

対話型ロボットの小さな仕草がひとに与える印象

About User's Impressions for the small Gestures of Conversational Robots

上田 博唯

Hirotsuda Ueda

Abstract This paper describes about User's Impressions for the conversational robot that performs an interface role between the intellectual system and the human. A couple of experiments were carried out to evaluate how the impression of the person who talked to the robot as a user of the system changed by the difference in the small gestures of the robots.

Keywords: conversational robot, impression, intellectual system, gesture

1. はじめに

対話型インタフェース・ロボット(以下対話ロボットと略す)を知的なシステムのインタフェース役として応用しようという研究が活発化し様々な実験が試みられている。その中で、対話ロボットは物理的な側面だけでなく、情動的、情緒的な側面での支援をも求められるようになってきている[1][2][3]。対話ロボットの顔き動作が、発話者である人間の心理に大きな影響を与え、音声と身体動作との引き込み現象が生じることは、かなり前から知られている[4][5]。また、対話ロボットと人間の二週間程度の共同生活実験[6]の中で愛着関係が生じ、対話ロボットのわずかな行動の差にも人間が感情的な反応をすること[7][8]、そして、対話ロボットの親和的な行動が対話時の音声認識へのユーザの許容度を高めること[9]などもわかってきている。一方、対話ロボットの頭の向きや頭を動かすタイミングが対話の円滑さに大きく影響を与える[10]ということが調べられたりもしている。

今後は聞き上手、話し上手な対話ロボットが求められるようになり、また対話の相手である人間からパートナーとしての信頼を、どのようにして得ることができるかといったことも重要になるであろう。そして、人を励ましたり、慰めたり、なだめたり、諭したりするような、いわば暖かい知性というような面が、より重要性を増すものと考えられる。そのような観点から、本稿では特に、対話ロボットの「仕草」の違いにより、システムのユーザである対話者の印象がどう変化するかということに主眼を置いた研究について報告する。

なお、一連の実験には筆者が(独)情報通信研究機構に在職中に開発し[11]、民間に技術移転されて製造されている対話ロボット Phyno を使用した。Phyno は体長が25cmで、歩行はしないが、頭部(首)に3自由度、2本の腕にそれぞれ1自由度、胴に1自由度の合計6自由度を

持ち、各種の仕草を表現することができる。そして、音声合成ソフトウェアによって男児の声で喋ることができる。以下いくつかの実験例について、その概要と実験結果を述べる。

2. 商品注文対話による印象評価実験

2.1 実験の概要

筆者らは、対話ロボットが適切な仕草をすることによって、対話者である人間のモチベーション低下を防ぐ効果があるのではないかという仮説を持っている。この実験では、音声認識率が低くても、対話者の印象が対話ロボットの仕草によって改善されるということを検証することを目的とした。具体的な実験の設定としては、図1に実験風景を示すように、自動販売機を模擬し、このロボットに対して、ウーロン茶を注文してもらうようにした。そして、音声対話はウィザード・オブ・オズ(WOZ)方式で人間がオペレーションして、音声認識正答率が50%となるように、乱数発生を利用して制御した。なお、



図1 商品注文対話の実験風景
Fig.1 Experiment of a vending machine

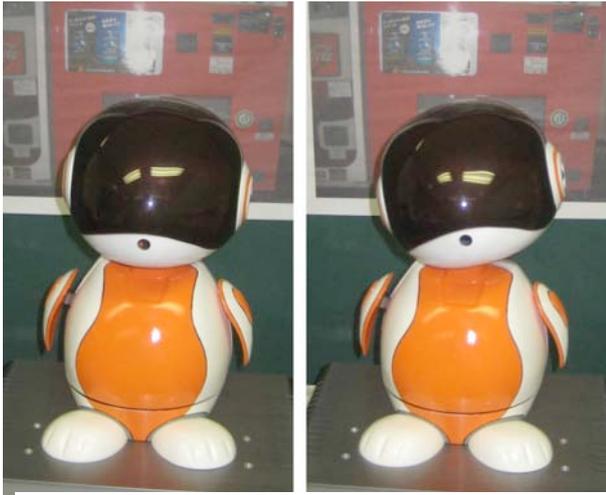


図2 首かしげの仕草
Fig.2 Head movement of wondering.

