

ユーザによる外観制作に基づくロボット外観特徴分類 及びユーザ嗜好抽出の試み

Classification of Appearance Features And Extraction of User Preferences From Robot Design of User's Perspective

加藤 雄大¹* 御手洗 彰¹ 棟方 渚¹

¹ 京都産業大学

¹ Kyoto Sangyo University

Abstract: 自動車などの所有物の外観的特徴は、購買意欲や満足度を高めるといった人を惹きつける重要な要素であり、商品の外観制作は企業戦略に欠かせないものとなっている。今後家庭に普及すると期待されているロボットも同様と考えられる。しかしながら、ユーザ嗜好に適した外観の特徴を整理する上で、現在市販されているロボットの種類には限りがあり、それらの比較だけでは限定的なユーザ嗜好しか抽出できないと考えられる。本研究では、ロボットの外観を設計できる外観制作システムを構築し、実験参加者自身に実際に外観制作をさせることでその特徴をまとめ、その傾向を分類し、外観的特徴に関するユーザ嗜好の抽出を試みた。結果から、ロボットの顔外観にディスプレイを用いない「非ディスプレイ型」と、ディスプレイを用いる「ディスプレイ型」において、前者では、親近性が高く人間的な印象をもつロボットを求める傾向がみられ、後者では親近性が低く機械的な外観をもつロボットを求める傾向がみられた。また、制作されたロボットのうち、人間的な顔外観を持たないもの（ディスプレイ、生物モチーフ等）が全体の64.9%を占めていた。人間らしいものは不気味であるとのコメントがみられ、家庭内に導入するロボットについては、あえて人間ではない外観のロボットを求める傾向があったと考えられる。

1 はじめに

様々なロボットが家庭や商業施設、エンタテインメントなどで利用されている。産業ロボットは生産性の向上を目的に、高速高精度な作業を行なうことが求められる一方で、サービスロボットは人間と共に生きることを目的に、人とのコミュニケーションを伴う接客や介護において導入が進んでいる。その代表例として、Softbank Robotics社のPepper¹や、ヴイストーン株式会社のSota²などが挙げられる。また、サービスロボットの新たな活躍の場として、家庭用ロボットとしての応用が試みられている[1]。家庭用ロボットの役割は、少子高齢化社会に伴う人材の補填のための介護や教育、日常支援のための家事・育児、さらには人とのコミュニケーションを行うなど、人に寄り添う新たなパートナーとして、様々な役割が期待されている。自動車などの所有物がそうであるように、家庭用ロボットを導入する上で重要となる検討事項として、価格や用途、性能など様々なものが考えられる。特に外観的特徴は購買

意欲や満足度を高めるといった人を惹きつける重要な要素であり、企業戦略には欠かせないものとなっている。今後、家庭用ロボットが普及していくにあたり、ますますその重要性が高まると考えられる。実際に、ロボットの外観的特徴に関する研究は様々であり、人-ロボット間の円滑なコミュニケーションの実現に向け、ロボットの色が対人距離に及ぼす影響[2]や表情表現の実装[3]、視線設計[4]などロボットを構成する様々な要素が人-ロボット間インタラクションにどのように影響を及ぼすのかなど調査されてきた。一方で、ロボットの外観に関して、個人の嗜好に着目して調査した研究はあまり行われていない。

我々はロボットの外観に着目し、ロボット外観特徴の分類及びユーザ嗜好を抽出することを目指す。ロボットの外観は人の印象に大きな影響を与える。ロボットの外観とユーザの期待する機能が一致していないと、適応ギャップが生じる[5]といった問題があるが、ユーザの嗜好に適した設計を行うことでそのようなギャップを軽減できる可能性をもつ。しかしながら、ユーザ嗜好に適した外観の特徴を整理する上で、現在市販されているロボットの種類や数には限りがあるため、それらの比較だけでは限定的なユーザ嗜好しか抽出できない

