

サウンドの空間的予告による映像酔いの抑止について

長嶋洋一

静岡文化芸術大学

サウンドによる映像酔いの抑止のための実験において、予備の実験で得られた有効なサウンド特性を用いて、空間的に視野内の注視点の移動を予告する実験システムを構築した。これを用いて、生理的情報からリアルタイムに映像酔いを検出する心理学実験を行い、サウンドが映像酔いの抑止に有効に機能できるかを検証している。

Motion sickness control with spatial previous notice of sound

Yoichi Nagashima (nagasm@computer.org)

Shizuoka University of Art and Culture

This is a report of the research with multi-modal psychology for motion sickness and sound. I used the novel system to evaluate the motion sickness in psychological experiments with a measurement of the end-tidal CO2 pressure.

1. はじめに

これまで筆者は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、メディアアートやComputer Musicに関連する研究を進めてきた[1-2]。これを受けて、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させ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[3-6]。本稿は、2次元定位に向けたサウンド素材の検討[7-8]を受けて、改良された心理学実験をデザインし、被験者による実験を行った経過報告である。

2. 「映像酔い」へのアプローチ

本稿で「映像酔い」について改めて解説することは省略するので、文献[3-6]で紹介した関連研究の参考文献を参照されたい。ここでは、筆者の(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点について簡単に整理する[3-6]。

まず第一に、映像酔いを検証する新しい計測実験法を提案した。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。ここではさらに、客観的な指標(本人の自覚なく計測できる可能性がある)として、実験の被験者の呼気終末二酸化炭素分圧の変化も同時に計測している点が新しい試みである。

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、初期の実験においては、映像の動きに同期したサウンド(純音)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。この実験結果報告の場における議論から、提示するサウンドコンテンツに検討が必要であると確認できたので、続く実験で「2次元空間で知覚しやすいサウンドコンテンツ」を検討し、パースト状のホワイトノイズが最も良好である、との結果を得た[7-8]。

3. 心理学実験の概要

本実験のシステムは、Max/MSP/jitter を環境として構築した。ビジュアル条件としては、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方式とした。被験者はディスプレイの正面に座り、ディスプレイの上下左右にはサウンドを提示する4つのステレオスピーカ(BOSE社製1706II+101VM)を配置し、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。

素材として映像酔いを引き起こすための1点に注目させる映像(グラフィック素材)としては、過去の実験に引き続き、図1の、画面内にズーム消失点のある、無限に縮小ズームし続ける映像素材(QuickTimeムービー化し、jitterにてメモリ中に読み込みループ再生)を使用した。この消失点が被験者が注目する

注視点であり、その座標をX軸方向とY軸方向で時間的に変動する周期でjitterによって低周波変調して運動させ、さらに往復回転させて映像酔いを起こすという戦略である。



図1 映像素材に用いた"Zoomquilt" (www.zoomquilt.org)

これまでの実験と同様のインフォームドコンセントとして、被験者には実験に先立って、実験の趣旨を理解し、場合によっては映像酔いを被り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。

本稿執筆時点ではまだ完了していないが、今回は19歳から24歳までの大学生を対象として、30名規模の実験を計画した。実験は2分30秒の実験を計3回行うもので、準備と小休止を入れて1人あたり15分程度である。



図2 生体計測システム"BIOPAC"

センサとして使用したのは、基礎医学研究用データ集録&解析システム(BIOPAC社製、図2)である。準備として、まず被験者の両腕に2点ずつ筋電センサ電極を貼り付けた。こ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ブラシーボ(偽薬)である。

そして被験者の鼻の下には、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、BIOPAC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。PCに得られたBIOPACセンサデータのA/D情報は、サウンドモニタとして直接出力した。

3-1. 実験の準備

センサ装着を終えた被験者は、まず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。

次に、約311Hzの持続音(純音)を二次元空間内でランダム移動させるとともに図形表示して、ディスプレイ上下左右のスピーカ(図3)より提示した。ここで左右だけでなく上下も聞き分けられるポイントに、それぞれ音量調整した。ごく一部の被験者は上下方向の聞き分けに苦労したが、大多数の被験者は良好なポイントを30秒程度で獲得・設定できた。



図3 実験システムの様子(4スピーカ)

3-2. 実験[1]

ここでMax/MSP/jitterにより開発した実験モードに移行すると、フルスクリーン表示で無限に縮小ズームしながら変動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(自分のタッチした場所が薄くスーパーインポーズされる)を追跡タッチし続けるように指示した。3回の実験に共通するタスクは「画面内のズームの消失点を目で見て、タッチペンによって追跡する」である。なお、順序効果を考慮して、以下の実験1/2/3は、被験者を6グループに分けて、全ての組み合わせの順序で行った。

実験提示する映像素材は、1/2/3の実験に全て共通のものである。ここでは、注視する消失点がゆっくりと上下方向・左右方向に正弦波特性で移動し、それぞれの周期は、2分

