

# 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—

○太田 俊\*<sup>1</sup>  
渡邊 朗子\*<sup>2</sup>

キーワード：小型移動ロボット，個体距離，パーソナルスペース，外国人

## 1. 研究の背景

現在日本では、少子高齢化による人手不足や生産力などを補うために、私たちの生活空間、建築空間にロボットが導入されつつある。これまで私たちにとって便利な道具や機械、ロボットが製造されてきた。しかし、『人の生活を助けるロボットは、支援しすぎで本人のやる気や体力が落ちてしまう「廃用症候群」の問題など、ロボットの性能以外の問題も検討する必要がある。』<sup>1)</sup>と指摘されている。

今後日本では、少子高齢化による国の収入、国内総生産(GDP)の減少が予測されるとともに、国際化の影響から、外国人観光客や外国人労働者による日本滞在外国人が増加することが予測される。このことから将来、グローバル化する環境を前提に、人とロボットが共生する生活空間を考える必要性も出てきている。

## 2. 研究目的

本研究は、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の一環である。これらの背景を踏まえて、今回は小型ロボットと外国人との関係性を探る初歩的段階の実験を行った。実験では、被験者を日本に滞在する外国人成年男子とし、その「国籍」、「姿勢」、ロボットの「移動速度」、「接近角度」をファクターとした。

本研究では、外国人の成年男子におけるロボットに対する個体距離を明らかにし、日本人の成年男子における場合<sup>2)</sup>と比較する。(図1)そして、建築空間においてロボットが与える影響の要因は日本人と外国人で、どのような違いが生じるのかを明らかにする。

## 3. 研究方法

今回の個体距離を測定する実験では、立位と椅子座位の2つの姿勢に着目し、実験1では、被験者の姿勢が立位の状態、実験2では、椅子座位の状態で行った。(表2)

また、実験前に実験場所の空間についての質問や身長や年齢などの被験者に関するアンケート調査を行い、実験後にロボット実験に関するアンケート調査を行った。

## 4. 実験

### 4-1. 実験の設定条件

実験は、2011年12月26日から2012年3月12日にかけて行った。日本に滞在する21～39歳の外国人男子27人を

表1 被験者データ

国籍名	人数
中国	12
韓国	3
台湾	2
フランス	2
スウェーデン	2
タイ	1
インドネシア	1
インド	1
ネパール	1
ギリシャ	1
ドイツ	1
合計	27

大学の留学生及び 日本語学校在学の外国人学生
平均年齢 26歳
平均身長 177.1cm
座高 97.4cm
平均視力 1.0(両眼)
平均日本滞在期間 26.9ヵ月

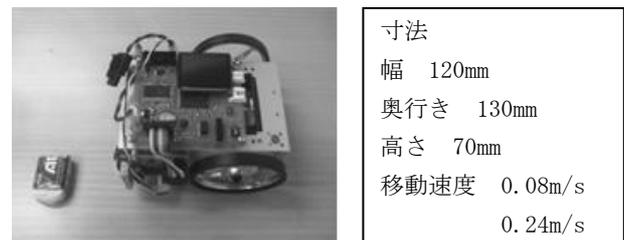


図1 ロボットと寸法データ

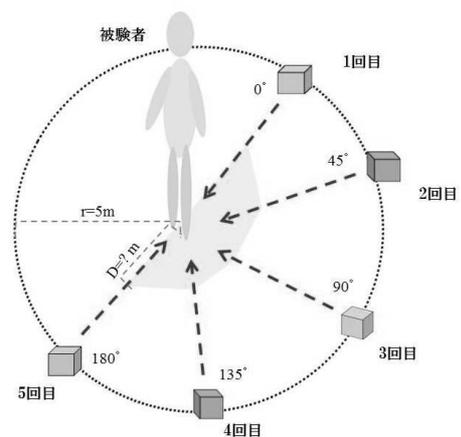


図2 実験過程イメージ図

表2 実験パターン 合計20パターン

姿勢	立位				椅子座位			
	0.08	0.24	0.08	0.24				
接近角度(度)	0 45 90 135 180	0 45 90 135 180	0 45 90 135 180	0 45 90 135 180				

