

成年男子のカバー付きロボットに対する個体距離と印象に関する調査

○中島早織*1
渡邊朗子*2

キーワード：ロボット、個体距離、デザイン、生活空間

1. はじめに

近年、建築空間のスマート化により様々な開発が進められている。特にスマートハウスなどのように建築空間に様々な機能やシステムが取り込まれるための研究が盛んに行われている。そのようなスマート空間に様々な機能を持ち合わせた家具や家電、さらにはそれらと連携しサービスを提供するといったロボットが今後取り込まれることが期待される。このように今後は、社会的ニーズがある受付ロボットや個人で使うペットロボット、お掃除ロボットなどの様々な形状のロボットが私達の家庭やオフィスに普及され、人間とロボットの共生が実現されていくだろう。

2. 研究目的

本研究では、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を行う。既往研究¹では成年男子の立位・椅子座位の研究がされており本論では、現在様々な形状のロボットが開発されている中、成年男子の小型移動ロボットに対する距離及び、個体距離に影響を与えるファクターとして、ロボットのデザインと個体距離との関係を明らかにする。ロボットのデザインが変化することにより人とロボットの距離にどのような影響があるのか、ロボットに対しどう感じたかなどを調査するため、ロボットのカバーデザインの印象などについてアンケート調査を実験後に行った。影響を与えるファクターとして2つのカバー「直方体型」「半球形」（表1）、角度、ロボットの移動速度との関係を調査する。同様の設定で図1の基盤がむき出しのロボットを使用した既往研究²のデータとも比較する。

3 実験方法

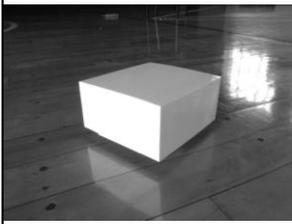
3.1 実験の設定条件

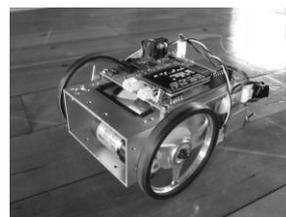
実験は、2011年11月21日から11月30日11日間、にかけて行い、19歳～23歳の男子26名を被験者とした。被験者の視力は0.7以上の学生であった。被験者の中に歩行や回避に差し支える障害や外傷を持つ者はいなかった。

(図2)

実験では、物理的制約が比較的少ないと考えられる体育館で行った。姿勢は居住空間においてよく使用されることから床座位で行った。(図3) 被験者から測って0度、45度、90度、135度、180度の5方向からそれぞれ5m離れた地点より小型移動ロボットが被験者に向かって近づき、

表1 実験使用ロボットカバーデザイン

直方体型	半球形
	
素材：塩化ビニル	素材：アクリル
寸法：(幅・奥行き・高さ) 140mm・150mm・70mm	寸法：200φ



元のロボット

寸法：(幅・奥行き・高さ)
120mm・130mm・70mm

図1 カバー無しロボット（基盤型）

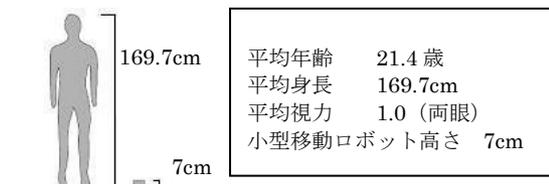


図2 被験者平均データと、人間とロボットの身長

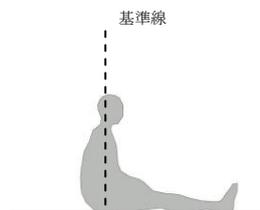


図3 被験者の姿勢

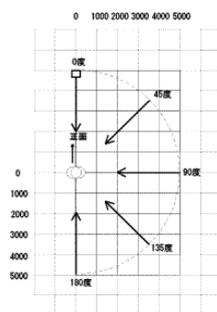


図4 実験場設定

被験者がこれ以上ロボットに近づかれない距離について検討する。実験では被験者に無線リモコンを操作してもらい、小型移動ロボットを停止する方法でおこなった。実験後に使用したカバーについてどのように感じたかなどの印象についてのアンケートを行った。

3.2 実験装置

実験は図4に示す実験装置を用い、使用した体育館の各部の詳細及び形状については図中に示す通りである。ロボットは被験者正面の基準点に対して、図4のように各移動角度(0度、45度、90度、135度、180度)にそって、近づいてくる動きとした。実験の計測を行った範囲は、実験の効率性も考え被験者からみて右側半分からの侵入のみとした。これは、既往研究からも左右に優位な差は見られなかったことから、本実験も左右対称であることを前提とし実験を行った。

