

居住空間におけるロボットのカバーデザインの素材と表情に対する個体距離の研究

○中島 早織*¹
渡邊 朗子*²
遠田 敦*³

キーワード：ロボット カバー デザイン 表情 素材 個体距離

1. はじめに

我が国ではロボット研究が日々進んでおり、世界で導入されているロボットの半分近くは日本製である程シェアを維持している。シェアのほとんどが産業用ロボットであるが、最近では掃除ロボットやコミュニケーションロボットなど私たちの居住空間で活躍するロボットが導入されてきている。このようなロボットが生活空間に組み込まれるようになった理由として、私たち日本人が普段よく使う物や昔から愛用している物などに次第に愛着をもつ傾向があるからではないかと考えられる。現在多くの住宅で使用されている掃除ロボットも少しぎこちない動きや、掃除とは関係ない挨拶などの言葉を発言することで愛着を持てるよう工夫されている。愛着を持つことは、ロボットと住人が共生するうえで必要とされる親近感を増幅させることができる。

そこで今回の研究では、どのようなロボットのデザインが人に親近感をもたせるか、について調査を行い、ロボットと共生する生活空間の計画技術に向けた基礎的研究の一環として行う⁽¹⁻⁸⁾。既往研究⁽¹⁾ではロボットの形状について人とロボットの個体距離を調査するためカバーデザインを用いて実験を行った。しかし形状の違いを測定する目的で無機質な素材のカバーを使用したため、ロボットとして認識がされにくくどの形状においても親近感を持ちにくい傾向があった。

2. 研究目的

本論ではロボットにかぶせるカバーデザインにおいて調査を進め、表情と素材について着目し実験を行った(図1)。

3. 実験方法

実験は、2013年2月19日～7月11日にかけて行った。被験者は21歳～24歳の男子大学生30人とした(図2)。姿勢は椅子座位で行い、ロボットは小型移動ロボットを使用した。ロボットの設定条件は「移動速度：0.24[m/s]」「接近角度：5方向(0,45,90,135,180[度])」「機能：コミュニケーションロボット」とした。また、空間の設定は6m×7mほどの会議室を間仕切りにより約12畳の仮想のリビングダイニングを作り実験を行った(図3)。図1のようにロボットのカバーは素材を

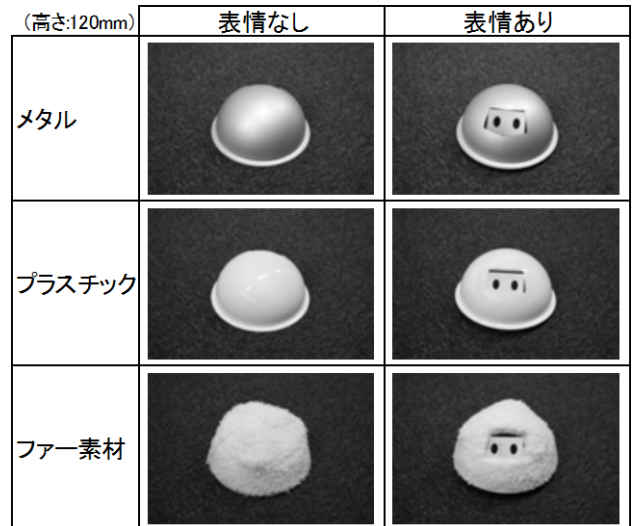


図1 実験使用カバーデザイン一覧

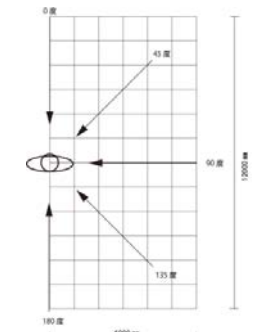
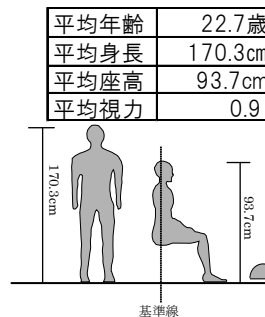


図2 被験者平均データ

図3 実験場所設定

表1 個体距離の平均表の比較 (cm)

