

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：13904

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12477

研究課題名(和文)自己運動知覚増強のための自己消滅法

研究課題名(英文)Diminishment of body for enhancing vection

研究代表者

北崎 充晃 (Kitazaki, Michiteru)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：90292739

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文): 本研究は、これまで考慮されていなかった自己身体と自己運動知覚の関係を直接的に解明することを目的とした。認知される身体性を操作して、ベクションを感じ始める時間(潜時)と押していた総時間(持続時間)を指標とし計測した。その結果、可視身体の方が持続時間が不可視身体よりも有意に長かった。さらに、身体運動と同期したアバタを提示する条件の方が非同期に運動する身体を提示するよりも潜時が有意に短く、持続時間が有意に長かった。したがって、予想に反して、身体所有感の増強がベクション知覚を促進し、自己消滅が外界の認知を増幅する可能性があることが示された。

研究成果の概要(英文): We aimed to investigate the relationship between body ownership and vection (visually induce self-motion perception). In a series of experiments, we measured latency and duration of perceived vection of observers while their body ownership and representation were modified using virtual reality. The duration of vection was significantly longer when an avatar was visible than invisible. The latency of vection was shorter and the duration of vection was longer when the avatar was synchronously moving with participants than when the avatar was asynchronously moving. Thus, it is suggested that the enhancement of body ownership facilitates vection perception and the diminishment of one's own body facilitates perception of environments.

研究分野：バーチャルリアリティ

キーワード：身体認知 自己運動知覚 身体所有感

1. 研究開始当初の背景

1.1 身体所有感覚の人工的な誘発

人が自分の身体がまさに自分自身のものであると感じる「身体所有感覚 (Body Ownership)」について、視触刺激の統合による錯覚やバーチャルリアリティを用いた身体運動の同期による錯覚を用いた研究が行われている。前者はラバーハンド錯覚として知られ、後者は Full body illusion (全身所有感覚の錯覚) や Out-of-body experience (体外離脱) として知られる。大きさ、色、形などが異なる様々な身体 (部位) に対して身体所有感覚の錯覚が誘導されることが分かっているが、身体所有感を消滅させる研究は少ない。本研究は、身体所有感覚の消滅に焦点をあて、その方法を探り、認知に及ぼす影響を調べる。

1.2 視覚性自己運動知覚の発生要因

広い視野に視覚的運動を提示すると、自己身体が受動的に動かされて感じる感覚が誘発される (視覚性自己運動知覚, Vection) ベクシヨンの規定要因として、視野の広さ、奥行きにおける奥の運動成分、注意を向けない運動成分が明らかになっている。一方、身体認知に関する要因についてはほとんど明らかにされていない。

2. 研究の目的

本研究では、バーチャルリアリティ空間で身体所有感を誘発し、かつその身体性の操作を実現し、それがベクシオンにどのような効果を及ぼすか検討することを目的とした。

3. 研究の方法

3.1 実験 1 : 可視身体と不可視身体

被験者は、ヘッドマウントディスプレイ (Oculus Rift DK2, 画面解像度 1920x1080, 水平視野角 90deg, 垂直視野角 110deg, 更新周波数 75Hz) を通してコンピュータ (DELL XPS 8900(OS Windows 10, メモリ 16.0GB,

CPU Intel(R)Core(TM) i7-4790 CPU @3.60GHz, グラフィックボード AMD Radeon Graphics Processor R9 380) によって視覚刺激を両眼で観察した。また被験者は椅子に座り、その姿勢撮影を Microsoft Kinectv2 でリアルタイムに測定し、同一のコンピュータで取り込んだ。

刺激と条件: 視覚刺激として、バーチャルな部屋と被験者の身体動作に同期するアバタを提示した。このとき可視化条件として、アバタがバーチャル空間で表示されている可視状態と、非表示にしている不可視状態を設定した。(図 1)

