



# 人と異なる骨格・姿勢のアバタへの 身体所有感生起に関する研究

A Study on the Sense of Body Ownership for Avatars with Different Skeletal Structure and Posture from Human

本多 誼海<sup>1)</sup>, 中泉 文孝<sup>2)</sup>, 大須賀 美恵子<sup>2)</sup>

Yoshimi HONDA, Fumitaka NAKAIZUMI, and Mieko OHSUGA

1) 大阪工業大学 大学院 ロボティクス&デザイン工学研究科

(〒530-8568 大阪府大阪市北区茶屋町 1-45, m1m20r31@oit.ac.jp)

2) 大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部

(〒530-8568 大阪府大阪市北区茶屋町 1-45, fumitaka.nakaizumi@oit.ac.jp, mieko.ohsuga@oit.ac.jp)

**概要:** 近年, VR ゲームなどで HMD を用いたアバタ体験を手軽に行うことができるようになった. またその際に用いられるアバタは人間型だけに留まらず, 鳥のような人と異なる骨格や姿勢のアバタも用いられる. 先行研究ではそれらの非人間型アバタを用いた際にも人間型アバタと同等の身体所有感が生起することが報告されている. 本研究ではサメ型アバタを用いた実験を行い, 人と骨格や姿勢が異なるアバタにおける身体所有感の生じ方について調べた.

**キーワード:** 身体所有感, 身体認知, 非人間型アバタ

## 1. はじめに

近年, 大画面モニターや HMD を用いて映像を視聴するような VR 体験に対して, 映像を視聴するだけではなく実際に身体を動かしてバーチャルな世界を体験するようになってきている. その際モーションキャプチャデバイスや HMD 付属の手持ちコントローラを用いて身体の動きを計測し, VR 空間のアバタの動きに反映させる手法が一般的である. 身体の動きにアバタの動きを同期させることによりアバタとの間に一種の一体感が生まれ, VR 体験の臨場感が向上する.

身体の動きとアバタの動きの同期による一体感は身体所有感と呼ばれ, 先行研究では人間型アバタだけではなく人と異なる骨格や姿勢のアバタにも人間型アバタと同等の身体所有感が生じる可能性があることが報告されている. このような人とは異なる骨格や姿勢のアバタに対する身体所有感の生起についての研究が進めば, 第三の腕や尻尾のような身体拡張への活用や他の生き物の生態をより深く学べるような知育教材に用いることができる.

本研究ではサメ型アバタを用いた実験を行い, 人と骨格や姿勢が異なるアバタに対する身体所有感生起について調べた.

## 2. 先行研究

身体所有感とは自分の身体を自分のものだと感じる感覚のことで基本的には自分の腕などを外界から切り離し

自己を確定するために用いられる感覚である. この感覚を自分の身体以外で感じる方法として有名な実験でラバーハンド錯覚[1]がある. これは対象者の目の前に偽物の手(ラバーハンド)を置き, 対象者の本物の手はその横に本人から見えないようにして置く. そして本物の手と偽物の手に同時に触覚刺激を提示したときあたかも偽物の手を自分の手のように感じる現象である. ラバーハンド錯覚における身体所有感は筆でなぞられている腕を見ているときの視覚情報と実際になぞられている感覚が時間的, 空間的に一致することによって生起する.

一方 VR 空間におけるアバタへの身体所有感とは身体の動作とアバタの動作の同期を視覚情報で確認できた際に生起する. アバタに対する身体所有感が高まるとアバタに対する危害を自分に対する危害と感知することがある[2].

先行研究では一般的な人間型アバタから透明身体を持つアバタ, 腰の付け根に尾を持つアバタなどにも身体所有感が生じることが報告されている[2][3]. また人と異なる骨格や姿勢のアバタに対する身体所有感生起に関する研究も行われている. その際動物型アバタが用いられることが多く, 鳥やコウモリ, トラ, クモなどその形状は様々である[4][5].

本研究では人と骨格や姿勢が異なるアバタとしてサメ型アバタを提示し, 実験参加者とアバタの姿勢が異なっているときでも身体所有感が生起するのか, また実験参加者とアバタの動作が異なっているときでも身体所有感が生



図1 アバタの操作の様子(左：コントローラ，中央：バタ足，右：ひれの動き)