3.3 評価方法

動作速度は予備実験より求められた遅い速度(0.08m/s)と早い速度(0.24m/s)の2速度について評価を行った。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小型移動ロボットを停止させた。停止後、図3で表した基準点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し、また小型移動ロボットの形状に関しては評価しないものとする。」と教示した。

4. 実験結果

4.1 移動角度と速度に対する傾向

実験より得られたデータから、人と小型移動ロボットとの距離を検討してみる。(表2)

4.1.1 カバー：直方体型について

図5におけるグラフを見てみると遅い速度の時にはグラフがM字型、早い速度の時にはグラフがV字型になっておりどちらも横からの接近で距離を近くとる傾向があった。既往研究より基盤がむき出しになったロボットの結果と比較してみてもグラフの形がM字型になるなど似たような傾向になることが分かる。

4.1.2 カバー：半球型について

図6ではどちらの速さもV字型になっており値も似ていることがグラフでわかる。これより速さによる影響が少なく似た傾向をとることがわかった。直方体型と基盤型とは違う印象となり、2つの形状とは異なった傾向になるのではないかと考えられる。

4.2 移動角度と速度の相互作用の検証

速度と方向が距離にどのような影響を及ぼすのかを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各姿勢それぞれ表3~表4に示す。

表2 各姿勢における角速度の平均表

姿勢	角度	速度		平均	標準偏差
		0.08m/s	0.24m/s		
直方体型	0度	123.37	148.49	135.93	52.9
	45度	134.47	146.34	140.40	62.9
	90度	125.88	135.84	130.86	58.8
	135度	137.89	140.75	139.32	62.0
	180度	141.35	148.29	144.82	63.6
半球型	0度	134.81	151.79	143.30	66.5
	45度	133.98	140.44	137.21	61.0
	90度	127.49	128.25	127.87	60.8
	135度	130.96	139.10	135.03	57.1
	180度	141.14	144.53	142.84	55.6

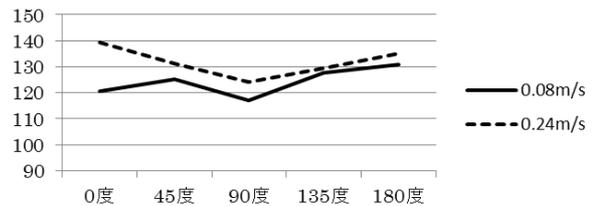


図5 直方体型における各速度の平均グラフ

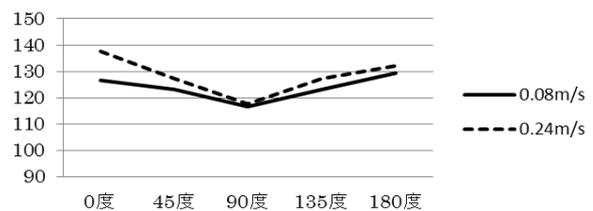


図6 半球型における各速度の平均グラフ

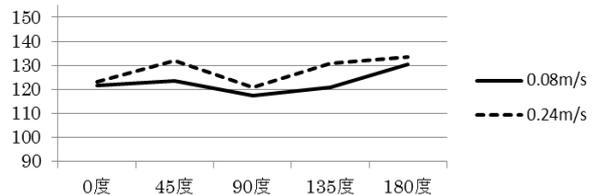


図7 基盤型における各速度の平均グラフ

表3 直方体型についての被験者間効果の検定

被験者間効果の検定					
従属変数:距離					
ソース	タイプ III 平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モデル	9536.848 ^a	9	1059.65	0.519	0.86
切片	3936743.735	1	3936743.735	1929.14	0
速度	3472.443	1	3472.443	1.702	0.193
方向	4019.727	4	1004.932	0.492	0.741
速度 * 方向	2044.677	4	511.169	0.25	0.909
誤差	469354.827	230	2040.673		
総和	4415635.41	240			
修正総和	478891.675	239			

a. R2 乗 = .020 (調整済み R2 乗 = -.018)

表4 半球型についての被験者間効果の検定

被験者間効果の検定					
従属変数:距離					
ソース	タイプ III 平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モデル	8588.833 ^a	9	954.315	0.451	0.906
切片	3815306.883	1	3815306.883	1804.02	0
速度	1272.822	1	1272.822	0.602	0.439
方向	6574.031	4	1643.508	0.777	0.541
速度 * 方向	741.979	4	185.495	0.088	0.986
誤差	486425.134	230	2114.892		
総和	4310320.85	240			
修正総和	495013.967	239			

a. R2 乗 = .017 (調整済み R2 乗 = -.021)

