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

ロボットと共生する生活空間の計画技術に関する研究 3

INDIVIDUAL DISTANCE A SMALL MOBILE ROBOT MOVES TOWARDS ELDERLY PERSONS, THE CASE OF UPRIGHT/CHAIR-SITTING

Research on the planning of architectural spaces for living together with robots 3

酒井 雅子*, 渡邊 朗子**

Masako SAKAI and Akiko WATANABE

This study is targeted for elderly persons, we investigated individual the distance between people and robot. Individual distance was the distance the subjects felt "I do not want any more approached". The robot moved toward upright or chair-sitting subjects at constant velocities from a distance 5m apart. Research factor is 5 angle and 2 speed. The following three results were obtained by the study:

1. Individual distance of upright subjects was shorter than chair-sitting subjects.
2. The robot's angle and speed did not have great influence on the distance. However, in the upright is speed, chair-sitting is angle slight influence.
3. Individual distance of elderly persons was shorter than adult persons.

Keywords : *Small mobile robot, Individual distance, elderly persons, living space*

小型移動ロボット, 個体距離, 高齢者, 生活空間

1. はじめに

1-1. 研究背景

近年少子高齢化が急速に進み、単身高齢者が増加している。¹⁾高齢化社会では高齢者の増加だけでなく、労働人口の減少、介護者の負担の増加が予想される。一方、現在ロボット業界では、お掃除ロボットや介護ロボットなどのコミュニケーションロボットの開発が進み、それらが我々の生活空間に日常的に登場してきている。介護ロボットなどが生活空間に登場すると、日常的な手伝いや緊急時の外部連絡など様々な支援が可能になり、今後高齢者の一助になるのではないかと考えられる。このような背景から、ロボットと共生する生活空間の計画技術において、高齢者とロボットの関係性を明らかにすることが必要である。

1-2. 関連研究と本研究の位置づけ

建築計画分野におけるロボット研究は早稲田大学を中心とした「人間とロボットの共存空間に対する研究」²⁻⁴⁾によって進められてきた。また、中島浩二、佐藤陽彦の「移動体ロボットに対する人の個体距離」⁵⁻⁶⁾でも、ロボットと人の個体距離について研究している。パーソナルスペースに関する研究は、成年を対象としたものが中

心であり、高齢者を対象としたものは少ない。高齢者を対象としたパーソナルスペースの研究は、今川氏の「中年者及び高齢者の家族メンバーに対するパーソナル・スペースの検討」など⁷⁻⁹⁾が報告されている。

本研究の前編として「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」⁹⁾「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」¹⁰⁾がある。これらの研究では、小型移動ロボットに着目し、成年男子 26 人と成年女子 28 人を対象にロボットに対する個体距離について考察をした。その結果、小型移動ロボットに対する「これ以上近づかれたくない距離」として、成年男子・女子ともに、ロボットに対する個体距離は円形に近い形となり、直径 3m 前後の距離をとる考えられることがわかった。また、「接近角度」「速度」の距離に対する影響は、男女によって異なる傾向が求められた、などの知見が得られた。これに対し、本研究は高齢者を対象に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ついて考察を行うものである。高齢者と成年ではロボットに対する個体距離が異なる可能性もあり、世代の違いによる調査は重要と考える。

* 東京電機大学大学院未来科学研究科建築学専攻

** 東京電機大学未来科学部建築学科 准教授・博士(学術)

Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University
Assoc. Prof., Department of Architecture, School of STFL, Tokyo Denki University, Ph. D.

1-3. 研究目的

本論では、小型移動ロボットに注目し、高齢者の小型移動ロボットに対する「これ以上近づかれたくない距離(以下接近限界距離)」を明らかにすることを目的とする。また、前編の成年のデータと比較し、調査対象の世代の違いによりロボットに対する個体距離にどのような違いが見られるか考察する。

2. 研究方法

2-1. 実験概要

本実験は、2011年8月1日から9月7日までの期間で、10日間に分けて行い、66歳～86歳の高齢者21名(男性8名、女性13名)を被験者とした(図1)。被験者の中には、歩行や回避に差し支える障害を持つ人は居なかったが、難聴の人が数名いた。実験場所は、公共施設^{注1)}の集会室(140cm×650cm)である(図2)。