*連絡先：京都産業大学院大学 先端情報学研究所
E-mail: i2086051@cc.kyoto-su.ac.jp

¹<https://www.softbank.jp/robot/special/talkaboutpepper>

²<https://www.vstone.co.jp/products/sota>

と考えられる。本研究では、家庭に導入するロボットの外観を、ロボットを構成する外観的な要素（顔、目、口、体の形状等）を操作することでユーザ自身に自由に設計させ、作成意図や求めるロボットの印象について調査することで、制作されたロボットの外観特徴分類及びユーザ嗜好抽出を試みる。

2 関連研究

これまで、人-ロボット間インタラクションにおいてロボットの外観や振る舞いが人にどのような影響を与えるのかについて、様々な調査・研究が行われてきた。以下に、それぞれの調査対象に分けて関連研究をまとめた。

2.1 ロボットの外観に対する印象評価

既存のロボットを対象とし、それぞれの役割ごとに求められているロボットの外観が調査されている。加藤らは、癒しロボットの外観の印象評価を行い、癒しロボットに安心感があることや印象として性能が高くみえることが癒しにおいて重要であることを示した [6]。また癒しロボットに求められる要素は個人によって大きく異なることが示された。神田らは、被験者とのインタラクション対象としてロボット（2種）と人間（1人）の3条件について、それぞれの外観が被験者の印象にどのような影響を与えるのかを調査した。結果としてロボットのデザインが丸みを帯びた形状や白色であることによって好印象を与える可能性があることを示した [7]。Prakashらは、高齢者支援ロボット PR2 の外観に対して高齢者がどのような印象を持つのかについて調査を行い、高齢者がサイズの小さいものや家に馴染むような（家の一部のように感じられて押しつけがましくない）外観を最も重視していたことが示された。また、12人中6人の高齢者が人間のような外観を強く求めていたことが示された [8]。

以上のように、既存のロボットの外観に関する印象については、ロボットの用途やシチュエーションを基に様々な調査が行われている。既存のロボットの外観調査に共通している点は、用途に応じたロボットの外観に関するユーザ嗜好の調査を行っているところである。加えて、それぞれの調査結果から、ユーザ嗜好には一定の傾向はみられるが、個人によって大きく異なることが示された。よって、本研究におけるロボットの外観特徴についても、ユーザの想定するロボットの役割や機能などを調査した上で、ユーザ嗜好について慎重に分析する必要がある。

2.2 ロボットデザインに関するユーザの嗜好

橋田らは、移動型の案内ロボットについて、親しみやすい形状を明らかにすることを目的に、いくつかの3Dモデルを元にアンケート調査を行い、結果として人の目線よりも背が低いこと、エッジがなるべくないロボットデザインが好まれることを示した [9]。また、人に近い形状をもつロボットについては、個人間で好みのばらつきが大きいことが示された。上出ら [10] は、ロボットが従事する5種類のタスク（ユーザ補助、教育、エンタテインメント、医療、案内）に応じて適したロボットの顔アピランス要素の組み合わせをユーザに制作させることで、各タスクに適した外観の制作を試みた。小田らは、街中を自動走行する人支援ロボットの外観形状についての指針を発見するため、サービスロボットに関するアンケートとプロトタイプの実装を行った。その結果、目立つ色彩色でかつ角がなく曲線を持ったデザインに高い親しみやすさが得られることを示した。この結果から、街中を走行するロボットには子供や高齢者を見守るパトロールの役目があり、その役割に準拠したデザインであることが考えられる [11]。橋田らと小田らの研究はともに、研究者やロボットデザイナーによってロボットの外観がデザインされたものを用いて印象の評価や分析が行われているのに対して、上出らの研究は実験参加者自身にロボットの外観を組み合わせを実施させている。ユーザ自身にロボットの外観を組み合わせさせる意図としては、論文内で明記されていないがユーザの潜在的なタスクに対する印象を抽出するためなのではないかと推測する。特に、現状ではロボットのデザインに対する個人の嗜好が一般化されておらず、まだ市場にもニーズが存在しているわけではないため有効なアプローチであると考えられる。本研究において、家庭用ロボットにおける潜在的なニーズを抽出するための手段として実験参加者自身にロボットの外観を制作されるアプローチを用いた。これにより、家庭用ロボットが普及の有無に関わらず、ユーザの嗜好を抽出することが可能であると考えた。

