

Title	商品販促を目的とする自己推薦ロボットの感情表現を構成する各要素情報が感情認識に与える影響
Author(s)	岩本, 拓也; 西本, 一志
Citation	日本感性工学会論文誌, 22(2): 85-94
Issue Date	2023-04-28
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/18391
Rights	<p>日本感性工学会, 岩本拓也, 西本一志, 日本感性工学会論文誌, Vol.22, No.2, 2023, 85-94.ここに掲載した著作物の利用に関する注意 本著作物の著作権は日本感性工学会に帰属します。本著作物は著作権者である日本感性工学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに関連法規に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material The copyright of this material is retained by the Japan Society of Kansei Engineering (JSKE). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the JSKE. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Relevant statutes if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Japan Society of Kansei Engineering.</p>
Description	



原著論文

商品販促を目的とする自己推薦ロボットの感情表現を構成する 各要素情報が感情認識に与える影響

岩本 拓也^{*,**}, 西本 一志^{*}

^{*} 北陸先端科学技術大学院大学, ^{**} 株式会社サイバーエージェント

How Does Each Component of Information in Emotion Expression by a Self-Recommendation Robot for Promoting a Product Affect Emotion Recognition?

Takuya IWAMOTO^{*,**} and Kazushi NISHIMOTO^{*}

^{*} Japan Advanced Institute of Science and Technology, 1-1 Asahidai, Nomi, Ishikawa 923-1292, Japan

^{**} CyberAgent, Inc., Abema Towers, 40-1 Udagawacho, Shibuya-ku, Tokyo 150-0042, Japan

Abstract : Successful cases of sales promotion using a self-recommendation robot (SRR) are increasing. SRR is a robot system that moves a product being promoted and makes it appear as if it were a robot itself. Namely, for the robot, recommending itself is the same as recommending the product. In the case of actual sales promotion, the SRR is expected to express emotions such as “I am happy to see you,” as in the case of sales promotions by conventional robots. However, since the SRRs do not have arms, legs, or faces, their behaviors and appearances differ from humanoid or anthropomorphic robots. Hence, it is impossible to apply the findings on the emotional expressions of conventional robots to the SRRs. There has still been insufficient research on the emotional expressions of the SRR, and speech and interaction design have been based on the knowledge and senses of individual developers. Therefore, we conducted an impression evaluation survey to clarify the factors that form the impression of the SRR. Referring to Mehrabian’s experiments, we evaluated SRR’s impressions by dividing emotional expressions into “motion (visual) information”, “vocal (auditory) information” and “verbal information” in our experiment. The results showed that vocal Information has a significant impact on forming the impression of the SRR.

Keywords : *Self-recommendation robot, Product promotion, Emotional expression, Kansei evaluation, Design guideline*

1. はじめに

商業施設や小売店を中心にロボットを活用した販促事例が増加している [1-3]。販促に活用されるロボットは人を模した姿をしていることが多く、人のような存在を感じることができ [4]、対話ができる存在だと認知されやすい。そのため販促時でも一方的な情報提示だけではなく、対話を通して好みなどの情報を収集し、これを活かした推薦をすることができる。この特徴を活用し、渡邊らはロボットがユーザと対話しながら販促を行い、1万円の高級衣類を3日間で43着も販売することに成功した [5]。またロボットは腕を振ったり、ダンスをしたりすることでユーザの興味を惹きつけられ [6, 7]、集客効果も一般的な広告より高い事例が報告されている [8]。

その一方で、ロボットに興味を持たれすぎて、販促対象の商品や配布物に興味を持たれない可能性が示唆されている [9, 10]。大澤らはロボットが情報提示を行う際に、説明対象とロボットの意味的なつながりが弱い場合が多いことを指摘している。そのため説明対象自体に手足や目などを付加し、自分自身についての説明を行うことで意味的なつながりを強化する直接擬人化を提案した [11]。人型ロボット (Robovie) がプリンタの操作を指示するグループと、直接擬人化したプリンタが操作を指示するグループとに実験協力者を分けて実験を行った結果、直接擬人化したロボットは、ユーザが説明対象に集中し、より多くの情報量を記憶していたことがわかった。

情報提示対象に注目させやすい特徴は販促にとっても有効なため、商品自体をロボット化させる自己推薦ロボット (Self-Recommendation Robot: SRR) の研究やサービス化も進んでいる [12, 13]。自己推薦ロボットは、そのものが商品でもあるため、大澤らが提唱する直接擬人化とは異なり、手足や顔などの人体のパーツを付加することはしない。代わりに、商品の下部や側面に動作部を設置し、音声と同時に上下左右などに動かすことで生命感を付与している。自己推薦ロボットを販促に活用する場合にも、従来のロボット販促と同様に「あなたに会えて嬉しい」、「去ってしまうのは悲しい」のように、ロボットに感情表現を行わせることが想定される。人を模したロボットは、表情変化や身体的な振る舞いなどでユーザに感情を示すことができる。しかしながら自己推薦ロボットには手足や顔が無く、人型ロボットや擬人化ロボットと比較してできる動作や外見も異なっており、一般に非常に単純な機構しか実装できないので、これまでの感情表現方法 [14] に関する知見を適用することができない。また、これまで自己推薦ロボットの感情表現に関する調査はほとんどなされておらず、発話やインタラクションデザインは開発者個々の属人的な知識や判断で作成されている。

そこで我々は、商品の販促を目的とする自己推薦ロボットを対象として、その印象を形成する要素を明らかにするために、印象評価調査を行った。本研究では、過去の研究を参考にして印象形成要素を「視覚情報」「聴覚情報」「言語情報」に

分類し、それぞれの影響度を調査した。その結果、聴覚情報が自己推薦ロボットの印象形成に最も大きな影響を与えており、視覚情報と言語情報は同程度の副次的影響を与えることがわかった。

2. 関連研究

2.1 自己推薦ロボット

自己推薦ロボットは、これまでに学術的に研究が進むだけでなく、商用サービス化も進んでいる。自己推薦ロボットは、見た目が商品であるため、一般的なロボットに比べて外見の集客力は低い [9]。また、発話している演出をするためにスピーカで発話音声を再生したとしても、複数商品が陳列されているとどの商品が発話しているかが認知されにくい。そのため多くの場合、自己推薦ロボットは発話と同時に動くことで来客にアピールする演出をしている。

