

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

Activating Third-Person Perspective Self on HMD using Constructive Approach

小鷹研理*¹
KENRI KODAKA*¹名古屋市立大学芸術工学研究科

Graduate School of Design and Architecture, Nagoya-city University

This article discusses a new paradigm of interaction study between a player and an avatar in HMD space based on an understanding of cognitive mechanisms of the out-of-body experience.

1. はじめに

通常、我々の頭部と視点は空間的に一致したものと体感されるが、(夢や幽体離脱のような)特殊な条件下では、両者は切り離され、自身の身体を外側から眺めているような主観状態となる。このようなかたちで感じられる自己のあり方に対して、筆者は既に発表した論考 [小鷹 2017] において「三人称定位」という用語を与えている。筆者の研究室は、ここ数年、視点の位置を自由に切り替え可能な HMD 技術の恩恵を受けるかたちで、HMD 空間内のインタラクションを通して「三人称定位」の設計を目指すプロジェクトをすすめているところである。本稿の主たる目標は、この種の探求が学術的に如何なる意義を持つかを整理し(本稿で「三人称定位」は、新たに定義する deownership という投射概念で読み替えられていく)、さらに、この新しいタイプの自己感の投射を、実験科学のフレームの上で適切に処理するための道筋を提示することにある。

2. インタラクション研究における投射

情報関連技術の急速な小型化・高速化に伴い、「インタラクション研究」と呼ばれる分野が、学術研究の中で市民権を得るようになって久しい。こうした分野が新しく創設されなければならなかった背景には、従来の学術研究の枠組みでは、人間と人工物の間に成立する(とりわけ主観的な)関係性を評価するための道具立てを十分に整備されていなかったという事情が関係しているだろう。実際、2000 年前後にあっては、インタラクション分野は、今よりも、デジタルアートとしての色合いを濃くしていたことは記憶に新しい。いずれにせよ、その後のインタラクション研究の盛り上がりが顕著に示すように、人間と人工物(環境)との間に何かしらの interactivity を設計することそのものに対するモチベーションは非常に高い。このモチベーションは何によって支えられているのだろうか。筆者は、この問いに対して、「自己の投射」という切り口で整理することが有効であると考え。[ハラリ 2015]によれば、人間と他の種を決定的に分かつものは、集団で虚構に共感する能力であるとしている。この虚構には、例えば、神話、宗教や国家といったものが代入されるが、これによって、数百・数千というオーダーで集団が一致団結できることこそが、現在の生態系の地位を得るうえで、決定的な出来事(認知革命)であったと記されている。このように、人間という種の本性には、自己を周囲に投射し、より抽象的なレベルでの〈大きな自己〉を形成することに

対する欲望がある。そして、近年の情報技術の高度化は、この自己の対象を、ついにモノやイメージといった「人工物」まで広げていくことを可能としている。そのように考えると、近年のインタラクション研究の盛況は、人類学的な必然として理解可能である。

2.1 agency

さて、インタラクション研究において永らく主題となってきた投射の一つは、(研究の当事者がそれを意識しているか否かを別として)「自己主体感: sense of agency」と呼ばれるものである。agency は、まさに、人工物に対して〈主体的に関わっている〉という感覚と関わるものであり、インタラクションにおける「心地よさ」「一体感」といった主観的体験の評価に関わるファクターとして、デザインやインタフェース研究でも注目されている [渡邊 2015]。一般に、agency の投射は、運動感覚と人工物に生じるイベントとの間で時間的同期が成立していることが要件となる。agency の特異性は、この遅延が許容範囲内であれば、人工物がどのような外観であっても、また(イベントの生起が感知できる限りにおいて)人工物との距離がどれほど離れていようと、投射が成立してしまう点にある*¹。この種の agency の「節操の無さ」を理解するには、例えば、くしゃみと同時に遠方の建物のガラスが偶然割れるような極端な状況に際しても、「まるで自分がガラスを割ってしまった」ような感触が得られるであろうことを想像すれば十分である。

