

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 22 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650417

研究課題名(和文) 音声情報を用いた心理的ストレス検出技術の開発

研究課題名(英文) A research toward the development of psychological stress detecting technology using audio features.

研究代表者

太刀川 弘和 (Tachikawa, Hirokazu)

筑波大学・医学医療系・講師

研究者番号：10344889

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円、(間接経費) 780,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、公開音響特徴量を用い、心理的タスク下の対照研究、実生活に近い状況での縦断観察研究、精神疾患患者を対象とした研究、の3研究を段階的に行い、それぞれ多面的にストレス尺度と音声情報を測定し、客観的な音声によるストレス測定技術を開発することを目的に2年間実施した。

その結果、心理的タスク群におけるメル周波数ケプストラム係数の有意な変化、「不安」と基本周波数(F0)、「緊張」と第1フォルマント(F1)、「抑うつ」と音量の有意な相関を得た。しかし縦断観察では、心理尺度と高い時間的相関が得られた音声パラメータは見出せず、精神疾患患者の対照研究を継続し、今後ストレス検出技術の開発を図る。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed to develop a stress detect technology using audio features extracted from human voice. In order to achieve this aim, we set up the following three experiments using various psychological tests and voice samples; 1) a controlled study of healthy subjects under psychological tasks, 2) longitudinal observational study of healthy subjects under ordinary lives, and 3) case control studies in order to elucidate audio features which detects depressive state. As a result, we found that psychological tasks brought a change in mel frequency cepstral coefficients and significant correlation between fundamental frequency (F0) and anxiety as well as first formant (F1) and depression. However, we were not able to detect any temporal correlation between audio features and psychological scales. We have just begun a case control studies aimed at patients with depression and keep developing a stress detection technology using voice samples.

研究分野：精神医学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：音声分析 心理的ストレス 音声パラメーター 公開音響特徴量

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 長引く不況やリストラなどから、今日の日本社会においてはうつ病や自殺など心理的ストレス(ストレス)に起因するメンタルヘルスの悪化が社会問題化している。加えて東日本大震災後、強いストレスからうつ病が増加することが危惧されている。そこで、自己や他者のストレスを早期に自覚し、マネジメントすることは、メンタルヘルスを維持するうえで国民的課題といえよう。

ところでストレスは、ライフイベントや対人ストレスなどの潜在ストレスを、自己の認知やパーソナリティがどのように評定し、対処するかによって決まる、という入力モデルと、それがどのように抑うつや不安、身体症状などの反応として現れるか、という出力モデルがあり、これらはそれぞれ心理学、医学領域で別々に測定されている。従って統合的に個人のストレスを説明し対策に適用するには難がある。またその測定方法は、自記式評価尺度と生物学的指標に分けられるが、前者は即時性に乏しく、主観的評価のバイアスがある。後者は、血圧やコルチゾールなどのいわゆる「ストレスホルモン」が知られているが、検査室での測定が必要であり、モニタリングとしての有用性・簡便性に難がある。

(2) 一方、音声もストレス指標として研究されている。音声情報は、話者の感情など、書き言葉に変換できない情報を有し、我々は日常会話の中で相手の声から様々な感情を推測している。そこで音声情報は即時性、客観性にすぐれたストレス指標になり得る可能性がある。これまでの研究から、ストレスは音声の要素のうち、音程(ピッチ、周波数)、音程の変動性、強度、および発話時間にそれぞれ影響を与えることが指摘されている。しかしこれらの報告結果は一貫せず、他の心理尺度との総合的検討が十分でなく、元来の心理傾向にも影響されることから、ストレス検出技術として定着するにいたっていない。われわれは過去にイスラエルの企業が開発した音声解析技術(Layered Voice Analysis)を用いた検討を行い、音声指標により心理的ストレスを検出する可能性を見出した。しかし同技術は、音声指標の算出背景が不明確で、感度も低く、結果の一般化に至らなかった。

(3) 以上の背景を踏まえ、我々は、国際的に標準化された公開音響特徴量を用い、心理的タスク下の対照研究、実生活に近い状況での縦断観察研究、精神疾患患者を対象とした研究、を段階的に行い、それぞれにおいて多面的統合的にストレス尺度と音声情報を測定

