

学習支援ロボットの表情と身体動作が与える安心感 Anshinkan Provided by Facial Expressions and Body Motions of Learning-Assisting Robots

志村 友^{1*} 田和辻 可昌^{1,2} 松居 辰則²
Yu SHIMURA¹ Yoshimasa TAWATSUJI^{1,2} Tatsunori MATSUI²

¹ 早稲田大学大学院 人間科学研究科

¹ Graduate School of Human Sciences, Waseda University

² 早稲田大学 人間科学学術院

² Faculty of Human Sciences, Waseda University

概要: 近年, 教育支援ロボットに対する注目が高まっており, 教育支援ロボットに対して安心を感じることは人とロボットの共生を考える上で重要である。しかし, 人が他者に安心するときには何が要因になっているかは明らかになっていない。また, 密接なインタラクションを行うためにはロボットの意図が人に伝わるのが前提であるが, ロボットの意図が適切に人に伝わり, 解釈されているかは不明である。本研究では, 予備調査として, 言語情報と同様に重要とされる非言語情報であるロボットの表情や身体動作に着目し, それらを組み合わせることで適切にロボットの意図が人に伝わるパターンを実験的に明らかにしていく。

1 はじめに

近年, 様々なエージェントが盛んに開発され, 一般社会に進出しつつあり, その中でも教育支援ロボットに対する注目は高まっている。また, ヒューマンエージェントインタラクション (Human-Agent Interaction) をはじめ多くの分野において, 人とエージェントのインタラクションについての研究が行われてきた。その中でも身体動作や表情を扱い, 非言語情報が人の心理に対して与える影響についての研究は言語情報を扱ったものと比較し多くはない。しかし, ロボットの身体動作は人との相互作用に有効である [1] ことから身体動作や表情が人の心理に対して与える影響についての研究は, 人とロボットの密接なインタラクションを行う上で重要だと考えられる。

経済産業省 [2] は, 安心と安全はサービスロボットの必須要件としており, 日本経済再生本部 [3] では, ロボットを安全・安心に普及させるために人によるロボットの受容性を高める必要があるとしている。安心感を重視する日本において人とロボットの共生を考える上で, 密接なインタラクションを行う上で人がロボットに対して安心を感じることは重要であると考えられる。安心感は, 客観的に評価できる安全と異なり, 主観的なものであり, 一様にその定義を定められていない。安

心感を表す英語は *peace of mind, ease, relief, care, security, assured* など数多く存在し, 安心感は非常に多面性のあるポジティブ感情だと考えられる。また, 人は他者とのインタラクションにおいて, 安心感の存在は認知できるが, 何に対して安心を感じているか, なぜ安心するのかを自身で明確に認知出来ていない。そこで, 本研究では, 安心感を「様々な主観的ポジティブ感情としての側面を持つ複合的な心理状態」と定義し, ロボットの身体動作を受けて, 人がロボットに対して安心を感じる過程についての心理モデルを構築し, 実験を通して検討した [4]。密接なインタラクションが求められる学習・教育分野においても安心感は重要であり, 教育支援ロボットに対して安心を感じられることは重要であると考えられる。

どのような身体動作が人に安心を感じさせるか検討する上で, 前提として, ロボットの意図が人に適切に伝わる必要がある。しかし, ロボットの意図が人に伝わっているかは人の主観的な判断に大きく依存するものであり, 実験的に確認することが求められる。人がロボットの意図を把握することが出来るか, また, その判断に自信が持てるかどうかを明らかにすることは重要だと考えられる。谷寄ら [5] は身体動作と表情変化を組み合わせることによって感情を表出が行われ共感性が高まるとしており, 身体動作と表情を組み合わせることの有効性が示されている。そこで, 本研究では, ロボットの身体動作と表情に着目し, 身体動作に

*連絡先: 早稲田大学大学院 人間科学研究科
〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2 丁目 579-15
E-mail: simura-yu@fuji.waseda.jp

表情を適切に組み合わせることで、ロボットの意図が人に伝達しやすくすることができるかを予備実験的に検討した。

2 安心感に関する心理モデル

安心感生起メカニズムに関する心理モデルを構築し、モデルを構成する心的状態に関する先行研究の知見を用い、人間に安心感を与えるロボットの身体動作の性質をモデルに沿って明らかにすることを目的とした。

