

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：13102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12131

研究課題名(和文)変性身体感覚を生み出す新規実験パラダイム：現象論的説明と実践的利用法の提案

研究課題名(英文)Experimental paradigm to elicit altered states of bodily sensations:
Phenomenological and practical study

研究代表者

西山 雄大(Nishiyama, Yuta)

長岡技術科学大学・工学研究科・講師

研究者番号：90649724

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、複数の感覚間のズレを解消しようにも解消しきれないような状況を作ることで、身体感覚の変性を引き起こす実験系を構築した。自身の身体が自身のものであるという感覚を身体所有感といい、ある行動は自身が引き起こしたものであるという感覚を自己主体感という。自身の物理的身体は間違いなく所有感・主体感が感じられる対象であるように思われるが、自身の身体の側方からの観察において、主体感を保持したまま身体非所有感覚が引き起こされることがわかった。また、自身の身体がどこにあるかは、すぐに把握できるように思われるが、視触覚のズレを保持したままの歩行は空間把握能力に影響を及ぼす可能性があることがわかった。

研究成果の概要(英文)：We developed experimental settings that elicited altered states of bodily sensations. One cannot eliminate a discrepancy between sensations in those settings. Being aware of "my body-part is my own" is called a sense of ownership and that of "I produce my actions" is called a sense of agency. A physical body seems to be an object with which one can feel a sense of ownership and a sense of agency without fail. However, we found that observing one's own body from the lateral view could elicit a sense of disownership with keeping a sense of agency. Moreover, a self-position also seems to be easy to understand. However, we found that walking with a visuo-tactile discrepancy might effect on an ability to recognize a space of a participant's circumference.

研究分野：身体性認知科学

キーワード：身体所有感 自己主体感 身体アウェアネス 多感覚齟齬 非所有感 頭部装着型ディスプレイ 全天
球カメラ 歩行

1. 研究開始当初の背景

自身の身体について、物理的身体は明確な境界をもつが、その一方で心理的身体は非常に柔軟である。このようなヒトの身体の柔軟さを科学的に検証可能な文脈で扱えるようになったのは最近のことである。直観的に「身体は常にある」[James, *The principle of psychology*, 1890]のであり、身体がある場合とない場合で比較するというような科学的手法に基づいた実験的操作は難しかった[Longo & Haggard, *Psychological Science*, 2012]。20世紀後半以降、この困難を乗り越える方法として身体感覚の錯覚を引き起こす様々な実験手法が利用されるようになった。そこでは体性感覚や運動感覚の錯覚を引き起こすことで、実際の身体部位とは異なる物体を自身の身体であると感じさせたり[Botvinick & Cohen, *Nature*, 1998 など]、実際には動かしていない腕を動かしているように感じさせたりできる[Goodwin et al., *Brain*, 1972 など]。これらの錯覚は物理的身体に準ずる心理的身体の一時的な再構築を促しており、これが心理的身体の柔軟さの根拠となる。さらにそれとは逆に、心理的身体の再構築が物理的身体の動作に及ぼす影響についても調査が進められ、リハビリテーション分野への応用も期待されている。申請者は以上の身体性研究の基礎から応用までの動向を踏まえつつ、異なる観点からこれまでにない一連の実験パラダイムを開発・提案する。

2. 研究の目的

先行研究で用いられてきた身体感覚の錯覚を引き起こす様々な実験系では、まず複数の感覚間の齟齬が外部から与えられ、体験者本人がその齟齬を解消した結果として錯覚が現れる。これに対し申請者の実験系では感覚間齟齬の解消の過程に注目する。なぜならヒトの適応能力は環境との絶え間ないやり取りの中でこそ発揮されるからである。

そこで本研究課題では、感覚間の齟齬を解消しようにも解消しきれないような身体感覚の変性を引き起こす新規実験系を構築・分析し、ヒトが自発的にその齟齬を解消しようとする動的な過程のなかで随意動作が鍛え上げられるかを検討する。

