

# 自動車変速操作時の聴覚刺激呈示による エンタテインメント性拡張の検討

伊原泰孝<sup>†1</sup> 水口充<sup>†1</sup>

**概要:** 対象物を意のままに操ることはエンタテインメント性の一要素である。そこで、聴覚刺激を用いて操作時の触覚を拡張することでエンタテインメント性を向上可能か検討した。実験ではドライビングシミュレータにおいてハンドルコントローラのシフト操作時に実車の操作音を再生し、変速操作時における心拍と運転操作の変化を観察した。その結果、運転への興味や経験のあるユーザは心拍の上昇が大きく操作が積極的になることを確認した。

## 1. はじめに

我々は普段、特に何も考えずに様々なモノを操作している。特段に意識することなく自然かつ効率的に操作できるユーザーインタフェースが重視され、多くの製品では実現されているからである。

一方で、娯楽においても操作は特に重要である。この分野においては、操作は違和感を出さないだけでなく、目的の達成に至る過程の楽しさを向上させ、その体験をより濃密なものとする手段として機能する。例えばビデオゲームであればゲームを行う事、あるいはゲームにおける達成目標自体が目的であり、コントローラでの操作は手段である。コントローラ自体は主たるコンテンツではないが、レバーやボタンの触感は操作性のみならず体験に大きく影響する。このため、コントローラのマイクロスイッチなどの部品では押下圧やクリック感が適切なものが使用されている。さらに、振動機能や可変加重ボタンといった操作体験を向上させる機構も導入されている。

時代の流れで操作感が失われたものも多い。その一つに自動車の諸装置が挙げられる。自動車では各種操作の自動化や静粛性の向上に伴い操作感が減少している。スポーツ志向の自動車にとってこの影響は大きい。吸気音を増幅させることで機械を操作する感覚を強調するといった対策は存在するが、操作装置自体、例えば変速操作（シフト）音を対象としたものは無い。

本研究では、操作という手段を通してより良い体験の実現を目指す。このために、自動車のシフト操作時に聴覚刺激呈示を行い、操作感を拡張することでエンタテインメント性を向上させることは可能か検討した。実験では、ドライビングシミュレータにおいてハンドルコントローラのシフト操作時に聴覚刺激を呈示し、操作記録と心拍の変動から運転時の操作感への影響と、操作感の向上で運転がより良い体験へとなったかを確認した。

## 2. 背景

### 2.1 操作感の研究に関する動向

操作時の違和感を解決するために触覚、聴覚を用いた手法がある。まず、例としてタッチパネルが挙げられる。2007年の静電容量方式を採用した携帯端末の登場以来、物理ボタンではなくパネル等による操作が主流となったが、これらは感覚のフィードバックがなく、操作のし辛さや違和感が生まれる原因となっている。この問題に対して、聴覚刺激を用いた解決方法に操作音を与えたタッチパネル[1]がある。触覚刺激を用いた解決策では、圧電素子等を利用したものがある。現在では振動を用いてボタンらしい感覚を与える要素は様々な製品に盛り込まれている。音を振動として利用した研究では、空中超音波触覚インタフェース[2]や低周波を利用した刺激呈示[3]が挙げられる。その他の用途の研究では、XR 環境下での聴覚刺激を用いた触覚強化手法[4]が提案されている。

これらの研究は、操作性を向上する目的で行われているため、嗜好品への応用を考えた際の刺激が与えるエンタテインメント性への影響といった点は検討されていない。

自動車分野では、メーカーが排気音やエンジン音に関する研究を意欲的に行っている。これらは運転の気持ちよさを担う大きな要素であるだけでなく、またアクセルワークやクラッチ操作を行う上で重要な情報であり、特にスポーツユースの車では大きな問題であった。そこで、各メーカーは吸気口を車内にも引き込み音を出す方式[5]を採用している。

### 2.2 着想に至った経緯

今回自動車のシフト音に着目したのは、エンジン音や排気音の研究に対して、シフト音に関する研究がなかったためである。停車中にコクコクとした音を楽しむユーザがいるが、変速も静粛性の向上やバイ・ワイヤ化によって操作感を感じにくくなっている。

