

コミュニケーション能力がロボットに対する パーソナルスペースに及ぼす影響

松島 大志* 大久保 雅史*

Influence of Communication Skill on Personal Space against Humanoid Robot

Taishi Matsushima* and Masashi Okubo*

Abstract - Personal space is one of the elements which smooth communication. It is said that the personal space changes depending on the relationship with a facing man and communication skill. On the other hand, recently, opportunities of face-to-face communication between people and humanoid robots are increasing. Therefore it is necessary to smooth not only communication among people, but also communication between people and robots. So it is important for robots to control a conversation distance that a facing man does not feel uncomfortable. In other words, if robots can know facing people's personal space when facing them, people can communicate with robots smoothly at an appropriate conversation distance. Research on personal spaces against humanoid robot has been conducted, but research on the influence of communication with humanoid robot and communication skill on personal space has not yet. In this study, we investigate influences of communication skill and communication experience with humanoid robot on personal space against humanoid robot. Therefore we aim to smooth communication with humanoid robot.

Keywords : personal space, humanoid robot, communication skill and stop-distance method

1. はじめに

人同士の対面コミュニケーションにおいて、円滑なコミュニケーションを図る要素の一つに、パーソナルスペースがあげられる。パーソナルスペースとは、他人にこれ以上近づいてほしくないと感じる境界点の集合によりできる空間のことである。人はこのパーソナルスペースを無意識に変化させることで、快適なコミュニケーションを行っている^[1]。

一方、近年のロボット開発の進展に伴い、ロボットに単純作業のみならず、人間とのコミュニケーションをさせる場面が増えてきた。すでに商業や医療・看護の分野ではヒューマノイドロボットの利用が多くあり、ロボットと人間が共存する社会が構築されつつある。この共存社会の構築には、人とロボットとのコミュニケーションの円滑化が必要不可欠であると考えられる。円滑化のためには、ロボットは、対面する人が不快に感じない距離でコミュニケーションをとることが重要である^[2]。すなわち、人のロボットに対するパーソナルスペースの大きさを知ることができれば、適切な対話距離で円滑なコミュニケーションを行うことができると考えられる。

2. 先行研究と研究目的

2.1 人に対するパーソナルスペース

渋谷らの先行研究では、人に対するパーソナルスペースは、性別、コミュニケーション能力などのパーソナリ

ティや、相手との関係性によって変化することが示唆されている^[1]。表 1 に、それらの詳細を示す。

また、Hall は、相手との関係性によってパーソナルスペースの広さは変化するとし、パーソナルスペースを、密接距離、個体距離、社会距離、公共距離の 4 つのゾーンに分類している^[3]。図 1 に、その詳細を示す。

表 1 人に対するパーソナルスペースの特徴^[1]

Table 1 Features of personal space against human^[1].

パーソナルスペースの大きさ	
男性	> 女性
内向的	> 外交的
大人	> 子供
相手が未知の人	> 相手が既知の人

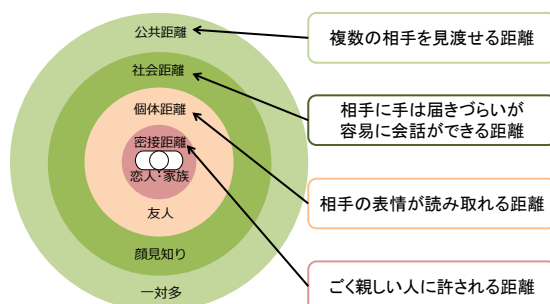


図 1 相手との関係性によるパーソナルスペースの大きさ^[3]

Fig.1 Size of personal space based on the relationship^[3].

