

知的なアバターへのフルボディ錯覚が エグゼクティブ機能に与える影響

The effect of the full-body illusion of an intelligent avatar on executive function

小池 勇輝[†], 嶋田 総太郎[‡]
Yuki Koike, Sotaro Shimada

[†] 明治大学大学院, [‡] 明治大学
Meiji Graduate University, Meiji University
ce211024@meiji.ac.jp,

概要

自己身体認識は自己の身体以外に対しても起こることが報告されており、一例として仮想現実上 (VR) のアバターに対して自己身体認識が働くフルボディ錯覚 (FBI) がある。本実験では被験者は VR 上で医者のアバターへ FBI した場合と遅延により FBI が阻害された場合の2条件で作業を行った。その際のエグゼクティブ機能と性格への影響を調査した。その結果、FBI が生起するとその対象の象徴的な意味が引き起こされ、被験者自身の性格や認知機能に変化する可能性が示された。

1. 背景

自己の身体を自分のものだと感じられるこのごくあたりまえの認識のことを自己身体認識と呼ぶ。自己身体認識の基礎となる自己感として、運動主体感と身体所有感の2つがあると考えられている[1]。自己身体認識は、自己の身体以外に対しても起こることが報告されており、その一例がフルボディ錯覚 (Full Body Illusion: FBI) である。例えば、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) などに提示された仮想現実 (VR) アバターが自分と同期して動くことによって自分の身体だと感じられることがあげられる[2]。先行研究において被験者にアインシュタイン (知的人物の代表例) のアバターへ FBI を生起させたとき、エグゼクティブ機能の指標の一つであるロンドン塔タスク[3]の成績が上昇し、さらに老人への潜在的差別意識が低減することが報告されている[4]。さらに、類似研究として医者白衣だと説明された白衣を着る群と着ない群とでエグゼクティブ機能の指標の一つである Stroop 課題の結果を比較したところ、白衣を着用した参加者は、着用していない参加者と比べエラーが約半分だったという結果が得られ、衣服を身にまとうことでその衣服の象徴的な意味が自分自身に引き起こされることが報告されている [5]。これらの先行研究から VR 上でアバターに FBI を生起し

た場合、そのアバターの象徴的な意味を引き起こし、性格や認知機能に変化することが予想される。一方でフルボディ錯覚を阻害した場合の変化を調査したものはない。そこで本研究では、VR 上で医者のアバターに FBI を生起させた場合、また FBI を阻害するために VR アバターの動作に遅延を入れた場合、被験者のエグゼクティブ機能や性格にどのような影響が与えられるのかについて検討した。

2. 実験

2. 1 被験者

24名の健康な男女が実験に参加した。(平均 21.28 ± 1.25 歳, 平均 ± 標準偏差)。被験者には、実験前に実験に関する概要および安全性の説明を行い、研究参加同意書に署名してもらうことで参加意思を確認した。

2. 2 実験機器

被験者は HMD (HTC VIVE, HTC, 台湾) と、被験者の動きを計測する、モーションキャプチャーデバイス (HTC VIVE Tracker, HTC) を両手、腰、両足の計 5 か所に装着した。被験者に提示する仮想空間はゲームエンジン (Unity) で作成した。さらに jsPsych[6] ライブラリを使用し、オンライン上で実行できるロンドン塔タスクを作成した。作成するにあたり Pöllänen[7]を参考にした。

2. 3 実験手順

本実験は、セッション 1 とその 1 週間後に行うセッション 2 からなる。セッション 1 で被験者は PC にてオンライン上の実験ページにアクセスし、ロンドン塔タスク (図 1) とアンケート (TIPI-J[8]) を受けた。

セッション2では、医師のイメージを想起させる目的で、被験者はPCを用いて5分間「医者、または医者の衣服から連想されることについてできるだけ多く答えてください」という設問について入力した。次にヘッドマウントVRデバイス(HMD)とモーションキャプチャーデバイスを装着し、まず一般人のアバターで鏡のみが置いてある部屋のVR映像を見ながら、被験者自身とアバターとの違和感がなくなるように調整を行った。調整後、VR環境に慣れてもらうという名目で、被験者は白衣と聴診器をつけた医者アバターで、診察室のVR映像を見ながら、映像上の診察室内にある物(例：医療用ベッド)について三分間答えた。これにより最終的な調整と、VRの映像内の自分が医者アバターであることが認識できているか確認した。その後VR上で作業を3分間行った。作業内容は、「3秒に一個出現する球を医者アバターの手で触って消していく」

