

# 幼児保育学科の学生と人型ロボット Pepper との対話場面における パーソナルスペースの分析

渡 邊 裕・高 橋 美 枝

## Analysis of Personal Space during Conversation between Nursery Department Students and Humanoid Robot Pepper

WATANABE Hiroshi, TAKAHASHI Mie

キーワード：パーソナルスペース、対話場面、対人距離、人型ロボット、Pepper

### 1. はじめに

少子高齢化の進む我が国において、ロボット技術は産業分野のみならず、介護・福祉、教育、家事、安全・安心等の多岐に渡る生活分野においての活用が期待されており、近年は家庭用の小型ロボットの開発も急ピッチで進められている。しかし、実際にロボットが我々の生活空間の中に入り、共生をする場面を想定したときに、人とロボットとの間に発生する心理的な関係も考慮に入れる必要があるなど、研究課題も多い。人と社会的にインタラクションするロボットの実験的なアプローチとしては、ロボットの独自性に関する研究、ロボットの社会的振る舞いに関する研究、ロボットとの距離に関する研究（近接学）などがある（神田 2011 など）。

人が初対面の人に対してもつ防衛的な距離であるパーソナルスペースについては、人型ロボットに対しては極めて近い可能性があることが指摘されている。渡邊・高橋（2021）は幼児保育学科の学生を被験者として人型ロボット Pepper<sup>1)</sup> との対話時における距離を測定し、0.45m 以内の親密距離であった者が全体の 43%であったことを報告した。この結果は Huttenrauch *et al.* (2006) の結果とよく符号する。人は人型ロボットに対し

てもパーソナルスペースを持つことが推測されるが、その距離は人に対する 1m～1.5m よりもずっと短い可能性がある。しかしこの調査では正確な距離の測定を実施できず、また人に対する会話時におけるパーソナルスペースについても明らかではなかった。

そこで本研究では、同一の被験者が人と対話する場面と人型ロボットと対話をする場面について、なるべく条件が同一になるよう工夫を行った上で被験者の目線や足の位置といった特徴的な距離を測定することにより、人と人型ロボットとの対話場面におけるパーソナルスペースの相違について明らかにすることを目的とする。

### 2. 研究の方法

#### 2. 1. 実験環境

埼玉東萌短期大学 4 号館 3 階の教員研究室前にある廊下の東側踊り場付近に実験場所を設営した。実験環境を図 1 に示す。踊り場の広さは東西方向に 3.5m、南北方向に 3.9m であり、北側に 2 階から登ってくる階段がある。被験者となる学生は 2 階からこの階段を登って実験会場に入り、実験後は西側の廊下に出るという動線にした。北側階段と西側廊下にはそれぞれ緑の布製パーティションを設置し、外部から会場内の様子がわからないようにした。

会場となるフロアには 0.6m 四方のピンクとベ

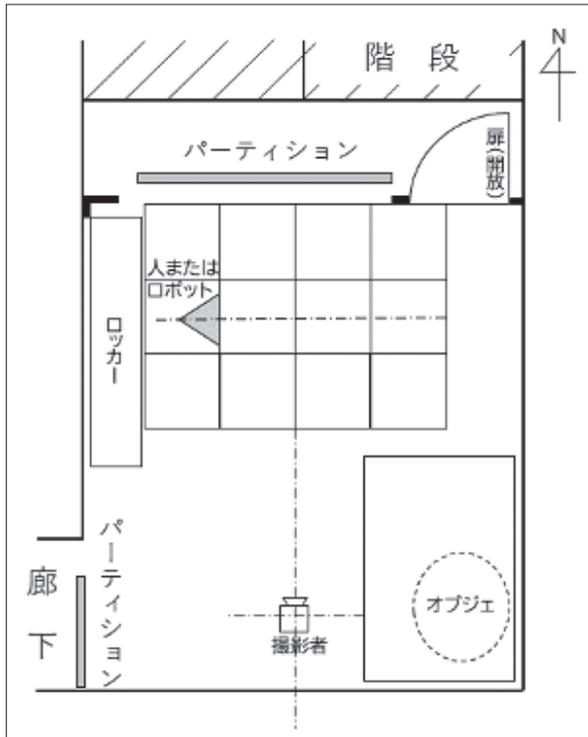


図1 動画撮影時における実験環境

ージュのジョイントマットを東西方向に4枚分、南北方向に3枚分の合計12枚を組み合わせて敷き、そのシートの中央西側付近に人またはロボットを配置することとした。床面上での足の位置を測定するため、ジョイントマット上には目立たないように距離測定用の付箋マークを東西方向に0.1m間隔で添付した。また、会場の南東側にはマットの上に乗せられたオブジェがあり、その横に三脚に固定した固定カメラを設置し、撮影者が南側から被験者学生の誘導や会場内の様子を撮影した。

被験者の学生が対面する相手となるのは、人と人型ロボットである。今回の実験では、人型ロボットとしてソフトバンクロボティクス社のPepperを用いた。埼玉東萌短期大学では教育研究開発を目的にPepper社会貢献プログラム<sup>2)</sup>に参加し、2019年4月からNAOqi OSで動作する一般販売モデル（現在は旧モデル）のPepperの貸与を受けている。実験会場内のジョイントマット中央西側付近にPepperを設置し、WiFi接続環境のもとで動作させ、被験者となる学生には電源を入れた直後の状態でPepperと対話をして

