

身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する心理学実験報告(4/4)

Report of Experiment - Impressive Relation between Acceleration of Body and Movement of Listening Sound (4/4)

長嶋 洋一

YOICHI NAGASHIMA

静岡文化芸術大学大学院デザイン研究科

Shizuoka University of Art and Culture

nagasm@suac.ac.jp

内容梗概：映像酔いに関して筆者が過去に行った研究で、映像酔いの指標として被験者の末端二酸化炭素濃度が低減されるか、を調べた。本研究では、自動車内で身体に加わる加速度と、聴取するサウンドの音像移動(時間的に身体に加わる加速度よりやや先行させる)との組み合わせに対する好き嫌いの被験者の判断を、被験者の主体的判断によるジョイスティック操作と無意識情報であるCO2濃度とで分析した。本報告はそのpart4として、特に心理学実験結果のデータ分析の部分について紹介する。

Key Words : Motion Sickness, Perception, Psychology, Acceleration of Body

1 はじめに

筆者はこれまで、Computer Musicやメディアアートに関連する、研究・システム開発・作曲・公演・教育などの活動が続けてきた[1]。メディア心理学に関連した研究[2]では、聴覚的情報と視覚的情報を同時に視聴するマルチメディアコンテンツにおける「ビート」に注目し、実験システムを製作し被験者を使った心理学実験を通して、音楽的ビートが映像的ビートの知覚に及ぼす局所的な引き込み効果を提唱した。この研究に関連した学会発表の中で、視覚と聴覚との絡んだマルチモーダル心理学において、身体動作(加速度の知覚)もかなり影響する、との指摘を受け議論できたのは、本研究に繋がる収穫であった。

その後、社会的に問題となりつつあった映像酔いに関して文献[3-10]などの調査を受けて、実験システムを製作し被験者を使った心理学実験を行い、サウンドを使って映像酔いを低減できないか、という可能性について検討した[11-17]。従来は被験者の酔いの程度を、実験後のアンケートで収集していたのに対して、末端二酸化炭素濃度の変化を計測することにより、実験中にリアルタイムに酔いを検出するアプローチは発表した学会/研究会でも注目された。

今回、自動車に乗って音楽を聴取する際の身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する嗜好を調査する機会を得た。ここでも、被験者の末端二酸化炭素濃度の変化計測の手法を採用し、さらに実験後の全般的な印象のアンケートでなく、

刻々とリアルタイムに印象評価を計測する新しい実験システムを開発することで、新しい知見として、映像酔いの研究で仮説として提案した「能動的聴取」「受動的聴取」が、自動車に乗っている人間に適用できる可能性を確認できた[18]。本稿は、この研究について2012年5-6月に開催される関連領域の4つの学会/研究会で報告し、心理学実験システムの構築に関する事例報告とともにそれぞれの領域の専門家との議論検討を目的として発表する中の1件である[19-21]。

筆者が注目するマルチモーダル心理学領域でのポイントは「主体性(能動性)」と「時間感覚」である。サウンドや音楽の知覚認知という脳内の作用については、聴覚的情報の到着に反応したリアルタイム情報処理だけでなく、短期/中期/長期の脳内記憶と関連した無意識下のパターン認識の結果が関連しているのはよく知られている。そして聴覚情報は視覚情報と互いに影響し合うことでマルチモーダル錯覚を生み出し、また身体感覚情報とも関係している[17]。

一例としてジャズ/ポップス/クラシックなどの音楽を聴取している人間の反応を考えると、コンサート/ライブ会場であれば演奏者の演奏風景を注視しつつ作曲/即興アレンジされる音楽について「繰り返し」「転調」「オブリガート」などのスタイル/表現を理解し楽しむ聴衆がいる一方で、同じ客席についつい眠りに落ちる聴衆がいるのはとても興味深い。音楽聴取がメインでない状況(歩きながらiPodを聞く、ドライブしながらカーオー

ディオを聞く、テレビ等の映像を見ながらBGMや効果音を聞く)ではさらに、歩行の身体ビートを無意識に音楽に合わせたり[2]、ストーリーや映像に没頭して音楽の印象がまったく無かった、などという現象も一般的である。すなわちサウンドの聴取という脳内音楽情報処理においては「意識的/無意識的」「能動的/受動的」という特性が重要であると考えられる。

