



自己と他者アバタの外見的差異がプロテウス効果に与える影響

Yong-Hao HU¹⁾, 畑田裕二²⁾, 鳴海拓志^{1,3)}

1) 東京大学大学院情報理工学系研究科 (〒 113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, yh-haoareyou,narumi@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)

2) 東京大学大学院学際情報学府 (〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, hatada@cyber.t.u-tokyo.ac.jp) 3) JST さきがけ

概要: アバタの外見がユーザの行動に影響を与えるプロテウス効果の研究では、参加者自身のアバタの外見を変数として操作した際の自己イメージ変容に伴う効果に焦点が当てられてきた。他方、実社会では他者と比較することで自己認識が深まる場面が数多く存在する。本研究では、参加者と他者が太鼓演奏を共に行う際に使用する自他アバタの外見(法被かスーツ)の組み合わせを操作する実験を通じ、自他のアバタを比較して自己認識を深めることが行動変容に与える影響を検証した。

キーワード: 行動・認知, 心理, アバタ, プロテウス効果, 社会的比較理論

1. はじめに

自身と異なる身体的特性を持つアバタ(バーチャル環境におけるユーザの身体)の使用がユーザの態度や行動に変化をもたらす現象はプロテウス効果として知られる[1]。プロテウス効果のメカニズムは解明されていないが、アバタへの自己同一化(アバタの特性を自身に取り込むこと)が一因と考えられてきた。特に、ユーザがアバタの外見から抱く印象やステレオタイプの影響を受けて自己イメージが変化することが主要因と考えられていることから、先行研究では参加者自身のアバタの外見を変数として操作した際の効果に焦点を当てた調査が展開されてきた[2]。

一方、身長が低いクラスメートと比較して自分は「背が高い」、迅速に決断する同僚と比較して自分は「優柔不断だ」、などと認識されるように、実社会では他者との比較を通じて自己認識が形成されることが多い。最近ではメタバースやソーシャルVRなど、他者とアバタを使用して交流する場が増えている。そのような場での他者のアバタとの比較を通じた自己認識がユーザの態度や行動に与える影響を明らかにすることは喫緊の課題である。他者アバタの外見を扱った先行研究[3, 4]では、基本的に他者アバタの外見から抱く印象が参加者の認知や行動に与える影響が調べられてきており、先に述べたような自他のアバタの組み合わせから形成される自己認識の影響について調べた研究はない。

そこで本研究では、太鼓演奏の場面を設定し、状況に合ったアバタ(法被アバタ)と状況に合わないアバタ(スーツアバタ)を自分と他者がどのような組み合わせで使用するかによって演奏行動が変化するかを検証することを通じて、自他のアバタを比較して自己認識を形成することがプロテウス効果による行動変容をどのように修飾するかを検証する。

2. 社会的比較理論と社会的アイデンティティ理論

本研究は、アバタ使用時に自他を比較することで生じる自己認識の変化を扱う。自己と他者の比較を通じた自己認識を説明した理論として、Festingerの社会的比較理論がある

[5]。この理論では、自他の比較は上向き比較(優れた他者との比較)と下向き比較(劣る他者との比較)に分類され、前者は自己評価にネガティブな影響を、後者はポジティブな影響を与えるとされる。本研究のシナリオでは、場に適しているかの度合いが異なるアバタを使用させるため、自らが他者よりもより場に適したアバタを使用する際にポジティブな影響が、逆により場に適していないアバタを使用する際にネガティブな影響が現れると考えられる。

他方、他者との関係は対比だけではない。自分と関連すると感じられるグループからは同化の影響を受ける。社会的アイデンティティ理論では、自分自身と他者の持つ属性に基づいて社会的なグループが分類されたうえで、自分と同一視したグループの属性の影響を受けて自己概念、態度、行動が形成されると考えられている[6]。本研究のシナリオでは、自他のアバタが同じ外見の時に同一グループに所属しているという意識が強まって同一視が起これ、そのグループの特性と考えられる態度や行動が強化されると考えられる。

