

感情表現動作をするコミュニケーションロボットの感情の伝わり方と人へ与える印象

Emotional Communication and Impression Survey on Affective Body Movements of Social Robots

上村 真利奈^{1*} 金子 豊¹ 奥田 誠¹ 星 祐太¹ 萩尾 勇太¹ 西本 友成¹

佐々木 陸² 橋田 規子²

Marina Kamimura¹ Yutaka Kaneko¹ Makoto Okuda¹ Yuta Hoshi¹ Yuta Hagio¹

Yusei Nishimoto¹ Riku Sasaki² Noriko Hashida²

¹ NHK放送技術研究所

¹ NHK Science and Technology Research Laboratories

² 芝浦工業大学

² Shibaura Institute of Technology

Abstract: テレビ番組をきっかけとしたつぶやきや対話をするコミュニケーションロボット（テレビ視聴ロボット）の研究開発を進めている。本稿では、感情表現をするロボットを見た人への感情の伝わり方と、ロボットの外観が与える印象についての調査結果について述べる。調査対象のロボットには、これまで我々が用いてきた人型ロボット（A型）と、新たに開発中の動物型ロボット（B型）を用いた。調査のために実施したWebアンケートの分析結果から、現状の感情表現動作の実装では、A型の方が意図した感情が人に伝わりやすい一方、B型の外観の方がポジティブな印象を与えていることが分かった。また、ロボットが動作する動画を見ることで、そのロボットへの印象が良くなる傾向があることも分かった。

1 はじめに

複数人でテレビを視聴することは、テレビ番組から得られる楽しさだけでなく、テレビ番組をきっかけとした人同士のコミュニケーションや感情の共有、同じ時間を過ごすことなどによる楽しさやうれしさを与える効果があると考えられる。しかし、我が国の現在の平均世帯人員は減少傾向[1]にあり、また映像視聴デバイスの普及による視聴形態の多様化[2]や、とりわけ個人視聴が進んでいることから、複数人でテレビを視聴する機会は減少している傾向にある。

以上の背景から、我々は複数人でテレビを視聴する楽しさ、うれしさを与えてくれるコミュニケーションロボット（以下、テレビ視聴ロボット）の研究開発を進めている[3]。我々が開発をしているテレビ視聴ロボットは、視聴中の番組をきっかけにしたつぶやきや対話を行う機能を有する[4]。このようなロボットの存在により、人とロボットのコミュニケー

ションだけではなく、人同士のコミュニケーションの活性化や新たな発見などの効果があると考えている。

ロボットとのテレビ視聴をする効果について、映像の内容に沿った感情表現動作をするロボットとの共同視聴を行った実験がある[5]。ここでは、感情表現動作をするロボットが存在することで、視聴している映像に対する情動体験が向上することが示されている。また、文献[6]によると、ロボットによる感情表現は、人へ親近感を与え、人と円滑にコミュニケーションを取ることにおいて、重要な役割を果たすと述べられている。そのため、ロボットと人が楽しくテレビ視聴するときにおいても、人に親近感を与え円滑なコミュニケーションを実現するには、ロボットが豊かに感情を表現し、その感情表現が人に正しく伝わる必要があると考えている。

そこで、これまで我々が用いてきた外観の異なる2体のロボットを対象に、ロボットの身体的な感情表現動作が人へどのような感情表現として伝わっているのか、ロボットの外観が人にどのような印象を与えているのかについて調査することにした。

*連絡先:NHK 放送技術研究所

〒157-8510 東京都世田谷区 1-10-11

TEL.03-5494-3229 E-mail: kamimura.m-ik@nhk.or.jp

本報告では以下、2章ではロボットの感情表現動作に関する関連研究について述べ、3章では調査方法と調査に用いたアンケート項目について述べる。4章では、アンケートの解析結果について述べ、最後に5章でまとめる。

2 関連研究

ロボットの身体的な動作に着目し、ロボットの意図した感情を人は読みとることができるのかを評価した研究がある[7]。ここでは、ヒューマノイドロボット(The Social Robot Brian 2.0)が表出した8つの感情(sadness, elated joy, anger, interest, fear, surprise, boredom, happiness)を人が正しく認識できるかを実験している。実験の結果、interestとfearを除く感情において認識率がチャンスレベルを上回り、全体的に人はヒューマノイドロボットの身体言語(body language)から感情を認識できることが明らかとなった。本研究では、人型と動物型の2体のロボットを対象に、各ロボットの伝わりやすい感情と伝わりにくい感情の評価を行った。