もらうこととした。

一方、学生と対話をする人としては、著者の一人（高橋）が担当した。Pepperの目の高さは直立した場合で約1.2mであるので、人の目の高さもこれに合わせるため、Pepperを設置する場所の付近に椅子を設置し、そこに人が着席した状態で実験を行うこととした。会話は一般的な挨拶を行う場面を想定し、通常の会話によるコミュニケーションが成立した段階で終了する程度の内容とした。

撮影者は著者の一人（渡邊）であり、撮影に用いた機器はiPhone 12 Pro（Apple社製）のスマートフォンである。このスマートフォンに付属の1倍カメラレンズを用いて三脚に固定した状態でビデオ撮影を行い、動画データを取得した。カメラの位置は、12枚のジョイントマットの中央の点から南方向に2.4m離れた場所とし、その高さは人やPepperの目の高さと同じ1.2mとした。

## 2.2. 動画データの取得

埼玉東萌短期大学の1年生及び2年生の学生19名が被験者として参加し、2021年12月15日に実証実験を行った。実験では最初に人と人との対話場面について行い、その後人とロボットの対話場面について行うこととした。ただし、被験者となる学生にあらかじめ実験の概要を知らせてしまうと、それが予備知識となり結果に影響を及ぼすことも想定されるため、何の実験であるのかも含め、内容についての説明は行わない状態で実験を行った。

被験者となる学生たちは2階から3階に至る北側階段付に並んで待機し、撮影者の合図で開放された扉から順に実験会場に入ることとした。実験場所では最初に人との対話を行ってもらう。被験者の中にはジョイントマットの上に下足で上がることをためらう者がいたため、口頭で「どうぞ上がってください」と指示を出すなどして対応した。対話の時間は30秒程度であり、終了したら西側の廊下に出る。学生が出たことを確認したら、撮影者は次の学生に合図をして実験会場に入っても

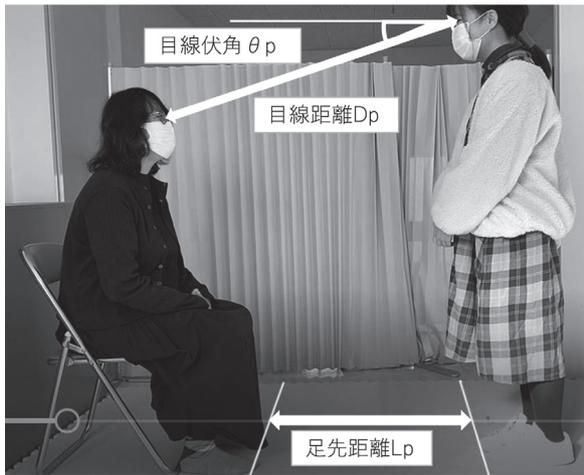


図2 対人距離計測の様子

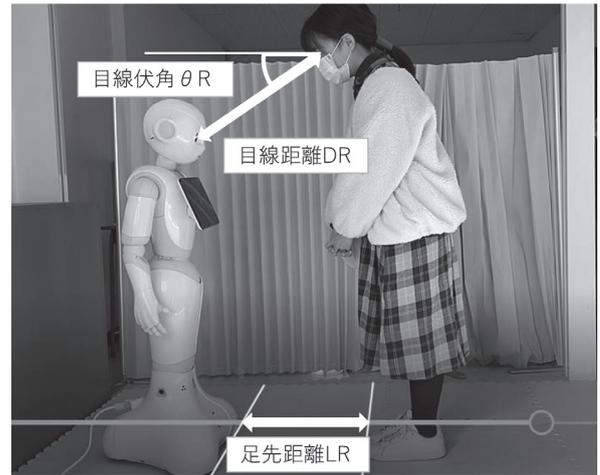


図3 対ロボット距離計測の様子

らうという流れをとった。

人との対話が終了した学生は、別の階段を渡って2階に下がり、再び北側階段に並んでもらった。実験会場では人との対話実験が全員終了したところで、対話の相手を人からロボットに入れ換えた。被験者は撮影者の合図で再び開放された扉から順に入室し、ロボットと対話を行ってもらった。対話の時間は30秒～2分程度であり、終了したら西側の廊下に出ることとし、ロボットとの対話が終了した被験者は、そのまま自由解散とした。

一連の対話の様子について動画による連続撮影を行い、28分26秒の動画データを取得した。なお、実験データ取得時においてほとんどの学生はロボットと対話するのは初めてであった。

## 2.3. 距離の測定

### 2.3.1. 動画から静止画像の抽出

取得した動画データを元に、被験者の学生ごとに人と人との対話における距離（対人距離）と、人とロボットとの対話における距離（対ロボット距離）を測定するため、測定対象とする静止画像を抽出した。

