

楽曲によるドライバの心理的影響に関する検討

寺島慎哉[†] 清原良三[†]

概要：漫然運転など危険な運転による事故が起きている。このような事故は運転者の感情と関係があり、感情は心拍数などの生体情報にあらわれると言われている。そこで、運転者の心拍数と音楽が持つテンポ（BPM）などの要素に着目した。本論文で提案する手法は心拍数の取得にウェアラブル端末を使用する。心拍数から運転者の感情が事故につながる恐れのある危険な状態であると判断した場合には適切な音楽を提供し、運転者の感情を安定させ、事故を予防する手法を提案する。

キーワード：事故, 運転者, ウェアラブル端末, 心拍数, 感情, 音楽, テンポ [**]

1. はじめに

居眠り運転やスピードの出しすぎによる事故が後を絶たない。これらの事故は運転者の感情に影響されていると言われている。自動車運送事業における事故統計[1]によると、平成18年から平成23年の間に発生した79件の事故のうち、過労が事故原因とされる重大事故は23件である。特に「居眠り運転（6件）」や「漫然運転（7件）」など運転者の注意不足が原因と考えられる事故が最も多い。また、ストレスなどが蓄積して起こった事故も6件発生している。警察庁が公表している交通事故の統計[2]においても過労運転による事故が増加していることが示されている。漫然運転についても減少傾向にあるが、依然として高い事故件数となっている。文献[3]では漫然運転を「心理的・生理的な要因によって注意散漫になった状態のこと」と定義しており、事故を引き起こす重大な危険要因であると述べている。

このことから、運転者の心理的な状態が事故に影響を与えているということである。そこで感情に大きな影響を与える要素である音楽に着目した。例えば、落ち着いた音楽でストレスの高い状態にある運転者を冷静にさせたり、元気の出る音楽で注意散漫な運転者を覚醒させるなど感情をコントロールすることができる。

多くの運転者はラジオやオーディオ機器を用いて車内で音楽を聴いている。また、ウェアラブル端末の普及により身体情報を容易に取得することができる。そこで、普段使用することのできるウェアラブル端末を使用して心拍数を取得し、運転者が危険な精神的状態にあれば適した音楽を聴かせることで安定な状態にできる可能性に着目した。

2. 音楽と心理

表1に音楽の3大要素[4]と各要素が与える印象を示す。この表で示したように音楽には様々な要素が含まれている[5]。また、この他にも調性、ダイナミクス、フレーズ、ベースライン、歌詞などがある。本研究では、テンポに着目して運転者に適切な音楽を選択する。

3. 感情・気分

心理学者である Robert Plutchik は感情を色立体的に考え

表1 音楽の要素

要素	印象と効果
メロディー 個人の想いや感情 音楽での高低の変化を伴う一連の音の連なり、風土や文化、個人の想いや感情	→ 音階 長音階⇄短音階 「陽気・活発・流麗・美しい・愛くるしい・温和」「陰気・悲しさ・荘重・勇敢・ワイルド・冷淡・恐怖感」 イ長調・ハ長調・ハ短調
ハーモニー 神経や感情のバランスの回復	→ 和音 安心感や安堵感
リズム 音量強⇄音量弱 (心身の動き音の強弱や遅い、速いといったテンポの変化により成り立つ)	→ 拍子 共感感情リズムと関連する弱拍の周期的パターン、身体の動きを引き出す。「1・2・3・ハイ」など心と体の準備や行動の開始に大きな意味を持つ。 テンポ 速い⇄遅い テンポは拍節の速さであり、曲のイメージ変化、心の動きや身体的活動・気分のコントロール・心の状態や、呼吸数、身体的活動の速さ、活発性。 音楽のテンポは、その音楽を聴く人自身のテンポ（心拍）に関係
歌詞 情動に対する影響	