3. 実験

3.1 シナリオとアバタ条件

Kilteneiらの研究において、プロテウス効果による行動の変化の測定手法として使用されたジャンベ演奏タスク[7]を参考に、本研究では参加者の文化的背景に合わせるために、ジャンベの代わりに太鼓を演奏するタスクを採用した。実験シナリオでは、実験参加者はノンプレイヤーキャラクター(NPC)が演じる同僚とともに日本の地元の祭りで開催される太鼓演奏会に出席する。このシナリオを体験する際に、太鼓演奏に適していると考えられる法被を着たアバタと、太鼓演奏に適していないと考えられるスーツを着たアバタの2種類のアバタを用意して利用させた。参加者は実験中に、表1の条件で2人のNPCと共に太鼓を演奏する。各条件における、鏡に映った自己アバタと周囲のNPCアバタの外見をそれぞれ図1(b)(c)(d)(e)に示す。法被アバタの使用は、Kilteneiらの研究で音楽的素養を予期させるアバタを使用し



図 1: (a) 実験参加中の参加者の様子の例. (b) MHOH 条件. (c) MSOS 条件. (d) MHOS 条件. (e) MSOH 条件

表 1: 自己アバタの外見および他者アバタの同異の二要因による実験条件

自己アバタの同異	自己アバタの外見	
	法被	スーツ
同一	MHOH: 参加者も NPC も法被	MSOS: 参加者も NPC もスーツ
相異	MHOS: 参加者が法被・NPC がスーツ	MSOH: 参加者がスーツ・NPC が法被

た場合と同様に、より活発な演奏動作を引き起こし、スーツアバタの使用は活発さを抑制すると予想される。

3.2 評価

アバタに抱く身体化感覚が条件間で一貫しているかを確認するため、Virtual Embodiment Questionnaire (VEQ) [8] を用いた。Kilteni らの実験では、参加者の首、頭部、上下脊椎、鎖骨、上下腕、手の位置情報を記録し、主成分分析の結果得られた固有値を降順に整理し、全固有値の値の合計の 95% 以上を占める固有値の数を、太鼓演奏の活発さの評価指標「パフォーマンス」¹と定義している。本研究では、参加者の頭部、肘、手の位置座標から同じ計算方法で得られる値を評価指標の 1 つとして採用した。パフォーマンスのみならず、太鼓演奏の典型的な腕の動きを考慮し、腕の振りの平均速度、腕の振りの平均振幅、叩いた回数についても計測し、太鼓演奏の活発さの評価指標とした。

また、参加者の動きがプロテウス効果の影響ではなく、NPC の運動タイミングに引き込まれることで変化する可能性もある。そこで、NPC の運動による引き込みの効果を確認するために、参加者と NPC の頭部、肘、手の位置座標について相互相関分析を行って得られた相関係数の最大値を、NPC とのリズムの一致性として評価指標に含めた。

3.3 実験仮説

まず、自己アバタの外見によるプロテウス効果を確認する仮説として、以下を立てた。

H1: MHOH と MHOS が MSOS と MSOH より、太鼓演奏の活発さが高い

次に、他者のアバタの外見の明示的な対比の影響に関して、MHOS では下向き比較によって演奏動作が活発になり、MSOH では上向き比較によって演奏動作が抑制されると考え、以下の仮説を立てた。

H2: MHOS は MSOH より、太鼓演奏の活発さが高い

さらに、他者のアバタの外見が一致しているとき他者との同一視が高まり、MHOH では法被アバタによる活発さの向上が顕著になり、MSOS ではスーツアバタによる活発さの低下が顕著になると仮定し、以下の仮説を立てた。

H3: MHOH は MSOS より、太鼓演奏の活発さが高い

異なる外見によって促される社会的比較と、統一された外見によって促される同一視は、双方が参加者の行動に影響を与えるが、両者が生じた場合にどちらの効果が支配的になるかは明らかではない。そこで、MSOS と MSOH のどちらが参加者の動作をより強く抑制するか、MHOH と MHOS のどちらが参加者の動作をより活性化するかを検証するために、以下の仮説を立てた。

H4: MSOH と MSOS では太鼓演奏の活発さに差がある

H5: MHOS と MHOH では太鼓演奏の活発さに差がある

3.4 実験環境と設備

バーチャル環境はゲームエンジンの Unity で作成し、アセット²を使用して日本の祭り会場を再現した (図 1)。バーチャル環境では、自己アバタと NPC の前に太鼓を配置し、アバタの手には太鼓のバチを持たせた。実験室では、太鼓演奏体験への没入感を高めるように、Nintendo Switch のゲーム「太鼓の達人 Nintendo Switch ば〜じょん！」用の太鼓コントローラ³を用意し、バーチャル空間内の太鼓オブジェクトと同じ相対位置に配置し、参加者が実験中に実物を叩くことができるようにした。参加者にはヘッドマウントディスプレイ (HMD) である Meta Quest 2 とモーショントラッカである Vive Tracker 3.0 を装着させ、これらを使用して参加者の身体の動きを追跡・記録した。HMD とトラッカを装着して太鼓を叩く参加者の様子を図 1(a) に示す。

