

## 低周波騒音に含まれる血流改善効果を持つ音成分の発見

名古屋大学大学院医学系研究科の環境労働衛生学教室の鄧雨奇大学院生・大神信孝准教授（共同責任著者）・加藤昌志教授（共同責任著者）等の研究グループにより、低周波騒音に含まれるヒトの皮膚血流を改善できる音成分（sound spice®）が発見されました。

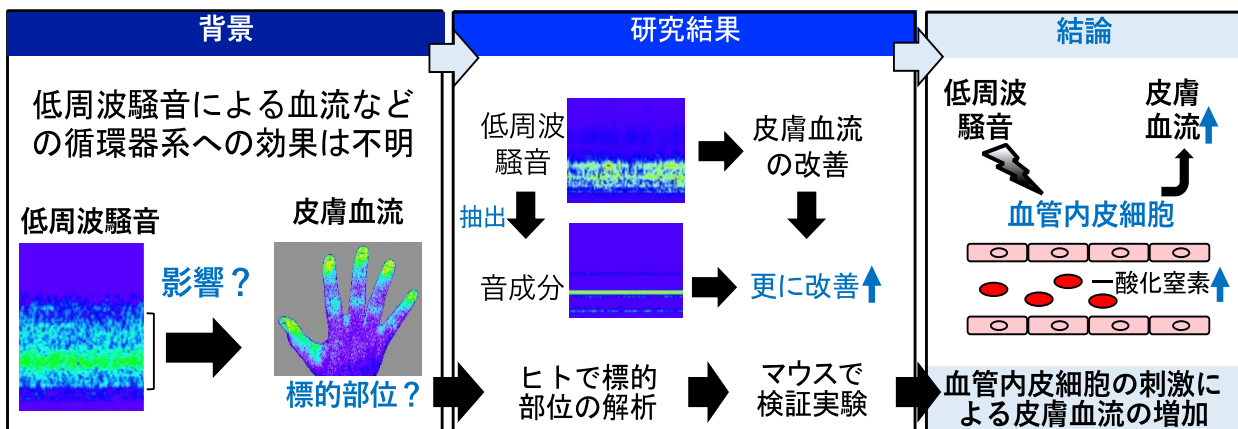
低周波騒音とは 100 ヘルツ（Hz）※1 以下の周波数の音と定義されています。低周波騒音は、風力発電の風車・ヒートポンプ式給湯器・エアコン室外機・フリーザー・トラック等、多種多様な機器から検出されることが知られています。また近年、低周波騒音が健康障害を誘発する可能性が報告されています。一方、低周波騒音のどんな音成分が、体のどの部分に、どのように作用するのかについては、ほとんど分かっていませんでした。

本研究グループは、低周波騒音の中にヒトの四肢の皮膚血流を改善する音成分が含まれていることを明らかにしました。驚いたことに、この音成分の短時間刺激は、耳ではなく血管を直接刺激して血流を改善する可能性が、ヒトや動物（マウス）に対する研究を通して明らかになりました。また、動物を用いた研究では、この音成分は皮膚の体温を上げることができる可能性がある事が分かりました。一般に、血流の改善は健康に有益であると考えられています。さらに、この音成分の皮膚体温を上げる効果は、冷え症等の改善に有効である可能性があります。これらの成果は、健康に有害である可能性が懸念されてきた低周波騒音の中に、むしろ健康に良い音成分が含まれている可能性を示しています。今後、健康障害を誘発する厄介者である可能性が議論されてきた低周波騒音（100 Hz 以下の多様な周波数からなる騒音）から健康に良い音成分だけを抽出する技術（sound recycle®）を開発することにより、低周波騒音に対する新しい対策が産み出されることも期待されます。

本研究の成果は、国際誌「Science of the Total Environment」（2020年9月30日付）の電子版に掲載されました。

### ポイント

- 低周波騒音の中に健康に有益な音成分が含まれている可能性が明らかになりました。
- この音成分の短時間刺激により、皮膚血流が改善されることが分かりました。
- この音刺激は、耳ではなく血管に作用している可能性があります。



## 1. 背景

低周波騒音は 100 ヘルツ (Hz) 以下の周波数の騒音です。低周波騒音はヒトの会話域よりも低い周波数の騒音のため、聞き取りにくいことが、特徴の 1 つです。また、風力発電の風車・ヒートポンプ式給湯器・エアコン室外機・フリーザー・トラック等、多種多様な機器から低周波騒音が検出される事が知られています。また近年、低周波騒音に長時間曝露されることにより健康障害が誘発される可能性も懸念されています。一方、低周波騒音や低周波騒音に含まれる音成分を短時間曝露された場合の健康影響は、ほとんど不明でした。