実験は、表1の実験条件(2速度、5方向)を日常生活で一番使用され则认为られる立位と椅子座位の2姿勢について、4パターン(立位0.08m/s、0.24m/s、椅子座位0.08m/s、0.24m/s)をランダムに行い、一人当たり20パターン計測を行った。

また本実験では、実験前と実験後にアンケート調査を行った。実験前では、被験者の属性調査の他にロボットに対する印象・イメージなどについて全15項目、実験後では、使用したロボットに近づくにたくない要因、今後どのような仕様をロボットに求めるかなどについて、ロボットの「形状」「スピードと動き」「音」「信頼感」について全37項目である。実験後アンケートは、対立する形容詞句を用いて5段階で回答する、5件法を用いた。

2-2. 小型移動ロボットの仕様

本実験で使用した小型移動ロボットは、独立2輪駆動方式移動型ロボットで外形寸法12cm(W)×13cm(D)×7cm(H)である。ロボットの機能は、各速度に走行するのみであり、リモコンによって5m離れた地点から停止と走行が可能である。使用したロボットの画像を図4、ロボットの図面を図5に示す。

2-3. 実験の条件設定

本実験では、使用した小型移動ロボットの設定について「人に対するサポート機能を持たない見守りロボット」と説明し、個体距離について検討する。立位での測定を実験1、椅子座位での測定を実験2とする。

実験は被験者の右側0度、45度、90度、135度、180度の5方向、各5m離れた地点から小型移動ロボットを接近させ、被験者がこれ以上近づかれたくないと感じた距離で無線リモコンを用いてロボットを停止させる。実験風景を図3に表す。それぞれの距離の測定は、被験者の足底面中央から、小型移動ロボットの先端までを測定する。本実験前には、ロボットの動作確認を行い、リモコン操作誤差などについては、被験者へ位置確認後距離の測定を行った。

実験測定範囲は被験者からみて右側半分からの侵入のみとし、被験者左側壁面までの距離は50cmである。これは、既往研究より左右に優位な差は見られなかったことから、本実験では左右対称であることを前提とした。

2-4. 評価方法

ロボットの速度は成年の実験^{9・10)}の3速度より、高速(0.48m/s)を外し、低速(0.08m/s)、中速(0.24m/s)の2速度について評価

図1 被験者平均データと人間とロボットの高さ

図2 実験場所

表1 実験条件設定

速度	角度				
	0 度	45 度	90 度	135 度	180 度
0.08m/s(低速)	0 度	45 度	90 度	135 度	180 度
0.24m/s(中速)	0 度	45 度	90 度	135 度	180 度

図3 実験風景

図4 実験使用ロボット

図5 実験使用ロボット

を行った。これは、成年の実験結果より、中速(0.24m/s)と高速(0.48m/s)において、速度による距離の差が目立たず、高速(0.48m/s)について「速すぎる」という意見が得られたためである。更に、速度を1つ減らすことで実験時間を短縮し、被験者の負担を軽減することを考えた。

また、被験者には、次のような教示を与え実験を行った。「本実験では、5m離れた位置から近づいてくるロボットに対してこれ以上近づかれたくない、または嫌な感じがすると思った距離を測定します。実験は、5つの角度、2つの速度、2つの姿勢の計20パターン測定します。測定時は、身体の向きは変えず回避しない。視線は、小型移動ロボット本体に向けるようにしてください。」

※被験者 3, 4, 6, 16, 20, 21 は接近限界距離が 0cm の方向がある

図 6 立位における個体距離

※被験者 3, 4, 6, 16, 20, 21 は接近限界距離が 0cm の方向がある

図 7 椅子座位における個体距離

3. 実験1(立位の場合)結果

3-1. 個体距離

被験者の各接近角度に対する速度と各速度に対する個体距離の基礎データを図6、平均値を表2に表す。データには個人差があるので全体のばらつきを指標する標準偏差も求めた。また、平均値を図に表したものが図8である。表2より個体距離の平均値は、0.08m/sは83.6cm~97.9cm、0.24m/sは90.2cm~106.1cmである。

3-2. 接近角度と速度に対する傾向

図8を見ると、0度から45度、90度から135度では距離が長く、45度から90度、135度から180度では短くなっている。また、45度と135度の距離が5方向の中で距離の長い上位2つであることから、斜め方向に距離を取る傾向がある。

