



横向きアバターへの身体近傍空間生起の検討

Peri-personal space in sideways facing avatar

LI HE¹⁾, Hapuarachchi Harin¹⁾, 上田祥代¹⁾, 北崎充晃¹⁾

He LI, Hapuarachchi Harin, Sachiyo UEDA, Michiteru KITAZAKI,

1) 豊橋技術科学大学 工学系研究科 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1,
li.he.qr@tut.jp, harinmanujaya@gmail.com, ueda@cs.tut.ac.jp, mich@tut.jp)

概要: 我々の体の周りには身体近傍空間(PPS)と呼ばれる空間が存在し、身体から遠く離れた空間と比較して、視覚(聴覚)-触覚の多感覚統合が促進される。本研究では、横向きの三人称視点アバターに PPS が生じるかを検証した。結果、運動同期したアバターは、身体所有感および行為主体感が非同期条件と直方体条件よりも強く感じられたが、多感覚統合の促進効果に違いは見られなかった。より強い身体所有感を誘発することが、アバターに PPS が生じるために必要な可能性も考えられる

キーワード: 身体近傍空間, 視覚-触覚統合, 身体所有感, 三人称視点アバター

1. 序論

身体すぐ近くを取り囲む空間は、他者や環境と直接相互作用が行われる空間であり、人が適応的に行動するために重要な空間である[1]。この空間は「身体近傍空間」と呼ばれ、身体から遠く離れた空間と比較して、視覚-触覚あるいは聴覚-触覚の多感覚統合が促進される。この身体近傍空間は可塑性を持ち、行為可能性の範囲[2]や、後ろから3人称視点で見るアバターへの全身所有感錯覚の生起[3]によっても拡大/縮小する。しかし、自分が操作するアバターを3人称視点で見るとき、どこまで自己身体と矛盾する空間に身体近傍空間が生じるかは明らかでない。本研究では、自分の動きと同期運動する横向きアバターを三人称視点で見る時、アバター身体に選択的に(自己身体と分離した)身体近傍空間が生じるかを検討した。

2. 方法

2.1 参加者

実験目的を知らない19歳から25歳の男性17名(平均22.4±1.8歳)が実験に参加した。参加者は全員正常な視力を有し、触覚や身体機能に障害がなかった。本研究は豊橋技術科学大学研究倫理審査委員会の承認を得て行われた。

2.2 装置

頭部搭載型ディスプレイ(HMD, HTC VIVE Pro Eye, 1440 x 1600/pixel 単眼, 90deg (水平) x 110deg (垂直), 90Hz), コントローラー(HTC VIVE)2つ, トラッカー(HTC VIVE)2つを装着し、アバターを動かすために5点トラッキング(頭, 両手, 両足)で実験を行った。また、触覚刺激は小

型の振動モーター(リニア振動アクチュエータ, LD14-002)を参加者の胸に貼り付けて行った。

2.3 刺激

アバター条件が3条件あり、参加者の動きと同期して動く横向きのアバター、非同期(参加者の動きに対して、1.5秒の遅延で動く)の横向きアバター、静止した直方体のいずれかが、バーチャル空間上で参加者の2.3m前方に提示された。

PPSを測定するため、視覚-触覚刺激、触覚刺激のみ、視覚刺激のみ、視覚刺激のみ(途中で色が変わる)の4条件の試行を用意した。このうち、結果の分析には、視覚-触覚刺激と触覚刺激のみの2条件の試行を用い、視覚刺激のみとボールの色が変わる視覚刺激のみの2条件の試行は参加者が課題を正しく行っているかどうかを確認するためであった。触覚刺激は胸に付けた振動子を100ms振動させた。視覚-触覚刺激では、視覚刺激出現から異なる時間経過に触覚刺激が提示された(D5=0.5s; D4=1s; D3=1.5s; D2=2s; D1=2.5s; D5≈185cm, D4≈150cm; D3≈115cm; D2≈80cm; D1≈45cm)。つまり、ボールが身体に近い位置にある場合から遠い位置にある場合の5条件で触覚刺激を提示した。触覚刺激のみの場合では、視覚-触覚刺激と同じ時間タイミグで刺激を提示した。

2.4 手続き

バーチャル空間上にアバター3条件(自分の動きと同期した三人称視点の横向きのアバター、非同期のアバター、直方体)のうちの一つを提示した。同期/非同期アバターの2条件では、触覚刺激への反応課題試行(PPS測定)を

行う前に、アバターの前方に赤色または青色のキューブを出現させ、手と足を用いて 60 回リーチングするタスクを用意した (図 1)。これは、参加者にアバターに対する身体所有感と行為主体感を持たせるためのタスクであった。リーチングタスクを終えた後、反応課題試行を 1 ブロック行った。直方体条件では反応課題試行のみが行われた。