*: 同志社大学大学院 理工学研究科

*: Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

2.2 ロボットに対するパーソナルスペース

安本らは、ヒューマノイドロボットに対するパーソナルスペースの形状は前方に長い楕円形で、人間に対するパーソナルスペースと同じ形状であると述べている^[4]。また、中島らはロボットが接近してくる速度に比例して、パーソナルスペースは大きくなると述べている^[5]。

このように、ロボットに対するパーソナルスペースに関する研究は多く行われている。しかし、人に対するパーソナルスペースを変化させる要因であるコミュニケーション能力やロボットとの関係性が、ロボットに対するパーソナルスペースに及ぼす影響についての研究はほとんど行われていない。

2.3 研究目的

本研究では、人に対するパーソナルスペースの特徴にもとづき、人のロボットに対するパーソナルスペースの特徴を、ヒューマノイドロボットを用いたパーソナルスペース測定実験により検証する。この結果に基づいて、ロボットが人との適切な対話距離を図ることができる可能性がある。

3. パーソナルスペース測定実験

3.1 実験目的

実験では、以下の4つの仮説を立て、ロボットに対するパーソナルスペースの特徴を検証する。

- ロボットとの関係性が深まることによって、パーソナルスペースは狭くなる。
- コミュニケーション能力が高い人の方がパーソナルスペースは狭くなる。
- 女性の方がパーソナルスペースは狭くなる。
- ロボットに対して、快の情動を抱いている人の方が、不快の情動を抱いている人に比べてパーソナルスペースは狭くなる。

3.2 実験に用いるヒューマノイドロボット

実験では、Spin Master 社製の Meccanoid G15KS を使用する。図2に Meccanoid G15KS の外観を、表2に詳細を示す。Meccanoid G15KS は、専用アプリにより遠隔からの直進とストップなどの操作が可能である。また、音声コマンドに反応し、動作や発話が可能である。



図2 Meccanoid G15KS の外観
Fig.2 Appearance of Meccanoid G15KS.

表2 Meccanoid G15KS の詳細
Table 2 Specification of Meccanoid G15KS.

Height	110cm
Width	40cm
Depth	15cm
Weight	5kg

3.3 指標

パーソナルスペースの解析に用いる指標は以下の5つである。

- ロボットとのコミュニケーションの有無
- コミュニケーション能力
- 性別
- ロボットに人間らしさを感じたか
- ロボット接近時の情動

ロボットとのコミュニケーションは、ロボットとの関係性を深めさせるために行わせる。すなわち、コミュニケーションを行った場合にロボットとの関係性が深まると仮定する。

コミュニケーション能力は、KiSS-18^[6]により測定する。これは、若者に必要だと考えられる社会的コミュニケーション能力に関する18項目のアンケートを5段階で評価するものである。18項目の評価点の合計(90点満点)が大きいほどコミュニケーション能力が高いとされる。これは、コミュニケーション能力を測定する手法として、高い信頼性と妥当性があるとされている。

ロボットに人間らしさを感じたかは、各パーソナルスペース測定終了後に、感じた、感じなかったの2択で回答させる。

ロボット接近時の情動は、各パーソナルスペース測定終了後に、16個の情動から複数選択で回答させる。これらの情動は、あらかじめ実験者が、Russell が提唱する情動の円環モデル^[7]の各象限から4個ずつ抜粋した。情動の円環モデルとは、さまざまな情動を、快—不快、覚醒—眠気の2次元の軸で表したモデルである。図3に、情動の円環モデルから抜粋した16個の情動の位置づけを示す。

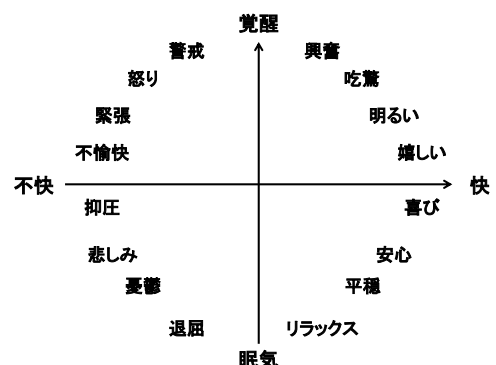


図3 情動の円環モデル
Fig.3 Circular model of emotions.