操作感覚を付与する先行研究での問題点として、空中超音波触覚インタフェースや低周波を用いた擬似的な触覚呈

<sup>†1</sup> 京都産業大学大学院 先端情報学研究所  
Kyoto Sangyo University Division of Frontier Informatics

示では、特定周波数帯における健康被害の危険性を孕んでおり、長時間利用する自動車には不適である。また、大掛かりな装置になると発生する問題点として、コスト上昇だけでなく、車内空間の減少か車格が上がること、また重量の増加が挙げられる。

これらの問題を鑑み、汎用性が高く受け入れられやすいシステムにするには、操作感を与えるだけでなく簡便で省スペースであることも望ましいと考えられる。

### 2.3 アプローチ

これらを踏まえ、体験をよりよいものにする方法について検討を行う。自動車のシフト操作であれば、その際に得られる感覚は様々である。シャフトの噛んだ感覚やミッションの調子といったものを音や触覚で感じ、車とのコミュニケーションを行うことで楽しさとして感じ取ることができる。コミュニケーション手段としてのシフト音を強調することで、エンタテインメント性の拡張を検討することとした。

聴覚刺激の呈示が有効であったか確認するため、主観評価としてアンケート、客観評価として運転操作記録、整理指標として心拍を用いる。心拍に関する詳細は3章2節で述べる。変速の操作感が向上したならば、心拍数は刺激なしの実験と比較して上昇し、また面白さをより多く感じるためにシフト回数も多くなると予想される。アンケートではシフト操作の手応えの変化を確認する。また、変速音に対して違和感やストレスがあったか質問する。これは、刺激呈示に相当であったかと、尤もらしい聴覚刺激の検討を将来的に行うため予め本研究で質問する。

これらを計測するためにドライビングシミュレータで一定のコースを刺激呈示ありとなしで実験を分けて走行する実験を考えた。実験を行う前に、コースやシミュレータに慣れてもらう。実車ではなくシミュレータを用いるのは時間的制約によるものである。実験前走行は、慣れないコースや操作による心拍数への影響や運転操作への集中が妨げられると考えたためである。

### 2.4 将来性について

現在の自動車分野では、人間が操作できる部分はAT化や発動機のモーター化、自動運転技術の発展によって減っている。これらの事から運転を楽しむ行為自体が将来はよりニッチな位置付けになると考えられる。一部を除く電気自動車の影響でトランスミッション自体が必要なくなりつつある今、MTは特に影響が大きいと予想されるが、2つの点からMT車が無くなることはないと考えられる。

まず、e-Fuelなどの燃料の研究や水素自動車の可能性を積極的に探るメーカーがいる点である。内燃機関を維持するということはトランスミッションも残るということであり、運転を楽しみたいユーザ向けにMTもラインナップさ

れる可能性は高い。またMTは構造が単純なため、コスト面でも勝っている。

2点目はメーカーがMT車の販売を終了してもMT化キット等が社外品として出回る可能性があることである。別のものが主流になったことから第一線では活躍しなくなったものの、ニッチな市場でユーザの生活の豊かさを支える製品は数多くある。例えば、真空管を使った音響機器は現代でも新型が販売されている。自動車においても例外ではなく、インジェクション車が主流になっている中でキャブレター化キットが存在する。

MTの消滅は、馬術において手綱[6]を取り除くのと同等の問題であると考えている。馬とのコミュニケーション手段を失えば人馬一体という感覚は得ることができず、今までの様なエンタテインメント性も失われてしまう。

如何に運転の価値を高めるのかを研究する事は、生活の豊かさの求め方が多様化する中で、今まで以上に必要になる。

## 3. 実験準備

### 3.1 実験機器

変速操作時の操作感向上のための手法として、今回は聴覚刺激を呈示する。実験に用いたものを以下で説明する。



図1 実験装置の配置

実験ではWindowsPC(図1の①)、ステアリングコントローラとフットペダル THRUSTMASTER T300RS GT Edition(図1の②)、シフター THRUSTMASTER TH8A ADD-ON SHIFTER(図1の③)、ヘッドフォン Victor HP-RX300, Apple Watch SERIES6, ドライビングシミュレータを用いた。

