

# 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

Designing robot faces suited to specific tasks that these robots are good at:  
Rethinking the result of conjoint analysis

上出真裕<sup>1</sup> 小松孝徳<sup>1</sup>

Masahiro Kamide<sup>1</sup> and Takanori Komatsu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 明治大学  
<sup>1</sup> Meiji University

**Abstract:** ロボットのアピアランス(外見)はユーザとのインタラクションに及ぼす影響が大きい  
ため、この二者間に円滑なインタラクションを構築するには、ロボットの持つ機能に適したアピ  
アランスをロボットに実装することが重要となる。著者らはこれまで、ロボットの目、耳、口と  
いうロボットの顔に関するアピアランス要素の「大きさ」「位置」と、ロボットの従事する五種  
類のタスクとの関係を精査するコンジョイント分析を行い、それぞれのタスクを得意とするロボ  
ットの顔アピアランス要素の組み合わせを明らかにした。本研究では、先行研究で得られたロボ  
ットの顔アピアランス要素の組み合わせた顔画像を提示されたユーザが、そのロボットからどの  
ようなタスクが得意と判断するかを調査した。

## はじめに

ロボット技術の急速な発展により、私たちの日常生活空間に様々な人型ロボットが導入されつつある。それらの人型ロボットは様々な顔のアピアランス(外見)を有しているが、そのアピアランスはデザイナ  
の感覚と経験によって設計されることがほとんどであり、具体的なアピアランスの設計指針は存在していない。現状は、その顔・頭部に「カッコよさ」「可愛さ」「美しさ」といった審美性を重視したデザインが多く施されている。

その一方で、ロボットのアピアランスは、ユーザとロボットとの関係に多大な影響を及ぼしていることが、黒澤ら [1] が提案した「適応ギャップ仮説」によって実験的に明らかにされている。適応ギャップ仮説とは、人がロボットに対して期待する機能と、人がそのロボットから実際に感じた機能との差分から、そのインタラクション状態を判別できるという仮説である。例えば、人のようなアピアランスをしたロボットに対峙したユーザは、そのロボットに対して人と同じような機能を期待するだろう。しかしそのロボットと実際にインタラクションを行い、当初予想した「人と同じような機能」よりもその機能が劣っていると感じると、期待した機能の方が実際に感じた機能よりも大きくなる「負の適応ギャップ

状態」となってしまう。すると「期待外れだ…」と感じてこのロボットに失望を感じてしまい、その後のインタラクションを継続しなくなることが示されている。つまり、ロボットに対して審美性のみを追求し「分不相応」なアピアランスを与えてしまうと、ユーザは「見掛け倒しだ」とロボットに感じてしまい、このユーザとロボットとの間には円滑なインタラクションが構築不可能となる。そのため、ユーザとロボットとの間に円滑なインタラクションを構築したい場合、「正の適応ギャップ状態」となるような期待した機能を設定するというアピアランス設計が重要となる。

著者ら [2] はこれまで、ロボットの目、耳、口というロボットの顔に関するアピアランス要素の「大きさ」「位置」と、ロボットの従事する五種類のタスクとの関係を調査するコンジョイント分析を行い、それぞれのタスクを得意とするロボットの顔アピアランス要素の組み合わせを提案した。本稿における「顔アピアランス要素」とはロボットの持つ機能を具現化したパーツである目(=視覚)、耳(=聴覚)、口(=音声出力)を示すものとする。しかし、先行研究 [2] で提案されたアピアランスを持つロボットが、ユーザからどのようなタスクを得意と判断されるのかは未だ調査できていない。

そこで本研究では、先行研究で得られたロボット

の顔アピランス要素を組み合わせた顔画像をユーザに提示し、そのロボットからどのようなタスクが得意と判断するか調査した。

## 実験

実験では先行研究で得られた図1のようなロボットの顔アピランス要素を組み合わせた顔画像を使用した。具体的には「ユーザ補助」、「教育」、「エンタテインメント」、「医療」、「案内」の5種類を用いたが、「ユーザ補助」と「教育」は顔アピランス要素の組み合わせが全く同じため、今回はその二つを同様の画像としてまとめた4つの画像で実験を行った。ロボットが従事するタスクについては、表1のような説明を参加者に提示した。

