

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)

長嶋 洋一

静岡文化芸術大学 〒430-8533 静岡県浜松市中区中央2-1-1

あらまし 過去に行った「映像酔い」に関する研究を受けて、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。本報告ではそのpart1として、実験全体の概要報告と、マルチモーダル知覚におけるヒューマン情報処理の視点から、心理学実験のデザインについて検討したい。

キーワード 映像酔い, 心理学実験, カーオーディオ, 加速度, サウンド定位

Report of experiment - impressive relation between acceleration of body and movement of listening sound (1/4)

Yoichi NAGASHIMA

Shizuoka University of Art and Culture, 2-1-1 chuo, Naka-ku, Shizuoka, 430-8533 Japan

Abstract This is a report of the psychology experiment using subjects. Two or more subjects attach a sensor to the body, and ride in a car. They listen to music by a stereo earphone. If the acceleration of a transverse direction occurs with operation of a car, the balance of the sound currently heard on either side will change. A subject judges and shows the tastes of the impression of movement of a sound using the joy stick at hand. This paper reports the outline of the whole experiment as part 1 of 4.

Keyword Motion Sickness, Psychological Experiment, Car Audio, Acceleration, Sound Positioning

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・教育などの活動を続けてきた[1]。この中にはメディア心理学に関連した研究もあり、文献[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「酔い」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。確証は無いものの、被験者には「能動的視聴」「受動的視聴」という、大きく二つの異なる傾向があるのではないかと、という仮説に到達したが、より巨大なスクリーンを使った新実験の必要性に至った段階でストップしていた。

今回は、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。ここでは、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、新しい知見を得ることが出来た。サウンドにより「車酔い」を低減できるかどうかについては追試が必要なものの、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問題提起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]。

2. ヒューマン情報処理とマルチモーダル知覚

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での作用については、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てみると、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、作曲され/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とはとても興味深い。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てたり[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作用(ヒューマン情報処理)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できるのではという報告[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。これまでの被験者を使った心理学実験においては、実験後に全体を通してのアンケートなど手法で印象評価を行うことが多かったが、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も、筆者の研究領域の一つの柱である。そして生体リズムとマルチモーダル知覚との関係において注目しているのが「主観的時間/客観的時間」という、生命と時間の概念の検討である。本研究はこれらの領域に深く関わっている。

3. 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。

第1段階の実験では、「加速度センサによって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、という条件を実現した。この実験については、実験システムの開発については参考文献[19]の場で詳しく報告するが、実験ルートについて本稿で詳しく解説する。

第2段階の実験では、第1段階の実験の結果を検討する中で問題提起された、「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。サウンド素材として「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る。この加速度センサのデータを元に、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)、という事になる。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の音像を移動させるのではなく、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。この考え方から言

えば、第1段階の実験は「いま身体に加わった加速度とサウンドとの関係」しか実験できていない事になる。そこで第2段階として、実験システムをわずかに改良して、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」という実験を行えることになる。この実験については、生体時間に着目して参考文献[20]の場で詳しく報告するが、概略は本稿でも紹介する。

約1年後に行った第3段階の実験では、第1・第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こと、(2)定位変化されたサウンドが端に貼り付く不自然さを解消すること、(3)スライドボリュームの直線的変化でなく、音量変化特性を自然なカーブとすること、(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度の実験で完了とすること、(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こと、の5点を目標としてデザインした。このため、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。この実験については、新しい実験システムの開発については参考文献[19]の場、被験者の扱いや統計分析のあたりについては参考文献[21]の場で詳しく報告するが、概略は本稿でも紹介する。

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。

4. 第1段階の実験の概要と実験ルート

第1段階の実験のために用意した環境は、図1の加速度センサ内蔵の音源装置、図2の被験者計測システム、図3の被験者センサBOX(3台)、図4の被験者センサ類などである。この詳細については参考文献[19]の場で詳しく報告する。



図1 加速度センサ内蔵の音源装置



図2 被験者計測システム(メインBOX)

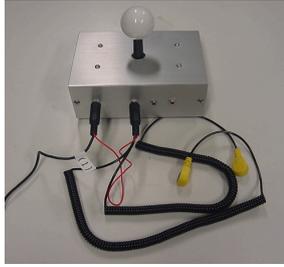


図3 被験者センサBOX

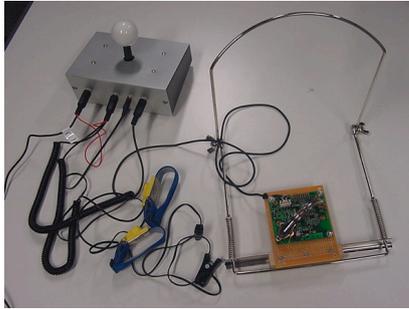


図4 被験者センサ類

図4の被験者BOXのセンサ類は、(1)両手首に装着する皮膚電極ベルト、(2)耳たぶクリップ型の心拍センサ、(3)首からかけて鼻先に置く二酸化炭素センサ、(4)Box上のジョイスティックコントローラ、の4つであり、(1)と(2)はプラシーボとしてのダミーで、実際には(3)と(4)のデータを計測する。図5は被験者がクルマの中で装着した実験風景である。