被験者にとって違和感のない音声認識誤りが生じるように、認識誤りの単語はランダムに発生するのではなく、オペレータが以下のような判断を加えるようにした。

- うこん茶 : 音声要求単語を早く言ったとき
頭の"ウ"が強調された場合
- おーいお茶 : 音声要求単語の"ー"が強調された場合
- みーろん茶 : 音声要求単語の"ロ"が強調された場合
- 十六茶 : それ以外の場合

この実験では対話ロボットの仕草は、図2に示すように「仕草なし」「仕草あり」の2条件を使って実験することとした。「仕草あり」でも大きな動きは避け、首をか

しげるという動作を設定し、その動き量も人が関知できる最小レベルに近いところに抑えている。

被験者が前に立つとロボットは「いらっしゃいませ、注文をどうぞ」と発話する。これに対し被験者は定められたとおり「ウーロン茶」と発話する。これにロボットが答えるが、その時、音声認識誤りがあった場合には、被験者に「違います」と答えてもらい、ロボットは「もう一度注文をどうぞ」と促し、もう一度被験者に「ウーロン茶」と発話してもらう。音声認識が正しい場合、被験者には「そうです」と答えてもらい、ロボットは「有り難うございました」と答えて、一回の注文が終了する。

このような設定で、10回繰り返して注文をしてもらい、印象評価アンケート表に評価値を記入してもらう。

2.2 実験結果

評価に用いた13の項目についての評価結果を図3に示す。図中の実線が最大値と最小値を示し、その間の太い部分は、90%信頼区間

$$\mu \pm 1.645 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

μ = 標本平均、 n = 標本数、 s = 標本標準偏差を示している。

どの項目についても一様に回答値は「仕草あり」で向上している。また、「親しみやすい」という項目や「かわいらしい」「好き」といった項目では、回答値のバラつきが小さくなっていることが見て取れる。このことから、「仕草」をすることで、これらの項目については、きちんと印象づけがなされているということであると解釈で

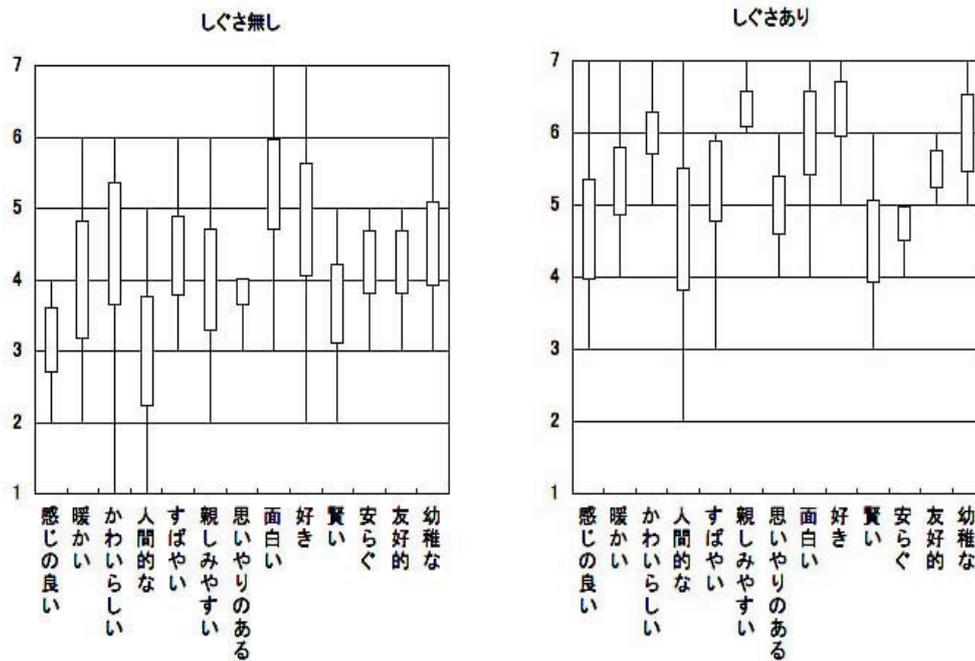


図3 実験結果(商品注文対話)
Fig.3 Results of a vending machine.