3. 研究の方法

実験1：身体非所有感覚

変性身体感覚として、「自身の身体であるはずの腕を動かしているにも関わらず、自身のものではないように感じる」といった身体非所有感覚を引き起こすための実験系を構築する。基本的なアイデアは身体の不連続性の提示であった。

実験参加者は頭部装着型ディスプレイで自身の上半身の映像をライブで観察した(図1)。その際、実験参加者は奥側の腕を動かすよう指示された。このときふたつの条件が



図1. 身体非所有感実験の様子. 実験参加者は頭部装着型ディスプレイを装着し、ステレオカメラで側方から撮影された自身の身体のライブ映像を観察する。

課された。テスト条件では肘を参加者自身の胴体の裏に常に隠し、見えないようにさせた。コントロール条件では肘を参加者の胴体より前に常に出し、見えるようにさせた。これらふたつの条件下で、参加者は動かしている自身の腕を観察した。その後、質問表に回答(主観報告, 表1)および胴体と肘の相対的位置の見積もりを行った。

実験2：視触覚齟齬歩行

変性身体感覚として、自身が居るはずの「ここ」という感覚を宙吊りにする実験系を構築する。基本的なアイデアは、自身を位置づける視覚情報と触覚情報が矛盾したまま歩かせるというものであった。

実験参加者は頭部装着型ディスプレイを装着し、実験者の肩に両手を添えて、実験者が進む方向に誘導された(図2)。このとき、実験者の前に保持された全天球カメラのライブ映像がディスプレイに投影されている。実際にディスプレイに提示される映像は全天球映像の一部であり、参加者の頭部の動きに合わせて提示領域が移動するため、参加者はカメラ位置で自由に風景を見回すことができる。つまり、実験参加者は視覚的には実験者の前方に、触覚的には実験者の後方に位

表1. 身体非所有感覚実験で用いられた質問項目. 各実験条件の体験後、参加者は次の質問に対して、7段階ビジュアルアナログスケールで回答を行う(-3 全くそう思わない~+3 全くその通りに思う)。

質問1	自分の腕でないように感じた
質問2	他人の腕であると感じた
質問3	自分の腕でも他人の腕でもないと感じた
質問4	もはや、腕とは思えなかった
質問5	自分の意志で腕を動かすことができなかった
質問6	腕が勝手に動いているように感じた
質問7	腕を、何者かが動かしているように感じた

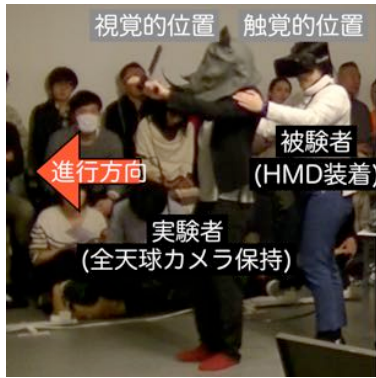


図2. 視触覚齟齬歩行実験の様子. 頭部装着型ディスプレイと全天球カメラがノート PC を介して接続されている. 実験参加者はディスプレイ上に投影される全天球カメラのライブ映像を観察しながら, 実験者によって誘導される.

置していることになる. この体験について, 参加者は質問表に対して7段階ビジュアルアナログスケールで回答した (-3 全くそう思わない~+3 全くその通りに思う).

なお, 頭部装着型ディスプレイと全天球カメラはノート PC を介して接続されている. 本実験装置はすべて PC バッテリーで駆動できるため, システム全体を自由に移動させることができる. ただし進行方向を変えると, カメラが回転するため, これに伴いディスプレイに投影される映像も回転してしまう. この回転角をソフトウェア的に補正するため, カメラにはコンパスセンサーが取り付けられた.

