

SD-01

# ロボットの社会的受容に関する要因の探索： ユーザ研究の視点から

## Exploration of Factors Influencing Social Acceptance of Robots: From the Perspective of User Studies

野村 竜也†  
Tatsuya Nomura

### 1. はじめに

ロボットの概念自体は、神話にも記載があるくらいに古いものであることは知られている。一方、ロボットは従来主に産業用として工場等の専門的業務空間で展開されており、エンターテインメントや教育・医療などの文脈でのロボット (Druin and Hendler, 2000; Dautenhahn et al., 2002) が公共施設や家庭などの日常社会に目に見えるレベルで現れてきたのは、ごく最近である。このことは、ロボットに対するこれまでのイメージと、実際に身体を持って現実空間に出現したロボットに対する経験が相互作用を起し、これまでにない新たな心理・社会現象を引き起こす可能性を示唆する。また、社会におけるロボットの広まり方は世代や国によって差があり、さらに宗教観やマスメディアの状況など様々な要因が絡まることにより、人のロボットに対する受け止め方には様々な個人差・文化差が存在することが予想される。

新規技術に対する人の心理的反応の1つとしては、技術恐怖症 (Technophobia) の概念が存在し、特にコンピュータに対する不安や否定的態度およびその影響要因が主題化されている (Brosnann, 1998)。一方、Joinson (2002) は、人間は新規のコミュニケーション技術に対して過度に肯定的もしくは否定的な態度を持つ傾向があると指摘している。上述の日常社会で展開されようとしているロボットは人とのコミュニケーションを主体とした、いわゆるコミュニケーションロボットであり、この種のロボットを新規のコミュニケーション技術を具現化したものとみなす場合、人型やペット型に関わらず、人間がロボットに対し、技術恐怖症の1種として否定的な態度もしくは感情を抱く可能性がある。さらに、この種の態度や感情が日常領域におけるコミュニケーションロボットの受容に影響を与える可能性も考えられる。そのため、ロボットの日常領域における応用をデザインする上で、人のロボット受容に影響を与える個人的要因・社会的要因を十分に探索しておく必要がある。

本稿では、ロボットが社会的に受容されるための個人的および社会的要因についてユーザ研究の視点から考察することを目的として、著者らの研究グループのものを含めた既存研究を概観し、今後の研究の方向性について検討する。

### 2. 個人的要因

#### 2.1 対ロボット認知・感情

対話能力を持つロボットが実際に人間と対話する場合、人間がロボットに対してどのような認知や感情を抱くかという面については、既に幾つかの研究が存在する。例えば、神田ら (2001) は、人型ロボットとの対話実験を通して被験者がどのような印象をロボットに対して抱くかを SD 法を用いて検証し、ロボットの協調的行動の重要性を見出している。しかし、人間がロボットに抱く認知や感情にはどのようなバリエーションが存在するか、また、ロボットに対する認知や感情が具体的にロボットの受容にどのように影響するかについては、研究は未だ少ない。

ロボットと同じ高度情報機器であるコンピュータの場合は、上述の技術恐怖症研究において対コンピュータ態度と不安が取り上げられている (Brosnann, 1998)。特に、コンピュータ不安 (Computer Anxiety) は、コンピュータリテラシに関わる教育心理学的側面から重要視されている (平田, 1990)。この類推から、著者らのグループは、対ロボット態度と対ロボット不安を測定するための心理尺度 (Nomura et al., 2006a; 2006c) を開発し、対ロボットコミュニケーション行動との関連を検証している (Nomura et al., 2006b; Nomura et al., 2008b)。

対ロボット態度を測定する心理尺度 (NARS: Negative Attitudes toward Robots Scale) は3つの下位尺度、対話否定的態度・社会的影響否定的態度・対話感情否定的態度から構成され、対ロボット不安を測定する心理尺度 (RAS: Robot Anxiety Scale) は3つの下位尺度、会話不安・行動特性不安・ロボット対話能力不安から構成される。心理実験の結果として、ロボットに対する否定的態度と不安がロボットに対する距離や応答時間などの行動に影響を与えることが認められている。表1に、この研究での重回帰分析で得られたモデルを示す。