3.5 実験の流れ

24 人の参加者 (男性 18 人、女性 5 人、性別非開示 1 人) が実験に参加した。年齢は 20 歳から 50 歳までで、平均年齢は 26.08 歳であった。実験は参加者内計画でおこなった。

参加者は実験参加に同意した後、肘と手にトラッカ、頭に HMD を装着し、太鼓のバチを持った。バーチャル環境においてアバタのサイズを参加者の実身長に合わせるためのキャリブレーションを行った後、キャリブレーションの確認のために、アバタも BGM もない状態で、参加者に 15 秒間の太鼓の自由演奏をおこなわせた。

次に、自身と NPC のアバタを確認させるために、参加者に鏡の前で NPC と一緒に準備体操をおこなわせた。その後、参加者には NPC と一緒に 1 分間太鼓を自由に演奏させた。その際、参加者には、NPC の動きに合わせる必要はなく、BGM (祭りの笛の音) のリズムに従って自分の思うように演奏するように指示した。演奏中には、参加者の頭、

¹<https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/japanese-dosanko-city-36810>

²<https://booth.pm/ja/items/3852574>

³https://hori.jp/products/nsw/taiko_tb/

肘、手の位置を1秒間に60回記録し、また太鼓を叩く回数も記録した。演奏終了後、身体化感覚に関する質問紙をVR環境内で回答し、一分間休憩した。各参加者は、アバタの組み合わせの異なる4条件(MHOH, MSOS, MHOS, MSOH)についてそれぞれ準備体操から休憩までを実施し、計4回の試行をおこなった。その際、条件の提示順はカウンターバランスを取った。全試行終了後、参加者から感想や意見を収集するためのインタビューがおこなわれた。

4. 結果

パフォーマンスティビティ、腕の振りの平均速度、腕の振りの平均振幅、叩いた回数、身体所有感、行為主体感、他者とのリズムの一致性の各指標について解析をおこなった。いずれの指標についても Shapiro-Wilk 検定の結果正規性の仮定が棄却されたため、整列ランク変換を適用して二元配置分散分析(ANOVA)を実施した。

パフォーマンスティビティについては、条件間で有意差が見られなかった(図2)。腕の振りの平均速度と腕の振りの平均振幅については、2つの要因「自他アバタの同異」と「自己アバタの外見」の交互作用に有意差が認められた(腕の振りの平均速度: $F(1, 23) = 6.676, p = 0.017 < .05, \eta_p^2 = 0.225$ 。腕の振りの平均振幅: $F(1, 23) = 4.638, p = 0.042 < .05, \eta_p^2 = 0.168$)。そこで、腕の振りの平均速度と腕の振りの平均振幅について、Wilcoxon の符号付き順位検定を使用して単純主効果検定を行った。その結果、MSOH の腕の振りの平均速度が MSOS よりも有意に低く ($p = 0.037 < .05$, Cohen の $r = 0.213$)、MHOS の方が MSOH よりも高い有意傾向が観察された ($p = 0.074 < .1$, Cohen の $r = 0.182$) (図3)。対して、腕の振り平均振幅については、MSOH の値は MSOS よりも低く、MHOS の値は MSOH よりも高いという腕の平均速度の結果と同じ傾向が見られたものの、いずれも有意ではなかった (MSOH vs MSOS: $p = 0.128$, Cohen の $r = 0.155$; MHOS vs MSOH: $p = 0.101$, Cohen の $r = 0.167$) (図4)。叩いた回数については、自己アバタの外見の主効果が有意であり、MSOS と MSOH の値が MHOH と MHOS よりも高く ($F(1, 23) = 3.164, p = 0.088 < .1, \eta_p^2 = 0.121$)、仮説 **H1** に反する結果となった(図5)。以上から、仮説 **H2** と **H4** の一部(腕の振りの平均速度)のみが支持され、**H1**・**H3**・**H5** が棄却された。

身体所有感と行為主体感には有意差がなく、条件間で一貫していたことが確認された。また、他者とのリズムの一致性には有意差がなく、参加者の動きが NPC に引き込まれて同期する効果は見られなかった。以上から、上記の結果は身体化感覚の差や行為の引き込みによるものではなく、純粋にアバタの外見による効果であると考えられる。

