

積極的快適環境下における運転作業時の心身特性

Psychophysiological Features on a Driving Task
under the Positive Comfortable Conditions.井口弘和†
Hirokazu Iguchi

1. まえがき

長時間の精神作業は、作業へのストレスが強く、作業成績を低下させる。特に自動車の運転作業においては、ドライバーのストレスは事故の原因にもなるため重大である。自動車の運転作業においては、走行ルートの確認と行動の判断、周辺環境の監視および走行ルートに沿った絶え間ない制御などの特徴があるため、精神的負担が強く、疲労を起しやすいため、危険防止の観点から、できる限りストレスを軽減することのできる作業環境が望まれる。従来、ストレスと運転作業に関しては、覚醒度の低下の検出や、リラクゼーションを目的とした温度安定化、香り付加、振動低減などの消極的な快適性に関わるものが数多く研究されて来ている。快適な運転環境は、静かな状態よりも楽しさが助長される積極的な環境が望ましいため、今回、運転作業に適した積極的な快適環境について検討した。

2. 目的

楽しさを演出する刺激として、作業に馴染みやすい音楽素材をBGM(背景音楽)として聴きながら運転作業を行った時の、作業成績と心理および生理状態との変化を比較する。音楽により誘起される人間特性を明らかにし、積極的に快適な状態が得られる運転環境刺激としての適性を検討する。

3. 方法

統制された実験室環境(暗室、空調 25℃、約 50%湿度)を用いて、以下に示す音楽刺激条件を提示しながらハンドルとペダルを用いたTVゲームによる簡易DS(ドライビング・シミュレータ)で運転模擬作業を行った。被験者は8名(男性6名、女性2名、平均年齢 21±0.8歳)。

(1) 音楽刺激条件

各被験者の好みの「元気になる」楽曲(BrandNewSunset, 木漏れ日の路地, PopRock&Coke, ミュージックアワー, リライトなど)と「寛げる」楽曲(恋歌, InComfort, 風車, ScarTissue, ひまわりなど)をそれぞれ活性音楽、鎮静音楽として、1曲ずつ自由に選択した市販CDを用いたステレオCDプレーヤ(321GSII:BOSE)を用いて約68dbの音量に調節して、被験者の左背側に置かれたウーハーと左右前方1mに置かれた2つのスピーカから再生して聴音させた。

コントロール条件としては、走行時の暗騒音として、

実車走行中の車室内音を1分間サンプリングした音源をCDに録音したものを繰り返し再生して聴かせた。

(2) 刺激提示スケジュール

一人の被験者に対する1回の実験は、鎮静音楽、活性音楽、走行音のそれぞれ2回ずつをランダム順にて提示する。各素材を5分間聴取した直後に印象評定のアンケートを約1分間で実施した。実験時間は、一回あたり約40分で、昼食後の午後1時~6時の時間帯で実施した。

(3) 計測項目

運転作業中の心理状態は問診票により計測した。質問項目は、刺激素材そのものの印象と被験者を取り巻く環境に対する印象6項目と、被験者自身の状態を表現する印象に関わる8項目を選んだ。各項目は対比スケールを5段階で評定(5検法)した。

生理状態は、中枢機能を示す脳波1ch(国際10-20法におけるC3, アクティブプロ製EEG計)、自律神経機能を示す心電図、呼吸、左手掌温、血圧をテレメータ計測装置(WEB-5500:日本光電)、ポータブル血圧計(オムロン)を用いて運転作業中の各5分間を計測した。

作業成績については、道路中心からの外れ量と前方車両のブレーキ点灯への応答時間を計測した。

(4) 解析方法

実験で得られた計測値の解析は、以下の方法を用いた。心電図は、R波の頂点潜時を微分係数の変化から求めた。CVRRはR-R区間の時間の標準偏差値を平均値で除算して求めた。呼吸数は呼吸波形の極小変曲点の数を計数し、呼吸幅は、変曲点区間内の最大電圧デジタル値と最小デジタル値の差として求めた。

脳波は、2kHzのサンプリング周期でデジタル化したデータを、移動平均にて100Hzサンプリング波形に変換した後、手判読法であるSCALE法¹⁾を用いて、β波は13Hz~30Hz、α波は、8Hz~13Hzの10秒毎の出現率(%time)を計算し、各5分間の平均値と標準偏差を求めた。

また、計測値間の有意差は、心理量と共にSPSS統計ソフトを用いて分散分析を行った。なお、被験者毎に対応のある変化量として、計測区間の初期1分間と後期1分間(4分目から終了まで)の差分を検定した。

4. 結果

実験で採取されたデータ(N=45×3)から条件毎に整理して得られた特徴を以下に述べる。

(1) 素材評価の特徴

全被験者による素材の印象評価の結果を、図1に示す。音楽素材の印象は、活性音楽は、派手な、陽気な、リズムミカルの評価が高いことの有意差が認められ、鎮静音楽

†中京大学 生命システム工学部, Chukyo University

は、美しい、ハーモニーが良い、好きの評価が高い傾向が見られる。FFT解析による周波数分布の特徴では、鎮静音楽は低周波域(400Hz以下)と高周波域(12.8KHz以上)での偏差が多く、パワー値の時間変化があり、活性音楽は中間周波数の偏差量が多く、広範なパワー値分布で安定した時間変化を示す傾向にあった。