#### 2.2 年齢

ロボットに関するメディアの影響や実経験および生活スタイルがロボットの受容に関連するとすれば、年齢は重要な影響要因であると考えられる。

ロボットに対する人々の期待や印象に関する年代の影響については、国内外において幾つかの既存研究が存在する。Shibata et al. (2004) は、USA・日本・イギリス・オランダを含む各国で行われたアザラシ型ロボット”Palo”の展示会の来訪者に対して調査を行い、20歳未満の来訪者は20歳以上よりも”Palo”に対して好印象を抱く傾向があることを示唆している。Dautenhahn et al. (2005) は対ロボット実験の

†龍谷大学理工学部情報メディア学科、Department of Media Informatics, Ryukoku University  
ATR 知能ロボティクス研究所、ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories

表 1：対ロボット態度・不安と対ロボット行動指標との重回帰モデル (Nomura et al. (2008b) より抜粋)

男性		女性	
従属変数： ロボットに話しかけるまでの時間 偏回帰係数		従属変数： ロボットの接触要求発話に対する応答時間 偏回帰係数	
ロボット対話能力不安	-.242	ロボット対話能力不安	.468 <sup>†</sup>
ロボット行動特性不安	.007	ロボット行動特性不安	.490 <sup>†</sup>
ロボット会話不安	.530*	ロボット対話否定的態度	-.377
ロボット対話否定的態度	.496*	ロボット社会的影響否定的態度	-.461
ロボット社会的影響否定的態度	-.166	ロボット対話感情否定的態度	.445 <sup>†</sup>
ロボット対話感情否定的態度	-.055		
	$R^2 (N = 22)$ .468		$R^2 (N = 15)$ .555
従属変数： ロボットとの距離 偏回帰係数		従属変数： ロボットに話しかけられてからの応答時間 偏回帰係数	
ロボット対話能力不安	.589*	ロボット対話感情否定的態度	.526*
ロボット対話否定的態度	.522 <sup>†</sup>		
ロボット社会的影響否定的態度	-.926**		$R^2 (N = 16)$ .222
ロボット対話感情否定的態度	.209		
	$R^2 (N = 15)$ .430		

(<sup>†</sup> $p < .1$ , \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ )

参加者を対象に調査を行い、若年層参加者 (35 歳未満) は高年層参加者 (35 歳以上) と比べて将来家庭用ロボットを導入することに好意的であることを報告している。

Scopelliti et al. (2005) がローマ在住者を対象に行った調査では、若年層 (18~25 歳) は高齢者層 (65~75 歳) よりも家庭用ロボットに対して親和性が高いことが見出されている。

著者らが科学博物館での等身大人型ロボットの展示会 (2004 年夏) の来訪者対象に質問紙調査を行ったところ、40 代の来訪者は 20 代の来訪者よりもロボットに対して肯定的である傾向が認められている (Nomura et al., 2007)。また、商業施設内のショッピングセンターでの等身大人型ロボットの展示イベント (2007 年 12 月) に立ち寄った買い物客を対象とした質問紙調査では、若年層 (25 歳以下) はロボットに対する期待と将来予測について、成人層 (26~50 歳) や高年層 (51 歳以上) よりもイメージが曖昧であること、高年層はロボットに対する期待も将来予測も「人間とのコミュニケーションを主とする業務を実行するロボット」のイメージが強いこと、成人層においては、将来予測はコミュニケーション主体のロボット、ロボットに対する期待はコミュニケーション非主体のものへのイメージが強いことが示唆されている (Nomura et al., 2009b)。

上記の 2 つの研究は質問紙調査に基づくものであるが、年代影響の研究として著者らのグループがさらに行った心理実験では、高齢者は若年者と比べてロボットに好印象を抱く傾向があることが示唆されている (Nomura and Sasa, 2009)。また、ロボットが身体動作によって表現した感情を被験者が同定する心理実験 (Nomura and Nakao, 2009) では、怒りや悲しみのネガティブな感情同定において高齢者は若年者よりも同定結果が誤りやすい傾向が示唆されている。

