



# 新しい身体への没入と自在化を実現する VR 空間 Jizai Safari の開発

Jizai Safari : VR Space for Immersive Experience in New Body

鈴木康太<sup>1)</sup>, 岩崎悠希子<sup>1)</sup>, 杉本麻樹<sup>2)</sup>, Theophilus Teo<sup>2)</sup>, 福岡正彬<sup>2)</sup>  
西田野々香<sup>1)</sup>, 加藤史洋<sup>1)</sup>, 岩田浩康<sup>1)</sup>,

Kouta Suzuki, Yukiko Iwasaki, Maki Sugimoto, Theophilus Teo, Masaaki Hukuoka, Nonoka Nishida, Humihiro Kato,  
Hiroyasu Iwata

- 1) 1) 早稲田大学 創造理工学部 総合機械工学科 (〒162-0042 東京都新宿区早稲田町 27 グリーン・コンピューティング  
・システム研究機構, [kouta.suzuki0614@ruri.waseda.jp](mailto:kouta.suzuki0614@ruri.waseda.jp))  
2) 慶應義塾大学 (〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1, [info@im-lab.net](mailto:info@im-lab.net))

**概要** : VR 空間で音声による随意操作が可能な 2 本の追加の腕を得たとき, それらを自在化するためにはどのような訓練が効果的か, VR 空間での自在化体験が現実の身体に与える影響は何かという点に関する検証を行うため, タコの身体に没入する VR 空間を構築した. 本研究では, 餌となる魚を保持するタスクと, 天敵を追い払うタスクで段階的な認知的負担をかける訓練を実現し, 人間の注意資源・並行処理能力の強化方法に関する調査を行う.

## 1. はじめに

近年, 身体を拡張する提案はいくつかされている. その中でも, 自然身体に新たな身体を追加する手法は数多く提案されており, 第三の腕に関する研究[1]や, 第六の指に関する研究[2]などがある. これらの研究は人間の身体を基本とし, そこに追加する身体について議論したものである. しかし, まだ一般的に受け入れられているとは言えず, 人間の認知的に新しい体をすぐに使いこなせるわけではない.

そこで, 我々は一般人にゲーム感覚で拡張身体の世界に慣れ親しんでもらい, その中で新しい体を使いこなすためのトレーニングができる環境をコンセプトとして Jizai Safari(図 1)を提案する. Jizai Safari は, 人間とは異なる身体構造, 能力を持つ動物の身体に没入することができる VR 空間である. 人間が元の身体とはかけ離れた身体構造をもつ動物に入り込み, フクロウの持つ広い視野や, カメレオンの持つ長い舌, タコのもつ複数の腕などの新しい身体を自由自在に操るためのトレーニングを行う.



図 1 Jizai Safari のイメージ

そして, 今回の研究において対象としたのは, 人間よりも多くの腕を持つタコの身体であり, 腕を追加することで同時並行が可能な作業数を増やすことに着眼する. 以降は, Jizai Safari のうちのタコに関するエリアである Octopus area について説明する.

## 2. Octopus area の概要

### 2.1 Octopus area の目的

拡張身体には様々なタイプがあり, 自然身体に拡張肢を付け足すといったものもある. それらを自由自在に操ることが理想ではあるが, 拡張肢にも注意を払わなければなら

なくなるため、いわばマルチタスク状態であり、より多くの注意資源が求められる。しかし、人間の注意資源には限界がある[3]ため、最初から自由自在に操ることは難しいと考えられる。さらに、過度なマルチタスク状態を日常的に続けることは、人間の認知に悪影響を与えるということも分かっている[4]。そこで、この問題を解決する手法として、拡張肢側の要求注意量を低減することと、人間の注意資源自体を増強するということが考えられる。今回は後者の手法をとることにした。

本論では、我々は人間の持つ注意資源自体をトレーニングによって、増強することを考えた。具体的な手法としては、その人間の持っている注意資源でできる限界量のマルチタスクを課し、そのマルチタスクのパフォーマンスが安定した時に、そのタスクの要求注意量を一段階引き上げることを繰り返すというものである。タスクの要求注意量を引き上げていくことによって、使用可能な注意資源の拡張を目指すということである。

## 2.2 システム構成

人間の認知限界、マジカルナンバーは4前後であると言われている[5]ことから、初めから8本の腕を操ることは難しいと考え、今回のシステムは自然身体に備わっている2本の腕に、追加で2本の腕を加えた4本の腕を操るものとした。また、日常的に行うマルチタスク状態として、PC作業中や料理中など、両手で基本の作業を行いつつ、他のタスクに対応するといった場面を想定し、本システムでも基本的には両手でメインタスクをやりながら、サブタスクに3,4本目の腕で対応するというタスク構成にした。そして、認知負担の調整に関しては、サブタスクの難易度を上げ、要求注意量を引き上げていくことによって行うものとした。