被験者とした。被験者の視力は、全員0.7以上で、身体に歩行や小型移動ロボット(以降「ロボット」と省略する)を回避する際に差し支える障害を持つ人はいなかった。(表1)実験は、物理的制約が比較的少ないと考えられる体育館で行い、ロボットは、被験者の正面より0, 45, 90, 135, 180度の方向において5mの地点から二種類の速度で真っ直ぐ被験者に近づき、これ以上ロボットに近づかれない距離を測定した。(図2)個体距離の求め方について、表2の10種類の条件を設定し行った。被験者に無線リモコンで操作してもらい、小型移動ロボットを停止させる方法で行った。実験前には、被験者に関する質問とロボットに関するアンケート調査を行い、「実験では身体の向きを変えず顔を動かしたりして視線をロボットに向けるようにして下さい」と教示した後に実験を開始した。そして、実験が終了した後にロボットに対する感想のアンケート調査を行なった。

#### 4-2. 測定方法

測定は、被験者の足底面中心からロボットの車体前面までを、メジャーで測った。測定範囲は、被験者のパーソナルスペースが左右においてあまり差が見られない<sup>2)</sup>ことから、実験の効率性を踏まえて右側半分のみ測定した。

#### 4-3. 小型移動ロボットの仕様

実験で使用したロボットは、独立2輪駆動方式で、外形寸法120mm(W)×130mm(D)×70mm(H)である。(図2)ロボットの機能は、各速度を保ち走行するのみで、リモコンから発信される赤外線センサーにより5m離れた所でも停止・走行が可能である。

#### 4-4. 実験前アンケートの結果

実験を行う前に、従来のロボットや実験場所に対するイメージや印象を把握するためにアンケート調査を行なった。「被験者が自宅で動物を飼っているか?」の質問に対し、祖国に帰ればペットがいるという人が殆どであった。次に「実験場所の体育館の広さは?」の質問に対し、「すごく狭い、狭い、普通、広い、すごく広い」の五段階で答えてもらい、「すごく広い」と答えた人が9人、「広い」が15人、「普通」が3人であった。これにより、体育館の空間は実験を行う場所として物理的制約が少ない環境であったと考えられる。また、「ロボットは家族になれますか?」の質問に対し、「はい」と答えた人が14人、「いいえ」が13人となった。これを踏まえてどのような存在として見たかは、実験後のアンケートで比較を考えた。なお、全ての被験者が個体距離に関する実験を受けるのは今回が初めてである。(図3)

#### 4-5. 立位実験の結果

データに個人差があるので、全体のばらつきを指標とする標準偏差を求めた。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平均値を表した。(表3)0.08

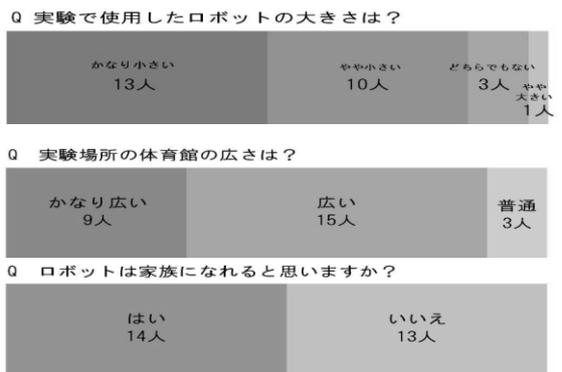


図3 実験前アンケート調査の結果

表3 立位実験結果の個体距離平均データ

立位	速度	角度(接近方向)				
		0度	45度	90度	135度	180度
	0.08m/s	79.1	89.7	83.2	93.2	89.3
	0.24m/s	84.9	93.1	84.1	90.3	92.6
	平均値	82.0	91.4	83.7	91.8	91.0
	標準偏差	66.6	74.7	67.3	70.9	64.6