ステアリングは直径300mmの3本スポークのものを使用した。椅子はペダル操作時に動かないものを利用した。シフターの設置位置は、座面とシフトゲートがほぼ同じ高さになっている実車と近くなるように座面と同じ高さの42cmのカラーボックスを用意し、取り付けた。シフター

はH型を用意し、エチレン酢酸ビニル製の緩衝テープをシフトゲートの各ギアの角に貼り付けた(図2)。変速の際に起こるレバーとゲートとの衝撃を和らげ、ハードウェアが与える実験結果への影響を軽減させる。



図2 緩衝テープを貼り付けたシフトゲート

実験に用いたドライビングシミュレータはThe Crew2である。使用したコースは米国カリフォルニア州モンレーのMazda Raceway Laguna Seca(2018年4月よりWeatherTech社が命名権を獲得し、改名済)である(図3)。テクニカルコーナーが多いサーキットであるため、変速回数が増加すると考えたためである。



図3 Mazda(現WeatherTech) Raceway Laguna Seca [7]

### 3.2 プログラムと刺激の実装

刺激呈示及び操作履歴の取得はPythonで実装を行った。外部装置からの入力情報を取得するためにPygameライブラリのJoystickモジュールを利用した。操作履歴は60fpsで取得し、CSVに出力する。

実験に用いる聴覚刺激は、1998年式MAZDA NB6C Roadsterのシフト音を車内外からそれぞれ録音したものをミキシングした(図4)後、Audacityのイコライザで音声加工した(図5)。加工の際は、現行のMAZDA ND5RC Roadsterを参考に調整を行った。低回転域で発生するエンジン音は130-250Hzとされている[5]。エンジン音や排気音は自動車の音における主役であると考え、これらに大きく干渉しないように配慮した。125-4000Hzまでの低中帯域の帯域減衰をA特性音圧レベルの125Hzを基準にして音圧を減衰させた。刺激呈示のタイミングは、シフトがニュートラルから各段に入る際に与えるようにする。

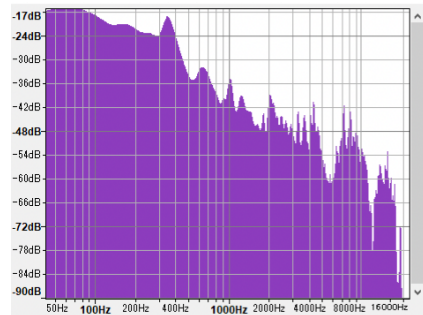


図4 加工前の刺激

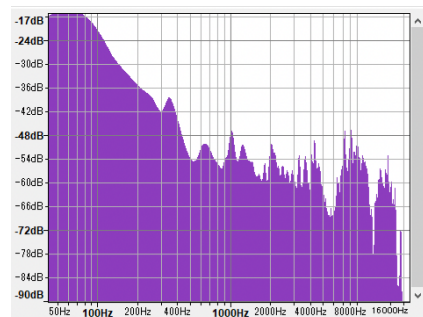


図5 加工後の刺激

心拍計測に関しては、伊藤ら[8]によると、心電図(ECG)波形でのピークであるR波間(RRI)の平均値、標準偏差と平均値の比をHRV解析によって導出した値がわくわく感を測る指標として有用であるとしていることから、RRIから算出され、簡易に実装でき被験者にすぐに装着可能な心拍を採用した。Apple WatchではECGの計測も可能であるが、実験当時は日本での利用が解禁されていなかった点と、腕を動かすことからノイズの懸念もあることから採用は見送った。

### 3.3 被験者の選定に関する予備実験

実験ではマニュアル操作が必要であるため、運転経験の無い被験者のデータを実験に使用して良いか確認するために予備実験を行った。昨今の状況により被験者を探すことが難しい中で、MT免許を持った被験者を探すのは厳しいと判断したことが実験の理由である。

実験条件として、聴覚刺激呈示なしを「音なし条件」、刺激呈示ありを「音あり条件」とした。実験は第一種普通自動車免許を取得している被験者と、無免許の被験者それぞれ1名に協力して頂いた。まず、それぞれ練習走行を行った後、音なし条件と音あり条件を順番に10分程度行った。実験後はアンケートを行った。アンケートは運転技能への自信、付与した変速音に対するストレスや違和感、変速時の手応え、刺激ありの変速回数が増加したかという質問を5件法で行った。以下は各被験者のシフト操作記録である

(図 6, 図 7). 尚, 図中の 0 はニュートラル, 10 はリバー  
ースとしている.

