半と後半で単語の感情極性に有意傾向が確認された。 $r > 0.5$ であるため効果量は大きい。

自由記述からは、参加者は主に一般的なしりとりでも用いられる名詞から単語をよく選んでいたことが分かる。また単語を選ぶ際の方針はあまり決めずにしりとりをする傾向があった。NAOの音声については、特に短い文字数の単語はしりどりの返答として参加者に認識されにくいことが分かる。

6.2 ロボットと人のしりとりによる感情伝染

実験結果から、NAO がしりとりで用いる単語の感情極性をニュートラルからネガティブなものにすることで、参加者のネガティブ感情が増大するという感情伝染の効果があつたと言える。しかし自由記述の回答から、NAO がしりとりで普段使わない言葉を使ったり、同じ語尾(「い」や「う」など)の単語を多く使うことにより参加者のストレスが増大し、ネガティブ感情の増大に影響を及ぼしたことも考えられる。そのためより厳密に感情伝染の効果を測定するためには、このストレスが軽減される形で実験を行うことが望ましい。対応策として、できる限り出現回数の偏りが無いように様々な文字で終わる言葉を使ったり、しりとりで人が「前回の言葉」を知りたい時にNAOが単純に前回の言葉を発話するだけでなく、人がその前回の言葉をより理解しやすいようにすることが挙げられる。また今回はNAOと参加者がしりとりを行う際に音声のみを用いていたが、参加者がNAOの音声を取りしりどりの「前回の言葉」を理解することが困難な場面が確認された。そのため、例として補助ディスプレイに「前回の言葉」を表示したり、NAOが「『○○する』っていう意味の『(前回の言葉)』だよ」「『(あるカテゴリ)』の『(前回の言葉)』だね」と説明することで、「前回の言葉」について理解を促すことも検討すべきである。

そして本番のしりどりの後半では前半よりNAOがネガティブになるが、実際に参加者が使った単語の感情極性値は前半の方がよりネガティブであった。これは予想と真逆の結果である。しかし実際に使われた単語を見ても、前半と後半で明らかに片方がよりポジティブ・ネガティブであると言えるものは見当たらない。そのため、前述の感情伝染の効果を高めることで、前半と後半で用いる単語自体に極性およびその差が浮かび上がることが期待される。

6.3 本研究における制約

本実験では、作成した単語辞書におけるポジティブな単語の不足や感情極性の偏りにより、ポジティブなNAOとのしりとりを行っていないため、ポジティブ感情の増大に関する感情伝染の効果については検証していない。ポジティブなNAOとのしりとりを行うために、より多くの単語が含まれる極性辞書を自作する方法が挙げられる。しりとりで使う単語の選定については、3.1節で紹介した会話コーパスの形態素解析結果から、名詞、形容詞、動詞の普通形などしりとりで使用した際に違和感が生じない単語を抽出することが望ましい。同時にここで抽出した単語は日常的・一般的に用いる単語であると考えられる。また単語の感情極性や末尾の文字の出現回数の偏りについては、高

村ら [8] の辞書の語釈文を利用して極性辞書を作成する手法や、東山ら [18] が作成した名詞のみで構成される極性辞書を用いて対応することが考えられる。

7 おわりに

7.1 本研究のまとめ

ロボットから人への感情(情動)伝染についての先行研究はいくつかあるが、ロボットと人が口頭による会話を行った際の会話内容が要因となる感情伝染の研究はほとんどない。本研究では単語のみを用いる最も単純な会話形式であるしりとりと、単語のポジティブ・ネガティブ度合いを感情極性値として表現した極性辞書を用いて、しりとりを会話に見立て、ロボットと人の会話内容による感情伝染について調査した。実験の結果、ネガティブな単語をしりとりで用いた場合、実験参加者のネガティブ感情が有意に増大した。しかし同時にしりとりを行う際のストレスもネガティブ感情に影響を及ぼした可能性がある。そのためより厳密に感情伝染の効果を測定するには、このストレスが軽減された形であることが好ましい。

7.2 今後の展望

本研究ではネガティブ感情の伝染についてのみ取り扱ったが、ポジティブ感情の伝染についても今後実験などにより確認するべきである。また本研究では単語のみを用いたロボットと人の会話による感情伝染の効果について検討した。そのため単語より大きなまとまりの単位を用いた会話における感情伝染についてはまだ分かっていない。例として極性辞書 [8] において「残念」の感情極性値は -1.00 、「賞」は $+1.00$ でそれぞれネガティブ、ポジティブな単語であるが、複合語「残念賞」は辞書に含まれておらず感情極性値も分からない。このように複数の単語を組み合わせた複合語や文節、さらにはポジティブ・ネガティブな会話文を用いた会話におけるロボットと人との感情伝染の調査も今後の課題となる。

