

# 仮想環境におけるプロテウス効果の発現とパフォーマンスへの影響についての多面的検討

## A Multifaceted Examination of the Manifestation of the Proteus Effect in Virtual Environments and Its Impact on Performance

仲山 芳古<sup>1</sup>, 角 薫<sup>1</sup>

Yoshifuru Nakayama<sup>1</sup> and Kaoru Sumi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学

<sup>1</sup> Future University Hakodate

**Abstract:** In recent years, the development of metaverse technologies and the widespread adoption of head-mounted displays (HMDs) have accelerated the use of virtual environments for education, training, and communication. In such environments, virtual avatars play a central role and have been shown to influence learning outcomes and social interactions. A key concept in avatar research is the Proteus effect, a psychological phenomenon grounded in self-perception theory and deindividuation, in which users' attitudes and behaviors change in accordance with the appearance traits of their avatars. Although the Proteus effect has been demonstrated in various domains, inconsistent findings have also been reported, including cases where the effect was absent or opposite to expectations. Consequently, the conditions under which the Proteus effect emerges and the mechanisms through which it influences performance remain unclear. This study examined the manifestation of the Proteus effect in virtual environments and its impact on performance through two types of tasks: a physical task and a cognitive task. The results revealed significant subjective changes in emotion and self-perception associated with avatar characteristics. In terms of performance, no statistically significant differences were observed; however, a large effect size and a near-significant trend were found in the physical task, and a moderate effect size was observed in the cognitive task. These findings suggest that virtual avatars exert consistent effects on users' emotions and self-perception, while their impact on behavior and performance is conditional and may depend on task characteristics and avatar design. The results contribute to a deeper understanding of the mechanisms of the Proteus effect and provide implications for the design of avatar-based learning and training environments.

## 1. はじめに

近年、メタバース技術の発展と HMD (ヘッドマウントディスプレイ) の普及により、仮想空間での教育、トレーニング、コミュニケーションが活発になっている。特に、メタバース環境における仮想アバター (Virtual Avatar) が学習や社会的交流の質に影響を与える可能性が指摘されており、多くの研究が進められている。また、若者の価値観や社会参加意識が変化しつつあることが報告されており、デジタル環境における自己形成や社会的相互作用の在り方が重要

な課題となっている[18]。

仮想アバターは単なる視覚的表現ではなく、ユーザの行動や心理に影響を及ぼす存在である。例えば、プロテウス効果 (Proteus Effect) [1] とは、ユーザが自身の仮想アバターの外見や特性に影響を受け、行動や認識が変化する現象を指す。Yee & Bailenson の研究[1]をはじめ、複数の仮想アバターによる行動の違いを調査した研究や、人外の仮想アバターを用いた研究など、多くの知見が蓄積されている[2,3]。例えば、魅力的なアバターを使用すると自己評価が向上し、攻撃的なアバターを使用するとより支配的な行動をとることが示されている[4,5]。また、この効

果は認知や感情[6,7]のみならず, コミュニケーション能力[8,9], 身体能力[10,11], 認知処理能力[12]などのパフォーマンスにも影響を与えることが報告されている。

プロテウス効果は様々な状況で検証されており, メタ分析によると小～中程度の平均効果量が確認されている[13]。しかし一方で, 効果が確認されない場合や, 予測と逆の結果が報告された研究も存在する[14,15]。このことは, プロテウス効果の発現条件や, 行動・パフォーマンスへ影響を及ぼすメカニズムが十分に解明されていないことを示している。

そこで本研究では, プロテウス効果が感情・自己認知および行動・パフォーマンスにどのような影響を及ぼすのかを, 多面的な指標を用いて検証することを目的とする。特に, 身体タスクと認知処理タスクを用いた比較を通じて, プロテウス効果の発現条件およびパフォーマンスへの影響の特性を明らかにする。

## 2. 関連研究

プロテウス効果は, Nick Yee および Jeremy Bailenson によって提唱された概念であり, 仮想環境において使用するアバターの外見特性が使用者の自己知覚を変容させ, 行動に影響を与える現象を指す。Yee と Bailenson は, 魅力的なアバターを割り当てられた参加者が, そうでないアバターを割り当てられた参加者よりも自己開示や対人距離の課題において協力者とより親密になること, また, 背の高いアバターを使用した参加者が交渉課題においてより自信を持って行動することを示した[1]。

プロテウス効果の理論的背景としては, 自己知覚理論および没個性化が指摘されている[1]。一方で, Peña らはプライミング効果の観点から説明し, 攻撃的外見や専門職イメージを想起させるアバターが語彙使用や認知傾向に影響を与えることを示した[8]。この結果は, アバター外見が社会的ステレオタイプを活性化し, それに一致する認知処理や行動が促進される可能性を示唆している。さらに, 身体化や自己類似性といった観点からも説明が試みられており, 社会的役割の内面化や対人関係の中で形成される自己概念に関する古典的研究とも関連づけられる。Moreno は, 個人の行動や自己認識が社会的役割や対人関係の構造の中で形成されることを指摘しており[17], 仮想アバターを通じた自己表象の変容を理

解する上で示唆を与える。

当初, 研究の焦点は主に対人行動や態度変容に置かれていたが, 近年ではパフォーマンスへの影響も検討されている。例えば, 筋肉質なアバターの使用が身体パフォーマンスを向上させる研究[16]や, アインシュタインのアバターを使用することで認知課題の成績が向上する研究[12]が報告されている。しかし, メタ分析では小～中程度の平均効果量が示されているものの[13], 研究間のばらつきは大きく, 効果が確認されない事例も少なくない[14]。

特に注目すべき点は, 主観的变化と客観的パフォーマンスの乖離である。アバター操作によって自己評価や自信が向上しても, 実際の成績向上に結びつかない場合が報告されている。このことは, 効果の媒介メカニズムが十分に解明されていないことを示唆している。

以上の関連研究から, プロテウス効果の発現条件およびパフォーマンスへの影響過程には未解明の点が多く, さらなる検討の余地がある。そこで本研究では, 複数のタスクと指標を用いてプロテウス効果を多面的に検証し, 感情・自己認知の変容と行動・パフォーマンスとの関係を明らかにすることを目的とする。

## 3. 仮想アバターが身体的・認知的パフォーマンスに及ぼす影響

### 3.1 実験目的

本実験では対象をより具体的かつ直接的なものに設定し, シンプルな環境でプロテウス効果がパフォーマンスにどのような影響を与えるか調査する。また, その際にパフォーマンスの変化に影響を与える変数をいくつか仮定し, プロテウス効果がパフォーマンスに影響を与える際にどのような変数が関係するのかを調査する。本実験では, 身体タスク(ランニング)と認知処理タスク(ハノイの塔課題)を行い, それぞれのタスクにポジティブ・ネガティブな外見特性を持つアバターを割り当ててパフォーマンスを比較する。

### 3.2 仮想アバター

#### 3.2.1 仮想アバターの作成

本実験における仮想アバターの作成には, 3D モデル生成 AI ツールである Meshy を用いた。仮想アバ

ターの基本属性は、被験者の属性として想定される20～30代の日本人男性に統一した。制作過程において、Meshyによって作成したものではリギングの不備やTポーズで出力されないなどの問題があった。そのため、以下のような手順で仮想アバターの制作を行った。

1. まず、テキストプロンプトから画像を生成する外部ツール「Creating」を用いて、アバターの基となる画像を生成した。特定の属性を象徴するワードをプロンプトに含めることで、視覚的な印象操作をこの段階で確定させた。
2. 次に、生成した画像を3D生成AI「Meshy」のImage-to-3D機能へ入力した。画像を基に3次元形状の復元と高精細なテクスチャ付与を同時に実行し、FBX形式の3Dモデルとして出力した。
3. 最後に、Meshyから出力されたモデルは、リギングの精度や初期姿勢がT-Poseにならないなどの問題があり、VR上で扱うのが困難であったため、Adobeが提供する自動リギングサービス「Mixamo」にモデルをアップロードし、正確な関節位置を再定義することで、標準的なHumanoidボーン構造を構築した。

