

# 生涯学習で用いられる教育的エージェントの信頼調査

## Trust Research of Pedagogical Agents used in Lifelong Learning

藤堂 健世<sup>\*1,2</sup>, 高橋 聡<sup>\*1</sup>, 吉川 厚<sup>\*1</sup>, 山村 雅幸<sup>\*2</sup>

Kense TODO<sup>\*1,2</sup>, Satoshi TAKAHASHI<sup>\*1</sup>, Atsushi YOSHIKAWA<sup>\*1</sup>, Masayuki YAMAMURA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 関東学院大学 理工学部

<sup>\*1</sup> College of Science and Engineering, Kanto Gakuin University

<sup>\*2</sup> 東京工業大学 情報理工学院

<sup>\*2</sup> School of Computing, Tokyo Institute of Technology

Email: ktodo@kanto-gakuin.ac.jp

**あらまし**：本稿では、教育的エージェント（Pedagogical Agents, 以下 PA）の外見から認識される性別が生涯学習の学習者から PA への信頼に影響を及ぼすかを調査する。具体的には、成人男性を実験協力者として設定し、学習者から PA への信頼を「信頼ゲーム」による送金額で評価した。その結果、男性 PA は女性 PA と比較して、今回の実験設計における最大限の信頼を得やすいことが示された。

**キーワード**：教育的エージェント、信頼、外見、性別、信頼ゲーム

### 1. はじめに

学習効果の向上のため、教育的エージェント（Pedagogical Agents, 以下 PA）と呼ばれる対話エージェントの利用が注目されている<sup>(1)</sup>。Schroder らのメタ分析によれば、PA は学習者の知識の記憶などの学習効果への有効性が示されている<sup>(2)</sup>。PA の利用範囲は広く、義務教育段階だけでなく、生涯学習においても学習効果を発揮することが知られている。

学習者と PA との信頼関係は学習効果を高めることが指摘されている<sup>(3)</sup>。一方で、PA の外見特性の中で、学習効果を向上させる具体的な要素については、まだ明確な知見が得られていない。上記の視点から、学習者と PA との信頼関係の形成において、PA の外見特性が大きく寄与する可能性がある。そこで本稿では、PA の外見特性が学習者の信頼に影響するかどうかを検証する。

本稿では、PA の外見特性の 1 つの要素である顔から認識できる性別が、生涯学習の学習者の信頼を変化させるかを調査する。対話エージェントの顔が信頼に影響を与えることが知られているため<sup>(4)</sup>、顔から認識できる性別も、学習者の信頼に影響を及ぼすと考えたためである。

### 2. 手法

本稿では、学習者から PA への信頼を信頼ゲーム<sup>(5)</sup>で調査する。信頼ゲームは、2 人のプレイヤーがそれぞれ送金者と受取者の役割を担い、金銭のやり取りを行うゲームである。まず、送金者はある金額を与えられ、その中から任意の額を受取者に送金する。送金額の 3 倍が受取者に送られ、受取者はその中から自由な額を送金者へ返金する。送金者は受取者がどの程度の額を返してくれるかを考えて、送金額を決定する必要がある。そのため、送金額を送金者から受取者への信頼の度合いと解釈することが出来る。本稿では金銭の送金者を実験協力者、金銭の受取者を PA と定め、金銭のやり取りを 1 回限りとした。

PA の顔画像は漫画家に依頼し作成させた。依頼の際には、実験協力者が PA の性別を認識できる顔になるように指示した。また、PA を教授者として認識させるため、PA が年配に見えるようなデザインを指示した。作成された画像を図 1 に示す。

本稿では、生涯学習の学習者を対象としているため、実験協力者の年齢を 30～50 歳とした。また、性別によるバイアスを避けるため、実験協力者を男性とした。クラウドソーシングを通じて実験を行うため、取り扱う金銭を PayPay ポイントとして用いた。実験期間は 2022 年 1 月 27 日から 2022 年 2 月 1 日までで、全ての実験協力者は日本在住であった。

#### 2.1 信頼ゲームの実験手順

信頼ゲームの実験はクラウドソーシングの画面上で行った。まず、実験協力者に信頼ゲームを説明し、信頼ゲームの理解度をクイズで確認した。そして、クイズ正解者のみを信頼ゲームの実施画面に遷移させ、PA との信頼ゲームを行わせた。信頼ゲームの説明では、実験協力者に先入観を持たせないため「信頼ゲーム」という言葉は用いなかった。信頼ゲームの実施画面では、実験協力者に対して男性 PA か女性 PA かどちらかの顔をランダムに提示した。そして、表示された PA への送金額を決定させた。送金額は 0 以上 150 以下の PayPay ポイントの間で入力させた。また、性別によらず PA が同じ能力を持っていると認識させるために、「キャラクターには人工知能が搭載されており合理的判断を下す」という文言を画面上に表示した。



図 1 男性 PA (左) と女性 PA (右)

信頼ゲームの実施後、スクリーニングとして実験協力者に表示された PA の年齢の印象を尋ねた。同時にライスケールを用いて質問内容の理解度も評価させた。ここで不備が見つかったデータや IP アドレスの重複があるデータは除外した。最終的には、PA の年齢が「自分よりも年上」もしくは「自分よりもはるかに年上」と感じたデータのみを分析に用いた。