一般的なロボットによる推薦は、「ロボット・商品・ユーザ」の3者構造であるが、自己推薦ロボットの場合は「ロボット＝商品・ユーザ」の2者構造になっている(図1)。2者構造になることで、ロボットに注目することと商品に注目することが同義になる。過去の研究では注目する時間が記憶率に影響する [15] と言われており、通常のロボットによる推薦よりも記憶されやすいことが期待されている。実際に、商業施設で実施された実験では、自己推薦ロボットによる商品情報提示は一般的なロボットより有意に推薦した商品に関する情報が記憶されていた [9]。この実験では、近づいてきたユーザに対して一般的なロボットが「商品の話をしてもいいか?」と尋ねた場合には約11%のユーザが「良い」と回答したのに対し、自己推薦ロボットが「自分(商品)の話をしてもいいか?」と尋ねた場合には16%が良いと回答し、自己推薦ロボットは一般的なロボットより、有意に高い割合で最後まで説明を聞いてもらうことに成功した。同じ商品に対するユーザの反応に差があったことから、自己推薦ロボットに向けられた興味は商品自身の興味へと置き換わる可能性を示している。

この特徴を活用し、ユーザがロボット(=商品)に注目しても商品説明を行わず、ダンスを見せるなどのユーザを楽しませるインタラクションをするだけで通常時よりも販売数を約7倍増加させた事例もある [16]。また、自己推薦ロボットが「僕を持って欲しいな」のような商品に関連する指示をすることで、通常よりも商品との物理接触機会を増やせることも

報告されている [17]。このように、商品自体を自己推薦ロボットにすることによって、従来の広告媒体や一般的なロボットでは難しかった情報提示が可能となることが示されている。

ただし自己推薦ロボットは、商品と同様に商品陳列棚内や周辺の特設スペースに設置されることが多いため、小型かつコストを抑えた設計とすることが求められる。そのため自己推薦ロボットの動作軸は、多くても4軸 [9]、少ない場合には動作軸無し [37] と、一般的なロボットより動作や表現の自由度が大きく制限される。ゆえに実用的な自己推薦ロボットの設計に貢献するためには、小売店舗に設置することを前提とした制約下での機構や表現を研究することが重要である。

2.2 感情認識への各種情報の影響

人は表情や動作、声色、発話内容など様々な要素を用いて感情を表現することができる。Mehrabianは「言語情報」「聴覚情報」「視覚情報」が、それぞれ人の感情認識にどの程度影響しているかを調査した [18-20]。その結果、視覚情報は聴覚情報より感情認識に与える影響が大きく、聴覚情報は言語情報より感情認識に与える影響が大きい傾向がある可能性を示した。コミュニケーションロボットの感情表現がユーザの印象構築に影響を与えることが知られており [30]、人を模したロボットでは、人間の場合と同様の結果が得られることが想定される。しかしながら、自己推薦ロボットは人の形状をしていないため、「言語情報」「聴覚情報」「視覚情報」がそれぞれ人の感情認識にどのような影響を与えるかは不明である。自己推薦ロボットの感情表現において、どの情報がどのような影響を与えるかに関する調査を行うことによって、実用的な自己推薦ロボットの設計に寄与することができると期待される。

2.3 ロボットや抽象的オブジェクトの感情表現に関する研究

過去の研究 [18] では、視覚情報として表情変化を用いた、顔には生物学的/社会的属性、情動、意図、心理的状态など非常に多くの情報が含まれている [33]。しかし人型でありながら表情変化で感情表現ができないロボットも多く存在し、それらを対象にした感情表現に関する研究成果が報告されている。中田ら [32] は、表情変化ができない小型コミュニケーションロボットの身体動作による感情表現について、ラバン理論 [31] に基づいて調査した。また上田らは、中田らと同様に小型コミュニケーションロボットを鉛直方向に上下動させることで、喜び・怒り・悲しみ・安心を表現できることを確認した [38]。

コミュニケーションロボット以外の人工物による感情表現に関する研究も行われている。Cauchardらはパーソナルドローンの受容性を高めるために、速度や飛行経路によってドローンに感情を表現させることに成功した [21]。また、掃除ロボットであるルンバの加速度や曲率をコントロールすることで、ユーザに感情を想像させられることが報告されている [22]。より抽象的なオブジェクトによる感情表現の試みとして、富川らは、ディスプレイに表示される黒い丸を対象として「上下移動」「四角回転」「拡大縮小」などの12種類の動画を

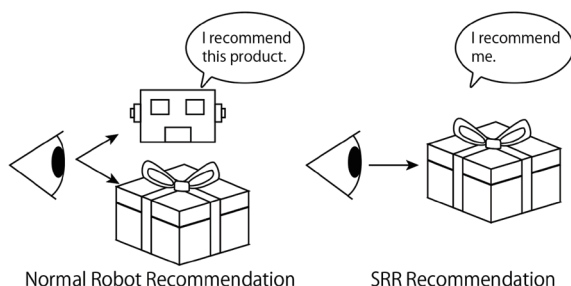


図1 自己推薦ロボットの特徴

商品販促を目的とする自己推薦ロボットの感情表現を構成する各要素情報が感情認識に与える影響

準備し、それらを実験協力者に視聴させ、基本6感情[23]と感情の表出なしの7変数で評価させた。その結果、抽象的なオブジェクトの単純な動きでも「喜び」「悲しみ」などの感情が表現されることを示した[24]。

このように豊かな表情表現や動作自由度を持たないロボットや人工物でも、ユーザに感情を感じさせることは可能である。自己推薦ロボットは、比較的単純な動き(視覚情報)と発話(言語情報+聴覚情報)によるマルチモーダルな感情表現を行えるため、それらが人による感情認識に影響しあっていると予想される。しかし、自己推薦ロボットにおけるマルチモーダルな感情表現に関する調査は、今のところ十分になされていない。

3. 実験

3.1 実験仮説

自己推薦ロボットの感情表現がどのようにユーザに影響を与えるのかを調査するために実験を行なった。先行研究[18-20]を参考に、自己推薦ロボットの感情表現に用いることができる「動き」「発話内容」「声色」をそれぞれ視覚情報、言語情報、聴覚情報と分類し、これらをモダリティ情報と呼ぶ。一般に、自己推薦ロボットは構造がシンプルで複雑な動きができない。また、販売促進の場において自己推薦ロボットに求められる感情表現は、自分を直接的に売り込むためのポジティブ表現と、自分を卑下するような形で同情を買って逆説的に売り込むためのネガティブ表現が中心であり、加えてそれ以外のシーンでポジティブ表現やネガティブ表現を際立たせるためのニュートラル表現の3種類であることが多い。そこで各情報について、3つの感情状態、すなわちポジティブ・ネガティブ・ニュートラルと受け取れる表現を作成し、これらを感情情報と呼ぶ。それらの表現をランダムに組み合わせることで実験協力者が対象物に対してどのような感情状態だと評価するかを下記の2つの仮説をもとに検証した。

H1: 3つの情報が提示する感情状態が全て同一の場合は、提示した感情状態と実験協力者の評価は高い割合で一致する。たとえば、動き・発話内容・声色のすべてが「ポジティブ」な表現である場合、実験協力者は対象物の感情状態を「ポジティブ」と評価する確率が高い。