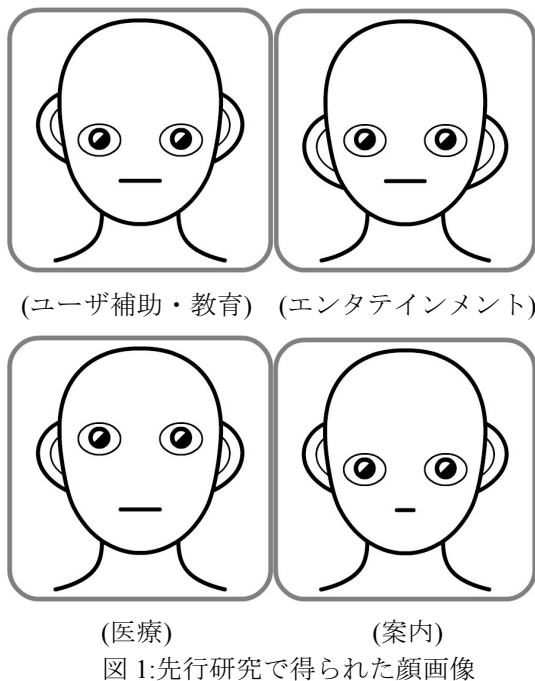


図1:先行研究で得られた顔画像

表1:参加者に提示したタスクの説明

タスク	説明
ユーザ補助	誰かにものを届けたり、人に通知を出して知らせることで、人間の手助けをしてくれるタスク
教育	個別指導のシステムを構築したり、家庭教師の役割を担うことで、教育をサポートしてくれるタスク
エンタテインメント	クイズを出したり、楽器を演奏したりして、人を楽しませてもらえるタスク
医療	健康管理の情報を集めたり、治療に役立つゲームをしたり、ユーザの健康な生活を支援してくれるタスク
案内	目的地までのナビをしたり、展示会や美術館などでガイドをしたり、ユーザを誘導するようなタスク

アンケートでは4種類のロボットの顔画像からランダムに選択された2つの画像を実験参加者に提示し、画像とともに提示されたタスクをどちらの画像のロボットが得意だと思ったかを回答する一対比較

形式を採用した。また、参加者には4種類の顔画像の一対比較6通り×タスク5種類の全30問の質問に回答してもらった。提示する顔画像の順番と表示されるタスクの順番は常にランダムになるように設定した。アンケートはWeb上で回答できるようにし、実験参加者にURLからアンケートサイトへ移動して個人のパソコンやスマートフォンから回答してもらった<sup>1</sup>。

## 結果

実験には19~24歳の学生男女58人が参加した。アンケートで得られた結果はサーストンの一対比較法によって分析され、比較した2つの顔画像の間に有意差があるかをカイ二乗検定によって確認した[3]。

### ユーザ補助

まず、どの顔画像が「ユーザ補助」のタスクを得意だと判断されていたかを調査したところ、「エンタテインメント」の顔画像が最も高い評価を得ていたことが明らかになった。カイ二乗検定の結果、「エンタテインメント」と「ユーザ補助・教育」、「エンタテインメント」と「案内」の顔画像の間に5%水準で有意差が確認された。「ユーザ補助・教育」の顔画像は4つのうち2番目に得意と判断されていたことが明らかになった。

表2:「ユーザ補助」に関する一対比較  
(表中の黄色の塗りつぶしは有意水準5%、赤は有意水準1%を示す)

	ユーザ補助(U) ・教育(Ed)	エンタテイン メント(En)	医療(M)	案内(G)
ユーザ補助(U) ・教育(Ed)	0	20	32	35
エンタテイン メント(En)	38	0	31	38
医療(M)	26	27	0	31
案内(G)	23	20	27	0

<sup>1</sup>人型ロボットとタスクに関するアンケート ver.4.6  
(<https://creativesurvey.com/ng/answers/cee02f29ac8aae2476d07885e7f6d1/>)

