

# ロボットと共生する最小スペースに関する研究 -リビングを対象として-

○酒井 雅子\*1  
渡邊 朗子\*2

キーワード：掃除ロボット 最小スペース リビング

## 1. はじめに

近年、ロボット技術が進み掃除ロボットやコミュニケーションロボットが我々の生活空間や公的空間などへ導入されている。製造分野で普及しているロボット産業は今後サービス分野で普及すると予想されている<sup>注1)</sup>。それに伴い、ロボットの生活空間への導入も進むと考えられる。

これまで筆者らは「ロボットと共生する生活空間の計画技術に関する研究」<sup>1)10)</sup>において、ロボットに対する「これ以上近づかれない距離(接近限界距離)」について、空間・人・ロボットの各要素に着目し、調査を行ってきた。特に空間では、大空間(体育館)から生活空間へと、空間の大きさに着目し、調査を行った。

一方、「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」<sup>9)</sup>では時間に着目しロボットの使用時間による馴化が接近限界距離に影響するか調査を行った。この研究より、馴化により接近限界距離は特定の値に収束するということが分かった。収束した一定の値がロボットと共生する生活空間の寸法の参考値になるのではないかと考えられる。

## 2. 研究目的

そこで本研究では、ロボットの稼働するリビングでロボットを気にせず人がくつろぐ事の出来る最小寸法について調査した。

本研究では、ロボットと共生する生活空間の計画技術に関して、現在市販されている掃除ロボットを用い、ロボットと共生できるリビングの最小寸法を明らかにすることを目的としている。

## 3. 実験内容

### 3.1. 実験概要

実験場所：T大学講義室(図1)

実験日時：2013年10月4日~2013年10月10日  
5日間

実験時間：一人当たり60分

被験者：女子大学生9名(平均年齢24歳)

ロボット：市販されている家庭用掃除ロボット  
(「COCOROBO(RX-V100)」「SHARP」)(図2)

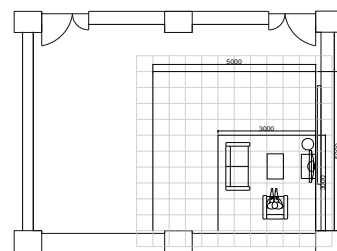
### 3.2. 実験方法

本実験は、仮想リビング空間を作り、ロボットと共生する空間として印象評価を行う。リビングにはソファ(一人

掛け、二人掛け)・ローテーブル H=320mm・TVを配置する。配置家具は先の研究<sup>10)</sup>において被験者が書いたロボット配置場所図より抽出した。天井高は2580[mm]、部屋サイズはメーターモジュールで4.5畳から12.5畳を500[mm]間隔でランダムに変化させる(図3)。部屋サイズを変化させる際、配置家具は移動させない。行為は「映像を見る」「会話をする」の2パターンとし、被験者はサイズ変化を認識しやすいよう「映像を見る」では一人掛けソファに座り、「会話をする」では一人掛け、二人掛けにそれぞれ座る。視聴する映像は自由度を高めるため、被験者が好きなものを選択し、話し相手は親しい間柄とする。

掃除ロボットは壁際モードで稼働させ、空間内を設置位置より反時計回りで稼働する。ロボットの操作は実験者が行う。また、先の研究<sup>10)</sup>における、ロボットの音に関するアンケートにおいて「うるさい」の回答が100%だったため、本実験では部屋の大きさに着目しているため、今回は評価対象に含めなかった。

被験者には次のような教示を与えた。「これより5つのリビング空間を評価していただきます。空間内では『映像を見る』・『会話をする』の2つの行為をしていただきます。映像はPCを使用して好きなものを見てください。滞在中掃除ロボットが稼働しますが、稼働音は評価の対象としないでください。」



○：COCOROBO

図1 実験場所



図2 実験使用ロボット COCOROBO(RX-V100)

### 3.3.評価方法

被験者は各空間に約2分間滞在し、そのあと印象評価を行う。評価項目は「空間の大きさ」「くつろげたか」「行為に対する集中感」「ロボットの気になる感」「ロボットと共生できるか」の5項目である。評価は中間的意見を置かない6段階とした。また、印象評価の他にアンケート調査を行った。

## 4. 実験結果と考察

### 4.1.アンケート調査

被験者には、属性調査と共に「住宅での長期滞在場所」と「リビングでの行為」について調査を行った。

#### (1)長期滞在場所

「住居で滞在時間が長い部屋はどこですか？」では、リビング45%、自室44%、和室11%であり、リビングと自室がほぼ同割合であった(図5)。各居室で行っている行為について、リビングでは「TVをみる」と「人と話す」、自室では「PC」と「趣味」が多くあがった。