角度	表情なし		表情あり	
	平均値(cm)	標準偏差	平均値(cm)	標準偏差
0°	123.73	41.23	110.61	32.53
45°	123.35	36.01	107.84	31.11
90°	110.90	36.61	96.86	28.38
135°	116.82	37.11	106.95	35.89
180°	107.17	32.85	92.06	35.86
0°	126.53	41.56	100.99	28.82
45°	122.44	37.47	98.37	31.57
90°	108.25	36.29	86.54	26.94
135°	118.23	38.25	99.53	27.82
180°	104.65	34.67	90.79	33.09
0°	122.99	40.24	98.96	27.69
45°	115.70	33.38	98.18	27.99
90°	108.01	33.26	84.13	27.31
135°	114.39	34.62	98.90	31.61
180°	104.16	31.53	91.57	24.61

「メタル」「プラスチック」「ファー素材」の3水準、また各素材について「表情あり」「表情なし」の2水準、計6パターンのカバーデザインを設定し、それぞれ角度5水準の計測を行うため被験者は1人あたり計30パターンの条件をランダムに設定して計測を行った。

4. 評価方法

実験では、「これ以上近づかれない距離」と思う地点で無線リモコンのスイッチを押してもらい小型移動ロボットを停止させた。停止後、図2に示す基準線から停止地点までの距離を測定した。なお、実験にあたり被験者には、「身体の向きは変えず、回避しない。視線に対しては、小型移動ロボット本体に向けるようにする。ロボットの機能はコミュニケーションロボットで、ここをリビング空間とする。」と教示した。

5. 実験結果

実験より得られたデータから、各カバーデザイン6パターンの平均値における各素材についてのグラフを作成し、ロボットのデザインの違いによる人と小型移動ロボットとの距離を検討する(表1)。

5.1 接近方向について

図4-6におけるグラフを見てみるとどのグラフも斜め方向からの距離を大きくとる傾向がある。また後ろ方向よりも前方向のほうが距離をとり、グラフの形状が右下がりのM字型をしている。これは従来行われた成年男子とロボットの実験^{1,4,8)}において共通して見られる傾向である。

5.2 表情について

各グラフをみると、表情の有無により個体距離に差が出ることがわかる。ロボットのカバーデザインに表情がある方の個体距離が小さくなり、被験者との距離が近くなっている。また、表情の有無どちらにも、グラフの形状に右下がりのM字型の傾向があり単純に個体距離を近くとることがわかる。

5.3 素材について

素材についての傾向をみるため、各素材の表情なしについて各角度の個体距離の平均のグラフを図7に表した。

グラフを見てみるとファー素材の45度以外は各素材において違いはあまり見られず、近い距離をとっている。とくにプラスチック素材とメタル素材はどの角度からの個体距離でも近似の値であった。これより、若干の違いは見られるが素材による影響はそこまで見られないことが分かった。

6. 各カバーデザインにおける回帰分析

また、被験者の個体距離を目的変数とし、諸条件を説明変数とした数量化I類を行い、得られた標準偏回帰係数(カテゴリースコア)から各要因(アイテム)と水準(カテゴリー)の影響度について考察を行う(表3)。分析の結果、重相関係数R2が0.947であり高い相関が出た。レンジを図9に示す。

