

厚生労働科学研究費補助金
(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)
分担研究報告書

ネックバンド型口腔咽喉音センサによる笑いと日常行動記録の同時計測に関する研究

研究分担者 松村 雅史 大阪電気通信大学大学院 医療福祉工学研究科 教授

研究要旨

本研究では、笑いの質問紙調査の質の高い分析を行うために、ウェアラブル（身体装着型）笑い計測システムによる客観的指標による妥当性検討を行うことを目的とする。今年度は、口腔咽喉音のケプストラム分析により笑い声の基本周波数を推定し、日常生活下や軽い体操時の体動に伴う雑音、会話、咳などと識別可能な特徴量を見出して笑いの認識率を向上させた。さらに、日常行動記録との同時計測を行い、行動記録にある笑いの回答と笑い測定結果が一致することを示した。笑い測定の客観的指標と笑いの質問紙調査の結果が一致するという妥当性を示す結果を得ることができた。

A. 研究目的

近年、笑いなどのポジティブな心理的介入は、楽しく、気軽に継続することができる利点を有しており、ストレス低減、糖尿病の重症化予防などの先制医療での利用が期待されている。そのためには笑いなどのポジティブな心理的介入の有用性を示すエビデンスが求められる。その笑いや日常生活動作を含めたビッグデータの収集は主に質問紙調査により行われ、この質問紙調査ならびに分析の質を向上させるためには、笑い測定結果の客観的指標による妥当性を示すことが重要である。

本研究では、日常生活下での笑いの無意識・無拘束モニタリングと日常生活下での行動記録の同時測定を行い、これにより笑いの客観的指標を得ることを目的とする。日常生活下において軽い体操時の笑いを測定するために、周囲雑音に対して頑健で、

四肢を拘束しないウェアラブル（身体装着型）笑い計測システムの開発を行っている。本法は咽喉マイクロフォンを用いて測定した口腔咽喉音から笑いを検出する。従来、体動に伴う雑音や咳などが笑いの識別率が低下することが問題とされており、口腔咽喉音に対してケプストラム分析を行い笑いの識別率向上を行う。次に日常生活下で長時間測定と行動記録を同時に行い、笑いの質問の回答と笑い測定結果が一致することを実証実験により明らかにする。

B. 研究方法

頸部にマイクロフォンを装着することで口腔咽喉音を計測する方法では、体動に伴う音、咳なども混入することがある。また、時間的特徴が類似する場合、笑いとは誤検出することが解決すべき課題である。図1(a)に示すようにワッハッハという笑い声は声

帯振動を伴う有声音であり、多くの場合、母音/a/が含まれる周期的に発声音が繰り返される。しかし、同図（b）の会話音声の中でも音節の間隔のバラツキが小さい場合、笑いと誤識別される。日常生活下での口腔咽喉音には両方が混在することから、本研究では、会話と笑いを識別するために、この有声音である特徴を代表的な音声分析法であるケプストラム分析により笑いを識別する方法を提案する。ケプストラム分析の処理を図2に示す。口腔咽喉音をフーリエ変換して得られたパワースペクトルの対数を取り、さらに逆フーリエ変換して、声帯特性（基本周波数）と声道特性を分離する方法である。本研究では振幅包絡線の時間的特徴に加えて、有声音と無声音の識別、基本周波数を特徴量として識別する。

被験者は健常20代男性10名、20代女性2名の計12名を被験者とし、日常生活下の音声を長時間収集し計測する。計測時間は各6時間で合計72時間の長時間日常会話音声690サンプルを収集した。なお、本研究では「ハッハッハッハ」の音節が4回以上続いた大きな笑いを爆笑と定義する。本研究での音声の収集には頸部に装着可能な咽喉マイクロフォン（南豆無線電機社製、周波数帯域：200～3000[Hz]、サンプリング周波数：16[kHz]、感度：-40～-45[dB]）を用いた。この咽喉マイクロフォンは外部からの雑音の混入を低減させることができ、四肢を拘束せずに口腔咽喉音を長時間モニタリング可能である。咽喉マイクロフォンを被験者の頸部に装着し、ICレコーダ（SONY製ICD-UX523、サンプリング周波数：44.1[kHz]、量子化ビット数：16[bit]）に接続して日常生活下の口腔咽喉音を無圧縮のLPCM(44/16)形式で録音した。収集したデータからケプストラム分析により有声音/無