車酔いや映像酔いの程度を被験者の末端二酸化炭素濃度で計測するという報告[10-17]は、酔いという一種の脳内錯覚現象が、無意識下に代謝(呼吸)を低下させているからと推測されており、客観的に心理的な現象を外部から計測できるメリットがある。そして無意識的な生体情報から心理学的なデータをリアルタイムに計測する心理学実験をデザインする方法を提案していくこと自体も、筆者の研究領域の一つの柱である。

2 3段階の実験ステップ

本研究は、2010年から2011年にかけて、大きく3段階のステップの異なる被験者実験をデザインし、実験システム/実験ソフトウェアを開発し、SUAC学生を被験者として行った。ここではまず簡単に、その全体像を紹介する。



Fig. 1 Experiment route around SUAC.

第1段階の実験では、加速度センサを内蔵させサウンド定位が変化する音源装置を用いて、同時に乗車する2-3人の被験者(実験中は全て目をつぶっているよう指示)の印象評価を刻々と計測・記録する実験システムを開発した。自動車に乗っている人間が身体に感じる加速度には、大きく「前後方向(加速・減速・停止)」と、「左右方向(カーブ)」があるが、ここでは「左右方向」に限定した。その理由は、実験において2-3人の被験者が乗車する車内の位置は全て異なっており、4チャンネル/5.1チャンネル等の空間音響システムでサウンド素材を提示しても、それぞれの聴取するサウンド聴取状況は全て異なり、実験条件として有効でないからである。そこで実験をステレオのイン

ナーイアホンとすることで、全ての被験者の身体には共通の左右方向の加速度が加わる条件を実現した。この実験ルート(図1)については参考文献[19]の場で、センサと実験システム(図2/3)の開発については参考文献[20]の場で詳しく報告しているので本稿では省略する。



Fig. 2 Main sensor box and cables.

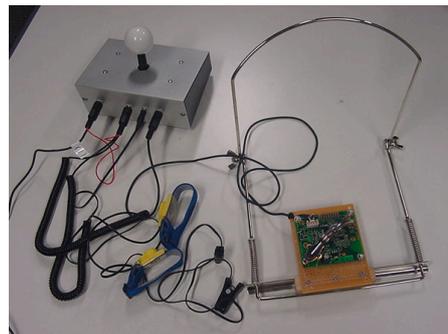


Fig. 3 Sub sensor box and sensors.

第2段階の実験では、第1段階の検討から問題提起された「身体に加わる加速度とサウンド知覚との時間的關係」の改善を目指した。加速度センサによってサウンド定位が変化する音源を用いるという事は、運転によって左右方向のカーブを走った時に、被験者の身体に加わる左右方向の加速度と同じ加速度が、音源システムに内蔵された加速度センサにも加わり、このデータを元に再生するサウンドの左右方向の定位(音量バランス)を変化させるので、被験者にとって、自分の身体に加わった加速度よりもわずかに遅れて音像が移動する(最善のケースでもほぼ同時)。ところが筆者の映像酔いの研究[17]では、視覚的な注視点の移動と同時にサウンド音像を移動させるのでなく、時間的に先行してサウンドを移動して「(無意識に)予測させる」ことで、映像酔いの低減の可能性を検討した。この考え方から第2段階として実験システムを改良し、助手席に座った実験助手のマニュアル操作によって「これから移動する方向」に対応してサウンドの定位を変化させた。これは、身体に加わる加速度よりも数百msecほど先行するものなので、加速度の変化よりも時間的に先行して

サウンドを移動して「(無意識に)予測させる」という実験となる。この実験については、生体時間に着目して参考文献[21]の場で詳しく報告しているので本稿では省略する。

