

# VRを用いた自己所在感覚の攪乱による体外離脱体験の誘導 Inducing out-of-body experiences by disturbing the sense of self-location using VR

相馬 あい<sup>†</sup>, 工藤 卓<sup>†</sup>

Ai Souma, Suguru N. Kudoh

<sup>†</sup> 関西学院大学

Kwansei Gakuin University

iul06500@kwansei.ac.jp

## 概要

近年、コロナ禍による仮想現実 (Virtual Reality, VR) への需要が高まっている。VRは現実の空間から別の世界に入り込んだような没入感が重要であり、そのためにさまざまな研究が行われている。本研究では、自分がここにいるという感覚である自己定位を攪乱することで、自身の身体とは別の場所に意識が定位する現象である体外離脱体験 (Out of Body Experience, OBE) を誘導した。

**キーワード:** 体外離脱体験 (Out of body experience), 自己定位, 体性感覚, 没入感

## 1. 序論

体外離脱体験 (Out of body experience, OBE) とは、自身の意識が自身の身体の外側に定位し、その位置から自分の体を見ているような錯覚を体験することである。従来研究には、HMDを2台のカメラに繋ぎ、マネキン人形を見せた上で触覚刺激を与えることで体外離脱体験を誘導したと言うエールソンらの研究がある [1]。また、小鷹らの重力に着目したOBEの実験がある [2]。従来試みられてきた多くの手法では、体外離脱体験として自身の身体から抜け出すという認識を直接的に報告している例が少ない。本研究では、自身の身体とは別の場所に移動するという認識を強く持たせるために自己像を視認させる前にモニターの中に入るように移動するという演出によって、一人称の視点を移動させることで、OBEの誘導を試みた。

## 2. 実験材料・手法

### 2.1 実験タスク

本研究では、実際の実験環境に近い部屋に、モニターと自己位置確認用のオブジェクト等を配置したVR空間を作成した (図1)。実験参加者には楽な姿勢で椅子に掛け、脳波電極とHMDを装着してもらい、実験に集中できる環境を整えた。使用するカメラは、

自転する椅子の上に乗せた。三脚に固定して、地面から実験参加者の目線までと同じ高さに調節した。実験参加者にはVR空間内で自己の向きとオブジェクトの位置を確認してもらい、その後、実験参加者に「今から椅子ごとモニターの中に入ります。モニターの中央を見つめてください。」と指示した上で、モニター拡大のモーションを起動してモニターの内像を視野全面に表示した。拡大終了後にカメラを回転させ、実験参加者の姿がHMDの空間内に見えるようにした。この時、自他の区別に関係するとされる側頭頭頂接合部の脳波を記録した。その後、実験参加者の背後から予備動作を実験参加者が見えるようにしながら、肩をウレタン刀で打った。また、実験終了後に、OBEの導入についてのアンケート16項目に回答してもらい、OBEの発現を解析した。内9名の参加者については、OBE中の身体所有感と自己主体感を検証するために、ウレタン刀で打った後に、自己像が映った状態で、手を上下に挙げたり下げたり、頭だけを動かして周囲を確認したりしてもらった。また、自己像に対して身体所有感と自己主体感を感じているかについて評価するアンケート項目に答えてもらった。

### 2.2 OBE アンケート

実験で使用したアンケートはレゲンハーガー [3] らとエールソン [1] らのアンケートをもとに本研究に合わせて修正し、作成した。アンケートはフリースケール形式で、図のスケール中に記述してもらおう形式、選択形式、自由記述の4種類で回答してもらい、アンケート回収後に、記入されたスケール上の位置を0から100に変換して評価した。本研究の質問1はMeta Quest2を着用した際に、自分がどこにいるように感じたかを問う項目である。質問2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11は自分が今どこにいるかという自己定位を問う項目である。質問3, 4はカメラを180°回転させて、前

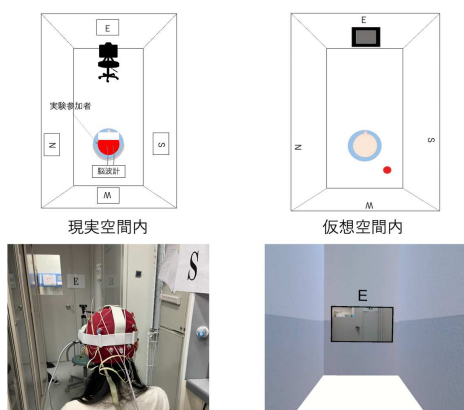


図1 実験の概要.