3 ロボットの外観制作システム

本研究にて構築したロボット外観制作システムについて述べる。本ロボット外観制作システム (Dearobot) は、ロボットの外観を制作経験のないユーザによって制作されることを目的とした Web アプリケーションである³。本システムは、ブラウザ上で操作することが可能であり、図1がそのシステムのトップ画面である。本システムは、新たに実験の事前説明、実験時間の記録、アンケートへの回答、それらのデータのサーバへの送

³システムへのリンクを記す。

<https://dearobot-e6b85.web.app>

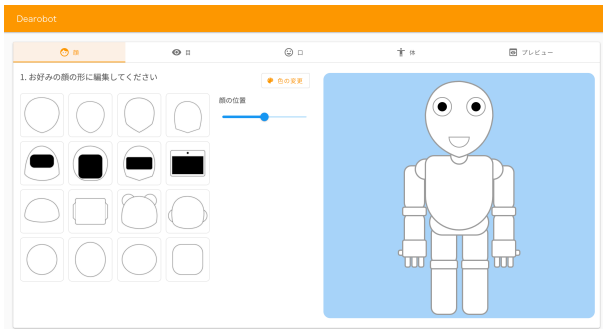


図 1: ロボットの外観制作システム: Dearobot

受信が行えるように改良を行った。そのため、実験は参加者の任意のタイミングでかつ単独での実施が可能となっている。

システムのデザイン規約として、Google LLC の Material Design[22] を使用している。これは、ロボットの外観制作経験のない参加者に操作性によるストレスを軽減し、個人の嗜好を十分に外観に反映されることを期待するためである。

外観制作において編集可能な部位は、顔・目・口・体の 4 つである。これらに限定した理由は、既存のヒューマノイドロボットに共通して存在する部位であったためである。それぞれの部位はプリセットを選択することで外観の組み合わせを変更でき、それぞれの部位ごとに用意されたパラメータにより位置や大きさを変更することができる。

4 実験

4.1 実験内容

本実験は、ロボット外観制作システム (Dearobot) を用いて実験参加者にロボット外観制作を行ってもらい、その後ロボットの制作意図を問う質問群 1 と制作されたロボットに対する印象評価を問う質問群 2 に回答を行ってもらった。ロボットの制作時間には個人差があると判断し、時間の指定は行わなかった。制作時の条件として「あなたが家庭内に人型ロボットを導入する際に、最も好ましいと感じるデザインを作成してください」という前提のもと制作を行ってもらった。

4.2 実験参加者

実験参加者は、18 歳から 28 歳までの 98 人 (男性 70 名・女性 28 名) である。その多くは大学生もしくは大学院生である。全ての実験参加者に、ロボット外観制作システム Dearobot を各自が所有する PC からオンラインで回答させた。本実験では制限時間は設けなかつ

たため、実験参加者の満足はいくまでロボット制作をしてもらった。実験時間は個人差があるが、平均 15.4 分 (S.D. 18.4) であった。謝礼として 500 円の amazon ギフト券を付与した。

4.3 アンケート

アンケートの質問群 1 として、ユーザの基本情報、ロボットに関する経験や興味、制作したロボットがどのような意図を持って作られたのかについての回答を求めた。本質問の目的は、自身で制作したロボットがどのような意図を持って作られたのか理解することにある。また、想定するロボットの大きさ (cm) を回答してもらった質問も追加で実施した。