2.2 ownership

対照的に、「融通の効かない」投射の代表的な位相として挙げられるのが、ownership (所有感)である。ownership は、厳密な意味で、「それが自分の身体そのものであると感じられる感覚」のことである。agency と ownership が独立した位相であることは、鉛筆で何かを書いている時、鉛筆との一体感を感じることはできても (agency)、鉛筆そのものが自分の手や指そのものである (ownership) とは到底感じられないことを思い出せば十分である。1998 年に端を発する Rubber Hand Illusion (RHI) の一連の研究によれば、ownership の投射を構成するための空間要件は、1) 対象イメージが身体と(向きも含めて)同型的な外観を有しており(固有感覚-視覚間の同期)、2) それらが、身体の周囲(身体近傍空間)に呈示されていること、の二点に集約される。この、ownership の投射距離の限界を決定する身体近傍空間の範囲は、手であれば数 10cm

*¹ とにもかくにも投射が成立すること、それが(デザインにおいて主題となる)“性質の良い”投射であるかどうかは別の水準の話である。その意味で、本稿は minimal な agency が立ち上がる条件を議論していることに注意されたい。

程度、全身であれば1～2 m程度であることが知られている [Serino 2016]. RHIには、運動感覚を同期させる Moving RHI と呼ばれるタイプのスキーマも存在するが [Kalckert 2012], 運動感覚の付与 (によって生じた agency) が, ownership を高めることに寄与するとは限らない点は重要である. 実際, 筆者らが, 昨年度, 手の真上に設置したスクリーンに手の影を投影することで, 影に ownership を投射できることを示した研究の中では [Kodaka 2017a], 手の運動の有無で, ownership 変調の副作用と考えられる手の位置感覚の移動量 (proprioceptive drift) に有意な差は観測されなかった. さらに, 幾何学的な形状をした影を実際の手の動きと連動させた場合, 影を動かしているという感覚 (agency) は得られた一方で, ownership 関連の指標は有意な反応を示さなかった. これらの結果は, agency が ownership をゼロから boost できない, その原理的な限界を鮮やかに示すものである. 関連して, よく誤解されることであるが, ownership の投射は, 視触覚間の同期すら絶対的な要件としてカウントしない. 筆者らは, 影のみならず鏡を使った投射においても, 全く手を動かさない状態で, ownership を鏡像に投射できることを示している [石原 2017]. さらに, [Durgin 2007] は, 空間要件を満足する位置にセットしたラバーハンドに単にレーザーを当てただけで, 85 パーセントの被験者が, 照射部分に触覚を感じることを報告している. このように, ownership の投射の本性には, 極めて受動的な特性が見出される.

2.3 投射距離と〈出来事の直接性〉のトレードオフ

agency は, ownership と異なり空間的自由度が極めて高いため, 投射先のイメージのパターンを問わず, 様々なインタラクションに適用できる. 一方で, そうした際限の無い自由度は, agency の究極的な形態が「脳波リモコン」的な投射であることからわかるように [小鷹 2017], プレイヤー自身の生々しい物理的な身体感覚を, 身体外空間には持ち込まないことよってはじめて成立してきた, という逆説がある. 他方, ownership の投射は, ときに agency とは比べ物にならない強烈な違和 (ある種の〈生々しさ〉) をつくりだす. この違和は, むしろ, 自覚レベルで, (投射対象が) 自分の身体でないことが明らかになるときに, より増強されるように思われる. この現象的観察は, ownership の投射において, 無意識レベルの (ボトムアップな) プロセスが作用していることと無関係ではない. 実際, ownership の投射されたラバーハンドを, 予告なく鋭利な刃物で突き刺そうとすると, 強い反射的な回避反応が生じることがわかっている [Armel 2003]. こうした回避反応は, 投射対象への直接的な刺激が, 「〈自分〉の感覚系に〈直接的な出来事として〉作用している」という信念と関連づけられているはずだ. 本稿では, この種の無意識的信念を〈出来事の直接性〉 (あるいは単に〈直接性〉) と呼ぶ. この〈直接性〉は, 空間的自由度の高い agency の投射の過程で (多くの場合) 跡形もなく消失してしまう. すなわち, 一般に, 〈直接性〉と投射距離は, トレードオフの関係にあると考えるべきである.