以上の工程を経て、計15体の仮想アバターを制作した。仮想アバターのデザインは、先行研究を参考に、各タスクに対してポジティブ・ネガティブな特性を持つように設計した。例えば、認知処理タスクにおいては、アインシュタインなどの知的な象徴を用いた先行研究[12]を踏まえ、「知的である」または「知的でない」といった印象を与える要素をテキストプロンプトに反映させ、属性の操作を行った。また、身体タスクにおいては、先行研究[11,16]を基に筋肉質でやせ型の仮想アバターと肥満体型の仮想アバターを作成した。

### 3.2.2 仮想アバターの選定

15体の仮想アバターから実験に使用する4体を選定するため、本学に在籍する学生5名（男性4名、女性1名、年齢21～24歳、平均年齢22.6歳）を対象としたパイロットスタディを実施した。

表 1. 仮想アバター選定のための評価結果（平均値）

質問内容	ポジティブ (認知/ 身体)	ネガティブ (認知/ 身体)
1. このアバターは、論理的思考が得意そう（頭が良さそう）だ（知性）	4.4 2.2	1.8 3.2
2. このアバターは、運動神経が良く、身体を動かすことが得意そうだ（運動能力）	3.4 4.8	4.8 1.4
3. このアバターには、親近感や好感が持てる（好感度）	3.4 3.2	3.0 2.6
4. このアバターは、印象に残ると感じますか？（印象度）	2.8 3.8	4.0 3.6
5. このアバターは、ごく一般的・標準的な印象だ（標準性）	4.2 3.0	2.8 3.6

本調査では、作成した15体の仮想アバターから実験に使用する5体を抽出するため、5段階のリッカート尺度を用いて「知性」「運動能力」「好感度」「印象度」「標準性」の5項目に関する質問を行った。選定にあたっては、目的とするパフォーマンス指標（知性及び運動能力）が最も高いまたは低い平均値を示したアバターを候補とし、他の副次的指標については5段階尺度の理論的中央値（3点）付近に位置し、極端な偏りを示さないものを選定した。表1に示す通り、知性および運動能力に関する評価においてポジティブ条件とネガティブ条件の間に明確な差が確認された。身体タスクにポジティブな外見特性を持つと考えられる仮想アバター（図1）は「Q2. このアバターは、運動神経が良く、身体を動かすことが得意そうだ。」という質問において80%の人に「特にそう思う」20%の人に「ややそう思う」と回答された。身体タスクにネガティブな外見特性を持つと考えられる仮想アバター（図2）は「Q2. このアバターは、運動神経が良く、身体を動かすことが得意そうだ。」という質問において60%の人に「全くそう思わない」40%の人に「あまりそう思わない」と回答された。



図 4. 身体タスクにポジティブな外見特性をもつ仮想アバター



図 1. 身体タスクにポジティブな外見特性をもつ仮想アバター



図 5. 認知処理タスクにポジティブな外見特性をもつ仮想アバター



図 2. 認知処理タスクにポジティブな外見特性をもつ仮想アバター

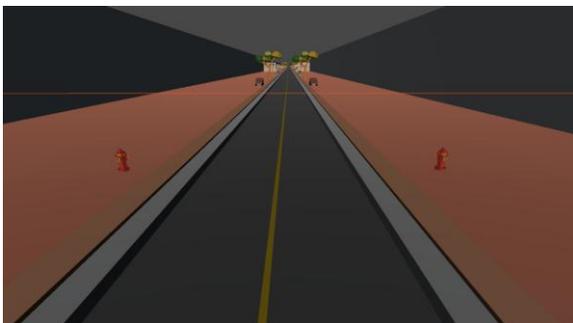


図 6. ランニングコース



図 3. キャリブレーションゾーン

認知処理タスクにポジティブな外見特性をもつ仮想アバター(図 3)は「Q1. このアバターは、論理的思考が得意そう(頭が良さそう)だ。」という質問において40%の人に「特にそう思う」60%の人に「ややそう思う」と回答された。認知処理タスクにネガティブな外見特性をもつ仮想アバター(図 4)は「Q1. このアバターは、論理的思考が得意そう(頭が良さそう)だ。」という質問において20%の人に「全くそう思わない」80%の人に「あまりそう思わない」と回答された。これらの仮想アバターは主軸となる指標においては明確な差が確認された一方、副次的指標はいずれも中央値付近に分布していたことから、本研究の目的に適した仮想アバターであると判断した。

### 3.3 身体タスク(ランニング)システムの構築

#### 3.3.1 開発環境

本実験では、身体タスクとしてランニングを行った。仮想空間上で仮想アバターを用いたランニングを実現するためには、1. 足の運動速度の取得、2. 仮想アバターの動作制御を目的とした、ユーザのデバイスの位置から関節の動きを計算する逆運動学である IK の導入の 2 つが必要であった。当初は Cluster で開発することを想定していたが、国内で普及しているメタバースプラットフォームである Cluster は、アバター形式が vrm に限定されているため、仮想アバターの質感がアニメ調に寄りやすい傾向がある。そこで、メタバースプラットフォームとして世界的に普及しており、fbx に対応しリアルな質感の仮想アバターを使用できるメタバースプラットフォームである「VRChat」においてランニングワールドを実装することを検討した。しかし、VRChat では外部デバイス情報の取得や、それに基づいた動的なワールド情報の変更が困難であったため、本実験では独自の身体タスクシステムを Unity Editor 上で構築した。

実験では、HMD として VIVE Focus Vision を、足部に装着するトラッカーとして VIVE Ultimate Tracker を使用した。これらは、VIVE 製品専用の管理アプリケーションである VIVE Hub を通じてコン

ピュータに認識される。また、PC とのストリーミングを行うためには SteamVR が必要となる。これらの環境条件から、本システムは現在の VR 開発において推奨されている OpenXR Plugin や XR Interaction Toolkit ではなく、互換性の高い SteamVR Plugin を用いて開発を行った。また、既存のメタバースプラットフォームと同等の IK システムをゼロから構築することは極めて困難であるため、本実験では Final IK を用いて仮想アバターの動きを制御する。開発環境の詳細は以下の通りである。

- OS: Windows11
- 開発プラットフォーム: Unity (2022.3.22f1)
- Unity Asset:
  - SteamVR Plugin (v2.8.0)
  - Final IK: (v2.4)
- 外部ツール:
  - VIVE Hub: (2.5.2 beta)
  - SteamVR: (beta 2.15.1)

#### 3.3.2 シーン内容

身体タスクシステムはランニングコースとキャリブレーションゾーンの 2 つで構成されている。ランニングコースは Unity Asset Store にて無料で配布されている Cartoon Low Poly City Pack Lite Asset を用いて作成した。

ランニングコースは実験に余計なバイアスが入らないようシンプルなデザインを心がけ平坦な一本道を作成した。また、視覚的手がかりが 1 つもないと被験者がどれくらい速く走れているのか把握しにくいいため、30Unity Unit ごとにランニングコースの両端にオブジェクトを設置した。

キャリブレーションゾーンでは実験で使用する仮想アバターと鏡を設置した。ユーザは鏡の前でコントローラーのトリガーを引くことで、仮想アバターの身長スケールをユーザに合わせて調整した。本手続きは、仮想アバターの身長および視点位置をユーザと一致させ、仮想身体との整合性を高め、身体所有感および没入感を確保することを目的としている。