被験者は、人やロボットと対話をしているときには足の位置や体の位置がほぼ固定されている。このため、対話が始まれば被験者の身体が静止している状態になった時刻を動画抽出時刻とし、対人および対ロボットについてそれぞれ被験者19名分の静止画像を抽出した。

### 2.3.2. 静止画像上での対人距離および対ロボット距離の計測

対人距離の計測画像の例を図2に示す。画像上での長さや角度の測定には Adobe Photoshop の計測機能を用いた。

人との対話場面については、以下の3つについて計測を行った。

足先距離  $L_p$ ・・・対話者の足のつま先から、被験者の足のつま先までの水平距離。画面上で計測地点に線を引き、画面上での距離を計測した。

視線距離  $D_p$ ・・・対話者の目の位置から被験者の目の位置までの間に線を引き、画面上での長さを計測した。

視線伏角  $\theta_p$ ・・・対話者の目線の方向の水平線に対する角度。水平から下向きに+の角度となるよう計測した。

対ロボット距離の計測画像の例を図3に示す。ロボットとの対話場面においても、以下の3つについて計測を行った。

足先距離  $L_R$ ・・・Pepperの台座の先から、被験者の足のつま先までの水平距離。画面上で計測地点に線を引き、画面上での距離を計測した。

視線距離  $D_R$ ・・・Pepperの目の位置から被験者の目の位置までの間に線を引き、画面上での長さを計測した。

視線伏角  $\theta_R$ ・・・Pepperの目線の方向の水平

表1 対人距離および対ロボット距離の計測結果

| 被験者<br>学生 | 対人距離  |            |            |                 | 対ロボット距離 |            |            |                 |
|-----------|-------|------------|------------|-----------------|---------|------------|------------|-----------------|
|           | 測定時刻  | 足先距離 $L_P$ | 目線距離 $D_P$ | 目線伏角 $\theta_P$ | 測定時刻    | 足先距離 $L_R$ | 目線距離 $D_R$ | 目線伏角 $\theta_R$ |
|           | 分 秒   | cm         | cm         | °               | 分 秒     | cm         | cm         | °               |
| A         | 1'38" | 143        | 194        | 13.3            | 8'44"   | 108        | 120        | 19.9            |
| B         | 2'04" | 99         | 146        | 16.6            | 10'22"  | 63         | 66         | 27.2            |
| C         | 2'29" | 111        | 152        | 16.5            | 12'27"  | 74         | 100        | 27.0            |
| D         | 2'49" | 93         | 130        | 17.9            | 14'03"  | 23         | 33         | 43.3            |
| E         | 3'09" | 85         | 127        | 16.3            | 15'22"  | 130        | 149        | 15.4            |
| F         | 3'28" | 113        | 155        | 18.4            | 16'06"  | 107        | 133        | 22.0            |
| G         | 3'40" | 98         | 132        | 17.2            | 16'42"  | 64         | 84         | 25.7            |
| H         | 3'59" | 85         | 148        | 29.6            | 18'08"  | 31         | 44         | -8.8            |
| I         | 4'16" | 91         | 124        | 12.6            | 20'16"  | 61         | 68         | 27.6            |
| J         | 4'28" | 76         | 101        | 17.6            | 20'55"  | 48         | 49         | 34.2            |
| K         | 4'43" | 59         | 95         | 19.6            | 21'46"  | 57         | 64         | 29.8            |
| L         | 4'54" | 66         | 99         | 19.7            | 22'34"  | 68         | 64         | 20.0            |
| M         | 5'16" | 61         | 93         | 19.5            | 22'54"  | 51         | 66         | 26.8            |
| N         | 5'35" | 60         | 86         | 18.7            | 23'22"  | 45         | 63         | 16.8            |
| O         | 5'47" | 86         | 123        | 20.6            | 23'43"  | 59         | 63         | 33.5            |
| P         | 6'00" | 77         | 122        | 18.1            | 24'13"  | 33         | 34         | 35.1            |
| Q         | 6'12" | 101        | 160        | 19.7            | 25'18"  | 30         | 48         | -11.5           |
| R         | 6'25" | 78         | 119        | 17.6            | 26'26"  | 28         | 32         | 36.5            |
| S         | 6'41" | 43         | 81         | 22.7            | 27'34"  | 67         | 65         | 15.4            |

線に対する角度。水平から下向きに+の角度となるよう計測した。

### 2.3.3. 距離計測値の実寸長への変換

画面上での長さ（ピクセル長）と実際の長さの関係性を元に、距離の計測値を実寸長に変換した。変換の方法は以下の通りである。

足先距離  $L_P$ 、 $L_R$  については、距離の計測をジョイントマットに添付した0.1m間隔の付箋マーク上で行っている。このため、ピクセル長と実寸長との関係が明らかであるために、実寸への変換が容易である。今回は画面上で252ピクセル長が80.0cmとの関係を元に変換を行った。

目線距離  $D_P$ 、 $D_R$  については、これらの距離の線分を上から見たときに、人またはロボットの中央と東西を結ぶ線分の上に位置していると仮定し、カメラとこの線分までの水平距離が2.40mであることから幾何学的に変換式を求めた。この結果、画面上で284ピクセル長が80.0cmとの関係を元に変換を行った。