ロボットとの感情的インタラクションは外観の悪印象を緩和するのかを調査した研究がある[8]。この調査では、人がロボットを撫でると喜びを表す感情表現動作をする2体のロボットを対象に、その印象をSD法(Semantic Differential method)[9]を用いて評価している。回答結果から、感情的インタラクションはロボットの印象に影響し、親しみを向上させることが示されている。また、視線制御動作をするロボットの印象を評価した研究[10]では、ロボットの外観は人がロボットへ抱く印象に大きな影響を与えることが述べられている。

本研究では、テレビ視聴ロボットとして用いている2体のロボットを対象に、感情表現動作をするロボットを見た際の人への感情の伝わり方と印象について調査することを目的とした。テレビ視聴ロボットは、テレビの方向を向きながら行う視聴動作と、人の方向を向いて行う対話動作の2つの動作を有するため、人は後ろ姿のロボットと、視線を合わせたロボットを見ることが多い。そこで、本研究では、ロボットが前向きと後ろ向きの場合で各感情表現動作の感情の伝わり方の違いを調査した。

3 調査概要

3.1 調査対象のロボット

調査には、我々がこれまでテレビ視聴ロボットの

実験に利用してきたヴイストーン社の人型ロボットCommU[11](以下、A型)と、新たに開発中の動物型ロボット(以下、B型)を用いた。図1に外観を示す。



図1: A型(左)およびB型(右)のロボット

A型は胴体や腕、首などの他に、目や顔を制御でき、顔表情を使った感情表現動作が可能という特徴がある。B型はA型にはない足やしっぽがあり、しっぽの動きやLEDを制御することで後ろ姿からでも動きを示すことができる特徴がある。A型とB型の諸元を表1に示す。

表1 ロボットの諸元

	A型	B型
可動部	胴体2軸、腕2軸×2、首3軸、目3軸、まぶた1軸、口1軸 計14個のモーターを搭載	腕1軸×2、首2軸、足1軸×2、しっぽ1軸、回転台1軸 計8個のモーターを搭載
LED	頬(R)×2、胸(RGB)×1	両目(RGB)、おなか(RGB)、しっぽ(RGB)

A型には、10種類の感情表現動作を搭載している[12]。10種類の感情は、テレビ視聴時の感情として想定される感情をラッセルの感情円環モデル[13]の中から選択した。感情表現動作は、モーションデザイナーが感情表現をした身体動作の姿を、プログラマーが参考にし、各感情の動作をプログラミングしたものである。制作したロボットの感情表現動作の種類を図2に、動作の詳細を付録Aに示す。

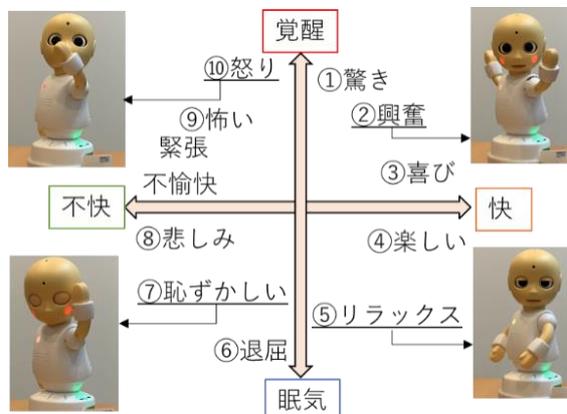


図2: ラッセルの感情円環モデルとA型に実装した10種類の感情表現動作

開発中のB型には、A型と同じような動作をさせるため、表2に示すように、A型の各部位のモーターの制御をB型の対応する部位のモーターの制御に割り当てた。A型にはないB型の部位のしっぽ、足については、それぞれA型の脛、肩（ピッチ軸）を割り当てた。A型をB型にマッピングした際に割り当てた各部位を表2に示す。可動範囲やLEDの調整などは一部手作業で修正を行った。B型の動作の詳細を付録Bに示す。

表2 ロボットの各部位の割り当て表

A型	B型
胴体ヨー	台座
左肩ピッチ	左肩
左肩ロール	左足
右肩ピッチ	右肩
右肩ロール	右足
首ヨー	首ヨー
首ピッチ	首ピッチ
脛	しっぽ
胸のLED	おなかのLED