速度別に距離を見ると、0度と45度では10cm程の差が見られたが、95度、135度、180度では距離の差が少ない。これより、後ろ方向では個体距離に速度の影響はほとんどないが、正面では遅い速度になると距離が小さくなる。

3-3. 接近角度と速度の交互作用の検証

「3-2.接近角度と速度に対する傾向」の結果を受け、接近角度と速度が距離にどのように影響を及ぼすのかをより詳しく検証するために、二元配置の分散分析を行った。被験者間の効果の検定表を表3に示す。

角度×速度の交互作用は、 $F(4,200)=0.117$ 、有意確率0.976であり有意な差が見られなかった。相互作用に有意差が見られなかったのので、各主効果を見ると、接近角度の主効果は $F(4,200)=0.184$ 、有意確率0.946である。速度の主効果は $F(1,200)=0.060$ 、有意確率0.806である。有意水準5%で検定を行ったところ、接近角度、速度共に有意確率が0.05以上であることから有意な差がない。

これより、立位における小型移動ロボットが人に近づいてくる場合、人がこれ以上近づかれたくないと感じる個体距離には角度、速度の影響がないことがわかった。

4. 実験2(椅子座位の場合)結果

4-1. 個体距離

被験者の各接近角度に対する速度と各速度に対する個体距離の基礎データを図7、平均値を表4に表す。データには個人差があるので全体のばらつきを指標する標準偏差も求めた。また、平均値を図に表したものが図9である。表4より個体距離の平均値は、0.08m/sは85.3cm~109.9cm、0.24m/sは81.5cm~106.7cmである。

4-2. 接近角度と速度に対する傾向

図9を見ると、0度から45度、135度から180度では距離が長くなっているが、45度から135度では個体距離が短くなり、後方になるにつれ距離をとらなくなった。しかし、180度で距離が長くなり、背後では距離をとり近付くことを許さないことがわかった。

速度別について距離を見ると、180度では9.3cmの差が見られたが、0度から135度では距離の差が4.0cm以内であり、ほとんど距離の差が見られない。これより、個体距離に対する速度の影響がほとんどないことがわかった。

4-3. 接近角度と速度の交互作用の検証

実験1同様に二元配置の分散分析を行った。被験者間の効果の検定表を表5に示す。

表2 立位における各速度の個体距離の平均表(単位: cm)

速度		角度				
		0 度	45 度	90 度	135 度	180 度
0.08m/s		83.6	97.9	95.5	96.2	95.2
0.24m/s		95.6	106.1	92.5	96.1	90.2
平均		89.6	102.0	94.0	96.2	92.7
標準偏差		67.4	72.7	68.0	72.2	64.3
0.08m/s	最大値	204	222	192.5	245	247
	最小値	0	0	0	0	0
0.24m/s	最大値	245	243	224.5	275.9	196.5
	最小値	0	0	0	0	0

図8 立位における各速度の個体距離の平均グラフ

表3 立位における主効果検定

変動因	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率	
角度	3590.967	4	897.742	0.184	0.946	n.s.
速度	293.585	1	293.585	0.06	0.806	n.s.
角度×速度	2277.984	4	569.496	0.117	0.976	n.s.
誤差	973268.806	200	4866.344			
全体	979431.342	209				

表4 椅子座位における各速度の個体距離の平均表(単位: cm)

速度		角度				
		0 度	45 度	90 度	135 度	180 度
0.08m/s		104.5	109.9	93.3	85.3	96.3
0.24m/s		106.3	106.7	89.8	81.5	87.0
平均		105.4	108.3	91.6	83.4	91.7
標準偏差		69.6	76.4	60.1	59.2	54.4
0.08m/s	最大値	208	248.5	204	182	177
	最小値	0	0	0	0	0
0.24m/s	最大値	253.5	241	190	181.45	166
	最小値	0	0	0	0	0

図9 椅子座位における各速度の個体距離の平均グラフ

表5 椅子座位における主効果検定

変動因	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率	
角度	18366.628	4	4591.657	1.081	0.367	n.s.
速度	672.145	1	672.145	0.158	0.691	n.s.
角度×速度	658.044	4	164.511	0.039	0.997	n.s.
誤差	849533.812	200	4247.669			
全体	869230.63	209				