[†]神奈川工科大学
[†]Kanagawa Institute of Technology

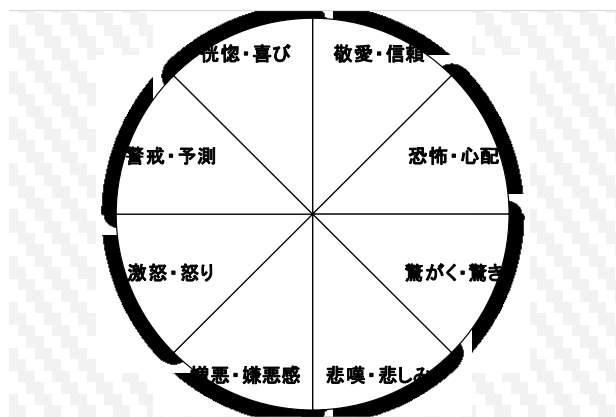


図1 プルチック理論

表2 感情一覧

種類 (プルチック理論)	感情 (ポジティブ・ネガティブ)
喜び・安らぎ	嬉しい 楽しい 幸せ 気持ちいい スッキリ満足 爽快 感動 感心 和む
信頼・敬愛	癒される 落ち着く ワクワク 興奮
心配・不安	癒される 高ぶる 懐かしい 好き 愛してる 恋してる 憧れる 尊敬 かわいそう 寂しい 悲しい 孤独 困る 戸惑う 辛い 萎える 心が痛む 憂鬱
驚き・動揺	だれる 苦しい 切ない 泣ける 呆れる 不愉快 イライラ 心配 心細い 不安怖い 不気味 躊躇 苦笑 息苦しい 悩ましい 萎縮 焦る 情けない 恥ずかしい 屈辱 飽きた 惨め ヘコむ がつかり 落胆 絶望 失望 後悔 悔しい 負い目 罪悪感 恨む 惜しむ 嫌い 見下す 憎む 嫉妬
悲しみ・感傷的	
嫌悪・嫌悪感	
怒り・激怒	
予測・関心	

ることができるように Plutchik (プルチック) 理論を提案した[6]。プルチック理論における感情一覧を図1に示す。これらの感情は音楽と深い関係があるとされており、音楽を聴いた感動が心拍数に表れるという報告もなされている[5]。このモデルでは8つの基本的な感情を組み合わせ、様々な感情を表現することができ、人工知能などに感情表現を持たせる研究などに利用されている。本研究ではプルチック理論の感情一覧を用いて検証を行う。また、表2に感情を表す言葉の一覧を示す[7]。

4. 感情と生体情報

人の心臓は、緊張すると鼓動が激しくなり、リラックスしている状態ではゆったりとしたテンポで鼓動する。心拍

のテンポには個人差があるが、精神的な部分と関係があるとされている。音楽リズムによる身体表現として「リトミック」と呼ばれるものがある[8]。これは「心拍がリズムやテンポの基礎である」という考えを支持し考案されたものである。

感情を測定する際に装着するセンサーは数多く存在し、「脳波」「サーモカメラによる体温」「心拍数」など様々な研究がされているが[9]、運転時に脳波計を装着するのは運転の邪魔になり、サーモカメラを取り付けるのは多額の費用を必要とするため、安価で手軽に装着することができ、運転時も邪魔にならないウェアラブル端末を使用する。本提案システムでは普段使用することのできるウェアラブル端末を使用して心拍数を取得する。

5. 関連研究

文献[10]では用意された曲を聴いた時に、曲の感情的性格を表すために66の表現語から被験者が言葉を選び出して調査をしている。また、演奏する楽器の変化から感じ取れる感情を調査しているため、クラシック以外の曲は実験が行なわれておらず、クラシック以外の曲については記されていない。文献[11]では音楽機器で作成した音楽を被験者に「シンプル」か「複雑」または「テンポが速い」か「テンポが遅い」曲を用意して再生し音楽聴取前と音楽聴取後の感情の「癒し」の効果に着目し、感情の変化を調査している。この研究では音楽のテンポが感情に影響されることがわかるが、心拍数との関係は調査されていないため、そのまま適用することはできない。

