

令和元年6月23日現在

機関番号：32508

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00624

研究課題名(和文)脳機能解析手法による騒音評価指標の構築

研究課題名(英文)Noise evaluation using method of brain function analysis

研究代表者

川原 靖弘 (Yasuhiro, Kawahara)

放送大学・教養学部・准教授

研究者番号：10422403

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：日常生活環境で生体に対し有害な騒音の少ない音環境を創出することを目標に、人工的に作成した音刺激に対する聴取者の脳波を用いた脳機能計測を行い、脳機能変化を引起こすいくつかの騒音の音響特性パラメータを抽出した。研究協力者の音聴取時の生体反応を測定する一連の実験において、連続する音刺激がPink noiseのとき、他の音刺激より一次感覚受容されやすいことを確認し、Pink noise及び純音において基幹脳活性が低下する可能性が示された。一次感覚抑制の継続と基幹脳活動の抑制は、統合失調症や統合的な感覚処理、注意機能などに関係があり、騒音曝露期間の脳機能への影響が生体に悪影響を及ぼすことが考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

公害の苦情件数において唯一減少傾向が見られず解決の糸口の見えない「騒音」について、多面的なアプローチによる解決策が求められている。機械などの人工物により発生する音の特徴に着目し、持続する音の短時間の生体影響を調べることで、健康被害に繋がる可能性のある生理機序の一端を明らかにするための研究において、可聴域の環境騒音の生体影響においては、脳機能解析を用いた調査の事例はほとんどなく、環境騒音評価の一助とする研究として意義のある取り組みである。

研究成果の概要(英文)：The aim is to create a sound environment with less harmful noise to human in the daily life environment. Brain function analysis using the brain wave of the listener for artificially created sound stimulation was performed, and the acoustic characteristic parameters of some noise cause of brain function changes were extracted. In a series of experiments to measure the biological response of the research collaborators who hear sounds, when continuous sound stimulation is pink noise, it is confirmed that it is more likely primary sensory acceptance than other sound stimulation, and the possibility that the core brain activity is lowered when they hear pink noise and pure sound was shown. The continuation of primary sensory suppression and suppression of core brain activity are related to schizophrenia, integrated sensory processing, attention function, and so on. It is conceivable that the effect on brain function of noise exposure by such sounds does harm on the living body.

研究分野：環境生理学、移動体センシング

キーワード：環境音 騒音 脳機能解析 事象関連電位

1. 研究開始当初の背景

我が国の公害の苦情件数において、常に上位に位置する「騒音」であるが、近年苦情件数は増加の傾向にあり、最新調査報告における首位の大気汚染とほぼ同数の苦情件数となっている[1]。苦情の対象となる騒音発生源のほとんどは、人間の営みにより発生する音であり、その中には機械などの人工物により発生する音も多く含まれる。欧州環境局 (EEA) は、欧州市民の騒音への曝露状況を示す「欧州の騒音観測・情報サービス (NOISE)」により、騒音曝露の最大要因は道路交通であるとし、境からの騒音に曝露することによる健康への影響を分析において、環境騒音が年間 4 万 3000 人の入院、90 万人の高血圧、1 万人以上の早死に関連があるとしている[2]。また、近年は、電子機器や自動化システムなどが一般家庭にも多く導入されつつあり、日中の建設作業や工場音に限らず、終日、機械的な騒音に曝露する生活環境も少なくなく、健康への悪影響を及ぼしていることも考えられる。

多くの騒音の発生源である人工音の特徴として、周期的な変動をし、高周波を含む複雑な波形を持たないことが挙げられる。騒音のガイドラインとして、等価騒音レベル (LAeq) 等の人間の聴覚特性を考慮した物理的な音の強さが用いられているが、この値が環境基準値以下であっても不快な音が報告されるようになり、音の質による騒音評価を行うことを目的とした研究も多く行われている[3][4]。例えば、周期性や周波数帯を変化させた音が、音圧レベルが同じでもラウドネスや不快感が異なることが報告されている。また、騒音に対する質の評価方法として、音の印象を聴取者が主観評価する方法が多く用いられ、生理反応については、体動や脳波を用いた睡眠深度測定や脳波特定帯域パワーの解析による快不快の評価が行われている[5][6]。可聴域を超える高周波を含む音が基幹脳機能を活性化するという報告[7]もあり、環境音の生理的影響を直接測定する方法の提示も散見されるが、周波数の違いから見た音の印象や生体影響に関する報告は多くあるものの、その生理機序についてはほとんど解明されていない。