方に見えた自己像を実験参加者がどのように捉えているかを問う項目である。質問 12, 13 は視点の向きと自身が向いていると思っている方向が一致しているかを確認する項目である。質問 14 は他者から刺激された時に自身の身体であると感じる自己所有感がどの位置にあるかを問う項目である。質問 15 は OBE が誘導されたことによって、deownership[4] が引き起こされているかを問う項目である。質問 16 は自分が非自己もしくはアバターを動かしているという感覚である自己主体感を評価する項目である。質問 17 は前方に見える自己像に対して、自己所有感を感じているかを評価する項目である。質問 16, 17 は後から追加して評価を行った。

## 2.3 脳波計測・解析手法 (EEG)

本研究では客観的な指標で OBE を評価するために、実験参加中の脳波を計測した。計測には Active Two System(BIOSEMI) を使用した。計測は国際式 10-20 法に則って行い、側頭頭頂接合部付近の電極である C3, C4, P3, P4 の  $\alpha$  波を安静時、拡大モーション途中、自身が HMD 内に映し出された状態のそれぞれ 10 秒間に対して行った。OBE 発現の解析には、8-14 帯域のバンドパスフィルタをかけた上で、マルチテーパパワースペクトル密度を算出した。また、ウィルコクソンの符号順位和の片側検定を使用し、OBE 前後の脳波に変化があるか確認した。

## 3. 結果・考察

### 3.1 OBE アンケート結果

男女 22 名 (平均年齢: 22.1 歳, 標準偏差:  $\pm 1.1$ , 年齢範囲: 21-24 歳) を実験参加者として実験を行った。

アンケート各項目の 1-10 の範囲のスコアに対して、平均と標準誤差を求めて、質問ごとのスコアとした。質問 7 と質問 8 は対立する質問で、視界が回転したとき、前方に見える何かの位置と自己視点の位置のどちらに自分がいるように感じたかを問うものである。質問 7 と質問 8 のスコアはどちらも 5 割程度で、実験参加者ごとの質問 7, 8 に対するスケール差分の絶対値の度数分布は、7 以上の大きな差がある実験参加者と、4 以下の差分しかない実験参加者の 2 グループに分かれた。そこで、絶対値 5 を基準として、これ以上の差があって且つ自己像位置に自己位置が定位したもの、差があって且つ自己視点位置に自己位置が定位したもの、差が 5 以下で自己位置の定位があいまいであったものに分類し、それぞれ「自己像位置定位群」、「自己視点位置定位群」、「不明確定位群」の 3 群とした。視界が回転した時、自己視点位置に自分がいると感じた自己視点位置定位群が、明確に OBE 体験を発現している群であると考えられる。自己像位置定位群は 6 名、自己視点位置定位群は 4 名、自己位置定位が混乱したと考えられる不明確定位群は 12 名であった。質問 9, 10 は視界が回転した時、自分が現実空間と仮想空間のどちらに感じるように感じたかを問う質問でこれらは共に 5 割程度のスコアであった。これらの質問の組は実験参加者全体のスコアは、実験参加者によって、偏りに差が表れた。実験参加者ごとの質問 9, 10 に対するスケール差分の絶対値の度数分布は、7 以上の大きな差がある実験参加者と 5 以下の差分しかない実験参加者の 2 グループに分かれた。そこで、絶対値 6 を基準として、これ以上の差があって且つ自己の存在が現実空間としたもの、差があって且つ自己の存在が仮想空間としたもの、差が 5 以下で自己の存在位置が現実とも仮想空間とも判じられないものに分類し、それぞれ「在現実空間群」、「在仮想空間群」、「在界不明確群」の 3 群とした。視界が回転した時、現実空間に自分がいると感じた在現実空間群が、明確に OBE 体験を発現している群であると考えられる。在現実空間群は 3 名、在仮想空間群は 4 名、自己位置定位が混乱したと考えられる在界不明確群は 15 名であった。

### 3.2 自己定位

モニターの中に入ったときに自己定位がどこにあるかを図に記入してもらった結果を示す (図 3)。90% 以上の実験参加者が VR 映像の動きと連動して自身の前方やモニター内に自己定位が移動したと回答した。また、移動する前にいた空間が仮想空間と認識したの

