

F_026

視覚対象物の可動性及び上下方向の認識が視覚性動揺病に及ぼす影響

The Effects of Movability of Visual Objects and Subjective Vertical Direction on Visually-Induced Motion Sickness

大西邦光[†] 大谷昌代[†] 榊井文人[†] 河合敦夫[†] 井須尚紀[†]
Kuniaki Onishi Masayo Otani Fumito Masui Atsuo Kawai Naoki Isu

1. はじめに

近年の3D映像技術の急速な進化により、映画館や遊園地などでも映像技術を駆使したリアルな世界が再現され、人々をヴァーチャルリアリティへと没入させている。しかしそれに伴い無視出来なくなってきたのが視覚性動揺病である。最近では2003年7月、授業中に家庭用ビデオカメラの映像を視聴していた中学生約300名のうち36名が映像酔いを起こした事例が報告されており¹⁾、視覚性動揺病対策の必要性は年々増している。また宇宙空間内で起こる動揺病に宇宙酔いがある。宇宙空間では無重力なので傾斜感覚がなく、そのため傾斜時に視覚誘導自己運動感覚が得られるが、耳石器入力がなく半規管からの回転情報しか得られない。この視覚情報と前庭情報間の感覚矛盾が宇宙酔いの一因となっていると考えられる。この為、視覚性動揺病のメカニズム解明は映像酔いや宇宙酔い等の低減において重要である。

本研究では、視覚刺激として得られる映像の要素に着目し、特に1. 物体の可動性、2. 物体の上下方向、3. 物体までの距離について、それぞれが視覚性動揺病発症にどの程度影響を及ぼすかを被験者の主観的評価を用いた実験によって調べた。

2. 視覚性動揺病

動揺病が発症する原因としては、「視覚情報と前庭情報の間で矛盾が生じた場合に発生する」とする感覚矛盾説が最も有力と考えられている。感覚矛盾説によると、視覚情報からは映像等で自分が運動している感覚を受けるのに対し、前庭情報からは静止している感覚を受けることで視覚性動揺病が発生すると考えられる。

このように視覚性動揺病は自己運動感覚と密接に関係している。自己運動感覚に影響を及ぼす要素のひとつに物体からの距離がある。遠景の動きは近景に比べ自己運動感覚を生じやすいことが知られている^{2,3)}。また自己運動感覚の大きさに関わる他の要因に視覚対象物の可動性・固定性が挙げられ、これは物体性質の認識が大きく関係している⁴⁾。視覚対象物が本来移動しないもの(=固定物)であれば「物体が動いている」とは認識しない為「自分が動いている」という認識が働き、自己運動感覚が生じると考えられ、視覚対象物が本来移動可能なもの(=可動物)であれば自己運動感覚は殆ど生じないと考えられる。

我々はこれまでの研究⁴⁾で、3D映像を用いた実験において近景の動きに比べて遠景の動きが視覚性動揺病に大きな影響を及ぼすことを示した。また可動物の動きに比べて固定物の動きが視覚性動揺病を誘起させ易いことも示した。さらに視覚性鉛直方向の変化が視覚性動揺病に大きな影響を及ぼすことも明らかにしている⁵⁾。本研究では、可動物/固定物の認識、及び上下方向の認識、また静止している視覚対象物が視覚性動揺病に及ぼす影響の程度を定量的に示すことを目的とし、以下の実験を実施した。

