

タブレット端末のロボット化における 人-ロボットの関係性デザイン

奥田 悠資^{*1} 東 隆太郎^{*2} 青柳 西藏^{*3} 福森 聡^{*2} 山本 倫也^{*2}

Design of Relationships between Human and Robot in Robotization of a Tablet

Yuji Okuda^{*1} Ryutaro Azuma^{*2} Saizo Aoyagi^{*3} Satoshi Fukumori^{*2} and Michiya Yamamoto^{*2}

Abstract — Researches on communication robots are expanding roles of them in various situations. In our previous study, we have suggested to robotize an information device through development the kiroPi, which is a tablet-based robot by installing embodied hardware. In this study, we collected illustrations of shape of robots that have a tablet and performed a long term experiments with kiroPi. As a result of shape study, people preferred various design. The long term experiment showed big changes of the impression on the robot. Both of the results show that the design of human-robot relationship is important in robotization.

Keywords : human robot interaction, robotization of a tablet, shape of robots, long-term use, evaluation of impression

1. はじめに

近年、コミュニケーションロボットが一般的になりつつある。ロボットを用いた接客体験を生み出すソフトバンクロボティクス社の Pepper^[1] は、既に、各種商業施設に設置され、不特定多数の人とコミュニケーションを行っている。一方で、ロボット型携帯電話として販売されている SHARP 社の RoBoHoN^[2] は、一般のユーザとロボットが 1 対 1 の関係を築き、ロボットを介した他者とのコミュニケーションも支援している。このようなロボットは今後も社会に普及し、より多くの人と関係を持ち、多様な支援が可能なパートナーとなることが期待される。

この方向性の一つとして、著者らはタブレット端末に腕型ハードウェアを取り付けたロボット「きろぴー」

(図 1)を開発し、キャラクター性を付与できることを示した^[3]。一方で、使用者によりロボットに対する好みが多分かれた。ロボットの形状や関わりを持つ時間が好みを大きく左右するのではないかと考えられる。

本研究ではタブレット端末のロボット化において、形状と長期的インタラクションの効果に注目し、そのあり方を検討することとした。とくに、情報端末をロボット化した場合でも、人と社会的な関係を築き、人を支援することは重要であると考えられる。このために、こういった形状を人がイメージするのか、および、長期的インタラクションの結果から、これまでと違う解釈が生まれるかどうかを明らかにする。

2. ロボットの形状

2.1 関連研究

情報端末のロボット化については、市販品から研究開発まで、多くの例が見られる。ここでは、ロボットの形状については、Pepper や RoBoHoN のようにロボット本体に情報端末を取り付けたような形状ではなく、Romo^[4] や Smartpet^[5] のように、情報端末がなければ成立しない形状のロボットを対象とする。

この観点から見ると、情報端末のロボット化においては、ディスプレイを顔とし、他にハードウェアを付与してロボットの他の部分に見立てた例が多い。ただし、どのような情報端末を用いて、ロボットのどの程度の部分を顔とするかは、検討の余地がある。

例えば倉爪らが開発した遠隔コミュニケーションロボット^[6]では、ヒューマノイドロボットの顔の部分にのみ小型のディスプレイを取り付け、対話相手の映像を表示している。ソフトバンク社の携帯端末 815T

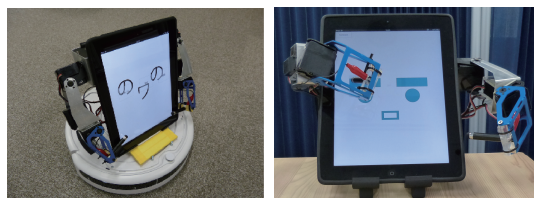


図 1 きろぴー
Fig. 1 kiroPi.