今回はロボットのNAOを用いたしりとりを行ったが、ロボットやキャラクターを用いない場合、つまりしりどりの相手としてエージェント性を取り除いたスマートスピーカーなどを用いた場合における感情伝染の効果について検討することも重要である。その際は声のトーンや話すタイミングなどの設定を、会話内容以外の要因による感情伝染の効果が現れないように考慮する必要がある [19]。

参考文献

- [1] 鈴木はる江. 感覚と情動から心身相関を考える. 心身健康科学, Vol. 5, No. 1, pp. 8–14, 2009.
- [2] E. Hatfield, J. T. Cacioppo, and R. L. Rapson. Emotional Contagion. *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 2, pp. 96–100, 1993.
- [3] 難波修史. 情動体験を伴う表情刺激の作成と情動伝染モデルの妥当性の検討. PhD thesis, 広島大学, 2018.
- [4] SoftBank Robotics Corp. Pepper (ペッパー). [Online]. Available: <https://www.softbank.jp/robot/pepper/>.
- [5] Ory Lab Inc. Orihime-d. [Online]. Available: <https://orylab.com/product/orihime-d/>.
- [6] Inc. GROOVE X. Lovot[らぼっと]. [Online]. Available: <https://lovot.life/>.
- [7] Junchao Xu, Joost Broekens, Koen Hindriks, and Mark A. Neerinx. Robot Mood is Contagious: Effects of Robot Body Language in the Imitation Game. AAMAS '14, p. 973–980, Richland, SC, 2014. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.
- [8] Hiroya Takamura, Takashi Inui, and Manabu Okumura. Extracting Semantic Orientations of Words using Spin Model. In *Proceedings of the 43rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL2005)*, pp. 133–140, 2005.
- [9] SoftBank Robotics Corp. 世界中で活躍する二足歩行のヒューマノイドロボット nao. [Online]. Available: <https://www.softbankrobotics.com/jp/product/nao/>.
- [10] T. Matsumoto, Shunichi Seko, Ryosuke Aoki, A. Miyata, T. Watanabe, and T. Yamada. Affective agents for enhancing emotional experience. *Proceedings of the second international conference on Human-agent interaction*, 2014.
- [11] 吉田成朗, 鳴海拓志, 櫻井翔, 谷川智洋, 廣瀬通孝. リアルタイムな表情変形フィードバックによる感情体験の操作. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 17, No. 1, pp. 15–26, 2015.
- [12] Jason Tsai, Emma Bowring, Stacy Marsella, Wendy Wood, and Milind Tambe. A Study of Emotional Contagion with Virtual Characters. In *Intelligent Virtual Agents*, pp. 81–88, Berlin, Heidelberg, 2012. Springer Berlin Heidelberg.
- [13] D. Watson, L. A. Clark, and A. Tellegen. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of personality and social psychology*, Vol. 54, pp. 1063–70, 1988.
- [14] 川人潤子, 大塚泰正, 甲斐田幸佐, 中田光紀. 日本語版 The Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)20 項目の信頼性と妥当性の検討. 広島大学心理学研究, No. 11, pp. 225–240, 2011.
- [15] 藤村逸子, 大曾美恵子, 大島ディヴィッド義和. 会話コーパスの構築によるコミュニケーション研究, 藤村逸子, 滝沢直宏編『言語研究の技法: データの収集と分析, pp. 43–72. ひつじ書房, 2011.
- [16] 山口昌也. 全文検索システム『ひまわり』/ダウンロード/『名大会話コーパス』パッケージ. [Online]. Available: <https://www2.ninjal.ac.jp/lrc/index.php>, 4 2020.
- [17] Jacob Cohen. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. L. Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., 2nd ed.. edition, 1988.
- [18] 東山昌彦, 乾健太郎, 松本裕治. 述語の選択選好性に着目した名詞評価極性の獲得. 言語処理学会第 14 回年次大会論文集, 2008, pp. 584–587, 2008.
- [19] Jennifer Zamora. Are We Having Fun Yet? Designing for Fun in Artificial Intelligence That Is Multicultural and Multiplatform. In *Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction*, HAI '19, p. 208–210, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.