3.2 調査方法

2体のロボットの感情表現動作の伝わり方と印象の違いを調査するためWebアンケートを実施した。調査はA型の調査とB型の調査を別とし、2回に分けて実施した。回答者はどちらの調査とも、10～70代の男女各30名、計420名であり、回答者の重複はない。

3.3 アンケート項目

アンケート項目を以下に示す。

- ・項目①ロボットの感情表現動作の伝わり方
- ・項目②ロボットの外観から受ける印象

項目①の感情の伝わり方の調査は、ロボットにおける10種類の感情表現動作の動画を作成し、それを見て表3の回答項目の中から、最も近いと感じる感情を1つ選択する方法とした。回答項目には、ロボットに搭載した10種類の感情以外の感情に伝わる可能性を想定し、ラッセルの感情円環モデルにある「不愉快そう」「緊張してそう」も追加した。また、「わからない」「その他(記述式)」の回答も含めた。ロボットの向きは、図3に示すような前向きと後ろ向きの各10種類の感情表現動作、計20種類について調査した。前向きはロボットが振り向いて人と会話をしている場合の向き、後ろ向きはロボットがテレビ視聴しているときに人がロボットを見る向きを想定している。

表3 項目①の回答項目

動作番号	感情
1	驚いている
2	興奮している
3	嬉しそう
4	楽しそう
5	リラックスしている
6	退屈そう
7	恥ずかしそう
8	悲しそう
9	不愉快そう
10	緊張している
11	怒っている
12	怖がっている
13	分からない
14	その他(自由回答)



図3：調査した前向きと後ろ向きのロボット

項目②の外観の印象についての調査は、ロボットの外観の写真(図1)から受ける印象を、14組の形容詞をもとに6段階のリッカート尺度を用いたSD法によって評価する項目と、外観の好みと、使ってみようかどうかの受容性については選択回答式で答える項目とした。質問項目を以下に示す。

- 質問項目②-1「一緒にテレビを見るロボットとして、(A型とB型)どちらのロボットの見た目が好みですか。」回答項目「1.A型, 2.B型」
- 質問項目②-2「動画のロボットは、一緒にテレビを見てお話をしたり、感情表現をしてくれるコミュニケーションロボットです。使ってみようかと思いませんか。」回答項目「1.使ってみよう、2.使いたくない」

4 アンケート解析結果

4.1 感情表現の伝わり方の結果

項目①の感情の伝わり方の調査について、A型およびB型のロボットが前向きの場合の各動画の回答の割合をそれぞれ図4、図5に示す。感情表現動作を実装していない「不愉快」と「緊張」の回答は少なかったため、結果を見やすくするため省略している。回答が最も多かった項目を太字、動画で提示した感情と「分からない」を除く回答項目の中で最も回答の割合が高い感情が一致した感情を黄色で表している。

		アンケート回答項目										
		驚く	興奮	嬉しい	楽しい	リラックス	退屈	恥ずかしい	悲しい	怒り	怖い	わからない
ロボットの動作 (動画)	驚く	0.13	0.14	0.26	0.13	0.06	0.02	0.05	0.03	0.02	0.01	0.10
	興奮	0.04	0.33	0.21	0.11	0.02	0.00	0.03	0.02	0.14	0.01	0.07
	嬉しい	0.02	0.20	0.28	0.17	0.05	0.01	0.07	0.01	0.06	0.00	0.10
	楽しい	0.04	0.20	0.13	0.22	0.02	0.01	0.12	0.03	0.04	0.03	0.10
	リラックス	0.03	0.01	0.01	0.01	0.04	0.34	0.02	0.16	0.03	0.03	0.09
	退屈	0.02	0.01	0.01	0.01	0.06	0.31	0.03	0.11	0.09	0.01	0.14
	恥ずかしい	0.02	0.02	0.04	0.01	0.03	0.03	0.46	0.15	0.02	0.01	0.10
	悲しい	0.03	0.01	0.01	0.01	0.04	0.09	0.03	0.41	0.04	0.01	0.10
	怒り	0.09	0.11	0.10	0.09	0.06	0.06	0.02	0.02	0.14	0.01	0.20
	怖い	0.09	0.06	0.08	0.06	0.07	0.08	0.05	0.09	0.03	0.03	0.20