### 2.4. 倫理的配慮

動画データの分析にあたっては、学校法人小池学園研究倫理規程に基づき、被験者学生に対して書面での研究依頼文書を作成し、インフォームド・コンセントを履行した上で調査研究への同意を得た。研究依頼文書においては、調査研究の目的と方法、参加協力への自由意思と拒否権、プライバシー及び個人情報の保護、研究成果の公表等に対する説明を明記した。

## 3. 結果と分析

### 3.1. 対話時における人とロボットとの距離の違い

被験者学生19名について、対話時における対人距離と対ロボット距離の計測結果を表1に示す。測定時刻は、計28分26秒の動画データのうち、計測に用いた静止画像の抽出時刻を示す。足先距離および目線距離については、2.3.3. で述べた変換式により実寸長での長さを表示している。

表2 足先距離の分析結果

|               | <i>N</i> | <i>Mean</i> | <i>SD</i> | <i>Max</i> | <i>Min</i> |
|---------------|----------|-------------|-----------|------------|------------|
| 対人距離 $L_p$    | 19       | 85.4        | 22.7      | 143        | 43         |
| 対ロボット距離 $L_R$ | 19       | 60.5        | 28.4      | 131        | 23         |

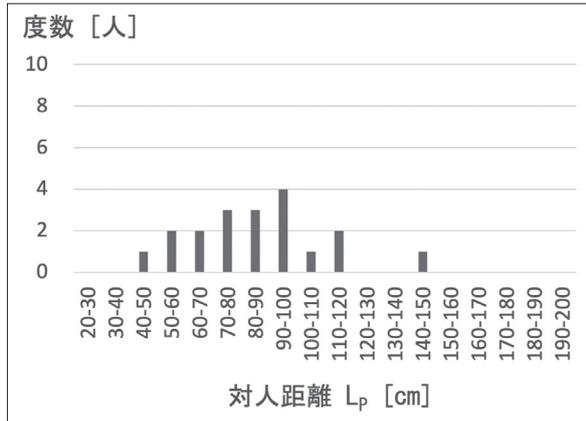


図4 対人距離（足先距離）の度数分布

表3 目線距離の分析結果

|               | <i>N</i> | <i>Mean</i> | <i>SD</i> | <i>Max</i> | <i>Min</i> |
|---------------|----------|-------------|-----------|------------|------------|
| 対人距離 $D_p$    | 19       | 125.7       | 28.4      | 194        | 81         |
| 対ロボット距離 $D_R$ | 19       | 70.9        | 32.3      | 149        | 32         |

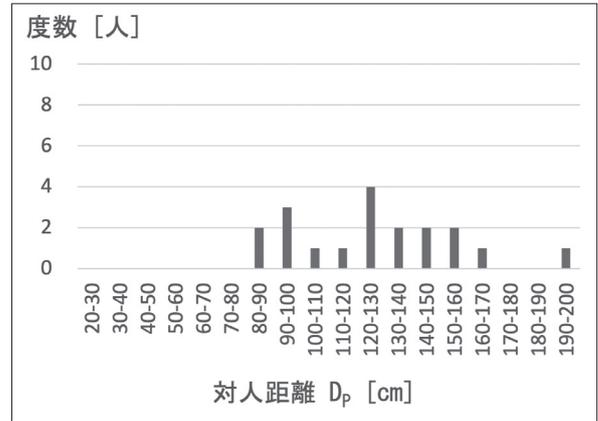


図6 対人距離（目線距離）の度数分布

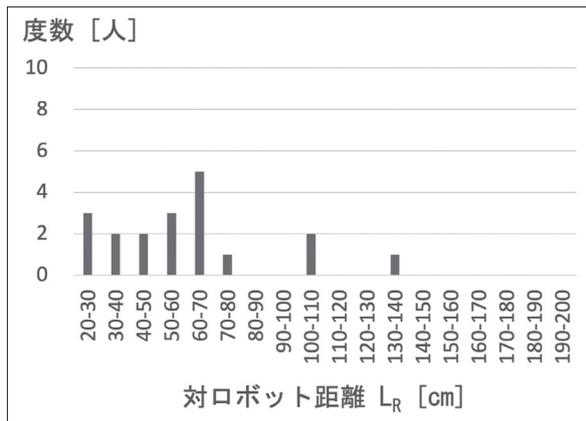


図5 対ロボット距離（足先距離）の度数分布

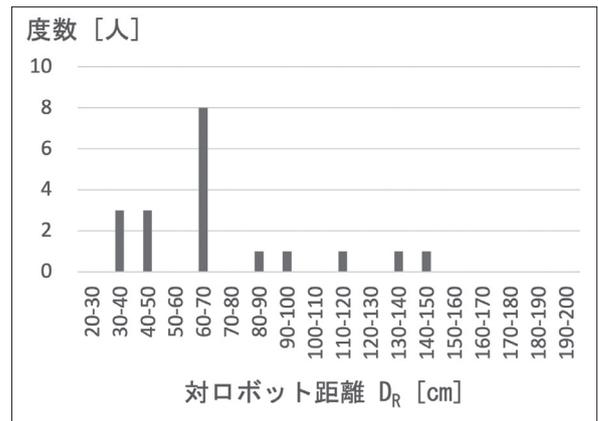


図7 対ロボット距離（目線距離）の度数分布

目線伏角は角度の度 [degree] で表し、この値が大きいくほど被験者が相手を見下ろす角度が大きくなることを示している。またマイナス (-) の値は仰角である（被験者が相手を見上げている）ことを示している。