きる。「暖かい」「友好的」「安らぐ」については、やや程度は低いと同じ傾向である。「幼稚な」「すばやい」「面白い」「賢い」「人間的な」という項目については、印象づけという効果はあまりないようである。回答値のバラつきが大きいということは、個人差が出ているということであると考えられるが、「人間的な」という項目については、「仕草の有無」にかかわらず、バラつきがかなり大きい。「感じのよい」と「思いやりのある」の2つの項目については、「仕草あり」で、バラつきが大きくなるという傾向が出ており、これらの項目に関しては、「仕草」を付けたことがいい方向に作用する人と、その逆の人がいるということであると理解することができよう。

アンケート調査における自由記述においては、「2回の実験の変化がわからなかった」と書いている被験者が1名いたが、その被験者の評価項目の数値データにおいては、「感じのよい」と「すばやい」の2項目の評価値が大きく上昇していたのが興味深い事実であった。また、「何度も聞き返されると、ボタンを押して買ったほうが早いのではないかと苛立ちます」と記述していた被験者もいたが、この被験者の回答では「すばやい」と「賢い」の2項目の評価値がやや低下し、残りの項目については全て上昇しているという傾向が認められた。この被験者は、仕草なしの実験の後のアンケートの自由記述部分に「首を傾げる動作がない分、機械だから仕方ないという感じで、あまり苛立ちませんでした」とも記述している。音声認識率の悪さに対して強い苛立ちを感じてしまっているような被験者に対しては、そこに加えて仕草をすることは逆効果になるということを示唆する結果であると考えられる。

3. 呼び掛け割り込みによる印象評価実験

3.1 実験の概要

この実験では、一つのことに熱中していて、大事なことを忘れているときに、ロボットが割り込んで注意を促したりするというシチュエーションを考え、その対話ロボットの仕草が、割り込まれたときの不愉快さを軽減し、注意喚起を受け入れやすくするという効果があるという仮説を検証することを目的とした。

図4に実験風景を示すが、5~6人の被験者を同じテーブルにつかせ、同時に問題を解き続けてもらい、開始から5分たったところで、ロボットが「そろそろ休憩しませんか」と呼びかけ、その時の印象をアンケート用紙に記入してもらうというようなものを選んだ[12]。

また、「過ぎたるは及ばざるがごとし」と言われるような、過剰なアクションによるネガティブな心理効果が生じるのではないかとということについても調査することを目的として、対話ロボットの仕草として、図5に示すような、仕草大、仕草中、仕草無しの3段階の大きさを



図4 呼び掛け割り込みの実験風景
Fig.4 Experiment of interactive utterance.



図5 実験に使った3種類の仕草
Fig.5 Three different gestures.

使って実験した。

3.2 実験結果

被験者は全員男子学生で、5人、4人、4人の3グループ、計13人に対して実験を実施した。実験の結果の評価値を図6に示す。このグラフでは、評価に用いた7項目について、評価値毎に「仕草無」「仕草中」「仕草大」を左から右に並べている。

実験結果の傾向について「暖かい」という項目で、仕草中までは評価値が上昇し、その後低下したことに关しては、当初予期したとおり、過剰なアクションに対するネガティブな反応が現れたものと思われる。また、「人間的」と「明るい」の二項目では、始め上がり、その後飽和したことに关しても、同様の効果が生じたものと思われる。しかし、「わかりやすい」という項目については、仕草のある方が評価を下げるという結果であり、「面白い」という項目についても同様の傾向が認められる。これらは今後詳細な検討が必要なものである。また、「可愛い」という項目の評価値は、仕草が大きくなるにつれ上昇しており、これ当然のことのようにも思われるが、なぜ他の項目ではそうならず(「おかげさ」にも飽和の傾向がみられる)、この「可愛い」だけが飽和したりしないのかということに关しても、今後の実験や検討が必要ではないかと考えている。

