

特性シャイネスとロボットの表現様式の 違いが対ロボット印象と行動に与える影響

松尾嘉樹[†] 野村竜也[†]

人の特性シャイネスとロボットの表現様式の違いがロボットへの印象と対話中の行動に与える影響を検証することを目的として、本研究では表情で感情表現を行うロボットと身体動作によって感情表現を行うロボットの2種類を用いた被験者間計画での心理実験を行った。本稿では、特性シャイネス尺度と事後質問紙およびビデオデータから抽出した行動指標を用いた分析結果について報告する。

Influences of trait shyness and differences of robot's expression styles into impressions and behaviors toward robots

Yoshiki Matsuo[†] and Tatsuya Nomura[†]

To investigate influences of humans' trait shyness and robots' expression styles into impression and behaviors toward robots in interaction between them, a psychological experiment was conducted with between-subjects design using two kinds of robots, the one which expresses emotions with the face, and another which does it with body motions. This paper reports the analysis results from a psychological scale measuring trait shyness, behavior indices extracted from video data, and post-session questionnaire.

1. はじめに

アイボやファービーなどのペットロボット, PaPeRo のようなコミュニケーションロボットや愛・地球博で接客ロボットとして注目を集めたアクトロイドなど, 人工知能により人間の言葉を解析して反応を行うロボットが開発され様々な研究が行われている。ロボットはただ返答するだけではなく, 同時に身体動作や発光ダイオードを使った表情の変化により感情表現を行うものが多く, この感情表現によって人間に対して安心感や癒しを与えることができると思われる。

しかし, 必ずしもロボットに対して肯定的な印象を抱くとは限らず, 不安や恐怖感を抱く人間も存在すると思われる。対人関係においてもコミュニケーションをとることが苦手な人や, 人と接するのが苦手な人もいる。そこには個人差があり, ロボット不安や対人不安の高低がロボットへの印象と対話中の行動に与える影響についての研究が存在する[1]。一方, 特性シャイネスの高低によってロボットへの印象と対話中の行動に与える影響についての研究はされてこなかった。シャイネスとは“内気”“恥ずかしがり”“引っ込み思案”“照れ屋”“はにかみ”などを総称した感情であり, 特性シャイネスとは“特定の社会的状況を超えて個人内に存在し, 社会的不安という情動状態と対人的抑制という行動特徴をもつ症候群”と定義されている[2]。この感情はコミュニケーション行動を抑制する傾向があり, コミュニケーションロボットとの対話においても何らかの影響を持つことが予測される。

これらを踏まえ, 本研究では, 表情で感情表現を行うロボットと身体動作によって感情表現を行うロボットの2種類と, 特性シャイネスの高低による2×2の被験者間計画による心理実験を行った。特性シャイネス尺度と事後質問紙, 口頭でのインタビュー, 及び実験の様子を録画したビデオデータから抽出した行動指標を用い, 分析・検討を行った。

2. 手法

2.1 実験時期および被験者

実験は2011年10月から11月に実施した。被験者は, アルバイト募集に応募した関西の私立大学の理工系学生40名(男性40名, 平均年齢21.5歳)であった。被験者には実際に行う実験内容を事前告知せず, 「ロボットシステムの評価実験」として被験者を募った。これにより, ロボットと初対面となる状況を実現できるよう配慮した。また, 被験者には謝礼金として, 図書カード1,000円分を譲渡した。

[†] 龍谷大学理工学部情報メディア学科
Department of Media Informatics, Ryukoku University

2.2 使用した機材およびソフトウェア

実験機材として、Vstone 社製の対話型ロボット「RPC-S1」(図 1)と、音声合成用ソフト「XIMERA」[3]、ビジネスデザイン社製の対話型ロボット「よりそいイフボット」(図 2)を使用した。



