

仮想環境内に映写する上映法の船酔い抑制効果 Effects of movie-shooting into a virtual environment on seasick inhibition

福田 奈央[†] 趙 慧[†] 谷村 謙太[†] 井上 康之[†] 河合 敦夫[†] 井須 尚紀[†]
Nao Fukuta, Hui Zhao, Kenta Tanimura, Yasuyuki Inoue, Atsuo Kawai, Naoki Iku

1. はじめに

フェリーなどの旅客船では船内にシアタールームを設け、娯楽として航海中に映画鑑賞をすることがある。しかし、揺れる船内で映画を鑑賞すると、船酔いを悪化させてしまうことが懸念される。航海中の映画鑑賞によって船酔い(動揺病)が発症する原因として、船の揺れを感じながらその動きとは一致しない視覚情報が与えられることによる視覚-前庭感覚の感覚矛盾^[1]が考えられる。そこで船の動きに合わせた映像刺激を与えることで感覚矛盾を解消し、酔いを抑制する映画上映法について考案した。

本研究では 3D 映像音響システムとモーションベースを用いた船内シアター・シミュレータでの実験(以下「シミュレータ実験」)と、実際に船で行う航海実験で研究を行った。

2. 映画上映法

映画映像を「映画(映像の中身部分)」と「映画窓(投影する長方形の外枠部分)」に分け、「映画」を「映画窓」によってトリミングされるように映写した。船の動きの視覚刺激を与えるため、「映画」と「映画窓」を船舶運動と逆に回転させることにより慣性空間に固定して表示した。さらに映画視聴中に甲板で外の景色を一望している感覚を与えるため、広角な景色を再現した仮想環境を製作し、慣性空間に固定するように配置した仮想環境内に映画を投影した(図 1)。

仮想環境には視覚刺激をより多く与えるため、柵や建物などの水平・鉛直の情報を与える 3D オブジェクトを多く作成した。さらに画角を広げて仮想環境を映写することによって、より遠くの景色を見ていると知覚させる効果を図った。

本実験では、仮想環境あり/なしの 2 種類と、「映画」「映画窓」の回転(通常上映/映画回転/映画窓回転)の 3 種類を組み合わせた計 6 種類の映像刺激でシミュレータ実験と航海実験を行った(図 2)。

通常上映 : 「映画」と「映画窓」が船と一致して動き、スクリーン上で固定する通常の上映法。

映画回転 : 「映画」のみを回転した上映法。

映画窓回転 : 「映画」と「映画窓」の両方を回転した上映法。

シミュレータ実験では、船内で映画視聴する状況を再現するために船内シアターを製作した(図 1)。過去の航海実験で測定したピッチ・ロール運動のデータを用いて船内シアターに船の動きを与え、船内シアターの正面壁に上記の映像を投影するように描画した。

3. シミュレータ実験

3.1 実験方法

20 歳前後の学生 29 名(女性 12 名, 男性 17 名)の被験者を用いて 42 回の実験を実施した。書面による被験者の同意を取得し、三重大学大学院工学研究科実験倫理委員会の承認の下に実験を実施した。

6 台のプロジェクターから円筒スクリーン(高さ 2.60m×幅 10.0m)に 3D 映像を投射した。航海中の映画視聴環境を再現するため、過去の航海実験で測定したピッチ・ロール運動のデータを用いて船の動きを再現するようにモーションベースを駆動した。被験者には頭部傾斜を測定するための姿勢センサーを取り付けた帽子と偏光メガネを着用させ、スクリーンから 4m 離れた位置にあるモーションベースに座らせて実験を行った。

映像刺激を 1 分間提示し、その直後に 3 つの評価項目(不快感, 集中度, 揺れ感覚)について 0-10 の 11 段階を等間隔で評価させた。6 試行(6 種類の映像刺激)を 1 セッションとして、1 回の実験で練習 1 セッションと本試行 3 セッションの計 42 試行を実施し、練習後と 2 セッション毎に 3 分の休憩を取った。また映像刺激は各被験者、被験者内で順序効果を打ち消すように配置した。

