

VRシステムを用いた道路交通騒音の感性解析に関する研究

中央大学 学生員 ○ 杉野 麻沙美
中央大学大学院 学生員 江嶋 孝
中央大学 正会員 檜山 和男

1. はじめに

騒音とは、人が不快と感じる音のことを指し、社会問題として重要視されている。住民への騒音の影響に関する調査は、アンケートによるものがほとんどである。一方、近年では脳波計などを用いた感性解析¹⁾が広く行われるようになってきている。筆者らはVR技術に基づく道路交通騒音評価システム²⁾³⁾を用いて、騒音の感性解析に関する研究を行ってきた⁴⁾⁵⁾。

本論文では、複数台の自動車およびバイクが走行する場合の騒音シミュレーションをVR空間上で行い、脳波の測定を行った。そして、その結果を用いて感性スペクトル解析を用い、自動車とバイクの騒音の音色の違いが感性に及ぼす影響評価を行った。また、アンケート調査との相関性の比較・検討を行った。

2. 測定方法

(1) 脳波と測定装置

脳波とは、脳内の神経細胞同士の活動を電氣的に反映させたものである。脳波は周波数によってδ波(0.5~3 Hz)、θ波(4~7 Hz)、α波(8~13 Hz)、β波(13~20 Hz)...と分類することができ、一般に脳が盛んに活動しているときは低振幅脳波がみられ、β波成分が中心となる。

本研究では、武者ら¹⁾が開発した感性スペクトル解析装置 ESA-16Basic (図-1)を用いて測定を行った。感性スペクトル解析とは、人間の心理状態を4種の心理状態(喜・怒・哀・楽)に分割し、数値化する解析のことである。本論文では、4種の心理状態のうち怒りを示す怒り/ストレス値に着目し、心理的評価を行った。

(2) 道路交通騒音システム

本研究では、道路交通騒音を用いて人々のストレス指標を評価するために、筆者ら²⁾³⁾が開発したVR技術に基づく道路交通騒音評価システムを利用した。このシステムは、騒音レベルを幾何学音響理論に基づくモデルにより計算し、その結果を図-2に示すVR空間内にCGによる立体映像(可視化)と立体音響(可聴化)の両方を用いて提示するものである。計算条件としては、自動車の車種(普通自動車、小型貨物車、中型車、大型車、バイク)、走行速度、道路の舗装の種類と経過年数の設定変更が可能となっている。

3. 実験概要

実験には、上記に示す道路交通騒音評価システムと感性スペクトル解析装置を用いて、道路交通騒音が脳に与える影響の評価を行う。道路条件は、長さ200mの排水性舗装直線道路とし、舗装施工後経過年数10年とした。走行条

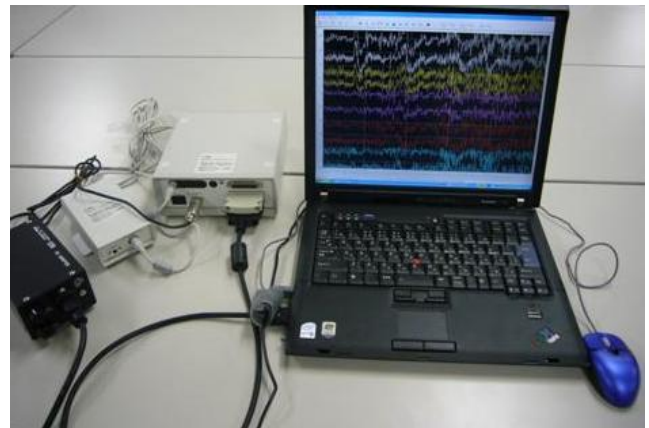


図-1 感性スペクトル解析装置 ESA-16Basic



図-2 実験風景

件は、走行速度を100km/h、車種を普通自動車とバイクとし、11台の普通自動車もしくはバイクが一定の間隔で走行する。実験は普通自動車、バイクの順で1回のみ行い、走行時間はそれぞれ約47秒間であり、自動車とバイクでの測定の間には30秒間の休憩を設けた。本実験では自動車とバイクの騒音の音色の違いによる怒り/ストレス値の変化を比較するため、普通自動車とバイクの最大音圧レベルは音響装置を調節して一致させて実施した。また、VR空間上での被験者の位置は道路の中心線から水平距離10mである。被験者には閉眼状態で、聴覚刺激による怒り/ストレス値を測定した。今回の被験者は21~25歳の男女7名で、被験者全員に自動車とバイクでの2種類の測定条件で実験を行った。実験の様子を図-2に示す。また、測定後には被験者に対してアンケート調査を行った。

KeyWords: 脳波, 感性スペクトル解析, 騒音, パーチャルリアリティ

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1815 E-mail d30112@educ.kc.chuo-u.ac.jp