回答された情動のうち、快の象限の情動と不快の象限の情動の数を比較し、多い方を測定時の情動とする。つまり、測定されたパーソナルスペースを、快の情動を抱いた時の測定、不快の情動を抱いた時の測定、どちらの情動も抱かなかった時の測定のいずれかに分類する。同様に、測定されたパーソナルスペースを、覚醒の情動を抱いた時の測定、眠気の情動を抱いた時の測定、どちらの情動も抱かなかった時の測定のいずれかに分類する。

3.4 実験方法

図4に実験の手順を示す。実験協力者にはパターンAかパターンBのどちらかを行わせる。

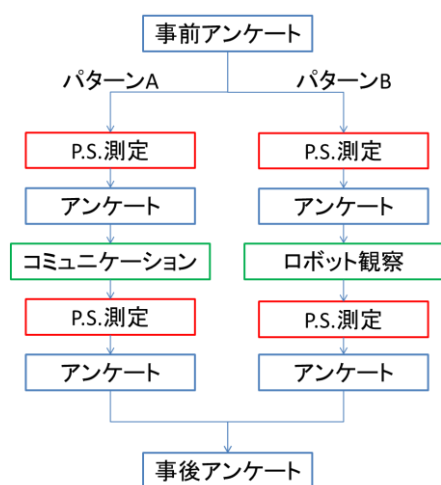


図4 実験の手順

Fig.4 Experimental procedure.

実験前アンケートにて、KiSS-18に回答させる。

図5にパーソナルスペースの測定の概要図、図6にその様子を示す。パーソナルスペースの測定にはstop-distance法を用いる^[8]。これは、観測者に近づく接近者に対して「これ以上近づいてほしくない」と感じる時点で、観測者にストップコールをさせて、その時の観測者と接近者の距離を測定するものである。パーソナルスペースを測る手法で、最も信頼性が高いとされている。本実験では、実験協力者を観測者とし、ロボットを接近者として測定を行う。実験開始時の、実験協力者とロボットとの距離は350cmである。

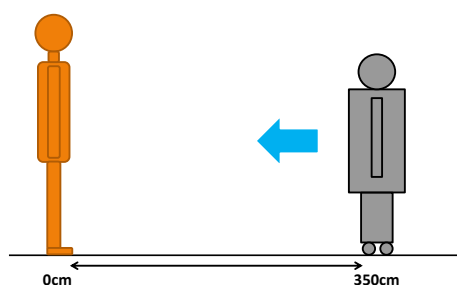


図5 パーソナルスペース測定の概要図

Fig.5 Outline of measurement of personal space.

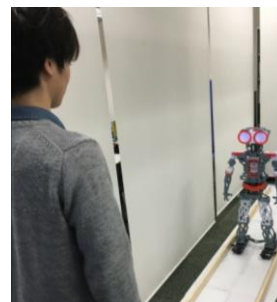


図6 パーソナルスペース測定の様子

Fig.6 Experimental scene of measurement of personal space.

各測定後のアンケートにて、ロボット接近開始時の情動を16個の情動の中から複数選択で回答させる。

また、パターンAでは、ロボットとのコミュニケーションを3分間行わせる。その様子を図7に示す。ここでは、実験者が指定した音声コマンドによる会話や、ロボットとの握手、ハイタッチを行わせる。一方、パターンBでは、ロボットの観察を3分間行わせる。その際、ロボットに触れないことを条件として観察させる。実験はMekanoid G15KSを見たことがない18歳から24歳までの男女32名(男性16名、女性16名)を対象とする。

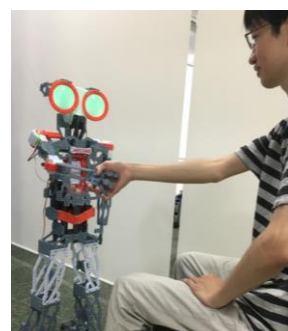


図7 ロボットとのコミュニケーションの様子

Fig.7 Experimental scene of communication with Robot.