4. 研究成果

実験1で, 実験参加者は, 実験条件によって肘の可動領域に制約はあるものの, 自身の腕を自由に動かすことができる. このとき, 「その運動を自身が引き起こしている」という自己主体感覚はどちらの条件でも保持されていた(図3Q5). しかし, 「腕が自身のものである」という身体所有感覚に関しては, 肘を隠したテスト条件でのみ否定的な結果が得られた(図3Q1). さらに, 自身の肘の実際の位置と見積もられた位置の差に関して, テスト条件ではより大きい見積もり誤差が得られた(図4). 見積もりは主に固有感覚(内的に感じられる身体部位の位置や角度に関する感覚)に基づくと考えられるため, 視覚的に得られる位置情報との誤差を解消することなく動かし続けることが, 非所有感覚に寄与していると考えられる.

実験2は, 舞台公演の観覧に訪れていた観客のうち, 希望者を座席まで連れて行く際の演出の一部として実施された. 参加者は一度自身の座席まで行った後に, 会場入り口まで戻り待機した. 会場内への誘導は約10メートルであった. 参加者は, 全天球映像の一部を自由に見回すことができるため, カメラ位置が参加者の視覚的な位置に対応する. その

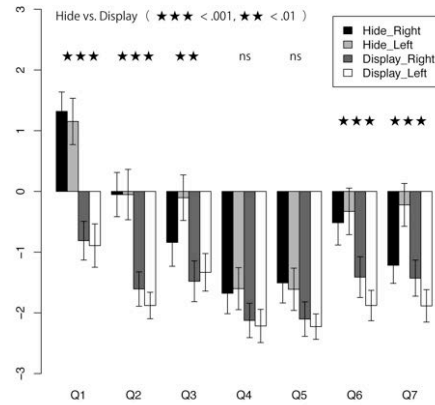


図3. 身体非所有感実験の質問結果. 実験条件として左腕と右腕も実施されたが, 統計的な差は認められなかった.

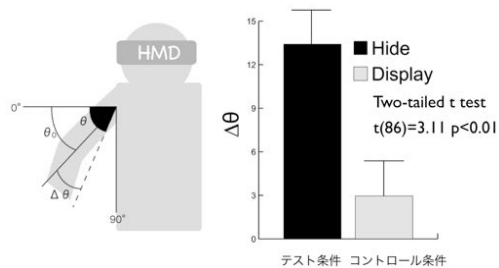


図4. 身体非所有感実験での肘位置見積もり誤差の結果. 実験参加者は各実験条件の体験中に腕を静止させるよう指示され, その時の胴体側面と肘までの角度を, 提示された分度器を指差して答えた.

一方, 参加者は前方にいる実験者の肩に手をおいているため, 実験者後方が参加者の触覚的な位置に対応する. これらの位置的なズレは, 停止した状態では視覚的な位置が優位になり解消されると予想されるが, 実験者の誘導に従って歩行することで, 触覚的な位置を無視することができなくなる. 図5は質問表を一部抜粋した結果である. 質問1は視覚的位置が優位であるかを確認するものであり(「自身が先頭にいるように感じた」), 質問2は触覚的位置が優位であるかを確認するものであった(「透明な誰かが前方にいるように感じた」). 両者ともに肯定的な回答が得られており, 互いに矛盾する位置が解消されずに歩行が行われたことを示している. なお, 参加者の自由回答には次のようなものがあった.

- ・段の上を危うく歩いているかんじ. 目をつぶって歩くようでこわかった.
- ・終わった後距離感がつかめなくなった
- ・空中を浮遊している感覚. 不安なかんじ.
- ・自分がどこにいるのかわからなくなった. (心が抜けた感覚)
- ・自分が世界から浮き上がった異質な物のように感じるとともに, 自分の体が透明になったような感覚. 幽霊みたい.

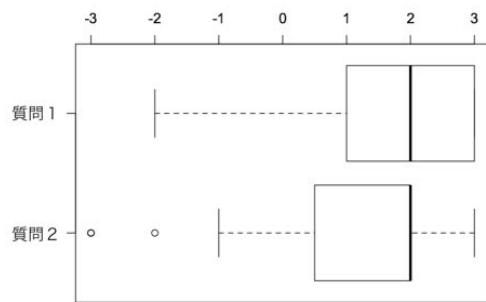


図5. 視触覚齟齬歩行実験での質問表結果(抜粋). 質問1: 自身が先頭にいるように感じた. 質問2: 透明な誰かが前方にいるように感じた. とともに統計的に有意な肯定的回答が得られた.