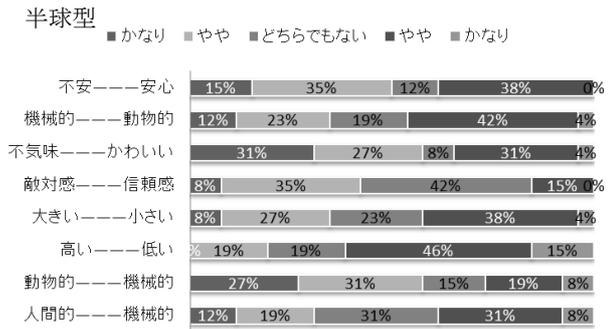
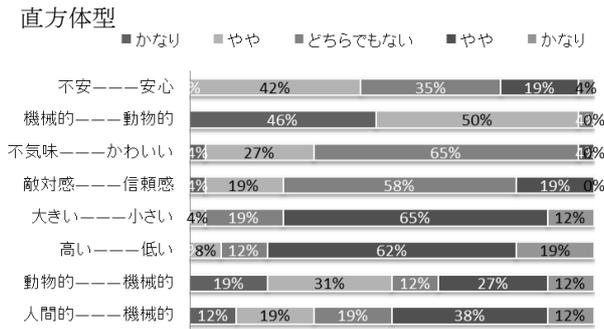


図8 カバーデザインの形状についてのアンケート

4.2.1 カバー：直方体型について

速度*方向の交互作用は、 $F(4,230)=0.25$ であり、有意な差はみられなかった。交互作用に有意差がみられなかった。各主効果をみると、速度の主効果は、 $F(1,230)=1.702$ であり、1%水準で有意である。方向の主効果は、 $F(4,230)=0.492$ であり、有意差がみられなかった。これより、ロボットが人から離れる場合に人がこれ以上離れられると困ると感じる時、その距離は、方向と比べて速度がやや影響があることがわかる。(表3)

4.2.2 カバー：半球型について

速度*方向の交互作用は、 $F(4,230)=0.088$ であり、有意な差はみられなかった。交互作用に有意差がみられなかった。各主効果をみると、速度の主効果は、 $F(1,230)=0.602$ であり、有意差がみられなかった。方向の主効果は、 $F(4,230)=0.777$ であり、有意差がみられなかった。これより、速度に影響されず、同様に方向にも影響されないと考えられる。(表4)

5. アンケート調査結果

本実験で使用したカバー付きロボットについてどのように感じたかなどのアンケート調査を実験後に行い調査を行った。

図8はロボットの形状についてのアンケートをグラフ化したものである。基盤型と直方体型のグラフを見比べると各項目の割合がどちらも似た値をとっており、直方体型は基盤型と同じような印象の持ち方をするという傾向がある。細かく見ていくと、直方体型はカバーをしているにも関わらず機械的であるといった印象を持ちやすいという結果となった。

また、半球形について見てみると「不気味」や「かわいい」など、直方体型は「どちらでもない」という割合が65%と半数以上を占めているのに対し被験者に何かしらの印象を与えやすいことがわかる。このことから半球形は直方体型に比べ、ただの機械から生物のような印象を連想させやすいのではないかと考えられる。

次に信頼感についてのアンケートを見てみる。コミュニケーション相手として信頼できるかどうかのアンケートではどちらも信頼できないという回答が多かったが半球

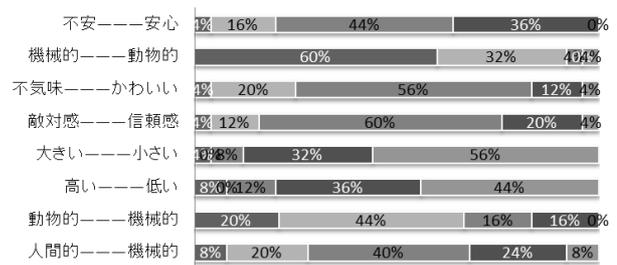


図9 ロボット（基盤型）の形状についてのアンケート

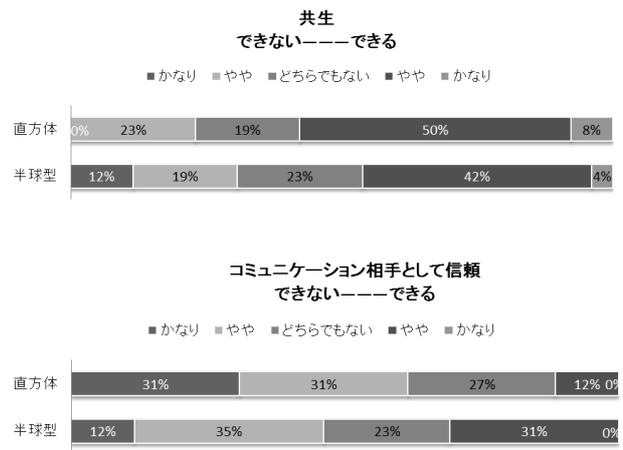


図10 信頼感におけるアンケート

型は約30%が信頼できるとあるのに対し直方体型は12%とかなり少ない値であった。これは直方体型がコミュニケーション相手よりも作業用途で使用されるロボットとしてのイメージが強いからではないかと考えられる。そのロボットと共生できるかのアンケートを見ても、どちらも半数近くが共生できると答えていた。これより、ロボットの形状でロボットの機能のイメージが連想しやすいということがわかる。