30秒の実験期間中にそれぞれ異なる値に時間的変化する(予期/予測させないための一種のランダムの変化。ただし全実験で共通条件とするためにrandom関数は使用しておらず、再現性がある)。ここにさらに消失点を中心とした、周期の異なる正弦波特性での右回り/左回りの回転が加わる。消失点が画面から外に出ない/画面が見切れないように、提示画像にはリアルタイム・アフィン変換を適用した。実験1/2/3に共通のサウンド素材としたのは、200msec間隔でON/OFFを繰り返す、バースト状のホワイトノイズである。そして実験[1]においては、2次元空間を移動する消失点の座標と「同時」に、スピーカによる2次元空間定位に、このサウンドを提示した。つまり実験1は「映像と完全に同期したサウンドの移動」ということになる。

3-3. 実験[2]および実験[3]

今回の実験では、被験者に提示するビジュアル素材、およびサウンド素材そのものについては、完全に共通である。違いはサウンドの定位情報の提示方法だけに限定した。

実験[2]においては、2次元空間を移動する消失点の座標よりも500msecだけ「事前に」スピーカによる2次元空間定位としてサウンドを提示した。実際にはサウンドの定位情報に500msecの遅延をかけた位置情報として映像を生成した。つまり実験2は「映像よりも500msecだけ先行したサウンドの移動」の提示、ということになる。これは本研究のメインテーマの一つである、サウンドによる予知・予測が、映像コンテンツの視覚的聴取において「映像酔いの抑止」として有効に機能するのではないか、という可能性の検討を視野に入れたものである。

また実験3においては、2次元空間を移動する消失点の座標を、上下方向および左右方向を反転して、スピーカによる2次元空間定位にとしてサウンドを提示した。つまり実験3は「移動(変化)しているものの、映像の2次元位置情報とはまったく別に移動するサウンド」の提示、ということになる。これは本研究においては、同時または先行するサウンドの座標変化が、映像コンテンツの視覚的聴取に影響するのか無関係なのか、という検討を目的とした対照実験である。

3-4. データ処理と記録

3つの実験に共通するデータの処理・記録を整理すると以下となる。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CO2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、先行研究でも図4のように多重のフィルタリングとリサンプリングを行い、ごくわずかな傾向の抽出から「映像酔い」を判定している。本質的に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。

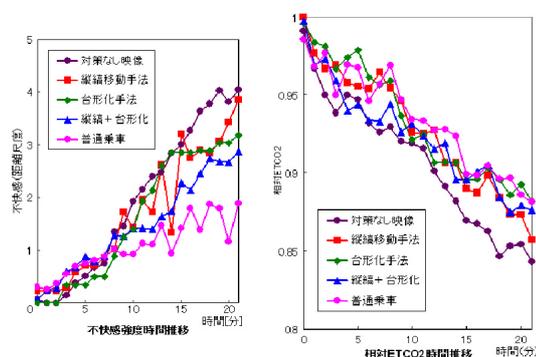


図4 先行研究での「映像酔い」判定データ

4. 実験結果と検討/考察

本稿執筆時点では全ての被験者のデータが得られていないので、本稿においては代表的な被験者のデータについて紹介し、実験データ全体の統計的な検討については、ICMPCなど機会を改めて報告したい。

ここでは、アンケートにおいて「乗り物酔いしやすい」と回答した、被験者14の3つの実験の結果データを紹介して、定性的な解釈について述べる。なお、この被験者は、実験順序として「実験3 実験1 実験2」という順序で実験したグループに属している。

図5は、被験者14が2回目に行った実験1の結果データである。グラフの意味は、グラフ上段が「ターゲットとなる追跡消失点の座標と、タッチパネルで追跡した被験者の追従データとの距離」グラフである。実験を通じてほぼコンスタントな成績である。グラフ中段は、被験者の呼吸センサから得られた、呼吸終末二酸化炭素分圧データを移動平均した変化値である。実験を通じてほぼコンスタントな呼吸であったことが判る。グラフ下段は、中段の呼吸終末二酸化炭素分圧データの変化のピーク値を結んだグラフであり、先行研究を受けて拡大処理したものである。ピーク表示なので局所的な変動が積分されずに残っているが、2分30秒の実験期間を通じて、ほぼ平均値は変動していないように見える。

