

受付空間におけるロボットに対する対面距離に関する研究

○小川 良平*¹
渡邊 朗子*²

キーワード：受付ロボット 案内ロボット 対面距離 受付空間

1. はじめに

近年、ロボット技術の発達によりエンターテインメント用として使われていたロボットが音声認識、位置情報を読み込むことで自らオフィスや展示会などで受付や案内を人の代わりに行うことが可能になってきている。(図1、図2)

経済産業省と厚生労働省は「ロボット技術の介護利用における重点分野(平成24年11月)」を公表しており、ロボット介護機器の開発・導入の支援を行うことでよりロボットが生活空間に入りやすく変化してきている。

筆者らは、これまで「ロボットと共生する生活空間の計画技術に関する研究」¹⁾⁹⁾において、成年・高齢者を対象に小型移動ロボットに対する個体距離について研究してきた。これらの研究では生活空間を基準に静止した人にロボットが近づく「接近限界距離」を測定している。

本研究では、これまでの研究をふまえて、オフィスなどの受付空間に着目し調査を行った。

2. 研究目的

ロボットが人に近づいてきた場合、ロボットの速度や形状によっては、人に恐怖感や不安を感じる可能性があると考えられる。本研究では、人がロボットに対し挨拶を行う距離を対面距離と定義し、計測することで、人とロボットの共生する建築空間において、ロボットが人へ不安を与えない距離を明らかにすることを目的としている。また、今回の調査では「ロボットの速度」「ロボットの表情と音声」に着目し、これらが変化した時に対面距離がどのように変化するのか分析を行う。

3. 人に対する対面距離の実験

3.1. 実験概要

実験場所：T大学ギャラリー(図3)

実験日時：2013年9月17日~10月9日

被験者：男子大学生15名(表1)

3.2. 実験方法

本実験は、被験者と調査員が向かい合い、7m離れた距離から同時に歩き「挨拶をする距離(対面距離)」を計測する。被験者には普段通りの歩行速度でオフィスなどの受付空間における初対面の相手への挨拶を想定してもらった。対面距離は、調査員を男性と女性の2名で2回測定を行い、測定距離は、被験者と調査員のつま先までの距離と



図1 受付ロボットの例



図2 案内ロボットの例

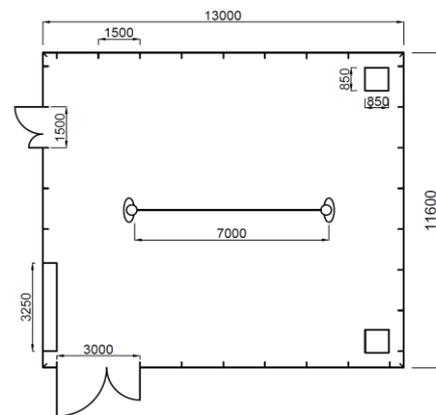


図3 実験場所

表1 被験者全体の属性

| | 年齢 | 身長 | 視力(右) | 視力(左) |
|------|------|-------|-------|-------|
| 平均値 | 22.1 | 169.4 | 0.94 | 0.96 |
| 標準偏差 | 1.4 | 5.4 | 0.3 | 0.2 |

する。実験の際、調査員は被験者に対して初対面となる人物とした。

被験者には、次のような教示を与えた。「今から7m離れた場所から調査員と同時に歩いてもらいます。あなたが普段、初対面の人に挨拶する距離で立ち止まり合図をしてください。合図した位置で調査員が立ち止まります。」

また、実験後に、調査員の印象に関するアンケートを行った。

3. 3. 実験結果

人に対する「挨拶をする距離（対面距離）」の平均値を図4に示す。グラフより被験者が男性の場合、対面距離は同性より異性に対して長い距離を取ることがわかる。

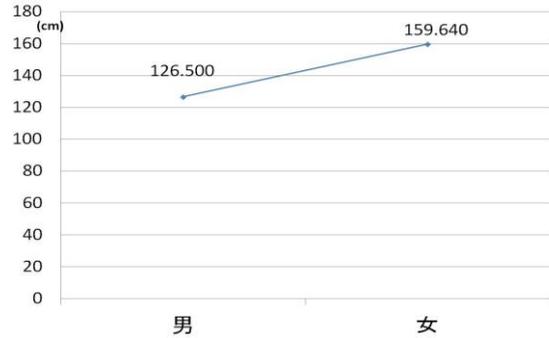


図4 人に対する対面距離の平均値

4. ロボットに対する対面距離の実験

4. 1. 実験概要

実験場所：T大学ギャラリー（図5）

実験日時：2013年9月17日~10月9日

被験者：3.の実験に参加した男子大学生15名

ロボット：中型ロボットにダンボールで作成したカバーを取り付け、高さ150cmの大型ロボットとして使用する。また、タブレットPCを使用し、表情と音声のついた動画をながす。（図6）