#### 3.3.3 システムの流れ

まず、シーンを再生すると被験者はキャリブレーションゾーンでキャリブレーションを行う。キャリブレーションが終わったのちに実験者がキーボードの Space キーを押すと仮想アバターがスタート位置

に移動し、UI 上でカウントダウンが行われる。カウントダウンが 0 になるとタイマーが起動し、足の Idle Animation が解除され被験者は走れるようになる。指定の時間が経過するとタイマーが終了し UI とコンソールに走った距離が表示される。

### 3.4 認知処理タスク (ハノイの塔課題)

#### 3.4.1 タスク選定と開発環境

本実験では、認知処理タスクとして注意力や処理能力だけを図る認知課題ではなく、頭の良さが反映されるような計画能力、ワーキングメモリといった高い実行機能を要求する認知課題を行おうと考えた。その中でアインシュタインを用いて知的な象徴を持つ仮想アバターが認知処理能力にどのような影響を与えるか調査した先行研究[12]で使用されたロンドン塔課題に類似している代表的な認知課題の一つであるハノイの塔課題を本実験の認知課題として選定した。ハノイの塔課題に関しては、外部デバイスの情報やその情報を基にしたリアルタイムでのワールド情報の更新を行う必要性がないため、本タスクでは VRChat 内のワールド上に認知処理タスクシステムを構築した。VRChat のワールド構築には、VRChat Creator Companion を使用する必要がある。VRChat Creator Companion を用いて、Unity Project を作成し、Unity Editor 上でワールドを作成した。開発環境は以下の通りである。また、HMD に関しては身体タスクと同様に VIVE Focus Vision を用いており、SteamVR と VIVE Hub に関しては節 3.3.1 にて記述したバージョンを使用した。

- OS: Windows11
- 開発プラットフォーム: Unity (2022.3.22f1)
- 外部ツール
  - VRChat (2025.4.2)
  - VRChat Creator Companion: (v2.4.5)

#### 3.4.2 ワールドの内容

認知処理タスクシステムでは、BOOTH 上の ebicochineal Shop にて無料で販売されていたハノイの塔 Asset を使用した。本 Asset は、ディスク 5 枚、棒 3 本のハノイの塔課題システムが構築されており実験としてちょうど良い難易度であったため採用した。実験ワールドは、身体タスクと同様に余計なバイアスが入らないよう心がけ、真っ白な四角い部屋

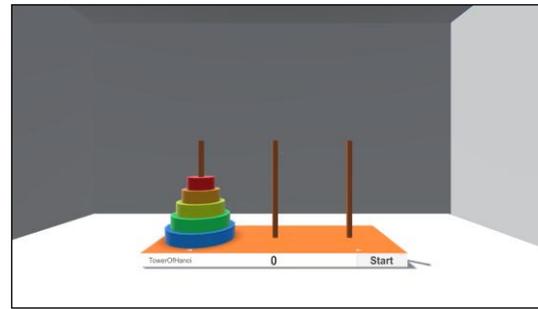


図 7. 認知処理タスクの実験ワールド

にハノイの塔課題を設置したシンプルなデザインで作成した(図 7)。

部屋に関しては、Unity Editor にある既存の Plane コンポーネントを用いて作成した。部屋内には先述したハノイの塔課題オブジェクトを設置した。また、ワールド中央にはハノイの塔課題のクリア時間と総移動回数を表示する Text コンポーネントを設置した。

#### 3.4.3 システムの流れ

ハノイの塔課題 Prefab の右下に「Start」という Text が書かれた Button コンポーネントが設置されている。この Button を押すとハノイの塔課題が初期状態になり、そこから時間と総移動回数が記録される。ハノイの塔課題を終えるとワールド中央に設置した Text コンポーネントにハノイの塔課題のクリア時間と総移動回数が表示される。

### 3.5 潜在指標 (SC-IAT)

#### 3.5.1 IAT

IAT とは、潜在連合テストのことであり、概念間の潜在的連合の強さを反応時間によって測定する手法である[19]。IAT では、2 つのターゲット概念と 2 つの属性概念を用い、画面中央に表示される刺激単語を 2 つの左右キーで関連する概念の方に割り当てる課題を行う。例えば、Anthony G. Greenwald の実験では、黒人と白人という 2 つのターゲット概念と楽しいと辛いという 2 つの属性概念があり、画面中央には「愛撫、自由、健康」という楽しいを連想させる刺激単語や「Alonzo, Jamel, Lerone」などのアフリカ系アメリカ人男性によく関連付けられるファーストネームが表示され、それらの刺激単語を 関連する概念の方に割り

当てる課題を行った。IAT はこれらの概念以外にも自尊心[20]や対人不安[21]など様々な研究で多様な概念で用いられ、妥当性が示されており、仮想アバターを使用した際にプロテウス効果が意図したステレオタイプ通りに引き起こされているかを調べる潜在的指標として適していると考えられる。

### 3.5.2 SC-IAT

IAT には、Brief IAT[22]や SC-IAT[23]などいくつかの派生テストが存在する。本実験では、仮想アバターを使用する前と後で自己知覚がどのように変化するかを調査するために速い・遅いなど各タスクで使用する仮想アバターが持つ対称的な属性概念が自己とどのように結びついているかを調査する。本実験では、自己という単一の SC-IAT を用いる。SC-IAT とは、IAT から派生した潜在的連合テストの 1 つであり、IAT が 2 つのターゲット概念に対する潜在的評価を測定するのに対して、SC-IAT では単一のターゲット概念に対する潜在的評価を測定することが可能である。ターゲット概念と属性概念との関連性の強さを表すスコアは D-Score と呼ばれ条件間の反応時間差を全体の標準偏差で標準化し求められる。

本実験では、仮想アバターを使用する前と使用した後で D-Score にどのような変化がでるのか、また、D-Score が主観的評価及びタスクパフォーマンスの結果とどのような関係があるのかについて調査する。

### 3.5.3 SC-IAT システム

SC-IAT システムは PsyToolKit[24,25]を使用して作成された。SC-IAT システムの基本的な構成は Karpinski & Steinman(2006) に準じており、一回の手順は次の 2 つのセッションを組み合わせた。

- 肯定属性概念+自己セッション
  - (肯定属性概念+自己)練習試行 24 回+(肯定属性概念+自己)本試行 72 回
- 否定属性概念+自己セッション
  - (否定属性概念+自己)練習試行 24 回+(否定属性概念+自己)本試行 72 回

また、順序効果を生まないために 2 つのセッションの順序を入れ替えたパターンを作成し、被験者はランダムな順序の SC-IAT に取り組んだ。

続いて、SC-IAT システムの動作について図 8 を用

いて説明する。図 8 は否定属性概念+自己セッションであり「非知的な」という否定属性概念をもつ言葉と「自分」という自己を表す言葉がセットで右上に表示されており、「知的な」という肯定属性概念をもつ言葉が左上に表示されている。真ん中には「知的な」、「非知的な」、「自分」のいずれかに関連する刺激語が表示される。刺激語は、肯定属性概念単語：21 語、否定属性概念単語：21 語、ターゲット概念単語：5 語で構成される。被験者は F キーと J キーを用いて画面中央に表示された刺激語を「知的な」、「非知的な」、「自分」のいずれかに振り分ける。例えば、図 8 では真ん中に「知的」という「知的な」に関連する刺激語が表示されているため F キーを押し「知的な」が表示されている左側に振り分ける。被験者が誤って刺激単語を割り振ってしまった場合には、画面中央に赤い×マークが表示され、その試行は失敗となる。

