

# 教育支援ロボットの表情変化と身体動作による 共感表出法に関する印象実験

## Impression Experiment of Sympathy expression method by Face and Body of Educational-Support Robot

谷 寄 悠 平<sup>1\*</sup> ジメネス フェリックス<sup>1</sup> 吉川 大弘<sup>1</sup> 古橋 武<sup>1</sup>  
Yuhei Tanizaki<sup>1</sup> Felix Jimenez<sup>1</sup> Tomohiro Yoshikawa<sup>1</sup> Takeshi Furuhashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院  
<sup>1</sup> Graduate School of Engineering

**Abstract:** Recently, educational-support robot have been attracting increasing attention as learning-support devices. Previous research has proposed the sympathy expression method that robot expresses emotions which sympathize with learner. In previous research, the sympathy expression method has been used for the robot which expresses its emotion by face. Thus, no research for sympathy expression method using the robot which expresses its emotion by using body or unifying body and face. Therefore, this paper examines the impression about three types robots which have different emotion expression methods.

### 1 はじめに

近年、ロボット関連技術の進展により、教育現場など、実生活において活躍できるロボットの研究開発が行われている。例えば、ジメネスらは、人とロボットが問題を交互に解きあうことで、共に学びあう協調学習を行うことができる教育支援ロボットに関する研究を行っている [1]。しかしながら、教育支援ロボットには、学習が進むにつれて学習者がロボットとの学習に飽きてしまうという問題点がある。

教育支援ロボットの飽きの問題を解決するために、従来研究では、ロボットが学習者に共感するような感情を表出する、共感表出法が提案された [2]。そして被験者実験を通して、共感表出法を用いたロボットは学習者の飽きを軽減できる可能性があることを示唆した。しかしながら、この共感表出法は表情変化によって感情を表出することができるロボットのみを対象に検討されている。HRI の従来研究では、ロボットの身体動作には、人とのインタラクションやロボットの感情伝達を効果的に促すことができると報告されている [3]。そのため、表情変化による共感表出法に身体動作を加えることで、共感表出法の促す効果を向上できる可能性があると考えられる。

そこで本稿では、被験者実験を通して、教育支援ロ

ボットの表情変化と身体動作を用いた共感表出法について検討する。具体的には、身体動作によって共感表出を行うロボット、表情変化によって共感表出を行うロボット、表情変化と身体動作によって共感表出を行うロボットを比較することで、どのような共感表出を行うロボットがユーザーに好印象を与えるのかを検討する。

### 2 共感表出法

本稿では、人の感情変化を円環上のモデルにした Russell の感情円環モデルを基に、共感表出法を構築する (図 1)。共感表出法は、学習者にロボットが共感していると感じさせるために、正解用感情ベクトル  $\vec{A}$  と不正解用感情ベクトル  $\vec{B}$  の二つを用いて、円環モデルにおける感情を表出する。学習者が問題に正解した場合は  $\vec{A}$  を、不正解であった場合には  $\vec{B}$  を基準に感情を表出する。 $\vec{A}$  は  $0 \leq L_A \leq 1.0$  かつ  $-90^\circ \leq \theta_A \leq 90^\circ$ ,  $\vec{B}$  は  $-1.0 \leq L_B \leq 0$  かつ  $-90^\circ \leq \theta_B \leq 90^\circ$  の範囲内で座標点を移動する。 $L \cos \theta$  は快-不快の軸、 $L \sin \theta$  は覚醒-眠気の軸に対応し、以下のように感情ベクトルが変動する [2]。

if (学習者が問題に正解)

$$L_A \leftarrow L_A + 0.2$$

$$L_B \leftarrow L_B - 0.2$$

else

\*連絡先: 名古屋大学大学院  
愛知県名古屋市中種区不老町工学部 3 号館 306 号室  
E-mail: tanizaki@complex.cse.nagoya-u.ac.jp

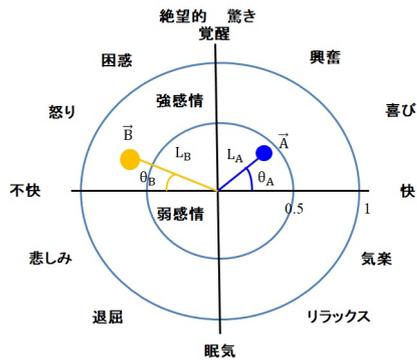


図 1: Russell の感情円環モデル

```

 $L_A \leftarrow L_A - 0.2$ 
 $L_B \leftarrow L_B + 0.2$ 
if(解答時間 < 基準時間)
  if(学習者が問題に正解)
     $\theta_A \leftarrow \theta_A + 15$ 
  else
     $\theta_B \leftarrow \theta_B + 15$ 
else
  if(学習者が問題に正解)
     $\theta_A \leftarrow \theta_A - 15$ 
  else
     $\theta_B \leftarrow \theta_B - 15$ 