文献[12]ではBGMが時間評価に及ぼす効果について調査している。実験では血圧、心拍数、体温を測定しており、フリー音楽ソフトで作成した1分間のピアノ曲を使用しエアロバイク運動をした後、曲中もしくはストップウォッチを停止した跡に風船を割ると教示し心拍数操作を行い、心拍数の変化が確認されたときに曲を聴いてもらい、心拍数が聴覚的時間評価に及ぼす影響について調査をしている。心拍操作なしとありの場合の算出時間の変化を調べている。体温の低さにより時間を過小評価し、体温が上昇していると過大評価することが調査された。体温・心拍数・音楽・心拍操作を元に調査しており、心拍数と音楽の関係を直接調べたものではない。

[13]の音楽の繰り返し聴取が快感情に及ぼす影響を調べた研究では、音楽を繰り返し聴くことによってその音楽についての印象(快感情)が高まっていくものと減少していくものがある。また、その効果についての検証も行われている。検証した結果、快感情は繰り返し聴取の影響を受ける。一方で初期状態でリズムパターンの冗長性が低く不確定性が過度であったと考えられるものでは、繰り返し聴くことで明らかに快感情が増加している。その一方、ハーモニーの典型性について操作したものでは、比較的長く初期状態の快感情の水準をそれぞれ維持していることがわかった。文献[14]の異なる動作速度が遂行時の快感情に及ぼす影

響では、個人における固有の快適な動作速度が存在される
として実験を行った。結果では、遅さ・速さのそれぞれに
対して快い速度と不快な速度に分類され、「せかせか（不快
な速さ）」「軽快（快い速さ）」「ゆっくり（快い遅さ）」
「のろのろ（不快な遅さ）」の4 因子が得られた。小筋動作
課題の遂行数に有意差が認められ、速度の速い順から、「せ
かせか」「軽快」「ゆっくり」「のろのろ」となり、Preferred
Pace（個人における固有の快適な動作速度）は「軽快」と
「ゆっくり」の間に位置した。「せかせか」速度の遂行時に
難易度は高く、快感情は低くなった。個人が持つ Preferred
Pace の遅速の影響は「ゆっくり」速度遂行時に認められ、
Preferred Pace の遅い人は速い人よりも快感情評価が有
意に低かったことがわかった。

文献[15]の「音楽の好みと曲が情動反応に及ぼす影響」
では、音楽の情動反応に及ぼす影響を曲想と好みの2つの
観点から比較検討することを目的とし、覚醒的あるいは鎮
静的であると評価された音楽に対する好みによって被験者
を分類することで、曲想と好みの統制を行った。結果では、
“好き”な音楽を比較する必要があるとしている。また、
今回抽出された2種類の快感情から、わくわくしたいとき
の爽快感を高めるような音楽の選択と、落ち着きたいとき
のリラックスを高めるような音楽の選択が異なることが予
想される。このような被験者の感情状態の違いで被験者が
選択する好みの音楽について検討し、さらにそのような聴
取時の気分の違いが音楽聴取時の情動反応に及ぼす影響に
ついての検討も望まれるとしている。

6. 提案システム

図4に提案手法の概要を示す。ウェアラブル端末に搭載
されている心拍センサーを使用し、心拍数を取得する。ウ
ェアラブル端末から取得したデータをスマートフォン側に
送信することで、スマートフォン側で運転者の心拍数を処
理する。

また、運転者が曲の変更を行うのは危険であるため、心
拍数を元にシステムが自動的に音楽を提供する手法を提案
する。心拍数を取得する方法として、頭に装置をつける場
合は運転の邪魔になり、指で測る装置の場合ではハンドル
操作の邪魔になってしまうため不便である。スマートフォ
ンを直接持つ場合においても法律や安全面において適して
いないといえる。そこで、使用できる時間が長く、運転時
に取り外しなどの手間が発生しないことから、ウェアラブル
端末を用いる。