4. 2. 実験方法

本実験は、被験者とロボットが7m離れた距離から同時に歩き始め、「挨拶をする距離（対面距離）」を計測する。対面距離は、ロボットの速度3パターン（低速0.08m/s、中速0.24m/s、高速0.48m/s）と表情および音声の有無2パターンを用意し、その組み合わせ6種類すべてについて実験を行った。測定距離は、被験者つま先からロボットの先端までの距離とする。ただし、被験者の実験慣れを考慮し、順序はランダムに行う。なお、被験者にはオフィスなどの受付空間における初対面のロボットへの挨拶を想定してもらった。

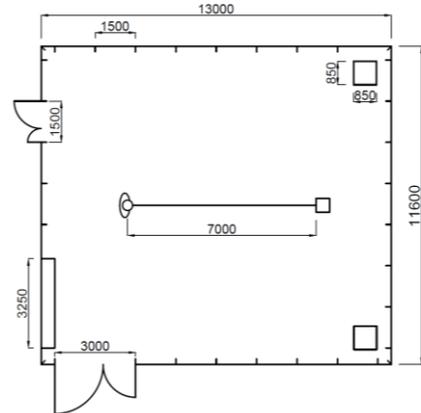


図5 実験会場

被験者には、次のような教示を与えた。「今から7m離れた場所からロボットと同時に歩いてもらいます。あなたがこのロボットに挨拶する距離で立ち止まり、合図をしてください。」

また、実験後に、ロボットの印象に関するアンケートを行った。

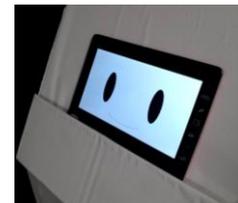
4. 3. 実験結果

4. 3. 1. ロボットに対する対面距離

ロボットに対する「挨拶をする距離（対面距離）」の平均値を図7に示す。対面距離の平均値を見ると、まず、ロボットが表情を持つことで距離が小さくなることがわかる。そして、ロボットの移動速度が速くなるとともに対面距離を大きくとることがわかる。



| | |
|------|---------------------|
| 寸法: | |
| 幅 | 40cm |
| 奥行 | 40cm |
| 高さ | 37cm |
| 移動速度 | 0.08, 0.24, 0.48m/s |



| | |
|-----|-------|
| 寸法: | |
| 幅 | 50cm |
| 奥行 | 50cm |
| 高さ | 150cm |

図6 実験使用ロボット

4. 3. 2. アンケート調査

被験者には、実験後アンケート調査を行った。各項目は表2である。アンケート調査の一部を記載する。

(1)『今回の実験（対面距離）で1番影響するもの』を被験者に聞いたところ、「ロボットの動き」の回答が半分を占め、次に「ロボットの表情」「ロボットの形状」という結果となった。（図8）

(2)『ロボットの形状』に関するアンケート（図9）では、4割の人が150cmの体長に「高い」と答えている。また、ロボットの形状に特に目立った特徴が無く直方体に近

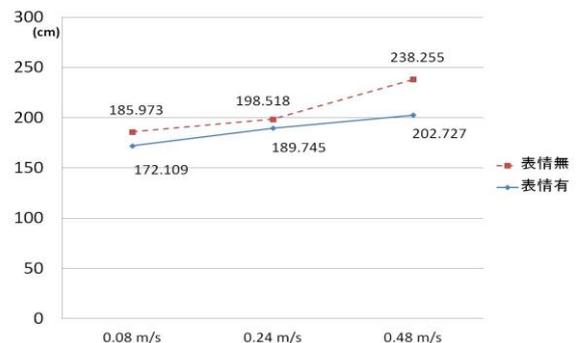


図7 ロボットに対する対面距離の平均値

い形状から「機械的」という答えが多かった。

(3)『ロボットの表情』に関するアンケート(図10)では、ロボットに表情は必要であると答える人が多く対面距離の結果から、表情の「安心感」により

(4)『ロボットの動き』に関するアンケート(図11)では、今回使用したロボットが前進のみの直線的な動きであったため「機械的」「不気味」と回答している人が多い。

『近づくのに適切な速度』を聞いたところ0.08~0.24m/sの回答が多く集まった。(図12)