### 3.2. 足先距離の分析

表2に足先距離で計測した対人距離  $L_p$  と対ロボット距離  $L_R$  の母数 *N*、平均値 *Mean*、分散 *SD*、最大値 *Max*、最小値 *Min* を示す。足先距離の平均値は対人の場合で 85.4cm であったのに対し、対ロボットでは 60.5cm となり、約 25cm 近

くなっている。また図4に足先距離で計測した対人距離  $L_p$  の度数分布、図5に足先距離で計測した対ロボット距離  $L_R$  の度数分布を示す。度数分布の階級幅は 10cm とした。これらの度数分布が正規分布に従うかどうかを調べるために Shapiro-Wilk 検定を行ったところ、両者とも有意水準が 5% で正規分布に従うとはいえないと判断された。そこで、両者の代表値に差があるのかを調べるために Wilcoxon の符号付順位検定を行ったところ、有意差  $\alpha = 0.01$ 、サンプルサイズ  $n=19$  における両側検定の結果、1パーセント水準で両者の中央値に有意差が認められた。

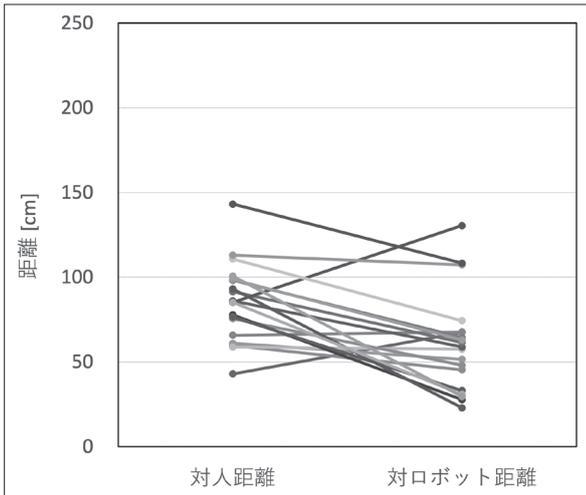


図8 足先距離の変化

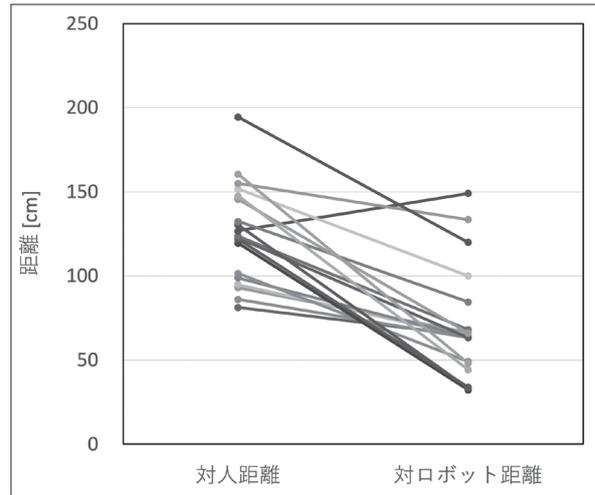


図9 目線距離の変化

また、図8に被験者学生19名の足先距離が対人と対ロボットでどのように変化したのかを示す。対人よりも対ロボットの方が距離が大きくなったのは19名中3名であり、それ以外の16名は距離が減少した。

### 3.3. 目線距離の分析

表3に目線距離で計測した対人距離  $L_p$  と対ロボット距離  $L_r$  の母数  $N$ 、平均値  $Mean$ 、分散  $SD$ 、最大値  $Max$ 、最小値  $Min$  を示す。目線距離の平均値は対人の場合で125.6cmであったのに対し、対ロボットでは70.9cmとなり、約55cm近くなっている。また図6に目線距離で計測した対人距離  $L_p$  の度数分布、図7に目線距離で計測した対ロボット距離  $L_r$  の度数分布を示す。これらの度数分布が正規分布に従うかどうかを調べるためにShapiro-Wilk検定を行ったところ、両者とも有意水準が5%で正規分布に従うとはいえないと判断された。また両者の代表値に差があるのかを調べるためにWilcoxonの符号付順位検定を行ったところ、有意差  $\alpha = 0.01$ 、サンプルサイズ  $n=19$  における両側検定の結果、1パーセント水準で両者の中央値に有意差が認められた。

また、図9に被験者学生19名の目線距離が対人と対ロボットでどのように変化したのかを示す。対人よりも対ロボットの方が距離が大きくなったのは19名中1名であり、それ以外の18名は距離