また、スピード、音についてのアンケートも行ったが大きな差などが見られなかったため今回は省略する。

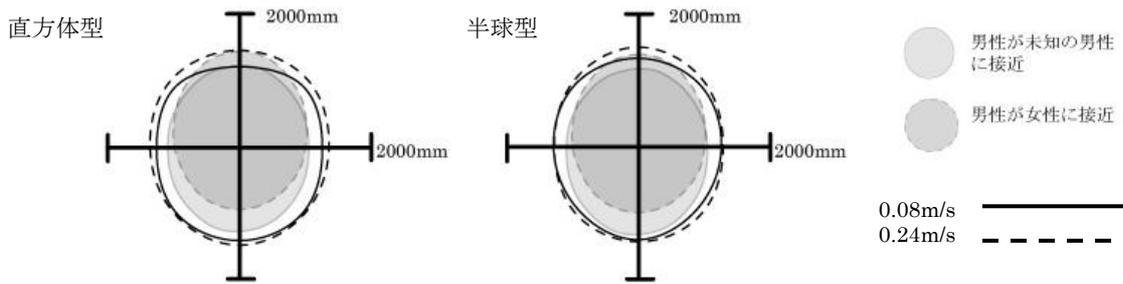


図 11 カバーデザインとパーソナルスペースの関係

6. 実験考察

第1実験、第2実験の結果から共通して90度の方向からの接近について個体距離が近くなり0度、180度方向からの接近になるほど距離が遠くなっていく傾向があることがわかった。さらに、基盤型とカバー付きについて比較してみると、カバー付きのほうが個体距離を大きくとることが明らかになった。

渋谷昌三の『人と人との快適距離—パーソナル・スペースとは何か』³⁾によると、男性も女性も横方向より正面方向へ距離を置き、正面へ広がる傾向があるとされる。また、著書よりパーソナル・スペースの形を比較すると、近接実験によるパーソナル・スペース（近接者が知人の場合）の、「男性が女性に接近」と「男性が未知の男性に接近」する場合と似た傾向にあることがわかった。

既往研究の「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」¹⁾より成年男子におけるカバーなしロボットにおける個体距離と比較した。今回使用したカバーの場合、基盤型についての個体距離よりもカバー付きについての方が個体距離を遠く取ることがわかった。アンケート結果から、今回使用したロボットは柄やキャラクター性など全くないデザインだったため被験者に「不安」「不気味」など生物にも機械にもとれないものと感じさせてしまったため、個体距離が大きくなったと考えられる。

今回の姿勢についてエドワードの『かくれた次元』より、基盤型では「個体距離」に近い「社会距離」であったが、カバー付きについてどちらも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である「社会距離」であることがわかった。

7. まとめ

- (1)カバーを着けた方が個体距離は大きい。
- (2)半球型のカバーのほうが直方体型のものより個体距離が大きい。
- (3)直方体型では機械的な、半球型は生物を連想させる傾向にある。

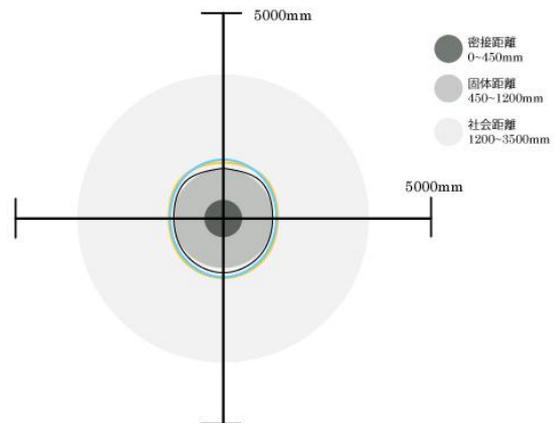


図 12 カバーデザインと距離の関係

8. 今後の展望

今回使用したカバーは柄や表情のないもので基礎的なデータを得た。今後はロボットのデザインとして表情や色などのファクターを与えてロボットのデザインと空間との関係性を調査する。

【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) 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
- 3) 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