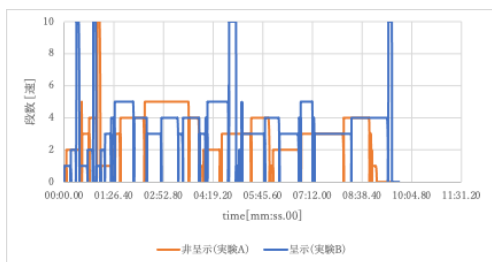


図 6 免許非所持被験者のシフト操作記録

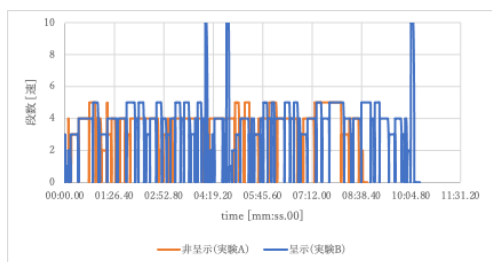


図 7 MT 免許所持被験者のシフト操作記録

免許非所持被験者の音なし条件でのシフト回数は 24 回,  
音あり条件では 30 回であった. MT 免許所持被験者は音な  
し条件は 38 回, 音あり条件では 61 回行った. 免許の有無  
に関しては, シフト回数に大きな差が生まれた. 免許非所  
持の被験者は変速せず AT に近い走り方であることが確認  
できる. 変速音に関しては, MT 免許非所持被験者は若干  
の不自然さは感じたものの, ストレスはなかったと回答を  
得た.

予備実験の結果から, 免許を取得していない被験者は変  
速操作をする余裕がなかったと考えられる. MT 免許所持  
被験者においても, 口頭で AT 車の運転は普段しているが  
MT 車はあまりしないと述べていたことと, 途中で 3 速発  
進をしているところから, 変速操作に慣れておらず, 後半  
で慣れたと考えられる. よって, MT 慣れしていない被験  
者では操作感覚の変化を確認する以前に, 運転操作そのも  
ので躓く可能性があることがわかった.

予備実験では, 音なし条件のあとに音あり条件を行った  
が, 慣れやバイアスがかかった可能性が考えられたため,  
本実験では実験順を変えて被験者にわからないようにする  
必要性があることを確認した.

### 3.4 実験概要

実験手続きは図 8 のように行った. 実験 1 と実験 2 にそ  
れぞれ音あり条件, 音なし条件を行うが, 実験順は被験者  
毎にランダムに変え, 被験者には伝えず実験を行った.

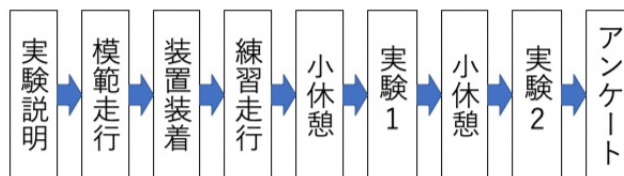


図 8 実験手順

まず, 被験者に実験説明を行った. 実験の際, 心拍計測  
のために Apple Watch を装着した. その後, ヘッドフォン  
を装着して実験を行った. 1 周およそ 1 分 10 秒前後のコ  
ースを筆頭著者がテスト走行して見せた後, 5 分程度の練  
習走行をしてもらった. その後音あり, 音なし条件でそれ  
ぞれ 5 周走行した. 実験ではタイムは気にしないようにし  
てもらい, 練習走行はコースアウト回数が 0 から 1 回程度  
を目標にして行った. 実験後アンケートを行った.

実験では, 計測した心拍数を元に危険率を  $\alpha=0.05$  とし  
て t-検定を行った.