が減少した。

### 3.4. 対人距離が近い群と遠い群とに分けた分析

次に、人に対して対人距離が近い人が、人型ロボットに対して対ロボット距離が近いのかどうかを検討するため、人との対話場面における目線距離DPの計測結果を元に、対人近距離群と対人遠距離群の2群に分けて分析を行った。人との対話場面における目線距離の平均値が125.7cmであることから、目線距離DPの値が125cm未満である10名を対人近距離群とし、125cm以上である9名を対人遠距離群とした。

図10に目線距離での対人距離と対ロボット距離の相関を示す。対人距離125cmよりも左側が対人近距離群、右側が対人遠距離群に相当する。それぞれの群について、対ロボット距離の平均値と標準偏差を算出した結果を表4に示す。対人近距離群の10名について、対人距離の平均値は104.3cmであり、対ロボット距離の平均値は56.8cmであった。また対人遠距離群の9名について、対人距離の平均値は149.4cmであり、対ロボット距離の平均値は86.5cmであった。これらの結果から、人に対して対人距離が近い人であっても遠い人であっても、人型ロボットに対しては対ロボット距離がより近くなるという傾向があることがわかった。

また、対人近距離群の対ロボット距離は、距離

表4 対人近距離群と対人遠距離群とに分けた場合の平均値と標準偏差

|             | 対人近距離群 |         | 対人遠距離群 |         |
|-------------|--------|---------|--------|---------|
|             | 対人距離   | 対ロボット距離 | 対人距離   | 対ロボット距離 |
|             | cm     | cm      | cm     | cm      |
| <i>N</i>    | 10     | 10      | 9      | 9       |
| <i>Mean</i> | 104.3  | 56.8    | 149.4  | 86.5    |
| <i>SD</i>   | 15.4   | 12.9    | 19.33  | 39.3    |

が近くなるだけでなく分散の値が12.9と比較的小さい。対人遠距離群の対ロボット距離は、平均的な距離は近くなるものの分散の値は39.3であり、対人近距離群と比べると約3倍大きくなっている。このことから、対人遠距離群の中には、ロボットに対しては距離が近くなる者がいる一方で、対人近距離群ほどは近くならない者もいることと考えられる。

#### 4. 考察

##### 4.1. 人との対話における足先距離と目線距離の値

今回の実験では、対人距離の測定において足先距離の値よりも目線距離の値の方が全員大きくなっており、その差は25cm～62cmとなっている。その理由の一つは、図2を見ても明らかであるように、対人距離の測定時において、椅子に座って

学生と対話をする人の目の位置から下におろした垂線と床面との交点の位置よりも、足先の位置の方が被験者に近いことが挙げられる。すなわち、対話をする人同士の足先間の距離は、対人距離の一つの目安ではあるが、その絶対値は目線間の距離とは異なるものである。しかし、被験者がどこまで歩み寄るか、という観点から、被験者の心理的な影響が足の動きと関係する可能性もあり、今回は一つの指標として測定を行った。

一方で、目線距離は目で相手を認識する際の距離であることから、その値は対人距離に近いものと考えられる。このため、対人近距離群と対人遠距離群との2群に分ける際には目線距離を採用した。ホール(2000)は人間同士が会話するときの距離が会話の状況によって異なることを指摘し、親密距離(0～0.45m)、個人距離(0.45～1.2m)、社会距離(1.2～3.5m)、公共距離(3.5m～)の4つに分類しているが、今回の被験者は個

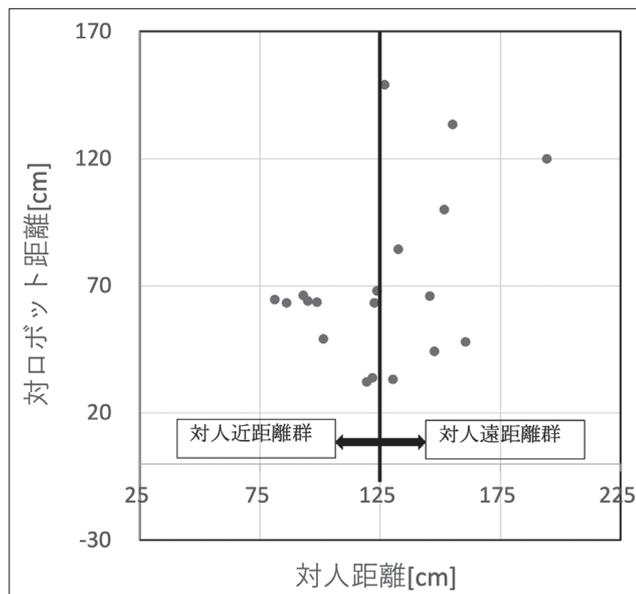


図10 目線距離での対人距離と対ロボット距離の相関

人距離に相当する学生が7名、社会距離に相当する学生が12名であった。

また、目線距離はパーソナルスペースとも関係していると思われる。パーソナルスペースとは本来、対話のためにとる対人距離とは異なり、その範囲内に他人が入ってきて欲しくないという防衛的な距離と考えられており、その形は前方にやや長い卵型をしており約1m～1.5mほどの空間であるが、その範囲は個人的差異のほか環境や状況によっても変化することが知られている(神田 2008)。今回の被験者の目線距離は平均値が1.26mであり、1m～1.5mの範囲にあったのは19名中10名で、5名が0.8m～1.0m、4名が1.5m～2.0mの範囲であった。幼児保育学科の学生であっても、目線距離の値はパーソナルスペースの観点からも比較的平均的な値であったことがわかる。