#### (2)リビングでの行為

本実験はリビング空間を想定しているため、普段リビングでどのような行為を行っているか5項目の順位付けを行った。その結果を図6に示す。「TVを見る」「人と話す」が上位となり、「勉強」が最下位である。勉強が低い理由として、大学生では宿題が少なく、PCでの作業が多くなることが影響しているのではないかと考えられる。その他は「食事」「ごろごろする」があげられた。これより、本実験で取り上げた2つの行為が自宅のリビング空間でよく行う行為と同じであるといえる。

### 4.2.印象評価

各質問項目に対する評価平均データを表3、図7に示す。図7より、部屋のサイズが同じでも行為によって評価に差があることが読み取れる。

#### 1)行為①：映像をみる

空間の広さについて、3000は「狭い」だが、3500から5000は「広い」の評価であった。3000は「くつろげる」「集中できる」において高い評価を得、「ロボットの気になる感」についても最も高い評価となり、「ロボットと共生できる」では最も低い評価となっている。4500・5000は「くつろげる」で低い評価を得、「ロボットの気になる感」でも低い評価となっている。これより、部屋のサイズが小さいとくつろぎながら行為に集中できるが、ロボットとの距離が近くなるため、「ロボットの気になる感」が高くなったと考えられる。3500・4000は全体的に中間評価となっているが、3500は「ロボットと共生できる」で高い評価である。「ロボットと共生できる」と各サイズの評価平均値より、「部屋が広い」と「ロボットと共生できるか」の関係性は低いことがわかる。

評価平均値において「くつろぎ感」が高く「ロボットの気になる感」が低い部屋サイズを最小寸法とする。

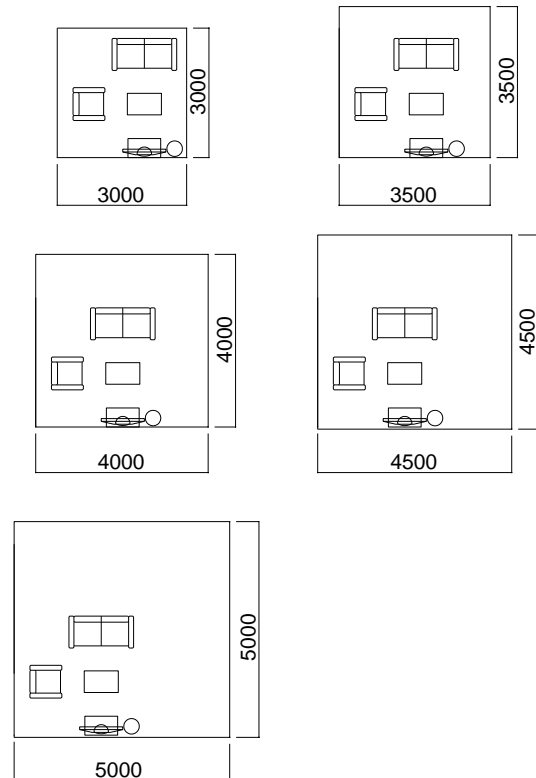


図3 実験の部屋パターン



図4 実験の家具配置

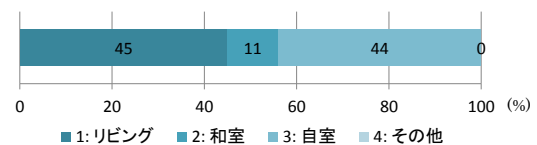
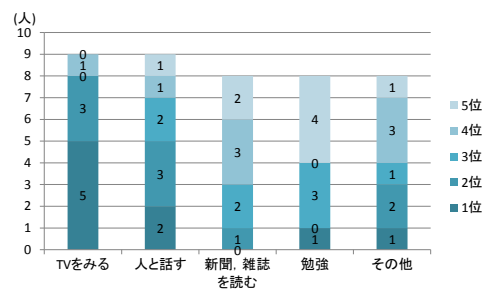


図5 長期滞在場所 (n=9)



順位	1位	2位	3位	4位	5位
行為	TVをみる	人と話す	新聞、雑誌を読む	その他	勉強

図6 リビングでの行為 (n=9)

