

自己運動の予期が感覚矛盾によって生じるVR酔いに及ぼす影響

1225121 佐野 稜太 【知覚認知情報研究室】

Effects of the expectation of self motion on VR sickness induced by sensory conflict

1225121 Ryota Sano 【Perceptual and Cognitive Brain Information Processing Lab.】

1 はじめに

私たちは視覚や前庭感覚から得られる自己運動情報を用いることによって、自己運動に対する予期的な制御を行っている。これらの感覚情報が一致しない場合、吐き気などの不快な症状をもたらす映像酔いを生じると考えられている。酔いの低減手法に関しては多くの研究がおこなわれているが、身体運動をともなう運動方向の予期を考慮した研究は少ない[1]。また、視覚と前庭感覚に入力される自己運動情報が矛盾したときでも、視覚による運動方向や矛盾自体の予期によって酔いの低減が生じるかも明らかではない。さらに、自己運動が能動的か受動的かで酔いに差があることは報告されているが[2]、その違いがどのような要因によるものかも明らかではない。

そこで本研究では、視覚と前庭感覚に自己運動情報が入力されるとき、視覚による運動方向及び矛盾の予期が酔いを低減させるかを検討した(実験1)。また、視覚による運動方向は能動的に決定するが、前庭感覚に入力する自己運動を能動的(自力)または受動的(他者)におこなう場合を比較し、自己運動の違いにより酔いの程度が異なるかを検討した(実験2)。そのために以下の2つの要因を組み合わせることで実験をおこなった。

1. 能動/受動的に自己運動情報が得られる場合の違いおよびその際の運動方向手がかりの有無
2. 視覚と前庭感覚に入力される自己運動情報の矛盾(感覚矛盾)の有無およびその手がかりの有無

2 実験方法

実験装置はヘッドマウントディスプレイ(HMD)とコントローラ(HTC社, VIVE)及び回転椅子を用いた。実験1では椅子を電動により回転し、実験2の自力条件では自らの足を使って人力で操作し、回転した。参加者は実験1では12名、実験2では6名であった。

2.1 刺激

視覚刺激はUnity2019で作成され、10 x 10 x 10 mのVR空間に直径1 mの球体を200個ランダムな位置に配置した。回転方向を示す運動方向手がかりとして矢印を呈示し、手がかりを示さない場合には方向を示す情報のない長方形を呈示した。感覚矛盾を示す手がかりと

して、矛盾がある試行のみ矢印または長方形の色を白から赤に変更した。自己運動をもたらす視覚刺激は、右または左に視点を90 deg yaw回転する映像刺激であり、前庭感覚刺激は回転椅子を右または左に90 deg yaw回転する刺激であった。また、感覚矛盾を発生させる条件は視覚刺激を前庭感覚刺激と逆方向に回転させた。実験2では人力で回転するため、円周上に定速回転する青色の球体を追従することで速度を統制した。

2.2 手続き

参加者はHMDを装着し、VR空間を回転する視覚刺激及び回転椅子による前庭感覚刺激を組み合わせた自己運動刺激が呈示された。椅子が90 deg回転する自己運動刺激を1試行とし、4試行を1セットとして40セット、計160試行を1条件につきおこなった。参加者は各セットの前後に映像酔いの程度を5段階評価により随時報告した(リアルタイム計測)。また、各条件の前後にSSQ(Simulator Sickness Questionnaire)を日本語化したものによって映像酔いの程度を報告した。

実験1における条件は、[能動+運動方向手がかりあり、受動+運動方向手がかりあり、受動+運動方向手がかりなし]の3条件と[感覚矛盾なし+矛盾手がかりなし、感覚矛盾あり+矛盾手がかりあり、感覚矛盾あり+矛盾手がかりなし]の3条件を組み合わせた9条件とした。能動条件ではコントローラにより運動方向を入力した。また、必ず運動方向手がかりを指示するため、能動条件では運動方向手がかりなし条件は設定しなかった。実験2における条件は、[自力、他者]の2条件と[感覚矛盾なし+矛盾手がかりなし、感覚矛盾あり+矛盾手がかりあり、感覚矛盾あり+矛盾手がかりなし]の3条件を組み合わせた6条件とした。

3 実験結果と考察

3.1 実験1

SSQの評価尺度としてはTotal Scoreとその下位スコア(Nausea, Oculomotor, Disorientation)の4種類があり、各スコアで能動/受動と運動手がかりの有無の組み合わせの要因、感覚矛盾と矛盾手がかりの有無の組み合わせの要因で2要因分散分析をおこなった。その結果、全てのスコアにおいて感覚矛盾があると酔いの

程度が有意に高くなった ($p < 0.05$). また, Oculomotor にのみ交互作用の効果が見られ ($p < 0.01$), 感覚矛盾の手がかりがある場合に酔いの程度が小さくなること が示された (図 1). さらに, 感覚矛盾と矛盾手がかりがある条件において, 能動的に運動方向を決定する場合の方が受動的な運動の 2 条件よりも酔いの程度が有意に小さくなった ($p < 0.01$). 能動的な運動においては運動方向の強い予期が生じるため, 感覚矛盾があると酔いの程度が高くなるが, 感覚矛盾自体の予期が可能な場合はそうでない場合に比べて, 前庭動眼反射と反対方向に眼を動かして網膜運動速度を低下させるなどの反応ができ, 眼球運動に関する酔いの程度が低下した可能性がある.

