



タスクごとのアバタ切り替えが マルチタスクのパフォーマンスに及ぼす影響

畑田裕二¹⁾, 鳴海拓志^{1,2)}

1) 東京大学 (〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, hatada, narumi@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)

2) JST さきがけ

概要: 複数のタスクを同時並行的に処理するマルチタスクでは、タスク切り替えに認知負荷を要するため、各タスクを個別に行うよりパフォーマンスが下がる。本研究では、アバタによる自己知覚の更新が人の思考様式を変容させる効果に着目し、タスク間でアバタを切り替えることが、マルチタスクのパフォーマンスに与える影響を調査するためのシステムを構築し、アバタ切り替えがタスクに応じて適切な記憶や思考様式の発現を促す可能性について検討する。

キーワード: ゴーストエンジニアリング, アバタ, マルチタスク

1. はじめに

オンラインコミュニケーションを駆使することで、時空間的な同期を必要としない働き方が可能になった。物理的に移動することなく、関わる人やコミュニティを瞬時に切り替えながら、個人が複数のタスクを並行して進めることが日常化しつつある。一方で、タスクや対話相手に合わせて頻繁に心理状態や思考を切り替えるマルチタスクは、人に高い認知負荷をもたらす、パフォーマンスの低下やストレスを引き起こすことが指摘されている [1]。そしてこの問題は、例えば、Eメールをチェックする回数を制限することがストレスの軽減につながったとする報告 [2] 等から考えるに、人の活動に占めるオンラインコミュニケーションの割合が増加するほど深刻化する。オンライン中心の働き方においてマルチタスクの弊害が深刻化する要因の一つとして、物理的な移動や服装の変化など、環境や身体の変化が失われやすい点が考えられる。服装 [3] や場所をはじめとする環境的文脈 [4] は、人の認知能力や記憶に影響を及ぼすことが報告されており、オフラインでの働き方においてこれらは心理状態を切り替える役割を担っていたと考えられる。これまでのところ、マルチタスクによる弊害を軽減する方法として、シングルタスクの時間を増やすことや、マインドフルネスのような自身の注意力をマネジメントする能力を養うことなどが考案されてきた。しかしこうした解決策には、オンラインを駆使した働き方においてマルチタスク状態を完全に排除することは難しいという限界や、効果を得るためにある程度の修練が必要になるといった課題がある。

他方、近年では、知性・感情・意志に代表されるような人の心的機能（ゴースト）は、身体と独立しているのではなく、身体特性との相互作用によって発現することが明らかになりつつある。そうした心理的知見に基づき、適切な心理状態を引き出すために身体特性を再設計する「ゴーストエンジニアリング」 [7] の技術が盛んに探求されている。

本研究では、このゴーストエンジニアリングの手法をオンラインでのマルチタスクに適用し、タスク間で異なるアバタ（バーチャル環境での身体）を用いることが心理状態の切り替えを促すか検証する。具体的には、マルチタスク下にある各タスクに対してそれぞれ専用のアバタを割り当て、それらを切り替えながら使用することが、各タスクに必要な認知資源へのアクセスを促進し、マルチタスクによるパフォーマンスの低下を軽減するかどうか検証する。身体がオンラインでのマルチタスクにもたらす影響を解明することで、リモートワークやデスクワークをより快適するための方法論に貢献する。以下では、構築したシステムと実験計画について述べる。

2. 関連研究

2.1 マルチタスクの問題点とその解決手法

複数の作業を短時間の内に切り替えながら並列に行っている状態をマルチタスクと呼ぶ。一般にマルチタスクの状態において、人は複数のタスクに同時に注意を向けることはできず、瞬間的に注意の向きを切り替えながら対応している。タスクを頻繁に切り替えることは人に高い認知負荷をもたらすことが知られており [5]、マルチタスクの弊害とも呼べるネガティブな効果が多く報告されてきた。例えば、数独¹とシークワーズパズル²のような異なる認知処理を必要とするタスクを特定の時間で区切って交互に行うと、各タスクを個別に行うよりもパフォーマンスが下がる [1]。また、文章を読んでいる途中でインスタントメッセージに返信をする作業を強いられると、返信にかかった時間を除外しても、返信をしなかった場合に比べて文章を読み終わる

¹ 3×3 のブロックに区切られた 9×9 の正方形の枠内に、1~9までの数字を入れるペンシルパズル。縦・横の各列及び、太線で囲まれた 3×3 のブロック内に同じ数字が複数入ってはいけない。
² 文字がちりばめられた盤面から、上下・左右・斜めの八方向に一直線に並んでいる隠された言葉を探し出すパズル