2. 研究の目的

公害の苦情件数において、常に上位に位置する「騒音」の発生源のほとんどは、人間の営みにより発生する音であり、その中には機械などの人工物により発生する音も多く含まれる。

本研究では、日常生活環境において有害な騒音の少ない良好な音環境を創出することを目標とし、人工的に作り出した音刺激に対する脳機能計測を行い、ストレス状態や脳機能変化を引き起こす騒音の音響特性のパラメータを抽出し、脳反応に基づく環境騒音評価方法に関する提案を目指すための研究を行う。

具体的には、皮質脳活動及び基幹脳活性に変化を及ぼす持続騒音の音特性を、音の周波数・音量・音量変動周期の異なる音の聴取による脳;同時に計測することにより、特定する。そのときの自律神経活動や皮質感覚野の反応を同時に計測することにより、生体影響のある持続騒音の生体作用機序を説明し、日常生活への影響について考察する。特に、機械などの人工物により発生する音の特徴に着目し、持続する音の短時間の生体影響を調べることで、健康被害に繋がる可能性のある生理機序の一端を明らかにするための実験を行う。

3. 研究の方法

20 人の研究協力者の音聴取時の生体反応を測定する一連の実験において、脳波事象関連電位成分 P50、脳波周波数成分 2 帯域パワー、及び聴取者の音への動作反応時間に影響を及ぼす連続音の音響特徴を確認した。聴取する持続音として、無音部分の挿入頻度と提示時間が異なる音刺激、周期的な音量変化周期を持つ機械騒音と周期的な音量変化を持たない自然環境音、同時間間隔、同音量の連続して繰り返すサイン波、ホワイトノイズ、ピンクノイズ、矩形波 (異なった音響特性の連続音) を用いた。

4. 研究成果

提示パターン及び音響特性の異なる、それぞれの持続する音刺激に対する脳機能変化の解析により、次の項目に記す結果及び考察を得た。

- ・自然環境音で構成した持続音聴取時に脳波 2 帯域パワーが増大する一方、機械騒音聴取では減少することより、周期的音量変化を持つ音が深部脳活動を低下させる可能性がある。
- ・連続音刺激 (1kHz 純音、200ms 長、500ms 間隔) にブランクを挿入すると、ブランク直前の刺激に対する P50 電位が回復し、高次脳機能による一次感覚受容回復が想定される。
- ・連続する音刺激の音の性質 (1kHz 純音、Pink noise、White noise) において、Pink noise が他の音刺激より P50 電位の低下がなく、一次感覚受容されやすいことを確認した (図 1)。
- ・同音刺激による長柱の脳波 2 帯域パワーは、Pink noise 及び純音で減少 (図 2) し、基幹脳活性が低下する可能性が示され、純音は、動作反応時間を遅らせる影響を示した。

・同一刺激が連続すると、一定間隔刺激でなくても音の性質により脳機能に影響があった。

一次感覚抑制の継続と基幹脳活動の抑制は、統合失調症や統合的な感覚処理、注意機能など関係があり、長期間の脳機能への影響が生体に悪影響を及ぼすことが考えられる。

以上のように、日常生活環境で生体に対し有害な騒音の少ない音環境を創出することを目指し、人工的に作成した音刺激に対する聴取者の脳機能計測を行い、脳機能変化を引起こすいくつかの騒音の音響特性パラメータを抽出した。20人の研究協力者の音聴取時の生体反応を測定する一連の実験において、脳波事象関連電位成分 P50、脳波周波数成分 2 帯域パワー、及び聴取者の音への動作反応時間に影響を及ぼす連続音の音響特徴が確認できた。特に、連続する音刺激のが Pink noise のとき、他の音刺激より P50 電位の低下がなく一次感覚受容されやすいことを確認し、脳波 2 帯域パワーは Pink noise 及び純音で減少し、基幹脳活性が低下する可能性が示され、さらに、純音は動作反応時間を遅らせる影響を示した。一次感覚抑制の継続と基幹脳活動の抑制は、統合失調症や統合的な感覚処理、注意機能など関係があり、騒音曝露期間の脳機能への影響が生体に悪影響を及ぼすことが考えられる。

また、人工環境音を模した音刺激の音響パラメータを動かすことにより、脳情報処理課程が変化し脳機能への影響も変化することを示すため、実際の環境音の音響パラメータを抽出し、その変化と脳波による脳機能解析を同時に実施するための実験環境の構築を行った。日常生活環境下に存在する一定間隔の連続刺激音を含む機械騒音と含まない自然環境音で構成した環境音聴取時に、自然環境音脳波では 2 帯域パワーが増大する一方、機械騒音聴取では減少することにより、環境音を構成する周期的音量変化を持つ音が深部脳活動を低下させる可能性があることが示唆された。