質問群 2 として、制作されたロボットの外観に対する印象評価の回答を求めた。印象評価の各項目は神田らの先行研究 [7] にて使用された 28 つの形容詞対を用いた。尺度は 7 段階 (非常に・かなり・やや・どちらでもない・やや・かなり・非常に) である。本質問群の意図は、制作されたロボットの外観とロボットにどのような印象を持っているのかという紐付けを行うためである。

4.4 結果

質問紙にて回答された、希望するロボットの身長は平均で 104.91cm (S.D. 48.19) であり、実験参加者が想定したロボットの役割は、日常支援 (身長: 117.5cm) が 41 名 (44.1%) で最も多く、パートナー (身長: 98.4cm) が 17 名 (18.3%)、ペット (身長: 57.5cm) が 11 名 (11.8%)、家事 (身長: 127.8cm) が 9 名 (9.7%)、その他 (身長: 72.3cm) が 7 名 (7.5%)、介護 (身長: 110.0cm) が 5 名 (5.4%)、教育 (身長: 100.0cm) が 3 名 (3.2%) の順で選択された。ロボットの役割に応じて、希望する身長が若干変化していることが示された。

次に、実験参加者より制作された 98 体のロボットの外観を図 2 に示す。図より、ユーザの好むロボットの外観的嗜好の多様性が理解できる。ユーザの嗜好の傾向を抽出するために、作成されたロボットに対する印象評価の結果から、どのような印象をもつロボットが求められていたのかを示す。

実験参加者により制作されたロボットの外観に対する印象評価の結果及び、印象評価群による外観的特徴の分類についてを述べる。まず、結果として得られた印象評価データのうち、肯定的な表現 (安全な、やさしい、感じのよい、など) の形容詞の値が最大値になるように 3 から -3 まで数値化し、それぞれの項目の平均と標準偏差を求めた (表 1)。全体の平均値として、「安全な」が 1.97 と最も値が高く、親しみやすさを表す「や