## 3.6 実験手続き

### 3.6.1 実験概要

本実験では、仮想アバターを使用して身体タスク(ランニング)と認知処理タスク(ハノイの塔課題)を実施した。被験者は 18~24 歳の公立はこだて未来大学の学生 24 名(男性 20 名、女性 4 名)であった。実験は、各タスクにおいてポジティブな特性を持つ仮想アバターを使用するポジティブ群と各タスクにおいてネガティブな特性を持つ仮想アバターを使用するネガティブ群の 2 つの群で実験を行った。各群にはそれぞれ 12 名ずつ被験者が振り分けられた。被験者は 1 回の実験で身体タスクと認知処理タスクの両方を行った。被験者はタスクごとに事前アンケートで取得した身体能力と認知処理課題への慣れを考慮し、各条件間で事前バイアスによる影響を

なくすようにポジティブ群とネガティブ群に割り当てられた。また、順序効果を打ち消すためにタスクの順番に関してはランダムに振り分けた。各タスクの前後には SC-IAT を行い、タスク後には評価アンケートを行った。次項から、各セッションについて詳細に説明する。

### 3.6.2 事前・事後 SC-IAT

本実験では、各タスクの前後にタスクで使用する

仮想アバターの持つ特性に関連した事前 SC-IAT を行った。まず、実験の初めに2種類の SC-IAT を行った。各 SC-IAT の内容は以下のとおりである。

- 身体タスク SC-IAT:
  - 肯定概念属性: 速い
  - 否定概念属性: 遅い
  - ターゲット概念: 自分
- 認知処理タスク SC-IAT:
  - 肯定概念属性: 知的な
  - 否定概念属性: 非知的な
  - ターゲット概念: 自分

また、基本ルールに関しては、項 3.5.3 に記載したものを使用した。

### 3.6.3 身体タスク手続き（ランニング）

本実験では、身体タスクとしてランニングを行った。ランニングは 3.3 節で記載した身体タスクシステムを用いて実験を行った。初めに、被験者は被験者の走る速度を制御するために両足に VIVE Ultimate Tracker を、HMD として VIVE Focus Vision を、両手にはコントローラーを装着した。つまり、頭部に1つ、手のひらに2つ、足首に2つのセンサーが認識されている状態となった。

次に、実験では、身体タスクを行う前に事前手続きワールドにて Yee & Beilenson の研究(2007)[1]で用いられた鏡の前で仮想アバターの外見を確認する手続きを行った。事前手続きワールドには、鏡、「これから、課題に入る前に、鏡に映っているアバターの姿をしばらく確認していただきます。この時間では、自由に体を動かし鏡に映るアバターの姿勢や動き、全体の印象を、自然に眺めてください。可能であれば、「このアバターの身体で今から課題に取り組むとしたら、どのような感覚になりそうか」を軽くイメージしてみてください。特別なことを考えたり、良し悪しを判断する必要はありません。アバターの身体を自分の身体の延長として感じながら、リラックスして過ごしてください。」という内容の教示テキスト、「筋肉質で痩せ型のアバター」や「知的なアバター」など外見特性が書かれたテキストの3つのオブジェクトが配置されていた。また、教示テキストは各タスクの両群において共通して提示された。被験者は書かれている教示を黙読したのちに 90 秒間鏡

の前で自身の姿を確認した。

その後、Unity Editor にて身体タスクシステムのシーンが再生され、被験者は身体タスクシステムのキャリブレーションゾーンに配置されている仮想アバターの視点に移動した。被験者はキャリブレーションゾーンにてキャリブレーションを終えたのちに、実験者は、被験者に無理のないスピードでランニングを行うことと途中で止まったり歩いたりして問題ないことの2つを教示した。その後、実験者がキーボードの Space キーを押すと仮想アバターがスタート位置に移動し、UI 上でカウントダウンが行われた。カウントダウンが 0 になるとタイマーが起動し被験者はランニングを開始した。最初の 60 秒は動作確認であり、被験者は動作を確認しながらランニングを行った。その後、9 分間ランニングを行った。実験では、ランニングの合計距離と動作確認後の最初の 30 秒の走った距離を被験者のベースタイムとして記録した。ランニングの合計距離やベースタイムなどの結果はアンケート回答や SC-IAT のスコアに影響を与える恐れがあるため被験者に開示しなかった。また、走り終わった直後に主観的運動強度を測定するために 6（非常に楽）から 20（非常にきつい）のボルグスケール[26]について尋ねた。被験者は、十分な休憩を取った後にタスク後 SC-IAT と評価アンケートに回答した。

### 3.6.4 認知処理タスク手続き（ハノイの塔課題）

本実験では、認知処理タスクとしてハノイの塔課題を行った。実験では、最初にハノイの塔課題のルールについて確認した。その後、ディスク 3 枚で軽いプリテストを行い、総移動回数とクリア時間を記録した。次に、HMD を装着し事前手続きワールドにて鏡の前で仮想アバターの外見を確認する手続きを行った。その後、被験者は認知処理タスクの実験ワールド(図 7)に移動し、操作方法について説明を受けた。

被験者は操作方法について確認が終わると、実験者から制限時間 6 分という説明を実験者から受けたのちに右下の START ボタンを押して各自実験を開始した。

表 2. 各条件で表示された外見特性を示すテキスト

項目	内容
質問1	走っている間、自分自身がアバターと一体になっている感覚がありましたか？
質問2	このアバターは自分に似ていると感じましたか？
質問3	操作したアバターは、運動能力が高い（足が速い）と感じましたか？
質問4	このアバターを使っている間、自分もいつもより活動的になれる気がしましたか？
質問5	このタスクで良い記録を出したいとどれくらい強く思いましたか？
質問6	普段の自分よりも、身体が軽く感じたり、疲れを感じにくかったりしましたか？
質問7	このアバターは「速い-遅い」と感じましたか？
質問8	自分のランニングの結果（速度や距離）にどの程度満足していますか？
質問9	あなたはこのアバターを使用して、自己の性格や能力に変化があったと感じましたか？
質問10	Q9で「あった」と回答した理由や、具体的な変化の内容を記述してください。

実験が終了すると、リザルト画面が表示され、実験者は総移動回数とクリア時間を記録した。総移動回数とクリア時間に関しても、アンケート回答やSC-IATのスコアに影響を与える恐れがあるため被験者に開示しなかった。実験が終わると、被験者はタスク後SC-IATと評価アンケートに回答した。

### 3.6.5 アンケート

本実験では、身体的所有感や仮想アバターの特性と自己知覚が一致しているかを調査するためにアンケートを行った。身体タスク後アンケートの内容を表2に示す。

本アンケートは、質問1～質問8は7段階のリッカート尺度（1：全くそう思わない～7：非常にそう思う）で作成された。質問9は「あった」と「なかった」のどちらかを選択する質問であり、質問9で「あった」と回答した被験者には質問10で変化の内容を記述してもらった。

質問1～質問8はそれぞれ以下のような測定指標と

なっている。

- Q1: 身体的所有感
- Q2: 自己類似性
- Q3: アバターの能力認知
- Q4: 主観的自己変容
- Q5: 課題動機づけ
- Q6 身体感覚の変容
- Q7 アバター特性の評価
- Q8 結果満足度

本アンケートは、どのような項目がポジティブ群とネガティブ群の間で有意差があるのか調べることでパフォーマンス向上に関与する要因調査の一助として利用する。

## 3.7 分析方法

本節では、仮想アバターの外見特性が身体的および認知的パフォーマンス、主観評価、ならびに潜在的自己概念に与える影響を検討するために用いた分析方法について述べる。

### 3.7.1 身体タスクの指標化

身体タスク（ランニング）では、仮想アバターの外見特性がパフォーマンスに与える影響を評価するため、以下の指標を用いた。

まず、各参加者の初期運動能力の個人差を統制するため、ランニング開始後の最初の30秒間に走行した距離をベースラインと定義した。このベースラインは、参加者が課題環境に適応した直後の基礎的な走行能力を反映する指標として用いた。

