

光トポグラフィー装置を用いた工事騒音が脳活動に与える影響に関する研究 —VR 騒音予測システム利用—

中央大学
中央大学
中央大学
株式会社日立製作所

学生員 ○金 鎮煥
学生員 今井 啓太
正会員 檜山 和男
牧 敦

1. はじめに

人が不快に感じる音のことを示す騒音は近年社会問題となっている¹⁾。しかし、騒音に関する調査は多くの場合アンケート調査によるものであり定量的評価は十分ではない。著者らは既往の研究において、騒音が人の脳に与える影響の定量的評価を目的とし、騒音の中でも最も苦情件数の多い工事騒音に着目して、VR 騒音評価システム²⁾を用いて、騒音が被験者に与える影響を脳血流ヘモグロビン濃度変化の計測より検証及び遮音壁効果の検証³⁾を行った。しかしながら、データ解析がヘモグロビン測定のため与えられる刺激(タスク)とその周りの範囲に限られており、十分な解析が行われていなかった。

そこで本研究では、データ解析時に反映される範囲について、具体的には Blocking と呼ばれる処理の長さに注目し、データ解析の範囲の拡張を行った。

2. 実験環境

(1) VR 騒音評価システム

本実験では、図-1に示す没入型 VR 装置 HoloStage を用いて工事騒音の提示を行った。本装置は3面のスクリーンに囲まれた3次元空間内において、立体視が可能な仮想現実空間を造り出すことが可能である。

(2) 光トポグラフィー装置

本実験では光トポグラフィー装置 ETG-4000 を用いてヘモグロビン変化量の計測を行った。本装置は血液中の成分であるヘモグロビンが近赤外光を吸収する性質を利用しており、照射用光ファイバより脳へ向けて近赤外光を照射させ、ヘモグロビンに吸収されなかった近赤外光を検出用光ファイバにより検出する。吸収される光量はヘモグロビン量によって変化するため、検出される光量からヘモグロビン変化量を計測することが可能である⁴⁾。照射用光ファイバと検出用光ファイバは各チャンネル(以降、ch と示す。)に構成されており本実験では各ファイバの 11ch~28ch で構成される 3x11 プローブホルダを用いた。プローブホルダ着用の際には国際 10-20 法により Fpz を特定し、Fpz に検出用光ファイバ 13ch を配置した。

(3) 刺激呈示装置

本実験では刺激呈示装置 SP-POST01 を用いて、被験者に空間性タスクと言語性タスクの2つのワーキングメモリタスクの呈示を行った。本実験では刺激呈示装置本体、刺激呈示モニタ、コントローラーの3つの構成から、被験者にタスクの呈示を行う。タスク呈示中、連動されている光

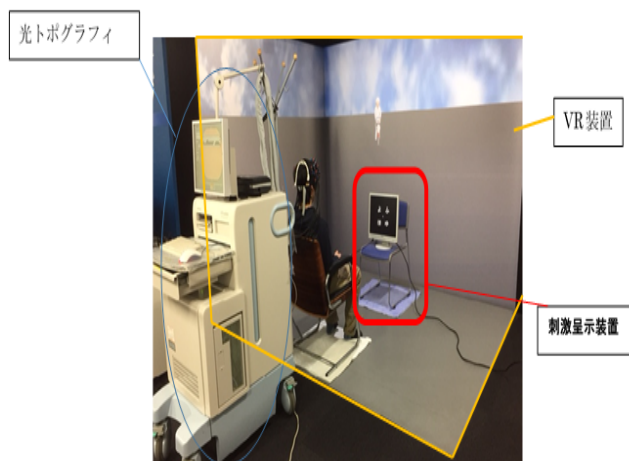


図-1 実験環境

(約6分)		(2分)	(約6分)	
脳血流計測		騒音	脳血流計測	
空間性	言語性		空間性	言語性

図-2 実験の流れ

トポグラフィー装置がリアルタイムで被験者の脳血流の変化の計測を行う。

3. 実験概要

本実験では VR 装置と光トポグラフィー装置を用いて工事騒音が被験者に与える影響の計測を行った。実験対象はランマー騒音である。測定場所は前頭葉としている。先行研究⁵⁾により、言語性タスクに関して、光トポグラフィー装置の ch 番号 18, 29ch(脳の左側に位置)において、被験者が不愉快に感じるとヘモグロビン量が上昇しづらい傾向が示されている。騒音刺激呈示前後でタスク計測を行い、前後で t 検定を行うことにより騒音の影響を把握する。本研究では t 検定の有意水準を 5 パーセントと設定して検証を行う。なお、被験者データは 10 人である。

(1) 実験解析の流れ

実験は、騒音呈示前後で空間性タスク、言語性タスクの測定を行う。実験の流れを図-2に示す。空間性タスクは空間認知能力の測定のために与える刺激のことを言う。また、言語性タスクは言語能力の測定のために与える刺激のことである。タスク呈示の方法を図-3に示す。

KeyWords: NIRS, 騒音, バ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 a11.7f6g@g.chuo-u.ac.jp

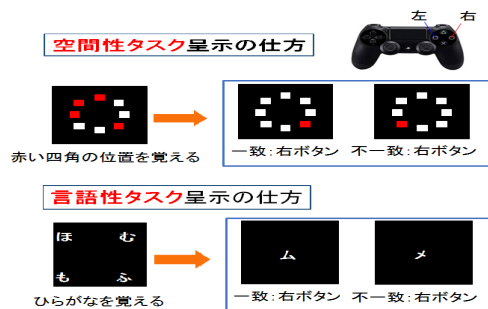


図-3 タスクの提示仕方

(2) 解析方法

実験で取得したデータは解析プラットフォーム「POTATo(Platform for Optical Topography Analysis Tools)」を用いて解析処理を施した。施した処理は Band Filter, Motion Check, Moving Average, Blocking, Set Zero Level, Baseline Fitting の6つである。