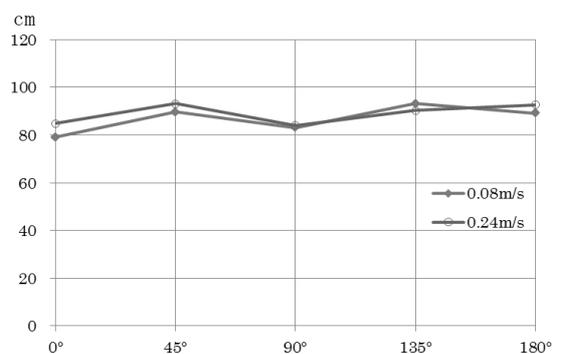


図4 立位実験結果の個体距離平均グラフ

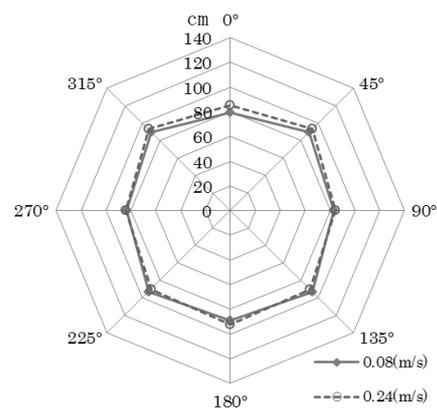


図5 立位実験結果の個体距離平均データ

表4 椅子座位実験結果の個体距離平均データ

椅子座位	速度	角度(接近方向)				
		0度	45度	90度	135度	180度
	0.08m/s	84.0	84.9	75.9	82.3	86.4
	0.24m/s	104.5	94.8	75.8	82.8	85.9
	平均値	94.3	89.9	75.9	82.6	86.2
	標準偏差	57.0	66.0	58.7	62.1	55.8

m/s と 0.24m/s を比べると、正面(0度)方向から近づく場合、0.08m/s の時の方が 5.8cm 短く近づけ、横(90度)方向の場合のみ、あまり差が見られなかった。(図 4, 5)

#### 4-6. 椅子座位実験の結果

データに個人差があるので全体のばらつきを指標する標準偏差を求めた。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平均値を表した。(表 4)4-5 と同様に比べると、正面(0度)方向から近づく場合、0.08m/s の時の方が 20.5cm 短く近づけ、斜め前(45度)方向の場合、0.08m/s の時の方が 9.9cm 近くまで近づけるが、他の方向にはあまり差が見られなかった。(図 6, 7)

### 5. 考察

#### 5-1. 実験結果の考察

立位では、横(90度)方向の場合のみ、0.08m/s の時と 0.24m/s の時であまり差が見られなかった。これは、横(90度)方向の方が他の方向よりロボットに対して親近感を感じさせ、速度に関係なく警戒心が弱まっている事を示しているのではないかと考えられる。

椅子座位では、90度~180度方向の場合、あまり差が見られないが、0度~45度の場合では大きな差が見られる。これは、ロボットが近づける距離は、速度による影響ではなく、視野に入るか入らないかによって影響があると考えられる。

#### 5-2. 日本人との比較と考察

ロボットに対する個体距離を、日本人と外国人で比較すると、立位では全ての方向において 43cm 以上、椅子座位では全ての方向において 53cm 以上外国人との差があった。全ての方向、速度において、外国人の方がロボットとの距離が近い結果となり、被験者の身長との関係が見られなかった。(図 8, 9)

『身長が低くなるにつれてロボットとの距離が短くなる』<sup>3)</sup>という結論に対して、相反する結果となった。ロボットを認識するに当たって、被験者の実験時の視力は日本人も外国人もあまり差がないのにも関わらず、ロボットに個体距離の差があるのは、民族性や文化の違いなどによるものから生じているのではないかと考える。