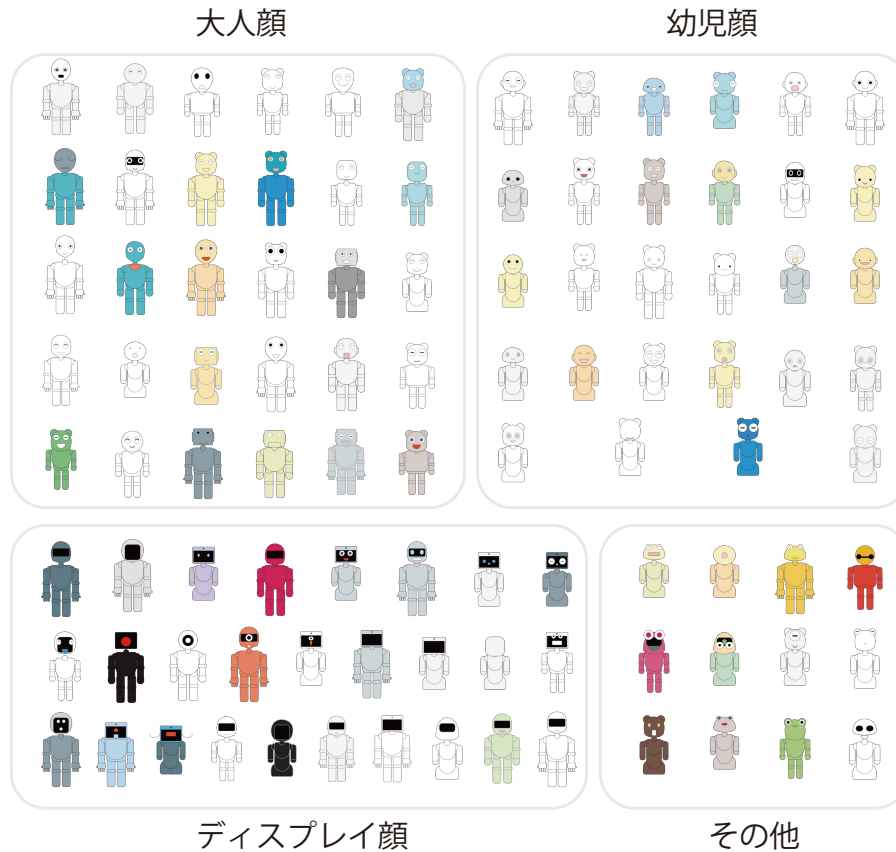


図 2: 実験参加者より制作されたロボットの外観

さしい」「感じのよい」「親しみやすい」においても値が高いことが示されている。また、ロボットの制作に関する出来栄えとしての評価である「良い」の項目においても 1.83 と高い値であることが示された。さらに、この印象評価データの因子分析を行った。まず、因子分析を行う前にデータの適合性の検討を行った。手法として、Kaiser-Meyer-Olkin の標準妥当性 0.781 であり、問題がない水準であった [12]。神田らの研究で使用されていた手法を参考に、主因子法を用いた因子抽出を行い 4 要因（親近性・愉快性・活動性・好感）が妥当であると判断した。

5 分析

実験結果より得られたロボットの外観と印象評価の結果から、ユーザ嗜好の抽出を試みる。本実験でみられた結果より、ロボットの外観を構成する部位のうち、体の形状には特徴がみられなかったため、顔外観に着目して分析を行う。まず、ロボットの顔全体の印象から特徴的な外観を有する群に分類し、その群における外観の印象を比較する。次に、顔の形状において特徴的な形状を分類し、印象評価を行うことで、顔の形状

におけるユーザの嗜好を抽出する。

5.1 ロボットの顔外観からみられた傾向

制作されたロボットの顔外観の特徴として「幼児顔」とそれ以外の顔として「大人顔」に分類を行った。「幼児顔」はベブスキーマを有する顔外観と定義し、「大人顔」はそれ以外の人のような顔を有する顔外観と定義した。分類の条件として「目が顔の中央よりやや下に位置する」という条件を「幼児顔」、それ以外を「大人顔」として著者らの主観によって分類を行った。また、目や口が存在しない、ディスプレイのような顔を有する外観については人の顔として判断できないため分類から除外した。各群の代表的な外観を図 3 に示す。この 2 群について印象評価の比較を行ったところ、「幼児顔」の印象において、活動性の因子が有意に低いことが有意傾向として示された ($+p < 0.10$)。特に、形容詞対「速い/のろい」においては、有意水準 5.2% で有意差が示されており、実験参加者は「幼児顔」の外観に対してゆったりとした動作を行うような印象を持っていたことがわかった。また、2 群でのユーザが想定する家庭用ロボットの機能として、「幼児顔」がペットや

表 1: 全体の印象の平均値, 標準偏差

形容詞対	平均	S.D.
やさしい/こわい	1.70	1.38
感じのよい/感じのわるい	1.63	1.37
親しみやすい/親しみにくい	1.87	1.30
安全な/危険な	1.97	1.26
暖かい/冷たい	1.23	1.53
かわいらしい/憎らしい	1.35	1.51
うちとけた/かたくるしい	1.34	1.46
近づきやすい/近づきたくない	1.44	1.51
明るい/暗い	1.24	1.55
思いやりのある/わがままな	1.44	1.55
人間的な/機械的な	0.04	2.00
充実した/空虚な	0.82	1.54
愉快的な/不愉快的な	1.01	1.23
派手な/地味な	-0.71	1.54
面白い/つまらない	0.79	1.46
陽気な/陰気な	0.38	1.43
積極的な/消極的な	0.43	1.29
敏感な/鈍感な	0.24	1.51
速い/遅い	0.04	1.63
すばやい/のろい	0.02	1.60
はげしい/おだやかな	-1.22	1.60
複雑な/単純な	-0.57	1.77
好きな/嫌いな	1.54	1.18
興味深い/退屈な	1.43	1.28
良い/悪い	1.83	1.28
わかりやすい/わかりにくい	1.46	1.39
強気な/弱気な	-0.17	1.33
賢い/愚かな	1.03	1.76