H2: 3つの情報が提示する感情状態が一様でない場合は、聴覚情報の影響が最も大きくなる。先行調査[20]では、3つの情報が提示する感情状態が一様でない場合は、視覚情報の影響が最も大きくなることが示唆されている。しかし自己推薦ロボットには「顔」が無いため、表情による感情提示ができず、視覚情報の関与が小さくなる。また聴覚情報は言語情報より感情認識に影響を与えるという報告[19]がある。さらに本実験の対象である日本人を含むアジア人では、聴覚情報が感情認識に占める割合が欧米人に高いことが知られている[34, 35]。以上のことから、聴覚情報としての声色が最も影響が大きくなると考えた。

3.2 自己推薦ロボットの感情表現

今回の実験では、視覚・言語・聴覚の3種の情報それぞれについて、ポジティブ・ネガティブ・ニュートラルの3種の感情を表す表現を用意し、これらを組み合わせて提示する。販促目的の自己推薦ロボットは、コストと機構的な制約により、ヒューマノイド型ロボットのような複雑で高度な視覚情報を提示することができない。また使用される言語情報と聴覚情報は、セール情報や商品アピールなどの、販促で使用される範囲に通常は収まる。そのため本実験でも、現実の販促の場で使用が許容されると判断される範囲の表現を採用する。以下に各情報それぞれについての感情表現方法の詳細を示す。

視覚情報: 自己推薦ロボットは、商品自体をロボット化させる販促方法であるため、本来ロボットの外見は商品によって異なる。そのためそもそもの商品イメージによって印象に差異が生じることが予想される。今回は、そういった商品イメージの影響を除外するために、真っ白の直方体を用いることにした(図2)。この直方体は、菓子類などのパッケージにもしばしば用いられる大きさ(162 mm×91 mm×24 mm)で作成した。ポジティブ感情の表現では、「身体を跳ねるように左右に揺らして喜びを表現する」動作を想定し、直方体が小刻みに上下動しつつ、跳ねるように左右に繰り返し移動する(図3 a)。ネガティブ感情の表現では、「気落ちしてうなだれくずおれる」動作を想定し、直方体が直立した状態からゆっくり斜め前方に倒れるように移動する(図3 b)。ニュートラル感情の表現では、直方体が直立状態でゆるやかに上下に繰り返し移動する(図3 c)。いずれの動作もモーター4軸内で生成できる単純な動作であり、それぞれ3秒程度の動作を生成して録画した。

言語情報: 商品が発言しても違和感がないと判断した発話内容を設定した。ポジティブ感情の表現では、「僕は人気商品です。前はすぐに売りきれました」と発話する。ネガティブ感情の表現では、「僕は売れ残りです。賞味期限はあと1日です。」と発話する。ニュートラル感情の表現では、「僕は定番商品です。安定のクオリティーです。」と発話する。

聴覚情報: 言語情報の読み上げは、株式会社AHSが開発した音声合成読み上げソフトvoicepeakの商用可能6ナレーターセットを用いた[25]。本ソフトは、6種のナレーターから任意の音声を選び、速さ・ピッチ・ポーズ・音量の設定と、幸せ・楽しみ・怒り・悲しみの感情パラメータを調整した音声データを作成できる。今回は男性2のナレーターを選び、表1に示すパラメータ設定で3種の感情表現を行った。

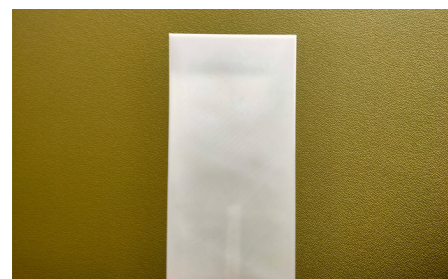


図2 動作パッケージ外観

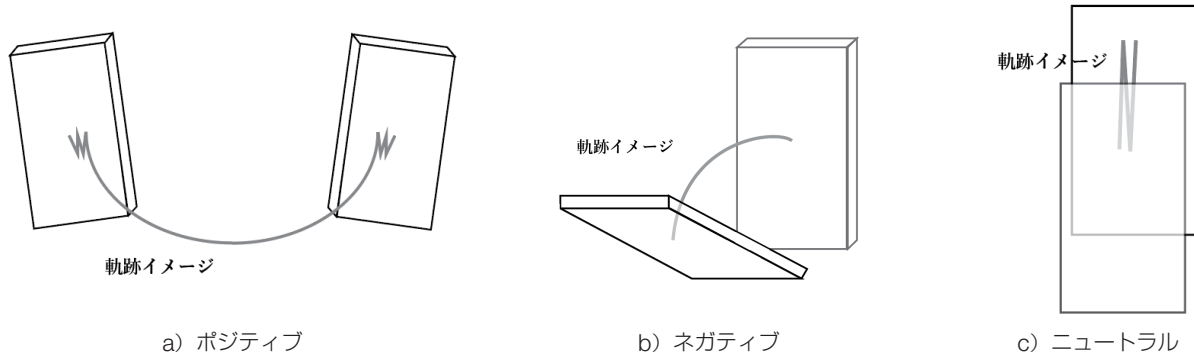


図3 動作イメージ

表1 聴覚情報パラメータ設定

条件	速さ	ピッチ	ポーズ	音量	幸せ	楽しみ	怒り	悲しみ
ポジティブ	100	100	100	100	100	100	0	0
ネガティブ	100	-100	100	100	0	0	100	100
ニュートラル	100	0	100	100	0	0	0	0

3.3 感情強度調査の予備テスト

感情認識は提示情報の強度により受け取り側の認識が変化する[36]ことが知られている。そのため3.2節で準備した情報における感情情報の強度に大きな差がないかを調査した。実験はオンラインで協力者を募り、26名の有効回答を得た。協力者には各表現を確認した後に0(ネガティブ)~10(ポジティブ)の11段階で印象を選択してもらった。

9表現の各強度の平均値を図4に示す。被験者内でモダリティ情報と感情情報の2要因の分散分析を行った。その結果感情情報の主効果($F(2,225)=159.25408, p<.01$)が有意であったので、下位検定として多重比較(Bonferroni)を行ない、3感情要素間に有意差($p<.01$)を確認したことから、今回準備した感情情報は識別可能と判断した。

ニュートラル条件では、言語情報が6.7とややポジティブな印象に受け取られた。ニュートラルは、理想的には何の感情も表現されていない状態である。しかし、たとえば人は「無表情な顔」からもなんらかの感情を読み取りがちであるの

