

# 映像酔いとサウンドによる抑止の検討

## Motion sickness and its control with sound

長嶋 洋一

デザイン学部メディア造形学科

Yoichi NAGASHIMA

Department of Art and Science, Faculty of Design

メディア心理学研究、マルチモーダル心理学研究の対象として「映像酔い」をテーマとし、あわせて専門であるサウンドとの関係に注目した。新しいアプローチとして「映像酔い」に対して、以下の新しい3つの視点で取り組んだ。(1) 自覚的評価実験・生理的計測実験などの従来手法と異なる心理学実験手法を提案した。(2) 映像酔いを起こしやすいように変化したムービーの運動に同期して、その予測に役立つような変化のサウンドを加えることで映像酔いが低減できるかどうかについて検討した。(3) 新しく報告された、呼気終末二酸化炭素分圧計測による動揺病推定法を心理学実験において同時計測した。

This is the first report of my research with multi-modal psychology for motion sickness. There are three important approaches - (1) system design to evaluate the motion sickness in psychological experiments, (2) application of sound to control the motion sickness and (3) including the new approach with end-tidal CO2 pressure data.

### 1. はじめに

これまで筆者はSUAC学長特別研究・デザイン学部長特別研究として、マルチメディア心理学の領域で映像と音楽のビートに関する研究[1]を行い、さらにメディアアートやComputer Musicに関連する研究を進めてきた[2]。これを受けて、平成18年度学長特別研究として、マルチモーダル心理学研究の新しいアプローチとして「映像酔い」に対して、(1) 自覚的評価実験・生理的計測実験などの従来手法と異なる心理学実験手法を提案、(2) 映像酔いを起こしやすいように変化したムービーの運動に同期し予測に役立つような変化のサウンドを加えることで映像酔いが低減できるかどうか、(3) 新たに報告された知見(呼気終末二酸化炭素分圧計測による動揺病推定法)を心理学実験において同時計測、という研究を行った。

### 2. 「映像酔い」とは

本テーマを意識した最初のきっかけは、マルチメディア/生体計測という筆者の興味ある2つの領域に関係した研究報告[3]であり、ここでは映像酔いをCybersicknessと呼んでいた。しかし一般にはMotion Sicknessの方が多いようであり、本稿でもこちらを採用する。以下、今後の研究報告で参照すべき整理として、「映像酔い」について調べた上での筆者なりの定義を明記しておく。

#### 2-1. 3D酔い、乗り物酔い(動揺病)

日本語版Wikipediaでは「映像酔い」を検索するとヒットせず「乗り物酔い」にリダイレクトされる。そこでまず、「テレビゲームをしている最中に起こるとされる症状の一つ。正確には映像酔いの一種である」とされる「3D酔い」の冒頭部分を紹介した後に、より広義の「乗り物酔い」を検討する。

3D酔いとは「ゲーム画面が回ったり目まぐるしく動いた際、画面を見ている人が一時的に気持ち悪くなってしまう」事とあるが、「運転手には起こらない乗り物酔いと違い、ゲームを遊ぶ本人にも起こりうる」という心理学的に注目すべき指摘もある。Wikipediaでは続いて「酔いの原理は、三半規管が正常に働かなくなること、正常に現状を捉えられないことで発生するが、3D酔いの大半は、現在目で見ている世界の動きと、実際の三半規管の動きとのズレから来る。ゲームの中では上下に動きながら歩いているのに、実際の自分の三半規管はその上下運動を捉えられていないとズレが生じ、それを酔いと脳が感じ取って起こる」と解説されている。発生しやすい環境としては「周囲が暗い」「疲れている」「長時間プレイ」「画面が小さい」「動きが激しい(特に大きな上下動)」「3Dモデリングが歪んでいる」等があるが、画面サイズ(視野角)については、後述の研究報告と矛盾すると思われる点もある。

乗り物酔いの解説では、「各種の乗り物が発する振動が原因で、体の内耳にある三半規管が体のバランスを取れなくなって引き起こす身体の諸症状。医学的には動揺病または加速度病と呼ばれる」とある。本件に関連する記述としては、「視覚も関わっており、乗り物の中で読書や携帯ゲーム機のプレイなど、眼球の動きを細かくするような行為をすると酔い易い」「身体が振動しなくても、視覚的な振動の刺激(振動するカメラで撮影した動画を見るなど)だけでも酔うことがある。特に上下動による効果が大きい。視覚と三半規管の感覚とが不一致を起こすためといわれる」という指摘に注目しておきたい。

#### 2-2. 「映像酔い」関連情報

関連して映像酔いを調査した中で、ここでは以下の3件を紹介しておく。鶴飼[4]は、映像の生体影響プロジェクトに関して調査し、映像酔いが広範に存在する事実を報告した。松田/大中[5]は、映像酔いを以下のように整理し、社会現象となっている事例・従来研究の概要・最近

