

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

中央大学 学生員 ○ 高橋 歩
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

近年、都市部における道路交通騒音問題が顕著となっている。著者らは、VR 技術に基づく道路騒音評価システムを用いて、騒音が脳波に与える影響評価に関する研究を行ってきた。しかし既往の研究¹⁾では被験者数が 9 人と非常に少なく、サンプル数としては十分でなかった。

本論文では、道路交通騒音が脳波に与える影響についてさらに詳細に検討するため被験者数を増やし、感性スペクトル解析に基づく怒り/ストレス値の数値について検討するとともに、脳の活動を α 波と β 波の分布から分析することを試みた。

2. 脳波の測定

(1) 脳波とは

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り、周波数が低い方から順に δ 波 (0.5 ~ 4Hz) θ 波 (4 ~ 8Hz) α 波 (8 ~ 13Hz) β 波 (13 ~ 30Hz) ... と分類される。一般的に、 α 波は健康な大人であれば目を閉じると後頭部に現れるといわれる²⁾。本論文では安静時に見られやすい α 波と、緊張や集中している時に見られやすい β 波に着目する³⁾。

(2) 脳波の測定方法

本論文では、感性スペクトル解析装置¹⁾および国際 10-20 電極配置法に基づいて 10 個の電極と 2 個の基準電極を配置した電極ヘルメット¹⁾を用いて脳波の測定を行い、怒り/ストレス値を算出する。怒り/ストレス値は被験者によって平均値や分散が異なるため、被験者ごとに怒り/ストレス平均値と、怒り/ストレス平均値に対する各怒り/ストレス値との差を算出し(この差を以降基準値と呼ぶ)、各被験者の基準値を全被験者で加算平均して統計処理を行う。こうした処理を行うことで、被験者による平均値や怒り/ストレスの感じやすさの違いを考慮することができる³⁾。以降の全被験者による結果については全て基準値で統計処理した数値で示すものとする。

3. 実験概要

実験には、柴田ら⁴⁾が開発した VR 空間における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。道路条件については長さ 200m の排水性舗装の直線道路、舗装施工後経過年数 10 年とし、走行条件については速度 100km/h、車種を普通自動車 1 台とする。被験者には VR 空間内の車体から水平距離 10m の位置において、リアルタイムで計算されている CG アニメーション映像と音を提示し、被験者

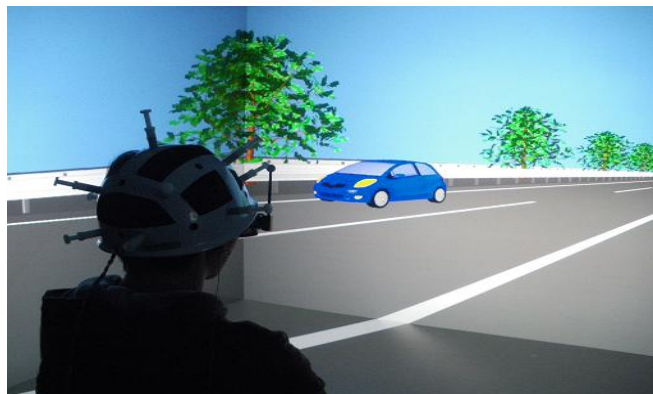


図-1 実験風景

が目を開けた状態と被験者が目を閉じた状態の 2 つの状態での脳波の測定を行う(図-1)。今回の被験者は 19 ~ 23 歳の男女 21 人である。また、実験時の個人の体調によって測定結果にわずかな変化が生じると考え、その影響を少なくするためこのうちの 4 人に関しては日を変えて同じ実験を行い、被験者 A が 4 日、被験者 B が 3 日、被験者 C と D が 2 日繰り返し測定した。

4. 結果の比較・検討

(1) 開眼・閉眼における怒り/ストレス値に関する検討

道路交通騒音の音圧レベルと測定した怒り/ストレス値を比較する。図-2 に音圧レベルと被験者 21 人の開眼状態・閉眼状態における怒り/ストレス値を平均化したグラフを、図-3 に開眼状態・閉眼状態における怒り/ストレス値の平均や分散等の各数値を示す。