図 1: RPC-S1



図 2: よりそいイフボット

2.3 実験に使用したロボット

RPC-S1 は上半身のみ的小型人型ロボットであり、そのスペックはサイズ: 300(H)×200(W)×200(D)[mm], 重量: 約 2[kg](バッテリー搭載時), 自由度: 16 自由度(頭部 3, 眼 3, 腕 4×2, 胴体 2), メイン CPU: AXIOMTEK PICO820 (Intel Atom Z530 1.6GHz), サブ CPU: VS-RC003HV(ARM7 60MHz)である。よりそいイフボットは宇宙人型ロボットであり、そのスペックはサイズ: 445(H)×430(W)×358(D), 重量: 約 8.1[kg], 自由度: 6 自由度(眼 1×2, 脛 1×2, 首 2), センサー: 音声認識マイク, 音源感知マイク, 握手センサー×2 である。握手センサーはロボットの初期化を行うためのものであり、両腕を 1 秒以上押し込むことで初期化することができる。

RPC-S1 の動作は、イフボットにあらかじめ用意されている動作パターンを参考に 8 通りの動作を作成した。イフボットの返答内容は各発話内容に対し 1~4 通りあり、RPC-S1 を使用する際は操作者の負担を減らすため 1~2 通りの返答内容を用意した。

また、2011 年 8 月に高校生を対象に行った予備実験では、ロボットと話をする際、会話例マニュアルがなければロボットと話が出来ない、自発的に会話を行えない人が多くいたため、マニュアルを用意した。また、誘導者がデモンストレーションを行うことで被験者がロボットとの対話をスムーズに行えるようにした。誘導者の発話内容は実験に影響を与えないために被験者の発話内容と違うものとした。

被験者は、図 3 に示すマニュアルに沿って番号順にロボットに向かって発話を行った。表 1 は誘導者がデモンストレーションのためロボットに話しかけた際のロボットの返答動作と、被験者がロボットに話しかけた際の返答動作である。また、ロボットの各動作を図 4, 図 5 に示す。

ロボットと話をしてみましょう	ロボットと話をするときの注意点
<p>1. はじめに(ロボットを起動した段階)</p> <ul style="list-style-type: none"> ①ロボット「私を呼んだのはどなたですか？」 ②あなた「私です」 ③ロボット「お兄さん(お姉さん)ですか？」 ④あなた「はい」 ⑤ロボット「はい、わかりました」 <p>2. 上記が完了したら、以下に示す言葉を番号順にロボットに話しかけてロボットの反応を見てください</p> <ul style="list-style-type: none"> ①はじめまして ⑥ロボットって何？ ②調子はどう？ ⑦どうして？ ③笑って ⑧バカだね ④変な顔 ⑨怒らないでね ⑤ごめんね ⑩ありがとう 	<ul style="list-style-type: none"> ・人と話すくらい声量で、普通の声で話しかけてください ・優しい言葉ではっきりと話しかけてください ・ロボットが話を終えてから3秒以上開けて話しかけてください ・「えー」「あー」などの言葉をつけると正常に聞き取れないことがあります ・マニュアルと違った言葉、順番で話をしないでください ・話しかけた後はロボットの顔を見てください ・ロボットがうまく言葉を認識できなかった場合、再度話しかけてください(最高3回まで)

図 3: 実験で使用したマニュアル

表 1: 誘導者, 被験者の発話項目

誘導者発話内容	返答動作
私です	待機状態
はい	待機状態
こんにちは	動作 1
元気ですか？	動作 2

被験者発話内容	返答動作
私です	待機状態
はい	待機状態
はじめまして	動作 3
調子はどう？	動作 4
笑って	動作 4
変な顔	動作 5
ごめんね	動作 6
ロボットって何？	動作 7
どうして？	動作 8
バカだね	動作 9
怒らないでね	動作 3
ありがとう	動作 8

