

令和 6 年 5 月 13 日現在

機関番号：33404

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K19430

研究課題名（和文）うつ病を音声から解析する評価法の立案

研究課題名（英文）Examining evaluation methods for analyzing depression from speech.

研究代表者

新谷 純（Shintani, Jun）

福井医療大学・保健医療学部・講師

研究者番号：80790419

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究ではまず、健常者の神経疲労時における音声を、カオス理論を用いて解析することにより、脳の活性度を表すCEM（Cerebral Exponent Macro）値が低下することを明らかにした。次いでうつ病患者と健常者の音声に対して同手法により解析を行ったところ、うつ病患者の音声から得られたCEM値は健常者よりも優位に低下を示していることが明らかとなった。本解析手法はうつ病におけるスクリーニング検査として利用可能であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国におけるうつ病は、5.7%の有病率とされる一般的な精神疾患である。うつ病像の判定に、問診や様々な評価尺度が用いられているが、複雑な病態を呈しており、診断や治療をに支障になることがある。うつ病の診断や治療効果の判定には簡便で非侵襲的に評価できる手法の確立が求められている中、本研究では、人間の音声に、カオス理論を応用した解析を行い、脳の覚醒度を示す指数であるCEM（Cerebral Exponent Macro）値と呼ばれる数値の算出をした。うつ病患者と健常者の音声に対して比較検討を行ったところ、両者を有意に分離することが可能であり、うつ病のスクリーニング検査として利用可能と考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, first, we analyzed the voice of normal subjects during neural fatigue using chaos theory, and found that the CEM (Cerebral Exponent Macro) value, which represents the brain activity level, was decreased. The CEM values obtained from the voices of depressed patients and normal subjects were analyzed using the same method, and it was found that the CEM values obtained from the voices of depressed patients were significantly lower than those of normal subjects. This method can be used as a screening test for depression.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：うつ病 音声解析 カオス理論

1. 研究開始当初の背景

うつ病は抑うつ気分、意欲・興味の減退、不安、不眠などを呈する気分障害で、重篤化すれば社会生活に影響を及ぼす疾患である。我が国におけるうつ病は、5.7%の有病率とされる一般的な精神疾患である。うつ病像の判定に、問診や様々な評価尺度が用いられているが、様々な症状の組み合わせによって病態が発現しており、診断や治療を適切に行う上で支障になることがある。そのため、経験の豊富な精神科医でも適切な治療に至るまでに数年を要する場合もある。うつ病は症状の変化によって脳機能にも変化が生じていることが様々な脳イメージング研究から知られているが、大掛かりな装置による解析が必要となり、時間や費用の面でも患者に大きな負担がかかるのが現状である。うつ病の診断や治療効果の判定には簡便で非侵襲的に評価できる手法の確立が求められている。

人間の音声は、呼吸筋の収縮によって生み出された呼気が、声帯を振動させることにより、喉頭原音として生まれ、音の通り道である声道の形によって音声となる。音声を作り出すための呼吸筋、内喉頭筋、舌、咀嚼筋、その他の音声に関わる軟口蓋や口唇の筋などの運動指令は脳の運動中枢から発せられている。そのため、うつ病による脳の機能低下は音声信号に何らかの影響として出現する可能性が考えられる。音の高さ、大きさなどの要素を分析するような従来の音声解析手法では、その音声信号のばらつきが非常に大きく、特徴量の抽出が困難である。カオス理論は数理解物理学の一分野である複雑系に係る理論で、時系列信号については、それを生成するメカニズムを、時系列信号を多次元相空間に埋め込んで再構成するアトラクタを分析することで考察される。本研究では録音した音声に観測時系列から時間遅れ座標への変換を行い、アルゴリズムを用いて最大リアプノフ指数を計算し、そこから脳の覚醒度を示す指数である CEM (Cerebral Exponent Macro) 値と呼ばれる数値の算出を行う。

2. 研究の目的

本研究の目的は、複雑に変動する音声信号から、カオス理論を用いた解析方法にて脳の機能低下やうつ病の状態を明らかにできるか検討を行うことである。

3. 研究の方法

実験1として、タブレットを利用した数字探索による疲労課題を実施し、一時的に神経疲労状態となった実験参加者19名に対して、疲労課題の前後に音声を録音した。中枢神経系の疲労状態を引き起こすために、疲労課題はタブレット(iPad)上に1~30の数字がランダムで配置され、上部に記された目標の数字を見つけてタッピングする条件を120分間、連続実施することとした。疲労課題前後の音声からCEM値を算出し、神経疲労状態を音声から判断できるか検討を行った。なお、音声録音時は、PC上に提示される決まったテキスト文を30文音読する条件で行った。サンプリング周波数/量子化ビット数は48kHz/24bitとした。

実験2では疲労課題中の実際の疲労度や課題への集中の程度について検討を行った。現在、疲労に対して行われることの多い評価には、生体信号変化を捉える生理学的評価法や、血液・尿・唾液中の生理活性物質を測定する生化学的評価などを用いて研究されることが多い。しかしながら、大掛かりな装置が必要で時間がかかる、血液検査を要し侵襲的であることなどが問題として指摘される。本研究では、非侵襲的かつ簡便な装置で疲労測定が可能とされる、唾液アミラーゼ測定と、疲労課題中の実験参加者に心電モニターを取り付け、自律神経の指標であるLF/HFを用いた。客観的な疲労の指標である唾液アミラーゼと心拍変動(LF/HF)を用いて計測し、疲労課題の前後における神経疲労と自律神経反応について検討した。

最後に実験3では、これまでの実験で行ってきた脳の覚醒度を表すCEM値の低下がうつ病患者ではどのような変化を起こしているか検討し、さらに、うつ病の重症度とCEM値の関連について検討を行った。

4. 研究成果

実験1では実験参加者19名のうち15名にて、実験開始前のCEMの数値に対して、疲労課題実施後のCEM値にて、有意に低下を示していることが分かった。

実験2では実験参加者2名とも、実験開始前のCEMの数値に対して、疲労課題実施後のCEM値にて、低下を示しており、唾液アミラーゼ活性値は疲労を示す数値まで上昇し、LF/HFは疲労を示す交感神経活動の上昇が確認された。このことから、中枢性疲労状態とは、脳の機能が低下した状態であること判断可能であった。また、脳機能が低下した状態を音声から推測することが可能であることが明らかとなった。

実験3では健常者群に比べてうつ病患者群でCEM値が有意に低い結果であった。これは音声信号から脳機能低下の状態を検出可能であったと結論付けられる。一方で、本実験では、うつ病の重症度とCEM値の関連も検討を行ったが、CES-D及びHAM-Dの評価のいずれも、うつ病の重症度との相関を認めない結果となった。うつ病の重症度評価で「非うつ状態」と判定されていても、CEM値には低下がみられており、一時的な寛解期にいる患者であっても、脳機能の低下を示して

いる可能性が示唆された。

本研究の成果として、音声信号から CEM 値を算出する技術は、うつ病患者と健常者を分けるスクリーニング検査としての利用が可能であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Jun Shintani , Yasuhiro Ogoshi	4. 巻 Vol.35, No37
2. 論文標題 Detection of Neural Fatigue State by Speech Analysis Using Chaos Theory	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 2205-2213
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18494/SAM4334	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 新谷 純, 小越 康宏	4. 巻 39
2. 論文標題 神経疲労状態の音声と自律神経反応との関係	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 リハビリテーション・エンジニアリング	6. 最初と最後の頁 50-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24691/resja.39.1_50	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------