

# 身体所有感と操作感の動的関係に関する VR 実験

VR Experiments on the Dynamic Relationship between the Senses of Ownership and Agency

1W130204-9 小島 圭以 指導教員 郡司 幸夫 教授

KOJIMA Kei

Prof. GUNJI Yukio

概要： 身体性と自己認識に不可欠と言われている2つの重要な感覚、身体所有感(SoO)と身体操作感(SoA)の両者間の関係は未だ明らかにされていない部分がある。ラバーハンド錯覚(RHI)<sup>[1]</sup>以降の実験系では、能動的に身体を動かすことから生じる因果関係の認識によって操作感が定義される。これに対し本研究では、運動の受動と能動の混同から、操作感と独立に所有感を形成できるとの仮説に基づき、VRを用いた一人称視点からの新しいRHI実験系を構築、提案する。ここで被験者は、能動的操作の否定、受動的的操作の肯定各々によって、操作感の不在を体験する。実験の結果、2つの感覚は半独立で動的に関係が変容すること、また、操作感が消失するが所有感が残ることは可能であり、受動・能動の関係が所有感の強度と関係が考えられるという結論に至った。

キーワード：身体所有感、身体操作感、ラバーハンド錯覚、受動、能動

Keywords: sense of ownership, sense of agency, rubber hand illusion, passive, active

## 1. 緒言

身体性に関する重要な2つの感覚に、身体所有感(Sense of Ownership/SoO)と身体操作感(Sense of Agency/SoA)がある。これらの感覚は近年独立であると言われている<sup>[2]</sup>が、これまで行われてきた研究では能動・受動的的操作が条件として分離できるとの前提がある。受動と能動の混同によって、操作感と独立に、受動的運動が所有感を形成できるか否か、が認知科学の重要なテーマとなる。本研究では、自分が能動的に動かそうとしてできないという操作不能感と、自分が受動的に動かされてしまうという操作不能感を分けて所有感と操作感の関係を調べた。

## 2. 実験

被験者は長岡技術科学大学の学生22名(男性12名、平均年齢22.6歳)を対象に行われた。

実験にはヘッドマウントディスプレイ(HMD)(Oculus DK2, Oculus VR Inc., USA)と全天球カメラ(RICOH THETA S, RICOH Company Ltd.)を使用した。被験者の左横に全天球カメラを目前に置いた実験者Aが座り、両者が、被験者の利き手側の掌にボール(被験者:青色, 実験者A:黄色)を乗せ、その手を台の上に置いた状態で行われた(図1)。被験者はHMDを装着し、それを通して実験者Aの腕を一人称視点から見たが、誰の腕であるかは知らされなかった。実験者Bは両手に刷毛を持ち、被験者と実験者Aの間に立ち両者の指、ボール、掌及び腕を撫でた。約40秒の同期ストロークの後、被験者の手は静止させたまま実験者Aが0.0875 Hz, 0.125 Hz, 0.150 Hz(各5往復ずつ)の順で手を開閉した。この間も

実験者Bは同期ストロークを与え続けた。被験者には、「見ている手は自分の手ではない」と感じた時にそれを口頭で報告させた。実験者Aの手の開閉が終了した後、約20秒同期のストロークを与え、実験者Aの手は静止させ被験者にも手の開閉を3段階の速さで行うよう要求した(図2)。

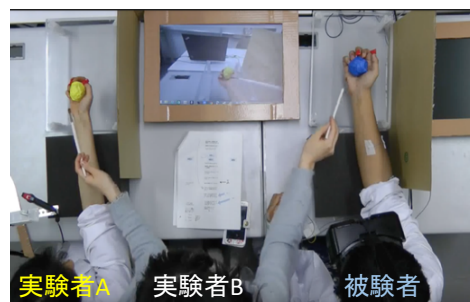


図1 同期ストロークを与える様子

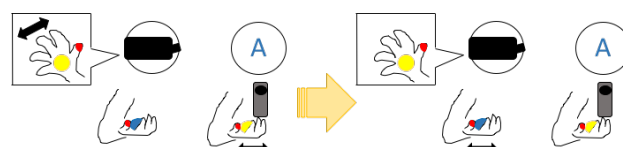


図2 実験の略図

実験終了後に7段階(-3:全くそう思わない, +3:とてもそう思う)で評価する質問票(表1)に被験者に回答させた。

また、この実験の効果を検証するため対照実験を行った。被験者は早稲田大学の学生22名で、内20名(男性12名、平均年齢21.6歳)分のデータが使用された。

対照実験では刷毛のストロークは無く、被験者は青いボールを掌に乗せた状態で、①被験者の手は静止したまま映像の中の黄色いボールを持った実験者

の指が高速で動く様子、②被験者が指を動かすも映像の中の実験者の手は静止した様子、を HMD 越しに見た後、表 1 の質問票に回答した（但し、Q9, 12 は除く）。