パートナーがより多く、「普通顔」が家事や日常支援により多く選択されていることから「幼児顔/普通顔」において想定される機能に違いがあることが示された。

5.2 ロボットの顔の形状からみられた傾向

顔の外観的特徴において、ディスプレイのような外観を「ディスプレイ」、それ以外を「非ディスプレイ」に分類し、それぞれの群の傾向を確認した。その結果、「ディスプレイ」が29名、「非ディスプレイ」が67名と「非ディスプレイ」の方が多く選ばれる傾向があり、「非ディスプレイ」群の中でも、特に丸みのある輪郭に耳が

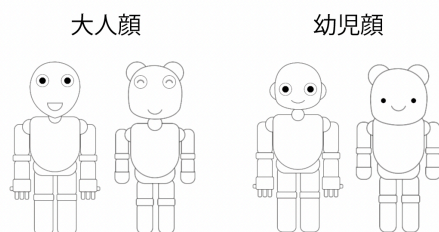


図 3: 「大人顔」と「幼児顔」の外観の代表例 (左:「大人顔」群, 右:「幼児顔」群)

ついたプリセット 10 が 28 名と最も多く選択されたことが示された。さらに、この 2 群において印象評価の比較を行ったところ、「非ディスプレイ」の印象において、親近性因子が有意に高いことが示された (** $p < 0.01$)。また、印象評価の形容詞対「人間的な/機械的な」において、有意水準 1.5% で有意差が示されており、実験参加者はロボットの顔外観において「ディスプレイ」は機械的な印象を「非ディスプレイ」は人間的な印象をもっていたことが示された。

結果から、顔にディスプレイを有する群 (30.2%) が他群 (69.8%) と比較して親近性が有意に低いことが示された。つまり、親近性が高い人間的な外観を求める群と親近性の低い機械的な外観を求める群に分かれることがわかった。ロボットへの親近感は、不気味の谷現象 [21] の縦軸としても示されている通り、人とインタラクションを行う上で重要な軸となっているが、今回の実験結果では、ユーザは必ずしも親近性の高いロボットを求めている訳ではないということが理解できる。親近性の低いロボットが求められる理由について、実験参加者のコメントを抜粋すると「人型ロボットが人間の見た目に近すぎると、物事を頼みにくくなりそうだと思う。」や「十分な大きさのディスプレイを搭載し、そのディスプレイを通じて情報を入力できることを重視した」などが得られ、人型であると命令せにくい、情報を入力する端末として利用したいなど、コンピュータの延長線上のような用途を想定していることが見受けられた。しかしながら、ディスプレイの顔を選択した実験参加者の全てが親近性の低いロボットを求めている訳ではなく、親近性の高いロボットとして選択している例もみられた。そのような実験参加者のコメントを抜粋すると「人間らしくないデザインで、おっとりさせたかったから。」や「私はより共存しやすいように表情が柔らかく、少し人間とは離れた顔や体の形のロボットを作成した。」というように、ディスプレイ上で表情が変化することを想定していた参加者も存在した。

また、顔外観として人とは異なる生物をモチーフとして制作したものが多くみられた (38.1%)。このようなロボットを制作した実験参加者のコメントを抜粋すると「大きさを 30cm 程度とする上で、人に似せすぎると、その他の動物的外見を取り入れた方が親しみやすいと思ったため。」や「威圧感や不気味さを与えないような外観にするため」など、人に近い存在に対して不気味さを感じることから、親しみを持つようなロボットを制作するためにあえて人とは異なる顔を制作したといった意図が確認できた。制作されたロボットのうち、人間的な顔外観を持たないもの (ディスプレイ, 生物モチーフ等) が全体の 64.9% を占めていた。家庭内に導入するロボットであることも影響していると考えられるが、人間的な顔外観には不気味さを感じ