筆者の理解では, 従来の「インタラクション研究」のほとんどが, agency の水準の投射に留まっており, ownership を直接的に扱うものは, いまだに数えるほどである (例えば, [石原 2015]). この背景に, ownership の投射に課される, 厳しい空間要件が強く関係していることは間違いない. そして, この空間要件に関わる困難は, 同時に, 〈直接性〉の投射に関して現在の「インタラクション研究」の限界を示しているように思う. 本研究の関心と照らして, HMD 空間におけるアバターの操作を例に, この限界を以下で指摘したい. まず, アバター全身に対して ownership を投射するためには, 極めて近接した状態で背後よりアバターの視界に捉える状況を取らざるを得ない (Full

Body Illusion : FBI). この場合, アバターの周囲を俯瞰できないうえに, アバターの顔面を含む正面を視界に捉えられない. これは, あらゆる視点からの見えを潜在的に構成可能な HMD 空間の設計において, 大きな制約とならざるを得ない. 一方で, 対面したアバターの, HMD 装着者の身体動作と連動して動くだけであれば, それは agency の水準の投射に留まるものであり, 仮想空間の内部でアバターに生じたことを, 文字通り〈自分自身〉の身に起きた出来事として感じることは困難である *2. それでは, 対面状況を含むようもう少し緩やかな中距離的なスケールで, アバターに〈出来事の直接性〉を投射することは如何にして可能か.

3. 第三の投射 : deownership

筆者は, 以上の問題に対して, (agency と ownership をある種の二項対立と捉えたいうえでの) 新たに「deownership」と呼ぶ第三項的な位相区分を提案したい. deownership は, ownership に対して, 〈反対〉や〈離脱〉, および〈下降〉などの意味を付加する「de」の接頭語を与えた, 筆者による造語である. 筆者が, この新たな位相区分に対応する主観状態として想定するのは, 幽体離脱における自己感である. 実際, この用語に含意されているのは, ownership から, 空間的および心理的に離脱すること, あるいは ownership で特徴付けられる身体的自己を, (ownership を完全には解体しないままに) 反対側から眺めているような感覚, さらには, ownership を視点から切り離して (相対的に) 下降させていくイメージである.

幽体離脱の発生状況は, 体験者ごとにより多様である. 距離的な側面に注目すると, 自身の身体にかなり接近している場合と, 数 m 以内の中距離的な場所から自身の身体を眺めている時とで大別されるという [メッチンガー 2015]. さらに, 後者の場合, 典型的には, 仰向けで横たわっている自身の身体を上方より対面的に眺めるという視点がとられる. 以上は, deownership の投射が, ownership の投射に課される空間的制約よりも, かなり緩和した条件で生じ得ることを示している. 興味深いことに, 幽体離脱経験者の約半数は, 視点の位置をコントロールできない. この受動性に関して, deownership は, むしろ, ownership と親和的である. さらに, 幽体離脱においては, 多くの体験者が, 視点の位置に身体が存在を感じていない. すなわち, 視点の位置に, ownership によって紐付けられた「身体的自己」が存在しない. この点は, deownership の特異性を理解するうえで非常に重要である. なぜなら, この身体の不在こそが, 幽体離脱的な投射と, 日常的に「鏡やモニタ映像に映っている自分を眺めている」状況とを区別するものであるからである. 後者の場合, あくまでも身体の本体は視点の側にある (という信念がある). 視点と身体は一体となったまま, ただ身体イメージのコピーが, 身体外のいずれかの断面に恣意的に投影されているというだけである *3. 一方で, 幽体離脱の投射で主題となる deownership は, 文字通り, 「身体が投影された場所に自分の身体 (の本体) が存在する」という事態であり, これは, 端

*2 ownership の空間要件をはみだしても, 「共感 (empathy) と呼ばれる機制によって, 他者の痛みを我が身のものとして引き受けることは可能である. 〈出来事の直接性〉と「共感」は明らかに類似した概念であるが, 投射の対象が主観レベルで「自分」であるか「他者」であるか, において決定的に異なるように思われる. いずれにせよ, この違い (あるいは共有部分) を概念的に整理することは, 学術的な意味で非常に重要なことであり, 今後の課題と認識している.

*3 本稿の文脈では, 日常的に鏡像を見ているときに投射されているのは, agency と考えるのが自然であるが, 鏡像は (鏡像に照り返された位置に存在する) 身体的自己への信念を積極的に強化する作用を持つ点において, やはり特別な意味を持つ投射である.