までの時間が増大する [6]。こうした事例は、あるタスクを中断して別のタスクに切り替えるには認知コストが必要であり、瞬時に思考や心理状態を切り替えることができないことを示唆している。

マルチタスクの問題に対してこれまでに明らかになっている有効な解決方法は、メールをチェックする回数を制限する [2]、マインドフルネス瞑想を取り入れる [9] など、自身の注意力を主体的にマネジメントすることである。しかし、自身の注意力を適切にマネジメントするためには一定のトレーニングを要するため、誰でも容易に（仕事のスタイルを変えることなく）実行できるとは言い難い。そこで本研究では、タスクに要する認知資源へのアクセスを促すために、タスクに合わせて身体も変化させるシステムを構築する。仕事場と家庭間で衣服を変えてきたオフラインでの働き方に着想を得て、タスクごとに身体（アバタ）を変化させることで、マルチタスク下においてパフォーマンスの低下を防ぐ効果が得られると考えた。

2.2 ゴーストエンジニアリング

近年、自己とは異なる身体特性のアバタにも身体所有感を生起できる VR 技術を活用することで、身体と心の相補的關係を探究しやすい土壌が整っている [7]。背の高いアバタを使ったユーザは背の低いアバタを使ったユーザより交渉において積極的に振舞うなど、アバタの外見がユーザの認知能力や行動を変容させるプロテウス効果 [8] の発見以後、人の心的機能（ゴースト）が身体特性に応じて変容することを示す事例が様々に報告されている。こうした心理学的知見に基づいて、状況に応じて適切な認知や振る舞いを引き出すために身体を再設計する工学技術がゴーストエンジニアリングである [7]。

身体と心の関係に関する研究の多くは、自尊心の低い人はアインシュタインのアバタを使うことで認知課題の成績が向上する [10] など、アバタの外見から想像されるステレオタイプに基づいて認知や行動の変容を促す効果を実証してきた。これに対して本研究は、アバタを切り替えることそのものがステレオタイプによらずにタスクに要する認知資源へのアクセスの仕方を変えることに繋がり、マルチタスクにおけるパフォーマンス低下を軽減する効果を持つか検証する。複数の身体を目的に応じて使い分けるといった身体のある方が持つ効用を検証することで、ゴーストエンジニアリング研究の深化に貢献する。

3. 実験計画：タスク間でのアバタ切り替えがタスク

パフォーマンスに及ぼす影響

3.1 仮説

実験用の白衣を着用すると注意力を要する課題のパフォーマンスが向上する [3] といったように、身体に関する外見的变化は特定のタスクに必要な心理状態を引き出す効果を持つ。そこで、タスクに対して使用するアバタを固定化することで、タスク切り替え時に、そのタスクに必要な認知資源にアクセスすることを促し、発生する認知負荷を軽減で

きる可能性があると考えられる。ただし、短時間でアバタが頻繁に切り替わることが自己知覚の混乱を招き、逆にパフォーマンスが下がってしまう可能性もある。本稿では、複数の身体を使い分けるとの効果について、以下の仮説を検討するためのシステムを構築する。

1. マルチタスクにおいてタスク間でアバタを切り替えることは、切り替えなかった場合に比べて高いパフォーマンスを発揮することができる。
2. タスクに対して使用するアバタを固定化することは、心理状態の切り替えを円滑化し、上記の効果を強める。

3.2 システム

実験システムは、ソーシャル VR プラットフォームである VRChat³にアップロードされたオリジナルワールドの一つとして構築された（図 1）。これにより、実験参加者は自宅から実験環境にアクセスすることができるようになり、テレワークと近い状況設定が可能になるという利点がある。ユーザは VRChat を通じて実験環境にアクセスし、実験実施者とアバタを介したコミュニケーションを取ることができる。以下、特に断りが無い限りは、各参加者が VRChat にアクセスするために利用している物理環境ではなく、VR 環境（VRChat のワールド）の説明であるとする。

実験環境内には、鏡、タスク切り替えスイッチ、タスク提示パネルが実装されている。鏡は参加者の姿を映すことで、身体所有感を向上させるとともに、アバタが切り替わったことを認識させる役割を持つ。アバタ切り替え有条件では、参加者がタスク切り替えスイッチを起動すると、参加者のアバタは実験実施者が事前に指定したアバタ（図 2）へと切り替わり、5 秒後にもう一方のタスクに移行する。アバタ切り替え無条件では、タスク切り替えスイッチを起動してもアバタは変化せず、5 秒後にもう一方のタスクに移行する。タスク提示用パネルはタッチパネルとなっており、ユーザはワールド内に設置されたペンで触れることで、次項で説明するタスクに解答することができる。一方のタスクに取り組んでいる時、もう一方のタスク提示用パネルは表示されない。