### 2.3 その他の個人的要因

その他のロボットに関連する心理学的な個人要因としては、性格特性とジェンダーが考えられる。性格特性に着目

した研究としては、Walter et al. (2005) がロボットの許容接近距離と心理尺度で測定される性格特性との関連を、心理実験により検証している。

ジェンダーの影響としては、Mutlu et al. (2006) は ASIMO を用いた心理実験によって、ビデオゲームでロボットと協調するか競合するかのタスク構造によって被験者の ASIMO に対する印象が異なることを見出しているが、男性はタスク構造に影響されるのに対して、女性にはその傾向がないことを示唆している。また、図 1 に示すように、著者らの実験研究においても、男性と女性とで影響を与える対ロボット態度・不安の種類と対ロボット行動との関連が異なる傾向が示唆されている。また、対ロボット態度および不安そのものにも性差が示唆されている (Nomura et al., 2006a; 2006c)。

しかし、性格特性やジェンダーの影響は、その原因論から仮説を検討する上で研究が困難であり、そのため数も少ないのが現状である。

## 3. 状況的・社会的要因

### 3.1 ロボットがタスクを行う文脈

ロボットがどのような作業を人間と共にやるのかという状況文脈は、人のロボットの受容に対する大きな影響要因と考えられる。上述の Mutlu et al. (2006) の研究では、ビデオゲームを共にやるという状況において、競合/協調というタスク構造の違いの影響およびジェンダーとの交互作用を扱ったものである。Goetz et al. (2003) は「マッチング仮説」を提唱し、ロボットの外見とタスクの内容との関係を心理実験により探索している。また、Kidd and Breazeal (2004) は身体を持つロボットとディスプレイ上のスクリーンキャラクターとの比較を実験により行い、実環境内の物体を指差すなどのタスクに対してはロボットのほうが適切であることを見出している。

上記の研究は実験室でのロボットとの対面相互作用におけるタスクの影響を扱ったものであるが、ロボットにどのようなタスクが求められているのかについての調査研究も存在する。Takayama et al. (2008) の調査では、従来ロボットには単純肉体労働が求められていたという言説に反し、現在は記憶や知覚などの機能によるサービス業務を一般人は志向していることを見出している。著者らの調査研究では、家庭内での「介護ロボット」と公共領域での「接客ロボット」という2つの文脈におけるロボットの受容度に対して、対ロボット否定的態度が影響を与えること、「介護ロボット」の場合はさらに「家族内の要介護者の有無」という個人要因が影響を与えることを示唆している (Nomura et al., 2009a)。

### 3.2 文化

日本人のロボットに対する受容は他の国よりも高いという言説は、広く流布している (山本, 1983; Kaplan, 2004)。このことは、文化がロボットの受容に影響を与えることを示唆しており、実際に異なる文化間でどのようにロボットに対する受容が異なるかを具体的に示した研究が近年現れている。

上述の Shibata et al. (2004) の比較研究では、“Palo”に対する主観的評価において国の間で差が存在することを示唆している。Bartneck et al. (2007) が行った米・日・英・蘭を含む数カ国の比較調査では、AIBO に対する対ロボット態度において国の間での差が認められている。MacDorman et al. (2009) は、対ロボット態度として質問紙によって測定され

る顕在的指標と、Implicit Association Test (Greenwald and Farnham, 2000) により測定される潜在的な指標の両者において日米間で比較を行い、顕在的指標は日本人がよりロボットに肯定的であることを示しながらも、潜在的指標では日米間に差がないことを明らかにしている。

著者らが行った日本・韓国・USA の大学生を対象とした質問紙調査 (Nomura et al., 2008a) では、ロボットに対して想定する機能、タスク、イメージにおいて3国間で差が存在することが見出されている。例として、等身大人型ロボットに対する自律性、人間との関係性、感情機能の保有の想定に関する3国間での回答者分布を表2に示す。具体的には、日本人大学生は韓国・USA の大学生よりも等身大人型ロボットに対して高い自律性と感情性を想定し、ロボットが行うタスクについては、韓国の大学生は日本人大学生よりも病院などの命に関わる業務を、日本人大学生は韓国の大学生よりも教育や福祉場面での業務をより強く想定している。また、USA の大学生では科学技術としての興味と慎重さが共存しており、人型ロボットなどの技術が自然に対する冒険であるというイメージは、日本や韓国よりも低い。つまり、韓国や USA の大学生はロボットに対して正負両面のイメージを抱いているのに対して、日本人大学生はロボットに対して正負どちらのイメージもそれほど強くないことが示唆されており、「日本人は欧米人と比べてロボット好きである」という言説とは必ずしも一致しないということも示唆している。