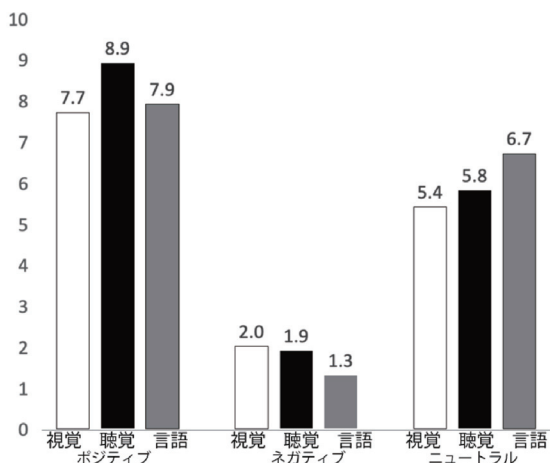


図4 感情強度に関する予備テスト結果

で、純粋に無感情と捉えられる表現を作成することは非常に困難である。そのため、今回の実験で用意したニュートラル表現においても、完全にニュートラルな状況を実現することができず、かつ各情報間に有意差がある状態となった。本来であれば、全ての情報においてできる限り評価値の平均が5に近くなるような感情表現を目指すべきである。しかしながら、販促の場においては、重要な感情表現はあくまでポジティブとネガティブであり、ニュートラルはそれらの間でつなぎとして用いられる程度であり、重要性は低い。ゆえに、そもそも難しいニュートラル表現の高精度な実現を追求することは、本研究の趣旨に照らしてあまり有意義ではない。

そこで本研究では、ポジティブ条件とネガティブ条件では各情報間の強度差が十分に小さいことと、3つの条件間での評価値に弁別可能な差があると判断できることから、次節以下で述べる本実験では、3.2節に示した表現をそのまま採用することにした。なお、ニュートラル条件の各情報間に有意差があったことが最終的に影響を及ぼしたかどうかについては、本実験の結果に基づき考察を加える。

3.4 実験の手順

実験では、自己推薦ロボットを想定した真っ白の直方体が、動きながら発話する。実験協力者には、その動きと発話に基づき、自己推薦ロボットの感情が、ポジティブ・ネガティブ・ニュートラルの3感情のいずれであるかを評価してもらう。実験は、オンラインのクラウドソーシングで200名の実験協力者を集めて実施した。各実験協力者は、都合の良い任意の時間に実験サイトにアクセスして実験に参加できる。調査フォームはMicrosoft Formsで作成した。このフォームは、以下に示す「実験環境確認フェーズ」、「条件別印象確認フェーズ」、「実験フェーズ」の3つのフェーズに対応する3種のフォームで構成される。実験フェーズのみ実験協力者には回答を避けたい問いがあった場合は、空欄で提出できることを事前説明に記載

商品販促を目的とする自己推薦ロボットの感情表現を構成する各要素情報が感情認識に与える影響

した。空白で提出された場合は、回答としてカウントせずに分析を行なった。

実験環境確認フェーズ：最初に実験協力が者が動画を再生できる環境であることを確認する必要がある。このフェーズでは動画を再生し流れている音声の内容と一致する文を5つの選択肢から選んでもらった。誤った選択をした実験協力が者のデータは、音声もしくは動画が再生されていない状態で実験を行なった可能性があるため除外した。

条件別印象確認フェーズ：準備した各情報の3条件の動画を、実験協力が者がそれぞれ単一で区別できるかを調査した。視覚情報については、動きだけの3種の映像を再生し、それぞれをポジティブ・ネガティブ・ニュートラルの3感情のいずれであるかを比較判定してもらった。聴覚情報については、設定した3種の発話パラメータで感情を区別できるかを調査する必要がある。今回は、発話する内容の影響を除外するために、電子情報技術産業協会規格が公開している音声合成技術で感情や意図を表現するための話し方種別のガイドライン [26] の平穏グループを参考にして、「今日は水曜日です。郵便局に行きます。」という文章を用いた。この文章を表1に示した3種のパラメータで読み上げた音声それぞれについて、ポジティブ・ネガティブ・ニュートラルの3感情のいずれであるかを比較判定してもらった。言語情報については、3.2節の言語情報の項で示した3種の発話させる内容をテキストで表示し、それぞれについて、ポジティブ・ネガティブ・ニュートラルの3感情のいずれであるかを比較判定してもらった。なお3条件内では、選択肢を1回ずつしか選択できないことを事前に教示した。

実験フェーズ：3種の情報が組み合わさった動画を視聴し、各動画についてポジティブ・ネガティブ・ニュートラルの3感情のいずれであるかを判定してもらった。これらの動画では、たとえばポジティブな視覚情報とネガティブな言語情報とニュートラルな聴覚情報のような組み合わせで行っており、字幕などを用いた情報提示は行っていない(図5)。実験フェーズで実際に使用した動画は、以下のウェブサイトで視聴できる：<https://youtu.be/VALTuOvWjNY>。順序効果を避けるために、動画の提示順序はランダムとした。また、オンラインサーベイでは無効回答が発生しやすく [27, 28]、約半数が設問を正しく読まずに回答した事例が報告されている [29]。そこでそのような不適切な回答を除外するために、途中でダミー問題を数問設けた。ダミー問題では、動画再生中に画面が黒色になり、「この問題は回答せずにスキップしてください」という音声再生されるので、その問題を回答した協力が者の回答は除外した。

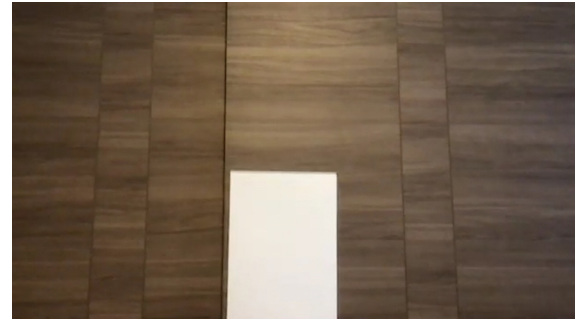


図5 実験で使用した動画例

3.5 結果

全実験協力が者のうち、実験に関する同意文に「同意する」を選択し、実験環境確認フェーズでの設問と実験フェーズ中のダミー問題に対して適切に回答し、条件別印象確認フェーズや実験フェーズにて全てニュートラルを選択するなどの不適切な選択をしなかった実験協力が者は108名(全体の54.0%)であった。以下ではこの108名の回答を有効回答として結果を示し、議論を進める。なお有効回答における条件別印象確認フェーズの結果は、全員が実験指示者の意図した通りの感情を選択(たとえば、ポジティブな動作にはポジティブ感情と回答)した。

3.5.1 3つの提示情報の全てが同じ感情表現の場合

実験フェーズで提示した動画の感情情報が全て一致した条件(ID 1, 2, 3)で、提示された感情表現通りに回答した実験協力が者は、ニュートラル条件78.7%、ポジティブ条件99.1%、ネガティブ条件96.3%であった(表2)。それぞれをピアソンのカイ二乗検定を用いて比率の差についての検定を行ったところ、