表 1 質問票とカテゴリーの対応

Q #	Questions	SoO	SoA	違和感	Control
1	映像の中の手を、自分の手であるように感じた。	○			
2	自分が持っていたのは、黄色いボールだった。	○			
3	映像の中のボールを、自分の手の上のボールであるように感じた。	○			
4	映像の手と実際の手が静止していた時、映像の中の手が自分の手であるという感覚の程度は、終始変わらなかった。	○			
5	自分の指を動かしたときにはいつでも、映像の指も同じ動きをすと思った。		○		
6	自分が見ている動きの原因は、自分にあると感じた。		○		
7	映像の中の指が動く時、自分の意思に従って動いているように感じた。		○		
8	映像の中の指が動かない時、自分の身体が勝手に固まっているという感覚があった。		○		
9	手が静止状態でプランの動きが映像と合っていた時、映像の手が自分の手であるような、そうでないような矛盾した感覚があった。			○	
10	映像の手が動いて自分の手が静止していた時、映像の手が自分の手であるような、そうでないような矛盾した感覚があった。			○	
11	自分の手が動いて映像の手が静止していた時、映像の手が自分の手であるような、そうでないような矛盾した感覚があった。			○	
12	腕/手にプランの触覚は感じられなかった。				○
13	自分の右手がもう一つあるように感じた。				○
14	自分の本当の手は本来の場所でも映像の中でもないどこかにあるように感じた。				○

### 3. 結果と議論

本実験と対照実験の質問票の回答を箱ひげ図にまとめ比較したものが図 3 である。

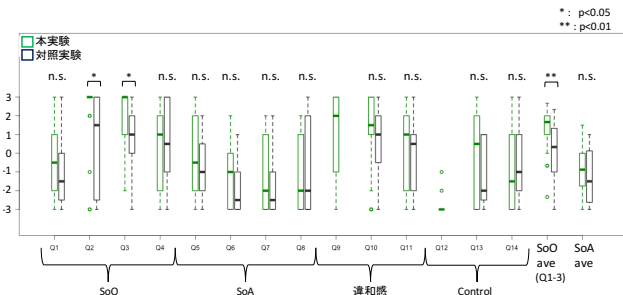


図 3 主観報告結果の比較

本実験の結果を分析したところ、以下の 2 つの相関が見られた。①操作感(Q5-8)平均スコアと所有感(Q1-3)平均スコアの正の相関( $R^2=0.32855$ )、②操作感平均スコアと違和感(Q9-11)平均スコアの正の相関( $R^2=0.26441$ )である。

また、対照実験と結果を比較したところ、Q2, Q3, Q1-3 平均にのみ有意差が検出された (Q2, 3:  $p<0.05$ , Q1-3 平均:  $p<0.01$ )。これらは全て所有感を問う項目である。

これらの結果から、以下のように分析できる。対照実験は、被験者が所有感も操作感も持たない状態になることを想定しているため、有意差が所有感のみ見られたということは、本実験において実際に所有感が保たれていた可能性が高いことを示唆している。また、実験中いずれかの時点で被験者が「見ている手は自分の手ではない」と気づき報告したこ

とから、操作感も終始存在していたとは考え難い。つまり、操作感が消失し所有感が担保されるという状況を作り出すことに成功したと考えられる。

一方、操作感と所有感とは、完全に独立で分離可能ではないとも考えられる。実際に操作感(Q5-8)と所有感(Q1-3)の感覚強度には正の相関が見られた。但し、質問票は実験終了後に回答されているため、ここでは実験中の両者の感覚の推移は判断でき兼ねる。分離させることは可能であるものの、同時に感覚強度に相関があるという点で、操作感と所有感は「半独立」な関係であると言える。

操作感(Q5-8)と違和感(Q9-11)においても正の相関が見られた。これは、自分の意思で手を操作できるという感覚が強い者ほど、事実はそうでなかった場合に、視覚と意思の不一致 (= 操作不能感) に対し強い疑問を抱く、と解釈できる。「自分の手であるような、そうでないような」違和感、いわゆる「モヤモヤ感」を感じつつも、自分の手ではない、と完全に否定することのできない時間をどの被験者も、特に操作感が強かった被験者は、少なからず経験したと考えるのが自然である。しかしながら、実験後のヒアリングの結果、実験系の仕組みを見破り、「終始他人の手を見ていた」と断定した被験者は皆無だった。言い換えると、どの被験者も他人のものであるはずの映像の手にかかしら自分の手の要素を見出していたのかもしれない。見えている手に本来の自分の手と差異が見られても、それを自分の手として受け入れてしまう傾向があるという点においては、先行研究の結果と矛盾がない。

### 4. 結言

実験の結果、以下のことが結論として得られた。①所有感が保たれ操作感が消失する状況は、操作の受動・能動の区別で実現可能である。②所有感と操作感とは半独立に制御可能だが、動的な関係があり、変化に応じて相関がある。③操作感の受動・能動の有無から、操作身体に違和感が生成される。

尚、所有感や操作感といった主観的かつ不確かな感覚を反映させる手段としての質問票の限界、違和感の測定方法、所有感及び操作感の推移の記録は、今後の研究の課題となる。

#### 参考文献

- [1] Botvinick M, Cohen JD (1998) Rubber hand ‘feels’ what eyes see. *Nature* 391: 756.
- [2] Kalckert A, Ehrsson H. H. (2012) Moving a rubber hand that feels like your own: a dissociation of ownership and agency. *Front. Hum. Neurosci.* 6:40.10.3389/fnhum.2012.00040