的にいって、「見る自己」と「身体的自己」の分離である。

minimal phenomenal selfhood の議論に倣って、自己の主体を「視点的な自己」に置かならば [Limanowski 2014], agency や ownership の投射は、あくまでも自己の主体を保存したままに、自己の一部を外部に投射するという形態がとられていることがわかる。一方で、deownership の投射は、これとは逆に、自己の一部を（身体として）特定の場所に固定したままに、主体そのものが、外部に投射されているという構図（被投射による投射）がとられる。このようにして投射された「見る主体」において、「身体的自己」において生じた出来事が、どのような〈直接性〉を帯びるかを考えるのは興味深い。一過性の幽体離脱が、生命にとっての危機的状態が生じることが多く報告されていること、したがって、幽体離脱が感覚系の被る痛みなどの負担を回避するための機能を有している可能性を勘案すれば、deownership における〈直接性〉が、個々のモダリティーに関して、ownership と同水準の強度を持つとは思えない。それでは、幽体離脱者にとっての身体は、プレイヤーにとっての（例えば）マリオと同じ程度のリアリティーしか持ち得ないのだろうか。ここには、〈出来事の直接性〉の定義にも関わる、非常に繊細な水準における、リアリティーの差異が存在するようと思われる。こうした考察を踏まえると、中距離的なスケールにおけるプレイヤーとアバターの関係において、アバターに生じる〈出来事〉としてのリアリティーを新たな段階へと引き上げていくための一つの方略として、両者の関係を agency 的なインタラクションのみならず、幽体離脱で生じている視点と身体との分離（deownership）という様相で捉えようとするアプローチには、一定の可能性が秘められていることがわかる。

4. deownership を実験科学で扱うために

近年になって、agency および ownership が、認知神経科学の分野で正統的な概念として認知されるようになった背景の一つには、実験科学において、それらの強度を間接的に指し示すことが可能な客観指標が「発明」されてきたことが指摘できる。他方、agency や ownership は、あくまで主観的な感覚を指し示すものであるため、直接的には、アンケートによって rating されるほかない^{*4}。では、deownership の主観的な強度は、どのような「質問」によって rating されることが適切だろうか。重要なことは、deownership の投射は、単に鏡で自分を見ている状況とは区別されなくてはならない。したがって、視点と身体が分離していることに関わる主観的体験（例えば「自分の身体が、アバターの位置にあるような感じがする」「自分が、身体から離れてしまっている感じがする」など）を直接に問うことが、まずは自然であろう。しかし、deownership の感覚が、幽体離脱が示すように突如 0 から 1 へと boost する創発的な特性を有しているであろうことを踏まえると、幽体離脱の誘発方法が確立していない現段階においては、非常に曖昧な指標として機能せざるを得ない。したがって、deownership においても、幽体離脱で生じている主観的変調に強く寄り添いながら、何らかの複数の客観指標を先んじて仮説的に検討しておくことは、研究コミュニティにとって有益であるように考える。

このような客観指標の一つの候補として、Own Body Transformation (OBT) 課題で計測可能な、全身に関わる「空間変換能力」が挙げられるが、既に [小鷹 2017] で述べているため、

*4 多くの場合、何らかのデータが客観指標として機能するためには、主観評価との強い相関を示すことが要求される。agency の投射に伴う temporal binding（主観的同時性の移動 [Stetson 2006]）や、ownership の投射に伴う proprioceptive drift（身体位置感覚の移動）はその一例である。

ここでは深入りしない。本稿では、OBT においても問題となる「重力」の問題について詳細に検討する。筆者らは、これまでに、deownership に関わる HMD のインタラクションを対外的に複数発表してきた [小鷹 2015][Kodaka 2017b]。2017 年に Siggraph Asia で発表した「Recursive Function Space」（以下、RFS）は、両手に保持したコントローラの位置から自分の上半身を眺める体験を可能とする。このとき、右手に視点を映した際には、常に自分自身の頭部に視点が収斂するように設計している（つまり、視点の回転に関する agency が排除されている）。この設計思想は、幽体離脱における、受動特性と対応している点が重要である。さて、この擬似的な幽体離脱体験において、体験者は「やばい」「きもちわるい」「oh-my-god」「weird」といった表現で違和感を訴える。設計者である筆者自身の体感に照らすと、この違和感は、視界に捉えられているアバターこそが、「自分の本来あるべき位置である」という信念と関連づけられる。そして、RFS の体験中において、この違和感の濃淡は、アバターと視点との空間関係において著しく変化する（違和感の極大化するポイントは、体験者によって異なる）。筆者の研究グループは、各種の展示会で、RFS のデモンストレーションを重ね、体験者より（上記の反応を含む）種々のフィードバックを得ていく中で、deownership の投射の可否を左右する要因として、「重力」に注目するようになった。