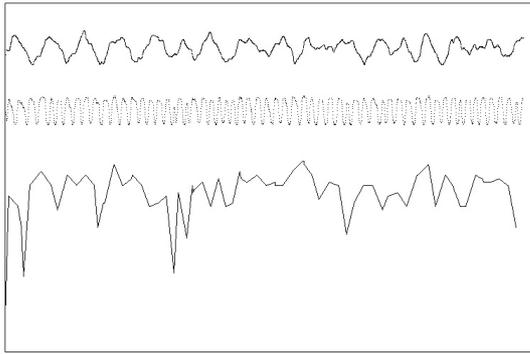


図5 「被験者14」「実験1」のデータ例

図6は、被験者14が3回目に行った実験2の結果データである。グラフ上段の「ターゲットとなる追跡消失点の座標と、タッチパネルで追跡した被験者の追従データとの距離」は、他の被験者のデータも含めて統計処理しないと断定できないが、実験1よりもわずかに誤差が小さい(時間的に先行したサウンドが追従の精度に貢献した?)ような可能性が見て取れる。中段の呼気終末二酸化炭素分圧データについては、実験1とほぼ同じである。

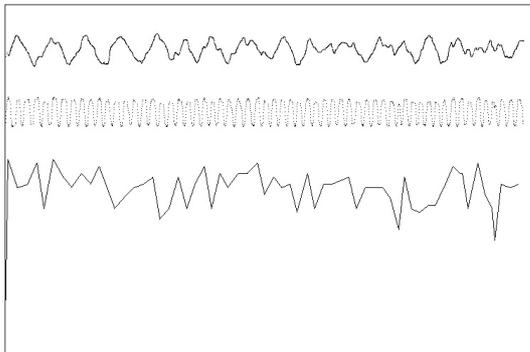


図6 「被験者14」「実験2」のデータ例

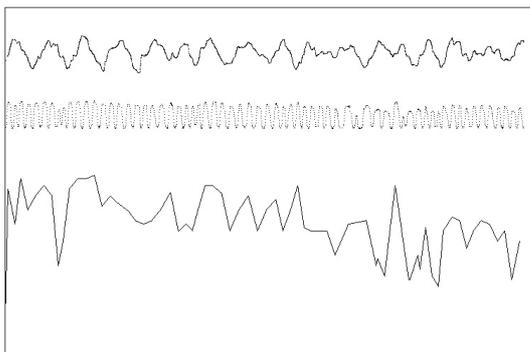


図7 「被験者14」「実験3」のデータ例

図7は、被験者14が1回目に行った実験3の結果データである。ここで大きく特徴的なのは、グラフ上段の「ターゲットとなる追跡消失点の座標と、タッチパネルで追跡した被験者の追従データとの距離」は実験1/2とほぼ同様であるのに対して、中段の呼気終末二酸化炭素分圧データが、実験開始から1分30秒-

2分のあたりで大きく変動パターンが変化していること、さらに下段のピーク値の平均値が、実験の後半に明らかに低下している事である。これは先行研究での「映像酔い」の典型的なデータときわめて類似しており、被験者が実験1の後半に、無意識下で軽い「映像酔い」の状態にあったと類推される。

この被験者14のデータでは、実験1/2(サウンドがビジュアルと同期している)に比べて、無関係(逆方向)の実験3で映像酔いが起きている可能性が考えられた。しかし実験1と実験2との違いはほとんど無く、同時であるのか、500msec(筆者自身の予備実験から妥当な予期時間と判断した)だけ予告的にサウンドが先行する効果は見出せなかった。一つの課題として、実験において「サウンドにどう関係するかを一切、提示していない」という条件付けに問題がなかったか、全データの検討とともに考えていきたい。

5. 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」の計測、および同時に提示するサウンドコンテンツによるその抑止の可能性について検討した。呼気終末二酸化炭素分圧データによる客観的な映像酔いの検出とともに、実験的に得られた2次元空間定位に好適なサウンドコンテンツを利用した新しい心理学実験をデザインした。本稿執筆時点での経過報告から発展させ、多くの被験者の実験データの解析を進め、各方面とのコラボレーションとともに、さらに研究を進めていきたい。

参考文献

- [1] <http://nagasm.org/>
- [2] 長嶋洋一, メディア・アートと生体コミュニケーション, 静岡文化芸術大学紀要第3号, pp.107-122, 2003
- [3] 長嶋洋一, サウンドは映像酔いを抑止できるのか, 情報処理学会研究報告 Vol.2006, No.90, pp.93-98, 2006
- [4] 長嶋洋一, サウンドによる映像酔いの抑止にむけて(1), 日本音楽知覚認知学会2006秋季研究発表会資料, pp.71-76, 2006
- [5] 長嶋洋一, サウンドによる映像酔いの抑止にむけて(2), 情報処理学会研究報告 Vol.2006, No.133, pp.43-48, 2006
- [6] 長嶋洋一, 映像酔いとサウンドによる抑止の検討, 静岡文化芸術大学紀要第7号, pp.79-85, 2007
- [7] 長嶋洋一, マルチメディア心理学実験において提示するサウンド素材の検討, 日本音楽知覚認知学会2007春季研究発表会資料, pp.43-46, 2007
- [8] 長嶋洋一, 2次元空間のサウンド知覚と音響素材の検討, 情報処理学会研究報告 Vol.2007, No.81, 2007