図5 センサを装着した被験者の様子

実験において「試験場所(道路)」は重要である。なるべく単純に右折・左折が繰り返され、上り坂・下り坂や信号待ちなど、他の要素が排除された条件が望ましい。そこで図6のような立地条件にあるSUACの近隣の道路を活用することにした。図7は、第1/2段階の実験における被験者実験に採用した実験ルートマップ(第3段階でもほぼ同様)で、右カーブと左カーブがいずれも計16回、混ざった状態で体験できる。ルート上に信号機の交差点は無い。



図6 SUAC付近のGoogle写真

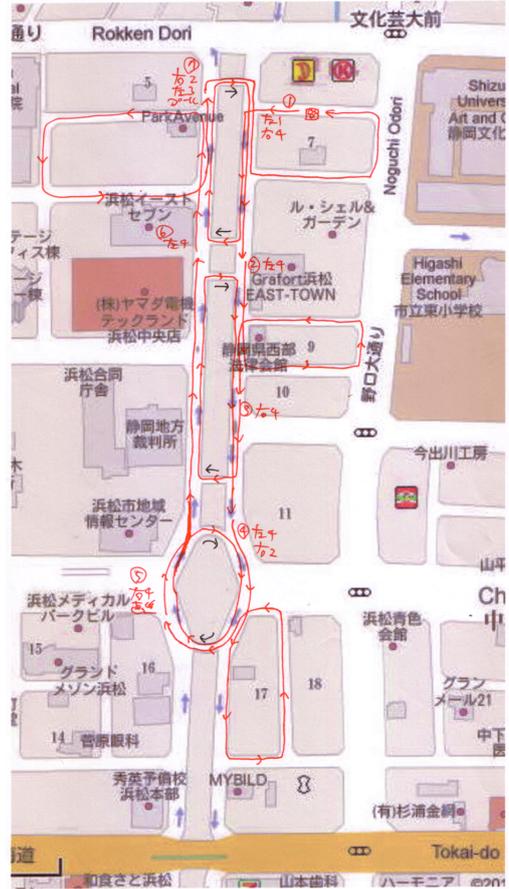


図7 第1/2段階の実験ルート

計測のために開発した実験プログラムおよびそのデータ解析プログラム、また実験の詳細については参考文献[19]の場で報告するのでここではごく概要を紹介する。実験は2-3人の被験者を1グループとし、30分以内の時間枠で行った。実験に使用したSUAC公用車「ノア」は最大8人乗りで、運転手(長嶋)の横の助手席には計測用MacBookを抱えた実験助手(a)が座り、実験データの記録を担当した。2列目の座席には被験者が2人並んで座り、音源装置やメインBOXなどの機材は運転席と助手席との間に固定した。3列目の座席には3人目の被験者と実験助手(b)が座った。実験助手(b)は被験者へのセンサ類の装着を支援し、実験が開始すると被験者と同じサウンドをインナーイアホンで聴取して、左右の加速度に対応して音像が確かに移動している事を確認した。

サウンド素材はZARDの「負けないで」をエンドレスリピート再生した。第2段階以降の実験では、この曲をサンプリング録音したサウンドファイルをパソコンからリピート再生したので、3段階の実験の音響素材は同一である。

実験は被験者グループごとに 順序効果を考慮して2回行った。実験にあたり被験者に提示したのは以下のような条件の教示(全ての実験で共通)である。(1)これから2回、道路をぐるぐる回りながら音楽を聞いてもらいます。それぞれ数分間です (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

の印象であれば、その期間ジョイスティックを下に下げて下さい (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

実験に対する同意誓約書を記入して実験に協力した10人の被験者は18歳から22歳までの大学生(男子2名・女子8名)であった。自動車運転の経験者は10人中2人(いずれも女子)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1名、実際に吐くまで酔った者が1名いた。なお、実験助手の2人(1回生)はあらかじめ市販の「酔い止め」薬を服用して実験に臨んだ。