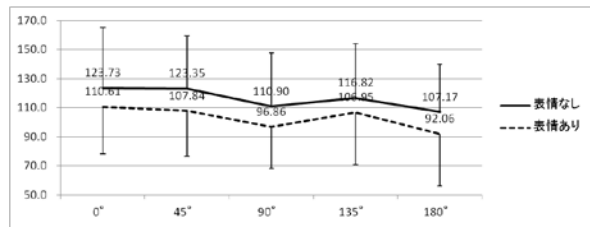


図4 素材:メタルにおける各角度の平均グラフ

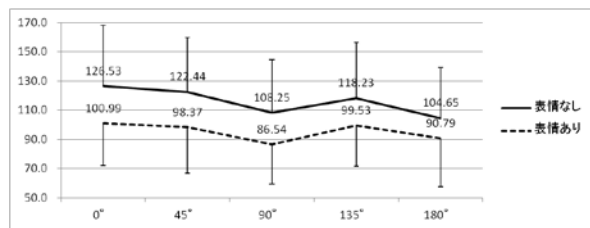


図5 素材:プラスチックにおける各角度の平均グラフ

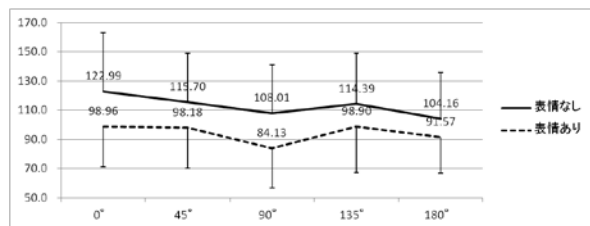


図6 素材:ファーにおける各角度の平均グラフ

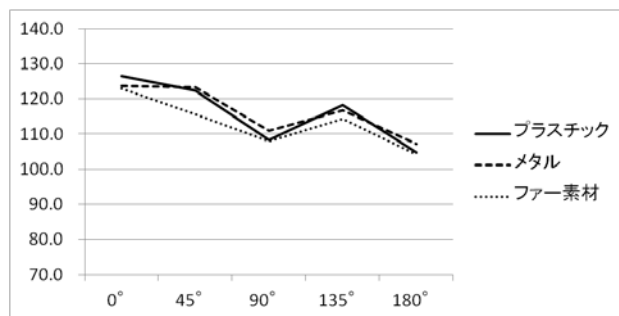


図7 「表情なし」のときにおける各素材の個体距離の比較(cm)

表2 カテゴリースコア

要因	角度					素材			表情	
	0°	45°	90°	135°	180°	プラスチック	メタル	ふわふわ	あり	なし
水準	0.54	0.44	0.02	0.37	0.00	0.08	0.24	0.00	0.00	0.77

6.1 各要因(アイテム)について

図 8 より、要因ごとのレンジについてみると、図 4-6 でも明らかのように「角度」が 0.54 と「表情」が 0.77 角度と表情の要因が個体距離に対する影響が大きいことが分かった。また、素材についても影響度はあったが素材や角度ほど大きくはなかった。

6.2 水準(カテゴリー)について

図 9 より、水準ごとのカテゴリースコアについてグラフ化した。ここでは数値が大きいものほど影響度があり、したがって個体距離を大きくさせるということが言える。角度についてみてみると、斜め方向からと前方からの接近のときに明らかに個体距離に影響を与えることがわかる。素材についてはどの水準もそこまで影響は与えないが、メタル素材のとき若干影響がある。そして表情については「表情がある」ときに角度、素材と比較しても最も影響があることがグラフよりわかる。

これより、今回の実験ではカバーデザインについて表情の有無が個体距離に最も影響を与えることがわかった。

7. アンケート結果

実験後に行った 6 パターンの各カバーデザインについて 22 項目の SD 法による印象評価について主因子法による因子分析を行った。今回は個体距離が最も近かったカバーデザイン[素材:ファー素材,表情あり]についての分析結果の考察を行う。

分析結果より 3 因子構造が妥当であると仮定し、主因子法・Kaiser の正規化を伴うプロマックス法も用いて再度因子分析を行った。最終的な因子パターンと共通性、因子相関行列を表 4、表 5 に表した。

分析結果より各因子を以下のように定義した。

第 1 因子では 12 項目で構成されており、好き嫌い、陽気さ、明るさなどの親近感のある性格を評価する項目が高い負荷量を示していたため「友好性」と命名した。表情ありのとき、これらの項目は高い評価を示していた。

第 2 因子では 7 項目で構成し、信頼性や動物的な要素を感じさせるような項目が高い負荷量を示していた。そこで「動物性」と命名する。ファー素材に表情をつけることで動物のような評価を得ることが分かった。

第 3 因子では 7 項目で構成し、軽さ安定性などの機械的な要素評価している項目が高い負荷量を示していたため、「機能性」と命名した。ロボットの発する音や動きにより影響度が大きくなったと考えられる。

ロボットカバーの素材がファー素材であり表情があることで、被験者に「友好的」や「動物的」などのペットのような印象をもたせたのではないかと考察する。また、実験前に機能はコミュニケーションロボットとすると教示したため、「友好的」の因子負荷量が高くなったと考えられる。

