

小型体導音センサの構造と感度特性*

©清水奨太, 平原達也 (富山県立大・工), 大谷真 (東北大・通研)

1 はじめに

我々が普段聞いている音の多くは空気を伝搬する気導音である。一方で、空気ではなく肉や骨を伝搬する「音」、すなわち肉導音や骨導音も存在している。これらを“体導音”と呼ぶことにする。

体導音とは、体の内外にある音源によって引き起こされた振動が体内や体表を伝搬し、体表面に設置したセンサで検出される「音」と定義する。図1に示すように体導音には、①心音や血流音のように生理機能に起因し、体内に音源があるもの、②歩行音や衣擦れ音、皮膚を掻く音のように運動や動作に起因し、体表に音源があるもの、③外来音や音声のように体外に音源がある気導音が体を伝わってくるものがある。生理機能に起因する体導音は、医者が聴診器を用いて聴取しているものであり、これまで様々な研究が成されている[1-2]。また運動や動作に起因する体導音は、気導音として検出されるものもあり、これまでも研究が行なわれている[3]。周囲の気導音に起因する体導音はあまり調べられていないが、録音された自分の声の音色が話すときに聴こえている声と違うのは、自らが発話している場合にはその体導音と気導音を聴いているからだと言われている。

これまで体導音を検出するためには、マイクロホン、加速度ピックアップや心音センサ、電子聴診器などが利用されている[1-3]。これらは体表に長時間固定することが難しく、周囲の気導音が混入してしまう。そこで、非可聴つぶやき声 (Non-audible murmur: NAM) を検出する目的で開発された NAM マイクロホンが体導音センサとして利用され始めている[4-5]。この NAM マイクロホンは体表に長時間装着でき、周囲の気導音の影響を受けず、高感度で体導音を検出できる[6]。

本報告では、我々が試作した 10 個の NAM マイクロホンをベースとした小型体導音センサの構造と感度特性について述べる。

2 体導音センサの構造

本センサはダイヤフラムを露出した ECM (Electret Condenser Microphone) を 20 mmφ × 5

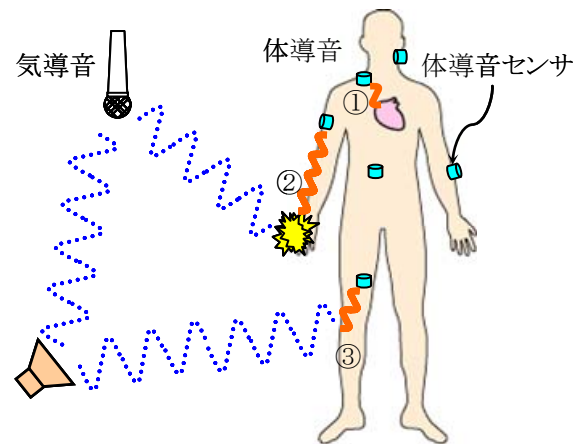


Fig. 1: 体導音の分類

mmH のアクリル筒内に設置し、ウレタンエラストマを充填したもので、図2に示す構造を持つ。ECMにはWM-62PC (Panasonic) を用いた。

ECMのダイヤフラムを露出させるために、専用の切削治具を作成し、旋盤を用いてECMのアルミニウムケースの上面を削った。市販のECMユニットにはケース上面とダイヤフラムでコンデンサを形成しているものと、図2に示すように、内側電極とダイヤフラムでコンデンサを形成しているものがある。前者はケース上面を削るとマイクロホンとして機能しなくなる。

3 感度特性

3.1 ダイヤフラムを露出したECMの気導感度

防音室内で測定した、ダイヤフラムを露出したECMの気導感度を図3に示す。図3に示すように、約半数のECMでは、低域の感度が低下していた。これは加工の段階でダイヤフラムに何らかの損傷が生じたためと考えられる。次に、低域の感度が高いECM (I群: 赤) と低域の感度が低いECM (II群: 青) の2群に分け、それらを体導音センサにした場合の感度の差異を調べた。

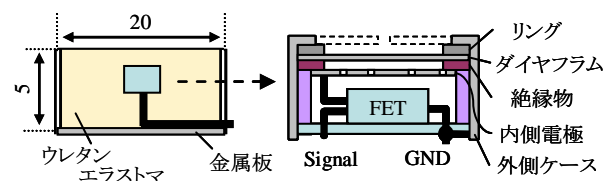


Fig. 2: 体導音センサの構造

* Structure and sensitivities of compact body-conducted sound sensors, by SHIMIZU Shota, HIRAHARA Tatsuya, (Toyama Pref. Univ.), and OTANI Makoto, (RIEC, Tohoku Univ.).

