

3D 動画観察時の酔いと目の疲労の関係

大塚聡子・加来義朗

Motion sickness and eye strain in 3D video viewing

Satoko OHTSUKA and Yoshiaki KAKU

概要

観察者の目の疲労が 3D 映像酔いの程度を重くするかどうか実験的に検証した。実験参加者を回復群と疲労群とに分け、3D 動画を観察させて酔いの主観評価を求めた。その結果、回復群の酔いの評価値はベースラインより低くなる一方で、疲労群の評価値は高くなり、目の疲労が酔いの一因であることが示された。今後は目の疲労が映像酔い発生のどの段階に影響するのか検討することが課題となる。

背景と目的

映像酔いとは、おもに運動情報を含む映像を観察することで生体に不快な症状が発生している状態である(氏家・渡邊, 2013)。初期には胃部不快感やめまい、倦怠感、顔面蒼白、唾液の増加などがおき、症状が持続して重くなると冷や汗や吐き気がおき、嘔吐することもある。

映像酔いの症状は、動揺病、つまりバスや船など乗り物に乗った際におきる乗り物酔いの症状と類似している。動揺病が生じる要因には、ストレスや不安、疲労などさまざまなものがあると考えられているが、主要なものとして、身体、特に内耳にある前庭器官が持続的に不規則に動揺するという情報と、視覚がもたらす自身の運動情報との不一致により、自律神経系が反応することがあるとされる(高橋, 1997)。これに対して映像酔いは通常、前庭器官を含む身体が静止している状態で生じる。

映像酔いはかつて、撮影機材のパンニングや手振れによる運動情報を含む広視野映像を見ているときにおきやすいとされていた。最近では映像表示技術が進展してバーチャル・リアリティ (VR) のためのヘッド・マウンテッド・ディスプレイ (HMD) が身近になるなどして 3D 映像に接する機会が増えてきた。それに伴い、3D 動画を閲覧・観賞したり 3DCG ゲームをしたりする際に酔いが報告されることが多くなっている。このような背景から、映像酔いは 3D 酔いまたは VR 酔いと言われることもある。

映像酔いは身体の運動を伴わないが、発生メカニズムは動揺病と共有するとする考え方が受け入れられている(坂東, 2021)。広視野の運動パターンは 2 次元情報であっても身体運動感覚をもたらすことがある(Nesti et al., 2015)。すなわち、視覚誘導性身体運動感覚が、実際には静止しているとする前庭感覚・固有感覚情報とミスマッチをおこし、自律神経系の悪性反応をひきおこすことで生じるのが映像酔いであるとする考えである。

3D 映像は 2D 映像よりも強い酔いを生じさせる(氏家・渡邊, 2011)。3D 映像は両眼像差を含むことで非常にリアルな立体感をうみだすが、3D 動画は 3 次元方向への強い身体運動感覚を生じさせることも知られている(松浦・高田, 2016)。さらに 3D 映像観察時には、実際の立体空間を観察するときのような水晶体の調節や両眼輻輳の変化を伴わず、このような情報の不整合が酔いに寄与する可能性も考えられる。

前述のように映像酔いには複数の誘発要因があるとされる。そのうち、観察者の疲労については、指摘はされているものの実証的研究は行われていない。鶴飼ら(2003)は映像視聴に伴う酔いと眼精疲労の時間特性が異なることを示しているが、両者の関係については検討されないままである。本研究では 3D 動画を観察している時に生じる映像酔いの強さが目の疲労によって変化するのかについて調べた。作業仮説は「眼が疲労している方が酔いの程度は強くなる」というものであった。

方法

装置と材料 参加者自身のスマートフォンと、スマートフォンを 2 眼式ヘッドマウントディスプレイ(HMD)として使うための VR ヘッドセット (VR10, TNICE) を使用した。複数の参加者がヘッドセットを着用するため、皮膚に接触する部分の衛生状態に配慮した。

3D 動画として、YouTube VR 動画映像からスキー滑降映像 (AirPano VR, 5 分 15 秒) を選択し、ループ再生によって 2 周見てもらった。