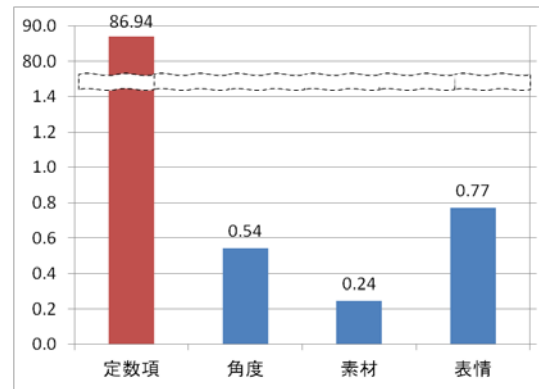


図 8 要因のレンジ

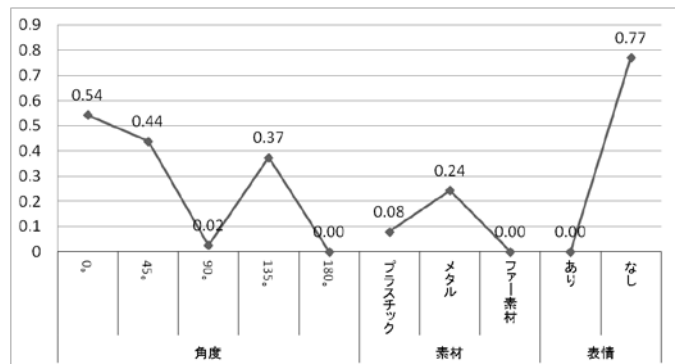


図 9 水準のカテゴリースコア

表 3 因子負荷量[ファー素材・表情あり]

評価項目	因子			共通性
	友好性	動物性	機能性	
好きな -- 嫌いな	1.001	-0.231	-0.126	0.555
暖かい -- 冷たい	0.868	-0.075	-0.057	0.556
汚い -- きれいな	0.841	0.073	-0.073	0.635
元気な -- 疲れた	0.833	-0.058	-0.167	0.746
陽気な -- 陰気な	0.805	0.044	-0.267	0.388
敵対感 -- 信頼感	0.713	0.073	0.125	0.757
明るい -- 暗い	0.615	0.051	0.192	0.455
外交的な -- 内向的な	0.573	0.202	0.057	0.719
大きい -- 小さい	0.546	0.067	0.424	0.646
じょうぶな -- もろい	0.529	-0.064	0.322	0.551
強い -- 弱い	0.473	-0.031	0.326	0.675
鈍い -- すばやい	0.472	0.401	-0.326	0.501
高い -- 低い	-0.261	0.848	0.104	0.412
派手な -- 地味な	0.124	0.686	0.22	0.42
人間的 -- 機械的	0.074	-0.684	0.537	0.608
やわらかい -- 硬い	0.17	0.553	0.162	0.66
頼もしい -- 頼りない	0.267	0.528	0.116	0.617
重い -- 軽い	-0.196	-0.459	0.432	0.576
かわいらしい -- 不気味	0.204	0.371	0.195	0.557
安定した -- 不安定な	-0.151	0.098	0.831	0.589
落ち着いた -- 落ち着きのない	0.219	0.163	0.563	0.143
静か -- うるさい	-0.095	-0.008	0.403	0.568

表 4 因子相関行列

因子	友好性	動物性	機能性
友好性	1	0.718	0.37
動物性	0.718	1	0.227
機能性	0.37	0.227	1

8. 実験考察

今回の調査においてロボットのカバーデザインによりロボットと人の個体距離に印象が大きく影響することがわかった。特に「素材」よりも「表情の有無」について、グラフや回帰分析からも明らかになった。また表情の有無により人がロボットに抱く印象がかなり変わることがアンケート結果からわかった。

「表情の有無」によりロボットに対する感じ方がどのように変化し、個体距離が近づいたのかアンケート結果を踏まえてみる。表情があるとき「かわいらしさ」や「人間らしさ」、「弱々しさ」の評価が高く表情がないときの評価と大きく差が出ていた。また、第7章の因子分析において「友好性」と「動物性」が高い評価を得ていることが分かり、これよりロボットのカバーに表情があるとき、人はロボットをただの機械としてではなくペットや小さな子供を扱うように愛着を持ちやすくなるのではないかと考えられる。実際に被験者が実験中に初めて表情ありのロボットを見たときに「かわいい」という発言が多くあった。

