



# 順応を用いた VR シミュレータ酔いの低減効果は異なる走行映像に汎化するのか？

Dose the reduction of VR simulator sickness by adaptation generalize to different driving scene?

人見利玖<sup>1)</sup>, 加瀬川智皓<sup>1)</sup>, 山脇ユミ<sup>1)</sup>, 宮崎真<sup>1,2)</sup>

Riku HITOMI, Chihiro KASEGAWA, Yumi YAMAWAKI, and Makoto MIYAZAKI

- 1) 静岡大学 大学院総合科学技術研究科 情報学専攻 (〒432-8011 静岡県中央区城北 3-5-1, hitomi.riku.19@shizuoka.ac.jp)
- 2) 静岡大学 学術院情報学領域 (〒432-8011 静岡県中央区城北 3-5-1, miyazaki-makoto@inf.shizuoka.ac.jp)

**概要** : 1 時間の休憩を挟んで VR シミュレータを 2 回体験すると, 2 回目の VR 酔いが低減する. 本研究は, この順応による酔いの低減が異なる走行映像にも汎化 (転移) するのかを検証することを目的とした. 今回, 走行映像として左右蛇行と上下昇降という異なる 2 種類の走行映像を用いた. 実験の結果, 1 回目と 2 回目で異なる走行映像を体験した群では, 酔いの低減が生じず, むしろ増大の傾向を示した. すなわち, 順応による酔いの低減は, 上下昇降と左右蛇行という異なる方向への動きの映像の間では汎化しなかった.

**キーワード** : シミュレータ酔い, 順応, 汎化

## 1. はじめに

シミュレータの利用には, シミュレータ酔いという問題が不随する [1]. この問題の解決手法として順応の利用が挙げられる. 我々の研究グループは, シミュレータ体験間に 1 時間の休憩を設けることで, 順応が生じ, 2 回目のシミュレータ酔いが, 1 回目より低減することを報告した [2]. この先行研究では, 1 回目と 2 回目のシミュレータ体験で同一の走行映像 (左右蛇行) が用いられていた. 順応による酔いの低減効果を効果的に利用するためには, その効果が特定のシミュレータ・走行映像体験のみに限定されることがなく, より多くのシミュレータへと汎化することが望ましい. 本実験では, 1 時間休憩後のシミュレータ酔いの低減効果が, 左右蛇行と上下昇降という異なるバイク走行映像のあいだで汎化するのかを検証した.

## 2. 方法

### 2.1 実験映像

視覚刺激として, 自動二輪車が左右に曲がりくねった道を走行するシーン (左右蛇行) と上下に昇降し走行するシーン (上下昇降) をシミュレートした一人称視点の映像を用いた. 映像はヘッドトラッキング機能を備えたヘッドマウントディスプレイ (HMD) から呈示された (図 1).

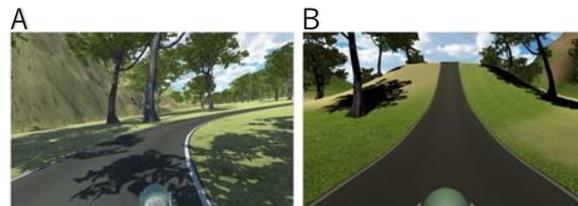


図 1 : ヘッドマウントディスプレイから呈示された走行映像. A : 左右に曲がりくねった道を走行する映像, B : 上下に昇降し走行する走行映像.

### 2.2 手続き

実験中, 参加者は 6 分間の走行映像を 2 セット体験し, 1 セット目の走行映像体験後に 1 時間, 2 セット目の走行映像体験後に 6 分間の休憩をとった.

