

3D ムービーで発症する動揺病に映像の回転と鉛直方向の感覚が与える効果

6N-8

信部明雄 井須尚紀 清水忠昭 菅田一博
鳥取大学工学部知能情報工学科

1. はじめに

近年 3D ムービーやバーチャルリアリティーを利用したアミューズメント施設等が増加し、3D ムービーによって動揺病が発症する機会が多くなってきている。大画面映像の激しい動きによって発症する動揺病は、「視因性動揺病」もしくは「シネラマ酔」と呼ばれる。動揺病の発生要因を説明する仮説として、感覚矛盾説が提案されている。これは視覚や平衡感覚器等が受容する情報間に矛盾があると動揺病が誘起されると考える説である。視因性動揺病では、視覚には身体運動の情報が入力されるが他の感覚器（平衡感覚器など）には情報が入力されず感覚の矛盾が生じるため発症すると考えられている。

本研究では、動画像の回転や、動画像が視知覚性に与える鉛直方向の感覚（視知覚性鉛直）の有無によって動揺病強度に差異が認められるかを調べ、視知覚性鉛直の視因性動揺病発症における効果を考察した。

2. 実験方法

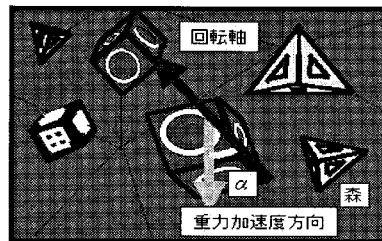
2.1 動画像

コンピュータグラフィックスにより鉛直方向の感覚を与える空間と鉛直方向の感覚を与えない空間の 2 種類の仮想空間を構成した。鉛直方向の感覚を与えない空間には、ランダムな方向を向く正 4 面体と正 6 面体を合計で 510 個置き、側面には○や△などの上下感覚を与えないテキストを貼り付けた。周囲を変形 12 面体で囲み、内側に森のテキストを張り付けた（図 1a）。鉛直方向の感覚を与える空間には、一定方向を向いた正 4 面体と正 6 面体を合計 510 個置き、側面に C、E、G のアルファベットを貼り付けた。周囲は森のテキストを貼り付けた変形 12 面体で側面を囲み、上面を空で下面を地面のテキストで区切った（図 1b）。

仮想空間内に 3D カメラを設置し、カメラを 60

deg/s で回転した時に映し出される動画像を製作した。動画像をスクリーンに投影した時、動画像の回転軸方向が重力加速度方向となす角を α 、仮想空間内に固定した軸（鉛直方向の感覚を与える空間では鉛直軸）となす角 β 、 α および β の変化の角速度を $\dot{\alpha}$ 、 $\dot{\beta}$ とし、表 1 に示した 11 種類を視運動刺激として用いた。

a. 鉛直方向の感覚を与える空間



b. 鉛直方向の感覚を与えない空間



図 1 刺激に用いた動画像

2.2 実験手順

視覚障害および内耳障害の既往症のない 20 歳前後の男女合わせて 14 名を被験者とした。暗室内で偏光方式による 3D 映像を 130 インチスクリーンに投影した。被験者には、偏光メガネをかけさせ、スクリーンから約 3m 離れた位置で椅子に座らせて動画像（水平視野 53deg、垂直視野 42deg）を正視させた（図 3）。11 種類の動画像（表 1）をランダムな順序で 45 秒間づつ投影した。連続する 2 つの刺激間でどちらがより強く酔ったかを一対比較法により被験者に比較判断させた。11 対の刺激の比較を 1 セットとし、1 回の実験で 4 セット行った。各刺激間に 15 秒、各セット間に 120 秒の休憩を設けた。被験者 1 人につき 4~6 回の実験を行い、総試行数は 2640 対とした。