図4：前向きのA型の感情の伝わり方の回答結果

		アンケート回答項目										
		驚く	興奮	嬉しい	楽しい	リラックス	退屈	恥ずかしい	悲しい	怒り	怖い	わからない
ロボットの動作 (動画)	驚く	0.16	0.01	0.05	0.05	0.23	0.14	0.03	0.06	0.01	0.02	0.16
	興奮	0.03	0.24	0.17	0.30	0.02	0.00	0.02	0.00	0.10	0.01	0.08
	嬉しい	0.03	0.12	0.26	0.31	0.08	0.03	0.02	0.01	0.02	0.00	0.10
	楽しい	0.03	0.10	0.18	0.34	0.05	0.03	0.05	0.01	0.02	0.02	0.11
	リラックス	0.04	0.00	0.04	0.03	0.10	0.12	0.05	0.21	0.01	0.05	0.19
	退屈	0.08	0.01	0.09	0.06	0.24	0.15	0.03	0.04	0.00	0.04	0.18
	恥ずかしい	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.12	0.19	0.34	0.01	0.02	0.12
	悲しい	0.02	0.00	0.02	0.03	0.03	0.06	0.14	0.32	0.03	0.07	0.11
	怒り	0.05	0.27	0.09	0.05	0.01	0.00	0.01	0.01	0.36	0.04	0.07
	怖い	0.04	0.10	0.06	0.05	0.01	0.01	0.06	0.16	0.15	0.13	0.10

図5：前向きのB型の感情の伝わり方の回答結果

図4と図5より、意図した感情動作と回答が一致した感情（黄色）は、A型は7項目、B型は3項目あり、A型の方が意図した感情が人に伝わりやすいことが分かる。B型は「興奮」、「嬉しい」、「楽しい」は全て「楽しい」に見えるなど、図2のラッセルの感情円環モデルにおいて、距離が近い感情が混同する傾向があるが、A型はこれらの動画と回答が一致しており、意図した感情が伝わりやすい傾向がある。

動画と回答が一致した感情の中で、A型は「恥ずかしい」（回答率46%）や「悲しい」（41%）は比較的伝わりやすい一方、「怒り」（14%）は伝わりにくく、

回答にばらつきがあることが分かる。B型は一致した感情は少なかったものの「楽しい」（34%）や「怒り」（36%）はA型よりも認識されやすいことが分かった。ロボットによって、伝わりやすい感情が異なることは、A型のみが持つまぶたや、B型のみが持つしっぽやLEDなどの部位の動作による影響があると考えられる。A型は「恥ずかしい」と「悲しい」の感情表現動作は、まぶたを閉じる動作があり、B型は「楽しい」と「怒り」の感情表現動作では、しっぽを左右に大きく振り、LEDの色を変化させている。これらの動作が感情の伝わり方に影響を与えた可能性がある。

A型およびB型の後ろ向きの場合の各動画の回答の割合をそれぞれ図6、図7に示す。

		アンケート回答項目										
		驚く	興奮	嬉しい	楽しい	リラックス	退屈	恥ずかしい	悲しい	怒り	怖い	わからない
ロボットの動作 (動画)	驚く	0.15	0.15	0.18	0.09	0.07	0.04	0.01	0.01	0.07	0.00	0.18
	興奮	0.05	0.33	0.14	0.13	0.02	0.01	0.01	0.00	0.16	0.00	0.12
	嬉しい	0.03	0.21	0.15	0.16	0.02	0.01	0.01	0.03	0.15	0.01	0.18
	楽しい	0.02	0.22	0.10	0.25	0.03	0.01	0.03	0.01	0.11	0.01	0.15
	リラックス	0.03	0.00	0.01	0.01	0.07	0.18	0.02	0.18	0.01	0.02	0.34
	退屈	0.03	0.02	0.02	0.04	0.09	0.08	0.03	0.07	0.07	0.00	0.45
	恥ずかしい	0.01	0.01	0.07	0.02	0.02	0.04	0.46	0.04	0.08	0.01	0.16
	悲しい	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.05	0.02	0.41	0.05	0.01	0.14
	怒り	0.02	0.07	0.05	0.10	0.06	0.03	0.05	0.05	0.15	0.01	0.34
	怖い	0.08	0.14	0.07	0.09	0.02	0.00	0.05	0.09	0.14	0.04	0.21