*1: 関西学院大学大学院 理工学研究科

*2: 関西学院大学 理工学部

*3: 東洋大学 情報連携学部

*1: Graduate School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

*2: School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

*3: Faculty of Information Networking for Innovation and Design, Toyo University

PB では、携帯端末全体に手足を取り付けてロボット化している。胴体は、いわゆるガラパゴス・ケータイのキーボード部分である [7]。Smartpet [5] は、iPhone を顔とする犬型ロボットである。Fukuchi らの Aware-Cover [8] は、iPad に、動作する耳型のカバーを取り付けている。これらの例は、人や動物の顔部分をタブレット端末に置き換えることで、デバイス全体をロボット化していると考えられる。

また、顔を拡大解釈した例も見られる。Romo [4] では、iPhone にキャタピラーを付加している。著者が開発したきろぴーも、この例の一つで、ここでは、タブレット端末をロボット化する最小限の要素として、縦向きディスプレイとほぼ同じ大きさの腕を取り付けている。これによりコミュニケーションにおいて重要な手振り [9] も表現可能としている。

2.2 アンケート調査

著者らは、タブレット端末のロボット化に関する一般的な意見を調査するためにアンケートを行った。対象は関西学院大学理工学部 の 2 年生以上 165 人であった。アンケートでは、紙の中央にタブレット端末 (iPad) の写真を印刷し、それをもとに「タブレットのあるロボットの見た目のデザインを描いて下さい」と指示した。また、紙の裏面に描いたロボットの説明を記載させた。

このアンケートの結果を図 2 に示す。この分類では、Pepper はタブレット取り付け型の人型、Smartpet はタブレット主体型の動物型、Romo やきろぴーはタブレット主体型のフリー型である。フリー型が最も多い結果となった。

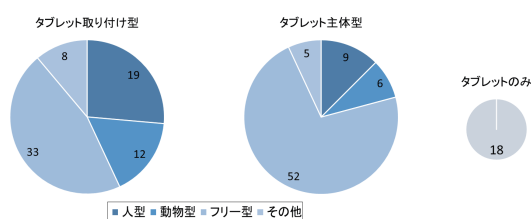


図 2 アンケート結果
Fig. 2 Results of questionnaire.

この結果から、タブレット端末のロボット化では、何らかのハードウェアをタブレット端末に取り付けることが一般的であると考えられる。しかし、そのハードウェアは多様な形状や役割で、図 3 のように、一見して何をすることがわからないロボットも散見された。また、使用するタブレットの向きは縦向き 87 人 (53%)、横向き 67 人 (40%)、向き無し 11 人 (7%) となり、PC が横向きであったり、スマートフォンが縦向きであるような一般性はみられなかった。これらから、タブレット端末をロボット化する上では、ロボット全体の形状

に囚われないハードウェアの検討が必要になると考えられる。

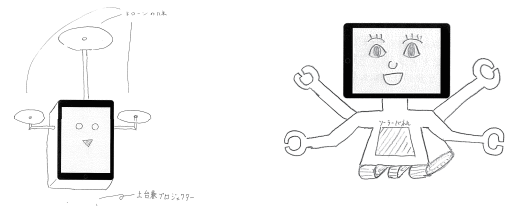


図 3 フリー型のロボット例
Fig. 3 Examples of free-type robots.

3. 長期的インタラクション実験

3.1 実験に使用したロボットの形状

実験に使用したきろぴー [3] の概要を図 4 に示す。腕の取り付け位置は情報端末の上辺から 55 mm の位置とし、ここに 1 つ目と 2 つ目のサーボモータを取り付け、ピッチ角とヨー角を調整した。そこから 75 mm の上腕が伸びており、その先に 3 つ目のサーボモータを取り付けロール角を調整した。更に、上腕先端から前腕を 60 mm 伸ばし根元には 4 つ目のサーボモータを取り付けヨー角を調整した。これら 4 つのサーボモータによって 3 次元の動きを可能にした。前腕先端には、きろぴーの手に当たる部分に長さ 50 mm の静電容量方式のタッチペンを取り付けた。

サイズ	310 × 240 × 113(mm)
重さ	1592(g)
サーボモータ	JRPROPO-RB5582 × 8
CPUボード	Arduino Duemilanove
電源	ロボット用 6V ニッケル水素 (5N2000)
連続駆動時間	約3時間
情報提示	Apple-iPad(第4世代)
通信機能	シリアル通信(USART)

図 4 きろぴーの概要
Fig. 4 Outline of kiroPi.