反応課題試行では、アバターに近づく緑色のボールとアバターに注目し、ボールの有無にかかわらず、胸の位置に触覚刺激を感じた際に正確に、できるだけ早く反応するように指示をした (図 2)。また、アバターに対する身体性 (身体所有感や行為主体感等) を保持させるために、3 試行ごとにリーチングタスクを 1 回挟んで行った。各アバター条件において、視覚-触覚刺激 40 試行、視覚刺激のみ 20 試行、触覚刺激のみ 20 試行、ボールの色が変わる視覚刺激のみ (参加者のボールへの注意を確認する試行) 4 試行の計 84 試行が、1 ブロック内でランダム順で行われた。実験全体では 6 ブロック (アバター 3 条件 x2 ブロック) を行った。同じアバターの条件は 2 ブロック続けて行い、その後質問紙による主観評価 (身体所有感、行為主体感、自己位置定位、等) を 7 段階リッカート尺度を用いて行った。アバター条件の実施順は被験者間でカウンターバランスをとった。

3. 結果

3.1 反応時間

各距離 (D1~D5) の視覚-触覚条件試行の反応時間から各距離の触覚のみ条件試行の反応時間を引いたものを RT(s) とした (図 3)。RT の値が全てマイナスであり、同期または非同期のアバター、直方体の 3 条件で共に多感覚統合の促進効果が見られた (非同期条件の距離 D5 を除き、0 との 1 標本 t 検定の結果全て有意であった)。

アバター条件と距離条件の参加者内要因二元配置分散分析を行ったところ、距離の主効果のみが有意であり、視覚刺激が比較的近いときに促進効果が大きかった ($p < .05$) が、アバターの主効果も交互作用もなかった。ただし、同期または非同期のアバターでは直方体と比べてアバターとボールの距離が短くなるにつれ、RT の値が小さくなる傾向が見られた。

3.2 主観評価

身体所有感は、同期アバター、非同期アバター、直方体の順で高かった ($ps < .01$)。行為主体感は、同期アバターは非同期アバターよりも高かった ($p < .01$)。同期アバターでは、非同期アバターや直方体と比べて、よりアバターがある位置に自分がいると感じた ($ps < .05$)。

4. 考察・結論

反応時間の分散分析の結果から、アバターの主効果およびアバター条件と距離条件の交互作用は有意でなく、距離の主効果のみ見られた。一方、主観評価では、同期した



図 1：リーチングタスク

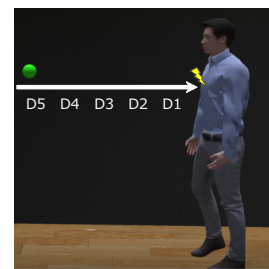


図 2：反応課題

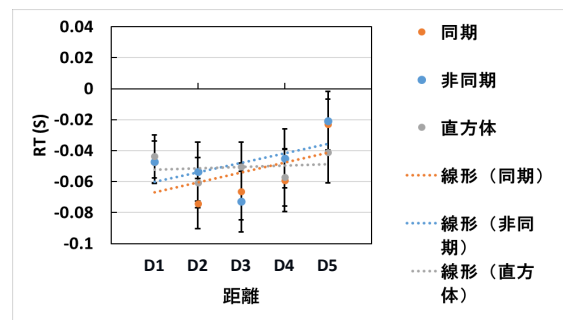


図 3：ボールとアバターの距離による RT の変化

アバターは他の条件と比べて高い身体所有感、行為主体感、自己位置定位等が示された。主観評価で身体所有感の低かった非同期条件や直方体条件でも距離の効果が示されていることは、主観的な身体性に関わらず、視覚刺激の提示が触覚刺激の検出反応を促進したことを示唆する。ただし、アバターの 2 条件は直方体の条件と比べて、アバターとボールの距離が近くなるにつれ、RT の値が小さくなる傾向が見られた。

主観評価の同期アバター条件について、評定値の 0 との比較 (1 標本 t 検定) を行ったところ、同期したアバターに対しても、身体所有感の評定値が低い水準であり、0 (どちらでもない) と有意な差がなかった。今回の実験では、身体所有感などを持たせるためのリーチングタスクが 60 回で、約 1 分から 2 分間の比較的短い時間で終わったため、身体所有感を生じさせるための十分な学習ができず、同期したアバターでも身体所有感が低い水準であった可能性がある。したがって、三人称視点アバターに対する身体所有感をより強くすることにより、多感覚統合の促進効果 (身体近傍空間の特性) が大きくなるかを今後検討する。また、主観評価や反応課題の個人差のばらつきが大きかったことから、主観評価と反応時間指標との相関も調べていく。

謝辞 本研究は、JSTERATOJPMJER1701 (稲見自在 化身体プロジェクト)、および JSPS 科研費 JP20K20147 の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., & Gallese, V. (1997). The space around us. *Science*, 277, 190–191.
- [2] Bufacchi & Lannetti (2018). An Action Field Theory of Peripersonal Space. *Trends in Cognitive Sciences*, 22, 1076-1090.
- [3] Noel, J., Pfeiffer, C., Blanke, O., & Serino, A. (2015). Peripersonal space as the space of the bodily self. *Cognition*, 144, 49-57