## 2.2 信頼ゲームの分析方法

分析では、信頼ゲームによる男性 PA と女性 PA に対する送金額を比較するために、(a) 記述統計量による比較、(b) ヒストグラムによる送金額分布の比較、(c) ノンパラメトリック検定であるコルモゴロフ・スミルノフ検定(KS 検定)による比較を行った。KS 検定では、2つの母集団の分布の特性を明確に捉えるために、送金額を 0~30, 31~60, 61~90, 91~120, 121~150 の 5 段階で量子化した。

## 3. 結果

男性 PA と女性 PA に対して各 103 件のデータが集まった。これらから IP アドレスの重複があるデータを除外した結果、男性 PA に 98 件、女性 PA に 99 件のデータが残った。またライスケールの評価で不備があったデータを除外したところ、男性 PA と女性 PA に対して各 81 件のデータが残った。さらに、PA の年齢の印象が適切なデータのみを収集した。最終的には男性 PA に 73 件、女性 PA に 61 件のデータが残った。それらを分析対象とした。

記述統計量を表 1 に示す。男性 PA は送金額の平均値、中央値、最頻値において女性 PA よりも高い値を示した。

各 PA の送金額分布を図 2、図 3 に示す。図 2、図 3 の縦軸は人数を、横軸は 10 単位ごとの送金額を表している。男性 PA では送金額が 150, 100, 50 の各点でピークを形成しており、中でも 150 の点で最も高いピークが見られた(図 2)。一方、女性 PA では送金額が 50 と 100 の各点でピークを形成しており、中でも 50 の点で最も高いピークが見られた(図 3)。

最後に男性 PA と女性 PA 間に統計的に有意な差があるかを KS 検定により確認した。その結果、両側  $p$  値が  $0.0013 < 0.01$  となり、男性と女性の PA 間に有意差が確認できた。

## 4. 考察とまとめ

結果は、実験協力者の送金額が PA の外見から認識される性別によって異なる傾向を示した。送金額が 50 や 100 の場合では、男性 PA も女性 PA も同程度の送金者が存在した。一方で、送金額が 150 の場

表 1 記述統計量

	男性 PA	女性 PA
平均値	78.78	63.08
標準偏差	50.98	46.19
中央値	75	50
最頻値	150	50

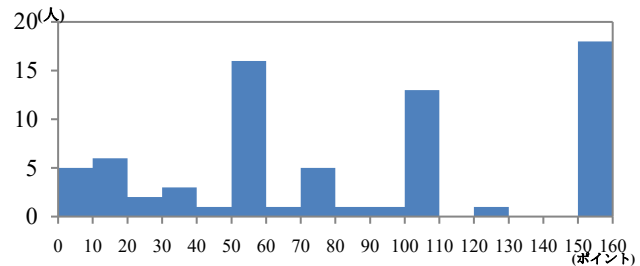


図 2 男性 PA の送金額分布

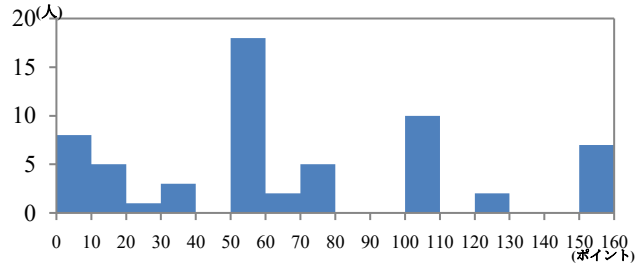


図 3 女性 PA の送金額分布

合では女性 PA よりも男性 PA に対して送金者が多く見られた。このことは、男性学習者は女性 PA よりも男性 PA に対して今回の実験設計における最大限の信頼を寄せたことを示している。学習者と教授者間の信頼を調査した研究から<sup>(6)</sup>、学習者が男性 PA を使用した場合、PA は学習者から相談されやすくなり、学習への参加意欲を高めることが考えられる。

本稿では、PA の外見特性は学習者の学習効果に影響を及ぼすことを示した。この結果は、学習者の学習効果を向上させるためには、PA の外見特性を PA の設計段階で考慮に入れる必要性を示唆している。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 22K12949 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- (1) Schroeder, N. L., Adesope, O. O., and Gilbert, R. B.: "How Effective are Pedagogical Agents for Learning? A Meta-Analytic Review," *J. Educ. Comput. Res.*, Vol. 49, No. 1, pp. 1-39 (2013)
- (2) Mohtadi, M. T., Hajami, A., and Allali, H.: "Pedagogical agent for metacognitive scaffolding in interactive learning environments," in *2014 International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS)*, pp. 652-656 (2014)
- (3) Savin-Baden, M., Tombs, G., Burden, D., and Wood, C.: "It's Almost like Talking to a Person': Student Disclosure to Pedagogical Agents in Sensitive Settings," *Int. J. Mob. Blended Learn.*, Vol. 5, No. 2, pp. 78-93 (2013)
- (4) Song, Y., and Luximon, Y.: "Trust in AI Agent: A Systematic Review of Facial Anthropomorphic Trustworthiness for Social Robot Design," *Sensors*, Vol. 20, No. 18, p. 5087 (2020)
- (5) Berg, J., Dickhaut, J., and McCabe, K.: "Trust, Reciprocity, and Social History," *Games Econ. Behav.*, Vol. 10, No. 1, pp. 122-142 (1995)
- (6) Pachler, D., Kuonath, A., and Frey, D.: "How transformational lecturers promote students' engagement, creativity, and task performance: The mediating role of trust in lecturer and self-efficacy," *Learn. Individ. Differ.*, Vol. 69, pp. 162-172 (2019)