さらに、表情の有無により愛着を持たせることで個体距離に大きく影響があった要因の一つとして被験者が日本人であったからではないかと考えられる。日本人はアニメや漫画などでロボットのイメージが既にできており、属性調査からもほとんどの被験者がロボットのイメージにキャラクターをあげていた。以前行った実験⁸⁾では基盤型や表情無しのカバーをしたロボットのイメージが、ロボットではなくラジコンみたいであったという意見が大半であった。カバーデザインに表情を入れるだけで機械からロボット、またはペットのような存在として感じやすくなるのではないだろうか。

また、中川志信の「ROBOTICS DESIGN」¹⁰⁾において、日本人は道具をただのもの以上の存在として大事に扱うという文化があり、長く使用したものなどには愛情や愛着を持って扱うようになると考えられている。今回のロボット調査においても前回に比べてロボットに愛着を持ちやすくするきっかけとして表情の存在が挙げられるのではないかと考察する。

9. まとめ

今回の調査により以上のことがわかった。

- 1) ロボットのカバーデザインについて表情の有無が最も影響を与え、表情があるとき人とロボットの個体距離が近くなる
- 2) 接近角度ごとの傾向は、素材、表情に関係なくほぼ同じ傾向がみられた
- 3) 素材による影響はほぼ見られなかった
- 4) 表情のあるファー素材のカバーデザインのとき、「友好的」「動物的」の印象が高く評価された

10. 今後の展望

今回の調査において、ロボットに表情をもたせることで

人とロボットの個体距離に大きく影響を与えることがわかった。実験後に行ったSD法の印象評価の分析が一部のみとなってしまったため、今後は全体の分析を進めることでカバーデザインによる印象の違いについてさらに分析を進める予定である。

本調査ではコミュニケーションロボットと設定したため愛着などに着目したが、作業ロボットや介護ロボットなど他の機能を想定した実験や、デザインのファクターとして色や大きさにおける影響度などを課題に調査を進めていきたいと考えている。

[参考文献]

- 1) 中島早織, 渡邊朗子, 遠田敦: 居住空間におけるロボットのカバーデザインについての素材と表情に対する個体距離の研究, 日本建築学会大会梗概集, No. 5296, pp. 615-616, 2013. 8
- 2) 青木美優, 渡邊朗子: 成年男子における立位と椅子座位の小型移動ロボットに対する個体距離に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 664, pp. 1093-1100, 2011. 6
- 3) 青木美優, 渡邊朗子: 成年女子における立位と椅子座位の小型移動ロボットに対する個体距離に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 674, pp. 767-774, 2012. 4
- 4) 酒井雅子, 渡邊朗子: 高齢者における移動ロボットに対する個体距離に関する研究, 日本建築学会大会梗概集, No. 5311, pp. 663-664, 2012. 9
- 5) 中島早織, 渡邊朗子: 成年男子における小型移動ロボットに対する個体距離に関する研究-ケーススタディ: 姿勢(しゃがみ・床座位・仰臥位)およびロボットのデザインを対象として-, 日本建築学会大会梗概集, No. 5312, pp. 665-666, 2012. 9
- 6) 太田俊, 渡邊朗子: 外国人成年男子における立位と椅子座位の小型移動ロボットに対する個体距離に関する研究 -アンケート調査を含めた考察-, 第35回情報・システム・利用・技術シンポジウム, H35, pp. 251-254, 2012. 12
- 7) 矢坂亜美, 渡邊朗子, 遠田敦: 小型移動ロボットに対する幼児の個体距離に関する研究, 日本建築学会大会梗概集, No. 5297, pp. 617-618, 2013. 8
- 8) 横山広大, 渡邊朗子: 生活空間における椅子型ロボットに対する「気になる感」に関する研究, 日本建築学会大会梗概集, No. 5294, pp. 611-612, 2013. 8
- 9) 酒井雅子, 渡邊朗子, 遠田敦: ロボットに対する馴化を考慮した人とロボットの個体距離に関する研究, 日本建築学会大会梗概集, No. 5295, pp. 613-614, 2013. 8
- 10) 中川志信, ROBOTICS DESIGN, 2012. 6. 2

* 本研究は、平成 23-25 年度科学研究費助成事業基盤研究 (C)「ロボットと共生する生活空間デザインの研究」の一環として行っているものです。

*1 東京電機大学 大学院未来科学研究科 建築学専攻

*2 東京電機大学 未来科学部建築学科 准教授、博士(学術)

*3 東京理科大学 理工学部建築学科 助教、博士(建築学)