3.2 結果

不快感の主観的評価値が全ての試行で 0 であったものなど 4 実験試行を除き、38 実験試行で取得したデータの解析を行った。また頭部運動に関しては、測定に不備があった 2 実験試行を除く、36 実験試行で取得したデータの解析を行った。

図 3 は報告された不快感, 集中度, 揺れ感覚の評価値の平均と標準誤差を表したグラフである。不快感は「仮想環境あり」と「映画回転」の条件で低くなる傾向があり、「仮想環境あり+映画回転」の刺激が最も低かった。集中度は「仮想環境なし」の条件で高くなる傾向が見られた。揺れ感覚は「仮想環境あり」の条件で高くなる傾向があった。また不快感と集中度間には中程度の負の相関が見られ($r = -0.40$)、不快感と揺れ感覚間には中程度の正の相関が見られた($r = 0.41$)。

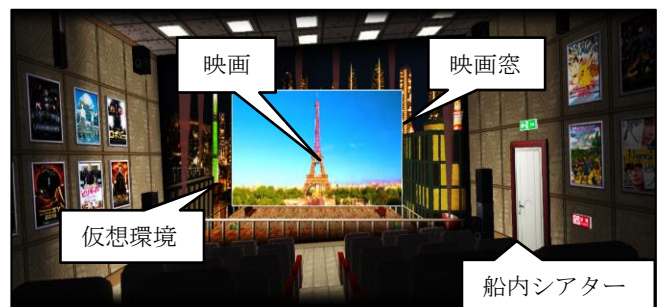


図 1 投影映像

[†] 三重大学・大学院工学研究 Graduate School of Engineering, Mie University

図 4 はモーションベースの動きに対する頭部運動のゲインの平均と標準誤差を表したグラフである。ピッチ、ロール運動ともに「映画窓」と「仮想環境あり」の条件でゲインが低くなる傾向が見られた。ロールのゲインと不快感の相関係数は $r = 0.21$ 、ピッチのゲインと不快感の相関係数は $r = 0.24$ であり、ともに弱い正の相関が見られた。

4. 航海実験

4.1 実験方法

三重大学生物資源学部付属練習船「勢水丸」(総トン数 318 トン)を使用し、4 泊 5 日の航海実験(太平洋大王沖)を行った。9 名(女性 2 名、男性 7 名)の被験者を用いて 10 回の実験を実施し、62 実験試行のデータを取得した。

2 台のプロジェクターから船尾方向を正面とするように設置した 3D 用平面スクリーン(100 インチ)に 3D 映像を投射した。船に取り付けた姿勢センサーにより船舶運動のピッチ・ロール運動を計測し、上記の映画上映法 6 種類の映像刺激を描画した。被験者にはスクリーンから約 2~6m 離れた位置に座らせ、偏光メガネを着用して視聴させた。なお、評価項目、実験手順はシミュレータ実験と同様に行った。

4.2 結果

不快感の主観的評価値が全ての試行で 0 であったものなど 4 実験試行を除き、58 実験試行で取得したデータの解析を行った。

図 5 は報告された不快感、集中度、揺れ感覚の評価値の平均と標準誤差を表したグラフである。不快感はシミュレータ実験同様、「仮想環境あり」と「映画回転」の条件で低くなる傾向があり、「仮想環境あり+映画回転」の刺激が最も低かった。また「仮想環境あり」の効果はシミュレータ実験に比べて顕著であった。集中度は、シミュレータ実験の結果とは逆に「仮想環境あり」の条件で高くなる傾向が見られた。揺れ感覚はシミュレータ実験同様、「仮想環境あり」の条件で高くなる傾向があった。

