



VR シミュレータ酔いへの順応における 文脈依存性の検証

Verification of Context Dependence in Adaptation to VR Simulator Sickness

加瀬川智皓¹⁾, 山脇ユミ¹⁾, 人見利玖¹⁾, 宮崎真^{1,2)}

Chihiro KASEGAWA, Yumi YAMAWAKI, Riku HITOMI, 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 静岡県浜松市中央区城北 3-5-1, kasegawa.chihiro.19@shizuoka.ac.jp)

2) 静岡大学 学術院情報学領域 (〒432-8011 静岡県浜松市中央区城北 3-5-1, miyazaki-makoto@inf.shizuoka.ac.jp)

概要: 本研究では、順応によるシミュレータ酔いの低減における文脈依存性について調べた。参加者は、バイク型の VR シミュレータの走行映像を 1 時間の休憩を挟んで 2 セット経験した。文脈刺激としてエンジンの音を用いた。その結果、1 セット目でエンジン音あり、2 セット目でエンジン音なしの映像を経験した群では、酔いへの順応（酔いの低減）が生じた。一方、1 セット目でエンジン音なし、2 セット目でエンジン音ありの映像を経験した群では、酔いへの順応は限定的であった。単感覚条件での酔いへの順応は、その文脈に依存し、多感覚条件に十分に転移しないことが示唆された。

キーワード: シミュレータ酔い, 順応, 文脈依存性

1. はじめに

シミュレータを繰り返し体験し、そのシミュレータに順応することで酔いが低減する。この順応を用いた酔いの低減は、シミュレータ酔いの対策の有効な手段の一つである。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、1 回目よりも 2 回目のシミュレータ酔いが低減することを報告した [1]。この結果について、感覚不一致説 (sensory conflict theory) [2, 3] に基づき、1 時間の休憩中に一種の多感覚学習が行われ、形成された感覚記憶が定着したという仮説を立てた。

シミュレータ体験で形成された感覚記憶について、本研究では文脈依存性に着目した。文脈依存性とは、学習時と同じ文脈で想起した場合のほうが、学習時とは異なる文脈で想起するよりも記憶成績が優れるという性質である [4, 5]。

本研究では、エンジン音の有無を文脈として用いた。シミュレータ体験で形成された感覚記憶が文脈に依存しないならば、エンジン音の有無という文脈の違いによらず、同様の酔いの低減が見られるはずである。反対に、文脈に依存するならば、エンジン音の有無という文脈が異なる場合、酔いの低減は起こらない、もしくは、その効果が弱まるはずである。この予見に基づき、シミュレータ体験によって形成された感覚記憶の文脈依存性について検証した。

2. 実験環境と方法

2.1 実験刺激

図 1 は実験中の参加者の様子と参加者に呈示された映像である。参加者はバイク型の筐体に乗しながら、ヘッドトラッキング機能をオンにしたヘッドマウントディスプレイ (HMD) から呈示される映像を体験した。視覚刺激として用いた映像は、自動二輪車が曲がりくねった道を走行するシーンをシミュレートした一人称視点の映像であった。聴覚刺激は、映像中の自動二輪車の速度に同期してピッチが変化するエンジン音であった。エンジン音はイヤホンから呈示された。

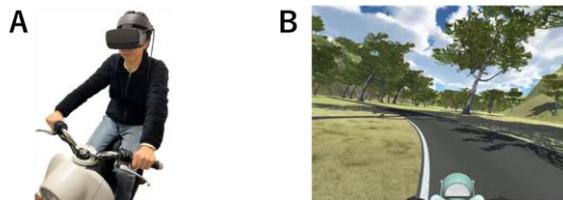


図 1: 実験風景および参加者に呈示された映像。A : 実験中の参加者の様子。B : 自動二輪車が曲がりくねった道を走行する映像。

2.2 手続き

実験中、参加者はHMDから呈示される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の後に1時間、2セット目の走行映像体験の後に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、FMS (Fast Motion sickness Scale) [6] 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) の数値で現在の酔いの程度を口頭で回答する指標である。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。走行映像を体験した後(休憩)6分間でも30秒ごとにFMSを回答した。

2.3 実験条件

本実験では、次の4つの条件を設けた。実験条件は、1セット目でエンジン音なし、2セット目でエンジン音なし [音なし-音なし条件 (同じ文脈)]、1セット目でエンジン音なし、2セット目でエンジン音あり [音なし-音あり条件 (異なる文脈)]、1セット目でエンジン音あり、2セット目でエンジン音あり [音あり-音あり条件 (同じ文脈)]、1セット目でエンジン音あり、2セット目でエンジン音なし [音あり-音なし条件 (異なる文脈)] の計4条件であった。なお、同様のVRバイクシステムを用いた先行研究において、エンジン音の有無だけでは、酔いの程度に影響がないことが示されている [7]。