5. 実験考察

5.1. ロボットに対する対面距離

成年男子の場合、ロボットの「速度」「表情」が対面距離の要因となっていることが分かった。特に、「表情」があることによる「安心感」が距離に影響があると考えられる。

5.2. 対面距離の比較

図13から人とロボットを比較すると、ロボットに対して距離を大きくとることが分かった。被験者と調査員及び、ロボットがお互い移動していることで、被験者には近づいてくる相手の移動速度がより速く感じられ、速度が速くなるほど距離を大きくとろうとするのではないかと考えられる。その際、相手側の動きが「機械的」であることが、対面距離に影響を与えるのではないかと考えられる。

また、測定した対面距離についてエドワード・ホール『かくれた次元』¹⁰⁾を用いて分類を行うと、人に対しては「社会距離」の近接相「120cm~200cm」の範囲に、ロボットの場合、「社会距離」の近接相及び、遠方相「120cm~350cm」の範囲になる。(図14)「社会距離の近接相」の特徴は「身体に触れることは出来ない距離、あらたまった場や業務上上司と接するときにとられる距離」とされている。

表2 アンケート項目

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | 属性調査 | 5項目 |
| | 年齢・性別・身長・視力・家族構成 | |
| 2 | 調査員男性について | 4項目 |
| | 調査員の歩くスピード | |
| 3 | 調査員女性について | 4項目 |
| | 調査員の歩くスピード | |
| 4 | ロボットの形状について | 5項目 |
| | 不安-安心・機械的-動物的・不気味-可愛い (体長が)高い-低い・敵対感-信頼感 | |
| 5 | ロボットの表情について | 4項目 |
| | 不安-安心・機械的-動物的 不気味-可愛い・不要-必要 | |
| 6 | ロボットの音声について | 4項目 |
| | 不快-安心・機械的-動物的 不気味-可愛い・不要-必要 | |
| 7 | ロボットの動きについて | 4項目 |
| | 不安-安心・機械的-動物的・不気味-可愛い 近づくのに適切な速度 | |

■形状 ■表情 ■動き ■動き ■その他

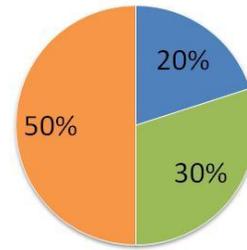


図8 今回の実験(対面距離)で1番影響するもの(n=15)

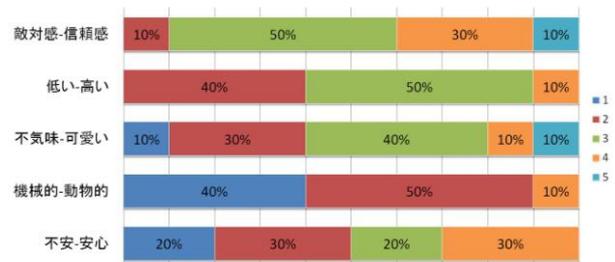


図9 ロボットの形状について(n=15)

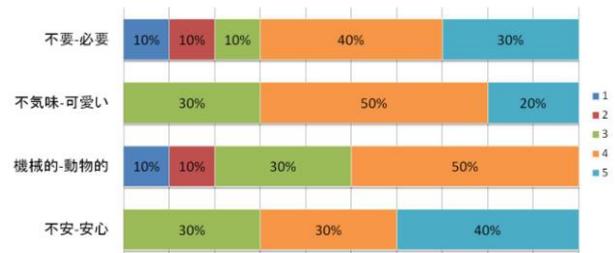


図10 ロボットの表情について(n=15)

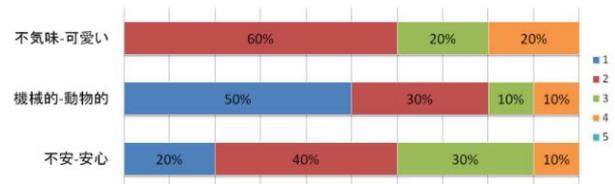


図11 ロボットの動きについて(n=15)