図6：後ろ向きのA型の感情の伝わり方の回答結果

		アンケート回答項目										
		驚く	興奮	嬉しい	楽しい	リラックス	退屈	恥ずかしい	悲しい	怒り	怖い	わからない
ロボットの動作 (動画)	驚く	0.04	0.00	0.02	0.02	0.18	0.23	0.04	0.14	0.00	0.01	0.23
	興奮	0.03	0.35	0.12	0.19	0.01	0.02	0.01	0.00	0.12	0.01	0.09
	嬉しい	0.01	0.10	0.19	0.31	0.09	0.02	0.03	0.01	0.04	0.01	0.14
	楽しい	0.01	0.05	0.10	0.20	0.11	0.07	0.04	0.03	0.05	0.02	0.22
	リラックス	0.01	0.00	0.01	0.01	0.12	0.15	0.06	0.26	0.01	0.03	0.24
	退屈	0.03	0.01	0.04	0.02	0.24	0.18	0.04	0.08	0.02	0.01	0.23
	恥ずかしい	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.11	0.49	0.00	0.04	0.14
	悲しい	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.12	0.42	0.02	0.06	0.13
	怒り	0.04	0.29	0.11	0.08	0.00	0.01	0.02	0.01	0.28	0.03	0.08
	怖い	0.02	0.07	0.04	0.05	0.02	0.01	0.11	0.25	0.06	0.10	0.13

図7：後ろ向きのB型の感情の伝わり方の回答結果

図6と図7より、意図した感情動作と回答が一致した感情（黄色）は、A型は5項目、B型は3項目あり、後ろ向きもA型の方が意図した感情が人に伝わりやすいことが分かる。

A型の前向きでは伝わる傾向があった「退屈」が後ろ向きでは、「分からない」の回答の割合が一番多くなった。「退屈」の感情表現動作には、瞼を半開きにし、眠そうな表現をする動作があるが、後ろ向きではその動作が見られなくなり、認識されにくくなったと考えられる。「興奮」（回答率33%）や「楽しい」

(25%), 「恥ずかしい」(46%), 「悲しい」(41%) は前向きと回答率が同じであり, これらの感情は後ろ向きでも伝わりやすさは同じであった。

B型は前向きと同様に伝わる感情は少なく, 「リラックス」「恥ずかしい」「悲しい」「怖い」などの感情は全て「悲しい」として伝わる傾向があった。「リラックス」「恥ずかしい」「悲しい」の感情表現動作では, しっぽを左に傾げる動作がある。この動作が「悲しい」として伝わった可能性がある。また, 「怖い」の感情表現動作では, 頭を下げ, 手や足, しっぽを小刻みに左右に振る動作をする。これらの動作が, 泣いているような動作に見え, 「悲しい」として伝わった可能性がある。一方で, B型は前向きと比べて「興奮」の回答率は24%から35%と高くなり, 認識率が高くなった。これらは, 後ろ向きになったことで, 左右に大きく振るしっぽの動作がより印象的になったことで伝わりやすくなったと考えられる。

文献[7]では, 感情表現動作をするヒューマノイドロボットの動画を視聴し, 動画から感じる感情を回答してもらう方法を用いたWEBアンケート調査を行っている。ここでは, 最も認識率が高い感情で「驚き」(84%), 「悲しみ」(82%), 認識率が低い感情で「恐れ」(26%), 「幸せ」(20%) との結果が述べられている。本調査の結果と比較をすると, 最も認識率が高い感情でA型は「恥ずかしい」(46%), B型は「悲しい」(42%), 認識率が低い感情でA型は「怖い」(3%), B型は「驚く」(4%) であり, 現状の感情表現動作では認識率は低いと考えられる。そのため, 今後は動作の改善が必要である。