### 6. 実験後アンケートの調査結果

実験後アンケート調査では、本実験で使ったロボットに対する印象や将来ロボットにあって欲しい機能等、ロボットに求められることを明らかにするために行った。

「実験で使用したロボットにカバーは必要か不要か?」の質問に対して、半分以上の人が必要と答えた。図 1 のように基盤がむき出しだと見た目からも影響が生じると考えられる。「立位の時は不安か安心か?」と「椅子座位の時は不安か安心か?」の質問に対し比較すると、個体距離は椅子座位の方が近くなっているが、座ることによる落ち着きの中、ロボットの接近で立位の時よりも椅子座位の時の方が不安感を感じたという回答が多いと考える。(図 10)

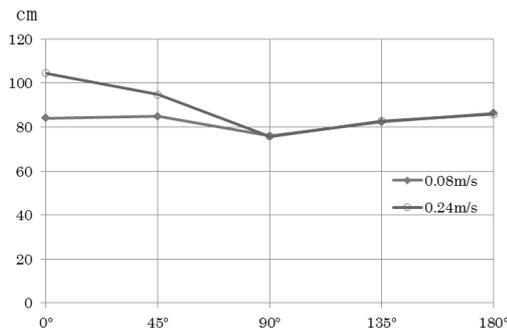


図 6 椅子座位実験結果の個体距離グラフ

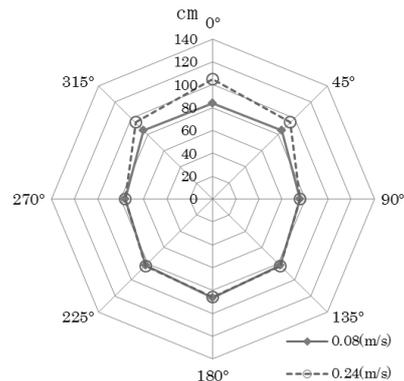


図 7 椅子座位実験結果の個体距離データ

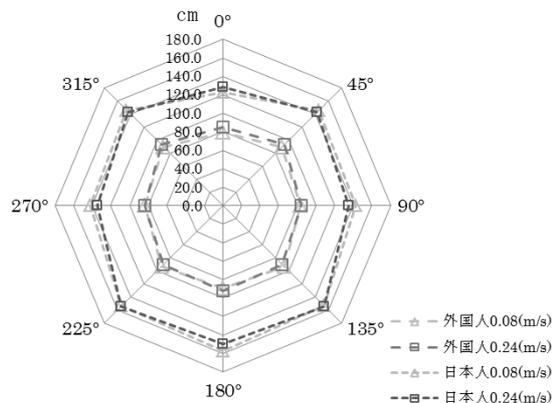


図 8 日本人との比較(立位の場合)

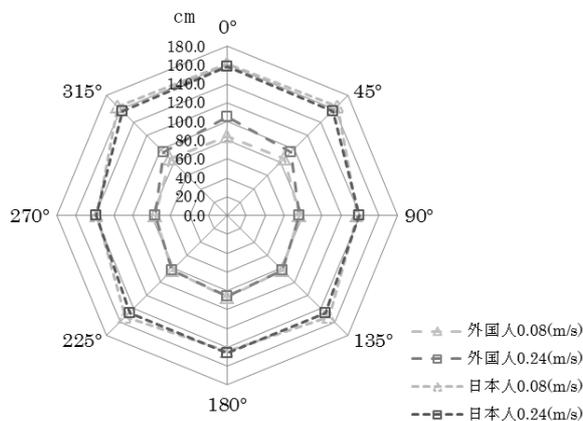


図 9 日本人との比較(椅子座位の場合)

次に「実験で使用したロボットの印象は？」の質問に対して、複数回答可で「おもちゃと同じ」と答えた人が13人、「ペットと同じ」が10人、「家電や家具と同じ」が8人、「自動車や自転車と同じ」が6人、「パートナーや相棒と同じ」が1人だった。殆どの被験者が祖国でペットを飼っていることを踏まえると、ペットと暮らしている人でもロボットの場合は、おもちゃかペットという存在として受け入れられると考える。(図10)最後に複数回答可で「今後ロボットに求める機能は？」の質問に対して、「メールや天気、交通、地震の情報を教えてくれる」と答えた人が21人、「音声で会話、コミュニケーションが可能」が18人、「インターネットにつないで自宅の家電や照明を作動してくれる」が14人、「カバーをして見た目がかわいくなる」が14人、「時間を連絡してくれる」が8人、「机の上に飲み物やメールのチェックをしてくれる」が7人、「子守をしてくれる」が6人、「お金の管理をしてくれる」が4人、「その他(掃除、爆弾処理、買い物)」が4人であった。ロボットの見た目やデザイン、さらに自宅の家具との連動や天気、交通情報、地震情報などインターネットなどの無線機能が魅力的に感じていると思われる。(図10)