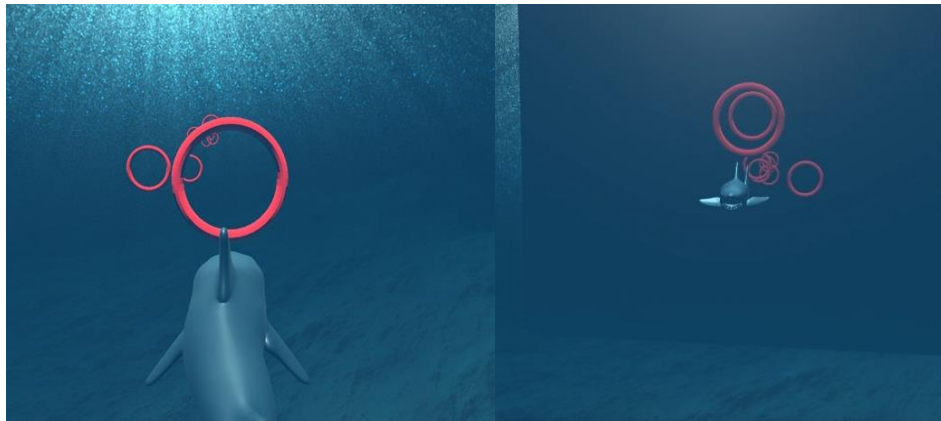


図2 実験参加者の視点映像(左：3人称視点，右：1人称視点で鏡を見ている様子)

起するののかの二つについて検証を行った。

### 3. 実験

#### 3.1 実験環境

実験に用いる VR 空間の製作は Unity 2018.3.11f1 Personal 64bit(以下, Unity)を用いた。実験参加者の動作検出は Kinect V2 を用い, Unity で骨格データを扱えるように Kinect for Windows SDK 2.0 を導入した。実験参加者への映像提示は Windows Mixed Reality を用いた。

実験でのアバタ操作の様子を図 1 に示す。アバタの動作条件は 3 通り用意した。

図 1 左はコントローラで操作するときの様子である(コントローラ条件)。コントローラの左スティックを前方に倒すことにより前へ進み, 移動方向は HMD の向いている方向で制御するようにした。なお移動方向の制御は他の 2 つの動作条件でも同じである。コントローラ条件は実験参加者とアバタの動作が異なり, 実験参加者の身体の動きが少ない条件である。

図 1 中央はバタ足で操作するときの様子である(バタ足条件)。実験参加者がバタ足(人間が泳ぐ際の足の動作)を行い, その動作をしている間アバタが前方に進むようにした。バタ足条件は泳ぐ動作を人間に近づけた条件である。なおこの 2 つの動作条件では常に尾びれが左右に動くアニメーションをアバタに付けた。

図 1 右は実験参加者の足とアバタの尾びれの動作を同期させて操作するときの様子である(サメの泳ぎ方模倣条件)。実験参加者が右足を左右に揺らす動作によってサメの泳ぎ方模倣条件は実験参加者の足とアバタと尾びれの

動作が同期しているが姿勢が異なっている条件である。なおこの条件では実験参加者の手とアバタの胸びれの動作を同期させたがアバタの進むスピードには影響はない。

HMD の視点映像は 3 人称視点と 1 人称視点の 2 通りを用意した。視点映像の例を図 2 に示す。3 人称視点では図 2 左のように実験参加者の視点はアバタの後方上部に固定されていてアバタの姿が常時確認できる。1 人称視点では最初と最後に出現する鏡でしかアバタの姿を確認できないようになっている。

#### 3.2 実験

実験の目的を知らない健康な学生 6 名(平均年齢: 20.2 歳, 男性 4 名, 女性 2 名)に対して文書によるインフォームドコンセントを得て実施した。なお実験は大阪工業大学倫理審査委員会の承認を得て行った。

初めに 3 つの口頭質問(年齢・性別・HMD 使用経験の有無, 及び VR ゲーム経験の有無)をしてから HMD を装着させ各条件の実験を行った。実験は 3 人称視点条件でランダムな順番での動作条件 3 種類, 1 人称視点条件でランダムな順番での動作条件 3 種類の順番で行った。

HMD を装着すると目の前にリングが直線状に並んでいるのでリングの中をくぐって前へ進むように指示した。いくつかのリングをくぐると鏡が表れるのでそこで静止させアバタの姿を観察させた。30 秒経つと鏡が消えるのでそのまま奥に並んでいるリングをくぐらせ前進させた。しばらく進むと再び前方に鏡が表れるのでアバタの姿を観察させ, HMD を外させた。その後こちらの用意したアンケートに答えさせた。

アンケートでは「Q1/2. アバタを自分/他人の身体のように感じた」と「Q3. アバタを思い通りに動かすことができた」、「Q4. アバタを操作して実際に泳いでいるように感じた」などアバタに対する身体所有感やVR体験の臨場感に関する質問を0～4の5段階リッカート尺度で答えさせた。