質問紙 映像酔いを測定するために日本語版 Simulator Sickness Questionnaire (SSQ, Kennedy et al., 1993; 平柳, 2006) を用いた。SSQ は映像視聴による酔いに関連して、吐き気、眼精疲労、失見当識、総合スコアの 4 項目を数値化するための主観尺度である。「全般的に気分が悪い」「目の疲れを感じる」など 16 の評価項目から構成され、4 件法での回答が求められる。SSQ 各項目の得点は、数値が高いほど酔いの症状が強いことを示している。そのほか、目の疲労を測定するために目の疲れ具合に関する質問紙を自作して使用した。

手続き 疲労群と回復群とを参加者間要因として設定した。実験は一人の参加者につき 2 回行った。1 回目は基本条件として、HMD で動画を観察してもらい、観察前後で参加者の主観的疲労と酔いを測定した。酔いを醒ますため 1 日以上の間隔をおいて行った 2 回目は実験条件であり、目を疲労 (疲労群)、もしくは回復 (回復群) させる操作を行い、その後に HMD で動画を観察させた。いずれの実験も通常照明下の静穏な教室で行い、参加者は椅子に座って質問紙に回答し、動画を観察した。実験を始める前に、動画がステレオ画像として表示され参加者が立体動画を知覚していることを確認した。

疲労させるための操作は、スマートフォンを使って 10 分間をめどに動画映像を観察する、またはゲームを行うことだった。回復させるための操作は、10 分間をめどに閉眼して市販のホットアイマスクを装着し安静にすることだった。動画観察前後で疲労と酔いを測定した。

実験参加者 矯正を含む視力と立体視力が正常な学生 11 名 (回復群 5 名、疲労群 6 名) だった。実験は学生実験として、人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (文部科学省・厚生労働省・経済産業省, 2021) に則って実施した。参加候補者には、実験参加は自由意志に基づいており、不参加や参加後の取りやめによる不利益は無いこと、収集したデータは厳密に管理し個人を特定できる情報が開示されることはないことを説明した。特に映像酔いという不快な状態が発生する可能性を示し、実験のどの段階でも理由を問わず中止できることを説明した。

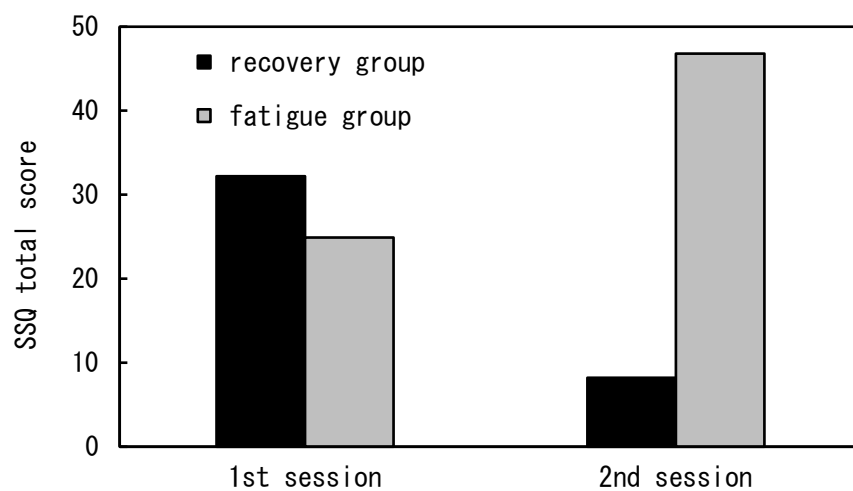
結果

実験中に疲労や酔いその他の理由で実験の注視を申し出た参加者はいなかった。

ここでは参加者による回答のうち、動画観察後の SSQ への回答をもとに算出した総合スコアの結果を示す (Figure 1)。回復群では 1 回目に比べて 2 回目の得点が低くなったのに対し、疲労群では 2 回目の得点が高くなった。参加者ごとに 1 回目の得点に対する 2 回目の増分を求めて対応のない t 検定で検討した結果、群間の有意な差が認められた ($t(7)=3.36, p=.012$)。回復群では SSQ 総合スコアが低くなった ($M=-24.0, SD=13.6$) のに対し、疲労群ではスコアは高くなった ($M=+21.8, SD=30.0$)。