3.2 実験方法

実験では、ロボットとの長期的なインタラクションで、使用者がロボットに抱く印象はどのように変化するのか調べるために、週 2 回ずつ 4 週間、計 8 回 1ヶ月間、きろぴーのボイスメモ機能を使用させ、その期間中の印象変化を観察した。まず、きろぴーにボイスメモ機能があることを伝えた上で、何でも記録したいことを話すよう伝えた。その後、実験協力者は、画面に表示した録音ボタンを操作し、記録したい内容をきろぴーに話し、録音する。このとき、きろぴーに取り付けられている腕は、使用者の声のリズムや大きさに同調したコミュニケーション動作をとる [9]。2 回目以降は、まず、画面の再生ボタンをタッチして、前回記録

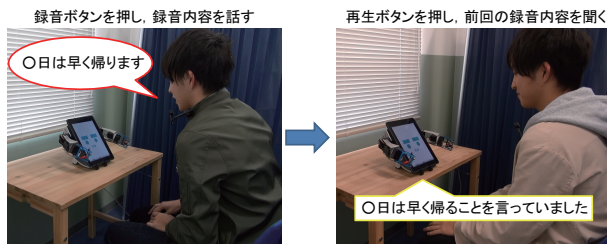


図 5 ボイスメモ機能の使用例
Fig. 5 Example of using voice memo function.

した内容を再生させた。ここでは、前回の録音内容を元「～ということ、～ということを書いていました」と話す音声を CeVIO Creative Studio のさとうささらで合成し、きろぴーが話すように再生した (図 5)。その後、新しい録音を行わせた。

各回それぞれ、印象の評価方法として、きろぴーとのコミュニケーションに対する不安を測るために、野村らの RAS(Robot Anxiety Scale)^[10] ときろぴーの印象因子を測るため神田らの形容詞対による SD 法^[11] を用いた。実験協力者は、20～21 歳の男子大学生 5 名であった。

3.3 実験結果

実験協力者 5 人分の RAS の得点の推移を図 6 に示す。回数を重ねるごとに協力者の RAS の値は減少傾向にある。特に協力者 2, 3 は 2 回目以降から大きく減少を始め、協力者 5 は使用を続ける度になだらかに減少している。協力者 1, 4 は前半回よりも後半回の方が RAS 値は減少しているが、上がり下がりを通りながら減少していることがわかる。

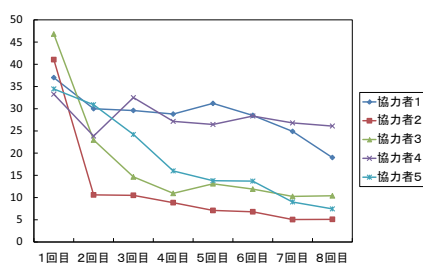
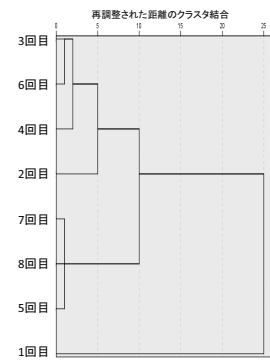


図 6 RAS の得点の推移
Fig. 6 Transition of RAS scores.

次に、実験で得られた結果の因子分析結果を図 7 に示す。28 項目について因子軸の回転を行い、因子負荷量が 1 つ以上の因子について 0.50 以上を示す 27 項目を選出し、3 つの因子が抽出された (図 7(a))。第 1 因子は、暖かい、好きな、近づきやすいといった形容詞から、きろぴーを使い、関係を持ちたいといった印象を表す「親和性」と名付けた。第 2 因子は、俊敏な、速い、強気なといった形容詞から、てきぱきと仕事をこなすような印象を表す「高性能性」と名付けた。第