約1年後に行った第3段階の実験では、第1/2段階の実験結果の検討から、(1)実験助手のマニュアル操作による時間的に先行したサウンド定位変化でなく、実際の運転情報から適切なサウンド定位変化のための情報を生成する、(2)定位変化されたサウンドが端に貼り付く不自然さの解消、(3)スライドボリュームの直線的变化でなく、音量変化特性を自然なカーブとする、(4)2回の実験は被験者に過酷なので実験中に2種類のサウンドモードを混在させ、さらに「加速度がかかるのにサウンド定位が変化しない」という第3のサウンドモード(比較実験)も含めて1度の実験とする、(5)被験者の身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する嗜好について統計的な結論を求める、の5点を目標としてデザインした。実験に使う自動車への改造(車内配線の引き出し、ステアリング軸へのセンサの装着)を伴うことにもなったが、実験助手の手作業に比較して格段に性能の向上した良好な実験システムを実現できた。この実験システムの開発については参考文献[20]の場で詳しく紹介するが、被験者や統計分析については本稿で報告する。

全ての実験において、実験中に目をつぶってサウンドを聴取する被験者の中に、約2割ほど、「車酔い」の状態となって客観的に有効なデータが取れないケースが続出した。この「除去すべき被験者」の抽出に際しては、印象評価データの傾向の分析とともに、同時に計測した末端二酸化炭素濃度のデータの検討[17]が有効に機能した。

3 第3段階の実験の進め方

本稿では紙面の関係で、第1/2段階の実験については省略して、これらを改良した(上位互換の)第3段階の実験について詳細に報告する。実験は2011年11月12・19・23日の3日に分けて行った。SUAC学生に対して募集をかけて42人の被験者が集まり、実験に対する同意誓約書(車に酔う可能性がある、共同研究に関する秘密保持、被験者謝礼など)に記入して実験に協力した。実験被験者は、18歳から22歳まで(18歳3名・19歳16名・20歳15名・21歳4名・22歳3名)のSUAC学生と26歳の韓国学生(交換留学でSUAC在学中)であり、男子10名・女子32名の健常者であった。また、自動車運転の経験者は42人中20人であった。実験終了後の自己申告で「酔った気がする」という者が数名いたが、第1段

階の実験での1人のように実際に吐くまで酔った者はいなかった。

実験は被験者グループごとに各1回である。これは、第1/2段階の実験では何人も被験者がクルマ酔いの状態に追い込まれたことから、わずかにコースを長くした上で1回勝負のみ、とした。また、第1/2段階の実験で「音像が移動しない」という対象条件が実験できなかった点を改良して、助手席の実験助手のジョイスティックによって、実験コース中の直進部分でノーマルモード・パターン1・パターン2、の3つの状態を適宜切り替えつつ実験・記録できるようにした。これにより、疲労の少ない多数の被験者による均質な実験データを得る事ができた。実験にあたり、スタート地点で被験者に提示した実験条件の教示は以下である。

- (1)これから、道路をグルグル回りながら音楽を聞いてもらいます。時間は数分間です
- (2)クルマが動きだしたら、終了してOKと言うまで目をつぶっていて下さい
- (3)イヤホンからの音楽は、クルマの移動とともに動きまわります。手元のジョイスティックを上下に動かして、クルマの移動とサウンドの移動についての印象判断を示して下さい。ジョイスティックの左右は関係ありません。連続量ではなくて単なるスイッチです
- (4)クルマの移動とサウンドの移動との関係が「良い/自然/効果的/気持ちいい」などプラス(positive)の印象であれば、その期間ジョイスティックを上を上げて下さい
- (5)クルマの移動とサウンドの移動との関係が「悪い/不自然/違和感あり/酔いそう」などマイナス(negative)の印象であれば、その期間ジョイスティックを下に下げして下さい
- (6)プラスでもマイナスでもない時には力を抜いて下さい。ジョイスティックは中央に戻ります

実験で使用したサウンド素材はZARDの「負けないで」のエンドレスリピート再生で共通である。あまり静かな区間やクラシックのようなダイナミクスの変化がなく、かといって単調で眠くなるBGMも避けたい、という理由での選曲である。音源からのサウンド素材は分配アンプを経由して、同時に実験する2-3人の被験者、および助手席の実験助手(確かにサウンド定位が運転に対応して変化していることをチェック)のステレオインナーイヤホンに供給した。耳の構造と聴力に個人差があるので音圧は計測していないが、「うるさ過ぎない」「小さ過ぎない」ことを確認して実験を行った。

図4は、実際にクルマの中で被験者にセットされたセンサ類の状況である。被験者はまず被験者センサBox(中央にジョイスティック)を抱え、ハーモニカホルダ(二酸化炭素濃度センサを設置)をかぶり、次に耳たぶ心拍センサと両手首の電極(いず

れもダミー[プラシーボ]を装着し、最後にインナーイヤホンを装着(左右を正しく確認)した。



Fig. 4 Subject in the experiment.