人対人、人対ロボット、人対擬人化エージェントに関する先行研究の知見をまとめ、以下のような二つの仮説を生成した。

仮説1：身体動作の性質として「自信」、「くつろぎ」、「身体接触」、「姿勢反響・同調」がそれぞれ「信頼感」、「親近感」、「無害感」に影響を与える。

仮説2：「信頼感」、「親近感」、「無害感」の付与により安心感が生起される。

仮説1は、先行研究で明示されているものや実験タスクの進行に必要なロボットの身体動作を22種類選定した。身体動作を一つずつ提示し、それぞれ信頼感、親近感、無害感について7段階リッカート尺度を用いて被験者12名に評価を求めた。仮説2は、仮説1の検証のために行った実験より動作を選定し15種類の身体動作を安心感モデルに沿ってポジティブ群とニュートラル・ネガティブ群に分け、2群をロボットが不動産を紹介するタスクを通してタスク前後の安心感の変化で比較した。安心感とはkamideらの研究[6]で使用された安心感尺度を用いて評価した。

仮説1は、実験より図1が得られ、一定の支持を受けたが、一部の身体動作が適切に解釈されなかったため削除した。仮説1の検証実験より提案された安心感モデルを図2に示す。

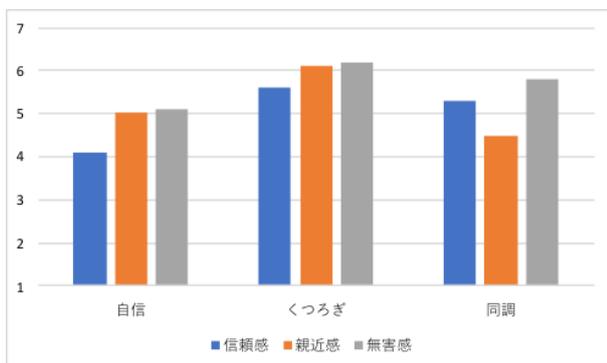


図1: 身体動作の性質別評価

仮説2は、安心感尺度の快適性においてタスク後の2群間においてウェルチのt検定で有意差は認められたが2群のタスク前後の変化量の比較では有意差は認め

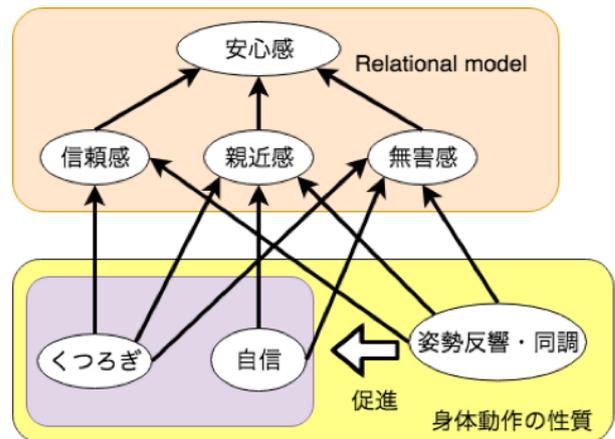


図2: エージェントの身体動作による安心感生起モデル

られなかった。このことより提案した安心感モデルは一定の支持を受け、実験の結果と矛盾するものではなかった。

ロボットの身体動作によって信頼感、親近感、無害感に影響を与える可能性が示唆され、相互インタラクションを伴うタスクを通じた実験により安心感モデルに一定の妥当性を示すことができた。今後の課題として安心感モデルをより精緻なものにすることと被験者に適切に解釈される身体動作を選定することが挙げられた。

3 実験

ロボット(NAO)の身体動作と表情を組み合わせることで、身体動作の解釈性を高め、その解釈の確信度を高めることが出来るかについて検討した。

3.1 目的

本実験では、仮説を以下のように設定した。

- ロボットの身体動作と表情を適切に組み合わせることで、身体動作の解釈性が高まり、その解釈の確信度を高めることできる。

この仮説を検証し、ロボットの身体動作と表情の適切な組み合わせを明らかにすることを本実験の目的とした。

3.2 使用ロボット

本実験では、Softbank Robotics社のNAOを使用した。NAOを使用した理由として、手足を用いた動作が可能なことと外見の特徴に偏りが少なく、特定の印象への帰属性が低いことが挙げられる。手足の自由度が高く、

