



# 自動表情変化アバタが及ぼす身体化感覚への影響

The effect of an avatar with automatic facial expression changes on the sense of embodiment

岡田稜<sup>1)</sup>, 三武裕玄<sup>1)</sup>

Ryo OKADA, and Hironori MITAKE

1) 明治大学 総合数理学部 (〒164-8525 東京都中野区中野4-21-1, mitakelab.fms@gmail.com)

概要: アバタの表情は手の操作や顔トラッキングにより使用者が動作させるのが普通であるが, 他人からの接触を検知して自動で表情が変化するアバタも最近活躍している。こうした自動動作はアバタの身体化感覚を低下させ没入感を削いでしまう可能性がある。本研究では自動表情変化の使用時の身体化感覚について, 手の操作による表情変化の習熟度合や顔トラッキング使用の有無等の条件間で比較し, 影響を明らかにするとともに, 身体化感覚の低下が少ない自動演技変化を検討する。

キーワード: 身体化感覚, 運動主体性, 自己所有感, 自動化

## 1. はじめに

メタバースで通常アバタは人がHMDとコントローラを使用し, アバタを操作するが, 一方でアバタの自動化が普及してきた。ダンスや待機中モーションなど, アバタのキャラクター性に沿った表現補助や, 移動の際の歩行モーションや頭部を下げた時にアバタが座るなど姿勢推定など様々な活躍をしている。

しかし, 自分で操作しない自動動作は身体化感覚(Sence of Embodiment)を削ぐ可能性がある。身体化感覚とはアバタを自分自身だと思ふ感覚で, 没入感を増加させよりリアリティのある体験をおこなう為に必要な要素である。

本研究では, アバタの自動化の中でも自動表情変化機能に焦点を当てる。相手アバタの手が頭部に接触すると表情を変化させる機能が搭載されたアバタが増加し, 身体コミュニケーションの局面で使用されるが, 表情を自身で変化させないことや, したい表情と異なる表情変化を起こすことなどで身体化感覚を低下させる可能性がある。

一方でVRChatを中心としてアバタの表情をコントローラの指操作で入力する手法が普及している。この方法は表情操作に慣れを要するため, 多くのユーザは顔表情への身体化感覚が十分高くなく, そのために自動表情変化機能による身体化感覚が低下に敏感でないのではと考えた。

そこで本研究では, VRメタバースを日常的に利用しないユーザを対象として, 自動表情変化機能利用時の身体化感覚の変化を調査する。これにより, 顔表情への身体化感覚が十分高くないければ自動表情変化を使用しても身体化感覚の低下も少ないのか, また自動表情変化使用時でもコントローラによる表情操作を併用する方が身体化感覚の低下をおさえることができるかを検証する。

## 2. 関連研究

### 2.1 身体化感覚

身体化感覚は行動が自身に起因すると感じる運動主体性(Sence of Agency), 自身の身体を自身の所有物と感じる身体所有感(Sence of Body Ownership), 自己身体の位置の同一性を認識する自己位置感覚(Sence of Self Location)などから成り立つとされ[1], 代表的な研究例ではゴム製の手を自分の手と認識する錯覚が生じるrubber hand illusionがある[2]。またプロテウス効果やクロスモーダルなどの心理的影響も存在する。また, 上記以外の要素以外に, 変身感や疑似触覚フィードバックも影響すると考えられ, また自身の外見の類似度が身体化感覚を向上させると考えられるが, ドラゴンや鳥といった非人型アバタにも生起することが確認され[3][4], 普段使いのアバタなら性別が不一致でも身体所有感が生起することが確認されている[5]。

自動表情変化は直接, 運動主体性と自己位置感覚の低下を招くと考えられる為, 身体化感覚が低下すると考えられるが, 生

まれ持った顔パーツで動かすわけではない, コントローラでの表情変化で生じた運動主体性は長時間のVR利用で強化されたものと考えられ, VR体験初心者ならば, 低下が起きにくいと考える。

また, 視認した身体の場所が起因する自己位置感覚は, 日常的に視認する自身の身体ではなく, 鏡などの写像を通して確認する特定の条件で発生する表情の認識ならば, 低下が起きにくいと考える。

### 2.2 表情変化

現状のメタバースでは, VRChatを中心にコントローラによる手指操作(ハンドジェスチャー)での表情変化が一般的である。複数のジェスチャーを組み合わせることで複雑な感情表現も可能だが, 慣れに時間を要するため, 顔パーツを検知し, アバタに反映させる顔トラッキングも注目されているが, 現状の普及しているものは精度が低く, したい表情を行えない場面もある。