形容詞対	因子1	因子2	因子3
暖かい	0.86	-0.06	-0.09
好きな	0.90	-0.06	0.09
近づきやすい	0.88	-0.11	0.07
やさしい	0.87	0.04	0.12
感じのわるい	0.85	0.13	0.08
うちとけた	0.85	0.06	-0.10
良い	0.81	0.14	-0.24
面白い	0.79	0.03	-0.01
かわいらしい	0.73	-0.10	0.30
安全な	0.73	0.06	0.10
親しみやすい	0.71	0.07	0.02
わかりやすい	0.68	0.27	-0.10
危険な	0.58	0.16	0.26
気さくな	0.10	-0.88	0.01
速い	0.00	0.85	0.07
強気な	-0.04	0.82	0.18
すばやい	0.02	0.79	0.16
臆気な	0.06	0.78	0.15
真面目な	0.25	0.75	-0.51
積極的な	0.11	0.69	0.19
充実した	0.34	0.55	-0.02
興味深い	0.48	0.52	-0.18
人間的な	0.15	-0.09	-0.75
はげしい	-0.21	0.32	0.88
機嫌な	-0.11	-0.06	-0.86
消極的な	-0.28	0.27	-0.88
明るい	0.18	0.34	0.54

(a) 因子負荷量



(b) クラスタリング結果

図 7 因子分析結果
Fig. 7 Result of factor analysis.

3 因子は、機械的な、はげしい、単純なといった形容詞から、感情が無いような印象を表す「無機質性」と名付けた。

また、得られた因子得点について 1～8 回の使用回数ごとに平均値を算出し、クラスタ分析を行った (図 7(b))。その結果、5 回目、7 回目、8 回目が近い距離に分類された。なお、統計処理には SPSS Statistics 24 を用いた。

さらに、協力者ごとの第 1 因子と第 2 因子の負荷量の推移を図 8 に示す。協力者 2, 3, 5 は散布図上で右上がりに推移した。また、協力者 1 は得点の推移は小さく、協力者 4 は左下がりの推移が見られた。

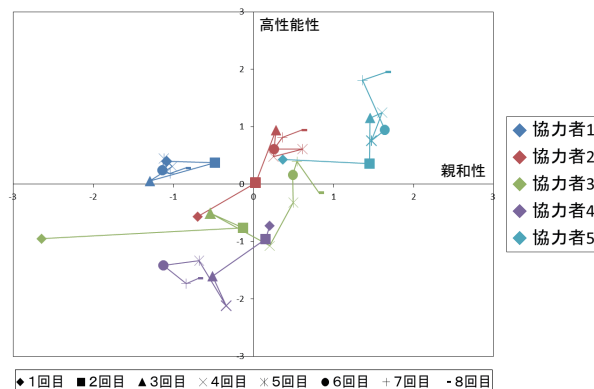


図 8 第 1 因子と第 2 因子の負荷量の推移
Fig. 8 Transition of the load of the first factor and the second factor.

3.4 考察

RAS の値の推移から、使用回数のみによって、コミュニケーションに対する不安は 2 回目以降大きく減少した。このことから、使用回数が不安の減少に大きく影響することが考えられる。

また、クラスタリングの結果から、ロボットを長期的に使用する間の印象変化は 1 回目と前半回と後半回の 3 段階に分けることができた。このことから、長期

の使用を経て印象変化を伴う物に対して、使用回数によって印象の段階があることが考えられる。

因子得点の推移は使用回数を重ねると右上がりとなる傾向があった。このことから、長期的にインタラクションを行うことで印象が良くなることが考えられる。

しかし、使用回数のみではロボットに対する不安の減少量が十分でなく、印象の向上も見られなかった協力者もいた。協力者 1, 4 は実験の中で、英語で話したり、歌ったりと、きろびーの能力を試すような録音を行っていた。協力者 1 は「1 回目の使用からロボットに話すことに抵抗はなく、回数を重ねても特に慣れは感じなかった」と述べていた。つまり、初めからロボットに対する不安が少なかったために RAS の推移が小さかったと考えられる。また、協力者 1 と 4 の違いをみると、協力者 4 はきろびーに対して初め高い期待を持ったため、録音内容を文章にし再生するという機能だけでは、物足りなさを感じたことが今回の結果につながったと考えられる。このような使用者群が存在することから、取り付けるハードウェアの形状は期待感を持たせすぎないようにすることが好ましいと考えられる。しかし、標本数が不足しているため、これらの傾向について更に調査を行う必要がある。

