



HMD 空間における体外離脱の誘発に関する研究

名古屋市立大学芸術工学研究科

准教授 小鷹 研理

1. 研究背景

仮想空間において、対面や距離的にもレンジの広い状況が想定されうるアバターに対して、プレイヤーの身体所有感を投射することは原理的に不可能である (Blanke, 2012)。つまり、身体所有感の投射に拘る限り、プレイヤーは、仮想空間でアバターに生じた出来事を文字通り自分自身の身体に生じたものとして受け止めることができない。他方、幽体離脱は、身体から視点が空間的に分離してもなお、大元の身体に対する所有意識が損なわれないう認知現象である。従って、幽体離脱中に自分の身体を俯瞰する認知モードを、プレイヤーの視点とアバターの視覚イメージとの関係に適用することは有用である (小鷹 2017)。種々の文献によれば、健常者が遭遇する幽体離脱の 73%、脳疾患に起因する幽体離脱の 80%が、仰向けの状態で経験されていることが指摘されている。さらに、この際、身体から切り離された視点は、多くの場合、(実験環境においても実験環境においても) 上方へと移動し、天井からぶら下がるようにして自分自身を見下ろすような主観的状態がとられる (Blanke, 2002)。このとき、寝ている身体を見下ろす主観的な水準の身体の姿勢 (うつ伏せ) は、実際の物理状態 (仰向け) を (正中線を軸として) 180 度回転させた形をとっている。すなわち、典型的な幽体離脱では、主観的に感じられる重力の方向が反転していることがわかる。こうした重力反転は、実験室において Full Body Illusion を誘発する VR 環境で確認されている (図1の down group)。Ionta らは、仰向け状態

で HMD を装着した被験者が、視線の先に呈示された、(被験者と同じ方向を向いている) アバターをちょうど背面から凝視するとき、1/3 程度の被験者が、アバターを上から見降ろしているような主観状態を転ずることを明らかにした (Ionta, 2011)。この実験パラダイムは、その後、Pfeiffer らによる一連の実験に引き継がれ、そのような重力反転の起こる頻度は、呈示されるアバターの傾き、視覚的に暗示される重力の方向によって影響を受けること、さらに、重力反転の起こりやすさに関わる個人差は、Rod-Frame Test で分類される「場依存・場独立」の対立で部分的に説明できることを明らかにしてきた。

以上の知見は、Full Body Illusion の実験パラダイムを基礎とするものであるため、アバターと HMD 装着者の身体の向きが揃っていることが前提となっている。実際、Pfeiffer らの実験系では、被験者は常にうつ伏せ状態で Full Body Illusion を誘発される。前記のように、実際の幽体離脱の多くが、うつ伏せ状態かつ対面状況で生じていることを鑑みれば、Pfeiffer らが見出した重力反転の誘発頻度が、HMD 装着者とアバターとの空間関係に依ってどのように変化するかを検証することは、幽体離脱と重力反転との関係を明らかにするにあたって有用である。以上の観点から、本研究は 2 つの実験を行なった。

2. 実験1

三つの姿勢「仰向け」「立位」「うつ伏せ」のいずれかの姿勢をとった被験者に対して、HMD を通して 2 つの方向 (Fall/Rise) のvection を誘発するオプティカルフロー映像を呈示する。実験手順は、映像を見せる前に、重力整合または重力反転のいずれかの一方の移動イメージを想像するよう注意を促したうえで、いずれかの向きの視覚刺激 (Fall or Rise) を 20 秒間呈示した後、7 段階で移動感覚の強度を評価させた。

図 2 下に実験結果 (N=7) を示す。各要因の効果を検証するため、被験者の姿勢と重力反転の有無を要因とする二要因の被験者内分散分析を、Fall と Rise のそれぞれの視覚刺激に対して行った。まず、Fall の場合、重力反転の主効果が得られたが (F(1,6)=16.72, $p<0.007$)、その他の主効果・交互作用は確認されなかった。より詳しい分析を行うため、各姿勢における重力反転の効果を対応のある t 検定で比較したところ、立位状態とうつ

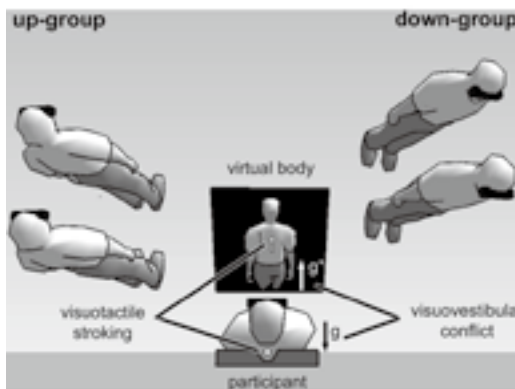


図 1 Full-Body-Illusion における重力反転 (Pfeiffer による図を修正)