また鏡型モニターに映った像を人為的に操作することで, フィードバックから感情提起をおこなった例があり[6], この事例では喜びなどの正の感情表現より, 悲しみなどの負の感情表現がより敏感に判定された。よって, 本研究では妨げになる可能性が少ない正の感情である笑顔を対象に調査していく。また, 人的に操作した表情をフィードバックし, 感情を引き起こした事例もあることから, 身体化感覚が維持できる可能性が見出せる。

### 2.3 他との身体融合

他者との融合身体では, 身体の一部を他者の操作に委ねたり, 拡張身体によって複数の腕を複数人で操った場合でも身体所有感や運動主体性が生じた[7][8]。

また, 人とプログラムの運動の融合の場合, 人の制御割合が小さくなるにつれて, 運動主体性, 身体所有感は低下した[9]。これによって表情変化の場合, コントローラと自動機能による合同の表情変化よりも, 人の制御割合が小さい自動機能のみの表情変化が身体化感覚が低下すると考えられる。

## 3. 調査

本実験ではVR体験初心者への自動表情変化が身体化感覚に及ぼす影響を調査するため, コントローラ操作のハンドジェスチャーによる表情変化(以下Ctrl)から自動表情変化のみの使用(以下Auto)に切り替えた時のSoEの変化をアンケートで調査した。アンケート各項目の変化量と, Ctrlからコントローラと自動表情変化機能の両方使用の場合(以下Ctrl+Auto)の変化量を調査し, また, 操作の慣れによる各項目の変化量をAutoの場合とCtrl+Autoの場合を比較する。



図1: 実験の様子

### 3.1 システム

アバタはコントローラでハンドジェスチャを変えることができ、伴って表情が変化する。また、AvatarContactという他者アバタの手に搭載されたコライダに反応し、パラメータを変化させる機能で、コントローラの操作よりも優先的にアバタの表情を変化させる。

### 3.2 実験環境

実験参加者はHMD(OculusQuest3：画像解像度2064x2208, 視野角 110度)と付属のコントローラを使用し、タスクをおこなった。また、実験中に遅延などのトラブルが起きた場合、再起動を行い、対応を行った。また使用したVR空間は実験の妨げにならない程度の設備がある部屋を使用し、壁にミラーとミラーから30cm離れた足元に立つ位置の目印となる線を設置した。

また、実験室には実験説明者と実験参加者の2名のみで、実験説明者と接触者は遠隔で連絡を取った。

### 3.3 実験条件

実験参加者は総プレイ時間100時間以下を条件として10名(うち男性6名, 女性4名)を調査した。Ctrlでは手を開くと笑顔になることを説明し、コントローラによるハンドジェスチャのみを使っての表情変化を指示し、Autoでは接触者が触れたら笑顔になることを説明し、コントローラを持ったまま操作せず、自動表情変化機能のみを使って表情変化を指示した。また、Ctrl+Autoではどちらを使ってもかまわないことを説明し、表情変化を指示した。

また、ユーザ数の多いソーシャルVRである「VRChat」を使用し、その中でも使用者が多く、自動表情変化機能が搭載しているモデルである「萌」と「マヌカ」をランダムで使用した。

また、密接な身体コミュニケーションを伴うことから接触者との人間関係によって実験結果の差が出ることを考慮し、接触者の情報は伏せて実験説明者と接触者は別人物がおこなったようにみせた。接触者アバタはVroidで制作し、中性的な外見にしたうえで、表情変化やジェスチャーなどの感情や情報をなるべく提示しないよう心がけた。

### 3.4 タスク

まず、現実世界で物体にぶつからないように身体を動かし、次にアンケートの一部設問に回答しやすいように、自身の手を見て、握ったり開いたり前後左右に動かし、自身の動きに連動するよう確認を行った。実験参加者に接触者の撫でる動作に対し、表情変化をおこなう指示をし、鏡の前の目印につま先が合うよう位置を調整することを指示した。準備ができ次第、図1のような実験参加者アバタの後ろに接触者が立ち、頭頂部を5秒間撫でる動作を2回、右から実験者アバタの手が被験者の視界に映るように5秒間撫でる動作を2回、左から同じように5秒間撫でる動作を2回おこなった。

身体所有感1	バーチャルの身体が自身の身体であるように感じた。
身体所有感2	鏡に映った身体を見て、自身の身体であるように感じた。
身体所有感3	自身の身体が撫でられる影響を受けると感じた。
運動主体性1	アバタを現実の身体のように操作できるように感じた。
運動主体性2	アバタの表情を自身の身体のように操作できているように感じた。
運動主体性3	アバタの表情が変化したときに、自分が変化させたと感じた。
自己位置感覚1	直接、バーチャルの身体を見た時、現実の身体が同じ位置にあると感じた。
自己位置感覚2	鏡の中のアバタを見た時、鏡にアバタが映るような場所に自分の身体があるように感じた。
変身感	現実の身体がバーチャルの身体に変化したように感じた
疑似触覚	撫でられた時、実際に触られた感触がした。
自己同一性	アバタに自身のアイデンティティを感じた。