次に、9分間の本走行における総走行距離を測定し、ベースラインとの差分および比率を算出した。これにより、単なる体力差ではなく、アバター外見による動機づけや自己認知の変化がパフォーマンス維持に及ぼす影響を評価した。

さらに、主観的運動強度を評価するため、課題終了直後にボルグスケール（6～20）[26]を用いて参加者の主観的負荷を測定した。この指標は、客観的パフォーマンスと主観的努力感の関係を検討するために用いた。

### 3.7.2 認知処理タスクの指標化

認知処理タスク（ハノイの塔課題）では、仮想アバターの外見特性が認知的パフォーマンスに与える影響を評価するため、以下の指標を用いた。

表 3. 身体タスクにおけるアバター条件別スコア

条件	N	平均	標準偏差
ポジティブ群	12	21.44	4.53
ネガティブ群	12	17.25	5.33

まず、課題理解度および初期能力の個人差を統制するため、ディスク 3 枚によるプリテストを実施し、クリア時間および総移動回数を記録した。このプリテストの結果を基礎的な認知処理能力の指標として用いた。

本試行ではディスク 5 枚の課題を用い、制限時間 6 分以内におけるクリア時間および総移動回数を主要なパフォーマンス指標とした。クリア時間は課題遂行効率を、総移動回数は計画性および問題解決過程の効率性を反映する指標として解釈した。

さらに、プリテスト結果との比較により、アバター外見によるパフォーマンス向上または低下の傾向を評価した。

### 3.7.3 潜在指標および主観評価の分析

SC-IAT によって得られた D-score を用いて、仮想アバター使用前後における自己概念と属性概念（速い／遅い、知的／非知的）との潜在的連合の変化を分析した。

D-score の変化量を算出し、以下の関係を検討した。

- アバター条件と潜在的自己概念の変化
- 潜在的自己概念の変化とタスクパフォーマンスとの関連
- 潜在指標と主観評価（所有感、自己効力感、モチベーション等）との関連

また、アンケート項目については各尺度得点を算出し、群間比較および相関分析に用いた。

### 3.7.4 統計解析

群間差の検討には対応のない t 検定を用い、有意水準は 5% とした。

効果量として Cohen's d を算出し、効果の大きさを以下の基準で解釈した。

- 0.20 : 小
- 0.50 : 中
- 0.80 : 大

また、潜在指標、主観評価、およびパフォーマンス指標の関連を検討するため、Pearson の積率相関係数を算出した。

### 3.7.5 除外基準

認知処理タスクにおいて、制限時間内に課題を完了できなかった参加者のデータは、クリア時間および移動回数の比較分析から除外した。ただし、SC-IAT および主観評価の分析には、当該参加者のデータを含めた。

身体タスクにおいては、機器トラブルや計測不良が発生した試行は除外対象とした。

## 4 結果

本章では、仮想アバターの外見特性が身体的および認知的パフォーマンス、主観的評価、潜在的自己概念、ならびに自己関連変数との関係に及ぼす影響について報告する。まず、身体タスクおよび認知処理タスクにおけるパフォーマンス結果と主観評価を示し、続いて潜在的自己概念の変化 (SC-IAT)、自己同一化とパフォーマンスの関連、自由記述の結果について述べる。

### 4.1 身体タスクの結果

本節では、仮想アバターの外見特性が身体行動に及ぼす影響を検討するために実施したランニング課題の結果を示す。まずパフォーマンス指標に基づく群間比較を行い、続いて主観評価の結果を報告する。

#### 4.1.1 パフォーマンスの結果

身体タスクの比較において単純な走行距離を指標とした場合、被験者の元来の運動能力の差が結果に強く反映される可能性がある。そのため本研究では、60 秒間の練習後、本試行開始から 30 秒間の走行距離をベースラインとして設定した。さらに、ランニングの総距離をベースラインで除した値をモチベーション維持スコアとして定義し、群間比較を行った。

ポジティブ群とネガティブ群のモチベーション維持スコアを対応のない t 検定（有意水準 5%）により比較した結果、両群間に有意差は認められなかった ( $t(22) = 2.067, p = 0.051$ ) (図 8, 表 3)。また、主観的運動強度を示すボルグスケールにおいても有意差は確認されなかった ( $t(22) = 0.177, p = 0.861$ )。

一方で、効果量を算出したところ、Cohen's d = 0.845, Hedges' g = 0.816 が得られ大きい効果量が示された。

表 4. 身体タスク後の主観評価得点（ポジティブ群）

項目	N	平均	標準偏差
Q1: 身体的所有感	12	4.58	1.88
Q2: 自己類似性	12	2.67	1.64
Q3: アバターの能力認知	12	5.67	1.30
Q4: 主観的自己変容	12	4.25	2.14
Q5: 課題動機づけ	12	4.17	2.13
Q6: 身体感覚の変容	12	4.00	2.09
Q7: アバター特性の評価	12	5.53	1.62
Q8: 結果満足度	12	4.17	1.89

表 5. 身体タスク後の主観評価得点（ネガティブ群）

項目	N	平均	標準偏差
Q1: 身体的所有感	12	3.50	1.68
Q2: 自己類似性	12	2.42	1.51
Q3: アバター特性の認識	12	3.25	2.34
Q4: 主観的自己変容	12	3.33	2.27
Q5: 課題動機づけ	12	4.58	1.78
Q6: 身体感覚の変容	12	2.67	2.02
Q7: アバター特性の評価	12	3.17	2.41
Q8: 結果満足度	12	4.42	1.08

#### 4.1.2 主観評価結果

身体タスク後に実施した主観評価（質問 1～8）について、ポジティブ群とネガティブ群の間で比較を行った。対応のない t 検定（有意水準 5%）の結果、Q3（アバターの能力認知）、Q6（身体感覚の変容）、Q7（アバター特性の評価）の 3 項目において有意差が認められた（Q3:  $t(22) = 3.060, p = 0.006$  ; Q6:  $t(22) = 2.257, p = 0.034$  ; Q7:  $t(22) = 2.896, p = 0.008$ ）。

これらの結果は、被験者が使用した仮想アバターの身体的特性を適切に認識していたこと、および身体感覚の変容を主観的に経験していた可能性を示している。

身体タスクにおけるポジティブ群およびネガティブ群の各質問項目の平均値および標準偏差を表 4 および表 5 に示す。

## 4.2 認知処理タスクの結果

本節では、仮想アバターの外見特性が認知的パフォーマンスに及ぼす影響を検討するために実施したハノイの塔課題の結果を示す。まずパフォーマンス指標に基づく群間比較を行い、続いて主観評価の結果