の関連研究について紹介し、映像酔いの自覚的評価実験を行った。

TV画面やスクリーン上の映像が不規則に激しく揺れるのを見続けていると、軽く酔ったような感覚に陥ることがある。「映像酔い」の前兆的な感覚の一種であり、“気分が悪い”（不快感）とか“目が回りそうだ”（眩暈感）とを感じるのも、映像酔いの兆候の自覚的な現れの一つである。この兆候は、「乗り物酔い」を典型とする「動揺病」の初期症状と似ているため、映像酔いも動揺病の一種に概括されているが、乗り物酔いはその名のごとく乗り物の揺れが外的主要因であるのに対して、映像酔いは視覚系からの情報のみによって誘発されるという点に特徴がある。

松田/大中[5]の報告にあった最近の研究の中では、原澤ら[6]は縦方向の映像振動に注目し、松寄ら[7]は映像酔いと動き予測の関係を調べ、椿ら[8]は映像のグローバルモーションを分析し、繁樹ら[9]は画角条件とディスプレイサイズについて検討しており、いずれもWikipediaにも指摘されていたポイントに注目している。

### 2-3. 産業技術総合研究所の取り組み

産業技術総合研究所プレスリリース[10]によれば、産総研は2003年から映像の生体安全性評価の標準化研究に着手した。産総研の「映像酔い」の定義は「いわゆる乗り物酔いの一種で、動揺病として分類される症例の1つ。大画面で、動きの多い映像を視聴した場合などにみられる。症状としては、頭痛、発汗、めまい、嘔吐感などがある」となっている。詳しくは産総研の公開Web[10]を参照いただくとして本研究に関連するポイントを抜き出すと、以下のような点に集約される。

映像酔いや3D映像による眼精疲労は、視聴者本人の主観的側面を伴うため、この心理的影響と心拍、血圧、瞳孔反応などの生理的影響との両者を計測することで、より精度良く生体安全性を明らかにすることが重要である。そこでまず、映像の生理的影響および心理的影響を予測する手法を検討し、(1)映像の物理的特性と生理的・心理的な生体影響との相関解析、(2)映像の物理的特性に基づく生体影響予測と安全性の総合評価、という2つの課題について取り組む。(産総研[10])

産総研の研究は最終的な目標が「映像の生体に与える影響を心理的側面と生理的側面との両面から総合的に評価する手法を開発」だけでなく、その成果を踏まえて「ISOに対し映像の生体安全性評価法についての国際標準案を提案し国際規格として実現」にある。これは「だれもが安心してTVゲームやアニメーション、映画などの映像を安全に楽しむ事ができる環境を実現するとともに、日本が国際的にも競争力のある映像メディア産業の健全な発展を支援する」という重要な意義もあるが、ここで筆者の関心とは袂を分かつ。

### 3. 本研究の3つのアプローチ

この領域で活発に議論している映像情報メディア学会にはまだ多数の報告があるが[11-19]、本稿ではここで筆

者の関心・興味から、まず(1)従来手法と異なる新しい映像酔いの心理学実験手法、(2)映像の予測に役立つような変化のサウンドを加えることで映像酔いが低減できるかどうか、という2点の検討について述べる。

産総研のプレスリリース[10]にある、映像の生体に与える影響「心理的側面」「生理的側面」は学術的な標準ではない。脳波・心拍・血圧・瞳孔反応などの生理的影響を計測する部分に反対はしないが、心理的影響として主観評価(松田/大中[6]の用語では自覚的評価)、すなわち被験者に対するアンケート実験に加えて、眼球運動・重心動揺などの生理計測が心理的影響に分類される理由は不明である。そこで筆者はこれとは別に、以下の2点のアプローチを新たに提起した。

まず第一は、映像酔いを検証する新しい計測実験法の提案である。具体的には、映像の画面内の特定点を追従する、という単純作業の作業精度/効率の低下を映像酔いの指標と捉えることとした。これはビデオカメラ撮影した映像を編集して酷い映像酔いに見舞われた筆者の体験(内観)から、その影響を計測できる可能性として提案した[20]。

そして第二は、「サウンドが映像酔いを抑止する」という可能性の検討である。このために、映像の動きに同期したサウンドを同時に提示した場合と、比較のために単調なサウンドが変化なく鳴っている場合とを比較することとした[20]。

2006年9月に開催された第5回情報科学技術フォーラムにおいても、本領域に関する興味ある研究発表がなされた[21-24]。この中で日高ら[23]は、自動車内で映像コンテンツを視聴する被験者の呼気終末二酸化炭素分圧の変化と、主観的評価による動揺病推定との間に、有効な相関関係を報告した。これは、従来のアンケートによる主観的な映像酔いの実験に対して、被験者本人が気付かない生理的情報から映像酔いの程度を推定できる可能性を提示したという意味で画期的な知見である。そこで本研究では第三のアプローチとして、被験者の呼気終末二酸化炭素分圧の変化をあわせて計測・検討することにした。