本稿では紙面の関係で、ここでは計測されたデータを読み込み分析する、実験用の計測プログラムの画面とほぼ同様のデータを表示するオリジナル分析プログラム(Max5で開発)の画面情報(図5)から、第3段階の実験での被験者データの一例をサンプルとしておおよその様子を紹介する。

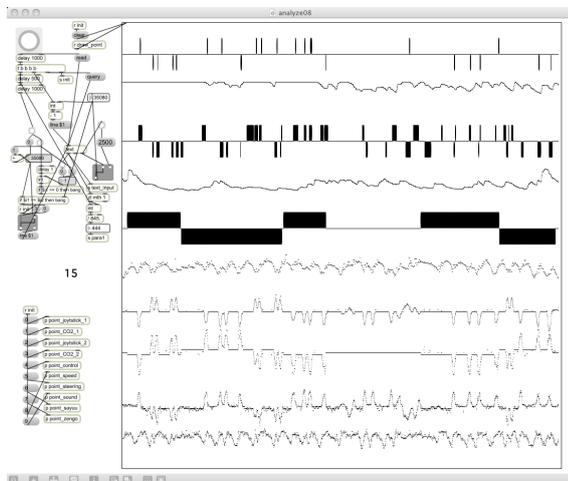


Fig. 5 Result data of the experiment.

画面内のグラフは全部で10段あり、上から最初の2段が被験者(左)のジョイスティック(上)と二酸化炭素(下)であり、続く3・4段目が被験者(右)のジョイスティック(上)と二酸化炭素(下)である。次の5段目は助手のジョイスティックが示す実験モードで、上であればパターン1、下であればパターン2として予想加速度に対応してサウンドを移動させ、中央であればノーマルモードとして予想加速度に関係なくサウンドは移動しない。6段目はMIDI経由で受け取る車速センサの車速情報である。7段目は助手のセンサBOXに接続されたステアリングセンサの情報であり、8段目はこの車速情報とステアリング情報から得られる「予測加速度」情報(演算方法は→参考文献[20])に、助手のサウンドのパターン切り替え情報を作用させて、実際のサウンド移動のために生成される情報である。5

段目の助手のジョイスティックと照合してみると、パターンによって変化の方向が反転したり(パターン1/パターン2)、中央に定位している(ノーマルモード)のが判る。9段目のグラフはメインBOX内の加速度センサによる左右の加速度、最下段は前後の加速度のデータである。

実験データには、データ計測に付き物の環境ノイズ・データ誤差・時間的ばらつきなどが存在するとともに、被験者ごとに、運転状況とサウンドに対する印象評価をジョイスティックで示すまでの時間的遅延(レイテンシ)が、個人差としてだけでなく、同じ被験者自身においても時間的経過と体調の変化により変動する。これを自動で除去するのは非常に困難である。そこで、たかだかカーブが30数回しか出現しないこと、センサの出力波形から人間の目によってカーブの位置が特定できること、の理由により、誤差の補正を含む手作業によって全てのデータをカウントした。具体的には実験データのスクリーンショットを拡大印刷して、上から8段目の「予測加速度」データのピークと、被験者がジョイスティックで示すデータに注目した。ここで集計において「有効なデータ」として採用した基準は以下ようになる。

まず、予測加速度データのピークにおいて、被験者のうち1人でもジョイスティックを変化させて示した場合には、そこでのサウンド変化が有効である場所と判断した。被験者2人が2人とも反応していれば文句ないが、被験者はときに疲労や酔いなどによって反応しない場合もある。そこで、被験者の1人が反応している場所でもう1人が無反応である場合には、「カーブの変化はあるが反応せず」という意味を割り当てた。