本実験では既往の実験手法では反映されていなかった情報を取り入れるため、連続データを区間平均データに変える Blocking の数値の長さを長くした(8秒→18秒)。それに伴い、Set Zeor Level (29:30→49:50) 及び Baseline Fitting 数値(1次→2次)も変更した。

4. 結果と考察

(1) ヘモグロビン変化量

図-4及び図-5は被験者のヘモグロビンの変化量の平均値を現している。ヘモグロビン変化量を見ると、言語性タスク、空間性タスクどちらでも騒音の影響を受けていることが分かる。

(2) t検定の結果と考察

表-1にt検定結果をに示す。

既往の研究では言語性タスクの騒音提示前後において遮音壁の有無に関係なく有意な差が出ており、遮音壁の効果の検証ができなかった。本研究では18chの遮音壁無し場合だけに騒音提示前後の有意な差が出て遮音壁の検証が得られた。従って、騒音は日常生活の言語情報を扱う場面(読書、単語暗記など)において不愉快に感じ、作業に影響を及ぼすといえる。一方で18chの遮音壁有の場合では有意な差が出ていないため、遮音壁の影響による騒音の抑制が確認できる。

また、言語性タスクでは有意差が見えたが、空間性タスクでは有意差が見れてなかったことから18、29chにおいて、空間認知能力より言語能力の方が騒音の影響を強く受けているといえる。

5. おわりに

本研究では、光トポグラフィ装置を用いた実験において、データ解析時に反映される範囲について、具体的に Blocking と呼ばれる処理の長さに注目し、データ解析の範囲の拡張を行った。その結果、次の結論を得た。

- 遮音壁の有無で有意な差が確認できるようになり、遮音壁の効果の検証ができるようになった。
- 空間性タスクでは有意な差が見れてなかったことから、空間認知能力より言語能力の方が騒音による不愉快な気分の影響を強く受けることが確認された。

* 言語性タスク結果

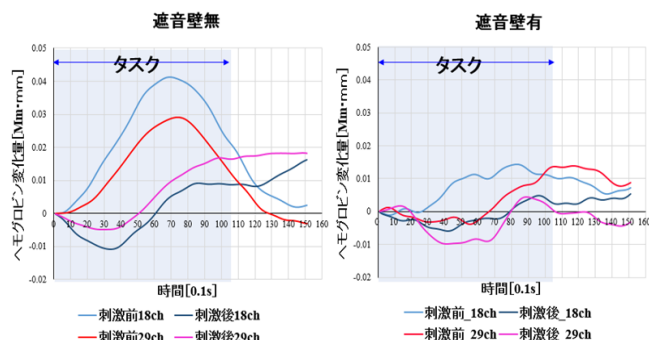


図-4 ヘモグロビンの濃度変化量の平均値(言語性タスク)

* 空間性タスク結果

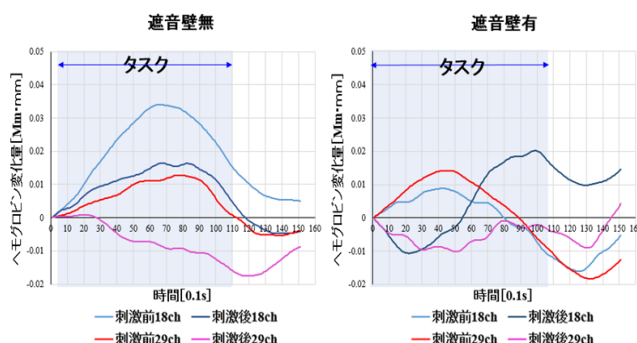


図-5 ヘモグロビン濃度変化量の平均値(空間性タスク)

表-1 t検定数値

本研究				
ch	空間性タスク	言語性タスク	空間性タスク	言語性タスク
18	あり	なし	0.990	0.352
29	あり	あり	0.549	0.707
既往の研究				
ch	空間性タスク	言語性タスク	空間性タスク	言語性タスク
18	あり	なし	0.221	0.038
29	あり	あり	0.797	0.605

今後の課題は、18、29chだけではなく、全てのchにおいて騒音の影響の検証を行うことである。また、騒音の音源データを変えた場合の騒音による脳活動への影響を計測及びデータ解析を行い、騒音の種類による脳活動への影響の比較を行う。

参考文献

- 1) 総務省：平成28年度公害苦情調査結果報告の要旨(2018年12月10日取得)
- 2) 吉町 徹, 谷川 将規, 榎山 和男:波動音響解析における擬似インパルス応答解析手法, 土木学会論文集 A2(応用力学), Vol. 71, No. 2 (応用力学論文集 Vol.18), I349-I357, 2015
- 3) 田中 涼太, 榎山 和男:工事騒音が生体に与える影響に関する研究, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, Vol. 44, VI-19, 2017.
- 4) 株式会社日立メディコ
, <http://www.miyuki-net.co.jp/jp/product/etg4000.htm>(2018年8月2日閲覧)
- 5) Hiroki Sato, Thomas Dresler, Florian B. Haeussinger, Andreas J. Fallgatter, Ann-Christine Ehls: Replication of the correlation between natural mood states and working memory-related prefrontal activity measured by near-infrared spectroscopy in a German sample, *frontiers in Human Neuroscience*, original research article, 2014. an optical topography study. *Psychiatry Res.* 212, 79-87. doi:10.1016/j.psychres.2012.10.009