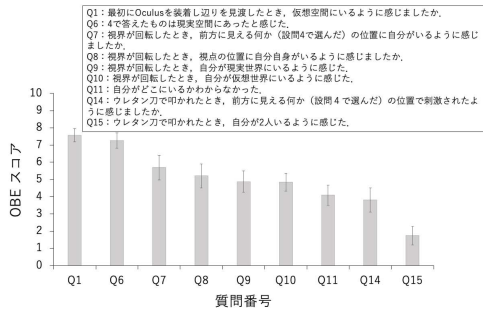


図2 各質問項目のスコア

は20名、現実空間と認識したのは2名であった。モニターの奥に見えている空間がモニター内空間だと認識したのは10名、現実空間だと認識したのは12名であった。

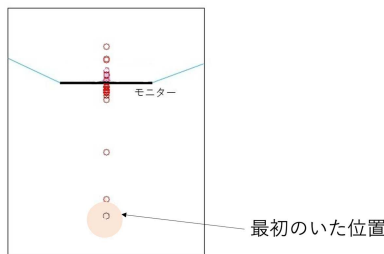


図3 モニター内に入った直後の自己位置。

自己像を視認したときに自己定位がどこにあるかを図に記入してもらった結果を示す(図4)。モニター内に自己が定位したとする実験参加者が多かった。また、自己像が見える前と比較したときに、自己像視認後に自己定位が自己像に近い位置に移動したと答えた実験参加者もあり、自己像の視認が自己定位に影響を与える可能性が示唆された。自己像がある空間を仮想空間と認識したのは7名、現実空間と認識したのは15名であった。一人称視点のある空間がモニター内空間だと認識したのは12名、現実空間だと認識したのは10名であった。

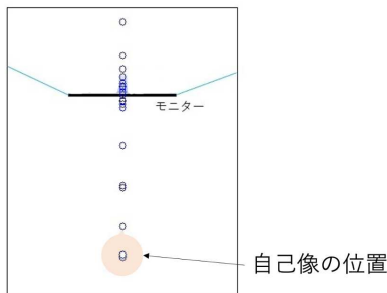


図4 自己像が映し出された時の自己位置。

質問3は、視界が回転したとき何が見えたかを問う項目で、視界にはカメラでそのとき撮影している自己像が投影されている。実験参加者全員が「1. 自分自身の姿が見えた」と回答しており、視界に映った人物を自分と正しく認識した。回答は複数回答を許したため、自己像をカメラ映像として解釈したり、鏡に映った像と解釈する回答が多かった。

表1 自己像の捉え方

1. 自分自身の姿が見えた.	22
2. 自分自身をカメラなどで撮影したイメージが投影されていたものが見えた.	8
3. 鏡に映った自分の姿が見えた.	5
4. 自分によく似た他人の姿が見えた.	0
5. よくわからないものが見えた.	1
6. それ以外が見えた.	6

質問項目12, 13はモニターの中に入ったとき(12)と視界が回転したとき(13)に自己定位の向きと視線の向きが一致しているかを問う項目である。モニターに入るモーションを体験した時は、全員がE(東向)と回答し、VR空間内における誘導と一致した。その後視界が180度回転し、自己像が見えた時は、20名が正しくW(西向)、と回答したが、1名がN(北向)、1名が不明と、見えるはずのない自己像を認識したことによって自己の方向の認識が混乱した例があった。

### 3.3 モニター侵入モーション中の脳波

実験開始前の安静状態の脳波10秒間とモニターの中に侵入するモーション中の脳波10秒間のマルチテーパワースペクトルを求めた。さらに、その結果をウィルコクソンの符号順位和の片側検定を用いて、有意差検定した。結果を表2に示す。どの電極においても、α波が安静時と比べて減少した。また、アンケート結果から決定した分類群ごとに脳波を比較した(表3, 4)。OBEが明確に発現していないと考えられる自己像位置定位群においてα波の減少が認められた。このことは、意識体験としてOBEと生理的身体反応としてのOBEが必ずしも一致しない場合があることを示す。また、OBEが明確に発現していると考えられる在現実空間よりも在仮想空間群においてα波の減少が顕著であった。

### 3.4 自己像が映ったときの脳波

実験開始前の安静状態の脳波10秒間と自己像が映っているときの脳波10秒間のマルチテーパワースペクトルを求めた。さらに、その結果をウィルコクソンの符号順位和の片側検定を用いて、有意差がある

表 2 拡大モーション中のウィルコクソンの符号順位和検定結果 ( $\alpha$  波)

	C3	C4	P3	P4
増加	6	5	3	5
減少	10	10	11	13

表 3 モーション中の自己定位位置グループごとの結果/人数

	自己視点位置定位群	不明確定位群	自己像位置定位群
C3 ( $\alpha$ 減少)	0	0.42	0.83
C3 ( $\alpha$ 増加)	0.25	0.33	0.17
C4 ( $\alpha$ 減少)	0.50	0.42	0.50
C4 ( $\alpha$ 増加)	0.25	0.25	0.17
P3 ( $\alpha$ 減少)	0.50	0.50	0.50
P3 ( $\alpha$ 増加)	0	0.08	0.33
P4 ( $\alpha$ 減少)	0.75	0.58	0.50
P4 ( $\alpha$ 増加)	0	0.25	0.33