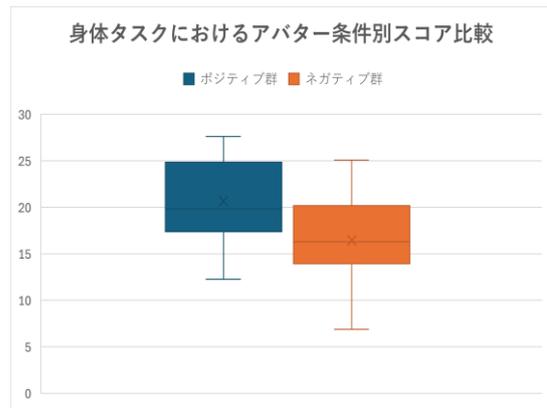


図 8. 身体タスクにおけるアバター条件別スコア 比較

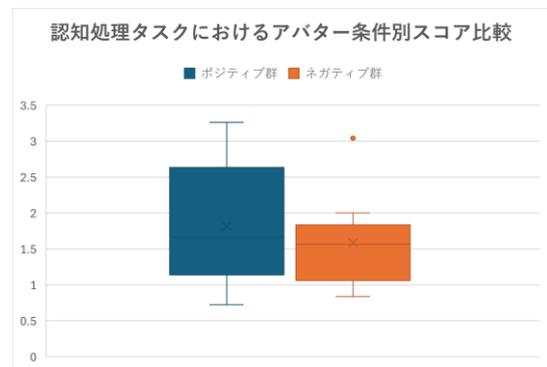


図 9. 認知処理タスクにおけるアバター条件別 スコア比較

を報告する。

#### 4.2.1 パフォーマンスの結果

認知処理タスクの比較において、単純に回答時間や総移動回数を指標とした場合、被験者の元来の認知能力の差が結果に強く反映される可能性がある。

そのため本研究では、本試行の前にディスク 3 枚のハノイの塔課題をプリテストとして実施し、本試行における一手あたりの平均所要時間とプリテスト時の一手あたりの所要時間の比率をパフォーマンス向上率として算出した。

表 6. 身体タスクにおけるパフォーマンス指標 (群別)

条件	N	平均	標準偏差
ポジティブ群	11	1.09	0.84
ネガティブ群	11	0.74	0.35

表 7. 認知処理タスクにおけるポジティブ群の Q1~Q8 スコア

	N	Mean	SD
Q1: 身体的所有感	11	2.364	1.286
Q2: 自己類似性	11	2.636	1.629
Q3: アバター特性の認識	11	4.182	1.722
Q4: 主観的自己変容	11	3.182	1.471
Q5: モチベーション	11	6.182	0.874
Q6: 身体感覚の変容	11	4.364	0.809
Q7: アバター特性の認識	11	4.455	1.916
Q8: 自己効力感	11	4.182	1.471

表 8. 認知処理タスクにおけるネガティブ群の Q1~Q8 スコア

	N	Mean	SD
Q1: 身体的所有感	11	11	2.545
Q2: 自己類似性	11	11	2.909
Q3: アバター特性の認識	11	11	2.273
Q4: 主観的自己変容	11	11	2.909
Q5: モチベーション	11	11	5.182
Q6: 身体感覚の変容	11	11	3.364
Q7: アバター特性の認識	11	11	2.435
Q8: 自己効力感	11	11	3.273

なお、両群において各 1 名の被験者が制限時間内に課題を完了できなかった。これらのデータは、時間制限による焦りから過度の手数となった可能性があり、正確なパフォーマンスを反映していない可能性があるため、本解析から除外した。

ポジティブ群とネガティブ群のパフォーマンス向上率を対応のない t 検定 (有意水準 5%) により比較した結果、両群間に有意差は認められなかった ( $t(20) = 0.741, p = 0.467$ ) (表 6, 図 9)。

一方で、効果量を算出したところ、Cohen's  $d = 0.546$ , Hedges'  $g = 0.525$  が得られ、中程度の効果量が示さ

れた。

#### 4.2.2 主観評価結果

認知処理タスク後に実施した主観評価 (質問 1~8) について、ポジティブ群とネガティブ群の間で比較を行った。対応のない t 検定 (有意水準 5%) の結果、Q3 (アバターの能力認知)、Q6 (身体感覚の変容)、Q7 (アバター特性の評価) の 3 項目において有意差が認められた (Q3:  $t(18) = 2.457, p = 0.026$ ; Q6:  $t(18) = 2.783, p = 0.013$ ; Q7:  $t(18) = 2.709, p = 0.015$ )。

これらの結果は、認知処理タスクにおいても、被験者が使用した仮想アバターの身体的特性を適切に認識していたこと、および身体感覚の変容を主観的に経験していた可能性を示している。

認知処理タスクにおけるポジティブ群およびネガティブ群の各質問項目の平均値および標準偏差を表 7 および表 8 に示す。

この結果は、仮想身体を介した操作環境において、認知課題であっても身体感覚の変容が主観的に経験される可能性を示唆している。

#### 4.3 潜在的自己概念の変化 (SC-IAT)

身体タスクおよび認知処理タスクのポジティブ群とネガティブ群において、事前および事後の D-Score の変化を対応のある t 検定 (有意水準 5%) により比較した。

その結果、認知処理タスクのネガティブ群においてのみ事前事後の D-Score に有意差が認められた ( $t(20) = 2.741, p = 0.012$ )。一方で、身体タスクのポジティブ群およびネガティブ群、ならびに認知処理タスクのポジティブ群においては、有意な変化は確認されなかった。

これらの結果は、潜在的自己概念の変化が一貫して生起するものではなく、タスク特性や条件に依存して現れる可能性を示唆している。

#### 4.4 自己同一化とパフォーマンスの関連

アンケート質問 1~8 のスコアと各タスクのパフォーマンス指標との関係を検討するため、相関分析を行った。その結果、身体タスクにおいては顕著な相関は確認されなかった。

一方、認知処理タスクにおいては、ポジティブ群およびネガティブ群の両方で、Q1 (身体所有感) および Q2 (自己類似性) と認知処理タスクのパフォーマ

ンス指標との間に正の相関が認められた。

これらの結果は、認知処理タスクにおいて、仮想アバターに対する身体所有感や自己類似性といった主観的同一化の程度が、認知的パフォーマンスに関連している可能性を示している。

## 4.5 自由記述の結果

質問 Q8「あなたはこのアバターを使用して『性格』や『能力』に変化があったと感じましたか？」において、「あった」と回答した被験者を対象に、自由記述による回答内容を収集した。

自由記述では、身体タスクにおいて「体が軽く感じた」「より速く走れる気がした」など、身体能力の向上を示唆する記述が見られた。一方、認知処理タスクにおいては、「集中しやすくなった」「自信を持って操作できた」など、認知的側面に関する変化を示唆する記述が確認された。

これらの記述は、被験者が仮想アバターの特性に応じて自己の能力や状態の変化を主観的に認識していた可能性を示している。

## 4.6 結果の総括

以上の結果から、仮想アバターの外見特性は、主観的認知および身体感覚に対して一貫した影響を及ぼすことが確認された。特に、アバターの能力認知(Q3)、身体感覚の変容(Q6)、およびアバター特性の評価(Q7)において有意差が認められ、参加者がアバターの特性を適切に認識し、それに伴う主観的変化を経験していたことが示唆された。

一方で、身体タスクおよび認知処理タスクのパフォーマンス指標においては統計的有意差は確認されなかった。しかし、効果量の検討では、身体タスクで大程度、認知処理タスクで中程度の効果が示されており、仮想アバターの外見特性が行動・パフォーマンスに一定の影響を及ぼしている可能性が示唆された。

また、認知処理タスクにおいては、身体所有感(Q1)および自己類似性(Q2)とパフォーマンス指標との間に正の相関が認められ、主観的同一化の程度が認知的パフォーマンスに関連する可能性が示された。一方、身体タスクでは同様の関連は確認されなかった。

潜在的自己概念の変化については、認知処理タスクのネガティブ群においてのみ有意な変化が確認されたが、他の条件では明確な変化は見られなかった。この結果は、プロテウス効果と潜在的自己連合との

関係が限定的である可能性を示している。

さらに、自由記述の結果からは、身体能力の向上感や集中力の向上など、アバター特性に対応した主観的変化が報告され、参加者が自己の能力や状態の変化を認識していた可能性が示された。