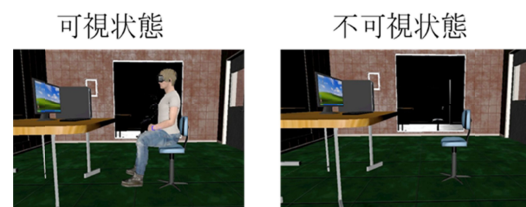


図 1 可視化条件(可視,不可視)

手続き: 被験者は HMD を装着し右手にマウスを持った状態で、ヘッドフォンを付けて刺激を観察した。

暗転 2s, 前方を 6s 観察した後、右横にある鏡に映るアバタを観察し、アバタの足を 20s 観察した(図 2)。その後、被験者を中心に鉛直軸周りにバーチャルな部屋が回転する映像を 30s 間観察(図 3)した。このとき、ベクシオンを感じている間運動を感じている方向のボタンを押す(右に回って感じるなら右ボタン)ことを要求された。これによって、ベクシオンを感じ始めるまでの時間(潜時)とその持続時間を取得した。

各被験者は、可視化条件 2 水準(可視,不可視)と回転方向 2 水準(右,左)の組み合わせ 4 試行を 1 セッションとしてランダムな順で行い、計 10 セッションを行った。

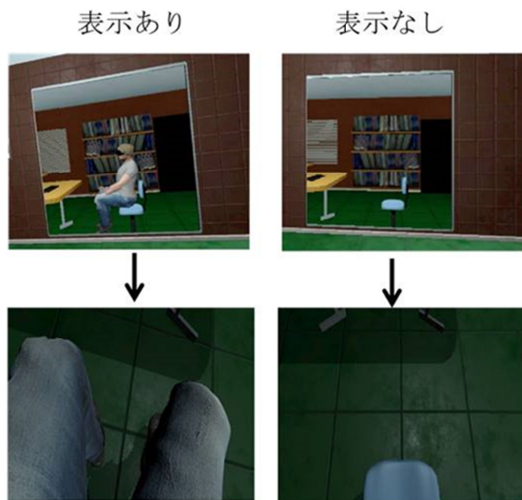


図2 視覚刺激(全身,脚部)



図3 回転方法 概略図

3.2 実験2：同期身体と非同期身体

次に、身体運動の同期性がベクションにどのような影響をもたらすか検証することを目的とした。身体運動と同期したアバターが提示されると身体所有感が生じ、非同期運動する身体が提示されると身体所有感は消滅する。

実験には目的を知らない10名の被験者(男性9名,女性1名,平均年齢20.23歳)が参加した。被験者は実験1と同じ実験環境とバーチャルリアリティ空間で鏡に映るアバターを観察した後、アバターの足元を観察した。この時同期条件ではアバターの身体の動きが同期して動き、非同期条件では非同期に動いた。非同期条件では、事前に記録しておいた他者の運動パタンのうち1つをランダムに再生

することで、非同期身体を実装した。

4. 研究成果

4.1 実験1の結果

アバターの身体を可視化した方が、不可視身体よりも潜時が早い傾向があった。ただし、統計的には有意差は見られなかった($F[1,11]=3.0524$, $p=0.1084$, $\eta^2=0.2172$) (図4)。

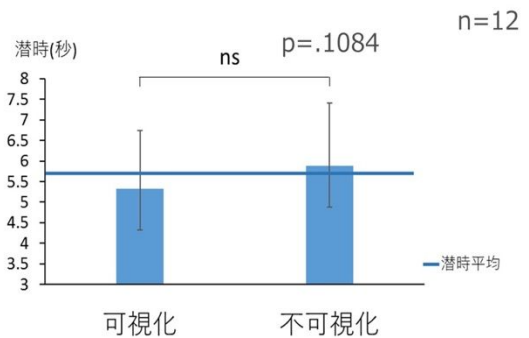


図4 実験1の結果(可視化条件の潜時)