また, 本実験ではクラッチ操作に伴ってアクセルワーク  
に変化があるかを確認するため, アクセルの操作履歴も記  
録した. アクセルは 1 フレーム毎に 0-100 %までの出力を  
60 fps で記録する. 記録した出力が 0 より大きい値の平均  
値を算出し, 比較することで運転効率の変化を確認する.

## 4. 結果

今回は 3 人の被験者と筆頭著者で実験を行った. 被験者  
には実験順に番号を割り当てた. 筆頭著者は最後に実験を  
行い, 偏った回答をする可能性があるため実験後のアンケ  
ートは行わなかった. 各被験者の結果を述べた後, 結果を  
まとめたものを表 1 に示す.

### 4.1 操作記録及び心拍計測結果

各被験者の結果を表 1 に示す. 2 列目の色がついた実験  
は, 実験 1 (最初に行った実験) である.

表 1 実験結果のまとめ

|       | 刺激 | 変速回数<br>[回] | アクセル平均<br>[%] | 心拍平均値   | 心拍有意差 |
|-------|----|-------------|---------------|---------|-------|
| 被験者 1 | なし | 34          | 59.380        | 音なし<音あり | 有意差なし |
|       | あり | 35          | 61.793        |         |       |
| 被験者 2 | なし | 85          | 85.057        | 音なし<音あり | 有意差あり |
|       | あり | 78          | 87.223        |         |       |
| 被験者 3 | なし | 52          | 65.279        | 音なし<音あり | 有意差あり |
|       | あり | 56          | 56.184        |         |       |
| 被験者 4 | なし | 94          | 83.677        | 音なし<音あり | 有意差なし |
|       | あり | 111         | 84.189        |         |       |

被験者 1 の本実験は音なし条件, 音あり条件の順で行っ

た。この被験者は予備実験に MT 免許所持被験者として参加した。心拍は音なし条件 (N=49) と音あり条件 (N=59) で、有意差は認められなかった ( $t(106) = 1.46, p = 0.14$ )。

被験者 2 は音なし条件、音あり条件の順で行った。心拍は音なし条件 (N=45) と音あり条件 (N=34) で、有意差が認められた ( $t(77) = 2.08, p = 0.04$ )。

被験者 3 は音あり条件、音なし条件の順で行った。心拍は、音なし条件 (N=63) と音あり条件 (N=72) で、有意差が認められた ( $t(133) = 6.86, p < 0.001$ )。

前述の通り被験者 4 は筆頭著者で行い、本実験は音あり条件、音なし条件の順で行った。心拍は、音なし条件 (N=49) と音あり条件 (N=49) で、有意差はなかった ( $t(96) = 0.12, p = 0.91$ )。

## 4.2 アンケート結果

実験後アンケートの結果を以下の表 2、表 3 に示す。質問 2 は、実験 1 と実験 2 ではどちらがシフト操作時の手応えがあったかという質問を行っており、全ての被験者が音あり条件の方がより「手応えがある」と回答した。

表 2 では、アンケートの 5 段階評価において、質問 1、3、5 は「ある」「感じた」側を 5 点とし、もう一方を 1 点としている。質問 4 は「感じなかった」を 5 点とした。

表 3 では、自由回答欄や口頭での回答内容を記載している。

表 2 各被験者のアンケート結果

|    |              | 被験者 1 | 被験者 2 | 被験者 3 |
|----|--------------|-------|-------|-------|
| Q1 | 運転技能         | 4     | 4     | 3     |
| Q2 | 手応えの大きさ      | 音あり   | 音あり   | 音あり   |
| Q3 | 手応えの程度       | 3     | 4     | 3     |
| Q4 | 音への違和感       | 5     | 2     | 5     |
| Q5 | 体感でのシフト回数の変化 | 3     | 4     | 2     |

表 3 自由欄及び口頭での回答

|       | 回答  |
|-------|---|
| 被験者 1 | 予備実験で慣れたのか、変速時の手応えはあまり感じなかった。   |
| 被験者 2 | 実験 2 では、シフトチェンジのフィードバックが強い分、力が入る傾向にあったと思う。<br>実験 1 では淡々と走る感じだった。                              |
| 被験者 3 | 運転に集中したので、そこまで 2 つに違いが感じられなかった。<br>車にあまり興味がなかったため、分からなかったのかもしれない。<br>黙々と走るなら実験 2 の方が良いかもしれない。 |