以上の結果は、プロテウス効果が主観的認知および身体感覚には比較的安定して影響を及ぼす一方で、行動・パフォーマンスへの影響は条件依存的であり、その発現には複数の心理的要因が関与する可能性を示唆している。

## 5 考察

本研究では、仮想アバターの外見特性が身体的および認知的パフォーマンス、主観的評価、潜在的自己概念に及ぼす影響を検討した。その結果、主観的認知や身体感覚には一貫した影響が確認された一方で、行動・パフォーマンスへの影響は限定的であり、条件依存的である可能性が示唆された。

特に、アバターの能力認知や身体感覚の変容に関する主観評価では有意差が認められ、参加者がアバターの特性を知覚し、自己の状態変化として経験していたことが示された。しかし、身体タスクおよび認知処理タスクのパフォーマンス指標では統計的有意差は確認されず、プロテウス効果が必ずしも直接的に行動成果へ反映されるとは限らないことが示された。

一方で、効果量および相関分析の結果からは、主観的同一化や自己知覚の変化がパフォーマンスと関連する可能性が示され、プロテウス効果が心理的媒介要因を通じて行動に影響を及ぼす可能性が示唆された。

さらに、潜在指標の結果は限定的な変化にとどまり、顕在的評価との乖離が見られた。このことは、アバターによる自己変容が必ずしも潜在的自己概念の変化として即時に反映されるわけではないことを示している。

### 5.1 主観的自己知覚の変容

本研究では、身体タスクおよび認知処理タスクの両方において、ポジティブ群とネガティブ群の間でアバター特性の認識および身体感覚の変容に関する主観評価に有意差が確認された。これらの結果は、被験者が仮想アバターの外見特性を適切に認識し、それに伴う身体感覚や自己知覚の変化を主観的に経験していた可能性を示している。

このことから、仮想アバターのデザインが意図した印象を適切に伝達できている場合、感情や自己認知の変容を生じさせるには十分であると考えられる。すなわち、仮想アバターの外見特性は、ユーザの感情や自己認知に対して一定の影響を与える重要な要因である可能性が示唆される。

## 5.2 パフォーマンスへの影響の条件依存性

本研究では、身体タスクおよび認知処理タスクのパフォーマンスに対する影響を検討したが、いずれのタスクにおいても群間の有意差は確認されなかった。しかしながら、効果量の分析では、身体タスクにおいて大きな効果量、認知処理タスクにおいて中程度の効果量が示された。特に身体タスクでは  $p = 0.051$  と有意水準には達しなかったものの、有意傾向がみられ、プロテウス効果がパフォーマンス変容に影響を与えた可能性が示唆される。

これらの結果は、有意差が得られなかったものの、効果が存在する可能性を完全には否定できず、プロテウス効果の行動的影響が条件依存的に顕在化する可能性を示している。

## 5.3 身体行動における効果の顕在化

身体タスクにおいてより大きな効果量が確認されたことは、プロテウス効果が身体的行動に対してより強く作用する可能性を示唆する。この要因として、身体タスクで使用した仮想アバターが筋肉質や肥満体型など明確な身体的ステレオタイプを有していた点が考えられる。

先行研究においても、身体パフォーマンスに関する研究では筋肉質体型や肥満体型などの明確なステレオタイプを有するアバターが用いられることが多い。一方、本研究の認知処理タスクで使用したアバターは知的・非知的という印象は確認されたものの、特定の人物や強固なステレオタイプを想起させるものではなかった。

以上より、仮想アバターが行動やパフォーマンスに影響を与えるためには、人種、性別、体型、著名人物などの明確なステレオタイプを想起させる外見特性を有するアバターの選定が重要な要因となる可能性が示唆される。

## 5.4 自己同一化とパフォーマンスの関連

本研究では、身体所有感や自己類似性といった自

己関連変数とパフォーマンスとの関係を検討した。その結果、認知処理タスクにおいて、ポジティブ群およびネガティブ群の両方で身体所有感および自己類似性とパフォーマンスとの間に正の相関が確認された。一方、身体タスクでは顕著な相関は認められなかった。

これらの結果は、認知処理タスクにおいて、仮想アバターに対する主観的同一化の程度が認知的パフォーマンスに関連している可能性を示唆している。しかし、プロテウス効果によって自己関連変数が変容し、それが直接パフォーマンスの変化をもたらしたとまでは言えない結果となった。

この要因として、アンケート項目数の制約や測定範囲の限定性、ならびにタスク特性の違いが影響した可能性が考えられる。また、プロテウス効果が発現してからパフォーマンスが変容する過程は直接的なものではなく、複数の心理的要因を介在する複雑なプロセスである可能性が示唆される。

## 5.5 潜在的自己概念への影響

SC-IAT の結果では、認知処理タスクのネガティブ群においてのみ事前事後の D-Score に有意差が確認された。この結果は、潜在的自己連合が個人の既存の自己概念に強く影響される可能性を示している。

実際には、ネガティブなアバターを使用したにもかかわらず D-Score が上昇するケースや、ポジティブなアバターを使用したにもかかわらず D-Score が減少するケースも確認された。これらの結果から、潜在的自己概念の変化には一貫した傾向は確認されず、プロテウス効果との関係は限定的または条件依存的である可能性が示唆された。

## 5.6 プロテウス効果の多層的メカニズム

本研究の結果は、プロテウス効果が単一の過程によって生じるのではなく、主観的自己知覚の変容、行動への条件依存的影響、身体的ステレオタイプの強度、自己同一化の程度、および潜在的自己概念など、複数の要因が相互に関与する多層的なメカニズムが関与している可能性があることを示唆している。

すなわち、仮想アバターの外見特性は、感情や自己認知の変容を伴いながら、ステレオタイプの強度や自己同一化の程度に応じて、行動やパフォーマンスに影響が現れる可能性がある。このような多層的理解は、プロテウス効果の発現条件を整理する上で重要な視点を提供するものである。

## 6 結論

本研究は、仮想アバターの特性が感情・自己認知および行動・パフォーマンスにどのような影響を与えるのかを、多面的に検討することを目的とした。特に、プロテウス効果が発現した際に生じる心理的変容について、主観評価、潜在的自己連合、自己関連変数など複数の側面から調査し、それらがパフォーマンスに与える影響について検討した。

感情および自己認知については、身体的変容およびアバター特性の認識に関する主観評価において有意差が確認された。この結果は、適切に設計された仮想アバターが利用者の主観的認知や感情状態に影響を与え得ることを示しており、プロテウス効果が持つ心理的影響力の存在を示唆している。

行動およびパフォーマンスへの影響については、統計的有意差は確認されなかったものの、身体タスクでは大程度、認知処理タスクでは中程度の効果量が示された。特に身体タスクでは有意水準に近い結果が得られており、仮想アバターの特性が行動変容に一定の影響を及ぼす可能性が示唆された。これらの結果は、プロテウス効果が感情・認知の変容ほど直接的には行動へ反映されない可能性、また、行動変容への影響がタスク特性やアバターデザインのステレオタイプ性に依存する可能性を示している。

自己関連変数とパフォーマンスの関係については、認知処理タスクにおいて身体所有感および自己類似性とパフォーマンスとの間に正の相関が認められたが、身体タスクではそのような関連は確認されなかった。この結果は、主観的同一化の程度が認知的課題においては一定の役割を果たす可能性を示唆する一方で、プロテウス効果が単純な媒介構造によって説明できるわけではないことを示している。すなわち、感情・認知の変化から行動変容へ至る過程はより複雑であり、複数の心理的メカニズムが関与している可能性が高い。

本研究から得られた知見は以下の3点にまとめられる。第一に、仮想アバターは感情および自己認知に対して一貫した影響を与える可能性が示唆されたこと。第二に、行動・パフォーマンスへの影響は限定的ではあるが、中～大程度の効果量が観察されており、条件や設計次第ではより明確な効果が確認さ