### 4. 心理学実験の概要

映像と音楽のビートに関するメディア心理学実験[1]での経験から、本研究では前述の3つのアプローチを同時に満たす心理実験システムをデザインする事とした。この理由としては、脳波・心拍・血圧・瞳孔反応などの生理的計測実験では、映像というリアルタイム刺激に対しての時定数が(筆者の印象として)非常に大きく、レスポンス時間についての不満がある。また主観評価/自覚的評価による心理実験(被験者のアンケート)については、個人差や被験者集団の影響の懸念、さらに映像酔いのサウンドによる抑止の検証の困難さが想定されるからである。

#### 4-1. プラットフォームとシステム

システムは、ビートに関するマルチメディア心理学研究

[1]の際にデザインしたシステムと同様に、基本的にはMax/MSP/jitter (MacOS 10.3.9, QuickTime 6.5.2)を環境として使用した。当初、報告[20]では小型タブレットを使用する計画であったが、画面からはみ出た場合に新たに再ポイントする不自然さが問題となり、15インチ液晶ディスプレイに取り付けたタッチパネル(KEYTEC社 MagicTouch)上を専用のタッチペンでなぞる、という方式に変更した。被験者はディスプレイの正面に座り、ディスプレイの左右にはサウンドを提示するステレオスピーカ(Panasonic製 EAB-MPC33)があり、さらに被験者は後述の複数のセンサ群を装着して実験に臨んだ。

#### 4-2. 映像素材

この実験では、素材として映像酔いを引き起こす映像(グラフィック素材)が必要となる。遠景の風景写真などを漫然と眺めているだけでは素材にならず、まず1点に注目させる必要がある。そこで用いた素材は、数年前に世界的に話題となった、FLASH作品“Zoomquilt”(www.zoomquilt.org)の映像である。元々のFLASH作品では、ユーザがマウスポインタを画面の上半分に置くと、映像は無限にズームインを続け、ユーザがマウスポインタを画面の下半分に置くと、映像は無限にズームアウトを続けるというものである。

実験の準備として、一定速度でこの無限ズームを続ける画像を録画し、1フレーム単位の編集により、全てのフレームが正確に等間隔である新たなムービーを作成した。実験環境であるMax/MSP/jitterで、ディスクからのQuickTime Movie再生でなくメモリに読み込んでの連続再生を前提として、もっともスムーズに再生できる動画圧縮プロトコルを選択するために、10種類ほどのムービーを試作して比較実験した。結果として、DV圧縮、15fps、320\*240ドットの素材ムービーを選択した。無限ズームはjitterのムービー再生速度パラメータの正負に応じて「ズームの沸き出し点または消失点」のいずれも実現できるが、予備的な実験の結果、「無限に消失(ズームアウト)」[「ムービー再生は2倍のスピード」と決定した。

この消失点を画面内で移動させるのに、平行移動はあまり有効ではなかったために、映像素材に対して、jitterによって、(1)追跡ポイントを中心とした回転変換、(2)横方向のアフィン変換、(3)縦方向のアフィン変換、をリアルタイムに加えた変形映像を用いることとした。変換は基本的に低周波サイン振動であるが、予測できては別の要素が入ってくるので、座標位置を低周波変調(たまに瞬時に跳躍)する。被験者の「画面内のズームの消失点をタッチパネルによって追跡する」という作業効率が著しく低下した状況を「映像酔い」と捉えられるのではないか、というのが本実験のポイントである。実際の実験において、事前アンケートで「乗り物酔いしやすい」と回答した一部の被験者は実際に「酔った」という感想があり、1名は「実験後に帰宅しても映像酔いがかなり残った」と翌日に報告したので、素材として妥当であったと考える。

#### 4-3. 被験者と実験時間

被験者には実験に先立って、実験の趣旨を理解し、場合によっては気分が悪くなることに同意する同意書の記入を求め、あわせて年齢・性別・職業・利き腕・視覚と聴覚の健康状態・乗り物酔い[しやすい/しにくい]を記入する事前アンケートの記入を求めた。また実験後には自由回答で感想などを求めた。

本稿執筆時点での実験では、19歳から43歳までの大学生/事務職の19名(うち男性2名、左利き2名、視覚/聴覚は正常)を対象とした実験を行った。19名のうち7名が乗り物酔いしやすい、と回答した。実験は3分間の実験を計3回行うもので、準備と小休止を入れて1人あたり15分程度であった。

#### 4-4. 実験の準備

実験の準備として、まず被験者の両腕に2点ずつ、筋電センサの電極バンドを取り付けた。さらに被験者の両耳たぶに、心拍センサとなる赤外線クリップセンサを取り付けた。実はこれら4つのセンサのケーブルは生体計測システムに接続されているものの、実際にはそのデータを使用しないダミーであり、本命の呼気センサに対する意識/注意を逸らすための一種のプラシーボである。