表 4 モーション中の R-V グループごとの結果/人数

	在現実空間群	在界不明確群	在仮想空間群
C3 ( $\alpha$ 減少)	0.33	0.40	0.75
C3 ( $\alpha$ 増加)	0	0.33	0.25
C4 ( $\alpha$ 減少)	0.33	0.47	0.50
C4 ( $\alpha$ 増加)	0.33	0.27	0
P3 ( $\alpha$ 減少)	0.67	0.47	0.50
P3 ( $\alpha$ 増加)	0	0.13	0.25
P4 ( $\alpha$ 減少)	0.33	0.67	0.50
P4 ( $\alpha$ 増加)	0	0.27	0.25

か検証した。結果を表5に示す。どの電極においても、 $\alpha$ 波が安静時と比べて減少していることが確認された。また、アンケート結果から決定した分類群ごとに脳波を比較した(表6, 7)。自己像が映った時も、自己像位置定位群において $\alpha$ 波が減少した人数が多かったが、自己視点位置定位群、不明確定位群においても $\alpha$ 波の減少が認められ、混乱が大きかった。また、この場合も在現実空間群よりも在仮想空間群において $\alpha$ 波の減少が多い傾向があり、 $\alpha$ 波の現象は意識体験としてのOBEの指標というよりは、自己像の定位を検証している過程で発現している可能性も考えられる。

表 5 自己像が映っているときのウィルコクソンの符号順位和検定結果

	C3	C4	P3	P4
増加	5	4	5	3
減少	14	13	15	14

#### 4. 結論・まとめ

自己位置が、自身の体がある位置から前方に離れた仮想的な一人称視点の位置に定位し(図3, 図4)、か

表 6 自己像が映っているときの自己定位位置グループごとの結果/人数

	自己視点位置定位群	不明確定位群	自己像位置定位群
C3 ( $\alpha$ 減少)	0.25	0.58	1.00
C3 ( $\alpha$ 増加)	0.25	0.33	0
C4 ( $\alpha$ 減少)	0.75	0.50	0.67
C4 ( $\alpha$ 増加)	0	0.17	0.33
P3 ( $\alpha$ 減少)	0.50	0.67	0.83
P3 ( $\alpha$ 増加)	0.25	0.25	0.17
P4 ( $\alpha$ 減少)	0.75	0.50	0.83
P4 ( $\alpha$ 増加)	0	0.25	0

表 7 自己像が映っているとき R-V グループごとの結果/人数

	在現実空間群	在界不明確群	在仮想空間群
C3 ( $\alpha$ 減少)	0.67	0.53	1.00
C3 ( $\alpha$ 増加)	0.33	0.27	0
C4 ( $\alpha$ 減少)	0.67	0.60	0.50
C4 ( $\alpha$ 増加)	0.00	0.20	0.25
P3 ( $\alpha$ 減少)	0.67	0.60	1.00
P3 ( $\alpha$ 増加)	0.33	0.27	0
P4 ( $\alpha$ 減少)	0.67	0.53	1.00
P4 ( $\alpha$ 増加)	0.33	0.13	0

つ自分が向いている方向もほとんどの実験参加者が自身の身体と反対の方向を向いていると自覚した(質問項目13)こと、また質問項目3(表1)の自己像の捉え方から、自分自身を身体の外側から眺めているという体外離脱体験時の状況と同じ状態が、VRによる体験により発現したと考えられる。また、脳波計測の結果から、自己像位置定位群と在仮想空間群において、 $\alpha$ 波の減少が起りやすいことが明らかとなった。また、アンケート上では、意識体験としてはOBEを体験していないと考えられた群も無自覚の内にOBEを体感している場合がある可能性がある。

#### 5. 謝辞

本研究は、関西学院大学共同研究助成により支援を受けて行われた。

#### 参考文献

- [1] H. H. Ehrsson, "The experimental induction of out-of-body experiences," *Science*, vol. 317, no. 5841, pp. 1048–1048, 2007.
- [2] K. Kodaka, "主観的な重力方向の反転を促進させる因子の検討," 2018年度日本認知科学会第35回大会, vol. 35, no. OS03-4, pp. 324–328, 2018.
- [3] B. Lenggenhager, T. Tadi, T. Metzinger, and O. Blanke, "Video ergo sum: Manipulating bodily self-consciousness," *Science*, vol. 317, no. 5841, pp. 1096–1099, 2007.
- [4] K. Kodaka, "(OS招待講演)HMDによる構成的空間を舞台とした「三人称的自己」の顕在化," 2018年度人工知能学会全国大会(第32回), vol. 32, pp. 1–4, Apr. 2018.