(図2) というもので、被験者の動きに対するアバターの動きを同期させる群と遅延500msが挿入される群の2群にそれぞれ12人ずつ割り当てて行った。内在遅延は約100msであった。作業後、被験者はHMDとモーションキャプチャーデバイスを外し、パソコンにてロンドン塔タスクとアンケート(自己身体認識、TIPI-J)を回答した。

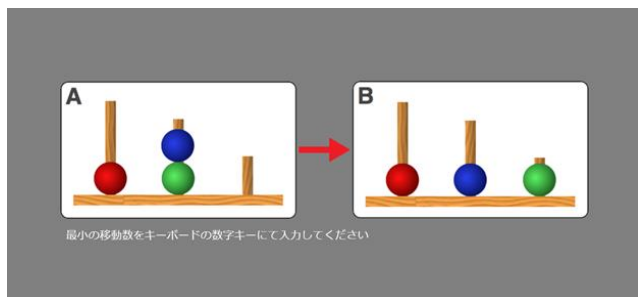


図1 ロンドン塔タスクの様子

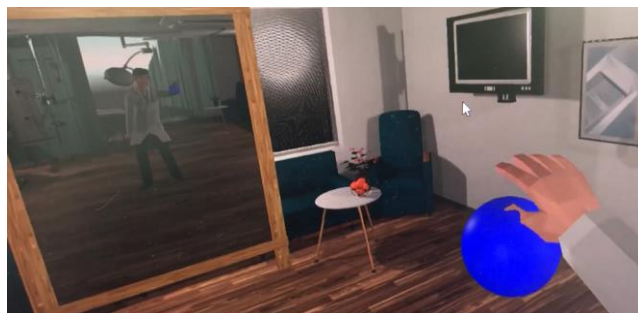


図2 実験の様子

2.3 自己身体認識を測るアンケート

セッション2のVR作業後、自己身体認識に関するアンケートを行った。このアンケートはKalckertら

[9]が用いた自己身体認識のアンケートを参考に本実験の内容に合うように改良、日本語訳を行い回答させた。このアンケートは、「とてもそう思う(+3)」から「まったくそう思わない(-3)」までの7段階リッカート尺度を用いた。アンケート項目は1~2が身体所有感、3~4が身体所有感ダメー、5~6が運動主体感、7~8が運動主体感ダメーであり、表1にアンケート項目を示す。

表1 アンケート項目

身体所有感	1	自分の身体を見ているかのように感じた
	2	アバターの身体が自分の身体であるかのように感じた
身体所有感ダメー	3	自分の身体がアバターに変わったかのように感じた
	4	二つ以上の身体を持っているかのように感じた
運動主体感	5	アバターの身体は、私の意思に従うように、思った通りに動いた
	6	アバターの身体の動きを私がコントロールしているかのように感じた
運動主体感ダメー	7	アバターの身体が私の意志をコントロールしているかのように感じた
	8	アバターの身体が私の動きをコントロールしているかのように感じた

2.4 ロンドン塔タスク

セッション1、2にて12題ずつ行ったロンドン塔タスクについて説明する。

図1のような画像が提示され、提示された目標状態にするために必要な最低の移動数をキーボード入力にて答えてもらった。左の棒は球が3つ入り、真ん中は2つ、右は1つ入る。ボールは上のものを外さないと下のボールを取り出すことはできないという制限がある。このタスクをセッション1と2では別の問題を用意し、被験者間でカウンターバランスをとった。答えの移動数が1から6の問題が2題ずつ、計12題がランダム順に出題された。配点は一問につき3点で、不正解した回数×1点減点され、合計点がスコアとなる。

3. 結果

3.1 自己身体認識

自己身体認識に関するアンケート項目のうち身体所有感に関する項目の平均スコアを図3に、運動主体感に関する項目の平均スコアを図4に示す。エラーバーは標準誤差を表している。

身体所有感のスコアについて0とのt検定を行ったところ、同期条件において有意なスコアが見られた($t(11) = 3.39, p < 0.001$; 図3)。条件間で二標本のt検定を行ったところ、有意差はみられなかった($t(22) = 0.957, p > 0.1$; 図3)。

運動主体感のスコアについて0とのt検定を行ったところ、同期条件において有意なスコアが見られた($t(11) = 12.20, p < 0.001$; 図4)。条件間で二標本のt検定を行ったところ、有意差が見られた($t(22) = 2.93, p < 0.01$; 図4)。