```

基準時間は学習者の一問前の問題における解答時間とする。ただし、1 問目の問題の場合は、60 秒とする。感情の表出方法の違いによる差を見るために、実験で使用する全ロボットにおいて同様の共感表出法を用いる。

### 3 ロボット

#### 3.1 ロボットの概要

本研究では、ロボットには、頭部がタブレットであるタブレット型ロボット「Tabot」を開発し実験に用いた (図 2)。Tabot は、頭部のタブレットにエージェントを表出することで、多様な表情変化を行うことができる。また、Tabot は、首の自由度が 3、両腕の自由度が 10、脚部の自由度が 1 であり、合計 14 の自由度を持つため、多様な身体動作を行うことができる。これらにより Tabot は、様々な表情変化と身体動作を組み合わせることで、多様な感情表出が可能である。比較実験においては、ロボットの外観による作用をなくすために、Tabot を 3 台使用して実験を実施した。

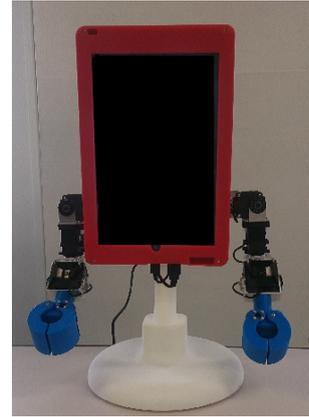


図 2: Tabot

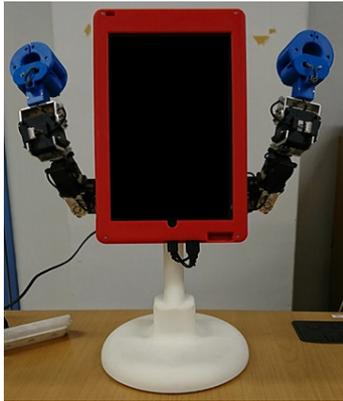
#### 3.2 ロボットの表情変化と身体動作

Tabot のタブレット上に表出するエージェントは、デザイナーによるデザインを基に作成した。またエージェントの表情変化も、デザイナーによるデザインを基に感情円環モデルに存在するすべての感情に対応した表情を 2 種類ずつ作成した。Tabot の身体動作は、人における身体動作と感情の関係について記された参考文献 [4][5] を基に、感情円環モデル上にあるすべての感情に対応した身体動作を 2 種類ずつ作成した。そして、同じ感情を表出する表情変化と身体動作を組み合わせた。各表情変化、身体動作は予備実験を通して最もよく感情を表出しているものを採用している。Tabot の感情表出の例を図 3 に示す。

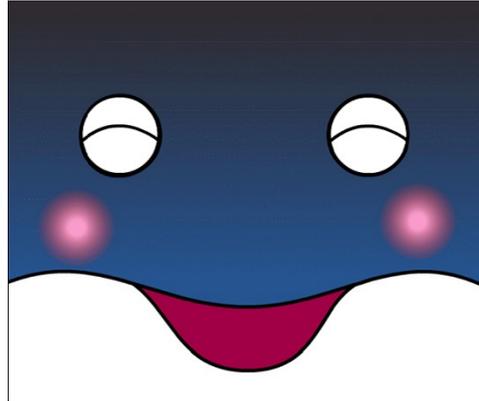
### 4 実験

#### 4.1 方法

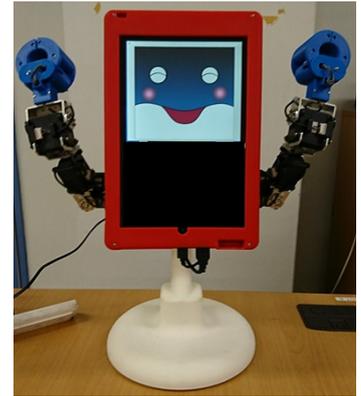
学習者は SPI2 の非言語分野を学習するための SPI 学習システムを用いて、共感表出法が搭載されたロボットとともに学習する。学習者は理系大学院生 12 名である。12 名の学習者は、身体動作のみで共感を表出するロボットと共に学習する「身体動作群」、表情変化のみで共感を表出するロボットと共に学習する「表情変化群」、身体動作と表情変化を組み合わせる共感を表出するロボットと共に学習する「身体表情統合群」の 3 群のロボットをランダムな順番で使用し、各群において 20 問ずつ解く学習を行う。学習時のロボットはタブレットの上側半分は表情、下側半分は学習システムを表示する。学習時のロボットの状態例を図 4 に示す。