そして被験者の鼻の下に、医療用テープで呼気センサの管(先端が二股になっており、両方の鼻の穴の出口付近に配置)を取り付けた。これにより自然と鼻呼吸となり、生体情報計測装置BIOPAC[25][26]からの出力として、良好な呼気終末二酸化炭素分圧の変化データが得られた。先行研究の実験[23]ではこのセンサだけを被験者に取り付けたために、気になってか実験途中で深呼吸などペースを乱す例があり、そのデータを手作業にて除去していたが、本実験では19人\*3回=57回の実験で、一度もこのような不整脈データが起きなかった。

なお、ここで使用した基礎医学研究用データ集録&解析システムは、SUACの生体機能計測実験室にある、BIOPAC Systems社製のMP SYSTEMシリーズとバイオアンプである。このうちA/D部分のMP100システムの仕様は以下である。

16ビット解像度  
16チャンネルアナログ入力  
コンピュータ伝送速度は800KBPS  
バックグラウンド下で動作  
最大70,000サンプル/秒/1channel  
最大5,326サンプル/秒/16channel

本実験ではRAMやHDDにデータを記録せず、A/Dからの情報をモニタして直接出力するモードのみ利用した。チャンネルゲインは、CO<sub>2</sub>がゼロから呼気100%でほぼフルスケールとなるように設定した。CO<sub>2</sub>モジュール「CO2100C」の仕様(と採用した設定)は以下である。

CO<sub>2</sub>レンジ: 0 - 10% CO<sub>2</sub>  
利得: 1 (%CO<sub>2</sub>/V)

出力レンジ：0 – 10V  
 再現性：0.03%CO<sup>2</sup>  
 解像度：0.1%CO<sup>2</sup>  
 線形性：0.1%CO<sup>2</sup>  
 ゼロ点安定：0.1%CO<sup>2</sup>/時  
 応答：100msec (T10 – T90) @100ml/分  
 流量範囲：50 – 200ml/分  
 温度範囲：10 – 45℃  
 ゼロドリフト：0.01%CO<sup>2</sup>/℃  
 スパンドリフト：0.02%CO<sup>2</sup>/℃  
 動作準備時間：5分 @25℃

#### 4-5. 実験 [1]

センサ装着を終えた被験者には、変化しない約311Hzの持続音をディスプレイ左右のスピーカより提示し、うるさくない適正音量に補正した。このサウンドの音色と周波数については、画面中央の位置に対するものである（後述）。続いて、タッチパネルの座標補正メニューにより、自分の視点から見て画面内の基準点 3 箇所を専用タッチペンでタッチして位置補正を行った。これにより、被験者の身長/座高/視線などの違いは補正され、全ての被験者が自分の視界に対応した位置座標を持った。

ここでMax/MSP/jitterにより開発した実験ソフトを起動すると、フルスクリーン表示で無限に縮小ズームする映像素材が提示される。被験者には、専用タッチペンでこの消失点（マークはこの時だけ表示）を追跡するよう指示した。被験者のタッチした部分には、映像と合成される半透明のマークが表示される。3 種類の実験に共通するタスクは「画面内のズームの消失点を、タッチペンによって追跡する」である。

必ず最初に行う実験 [1] では、被験者ごとの作業性の特徴や基本的な呼吸状態の計測を目的とした。3 分間の実験では、最初は消失点がゆっくりと左右に正弦波特性でスイープし、やがて上下方向に周期の異なる正弦波特性でのスイープが加わり、さらに消失点を中心として周期の異なる正弦波特性で右回り/左回りの回転が加わる。ずっと正弦波特性では動きが予測できるために、20秒程度のインターバルで座標移動/回転演算の現在値を瞬間的にスキップさせた。これらの映像素材にはランダム要素はなく、全ての被験者に同一の映像素材が提示された。この実験 [1] では、サウンドとして音量補正時と同様の変化しない約311Hzの持続音が提示された。

#### 4-6. データ処理と記録

3 つの実験に共通するデータの処理と記録については以下である。最終的な実験データは、Max/MSP/jitter のテキスト形式シーケンスデータとして、ターゲットとなる消失点の座標 (x,y) が更新されるたびに msec 単位の時間情報とともに記録され、さらに被験者のタッチパネルのペン座標 (x,y) も同様に記録された。生体情報計測装置 BIOPAC から出力される呼吸終末二酸化炭素分圧データは200Hz サンプリングされ、50Hz-6000Hz のサウンドデータとしてホストのWindows パソコンからオーディオ出力され、実験システムであるG4PowerBook のオー

ディオ入力ポートに供給される。Max/MSPではこのサウンドにカットオフ5600HzのLPFをかけて、オーディオ処理ベクトルごとのゼロクロス回数として周波数計測して、時間データと合わせてシーケンス記録した。このCO<sup>2</sup>データについては、時間軸方向も量子化方向も極めて粗いものとなるが、先行研究 [23] でも多重のフィルタリングとリサンプリングを行っており、詳細な個々のデータでなく、時間積分した呼吸ピーク値のゆるやかな変化が重要（簡単に言えば、動揺病により酔いが激しくなるほど、無意識に呼吸 [代謝] がわずかに低下する）であり、本実験の精度でも有効であると考えられる。