## 5. 考察

シフト操作記録からマニュアル操作への慣れが確認できるが、以降は被験者 2、4 をマニュアル操作慣れしていると思われる被験者 (Skilled Subject : SS)、被験者 1、3 をマニュアル慣れしていないと思われる被験者 (US) とする。

変速回数は、仮説に反して聴覚刺激の有無で変化があまりなかった。シフトタイミングも刺激の有無で変化が殆ど認められない。シフト回数に差が出なかった理由として、単機でサーキットを走行する場合に最適な変速があり、シフト回数とタイミングが固定されたことが原因として考えられる。

アクセルの出力をヒストグラムに出すと、SS と US で傾向に差が出た (図 9、図 10)。

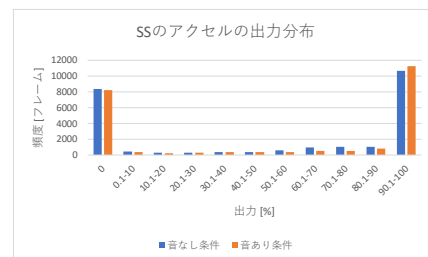


図 9 SS のアクセル操作の傾向 (被験者 2)

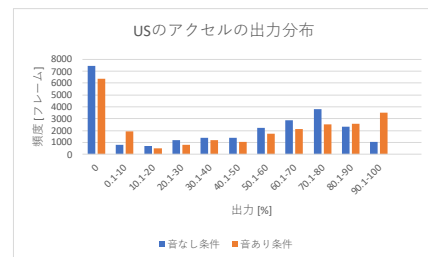


図 10 US のアクセル操作の傾向 (被験者 1)

SS は緩急をつけたアクセルワークをしている傾向にあることから、運転操作慣れを確認する手段としてアクセルの操作履歴を使える事が示唆された。

シフト回数同様、アクセルも大きな変化は見られなかったが、被験者 3 を除いて音あり実験の方が、1%程度出力向上が見られ、ヒストグラムにおいても高出力に寄っている傾向が確認できることから、より詳細な調査は必要にはなるが、操作感の向上に呼応するように被験者がアクセルを強く踏んだようになった事が考えられる。被験者 3 は、音あり条件を先に行ったため、慣れでアクセルワークが変化した可能性がある。

SS は、音あり条件で 5 速以上のギアに入っていた回数が 3 から 7 回多かった。Laguna Seca (図 3) では、5 速まで入るストレートは 2 区間あるが、操作感がユーザに高揚感を

与えた結果、アクセルワークの変化でストレートへの進入速度が上がったことが考えられる。

心拍数は、平均値は全ての被験者で音あり条件が音なし条件を上回る結果となった。被験者2,3は有意差が認められた。有意差が認められなかった被験者の特徴として、過去に聴覚刺激を長時間呈示されたことがある点が挙げられる。被験者1は、予備実験では手応えがあると回答した一方で、本実験では聴き慣れてしまって手応えがなかった可能性があるとして回答した。被験者3は、心拍数に有意差が認められたが、自由回答ではシフト音はあまり気にならなかった旨を述べている。これらのことから、生理指標として心拍を用いることはできると考えられるが、有意な差が出るかという点は更に実験を行い確認する必要がある。

刺激が気にならなかった理由として被験者3は口頭及び自由回答で自動車への興味について言及しており、自動車に興味のないユーザはシフト音を気にしないと述べていた。適切な被験者を探すことができなかつた点は大きく結果に影響したと考えられる。また、低周波数帯だけ大きい音圧の聴覚刺激は、聴き慣れやすく注意を引きにくい音になっていると考えられる[9]。