ニュートラル条件： $\chi^2(2)=72.754, p<.01$

ポジティブ条件： $\chi^2(2)=140.06, p<.01$

ネガティブ条件： $\chi^2(2)=128.58, p<.01$

となり、有意差が確認された。事後検定としてライアンの多重比較を行なった(図6)。その結果、3条件で提示された感情が有意に他の感情より選択されていた。

3.5.2 3つの提示情報の全てが異なる感情表の場合

感情情報が全て異なる組み合わせの条件(ID 4~9)の結果を表3に示す。表3中、「ユーザ評価」は、それぞれの条件(ID)において、それぞれの感情情報について何人の実験協力が者がその感情情報に該当すると評価したかを示している。たとえば、ID 4の条件では、ニュートラルと評価した実験協力が者は17人、ポジティブと評価したのは4人、ネガティブと評価したのは87人であった。なお、たとえばID 7のユーザ評価の

表2 3つの提示情報の全てが同じ感情情報であった場合の結果

ID	提示情報			ユーザ評価			選択率		
	視覚情報	言語情報	聴覚情報	ニュートラル	ポジティブ	ネガティブ	ニュートラル	ポジティブ	ネガティブ
1	ニュートラル	ニュートラル	ニュートラル	85	20	3	78.7%	18.5%	2.8%
2	ポジティブ	ポジティブ	ポジティブ	0	107	1	0.0%	99.1%	0.9%
3	ネガティブ	ネガティブ	ネガティブ	3	1	104	2.8%	0.9%	96.3%

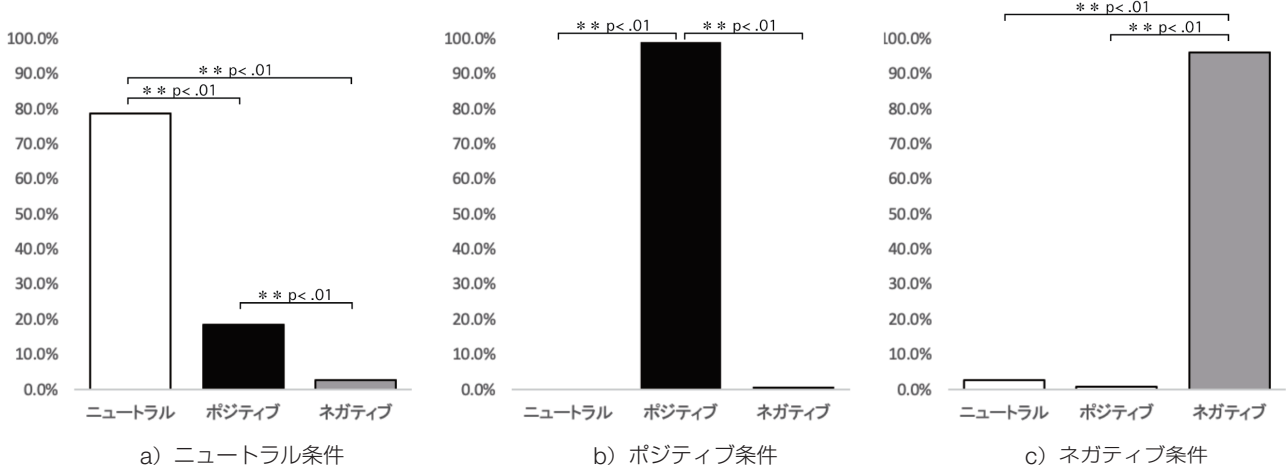


図6 3つの提示情報の全てが同じ感情情報であった場合の各条件における評価結果と事後検定結果

表3 3つの提示情報の全てが異なる感情情報であった場合の結果

ID	提示情報			ユーザ評価			影響度		
	視覚情報	言語情報	聴覚情報	ニュートラル	ポジティブ	ネガティブ	視覚情報	言語情報	聴覚情報
4	ニュートラル	ポジティブ	ネガティブ	17	4	87	15.7%	3.7%	80.6%
5	ニュートラル	ネガティブ	ポジティブ	28	68	12	25.9%	11.1%	63.0%
6	ポジティブ	ネガティブ	ニュートラル	77	17	14	15.7%	13.0%	71.3%
7	ポジティブ	ニュートラル	ネガティブ	29	12	65	11.3%	27.4%	61.3%
8	ネガティブ	ニュートラル	ポジティブ	39	59	10	9.3%	36.1%	54.6%
9	ネガティブ	ポジティブ	ニュートラル	82	10	14	13.2%	9.4%	77.4%
総合							15.2%	16.8%	68.0%

合計数は29+12+65=106であり、有効回答数の108に満たない。これは、回答を避けたい問いがあった場合は、空欄で提出してもよいことを事前に教示しており、実際に空欄で提出された回答が2例あったためである。回答数が108と一致しないその他のケースも同様である。

ユーザ評価の結果から、実験協力者の判断結果に対して各提示情報がどの程度影響したかを示す影響度を算出した。たとえば図7に示す例 (ID 7に相当する条件の視聴動画を見て、ある実験協力者が「ポジティブ」と評価した例) の場合、この実験協力者による評価結果と一致した感情情報を提示していた視覚情報に1ポイントを、それ以外の聴覚情報と言語情報に0ポイントを与える。こうして、全実験協力者のポイントを集計して各提示情報の獲得ポイントを百分率で表現したのが表3の「影響度」欄に示す結果である。

個々のIDの結果についてみると、いずれの条件でも聴覚情報の影響度が最大となっていた。さらにこれら6つの条件の



図7 個々の実験協力者に関する影響度の算出方法

結果を合算したものを総合欄に示した。総合欄に示した結果についてカイ二乗検定を行った結果、全体に差が確認された ($\chi^2(2) = 523.14, p < .01$)。事後検定として、ライアンの多重比較を実施したところ、聴覚情報が視覚情報と言語情報よりも有意に大きな影響を与えていたことが示された (図8)。これらから、各提示情報の感情情報が全て不一致の場合、各情報の総合的な影響度合いは、視覚情報15.2%、言語情報16.8%、聴覚情報68.0%となり、聴覚情報が最も大きく影響していることがわかった。