## 4. 考察

前章では、ロボットの受容に対する個人的要因と社会的要因に焦点を当て、既存研究を概観してきた。問題は、これらの個々の要因が独立にロボットの受容に影響を与えるのではなく、それらが交互作用を起こす点にある。例えば、Mutlu et al. (2006) の実験研究は、状況要因であるタスク構造と個人要因であるジェンダーの交互作用を表したものである。また、Scopelliti et al. (2005) の調査結果と著者ら (Nomura et al., 2009b) の調査結果の対比は、高齢層と若年層でのロボットの受容の在り方がイタリアと日本で逆転している可能性を示唆しており、個人要因である年齢と社会要因としての文化の交互作用を含意している。つまり、ロボット受容の要因を探索する上で、個人的なものであれ状況・社会的なものであれ、常に複数の要因を絡めて考えていく必要がある。

もう1つの問題は、現時点においてはまだまだ実際のロボットと接触する機会が、一般の人々にはそれほど多くないという点である。つまり、社会調査や研究室実験によってロボットの受容要因を探索したとしても、実際の日常生活場面での人々のロボットとの対面行動がどのようなものであるかは、その時点にならなければわからない可能性がある。その実際の対面行動に影響を与える個人的・社会的要因は、ロボットの受容要因と重複しながらも、それとは異なる独自のものである可能性も存在する。実際、著者らの研究では、ロボットとの対面による心理実験においてはロボットとの対話に対する否定的態度が行動に影響を与えていたのに対して、質問紙調査においてはロボットとの対話における感情の存在がロボットの受容に影響を与えていることが示唆されている (Nomura et al., 2008b; 2009a)。

表2：3国間調査におけるロボットの自律性・人間との関係性・感情機能の想定の手答者分布 (Nomura et al. (2008a) より抜粋)

自律性	日本	韓国	USA
完全自律	100	23	21
(%)	33.60%	7.50%	13.80%
部分自律	178	227	107
(%)	59.70%	74.40%	70.40%
自律性なし	20	55	24
(%)	6.70%	18.00%	15.80%
$(\chi^2(4) = 77.007, p = 0.000)$			
人間との関係性	日本	韓国	USA
人間と同等	94	27	25
(%)	31.60%	8.90%	16.10%
ペットと類似	139	161	79
(%)	46.80%	52.80%	51.00%
道具と同等	64	117	51
(%)	21.50%	38.40%	32.90%
$(\chi^2(4) = 56.865, p = 0.000)$			
感情機能	日本	韓国	USA
人間と同等	55	13	16
(%)	18.60%	4.30%	10.50%
ある程度	188	202	62
(%)	63.70%	66.20%	40.80%
なし	52	90	74
(%)	17.60%	29.50%	48.70%
$(\chi^2(4) = 73.616, p = 0.000)$			