ベクションの持続時間については、可視化身体の方が不可視身体よりも持続時間が長く、可視化による有意差も認められた($F[1,11]=4.8627$, $p=0.0496$, $\eta^2=0.3066$; 図5)。

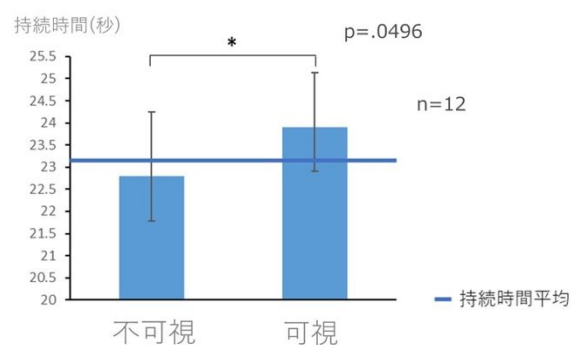


図5 実験1の結果(可視化条件の持続時間)

4.2 実験2の結果

ベクションの潜時については、同期条件と非同期間でほとんど差は見られず、有意差も認められなかった($F[1,9]=0.059$, $p=0.8135$, $\eta^2=0.0065$; 図6)。

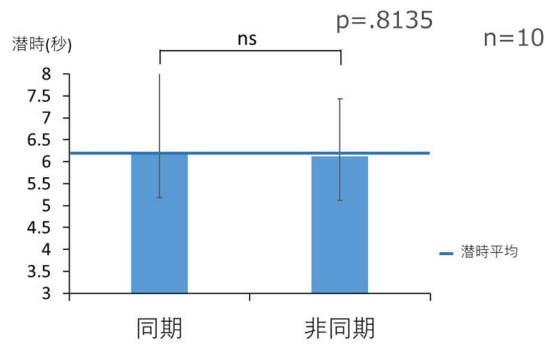


図6 実験2の結果(同期条件の潜時)

持続時間については、同期条件間でほとんど差は見られず、有意差も認められなかった ($F[1,9]=0.0009$, $p=0.9769$, $\eta^2=0.0001$, 図7)

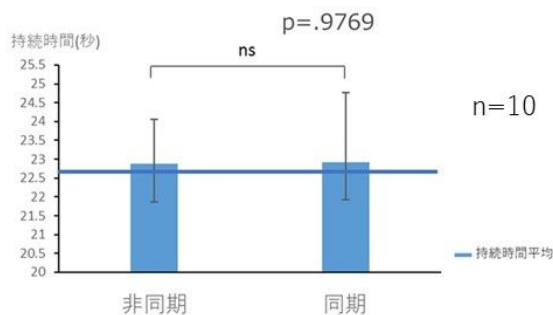


図7 実験2の結果(同期条件の持続時間)

4.3 考察

実験1では身体を可視化することでベクションの持続時間が不可視身体よりも有意に長くなった。また潜時も早くなる傾向があった。実験2では同期条件間で潜時、持続時間共に差は見られず、有意差も見られなかった。ただし、これらの実験ではKinectという簡易式のモーションキャプチャシステムを用いていたために身体同期の精度に問題があると思われた。そこで、高精度なモーションキャプチャ装置(Vicon Bonita 10, 12カメラ・システム)を用いて研究を行ったところ、実験2と類似した条件において、身体同期条件で身体非同期条件よりもベクション潜時

が早くなり、持続時間が長くなった。

以上の結果から、身体の不可視化や非同期化による身体消滅は、ベクションを増強するのではなく、むしろ抑制することが示された。これは当初の予測とは反対のものであるが、未だ報告されていない新規性の高い発見である。