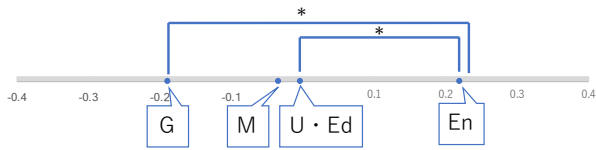


図 2: 「ユーザ補助」に関するヤードスティック

## 教育

どの顔画像が「教育」のタスクを得意だと判断されていたかを調査したところ、「医療」の顔画像が最も高い評価を得ていたことが明らかになった。カイ二乗検定の結果、「医療」と「ユーザ補助・教育」、「医療」と「案内」、「エンタテインメント」と「案内」の顔画像の間に5%水準で、「ユーザ補助・教育」と「案内」の顔画像の間に1%水準で有意差が確認された。「教育」の顔画像は4つのうち2番目に得意と判断されていたことが明らかになった。

表 3: 「教育」に関する一対比較

	ユーザ補助(U)・教育(Ed)	エンタテインメント(En)	医療(M)	案内(G)
ユーザ補助(U)・教育(Ed)	0	32	20	40
エンタテインメント(En)	26	0	23	37
医療(M)	38	35	0	37
案内(G)	18	21	21	0

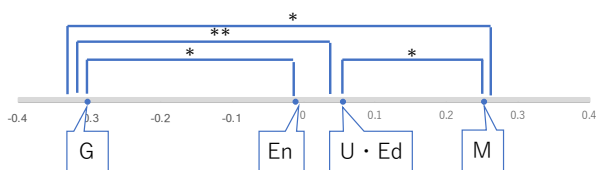


図 3: 「教育」に関するヤードスティック

## エンタテインメント

どの顔画像が「エンタテインメント」のタスクを得意だと判断されていたかを調査したところ、「ユーザ補助・教育」の顔画像が最も高い評価を得ていたことが明らかになった。カイ二乗検定の結果、「ユーザ補助・教育」と「案内」、「エンタテインメント」と「案内」の顔画像の間に1%水準で有意差が確認された。「エンタテインメント」の顔画像は4つのうち2番目に得意と判断されていたことが明らかになっ

た。

表 4: 「エンタテインメント」に関する一対比較

	ユーザ補助(U)・教育(Ed)	エンタテインメント(En)	医療(M)	案内(G)
ユーザ補助(U)・教育(Ed)	0	35	33	40
エンタテインメント(En)	23	0	34	41
医療(M)	25	24	0	23
案内(G)	18	17	35	0



図 4: 「エンタテインメント」に関するヤードスティック

## 医療

どの顔画像が「医療」のタスクを得意だと判断されていたかを調査したところ、「医療」の顔画像が最も高い評価を得ていたことが明らかになった。カイ二乗検定の結果、「医療」と「案内」の顔画像の間に5%水準で有意差が確認された。

表 5: 「医療」に関する一対比較

	ユーザ補助(U)・教育(Ed)	エンタテインメント(En)	医療(M)	案内(G)
ユーザ補助(U)・教育(Ed)	0	34	28	32
エンタテインメント(En)	24	0	27	32
医療(M)	30	31	0	37
案内(G)	26	26	21	0

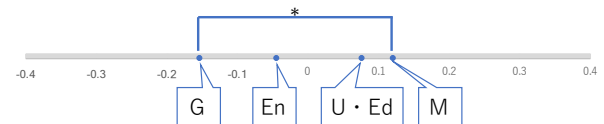


図 5: 「医療」に関するヤードスティック

## 案内

どの顔画像が「案内」のタスクを得意だと判断されていたかを調査したところ、「エンタテインメント」の顔画像が最も高い評価を得ていたことが明らかになった。カイ二乗検定の結果、「エンタテインメント」と「ユーザ補助・教育」の顔画像の間に 5% 水準で有意差が確認された。「案内」の顔画像は 4 つのうち最も得意ではないと判断されていたことが明らかになった。

表 6: 「案内」に関する一対比較

	ユーザ補助(U) ・教育(Ed)	エンタテイン メント(En)	医療(M)	案内(G)	
ユーザ補助(U) ・教育(Ed)		0	20	29	36
エンタテイン メント(En)	38		0	29	35
医療(M)	29	29		0	31
案内(G)	22	23	27		0