また実験結果の全体を見て、被験者が2人とも反応している箇所が多い一方、隣接したある地点では同じ強度の予測加速度データのピークがあるのに被験者が2人とも反応していない、という部分が明らかであるところは、そこにもその時点で「カーブでの変化はあるが反応せず」という意味として判定した。

多くの被験者に見られた現象として、予測加速度データにまったくピークが無い、すなわち直進区間などで、特定の被験者がジョイスティックで示したデータについては、疲労(こっくり、うとうと・・・)などによる誤データである(カウントしない)、という意味として判定した。また、明らかな「酔い」現象として、運転状況に関係なくずっと連続してジョイスティックが倒されている部分(グラフでべったりと真っ黒になる)も、カウント

として除外した。この部分があまりに多い被験者のデータは全体として無効と判断した。

4 第3段階の実験結果の分析

まず最初に、42人の被験者のデータの傾向を分析した結果、8人(運転経験 有4・無4)については「車酔いによって有効なデータを得られない」と判定して、以降のデータ集計から除外した[18]。これは被験者全体の19%ということになり、目をつぶってイヤホンで音楽を聞きながらクルマに乗るというだけで、およそ5人に1人は「車酔い」に陥る可能性がある、という事になる。一般にクルマに乗る人の5人に1人が車酔いするという事は無いと思われるので、この結果は「視覚的情報が封じられた場合」という影響と考えられる。

次に、上記8人を除く全ての有効な被験者のジョイスティック判定データを、パターン1/パターン2/ノーマルモードの3種類の実験区間で有効なカーブ地点においてそれぞれカウント集計した。ここではカーブの無い場所で瞬間的な誤操作があった、と個別に判断して除去する手作業も加わっている(詳細は参考文献[18])。なお予測加速度の方向とサウンド定位の移動についてのパターンの定義は以下である(全ての実験で共通)。

パターン1

右側Gで右側音量ダウン/左側音量アップ

左側Gで左側音量ダウン/右側音量アップ

パターン2

右側Gで右側音量アップ/左側音量ダウン

左側Gで左側音量アップ/右側音量ダウン

この34人の被験者のカウント数の分析から、以下のような、まったく異なった反応をする被験者グループが複数存在して、「全ての被験者で共通に、このような傾向にある」というように結論は導けない事が明確になった。

パターン1に、より好感する被験者グループ (3人) [A]

パターン2に、より好感する被験者グループ (6人) [B]

ノーマルモードを支持する被験者グループ (4人) [C]

パターン1/2の両方に否定的な被験者グループ (残り)

「酔い」の影響で判定の解釈が困難な被験者グループ

なお被験者が実験に先立って記入した同意誓約書のアンケートで記入した「運転経験(教習所での運転を含む)」という項目との相関については、顕著な関係は見出せなかった。運転者は無意識に「これから進む方向を見る」のであるが、音楽心理学の領域でも、音楽の聴取には「能動的聴取(指揮者・演奏者の立場)」と「受動的聴取(聞くだけの一般的聴衆)」があり、少なくとも本研究の実験では「目をつぶって音楽を聞く」という体制なの

で、運転者というよりは同乗者という受動的な立場になったものと思われる。

この実験の当初は、身体感覚とサウンド移動の好みについての普遍的特性の抽出を目指した。しかし「人間の身長」という統計データであれば、それぞれの人種・地域・性別・年齢などのカテゴリごとに「平均身長をピークとした正規分布」を暗黙の前提とできるのに対して、「運転状況に対応して変化するサウンドに対する印象評価」という統計データには、単なる個人差(変わり者)を越えて、パターン1を好む傾向、その反対のパターン2を好む傾向、さらにいずれでもなく「変化しないサウンド」を好む傾向、など、特性には複数のピークがあるように思われた。そこで、この種のデータに対して行う手法であるノンパラメトリック検定を用いて、有効データである34人の被験者全体を母集団として、実験モード(パターン1、パターン2、ノーマルモード)によって、いくつかの傾向のあるグループが母集団に対して有意な特性を持つかどうか調べた。検定にはウィルコクソン検定を用いて、有意水準は5%とした。