実験中の酔いの程度を示す指標として, Fast Motion sickness Scale (FMS) を用いた. FMS は, 0 (全く酔っていない) から 20 (ひどい酔いで今にも吐く程度) の 21 段階で現在の酔いの程度を口頭にて回答する指標である [3]. 参加者は, それぞれの走行映像体験中に 30 秒ごとに FMS を回答した. 休憩中, 最初の 6 分間では, 30 秒ごと, その後は, 8 分, 10 分, 15 分, 20 分, 25 分, 30 分, 40 分,

50分、60分時点でFMSを回答した。

### 2.3 実験条件

本実験では、次の4条件を設けた。(1)1セット目：左右蛇行、2セット目：左右蛇行(左右-左右条件)、(2)1セット目：上下昇降、2セット目：上下昇降(上下-上下条件)、(3)1セット目：左右蛇行、2セット目：上下昇降(左右-上下条件)、(4)1セット目：上下昇降、2セット目で左右蛇行(上下-左右条件)。

### 2.4 参加者

現時点までに、56名が本研究に参加した(左右-左右条件：20名、上下-上下条件：12名、左右-上下条件：12名、上下-左右条件：12名)。

## 3. 結果

図2は、4条件のFMSスコアの経時変化を示している。

1セット目と2セット目で同じ走行映像が呈示された、左右-左右条件(図2A)と上下-上下条件(図2B)では、1セット目と比べて2セット目でFMSスコアは低い値を示している。

左右-左右条件のFMSスコアについて、セットと経過時間を要因として、参加者内二要因分散分析を行った結果、走行映像体験中のFMSスコアでは有意なセットの主効果が認められた [ $F(1, 19) = 11.09, p = .0035, \eta_p^2 = 0.37$ ]。休憩中のFMSスコアについては、セットの有意な主効果が認められなかった [ $F(1, 19) = 3.35, p = .083, \eta_p^2 = 0.15$ ]。

上下-上下条件のFMSスコアについて、同様の分散分析を行った結果、走行映像体験中のFMSでは有意なセットの主効果が認められた [ $F(1, 11) = 7.20, p = .021, \eta_p^2 = 0.40$ ]。休憩中のFMSスコアでは、セットの有意な主効果は認められなかった [ $F(1, 11) = 2.67, p = .13, \eta_p^2 = 0.20$ ]。

以上の左右-左右条件と上下-上下条件の結果が示すように、1セット目と2セット目の走行映像が同じ場合、走行映像体験中の酔いが2セット目で低減した。

一方、1セット目と2セット目で異なる走行映像が呈示された、左右-上下条件(図2C)と上下-左右条件(図2D)では、2セット目でFMSスコアは低減せず、むしろ増大の傾向を示している。

左右-上下条件のFMSスコアについて、セットと経過時間を要因として、参加者内二要因分散分析を行った。その結果、セットの主効果は、有意ではなかった(走行映像体験中： $F(1, 11) = 2.26, p = .16, \eta_p^2 = 0.17$ 、休憩中： $F(1, 11) = 0.48, p = .50, \eta_p^2 = 0.04$ )。

上下-左右条件の実験では、走行映像体験中のFMSスコアではセットの有意な主効果が認められなかったが [ $F(1, 11) = 0.64, p = .43, \eta_p^2 = 0.06$ ]、休憩中のFMSスコアでは、セットの有意な主効果は認められた [ $F(1, 11) = 8.08, p = .02, \eta_p^2 = 0.42$ ]。