角度×速度の交互作用は、 $F(4,200)=0.039$ ，有意確率 0.997 であり有意な差が見られなかった。相互作用に有意差が見られなかったため、各主効果を見ると、接近角度の主効果は $F(4,200)=1.081$ ，有意確率 0.367 である。速度の主効果は $F(1,200)=0.158$ ，有意確率 0.691 である。有意水準 5%で検定を行ったところ、接近角度、速度共に有意確率が 0.05 以上であることから有意な差がない。

これより、椅子座位における小型移動ロボットが人に近づいてくる場合、人がこれ以上近づかれたくないと感じるとき、個体距離には角度、速度の影響がないことがわかった。

5. アンケート調査結果

5-1. 実験前アンケート結果

1) 家族構成

「単身」が 12 名で一番多く、次いで「夫婦」「未婚の子供と同居」であった(図 10)。今回の被験者は、90%が高齢者のみの世帯で、単身高齢者が多いことが明らかになった。

2) ロボットに対する印象評価

「日常的にロボットと接する機会がありますか?」「ロボットは好きですか?」「ロボットは家族になれると思いますか?」の 3 問では、「日常的にロボットと接する機会はない」という回答が 20 名だったが、「ロボットが好き」「家族になれると思う」では、半数以上が「はい」と回答しており、好意的な意見を得ることができた。また、回答時の自由意見に、「ロボットコンテストなど TV でロボット見ることがある」という意見もあり、ロボットを身近に感じることができるようになってきたのではないかと考えられる。

一方で、「家族になれると思うか」の質問では、「いいえ」の回答が 7 名である。これは、前問の「ロボットが好きか」で「いいえ」「わからない」と回答した人であり、家族になれるか否かはロボットを好きになるかに関係すると思われる。(図 11-13)。

3) 見守りロボットについてどう思うか

本研究では緊急時に外部に連絡をとる等の機能を持ったロボットを見守りロボットと設定して実験を行った。そこで、被験者に対して見守りロボットが必要かどうか質問した。結果、「必要(欲しい)」12 名が一番多いが「どちらでもない」の回答も 8 名と多かった(図 14)。「どちらでもない」を選択した理由には、「現在の生活で必要ないため」「今後の生活で必要になるかわからない」などの意見があった。また、「一人暮らしの話し相手として使えると良い」などの意見もあった。

以上の実験前アンケートより、高齢者はロボットに対し、親しみをもち、日常生活でのロボットのサポートを期待していることがうかがえた。

5-2. 実験後アンケート結果

1) ロボットの形状に関する評価

実験で使用したロボットの形状について質問した。この結果を図 15 に示す。「不安」「安心」「警戒」「信頼」では安心が 71%、信頼が 57%と多かった。見た目について、「機械的」「動物的」「不気味」「かわいい」では、機械的 71%、可愛い 72%と多かった。見た目について、ロボットのカバーが無く基盤が見えていたため、「機械的」という意見が多かった。

図 10 被験者の家族構成(N=21 名)

図 11 日常的にロボットと接する機会がありますか?(N=21 名)

図 12 ロボットは好きですか?(N=21 名)

図 13 ロボットは家族になれると思いますか?(N=21 名)

図 14 見守りロボットについてどう思いますか?(N=21 名)

図 15 ロボットの形状に対する印象評価(N=21 名)

図 16 ロボットの接近速度(0.08m/s)に対する印象評価(N=21 名)

図 17 ロボットの形状に対する印象評価(N=21 名)

図 18 ロボットの形状に対する印象評価(N=21 名)

図 19 ロボットの形状に対する印象評価(N=21 名)

図 20 ロボットの接近速度(0.08m/s)に対する印象評価(N=21 名)

2) ロボットの接近速度に関する評価

2つの接近速度について質問した。この結果を図16, 17に示す。低速0.08m/sについて、「安心」が57%、速度について「遅い」が57%と半数以上であった。中速0.24m/sでは、「安心」が38%、速度については「どちらでもない」が62%であった。

6. 考察

6-1. 個体距離と接近角度及び速度の関係

この実験条件の場合、「3-3. 接近角度と速度との相互作用の検証」「4-3. 接近角度と速度との相互作用の検証」より、個体距離に速度、接近角度は影響がないことがわかった。