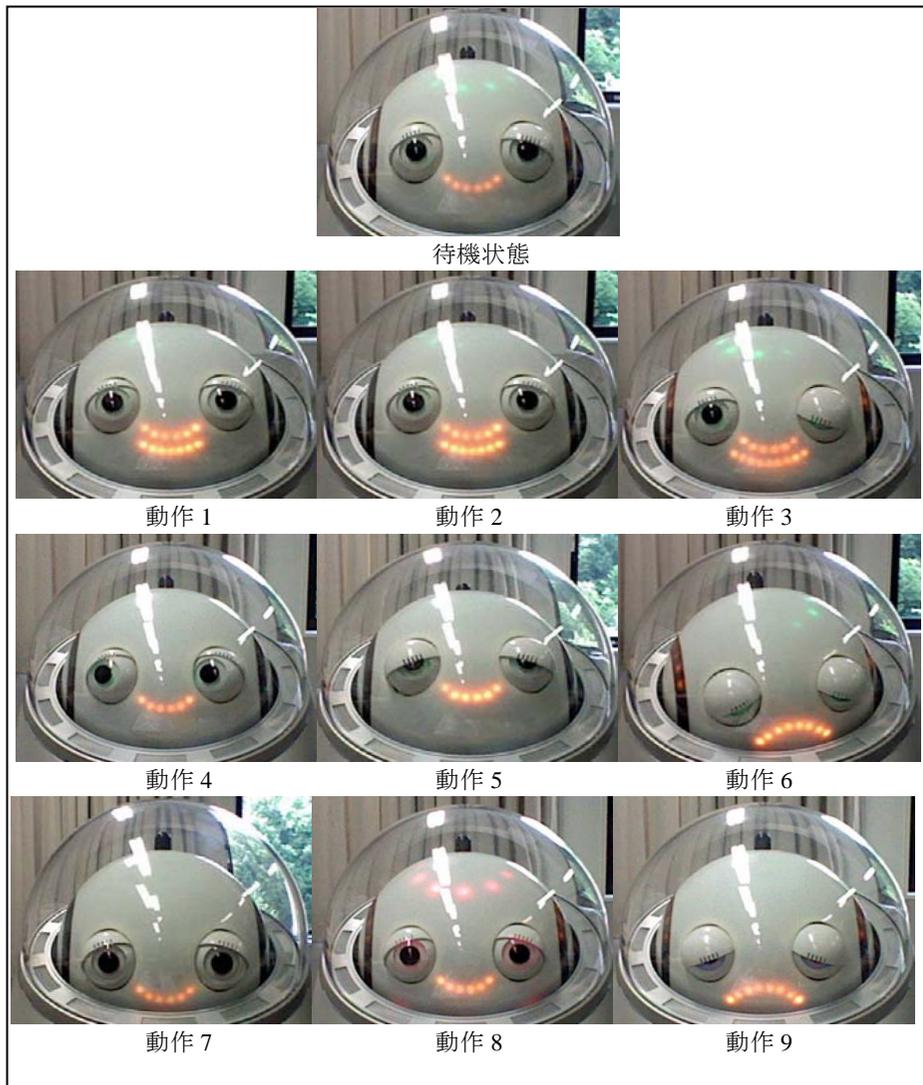


図 4 : イフボットの動作パターン

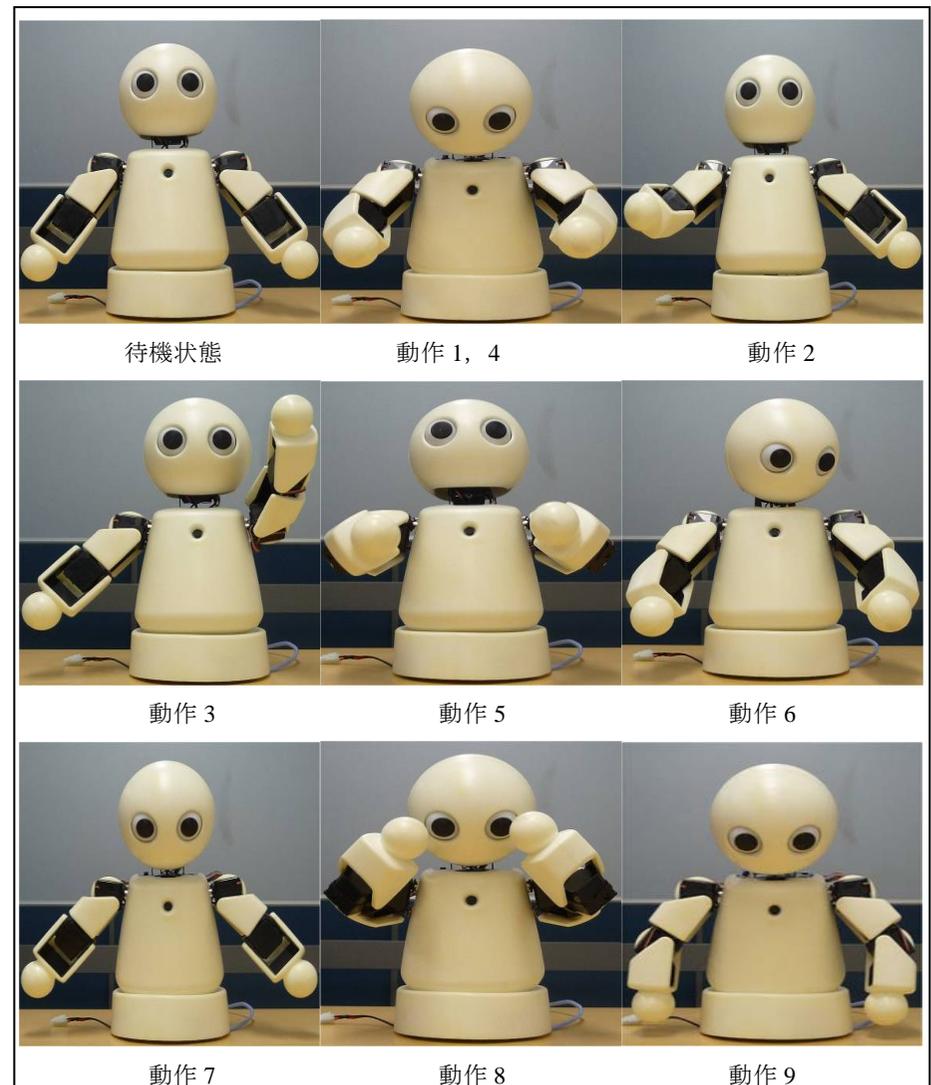


図 5 : RPC-S1 の動作パターン

イフボットの動作内容は、動作1：まばたきを2回繰り返す、動作2：まばたきを1回行った後、軽く2回まばたきを行う、動作3：ウインクをした後、軽く2回まばたきを行う、動作4：少し上を向きながら眼を左右に移動させる、動作5：下を向きながらゆっくりと眼を閉じ、あくびのように上を向きながら口を変化させる、動作6：ゆっくり眼を閉じ、左下を向く、動作7：2回素早くうなずく、動作8：眼を右左に移動させながら下を向き、眼を赤く変化させる、動作9：顔を下に向けながら眼を青く変化させる、というものでありRPC-S1の動作内容は、動作1：頭を下げながら両腕を前に出す、動作2：左右2回ずつ交互に腕を曲げる、動作3：左腕を上げる、動作4：頭を下げながら両腕を前に出す、動作5：両腕を前に出す、動作6：顔を左下に向ける、動作7：体を少し前に倒しながら2回素早くうなずく、動作8：顔を前に下げながら両腕を顔の前に移動させる、動作9：腕と顔を下げる、というものである。

2.4 実験手順

実験は、イフボットを使用する場合は事前・事後説明や実験室への誘導などを行う誘導者の1名、RPC-S1を使った実験ではそれに加えてWizard-of-Oz方式によりRPC-S1を操作する操作者の2名で行った。また、RPC-S1の実験に限り、誘導者は実験後にパーティションで区切られた奥で操作者がRPC-S1を操作していたことを被験者に説明した。実験は、以下の手順にて行われた。