ロボットとの対話における目線距離の平均値は0.71mであり、親密距離に相当する学生は3名、個人距離に相当する学生が14名、社会距離に相当する学生が2名であった。また人に対して形成されると思われるパーソナルスペースの1m～1.5mの範囲にあったのは19名中3名であり、それ以外の16名はその内側に入り込んでいることになる。

人は人に対して形成されるパーソナルスペースを、ロボットに対しては保持しないのであろうか。今回の測定結果をみると、足先距離も目線距離も、人の場合よりも小さくはなっているものの、一定の距離が存在するようにも見受けられる。

#### 4.2. 屈み角

今回の実験の結果、ロボットと対話する際に上半身がロボット側に近づくという現象が多く、被験者で確認された。図2と図3を比較しても、同一の被験者の上半身がロボット側に傾き、目線距離が短くなっていることがわかる。そこで、被験者が対話時に身体の上半身をどの程度人やロボットに対して近づけているのかを分析するために、表1のデータを元に屈み角を計算した。屈み角の算出方法は以下の通りである。

図11に実験時の位置関係を示す。Dは目線距離、Lは足先距離、 $\theta$ は目線伏角であり、いずれも実験により計測される値である。一方で、Hは被験者の対話相手となる人またはロボットの目の位置の床面からの高さ、aは人またはロボットの目の位置から下ろした垂線が床面と交わる点を起点とした足先までの距離、bは被験者の重心から下ろした垂線が床面と交わる点を起点として、被験者自身の足先までの距離を表す。被験者の屈み

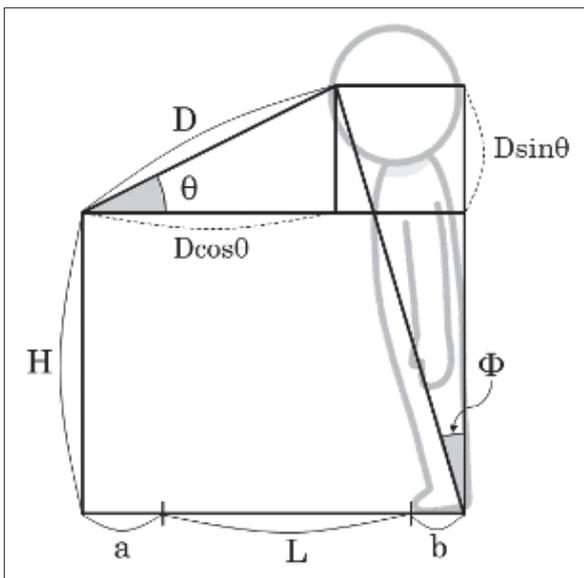


図11 屈み角の位置関係

表5 屈み角の結果

| 被験者<br>学生 | 人に対する<br>屈み角 $\Phi_P$ | ロボットに対する<br>屈み角 $\Phi_R$ | $\Phi_R - \Phi_P$ |
|-----------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| B         | -2.1                  | 15.1                     | 17.3              |
| D         | 1.5                   | 13.7                     | 12.2              |
| E         | -0.6                  | 8.0                      | 8.6               |
| G         | 2.4                   | 8.7                      | 6.3               |
| I         | 2.3                   | 13.8                     | 11.5              |
| J         | 5.4                   | 16.5                     | 11.1              |
| K         | 1.7                   | 14.1                     | 12.4              |
| L         | 3.0                   | 17.4                     | 14.4              |
| M         | 3.3                   | 10.6                     | 7.4               |
| O         | 2.3                   | 15.3                     | 13.0              |
| P         | -1.6                  | 16.7                     | 18.3              |
| R         | -0.4                  | 15.3                     | 15.7              |
| S         | 1.1                   | 16.9                     | 15.8              |

角 $\Phi$ は以下の(1)式で求められる。

$$\Phi = \tan^{-1} ( A / B ) \cdots \cdots (1)$$

ここで、

$$A = ( L + a + b ) - D \cos \theta \cdots \cdots (2)$$

$$B = H + D \sin \theta \cdots \cdots (3)$$

である。

今回の実験においては、Hは120cmである。またaの値は実験を通して統一されており、人の場合もロボットの場合も20cmとした。またbの値は個人差があることが想定されるが、今回は全員15cmと仮定した。

ただし、被験者の中にはロボットと対話をする際に左右の足の位置が異なっていたり、膝を曲げて対面するなど、図11の位置関係とは異なるデータがある。そこで今回は人やロボットとの位置関係が図11のように、被験者が相手に対して正立し、両足を揃えた状態になっている13名について屈み角を算出することにした。表5に屈み角の計算結果を示す。 $\Phi_p$ は人との対話場面における屈み角、 $\Phi_r$ はロボットとの対話場面における屈み角を表し、単位は角度の度[degree]である。 $\Phi_p$ がマイナスの値は上体が反り気味であることを示す。また $\Phi_r - \Phi_p$ は、ロボットと人の対話場面における屈み角の差を表している。