声音の判定、基本周波数、サウンドスペクトログラム、口腔咽喉音波形の振幅包絡線を推定する。

（倫理面での配慮）

本研究のウェアラブルセンサ（身体装着型センサ）を用いた笑い測定の実験は、学外の委員を含む「大阪電気通信大学における生体を対象とする研究および教育に関する倫理委員会」に申請し、研究内容の承認を得ている（承認番号 生倫認 08-020 号）。また、口腔咽喉音の無意識・無拘束計測に基づく笑い測定について、データはすべて暗号化された専用のUSBメモリに保存し、個人情報保護の対策をとっている。さらに研究対象者に実験方法やデータ処理に関するインフォームド・コンセントを行い、実験を行った。

C. 研究結果

日常生活下での会話と笑い声を比較した結果を図3に示す。同図（a）は笑いと判定された結果で「ハッハッハッハ」の音節が4回発声されている。同図（b）は口腔咽喉音の振幅が繰り返行われた会話の例である。振幅包絡線の時間的特徴である音節間隔は、笑い平均値：268ms（SD:48ms）、会話では126ms（SD：13ms）であり、音節間隔のバラツキは笑いより小さい（周期的である）。基本周波数を比べると笑いの場合、200Hz～300Hzに分布し、会話の場合、100Hz前後の値となる。大きく笑っている場合、基本周波数が高くなる傾向が認められる。

そこで時間的特徴では笑いと判定されたデータ（笑い与会話）の基本周波数を比較した結果を図4に示す。●印は会話、▲印は笑いである。この結果より笑い声の基本周波数は会話に比べて高い傾向にあること

が認められた。以上の結果より、口腔咽喉音の振幅包絡線の時間的特徴と基本周波数を併用することで笑いの識別率が向上することがわかる。

日常生活下で口腔咽喉音と日常行動記録との同時計測を行い、行動記録にある笑いの回答と笑い測定結果を比較した。被験者は健常人12名、1回の測定時間10時間、1名あたり2回の測定を行い、総計測時間は20時間である。口腔咽喉音を測定する咽喉マイクロフォンを装着するとともに行動記録を記載する事とした。特によく笑った時間帯を記録することとした。その行動記録の例を図5に示す。笑いの測定は口腔咽喉音の振幅包絡線と基本周波数を併用して識別を行うとともに、聴取により確認して笑いの回数を求めた。図6には笑い回数の測定結果を示す。午前8時から午後6時までの10時間で、20分毎の笑い回数を縦軸に示す。同図の上には行動記録表に記載された情報を示している。電車とバイクでの移動後、研究室での活動を行っている。間食、昼食時に笑いが記録されている。最も笑い回数が多いのは17時前後の時間帯であり、DVD鑑賞と雑談の時であり、30回の笑いが認められた。被験者の行動記録においても雑談の時にかなり笑ったと記載されており、両方の結果が一致した。別の日の実験ではあまり笑わなかったとの記録があり、笑い測定結果もほとんど認められなかった。今後、被験者を増やすためにデータを収集する必要があるが、笑い測定の客観的指標と笑いの質問調査の結果が一致する例を得ることができた。

D. 考察

日常生活下での笑いの測定では、体動による衣服などとの接触音、咳嗽、嚥下音な

どは、周期をもたない無声音の特性を示すことが前年度の研究で明らかにしている。

本年度は、時間的特徴が類似することで誤認識する会話音声について基本周波数を特徴量とすることで笑いの識別率が向上することが明らかになった。さらに日常生活下での長時間測定と行動記録の同時計測の結果、笑い測定の客観的指標と笑いの質問調査の結果が一致する例を示すことができた。日常生活下で多くのデータ分析を行うことで、笑いやポジティブな心理的因子の評価の妥当性を示すことができると考えられる。

