

VR 環境において再現された道路交通騒音の心理的影響評価

中央大学 学生員 ○ 加瀬 美佳
中央大学大学院 学生員 柴田 啓輔
中央大学 正会員 檜山 和男

1. はじめに

都市において騒音は非常に重要な環境問題の一つである。騒音は「望ましくない音、人が不快と感じる音」のことであり、それ自体非常に主観的なものである。よって騒音を評価するには物理学的測定のみでなく心理学的測定が必要である¹⁾。また、その心理学的測定を屋外における実地で行うことは、常に測定条件が変化するため一定の条件での測定を行うことができないため、非常に困難である。

そこで、本研究では VR 技術を利用した道路交通騒音システムを用いて VR 空間内に再現された実地地形の下、視覚情報と聴覚情報の提示を行い、感性スペクトル解析装置を用い道路交通騒音によって与えられる感性を定量的に評価することを目標とした。

2. 実験装置

(1) 脳波

脳波とは、脳の活動を電氣的に反映させたものであり、本研究では、脳波は電位差を用いて測定を行うものとする。図 - 1 は、本研究で用いたヘルメットの電極配置図である。これは、国際 10/20 電極配置法による脳波電極配置図に基づいており、11 箇所の電極と、基準用電極部を有するものである。これらにより θ 波 (5~8 Hz)、 α 波 (8~13 Hz)、 β 波 (13~20 Hz) の各周波数帯域の計測を行うことができる。

(2) 感性スペクトル解析と装置

感性スペクトル解析 (ESA) を行うには、まず前述した頭皮上各電極位置で電位の合成された信号を検出する。その後、得られた任意の 2 つの電極で検出される脳波波形データを周波数帯域 (α , β , θ) ごとに分割し相互相関係数を求めることで、喜・怒・哀・楽の成分を得ることができる。

感性評価の手法として感性スペクトルを用いる利点としては、アンケートやグループインタビュー等に代表されるような、被験者の主観的判断に基づいた評価よりも感性を正確に定量化することが可能であることが挙げられる。また、他の脳内可視化測定機器に比べると、人体への影響が少なく、場所、時間等の制約を気にせず、安価に、簡便に測定を行うことができる。

本研究では武者ら²⁾が開発した感性スペクトル解析基礎システム ESA - 16Basic (図 - 2) を用いて実験を行った。本装置を用いることによって、ストレス/怒り (N1)、悲しみ (N2)、喜び (P1)、リラックス (R) の 4 種の感性要素についての定量的な解析を行い、その解析結果を時系列グラフとして取得することが可能である。

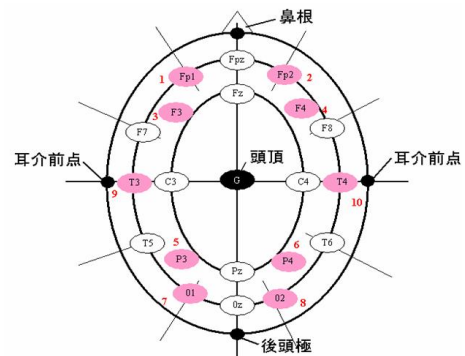


図 - 1 電極配置図

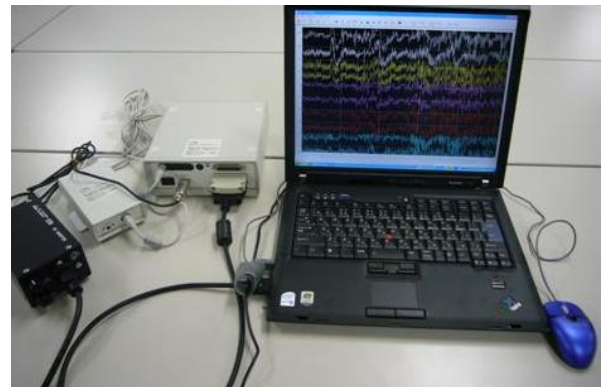


図 - 2 ESA-16Basic - 感性スペクトル解析装置

3. VR 環境

(1) VR システム

本研究では、没入型 VR システム HoloStage を用いて、VR 空間内に道路交通騒音を再現し、感性評価を行った。HoloStage は、3 面の大型平面スクリーンとそれぞれのスクリーンに対応した高性能プロジェクターによって構成されている (図 - 4)。VR 空間に没入した観察者はディスプレイ内に構築された空間を立体視することが可能であり、対象物を三次元的に、正確かつ直感的に把握することができる。また本装置は 7.1ch のスピーカーを有しているおり、映像とともに音を出力することが可能である。

(2) 道路交通騒音評価システム

本研究では、三次元空間での騒音を評価するために田近ら³⁾⁴⁾が開発した幾何音響理論 (ASJ RTN-Model2008: 日本音響学会) に基づく道路交通騒音評価システムを利用した。これは VR 空間内で道路交通騒音のシュミレーション及びその結果の可聴化を行い、道路周辺の CG 映像とともに聴覚情報を用いて騒音のシュミレーション結果を提示す

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 E-mail: d37105@educ.kc.chuo-u.ac.jp