開発した実験データ解析プログラムと結果データの分析検討の詳細については参考文献[19][21]の場で報告するのでここでは結果のみ示すと、左カーブの加速度(右方向)に対して、左方向に音像移動する「パターン1」と、左カーブの加速度(右方向)に対して、右方向に音像移動する「パターン2」とを単純に全て合計した全体平均の出現率は以下になった。(小数点以下四捨五入)

pat1 「上」 128(49%) 「下」 70(27%) 「ナシ」 63(24%)
pat2 「上」 118(51%) 「下」 90(39%) 「ナシ」 24(10%)

これを、全被験者のデータを全て同じ重み付けで単純に全て合計して全体平均の傾向と比較してみると、信頼性の乏しい被験者のデータを排除して、(1)positive判定の比率はパターン1/2でほとんど変わらない、(2)negative判定の比率が、パターン2でだけ10ポイントほど上昇、となった。

また、データの有効な5人の実験の酔いの程度を考慮して重み付けすると、以下ようになった。

被験者(1) パターン1 = 82%、パターン2 = 68%
被験者(3) パターン1 = 42%、パターン2 = 32%
被験者(5) パターン1 = 96%、パターン2 = 81%
被験者(8) パターン1 = 42%、パターン2 = 52%
被験者(9) パターン1 = 63%、パターン2 = 48%

ここから、(1)全体的にはパターン1の方が、より支持されている、(2)パターン1/2への評価がほぼ同じ傾向の被験者が多い、という結論が得られた。より多く支持されたパターン1とは、左右方向の移動加速度に対して「移動する先のサウンドが大きくなる」というものである。感覚的に言えば、クルマの走行によって自分の身体が左に寄る(右カーブを切った)時に、同時に左側にサウンドの定位が移動する、というものである。そしてこの実験では、パターン2の「移動によりサウンドが置いていかれるように移動と反対方向が大きくなる」への支持は、全体としてパターン1に比較して、少なかった。ただしこれを結論とするには、実験の被験者が少な過ぎて問題があると思われる。

5. 第2段階の実験の概要

第2段階の実験では、身体に加わる加速度とサウンド知覚との時間的関係の改善を目指した。第1段階の実験では、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の加速度センサにも加わる。このセンサデータで再生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、被験者にとっては、自分の身体に加わった加速度よりも同時かわずかに遅れて音像が移動するという事になる。ここで筆者の「映像酔い」の研究[17]の考え方を参考にして実験システムをわずかに追加改良し、実際のカーブに入るより時間的に先行して、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る事にした。

ここで新しく開発したのが図8の方向センサであり、ケース上のスライドボリュームを助手席に座った実験助手が、自分が運転手になってハンドルを回すような想定で、これから右にカーブしようとする時に右に、これから左にカーブしよ

うとする時に左に、直進区間では中央に、スライドボリュームのノブを手で移動させるようにした。加速度センサのデータに対応した音源まで含めて新たに開発した実験プログラムおよびそのデータ解析プログラム、また実験の詳細については参考文献[19]の場で報告するのでここではごく概要を紹介する。

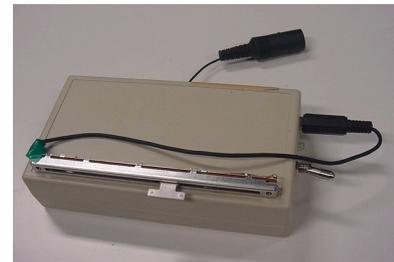


図8 方向センサ

第2段階の実験は、2010年10月30-31日に行った。SUAC学生に対して募集をかけて、計20人のデータを取得した。なお、第1段階の実験の被験者と第2段階の実験の被験者は全て異なっており、両方の実験に参加した者は1人もいない(第1段階の実験で酔って懲りたので、再度は応募しなかった、という話を複数の学生から聞いた)。実験被験者は、第1段階の実験の時と同じ同意誓約書に署名した上で実験に参加した。実験の準備、被験者に提示した条件の教示なども全て第1段階の実験と同様なのでここでは省略する。

実験を行った20人の被験者は18歳から22歳までの大学生(男子3名・女子17名)であった。自動車運転の経験者は20人中9人(男子2名・女子7名)であった。実験終了後の自己申告で「酔った気がする」という者は数名いたが、第1段階の実験のように実際に吐くまで酔った者はいなかった。第1段階の実験は残暑/酷暑の時期であったが、第2段階の実験は一気に寒くなった秋であり、台風一過の2日目などは快適な秋晴れの日となり、被験者の体調も比較的良好であるように見受けられた。実験は「2人の被験者で7回」の計14回、「3人の被験者で2回」の計4回、合わせて18回にわたって行い、合計20人の被験者について計測データを取得できた。道路状況(アクトシティ浜松で開催されたイベントに皇族が来たため多数の警官が立っていたが無視)により平均速度がやや低下したが、基本的にはほぼ同じ所要時間で計測できた。

