

## 音声の基本周波数を用いた末梢性疲労推定法の検討

藤田薫哉<sup>†</sup> 松村寿枝<sup>††</sup> 吉村宏紀<sup>†††</sup> 清水忠昭<sup>†††</sup>

† 奈良工業高等専門学校 専攻科 電子情報工学専攻    †† 奈良工業高等専門学校 情報工学科  
††† 鳥取大学大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

### 1. はじめに

過剰な負荷により疲労が蓄積されると、作業効率の低下が起こり、労災の原因となる場合がある。労災を未然に防ぐためには、労働者の疲労を測定し、過労を防ぐ必要がある。そこで、作業の中断なく測定可能な疲労推定手法として、音声分析による疲労推定が提案されている。塩見らは、音声の安定性評価による疲労推定を提案している[1]。それに対して、松村らは、音声の基本周波数・平均パワー・発話時間長を用いた疲労推定を提案している。一方、松村らの手法は、運動時における運動継続時間と上記の音響的特徴の変化について十分な検討がされていなかった。そこで本研究は、エアロバイクを用いた運動により末梢性疲労を誘発させ、運動継続時間と音声の基本周波数にどのような関係があるかを検討することを目的とする。

### 2. 運動に伴う音声変化

人は運動の際に、運動実現と恒常性維持を目的とした状態変化を起こす。運動強度や運動時間の違いにより、運動前後の計算課題成績が上昇、下降することが知られている[2]。同様に、運動時間の違いにより、音声の音響的特徴にも変化が現れるかどうかについて確かめる。

### 3. 実験方法

実験内容を表1に示す。身体負荷器具としてコナミ製のエアロバイク ai-ex を使用した。運動中の被験者に対して心拍数を常に計測し、心拍数に応じた運動負荷の自動調節を行った。実験における運動強度は以下の計算式で73%に設定した。

$$\text{最大心拍数} = 220 - \text{年齢 (男性の場合)} \quad (1)$$

$$\text{運動強度(\%)} = \text{心拍数} \div \text{最大心拍数} \times 100 \quad (2)$$

実験Aとして、同一被験者に11回の実験を行った。次に、実験Bとして、5名の被験者に各1回の実験を行った。実験は1日に1回までとした。音声分析を行い、基本周波数を求めた。自覚症状調べ[3]は要因ごとに3つに分類[4]し、それぞれの質問項目を集計した。

### 4. 実験結果

図1に実験Aにおける基本周波数の変化を示す。運動開始から運動強度が73%に至るまでの間に音声の基本周波数に大幅な増加が見られた。運動強度が

一定になってからは緩やかな増加傾向が見られた。自覚症状調べでは、「ねむけとだるさ」「身体各部の違和感」の項目で上昇傾向が見られた。一方で、「注意集中の困難」の項目においては減少傾向が見られた。

### 5. まとめ

本研究では、エアロバイクを用いた運動における運動継続時間と音声の基本周波数の関係を明らかにした。運動継続時間の増加に伴い、基本周波数には増加傾向が見られた。また、運動開始時に音声の基本周波数に顕著な増加が現れる事が分かった。今後は、より長時間の運動に対して実験を行う予定である。

表1 実験内容

手順	運動前	運動中	運動直後	休息後
		測定練習1回	20分間の運動	10分間の休息
測定内容	音声 アミラーゼ フリッカー 自覚症状調べ アンケート	エアロバイク を漕ぎながら 音声測定 7回 ①～⑦	音声 アミラーゼ フリッカー 自覚症状調べ	音声 アミラーゼ フリッカー アンケート

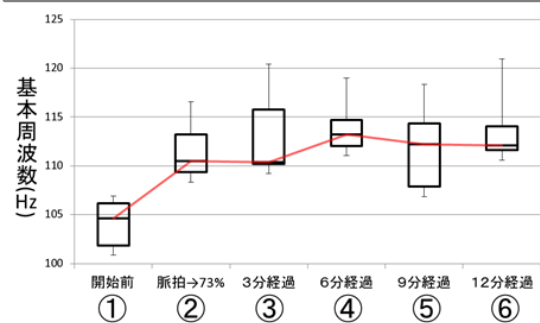


図1 実験A 運動による基本周波数の変化

### 参考文献

- [1] 塩見: 発話分析から考える脳機能モデル, 感性工学研究論文集 4(1), pp.3-12, 2004.
- [2] 柏原ほか: エアロバイク運動時の負荷強度と運動時間が計算成績に及ぼす影響に関する検討, 信学技報, ET98-140, pp45-52, 1999.
- [3] 産業疲労研究会, “調査票のダウンロード”, 日本産業医学会, <http://square.umin.ac.jp/~of/service.html>, 参照 Nov.10, 2014.
- [4] 松村ほか: 末梢性疲労および中枢性疲労の測定と評価, 奈良工業高等専門学校研究紀要 平成 25 年 第 49 号, pp.16-19, 2013.