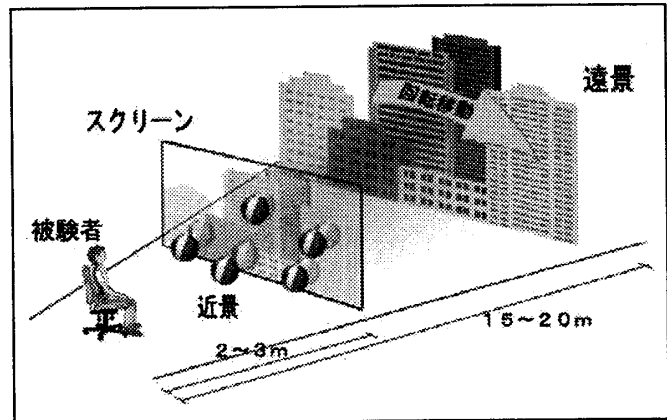
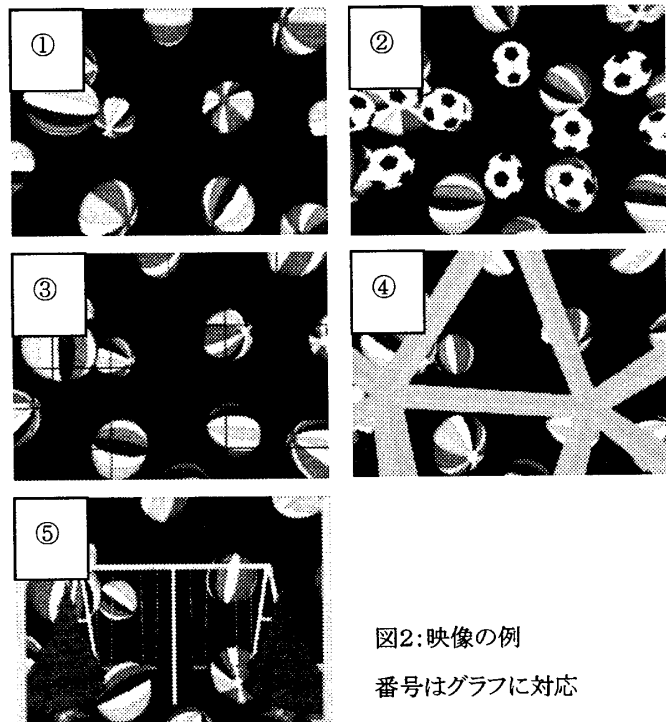


図1. 実験イメージ

図2: 映像の例
番号はグラフに対応

2. 実験方法

実験には3D映像を使用した。スクリーン(縦2.45m, 横6.4m)にパーソナルコンピュータ4台(Apple Power MacG4)とプロジェクタ4台(victor DLA-G11)を用いて映像を投影し、スクリーンから2~3mの位置に座り偏光眼鏡を掛けると視野角100~110°、画角100°の3D映像として見ることが出来る実験システムを構築した。

映像は遠景及び近景にそれぞれ物体を配置し、遠景の物体は、半径15~20mの球面上を角速度20deg/sで2軸回転し、近景の物体は半径2~3mの球面上に静止するものとした(図1)。映像の種類は「遠景3種:可動物/固定物(上下方向アリ)/固定物(上下方向ナシ)」×

† 三重大学工学部情報工学科人工知能講座

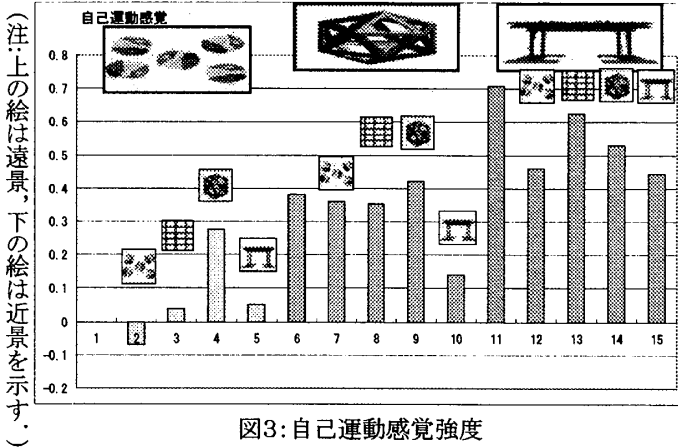


図3: 自己運動感覚強度

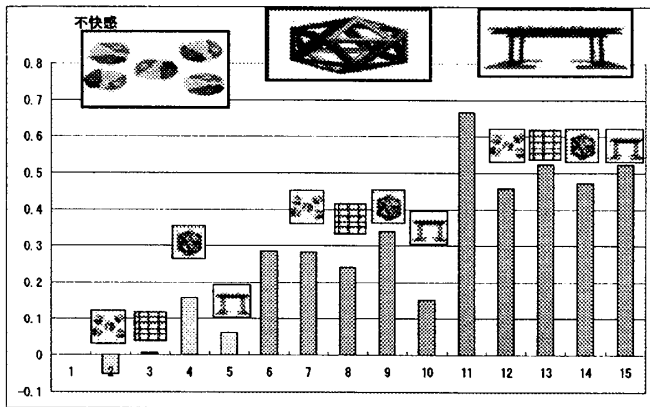


図4: 不快感強度

「近景5種: 物体ナシ/可動物/スクリーン上に格子線/固定物(上下方向アリ)/固定物(上下方向ナシ)」=合計15種類とした。

これらの映像を45sずつランダムな順で被験者に注視させた。連続する2つの映像を1対とし、自己運動感覚及び不快感の強度をシェッフエの対比較法(5段階)にて評価させた。1セットで6回の比較を行い、1回の実験で5セット、合計30回の比較を行った。合計試行数は計2481回であった。