第2段階の実験結果から、「全般的にnegativeあるいはどちらとも言えない反応の、有効度の低い(あるいは微弱に「酔い」があって判断が鈍った)グループ」をまず切り離した。また、左カーブへの進入に対して左方向に音像移動する「Normalモード」と、左カーブの進入に対して右方向に音像移動する「Reverseモード」の両方でいずれもpositiveが優勢だった1名の被験者は、実験後のアンケートで「サウンドが移動するゲームのようで面白かった」と述べているので、その面白さがいずれもpositiveになったとも考え除外した。残りが、サウンドの移動パターンとして相反するNormalとReverseとで、印象評価に違う反応をした被験者である。

まとめると以下のようになり、ここからサウンドの移動パターンについて一つの嗜好される傾向には結論づけられない事が確認できた。

比較的 Normalで「上」が優勢な被験者 (4)
比較的 Normalで「下」が優勢な被験者 (15) (17)
比較的 Reverseで「上」が優勢な被験者 (5) (6) (18)
比較的 Reverseで「下」が優勢な被験者 (16)

次に、第1段階の実験(加速度の変化によりサウンドが移動した実験)の結果「全体的にはパターン1の方が、より支持されている」「パターン1/2への評価がほぼ同じ傾向の被験者が多い」と、この第2段階の実験(それよりも時間的に500-800msecだけ先行してサウンドが移動した実験)の結果と

を付き合わせると、第2段階の実験では「Normalの方を支持する、Reverseの方を支持する、という2群に分かれた」と言える。これは、第2段階の実験ではまだ身体に加速度が加わらないうちにサウンドが移動することで、筆者の提唱する「能動的聴取/受動的聴取」の異なる傾向が、より明確になったと考えることもできる。逆に言えば、身体に加速度が加わった段階でサウンドが移動する第1段階の実験の条件では、「これから起きることへの無意識の予測」がまったく効かないので、「能動的聴取」にあまり貢献しないのではないかと考えられる。また第2段階の実験においてNormalでもReverseでも全般的にnegativeな反応の被験者を、微弱に「酔い」があつて判断が鈍つたものとして重みを減じてみれば、「NormalなりReverseなりにpositiveまたはnegativeの反応を返す被験者が多い」と判定することができる。これが、第2段階の実験をデザインする基礎となった、時間的に「予測」をもたらす余裕をもってサウンドが移動したらどうなるか、という仮説を支持する結果であると考えられる。

6. 第3段階の実験の概要

第3段階の実験では、第1/2段階の実験結果の検討から、前述(第3節)の5点を目標として大幅に改良した実験デザインを行った。実際の運転情報から「身体に加わる加速度を時間的に先行して予測する(これでサウンドの定位を変化させる)」ために「車速」と「ステアリング(ハンドルの回転角度)」という2つの運転情報を計測することとした。車速を微分すれば加速度も計算でき、ステアリングを微分すればハンドルの角速度、さらに微分すればハンドルの角加速度も計算できるので、理想的には車速とステアリングのデータから「(左右方向の)加速度」を時間的にシフトしたようなデータがリアルタイムに生成できれば条件を満たす。

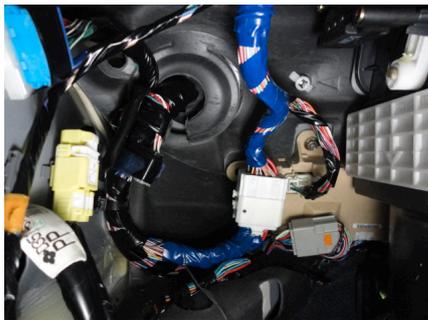


図9 車速信号引き出しの様様



図10 ステアリングセンサ設置の様様

第1/2段階の実験と違ってセンサを取り付けるなどの改造が必要となるために、第3段階では筆者の自家用車(マツダ・デミオ1300ccマニュアル・カーナビ無し)を使用することになった。つまり運転者と助手席の実験助手の他に、最大でも被験者は同時に2人しか乗れないことになる。そこで、実験のための被験者計測システム・メインBOXにある3チャンネルの被験者サブBOX入力の2系統をそのまま使い、残り1系統の2