人に近い動作を行うことが出来る．Softbank Robotics 社が提供している開発ソフトウェア「Choregraphe」を用いて実装・実行した．

3.3 刺激

3.3.1 身体動作

NAO の身体動作は，人対人コミュニケーションにおける身体動作の参考文献 [7, 8] から NAO が行うことが出来ないものや重複しているものを除き，基本動作として 30 種類を選定した．表 1 に選定したものを示す．選定した身体動作のうち No.12 は感情が指定されているため，組み合わせる表情・感情を喜びのみとした．Choregraphe 上で実装し，NAO の基本姿勢から 2 秒かけて各身体動作の初期位置に動き，5 秒間身体動作を行い，2 秒かけて基本姿勢に戻るまでの 9 秒を 1 パターンとした．動作速度や動作速度による影響を排除するために全ての身体動作で統制を行った．

表 1: 身体動作一覧

No.	身体動作名	No.	身体動作名
1	腕組み	16	払い手
2	後ろ手	17	頭に手をやる
3	額に手をやる	18	頭を揺く
4	額を揺く	19	頭を抱え込む
5	胸の前で手を合わせる	20	お辞儀(丁寧)
6	あごに手をやる	21	腰に手を当てる
7	あごを上げる	22	直立姿勢
8	人差し指を相手に向ける	23	直立不動
9	指差す(近く)	24	胸に手
10	指差す(遠く)	25	こぶし振り
11	両手を広げる	26	手招き
12	両手を広げる(+笑顔)	27	片手振り
13	両手で空中を押す	28	首振り
14	片手を上げる	29	頭かしげ
15	止め手	30	うなずき

3.3.2 表情

NAO の表情は，物理的に可動するパーツは頭部に付いていないため，目の LED の発光によって感情表出を表現する．NAO の目の LED と表情に関しては，勅使らの先行研究 [9] の知見により，Plutchik の提案する基本 8 感情(怒り，期待，喜び，信頼，恐れ，驚き，悲しみ，嫌悪)と無感情を NAO の目の動的色発光により感情表出させた．感情表現に対応した目の色に変化させた NAO の頭部の一覧を図??に示す．先行研究の知見では，色相，点滅周期 (ms)，明滅速度 (輝度値の変化の滑らかさ) がパラメータとして設定されており，Choregraphe 上で実装するために HSV 形式である色相を RGB 形式に変換し，輝度値の変化の滑らかさを表現するために

非常に短い時間で輝度値を変化させることで対応した．イメージを図 12 に示す．縦軸は輝度値を表し，横軸は点滅の 1 周期を表している．

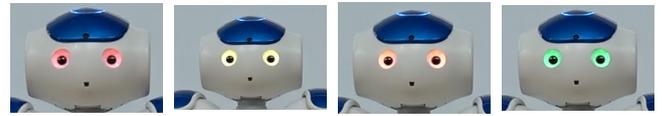


図 3: 怒り 図 4: 期待 図 5: 喜び 図 6: 信頼

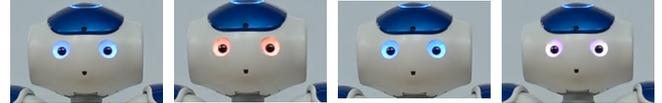


図 7: 恐れ 図 8: 驚き 図 9: 悲しみ 図 10: 嫌悪



図 11: 無感情

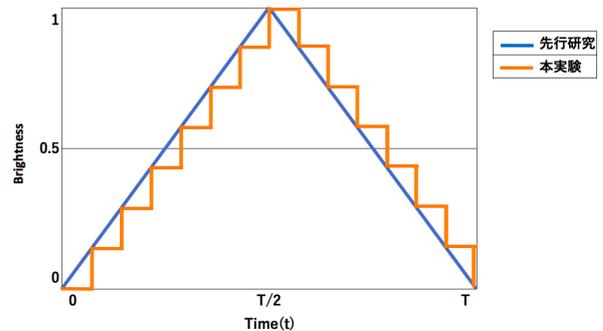


図 12: 輝度値の変化のイメージ図

3.4 手順

選定した身体動作のうち No.12 は感情が指定されているため感情を喜びのみとし，他 29 種類の身体動作は基本 8 感情・無感情と組み合わせることで刺激は計 262 パターンとした．刺激は 1 パターンにつき 9 秒で設定し，各パターン 3 回ずつ被験者に提示する．被験者の手順を図 13 に示す．