- 1：待合室にて誘導者から被験者に対して事前説明、および質問紙に回答：1.所属、2.性別、3.年齢、4.TSS 16項目。
- 2：誘導者は被験者を実験室に誘導。
- 3：被験者は図6に示される実験室に入室し、ロボットの前にある椅子に着席。
- 4：被験者はロボットと視線が合うように椅子の高さを調節。
- 5：誘導者は実験説明後、ロボットの初期化を行う(RPC-S1では初期化しているように誘導者が背面を触るような動作を行う)
- 6：ロボットと誘導者によるデモンストレーションを行う。
- 7：誘導者はロボットの初期化を行う(RPC-S1では初期化しているように誘導者が背面を触るような動作を行う)
- 8：誘導者の退室後、被験者はロボットとの対話を実施。
- 9：実験終了後、誘導者は被験者を待合室に誘導。
- 10：被験者は待合室で事後質問紙に回答。
- 11：質問紙の回答が終了後、誘導者は被験者にインタビューを開始。終了後、誘導者から被験者に対して事後説明を実施。

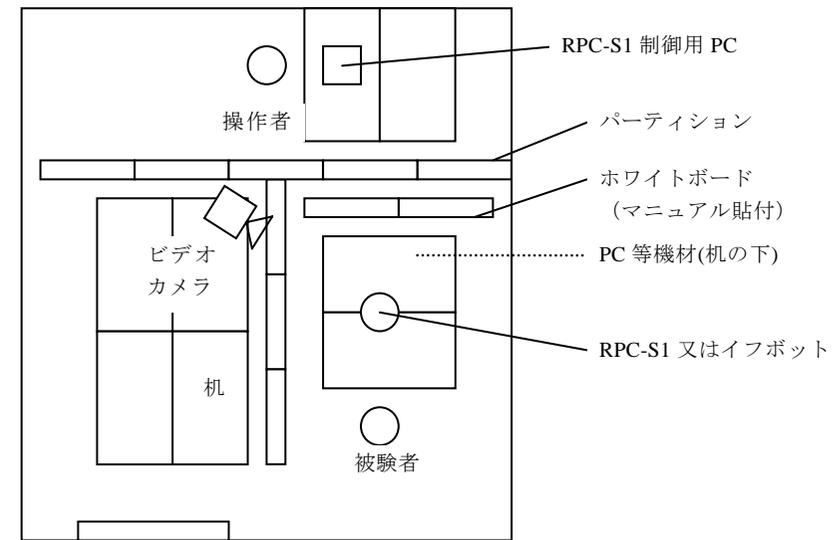


図6：実験室概要

2.5 測定内容

本実験では、特性シャイネス尺度(Trait Shyness Scale : TSS)[2]を使用した。TSSは、16項目で構成され、これらの項目は5件法(1：まったくあてはまらない、2：あまりあてはまらない、3：どちらともいえない、4：ややあてはまる、5：よくあてはまる)で回答を行った。個人の特性シャイネス尺度の強度は、一部逆転項目を含む全項目得点の合計として算出され、最高80点、最低16点となる。

また、実験を行ったロボットの印象を測定するため、事後質問紙では表2に示す8項目、Q.1、3は数値による自由記述、Q.2は2件法、Q.4、5、6は7件法、Q.7、8は自由記述での回答を求めた。

また、実験を観察する手段としてビデオカメラを用いた。図6に示すように、被験者の左前に三脚で固定したビデオカメラを設置し、パーティションの上部から実験風景の撮影を行い記録した。ビデオカメラ撮影は実験をする前に同意書による説明を行い、本研究以外では使用しないことで同意を得た。