E. 結論

ネックバンド型口腔咽喉音センサによる笑いと日常行動記録の同時計測に関する研究を行った。口腔咽喉音のケプストラム分析により有声音の識別を可能とし、口腔咽喉音の振幅包絡線の時間的特徴と基本周波数を併用することで笑いの識別率の向上を行った。さらに、日常行動記録との同時計測を行い、行動記録にある笑いの回答と笑い測定結果が一致することを示した。

今後、被験者などのデータ数を増やすことで笑い測定の客観的指標と笑いの質問調査の結果が一致するという妥当性を示すことができると期待できる。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表

1) 酒井 徳昭、松村雅史:口腔咽喉音分析による無呼吸と低呼吸の無拘束モニタリング, 電気学会論文誌C, Vol.134, No.11, pp.1613-1616(2014)

2. 学会発表

1) 若田武蔵, 松村雅史, 辻 竜之介, 辻村肇, 口腔咽喉音のケプストラム分析による口腔機能の長時間計測, 平成 26 年度電気学会電子・情報・システム部門大会, PS6-3, 2014 年 9 月 3 日 (水) ~6 日 (土), 島根大学 松江キャンパス

2) 若田武蔵, 辻村肇, 辻竜之介, 松村雅史, 口腔咽喉音のケプストラム分析による口腔機能の計測, 電子情報通信学会, 信学技報, vol. 114, no. 79, MBE2014-21, pp. 41-44, 2014 年 6 月 13 日, 北海道大学

