

脳磁界計測によるエアコン音の“涼しさ”の 印象評価の試み

Evaluation of subjective coolness induced by air-conditioner sound using magnetoencephalography

矢野肇⁽¹⁾⁽²⁾, 保手浜拓也⁽²⁾, 滝口哲也⁽¹⁾, 有木康雄⁽¹⁾, 神谷勝⁽³⁾, 中川誠司⁽²⁾

(1) 神戸大学 (2) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (3) 株式会社デンソー

Hajime Yano (1)(2), Takuya Hotehama (2), Tetsuya Takiguchi, Yasuo Ariki (1),

Masaru Kamiya (3), and Seiji Nakagawa (2)

(1) Kobe University

(2) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

(3) Denso Corporation

Abstract To evaluate impressions of HAVC (heating, ventilating, and air conditioning) sound objectively using neurophysiological indices, relationships between subjective coolness and preference induced by time-varying HAVC sound and magnetic cortical activities were investigated. First, scale values of coolness/preference for each stimulus were obtained by Scheffé's paired comparison tests. Next, magnetoencephalographic (MEG) measurements were carried out, and variation of auditory magnetic fields (AEF) and spontaneous oscillations according to the stimuli were investigated. In terms of the impression of coolness, most of subjects have a peak of the scale value at modulation frequency around 0.6 Hz. Also, Amplitude of P2m response in right temporal region and the temporal stability of low-gamma-band oscillation were significantly changed in association with the coolness.

1. 背景・目的

音の印象評価には一般的に質問紙法等が用いられてきた。しかしながら、近年、生理的計測、特に脳活動計測による印象評価の試みがなされている^[1-3]。脳活動のような生理的指標を用いた手法では、従来の心理的手法と比べ心理的バイアスの影響を受けにくいといった利点がある。また、意識下で生じる印象の評価の可能性も期待されている。

Hotehama & Nakagawa はエアコン音の聴取によって惹起される“涼しさ”および“暖かさ”の印象評価を試みた。その結果、スペクトル重心の操作によって、“涼しさ”および“暖かさ”の聴感音を制御できることを報告している^[4]。本研究では、

エアコン音に時間変動を付加することによる“涼しさ”および“好ましき”の印象の変化を調べた。また、それらのエアコン音を聴取時の脳磁界の計測を行い、聴感印象の変化に伴う脳活動の変化を検証した。

2. 刺激音

乗用車内の運転者の着座位置で計測されたエアコン音を基に、線形予測符号化 (Linear predictive coding: LPC) によってスペクトル包絡を抽出した合成音を作成し、モデル音とした^[4]。

このモデル音に時間変動として正弦波による振幅変調を施した。変調周波数を 0(変調なし), 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.6, 3.2 Hz とし 7 種類の刺激音を作成した (持続時間: 5 s, 変調度: 0.15)。

3. 主観印象評価実験

聴覚健全者 (男性 7 名, 女性 1 名, 21-39 歳) を被験者とし、各刺激音に対する主観印象を一对比較法により調査した。上記の刺激音のうち 2 つずつを連続的に呈示し、“涼しさ”・“好ましき”の各印象における優劣およびその程度を評価させた。実験は防音室内で行い、“涼しさ”の評価実験では室温を 20, 25, および 30°C に、“好ましき”では 25°C に設定した。“涼しさ”・“好ましき”の評価尺度の算出には Scheffé の方法 (中屋の変法) を用いた。