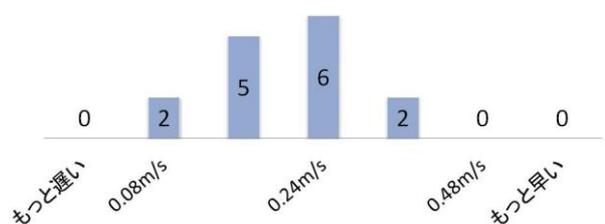


図12 近づくのに適切な速度(n=15)

6. まとめ

本研究では、成年男子のロボットに対する対面距離について以下のことが明らかになった。

- 1) 初対面の人間に対して、対面距離は異性より同性のほうが小さくなる。
- 2) ロボットに対しては、「表情」があることで対面距離が小さくなる。
- 3) ロボットの速度が速くなるほど対面距離が大きくなる傾向が見られた。

7. 今後の展望

今回は初対面の相手に対する対面距離の調査を行ったが、今後は、被験者を増やしていき現在よりも明確な傾向を明らかにする予定である。また、被験者と相手の関係のファクターを変え被験者と調査員の関係やロボットの形状のパターンを増やし調査を行いたいと考えている。

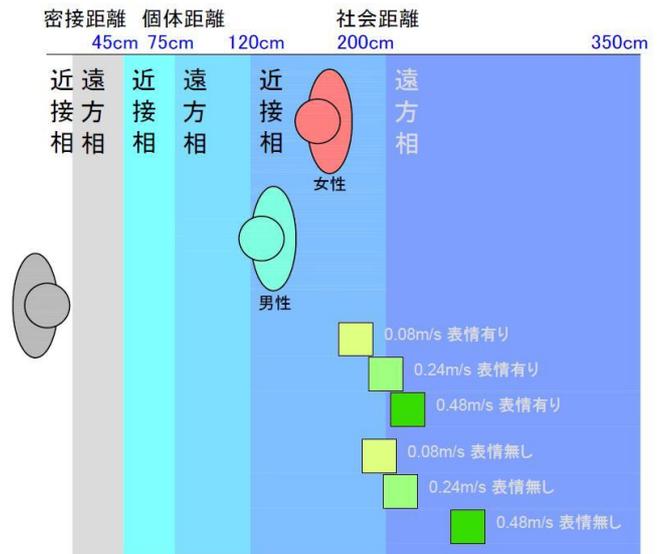


図 14 個体距離の範囲

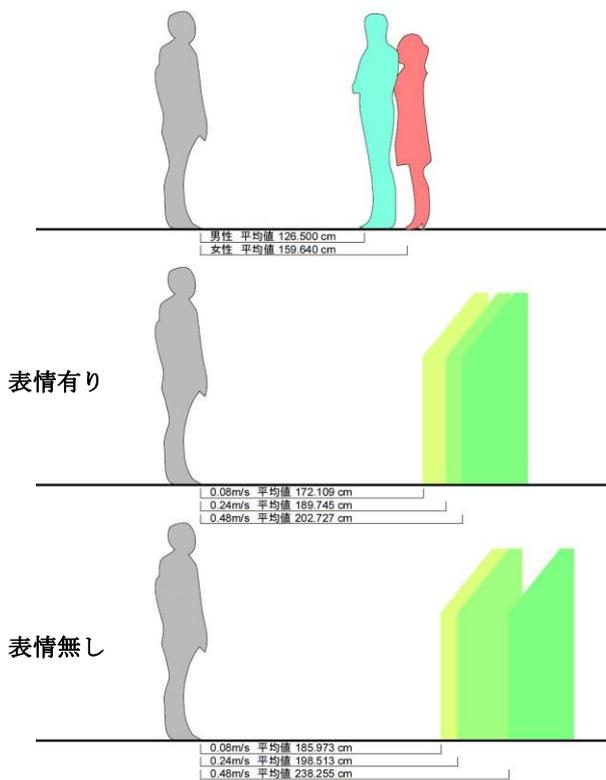


図 13 対面距離の比較

[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
- 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) 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
- 7) 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
- 8) 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
- 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) Hall, E. (1966) The Hidden Dimension. New York: Doubleday & Company Inc. ホール, E、日高敏隆・佐藤信行訳: 隠れた次元、みすず書房、1970

*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)