### 3.3 結果

アンケート結果について設問ごとに繰り返しのある二元配置の分散分析を行った。その結果「Q1. アバタを自分の身体のように感じた」と「Q2. アバタを他人の身体のように感じた」で視点条件では有意差(Q1 :  $p=0.007$ , Q2 :  $p=0.012$ )が見られた。しかし動作条件には有意差は見られなかった。またその他の質問では視点条件、動作条件ともに有意差は見られなかった。Q1とQ2の各条件ごとの平均値と標準偏差を図3に挙げる。グラフ中のアルファベットは各条件を表し、1文字目が視点条件(T: 3人称視点条件, F: 1人称視点条件), 2文字目が動作条件(C: コントローラ条件, B: バタ足条件, S: サメの泳ぎ方模倣条件)である。

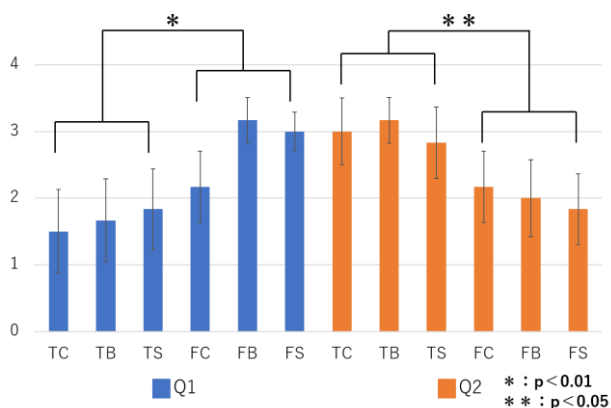


図3 Q1, Q2における各条件ごとの平均値

### 4. 考察

「Q1. アバタを自分の身体のように感じた」について3人称視点条件に対して1人称視点条件の方が有意に高い平均値を示したことよりアバタの姿が見えずとも身体所有感が高まる可能性がある。また「Q2. アバタを他人の身体のように感じた」では3人称視点条件の方が有意に高くなったため3人称視点では目の前に見えるアバタが自分の身体ではなく他人のように感じる可能性がある。ここから身体所有感の生起には単にアバタの姿が見えるかどうかだけではなく、今回の実験で言えばアバタになりきって海を泳いだりすることを含むVR体験全体の臨場感が関わってくるということが予想できる。

「Q3. アバタを思い通りに動かすことができた」はすべての条件で高い平均値(>2.83)を示した。このことよりアバタの操作感について不自由な点はあまり生じなかったと予想される。しかし実験終了後の聞き取り調査では「操作中ずっと足をバタバタさせていたので疲れた」といった

意見があった。この点でもう少し実験参加者の負担が減るような操作方法を開発する必要がある。

「Q4. アバタを操作して実際に泳いでいるように感じた」についてはFB条件が一番高い平均値(=2.83)を示した。このことより「泳ぐ」というVR体験の面で見るとFB条件が一番高い臨場感が表れたのではないかと予想できる。しかし今回の実験では動作条件の違いを導き出すことはできなかったのでさらなる調査が必要である。

### 5. おわりに

本研究では人と骨格や姿勢の異なるアバタへの身体所有感生起について実験参加者とアバタの視点による要因(3人称視点と1人称視点)とアバタの操作方法による要因(コントローラとバタ足, サメのひれの動き模倣)をそれぞれ組み合わせて検証を行った。

結果は3人称視点より1人称視点の方がアバタの姿が確認できないにも関わらずアバタを自分の身体と感じる傾向が表れた。これはVR空間のアバタに対する身体所有感生起にはVR空間全体の臨場感, 今回のサメ型アバタで言えばいかに自分をサメを思わせるかということが重要になってくることが予想できる。アバタの動作条件に関しては有益な結果を導き出すことができなかった。今回アバタと姿勢を合わせた状態での実験を行うことができなかったため今後その条件を含めた比較を行う予定である。

また展望としては実験参加者に触覚刺激を提示したときにアバタの同じ部位を刺激しているような視覚刺激を提示することによる身体所有感の高まりを検証する予定である。

### 参考文献

- [1] Botvinick Matthew, Jonathan Cohen: "Rubber hands 'feel' touch that eyes see.", Nature, Vol.391, p.756, 1998.
- [2] Steptoe William, Anthony Steed, Mel Slater: "Human tails: ownership and control of extended humanoid avatars." IEEE transactions on visualization and computer graphics, Vol.19, No.4, pp.583-590, 2013.
- [3] 近藤亮太, 杉本麻樹, 南沢孝太, 稲見昌彦, 北崎充晃: 四肢先端の視覚同期運動による伸張四肢透明身体への所有感生成, 第23回バーチャルリアリティ学会大会論文集, 33E-2, 2018.
- [4] 小柳陽光, 大村廉: 飛行体験における没入感向上のための鳥アバタへの身体所有感の生起可能性の検討, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.22, No.4, pp.513-522, 2017.
- [5] Krekhov Andrey, Sebastian Cmentowski, Jens Krüger: "The Illusion of Animal Body Ownership and Its Potential for Virtual Reality Games", IEEE Conference on Games, pp.1-8, 2019.