#### 4-7. 実験 [2] および実験 [3]

実験 [1] が約180秒経過により自動停止（画面が切り替わりサウンドも停止）すると、実験ソフトはシーケンスデータを保存する画面に切り替わるので、ここで被験者に小休止を告げてデータ保存作業を行う。続いて約15秒の休憩の後に、実験 [2] または実験 [3] を行う。実験 [2] および実験 [3] は、いよいよ本番の映像酔いをもたらす激しい変化の映像素材 ([2] と [3] とはまったく同一) であり、違いはサウンドだけである。実験 [2] では、実験 [1] と同一の定常的なサウンドであり、実験 [3] では変化する映像に同期したサウンド（下記）を提示した。今回の実験では、被験者を 2 群に分けて、この 3 種類の実験の順序として、以下の両方を行って比較検討することとした。これは、映像に同期して変化するサウンドと定常的なサウンドとの違いを、実験順序（経験順）という要因から除外するためである。

- ・ 実験 [1] → 実験 [2] → 実験 [3]
- ・ 実験 [1] → 実験 [3] → 実験 [2]

サウンドについては、画面内の消失点の上下を、提示するサウンドの基音のピッチに対応させて、上に行くほど高いピッチ、下に行くほど低いピッチ、とした。また画面内の消失点の左右については、単純にステレオの左右パンポットだけでなく、基音の 2 倍音から 6 倍音までの純音を用意して、右に行くほど高次倍音のミキシング比率を上げ、左に行くほど基音そのままに近いようにサイン合成を行うアルゴリズム（全体の音量も補正）とし、音色と定位によって左右方向の違いを付けた。

また、さらに被験者を 2 群に分けて、19名のうち9名は、実験 [3] において、サウンド定位の左右を反対にした実験を行った。この場合、追跡すべき消失点が左右に移動するのに対して、移動するサウンドはその逆方向に移動することになり、これと移動方向が一致した場合との比較の検討を目指した。

### 5. 実験結果と検討 / 考察

今回の実験データは、Max/MSPの出力する plain text のシーケンスデータとして得られた。参考/追試/検討のために、生データを全てWebに置いたので興味のある方は参照されたい [27] [28]。関連の検討など統計分析の前段階として、このデータを可視化するツールを作成

して、心理学実験としてのデータの妥当性についてまず検討した。本稿執筆段階では実験スケジュールの関係でこれまでのステップについて報告し、詳しい分析結果については次の機会に譲る。

### 5-1. データの3次元表示

実験結果データは、例えばデータファイル“db002.txt”（被験者2の実験[2]データ）の場合、合計8312行のテキストデータであり、1行ごとに

```
176987 193 84 ;
176992 195 97 ;
```

のような形式で数値が並んでいる。この意味は、最初の数字は実験開始からの経過時間（単位はmsec）、次の2つの数字はMIDIステータスに割り当てた情報タイプと実際のデータ（0-127の範囲）で、

```
193 呼気CO2データ
194 ターゲットx座標
195 ターゲットy座標
196 被験者ポイントx座標
197 被験者ポイントy座標
```

である。MIDIシーケンスデータの特性として、(x,y)座標は同時でなくそれぞれ出力されるので、一方の値が到着した瞬間に、直前のもう一方の値とセットの座標である、という解釈が必要となる。この場合、連続して(x,y)が変化した場合にカクカクと前後の値で往復スキップする現象が起きるので、移動平均をとって平滑化した。

図1は、初期状態でデータ“db002.txt”を表示した状態のスクリーンショットである。ここでは、画面右下に

延びるx軸を時間（フルスケール180秒）、画面左下に延びるz軸方向のx-z平面上に呼気終末二酸化炭素分圧データをプロット、さらに上方y軸とのy-z平面と対応する時間xとの3次元空間に、ターゲット座標(y,z)と被験者ポイント座標(y,z)とをプロットしている。重要なのは、このソフト自体がリアルタイムOpen-GLとして走っていることで、以下のパラメータをドラッグするとリアルタイムに表示を変更することで、見たい情報を詳細に抽出・検討できる点である。

- x軸、y軸、z軸方向への平行移動
- x軸、y軸、z軸方向の視点回転
- x軸、y軸、z軸方向のズーム
- CO<sup>2</sup>データのプロット色の任意設定
- ターゲット座標点の色の任意設定
- 被験者ポイント点の色の任意設定
- 背景色の任意設定

これにより、例えば画面の視野をx-z平面を正面になるよう回転/平行移動し、呼気終末二酸化炭素分圧データ以外のデータの点の色を背景色と同一にすることで、単純な「呼吸状態データ」を表示することも容易である。

### 5-2. 今後のデータ解析について

この解析ソフトウェアでは、生の実験結果を見やすく表示/検討することに重点を置いた。その上での解析については、ターゲット座標点と被験者ポイント点との3次元距離を時間とともに解析し、映像酔いがあらわれるとすれば「時間とともにずれ（ポイント精度）が増大した」というようなデータが得られることを期待している。