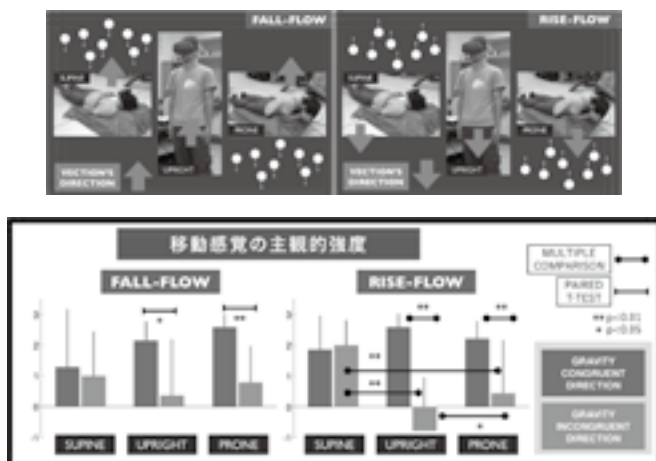


図2 実験1のセットアップ・実験結果

伏せ状態では、重力反転運動と比較して、重力整合運動に対応する移動感覚が有意に高い結果が得られた(立位状態: $t(6)=3.32, p<0.02$; うつ伏せ状態: $t(6)=5.55, p<0.01$)。Riseの視覚刺激の場合、重力反転の主効果($F(1,6)=29.17, p<0.003$)と姿勢の主効果($F(2,12)=3.79, p<0.01$)に加え、交互作用の主効果($F(2,12)=8.56, p<0.005$)が確認された。さらに、多重比較の結果、立位状態とうつ伏せ状態においては、重力反転によって有意な水準で移動感覚が減少することが分かった(ともに $p<0.01$)。加えて、重力反転運動における移動感覚に着目したところ、全ての姿勢条件間で有意な差を確認した。とりわけ、仰向け状態の移動感覚は、他の二つの姿勢の移動感覚よりも有意に高い(ともに $p<0.01$)。なお、いずれの視覚刺激に関しても、仰向け状態においては、重力反転の有無が移動感覚の大きさを有意に変えることはない。平均値の水準で見ても、重力反転がvectionの強度いかなる影響も与えていないのは一目瞭然である。以上の結果は、うつ伏せ状態は、他の姿勢と比較して、主観的に反転した姿勢のイメージ(とそれに伴う重力方向の主観的反転)が検証されやすいことを示すものである。

3. 実験2

被験者は、うつ伏せの状態でちょうど天井を見上げるかたちでHMDを装着する。HMD内の映像は、実験1と同様に、大量のパーティクルが下降(Fall)、または上昇(Rise)するものである。この際、HMDの視点の1.5m前方(つまりうつ伏せ状態の被験者のちょうど1.5m上方の位置)に、アバターまたはサッカーボールを固定する。この際、アバターは、図4に示すように、Front、Back、Above(2種類)、Below(2種類)のいずれかの向きで固定される。被験者のタスクは、視点の先に見えるアバターに関する2方向の運動イメージを想像してもらった後、なるべく早く「どちらの運動イメージが、自分にとってより自然に受

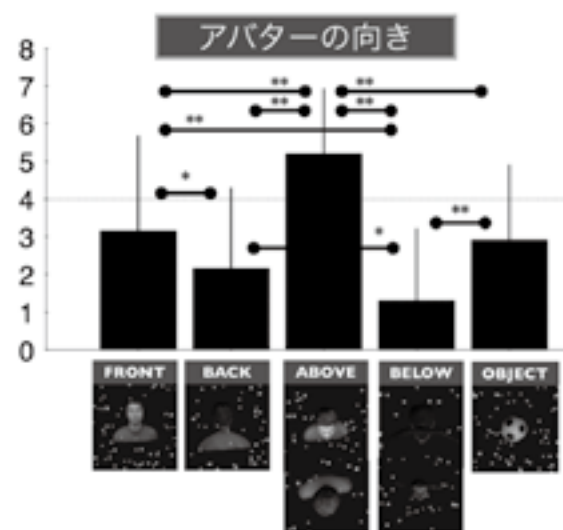


図3 実験2の結果(重力反転報告の頻度)

け入れられやすいか)を、二択で解答することである。図4に実験2の実験結果(N=24)を示す。

実験の結果のうち、二種類の「視覚刺激の向き」条件(Fall vs Rise)で重力反転頻度を比較したところ、Rise(上昇感覚)の方が、有意な水準で、より多くの重力反転を引き起こすことが示された($t(23)=2.92, p<0.01$)。さらに、「アバターの向き」を要因とする被験者内分散分析を行ったところ、アバターの向きの主効果が確認された($F(4,92)=25.61, p<0.01$)。さらに多重比較(Ryan's Method)により、それぞれの「アバターの向き」による重力反転頻度を比較したところ、Aboveは、他のどの条件と比較しても、有意な水準で頻繁に重力反転を誘発することが分かった(全て、 $p<0.01$)。すなわち、上下の反転を示唆するアバターの映像は、重力反転の強化因子となることが明らかとなった。

4. おわりに

本実験における最も重要な知見は、上下の感覚があべこべとなるような主観的な方向感覚の反転は、寝転がっている姿勢のときに最も強く生じることを実験心理的な手法で示した点にある。本報告書では喜ばすのが、実験1で得られた結果は、その後に行なった30人を超す被験者による追試でも、同様に再現されている。こうした結果は、仰向けの状態では、映像空間の視点操作に対して適応性が高いことを示唆しており、HMDを含むような一人称的映像体験において、姿勢の影響を考慮することの重要性を強く提起するものである。さらに、こうした結果は、体外離脱が寝転がっている状態で多く報告されていることとも整合的である。今後、体外離脱における認知研究・症例研究とVRにおける工学研究が相互に手を取り合うことで、より興味深い社会的実装へと近づくことが期待される。本研究が、そうした分野横断的展開の一助となれば幸いである。