5. 考察

5.1 社会的比較と他者との同一視

腕の振りの平均速度の結果から、**H2** が支持された。これは、MHOS では下向き比較によって演奏動作の活発さが向上した一方、MSOH では上向き比較によって演奏動作が抑制されたことで、条件間で行動変容の程度の違いが顕著になったためと考えられる。今回の検証では、法被アバタを使用する際にはスーツアバタを使用する際と比べて演奏活動が活発になるという単純なプロテウス効果は観察されなかった。そのため、**H1** は棄却されているにもかかわらず **H2** が支持されたことになる。このことは、自他のアバタの社会的比較が、プロテウス効果を増強し、より顕著な効果を生じさせるのに役に立つ可能性を示唆する。

一方、**H3** は棄却された。このことは、今回の設定では、社会的比較と比べて他者アバタとの同一視が行動の変化に有意な影響を与えなかったことを示唆する。腕の振りの平均速度の結果は、MSOH では上向き比較で動作が抑制されることを示唆し、**H4** を支持した。このことは、ネガティブな行動変容については社会的比較が他者との同一視よりも重要な役割を果たすことを示唆する。対して、**H5** の棄却は、ポジティブな行動変容については社会的比較(MHOS)と他者との同一視(MHOH)がもたらす影響に顕著な違いがないことを示唆する。

5.2 アバタ外見の同異による一体感と孤立感

インタビューにおいて、16人の参加者が、自己アバタの外見に関係なく、みんなが同じ服装をしているときに高揚感を感じたり、励まされる感覚を得たりしたと述べた。これは、自他アバタの外見が近いときに、集団に属する一体感や快適さが生じたためと考えられる。この一体感や快適さが、MSOS のスーツアバタによる演奏動作の抑制による効果を補正し、MHOH の法被アバタ条件で得られた結果との違いが縮まったことも **H3** が棄却された一因として考えられる。

逆に、自他のアバタが異なる外見をしているときに孤立感を感じたという報告もあり、孤立感が行動変容にネガティブな影響を与えた可能性もある。そのため、(1)MHOH における他者アバタとの一体感と(2)MHOS における孤立感の双方が働き、MHOH と MHOS 両条件の影響を相殺するように効果が調整されたことで **H5** が棄却され、また、(1)MSOS における他者アバタとの一体感と(2)MSOH における孤立感の双方が働き、MSOS と MSOH 両条件の影響の差を広げるように効果が調整されたことで **H4** が支持された、という可能性が考えられる。

5.3 評価指標の妥当性

本研究では Kilteni らの研究 [7] で採用されていたパフォーマンスティビティを評価指標の一つとして用いたが、Kilteni らの結果とは異なり、パフォーマンスティビティに関しては条件間で有意な差が見られなかった。Kilteni らの定義したパフォーマンスティビティは、身体が複雑に動くほど高い評価が与えられるため、身体全体を揺らしながら演奏するジャンベには適し

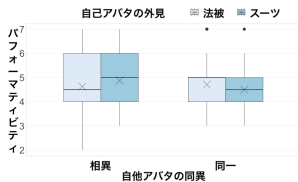


図 2: パフォーマンス。条件間で有意差は見られなかった。

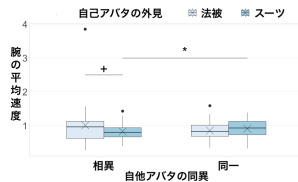


図 3: 腕の振りの平均速度。*: $p < .05$, +: $p < .1$

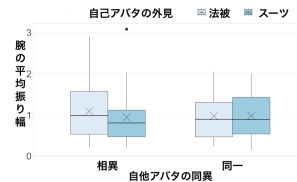


図 4: 腕の振りの平均振幅。*: $p < .05$, +: $p < .1$

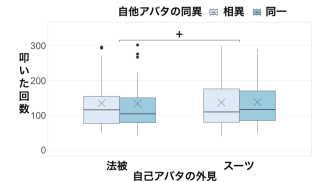


図 5: 太鼓を叩いた回数。*: $p < .05$, +: $p < .1$

ていたと考えられる。一方、太鼓の演奏では体軸を安定させつつ垂直に腕を振り下ろす動作が取られるため、Kilteniらの定義によるパフォーマンスを用いて評価することが妥当ではなかった可能性がある。また、今回の検証では、自由な演奏動作において叩いた回数が演奏の活発さを示すと考えて評価指標の一つに採用した。しかし、上記と同様に、叩いた回数は必ずしも太鼓演奏の活発さを反映するものではない可能性がある。インタビューにおいて、5人の参加者が、練習フェーズではリズムゲームのように太鼓を高い頻度で叩いたものの、アバタが表示されて以降は、シナリオで与えられた祭りという場での太鼓演奏により適した演奏方法にするために、叩く頻度を減らしたと述べていた。これらの考察は、パフォーマンスと叩いた回数に関する仮説が棄却された原因を部分的に説明するものであると考えられる。今後はより適した行動指標を検討し、効果を再検証する必要がある。