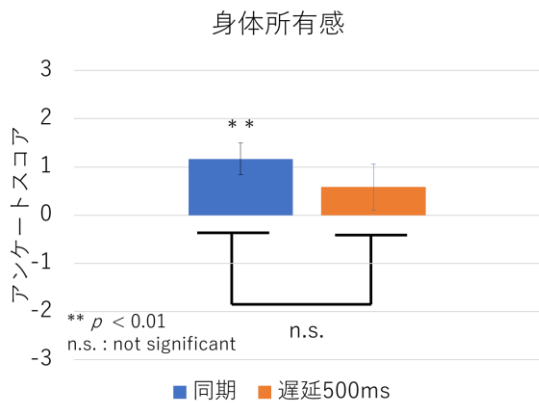


図3 身体所有感のアンケートスコアの平均値

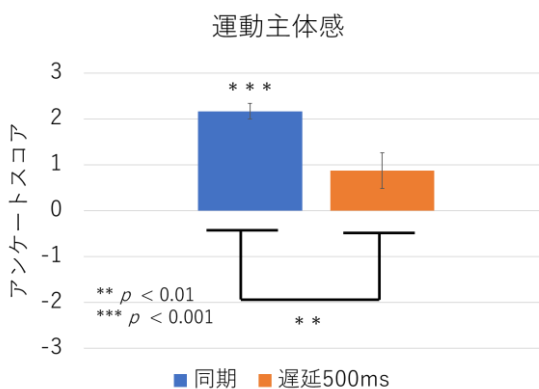


図4 運動主体感のアンケートスコアの平均値

3.2 性格特性の変化

図5にTIPI-J(性格検査)に関するアンケート項目の実験前後の差の平均スコアを示す。エラーバーは標準誤差を表している。

0とのt検定を行ったところ、協調性の項目で同期条件において有意に高い傾向のスコアが見られた($t(11) = 1.99, p < 0.1$; 図5)。さらに開放性の項目では同期条件において有意に高いスコアが見られた($t(11) = 2.83, p < 0.05$; 図5)。そして条件間で二標本のt検定を行ったところ、協調性の項目において有意に差がみられた($t(22) = 2.22, p < 0.05$; 図5)。さらに開放性の項目においても有意に差がみられた($t(22) = 2.86, p < 0.01$; 図5)。

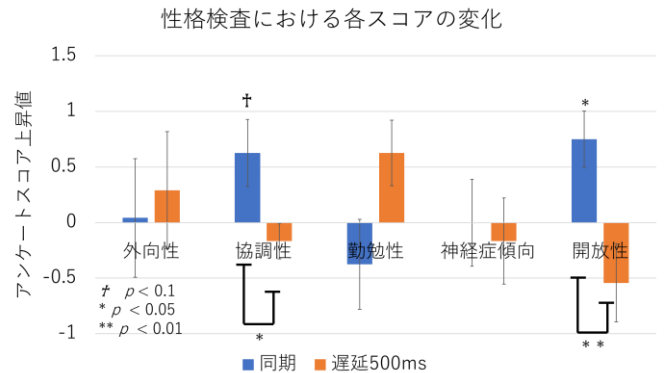


図5 性格検査のスコア上昇値の平均値

3.3 ロンドン塔タスク

図6にロンドン塔タスクのスコア上昇度の平均値、図7にロンドン塔タスクの各問題の一回目の回答への反応時間の変化の平均値を示す。エラーバーは標準誤差を表している。

スコア上昇値の平均スコアについて0とのt検定を行ったところ、同期条件において有意な傾向のスコアの上昇が見られた($t(11) = 1.91, p < 0.1$; 図6)。条件間で二標本のt検定を行ったところ、有意差はみられなかった($t(22) = 0.210, p > 0.1$; 図6)。

反応時間の変化の平均スコアについて0とのt検定を行ったところ、同期条件において有意なスコアの上昇が見られた($t(11) = 4.10, p < 0.05$; 図7)。条件間で二標本のt検定を行ったところ、有意差はみられなかった($t(22) = 1.19, p > 0.1$; 図7)。