2.4 参加者

本研究には、計80名が参加した。参加者は無作為に各条件20名ずつに分けられた。1セット目の走行映像体験で、酔いが生じなかった参加者は分析から除外した。分析の対象者数は、音なし-音なしの群で17名 (男性:13名, 女性:4名)、音なし-音ありの群で15名 (男性:13名, 女性:2名)、音あり-音ありの群で16名 (男性:13名, 女性:3名)、音あり-音なしの群で16名 (男性:13名, 女性:3名)であった。音なし-音なしの群では、Hayashiら (2021) の実験で取得したデータを用いた [1]。

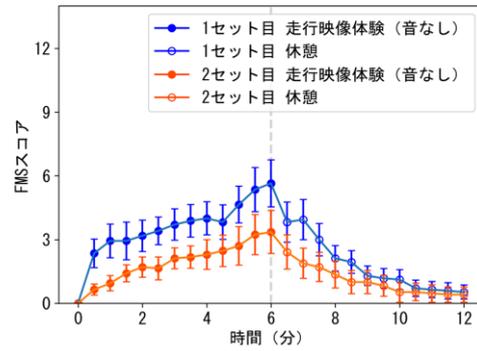
3. 結果

3.1 1セット目でエンジン音を呈示しない条件

図2は、音なし-音なし条件と、音なし-音あり条件のFMSの経時変化を示している。音なし-音なし条件のFMSについて、セットと経時時間を要因として、参加者内二要因分散分析を行った。その結果、走行映像体験中のFMSでは、有意なセットの主効果および交互作用が認められた [セットの主効果: $F(1, 16) = 15.36, p = .0012, \eta_p^2 = 0.49$; 交互作用: $F(12, 192) = 2.10, p = .019, \eta_p^2 = 0.12$]。休憩中のFMSでは、有意なセットの主効果および交互作用が認められた [セットの主効果: $F(1, 16) = 9.29, p = .0077, \eta_p^2 = 0.37$; 交互作用: $F(12, 192) = 3.83, p < .001, \eta_p^2 = 0.19$]。

音なし-音あり条件のFMSについても、同様の分析を行った。その結果、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、交互作用は認められなかった

A



B

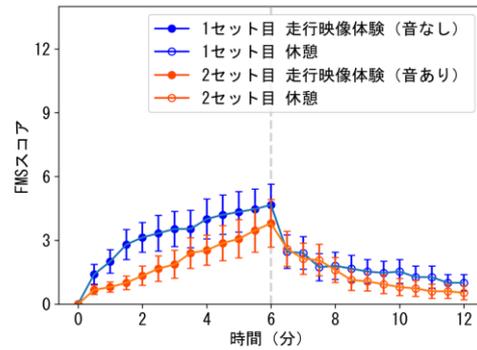


図2: 1セット目でエンジン音を呈示しない条件のFMSの経時変化 (A: 音なし-音なし条件, B: 音なし-音あり条件)。青のマーカールとラインは1セット目、オレンジのマーカールとラインは、2セット目の走行映像体験中と休憩中のFMSスコアを表す。エラーバーは標準誤差を示す。

[セットの主効果: $F(1, 14) = 8.25, p = .012, \eta_p^2 = 0.37$; 交互作用: $F(12, 168) = 1.75, p = .061, \eta_p^2 = 0.11$]。休憩中のFMSでは、セットの主効果および交互作用は認められなかった [セットの主効果: $F(1, 14) = 1.42, p = .25, \eta_p^2 = 0.092$; 交互作用: $F(12, 168) = 1.23, p = .27, \eta_p^2 = 0.081$]。

以上の結果が示すように、音なし-音なし条件では、走行映像体験中と休憩中の酔いが2セット目で低減した。一方で、音なし-音あり条件では、2セット目で走行映像体験中の酔いは低減したが、休憩中の酔いは低減しなかった。

3.2 1セット目でエンジン音を呈示する条件

図3は、音あり-音あり条件と、音あり-音なし条件のFMSの経時変化を示している。音あり-音あり条件のFMSについて、セットと経時時間を要因として、参加者内二要因分散分析を行った。その結果、走行映像体験中のFMSでは、有意なセットの主効果は認められず、交互作用は認められた [セットの主効果: $F(1, 15) = 0.37, p = .55, \eta_p^2 = 0.024$; 交互作用: $F(12, 180) = 3.26, p < .001, \eta_p^2 = 0.18$]。休憩中のFMSでは、有意なセットの主効果が認められ、交互作用は認められなかった [セットの主効果: $F(1, 15) = 5.43, p = .034, \eta_p^2 = 0.27$; 交互作用: $F(12, 180) = 1.75, p = .060, \eta_p^2 = 0.11$]。