表2 事後質問紙の内容

Q.1	今回実験したロボットと話をしてみても、人間に例えると何歳くらいだと思いましたか？
Q.2	今回実験したロボットは人間で例えると性別はどちらだと思いましたか？
Q.3	今回の実験を行っていた時間は何分くらいだと感じましたか？
Q.4	今回実験したロボットとまた話をしてみたいと思いましたか？
Q.5	今回実験したロボットとは別のロボットと話をしてみたいと思いましたか？
Q.6	このロボットと話をするとストレスが溜まりましたか？
Q.7	あなたの知っている現実中存在するロボットを教えてください(無記入, 複数可)
Q.8	あなたの知っている架空のロボットキャラクターを教えてください(無記入, 複数可)

3. 実験結果

3.1 事後質問紙による調査結果

事後質問紙の得点に対して、特性シャイネスの高低×使用ロボットでの二要因分散分析および χ^2 乗検定を行った。分析結果を表4、表5に示す。特性シャイネスの高低は、TSSの結果から統計的に中央値をとって分けた。特性シャイネス高低とロボット条件でのサンプル内訳を表3に示す。

全ての質問に対し、有意性は見られなかった。被験者の回答からRPC-S1の年齢は平均14.5±6.8歳(回答年齢:最低9～最高35歳)、イフボットの年齢は平均15.2±10.3歳(回答年齢:最低6～最高52歳)となった。ロボットの性別が男性だと答えた被験者は、RPC-S1で13名、イフボットで14名と、本実験に使用したロボットで差はなかった。Q.3では、1分:1名、3分:7名、4分:2名、5分:22名、7分:1名、10分:5名、15分:1名、20分:1名となった。実際の実験時間は3分～5分であった。Q.4については、非常にそう思った:4名、そう思った:14名、少しそう思った:12名、どちらとも言えない:2名、あまりそう思わない:6名、そう思わない:1名、全くそう思わない:1名となった。今回実験に使用したロボットに対し、30名の被験者が好意的に感じていたようである。Q.5については、非常にそう思った:4名、そう思った:19名、少しそう思った:6名、どちらとも言えない:5名、あまりそう思わない:4名、そう思わない:2名、全くそう思わない:0名であった。別のロボットとも話をしてみたいと感じた被験者は29名であった。Q.6については、全く無かった:10名、無かった:9名、あまり無かった:7名、どちらとも言えない:3名、少しあった:8名、あった:2名、とてもあった:1名である。26名の被験者がロボットとの対話を快適に行っていたようである。

Q.7の回答では、回答の多かったものからアイボ:19名、アシモ:17名、工場でのロボットアーム:5名となった。また、無記入だった被験者が4名いた。Q.8の回答で

は、回答の多かったものからドラえもん:27名、アトム:14名、ガンダム:5名となり、無記入者が2名いたが、いずれもQ.7で無記入だった被験者である。

表3 被験者のサンプル内訳

		ロボット	
		RPC-S1	イフボット
特性シャイネス	高	10	9
	低	10	11

表4 事後質問紙の得点に対する分散分析の結果

質問	特性シャイネス		ロボット		交互作用	
	F値	P値	F値	P値	F値	P値
Q.1	.133	.717	.188	.667	2.000	.166
Q.3	2.041	.162	.608	.441	.475	.495
Q.4	.649	.426	.328	.571	.328	.571
Q.5	.000	.985	1.199	.281	.528	.472
Q.6	.312	.580	.022	.884	.539	.467

表5 事後質問紙 Q.2 に対する χ^2 乗検定の結果

質問	特性シャイネス		ロボット	
	χ^2	P値	χ^2	P値
Q.2	.014	.906	.144	.736

3.2 行動データの分析

3.2.1 行動指標

ビデオカメラ撮影で記録した被験者の行動について分析した。本実験で分析の対象としたのは、以下の4項目である。

- 1) ロボットと対話を行うとき手を机の上と膝の上のどちらに置いていたか
- 2) ロボットの返答に対して表情に変化があった回数
- 3) ロボットの返答に対して姿勢に変化があった回数
- 4) ロボットへの対話の待機時間を指で数えていたか