5.4 太鼓演奏の知識やアバタへの印象の統制

ほとんどの条件において、演奏動作に関する結果は高いばらつきを見せた。これは、参加者の太鼓演奏に関する知識のレベル、たとえば太鼓を打つ際の適切な頻度や力の要件、静止した姿勢を保つか自由に動くかなどについての知識の違いに起因する可能性がある。Kilteniらの実験では、参加者にジャンベ演奏の基本的な理解を持たせるために短いビデオを提示して教示していた。しかし、本研究ではそのような教示をおこなっていない。同様に、法被とスーツが太鼓演奏に適合しているかの認識が人によって異なることの影響が結果に表れている可能性もある。インタビューにおいて、参加者の1人はスーツの方が布地が身体に密着しているために、太鼓演奏中に邪魔になりにくいと考える、より安心感を抱いたと述べた。2つのアバタが太鼓演奏に適合して感じられる度合いが異なることは事前調査で確認しているものの、個々の実験参加者アバタにどのような印象を抱いたかは本研究では追跡できていない。上述したような点の統制をより強くおこなうことで、より精緻な結果が得られると期待される。

6. 終わりに

本研究では、参加者と NPC が太鼓演奏を共に行う際に使用する自他アバタの外見（法被かスーツ）の組み合わせを操作する実験を通じ、自他のアバタを比較して自己認識を深めることが行動変容に与える影響を検証した。その結果、次の2つが確認された：(1) 自分だけが法被アバタのとき、自分だけがスーツアバタのときよりも腕の振りの平均速度が早くなる、(2) 自分だけが法被アバタのとき、自分も NPC もスーツアバタを使用するときよりも腕の振りの平均速度が早くなる。

こうした結果は、自己アバタを他者アバタと対比させることによる自己認識の形成が、プロテウス効果を増強し、より顕著な行動変容をもたらすことに貢献する可能性を示唆する。他方では、自他のアバタがもたらす一体感や孤立感が結果に影響したことも示唆された。そのため、今後そうした要因とプロテウス効果が複合して現れる場合の効果についてより精緻に検証するとともに、得られた成果をもとに他者とのインタラクションを含むアバタ体験を適切に設計するための指針を検討していく。

謝辞 本研究の一部は、JST ムーンショット型研究開発事業 (JPMJMS2013) および JST さきがけ (JPMJPR22S9) の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] Yee, N. & Bailenson, J. The proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior. *Human Communication Research* **33**, 271–290 (2007).
- [2] Praetorius, A. S. & Görlich, D. How avatars influence user behavior: A review on the proteus effect in virtual environments and video games. In *Proceedings of the 15th International Conference on the Foundations of Digital Games, FDG '20* (Association for Computing Machinery, New York, USA, 2020).
- [3] Sakurai, S., Goto, T., Nojima, T. & Hirota, K. Effect of the opponent's appearance on interpersonal cognition that affects user-to-user relationship in virtual whole-body interaction. *Journal of Robotics and Mechatronics* **33**, 1029–1042 (2021).
- [4] Van Der Heide, B., Schumaker, E. M., Peterson, A. M. & Jones, E. B. The proteus effect in dyadic communication: Examining the effect of avatar appearance in computer-mediated dyadic interaction. *Communication Research* **40**, 838–860 (2013).
- [5] Festinger, L. A theory of social comparison processes. *Human Relations* **7**, 117–140 (1954).
- [6] Tajfel, H. & Turner, J. *The Social Identity Theory of Intergroup Behavior: Key Readings*, 276–293 (2004).
- [7] Kilteni, K., Bergstrom, I. & Slater, M. Drumming in immersive virtual reality: The body shapes the way we play. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* **19**, 597–605 (2013).
- [8] Roth, D. & Latoschik, M. E. Construction of the virtual embodiment questionnaire (veq). *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* **26**, 3546–3556 (2020).