4. 実験結果

4.1 ロボットとのコミュニケーションがパーソナルスペースに及ぼす影響の検証

図8に、コミュニケーションの有無で分類した時の、2回目測定距離から1回目測定距離の差の平均を示す。コミュニケーションを行った時の方が、測定距離の差が大きく、統計的な有意差がみられた。

4.2 コミュニケーション能力がパーソナルスペースに及ぼす影響の検証

図9に、実験協力者をKiSS-18スコアの上位グループと下位グループに分類した時の、1回目に測定されたパーソナルスペースの平均距離を示す。上位グループと下位グループの平均距離に統計的な有意差はみられなかった。

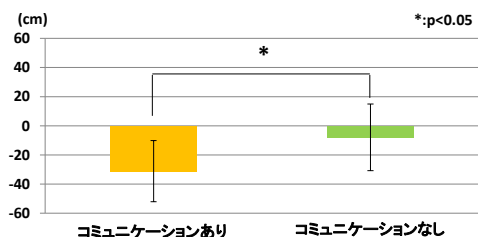


図 8 コミュニケーションの有無で分類した時の
2 回目測定から 1 回目測定の差の平均

Fig.8 Average of difference of the second measurement from the first measurement classified by communication experience.

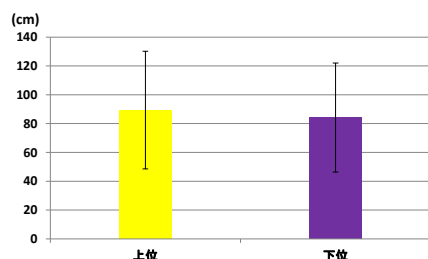


図 9 KiSS-18 スコアで分類した時の
1 回目測定時の平均距離

Fig.9 Average of distance at the first measurement classified by KiSS-18 score.

次に、コミュニケーション能力が、ロボットとのコミュニケーションによるパーソナルスペースの変化に及ぼす影響について検証した。図 10 に、KiSS-18 スコアによる上位下位と、コミュニケーションの有無で 4 グループに分類した時の、2 回目測定距離から 1 回目測定距離の差の平均を示す。KiSS-18 スコア上位グループは、コミュニケーションを行った時の方が、測定距離の差は大きくなり、統計的な有意差がみられた。一方、KiSS-18 スコア下位グループも、コミュニケーションを行った時の方が、測定距離の差はやや大きくなったが、統計的な有意差はみられなかった。これらより、コミュニケーション能力の高い人の方が、ロボットとのコミュニケーションを行うことによって、パーソナルスペースの狭まり方が大きくなることがわかる。

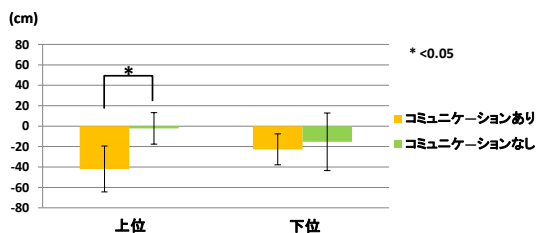


図 10 KiSS-18 スコアとコミュニケーションの有無で
分類した時の 2 回目測定から 1 回目測定の差の平均

Fig.10 Average of difference of the second measurement from the first measurement classified by KiSS-18 score and communication experience.

4.3 性別の違いがパーソナルスペースに 及ぼす影響の検証

図 11 に、性別で分類した時の、1 回目に測定された平均距離を示す。女性の方が平均距離が短く、統計的な有意傾向がみられた。この傾向は人に対するパーソナルスペースと同様である。

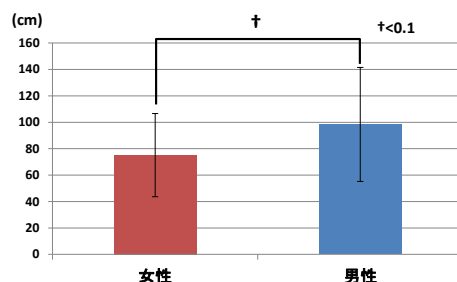


図 11 性別で分類した時の 1 回目測定時の平均距離。

Fig.11 Average of distance at the first measurement classified by gender.

