

聴覚フィードバックのための気導音と骨導音間の遅延時間の測定

D-14

Measurement of delay times

between air conduction sounds and bone conduction sounds for auditory feedback

落合 裕貴† 村上 隆啓†

Yuki OCHIAI† Takahiro MURAKAMI†

† 明治大学理工学部電気電子生命学科

† Department of Electronics and Bioinformatics, Meiji University

1. はじめに

マイクロホンで録音した自分自身の声を再生すると、違和感を覚えることがある。その違和感の原因は、録音して再生した音声にはマイクロホンで録音できる気導音のみが含まれており、自身が話しているときに聞こえている骨導音が含まれていないためである[1]。この違和感を軽減するためには、気導音に何らかの方法を用いて骨導音の成分を補う必要があるが、気導音と骨導音の関係については不明な点が多く、骨導音についての詳しい調査が必要である[2]。

本稿では、気導音と骨導音の関係のうち、両者の間の遅延時間について調査を行う。

2. 測定方法

気導音と骨導音の間の遅延時間を調査するために、被験者が発話しているときに耳元に届く気導音と骨導音を同時に記録し、それらを同時に記録した声帯振動と比較する。この調査では、被験者の左耳乳頭骨付近の皮膚上に骨導音測定用の加速度センサ、左甲状軟骨付近の皮膚上に声帯振動測定用の加速度センサを設置した。さらに、左耳介に気導音測定用の小型マイクロホンを設置した。被験者は、母音「あ」～「お」をそれぞれ 3 秒間ずつ発声し、そのときの各センサでの骨導音、声帯振動および小型マイクロホンでの気導音を 3 回ずつ記録した。そして、得られた声帯振動、気導音、骨導音間の相互相関関数を計算し、現れたピーク点を遅延時間の測定結果とした[3]。本稿では、声帯振動から見た気導音の遅延時間を τ_1 、声帯振動から見た骨導音の遅延時間を τ_2 、気導音から見た骨導音の遅延時間を τ_3 とした。今回の調査では 21 歳～22 歳の男性 4 人を被験者として調査を行った。

3. 測定結果

被験者 A が「あ」と発話した時の声帯振動、気導音、骨導音の波形の一部を図 1 に示す。また、被験者 A における母音ごとの遅延時間を表 1 に示す。図 1 および表 1 より、すべての母音で気導音が骨導音より遅れることが分かった。また、他の被験者でも同様の結果が得られた。これは、空気中の音速に比べ、骨を伝わる時の音速の方が速いことが原因と考えられる。

一方、表 1 から分かるように、母音によっては測定された気導音と骨導音の遅延時間 τ_3 には 2 倍以上の差が発生し

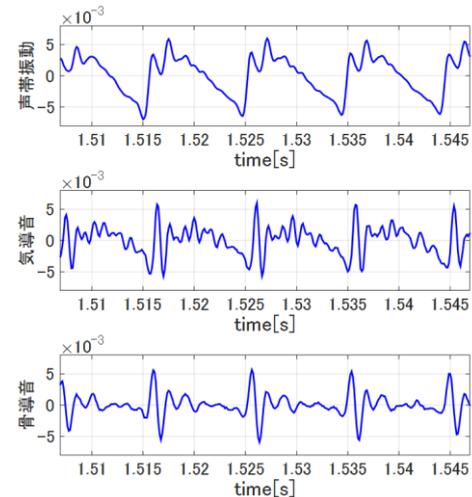


図 1 被験者 A の母音「あ」の波形

表 1 被験者 A における母音ごとの遅延時間

母音	τ_1 [ms]	τ_2 [ms]	τ_3 [ms]
「あ」	0.417	-0.063	-0.396
「い」	0.229	-0.625	-0.813
「う」	0.271	-0.500	-0.708
「え」	0.313	-0.292	-0.542
「お」	0.458	-0.167	-0.583

た。また、被験者によっては声帯振動が骨導音より遅れることがあった。実際には、声帯振動が骨導音より遅れることは考えられないため、センサを設置する位置に問題があったと考えられる。そのため、適切なセンサの位置を検討し、より正確な気導音、骨導音、声帯振動の記録を行う必要がある。

4. まとめ

本稿では、気導音と骨導音の間の遅延時間の測定を行った。その結果、気導音は骨導音より遅れて耳元に到達することが分かった。今後は、センサの適切な設置位置を検討し、気導音と骨導音の間の遅延時間の母音や話者の違いによる変化について詳細に調べる。

参考文献

- [1] 日本音響学会, “音響キーワードブック”, コロナ社, 2016.
- [2] 鳥谷輝樹, “歌唱における気導・骨導の聴覚フィードバックに関する調査研究”, 北陸先端科学技術大学院大学, 2016.
- [3] 金谷健一, “これなら分かる応用数学教室: 最小二乗法からウェーブレットまで”, 共立出版, 2013.