被験者の行動の変化についての判断は、2者間で判定を行った。また、実験中にカメラを一度でも見た被験者は2名であった。

3.2.2 分析結果

ビデオデータから抽出したデータに対して、特性シャイネスの高低×使用ロボットで二要因分散分析および χ^2 乗検定を行った。分析結果を表6、7に示す。

表6 ビデオから抽出した行動に対する χ^2 乗検定の結果

行動	特性シャイネス		ロボット	
	χ^2	P値	χ^2	P値
手の位置	.755	.385	1.129	.288
数え方	.401	.527	.625	.429

表7 ビデオから抽出した行動に対する分散分析の結果

行動	特性シャイネス		ロボット		交互作用	
	F値	P値	F値	P値	F値	P値
表情の変化	2.932	.096	1.482	.232	.500	.484
姿勢の変化	.362	.551	.064	.802	3.845	.058

1)ロボットと対話を行うとき手を机の上と膝の上のどちらに置いていたかについて
 被験者40名のビデオデータから抽出したデータでは、被験者の手は机の上又は膝の上のどちらかに置かれていた。机の上に手を置いて対話を行っていたのは11名で、特性シャイネスが高いと判定されたものが4名、低いと判定されたものが7名である。RPC-S1を使用した際、机の上に手を置いていた者が4名に対し、イフボットを使用した際、机の上に手を置いていたものは7名である。表6の結果からも有意性が見られない。

2)ロボットの返答に対して表情に変化があった回数について
 顔が映っていなかった2名を除く被験者38名のビデオデータから、ロボットの返答に対して表情に変化が見られた被験者は27名、RPC-S1では12名、イフボットでは15名いた。特にロボットが被験者の「笑って」に対して返答した際、表情に変化のある被験者が多数いた。表7の結果から、特性シャイネスの高いものほど表情に変化があるとの有意傾向が見られた。

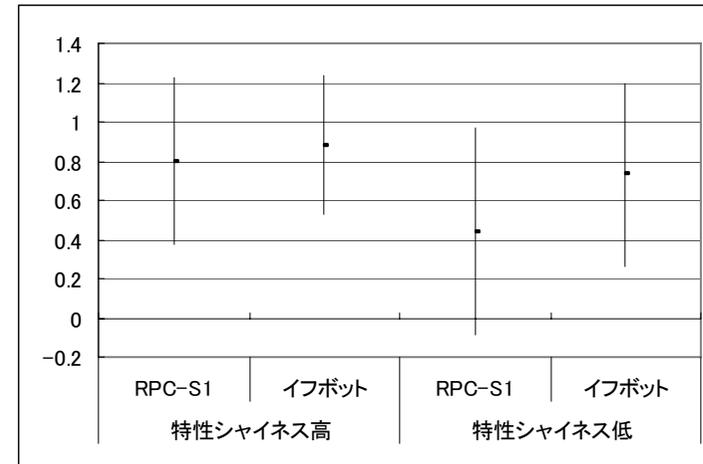


図7 表情の変化に対する平均値と標準偏差

3)ロボットの返答に対して姿勢に変化があった回数について
 被験者40名のビデオデータから、ロボットの返答に対して姿勢に変化が見られた被験者は17名、RPC-S1では8名、イフボットでは9名いた。具体的な動作として「うなづく」「近づく」「離れる」「腕を組む」「体を横に揺らす」である。23名の被験者はマニュアルに視線を移動させる際に顔が上下に動く以外の動作はしなかった。表7の結果から、交互作用に有意傾向が見られた。特性シャイネスが低いと判定された被験者はRPC-S1よりもイフボットとの対話で姿勢の変化が見られ、特性シャイネスが高いと判定された被験者はイフボットよりもRPC-S1との対話で姿勢の変化が見られた。
 また、今回姿勢に変化があったと見なされる定義は以下である。