次に、性別が、ロボットとのコミュニケーションによるパーソナルスペースの変化に及ぼす影響について検証した。図 12 に、性別とコミュニケーションの有無で 4 グループに分類した時の、2 回目測定距離から 1 回目測定距離の差の平均を示す。男性は、コミュニケーションを行った時の方が、測定距離の差は大きくなり、統計的な有意傾向がみられた。一方、女性も、コミュニケーションを行った時の方が、測定距離の差はやや大きくなったが、統計的な有意差はみられなかった。

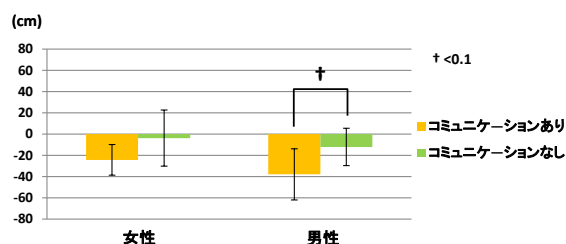


図 12 性別とコミュニケーションの有無で分類した時の
2 回目測定から 1 回目測定の差の平均

Fig.12 Average of difference of the second measurement from the first measurement classified by gender and communication experience.

4.4 ロボットに人間らしさを感じることが パーソナルスペースに及ぼす影響の検証

図 9 で示した通り、コミュニケーション能力によるパーソナルスペースへの影響は小さかった。これは、人に対するパーソナルスペースの特徴とは異なる結果である。しかし、ロボットに人間らしさを感じた場合は、人に対するパーソナルスペースの特徴と同様に、コミュニケーション能力の高い人の方がパーソナルスペースは狭くなる可能性がある。そこで、ロボットに人間らしさを感じることが、パーソナルスペースに及ぼす影響を検証した。

表3に、各測定後に、人間らしさを感じた人数と感じなかった人数の内訳を示す。さらに、図13に、ロボットに人間らしさを感じた人と感じなかった人に分類した時のパーソナルスペースの平均距離を示す。両測定とも、平均距離に統計的な有意差はみられなかった。

表3 人間らしさを感じた・感じなかった人数の内訳
Table 3 Number of people who felt humanity / did not feel.

	1回目	2回目
人間らしさを感じた	5人	10人
人間らしさを感じなかった	27人	22人

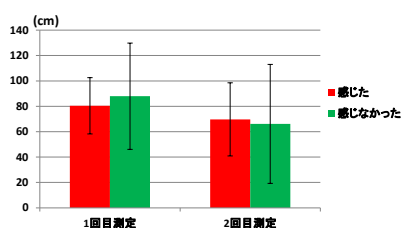


図13 人間らしさを感じた人と感じなかった人で分類した時のパーソナルスペースの平均距離

Fig.13 Average of distance classified by whether subjects felt humanity.

次に、ロボットに人間らしさを感じた人と感じなかった人に分類した時の、コミュニケーション能力とパーソナルスペースの関係を検証する。図14に、ロボットに人間らしさを感じた場合、図15に感じなかった場合の、実験協力者のKiSS-18スコアとその時のパーソナルスペースの分布を示す。人間らしさを感じた人は、コミュニケーション能力が高いほどパーソナルスペースが狭くなり、弱い負の相関がみられた。一方、人間らしさを感じなかった人は、コミュニケーション能力とパーソナルスペースの間に相関はみられなかった。人に対するパーソナルスペースは、コミュニケーション能力が高い人の方が狭まる傾向にあり、ロボットに人間らしさを感じた人には同様の傾向がみられた。

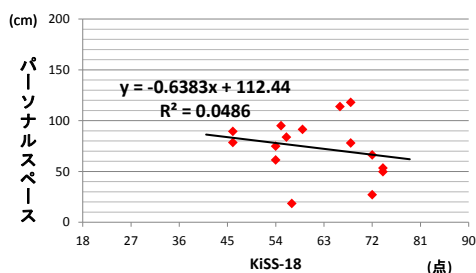


図14 人間らしさを感じた場合のKiSS-18スコアとその時のパーソナルスペースの分布

Fig.14 Distribution of KiSS-18 score and personal space when subjects felt humanity.