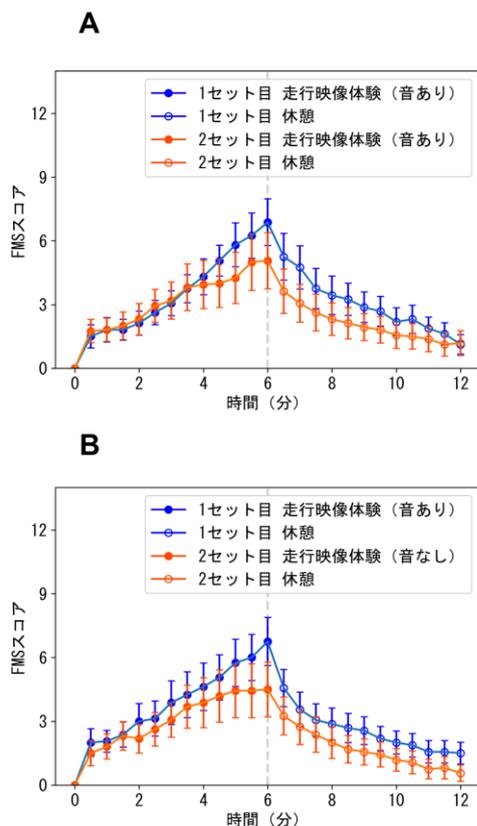


図 3: 1セット目でエンジン音を呈示する条件のFMSの経時変化 (A: 音あり-音あり条件, B: 音あり-音なし条件).

= 0.10].

音あり-音なし条件のFMSについても、同様の分析を行った。その結果、走行映像体験中のFMSでは、有意なセットの主効果は認められず、交互作用は認められた [セットの主効果: $F(1, 15) = 3.98, p = .065, \eta_p^2 = 0.21$; 交互作用: $F(12, 180) = 2.35, p < .001, \eta_p^2 = 0.14$]。休憩中のFMSでは、セットの主効果が認められ、交互作用は認められなかった [セットの主効果: $F(1, 15) = 5.23, p = .037, \eta_p^2 = 0.26$; 交互作用: $F(12, 180) = 1.97, p = .029, \eta_p^2 = 0.17$]。

以上の結果が示すように、音あり-音あり条件と音あり-音なし条件の両方で、走行映像体験中の後半と休憩中の酔いが2セット目で低減した。

4. 考察

実験の結果から、音なし-音なし条件 (同じ文脈) では、順応による酔いの低減が走行映像体験と休憩の両方で認められた。一方で、音なし-音あり条件 (異なる文脈) では、走行映像体験後の休憩では酔いの低減が見られず、順応による酔いの低減は限定的であった。つまり、音なし-音なし条件と音なし-音あり条件の結果から、文脈依存性が認められた。一方、音あり-音あり条件 (同じ文脈) と音あり-

音なし条件 (異なる文脈) では、同様の酔いの低減が見られた。つまり、文脈依存性が認められなかった。

本研究の結果は、多感覚でのシミュレータ体験で形成された記憶は、単感覚でのシミュレータ体験にも転移することを示している。一方で、単感覚から多感覚への記憶の転移は十分には起こらなかった。多感覚学習において同様の効果が報告されている。Shamsら (2011) は、多感覚処理がその後の単感覚処理の正確性、精度、速度を向上させることを報告している [8]。こうした多感覚学習の効果は、感覚の再調整や連合学習といった様々な種類の学習に影響を与えることが示されている。音あり-音なしの条件では、1セット目の走行映像体験において視覚 (映像) と聴覚 (エンジン音) の複数感覚の刺激を呈示したことで、単感覚 (映像のみ) に転移可能な記憶が形成された可能性がある。本研究の結果から、順応を利用してシミュレータ酔いを低減させるにあたっては、単感覚刺激よりも多感覚刺激を用いた方が汎用性の高い酔いの低減効果が形成される可能性が示唆される。

参考文献

- [1] Hayashi et al.: One-hour interval induces adaptation to driving scenes that cause simulator sickness. The 50th annual meeting of Society for Neuroscience, 2021.
- [2] Reason, J. T.: Motion sickness adaptation: a neural mismatch model. *Journal of the royal society of medicine*, Vol. 71, No. 11, pp. 819–829, 1978.
- [3] Oman, C. M.: Motion sickness: a synthesis and evaluation of the sensory conflict theory. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, Vol. 68, No. 2, pp. 294–303, 1990.
- [4] Godden, D. R., & Baddeley, A. D.: Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, Vol. 66, No. 3, pp. 325–331, 1975.
- [5] Nozaki, D., Kurtzer, I., & Scott, S. H.: Limited transfer of learning between unimanual and bimanual skills within the same limb. *Nature neuroscience*, Vol. 9, No. 11, pp. 1364–1366, 2006.
- [6] Keshavarz, B., & Hecht, H.: Validating an Efficient Method to Quantify Motion Sickness. *Human Factors*, Vol. 53, No. 4, pp. 415–426, 2011.
- [7] Sawada, Y, et al.: Effects of synchronised engine sound and vibration presentation on visually induced motion sickness. *Scientific reports*, Vol. 10, No. 1, pp. 1–10, 2020.
- [8] Shams, L, et al.: Influences of multisensory experience on subsequent unisensory processing. *Frontiers in psychology*, Vol. 2, 264, 2011.