



分身アバタとの協力行動に対する称賛が 自己の行動動機づけに与える影響

黄羿嘉¹⁾, 鈴木慎吾¹⁾, 薛博文¹⁾, Hu Yong-Hao¹⁾, 松本篤弥¹⁾, 瑞穂嵩人¹⁾, 鳴海拓志¹⁾, 葛岡英明¹⁾

1) 東京大学 (〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, {yika-yeh, sin5do, sammy.x, yh-haoareyou, atsuya.maya, takato, narumi, kuzuoka}@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)

概要: VR で自分の分身と感じるアバタが称賛される様子を観察させることで, 現実の行動変容を促すことが知られている. しかし, 従来手法では称賛を受動的に観察させることに主眼が置かれ, VR 環境への没入感を高め, 行動変容を高めうる能動的関与の効果は明らかでない. 本研究では, 参加者が掃除と称賛を観察する非関与条件と, 掃除に参加したのちに分身アバタが称賛される関与条件を比較し, 能動的関与が行動変容に与える影響を検討した. しかし, 従来手法では称賛を受動的に観察させることに主眼が置かれ, VR 環境への没入感を高め, 行動変容の効果を向上させる可能性がある能動的関与を導入した場合の効果は明らかになっていない. 本研究では, 参加者が分身アバタが掃除をし称賛される状況を傍観する非関与条件と, 分身アバタと共に掃除をしたのちに分身アバタが称賛される状況を観察する関与条件を比較し, 能動的関与が行動変容に与える影響を検討した.

キーワード: 分身アバタ, バーチャル・ドッペルゲンガー, 社会的学習理論, 能動的関与, 動機づけ

1. はじめに

外見的特徴などから自分の分身であるかのように感じられるアバタである「バーチャル・ドッペルゲンガー」(以下「分身アバタ」)を用いた観察学習は行動変容を支援する手法として注目されている. 分身アバタは, 観察対象とユーザ自身との関連性を高め, 動機づけの効果を高めることが示唆されている [1]. 観察学習による行動変容の効果は社会的学習理論 [2] に基づいている. この理論によると, 人は他者の行動とその結果 (特に他者が報酬を得る場面) を観察することで行動に対する認識が変化し, その後の自身の行動を変えるとされている.

従来の分身アバタ研究は, 観察者が受動的に分身アバタの行動を眺める設計が主であった. 他方, 学習効果を高めるとされる能動的関与が与える影響は明らかになっていない. Alemany-González らによると, バーチャルリアリティ (VR) 内での能動的な関与は学習効果や感情の定着を高めることが示唆されている [3]. したがって, 我々は分身アバタを用いた観察学習においても能動的関与を加えることで, より強い動機づけを引き出せると考えた.

本研究では, VR 上での観察学習中に行われる能動的関与が, 現実での行動意欲と実際の行動に与える影響を検証する. 具体的には, VR 上で参加者が分身アバタと協力して掃除を行い, その後分身アバタが称賛される様子を観察する条件 (関与条件) と, 参加者は掃除には関与せず分身アバタが掃除する様子を観察し, その後分身アバタが称賛される様子を観察する条件 (非関与条件) の 2 条件を参加者間比較した ($N = 10$). 評価指標は, 動機づけ及び分身アバタに対する印象に関する主観評価と, 現実の散らかった部屋を

自発的に片付けるかという行動指標であった. 予備調査の結果, 動機づけに関する主観評価では関与条件の方が動機づけが高い傾向が見られた. また, 分身アバタに対する印象においては, 非関与条件の方が好感度が高く評価される傾向が確認された. ただし, 今回の予備調査時点では, 検出力不足のため, いずれの指標においても有意な効果は認められなかったことには注意が必要である. 観察された効果量などに基づき本調査を計画中である.