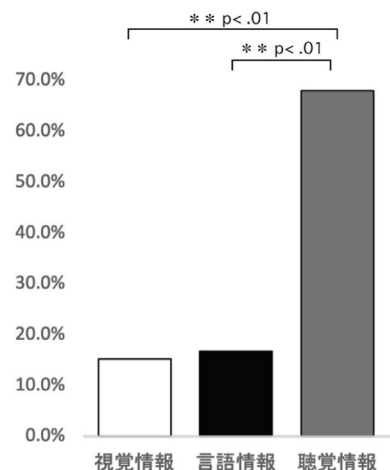


図8 全て異なる感情情報を提示する場合の各情報の影響度

商品販促を目的とする自己推薦ロボットの感情表現を構成する各要素情報が感情認識に与える影響

表4 3つの提示情報のうち2つが同じ感情情報であった場合の結果

ID	提示情報			ユーザ評価			選択率		
	視覚情報	言語情報	聴覚情報	ニュートラル	ポジティブ	ネガティブ	ニュートラル	ポジティブ	ネガティブ
10	ニュートラル	ニュートラル	ネガティブ	18	1	88	16.8%	0.9%	82.2%
11	ニュートラル	ニュートラル	ポジティブ	15	93	0	13.9%	86.1%	0.0%
12	ニュートラル	ポジティブ	ニュートラル	85	21	2	78.7%	19.4%	1.9%
13	ニュートラル	ネガティブ	ニュートラル	78	4	26	72.2%	3.7%	24.1%
14	ポジティブ	ニュートラル	ニュートラル	63	44	0	58.9%	41.1%	0.0%
15	ネガティブ	ニュートラル	ニュートラル	96	1	11	88.9%	0.9%	10.2%
16	ポジティブ	ポジティブ	ネガティブ	21	21	66	19.4%	19.4%	61.1%
17	ポジティブ	ネガティブ	ポジティブ	9	91	8	8.3%	84.3%	7.4%
18	ポジティブ	ニュートラル	ポジティブ	4	103	0	3.7%	96.3%	0.0%
19	ポジティブ	ポジティブ	ニュートラル	43	62	2	40.2%	57.9%	1.9%
20	ネガティブ	ポジティブ	ポジティブ	26	70	12	24.1%	64.8%	11.1%
21	ニュートラル	ポジティブ	ポジティブ	13	94	1	12.0%	87.0%	0.9%
22	ネガティブ	ポジティブ	ネガティブ	12	2	94	11.1%	1.9%	87.0%
23	ネガティブ	ネガティブ	ニュートラル	56	0	52	51.9%	0.0%	48.1%
24	ネガティブ	ネガティブ	ポジティブ	28	53	27	25.9%	49.1%	25.0%
25	ネガティブ	ニュートラル	ネガティブ	11	0	97	10.2%	0.0%	89.8%
26	ニュートラル	ネガティブ	ネガティブ	8	1	99	7.4%	0.9%	91.7%
27	ポジティブ	ネガティブ	ネガティブ	14	10	83	13.1%	9.3%	77.6%

提示情報欄では、同じ感情情報に設定された2つの提示情報に対応する箇所を灰色に塗っており、その感情情報が最も高い選択率となった場合、選択率の該当箇所を灰色に塗っている。一方、それ以外の感情情報が選択された場合、選択率の欄では当該箇所を黄色に塗っており、提示情報欄ではその感情情報を提示した情報の箇所を黄色に塗っている。

3.5.3 3つの提示情報のうちの2つが同じ感情情報の場合

3つの提示情報の内、いずれか2つの情報だけが同一感情情報であった場合の結果を表4に示す。ID 10～15は3情報のうちニュートラルが2情報を占める条件である。その中でニュートラルが最も多く回答されたものは、ID 12, 13, 14, 15であった。ID 10と11については、聴覚情報に設定したニュートラル以外の感情情報が最も多く回答された。ID 16～21はポジティブ情報が2情報を占める条件である。ID 16以外は全てポジティブが最も高い割合で判断されたが、ID 16については聴覚情報に設定したネガティブな感情情報が最も多く回答された。ID 22～27はネガティブ情報が2情報を占める条件である。ID 23, 24以外はネガティブが最も多く回答されたが、ID 23と24では、聴覚情報に設定したネガティブ以外の感情情報が最も多く回答された。ID 10～27の18条件の中で、17条件では聴覚情報に設定した感情情報と一致する感情情報が最も多く回答された。唯一、ID 19の条件の場合のみ、聴覚情報に設定した感情情報以外の感情情報が最も多く回答された（最多回答：ポジティブ、聴覚情報：ニュートラル）。

3.6 考察

3.5.1節に示したID 1～3の結果から、視覚・聴覚・言語の3種の情報すべてで同じ感情情報を提示した場合、実験協力

者の多くが提示されたものと同じ感情を認識した。また、図3に示す通り、認識された感情は、他の感情よりも有意に高い確率で認識されている。この結果は、仮説H1を支持する結果といえる。なお、ポジティブ感情とネガティブ感情は、それぞれ99.1%、96.3%と非常に高い一致率を示しているのに対し、ニュートラル感情は78.7%とやや低い結果となっている。これは3.3節に示した感情強度調査の予備テストで確認したニュートラル条件における言語情報に対する評価がポジティブ寄りの結果となっていたことが要因として考えられる。条件別印象確認フェーズでは、3条件内でポジティブ、ネガティブ、ニュートラルの選択肢を1度ずつ選択することを教示した。そのため、一度回答した後に別の質問を見て変更することができるため正答率が100%になったと思われる。一方、実験フェーズでは、このような回答の制約を課さなかったため、ニュートラル感情の判断がおそらく言語情報の影響を受けてややポジティブ側に偏り（表3・ID 1のポジティブ選択率がやや高めの18.5%になっている）、正答率が低くなったものと思われる。とはいえ8割程度の正答率が得られており、そもそもニュートラル感情の表現や認識が難しいことを考慮すれば、この正答率は十分に高い値であると考えられる。

3.5.2節で示した3つの情報が全て異なる感情情報を提示する条件（ID 4～9）では、全体として視覚情報15.2%、言語

情報16.8%、聴覚情報68.0%の割合で影響を与えていることがわかり、聴覚情報の影響が最も強く、かついずれの条件においても聴覚情報の影響が大きいことがわかった。また、3.4.3節に示した3つの提示情報の内いずれか2つの情報が同一感情を提示する条件 (ID 10~27) では、ID 19以外の17条件ではすべて聴覚情報で提示された感情情報が最も選択されていた。特に、聴覚情報のみが異なる感情情報を提示した条件 (ID 10, 11, 16, 19, 23, 24) でも、ID 19を除いて他はすべて聴覚情報で提示された感情情報が選択された。先述した3つの情報が全て異なる感情情報を提示する条件の結果では、視覚情報と言語情報の影響度を合わせても32.0%であることから、視覚と言語の両方で同じ感情情報を提示しても68.0%の影響度を持つ聴覚情報の方が大きな影響を与えたことがこれらの結果の要因だと考えられる。以上の結果から、「3つの情報が提示する感情状態が一様でない場合は、聴覚情報の影響が最も大きくなる」という仮説H2が支持される結果となった。