その後、さらに重力と deownership の関係を詳細に検討するために、筆者らは、「self-umbrelling（重力反転計画 α ）」と呼ばれる HMD インタラクションを、既に 2018 年 1 月の研究室展示「からだは戦場だよ 2018」で公開している。これは、仰向けとなって寝転んだ状態で傘を開くと、傘を保持している体験者の頭部（HMD）を起点とする一人称視点から、傘のさらに上方から、寝転んでいる自分自身（アバター）を見下ろす三人称視点へと変換するものである。このとき、傘を開くことによって、視点の位置は徐々に天井に向かって吹き上げられていく。このインタラクションにおいて重要なのは、三人称視点をとった際の「視点的自己」に想定される身体の向き（うつ伏せ）が、体験者の実際の物理的状態（仰向け）から反転していることである。そして、前述の研究室展示において、ほぼ全ての体験者が、「仰向け」から「うつ伏せ」の重力の反転を、ごくごく自然のここのように受け入れていたことは非常に興味深い^{*5}。

こうして蓄積されていった体験者のリアクションの観察を通して、deownership に関わる重要な変数として「重力」が浮上してきたのは非常に示唆的である。なぜなら、既に述べたように、仰向けで寝ている状態で、視点のみが天井側へと移動し、寝ている身体を対面状況で眺めるような対外離脱の典型的状況では、視点側の「自己」にかかっている重力は、主観的に反転していると考えられるからである。臨床状況で右角回に直接電気刺激を付与することで誘発された対外離脱の事例 [Blanke 2002] でも同様に、患者は実際には仰向けで寝ている状態であったにも関わらず、天井からぶら下がるようにして漂い、自分自身を見下ろしているような主観的状態であったことが報告されている。また、このような重力反転は、うつ伏せ状態の健常者に対しても、実験室レベル（FBI の誘発）で確認されている [Ionta 2011]。関連して、parabolic flight によって一時的に生じる micro gravity 状態において、体が逆さまとなったような感覚、あるいは空間そのものが逆さまとなるような感覚（inversion illusion）が、頻繁に報告されることがわかっている

*5 この重力の反転作用における主観的感覚については、体験者の一人である、古谷利裕氏（画家・評論家）による、投稿直前に発表された論考 [古谷 2018] に詳しい。

[Graybiel 1967]. こうした事実により、幽体離脱が、重力加速度を検知する前庭系の機能が何らかの原因で失調したことによる結果であるという考え方が発表されている [Blanke 2012].

以上を踏まえ、筆者の研究グループは、現段階で、「重力反転錯覚が幽体離脱を誘発するうえでの基本的な前提条件を構成する」という仮説を採用している。これは、実験科学的な文脈で、重力反転に関わる知覚強度を、deownership の投射に関する間接的な評価指標として検討することを意味する。この仮説のうえでは、deownership の投射の設計が、『重力反転錯覚の誘発』という具体的な課題へとブレークダウンされる点が重要である。

5. 展望

筆者の研究グループは、アバターを含む HMD 空間において、幽体離脱的な投射を新たに導入するプロジェクトを、二つの方向性（1：デモンストレーションの設計、2：心理実験の実施）から並行的にすすめている。前者は、（前章で紹介したような）幽体離脱的な視点変換を埋め込んだインタラクション空間を、（多少のエンタテインメント性も考慮しながら）具体的に体験可能なかたちで設計することであり、これは、設計の自由度が飛躍的に高くなること、さらに比較的多数の人に体験してもらうことで、多様なフィードバックを得ることができる点に利点がある。後者は、実験科学的な枠組みで、認知的な要因が、deownership の投射において、どのように作用するかを慎重に検討していくことである。これら二つの課題のアウトカムは、お互いの設計に影響を与えるものであり、その意味で本プロジェクトの進行において両輪をなすものである。