2. 関連研究

2.1 バーチャル・ドッペルゲンガーと社会的学習理論

「バーチャル・ドッペルゲンガー」「分身アバタ」は, バーチャル環境においてユーザ本人に類似した外見を持ちながら自律的に振る舞うアバタである. 社会的学習理論によれば, 人は他者の行動を観察し, その行動を手本として模倣・内在化することで新しい行動を獲得できる [2]. 特に, 観察対象の他者と自分の外見や属性, 経験などが類似しているほど, 他者から得た情報を自分事として処理しやすく, 観察学習の効果は向上する [4]. この類似性による学習効果の向上は, 代理強化と呼ばれる.

バーチャル環境では本人に類似したアバタである分身アバタを作成することができるため, この分身アバタが代理強化を通じて行動変容に与える影響が調べられてきた. 例えば, Fox らは VR 環境内の分身アバタが運動して体形が変化する映像を提示すると, 24 時間内の自発的運動量が有意に増加することを示した [5]. また, Kleinlogel らは口頭発表の訓練として分身アバタによる模範スピーチを提示すると, ボディランゲージを改善できることを示唆した [6].

このように先行研究では分身アバタによる代理強化が確

認されてきたが、これらの研究は、ユーザが分身アバタの行動をただ眺める受動的な設計のみを扱ってきた。他方、アバタと協力して作業するなどの能動的関与の組み込みは、知る限りでは、未だ考慮されていない。

2.2 能動的関与の重要性

能動的関与とは、人が情報をただ受け取るのではなく、自分の行動や判断を通じて環境に働きかけていく状態を指す。このとき人は対象に強く注意を向け、「自分がやった」という感覚とともにその出来事を記憶するため、学習の定着や次の行動への動機づけが高まるとされている。

例えば Alemany-González らは、暴力に対する恐怖反応の再発を抑える手法として、バーチャル空間で受ける暴力に対して催涙スプレーで相手を撃退する主体的回避訓練が、暴力を伴わない場面を繰り返し観察する受動的な手続きよりも 24 時間後の恐怖反応の再発を強く抑えることを示した [3]。また、Lo らは、360° コンサートにおいて視点を自分で切り替えられるようにすることは、プレゼンスと満足度を高め、現実のコンサートに足を運ぼうとする動機づけを向上させることを報告している [7]。このようにバーチャル環境では能動的関与が学習や行動を促進する効果が報告されている。これらの能動的関与による行動変容研究を踏まえ、従来の分身アバタを用いた受動的学習に能動的関与を取り入れることで、自分が影響したという手応えを与えることができ、動機づけが強化されると仮説を立てた。

3. 実験

本研究の目的は、分身アバタを使用した観察学習において、ユーザが単なる観察者にとどまらず、実際に分身アバタの行動に関与することで、行動意欲や実際の行動に与える影響を検証することである。本実験では非関与／関与の 2 条件を比較し、以下の仮説を立てた。

[H1] 関与条件は非関与条件と比較して行動の動機づけを促進する

[H2] 関与条件は非関与条件と比較して現実での自発的な関連行動を促進する

3.1 実験条件

バーチャル空間で分身アバタが掃除を行い、母親に称賛されるというシナリオを設定した。参加者は同じバーチャル空間内に居合わせ、分身アバタが掃除する様子を観察するのみである非関与条件、または分身アバタと一緒に掃除を行う関与条件の 2 条件を体験した。評価指標として、行動意欲および現実での行動変化を参加者間比較した。

3.2 実験環境

本実験は、Unity 2022.3.22f1 を用いて構築されたバーチャル環境内で実施された。バーチャル空間は、Unity Asset Store から取得した居室の 3D モデルを基に構成された。その床面にはごみの 3D モデルがランダムに配置されていた。分身アバタは、バーチャル空間内でごみのある場所まで移動し、ごみを拾ってごみ箱まで運び、投入する一連の動作をアニメーションとして繰り返した (図 1)。参加者は、Meta



図 1: 散らかった部屋を掃除している分身アバタ

Quest 2 のヘッドマウントディスプレイ (HMD) と付属の Touch コントローラを用いて、一人称視点でバーチャル空間に没入した。

参加者は、関与条件および非関与条件のいずれにおいても、Touch コントローラのスティック操作により空間内を自由に移動できた。掃除行動については、関与条件においてのみ、参加者はコントローラのボタン操作によりバーチャル空間内のごみを拾う動作を実行できた。

