

# 回転椅子による視覚-前庭感覚の同期がVRドライビングシミュレータの酔い低減に及ぼす効果

深野木 遥也 【知覚認知脳情報研究室】

## 1 はじめに

近年, VR 機器を用いた体験の機会が増加している. 特にドライビングシミュレータ (DS) は自動車の開発現場などで利用されており, 今後も普及が進むと予想される. しかし VR 体験は頭痛や吐き気などの症状を引き起こす VR 酔いを伴うことがあり, VR 環境を用いた体験の妨げとなる. VR 酔いは視覚情報と前庭感覚の矛盾により生じるとされ, その軽減には運動刺激 (DS の物理的な動きによる前庭刺激) が有効とされている [1]. 市販の VR 用回転椅子がステアリング操作に同期して回転することで酔いを防ぐと謳われているが, 加減速による前庭への刺激がなくヨー回転による半規管への刺激のみの効果は十分に検証されていない. そこで本研究では, 回転椅子によりステアリング操作に同期した回転刺激を与え, 半規管の感覚矛盾のみを低減することで VR 酔いが軽減されるかを検討した.

## 2 実験方法

### 2.1 実験装置及び実験参加者

ドライビングシミュレータは Unity により作成した. VR 内での車体の操作にはハンドルとペダル (Logicool G29 DrivingForce), 視覚刺激の提示にはヘッドマウントディスプレイ (HMD, MetaQuest2), 回転刺激にはヨー回転を呈示する回転椅子 (rotoVR explorer) を用いた. 酔いの生理的指標として PolarH10 を使用し, 心拍の計測及び解析を行った. 実験参加者は矯正を含む視力が正常な男女大学生 15 名 (男性 14 名, 女性 1 名) であった.

### 2.2 実験手続き及び実験条件

本実験では, 回転刺激 (あり/なし) と走行する道のカーブの大きさ (大/小) を要因とする  $2 \times 2$  の参加者内計画を採用した. 実験参加者は心拍計測ベルトと HMD を装着し, 約 10 分間のコースを手動で運転を行った. 回転刺激がある条件では, VR 上にある車の y 軸の向きに合わせて回転椅子がヨー回転をするように設定し, カーブの大小は一定間隔で蛇行している道の曲がりの角度を増やすことで設定した. 各条件間には酔いの影響を排除するため最低 30 分以上の間隔を設けた. 酔いの指標として Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) を各試行の実験前, 実験直後に記録し, Fast Motion Sickness Scale (FMS) により酔いの程度を 0 から 19 段階の 20 段階で評価させることで, 時間的な変化を測定した. また生理指標として, 心拍の低周波 (LF) と高周波 (HF) のパワー比 (LF/HF) を用いた. LF/HF は酔いが生じると値が高くなるとされる.

## 3 実験結果

SSQ の Total Score (TS) の平均値を図 1 に, 時間ごとの FMS のスコアの平均値を図 2 に示す. SSQ の TS について椅子による回転刺激 (あり/なし) 及び, カーブの大きさ (大/小) を要因とした対応ありの 2 要因分散分析を行った. その結果, 回転刺激の主効果が有意であった ( $F(1, 14) = 5.51, p = .034, ges = 0.023$ ). 一方, カーブの大きさの主効果及び, 回転刺激とカーブの大きさの交互作用は有意ではなかった. FMS について回転刺激, カーブの大きさ, 及び時間を要因とした 3 要因反復測定分散分析を行った結果, 時間の主効果 ( $p < .01$ ) 及び, 回転刺激と時間の交互作用 ( $p < .05$ ) のみ有意であった (Huynh-Feldt 補正あり). 一方, その他の主効果および交互作用は有意ではなかった. LF/HF について, 回転刺激およびカーブの大きさを要因とした対応ありの 2 要因分散分析を行った. その結果, 回転刺激の主効果, カーブの大きさの主効果及び, 両要因の交互作用はいずれも有意ではなかった.

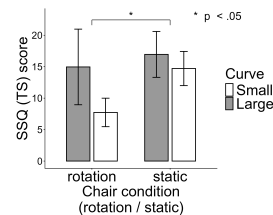


図 1: SSQ の Total Score

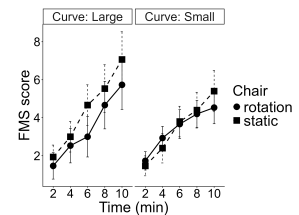


図 2: FMS の経過時間

## 4 考察及びまとめ

本研究では, DS を用いた運転行動中に運動刺激が VR 酔いに与える影響を検討した. その結果, SSQ からは, 映像と一致した運動刺激は酔いの低減に効果があることが示された. この理由としては VR の映像との感覚不一致を軽減できたためだと考える. ただし, LF/HF や FMS においては, 回転刺激ありの方が低い傾向はあったものの有意な効果は確認できなかった. これは LF/HF の上昇において酔い以外の要素が含まれていること, 時間ごとの効果は個人差が大きく慣れや学習の効果などが要因であると考えられる.

## 参考文献

- [1] Adrian K. T. Ng, et al. "A study of cybersickness and sensory conflict theory using a motion-coupled virtual reality system". *Displays*. January 2020, Volume 61.