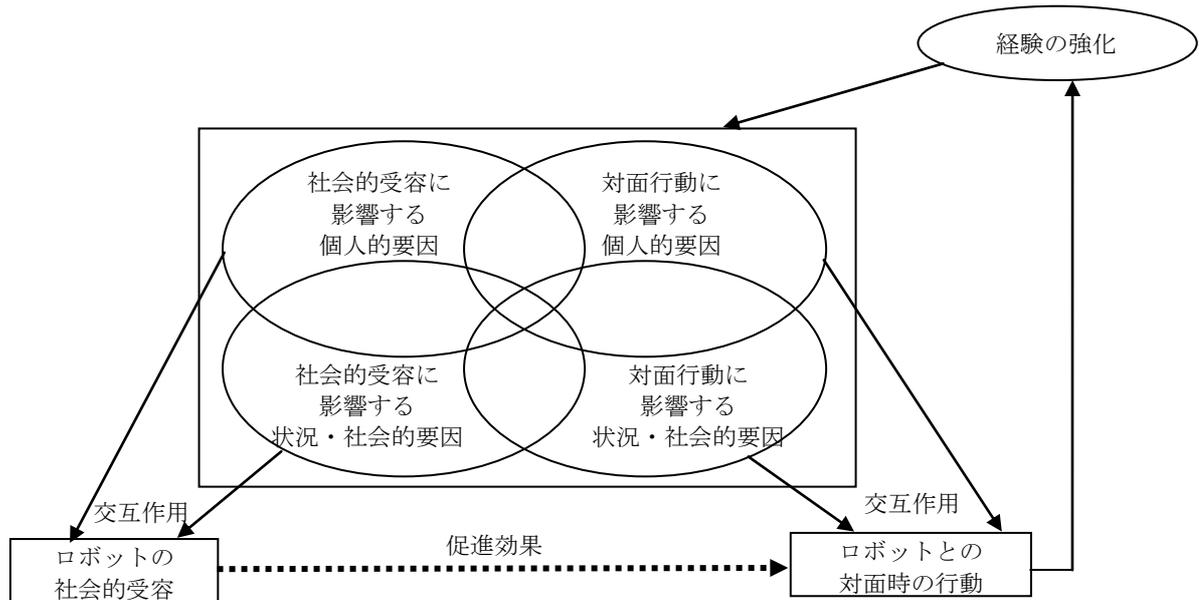


図1：ロボットの社会への伝搬に関する仮説的フロー

また、本稿では焦点を当てなかったが、これらにはロボット側の物理的・行動的要因、つまり外見、サイズ、動作も含まれる。さらに、これらロボット側の物理的・行動的要因が他の要因と関連することも考えられる。実際、Goetz et al. (2003) および Kidd and Breazeal (2004) の研究は、状況要因としてのタスクと外見との関係を示唆している。

以上を踏まえ、今後の展望として著者らのグループは、図1に示すロボットの社会への伝搬に関する仮説的フローを考えている。まず、個人的要因と状況・社会的要因の交互作用の結果としてロボットが社会的に受容され、ロボットの日常領域への導入が促進される。その結果として、人々のロボットとの対面が活性化され、そこに別の個人的・社会的要因が交互作用を起こし、人々のロボットとの対面行動に影響を与える。その結果がロボットに関する経験を強化し、それがロボットの受容や対面行動にフィードバックし、新たなロボットの社会的受容や対面行動を引き起こすというループが想定される。このループにおいて、どのようなロボットが社会に受容されていくのかについては、今後さらなる研究が必要である。

## 謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金「新学術領域 ロボット共生学」の助成および文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業（2002年度～2006年度）による私学助成に基づいて行われたものである。

また、本研究に常々多大なる御協力を戴いているATR 知能ロボティクス研究所の神田崇行氏、東洋大学の鈴木公啓氏、岩手県立大学の山田幸恵先生、九州保健福祉大学の加藤謙介先生に、この場を御借りして深く御礼申し上げます。

## 参考文献

Bartneck, C., Suzuki, T., Kanda, T., and Nomura, T. (2007). The influence of people's culture and prior experiences with

Aibo on their attitude towards robots. *AI & Society*, Vol.21, pp.217-230.

Brosnan, M. (1998). *Technophobia: The psychological Impact of Information Technology*. Evanston, IL: Routledge.

Dautenhahn, K., Bond, A. H., Cañamero, L., and Edmonds, B. (2002). *Socially Intelligent Agents: Creating Relationships with Computers and Robots*. Norwell, MA: Kluwer.

Dautenhahn, K., Woods, S., Kaouri, C., Walters, M. L., Koay, K. L., and Werry, I. (2005). What is a Robot Companion - Friend, Assistant or Butler? *Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intelligent Robots and Systems*, pp.1192-1197.

Druin, A., and Hendler, J. (2000). *Robots for Kids: Exploiting New Technologies for Learning*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

Goetz, J., Kiesler, S., and Powers, A. (2003). Matching Robot Appearance and Behaviors to Tasks to Improve Human-Robot Cooperation. *Proc. IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp.55-60.

Greenwald, A. G., and Farnham, S. D. (2000). Using the Implicit Association Test to Measure Self-Esteem and Self-Concept. *J. Personality and Social Psychology*, Vol.79, No.6, pp.1022-1038.

平田賢一 (1990). コンピュータ不安の概念と測定. *愛知教育大学研究報告 (教育科学編)*, Vol.39, pp.203-212.

Joinson, A. N. (2002). *Understanding the Psychology of Internet Behavior: Virtual World, Real Lives*, Palgrave Macmillan. (三浦麻子・畦地真太郎・田中敦 訳 (2004). *インターネットにおける行動と心理*. 北大路書房).

神田崇行・石黒浩・石田亨 (2001). 人間ロボット間相互作用に関わる心理学的評価. *日本ロボット学会誌*, Vol.19, pp.362-371.