よって、「映像をみる」での最小寸法は 3500 だと考えられる。

2) 行為②：会話をする

空間の広さは映像同様 3000 で「狭い」、4000 から 5000 はほぼ同じ評価であった。本行為では空間に 2 人滞在するため、映像に比べ評価平均値は低くなる傾向が見られた。3500・4000・5000 では「くつろげる」かつ「集中できる」で高い評価を得、「ロボットの気になる感」で低い評価を得た。これより、くつろぎながら行為に集中したことで、ロボットの動きが気にならなくなると考えられる。更に、4000・5000 は「ロボットと共生できる」でも高い評価を得ている。3000 は「くつろげる」・「集中できる」において高い評価を得ているが、他 4 サイズに比べ「ロボットの気になる感」が高い。これは掃除ロボットが 2 人掛けソファの背面を通過できず、被験者の足元を通過したため、ロボットとの距離が近くなる。そのため、ロボットの走行路が評価に影響したと推察される。

「映像を見る」と同様に、評価平均値において「くつろぎ感」が高く「ロボットの気になる感」が低い部屋サイズを最小寸法とする。よって、「会話をする」での最小寸法は 4000 だと考えられる。

4.3. 実験後調査

全 10 パターン実験後、本実験での最小寸法の判断基準である、「くつろげる」と「ロボットの気になる感」について、行為に関係なく順位づけを行った。その結果を図 8 に示す。

1) 「くつろげる」

4000 が最上位で、5000 が最下位であった。前者は家具の配置が部屋の中心になることで人一家具一壁の距離が均等に感じたのではないかと考えられる。一方、広い空間が下位であり、空間が広いことで落ち着きを得られないことが影響しているのではないかと考えられる。また、「会話する」での評価平均値より、空間に 2 人滞在しても狭く感じないことも上位になった要因であると考えられる。

表 2 質問項目・評価尺度

質問項目	評価尺度
① 部屋は広がったですか？	1. そう思わない
② 空間でくつろげましたか？	2. ややそう思わない
③ 行為に集中できましたか？	3. どちらかといえばそう思わない
④ 掃除ロボットは気になりましたか？	4. どちらかといえばそう
⑤ この空間で掃除ロボットと共生できると思いますか？	5. ややそう思う
	6. そう思う

表 3 評価平均値と標準偏差

			3000	3500	4000	4500	5000				3000	3500	4000	4500	5000
			映像を見る	広い	平均値	2.00	4.67				4.56	5.22	5.89	広い	平均値
標準偏差	0.71	0.87			1.24	1.09	0.33	標準偏差	0.73	1.12	1.00	0.78	1.80		
くつろげる	平均値	4.67		4.44	4.11	3.89	3.67	くつろげる	平均値	4.78	5.00	5.00	4.22	4.56	
	標準偏差	1.32		1.13	1.76	1.54	1.80		標準偏差	0.97	0.50	1.00	1.39	1.59	
集中できる	平均値	4.56		3.78	4.33	3.56	4.78	集中できる	平均値	4.78	5.22	5.00	3.67	4.78	
	標準偏差	1.51		1.86	1.22	1.59	1.56		標準偏差	1.30	1.39	1.00	1.58	1.30	
気になる	平均値	4.44		4.00	4.11	3.11	3.67	気になる	平均値	4.78	3.33	3.22	3.33	3.33	
	標準偏差	1.42		1.66	1.76	1.62	1.94		標準偏差	0.83	1.73	1.56	1.80	1.87	
共存できる	平均値	4.00		4.78	4.11	4.11	5.11	共存できる	平均値	4.44	3.89	4.33	4.33	4.33	
	標準偏差	2.00		1.30	1.54	1.69	1.36		標準偏差	1.74	1.90	1.50	1.66	2.06	