3.3 実験手順

実験には計 10 名 (男性 10 名) が参加し、平均年齢は 24.0 歳 ($SD = 2.1$) であった。実験開始前に、実験実施者は実験の目的、手順、注意事項について説明を行い、参加者からインフォームド・コンセントを得た。その後、参加者は VR 酔いを計測する Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) [8] と性別・年齢を収集するアンケートに回答した。

VR 体験に先立ち、参加者は VRoid Studio¹ の操作手順を確認し、机上の鏡で自身の外見を参照しながら、約 10 分間で自分に類似した分身アバタを作成した。その後、HMD を装着し、VR 体験を開始した。実験中は、Unity の画面録画でバーチャル空間の様子が記録され、実験室内のビデオで実環境の様子が記録された。まず分身アバタが掃除行動を行った。分身アバタが掃除行動を繰り返す間に、独り言形式の音声で再生され、内容はすべて共通であるが、参加者の性別に応じて音声の話者が用意された。このとき、非関与条件では、参加者は分身アバタの掃除動作を観察するのみであった。他方、関与条件では、参加者自身がコントローラ操作によって掃除に協力した。両条件共通で、掃除行動の終了後に母親役のアバタが登場し、分身アバタを称賛する音声とアニメーションが提示された (図 2)。HMD を外し、参加者は再度 SSQ と、動機づけを測定する達成動機測定尺度 [9]、分身アバタを自分の分身と思っているかを測定する Autonomous Avatar Questionnaire (AAQ) [10] および主観的没入度を測定する I-group Presence Questionnaire (IPQ) [11] に回答した。質問紙への回答中、実験者は参加者への慰労として小袋入りのお菓子 1 個を手渡し、その場で自由に食べてもらった。参加者が食後にお菓子の小袋を自発

¹<https://vroid.com/studio>



図 2: 母親役アバタに称賛される分身アバタ



図 3: 実空間にある実験室の様子

的に実験室内のごみ箱 (図 3) に捨てるかどうかを観察した。その後、分身アバタに対する印象と VR 体験後の掃除行動に対する意識変化を調査するために半構造化インタビューを実施した。

3.4 評価指標

行動意欲の主観的評価には達成動機測定尺度を用い、7段階リッカート尺度で参加者の動機づけを測定した。そのうち、社会的動機および個人的動機に関する項目を分析対象とした。

行動の実行の客観的評価には、VR 体験後に参加者が片付けたお菓子の小袋の数を指標とした。この小袋には、参加者が実際に食べた中身入りの自分のごみ最大 4 個と、机の上にあらかじめ置かれていた中身のない周囲のごみ 2 個が含まれ、最大 6 個まで記録した。

また、参加者が VRoid Studio で作成したアバタを自らの分身として認識していたかを確認するため、バーチャルキャラクターの外見が自分にどの程度似ていると感じたかや、キャラクターに対する印象や同一視の程度などを測定する AAQ を用い、7 段階リッカート尺度で分身アバタに対する印象を測定した。

3.5 結果

動機づけおよび分身アバタに対する印象については、正規分布に従っていることが確認されたため、対応のない t 検定を用いて分析を行った。一方、自分のごみおよび周囲のごみの片付け数は正規分布に従っていなかったため、マン・ホイットニーの U 検定によって分析を行った。