表1: アンケート

### 3.5 実験手続き

被験者が実験室に到着次第、インフォームドコンセントの同意と、被験者属性の調査のアンケートに回答するよう指示した。HMDを装着し、予め自動表情変化機能が無効になっていることを確認し、操作説明のちに、VR空間で目印の位置で鏡を見ながら手を開き、アバタ表情を笑顔にする訓練を2分間おこなった。その後、タスクをおこない、アンケートに回答するよう指示した。自動表情変化機能を有効にし、(1)(2)の動作を順不同でおこなった。

(1)自動表情変化のみでの反応を指示し、タスクをおこない、アンケートの回答を指示、これを3回繰り返した。

(2)コントローラと自動表情変化のどちらをつかってもかまわないことを指示し、タスクをおこない、アンケートの回答を指示、これを3回繰り返した。

また7回のアンケートに回答した被験者にインタビューを行った。

### 3.6 評価方法

アンケートは表1の従来研究[10]から独自項目を追加した独自アンケートを利用した。いずれの質問項目も7段階のリッカートスケールで構成され、全ての項目において1を「全くそう思わない」、7を「非常にそう思う」とし、その範囲で評価するように指示した。

## 4. 実験結果

### 4.1 CtrlからAutoへの身体化感覚の変化

結果を図2に示す。図2は各被験者の初回Ctrlから初回Autoを引いた数値の散布図であり、ひげは各項目の最高値と最低値、また箱は第一四分位数と第三四分位数を表す。

### 4.2 CtrlからCtrl+Autoへの身体化感覚の変化

結果を図3に示す。図3は各被験者の初回Ctrlから初回Autoを引いた数値の散布図であり、ひげは各項目の最高値と最低値、また箱は第一四分位数と第三四分位数を表す。

### 4.3 複数回試行によるAutoとCtrl+Autoの身体化感覚の変化

身体所有感2、運動主体性全体の項目においてAutoと比べ、Ctrl+Auto条件の増加が見られた。その他の項目では、Auto条件とCtrl+Auto条件では大きな変化の差がみられなかった。

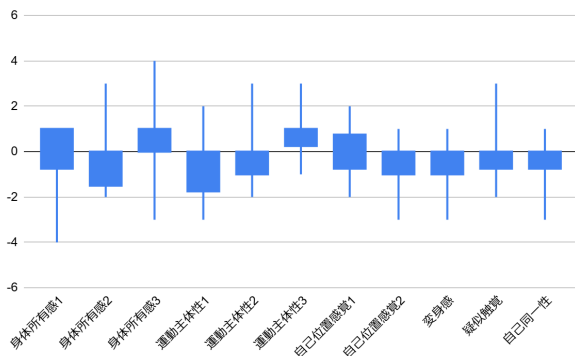


図2: CtrlからAutoへの身体化感覚の変化

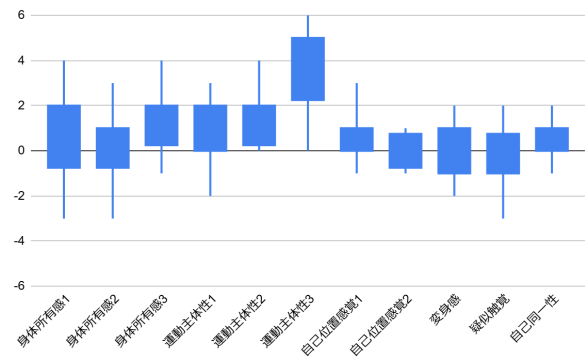


図3: CtrlからCtrl+Autoへの身体化感覚の変化

## 5. 考察

### 5.1 CtrlからAutoへの身体化感覚の変化

運動主体性全体の項目で大きく低下がみられ、身体所有感全体の項目でわずかながら低下がみられた。その他の項目に大きな変化は見られなかった。自己表情操作と自動表情操作の差が出ており、身体所有感は運動主体性に引きつられると考察できる。ただ、変身感や、疑似触覚の項目に変化はなく、これらは、大きな運動主体性の低下に左右されない可能性がある。自己位置感覚は、表情が変わる程度の小さな変化、または鏡などを通してみる特殊な条件下で確認のために増減が薄かったと考えられる。

また、インタビューでは「アバタの表情が勝手に変わること自身の気持ちも嬉しいと感じた。」「表情が自動で変わること撫でられている実感が湧いた。」という感情提起や疑似触覚の強化につながる意見もあった。