5. 考察

本研究では、シミュレータ実験、航海実験ともに「仮想環境あり+映画回転」の刺激が船酔い抑制に効果的であることを示した。これは「仮想環境」に没入し、鉛直方向が変化する船の揺れを視覚できたことにより、視覚-前庭感覚の情報矛盾が軽減されたためと考えられる。また「映画回転」の映像では、「映画窓」が船内の天上や床に対して動かないことに加え、「仮想環境」と「映画」の重力方向が一致することも船酔い抑制に効果的な理由と考えられる。頭部運動については、「仮想環境」によりゲインが抑えられ、頭部運動が抑制されることにより不快感も幾分か軽減される効果が見られた。

「映画回転」の条件で不快感が低下する傾向は、シミュレータ実験と、本研究および先行研究^[2]の航海実験で一致する結果であった。しかし集中度に関しては、「仮想環境あり/なし」でシミュレータ実験と航海実験の結果が逆となった。シミュレータ実験では不快感の強度が弱いために、「仮想環境」の存在が集中度の低下に大きく影響したと考える。それに対し、航海実験では船酔いによる不快感の強

度が強いために、「仮想環境」による不快感低減効果が大きく影響し、集中度が高まったものと推測される。

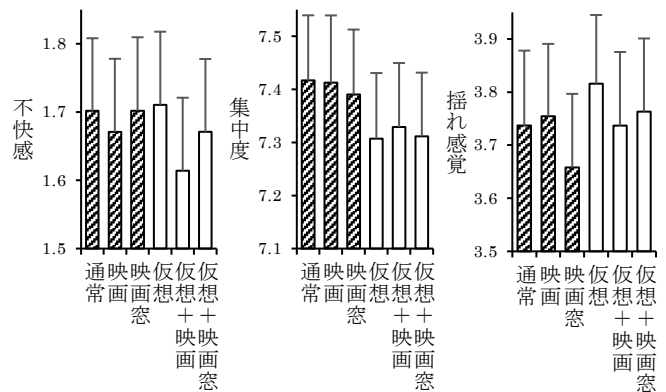


図 3 シミュレータ実験結果

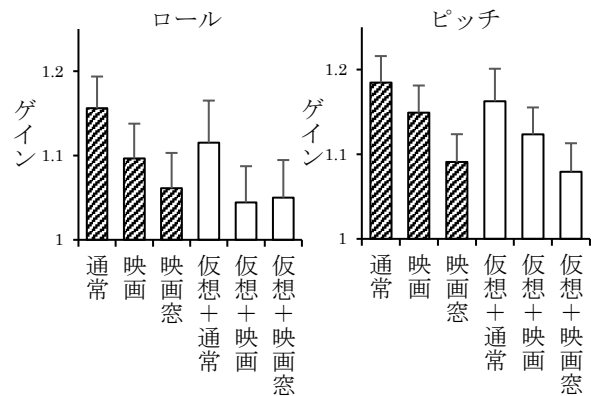


図 4 頭部運動(ゲイン)

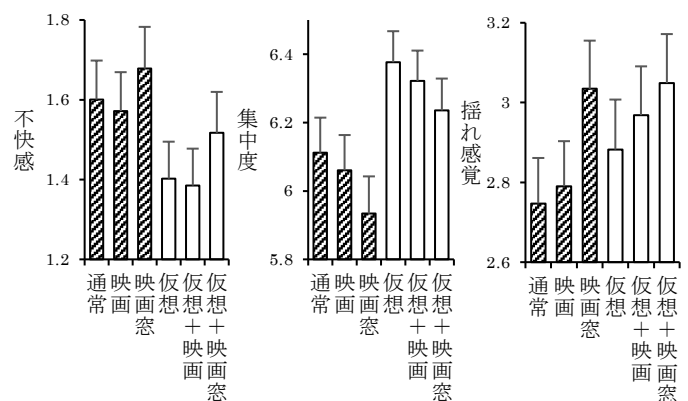


図 5 航海実験結果

参考文献

- [1] Reason, J.T., Brand, J.J., "Motion Sickness", Academic Press, London, 1975.
- [2] 宮田晃希, 西田泰介, 河合敦夫, 井須尚紀, "船酔い発症を抑える洋上映画上映法の開発", 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O2-6, 浜松, 2013.9.24-25