関与条件と非関与条件における動機づけの評価値の平均 (図 4) はそれぞれ $M = 4.233$ ($SD = 0.093$), $M = 3.917$

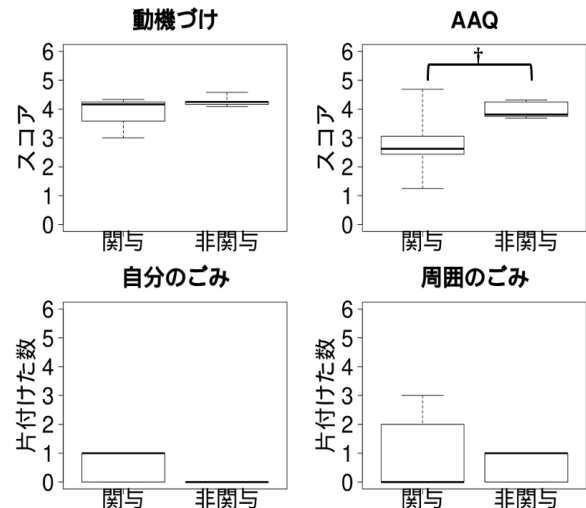


図 4: 動機づけ・AAQ・ごみ拾い行動の条件別比較

($SD = 0.614$) であった。対応のない t 検定の結果、条件間に有意差は認められなかった ($t(8) = 1.273$, $p = .290$, $d = 0.81$)。分身アバタに対する印象の評価値の平均はそれぞれ $M = 2.813$ ($SD = 1.245$), $M = 3.9625$ ($SD = 0.295$) であった。対応のない t 検定の結果、条件間に有意傾向は認められた ($t(8) = 2.010$, $p = .079$ †, $d = 1.27$)。

また、「自分のごみ」および「周囲のごみ」を片付けた数の評価指標において、 U 検定を行った結果、条件間に有意な差は見られなかった ($U = 9.5$, $p = .578$, $r = .30$; $U = 17.5$, $p = .180$, $r = .10$)。有意差は確認されなかったものの、動機づけ及び分身アバタに対する印象の効果量 (d) は中程度以上の ($d > 0.70$) 傾向が見られた。G*Power²を用いて効果の検出に適切なサンプル数を見積もった結果、動機づけに関しては各条件 21 名、分身アバタの印象については各条件 6 名であった。

4. 考察

4.1 効果量に基づく適切なサンプルサイズの見積もり

本研究では、条件間に統計的に有意な差は見られなかったが、動機づけおよび分身アバタに対する印象に関する条件間の差の効果量は、いずれも中程度以上の水準であった ($d > 0.70$)。これらの効果量に基づいて G*Power による検出力分析をおこない、適切なサンプルサイズを見積もった。今後実施予定の本調査では算出したサンプルサイズをもとに検証を行う。以下では、本実験で得られた効果量に基づき、期待される効果などについて考察する。

4.2 動機づけと分身アバタへの印象の関係に関する検討

本研究では、関与条件の方が動機づけに関して高いスコアが得られた。一方で、非関与条件の方が分身アバタに対して高い好感度が得られた。これらの結果は、ユーザの能動的関与の有無が、分身アバタの観察体験の効果に影響を

²<https://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower>

与える可能性を示唆している。ユーザが能動的に掃除行動に関与したことで、タスク達成に対する自己効力感や内発的動機づけが促進された可能性があり、仮説 H1 を支持する傾向が見られた。一方でインタビューでは、非関与条件の参加者が分身アバタの行動を見守る中で「手伝ってあげたい」といった共感的な感情が喚起され、それが分身アバタへの好意的な印象につながった可能性もある。

4.3 代理強化成立条件に関する限界と課題

本研究では、能動的な関与の有無によらず、現実の行動（ごみ捨て）に対する効果は見られなかった。今回の調査では以下の3つの要因から代理強化が機能しにくい状況にあった可能性がある。第一に、分身アバタに対する自己同一視の程度が全体的に低い可能性があった。使用された分身アバタはアニメーション調で外見的な自己類似性が限定的であり、「自分とそっくり」と感じた参加者は10名中、関与条件と非関与条件それぞれ1名に留まっていた。この点は作成時間の制限や VRoid の操作経験の不足も関係していると思われる。このような自己同一視の程度の不足は、分身アバタへの称賛を参加者自身への報酬であると認識されることを妨げ、結果として行動変容の促進には繋がらなかったことが考えられた。第二に、母親役アバタが参加者との間に見知らぬキャラクタとして突然登場し、十分な文脈や関係性を伴わないまま称賛を行った。その結果、称賛が社会的に意味のある報酬として受け取られにくく、代理強化の成立を妨げた可能性があると考えている。第三に、実験中のごみ捨ての文脈が明確でなく、参加自身が「自分がごみを片付けるべきか」という判断をしづらかったことも要因の一つであると考えている。掃除は他者が行うか自分が行うかが明確に定まらない公共性を帯びた行動であり、それを実行するかどうかは環境によって左右される [12]。本実験は他者も使用している実験室で行ったため、参加者自身が掃除を行うべきであるという動機づけが実験中になされなかった可能性がある。