し、ストレス指標となりうる最適な音声指標を抽出でき、客観的で実用性の高い音声によるストレス測定技術を開発することが可能になると考え、研究を行った。

## 2. 研究の目的

(1) 公開音響特徴量(Open SMILE/ Open EAR)を用い、心理的タスク下の対照研究、実生活に近い状況での縦断観察研究、精神疾患患者を対象とした研究、の3研究を段階的に行う。

(2) これらの研究から、多面的統合的にストレス尺度と音声情報を測定し、その関係を検討する。

(3) ストレスに関係する最適な音声指標を同定することにより、客観的な音声によるストレス測定技術を開発する。

## 3. 研究の方法

(1) 実験1(ストレスタスク群、対照群を用いた無作為割付け研究)

対象: 健常者 100名以上

方法: 被験者をランダムにコントロール群とストレス負荷群に無作為割付けし、実験。

タスク前評価(属性、SRRS, DHI, TCI, PSS, TAC24, STAI, CES-D 記入、血圧、脈拍測定)

実験用タブレット PC に表示される課題に回答した解答音声を録音。

心理的ストレスタスクとして、言葉の文字列を入れ替えて有意味語に変換するアナグラム課題をタスク群に施行。質問の半数は正解のない不可能課題とする。対照群では、文字列を読み上げるように提示する。

タスクの後、STAI-S を施行。

音声指標と他の指標との相関を検討する。

タスク前およびタスク中の2点における音声指標、ならびに心理尺度の差分を算出し、差分の平均値にコントロール群とタスク群で差が認められるかどうかを検討する。

(2) 実験2(タイムサンプリング、イベントサンプリングを用いた縦断観察研究)

対象: 数名の健常被験者

方法: 5日間の観察期間を時間見本とする。

開始前: 基礎データ(被験者属性、心理尺度セット SRRS, DHI, TCI, PSS, TAC24, STAI, CES-D)の記録、自由発話と定型発話のスマートフォンへの録音を行う。

開始日から5日: 1日3回定刻に Visual Analog Scale (自覚ストレス、不安、抑うつ、喜怒哀楽に関する)、ストレスイベント

日誌、音声データ（定型発話と自由発話）をとる。

就寝前に DHI, STAI-S, イベント日誌を記録。

ストレスイベント発生時(急な会議、上司の呼出)、可能な限りを行う。

収集データを多変量解析し、VAS や他のストレス尺度と連動する音声指標を抽出する。

### (3) 実験 3 (ストレス関連指標の有用性検証)

対象：健常者、大うつ病患者 10 数名

方法：

実験 1, 2 で抽出したストレス関連音声指標を、発話音声から自動収集し得点化するスマートフォン実装の実験プログラムを制作する。

対照群、うつ病群に定型発話、自由発話してもらい、スマートフォンで録音。同時に統合的 心理尺度セット(SRRS, DHI, TCI, PSS, TAC24, STAI, CES-D) ならびに他の生物学的指標

(血圧、脈拍、唾液など)を記入、収集する。

プログラムで得られた各種音声指標得点と唾液コルチゾールを含む各種心理・生物学的ストレス指標との相関、ならびに Cut Off ポイントを用いた感度、特異度の算出を行い、ストレス関連音声指標の有用性を検証する。

## 4. 研究成果

### (1) 実験 1

対象は健常者 106 名であり、無作為にタスク群 53 名とコントロール群 53 名に分類した。方法は、両群に状態・特性不安検査 State-Trait Anxiety Inventory (STAI) 記載、血圧測定、タスク前の音声記録を行った後、タスク群にはアナグラム課題を、コントロール群には音読のみの課題を施行した。施行後にも音声記録と STAI を実施し、施行前後の STAI, 血圧、音声パラメーターを両群で比較した。

その結果、タスク群の音声パラメーターは、メル周波数ケプストラム係数(MFCC)の一部のパラメーターでコントロール群に比して有意な変化を示し、また基本周波数(F0)において STAI-S との相関を示した。OpenEAR を用いた音声パラメーターの解析により心理的ストレスの有無や程度を検出できる可能性が示唆された。