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

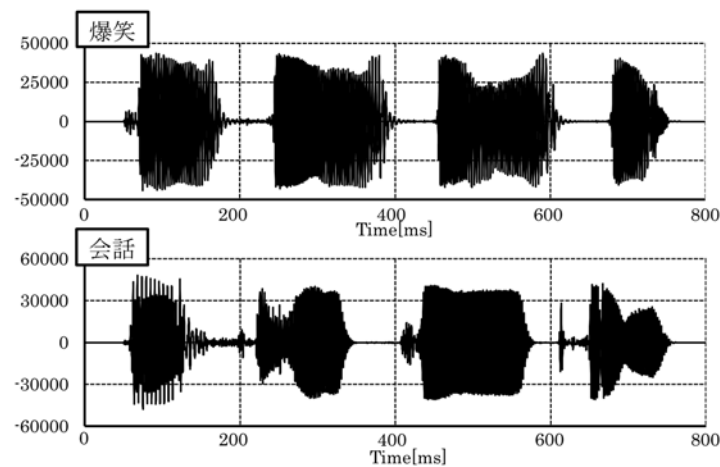


図 1 笑いと会話音声波形

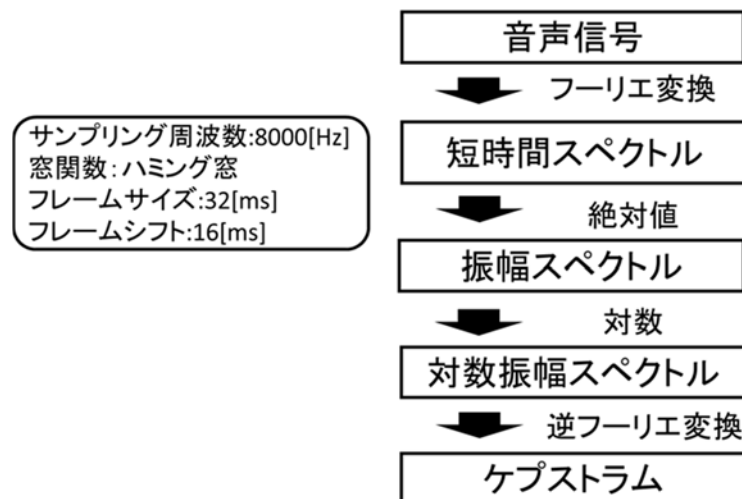


図 2 口腔咽喉音のケプストラム分析の処理方法

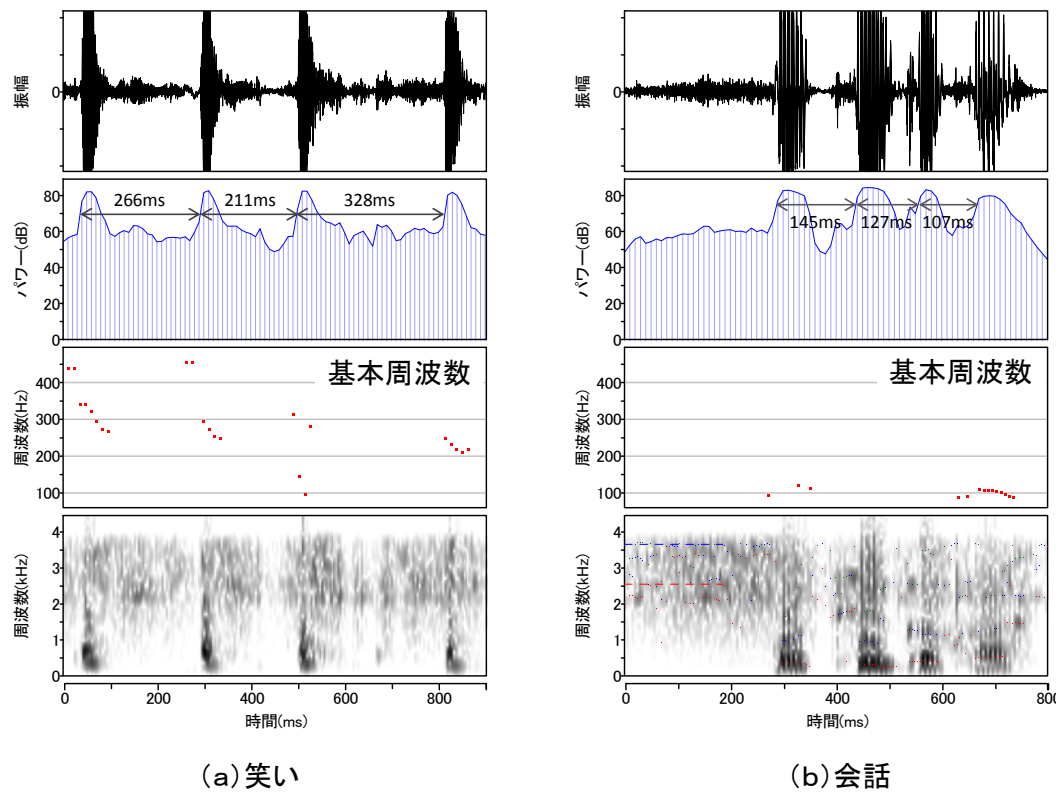


図3 笑い（左）と会話（右）の口腔音の分析結果（最上段：音声波形、2段：振幅包絡線、3段：基本周波数、4段：サウンドスペクトログラム）

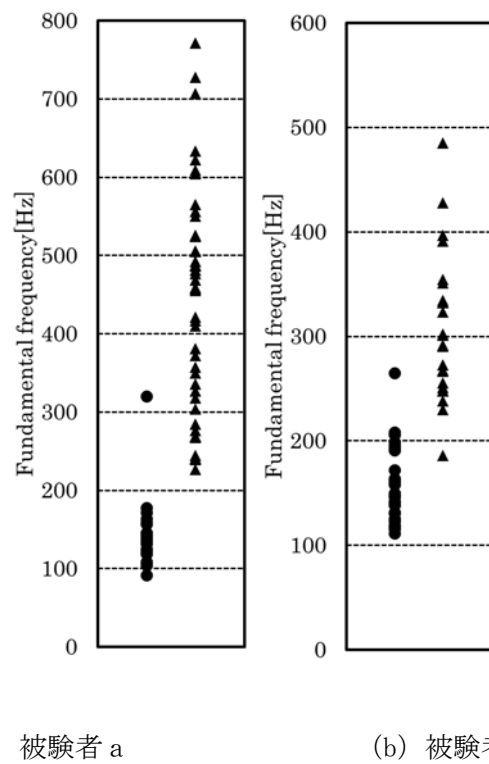


図4 笑いと会話の基本周波数の比較

基本調査アンケート(行動記録)