被験者2は、変速回数は音あり条件の方が少なかった一方で、変速を多く行った感覚や手応えがやや大きくなったとしており、フィードバックの強化によって力が入る傾向にあると回答していることから、聴覚刺激によってシフト操作の感覚が向上していることが確認できた。聴覚刺激によってシフターが与える抵抗感を想起したことが理由であると考えられる。これらのことから、運転過程における時間あたりの楽しさの密度は向上し、エンタテインメント性が向上したと言える。

## 6. 今後の展望

今回の課題として、前述の通り自動車に興味のある被験者を集める必要があることを確認した。また、実験ではシミュレータを用いてサーキット走行をしたが、シミュレータの経験が実験結果に影響していないかという懸念点が払拭されていないため、より適切な実験方法を考える必要がある。

サーキットは最適な速度と変速の関係があったため変速回数では評価不可能であったが、公道や公道に近い環境下で実験を行うと変速は任意のタイミングになるため、操作感の影響を確認することができると予想される。

心拍に関しては、デバイスがスリープした影響でデータが一部欠損するような計測をしてしまったため、より正確に計測するアプリケーションの作成を行う。

聴覚刺激に関しても、最適な刺激を作成したい。しかし、最適な音選びに関しては、解決が難しいと予想される。各自動車メーカーがオプションに採用しているシステムは、

吸気から音を出しているため低回転域では音が小さすぎ、高回転域では大きすぎる問題がある。パワーのない車でない限り、公道では基本的に低回転域しか使用しないため、値段を出して搭載したオプションが体感できないというのは、ユーザとしては残念である。しかし、長期的に使用すると予想される部分で誇張表現を行うことは、慣れを加速させてしまう可能性があるため無闇に行えない。個人差の問題もあるため、現状は音を調整式にすることが一番早い解決策であると考えられる。

## 7. まとめ

本研究では、聴覚刺激を用いて操作感を拡張させることでエンタテインメント性を向上可能か検討するため、ドライビングシミュレータ上で自動車の変速操作時に聴覚刺激を呈示する実験をした。

その結果、運転への興味や経験値のあるユーザはシフト操作時に受け取る感覚が大きい傾向にあることが示唆された。また、今回の実験で用いた聴覚刺激は聴き慣れの問題点があることを確認した。

今回は、聴覚刺激呈示でエンタテインメント性は拡張可能かという実験であったが、今後はより適切な被験者、刺激を用意した上で、実験内容を調整して操作感がもつエンタテインメント性の分析を行いたい。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 18K11608 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- 1) 和氣早苗,今井将太,西崎敦美,光本恵,長田典子: タッチパネル操作における操作反応音の有効性-視覚フィードバック有無の観点から-, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.19, No.1, pp.61-68 (2017).
- 2) 星貴之: 空中超音波触覚ディスプレイにおける刺激点移動時の騒音抑制法,TVRSJ, Vol.22, No.3, pp.293-300 (2017).
- 3) 柄沢未希子,梶本裕之: 超低周波音圧変化を用いた非接触型触覚提示,第24回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集 (2019).
- 4) 植井康介,中島武三志,菅野由弘: 触覚刺激によるMR環境下での疑似触覚の強化, 情報処理学会 インタラクション, pp.725-729 (2019).
- 5) 星野司,早川元雄,村中宏彰: 新型ロードスターのエンジン技術,マツダ技報, No.32, pp.124-127 (2015).
- 6) 寺田佳代: 馬術競技における人馬の動きと関係性,バイオメカニズム学会誌 Vol.42, No.3, pp.141-146 (2018).
- 7) Monterey County CA., “WeatherTech® Raceway LAGUNA SECA”,2021.  
<https://www.co.monterey.ca.us/government/government-links/weathertech-raceway/laguna-seca-recreation-area/track>
- 8) 伊藤弘大,原田圭裕,木代優,富山剛,中辻晴彦,館陽介,瀬戸洋紀,大倉典子: 生理指標を用いた車載機器の情報提示による「わくわく感」の評価-車外風景に関する事前情報付与の影響のHRV解析-,日本感性工学会論文誌[早期公開記事] (2017).
- 9) 溝口耕三,岡本健久,田中洪: 選択的注意から見た「慣れ」の測定法の研究, 日本音響学会会誌, Vol.55, No.5, pp.343-350 (1999).