### (2) 実験 2

対象は健常者 20 名 (男 9/女 11) である。実験内容は、携帯型端末に一時的気分尺度 (TMS) と音声と同時に記録できるプログラムを実装し(図 1)、対象者に同端末を貸与して、最低 2 週間日常生活の中で 1 日 3 回の定

型音声(数字の読み上げ)と TMS の記録を指示した。実験後、収録音声から、音声解析ソフトウェアである OpenEAR を用いて音響特徴量を抽出し、音響特徴量(フォルマント、音量、声の揺れなどについて 77 項目)と TMS の下位得点(「抑うつ」「活気」「怒り」「疲労」「緊張」「混乱」の 6 項目)の相関を検討した。

その結果、研究開始時の音声では、「緊張」と音声の第 1 フォルマント(F1)に正の相関を、「抑うつ」と音量(Intensity)に負の相関を認めた。しかし縦断解析では、TMS の尺度と高い個人内相関が得られた音響特徴量は見出せなかった。

今回の研究では、横断的には種々の評価尺度と音響特徴量との相関を認め、フォルマントや音量といった音響特徴量と緊張や抑うつなどの精神状態との関連はこれまでの報告と矛盾しない。一方、縦断解析では評価尺度と音声の相関を認めることができず、これは健常者では日常的ストレスの変動が大きくないことや、個人間で感情の音声表出にばらつきが大きいことが要因として考えられた。



図 1 携帯端末プログラム画面

### (3) 実験 3

実験 1, 2 から、心理的ストレスと関係する音響特徴量の存在を見出したものの、音声からストレスを測定するまでに十分な結果を得られなかった。このため、これらの指標から健常者では日常的ストレスの変動が大きくないことから、実験 3 ではストレスタスクと同時に音声収録が可能なタブレット型端末プログラムを開発し(図 2)、うつ病患者、統合失調症患者を対象に、新たに音声収集を開始した。現在検体収集の段階にある。



図2 . タブレット端末プログラム

#### (4) 総括と今後の展望

音声と精神状態の相関は古くから研究されており、特に嘘発見器などの技術で検討されていた。近年の報告では F0, jitter, intensity などの標準的な音響特徴量とストレス、うつ病の治療反応性などとの関連がいわれるようになってきている。しかしまだ報告は少なく、結果の一貫性にも乏しい。

今回の我々の研究は基礎的なストレスと音響特徴量の関係を見出ししており、従来の報告同様の F0 との相関に加え、MFCC など新たな特徴量との関連を見出している点で新規性が高いと思われる。日常的ストレスは健康人で変動が少なく、そこから有意な結果を得られなかった。

そこで、今後うつ病患者群や統合失調症患者群で症状や診断と相関する音響特徴量を見出し、その特徴量の変化を健康人で確認する実験をすすめていく。

また有意な特徴量を用いて音声から抑うつ度を推定するプログラム開発も進めていく。

### 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

樋口 卓哉, 鈴木 雅之, 長野 徹, 立花 隆輝, 西村 雅史, 田口 高也, 根本 清貴, 太刀川 弘和

携帯端末を用いて日常的に収録した音声からの抑うつ度推定

日本音響学会春季講演論文集, 2-6-7, pp. 307--310, 2014年3月、査読なし

〔学会発表〕(計2件)

田口 高也, 太刀川 弘和, 根本 清貴, 鈴木 雅之, 長野 徹, 立花 隆輝, 西村 雅史, 朝田 隆

音声を用いた日常生活におけるストレス評価の予備的検討

日本精神神経学会, 2014年6月27日, パシフィコ横浜, 横浜.

樋口 卓哉, 鈴木 雅之, 長野 徹, 立花 隆輝, 西村 雅史, 田口 高也, 根本 清貴, 太刀川 弘和

携帯端末を用いて日常的に収録した音声からの抑うつ度推定

日本音響学会春季研究発表会, 2014年3月11日, 日本大学理工学部1号館, 東京都千代田区.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

### 6 . 研究組織

(1) 研究代表者

太刀川 弘和 (TACHIKAWA, HIROKAZU)

筑波大学・医学医療系・講師

研究者番号: 10344889

(2) 研究分担者

根本 清貴 (NEMOTO, KIYOTAKA)

筑波大学・医学医療系・講師

研究者番号: 80550152