しかし、図8, 9, 18を見ると、立位の0度方向0.08m/sが0.24m/sに比べ距離をとり、椅子座位では、角度ごとに距離をとることがわかった。0度方向では、ロボットの接近を見続けることから速度による影響があったと考えられる。特に遅い速度では、アンケート結果より全体の約6割、接近限界距離50cm以下の約7割の人が「遅すぎる」という意見を言ったことから、接近速度に恐怖心や不安を抱かず、接近距離が小さくなったと考えられる(図16)。また、椅子座位では180度方向において接近限界距離は135度までと比較し、距離が長い。これは、椅子に座り振り向いた状態でロボットの接近を見続けることが困難であったことが原因の1つだと考える。

6-2. 姿勢と個体距離の関係

実験1, 2の結果より、高齢者は立位89.6cm～102.0cm(平均94.9cm)、椅子座位83.4cm～108.3cm(平均96.1cm)の個体距離をとり、0度から90度では立位、90度から180度では椅子座位が近い距離をとることがわかった(図19, 20)。また、姿勢ごとに個体距離に差があるのかt検定を行ったところ、有意差が見られなかった($t=-1.79$ $df=418$, $n.s.$)。

以上の個体距離の平均値について、エドワード・ホール『かくれた次元』¹⁴⁾より立位・椅子座位共に、「個体距離」の遠方相

「75cm～120cm」の範囲になる(図21)。この特徴は、「手で触れる距離から二人の指先が触れ合う距離までの範囲、私的会話が可能な距離」とされている。

つまり、高齢者にとって小型移動ロボットは、親密を示唆する距離までは近づけないが、手で触れられる距離で接することのできる存在であるといえる。これはアンケート結果より、ロボットに対して安心感や信頼感を持っている人が多かったことが影響していると考えられる(図15)。

6-3. 接近限界距離0cm

本実験結果では、1人当たり全20パターン測定したが、20パターン中接近限界距離が1つ以上0cmとなった被験者が6名いた(No.3,4,6,16,20,21)。被験者6名の実験結果を表6に表す。表6より、2姿勢(立位, 椅子座位)、2速度(0.08m/s, 0.24m/s)全てで4角度以上0cmであった3名(No.3,6,21)について、どのような特徴・共通点があるのか、アンケートやヒアリング調査の結果をみる。調査結果より、3名は共通してロボットの印象が「玩具と同じ」と回答しており、接近に関しても「形状、速度、音」の要因は関係せず、「近づかれたくないと思わなかった」と回答している。

図17 ロボットの接近速度(0.24m/s)に対する印象評価(N=21名)

※本実験は0度から180度までの測定であり、180度から360度は既往研究より左右に優位な差が見られなかったことから左右対称と前提しデータを反転させた。

図18 姿勢・速度別小型移動ロボットに対する個体距離平均値

※本実験は0度から180度までの測定であり、180度から360度は既往研究より左右に優位な差が見られなかったことから左右対称と前提しデータを反転させた。

図19 姿勢別小型移動ロボットに対する個体距離平均値

図20 高齢者の姿勢ごとによる個体距離

図21 小型移動ロボットに対する個体距離

表 6 立位における各速度の個体距離の平均表 (単位 : cm)

姿勢	速度	角度				
		0 度	45 度	90 度	135 度	180 度
男性	0.08m/s	59.2	74.1	70.8	73.2	71.4
	0.24m/s	74.2	83.2	69.7	73.9	66.1
	平均	66.7	78.7	70.2	73.6	68.7
	標準偏差	55.8	66.1	62.4	60.7	61.2
女性	0.08m/s	98.6	112.6	110.8	110.4	109.9
	0.24m/s	108.8	120.1	106.5	109.7	105.0
	平均	103.7	116.4	108.6	110.0	107.5
	標準偏差	71.0	74.0	68.4	76.2	62.7

更に、接近限界距離に影響を与えると考えられる「形状、速度」について、形状では、「安心感」や「信頼感」を抱いており、接近速度についても、速度に関係なく「安心」という回答していた。また、小型移動ロボットは衝突しても危害が無いと判断していた。他 19 名のアンケート結果では、以上のような共通回答が見られなかったことから、ロボットの接近について、「違和感がない」「玩具と同じ」「安心感」という印象をもった人の接近限界距離が 0cm になったと考えられる。