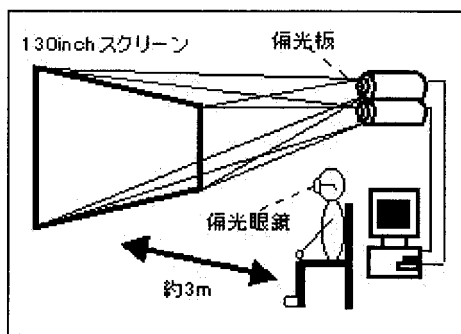


図3 実験システム

3. 実験結果

一対比較の結果を、Thurstone の比較判断則ケースVに従って距離尺度化した(図4)。鉛直方向の感覚を与えない映像(映像1)は、視知覚性鉛直方向が回転しない映像(映像2)と視因性動揺病の強度が等しくなった。視知覚性鉛直方向が回転する映像(映像3, 4)は、これらに比べて動揺病の強度が大きいたことが示された。動画像の回転軸を一定方向に固定した映像(映像1~4)に比べ、回転軸の方向が変化する映像(映像5~11)は動揺病強度が大きくなった。また、鉛直方向の感覚を与える映像、与えない映像のいずれにおいても、 α 、 β を変化させた場合(映像6および5)の方が、 α を変化させた場合(映像8~11および7)より不快感が大きい結果が得られた。この結果は、仮想空間内で身体(3Dカメラ)が回転する方向が変化する方向の方が、スクリーン上(実空間)で視野が回転する方向が変化する方向よりも、視因性動揺病の発症に強く寄与する事を示すものである。

視因性動揺病強度の尺度値(MS)を動画像回転軸の方向変化の角加速度($OK' dir$)、視知覚性鉛直方向の回転の角速度(SV)および角加速度の大きさ変化の成分($SV' amp$)と方向変化の成分($SV' dir$)によって重回帰分析を行った。その結果、

$$MS = 1.420K' dir + 0.33SV + 0.48SV' amp$$

$$+ 0.43SV' dir + MS_0 \quad (\text{ただし } MS_0 \text{ は定数})$$

が得られた。このモデルで予測した値を図4の折れ線グラフに示す。動画像の回転軸の方向が変化的こと(右辺第1項)に加えて、視知覚性鉛直方向が回転すること(第2項)、およびその回転の速さ(第3項)や方向(第4項)が変化的ことが視因性動揺病の発症に強く関与していることが示された。

4. 考察

視知覚性鉛直方向が回転しない映像(鉛直方向の感覚を与えない映像を含む)に比べて、鉛直方向が回転する映像は動揺病の強度が大きくなった。視知覚性鉛直は与える垂直回転の情報と、静止の情報を受容している他の平衡感覚器との間で感覚矛盾がより大きくなり、強い不快感を発生させたものと考えられる。視覚性鉛直方向の変化が、視因性動揺病の発症に深く関わるものと考えられる。

表1 実験で用いた視運動刺激の回転

映像	鉛直	α (deg)	$\dot{\alpha}$ (deg/s)	β (deg)	$\dot{\beta}$ (deg/s)
1	無	52.25	0	0	0
2	有	52.25	0	0	0
3	有	52.25	0	52.25	0
4	有	52.25	0	90	0
5	無	50.75	0	-	30
6	有	50.75	0	-	30
7	無	-	30	0	0
8	有	-	30	0	0
9	有	-	30	30	0
10	有	-	30	50.75	0
11	有	-	30	90	0

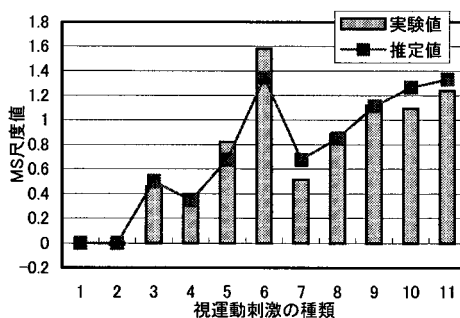


図4 視因性動揺病の強度

<参考文献>

- 1) 松本 剛, 青木 瑠依, 井須 尚紀: 動画像の回転軸方向による視因性動揺病強度の差異, 宇宙航空環境医学, 36: 158, 1999
- 2) Isu N, Matsumoto T, Aoki R: Rotation of subjective vertical is an important factor of visually-induced motion sickness, J. Gravit. Physiol., 7: P85-P86, 2000.
- 3) 井須 尚紀, 松本 剛, 青木 瑠依: 視因性動揺病の発生における視知覚性鉛直の関与, 宇宙航空環境医学, 37: 80, 2000