4.2 外観から受ける印象の結果

ロボットの外観の印象の調査(項目②)の回答結果を図8に示す。

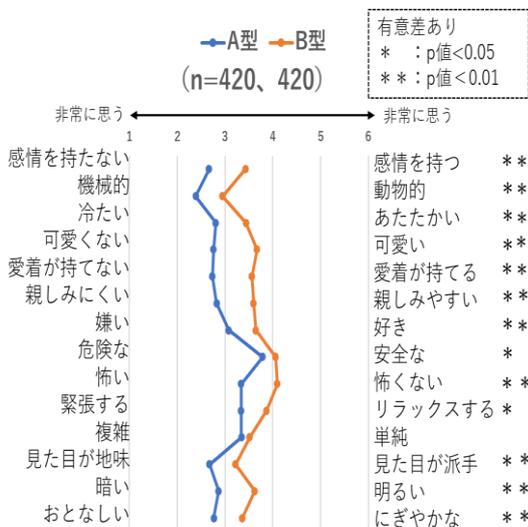


図8: A型およびB型の外観から受ける印象

A型とB型のそれぞれの回答結果に対してt検定を実施した。また質問項目②-1, ②-2については, A型の動画を視聴したグループとB型動画を視聴したグループの回答結果をもとに有意水準5%としたカイ二乗検定による2群間の有意差検定を実施した。

図8より, 14項目の形容詞の内, 13項目に有意差(p<0.05)が認められた。全項目でA型に比べB型の方がポジティブな印象の結果となり, 外観の色合いやキャラクター性のある見た目の可愛さから, B型の方が「親しみやすい」や「可愛い」などの印象が強くなったと考えられる。

性別, 年代別による印象の違いを確認するため, 各形容詞の回答をもとに一元配置分散分析を用い, 有意差が認められた場合は性別や年代別に多重比較を行った。その結果, A型の「怖い-怖くない」の印象に対して, 年代による有意差が認められた。A型の「怖い-怖くない」の各世代の回答の平均値は, 10代は3, 20代は2.9, 30代は2.92, 40代は3.43, 50代は3.63, 60代は3.73, 70代は3.77である。多重比較の解析により, 20代30代の若年層と比べ, 60代70代の高年層はA型に対して怖くないと思う傾向があることが分かった。これにより, A型の子供のような外観は, 高年層の方が好印象を持つことが分かる。その他の形容詞や属性に関しては, 有意差はなかった。

ロボットの外観の好みを調査した質問項目②-1の結果を図9に示す。

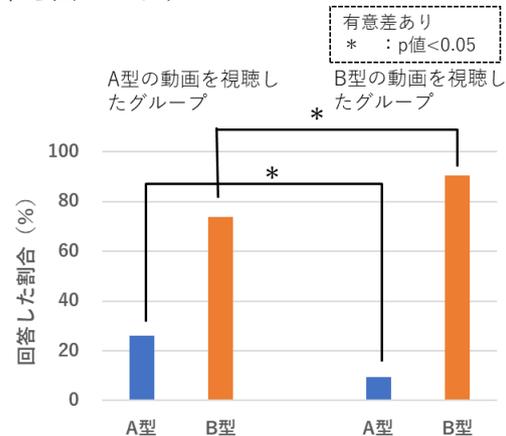


図9: 質問項目②-1「一緒にテレビを見るロボットとして, (A型とB型)どちらのロボットの見た目が好みですか。」の回答結果

図9より, A型の動画を視聴したグループとB型の動画を視聴したグループの間で, A型とB型の各回答項目に有意差が認められた。2群ともB型の方が, 好まれる結果であるが, 動画を見たロボットの方が見なかった場合に比べて好みの回答が多くなっていた。これにより, 感情表現動作を

するロボットを実際に見ることでそのロボットへの印象が良くなる傾向があることが分かった。

テレビ視聴ロボットを使ってみたいかどうかの受容性について調査をした質問項目②-2の結果を図10に示す。

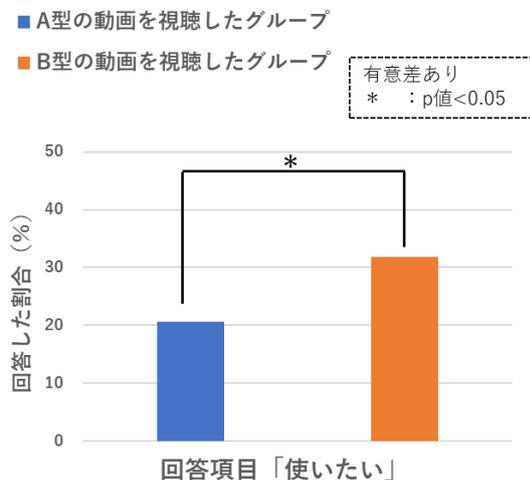


図10：質問項目②-2「動画のロボットは、一緒にテレビを見てお話をしたり、感情表現をしてくれるコミュニケーションロボットです。使ってみてみたいと思いますか。」の回答結果