6-4. 男女の性別による個体距離の差

本実験の被験者 21 名(男性 8 名, 女性 13 名)の実験結果を姿勢ごとに性別で個体距離に差があるのかどうかについて t 検定を行った。その結果立位では、 $t = -4.010$, $df = 208$, $p < 0.01$ より、有意差が見られた。この結果と平均値をみると、男性は女性よりも個体距離が短いと解釈できる。次に椅子座位では、 $t = -2.208$, $df = 208$, $p < 0.05$ より、有意差が見られた。この結果と平均値を見ると、立位同様男性は女性よりも個体距離が短いと解釈できる (表 6-8, 図 22)。また、図 22 を見ると、男女で個体距離の形態は似ており、立位では、斜め方向に距離をとり、椅子座位では前方に距離をとる傾向があることがわかる。

6-5. 高齢者と成年の接近限界距離の比較

小型移動ロボットに対する個体距離について類似研究¹⁵⁾で被験者を成年としたものと、本実験の高齢者を対象にしたものとで個体距離の平均値を用いて比較を行った(表 9、図 23-24)。

個体距離の差は、立位では 40.1cm~50.6cm、椅子座位では 38.9cm~54.6cm である。立位・椅子座位共に高齢者が成年に比べ距離に近い結果となった。また、個体距離平均グラフより高齢者と成年で角度に対して距離をとる傾向に違いがあることがうかがえる。また姿勢別に見ると、立位・椅子座位共に高齢者と成年で同形を表している。すなわち、世代により個体距離に差は見られるが、角度に対する傾向には影響がないと考えられる。

高齢者と成年では、個体距離に平均値で約 40cm の差があることがわかった。この理由として、高齢者と成年のロボットに対する印象の差があげられる。実験後のアンケート調査より、ロボットの形状について「かわいい」と回答している割合が高齢者は 71%なのに対し、成年は 31%であったことが原因の一つだと考えられる。高齢者に「かわいい」という回答が多かったのは、ロボットの見た目で動物的と回答している人がいたためである (図 25)。

表 7 椅子座位における各速度の個体距離の平均表 (単位 : cm)

姿勢	速度	角度				
		0 度	45 度	90 度	135 度	180 度
男性	0.08m/s	87.0	91.9	79.1	76.9	85.8
	0.24m/s	87.7	94.9	84.2	73.4	75.7
	平均	87.3	93.4	81.7	75.1	80.8
	標準偏差	70.0	78.8	60.2	58.3	58.0
女性	0.08m/s	115.3	121.0	102.0	90.5	102.7
	0.24m/s	117.8	114.0	93.2	86.6	93.9
	平均	116.5	117.5	97.6	88.5	98.3
	標準偏差	68.2	75.1	60.4	60.3	52.0

表 8 男女別 t 検定結果表

	t 値	自由度	有意確率(両側)
立位	-4.010	208	.000
椅子座位	-2.208	208	.028

図 22 高齢者の男性と女性の立位と椅子座位における小型移動ロボットに対する個体距離

表 9 高齢者と成年の個体距離平均表(単位 : cm)

姿勢	速度	角度				
		0 度	45 度	90 度	135 度	180 度
立位	高齢者(a)	89.6	102.0	94.0	96.2	92.7
	成年(b)	130.6	142.1	140.9	146.7	140.1
	差(b-a)	41.0	40.1	46.9	50.6	47.4
椅子座位	高齢者(a)	105.4	108.3	91.6	83.4	91.7
	成年(b)	144.3	150.9	139.0	138.0	134.5
	差(b-a)	38.9	42.6	47.5	54.6	42.9

図 23 立位における高齢者と成年の平均個体距離比較グラフ

図 24 椅子座位における高齢者と成年の平均個体距離比較グラフ

7. まとめ

本研究より高齢者の立位・椅子座位における小型移動ロボットに対する個体距離について、以下のことがわかった。

- 1) 小型移動ロボットに対する個体距離では、立位が椅子座位に比べ距離をとらない。
- 2) 高齢者は前方向に距離をとる傾向がある。
- 3) 小型移動ロボットに対する個体距離に、速度・接近角度は大きな影響がないが、立位では速度、椅子座位では角度に対して僅かに影響がある。
- 4) 実験より求められた個体距離は、「個体距離」の遠方相、「手で触れる距離から二人の指先が触れ合う距離までの範囲、私的会話が可能な距離」である。
- 5) 高齢者と成年の接近限界距離を比較すると、平均値では約 40cm の差があり、高齢者の方が個体距離を短くとする傾向の人が多い。アンケート調査より、高齢者はロボットに対して 71% が「かわいい」、57% が「家族になれる」など好意的であり、57% の人が「見守りロボットが必要(欲しい)」と考え、今後のロボットの進化に期待している現状が距離を小さくした要因だと考えられる。

