



THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

# 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

佐野稜太<sup>1)</sup>, 繁樹博昭<sup>2)</sup>

1) 高知工科大学大学院 工学研究科 (〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185)

2) 高知工科大学 情報学群 (〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185)

**概要:** 前庭覚と視覚の情報が矛盾すると VR 酔いが生じるが, 自己運動を能動的に操作する方が受動的に観察するよりも運動方向の予期により酔いが減少するという報告もある. 本研究では自己運動が能動的か受動的かによって感覚矛盾の効果が異なるか検討し, 能動条件の方が感覚矛盾による酔いの程度がかえって増大することを示した. これは能動的に自己運動を決めると感覚情報の強い予期が生じ, 感覚矛盾の効果が大きくなるためと考えられる.

**キーワード:** VR 酔い 自己運動

## 1. はじめに

私たちは, 自身の身体の動きについての情報を前庭覚や視覚などの感覚情報から取り入れることにより, 身体のバランス維持や自己運動の知覚を行っている. これらの感覚情報が一致しないと, 動揺病を生じると考えられており, この仮説を感覚矛盾説という [1]. バーチャルリアリティにおいても前庭覚と視覚の情報が不一致な場合が発生するため酔いを生じやすい [2]. こうした酔いの低減手法に関しては多くの研究が行われているが, 事前に感覚情報を予期させる情報が得られたり, 自ら映像を操作すると酔いが低減するという報告がある [3][4]. しかしながら, VR 環境において明確に感覚矛盾が生じる条件における予期の効果を検討した例はない. そこで本研究では, ヘッドマウントディスプレイ (HMD) と回転椅子を用いて視覚刺激と前庭刺激を独立に操作し, 感覚矛盾が生じる状況を設定し, 感覚矛盾が生じていることを示す手がかり刺激の効果や自己運動方向を示す手がかり刺激の効果を検討した. また, 受動的に観察する受動条件と自己運動を自ら決定する能動条件を設定し, これらの条件における感覚矛盾の有無, 感覚矛盾を示す手がかり刺激の有無, 自己運動方向を示す手がかりの有無の影響を検討した.

## 2. 実験

### 2.1 刺激, 装置および被験者

自己運動知覚をもたらす視覚刺激として VR 空間上にランダムな位置に配置された多数の球体を呈示した (図 1). また, VR 空間を移動する際の目標地点として青色の球体を設定した (図 2). 自己運動方向を示す手がかりには右向きまたは左向きの矢印の刺激を用い, 感覚矛盾の発生の手がかりには矢印の色を赤色に変化させることで示した (図 3). 自己運動方向の情報を呈示しない場合には矢印ではなく横棒のバー刺激を用い, 感覚矛盾の発生の手がかりには矢印と同様に色を変化させることで示した (図 4). また, この条件の色

の手がかりの除去するために目標地点を示す球体を他の球体刺激と同色にした. これらの刺激は Unity を用いて作成, 制御をした. 視覚刺激の呈示には HMD (HTC 社 VIVE) を使用した. 前庭刺激は実験者自身が回転椅子を右または左に 90 度回転することにより呈示した. また, 感覚矛盾が発生する条件では回転方向を逆回転させることにより呈示した. 被験者は大学生または大学院生 16 名 (男性 15 名, 女性 1 名) であった.



図 1: 自己運動知覚の刺激

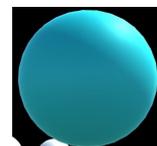


図 2: 目標地点を示す刺激



図 3: 運動方向を示す  
手がかり刺激



図 4: 運動方向を示さない  
手がかり刺激

### 2.2 手続き

被験者は HMD を装着した状態で回転椅子に座り, 反応用のテンキーを持った. VR 空間の前面には被験者のテンキー操作を促す指示文や手がかり刺激を表示する面があり, 被験者はその面が中心に見えるように椅子の位置を調整した. 被験者はテンキー押しにより自己運動を開始し, VR 空間上を移動する視覚刺激および椅子の回転による前庭刺激を呈示した. 視覚刺激は図 5 のように前方に移動しながら右または左に 90 度回転する映像, 前庭刺激は回転椅子を右または左に 90 度回転する刺激であり, 4 回の回転刺激を 1 セット

として15セット、計60試行を1条件につき行った。被験者には各セット前に映像酔いの程度を4段階評価でテンキーにより入力した。1セットごとの条件の前後に日本語化したSSQ(Simulator Sickness Questionnaire)[5]によって映像酔いの程度を評価した。実験条件は、能動/受動の違い、受動条件では運動方向の手がかりの有無、感覚矛盾の有無、感覚矛盾手がかりの有無の効果について検討を行った。能動条件では被験者は回転方向をテンキーで反応して決定し、受動条件ではテンキーを押さずそのまま観察した。感覚矛盾がある場合は60試行中15試行において視覚刺激と前提刺激の回転方向が不一致であった。感覚矛盾がある条件は4試行の1ブロック中のいずれか1試行にランダムに出現した。感覚矛盾手がかりがある条件は感覚矛盾がないときにも設定し、矛盾がないのに矛盾があるという誤情報の条件とした。