図10より、A型の動画を視聴したグループとB型の動画を視聴したグループの間で、有意差が認められた。すなわち、B型の動画を視聴したグループの方が、テレビ視聴ロボットを使ってみたいと思う傾向がある。これにより、ロボットの外観や感情表現動作をするロボットを見ることが、ロボットの使いたいという受容性に影響していることが分かる。

5 まとめ

本稿では、「人型」と「動物型」という外観の異なる2体のロボットが感情表現動作をした際の感情の伝わり方と、外観による印象の違いについて調査した。

実施したWebアンケートの回答の結果から、現在の実装ではA型の方が前向きと後ろ向きともに感情が伝わりやすいことが分かった。しかし、後ろ向きでは、まぶたなどの動作が見られないことにより、伝わる感情は減少した。主にA型のモーターの動作をB型のモーターにマッピングさせて動作させたB型は、A型と比べて伝わる感情は少ない結果ではあるが、「怒り」の感情はA型より伝わりやすく、後ろ向きでは「興奮」の認識が良くなった。B型の「怒り」と「興奮」の感情表現動作は、しっぽを大きく振り、LEDの色を変化させる動作がある。これにより、し

っぽとLEDの動作が感情の伝わり方に影響していることが分かる。また後ろ向きの調査では、しっぽを左に傾ける動作を行う「リラックス」「恥ずかしい」「怖い」は「悲しい」の感情に伝わる傾向があることが分かった。前向きの調査では、しっぽを左右に振る動作を行う「興奮」「嬉しい」「楽しい」は全て「楽しい」に見えることから、図2のラッセルの感情円環モデルにおいて、距離が近い感情は混同する傾向があった。これらのことから、しっぽの動作だけではなく、LEDの色を生かした動作にすることで伝わる感情を改善できる可能性がある。

外観の印象の調査では、B型の方が印象は良く、好まれる傾向があった。しかし、動画を見たロボットの方が見なかった場合に比べて好みの回答が多くなっていったことから、感情表現動作をするロボットを見ることで印象が良くなる傾向があることも分かった。

今後はそれぞれの感情動作の部位ごとの特徴的な動作を分析し、今回の回答結果を用いて、正しく感情が認識されている動作と誤認識させている動作を特定することで、伝わりにくかった感情表現動作の改良を進めていく。

参考文献

- [1] 厚生労働省, 平成30年国民生活基礎調査の概況 (2019)
- [2] 総務省, 情報通信白書令和1年版 (2019)
- [3] 金子豊, 星祐太, 上原道宏, 人と一緒にテレビを視聴するロボットの機能検討と試作, 日本ロボット学会学術講演会, RSJ2017AC201112-04 (2017)
- [4] 萩尾勇太, 金子豊, 星祐太, 村崎康博, 上村真利奈, 山本正男, 呉剣明, 内藤正樹, 服部元, 滝嶋康弘, 人と一緒にテレビを視聴するコミュニケーションロボットの試作と検証, 信学技報, CNR2019-46, Vol.119, No.446, pp.7-12 (2019)
- [5] 元崇裕, 瀬古俊一, 青木良輔, 宮田章裕, 渡部智樹, 山田智宏, ”人の情動体験を向上させる感情表出ロボット”, 電子情報通信学会論文誌 (2016)
- [6] 小川浩平, 住岡英信, 石黒浩, 感情でつながる, 感情でつなげるロボット対話システム, 人工知能学会誌, 31巻5号, pp. 650-655 (2016)
- [7] McColl, D., and Nejat, G.: Recognizing emotional body language by a human-like social robot, International Journal of Social Robotics, 6 (2), pp. 261-280 (2014)
- [8] 野々村圭祐, 寺田和憲, 山田誠二, 伊藤昭, ロボットとの感情的インタラクションは外見の悪印象を緩和する, ヒューマンインターフェイス学会

論文誌, Vol.19, No.1, pp.97-104(2017)

- [9] 岩下豊彦, SD 法によるイメージの測定-その理解と実施の手引, 川島書店(1983)
- [10] 神田崇行, 石黒浩, 石井亨, “人間-ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価”, 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.3, pp.362-371(2001)
- [11] <https://www.vstone.co.jp/products/commu/index>
- [12] 萩尾勇太, 金子豊, “ロボットと創る新たな“お茶の間””, 技研 R&D 夏号, No.186, pp.28-35(2021), <https://www.nhk.or.jp/str/publica/rd/186/5.html>
- [13] Russell, J.A.: “A circumplex model of affect”, *Jornal of Personality and Social Psychology*, 39(6), pp.1161-1178(1980)

付録 A

A 型と B 型の各感情の動作の詳細と, テレビ視聴ロボットとして実装する際の状態例を以下に示す.