ウェアラブル端末で取得した心拍数はBluetooth通信を
使用してスマートフォンに送信する。スマートフォンでは
ウェアラブル端末から取得した心拍数を元に分析を行い、
注意散漫な状況であるかなどの感情を測定する。心拍数
が高く、イライラしていると判断した場合には心拍数より
テンポ（BPM）の低い音楽を提供する。心拍数が低く、注
意散漫な状況下にあると判断した場合は、心拍数のテンポ
より早いテンポの音楽を提供する。これにより運転者の感
情を安定させ、事故の予防を行う。今回は運転者の状態を心拍

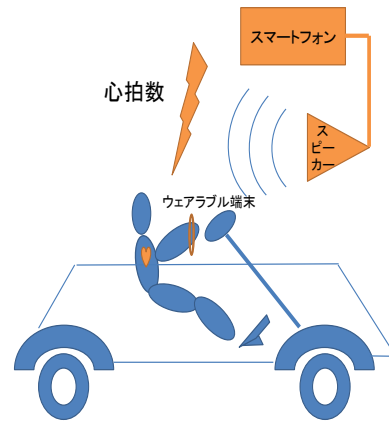


図2 シミュレーション図

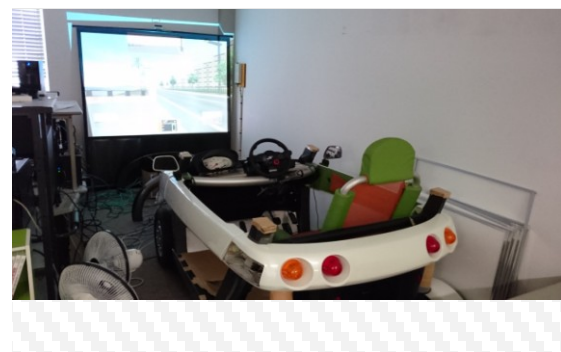


図3 ドライビングシミュレータ

数で判断し、音楽のテンポによって運転者の感情が変化す
るといった効果を検証している。

しかし、音楽にはいくつもの要素があり、音楽のテンポ
であるBPM以外にも感情に影響を与える要素がある。音楽
の好みも個人に差がある。そこでシステムにおいて運転時
音楽を提供して実際に心拍数が上昇した曲、減少した曲を
機械に学習させる。

7. 実験評価方法

ウェアラブル端末を装着し、運転者の心拍数を取得する。
安全性の理由から実車による実験ではなく、図2、図3に
示すようなドライビングシミュレータを使用し、市街地を
想定して行う。運転者に聴かせる音楽はいつも聴いている
アーティスト5組の曲を使用する。ドライビングシミュレ
ータに慣れるために数分運転してもらい、運転者の心拍数
の平常値を求める。

音楽の選択は曲終了時に行い、その時点の心拍数が平常
値の範囲から超えてしまっている場合は興奮した危険な状
態と判定し、心拍数を下げる音楽（音楽のテンポ<心拍数）
を運転者に聴かせる。そして心拍数が平常値に戻った場合
は平常値付近の音楽を提供し心拍数の維持を行う。運転者
の心拍数が平常値に戻らなかった場合はそのまま心拍数を
下げる音楽（音楽のテンポ<心拍数）を運転者に提供する。
反対に、運転者の心拍数が平常値より下の場合、考え事
をして危険な状態と判断し、心拍数を上昇させる音楽（音楽