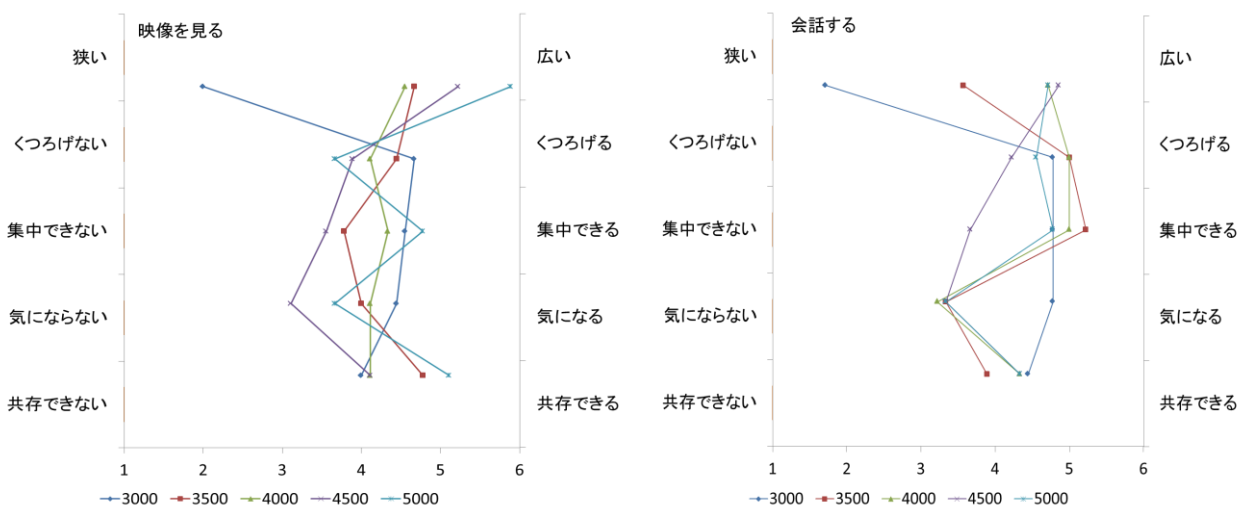


図 7 行為別評価平均値

## 2) 「ロボットの気になる感」

3000 から 5000 までサイズが大きくなると順位が低くなりロボットが気にならない。本実験では、ロボットが壁際モードで運転したため、空間の大きさがロボットとの距離になることが要因だと考えられる。また、サイズが小さいと視界に入る確率が多いことも要因だと考えられる。

3) 「ロボットと共生できる最小寸法」として、本実験の 5 サイズとそれ他の 6 種類で評価を行った。結果、3500 : 34%、4000 : 33%とほぼ同割合で評価された (図 9)。自由記述より、3000・4000 どちらも「部屋のサイズ」だけでなく、「ロボットとの距離」や「視界に入らない」が選択理由であった。次いで 3000 : 22%であり、「部屋のサイズ」が大きな理由であり、「広いと居心地が悪い」「ロボットの動きが大きくなり気になる」があげられる。

ロボットと共生するリビングスペースについて、各部屋サイズの「くつろげる」と「ロボットの気になる感」における印象評価と被験者による順位回答から、4000×4000 が最小空間であると考えられる。

## 5. まとめ

成年女子 9 名を対象とした本研究では、ロボットと共生するリビングの最小寸法について、印象評価とアンケート調査より、4000×4000 の空間が壁際モードで稼働する掃除ロボットとの最小寸法ということが分かった。また、空間内の行為や滞在人数が評価平均値に影響を与えることが分かった。

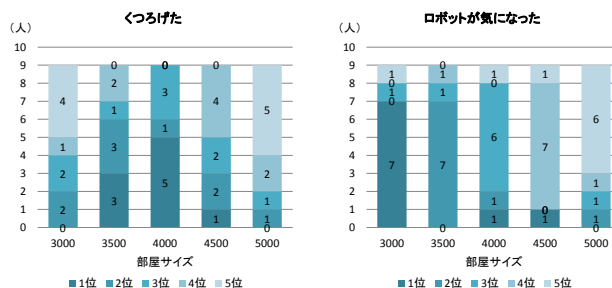
## 6. 今後の展望

本研究では、掃除ロボットの動きを壁際モードと設定した実験を行い、最小寸法を求めた。しかし、住宅で使用する際は全体を掃除するためにオートモードの利用が多いと考えられる。そのため、今後は部屋サイズを絞り、掃除ロボットの動きを変化させた評価を行い、最小寸法に相違がないか調査を行いたいと考えている。

また、「会話をする」では、被験者の着座位置が異なるため、被験者数を増やし、着座位置による評価の差があるかなどについても、明らかにする予定である。

## 【参考文献】

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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



	1位	2位	3位	4位	5位
くつろげた	4000	3500	3000	4500	5000
ロボットが気になった	3000	3500	4000	4500	5000

図 8 実験後アンケート調査

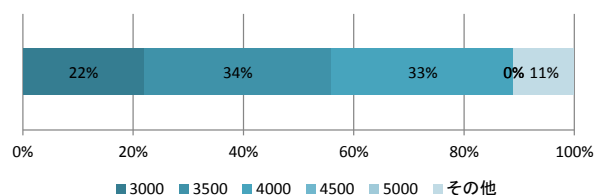


図 9 ロボットと共生するリビングの最小寸法

- 5) 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
- 6) 酒井雅子, 渡邊朗子: 高齢者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. 689, pp. 1487-1494, 2013. 7
- 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) 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ーバ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
- 10) 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

## 【注】

注 1) 経済産業省: 「ロボットの将来市場予想を公表」, オンライン, 入手先 (<http://www.meti.go.jp/press/20100423003/20100423003.html>), (参照 2013-03-21)

\*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)