4. 関係性のデザインに向けて

本研究で行った調査では、タブレット端末のロボット化において、取り付けるハードウェアは自由度が高く、見た目では何をすることがわからない形状のロボットすら見られた。このことから、タブレット端末をロボット化する際、ある意味得体のしれないロボットに対して、人とロボットをどうインタラクションさせるかを考慮することが必要であると考えられる。また、ロボット全体の形状に囚われた開発だけではなく、タブレット端末に取り付けるハードウェアにどのような役割を持たせ、それをどのような形状にするか、それをどう伝えるかを考慮することが、人とロボットの関係性のデザインに重要である。

また、長期的インタラクション実験を行い、タブレット端末をロボット化したきろびーに対して、使用者が抱く不安、印象の変化を検証した。その結果、一見何をすることがわからないロボットに対して、使用回数を重ねることで不安は減少し、印象は良くなる可能性を示した。この結果は、タブレット端末をベースとするフリー型ロボットでも、長期的に関わることで飽きることなく、パートナーのような関係を築ける可能性を示している。ただし、元々ロボットに対して期待が高い人や抵抗が少ない人とロボットの関係性のデザインには検討の余地がある。

5. おわりに

本研究では、まず、タブレット端末のロボット化における形状に対する一般的な意見を調査した。その結果、タブレット端末に何らかのハードウェアを取り付けたロボットは多様であることが分かった。次に、タブレット端末をロボット化したロボットと長期的インタラクションを行った際の印象の変化を検証した結果、そのロボットに対する不安は 2 回目以降減少し、印象の向上がみられた。いずれも人とロボットの関係性デザインの重要性を示す結果である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 16H03225, 25560014 等の支援による。

参考文献

- [1] ソフトバンク ロボティクス株式会社: Pepper for Biz, 入手先 <http://www.softbank.jp/robot/biz/>, (引用 2017 年 7 月 21 日).
- [2] シャープ株式会社: ロボホン, 入手先 <http://robohon.com/>, (引用 2017 年 7 月 21 日).
- [3] 奥田悠資, 山本倫也, 福森聡, 青柳西藏: 音声とタッチパネルで操作可能なパートナーロボットとのインタラクション手法の検討, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.18, No.2, pp.63-66, (2016).
- [4] Cornerstone Interactive Solutions: My Romo, available from, 入手先 <http://www.cornerstone-europe.com/my-romo/>, (引用 2017 年 7 月 21 日).
- [5] 株式会社バンダイ: スマートペット, 入手先 <http://sp.asovision.com/>, (引用 2017 年 7 月 21 日).
- [6] 倉爪亮, 内田誠一, 谷口倫一郎, 長谷川勉: プロアクティブヒューマンインターフェースの研究-第 1 報 人間型アクティブインターフェースの開発-, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2004, 1A1-H-76, (2004).
- [7] ソフトバンク株式会社: フォンブレイバー 815T PB, 入手先 http://www.softbank.jp/mobile/support/product/815t_pb/, (引用 2017 年 7 月 21 日).
- [8] Ayumi Fukuchi, Koji Tsukada, and Itiro Siio: AwareCover: Interactive Cover of the Smartphone for Awareness Sharing, Proceedings of International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction, LNCS 8011, pp.620-625, (2013).
- [9] Watanabe T., Okubo M., Nakashige M., and Danbara R.: InterActor: Speech-Driven Embodied Interactive Actor, International Journal of Human-Computer Interaction, Vol.17, No.1, pp.43-60, (2004).
- [10] Nomura T., Kanda T., Suzuki T., Kato K.: Prediction of Human Behavior in Human-Robot Interaction Using Psychological Scales for Anxiety and Negative Attitudes Toward Robots, IEEE transactions on robotics, Vol.24, No.2, pp.442-451, (2008).
- [11] 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).