8. 今後の展望

今回の実験では高齢者を対象とした基礎実験として、物理的要因がない広い空間で実験を行った。今後は、ロボットと共生する具体的な生活空間を想定し、実験場所を実際の居室空間とし人に行為を与えた条件での実験やロボットに前進移動以外の動きをさせた実験を行う必要がある。また、どのような生活空間やロボットならばより人の近くに近づくことが許されるのか、生活空間の「機能」「広さ」やロボットの「大きさ」「デザイン」等に注目し実験・調査を進める予定である。

図 25 ロボットの形状に関するアンケート結果

謝辞

本研究で使用したロボットは、慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科中澤和夫研究室のご指導及び三田彰研究室のご協力を頂きました。中澤和夫准教授、三田彰教授、各研究室の皆さまに、感謝の意を表します。

また、実験に関して多大なご協力をいただいた千代田区立高齢者センターの職員・利用者の皆さまに、深く感謝の意を表します。

本研究は、平成 23 年度科学研究費補助金・基盤研究(C)(課題番号 23611043)「ロボットと共生する生活空間デザインの研究」の一部として実施された。

参考文献

- 1) 平成 23 年版高齢者白書，第 1 章高齢化の状況，第 2 節高齢者の姿と取り巻く環境の現状と動向，1 高齢者の家族と世帯，pp13-17，内閣府
- 2) 遠田敦，渡辺秀俊，佐野友紀，高橋正樹，林田和人：ロボットに対する人間の回避距離，日本建築学会計画系論文集，No.601，pp.81-85，2006.3
- 3) 林田和人，遠田敦，吉岡陽介，高橋正樹，佐野有紀，渡辺秀俊：自律移動するロボットの人間に対して邪魔さ感を与えない距離，日本建築学会計画系論文集，No.651，pp.1133-1140，2010.05
- 4) 吉岡陽介，高橋正樹，渡辺秀俊，遠田敦，佐野有紀，林田和人：誘導ロボットに対する人間の追従行動，日本建築学会計画系論文集，No.652，pp.1399-1406，2010.06
- 5) 中島浩二，佐藤陽彦：移動体ロボットに対する人の個体距離，人間工学，Vol.35，No.2，pp87-95，1999.8
- 6) 中島浩二，佐藤陽彦：移動体ロボットに対するヒトの個体距離－(第 2 報) 高齢者について－，日本人間工学会会誌「人間工学」，Vol.35，No.4，pp253-258，1999.8
- 7) 今川峰子：中年及び高齢者の家族メンバーに対するパーソナル・スペースの検討，発展心理学研究，11/3，pp212-222，2000
- 8) 今川峰子：パーソナル・スペースによる高齢者の家族との親密性の測定，聖徳学園女子短期大学紀要 30，pp13-28，1998
- 9) 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
- 10) 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
- 11) 渡辺秀俊，遠田敦，佐野友紀，高橋正樹，林田和人：ロボットに対する人間の対人距離－建築空間におけるロボットと人間との共存に関する研究 その 2－，日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1，pp1003-1004，2005.9
- 12) 渡辺秀俊，遠田敦，佐野友紀，高橋正樹，林田和人：生活姿勢と人間のロボットに対する距離感との関係－建築空間におけるロボットと人間との共存に関する研究 その 3－，日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1，pp763-764，2005.9
- 13) 社団法人日本建築学会：第 3 版コンパクト建築設計資料集成、丸善株式会社、p.45、2009.2.25
- 14) 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
- 15) 青木美優，渡邊朗子：成年男子における立位と椅子座位の機能を設定した小型移動ロボットに対する個体距離に関する研究，第 34 回情報・システム・技術シンポジウム論文集，pp.271-274，2011.12

注

注 1) 千代田区神田神保町にある「千代田区立高齢者センター」

(2012年 4 月 9 日原稿受理，2013年 3 月22日採用決定)