- ・異質な空間にいるよう.
- ・特筆することはなにもない
- ・頭が何かにのっとられたような感じ
- ・身体と意志が離れてしまっているようで、自分でコントロールできない世界のように感じた.

以上の結果は高々10m程度の歩行期間で得られたものであり、人の適応能力を考慮すれば、視触覚のズレの保持は長期間の歩行では解消されてしまう効果かもしれない。とはいえ、自由回答にもあるように、参加者が感じる奇妙な体験は身体の特定位置に関するものというよりは、より広範な空間把握に関するものであるように思われる。そこで、空間把握能力の観点から、短期間であってもズレ解消の過程をより詳細に検証できるよう、実験系を工夫する必要がある。以上を踏まえ、今後の研究課題として、現在、離散的に視覚情報を提示する実験系を開発中である(図6)。

最後に、本研究で開発されたヒトを対象にした様々な実験系は、身体感覚や行為における因果関係の混乱を提示しており、心理的・生理学的な現象を取り扱うことが出来るよう開発されている。一方、そのメカニズム解明のためには、より厳密な実験条件のもとで神経学的な検証を行う必要があり、その実施に至るまではかなりの困難が予想される。そこでより単純な神経系を有する動物を対象に、類似の現象を対象にした比較認知研究も効果的であろう。特に、進化的に獲得された特定の適応行動に焦点を当て、その因果関係のズレを提示する実験が利用可能である。



図6. 視覚位置を離散的に提示する装置.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

- ① Nishiyama Y., Tatsumi S., Nomura S., and Gunji Y.P., “My Hand Is Not My Own! Experimental Elicitation of Body Disownership.” *Psychology & Neuroscience*, vol 8(4), 2015, pp. 425-434
- ② Nishiyama Y., Okuda S., Migita M., Murakami H. and Tomaru T., “Effects of Departing Individuals on Collective Behaviors” AIP Conference Proceedings 1863, 360010. 2017

[学会発表] (計5件)

- ① Nishiyama Y., Tomaru T., and Murakami H., “The effects of ambulating with visuo-tactile discrepancy.” *Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC20)*, Buenos Aires, Argentina, June 14-19, 2016
- ② 西山雄大・都丸武宜・村上久「視触覚齟齬歩行装置」第10回内部観測研究会/第27回 SICE-SI 共創システム部門研究会, 仙台, 2016年2月27日~28日.
- ③ 西山雄大・都丸武宜・村上久「非日常を生み出す視触覚齟齬歩行装置の提案」第6回 Ambient Feedback System 研究会×日本感性工学会 而立の会 2016年度研究会, 沖縄, 2016年5月27日~29日.
- ④ Nishiyama Y., and Migita M., “How can we investigate autonomous behavioral change as evidence of adaptive process?” *Behaviour 2017*, Estoril, Portugal, July 30- August 4, 2017
- ⑤ Nishiyama Y., and Migita M., “A Preliminary Experiment to Find Self- or Neighbor-Induced Behavioral change of Soldier Crabs” *SWARM 2017*, Kyoto, Japan, October 30- November 1, 2017

[その他]

- ① 社会活動(技術協力) “SELL OUR BODY 2 exp.” 素我螺部 @ Tokyo Experimental Festival, Tokyo, Japan, 5-6. Feb. 2016
- ② 社会活動(技術協力・一般講演) “SELL OUR BODY EXP.” 素我螺部 @ OPEN SITE, トーキョーワンダーサイト本郷, Tokyo, Japan, 10-12. Mar. 2017
- ③ 社会活動(技術協力・一般講演) “コンテンポラリーダンスワークショップ” 素我螺部 @ KAC Performance Arts Program 2016, 京都芸術センター, Kyoto, Japan, 27. Mar. 2017

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西山 雄大 (NISHIYAMA, Yuta)

長岡技術科学大学・情報経営システム工学専攻・講師

研究者番号: 90649724