なお、ID 14と19では、他の条件に比べて聴覚情報の影響が低くなっている。これら2つの条件は、聴覚情報で提示した感情情報がニュートラルであった。ニュートラルは、ポジティブやネガティブのように明確な感情を含まないため、他の提示情報がポジティブやネガティブなどの明確な感情を提示する場合にその影響を受けやすいことが、この結果の要因であると思われる。このことは、ID 1の結果でニュートラルと回答する割合が他に比べて低いことから支持される。つまり、聴覚情報が明確な感情情報を提示しない場合は、感情認識にあたって聴覚情報よりも視覚情報や言語情報が参考にされるケースが存在することを確認した。

過去の調査では、個々の情報で異なった感情情報を提示する場合、視覚情報 (表情) が感情認識に大きな影響を与えることが示されていた [19]。一方本研究では、表情変化ができない自己推薦ロボットを想定したため、視覚情報には動きを用いて感情表現を行った。3.4節で示したように、今回の実験で準備した動きは、条件別印象確認フェーズにて単体で感情を判定できる表現であることを確認していた。しかし、動きは表情変化ほど感情認識しやすい情報ではないため、視覚情報の影響力が大きく低下したと考えられる。その結果、言語情報よりも強い影響を与えていた聴覚情報が、感情認識に大きな影響を与えたのであろう。

以上の結果から、自己推薦ロボットをデザインする際に考慮すべき点として、以下のことが明らかになった。

- 自己推薦ロボットの感情表現には、聴覚的情報としての声色が強い影響を与える。
- 声色に感情的な特徴が無い (ニュートラル) 場合には、
 - ▶ 視覚と言語の感情情報が一致している場合は、視覚と言語が提示する感情が認識されやすくなるが、ニュートラルと認識される確率も高い。
 - ▶ 視覚と言語の感情情報が不一致の場合は、全体として特徴のないニュートラルな感情として認識されやすくなる。

よって、自己推薦ロボットで感情表現を行う際には、声色のデザインを慎重に行うことが必要であり、それによって人に期待通りの感情的印象を与えることができるようになる。

4. ま と め

本論文では、自己推薦ロボットの印象が形成される要素を明らかにするために、印象評価調査を行なった。提示した視覚情報・言語情報・聴覚情報の3つの情報が表現する感情が全て異なった場合の感情認識への影響度は、視覚情報 15.2%、言語情報16.8%、聴覚情報68.0%であり、対象物の感情の判定に対して聴覚情報が最も強く影響することがわかった。また視覚情報と言語情報が同一の感情を提示し、聴覚情報だけがそれらと異なる感情を表現する場合でも、ほとんどの場合において聴覚情報が提示する感情が判断を左右することがわかった。なお、今回の結果は各条件の表現内容によって変化する可能性がある。しかし販促の場に限り極端に強い表現は適さない場合が多い、そのため今回の結果は自己推薦ロボットの販促活用というシーンに限ると一定の汎用性があると考えられる。

商業施設などで販促に用いられるロボットは、「楽しい」「嬉しい」「悲しい」などの感情表現を行い、生きているような振る舞いをすることによって人々の関心を惹こうとすることが多い。自己推薦ロボットも同様な振る舞いや対話を試みることがある。今回の研究結果から、自己推薦ロボットの感情表現を行うために「嬉しい」「悲しい」のような明確な発話を行わずとも、声色変化を行うだけで人々に感情を伝達できる可能性が示された。そのため、聴覚情報を調整することで、これまで動きやセリフなどを工夫して伝えようとしていた情報と同等の情報を、より簡単かつ短時間で提示できるインタラクションを構築できることが示唆された。

今回の調査では、言語情報と視覚情報の感情表現における影響力が小さいことがわかった。しかし視覚情報と言語情報は、感情表現以外にも重要な役割を持つ。視覚情報には、数ある商品の中から「注目してもらおう」効果や、「発話していることを認識しやすくする」効果がある。また言語情報についても、自己推薦ロボットが発話した内容や商品名は、一般的なロボットの場合よりも記憶されやすことが報告されている [9]。このように、各情報はそれぞれに役割が異なる。自己推薦ロボットのインタラクションを設計する際は、このような役割の違いを意識することで、より効果的な販促シナリオを作成できると考えられる。

今回の実験では、商品印象の影響を避けるために白い箱を用いた。しかし現実には、商品の形状やパッケージデザイン、ブランドなど、商品その物の印象が加わることで影響度合いが変化する可能性がある。今後は、パッケージや商品ブランドの印象が自己推薦ロボットの印象形成にどのような影響を与えているかを調査していきたい。