## 7. まとめと今後の展望

本研究では、立位において、速度に関係なく横方向から接近しやすい事が見受けられた。また椅子座位において、接近角度によって視野に入りずらくなると、ロボットに対する個体距離が増すことがわかった。そして、日本人と比較した結果、外国人成年男子は身長に関わらずロボットに対する個体距離が近いことがわかった。

最後に今回のアンケート調査結果と実験を参考に、今後もロボットの大きさや空間を変えて、実験を行うことを検討している。また、高齢者患者や人手不足、外国人患者の対応のために病院では、自律移動型搬送ロボットが積極的に導入されることが予想される。そのために病院としての機能や患者へのサービスの質を下げずに、ロボットと共生できる廊下やエレベーターなどを含めたパブリック空間についても研究を進めいく予定である。

謝辞

本研究で使用したロボットは、慶応義塾大学理工学部システムデザイン工学科の中澤和夫准教授にご協力頂いたことに感謝の意を表します。

また、本研究のための小型移動ロボットに対する個体距離の測定実験にご協力頂いた、大学及び日本語学校の留学生に感謝の意を表します。

Q 実験で使用したロボットにはカバーは？

かなり必要 10人	やや必要 6人	どちらでもない 6人	やや不要 2人	かなり不要 3人
--------------	------------	---------------	------------	-------------

Q 最適なロボットの移動速度は？

0.37 m/s 5人	0.74 m/s 13人	0.16 m/s 8人	0.98 m/s 1人
-------------------	--------------------	-------------------	-------------------

Q リモコンは？

かなり必要 7人	やや必要 7人	どちらでもない 7人	やや不要 4人	かなり不要 2人
-------------	------------	---------------	------------	-------------

Q リモコンがないと？

かなり安心 4人	やや安心 5人	どちらでもない 2人	やや不安 11人	かなり不安 5人
-------------	------------	---------------	-------------	-------------

Q 立位の時は？

かなり安心 5人	やや安心 9人	どちらでもない 11人	やや不安 2人
-------------	------------	----------------	------------

Q 椅子座位の時は？

かなり安心 4人	やや安心 6人	どちらでもない 8人	やや不安 9人
-------------	------------	---------------	------------

Q 実験のロボットの印象は？

家電・家具 8人	自動車・自転車 6人	ペット 13人	パートナー・相棒 おもちゃ 10人	1人
-------------	---------------	------------	-------------------------	----

Q ロボットに近づかれたくない影響要因は？

形状 6人	スピードや動き 9人	音 2人	ロボットに対する安心感 7人	その他 3人
----------	---------------	---------	-------------------	-----------

Q 将来ロボットに求める機能は？

A 21人	B 18人	C 8人	D 14人	E 6人	F 14人	G 7人	H 4人	I 4人
----------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	---------	---------

A:メール,天気,交通,地震情報のお知らせ、B:音声会話,コミュニケーション、C:インターネットから自宅家電,照明の作動、D:カバーで見た目が可愛くなる、E:時刻のお知らせ、F:飲み物の提供,メールチェック、G:子守、H:お金の管理、I:その他

図10 実験後アンケートの結果

## 【参考文献】

- 1) 月刊科学雑誌「Newton」vlu32 No7 6月7日発行6月号 P46
- 2) 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-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)」日本建築学会計画系論文集 76(664), 1093-1100, 2011-06
- 3) 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-ケーススタディを対象として-」, 日本建築学会大会梗概集, No. 5312, . . 665-666, 2012. 9

\*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)