図-3 被験者位置

るもので、聴覚情報及び視覚情報の両方を用いて、利用者に道路交通騒音のシミュレーション結果を音と映像を用いて提示することができるシステムである。

4. 実験概要

本研究では、VR空間を利用した道路交通騒音評価システムと感性スペクトル解析システムを用いて、脳波測定を行い道路交通騒音が人に与える心的影響を定量的に評価した。

実験条件として、道路条件は200mの排水性舗装直線道路、舗装施工後経過年数10年とし、交通条件として、車種は普通自動車、走行速度は100km/hとしてシミュレーションを実施した。そして、リアルタイムでCGアニメーション映像と再生された騒音を、VR空間内で水平距離5mの位置で被験者に提示し(図-3)、映像観察時の脳波について比較・検討を行った。本研究では、前述の条件の下で9名の被験者に測定を行った。図-4は実験風景を示したものである。

5. 結果の比較・検討

(1) 音圧レベルとの比較・検討

まず、自動車走行時の音圧レベルと脳波の解析結果を比較・検討した。図-5は音圧レベルと9人分の怒り/ストレス平均値を示したものである。これを見ると、音圧レベルの上昇に応じてストレスも多少の時間遅れを伴って上昇し、両者に一定の分布の一致が見られた。図-5より、怒り/ストレス値と音圧レベルの増減には強い相関性があることがわかる。

(2) 平静時との比較・検討

次に、自動車走行時と平静時の音圧レベル(実線)と怒り/ストレス平均値(棒グラフ)の比較・検討を行ったものを図-6に示す。この図より、両者にも一定の相関性があることがわかる。

6. おわりに

本研究では、感性スペクトル解析を用いて各種道路交通騒音に対する印象評価を行った。その結果、以下の成果を得た。

- VR空間内で道路交通騒音について脳波測定による感性評価を行った場合、騒音レベルと怒り/ストレス値の変化に強い相関性があることが分かった。

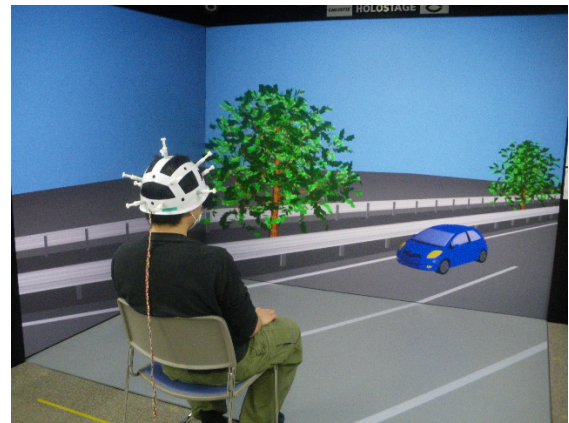


図-4 実験風景

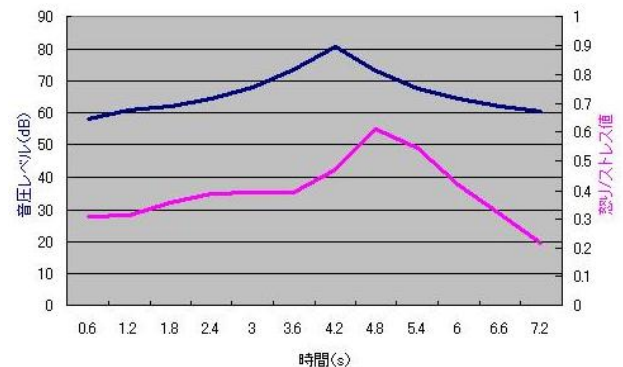


図-5 ユニットパターン - 怒り/ストレス値

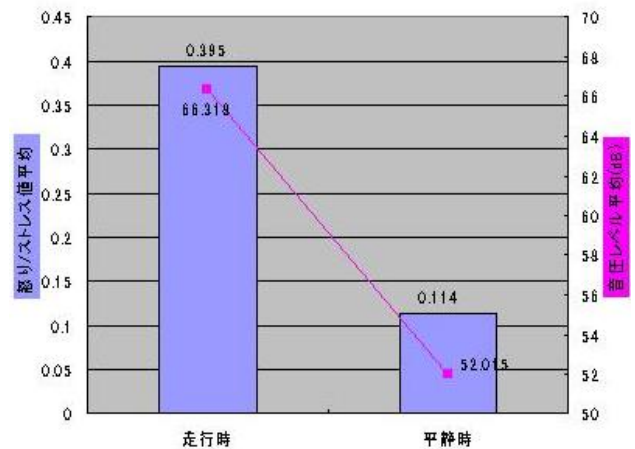


図-6 音圧レベル平均値 - 怒り/ストレス平均値

- 騒音レベル平均値と怒り/ストレス平均値は、走行時と平静時において相関性があることが分かった。

今後は、VR空間上での様々なシーン、特に夜間における感性評価などについても研究を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 近藤 暲 : 音と行動の科学, 同文書院, 1986
- 2) 武者利光 : 人が快・不快を感じる理由, 河出書房新社, 1999
- 3) 田近伸二, 柴田啓輔, 櫻山和男, 志村正幸 : VR技術を用いた体験型道路交通騒音評価システムの構築, 計算工学講演会論文集, Vol15, pp. 479-482, 2010
- 4) 田近伸二, 櫻山和男, 志村正幸 : VR技術を用いた体験型道路交通騒音評価システムの構築, 応用力学論文集, 土木工学会, Vol13, pp. 231-239, 2010