5. おわりに

本研究では、分身アバタを用いた観察学習において、ユーザが単なる観察者にとどまらず、分身アバタの行動に能動的に関与することが、動機づけや現実の行動に与える影響を検証した。その結果、動機づけおよび分身アバタへの印象のいずれにおいても統計的に有意な差は見られなかったが、効果量の分析では関与条件が非関与条件に比べて動機づけを促進する効果が中程度以上の効果量を示した。一方、分身アバタへの印象は非関与条件の方が好感度が高く、これは能動的に関与できなかったことによる「手伝ってあげたい」という共感が好意的な感情につながったためだと考えられる。また、現実の掃除行動においても有意な効果は確認されなかったが、これは分身アバタに対する自己同一視を十分に生起できなかったことや報酬の意味づけの曖昧さ、社会的文脈の解釈の困難さなどが影響したと考えられる。今後は、先行研究のように持続的・反復的であり内発的動機付けの表出となる指標（例：翌日の運動量など）を導入

し、代理強化が行動変容に与える影響を詳細に検証することを検討している。

謝辞 本研究は JST ムーンショット型研究開発事業 (JP-MJMS2013) の支援を受けた。

参考文献

- [1] Bailenson, J. N., Segovia, K. Y. : Virtual Doppelgängers: Psychological Effects of Avatars Who Ignore Their Owners, *Online Worlds: Convergence of the Real and the Virtual*, pp. 175–186, 2009.
- [2] Bandura, A. : Social Learning Theory, *Prentice Hall*, p. 247, 1977.
- [3] Alemany-González, M., Wokke, M. E., Chiba, T., Narumi, T., Kaneko, N., Yokoyama, H., Watanabe, K., Nakazawa, K., Imamizu, H., Koizumi, A. : Fear in action: Fear conditioning and alleviation through body movements, *Behavioral Sciences*, Vol. 27, No. 3, 2024.
- [4] Bandura, A. : Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change, *Psychological Review*, Vol. 84, No. 2, pp. 191–215, 1977.
- [5] Fox, J., Bailenson, J. N. : Virtual Self-Modeling: The Effects of Vicarious Reinforcement and Identification on Exercise Behaviors, *Media Psychology*, Vol. 12, pp. 1–25, 2009.
- [6] Kleinlogel, E. P., Curdy, M., Rodrigues, J., Sandi, C., Schmid Mast, M. : Doppelgänger-based training: Imitating our virtual self to accelerate interpersonal skills learning, *PLOS ONE*, Vol. 16, No. 2, 2021.
- [7] Lo, S.-Y., Lai, C.-Y. : Investigating how immersive virtual reality and active navigation mediate the experience of virtual concerts, *Scientific Reports*, Vol. 13, No. 1, 2023.
- [8] Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., Lilienthal, M. G. : Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness, *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 3, No. 6, pp. 203 – 220, 1993.
- [9] 堀野緑：達成動機の構成因子の分析，教育心理学研究，Vol. 35, No. 2 pp. 148–154, 1987.
- [10] K. I. Kammiller-Sücker, A. Löffler, D. Kleinböhl, H. Flor : Exploring virtual doppelgängers as movement models to enhance voluntary imitation, *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, Vol. 29, pp. 2173–2182, 2021.
- [11] Berkman, M., Catak, G. : I-group Presence Questionnaire: Psychometrically Revised English Version, *Mugla Journal of Science and Technology*, Vol. 7, pp. 1–10, 2021.
- [12] 橋本俊哉：「ゴミ捨て行動」の心理と誘導方策，農業土木学会誌，Vol. 70, No. 2, pp. 101–104, 2002.