3. 結果

自己運動感覚及び不快感それぞれの強度を、範疇判断の法則とThurstoneの比較判断の法則に基づいて距離尺度化し、遠景毎に5種ずつ色分けして纏めた(図3, 図4)。

実験の結果、固定物が遠景で回転すると、可動物に比べ自己運動感覚及び不快感を増大させた($P < 0.05$)。また、上下方向のある固定物の回転移動は上下方向の無い固定物に比べ自己運動感覚および不快感を増大させた($P < 0.05$)。また図3及び図4に示すように、可動物/固定物の認識の差は上下方向の認識の差よりも自己運動感覚への影響がより大きく、不快感に関しては同程度の影響が見られた。このことから、固定物であるという認識は上下方向の認識に比べ、自己運動感覚を強めるほどには不快感を強めないと言える。また図3及び図4で、遠景で可動物が移動する映像では、近景で上下方向のない固定物が静止している映像はその他の映像に比べ自己運動感覚及び不快感をより誘起させる結果が見られた(図3, 4の④vs①②③⑤)。

4. 考察

実験より、可動物/固定物の認識の差が上下方向の有無の差に比べ、より自己運動感覚に影響を及ぼすことが

わかった。この結果は、我々が映像を見て自己運動感覚を感じるには、映像に含まれる物体の可動性の認識が大きく影響していることを示している。一方、不快感の強度には物体の可動性と上下方向の認識とは同程度の影響があった。このことから、固定物であるという認識は、自己運動感覚を強める程には不快感を強めなくて済むと言える。例えば3Dの映像やゲームにおいて、上下方向が頻繁に変化するような映像を見るよりは、固定物で上下方向の認識が出来ないものが映し出された映像の方が、少ない不快感で自己運動感覚が得られる。不快感の高い映像を、不快感を低く且つそれなりの自己運動感覚が得られるようにするには、上下方向が感じられない映像にすれば良いといえる。

次に近景静止物の影響を考察する。遠景で可動物が動いた場合(図2)、自己運動感覚及び不快感は遠景が固定物の場合ほど強く誘起されないが、近景で上下方向のない固定物が静止している場合のみ自己運動感覚及び不快感を増大させる結果になった(図3, 4の④vs①②③⑤)。この原因として、固定物の柱を線と見立てる事により、遠景がロール回転をした場合などに回転感覚がより分かりやすくなるという可能性が考えられる。しかし、スクリーンに格子線が引かれた映像(図2の③)では自己運動感覚及び不快感は増加していないため(図3, 4の③)、この可能性は考え難い。一方、固定物は本来地面などに『固定』されているため移動しないものと認識されるが、近景静止物が上下方向のない固定物だと「固定物は観測者に『固定』される」、つまり「観測者と一体化して移動する」という認識が働くものと思われる。そのため、観測者は近景を自分に固定させ観測者が共有する空間を広く認識すれば、自己運動感覚や不快感が増加すると考えられる。これに対し、近景が可動物である時には、物体の可動性から物体と観測者との一体化は起こりにくい。また、近景が上下方向のある固定物の場合は地面への固定の認識が強く、観測者との一体化は起こりにくいと思われる。これらのことから、上下方向のない固定物が近景で静止している時の観測者と物体の一体化は、自己運動感覚及び不快感を強める要因であると考えられる。

上下方向のない固定物は、遠景においては本来の固定物として認識される一方で、近景においては観測者に固定されるとの認識が強いと考えられる。また、近景静止物が上下方向のある固定物の場合、自己運動感覚及び不快感を抑制する事も明らかになり、上下方向が「静止している」という認識が自己運動感覚や不快感を大きく抑制する事を示唆している。

参考文献

- 1: 『読売新聞』2003年7月10日“手ぶれビデオで「乗り物酔い」”
- 2: Michiteru Kitazaki & Takao Sato, “Attentional modulation of self-motion perception”, Perception, 2003, volume 32, pages 745-484.
- 3: Shinji Nakamura & Shinsuke Shimojo, “A slowly moving foreground can capture an observer’s self-motion -- a report of a new motion illusion: inverted vection”, Vision Research 40 (2000) pp. 2915-2923
- 4: 大谷昌代, 川瀬智仁, 森駿一朗, 榊井文人, 河合敦夫, 井須尚紀, “3次元映像における物体認識が視覚性動揺病の発症に与える影響”, 情報処理学会第68回全国大会講演論文集 2: P387-P388.
- 5: Isu N, Matsumoto T, and Aoki R, “Rotation of subjective vertical is an important factor of visually-induced motion sickness”, J. Gravit. Physiol., 7: P85-P86, 2000.