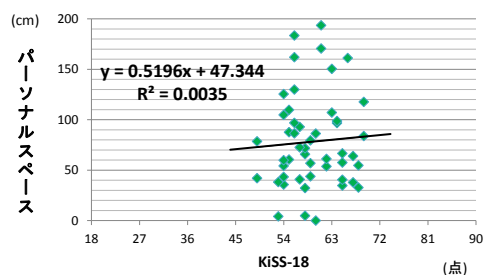


図15 人間らしさを感じなかった場合のKiSS-18スコアとその時のパーソナルスペースの分布

Fig.15 Distribution of KiSS-18 score and personal space when subjects did not feel humanity.

4.5 ロボット接近時の情動がパーソナルスペースに及ぼす影響の検証

はじめに、快の情動と不快の情動に着目して検証する。表4に、快・不快の情動を抱いた人数の内訳を示す。さらに、図16に、快・不快の情動で分類した時の、パーソナルスペースの全測定の平均距離を示す。不快の情動より、快の情動を抱いている時の方が平均距離は短くなり、統計的な有意差がみられた。

表4 快・不快の情動を抱いた人数の内訳

Table 4 Number of people feeling pleasure / unpleasure.

	快の情動	不快の情動
1回目測定	11人	10人
2回目測定	25人	3人
合計	36人	13人

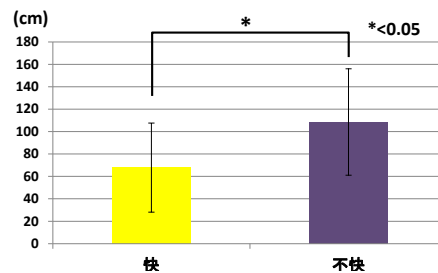


図16 快・不快の情動で分類した時の平均距離

Fig.16 Average of distance classified by emotions of pleasure or unpleasure.

次に、同様の検証を、覚醒の情動と眠気の情動に着目して検証する。表5に覚醒・眠気の情動を抱いた人数の内訳を示す。さらに、図17に覚醒・眠気の情動で分類した時の、パーソナルスペースの全測定の平均距離を示す。覚醒の情動より、眠気の情動を抱いている時の方が平均距離は短くなり、統計的な有意差がみられた。

表5 覚醒・眠気の情動を抱いた人数の内訳

Table 5 Number of people feeling arousing / sleepy.

	覚醒の情動	眠気の情動
1回目測定	26人	4人
2回目測定	10人	20人
合計	36人	24人

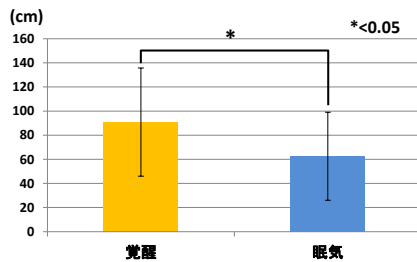


図 17 覚醒・眠気の情動で分類した時の平均距離

Fig.17 Average of distance classified by emotions of arousing or sleepy.