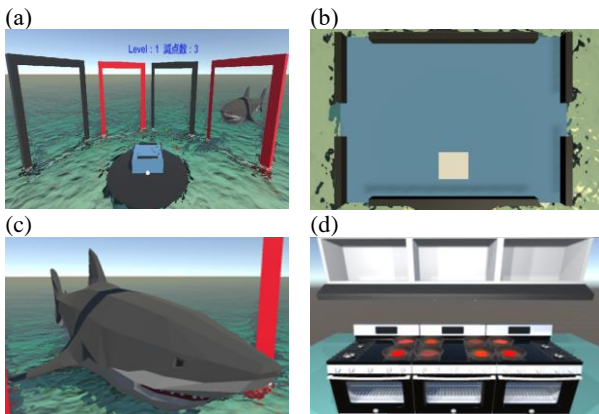


図2 (a) システム全体図, (b) メインタスクを行う生け簀, (c) サブタスクで倒すサメ, (d) テストステージ

全体の構成としては図2(a)のようになっている。メインタスクは、手前に存在する図2(b)の生け簀で行うもので、この中をランダムに動き回る小魚が、6つの隙間から外に出ようとするのを両手で隙間を抑えることによって防ぐというものである。サブタスクは、図2(a)のような4

つの窓から、ランダムなタイミングで襲ってくるサメを撃退するというもので、場所もランダムとなっている。腕の操作方法は音声によるもので、体験者は3・4本目の腕で攻撃する「位置」と、「攻撃する」という動作内容を声で指示する。実際には、声での指示を聞いた第三者がキーボードを操作することによって、音声指示を反映させる。

図2(d)には、被験者が使用できる注意資源の量を比較するためのテストステージを示す。被験者が対応しきれない量のタスクを課し、対応できていなかった時間の量を比較することによって、注意資源の変動を評価する目的がある。タスクの内容としては、時間が経過するごとに、ハンバーグやステーキの色が変化する（焼けていく）ので、それが焦げる前の適切なタイミングでひっくり返す。ひっくり返すことのできるタイミングは限られており（図3の左から3番目）、常に注意を向ける必要がある。今回は、焦げている時間を（図3の左から4番目の状態）、注意を向けることができなかったエラー時間として、この総量を比較することによって、使用できる注意資源の総量の変動を評価する。

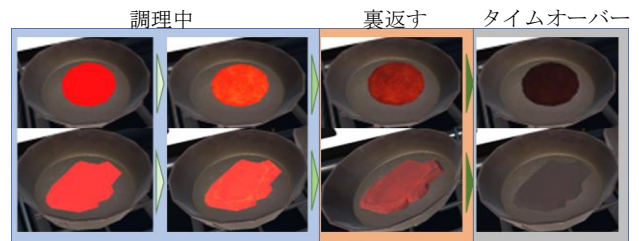


図3 テストステージの色の変化

## 3. おわりに

今回は、新たな拡張身体の形として Jizai Safari を提案した。今後の展望としては、被験者を集めて実験データを集めながら、トレーニングステージの認知負荷のかけ方とテストステージの評価手法の改善と検討を行い、研究仮説の妥当性を検証していく。

謝辞 本稿は、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 ERATO JPMJER1701 および早稲田大学グローバルロボットアカデミア研究機構の支援を受けたものである。

## 参考文献

- [1] Y. Iwasaki, T. Watanabe, and H. Iwata, "Research for a human-manipulative Third Arm," The Proceedings of JSME annual Conference on Robotics and Mechatronics (Robomec), vol. 2016, no. 0, pp. 1A2-14a7, 2016.
- [2] K. Umezawa, Y. Suzuki, G. Ganesh, and Y. Miyawaki, "Bodily ownership of an independent supernumerary limb: an exploratory study," Scientific Reports 2022 12:1, vol. 12, no. 1, pp. 1-11, Feb. 2022.
- [3] T. Strobach, M. Wendt, and M. Janczyk, "Editorial: Multitasking: Executive Functioning in Dual-Task and

Task Switching Situations,”Frontiers inPsychology, vol. 9, no. FEB, p. 108, Feb. 2018.

[4] Travis Bradberry, “The real harm in Multitasking” Inc. Business online, 2015.1.6, <https://www.inc.com/travis-bradberry/the-real-harm-in-multitasking.html>

[5] Nelson Cowan, “The magical number 4 in short-term

memory”, Behavioral and Brain Sciences, Volume 24, Issue 1, pp. 87 - 114, February 2001.