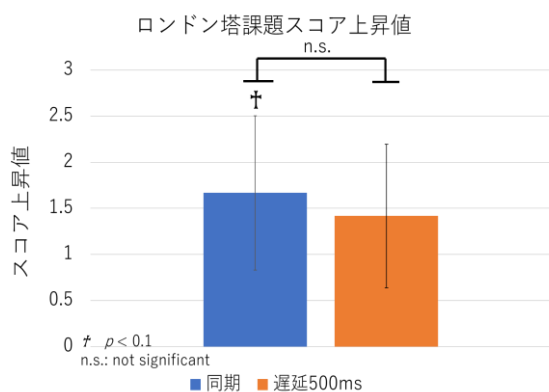


図6 ロンドン塔タスクのスコア上昇値の平均値

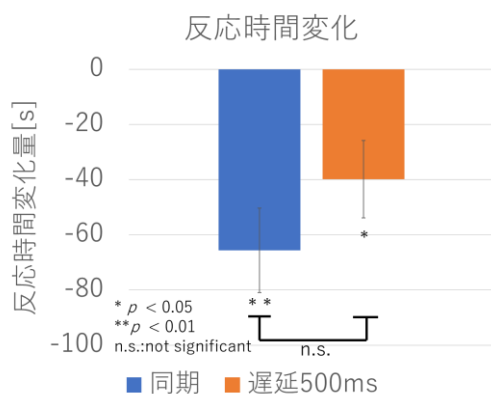


図7 ロンドン塔タスクの反応時間の平均値

4. 考察

本研究では被験者はVR上で医者のアバターへフルボディ錯覚した場合と遅延によりフルボディ錯覚を阻害された場合の2条件で作業を行った。その際のエグゼクティブ機能、また性格への影響を調査した。

自己身体認識のアンケート結果から、遅延500msが挿入された条件群は自己身体認識のアンケートスコアが低く、同期条件と比べフルボディ錯覚が阻害されていることが確認された。これにより今まで調査されていなかったフルボディ錯覚を阻害した群との比較が可能となった。次にロンドン塔タスクの結果より、医者アバターでのVR作業後、同期条件のみエグゼクティブ機能が上昇している可能性が示唆された。これは先行研究[4]の結果と整合性がある。さらに先行研究[4]では調査されていない、フルボディ錯覚を阻害した条件ではエグゼクティブ機能の上昇は抑制されていることが新たに示唆された。次に性格検査の結果より医者アバターでのVR作業後、同期条件のみ開放性と協調性の項目において性格特性の変化が起きていることが

確認できる。これにより先行研究[5]のように医者のアバターを身にまとうことにより、被験者は医者の特徴的な意味が引き起こされ、知性と関連のある開放性や優しさや信頼に関連のある協調性が上昇した可能性がある。しかし、これらの変化は医者のアバターによって引き起こされたものかフルボディ錯覚によって引き起こされたものか不明確なため、今後一般人のアバターで同様の実験を行い精査する必要がある。

文献

- [1] Gallagher I., (2000) "Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science." *Trends in cognitive sciences*, 4(1), 14-21.
- [2] Petkova, V. I., Khoshnevis, M., & Ehrsson, H. H. (2011) "The perspective matters! Multisensory integration in ego-centric reference frames determines full-body ownership." *Frontiers in psychology*, 2, 35.
- [3] Phillips, L. H., Wynn, V. E., McPherson, S., & Gilhooly, K. J., (2001). "Mental planning and the Tower of London", task. *The Quarterly journal of experimental psychology. A, Human experimental psychology*, 54(2), 579-597.
- [4] Banakou, D., Kishore, S., & Slater, M., (2018). "Virtually Being Einstein Results in an Improvement in Cognitive Task Performance and a Decrease in Age Bias.", *Frontiers in psychology*, 9, 917.
- [5] Hajo Adam, Adam D. Galinsky, (2012). "Encloded cognition", *Journal of Experimental Social Psychology, Volume 48, Issue 4, Pages 918-925*,
- [6] de Leeuw J. R., (2015). "jsPsych: a JavaScript library for creating behavioral experiments in a Web browser.", *Behavior research methods*, 47(1), 1-12.
- [7] Pöllänen, T., (2014). "Test battery of JavaScript-based cognitive tasks." Github repository. Retrieved from <https://github.com/tuuleh/masters-battery>.
- [8] 小塩真司, (2012) "日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み", *パーソナリティ研究* 21, 40-52.
- [9] Kalckert, A., & Ehrsson, H. H., (2012) "Moving a Rubber Hand that Feels Like Your Own: A Dissociation of Ownership and Agency.", *Frontiers in human neuroscience*, 6, 40.