商品販促を目的とする自己推薦ロボットの感情表現を構成する各要素情報が感情認識に与える影響

参 考 文 献

- [1] Kanda, T, Shiomi, M., Miyashita, Z., Ishiguro, H., and Hagita, N.: A communication robot in a shopping mall, *IEEE Transactions on Robotics*, 26(5), pp.897-913, 2010.
- [2] Matsumura, R, Shiomi, M., and Hagita, N.: Does an animation character robot increase sales?, *Proceedings of the 5th International Conference on Human Agent Interaction*, pp.479-482, 2017.
- [3] Nakagawa, D, Akutsu, H., Furuta, N., Yasuda, K., Takahashi, K., Watase, M., Nakagawa, S., Narita, M.: Marketing system utilizing a robot and smartphone, *IEEE/SICE International Symposium on System Integration*, pp.662-667, 2015.
- [4] 港隆史, 石黒浩: エルフォイド: 人のミニマルデザインを持つロボット型通信メディア, *日本ロボット学会誌*, 32(8), pp.704-708, 2014.
- [5] Watanabe, M., Ogawa, K., and Ishiguro, H.: Can androids be salespeople in the real world?, *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp.781-788, 2015.
- [6] Aaltonen, L., Arvola, A., Heikkilä, P., and Lammi, H.: Hello pepper, may I tickle you? Children's and adults' responses to an entertainment robot at a shopping mall, *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp.53-54, 2017.
- [7] Tonkin, M., Vitale, J., Ojha, S., Williams, M., Fuller, P., Judge, W., and Wang, X.: Would you like to sample? Robot engagement in a shopping centre, *Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp.42-49, 2017.
- [8] Brengman, M., De Gauquier, L., Willems, K., and Vanderborght, B.: From stopping to shopping: An observational study comparing a humanoid service robot with a tablet service kiosk to attract and convert shoppers, *Journal of Business Research*, 134, pp.263-274, 2021.
- [9] Iwamoto, T., Baba, J., Nishi, K., Unokuchi, T., Endo, D., Nakanishi, J., Yoshikawa, Y., and Ishiguro, H.: The Effectiveness of self-recommending agents in advancing purchase behavior steps in retail marketing, *Proceedings of the 9th International Conference on Human-Agent Interaction*, pp.209-217, 2021.
- [10] Witkowski, M., Arafa, Y., and de Bruijn, O.: Evaluating user reaction to character agent mediated displays using eye-tracking technology, *Proceedings of the AISB-01 Symposium on Information Agents for Electronic Commerce*, pp.79-87, 2001.
- [11] Osawa, H., Ohmura, R., and Imai, M.: Embodiment of an agent by anthropomorphization of a common object, *Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*, Vol.2, pp.484-490, 2008.
- [12] TOKINOMO: Brand Activation Robotic POSM, <https://www.tokinomo.com/> (2022.07.05 閲覧).
- [13] 渡邊恵太, 鈴木涼太, 神山洋一, 稲見昌彦, 五十嵐建夫: SyncPresenter: 動きと音声同期したターンテーブル型プレゼンテーションシステム, *インタラクション*, pp.488-489, 2013.
- [14] Rawal, N., and Stock-Homburg, R. M.: Facial emotion expressions in human-robot interaction: A survey, *International Journal of Social Robotics*, 14, pp.1583-1604, 2022.
- [15] Witkowski, M., Arafa, Y., and de Bruijn, O.: Evaluating user reaction to character agent mediated displays using eye-tracking technology, *Proceedings of the AISB-01 Symposium on Information Agents for Electronic Commerce*, pp.79-87, 2001.
- [16] Iwamoto, T., Baba, J., Nakanishi, J., Hyodo, K., Yoshikawa, Y., and Ishiguro, H.: Playful recommendation: Sales promotion that robots stimulate pleasant feelings instead of product explanation, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 7(4), pp.11815-11822, 2022.
- [17] Iwamoto, T., Baba, J., Nakanishi, J., Nishi, K., Yoshikawa, Y., and Ishiguro, H.: Pick-me-up strategy for a self-recommendation agent: A pilot field experiment in a convenience store, *Proceedings of the 17th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp.816-820, 2022.
- [18] Mehrabian, A., Wiener, M.: Decoding of inconsistent communications, *Journal of Personality and Social Psychology*, 6(1), pp.109-114, 1967.
- [19] Mehrabian, A., and Ferris, S. R.: Inference of attitudes from nonverbal communication in two channels, *Journal of Consulting Psychology*, 31(3), pp.248-252, 1967.
- [20] Mehrabian, A.: *Nonverbal communication*, Routledge, 1972.
- [21] Cauchard, J. R., Zhai, K. Y., Spadafora, M., and Landay, J. A.: Emotion encoding in human-drone interaction, *Proceedings of the 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp.263-270, 2016.
- [22] Saerbeck, M., and Bartneck, C.: Perception of affect elicited by robot motion, *Proceedings of the 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp.53-60, 2010.
- [23] エクスマン, P.: 表情分析入門: 表情に隠された意味をさぐる, 誠信書房, 1987.
- [24] 富川道彦, 尾田政臣: 単純な動きを示す対象図形の感情推定 (視聴覚技術, ヒューマンインターフェース), *映像情報メディア学会技術報告*, 33.17, pp.1-4, 2009.
- [25] 株式会社AHS: Voicepeak商用可能6ナレーターセット, <https://www.ah-soft.com/voice/6nare/> (2022.07.05 閲覧).

- [26] 音声入出力方式標準化専門委員会：話し方種別ごとの「例文一覧」, https://www.jeita-speech.org/standard/IT-4012_SampleSenteces_ver15.pdf (2022.07.05 閲覧).
- [27] Oppenheimer, D. M., Meyvis, T., Davidenko, N.: Instructional manipulation checks: Detecting satisficing to increase statistical power, *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(4), pp.867-872, 2009.
- [28] Heerwegh, D., and Loosveldt, G.: Face-to-face versus web surveying in a high-internet-coverage population differences in response quality, *Public Opinion Quarterly*, 72(5), pp.836-846, 2008.
- [29] 三浦麻子, 小林哲郎：オンライン調査モニタの Satisfice に関する実験的研究, *社会心理学研究*, 31(1), pp.1-12, 2015.
- [30] 中川佳弥 他：ヒューマノイドロボットの Subtle Expressions による感情モーション修飾手法, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 12(3), pp.239-248, 2010.
- [31] Laban, R., and Ullmann, L.: *The mastery of movement*, Dance Books Ltd, 1971.
- [32] 中田亨, 森武俊, 佐藤知正：ロボットの身体動作表現と生成される印象とのラバン特徴量を介した定量的相関分析, *日本ロボット学会誌*, 19(2), pp.252-259, 2001.
- [33] 高木幸子：コミュニケーションにおける表情および身体動作の役割, *早稲田大学大学院文学研究科紀要*, 第1分冊, 51, pp.25-36, 2005.
- [34] Tanaka, A., Koizumi, A., Imai, H., Hiramatsu, S., Hiramoto, E., and de Gelder, B.: I feel your voice: Cultural differences in the multisensory perception of emotion, *Psychological Science*, 21(9), pp.1259-1262, 2010.
- [35] Liu, P., Rigoulot, S., and Pell, M. D.: Culture modulates the brain response to human expressions of emotion: Electrophysiological evidence, *Neuropsychologia*, 67, pp.1-13, 2015.
- [36] Ernst, M. O., and Banks, M. S.: Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion, *Nature*, 415(6870), pp.429-433, 2002.
- [37] 博報堂アイ・スタジオ：野菜などの商品が喋りかけてくる未来のプロモーションツール『TALKINGPOP (トーキング・ポップ)』に大幅アップグレード～ビジネス化に向けた改良版を SXSW (サウスバイサウスウエスト) に出展～, <https://www.i-studio.co.jp/news/2017/03/sxsw-talkingpop.html> (2022.10.02 閲覧).
- [38] 上田彩花, 吉川雄一郎, 石黒浩：ロボットの鉛直方向の振動が瞬時的感情の表現に及ぼす効果の検証, *ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集*, 1P2-E09, 2020.



岩本 拓也 (非会員)

2013年 北陸先端科学技術大学院大学修了。同年 株式会社リッチメディア入社。2014年 楽天株式会社。2015年 株式会社Diverse。2017年より株式会社サイバーエージェント AI Lab入社。2019年より大阪大学 招聘研究員を兼任。ACM HAI Outstanding Research Award 2021。CHI2018 Asian CHI Best Demo/Poster Award, ほか受賞。情報処理学会, ヒューマンインタフェース学会, 各会員。



西本 一志 (正会員)

1987年 京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士前期課程修了。同年 松下電器産業(株)入社。1992年(株)ATR 通信システム研究所 研究員。1995年(株)ATR 知能映像通信研究所 客員研究員。1999年より北陸先端科学技術大学院大学助教授, 2007年より教授。1999年度情報処理学会 坂井記念特別賞, 1999年度人工知能学会 論文賞, ACM Multimedia 2004 Best Paper Award, 第14回ヒューマンインタフェース学会論文賞, ほか受賞。IEEE computer society, ACM, 情報処理学会, 人工知能学会, ヒューマンインタフェース学会, 各会員。博士(工学)。情報処理学会フェロー。