- ・ロボットの返答の際における動作を姿勢の定義とする
- ・発話、呼吸、指で数を数えるなどの際における動作は「静止」と判断する、ただし深呼吸は「動いた」と判断する
- ・笑った際の体の動きは「静止」と判断する、ただし口を押さえるなどの行為は「動いた」と判断する
- ・ロボットに対してうなづいた場合「動いた」と判断する
- ・マニュアルの確認を行っている場合「静止」と判断する
- ・誘導者に助けを求めるような行為を行った場合「動いた」と判断する
- ・実験の始めと終わりで姿勢が変化している（位置が前か後ろにずれた、姿勢の変化）場合「動いた」と判断する

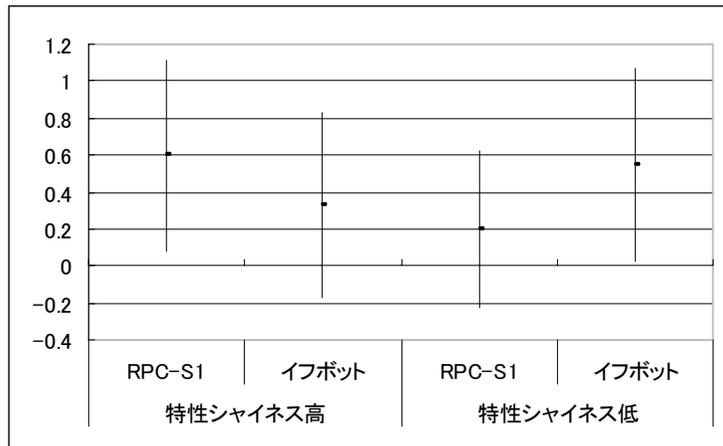


図 8 姿勢の変化に対する平均値と標準偏差

4) ロボットへの対話の待機時間を指で数えていたかについて

40名のうち8名の被験者が指で数を数えていた。また、被験者の位置により机に手が隠れて見えないものがいた。6名の被験者が机の上で数え、2名の被験者が膝の上で数えていた。

4. まとめと考察

本研究では、理工系男子大学生を対象に、表情で感情表現を行うロボットと身体動作によって感情表現を行うロボットのどちらかと対話を行った後、事後質問紙の記入を行った。事後質問紙の項目得点に対し、特性シャイネスの高低と感情表現方法による2条件で2×2の分散分析を行った結果、事後質問紙の結果から有意性が見られるものはなかった。ビデオカメラの映像から抽出した結果から、特性シャイネスの高いものほど低いものに比べ表情に変化が出ることが示された。また、特性シャイネスの高いものは身体動作によって感情表現を行うロボットに対して姿勢に変化があり、特性シャイネスの低いものは表情で感情表現を行うロボットに対して姿勢に変化があることが示された。

今後の課題として、ビデオカメラを複数台設置し、ロボットの後ろから撮影を行い被験者の目の動きにも注目する必要があると思われる。また、今回は理工系男子大学

生を対象に実験を行ったが、様々な年代・性別での比較、マニュアルを使用せずにロボットと対話をさせてみた場合の比較などを行う必要があると思われる。

謝辞

本研究を行うにあたって、暖かいご指導と適切なお助言をいただいたATR知能ロボティクス研究所の嶋田倫博様、小泉智史様、野村竜也教授、研究室の皆様、被験者の方々に深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) T. Nomura, T. Kanda, T. Suzuki, and K. Kato, Prediction of Human Behavior in Human-Robot Interaction Using Psychological Scales for Anxiety and Negative Attitudes toward Robots, *IEEE Transactions on Robotics*, Vol.24, No.2, pp.442-451, 2008.
- 2) 堀洋道, 松井豊: 心理測定尺度集 I 人間の内面を探る・自己・個人内過程, サイエンス社(2001)
- 3) 平井俊男, 河井恒, 戸田智基, 山岸順一, 倪晋富, 西澤信行, 津崎実, 徳田恵一: コーパス・ベース音声合成システム XIMERA, 電子情報通信学会技術研究報告, (2005).