まず図-2 のグラフによると、音圧レベルの上昇に対し、多少の遅れをとって開眼・閉眼状態の怒り/ストレス値が上昇することがわかる。また閉眼状態の怒り/ストレス値は実験開始時に開眼状態よりも高く、その後一旦下降し、音圧レベルの上昇とともに大きくなるという推移が見られた。図-3 の平均に着目すると、開眼状態と閉眼状態の平均値はほぼ 0.0 でわずかに閉眼状態の方が小さいが、最大値は開眼状態の怒り/ストレス値が閉眼状態の怒り/ストレス値に比べ高い。これは聴覚刺激のみを与えた測定よりも、聴覚刺激と視覚刺激の両方を与えた方が怒り/ストレスを高く感じる傾向にあるといえる。さらに分散に関しては開眼状態の方が閉眼状態に比べ大きく、バラツキがあることが示される。

(2) α 波・ β 波の分布に関する検討

この項では全被験者 21 人のうち複数回実験を行った被験者 4 人について、被験者の平均値や分散のバラツキを考慮

KeyWords: 脳波, 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: tkhsaym@gmail.com

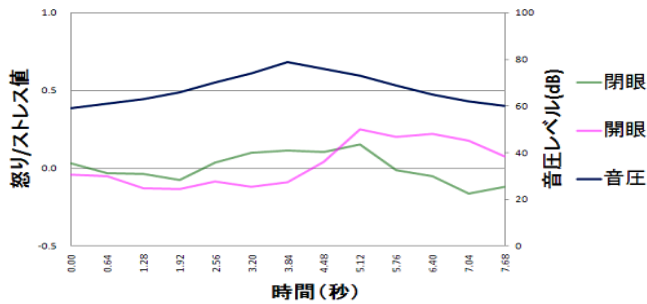


図-2 音圧レベルと怒り/ストレス値の推移

	平均	分散	最大値	最小値	最大値-最小値
開眼	0.0254	0.3901	0.2525	-0.1354	0.3879
閉眼	0.0043	0.2647	0.1534	-0.1620	0.3155

図-3 怒り/ストレス値の各種数値

してα波とβ波それぞれで各被験者の基準値を算出し、α波・β波の分布位置や音圧レベルとの関連性について検討を行う。閉眼状態におけるα波・β波分布を図-4、図-5に、開眼状態におけるα波・β波分布を図-6、図-7に示す。これらはVR空間において普通自動車1台が遠方から手前に走り去る間(図-1)のα波・β波分布を0.64秒ごとに区切って正面左から右へ時系列に並べたものであり、道路交通騒音が最大値を記録するのは3.84秒の時である。

まず閉眼状態について検討する。α波分布(図-4)では、被験者4人ともに頭の左右に偏りなく後頭部にα波が分布することが確認できる。β波分布(図-5)に着目すると、前述のα波分布とは対称的に、被験者B Dは右側一部、被験者A Cは左耳と右耳の付近どちらかでβ波が分布していることがわかる。また音圧レベルとの関連性を検討するため音圧レベルが最大付近の3.20~4.48秒の部分に着目したが、α波・β波分布ともに音圧レベルとの関連性は確認できなかった。

次に開眼状態について検討する。α波分布(図-6)では、被験者Aは閉眼状態のα波分布と同様に左右に偏りなく分布しているが、他の被験者とは分布の位置や大きさにバラつきがある。これが開眼状態の怒り/ストレス値の分散が大きい理由の一つと考えられるが、今後の検討が必要である。β波分布(図-7)に着目すると、被験者B Dは右側一部、被験者A Cは左耳と右耳の付近どちらかでβ波が分布していることがわかる。β波分布は各被験者において閉眼状態と開眼状態で似た分布の傾向が見られた。また音圧レベルとの関連性を検討するため音圧レベルが最大付近の3.20~4.48秒に着目すると、被験者A Bのα波分布は音圧レベルが最大となる前後に比べ減少し、被験者Aのβ波分布は音圧レベルが最大となる前後に比べ増加しているが、被験者C Dでは常時分布がバラつく為に関連性は確認できなかった。