これらの結果より、図 3 の第 4 象限の情動を抱いている時に、パーソナルスペースが狭まることがわかる。

5. 考察

図 8 より、ロボットとのコミュニケーションを行うことによって、パーソナルスペースが狭くなった。このことより、ロボットとの関係性が深まることによって、パーソナルスペースは狭まると考えられる。この結果は、人に対するパーソナルスペースの特徴と同じである。

図 10 より、コミュニケーション能力の高い人の方が、ロボットとのコミュニケーションによるパーソナルスペースの狭まり方が大きかった。これは、コミュニケーションを行うことで、ロボットとの関係性をより一層深めたことが要因だと考えられる。よって、コミュニケーション能力の高い人とロボットがコミュニケーションを行う場面では、徐々に対話距離を狭めることで、円滑なコミュニケーションが可能だと考えられる。

図 11 より、女性の方が男性よりもパーソナルスペースは狭くなった。この結果は、人に対するパーソナルスペースの特徴と同様である。

図 12 より、女性の方がロボットとのコミュニケーションによるパーソナルスペースの狭まり方が小さかった。女性は、ロボットとの関係性が深まった場合においても、一定の距離を保ちたいという心理がはたらいた可能性がある。

図 9 より、実験協力者全体においては、コミュニケーション能力がパーソナルスペースに及ぼす影響は小さかった。しかし、ロボットに人間らしさを感じた人のみで検証をしたところ、そのうちコミュニケーション能力が高い人ほどパーソナルスペースは狭くなり、人に対するパーソナルスペースの特徴と同様の結果となった。このことより、ロボットに対するパーソナルスペースの特徴は、ロボットに人間らしさを感じた場合、人に対するパーソナルスペースの特徴と同様になると示唆される。

図 16 と図 17 より、快や眠気の情動を抱いている時に、パーソナルスペースは狭くなった。表情分析などで、対面している人の情動をロボットがリアルタイムで認識することができれば、この結果を基に対話距離を調節する

ことで円滑なコミュニケーションができる可能性がある。

6. おわりに

本研究では、人に対するパーソナルスペースの特徴にもとづき、ヒューマノイドロボットに対するパーソナルスペースの特徴を、stop-distance 法による測定実験により検証した。検証の結果、ロボットとの関係性の向上や性別の違いによるパーソナルスペースへの影響は、対人におけるパーソナルスペースと同様の傾向がみられた。さらに、ロボットに対して人間らしさを感じた場合は、コミュニケーション能力による影響も対人と同様の傾向となった。また、コミュニケーション能力の高い人の方が、ロボットとコミュニケーションを行うことによるパーソナルスペースの狭まり方が大きいことがわかった。

これらの結果を基に、ロボットが人とコミュニケーションを行う場面において、対面する人のパーソナリティをあらかじめ、またはリアルタイムで取得することで、ロボットは相手のパーソナルスペースを侵害しない適切な対話距離を推定することができると考えられる。さらに、適切な対話距離で会話を行うことで、円滑なコミュニケーションを行うことができると考えられる。

今後の課題として、図 14 で、人間らしさを感じた人が少なかったことがあげられる。そこで、今後の展望として、ロボットに人間らしい振る舞いを行わせ、より多くの実験協力者がロボットに人間らしさを感じられる状況を検討する必要がある。

参考文献

- [1] 渋谷: パーソナルスペースの形態に関する一考察; 山梨医大紀要, Vol.2, pp.41-49 (1985).
- [2] 渡辺, 遠田, 佐野, 高橋, 林田: 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概論集, pp.1003-1004 (2005).
- [3] Hall, E. T. : "The hidden dimension", Doubleday and Company (1966).
- [4] 安本, 上出, 前, 大原, 田窪, 新井: ヒューマノイドロボットに対するパーソナルスペースの提示方法; ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, "2A2-D18(1)"-"2A2-D18(4)" (2010).
- [5] 中島, 佐藤: 移動体ロボットに対する人のパーソナルスペース; 日本人間工学会大会講演集, Vol.38, pp.454-455 (1997).
- [6] 堀, 吉田: 心理測定尺度集 II, サイエンス社, pp.170-172(2001).
- [7] 森: 心理学概論, 学文社, pp.60-61 (2008).
- [8] 藤原: パーソナル・スペースに表れた心理的距離についての研究; 広島大学総合科学部紀要 III 情報行動科学研究, Vol.10, pp.83-92 (1987).