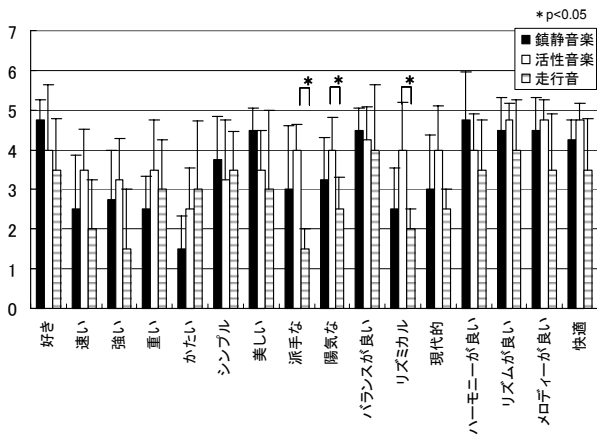


図1. 音楽素材の印象評価結果

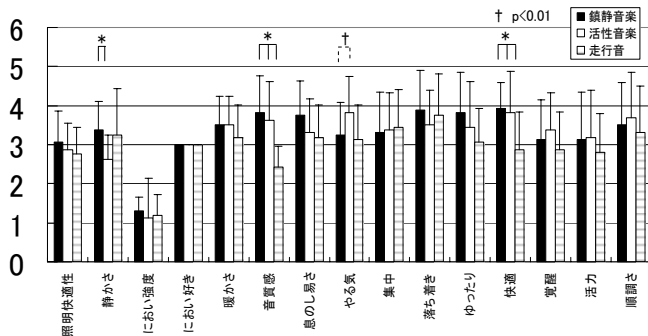


図2. 音楽刺激下でのDS作業後の印象評価

(2) 心理評価の特徴

楽曲は、「音質感」と「快適」が走行音に比べて評価点が有意に高く、楽曲の種別の特徴として、鎮静音楽は活性音楽に比べて、「静かさ」が高く、活性音楽は鎮静音楽に比べて、「やる気」が高い傾向にあった(図2)。

(3) 生理変化の特徴

鎮静音楽におけるα波出現率は、走行音時に比して有意な減少が認められた(図3)。AI指標は活性音楽と走行音の水準より高い傾向、呼吸数は走行音より多く、呼吸幅は低下、心拍数は微減(図4)、心拍変動は減少、手掌温度は増加の傾向が見られた。活性音楽においては、最高・最低血圧の上昇、呼吸幅の減少、手掌温度の変化少の傾向が見られた。

(4) DS作業成績の特徴

音楽条件による走行位置の偏差量の差異はほとんど見られず、反応時間において、鎮静音楽で短縮し、活性音楽で長くなる傾向が見られた(図5)。

5. 考察

好みの音楽が運転作業に及ぼす影響として、鎮静音楽では静かさを感じて心拍数が落ち着き、覚醒度も向上する傾向が見られ、運転作業における反応時間の短縮傾向から注意力を向上する効果が期待される。活性音楽では、緊張状態の維持が示唆されるが、やる気の高まりなどの心理状態の作用が顕著であった。この結果から、運転作業時における好みの音楽聴取には、ストレス軽減に止まらない選択的な作用のあることが示唆された。

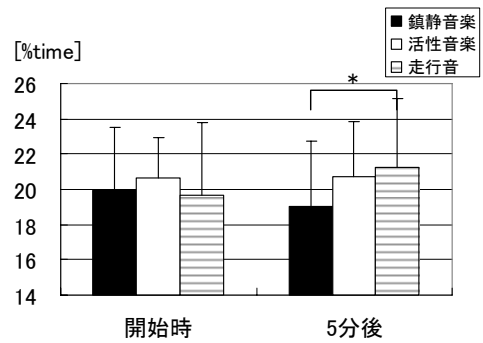


図3. DS作業時の脳波α波出現率の変化

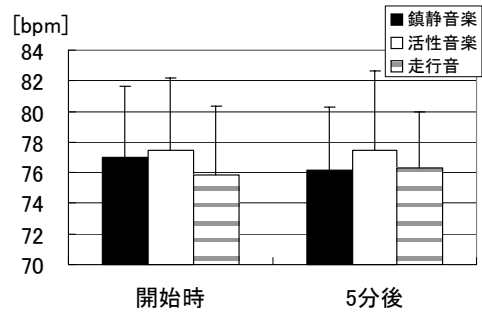


図4. DS作業時の心拍数変化

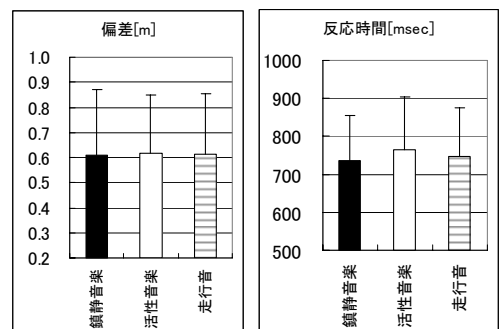


図5. 作業成績(偏差, 反応時間)の結果

参考文献

1) 井口, 石井, 長時間単調作業時における脳波変化の特徴抽出, 信学論, D-II, Vol.J79-D-II, No.1, pp.123-127, 1996.