また、身体消滅の開発において、手足の先のみを同期提示することで、身体所有感を保ったまま身体を不可視にする方法を発見した。

実験参加者にHMD(Oculus Rift DK2)を装着し、2m前方に手袋と靴下だけを提示した。20人の大学生・大学院生が、自分の身体運動と同期して手袋と靴下が動いて見える条件と、非同期に関係なく動く条件を各2回、5分ずつ体験した。その結果、身体運動と同期して動く手袋と靴下の間に透明な身体があるように知覚され、それが自分の身体と感じられるという回答が、非同期条件よりも有意に高くなった。つまり、同期条件では、自分の透明な身体が2m先にあるかのように知覚された。次の実験では、透明身体と全身アバターとの比較が行われ、そこには有意な差は見られなかった。最後の実験では、2m前の透明身体への所有感の錯覚を感じている際には、自分の居る場所が前方(透明身体のある方向)にずれて知覚されることが行動計測により示された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

Kondo, R., Sugimoto, M., Minamizawa, K., Hoshi, T., Inami, M., and Kitazaki, M. (2018). Illusory body ownership of an invisible body interpolated between virtual hands and feet via visual-motor synchronicity, *Scientific Reports*, 8:7541 DOI:10.1038/s41598-018-25951-2

(査読有り)

北崎充晃 (2017), サイバー空間と実空間をつなぐ we-mode の可能性, 心理学評論, 59(3), 312-323. (査読無し)

[学会発表](計 10 件)

Kitazaki, M., Fujisawa, S., Sugimoto, M. and Inami, M. (2018). Vection modulated by awareness to the own body. VSS (Vision Sciences Society meeting), St. Pete Beach, Florida, USA, May 19th 2018, 23.321

北崎充晃 (2017). テレプレゼンスと自己運動, 身体所有感覚, テレイグジスタンス OS, 3F2-03, 日本バーチャルリアリティ学会, 徳島, September 2017

濱田健夫, 北崎充晃 (2017). 拡張現実感ナビゲーションにおけるほぼ透明な身体による方角指示, 3F2-03, 日本バーチャルリアリティ学会, 徳島, September 2017

藤澤覚司, 谷本日向, 北崎充晃 (2017). 身体性操作が視覚性自己運動知覚に及ぼす効果, 1F1-01, 日本バーチャルリアリティ学会, 徳島, September 2017

Kitazaki, M. (2017). Body and mind in virtual environment. The 2017 International Conference On Advanced Informatics: Concepts, Theory And Application (ICAICTA2017), August 16-18. Bali, Indonesia. (基調講演, 招待)

Kitazaki, M. (2017). Proprioceptive self-localization modulated by vection. VSS (Vision Sciences Society meeting), St. Pete Beach, Florida, USA, May 21st 2017, 33.3015

Hamada, T., Okada, M., and Kitazaki, M. (2017). Jogging with a Virtual Runner using a See-Through HMD. IEEE Virtual Reality (VR) 2017, Los Angeles, CA, USA,

March 2017. Proceedings of IEEE Virtual Reality (VR) 2017, 445-446.

Fujisawa, S., Hamada, T., Kondo, R., Okamoto, R., and Kitazaki, M. (2017). A body odyssey: exploring the human body as digested food. The 8th Augmented Human International Conference (AH '17), Silicon Valley, CA, USA, March 16-18 2017. [Best demo award] Proceedings of the 8th Augmented Human International Conference (AH '17), Article 39, 2 pages. DOI: 10.1145/3041164.3041209

Kitazaki, M., Hirota, K. and Ikei, Y. (2016). Minimal virtual reality system for virtual walking in a real scene. 18th International Conference, HCI International 2016, Toronto, Canada, July 17-22, 2016. HIMI (Human Interface and the Management of Information) 2016, Part I, S. Yamamoto (ed.), LNCS (Lecture Note in Computer Science), 9734, 501-510.

Kondo, R., Inami, M., and Kitazaki, M. (2016). Perceiving one's own invisible body through subjective completion of body parts with vision-action contingency. VSS (Vision Sciences Society meeting), St. Pete Beach, Florida, USA, May 17th 2016, 53.3030

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

北崎 充晃 (KITAZAKI, Michiteru)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号 : 90292739