リアルタイム計測においても感覚矛盾ありの条件の方が酔いの程度が大きかった. ただし, 受動+運動手がかりなし条件においては感覚矛盾がある条件間において, 課題の後半で矛盾の予期がある場合の方が酔いの程度がかえって大きくなった. (図 2). この効果が見られた理由として, 矛盾の予期があるにもかかわらず, 運動方向の手がかりがないため, 前庭動眼反射と反対方向に眼を動かすなどの酔いを抑制する反応の準備ができないことが心理的な負担となり, 酔いの程度が大きくなった可能性がある.

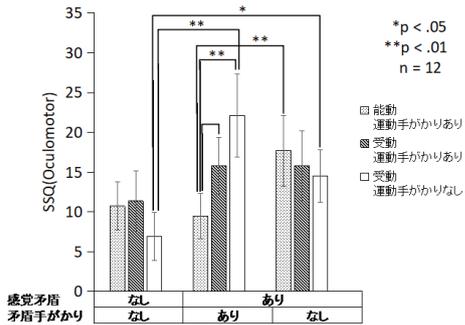


図 1 各条件の SSQ の Oculomotor (実験 1)

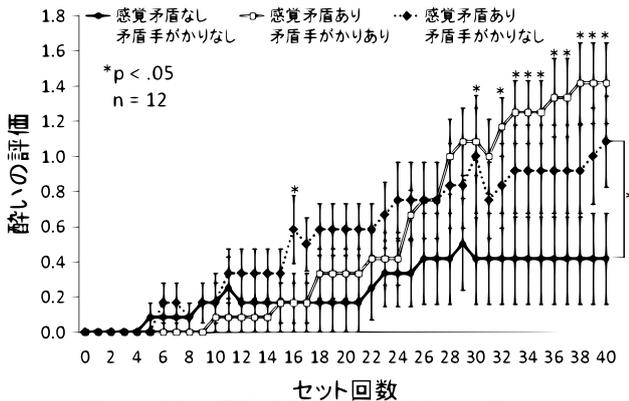


図 2 受動+運動手がかりなし条件での酔いの 継続的变化 (実験 1)

3.2 実験 2

SSQ の各スコアに対して自力/他者による自己運動の要因, 感覚矛盾と矛盾手がかりの有無の組み合わせの要因で 2 要因分散分析をおこなった結果, 各要因の主効果および交互作用は見られなかった. しかし, 感覚矛盾あり+矛盾手がかりなし条件において, リアルタイム計

測の結果では自己運動を他者がおこなう条件の方が酔いの程度が高くなる傾向が見られた (図 3). 電動椅子を用いた実験 1 の能動条件の結果と同様に, 実際には自分以外が回転運動をする場合には運動方向手がかりの予期が強く, そこに矛盾する視覚情報があると酔いが大きくなると考えられる. 一方で自力で回転する場合には足を動かす自己受容感覚および遠心性コピーの情報による前庭刺激への影響もあるため, 運動方向の予期自体の重み付けが小さく, 相対的に酔いの程度が小さくなった可能性がある.

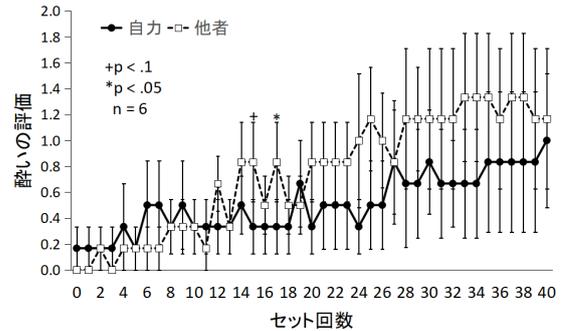


図 3 感覚矛盾あり+矛盾手がかりなし条件での酔いの継続的变化 (実験 2)

4 まとめ

本研究では HMD と回転椅子を用いて視覚刺激と前庭感覚刺激を独立に操作し, 視覚による運動方向及び矛盾の予期や回転運動における自己の身体運動の有無が酔いに及ぼす影響を検討した. 実験 1 では特に眼球運動に関連した酔いにおいて感覚矛盾自体の予期が可能な場合は, 運動する方向に対応して能動的に反応することにより酔いの程度が抑えられることが示唆された. 実験 2 では, 自己の運動方向についてコントローラで反応することのみよりも実際に自己身体を用いて運動をおこなう方が酔いの程度が小さくなる場合があることが示唆された.

以上より, 本研究では自己運動方向や感覚矛盾の予期は能動的な運動と受動的な運動において異なる影響を及ぼすこと, 特に自己身体運動をともなう能動的な運動時に感覚矛盾があるという情報を示すことで酔いを抑制する効果があることが示された.

参考文献

- [1] Lin, J. J. W., Parker, D. E., Lahav, M., Furness, T. A., "Unobtrusive vehicle motion prediction cues reduced simulator sickness during passive travel in a driving simulator", *Ergonomics*, 48, pp.608-624 (2005)
- [2] 松崎 直幸, 原澤 賢充, 繁樹 博昭, 森田 寿哉, 伊藤 崇之, 齊藤 隆弘, 佐藤 隆夫, 相澤 清晴, 北崎 充晃, "能動的観察による映像酔いの低減", *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 15 No. 1, pp. 41-44 (2010)