

工事騒音が生体に与える影響に関する研究

中央大学
中央大学

学生員 ○ 田中 涼太
正会員 檜山 和男

1. はじめに

騒音とは人が不快に感じる音の総称であり近年社会問題となっている。しかし、騒音に関する影響評価は、多くの場合アンケート調査であり脳機能評価に基づく定量的評価はあまりなされていない。

著者らの研究室の既往の研究では、騒音による人体への影響の定量的評価を目的とし、光トポグラフィ装置を用いてヘモグロビン変化量の計測を行ってきた¹⁾。本研究では、新たに刺激呈示装置を導入し、被験者にワーキングメモリタスクの呈示を行い、騒音呈示前後でのヘモグロビン変化量の比較を行うことで騒音による人体への影響の検証を行う。

2. 実験環境

(1) VR 装置

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シミュレーションを行った。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) 光トポグラフィ装置

本実験では光トポグラフィ装置 ETG-4000(図 - 1 参照)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。吸収される近赤外光の量は、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^{2) 3)}。照射用光ファイバと検出用光ファイバは格子状にプローブホルダに取り付け計測部位に装着を行う。

(3) 刺激呈示装置

本実験では刺激呈示装置 SP-POST01 を用いて、計測中の被験者にワーキングメモリタスクの呈示を行った。ワーキングメモリとは、会話、推論、学習等のために取り入れた情報を一次的に保持する能力のことである。本装置は刺激呈示装置本体、刺激呈示モニター、コントローラーの 3 つより構成されている。

3. 実験概要

本実験では図 - 1 に示すように VR 装置と光トポグラフィ装置を用いて、工事騒音呈示前後でのヘモグロビン変化量の計測を行った。工事騒音は VR 空間でシミュレーションを行い被験者に呈示した。工事騒音の呈示時間は 2 分とし、工事騒音には固定音源のランマーによる騒音を用いた⁴⁾。計測中は刺激呈示装置を用いて、以下に述べる空間タスクと言語性タスクをそれぞれ 5 回ずつ被験者に呈示した。

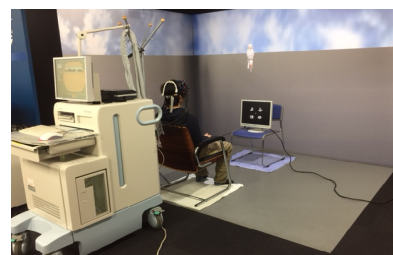


図 - 1 実験の様子

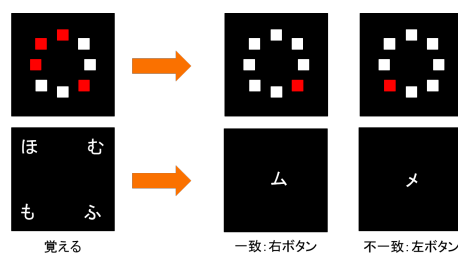


図 - 2 空間性タスクと言語性タスク

- 空間性タスク: モニタに初めに表示される 8 つの四角形の内、4 つの赤い四角形の位置を記憶するタスク。初めの画像が消えた後、1 つのみが赤くなった 8 つの四角形が表示される (図 - 2)。
- 言語性タスク: モニタに初めに表示される 4 種のひらがなを記憶するタスク。初めの画像が消えた後、1 種のカタカナが表示される (図 - 2)。

それぞれのタスクにおいて、2 度目に表示された画像が記憶した内容のどれかと一致していた場合と、不一致であった場合でコントローラーの押すボタンが異なる。

本実験の測定部位は前頭葉とし、プローブホルダは図 - 3 に示す 3 × 11 のものを使用した。赤く示される部分には照射用ファイバ、青く示される部分には検出用ファイバが配置されている。前頭葉への装着の際にはプローブホルダの下行 6 番目を Fpz という部位に重ね配置した。Fpz は国際 10-20 法により特定される。

既往の研究より、言語性タスク呈示時に被験者が抑鬱気分であった場合、チャンネル 18 においてヘモグロビン変化量が上昇しづらい傾向が確認されている⁵⁾。本研究では、チャンネル 18 のタスク呈示区間におけるヘモグロビン変化量の平均値を算出し、工事騒音呈示前後で t 検定を行う。その結果、騒音呈示前後でヘモグロビン変化量が減少していた場合、被験者が工事騒音を不快に感じたと判断する。また、遮音壁がある場合においても同様に実験を行った。

本実験の被験者は男性 5 名、女性 5 名の計 10 名であり、全員右利きである。被験者の利き腕は実験前にエンジンバラテストを行い確認した。実験の流れを図 - 4 に示す。

KeyWords: NIRS, 騒音, バーチャルリアリティ, 刺激呈示装置

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1815 E-mail tanaka2@civil.chuo-u.ac.jp