区分 日付	滞在 場所	時刻																								施設名・行動		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		24	
(大)	屋内																											①電車 ②バイク ③研究室 ④研究室 ⑤食堂 ⑥研究
	移動																											
	屋外																											

下記の記入をお願いします

- 体調を5段階で表してください [1 2 3 ④ 5]
- 年齢・性別 [22 歳] [男 ・ 女]
- 運動しましたか？ [はい いいえ] ()
- お笑い番組・動画等は見ましたか？ [はい いいえ] (カネコ笑, 17時前後)
- その他 ()

本研究への御協力、参加ありがとうございました

図5 日常生活での行動記録の一例

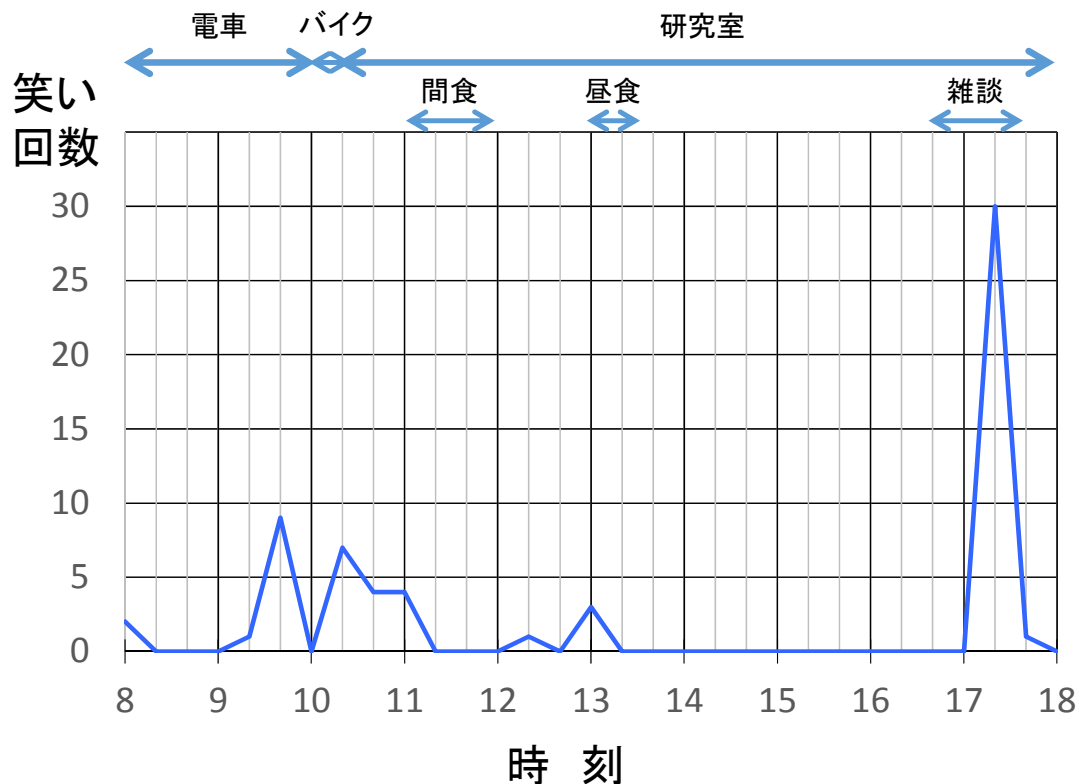


図5 日常生活下（10時間）の笑い測定結果と行動記録