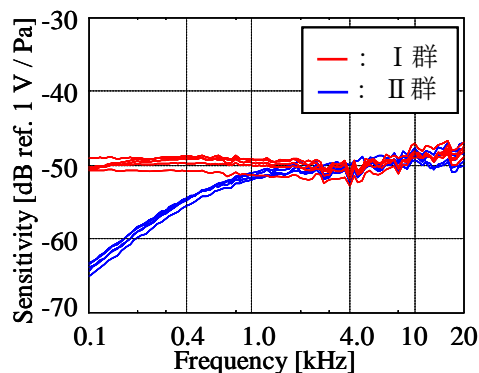


Fig. 3: ECMの気導感度

3.2 体導音センサの感度

骨導受話器 (Rion: BR-41) を励振源として、75 mmφ × 50 mmH の円柱状のウレタンエラストマを介して、加速度ピックアップ (小野測器: NR-3211) と比較することによって、体導音センサの感度を測定した[7]。図4に今回作成した体導音センサの感度特性を示す。感度特性は気導感度における低域の差がなく、4 kHz 以上では個体差が大きい。また、全体に山谷が多く存在しているが、これは測定系の共振が原因と考えられる。また、図4に示されるように、作成した体導音センサの1つだけは他のものより極端に感度が低かったが、現時点ではその理由は不明である。

1 kHz において、ECM の気導感度と体導音センサの感度を比較した結果を図5に示す。縦軸は体導音センサの感度、横軸は ECM の気導感度である。赤は I 群、青は II 群の ECM である。ECM の気導感度と体導音センサとしての感度の間には、有意な相関がないことがわかった。つまり、体導音センサに用いる ECM は事前に気導感度で選別する必要はない。

また、今回作成した体導音センサの感度は中島が作成したウレタンエラストマ型 NAM マイクロホンの感度より約 10 dB 低い[8]。今後、体導音センサの構造等を改善することにより、感度の向上が見込まれる。

4 まとめ

体導音を定義し、体導音センサを試作した。また ECM の気導感度と体導音センサに組み込んだ場合の感度を比較した。その結果、両者には有意な相関がないことがわかった。

謝辞

本研究は総務省 SCOPE により実施した。

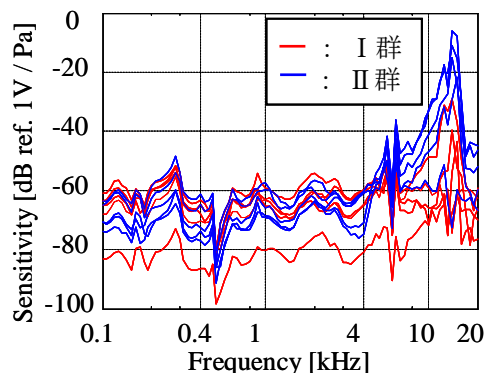


Fig. 4: 体導音センサの感度

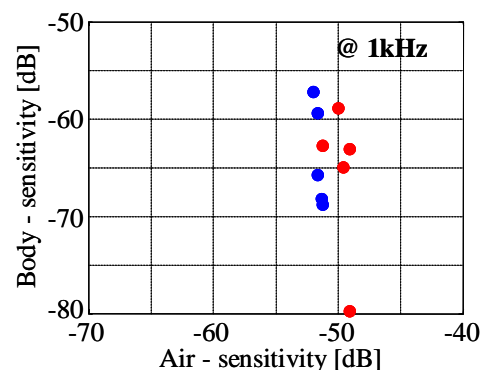


Fig. 5: ECM の気導感度と体導音センサの感度の比較, 0 dB = 1 V / Pa.

参考文献

- [1] 江 他, “ワイヤレス電子聴診システムと異常心音解析法の開発,” 日本機械学会論文集, 140-147, (2005. 11).
- [2] 山内 他, “収録環境に頑強な異常肺音検出方法の検討,” 音講論集, 767-770, (2007. 9).
- [3] 井上 他, “マイクロホンによる膝関節音の測定,” J.UOEH, 8(3), 307-316, 1986.
- [4] 下ノ村 他, “NAM (Non-Audible Murmur) マイクロホンを用いた脈拍・呼吸情報の低負担収集,” 信学技報 HCS2004-39, 13-16, 2005.
- [5] 野間 他, “E-Nightingale プロジェクト: ヒヤリ・ハット防止を目的とした看護業務のための知識共有システム,” システム制御情報学会誌, 501(1), 17-21, 2006.
- [6] 中島 他, “ウレタンエラストマー二重包埋構造型 NAM マイクロホン,” 音講論集, 21-22, (2006. 9).
- [7] 清水 他, “非可聴つぶやき声の音響的特徴と NAM マイクの応答特性,” 信学技報 SP2007-38, 85-90, 2007.
- [8] 清水 他, “数種類の NAM マイクロホンの周波数特性,” 音講論集, 663-664, (2007. 9).