また、呼気終末二酸化炭素分圧のピーク値が、同様に時間とともに低下するような結果が得られれば、先行研究

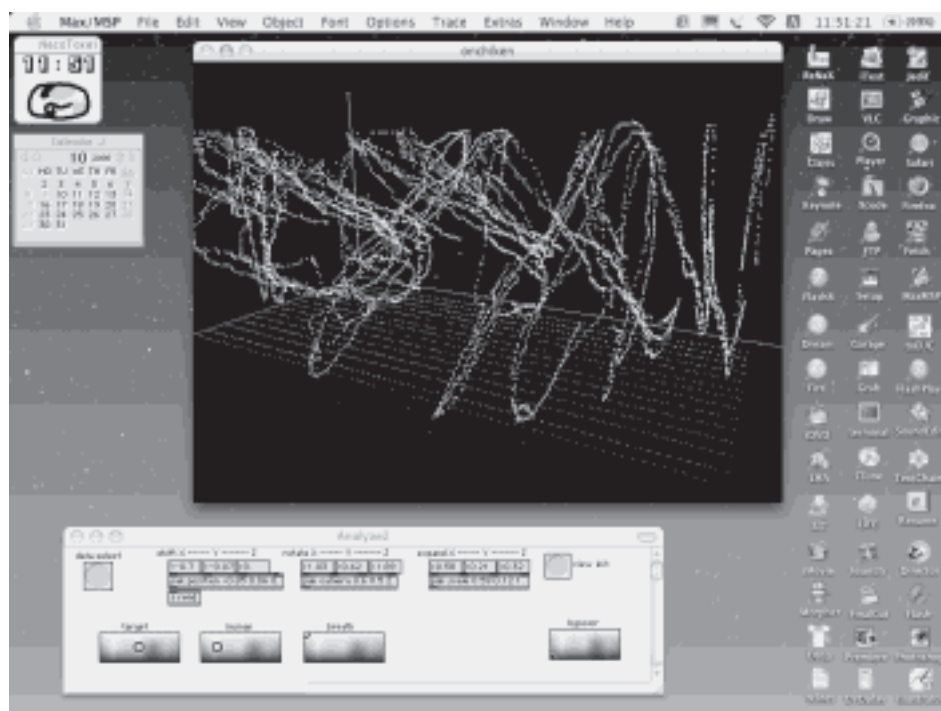


図1 データ解析用ソフトウェアのスクリーンショット

[23]の結果と対応して、映像酔いと無意識下の生理情報の変化が対応している、という有効な結果を得られると期待している。

### 5-3. 他の心理学実験との整合性検証

本稿執筆時点では未着手であるが、被験者を整えての本実験においては、以下の2点の実験・検討も計画している。まず、血圧・皮膚電気抵抗・脈拍・重心動揺などの生理的計測を同時に行って、生理的計測による「映像酔い」と本実験の計測による作業性の低下との関係を検証したい。これにより、本格的な機材や反応レスポンスの点で課題の多い生理的計測よりもコンパクトな心理実験システムとしての有効性を確認できれば、より多種の心理実験コンテンツでの活用という展開が期待できる。もう一つは、より詳細な被験者へのアンケートによる主観評価/自覚的評価も併せて行うことで、映像酔いの心理的検証と本実験の計測による作業性の低下との関係も検証したい。これにより、手間がかかり被験者の特異性の懸念がつかまとうアンケート心理学実験よりも客観的な指標の提案ができれば、と考えている。

## 6. サウンドによる映像酔いの抑止に向けて

本研究では映像酔いを引き起こし客観的に計測するとともに、同じシステムで映像の追跡すべき「画面内のズームの消失点」の座標情報から、この移動に対応したサウンドを生成して被験者に提示した。このサウンドの状態（定常音、同期移動音、反対方向移動音）によって、計測記録される作業性の変化データ、すなわち映像酔いの影響に明確な違いがあれば、これは「サウンドによる映像酔いの抑止」というもう一つの目標に大きく近づくことになる。

グラフィクスと同期したサウンド生成については、筆者はマルチメディア作品において過去に多くの経験とノウハウを持っており[29-37]、映像編集の際に周囲のノイズ（環境音）を鳴らした場合と無音の場合とで大きく映像酔いの程度が異なっていた、という個人的な経験を再現し、さらには映像酔いの低減・抑止に役立てるサウンド生成の手法、といった展開に進むことを計画している。

### 6-1. 映像酔いの抑止のメリット (1)

ビデオカメラによる実写映像を編集する場合には、その現場の環境音を用いることで自然な「映像に対応した酔いの抑止」サウンドとする事が出来ると考えられるが、アニメーションや3D-CGなどの生成されたグラフィクスに対して映像酔いを抑止したい場合には、映像に対応して適切なサウンドを生成提供する必要がある、本研究において心理学的に説明できるような何らかの知見が得られれば、マルチメディアコンテンツの享受、という大きな目的に対しての貢献が期待できる。