まず、前述した全ての被験者のデータから、パターン1、パターン2、ノーマルモードの3種類のそれぞれに対して、検定のために順位付けのデータをスコアとして計算した。スコアの標準化は統計分析の結果に影響しないので、ここではパターン1、パターン2、ノーマルモードの3種類のそれぞれに対して、「P」判定の百分率をプラス得点、「-」判定の百分率は重みゼロとして加算せず、「N」判定の百分率をマイナス得点、とした。これにより、それぞれの実験モードごとに、被験者ごとの「良好度」の順位データが算出できる。なお、スコアが同点である場合には、順位の平均をデータとした。検定においては、ネガティブ評価の判定には「酔い」に関係した不快感の表明もあることから、それぞれポジティブ判定のスコアが特徴的な実験モードに対して統計量を計算した。

紙面の都合でデータ集計の詳細は参考文献[18]に譲るが、有効なデータの得られた被験者34人を母集団とした検定を行った結果は、「パターン1のサウンド移動に、より好感する被験者グループ(A)」、「パターン2のサウンド移動に、より好感する被験者グループ(B)」、「ノーマルモードを積極的に支持する被験者グループ(C)」の統計データのそれぞれに、有意水準5%で、母集団とは異なる、と判定できる特性を見出すことが出来た。メディア心理学的には、好みが二極化した原因あたりに興味があると言えよう。

5 おわりに

自動車に乗って音楽を聴取する際の、身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する嗜好を調査する心理学実験を行った。被験者の末端二酸化炭素濃度の変化計測という新しい手法も採用し、刻々とリアルタイムに印象評価を計測する新しい実験システムを開発することで、新しい知見を得ることが出来た。今後も、機会があればさらに新しいテーマでの心理学実験をデザインしていきたい。

参考文献

- [1] 長嶋洋一, Art & Science Laboratory, <http://nagasm.org>
- [2] 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, <http://nagasm.org/ASL/beat/>
- [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DVol. J89-DNo. 3, 電子情報通信学会, 2006.
- [4] 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.ritsumeit.ac.jp/acd/re/k-rsc/hs/ningen/ningen_9/97.pdf, 2005.
- [5] 原澤賢充・椿郁子・繁榎博昭・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.
- [6] 松寄直幸・椿郁子・原澤賢充・繁榎博昭・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.
- [7] 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.
- [8] 大西邦光・大谷昌代・榎井文人・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/10jigyofit/F_026.pdf
- [9] 森本明宏・奥村友裕・日高教孝・朴丹・荒木佑介・榎井文人・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/10jigyofit/fit2006/fit2006program/pdf/K/LK_018.pdf
- [10] 日高教孝・森本明宏・奥村友裕・朴丹・荒木佑介・榎井文人・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/10jigyofit/fit2006/fit2006program/pdf/K/K_057.pdf
- [11] 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, 情報処理学会, 2006.
- [12] 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, 日本音楽知覚認知学会, 2006.
- [13] 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, 情報処理学会, 2006.
- [14] 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, 2007.
- [15] 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, 日本音楽知覚認知学会, 2007.
- [16] 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, 情報処理学会, 2007.
- [17] 長嶋洋一, サウンドの空間的予告による映像酔いの抑止について, 情報処理学会研究報告Vol. 2007, No. 127, 情報処理学会, 2007. <http://nagasm.org/ASL/paper/sigmus0712.pdf>
- [18] 長嶋洋一, 身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する心理学実験, http://nagasm.org/ASL/paper/P_report.pdf
- [19] 長嶋洋一, 身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する心理学実験報告(1/4), 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会, 2012年5月発表予定(沖縄産業支援センター).
- [20] 長嶋洋一, 身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する心理学実験報告(2/4), 情報処理学会音楽情報科学研究会, 2012年6月発表予定(東京大).
- [21] 長嶋洋一, 身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する心理学実験報告(3/4), 時間学会全国大会, 2012年6月発表予定(立教大).