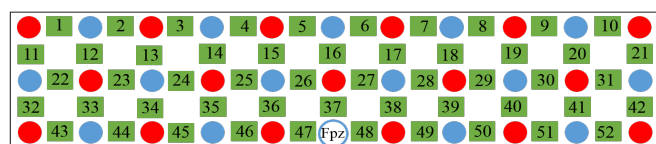


図-3 プローブホルダ及びチャンネル番号

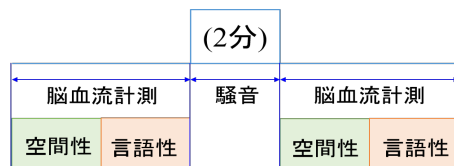


図-4 実験の流れ

4. 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。POTATo内で施した処理は、Band Filter, Motion Check, Moving Average, Blockingの4つである。

5. 実験結果

(1) 計測結果

チャンネル18での計測結果に着目する。被験者10名における、空間性タスク呈示時の平均ヘモグロビン変化量を図-5に、言語性タスク呈示時の平均ヘモグロビン変化量を図-6に示す。図中の緑色のグラフは騒音呈示前のヘモグロビン変化量、橙色のグラフは騒音呈示後のヘモグロビン変化量を表している。言語性タスク呈示時における騒音呈示前後のヘモグロビン変化量を比較すると、騒音呈示後は呈示前に比べ、ヘモグロビン変化量が増加しづらい傾向が見られた。既往の研究結果に近い結果であることから、被験者は工事騒音を不快に感じた可能性が高いと考えられる。

(2) t検定

解析処理を施した後、チャンネル18にてタスクを呈示した区間におけるヘモグロビン変化量の平均値を算出し、騒音呈示前後でt検定(両側)を行った。t検定の結果、空間性タスク呈示時でのp値が0.387、言語性タスク呈示時でのp値が0.024となり、言語性タスク呈示時において有意な差($p < 0.05$)が確認された。図-7は、言語性タスク呈示時における騒音呈示前後での被験者ごとのヘモグロビン変化量を表している。脳活動に伴い、ヘモグロビン変化量が減少したことから被験者は工事騒音を不快に感じたと考えられる。

6. おわりに

本研究ではVR装置と光トポグラフィ装置を用いて工事騒音が人体に与える影響の検証を行った。その結果ヘモグロビン変化量計測より被験者が騒音を不快に感じたかどうかの判定を行える可能性が高いという結論が得られた。なお、遮音壁が有る場合での計測結果との比較は発表時にて示す。今後は検証精度の向上のため被験者数を増やすことを課題とする。

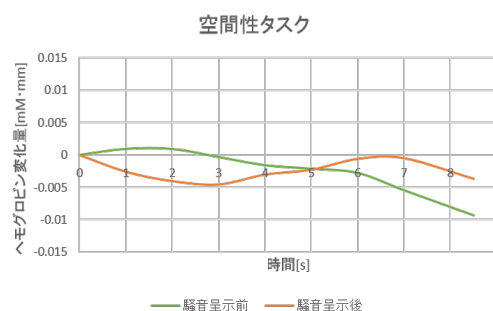


図-5 空間性タスク呈示時における平均ヘモグロビン変化量

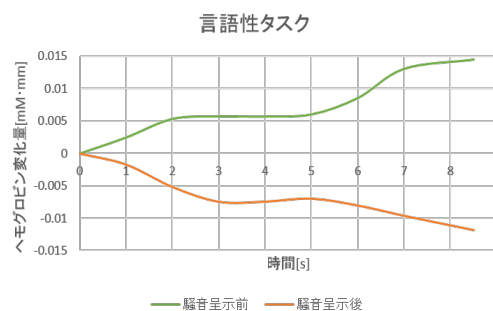


図-6 言語性タスク呈示時における平均ヘモグロビン変化量



図-7 被験者ごとの騒音呈示前後のヘモグロビン変化量

謝辞:株式会社日立製作所牧敦氏にご助言をいただいた。ここに記して感謝します。

参考文献

- 1) 大橋くるみ, 榎山和男: 道路交通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.43, VII-19, 2016.
- 2) 島津製作所: 原理としくみ, LABNIRS, <http://www.an.shimadzu.co.jp/bio/nirs/nirs2.htm> (2016年8月2日閲覧)
- 3) 株式会社日立メディコ: 光トポグラフィ講座 原理編, <http://www.hitachi-medical.co.jp/tech/based/nirs/principle/> (2016年8月2日閲覧)
- 4) 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, pp.349-357, 2015.
- 5) Hiroki Sato, Thomas Dresler, Florian B. Haeussinger, Andreas J. Fallgatter, Ann-Christine Ehlig: 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.