### 6-2. 映像酔いの抑止のメリット (2)

一方、映像作品ではときに幻惑的な、あるいは酔ってしまうほどの強烈な視覚体験を提供したい、という制作意図も登場する。ここで視聴者が病的な映像酔いを起こしてしまつては、その後の作品鑑賞が台無しになってしまう。と

ころで効果的な映像酔い抑止サウンドを提供できるとすれば、通常の映像部分では効果的にこの抑止サウンドを活用しておいて、ここぞという時にのみ、抑止をしない本物の強烈な映像を出現させる、そしてその後再び酔い抑止サウンドを復活させることで鑑賞へのダメージを低減させ、健康に安心して試聴する環境を提供し、時には再び効果的な映像を使う・・・というような演出上の効果も期待できる。ビジュアルコンテンツとサウンドコンテンツとのこの有効な連携こそ、本研究においてもっとも重点を置いた目標である。

## 7. おわりに

マルチモーダル心理学研究の新しいアプローチとして、「映像酔い」に対して新しい3つの視点で取り組んだ。まず、自覚的評価実験・生理的計測実験などの従来手法と異なる心理学実験手法を提案した。また、映像酔いを起こしやすいように変化させたムービーの運動に同期して、その予測に役立つような変化のサウンドを加えることで映像酔いが低減できるかどうかの実験について検討し、新しく報告された、呼気終末二酸化炭素分圧計測による動揺病推定法を心理学実験において同時計測した。本研究は実際の作品制作やメディアアートのプロデュースなど並行して、生きた実例をまじえて展開していく計画であり、各方面とのコラボレーションも積極的に進めていきたい。

### 参考文献

- [1] 長嶋洋一、音楽的ビートが映像的ビートの知覚に及ぼす引き込み効果、芸術科学会論文誌 Vol.3 No.1, 芸術科学会, 2004.
- [2] <http://nagasm.org/>
- [3] 野村恵里・木竜徹・中村亨弥・飯島淳彦・板東武彦、生体信号から推定した映像酔いとそのきっかけとなった映像の動きベクトルの特徴、電子情報通信学会論文誌 D Vol.J89-D No.3, 電子情報通信学会, 2006.
- [4] 鶴飼和彦、映像酔い：ウェブにおける話題の分析、VISION Vol.14, No.4, <http://phys.waseda.ac.jp/vision/vision/koumokuPDF/05saron/S2002.14.04.02.pdf>, 2002.
- [5] 松田隆夫・大中悠起子、「映像酔い」の自覚的評価とその誘発要因、立命館人間科学研究 第9号, [http://www.ritsumei.ac.jp/acd/re/k-rsc/hs/ningen/ningen\\_9/97.pdf](http://www.ritsumei.ac.jp/acd/re/k-rsc/hs/ningen/ningen_9/97.pdf), 2005.
- [6] 原澤賢充・椿郁子・繁樹博昭・松寄直幸・川島尊之・森田寿哉・伊藤崇之・齋藤隆弘・佐藤隆夫・相澤清晴、映像の縦揺れ時間周波数が映像酔いに及ぼす効果、映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, 8-1, 映像情報メディア学会, 2004.
- [7] 松寄直幸・椿郁子・原澤賢充・繁樹博昭・川島尊之・森田寿哉・伊藤崇之・齋藤隆弘・佐藤隆夫・相澤清晴、映像酔いに及ぼす動き予測の影響、映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, 8-2, 映像情報メディア学会, 2004.
- [8] 椿郁子・松寄直幸・繁樹博昭・原澤賢充・川島尊之・森田寿哉・伊藤崇之・齋藤隆弘・佐藤隆夫・相澤清晴、映像酔いを引き起こしやすい映像のグローバルモーションの分析、映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, 8-3, 映像情報メディア学会, 2004.
- [9] 繁樹博昭・原澤賢充・松寄直幸・椿郁子・川島尊之・森田寿哉・伊藤崇之・齋藤隆弘・佐藤隆夫・相澤清晴、同一な画角条件下においてディスプレイサイズが映像酔いに及ぼす影響、映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, 8-4, 映像情報メディア学会, 2004.
- [10] [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2003/pr20031218/pr20031218.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2003/pr20031218/pr20031218.html)
- [11] 名手久貴・石川和夫、高解像度画像に対する視覚疲労の軽減、映像情報メディア学会技術報告, Vol.29, No.8, 映像情報メディア学会, 2005.
- [12] 柳原徹也・前田純治、画像領域における注視要素を基にした知覚的重要度の識別、映像情報メディア学会技術報告, Vol.29, No.8, 映像