以上の左右-上下条件と上下-左右条件の結果が示すように、1セット目と2セット目の走行映像が異なった場合、酔いは2セット目で低減しなかった。

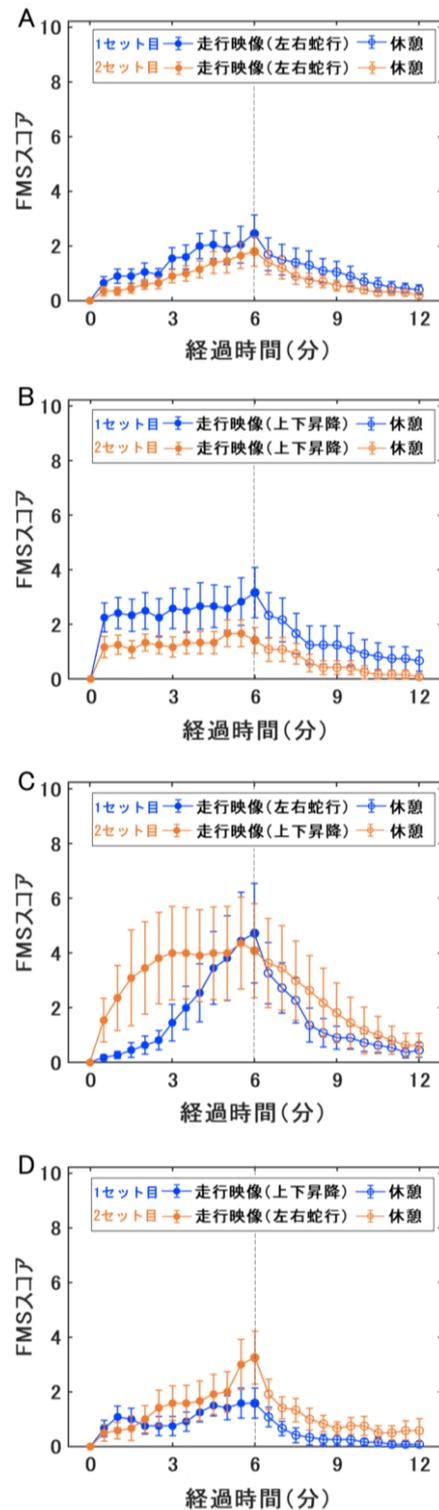


図2: FMSスコアの経時変化。1セット目と2セット目の走行映像が同じ条件のFMSスコアの経時変化(A: 左右-左右条件, B: 上下-上下条件)。1セット目と2セット目の走行映像が異なる条件のFMSスコアの経時変化(C: 左右-上下条件, D: 上下-左右条件)。青のマーカとラインは1セット目、オレンジのマーカとラインは、2セット目の走行映像体験中と休憩中のFMSスコアを表す。エラーバーは標準誤差を示す。

#### 4. 考察

本実験の結果から、1セット目と2セット目で同じ走行映像を体験した場合では、走行映像体験中で順応による酔いの低減が認められた。一方で、1セット目と2セット目で異なる走行映像を体験した場合では、2セット目での酔いの低減は認められなかった。すなわち、順応による酔いの低減は、上下昇降と左右蛇行という異なる動きの映像の間では、汎化しなかった。

感覚-運動学習における汎化は、「同一」もしくは「類似」した刺激を含む条件間で生じやすい [4]。本研究において、汎化が生じなかった理由として上下昇降の走行映像体験で学習した感覚と左右蛇行で検知する感覚が独立していたことが考えられる。前庭系では、水平方向への動きと上下方向への動きでの感覚の検知が異なる [5]。上下方向では耳石器内部の球形嚢が、水平方向では卵形嚢が受容器として機能している。また、球形嚢と卵形嚢の数やそれぞれの方向への運動知覚の閾値にも違いがある [6]。本実験の結果から、外部刺激として前庭入力のない視覚刺激のみの走行体験においても、上下方向の移動と左右方向の移動の感覚処理が独立していることが示唆される。

#### 参考文献

- [1] Kennedy, R. S., Stanney, K. M., & Dunlap, W. P. : Duration and Exposure to Virtual Environments: Sickness Curves During and Across Sessions, *Presence*, 9(5), 463–472, 2000.
- [2] Hayashi et al : One-hour interval induces the adaptation to the driving scene that causes simulator sickness, The 50th annual meeting of Society for Neuroscience, 2021.
- [3] Keshavarz, B., & Hecht, H : Validating an efficient method to quantify motion sickness, *Human Factors*, 53(4), 415–426, 2011.
- [4] GREEN, C. S., & BAVELIER, D : Learning, Attentional Control, and Action Video Games, *CURRENT BIOLOGY*, 22(6), 197-206, 2012.
- [5] W.T.LO & Richard H.Y. So : Cybersickness in the presence of scene rotational movements along different axes, *Applied Ergonomics*, 32, 1-14, 2001.
- [6] Benjamin T. Crane : Human Visual and Vestibular Heading Perception in the Vertical Planes, *JARO*, 15, 87–102, 2014.