れる可能性があること。第三に、プロテウス効果が行動変容へ至る過程は単純ではなく、自己関連変数や潜在的自己連合だけでは十分に説明できない複雑な心理過程を含んでいる可能性があることである。

本研究は、プロテウス効果を感情・認知・行動・潜在態度という複数の側面から同時に検討した点に意義がある。今後は、心拍数や筋活動などの生理的指標、ならびに行動ログなどの客観的データを併用し、仮想アバターが人間の行動やパフォーマンスに影響を与える際のメカニズムについて更なる検討が必要である。

## 7 研究の限界と今後の課題

本研究にはいくつかの限界が存在する。第一に、サンプルサイズが比較的小規模であった点である。本研究では有意差が確認されない結果も見られたが、効果量は中～大程度を示しており、より大規模なサンプルを用いた検証により、統計的に有意な差が確認される可能性がある。

第二に、アバターデザインにおけるステレオタイプの強度の違いが結果に影響を与えた可能性がある。身体タスクでは筋肉質や肥満体型など明確な身体的ステレオタイプを有するアバターを使用した一方で、認知処理タスクでは知的・非知的という印象は確認されたものの、特定の人物や強固なステレオタイプを想起させるアバターではなかった。今後は、人種、性別、体型、著名人物など、より明確なステレオタイプを想起させるアバターを用いることで、行動変容への影響をより精緻に検討する必要がある。

第三に、自己関連変数の測定項目が限定的であった点が挙げられる。本研究では身体所有感および自己類似性を指標として用いたが、自己効力感や動機づけ、没入感など、他の心理的要因もプロテウス効果の発現過程に関与している可能性がある。今後は、より多様な心理指標を導入し、行動変容に至る心理過程を包括的に検討する必要がある。

第四に、本研究ではパフォーマンス指標としてタスク成績を用いたが、生理的指標や行動ログなどの客観的データは含まれていない。心拍数、筋活動、視線行動などの生理・行動指標を併用することで、仮想アバターが人間の行動に与える影響をより多角

的に評価できると考えられる。

最後に、本研究で使用したタスクは身体的活動および認知的問題解決に限定されており、社会的相互作用や意思決定など他の行動領域への一般化には慎重な検討が必要である。今後は、多様なタスク環境においてプロテウス効果の発現条件を検証し、仮想アバターが人間の行動に与える影響の適用範囲を明らかにすることが求められる。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、実験を快く引き受けてくださった被験者の皆様に深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] Yee, N., & Bailenson, J. N., “The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior.” *Human Communication Research*, 33(3), pp. 271–290.(2007).
- [2] Ratan, R., Rikard, R., Wanek, C., McKinley, M., Johnson, L., & Sah, Y. J.: *Introducing Avatarification: An Experimental Examination of How Avatars Influence Student Motivation*, 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), pp. 51–59 (2016).
- [3] 小柳陽光, 鳴海拓志, Lugin, J.L., 安藤英由樹, 大村廉: ドラゴンアバターを用いたプロテウス効果の生起による高所に対する恐怖の抑制, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 25, No. 1, pp. 2-11 (2020).
- [4] Moreno, R., et al.: *Gendered Perceptions of Virtual Tutors*, *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 2, pp. 111–126 (2002).
- [5] Shiban, Y., et al.: *Effect of Virtual Agent Gender on Mathematics Motivation*, *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, (2015).
- [6] Reinhard, R., Shah, K. G., Faust-Christmann, C. A., & Lachmann, T. *Acting your avatar’s age: Effects of virtual reality avatar embodiment on real life walking speed.* *Media Psychology*, 23(2), 293–315. (2020)
- [7] Groom, Bailenson, & Nass, “The influence of racial embodiment on racial bias in immersive virtual environments.” *Social Influence*, 4(3), 231–248.(2009)
- [8] Peña J., Hancock J. T., Merola N. A. “The priming effects of avatars in virtual settings.” *Communication Research*, 36(6), pp.838–856. (2009)
- [9] Yee, N., Bailenson, J. N., & Ducheneaut, N. *The Proteus Effect: Implications of Transformed Digital Self-Representation on Online and Offline Behavior: Implications of Transformed Digital Self-Representation on Online and Offline Behavior.* *Communication Research*, 36(2), 285-312. (2009).
- [10] Peña, J., Khan, S., & Alexopoulos, C. *I am what i see: How avatar and opponent agent body size affects physical activity among men playing exergames.* *Journal of Computer-Mediated Communication: JCMC*, 21(3), 195–209.(2016)
- [11] Li, B. J., Lwin, M. O., & Jung, Y. *Wii, myself, and size: The influence of proteus effect and stereotype threat on overweight children’s exercise motivation and behavior in exergames.* *Games for Health Journal*, 3(1), 40–48.(2014)
- [12] Banakou, D., Kishore, S., & Slater, M. *Virtually being Einstein results in an improvement in cognitive task performance and a decrease in age bias.* *Frontiers in Psychology*, 9, 917. (2018)
- [13] Ratan, R., Beyea, D., Li, B. J., & Graciano, L.. *Avatar characteristics induce users’ behavioral conformity with small-to-medium effect sizes: A meta-analysis of the Proteus effect.* *Media Psychology*, (2020)
- [14] Kaye, L. K., Pennington, C. R., & McCann, J. J. *Do casual gaming environments evoke stereotype threat? Examining the effects of explicit priming and avatar gender.* *Computers in Human Behavior*, 78, 142–150. (2018).
- [15] 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(6), 838-860. (2012).
- [16] Kocur, M., Kloss, M., Schwind, V., Wolff, C., & Henze, N. *Flexing Muscles in Virtual Reality: Effects of Avatars’ Muscular Appearance on Physical Performance.* In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play CHI PLAY ’20*. pp. 193-205.(2020)
- [17] Moreno, J. L.: *Who Shall Survive? Foundations of Sociometry, Group Psychotherapy and Sociodrama* (1953).
- [18] 日本総研: 「2022 若者意識調査 - サステナビリティ, 金融経済教育, キャリア等に関する意識」 (2023).<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/pdf/company/release/2023/0810.pdf> (閲覧日: 2025年2月28日).
- [19] Greenwald, A.G., McGhee, D.E., & Schwartz, J.L.K. *Measuring Individual Differences in Implicit Cognition: The Implicit Association Test.* *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1464-1480. (1998)
- [20] 柏原 宗一郎, 清水 裕士, *事前登録研究: 自尊心尺度と相関する自尊心 IAT の開発, パーソナリティ研究*, 2022, 31 巻, 2 号, p. 122-124(2022)

- [21] 藤井 勉, 対人不安 IAT の作成および妥当性・信頼性の検討, パーソナリティ研究, 2013, 22 巻, 1 号, p. 23-36.(2013)
- [22] Sriram, & Greenwald, A. The Brief Implicit Association Test. *Experimental psychology*, 56, 283–94. (2009).
- [23] Karpinski, A., & Steinman, R. B. The Single Category Implicit Association Test as a measure of implicit social cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91(1), 16–32. (2006)
- [24] Stoet, G. PsyToolkit - A software package for programming psychological experiments using Linux. *Behavior Research Methods*, 42(4), 1096-1104. (2010)
- [25] Stoet, G. PsyToolkit: A novel web-based method for running online questionnaires and reaction-time experiments. *Teaching of Psychology*, 44(1), 24-31. (2017)
- [26] Borg, G. Physical performance and perceived exertion. In G. Borg (Ed.), *Research in Physical Education and Recreation* (pp. 48-54). Stockholm: The Swedish Society for Medicine(1974).