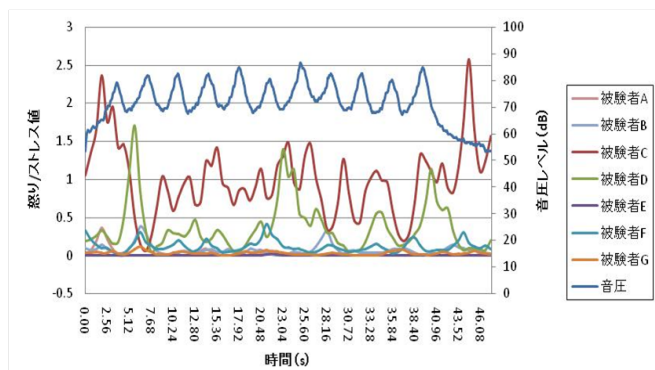


図-3 自動車走行時における怒り/ストレス値

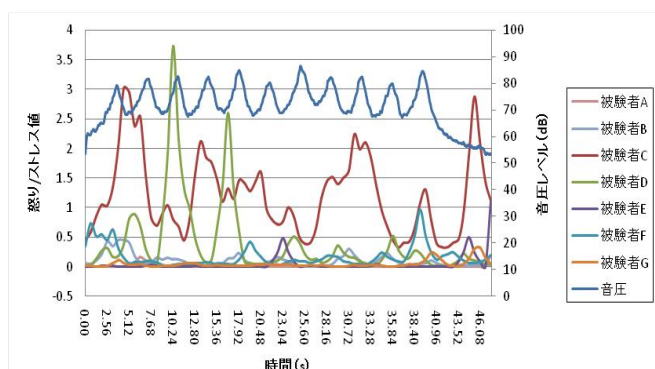


図-4 バイク走行時における怒り/ストレス値

4. 結果の比較・検討

(1) 音色の違いによる怒り/ストレス値の比較

自動車走行時とバイク走行時に測定した怒り/ストレス値を比較する。

図-3に普通自動車走行時における被験者ごとの怒り/ストレス値のグラフを、図-4にバイク走行時における被験者ごとの怒り/ストレス値のグラフを示す。これらから怒り/ストレス値に個人差があることが確認でき、自動車の場合と比較してバイクの場合のほうが怒り/ストレス値が大きいことが示された。また、表-1に被験者ごとの怒り/ストレス値の平均値を示す。表より、怒り/ストレス値の平均値を被験者ごとに比較してみると、6名の被験者が自動車の場合よりバイクの場合のほうが怒り/ストレス値が大きいことが確認できた。

以上より、この例題では2車種間で音圧レベルを同一にしているので、自動車よりもバイクの音色にストレスを感じやすいといえる。

(2) アンケート調査による怒り/ストレス値の比較

次に、アンケート調査と感性スペクトル解析による怒り/ストレス値の相関性を検討した。測定後に行ったアンケート調査では、自動車とバイクの騒音のうちどちらがより不快に感じたかを被験者に回答させた。表-2に被験者ごとのアンケート調査の結果を示す。この表より、自動車の騒音を不快に感じたという回答した被験者が2名、バイクの騒音を不快に感じたという回答した被験者が5名であった。

表-1 被験者ごとの怒り/ストレス値の平均値

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D
自動車	0.0200	0.0736	0.9989	0.3696
バイク	0.0098	0.1039	1.2025	0.3953
	被験者 E	被験者 F	被験者 G	平均
自動車	0.0011	0.1214	0.0315	0.2309
バイク	0.0500	0.1705	0.0461	0.2826

表-2 被験者ごとのアンケート調査による結果

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D
自動車	不快	不快		
バイク			不快	不快
	被験者 E	被験者 F	被験者 G	
自動車				
バイク	不快	不快	不快	

また、表-1と比較すると、被験者B以外の被験者6名がアンケート調査で自分が不快に感じた騒音と感性スペクトル解析による怒り/ストレス値が大きい騒音が一致している。

以上より、アンケート調査と感性スペクトル解析には相関性があることが示された。

5. おわりに

本研究では、VR技術に基づく道路交通騒音システムを用いて騒音が人の感性に与える影響をアンケート調査と感性スペクトル解析を用いて比較・検討した。具体的には、自動車とバイクの騒音の音色の違いが感性に及ぼす影響評価を行った。その結果、以下の結論を得た。

- 感性スペクトル解析の結果から、自動車の音色よりバイクの音色にストレスを感じやすいことが確認できた。
- アンケート調査と感性スペクトル解析の結果から、両者には相関性があることが示された。

今後はさらに検討を行うため、被験者を増加するとともに、被験者が閉眼状態での測定を行い、道路交通騒音による心理的影響を評価していく予定である。

参考文献

- 1) 武者利光：人が快・不快を感じる理由，河出書房新社，1999。
- 2) 田近伸二，櫻山和男，志村正幸：VR技術を用いた対話型道路交通騒音評価システムの構築，応用力学論文集，土木学会，Vol.13，pp231-240，2010。
- 3) 谷川将規，守屋陽平，江嶋孝，櫻山和男，志村正幸：VR技術を利用した道路交通騒音評価システムの立体音響化と現実感向上に関する研究，土木学会論文集 A2 特集号（応用力学論文集），Vol.16，I-155-162，2013。
- 4) 加瀬美佳：感性スペクトル解析を用いたVR空間における道路交通騒音評価に関する研究，土木学会関東支部 第38回技術研究発表，2010。
- 5) 高橋歩：VR環境における道路交通騒音の脳への影響評価に関する研究，土木学会関東支部 第39回技術研究発表，2011。