5. おわりに

本論文では、道路騒音が脳波に与える影響について検討を行い、以下の結論を得た。

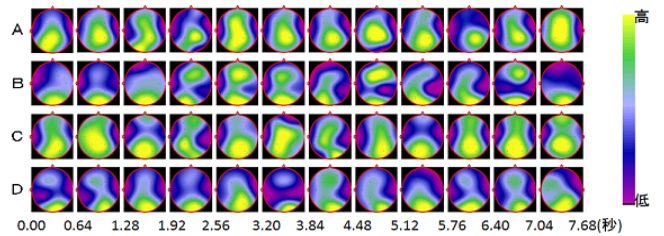


図-4 閉眼状態における被験者A B C Dのα波分布

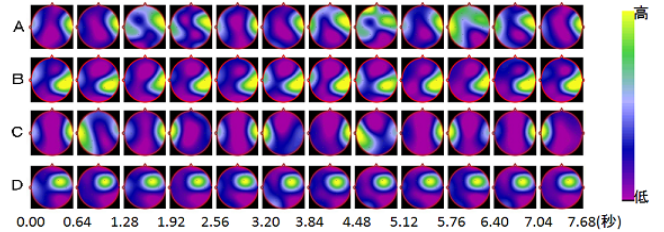


図-5 閉眼状態における被験者A B C Dのβ波分布

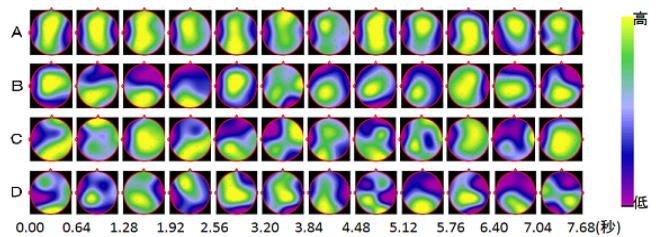


図-6 開眼状態における被験者A B C Dのα波分布

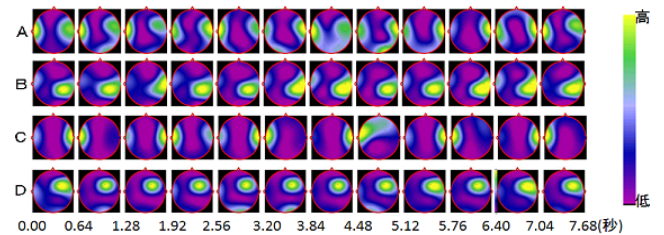


図-7 開眼状態における被験者A B C Dのβ波分布

- 開眼・閉眼状態ともに音圧レベルと怒り/ストレス値には相関性があることが確認できた。また開眼状態の方が最大値が大きいことが示された。
- 閉眼時では後頭部にα波が現れることが確認できた。
- β波は分布位置に左右の偏りがあり、音圧レベルが上昇するとβ波も増加する被験者もいる。

今後はさらに検討を行うため、脳神経外科領域において定評のある近赤外光脳計測装置を用いた脳血流への影響評価を行い、音圧レベルとの相関性を評価していく。

参考文献

- 1) 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，中央大学卒業論文，2010年
- 2) 市原清志：バイオサイエンスの統計学，南江堂，1990年2月
- 3) 武者利光：脳波による新たな感性解析法，脳機能研究所，2008年9月
- 4) 柴田啓輔，田近伸二，櫻山和男，志村正幸：可視化・可聴化技術を用いた道路交通騒音評価システムの構築，土木情報利用技術講演集，Vol.35，pp.25-28，2010年10月