したがって、本実験の実験デザインは(1)能動/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水準x(2)感覚矛盾の有無の2水準x(3)感覚矛盾の手がかりの有無の2水準の3要因の実験計画とし、計12条件とした。各条件は2、時間の間をおき、酔いの症状がおさまるようにした。各条件において60試行を行ったため、総試行数は720試行であった。

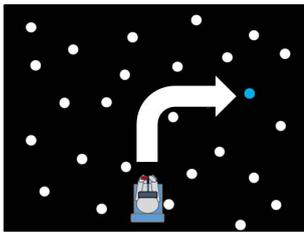


図5: 視覚刺激による運動方向の模式図

### 2.3 結果と考察

SSQのTotal Scoreを指標とし、12条件の結果をまとめたグラフを図6に示す。また、条件ごとのTotal Scoreについて(1)能動受動および運動手がかりの有無、(2)感覚矛盾の有無、(3)感覚矛盾手がかりの有無の3要因について対応ありの分散分析を行った結果、感覚矛盾の主効果および3要因の交互作用が有意であった( $F(1, 15)=8.65, p<.05, \eta_G^2=0.05$ ;  $F(2, 30)=3.93, p<.05, \eta_G^2=0.02$ )。その他の主効果および各要因間の交互作用は有意ではなかった。単純主効果検定の結果、能動条件において、感覚矛盾があるときに感覚矛盾手がかりの有無の効果有意に大きく( $F(1, 15)=7.16, p<.01, \eta_G^2=0.05$ )、感覚矛盾があってもその予期がある場合には酔いの程度は低減することが示された。また感覚矛盾手がかりがない条件において感覚矛盾の有無の有意味な効果が見られ( $F(1, 15)=6.62, p<.05, \eta_G^2=0.14$ )、能動的に自己運動を決定する場合の方が感覚矛盾が生じたときに酔いの程度が有意に大きくなること示された。

受動条件では、運動方向手がかりがない条件において、矛盾手がかりの有無にかかわらず感覚矛盾の効果が見られ( $F(1, 15)=9.53, p<.05, \eta_G^2=0.04$ )、受動的に自己運動を知

覚している場合には矛盾があることの予期は酔いの程度に影響をもたらさず、感覚矛盾がありさえすれば酔いの程度が大きくなること示された。またこの矛盾の有無の効果は運動方向の予期が生じていると有意な差は生じなかった。

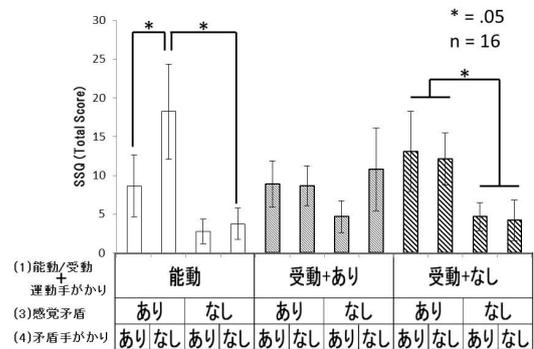


図6: 結果

### 3. まとめ

能動的な運動においては運動方向の予期が生じるため、感覚矛盾がない場合には酔いが生じにくい、感覚矛盾がある場合にはかえってその予期との間に大きな差が生じ、酔いの程度が大きくなると考えられる。またそのときに矛盾自体の予期が可能な場合は酔いの程度が抑えられることが示された。

一方で受動条件では運動方向の手がかりが得られる場合でもこうした強い予期は生じないことが示唆され、矛盾手がかりの効果が見られなかった。また、運動方向の手がかりが得られる場合には、能動条件とは異なり感覚矛盾があっても有意な酔いの上昇が見られず、視覚的な運動方向の手がかりが得られることによる酔いの低減の効果が感覚矛盾がある場合でも有効である可能性がある。

以上より、自己運動方向の予期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酔いの程度に異なる影響を及ぼすこと、能動的な運動時の感覚矛盾は特に強い酔いをもたらす、そのような矛盾があるという情報を示すことはその酔いを抑制する効果があることが示された。

謝辞 本研究は科研費(16K00211)の助成を受けた。

### 参考文献

- [1] J. T. Reason, J. J. Brand, "Motion Sickness", Academic Press, London (1975)
- [2] LaViola, J. J. Jr (2000). "A discussion of cybersickness in virtual environments". ACM SIGCHI Bulletin. 32: 47?56.
- [3] 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, 608- 624 (2005)

- [4] 松崎 直幸, 原澤 賢充, 繁榎 博昭, 森田 寿哉, 伊藤 崇之, 斉藤 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ー学会論文誌 Vol.15 No.1 pp.41-44, (2010)
- [5] Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S, ”Simulator sickness questionnaire: an enhanced method for quantifying simulator sickness”, The International Journal of Aviation Psychology, Vol3, pp. 203-220 (1993)