チャンネルの入力を活用することで、ハードウェアの変更を最小限にする(実験条件をなるべく変えない)方針をとった。実験助手が抱えるジョイスティックによって2種類のパターン(左右方向の予測加速度とサウンド定位の移動方向との関係)を実験中にリアルタイムで切り替え、CO2センサに替えてステアリングのセンサ入力とした。スライドボリュームによってサウンド定位を変化させていたMIDI入力が不要となるので、このMIDIセンサを車速センサに改造した。図9は車内のハーネスから車速信号を引き出している模様、図10はステアリング(ハンドル軸)に回転センサを圧着させるステアリングセンサを設置した模様である。

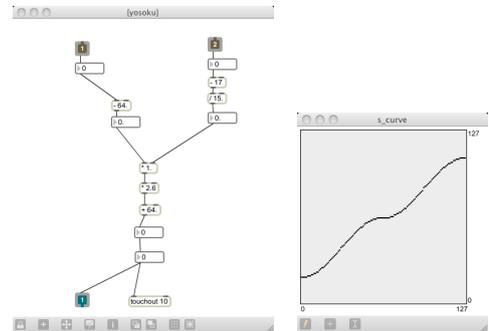


図11 実験プログラムの一部(サブパッチ)

第3段階の実験に向けて新しく開発した実験プログラムの詳細については参考文献[19]の場で報告するが、図11(左)のようなアルゴリズムでステアリング情報と車速情報とを線形演算することで「予測加速度」データとして、図11(右)のような変換テーブルを参照してサウンド定位情報とすることで、何度も実験をしてきた助手を含めて体感として自然な条件を設定することができた。実験ルートは、1回の実験の途中に実験助手のジョイスティックによって異なるサウンド定位モードを切り替えるために、カーブをやや増やした図12のような実験ルートで行ったが、基本的には変わっていない。

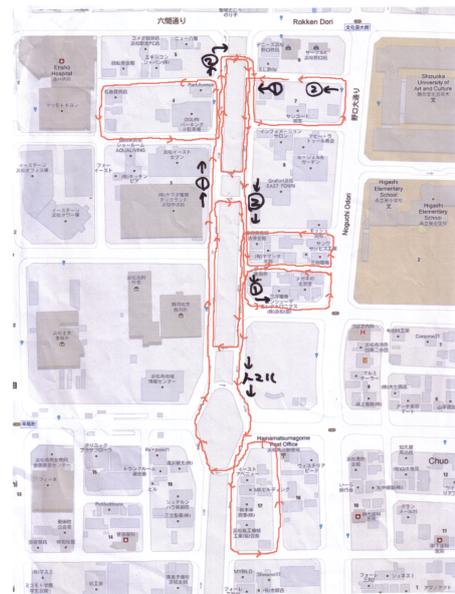


図12 第3段階の実験ルート

第3段階の実験は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、第1/2段階の実験と同様の同意誓約書に署名の上で実験に参加した。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段階の実験の実験では何人もの被験者がクルマ酔いの状態に追い込まれた(吐いた者もいた)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これまでと同一である。

第3段階の実験結果を簡単にまとめると以下のような結論となった。被験者42人のうち、明確に車酔いの状態にあると判断してデータを除外した8人を除いた被験者34人のデータ分析から、以下のように、異なった反応をする被験者グループが複数存在し、「全ての被験者(→普遍的な一般のクルマ利用者)で共通に、○○○○○のような傾向にある」というような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)

パターン2に、より好感する被験者グループ (6人)

ノーマルモードを支持する被験者グループ (4人)

パターン1/2のいずれにも否定的 (残り)

酔いの影響が強く判定の解釈が困難な被験者グループ

そこで、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、上記の5つのグループのうち「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」「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」「ノーマルモードを積極的に支持する被験者グループ」の統計データに、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。これは例えば、車の中で音楽聴取を楽しむオーディオシステムにおいて、ただ1種類の動作モードでなく、パターン1、パターン2、ノーマルモード、というそれぞれのサウンド移動モードを選択可能な形で装備することで、少なくとも34人中13人の被験者が代表するユーザ群が、有意に好感する機能を持つという可能性を提示した。

7. おわりに

今回は、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を採用し、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。サウンドにより「車酔い」を低減できるかどうかについては追試が必要なものの、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。今後、機会があればさらに新しい実験をデザインしてみたい。

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.ritsumei.ac.jp/acd/re/k-rsc/hs/ningen/ningen_9/97.pdf, 2005.
- [5] 原澤賢充・椿郁子・繁樹博昭・松嶋直幸・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] 松嶋直幸・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.
- [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・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
- [9] 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
- [10] 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
- [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(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(東京大学).
- [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(3/4), 時間学会全国大会, 2012年6月発表予定(立教大学).
- [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(4/4), 日本音楽知覚認知学会2012年度春季研究発表会, 2012年6月発表予定(九州大学).