- 情報メディア学会, 2005.
- [13] 太田匡祐・松原和也・塩入諭・矢口博久, サッカー動時による視覚的注意効果の測定, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.29, No.23, 映像情報メディア学会, 2005.
- [14] 瀬川かおり・内川恵二, 時間的に輝度変調する刺激の検出に及ぼす視覚的注意の時空間特性の測定, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.29, No.23, 映像情報メディア学会, 2005.
- [15] 金子瑞樹・松原和也・塩入諭・矢口博久, 注意位置へのサッカーとアンチサッカー, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.30, No.21, 映像情報メディア学会, 2006.
- [16] 松寄直幸・椿郁子・原澤賢充・繁樹博昭・森田寿哉・伊藤崇之・齋藤隆弘・佐藤隆夫・相澤清晴, 動きの予測に基づく映像酔いのモデル, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.30, No.22, 映像情報メディア学会, 2006.
- [17] 江本正喜・菅原正幸, 広視野映像による酔いの提示視角依存性, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.30, No.22, 映像情報メディア学会, 2006.
- [18] 繁樹博昭・原澤賢充・松寄直幸・椿郁子・森田寿哉・伊藤崇之・齋藤隆弘・佐藤隆夫・相澤清晴, 視野角および映像の動きの振幅が映像酔いに及ぼす影響, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.30, No.22, 映像情報メディア学会, 2006.
- [19] 三代真美・中内茂樹・北崎充晃, 視覚性身体動揺に運動表面の奥行きが及ぼす効果—ベクションとの矛盾の検討, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.30, No.22, 映像情報メディア学会, 2006.
- [20] 長嶋洋一, サウンドは映像酔いを抑止できるのか, <http://nagasm.suac.net/ASL/paper/SIGMUS0608.pdf>
- [21] 大西邦光・大谷昌代・榊井文人・河合敦夫・井須尚紀, 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, FIT2006 第5回情報科学技術フォーラム講演論文集 F-026, [http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2006/fit2006program/pdf/F/F\\_026.pdf](http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2006/fit2006program/pdf/F/F_026.pdf)
- [22] 森本明宏・奥村友裕・日高教孝・朴丹・荒木佑介・榊井文人・河合敦夫・井須尚紀, TV視聴時の車酔い低減対策, FIT2006 第5回情報科学技術フォーラム講演論文集 LK-018, [http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2006/fit2006program/pdf/K/LK\\_018.pdf](http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2006/fit2006program/pdf/K/LK_018.pdf)
- [23] 日高教孝・森本明宏・奥村友裕・朴丹・荒木佑介・榊井文人・河合敦夫・井須尚紀, 呼吸終末二酸化炭素分圧による動揺病強度推定法を用いた車酔い低減技術の評価, FIT2006 第5回情報科学技術フォーラム講演論文集 K-057, [http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2006/fit2006program/pdf/K/K\\_057.pdf](http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2006/fit2006program/pdf/K/K_057.pdf)
- [24] 野村収作・山岸主門・趙博, 生体内分泌物質に基づく VDT 作業ストレスの評価および予測, FIT2006 第5回情報科学技術フォーラム講演論文集 LK-019 (当日講演キャンセル), [http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2006/fit2006program/pdf/K/LK\\_019.pdf](http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2006/fit2006program/pdf/K/LK_019.pdf)
- [25] <http://www.monte.co.jp/bio02.htm>
- [26] <http://www.monte.co.jp/bio03.htm>
- [27] <http://1106.suac.net/news2/jikken1/>
- [28] <http://1106.suac.net/news2/jikken2/>
- [29] 長嶋洋一, マルチメディア Computer Music 作品の実例報告, 情報処理学会研究報告 Vol.94, No.71 (94-MUS-7), 情報処理学会, 1994.
- [30] 長嶋洋一, 画像情報と統合されたコンピュータ音楽創造環境の構築, 平成7年度前期全国大会講演論文集 I, 情報処理学会, 1995.
- [31] Yoichi Nagashima, Multimedia Interactive Art: System Design and Artistic Concept of Real-Time Performance with Computer Graphics and Computer Music, Proceedings of Sixth International Conference on Human-Computer Interaction, ELSEVIER, 1995.
- [32] Yoichi Nagashima, A Compositional Environment with Interaction and Intersection between Musical Model and Graphical Model --- Listen to the Graphics, Watch the Music ---, Proceedings of 1995 International Computer Music Conference, ICMA, 1995.
- [33] 長嶋洋一, マルチメディア・アート開発支援環境における生成系エージェントのための制御構造モデル, 平成8年度前期全国大会講演論文集 I, 情報処理学会, 1996.
- [34] 長嶋洋一, マルチメディア・インタラクティブ・アート開発支援環境と作品制作・パフォーマンスの実例紹介, 情報処理学会研究報告 Vol.96, No.75 (95-MUS-16), 情報処理学会, 1996.
- [35] Yoichi Nagashima, Real-Time Interactive Performance with Computer Graphics and Computer Music, Proceedings of the 7th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Man-Machine Systems, IFAC, 1998.
- [36] 長嶋洋一, メディアアートにおける画像系の制御について, 情報処理学会研究報告 Vol.2000, No.76 (2000-MUS-36), 情報処理学会, 2000.
- [37] 長嶋洋一, 新しい Polyagoric Graphic Synthesizer の実現に向けての検討, 平成17年度全国大会講演論文集 2, 情報処理学会, 2005..