3.3 タスク

マルチタスクに関連する研究として、これまで心理学の領域では、タスクスイッチングとパフォーマンスの関係が調べられてきた。タスクスイッチングの研究では、瞬間的な判断を必要とする計算問題や認知課題がタスクとして使用されており、実生活で直面するような複合的な手順を要するタスクにおけるマルチタスクを調べた研究は少ない。本実験では、より実生活に即した複合的課題を用いてマルチタスク時のパフォーマンスを検討した数少ない先行研究 [1] を参考に、タスク選定と実験デザインを行った。Buser らは、数独とシークワーズパズルをタスクに取り上げ、特定の時間に区切って交互に取り組む実験を実施した。これは、緊急性の高い別のタスクによって作業の中断を強いられる

³<https://www.vrchat.com/>



図 1: ワールドに設置された鏡と矢印状のタスク切り替えスイッチ. スイッチを作用させるとアバタが変化するとともに, 次に取り組むタスクが出現する.



図 2: 使用するアバタ. 左はビジネスマン, 右はロボット.

点, さらに一方のタスクから戻った後も同じ問題に取り組み続けることができる点において, 実生活のマルチタスクと共通点を持つ. 本実験においても, 数独 (図 3) と日本語のシークワーズパズル (図 4) の 2 つをタスクとして取り上げる. シークワーズパズルに関しては, 実験参加者が非英語母語話者であることを考慮して, Buser らのような英語版ではなく日本語のカタカナを用いたものを実験実施者が作成した. ただし本実験を実施する前に, 作成したタスクの難易度が制限時間に対して適切であるか評価する予備実験を行い, 各タスクを個別に行った際の達成率が 5 割から 8 割程度になるように調整する. 数独については正しい解答で埋められたマス目の数, シークワーズパズルに関しては正しく発見した文字列の数をスコアとして評価する.

3.4 実験条件

タスクを切り替える際に使用アバタも同時に切り替える「アバタ切り替え有条件」と, タスク間で同一のアバタを使用し続ける「アバタ切り替え無条件」の 2 群について, 被験者間実験を行う. 各タスクは 2 分間でもう一方のタスクに切り替えなければならないとし, それぞれ合計 12 分間取り組むものとした.

アバタ切り替え無条件では, どちらのタスクにおいてもビジネスマンアバタを使用する. 他方, アバタ切り替え有条件では, 数独タスクに対してビジネスマンアバタを, シークワーズパズルタスクに対してロボットアバタを割り当てた

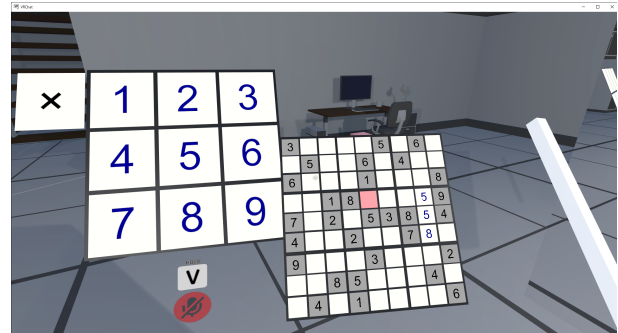


図 3: タスク A: 数独. ワールド内に設置された棒で解答したいマスをタッチし, 左の解答パネルから数字を選ぶことで入力できる.

メ	ネ	ツ	キ	ギ	セ	マ	カ	キ	リ	ン	メ
サ	コ	サ	ク	ナム	ダ	ミ	エ	ア	ゴ	ズ	
カ	ウ	ビ	ヘ	ウ	ソ	チ	ヤ	ゴ	ル	ハ	ス
ヨ	モ	ロ	オ	ラ	ド	ヨ	ニ	ン	ミ	ム	ズ
ヤ	リ	メ	フ	ク	ロ	ウ	ゲ	ミ	カ	ス	ト
ニ	マ	ン	ギ	ン	ベ	ラ	フ	ラ	オ	タ	ノ
ク	カ	バ	イ	ボ	ク	ハ	ト	フ	オ	ー	イ
シ	ラ	ッ	ヌ	ン	パ	リ	ム	ツ	タ	カ	ロ
シ	カ	タ	オ	ト	ヨ	ン	ヌ	マ	ナ	バ	ジ
ノ	ダ	レ	ヤ	ル	ギ	ワ	ダ	テ	ウ	ル	ツ
イ	メ	シ	ジ	ラ	タ	サ	ラ	リ	ゴ	マ	ヒ
カ	ー	ル	ガ	ン	カ	ホ	ウ	ア	チ	モ	シ

図 4: タスク B: シークワーズパズル. 縦・横・斜めのいずれかの方向に生き物の名前が隠されている.