4. 脳磁界計測

主観印象評価実験に参加した被験者のうち、6 名 (男性 6 名, 21-24 歳) を被験者とした。

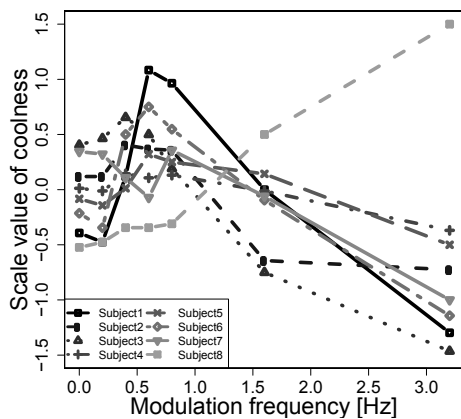


図1. “涼しさ”の相対尺度値の変化

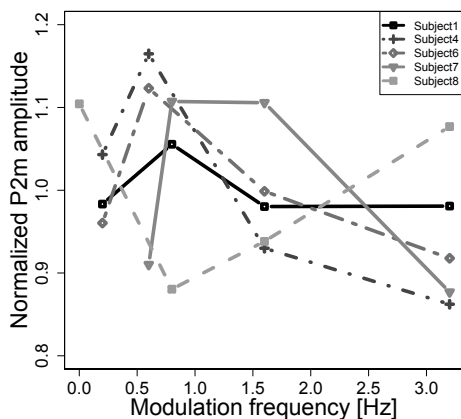


図2. P2m振幅の変化

主観印象評価実験の結果をもとに、各印象の尺度値が最大および最小となる刺激音2つを含む、計4つの刺激音を選択した。そのうち2つずつを連続的に呈示し、“涼しさ”・“好ましき”の各基準における優劣を評価させた際の脳磁界を計測した。

脳磁界計測は磁気シールドルーム内で122ch全頭型脳磁界計測システム (Neuromag-122™) を用いて行った。また、刺激音は被験者の両耳に呈示された。

5. 脳磁界の解析

各刺激音について72回以上の加算平均を施し、刺激音の立ち上がりによって誘発されるON反応 (N1m, P1m, P2m) および立ち下がり後に誘発されるOFF反応 (N1m-off) を計測した。各反応について二乗平均平方根 (Root mean square: RMS) を計算し、それぞれの潜時と振幅を記録した。

次に、左右の側頭部、頭頂部、後頭部のチャネ

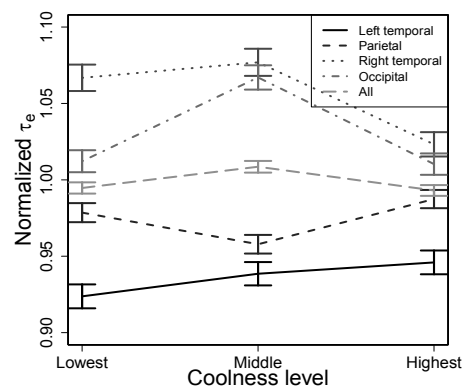


図3. low- γ 帯域での τ_e と“涼しさ”の程度との関係. エラーバーは平均値の95%信頼区間.

ルでの刺激呈示後2-5 sに得られたraw dataから、 θ (4-8 Hz), α (8-13 Hz), β (13-20 Hz), low- γ (20-50 Hz) の各帯域を抽出した。これらの波形から正規化自己相関関数を計算し、そのエンベロープが最大値から10 dB 減衰するまでの時間 (有効継続時間, τ_e ^[1-3]) を推定した。

以上の方法で得られた誘発反応の潜時、振幅および有効継続時間 τ_e は計測ごとに被験者内で平均が1.0 となるように正規化した。

6. 結果

全室温条件で平均した“涼しさ”の相対尺度値の変化を図1に、右側頭部におけるP2m振幅の変化を図2に示す。両者は類似した変化を示していることがわかる。

図3に“涼しさ”の程度とlow- γ 帯域の τ_e との関係を部位ごとに示す。二元配置分散分析の結果、low- γ 帯域における両者の有意な相関が認められた (“涼しさ”尺度値の主効果: $p < 0.001$)。

7. 考察・結論

上記の結果は、P2m やlow- γ 帯域に“涼しさ”印象の処理に関する脳活動が反映されていること、これらを指標として涼しさの聴感印象評価が可能であることを示唆している。

参考文献

- [1] Y.Soeta *et al.*, J.Sound Vib., 277, 479-489, 2002.
- [2] Y.Soeta *et al.*, J.Sound Vib., 258, 419-428, 2004.
- [3] Nakagawa *et al.*, ICIC Exp. Lett., 7, 1545-1550, 2013
- [4] Hotehama & Nakagawa, Proc. of Inter-noise 2015, in press.