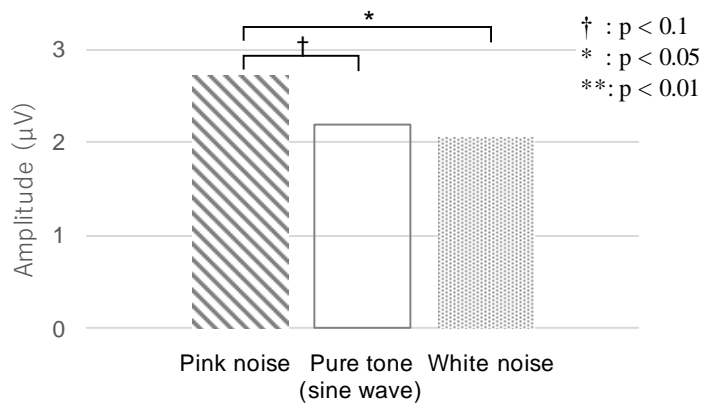


図1 連続音聴取時の事象関連電位P50ピーク平均値

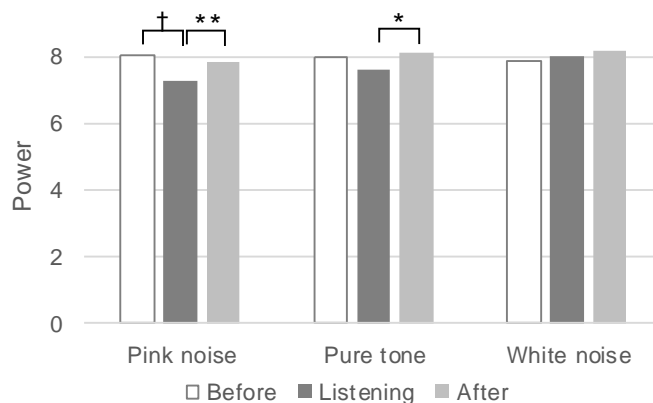


図2 聴取中とその前後の脳波 2帯域パワー平均値

< 引用文献 >

- [1] 総務省公害等調査委員会，平成 25 年度公害苦情調査，2014 年 12 月
- [2] European Environment Agency, Noise in Europe 2014, EEA Report No 10, 2014
- [3] 桑野園子，機械騒音の音質評価方法，日本音響学会誌，vol. 53, no. 6, pp. 456-461, 1997
- [4] 生藤大典他，聴覚マスキングに基づく室内騒音の不快感低減手法，信学会論文誌 A, vol. 96, no. 8, pp. 511-519, 2013
- [5] 堀井昭男他，不快音に対する生体反応，J. Int. Soc. Life Inf. Sci., vol. 22, no. 2, pp. 536-544, 2004.
- [6] 吉田 倫幸，脳波のゆらぎ計測と快適評価，日本音響学会誌，vol. 46, no. 11, pp. 914-919, 1990

5 . 主な発表論文等

[学会発表](計 6 件)

石井 十三，川原 靖弘，片桐 祥雅，連続的な聴覚刺激による感覚ゲーティングへの経時的な影響について，電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2016 論文集

Yasuhiro Kawahara, Juzo Ishii and Yoshitada Katagiri, Characteristics of Periodic Environmental Sounds that Affect Human Sensory Inhibition and Recovery2017, The Second International Workshop on Smart Sensing Systems, 2017

石井十三, 川原靖弘, 片桐祥雅, 環境音の音響特性が神経機構および認知機能に与える影響, 情報処理学会第80回全国大会, 2018

Yasuhiro KAWAHARA, Juzo ISHII and Yoshitada KATAGIRI, Effect of sounds generated from repetitive auditory stimuli on brain functions, The 14th International Conference on Intelligent Environments (国際学会) 2018

今井 絵美子, 片桐 祥雅, 心象に直結するオノマトペの神経生理学的基盤, HCG シンポジウム 2018

今井 絵美子, 片桐 祥雅, ヒューリスティック認知を可能とする心象活性のスマールワールドモデル, 第21回日本ヒト脳機能マッピング学会 2019

〔図書〕(計1件)

川原靖弘, 斎藤参郎編著, ソーシャルシティ, 放送大学教育振興会, 262 ページ, 2017

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 片桐祥雅

ローマ字氏名: Yoshitada Katagiri

所属研究機関名: 情報通信研究機構

職名: 研究マネージャー

研究者番号(8桁): 60462876