一方、仕草の大きさと人が受ける印象との関係についてさらに詳しく見てみると、控え目な仕草にも敏感な人と、図5に示すような大袈裟な仕草にして初めて印象が

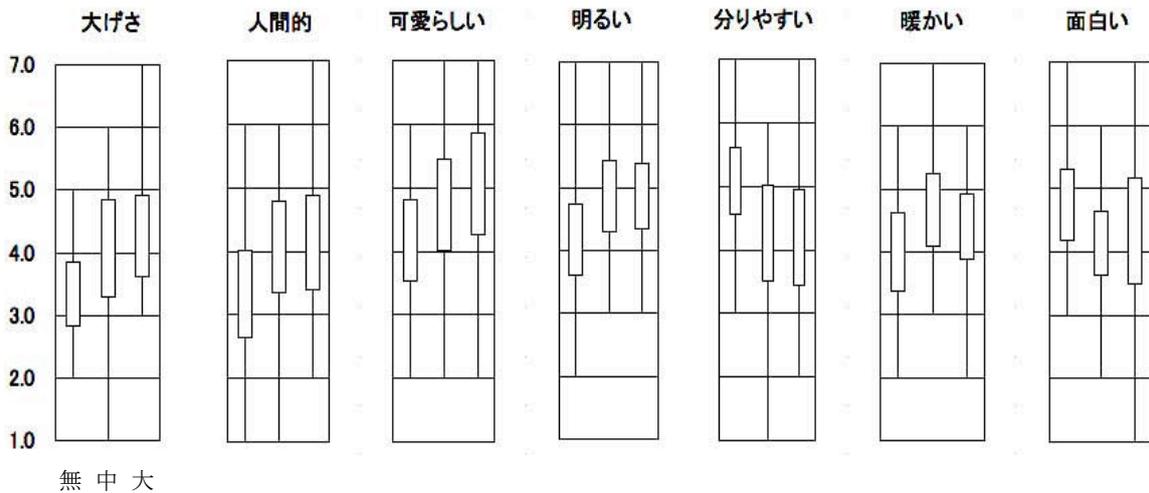


図6 実験結果(呼びかけ割り込み)
Fig.6 Results of interactive utterance.

変化する人がおり、さらに敏感な人の中には、控え目な仕草ではよかった印象が大袈裟な仕草に対しては悪化していると思われるようなケースも存在した。

4. 落語の実演による印象評価実験

4.1 実験の概要

実験に使った小咄を図2に示す。Phynoにこの小咄を演じさせるに当たっては、胴、顔、手の動き(仕草)を付けたが、その基本方針は次のようにした。

- 登場人物を演じ分けるために身体の向きを変える
- 顔の動きで表現できる感情については、できる限り仕草をつける

そして、「仕草」と「間の取り方」を違えた(a)(b)2つのバージョンを作成した。(a)は落語の素養のない学生が作成したものであり、(b)は(a)をもとにして、落語をかなりのレベルで演じることができる人が、プロの演じ方に近くなるようにしたものである。(b)ではセリフは簡潔

お寺の小僧が走ってきて、医者にぶつかりました。
「痛い! ころころ、あぶないではないか」
医者は、小僧を捕まえて手を上げて叩こうとします。
「足で、蹴るのはかまいませんが、手で叩くのは、どうか、どうか、御勘弁下さい」
「はて、何故そのようなことを言う?」
「足で蹴られても死ぬことはありませんが、先生のお手に掛かると、助かる者も助からないと、もっぱらの評判ですから」

図7 実験に使った小咄
Fig.7 Rakugo

になり、動きの量も無駄のない速い動きで洗練されたものとなっている。

4.2 実験結果

4.2.1 得られた評価値

(a)と(b)の演技を31人の被験者(20代の学生、男性27名、女性4名)に見せて得られた印象評価の結果を図8に示す。このグラフを見ると(b)の方が(a)に比べて「面白い」や「テンポが良い」という項目が向上し、「おろかな」や「素人っぽい」という項目が下がっており、総じて洗練された落語の演じ方になっていると感じる被験者が多いということがわかる。ただし、90%信頼区間を見ると、結構そのばらつきは大きいものである。人間側がロボットとどう対峙しているかという姿勢や、その人の感受性によって、印象は変化するものであり、それがこのばらつきの原因であろうと考えられる。