人に対する屈み角 $\Phi_p$ の平均値は2.6°で分散は1.27、ロボットに対する屈み角 $\Phi_r$ の平均値は14.0°で分散は3.07であった。また $\Phi_r - \Phi_p$ の平均値は12.6°で分散は3.69であった。

今回の分析対象者は全員がロボットに対して上体がロボット側に傾いていることがわかった。

#### 4.3. 人とロボットとの対話場面における特徴

4.2で考察したように、被験者19名のうち13名はロボットに対して両足を揃え、正立した状態で対話を行っていたが、それ以外の6名のうち4名は左右の足の位置が異なるという現象が見られた。人と対話をしているときには両足を揃えているため、足先距離の測定は一意に決まるが、ロボットと対話をする場面において、右足と左足の位置が大きくずれている場合には、今回は両足を測

定して平均値をとっている。従って位置関係が図11とは異なるために、屈み角の分析からは除外している。

それではなぜ左右の足の位置が近い場所と遠い場所に来るのであろうか。一つの可能性として、被験者の上体がロボットに近づいた結果、バランスが取れなくなり結果として片足が一步前に出てしまったのではないかと思われる。

残りの2名については、ロボットと対話をする場面において、ロボットとの目線の高さになるように膝を曲げてしゃがむ姿勢を取っていた。この場合にも図11とは異なるために、屈み角の分析からは除外している。

このように、ロボットとの対話場面において体がロボット側に傾いたり、右足と左足の位置がずれたり、膝を曲げてしゃがむ姿勢を取るといった変化が生じるのは、いずれも被験者が心理的にロボットに近寄り、コミュニケーションを取りたい気持ちが表れているものと思われる。その理由として、ロボットという珍しいものに興味があり、その好奇心から上体が近づくということも考えられる。

また、Pepperとの対話場面において、対話がうまく成立した場合と、そうでない場合があったことを考慮する必要がある。対話がうまく成立せず、Pepperが話を始めるのに時間がかかるような場合には、被験者側がPepperの反応しやすいような位置に近づこうとした可能性が高い。被験者の中にはPepperに手を振ったり、あるいは触れようとした者も見られた。上体がロボットに近づくのは、被験者が待ちきれなくなり反応を求めようとした結果である可能性も考えられる。

今回の実験では成人との対話場面を検討したが、幼児との対話場面であれば被験者が上体を近づけるもしくは屈むという姿勢を取ること考えられ、この点は今後検討していく必要がある。

## 5. まとめ

埼玉東萌短期大学幼児保育学科に在学する学

生 19 名を被験者とし、同一の被験者が人と対話する場面と人型ロボットと対話をする場面について足先距離、目線距離、目線伏角を計測し、対人距離および対ロボット距離の相違を検討した。その結果、対ロボット距離は対人距離よりも近く、その平均値は足先距離で約 25cm、目線距離で約 55cm 近くなった。また人に対する対人距離は個人差があるが、対人距離が近い人も遠い人も対ロボット距離は平均的には近くなる傾向がある。ただし、対人距離が比較的遠い対人遠距離群は、ロボットに対しては距離が近くなる者がいる一方で、対人近距離群ほどは近くならない者もいることが明らかになった。

人のパーソナルスペースや対話距離の取り方には個人差がある。人とロボットとの対話においても、ロボットが人の対人距離を認識し、その距離の人間の動作や発話を認識し、さらに距離の取り方を学習するなどの仕組みを取り入れることで、より円滑なコミュニケーションが実現する可能性もある。今回は成人におけるパーソナルスペースを検討したが、幼児では異なることも想定される。人型ロボットとの共生社会に向けて検討を進めていきたい。

## 付記

本研究はソフトバンクロボティクス社による「Pepper 社会貢献プログラム 2」に参加し実施されたものである。

## 謝辞

本研究の調査にご協力いただいた埼玉東萌短期大学の学生の皆さんに感謝申し上げます。

## 注

### 1) Pepper

<https://www.softbank.jp/robot/>

(参照日：2022.02.01)

### 2) Pepper 社会貢献プログラム 2

<https://www.softbankrobotics.com/jp/product/academy/>

(参照日：2022.02.01)

## 引用文献

エドワード・T・ホール, 日高敏隆, 佐藤信行 (訳) (2000) かくれた次元. みすず書房, 304p.

Huttenrauch, H., Eklundh, K.S., Green, A., and Topp, E.A. (2006) Investigating Spatial Relationships in Human-Robot Interaction. *Proceedings of the 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 5052-5059

神田崇行 (2011) HRI におけるソーシャルロボット研究の動向. 日本ロボット学会誌, Vol.29, No.1 : 2-5

渡邊裕・高橋美枝 (2021) 幼児保育学科の学生と人型ロボット Pepper との対話場面におけるインタラクションの分析. 小池学園研究紀要, 19 : 23-39

渡邊 裕 (埼玉東萌短期大学教授)

高橋美枝 (埼玉東萌短期大学教授)