後者に関して、本講演では、「姿勢要因が重力知覚に与える影響」を検討するべく、（既に実施している）HMD を用いた心理実験の内容を比較的詳しく解説する予定である。残念ながら、本稿では既に紙幅が尽きており、詳細を割愛せざるを得ない（現在、国内会議および国際ジャーナルに投稿する準備をすすめている）。実験の結論のみを先取りすると、「仰向け」状態は（「立位」「うつ伏せ」と比して）、知覚される重力の方向性において強力な不定性を抱えているという知見を得ている。「仰向けの主体は、比較的簡単にうつ伏せの“気持ち”に転じることができる」と言えば、より伝わりやすいだろうか。この結果は、仰向け状態で、幽体離脱が報告されるケースが多いことに対応しているかもしれない。

この種の実験の知見を辛抱強く蓄積していくことで、幽体離脱的な投射を科学的に議論するうえでの風通しの良い土壌を整備していくことが、本プロジェクトの当面の課題である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 15K21281、および中山隼雄科学技術文化財団の助成を受けた。

参考文献

- [小鷹 2017] 小鷹研理：「HMD 空間における三人称定位：幽体離脱と Own Body Transformation からのアプローチ」、日本認知科学会大会、2017
- [ハラリ 2015] ユヴァル・ノア・ハラリ、サピエンス全史、河出書房新社、2016
- [渡邊 2015] 融けるデザインーハード×ソフト×ネット時代の新たな設計論、BNN 新社、2015

- [Serino 2016] Serino, A. et al. (2016). Body part-centered and full body-centered peripersonal space representations. *Scientific Reports*, 5(1)
- [Kalckert 2012] Kalckert, A., & Ehrsson, H. H. (2012). Moving a Rubber Hand that Feels Like Your Own: A Dissociation of Ownership and Agency. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 40.
- [Kodaka 2017a] Kodaka, K., & Kanazawa, A. (2017). Innocent Body-Shadow Mimics Physical Body. *i-Perception*, 8(3)
- [Durgin 2007] Durgin, F. H. et al. (2007). Rubber hands feel the touch of light. *Psychological Science*, 18(2), 1527.
- [石原 2017] 石原由貴・小鷹研理：「Mirror Visual Feedback を活用した鏡の移動による上肢の移動感覚の変調」、情報処理学会シンポジウム・インタラクション 2017
- [Armel 2003] Armel, K. C., & Ramachandran, V. S. (2003). Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 270(1523)
- [石原 2015] 石原由貴・小鷹研理：「デスクトップ・プレゼンスのための身体変形感を誘起する背面タッチインタフェースの研究」、情報処理学会シンポジウム・インタラクション 2015
- [メッチンガー 2015] トーマス・メッチンガー、エゴ・トンネル 心の科学と「わたし」という謎、岩波書店、2015
- [Limanowski 2014] Limanowski, J. (2014). What can body ownership illusions tell us about minimal phenomenal selfhood? *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 946.
- [Stetson 2006] Stetson, C. et al. (2006). Motor-sensory recalibration leads to an illusory reversal of action and sensation. *Neuron*, 51(5), 6519.
- [小鷹 2015] 小鷹研理・信田勇貴：「I am a volleyball tossed by my hands: 二人称視点を採用した幽体離脱の誘発」、情報処理学会シンポジウム・インタラクション 2016
- [Kodaka 2017b] Kodaka, K., & Mori, K. (2017). Recursive function space. In *SIGGRAPH Asia 2017 VR Showcase*
- [古谷 2018] 古谷利裕、「幽体離脱の芸術論」への助走、ÉKRITS (online) <http://ekrits.jp/2018/03/2515/>
- [Blanke 2002] Blanke, O. et al. (2002). Stimulating illusory own-body perceptions. *Nature*, 419(6904), 269-70.
- [Ionta 2011] Ionta, S. et al. (2011). Multisensory mechanisms in temporo-parietal cortex support self-location and first-person perspective. *Neuron*, 70(2), 363-74.
- [Graybiel 1967] Graybiel, A., & Kellogg, R. S. (1967). Inversion illusion in parabolic flight: its probable dependence on otolith function. *Aerospace Medicine*, 38(11)
- [Blanke 2012] Blanke, O. (2012). Multisensory brain mechanisms of bodily self-consciousness. *Nature Reviews. Neuroscience*, 13(8), 556-71.