るなど、不気味の谷現象 [21] を避けるため、あえて人間ではない外観のロボットを求めたのではないかと考えられる。

5.3 外観制作によって抽出されたユーザ嗜好

ユーザによるロボットの外観制作と印象評価、アンケートなどから、ユーザ嗜好に関する傾向が抽出された。一つ目は、ロボットに求める親近感である。これは、顔外観における「ディスプレイ型」と「非ディスプレイ型」の分類から顕著にあらわれた傾向である。「非ディスプレイ型」を選択した実験参加者 (69.8%) は、「人間らしく親しみのある印象」をもつロボットを所望しており、これは、様々な HAI 研究 [14] で得られた結果を支持するものとなっている。一方で、あえて「機械的で親しみのない印象」を持つディスプレイ型の顔外観を所望する実験参加者が 30.2% 確認された。本研究で設定した家庭に導入するという条件においては、既存の家電 (テレビやコンピュータ等) としての位置づけのロボットを求めている参加者が一定数存在することが確認できた。一方で、ロボットの外観について、全体的な傾向とは異なる嗜好を持つ実験参加者も確認できた。図 2 の 98 体のロボットのうち、特にディスプレイ型とその他に分類されたロボットを制作した実験参加者において、個性的なロボットが制作されていた。大人顔や幼児顔に分類されるようなロボットを制作した実験参加者は、ユーザ嗜好やロボットに求める印象についても、既存のロボットのステレオタイプを再現するような外観を求める傾向にあったが、ディスプレイ型を選択した実験参加者の一部において、既存のロボットに無い外観を求める傾向がみられた。目がモノアイ (単眼) となっている外観を制作した実験参加者から「(一つ目小僧のような) お化けみたいなデザインで可愛らしく製作できた」や「自分が見たことのないような顔を作ろうと考えた時に目を 1 つにしてみようと思いついたため」といったコメントが得られ、既存のロボットとは異なる外観を求めていたことが理解できる。また、家電と家具のハイブリッドとしてディスプレイを有するコートスタンドとしてのロボットを制作したものもあり、物をかけられる設計としていた。その他の群においては、口や耳などのプリセットをある意味不適當 (例: 口を鼻として用いる, 耳を目として用いるなど) に用いて、動物 (フクロウ, カエル, カメなど) を模した外観を制作しており、外観的に人間らしくなく親しみを持てる存在として、動物を模したものを好む例もみられた。このように、多くのユーザに好まれるロボット外観としての嗜好を理解することは、ロボットの普及を目指すにあたり重要な課題ではあるが、個々のユーザの嗜好に則した外観を理解する

ことで、既存のロボットの外観には無い発想やユーザの潜在的なニーズが示される可能性があり、こちらも重要な課題であると考えられる。

6 おわり

本研究では、ユーザによるロボットの外観制作を通して、制作されたロボットの外観を分類し、印象評価を指標としてユーザの嗜好の抽出を行った。その結果、顔外観においていくつかのユーザ嗜好の傾向を抽出することができた。家庭内に導入されるロボットの外観として、人間らしく親しみやすい外観だけでなく、家電やコンピュータのような位置づけとして、機械的で親しみにくい外観にも需要があることが示された。一方で、本実験で得られた一般的な傾向を逸脱した、モノアイや動物を模した外観も制作されており、現在販売されている既存のロボットにはない外観をもつロボットを求めるユーザも確認できた。今後の課題として、今回の実験において、外観制作の際に条件として具体的な家庭用ロボットの役割が定義しなかったことにより、既存の製品によくみられる、いわゆるステレオタイプの外観が多く制作されたと考えられる。今後は家庭用ロボットとしての役割に即したロボットの外観の個人の嗜好を調査していく他、今後家庭用ロボットがどのような役割として普及していくのかについて別途調査を行っていきたいと考えている。