(図 2). ビジネスマンアバタは, Microsoft Research が公開している Rocket Box Avatar Library⁴において Business と表記されているアバタの中から, 日本人の外見に近いもの (男女) を採用した. とりわけ女性においては異性アバタを使用すると身体所有感が低下する可能性があるため [11], 実験においては, 実験参加者の性別に合わせたアバタを使用する. ロボットアバタは, 人から外見が大きく変わるために身体が切り替わった自覚を促しやすい点に加えて, 仕事においてロボットを遠隔操作するシナリオを想定して Unity Asset Store⁵より採用した.

3.5 手続き

参加者は実験環境を訪れる前に, 実験内容について説明を受け, 実験に参加するために使用している設備などについての簡単なアンケートに回答する. 実験環境を訪れた参加者は, 使用するアバタ, 取り組むタスク, タスク切り替えスイッチについて説明を受ける. 実験実施者が実験プログ

⁴<https://github.com/microsoft/Microsoft-Rocketbox>

⁵<https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/humanoids/sci-fi/irobots-characters-3795>

ラムを作動させた後、参加者は数独タスクから取り組み始める。2分が経過したところで実験実施者はタスク提示パネルを消し去り、代わりにタスク切り替えスイッチを出現させる。参加者は直ちにタスク切り替えスイッチを起動し、もう一方のタスクに取り組み始める。以後、両タスクに取り組んだ時間が12分に達するまでタスクの切り替えを繰り返す。両タスクに12分間取り組んだ後、問題を変えて同様の手続きをもう一度行う。

4. おわりに

本稿では、人の認知や行動が身体特性に応じて発現する性質に着目し、タスクに対して使用するアバタを固定化することがマルチタスクにおける認知負荷軽減を促すかどうか検討するためのシステム構築を行った。今後は本実験を行い、オンラインでの働き方においてアバタを活用する方法について検討していく。

謝辞 本研究の一部はJST さきがけJPM JPR17J6(17939529)の支援を受けておこなわれた。

参考文献

- [1] T. Buser and N. Peter: Multitasking; *Experimental Economics*, 15, 641–655 (2012)
- [2] K. Kushlev and E. W. Dunn: Checking email less frequently reduces stress; *Computers in Human Behavior*, 43, 220–228 (2015)
- [3] H. Adam and A. D. Galinsky: Enclothed cognition; *Journal of Experimental Social Psychology*, 48(4), 918–925 (2012)
- [4] S. M. Smith and E. Vela: Environmental context-dependent memory: A review and a meta-analysis; *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 203–220 (2001)
- [5] B. Liefoghe, P. Barrouillet, A. Vandierendonck, and V. Camos: Working memory costs of task switching; *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 34(3), 478–494 (2008)
- [6] L.L. Bowman, L.E. Levine, B.M. Waite, and M. Gendron: Can students really multitask? An experimental study of instant messaging while reading; *Computers and Education*, 51, 927–931 (2010)
- [7] 鳴海 拓志: ゴーストエンジニアリング: 身体変容による認知拡張の活用に向けて; *認知科学*, 26(1), 14–29 (2019)
- [8] N. Yee and J. Bailenson: The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior; *Human Communication Research*, 33(3), 271–290 (2007)
- [9] T. Gorman and C. S. Green: Short-term mindfulness intervention reduces the negative attentional effects associated with heavy media multitasking; *Sci Rep*, 6(24542), 7 (2016)
- [10] D. Banakou, S. Kishore, and M. Slater: Virtually Being Einstein Results in an Improvement in Cognitive Task Performance and a Decrease in Age Bias; *Frontiers in Psychology*, 9, 917 (2018)
- [11] V. Schwind, P. Knierim, C. Tasci, P. Franczak, N. Haas, and N. Henze: “These are not my hands!”: Effect of Gender on the Perception of Avatar Hands in Virtual Reality; In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17)*, 1577–1582 (2017)