Kaplan, F. (2004). Who is afraid of the humanoid? : Investigating cultural differences in the acceptance of robots. *Int. J. Humanoid Robotics*, Vol.1, pp.465-480.

- Kidd, C., and Breazeal, C. (2004). Effect of a robot on user perceptions. *Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intelligent Robots and Systems*, pp. 3559–3564.
- MacDorman, K. F., Vasudevan, S. K., and Ho, C-C. (2009). Does Japan really have robot mania? Comparing attitudes by implicit and explicit measures. *AI & Society*, Vol.23, pp.485–510.
- Mutlu, B., Osman, S., Forlizzi, J., Hodgins, J., and Kiesler, S. (2006). Task Structure and User Attributes as Elements of Human–Robot Interaction Design. *Proc. IEEE Int. Symp. Robot and Human Interactive Communication*, pp.74-79.
- Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., and Kato, K. (2006a). Measurement of Negative Attitudes toward Robots. *Interaction Studies*, Vol.7, No.3, pp.437-454.
- Nomura, T., Kanda, T., and Suzuki, T. (2006b). Experimental Investigation into Influence of Negative Attitudes toward Robots on Human-Robot Interaction. *AI & Society*, Vol.20, pp.138-150.
- Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., and Kato, K. (2006c). Measurement of anxiety toward robots. *Proc. IEEE Int. Symp. Robot and Human Interactive Communication*, pp.372–377.
- Nomura, T., Tasaki, T., Kanda, T., Shiomi, M., Ishiguro, H., and Hagita, N. (2007). Questionnaire-Based Social Research on Opinions of Japanese Visitors for Communication Robots at an Exhibition. *AI & Society*, Vol.21, pp.167-183.
- Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., Han, J., Shin, N., Burke, J., and Kato, K. (2008a). What People Assume about Humanoid and Animal-Type Robots: Cross-Cultural Analysis between Japan, Korea, and the USA. *Int. J. Humanoid Robotics*, Vol.5, No.1, pp.25-46.
- Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., and Kato, K. (2008b). Prediction of Human Behavior in Human-Robot Interaction Using Psychological Scales for Anxiety and Negative Attitudes toward Robots. *IEEE Trans. Robotics*, Vol.24, No.2, pp.442-451.
- Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., Yamada, S., and Kato, K. (2009a). Influences of Concerns toward Emotional Interaction into Social Acceptability of Robots. *Proc. ACM/IEEE Int. Conf. Human-Robot Interaction*, pp.231-232.
- Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., and Kato, K. (2009b). Age Differences and Images of Robots: Social Survey in Japan. *Interaction Studies*, Vol.10, No.3. (in press).
- Nomura, T., and Nakao, A. (2009). Human Evaluation of Affective Body Motions Expressed by a Small-Sized Humanoid Robot: Comparison between Elder People and University Students. *Proc. IEEE Int. Symp. Robot and Human Interactive Communication*. (in press).
- Nomura, T., and Sasa, M. (2009). Investigation of Differences on Impressions of and Behaviors toward Real and Virtual Robots between Elder People and University Students. *Proc. Int. Conf. Rehabilitation Robotics*, pp.934-939.
- Scopelliti, M., Giuliani, M. V., and Fornara, F. (2005). Robots in a Domestic Setting: A Psychological Approach. *Universal Access in the Information Society*, Vol.4, No.2, pp.146-155.
- Shibata, T., K. Wada, K., and Tanie, K. (2004). Subjective evaluation of a seal robot in Brunei. *Proc. IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp.135-140.
- Takayama, L., Ju, W., and Nass, C. (2008). Beyond Dirty, Dangerous and Dull: What Everyday People Think Robots Should Do. *Proc. ACM/IEEE Int. Conf. Human-Robot Interaction*, pp.25-32.
- Walters, M. L., Dautenhahn, K., te. Boekhorst, R., Koay, K. L., Kaouri, C., Woods, S., Nehaniv, C., Lee, D., and Werry, I. (2005). The Influence of Subjects' Personality Traits on Personal Spatial Zones in a Human-Robot Interaction Experiment. *Proc. IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp.347-352.
- 山本七平 (1983). なぜ日本人にはロボットアレルギーがないのか. *現代のエスプリ*, Vol.187, pp.136-143.