## 2. 研究成果

ヒトを対象にした研究により、低周波騒音から抽出した音成分 (sound spice®) の短時間刺激はヒトの手足等の末梢組織で血流を改善する効果がある事が分かりました (図 1, 2)。更に、低周波音域の中で顕著な血行改善効果を示す音成分が存在する事が明らかになりました。この音成分を用いてヘッドホンで聴覚刺激を行っても、ヒトの手足等の末梢組織で血流を改善する効果は認められませんでした。更に、音刺激による血流増加反応に関与する生体内の因子を調べる目的で血流データの wavelet スペクトラム解析<sup>※2</sup>を行ったところ、音刺激中の皮膚血流増加反応には血管 (血管内皮細胞) が関与する事が明らかになりました。次に、ヒトで得られた知見を検証する目的で実験を行ったところ、マウスでも同様の低周波音域の音成分で同様の皮膚血流の増加反応を示す事が分かりました。耳毒性薬物の投与により内耳機能を破壊したマウスに音刺激しても、正常マウスと同様の血流増加反応を示し、この反応には内耳は関与しない事が分かりました。更に、血管内皮細胞の機能を阻害する薬剤 (一酸化窒素<sup>※3</sup> の阻害剤) を静脈投与したマウスを用いて実験した所、音刺激による血流増加反応が有意に抑制され、この反応には血管内皮細胞が関与する事が明らかになりました。

これらの結果より、低周波騒音の短時間刺激において、ヒトの皮膚血流を改善する音成分が含まれている事が明らかになり、この音成分の効果には、内耳は関係なく刺激部位の血管内皮細胞が関与する事が明らかになりました。

## 3. 今後の展開

今後は、この発見に基づいた技術の実用化に向けて、音刺激の刺激時間について、どのくらいの時間までなら血流改善効果があるのか等について検証していく事が重要だと考えています。また、低周波騒音から健康に有用な音成分を効率よく抽出する技術を開発する事より、これまで健康に有害であるとされ

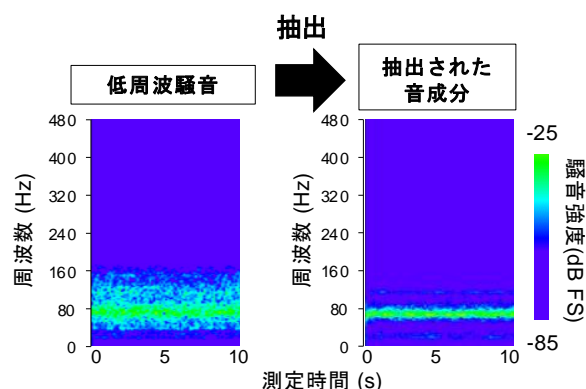


図 1. 低周波騒音から音成分の抽出

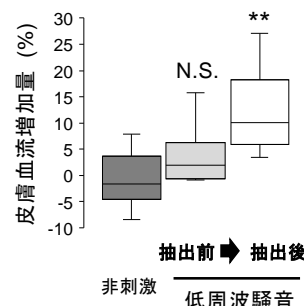


図 2. 低周波騒音から抽出した音成分による血流改善効果

てきた低周波騒音を健康増進に再利用するシステム（sound recycle®）を構築する事が期待されます。

#### 4. 用語説明

※1 ヘルツ（Hz）：高音や低音を表す音の周波数の単位。

※2 Wavelet スペクトラム解析：生体内の血管内皮細等の因子が血流変化に関与しているかを調べる解析。

※3 一酸化窒素：血管内皮細胞から産生される血管拡張物質。

\* 「sound spice®」「sound recycle®」は国立大学法人東海国立大学機構の登録商標です。

#### 5. 発表雑誌

掲雑誌名：Science of the Total Environment

論文タイトル：Vascular endothelium as a target tissue for short-term exposure to low-frequency noise that increases cutaneous blood flow

著者：Yuqi Deng<sup>a</sup>, Nobutaka Ohgami<sup>a</sup>, Takumi Kagawa<sup>a</sup>, Fitri Kurniasari<sup>a</sup>, Dijie Chen<sup>a</sup>, Masashi Kato<sup>b</sup>, Akira Tazaki<sup>a</sup>, Masayo Aoki<sup>a</sup>, Hiroki Katsuta<sup>a</sup>, Keming Tong<sup>a</sup>, Yishuo Gu<sup>a</sup>, Masashi Kato<sup>a</sup>

所属：

<sup>a</sup>Department of Occupational and Environmental Health, Nagoya University Graduate School of Medicine, 65 Tsurumai-cho, Showa-ku, Nagoya, Aichi 466-8550, Japan.

<sup>b</sup>Department of Electrical and Mechanical Engineering, Nagoya Institute of Technology, Gokiso, Showa-ku, Nagoya 466-8555, Japan

DOI：10.1016/j.scitotenv.2022.158828

English ver.

[https://www.med.nagoya-u.ac.jp/medical\\_E/research/pdf/Sci\\_220930en.pdf](https://www.med.nagoya-u.ac.jp/medical_E/research/pdf/Sci_220930en.pdf)