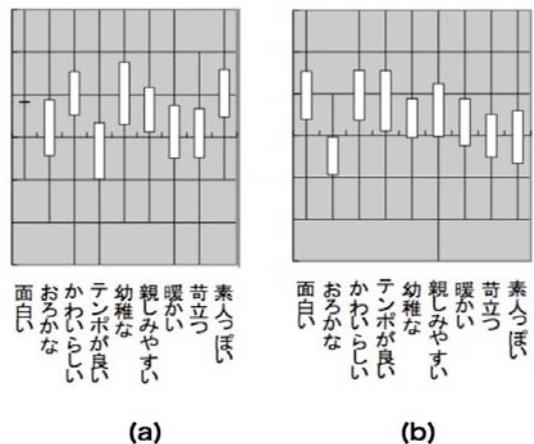


図8 2つの演技に対する印象の変化
Fig.8 Impressions for tow types of play

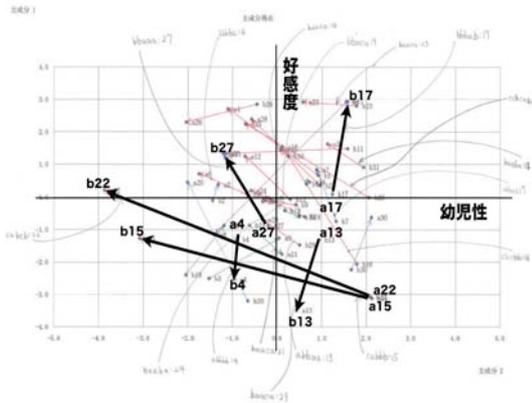


図9 主成分で見た印象の推移
Fig.9 Impressions transition on the principal components

4.2.2 主成分分析とエゴグラム

予備実験を行って感想を聞いた中に、すこし下手な方が親しみを感じるという意見もあったので、その点については主成分分析によって確認することとした。印象評価の主成分分析の結果を図9に示す。図の縦軸(第一主成分)は好感度、横軸(第2主成分)は幼児性であり、図中の番号は被験者の番号で、番号の添字 a, b は、その被験者が見た小凵のバージョンである。先に説明したように、(a)が学生の作成したままのバージョン、(b)がプロのノウハウを加えたバージョンである。また図の中の矢印はバージョン(a)から(b)への推移を示している。

こうして見ると、あきらかに、好みや感受性の異なるタイプがあるということが読み取れる。また、先の実験で、控え目な仕草にも敏感な人と、大袈裟な仕草にして初めて印象が変化する人があるなど、被験者には好みや感受性の異なるタイプが混在していると考えられる結果が得られていたので、今回の実験に参加してもらった被験者には、同時にエゴグラムのテストも受けてもらっておいた。エゴグラムは交流分析の構造分析で分類された5つの自我状態の強弱で示す性格分析法である。ここでは簡便な方法として、インターネット上に存在するもの[13]を利用した。このエゴグラムは、CP(厳しい心)、NP(愛性の心)、A(大人の心)、FC(自由な心)、AC(順応する心)についての三段階表現となっている(最近の実験では、東大式エゴグラム TEG II [15]を利用している)。

このようにしてみた結果、興味深い発見として、図9の上での共通な動きをしている被験者は、エゴグラム・パターン[16]が類似しているという傾向があることが判明した。この被験者の共通性について、主なものを以下に示す。

- ア) (b)より(a)に強く幼児性を感じるタイプ
被験者 22 と 15 が該当
NP 欠乏型: で責任感や使命感が弱い型
- イ) (b)より(a)に好感度を感じるタイプ
被験者 13 と 4 が該当
CP 型: 批判精神が旺盛な型
- ウ) (a)より(b)に好感度を感じるタイプ
被験者 17 と 27 が該当
FC 型: 自由奔放な型

被験者の印象評価の数値とエゴグラムの型との間には、それなりの強い相関があることが判明したと考えている。もちろん、この実験の結果は、まだわずかなデータであるので確証的なことは言えないが、将来的には、対話の反応によって、それらのタイプの推定を行いつつ、相手に合わせて対話ロボットの話し方(「仕草」や「間の取り方」など)を変化させることや、対話戦略そのものをその対話者に自動適応させることなども考えられるであろう。