### 5.2 CtrlからCtrl+Autoへの身体化感覚の変化

身体所有感3、運動主体性3では低下がみられ、その他の項目では、わずかながら増加がみられた。

これは自動表情変化とコントローラの表情変化という複雑な操作において、運動主体性が強化された結果だと考える。また、自動演技による撫でられた反応を確認し、自身で表情変化するという現象もみられた。

また、インタビューでは「自身の表情変化が阻害され、自分じゃない気がした。」「自分がしたい表情と異なり、違和感を感じた。」と自動表情変化とコントローラの表情変化の衝突も伺えた。

### 5.3 複数回試行によるAutoとCtrl+Autoの身体化感覚の変化

身体所有感2や運動主体性の項目についてCtrl+Auto条件の場合、大きな増加がみられた。これは複雑なコントローラ操作と自動表情変化を使ったことによる運動主体性の強化だと考える。

またインタビューでは「繰り返しているうちに自分だと思える感覚が増えた。」「自動表情変化の判定が気になった。」「後半になるほど表情変化に慣れ、自然に反応できる感覚がした。」と各項目の増加が伺えた。

## 6. 今後の展開

本実験では、VR体験初心者のみを対象とした為、VR体験熟練者の身体化感覚の変化と比較することで、コントローラ操作の熟練度の関係性がわかるといえる。また、データにばらつきがみられ、実験数を増やすべきだが、1回の実験が30分~40分程度の為、効率化が求められる。

また、インタビューで「接触者と実験協力者のアバタの違いに違和感を感じた。」「実験協力者のアバタが無機質で不気味さを感じた。」などの意見があったため、より撫でる文脈に沿った自然な実験環境の構築の必要性がある。

また、本実験では普及している自動表情変化に焦点を当て、調査を行ったが、姿勢推定に対する身体化感覚の変化も調査する必要性がある。

また、本実験では量的実験をおこなったが、被験者によってばらつきがみられ、使用意図も幅広いものになる見込みがあるため、インタビューや観察を主体とした質的実験の必要性も考慮したい。

## 7. むすび

本研究では、コントローラ操作によるジェスチャーでの表情変化から自動表情変化をした際の身体化感覚をアンケートによって解析する実験を行った。自動表情変化のみの場合は身体化感覚が減少したが、自動表情変化とジェスチャーでの表情変化を両方とも使用した場合は増加した。また、複数回の試行による身体化感覚の変化を分析し、自己所有感と運動主体性の項目で、両方使用条件で増加の傾向がみられる箇所があった。

## 参考文献

- [1] Kilteni, K., Groten, R., Slater, M.: The Sence of Embodiment in Virtual Reality, in Presence, Vol. 21, No. 4, pp. 373-387, 2017.
- [2] Botvinick, M., Cohen, J.: Rubber hands 'feel' touch taht eyes see; Nature, 391(6669), pp. 756-756, 1998
- [3] 小柳陽光, 鳴海拓志, 安藤英由樹, 大村廉: ドラゴンアバタを用いたプロテウス効果の生起による高所に対する恐怖の抑制, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 25, No. 1, pp. 2-11, 2020.
- [4] 小柳陽光, 大村廉: VR空間上の鳥アバタへのBody Ownership illusionの誘発条件の検討, 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 40, No. 37, pp. 5-8, 2016.
- [5] 小柳陽光, 鳴海拓志, 大村廉: ソーシャルVRコンテンツにおける普段使いのアバタによる身体所有感と体験の質の向上, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 25, No. 1, pp. 50-59, 2020.
- [6] 吉田成朗, 鳴海拓志, 櫻井翔, 谷川智洋, 廣瀬通孝: リアルタイムな表情変形フィードバックによる感情体験の操作, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol. 17, No. 1, pp. 15-26, 2015.
- [7] LiXiaotong, 畑田裕二, 葛岡英明, 鳴海拓志: 片側上肢の一部を他者に委譲した融合身体におけるEmbodimentの評価, 日本バーチャルリアリティ学会第27回大会論文集, 2022.
- [8] 仁藤晴暉, 成田真輝, 肥後克己, 嶋田総太郎: VR空間で2人同時操作を行う4本腕アバターに対する自己身体感についての検討, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 27, No. 4, pp. 323-330, 2022.
- [9] 武智通, 中村文彦, 福岡正彬, Ganesh Gowrishankar, 家永直人, 杉本麻樹: プログラムと人間の運動の融合・タスクの自動化による運動主体感, 身体所有感の変容, 日本バーチャルリアリティ学会第26回大会論文集, 2021.
- [10] Peck, T. C., Gonzalez-Franco, M.: Avatar embodiment. a standardized questionnaire, Frontiers in Virtual Reality,