図 13: 被験者の手順

1 パターンを被験者に提示した後、参考文献に記述されている身体動作の説明と質問項目を提示し、回答を求める。被験者に回答してもらう質問項目は以下の通りである。

Q1：説明と実際の動きの一致度を教えてください。

Q2：このロボットはどんな意図をもってその動作をしたと思いますか？

Q3：Q2 についての確信度を教えてください。

Q1 は身体動作の説明と実際の動きの一致度を調べるものであり、「非常に高い」「高い」「中程度」「低い」「非常に低い」の5段階で回答を求める。Q2 は実験者が意図の候補を3つ設定し、被験者に選択してもらう。候補に一致するものがない場合は自由記述で回答を求め、人がロボットの意図をどのように解釈しているか調べる。Q3 はQ2 における解釈についてどのくらい自信があるか確信度を「非常に高い」「高い」「中程度」「低い」「非常に低い」の5段階で回答を求める。

実験に要する時間や被験者の負担を考慮して、一人の被験者に対して、262パターンをランダムに4つに分割した63パターンを提示することとした。本実験では1パターンごとに動画を撮影し、被験者にはオンラインフォームを通して動画を視聴し質問項目に回答をしてもらう。1パターンにつき5~10人ほどの被験者を集めることを想定している。

3.5 期待される成果

本実験により、人に適切に意図を伝達できるロボットの身体動作と表情の組み合わせを明らかにすることで、今後人とロボットの相互インタラクションを伴う実験を行う際に用いる基本的な動作が整理されることが期待される。本研究で得られた知見は学習・教育分野に依存していない高い一般性を持つものだと考えられる。

4 まとめ

本研究では、人が身体動作を伴うロボットとのインタラクションを通して安心を感じることが出来るかの実験を行うために、予備実験として、ロボットの身体動作に表情を組み合わせることで適切にロボットの意図を伝達することが出来るかについて実験的に検討した。本原稿執筆時点ではまだ実験を行っていないため、結果を記述することは出来ていない。今後は、実験を進め、仮説の検証を行う予定である。また、並行して、学習支援ロボットに期待する役割や学習・教育分野における安心感、安心を感じる事の出来るロボットの身体動作についてアンケート調査を行っている。本研究とアンケート調査の結果を踏まえて、相互インタラ

クションを伴うタスクを通して人に安心感を与える教育支援ロボットの身体動作に関する実験を行い、安心を与える身体動作を明らかにすることを目指していく。

参考文献

- [1] 神田崇行, 鎌島 正幸, 今井 倫太, 小野 哲雄, 坂本大介, 石黒 浩, 安西 祐一郎: コミュニケーションロボットによる学習支援, 人工 知能学会誌, Vol. 23, No. 2, pp. 229-236 (2008)
- [2] 経済産業省: ロボットと共存する安全安心な社会システムの構築に向けて, <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000000qx1i-att/2r9852000000qxax.pdf>(2019年2月15日閲覧) (2010)
- [3] 日本経済再生本部: ロボット新戦略 ビジョン・戦略・アクションプラン, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot_honbun_150210.pdf (2019年2月15日閲覧) (2015)
- [4] 志村 友, 田和辻 可昌, 松居 辰則: エージェントとのインタラクションによる安心感の付与とそのメカニズムの心理モデルの構築, 第20回日本感性工学学会全国大会, D23 (2018)
- [5] 谷寄 悠平, ジメネス フェリックス, 吉川 大弘, 古橋 武: 教育支援ロボットにおける身体動作と表情変化による共感表出法の印象効果, 日本知能情報フレンジイ学会誌, Vol. 30, No. 3, pp. 700-708 (2018)
- [6] Hiroko Kamide, Koji Kawabe, Satoshi Shigemi, Tatsuo Arai: Anshin as a concept of subjective well-being between humans and robots in Japan, *Advanced Robotics*, Vol. 29, No. 24, pp. 1-13 (2015)
- [7] 東山 安子, ローラ・フォード: 日米ボディートーク増補新装版 身ぶり・表情・しぐさの辞典, 三省堂 (2016)
- [8] デズモンド・モリス, 東山 安子訳: ボディートーク新装版 世界の身ぶり辞典, 三省堂 (2016)
- [9] 勅使 宏武, 寺田 和憲, 伊藤 昭: ロボットの目の動的色発光が語り聞かせ時の人の感情認識に与える影響, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol. 17, No. 4, pp. 129-140 (2015)