5. むすび

知的なシステムのインタフェース役となる対話型インタフェースロボットを前提として、そのロボットの仕草により、システムのユーザである対話者の印象がどう変化するかということについて、いくつかの評価実験を行って考察した。仕草の有無で対話者の印象は大きく変化すること、特に「かわいらしさ」、「明るさ」そして「暖かみ」や「すばやさ」といった項目での評価が高くなることが確認された。また、極めて小さな仕草でも大きな印象の変化を招くということや、逆に大きな仕草でないと気付いてもらえないということなどもあり、さらには、対話ロボットの仕草の大きさと印象の大きさの関係は単調増加ではなく、飽和したり折り返して低下したりするという(過ぎたるは及ばざるがごとし)もあることもわかった。そして、対話の相手の性格に合わせてロボットの仕草を変化させた方がいいのではないかというような示唆を得ることもできた。今後より詳細な実験と考察を加えて行く予定である。

参考文献

- [1] 柴田崇徳: 人とロボットの身体的インタラクションを通じた主観的価値の創造, 日本ロボット学会誌, Vol.18, No.2, pp.200-203 (2000).
- [2] 佐藤知正, 中田亨: 人と調和するペットロボットのための対人心理作用技術, 人工知能学会誌, 16 巻 3 号, pp406-411 (2001).
- [3] 山岡史享, 神田崇行, 石黒浩, 萩田紀博: 遠隔操作型コミュニケーションロボットとのインタラク

- ションにおける印象評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 47 No. 4, pp.1234-1243, Apr. (2006)
- [4] 中茂睦裕、渡辺富夫、大久保雅史、小川浩基、檀原龍正、堀井昌子: 話し手と聞き手の機能を有する発話音声に基づく身体的インタラクションロボットシステム, ヒューマンインタフェースシンポジウム'99 論文集, pp.405-410 (1999)
- [5] 中島仁志、長井弘志、渡辺富夫、山本倫也: 講演者の指示するオブジェクトが発話音声でうなずき反応する身体的プレゼンテーション支援システムの開発, 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2007) 講演論文集, pp.825-826 (2007).
- [6] Hirotada Ueda, Michihiko Minoh, Masaki Chikama, Junji Satake, Akihiro Kobayashi, Kenzabro Miyawaki, and Masatsugu Kidode: Human-Robot Interaction in the Home Ubiquitous Network Environment, 12th International Conference on Human-Computer Interaction pp.990-997 (2007).
- [7] Naoko Matsumoto, Hirotada Ueda, Tatsuya Yamazaki, and Akifumi Tokosumi: "The cognitive characteristics of communication with artificial agents," International Symposium on Advanced Intelligent Systems, pp.1269-1273 (2006)
- [8] 松本斉子、上田博唯、山崎達也、往住彰文: 共生ロボットに対するコンパニオン・モデルの形成 ~ ホームユビキタス環境における生活実証実験から ~, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.10, No.1, pp.21-36 (2008)
- [9] 山本大介、土井美和子、松日楽信人、上田博唯、木戸出正継: 親和行動導入による実用的ホームロボットインタフェース - 音声誤認識を許容する親和行動 -, ヒューマンインタフェース学会 論文誌 Vol.8 No.2, pp.45-51 (2006).
- [10] Akiko Yamazaki, Keiichi Yamazaki, Yoshinori Kuno, Matthew Burdelski, Michie Kawashima, Hideaki Kuzuoka: Precision Timing in Human-Robot Interaction: Coordination of Head Movement and Utterance. Proc. CHI2008, pp.131-139 (2008).
- [11] 上田博唯、近間正樹、佐竹純二、佐藤淳、木戸出正継: ユビキタスホームにおける対話インタフェースロボットの試作, 情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会, 2005-UBI-7, pp.239-246, (2005)
- [12] 丸山 広樹(管理): Excel VBA で作る学習プリント, <http://vba.hmpage.jp/>
- [13] エゴグラムによる性格診断, <http://www.egogram-f.jp/seikaku/index.htm/>
- [14] 上田, 山場, 守屋: 対話型インタフェースロボットのしぐさの差違によって生じる印象の変化に関するいくつかの予備的実験, ヒューマンインタフェースシンポジウム, Vol. 10 No. 2(2008)
- [15] 新版 TEG II : 解説とエゴグラム・パターン / 東京大学医学部心療内科 TEG 研究会編. -- 金子書房, 2006
- [16] エゴグラム・パターン : TEG 東大式エゴグラムによる性格分析 / 末松弘行[ほか]著. -- 金子書房, 1989