● A 型の感情表現動作

- ① 【驚く】: 両手を挙げて「わあー」とびっくりするような動作と同時に胸と頬っぺたの LED を赤に点灯 (動作時間:7 秒)
状態例: 予想していなかった展開になって驚いたような様子



- ② 【興奮】: 両手を挙げる動作と同時に胸と頬っぺたの LED が赤に点灯 (動作時間:6 秒)
状態例: 興奮してスポーツ番組を視聴している時のような様子



- ③ 【喜び】: 両手を挙げて拍手のような動作と同時に胸と頬っぺたの LED が赤に点滅
状態例: 音楽番組で好きな歌手が出てきて喜んでいるような様子 (動作時間:6 秒)



- ④ 【楽しい】: 両手を交互に挙げると同時に胸と頬っぺたの LED が赤に点滅
状態例: 面白い番組を楽しそうに視聴している時のような様子 (動作時間:6 秒)



- ⑤ 【リラックス】: 目が半開きの状態で体を前後に揺れると同時に胸の LED を緑に点灯
状態例: 美しい自然番組を視聴してリラックスしているような様子 (動作時間:8 秒)



- ⑥ 【退屈】: 顔を閉じて右手を上げて眠そうな動作をと同時に胸の LED を緑に点灯 (動作時間:6 秒)
状態例: 視聴している番組がつまらなくて退屈しているような様子



- ⑦ 【恥ずかしい】： 顔を閉じて頭をかいて照れているような動作と同時に胸と頬っぺたの LED が赤に点灯（動作時間：7 秒）

状態例：恋愛番組を視聴して照れているような様子



- ⑧ 【悲しい】： 顔を閉じて首を横に振り、がっかりしているような動作と同時に胸の LED を青に点灯（動作時間：7 秒）

状態例：クイズ番組で予想が外れてがっかりしているような様子



- ⑨ 【怒り】： 左手を挙げて「コラ！」と怒るような動作と同時に胸の LED を赤に点灯（動作時間：6 秒）

状態例：イライラして怒っているような様子



- ⑩ 【怖い】： 顔を閉じて両手を挙げて震えているような動作と同時に胸の LED を青に点灯（動作時間：5 秒）

状態例：ホラー映画を視聴して怖がっているような様子



付録 B

● B 型の感情表現動作

B 型の感情表現動作（LED の初期設定は、目はオレンジ、しっぽとお腹は緑で点灯。各感情の動作の際に、色を変化させていない場合は初期設定の色のみで動作する）

- ① 【驚く】： 両手を下げて、頭を少し上げ、「え？」と驚くような動作（動作時間：6 秒）



- ② 【興奮】： しっぽと足を左右に振り、右手と首を上下に振る動作と同時にしっぽと目の LED がオレンジに点灯、お腹の LED はオレンジに点滅（動作時間：6 秒）



- ③ 【喜び】： 首と手を上下、足としっぽを左右に振る動作（動作時間：5 秒）



- ④【楽しい】：台座が小刻みに左右にスライドし、両手を上下に動作（動作時間:5秒）



- ⑤【リラックス】：頭を少し下げ、しっぽを少し左右にゆっくり振る動作（動作時間:8秒）



- ⑥【退屈】：右手を下げ、しっぽを左に傾け、首を上下に揺らす動作（動作時間:6秒）



- ⑦【恥ずかしい】：しっぽを左に下げた状態で、首を左右に振り、左手を下に左右に振る動作（動作時間:7秒）



- ⑧【悲しい】：首を横に振り、しっぽを左に傾け、がっかりしているような動作（動作時間:7秒）



- ⑨【怒り】：しっぽを左右に大きく振り、左手を挙げて「コラ！」と怒るような動作と同時に全LEDを赤に点滅（動作時間:5秒）



- ⑩【怖い】：手と足、頭を小刻みに振り、震えているような動作と同時に全LEDを青に点灯（動作時間:5秒）