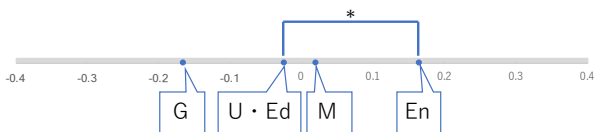


図 6: 「案内」に関するヤードスティック

## 考察

タスク毎に最も得意そうと思われていた顔画像を表 7 に示す。この結果から、「医療」の顔画像はユーザに「医療」のタスクを得意と判断させることができていたことが確認された。このような結果となった理由としては、「医療」のタスクに従事するロボットへの印象にロボットの「目の位置」が関係していると考えられる。なぜなら「医療」の顔画像は他の 3 つの顔画像に比べて、1 つだけ「目の位置」が高く設定されているからである。

「ユーザ補助」のタスクでは「エンタテインメント」の顔画像が最も評価が高く、「ユーザ補助」の顔画像はその次に評価が高い結果となった。「エンタテインメント」のタスクは「ユーザ補助・教育」の顔画像が最も評価が高く「エンタテインメント」の顔画像はその次に評価が高い結果となった。「ユーザ補助」と「エンタテインメント」の顔画像の違いは「耳の位置」だけである。よって「耳の位置」の違いだけでこの 2 つのタスクが弁別されているのか追調査

が必要であると考えられる。

「案内」のタスクに関しては一対比較の結果 4 つの顔画像の中で最も得意ではないと判断される結果となった。「案内」の顔画像は他と比べて一つだけ「口の大きさ」が小さい組み合わせとなっており、「口の大きさ」が小さいと「案内」のみならず、全てのタスクへの評価が下がると考えられた。

表 7: タスク毎に最も得意そうと判断された顔画像

タスク	顔画像
ユーザ補助(U)	エンタテインメント(En)
教育(Ed)	医療(M)
エンタテインメント(En)	ユーザ補助(U)・教育(Ed)
医療(M)	医療(M)
案内(G)	エンタテインメント(En)

今後は上記の結果をもとに、高い評価を得ることができなかった「医療」以外の 4 つのタスクについてユーザから期待されるアピアランスを再考する必要があると考えている。「ユーザ補助・教育」と「エンタテインメント」の顔画像の違いは「耳の位置」だけなので、耳の位置だけが影響しているのか、他のパーツとの相対的な位置が影響しているのかに注目して実験を行なっていくことを考えている。「案内」のタスクではユーザから最も得意ではないと判断される結果となった。「口の大きさ」が印象に大きく関係していることが考えられるので、「口の大きさ」を大きい組み合わせにして顔画像を作成し、再度実験を行なっていく予定である。

「医療」のタスクについては、今回得られた結果が本当に「目の位置」が高かったことによるのか、他の要因は影響していないかを実験によって確かめていく。今後はロボットの顔アピアランス要素の相対的な位置なども考慮して実験を計画していくことを考えている。

## まとめ

本研究では、著者らが先行研究で求めた 5 種類のタスクをそれぞれ得意とするロボットの顔アピアランス要素の組み合わせが妥当かを確認するため、求めた顔画像に対するユーザからの期待を一対比較とカイ二乗検定を用いて調査した。「医療」のタスクについては求めた顔画像でユーザに得意と判断させることができたが、他の 4 つのタスクについてはそのような結果は得られなかった。

今後は、ユーザに得意と判断されなかった「ユー

ザ補助」、「教育」、「エンタテインメント」、「案内」の顔画像の顔アピランス要素の特徴を明らかにするための調査を行っていく予定である。具体的には、ロボットの顔アピランス要素であるそれぞれのパーツの「大きさ」と「位置」の変化を大きくする、「鼻」など今はないパーツを取り入れる、ロボットに表情をつけるなどの方法を検討している。

## 参考文献

- [1] 黒澤里恵, 小松孝徳, 山田誠二: ユーザとエージェント間の適応ギャップの展開, 情報処理学会研究報告 (2011)
- [2] Komatsu, T., and Kamide, M. (2017). Designing robot faces suited to specific tasks that these robots are good at, In Proceedings of the 2017 IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN2017), pp. 1- 5.
- [3] 長尾徹, 立石彩花, 赤澤智津子, 大嶋辰夫, 田邊里奈, 八馬智: 液体石鹼のパッケージデザイン過程における留意点に関する研究 -グラデーション表現に対する視覚的弁別能力の検証-, 千葉工業大学研究報告 No.62 (2015)