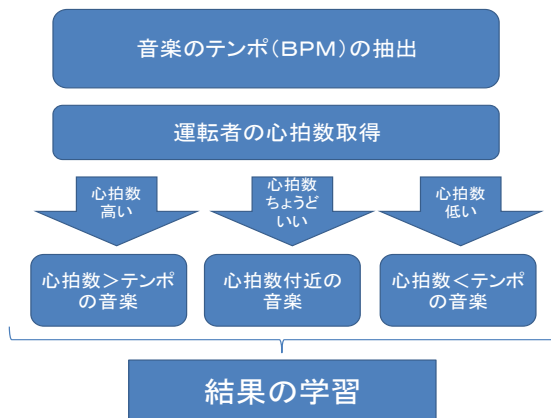


図4 システムの概要

音楽を聴いて	弱い ↔ 強い	
喜び・安らぎ		悲しみ・感傷的
信頼・敬愛		嫌悪・嫌悪感
心配・不安		怒り・激怒
驚き・動揺		予測・関心

図5 アンケート

のテンポ>心拍数)を運転者に提供し、心拍数の上昇を促すよう行う。

感情を調べる方法として図5のアンケートを作成した。プルチック理論で8種類に分けられた中から音楽を聴取後、どのように感情が変化したか調べる。

8. まとめと今後の課題

心拍数と感情には深い関わりがあることが関連研究の調査によりわかった。心拍数が高いと興奮状態であることが多く、心拍数が低いと注意散漫であることが多い。また、音楽が様々な効果を持つこともわかった。本研究では心拍数から運転者の感情を推測し、感情に応じた音楽を聴かせることで運転者の感情を安定させ、事故を予防することを目的とした手法を提案した。しかし、音楽にはテンポ以外にも感情に影響を与える要素がいくつもある。また、ユーザの好みには個人差がありユーザに合わせた音楽提供を行うことは難しい。そのため各ユーザの心拍数と音楽提供の関係を学習する機能を追加する。

参考文献

[1] 自動車運送事業に係る交通事故要因分析検討会報告書 (平成24年度) 国土交通省
 [2] 警察庁 交通事故統計9月 (平成28年度)
 [3] M Regan et al :Defining driver distraction,in Driver Distraction: Theory,Effects,and Mitigation.CRC,ch4.p42-54(2008)

[4]音楽の要素

http://www.geocities.jp/zizi_yama60/mug/MUSIC-Yoso.html

[5]堀田 晴子 被験者の心拍数に応じたテンポによる音楽聴取時の心拍変動について—臨床児湯郁心理学研究 2007.3vol.33 No.1

[6]Robert Plutchik, "Emotion-A Psycho-evolutionary Synthesis",Harper,Row,1980.

[7]感情一覧 (ポジティブ・ネガティブ)

<http://posuposu.com/archives/2987.html>

[8]佐伯雄一 (訳)・日野原重明 (監修) 1999「モーツアルトで癒す」日本文芸社

[9]山越 健弘 「差分顔面皮膚放射温度を用いた運転ストレス評価の試み—短調運転ストレス負荷による基礎検討—」生体医工学 48(2) : 163-174,2010

[10]大串健吾 音楽と感情,バイオメカニズム学会誌 vol30.No1(2006)

[11]内藤 正智 音楽聴取後の感情変化についての研究—テンポとメロディーと曲に対する好みと感情尺度と癒し感情に与える影響—

[12]松田 憲,堀江 悠美,一川 誠 BGM 聴取時の心拍数・体温・血圧が時間評価に及ぼす影響 2011年度日本認知科学会第28回大会

[13]柳原彩子 音楽の繰り返し聴取が快感に及ぼす影響—リズムパターンの冗長性とハーモニーの典型性 Japanese Journal of Educational Psychology,1996,44,92-101

[14]成瀬 九美 「異なる動作速度が遂行時の快感に及ぼす影響」Japan Society of Physiological Anthropology 日本生理人類学会誌 Vo1. 10, 4, 2005年11月

[15] 諸木 陽子 音楽の好みと曲が情動反応に及ぼす影響—広島大学総合科学部IV理系編,第22巻,153-163,1996年12月