Figure 1

SSQ total score after 3D video viewing



動画観察前後の目の疲労の主観評価については SSQ 総合スコアと同様の結果が得られた。つまり、回復群では 1 回目よりも 2 回目の疲労度の方が低く、疲労群では 2 回目の疲労度の方が高かった。

酔いの強度や酔いやすさについては大きな個人差が見られた。また、多くの参加者が、最も強く酔いを感じたのは進行方向が大きく転換する場面 (ターンをする場面) だったと報告した。

考察

疲労群の結果より、目を疲労させると酔いが強くなる傾向が読み取れる。一方の回復群の結果より、目の疲労を回復させると酔いが弱まる傾向が読み取れる。したがって目の疲労と映像酔いのおこしやすさ・強さには関係があり、「眼が疲労している方が酔いの程度は強くなる」という仮説が正しいことを実験的に示すことができた。

本研究は眼精疲労が映像酔いに影響することを強く示唆している。今後の課題として、眼精疲労が映像酔い発生のどの段階に関与したのかを検討する必要があるだろう。本実験で強い酔いが報告されたターン場面では視野映像が大きく変動しており、そこから自己運動感覚がおこると予測され、映像酔いの感覚不一致説でよく説明できる。この説を考慮す

ると、目の疲労は、感覚情報処理段階と、自律神経系への刺激段階の両方の段階に関わっている可能性がある。感覚情報処理段階については、眼精疲労が視覚情報の特性そのものに影響する可能性と、動眼系を含む視覚外信号に影響する可能性がある。さらに、疲労が自律神経系に強く作用する可能性も否定できない。このような可能性を精査していくことで、映像酔いの発生機序を明らかにし、より効果的な対策法が導かれるものと考えられる。

参加者の酔いやすさには個人差があることがわかった。動揺病や映像酔いには、ほかに不安やストレス、過去の酔いの経験の学習などの心理的要因もあるとされている。HMD など 3D 機器の使用する際には、自身の酔いやすさや目の疲れやすさを把握したうえで、適切な間隔で休憩を取ったり、休憩時に積極的に目の疲労を回復させることによって快適に観察できるものと考えられる。

引用文献

- AirPano VR (2018). Rosa Khutor Ski Resort. Southern slope. Sochi, Russia. 360 video in 4K. <https://www.youtube.com/watch?v=qleX5smNM5o>. (参照 2023-12-20)
- 坂東 武彦 (2021). 映像視聴による生体影響と自律神経機能 自律神経, 58(4), 247-259.
- 平柳 要 (2006). 乗り物酔い(動揺病)研究の現状と今後の展望 人間工学, 42(3), 200-211.
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220.
- 松浦 康之・高田 宗樹 (2016). 立体映像刺激による映像酔いの生体影響 日本衛生学雑誌, 71(1), 2-11.
- 文部科学省・厚生労働省・経済産業省 (2021). 人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 2023 年一部改正版.
- Nesti, A., Beykirch, K. A., Pretto, P., & Bühlhoff, H. H. (2015). Self-motion sensitivity to visual yaw rotations in humans. *Experimental Brain Research*, 233(3), 861-869.
- 高橋 正紘 (1997). 動揺病—ヒトはなぜ空間の奴隷になるのか 築地書館
- 氏家 弘裕, 渡邊 洋 (2011). 立体映像における両眼網膜像差が映像酔いに与える影響 映像情報メディア学会技術報告, 35(15), 1-4.
- 氏家 弘裕・渡邊 洋 (2013). 映像酔いと立体映像 視覚の科学, 34(2), 60-64.
- 鵜飼 一彦・鵜飼 祐三子・久世 淳子 (2003). TV ゲームによる眼精疲労と映像酔いの主観評価: ゲーム後安静の影響 *VISION*, 15(4), 263-266.