(a) 身体動作のみ



(b) 表情変化のみ



(c) 身体動作と表情変化の組み合わせ

図 3: 喜びを表出する動作例



図 4: 学習時の Tabot の様子

## 4.2 評価基準

ロボットの印象評価には、印象の定量的評価方法である SD 法を用いた (図 5)．SD 法の項目は「親しみやすい親しみにくい」、「感情的な理性的な」、「ともに喜んでくれるとともに喜んでくれない」、「勉強が楽しい勉強が楽しくない」などの 14 種類の項目である．SD 法による項目は、図 5 の最左部にある「非常に」を 7 とし、右に 1 つ移動するにつれて -1 とする 1~7 の評点で数値化した．また、学習者には SD 法によるアンケートの最後に学習してみたの感想を自由記述で記入してもらった．全 3 群において同様のアンケートを全被験者に対して行い、それぞれの群における各被験者のアンケートの合計点を好印象度とし、点数が高いほど好印象とする．検定には、テューキーの方法による検定を使用した．

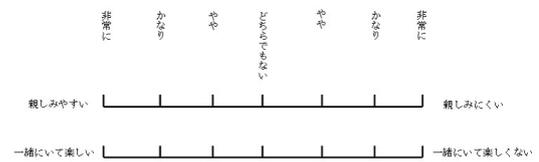


図 5: SD 法によるアンケート例

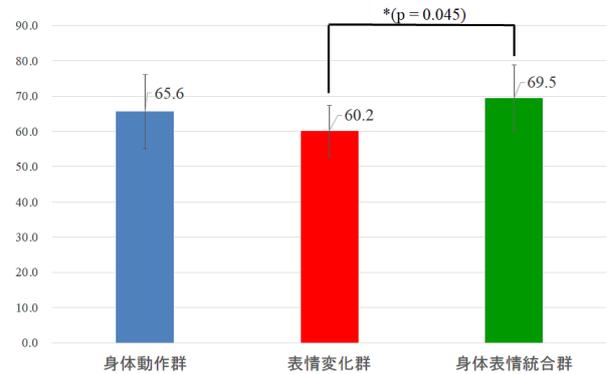


図 6: 好印象度

## 5 結果

SD 法によるアンケートの結果を図 6 に示す．グラフから、身体表情統合群の好印象度が最も高いことがわかる．そして検定を行ったところ、表情変化群と身体表情統合群間において有意差が認められた．これより、人と共に学ぶ状況において、身体動作と表情変化を組み合わせたロボットは、表情変化のみのロボットに比べて、学習者に好印象を与えることが示唆された．

## 6 考察

実験結果から、身体動作と表情変化を組み合わせたロボットによる共感表出法は表情変化のみのロボットによる共感表出法に比べて好印象を与えることができることが示唆された。学習者に行った自由記述の感想の中には、「ロボットの表情に目が向きづらかった」というものがあった。このことから、学習者は学習システムの問題に集中するあまりロボットの表情が変化していることに気づかなかつたのではないかと考える。そのため、身体動作と表情変化を組み合わせたロボットと表情変化のみのロボットとの間に、印象の差がみられたと考える。一方で、身体動作のみのロボットと身体動作と表情変化を組み合わせたロボットとの間には、印象において差がなかった。学習者に行った自由記述の中には、「一つ前のロボット（身体動作のみのロボット）と今のロボット（身体動作と表情変化を組み合わせたロボット）の違いがわからなかった。」というものがあつた。そのため、身体動作を行うロボットと身体動作と表情変化を組み合わせたロボットの違いを認識することができなかつたと考えられる。そのため、身体動作のみのロボットと身体動作と表情変化を組み合わせたロボットとの間には、差がみられなかつたと考えられる。

## 7 おわりに

本稿では、身体動作と表情変化を同時に行うことができるタブレット型ロボット Tabot に共感表出法を搭載し、どのようなロボットがユーザーに好印象を与えるのかを検討した。実験結果から、人と共に学ぶ状況において、身体動作と表情変化を組み合わせたロボットによる共感表出法は、表情変化のみのロボットによる共感表出法に比べて好印象であることが示唆された。しかしながら、身体動作と表情変化を組み合わせたロボットによる共感表出法と身体動作のみのロボットによる共感表出法との間には印象の差がなかった。

今後は、ロボットの表情変化及び身体動作と、学習システムの連携の改善や長期的な実験にて、感情表出方法の異なるロボット間での学習効果の差の検討を行っていく。

## 参考文献

- [1] ジメネスフェリックス, 加納政芳, 吉川大弘, 古橋武: 建設的相互作用を基に行動するロボットとの協調学習の実現可能性, 人工知能学会論文誌, Vol. 31, No.3, pp.A-F93.1-10, (2016)
- [2] ジメネスフェリックス, 吉川大弘, 古橋武, 加納政芳: 感情表出モデルを用いたロボットとの共同学習がもたらす影響, 知能と情報, Vol. 28, No. 4, pp. 700-704, (2016)
- [3] 神田崇行, 今井倫太, 小野哲雄, 石黒浩: 人-ロボット相互作用における身体動作の数値解析, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No. 11, pp.2699-2709, (2003)
- [4] 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)
- [5] 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)