謝辞

本実験の実施にあたり、ご協力いただきました参加者の皆様に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 松日楽信人. ホームユースロボットの技術と課題. IEEE, Vol. 125, No. 4, 2005.
- [2] 辰巳晶洋, 大久保雅史. ヒューマノイドロボットの着衣の色が対人距離に及ぼす影響. ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol. 20, No. 2, 2018.
- [3] 岸竜弘, 遠藤信綱, 大谷拓也, Rrzemyslaw Kryczka, 橋本健二, 中田圭, 高西淳夫. 顔面各部の広い可動域および顔色により豊かな表情表現が可能な 2 足ヒューマノイドロボット頭部の開発. 日本ロボット学会誌, Vol. 31, No. 4, pp. 424-434, 2013.

- [4] Tomomi Onuki, Tkahumi Ishinoda, Yoshinori Kobayashi, Yoshinori Kuno. Design of Robot Eyes Suitable for Gaze Communication. *Human Robot Interaction*, 2013.
- [5] 山田誠二, 角所考, 小松孝徳. 人間とエージェントの相互適応と適応ギャップ (<特集> HAI: ヒューマンエージェントインタラクションの最先端). *人工知能*, Vol.21, No.6, pp648-653, 2006.
- [6] 加藤千恵子, 石村光資郎. 癒しロボットの外観に関する感性解析—ロボットへの関わりと精神的健康度による際の抽出—. *人間工学*, Vol.44, No.6, 2008.
- [7] 神田崇行, 石黒浩, 石田亨. 人間-ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価. *日本ロボット学会誌*. Vol. 19, No. 3, pp. 362-371, 2001.
- [8] Akanksha Prakash, Charles C. Kemp, Wendy A Rogers. Older adults' reactions to a robot's appearance in the context of home use. *Human Robot Interaction*, pp. 268-269, 2014.
- [9] 橋田規子. 移動型ロボットの外観形状が人に与える印象についての研究. *デザイン学研究特集号*, Vol.28-2, No. 104, 2020.
- [10] 上出真裕, 小松孝徳. ロボットが従事するタスクに適したロボットの顔のデザインの検討. *HAI シンポジウム*. 2018.
- [11] 小田航, 吉村匡平, 橋田規子, 長谷川忠大, 落合祐徳. 街路用人支援ロボットの外観に関する研究. *日本デザイン学会*, 2019.
- [12] Kaiser and Rise, Little Jiffy Mark IV. *Educational and Psychological Measurement*, Vol.34, pp111-117, 1974.
- [13] Konrad Lorenz, Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 5, pp235-409, 1943.
- [14] 神田崇行, 宮下敬宏, 長田拓, 配川有二, 石黒浩. 人ロボット相互作用における人型ロボットの外見の影響. *日本ロボット学会誌*. Vol. 24, No. 4, pp. 407-505, 2006.
- [15] 上出 真裕, 小松 孝徳. ロボットが従事するタスクに適したロボットの顔のデザインの検討: コンジョイント分析の結果を精査する. *HAI シンポジウム*, 2017.
- [16] 上出 寛子, 新井 健生. 人間らしいロボットに対する心理的安心. *科学技術社会論研究*, Vol. 16, pp37-47, 2018.
- [17] 入野野 宏. かわいさと幼さ: ベビースキーマをめぐる批判的考察. *日本視覚学会*, Vol. 25, No. 2, p100-104, 2013.
- [18] 吉岡聖美. 表情の異なる顔アイコンの描画とパーツの特徴. *日本デザイン学会誌*, 2016
- [19] 畠山真一. カワイイ概念と「不気味の谷」現象について. *尚絅大学研究紀要 A. 人文・社会科学編*, Vol. 46, pp. 26-42, 2014.
- [20] Cherie Lacey, Catherine Caudwell. Cuteness as a 'dark pattern' in home robots. *Human Agent Interaction*, 2019.
- [21] 森政弘: 不気味の谷, *Energy*, Vol.7, No.4, p.3-35(1970)
- [22] Google LLC. Material design (最終閲覧日:2021年2月19日), 2021. <https://material.io/design>.